



Bericht

Hochwasserschutz Alz, Trostberg, Stadtteile Pechlerau und Saliterau Sohlmorphologie

SKI GmbH + Co.KG
Beratende Ingenieure
für das Bauwesen
Wasserwirtschaft,
Wasserbau, Grundbau

Lessingstraße 9
D-80336 München
T +49(0)89 8904584-70
F +49(0)89 8904584-71
www.ski-ing.de

Auftraggeber

Wasserwirtschaftsamt Traunstein
Rosenheimer Str. 7
83278 Traunstein



Auftragsnummer

81843

München, den 11. August 2016

Inhaltsverzeichnis

1	Verwendete Unterlagen.....	3
2	Veranlassung und Aufgabenstellung	4
3	Grundlagendaten	5
3.1	Hydrologie.....	6
3.2	Massensummenlinie	7
3.3	Geschiebeproben.....	7
4	Numerische Geschiebetransportmodellierung	8
4.1	Grundlagen der numerischen Geschiebetransportmodellierung	8
4.2	Modellerstellung	9
4.2.1	Rechenzeitoptimierung	9
4.2.2	Hydraulische Randbedingungen	10
4.2.3	Sohlmorphologische Randbedingungen.....	11
4.3	Modellkalibrierung 1998 bis 2004.....	13
4.4	Prognoserechnung.....	14
4.4.1	Prognose Massensummenlinien	14
4.4.2	Prognose im Lageplan	17
4.4.3	Prognose Querprofile	18
4.4.4	Schlussfolgerung	20
5	Zusammenfassung.....	20

1 **Verwendete Unterlagen**

- [1] HUNZIKER, R. & NUJIC M.: *Hydro_GS-2D Mehrkorn*, Bayerisches Landesamt für Umwelt, Aarau, März 2009, revidiert November 2009

- [2] HUNZIKER R.: Mitteilung 138, *Fraktionsweiser Geschiebetransport*, VAW ETH Zürich, Zürich, 1995

- [3] UMACH L.: *Bedeutung der Approximation von Kornverteilungskurven bei der zweidimensionalen numerischen Simulation von Geschiebetransportprozessen*, Innsbruck University Press, Innsbruck, 2014

- [4] MANGELSDORF J., WEISS F.-H.: *Flussmorphologische Untersuchung der Unteren Alz von Altenmarkt bis zur Mündung in den Inn*, Bayerisches Landesamt für Umwelt, Az 4263/34 - III/3/4, München, 1982, unveröff.

- [5] SCHAIPP B. & SCHWALLER G.: *Flussmorphologische Untersuchung Untere Alz*, Bayerisches Landesamt für Umwelt, Augsburg, März 2013

- [6] ELSNER T.: *Geschiebefalle Alz*, aquasoli Ingenieurbüro, Traunstein, 2009, unveröff.

- [7] VON GOSEN L., SPANNRING M.: *Hochwasserschutz Alz, Trostberg, Stadtteile Pechlerau und Saliterau Validierung 2d-Modell*, SKI GmbH & Co.KG, München, 2014, unveröff.

- [8] SPANNRING M.: *Hochwasserschutz Trostberg an der Alz, Ortsteile Saliterau und Pechlerau, Grundlagenermittlung und Vorplanung*, SKI, München, 2013, unveröff.

- [9] KLAR R., *Kapitel 8 Rechenzeitoptimierung*, Vorabzug Dissertation, Innsbruck, 2016, unveröff.

- [10] *Arbeitsblatt HYDRO_FT-2D, Stofftransportmodell*

2 Veranlassung und Aufgabenstellung

Das Ingenieurbüro SKI GmbH + Co.KG bearbeitet im Auftrag des Wasserwirtschaftsamts Traunstein die Vorplanung für den Hochwasserschutz der Ortsteile Saliterau und Pechlerau in Trostberg (siehe Abbildung 1).

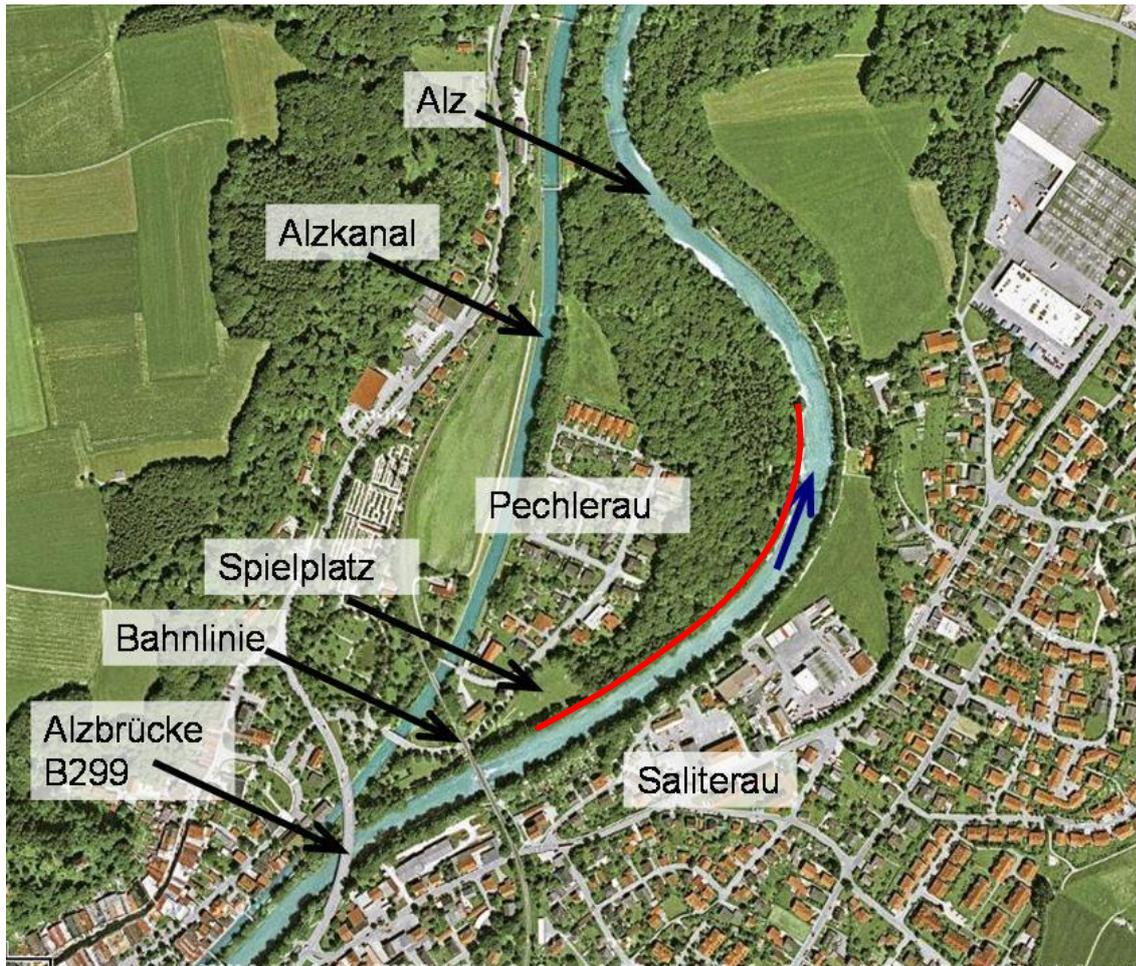


Abbildung 1: Übersicht Planungsgebiet, rot: möglicher Aufweitungsbereich

Als ergänzende Maßnahme zu Hochwasserschutzwänden und -deichen wurde während der Planungen eine Flussbettaufweitung der Alz mit dem Ziel der Wasserspiegelabsenkung diskutiert. Dadurch kann im besten Fall auf technische Hochwasserschutzbauwerke verzichtet werden oder diese können zumindest entsprechend der Wasserspiegelabsenkung in der Höhe reduziert werden.

Für die Aufweitungsstrecke kommt das linke Ufer im Abschnitt unterstrom der Bahnbrücke ab Alz-km 41,000 in Frage (siehe Abbildung 1).

Ein erster Testrechenlauf mit einer 500 m langen und 8 m breiten Aufweitung zeigte die prinzipielle Wirksamkeit der Maßnahme mit einer maximalen Wasserspiegelabsenkung von bis zu 0,45 m im Vergleich zum Istzustand (siehe Abbildung 2). Damit kann zwar nicht auf die technischen Bauwerke verzichtet werden, jedoch lassen sich die Bauwerke in der Höhe zum Teil deutlich reduzieren.

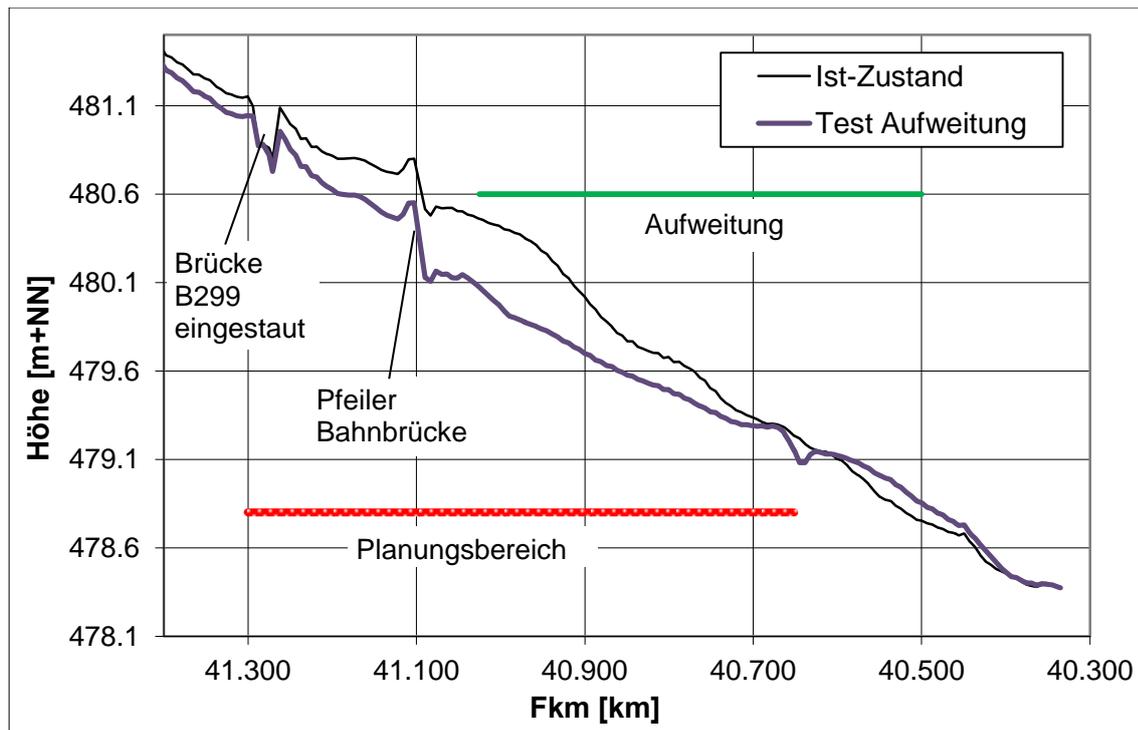


Abbildung 2: Längsschnitt bei $HQ_{100}+15\%$ Istzustand und Testrechnung mit Aufw.

In Aufweitungsbereichen stellt sich die Frage, ob Anlandungen den zusätzlich geschaffenen Querschnitt mittel- und langfristig wieder reduzieren und damit die Wasserspiegellagen wieder ansteigen. Im vorliegenden Fall kommt erschwerend hinzu, dass die Aufweitung in einer Innenkurve der Alz liegt.

Das Wasserwirtschaftsamt Traunstein hat das IB SKI GmbH + Co.KG mit weiterführenden Untersuchungen zur Sohlmorphologie der Alz in diesem Bereich beauftragt. Diese sohlmorphologische Fragestellung wird im Folgenden mit Hilfe eines 2d-Geschiebetransportmodells numerisch untersucht.

3 Grundlagendaten

Neben den für ein rein hydraulisches Modell notwendigen Daten sind für sohlmorphologische Fragestellungen weitere Daten notwendig, welche im Folgenden aufgeführt werden.

3.1 Hydrologie

Im Gegensatz zu rein hydraulischen Berechnungen, bei denen nur einzelne Ereignisse von einigen Stunden bis zu einigen Tagen betrachtet werden, sind für Geschiebe-transportmodellierungen Abflussganglinien über mehrere Jahren notwendig. Mit diesen Ganglinien können langfristige Sohlentwicklungen nachvollzogen oder prognostiziert werden.

Für die grundlegenden hydrologischen Daten der Alz wird auf [8] verwiesen. Hier soll nur auf den für die Prognoseberechnungen verwendeten Zeitbereich von 1998 bis 2010 bzw. den für die Kalibrierung verwendeten Zeitbereich von 1998-2004 eingegangen werden.

Die Abflussganglinien der einzelnen Jahre sind in Abbildung 3 gestaffelt dargestellt. Man erkennt den Schwerpunkt der Hochwassersaison im Frühjahr und den Sommermonaten. Charakteristisch sind die sehr steil ansteigenden Ganglinien, die vor allem durch die Einmündung der Traun bei Alz-km 44,600 geprägt sind. Die Zeitreihe umfasst ausgeprägte Trockenjahre wie das Jahr 2003 mit einer Abflussfülle von 307 Mio. m³, ausgeprägte Nassjahre wie das Jahr 2001 mit über 950 Mio. m³ und Jahre mit einer mittleren Fülle wie z.B. das Jahr 2010. Die Zeitreihe steht damit repräsentativ für das Abflussgeschehen an der Alz in Trostberg. Tabelle 1 zeigt die statistische Auswertung der Zeitreihe.

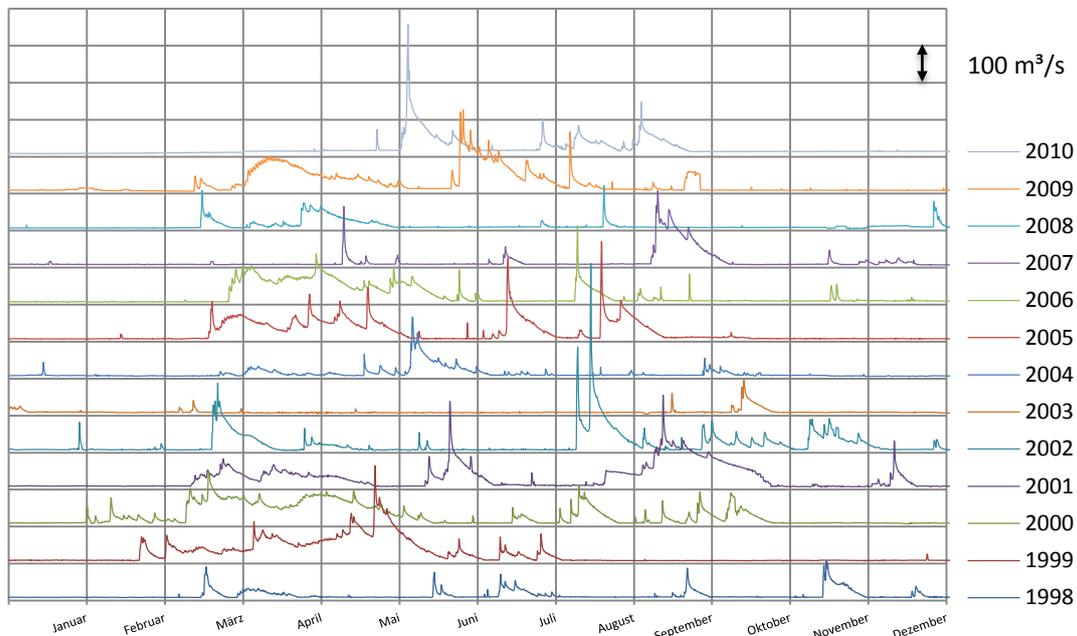


Abbildung 3: Jahresabflussganglinien der Alz am Pegel Trostberg von 1998 bis 2010

Tabelle 1: Statistik der Jahresabflussganglinien von 1998 bis 2010 (* Tagesmittelwerte)

	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	
min Q [m ³ /s]	7.0	6.9	6.3	6.4	4.5	3.4	5.7	5.0	5.6	5.1	4.7	6.1	6.4	MIN: 3.4 m ³ /s
max Q [m ³ /s]	110	268	146	260	526	101	170	274	220	209	128	230	365	MAX: 526 m ³ /s
Fülle [Mio m ³]	452	854	919	965	706	307	425	757	733	500	425	844	691	∅ 660
Anz. Tage > 25 m ³ /s *	44	126	138	150	87	10	35	110	98	32	34	111	73	∑ 1048 Tage
Anz. Tage > 50 m ³ /s *	8	64	87	67	40	2	8	67	63	19	13	61	29	∑ 528 Tage
Anz. Tage > 100 m ³ /s *	0	12	3	17	10	0	1	6	4	9	0	11	6	∑ 79 Tage
Anz. Tage > 200 m ³ /s *	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	1	∑ 3 Tage

3.2 Massensummenlinie

Zur Kalibrierung des 2d-Modells wurde die Massensummenlinie des Zeitraums von 1998 bis 2004 verwendet (siehe Abbildung 4). Die Massensummenlinie ist (fast) durchgehend fallend, was auf eine Eintiefung der Sohle in allen Abschnitten schließen lässt. Für eine ausführliche Auswertung der Massensummenlinien der gesamten unteren Alz wird auf [5] verwiesen.

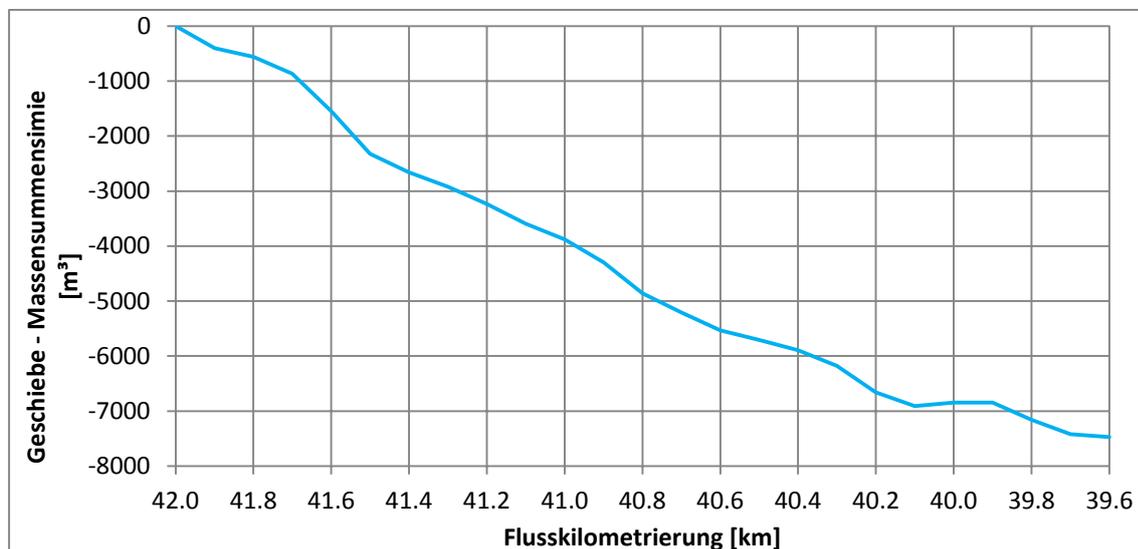


Abbildung 4: Massensummenlinie der Alz von 1998-2004

3.3 Geschiebeproben

Einen der wichtigsten Eingangsdatensätze für das sohlmorphologische 2d-Modell stellen die Sieblinien des transportierten Materials dar.

Am 09.12.2015 wurden dazu zehn Geschiebeproben im Bereich der möglichen Aufweitung aus der Alz entnommen. Neun der zehn Proben wurden aus der Unterschicht entnommen, eine Probe wurde aus der Deckschicht entnommen. Die Positionen der Geschiebeentnahme sind dem Lageplan in Anlage 1 zu entnehmen. Die Sieblinien wurden durch das Büro Crystal Geotechnik GmbH erstellt. In den Anlagen 2 bis 5 sind die Daten der Sieblinien zusammengefasst.

Als repräsentative Sieblinie (Mischprobe) für das 2d-Modell wurden die vorhandenen Sieblinien gemittelt (Mittelung des jeweiligen Siebdurchgangs) (siehe Abbildung 5). Die Proben 7 und 8 wurden nicht berücksichtigt. Probe 7 stellt einen Ausreißer nach unten dar und wird als nicht repräsentativ eingestuft. Probe 8 wurde aus der Deckschicht entnommen.

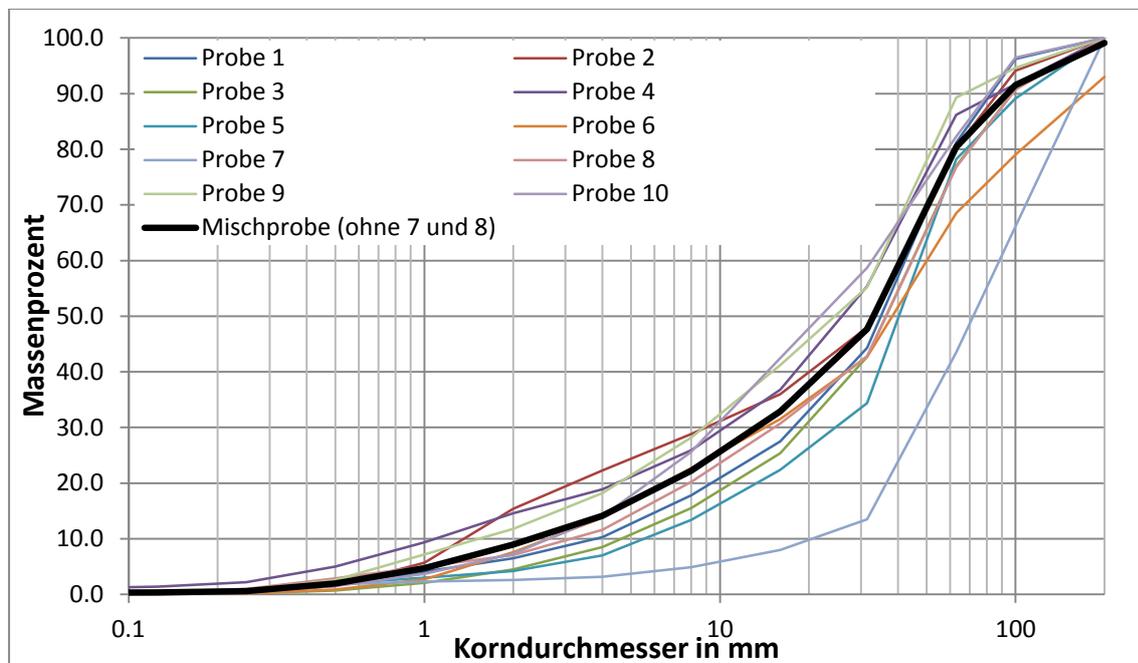


Abbildung 5: Sieblinien aus Geschiebeproben

4 Numerische Geschiebetransportmodellierung

4.1 Grundlagen der numerischen Geschiebetransportmodellierung

Für die Simulationen wurde das Programm *Hydro_As-2d* mit dem Erweiterungsmodul *Hydro_GS-2d* verwendet. Das Programm *Hydro_As-2d* löst die sogenannten Flachwassergleichungen. Man erhält zu jedem Zeitpunkt und an jedem Netzknoten die Fließtiefe sowie die tiefengemittelte Geschwindigkeit in der Ebene. Die

Geschwindigkeit setzt sich aus den orthogonal zueinander stehenden Geschwindigkeitskomponenten in x- und y-Richtung zusammen.

Mit dem Zusatzmodul *Hydro_GS-2d* wird der Geschiebetransport anhand des fraktionsweisen Geschiebetransportmodells von Hunziker [2] berechnet. Dabei handelt es sich um eine Adaption der von Meyer-Peter und Müller aufgestellten Geschiebetransportformel hinsichtlich des Transports mehrerer Kornfraktionen. Über ein Schichtenmanagement der Sohle kann das Modell ebenso die Deckschichtbildung in Fließgewässern abbilden. Für weitergehende Informationen sei auf [1] und [2] verwiesen. Eine übersichtliche Zusammenfassung der Geschiebetransportmodelle und weiterführender Literatur findet sich in [3].

Für die Modellaufbereitung und die Vergabe der Randbedingungen wurde das Programm *SMS* in Version 11.0 verwendet. Die Berechnungen wurden mit *Hydro_AS-2d* Version 3.01 sowie *Hydro_GS-2d* Version 15.6 durchgeführt.

4.2 Modellerstellung

Es wird das am WWA vorliegende und in [7] und [8] verwendete 2d-Modell der Alz verwendet. Da mit der Modellkalibrierung die Massensummenlinien von 1998 bis 2004 nachvollzogen werden sollen, wurde das Flussschlauchnetz von Alz-km 42,000 bis Alz-km 39,6 auf die Höhendaten aus den Querprofilen von 1998 interpoliert.

4.2.1 Rechenzeitoptimierung

Um die Rechenzeiten zu reduzieren, wurden folgende Optimierungen am Modell bzw. den Modelleinstellungen vorgenommen:

- Ausdünnen des Flussschlauchnetzes und anpassen von A_{\min} (siehe Tabelle 2).
- Kürzen des Modells (oberes Ende wie bisher direkt unterstrom des Trostberger Wehres, unterstromiges Ende nun bei Alz-km 39,6).
- Beschränkung auf Geschiebetransport (dadurch müssen keine Transportgleichungen für den Schwebstofftransport gelöst werden).
- Reduzierung der Abflussganglinie auf geschiebewirksame Abflüsse über $25 \text{ m}^3/\text{s}$ (siehe auch Punkt 4.2.2). Dadurch müssen nur zwischen 40 bis 150 Tage pro Jahr simuliert werden, je nach Abflussgeschehen des jeweiligen Jahres.
- Verwendung eines Programms zur Aufteilung der Simulation in einzelne Zeiträume von je 7 Tagen aus [9]. Dies beschleunigt die Berechnung ca. um den Faktor 5.

Mit diesen Maßnahmen konnte die Rechenzeit etwa um den Faktor 10 auf ca. 24 h für einen Zeitraum von 6 Jahren¹ reduziert werden.

4.2.2 Hydraulische Randbedingungen

Als Einlassrandbedingung werden die entsprechende Ganglinien von 1998 bis 2004 für die Kalibrierung bzw. von 1998 bis 2010 für die Prognoserechnung vorgegeben (siehe Abbildung 6). Die Rohdaten wurden dazu auf 2h-Mittelwerte interpoliert.

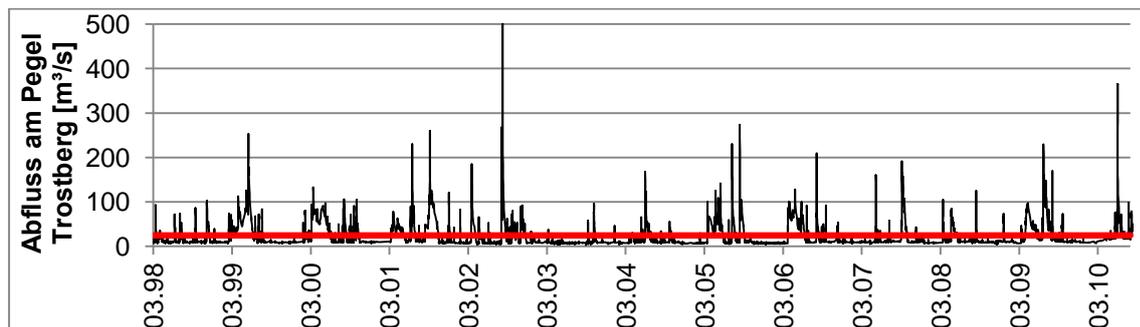


Abbildung 6: Abflussganglinie am Pegel Trostberg, 1998-2010, in rot: Geschiebetransportbeginn bei 25 m³/s.

Bei den sohlmorphologischen Simulationen werden alle Abflusswerte, bei denen kein Geschiebetransport stattfindet, vernachlässigt. Der maßgebende Abfluss, bei dem der Geschiebetransport beginnt, wurde mit einer steigenden Ganglinie mit Hilfe des 2d-Modells an mehreren Querschnitten bestimmt (siehe Abbildung 7) und liegt bei 25 m³/s.

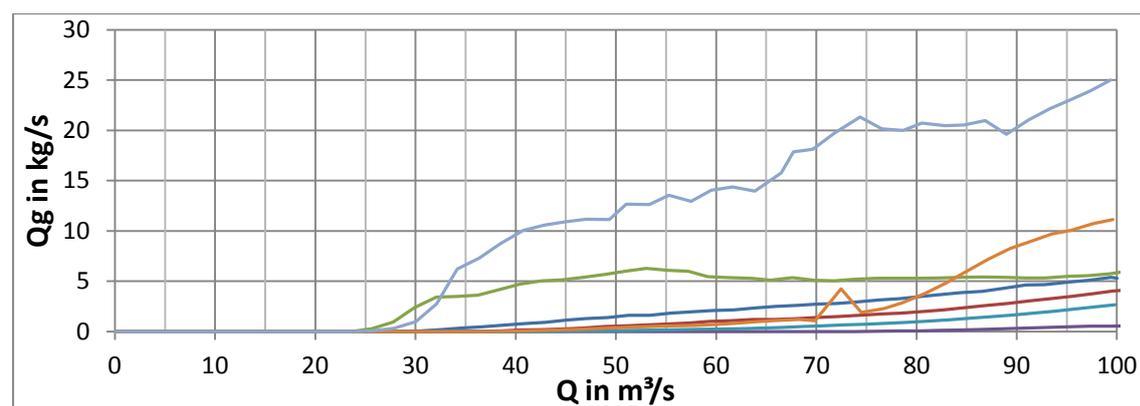


Abbildung 7: Geschiebetransport in Abhängigkeit des Abflusses an verschiedenen Querschnitten

¹ Der 6-Jahreszeitraum wurde gewählt, da die Querprofile in etwa in diesem zeitlichen Abstand aufgenommen werden.

Der Auslaufrand des Flussschlauches ist mit einem Energieliniengefälle von 2,0 ‰ belegt, der Auslass des linken Vorlandes mit einem Wert von 3,0 ‰ und der des rechten Vorlandes mit einem Wert von 4,0 ‰.

Die Stricklerbeiwerte wurden aus dem Bestandsmodell übernommen. Der Stricklerbeiwert für die bewegliche Sohle wird bei den sohlmorphologischen Simulationen nach dem Modell von Yalin aus der Kornverteilung berechnet (siehe [10], S.36).

Als Anfangsbedingungen der Fließtiefe und der Fließgeschwindigkeit wurden für die sohlmorphologischen Simulationen die Werte aus einer stationären Simulation ohne Geschiebetransport mit einem Abfluss von 25 m³/s verwendet.

Die hydraulischen Berechnungsparameter (Global Parameters HYDRO_AS-2D) wurden übernommen, nur der Amin-Wert wurde auf das ausgedünnte Flussschlauchnetz angepasst. Eine Zusammenfassung der verwendeten Parameter findet sich in Tabelle 2.

Tabelle 2: Global Parameters HYDRO_AS-2D

Parameter	Wert
Hmin [m]	0.01
VELMAX [m/s]	15.0
Amin	50.0
CMUVISC	0.6
SCF	1.0

4.2.3 Sohlmorphologische Randbedingungen

Für die Simulationen wurde die Sieblinie (siehe Punkt 3.3) anhand von fünf Kornfraktionen mit jeweils einem Anteil von 20 Massen-% approximiert. Zu beachten ist, dass die Durchmesser der Kornfraktionen (v.a. der Grobfraktion) auch zur Kalibrierung herangezogen wurden (siehe Tabelle 3).

Die so approximierte Sieblinie dient als Ausgangsmischung für das Sohlmaterial. Ebenso wird diese Sieblinie für das eingetragene Geschiebe am oberstromigen Modellrand verwendet. Durch die großzügige Vorlaufstrecke vom Trostberger Wehr bis zur Aufweitungsstrecke können sich Ungenauigkeiten bei der Zugabesieblinie und auch Zugabeganglinie „einpendeln“ bzw. ausgleichen.

Tabelle 3: Kornfraktionen als Eingangsdatensatz für Hydro_GS-2d

Fraktion	Mittlerer Korndurchmesser der Fraktion in mm entspr. Geschiebeproben	Mittlerer Korndurchmesser der Fraktion in mm Nach der Kalibrierung
1	2.4	2.5
2	13.8	14.0
3	33.7	34.0
4	53.0	55.0
5	95.0	110.0

Für die Zugabeganglinie des Geschiebes wird die mittlere jährliche Geschiebefracht (siehe Tabelle 4) am Trostberger Wehr herangezogen. Daraus wird die Gesamtgeschiebefracht für den betrachteten Zeitraum (ca. 12 Jahre) berechnet. Die Gesamtgeschiebemenge wird entsprechend der reduzierten Abflussgangganglinie (Abfluss ab 25 m³/s) verteilt und linear skaliert.

Tabelle 4: Mittlere jährliche Geschiebefracht der Alz am Trostberger Wehr seit den sechziger Jahren des vorigen Jahrhunderts (nach [5])

Obere Alz	100 m ³ /a
+ Eintrag aus der Traun	5.800 m ³ /a
+ Anteilige Sohlerosion der Alz von der Mündung der Traun bis zum Trostberger Wehr	392 m ³ /a
- Anteiliger Abrieb von der Mündung der Traun bis zum Trostberger Wehr	- 25 m ³ /a
Summe Geschiebeeintrag Modellbeginn	6257 m³/a

Am Auslaufrand kann das Geschiebe frei austreten, was einer sog. „zero-gradient“-Randbedingung entspricht.

Mit den in Tabelle 5 aufgeführten Parametereinstellungen konnte für den Kalibrierzeitraum die beste Übereinstimmung der Massensummenlinien erzielt werden. Die Einstellungen wurden für alle weiteren Simulationen verwendet. Für eine Beschreibung der einzelnen Parameter sei auf [1] und [10] verwiesen.

Tabelle 5: Global Parameters HYDRO_FT-2D (Parameter für Schwebstofftransport nicht aufgeführt, Durchmesser der Kornfraktionen siehe Tabelle 3)

Parameter	Wert
Rauheitsermittlung	Theta_cr & KSt: beide berechnet nach YALIN
SCF_ks	2
Stofftransportformel	Mayer-Peter-Müller (MPM)
Transport nur als Geschiebe	✓
Schubspannungsschwankungen	EIN
Loading Law: C_ALäng 1	0.0
Loading Law: C_ALäng 2	0.0
Theta_cr (MPM)	0.055
SCF_Formel	0.5
SCFG	3.0
DZ_max [m]	10.0
TAU_max [N/m^2]	500.0
Param. Dicke Austauschschicht (pal)	1.0
Param. Dicke Unterschicht (pal)	4.0
RHO_s [kg/m^3]	2650
Porosität	0.37

Als bewegliche Sohle wird nur der Bereich zwischen den Böschungsunterkanten des Flussbettes definiert. Uferanbrüche und eine natürliche Aufweitung des Flussbettes werden nicht zugelassen. Die Berechnungsknoten an den Brückenpfeilern werden ebenfalls als „nicht beweglich“ definiert.

4.3 Modellkalibrierung 1998 bis 2004

Zur Modellkalibrierung wurde der Zeitraum zwischen den Querprofilaufnahmen von Anfang März 1998 bis Juli 2004 nachgerechnet. Ziel der Kalibrierung war es, die Massensummenlinie von 1998 bis 2004 nachzuvollziehen.

Im ersten Schritt wurde ein Rechenlauf aufgesetzt, in dem die Kalibrierparameter θ_{cr} („Theta_cr (MPM)“) und der Vorfaktor der Meyer-Peter und Müller Formel (über Skalierfaktor „SCF_Formel“) entsprechend der üblichen Literaturwerte angesetzt wurden. Das Sohlmaterial wurde entsprechend der Geschiebeproben verwendet, auf eine initiale Deckschicht wurde verzichtet. Das Ergebnis dieser initialen Berechnung ist als gelb gestrichelte Linie in Abbildung 8 dargestellt.

In den weiteren Schritten wurde jeweils ein Kalibrierparameter variiert um die Auswirkungen auf die Ergebnisse einschätzen zu können. Für die finale Kalibrierung

wurden dann die o.g. Kalibrierparameter in sinnvollen Grenzen in einem Rechenlauf abgeändert und die Bildung einer Deckschicht über einen Vorlauf des Modells berücksichtigt.

Mit diesen Einstellungen (siehe auch Tabelle 5) konnte eine sehr gute Übereinstimmung zwischen Berechnung und aus gemessenen Querprofilen abgeleiteter Massensummenlinie von 1998 bis 2004 erzielt werden und damit die Prognosefähigkeit des Modells gezeigt werden (siehe Abbildung 8).

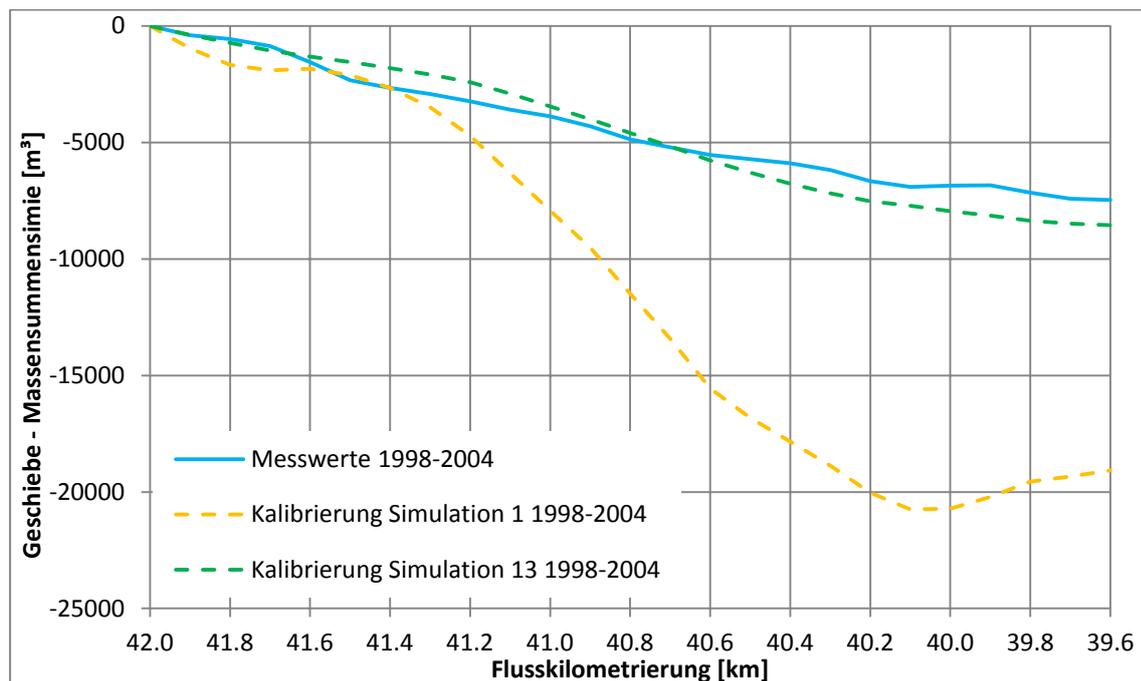


Abbildung 8: Auswertung der Massensummenlinien Messwerte und Kalibrierung 1998 bis 2004

4.4 Prognoserechnung

Für die Prognoserechnung wurden die zwölf Jahre von 1998 bis 2010 viermal hintereinander angesetzt, womit sich ein Prognosezeitraum von insgesamt 48 Jahren ergibt. Es wurde sowohl der Istzustand als auch der Planzustand mit der Aufweitung (500 m Länge, 8 m Breite) berechnet. Aus dem Vergleich der Massensummenlinien lassen sich die Änderungen in der Sohlentwicklung durch die Aufweitung ableiten.

4.4.1 Prognose Massensummenlinien

Die Massensummenlinien sind im Istzustand über alle Zeiträume stetig fallend. Das bedeutet, dass sich die Alz in einer Eintiefungstendenz befindet. Der Massenverlust

und damit die Eintiefung lässt über die Jahre stetig nach (siehe Abbildung 9). D.h. die Sohle nähert sich einem Gleichgewichtszustand.

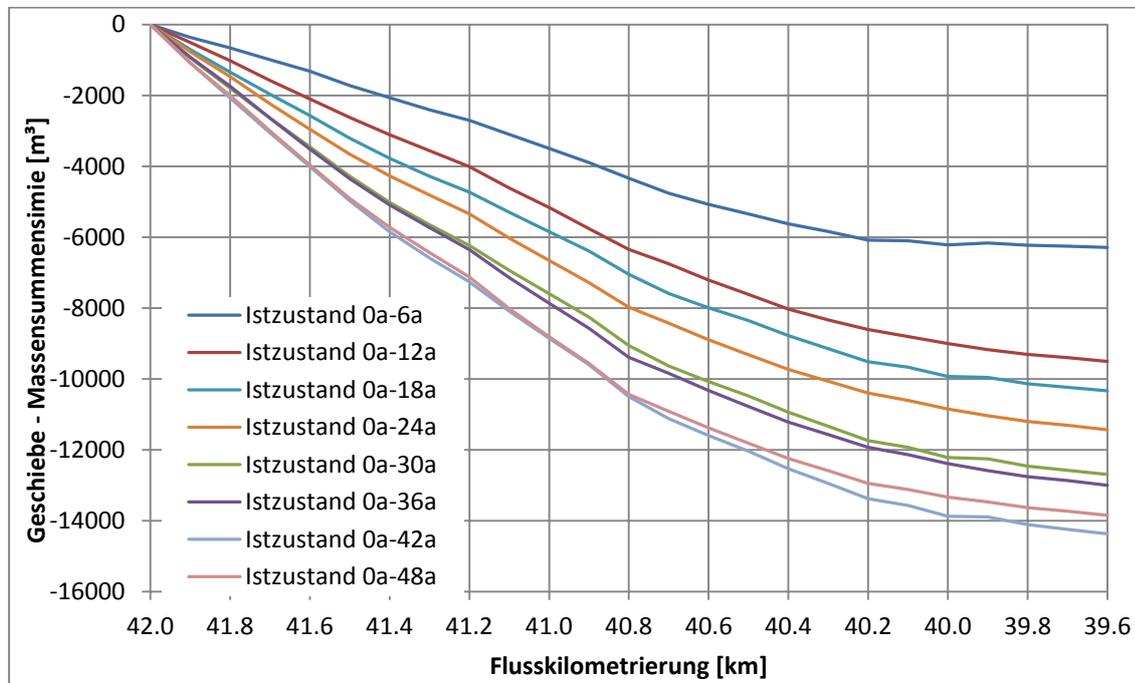


Abbildung 9: Massensummenlinien Istzustand + 48a, jeweils Gesamtzeitraum

Im Planzustand ist bei Alz-km 41,0 ein Anstieg der Massensummenlinie nach sechs Jahren und anschließend eine bis zum Ende der Aufweitungsstrecke flacher verlaufende Massensummenlinie zu erkennen. Dies ist damit zu erklären, dass sich zu Beginn der Aufweitung eine neue Gleichgewichtssohle einstellt, was mit einer initialen Anlandung verbunden ist (steigende Massensummenlinie). Im weiteren Verlauf der Aufweitung gerät die Sohle in einen stabilen Zustand (horizontaler Verlauf der Massensummenlinie).

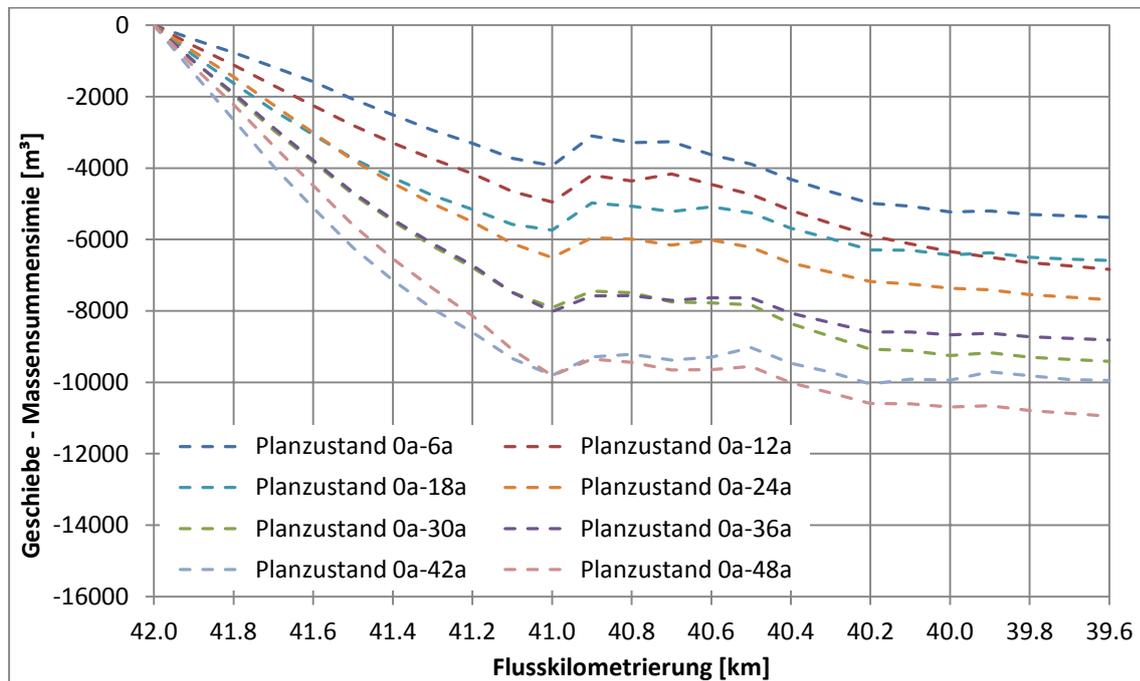


Abbildung 10: Massensummenlinien Planzustand + 48a, jeweils Gesamtzeitraum

Dieser Verlauf der Massensummenlinie zeigt sich ebenfalls in den weiteren Zeiträumen und ändert sich nicht signifikant. D.h. die Anlandung zu Beginn und die stabilere Sohle im weiteren Verlauf bleiben so bestehen. Damit wird ein neuer dynamischer Gleichgewichtszustand erreicht, es sind keine weiteren Anlandungen zu erwarten.

4.4.2 Prognose im Lageplan

Abbildung 11 zeigt die Änderung der Sohle nach einem Zeitraum von 6 Jahren. Im Istzustand (links) sind leichte Eintiefungen und nur stellenweise Anlandungen zu erkennen. Die Eintiefung überwiegt. Der rechte Ausschnitt zeigt den Planzustand mit den Anlandungen zu Beginn der Aufweitung, die sich auch schon in der Massensummenlinie gezeigt haben (siehe auch Abbildung 10). Im weiteren Verlauf zeigen sich Anlandungen und Eintiefungen, die sich in der Summe in etwa aufheben (flacher bis horizontaler Verlauf der Massensummenlinie).

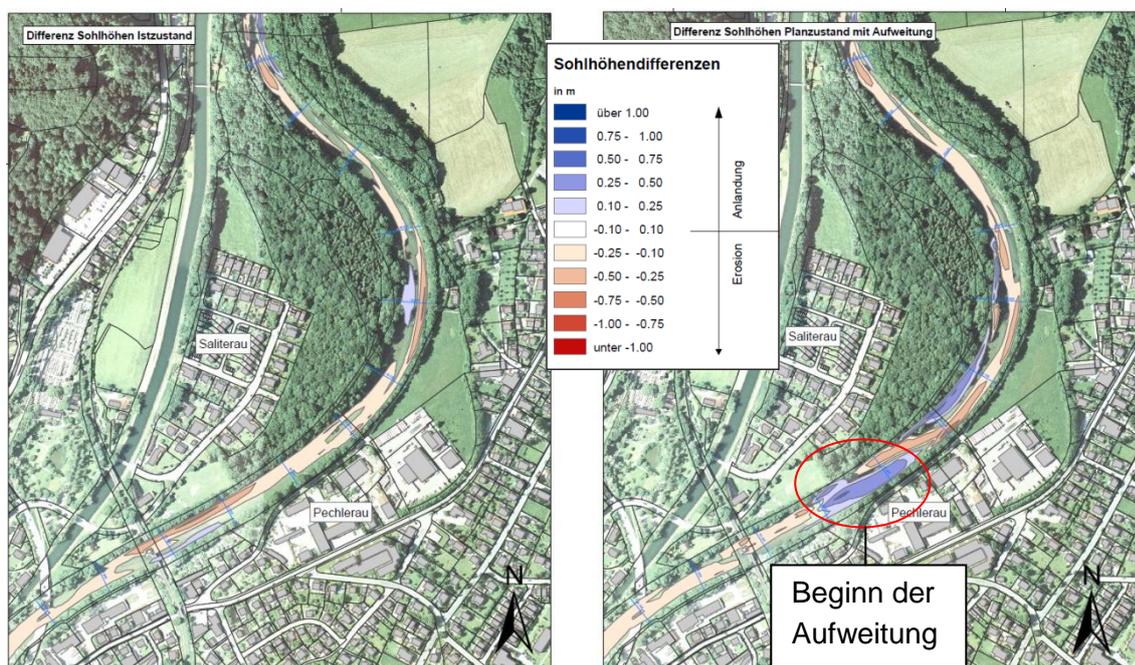


Abbildung 11: Sohlhöhendifferenzen nach 6 Jahren, links Istzustand rechts Planzustand, rot: Eintiefung blau: Anlandung

Die Sohlhöhendifferenzen nach 48 Jahren sind in Abbildung 12 dargestellt. Im Istzustand ist die linksseitige Rinnenbildung nach der Bahnbrücke und der Wechsel der Rinne auf die rechte Außenkurbenseite zu erkennen. Dies wird durch die Strömungssituation, mit der Abflusskonzentration unter dem linken Brückenfeld das an die vorhergehende Außenkurve anschließt sowie den Wechsel der Hauptströmung auf die Kurvenaußenseite nach der Brücke hervorgerufen.

Im Planzustand stellt sich die Situation prinzipiell ähnlich dar, jedoch tieft sich die Sohle linksseitig nach der Brücke deutlicher ein, der Wechsel auf die Kurvenaußenseite findet später als im Istzustand statt. Die stärkere linksseitige Eintiefung nach der Brücke wird durch die rechtsseitigen Anlandungen in etwa aufgehoben (siehe hierzu auch die Massensummenlinie nach 48 Jahren in Abbildung 10).

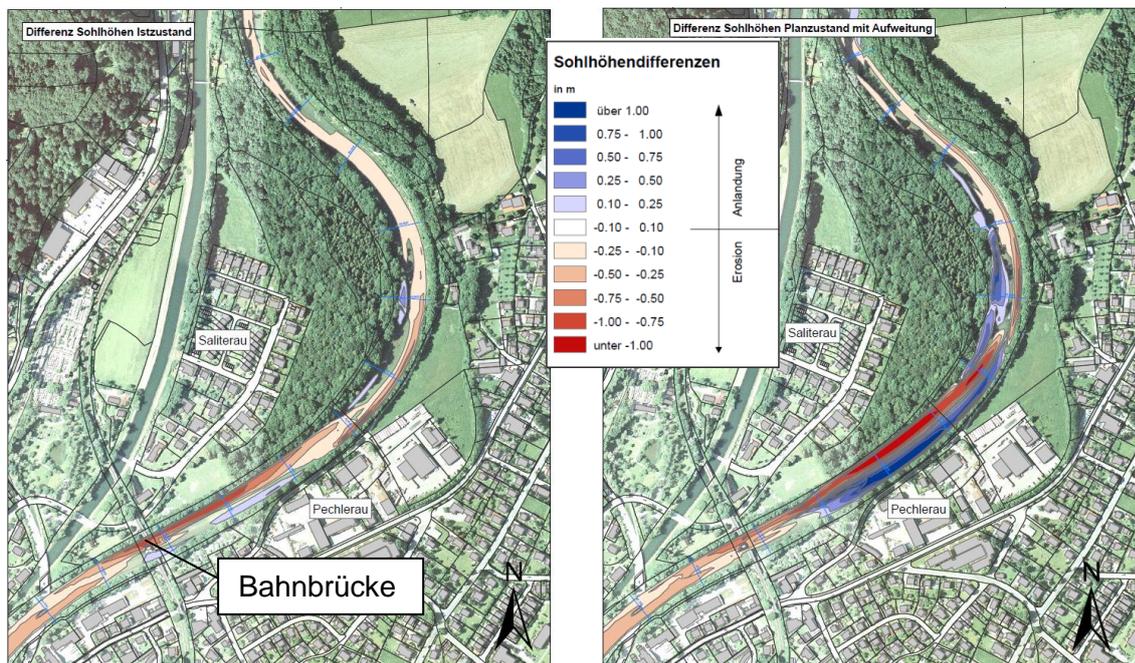


Abbildung 12: Sohlhöhendifferenzen nach 48 Jahren, links Istzustand rechts Planzustand, rot: Eintiefung blau: Anlandung

In beiden Fällen sind die Ergebnisse mit der Eintiefung am Prallufer plausibel und zeigen die Funktionsfähigkeit des morphologischen Modells.

4.4.3 Prognose Querprofile

Die in Punkt 4.4.2 beschriebenen Soländerungen lassen sich ebenso über eine Auswertung der Querprofile beobachten.

Das Querprofil in Abbildung 13 zu Beginn der Aufweitung zeigt die Verlagerung der Rinne auf die linke Seite in Kombination mit einer Anlandung in Flussmitte. Gut erkennbar ist die sehr ähnliche Ausprägung der Rinne im Ist- und im Planzustand.

Im weiteren Verlauf der Aufweitungsstrecke (siehe Abbildung 14) kommt es im Istzustand zur Ausbildung der Rinne auf der rechten Seite. Im Planzustand dagegen ist die Rinnenbildung noch auf der linken Seite ausgeprägt. Dies ist wie schon beschrieben auf den späteren Übergang der Rinne von der Innenkurve zur Außenkurve zurückzuführen.

Zum Ende der Aufweitung bildet sich dann wieder eine ähnliche Sohlform in Ist- und Planzustand aus (siehe Abbildung 15).

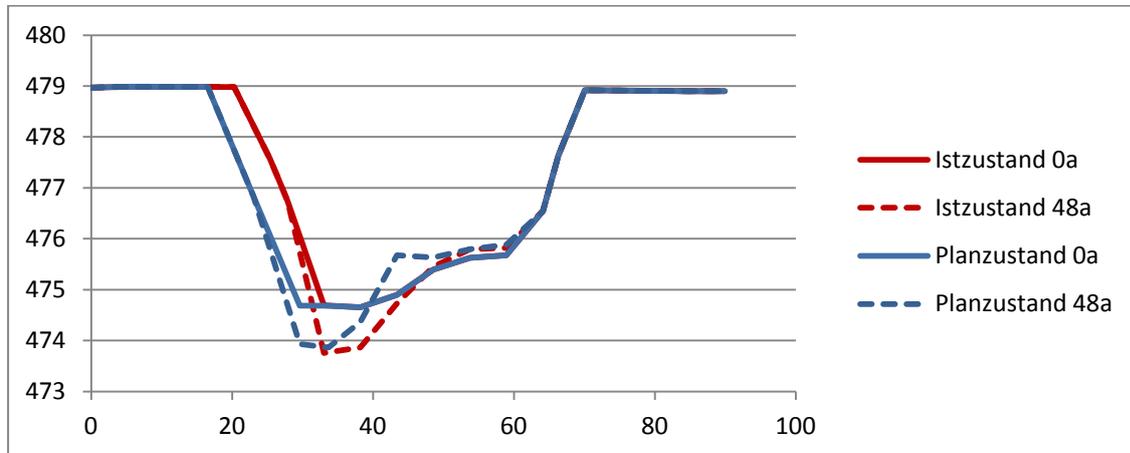


Abbildung 13: Vergleich der Querprofile bei Alz-km 41,0 (Beginn der Aufweitung)

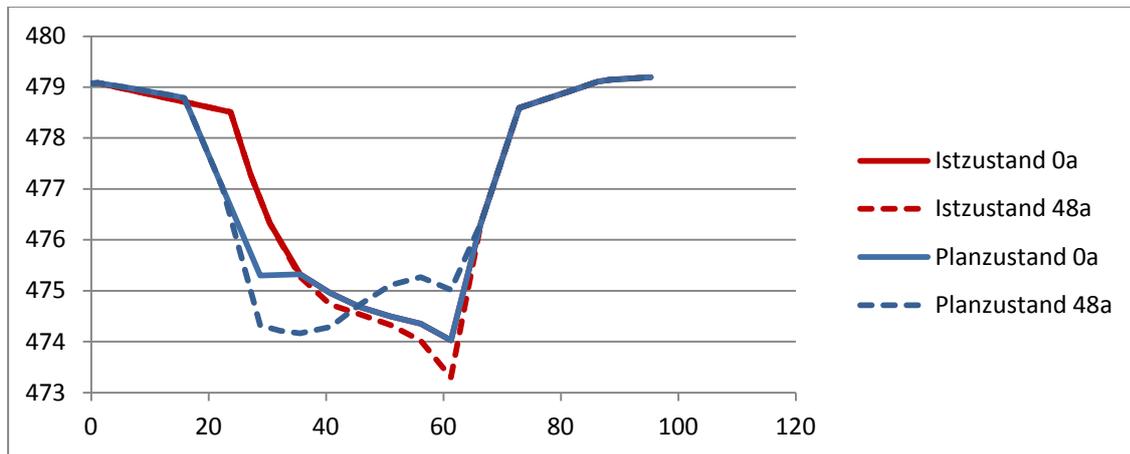


Abbildung 14: Vergleich der Querprofile bei Alz-km 40,8

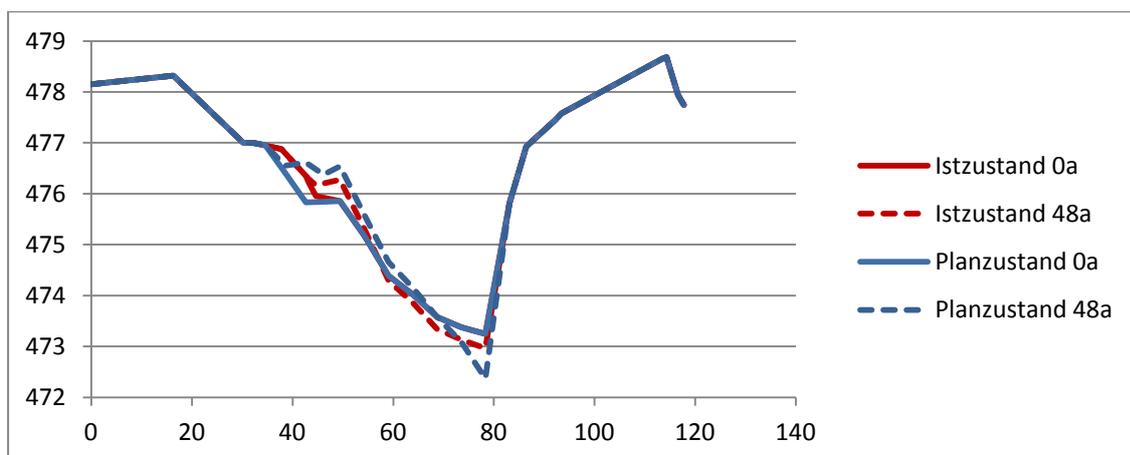


Abbildung 15: Vergleich der Querprofile bei Alz-km 40,6 (100 m vor Ende der Aufweitung)

4.4.4 Schlussfolgerung

Aus dem Vergleich der Massensummenlinien lässt sich direkt eine Massendifferenz von 2300 m^3 nach 48 Jahren am Ende der Aufweitungsstrecke zwischen Istzustand und Planzustand ablesen (siehe Abbildung 16). Auf der sicheren Seite liegend wird diese Massendifferenz auf eine mittlere Sohlhebung in der Aufweitungsstrecke umgerechnet. Bei einer Gesamtfläche der Sohle im Aufweitungsbereich von 20.800 m^2 ergibt sich damit eine mittlere Sohlhebung von 11 cm .

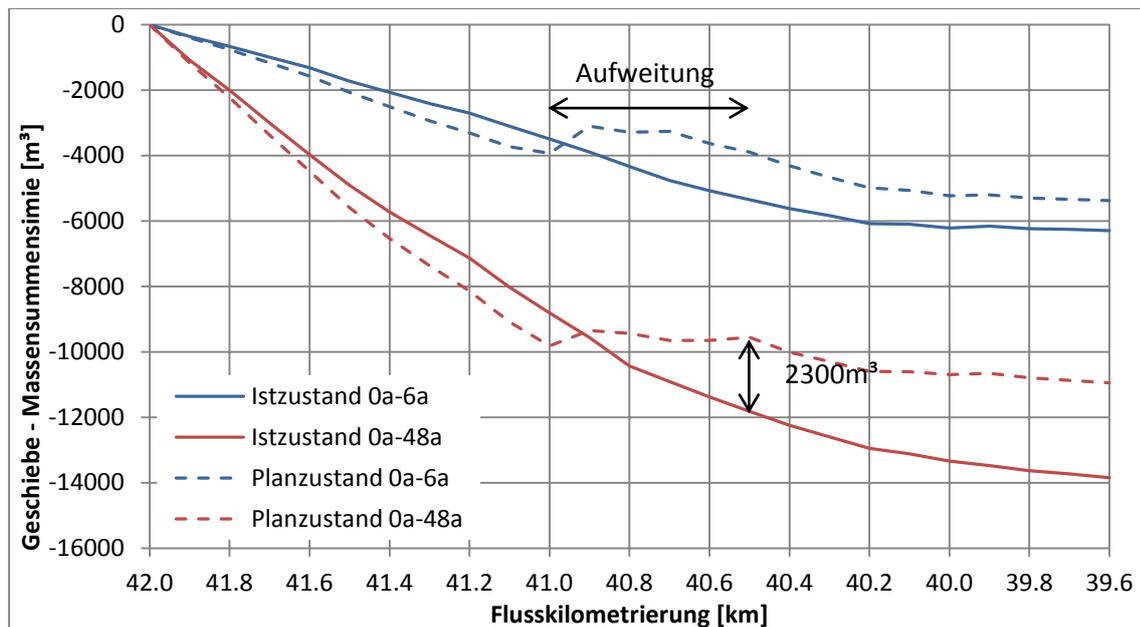


Abbildung 16: Vergleich der Massensummenlinien zwischen Istzustand und Planzustand

Diese mittlere Sohlhebung von 11 cm ist bei allen folgenden hydraulischen Untersuchungen auf der gesamten Sohlfläche des Aufweitungsbereiches zu berücksichtigen.

Diese Betrachtung liegt auf der sicheren Seite, da sich die Alz im Aufweitungsbereich von einem Eintiefungsprozess hin zu einer stabilen Sohle bewegt. Ausgehend von den Simulationen ist nach der initialen Anlandung mit keinem langfristigen Anlandungsprozess zu rechnen.

5 Zusammenfassung

Im Rahmen der Planungen zum Hochwasserschutz an der Alz in Trostberg, Stadtteile Pechlerau und Saliterau wurde als ergänzende Maßnahme eine Aufweitung der Alz untersucht. Da in Aufweitungen geschiebeführender Flüsse grundsätzlich die Gefahr



der Sohlanhebung durch sich ablagerndes Geschiebe besteht, wurde die Sohlmorphologie in diesem Abschnitt der Alz mit einem Geschiebetransportmodell untersucht.

Das Modell wurde anhand der Massensummenlinie von 1998 bis 2004 kalibriert. Damit konnte die aus Querprofilaufnahmen abgeleitete Massensummenlinie mit dem Modell sehr gut nachvollzogen werden. Das Modell ist somit geeignet, um Prognosen für die Veränderung der Sohlage in Folge der Gewässeraufweitung zu erstellen.

Die anschließend durchgeführten Langzeitsimulationen zeigen eine gewisse Anhebung der Sohle im Bereich der Aufweitung im Vergleich zum Istzustand. Diese Sohlanhebung stellt sich bereits in den ersten Jahren der Langzeituntersuchung ein und nähert sich einem dynamischen Gleichgewichtszustand an. Für die weiteren rein hydraulischen Untersuchungen zur Ermittlung der maßgebenden Wasserspiegel beim Bemessungshochwasserabfluss wird vorgeschlagen, die Sohle im Aufweitungsbereich gleichmäßig um 11 cm anzuheben.



Anlagen:

Anlage 10.1 Lageplan Geschiebeproben 1:2000

Anlage 10.2 Geschiebeproben Übersicht

Anlage 10.3 Geschiebeproben Siebrückstand und Siebdurchgang

Anlage 10.4 Mischprobe

Anlage 10.5 Original Sieblinien Crystal Geotechnik