



Technischer Bericht Nr.08a/2015

**Ergebnisse der Geschiebetransportmodellierung (GTM) für das
Freilassingener Becken der Salzach
– Kurzfassung –**

Auftraggeber: Wasserwirtschaftsamt Traunstein
Landesregierung Salzburg

Auftragnehmer: Institut für Wasser- und Umweltsystemmodellierung (IWS)
Lehrstuhl für Wasserbau und Wassermengenwirtschaft
Universität Stuttgart

Verfasser: Dipl.-Ing. Felix Beckers
Dr.-Ing. Markus Noack
Prof. Dr.-Ing. Silke Wieprecht

Stuttgart, 10.12.2015

Pfaffenwaldring 61
70569 Stuttgart

Tel.: +49 (0)711/685-64752
Fax: +49 (0)711/685-64746

E-Mail: wieprecht@iws.uni-stuttgart.de
Internet: <http://www.iws.uni-stuttgart.de>

Einleitung und Auftrag

Die flussbaulichen Korrekturen der Vergangenheit sowie die Eingriffe in den Geschiebehaushalt führten zu einem massiven Eintiefungsprozess in den bayerisch-österreichischen Grenzflüssen Saalach und Salzach. Insbesondere die Hochwasserereignisse in den Jahren 2002 und 2013 verdeutlichten erneut die Erosionsproblematik und den weiteren Handlungsbedarf. Bereits Anfang der 1990er Jahre veranlasste die Ständige Gewässerkommission nach dem Regensburger Vertrag die „Wasserwirtschaftliche Rahmenuntersuchung Salzach (WRS)“ mit dem Ziel, Maßnahmen zur Sanierung der Salzach im Bereich von der Saalachmündung bis zur Mündung in den Inn zu entwickeln. Ergebnis waren Lösungsvorschläge zur dynamischen Sohlstabilisierung mittels Aufweitungen des Gewässerbetts und zu sohlstützenden Querbauwerken.

Nach Errichtung der Sohlrampe bei Flusskilometer (Fkm) 51,9 (südlich von Laufen/Oberndorf) im Jahr 2010 sah die bisherige Planung zur Salzachsanie rung im Freilassing er Becken flussauf bei Fkm 55,4 den Bau einer weiteren Rampe mit Begleitmaßnahmen vor. Aufgrund veränderter Rahmenbedingungen beschloss die Ständige Gewässerkommission 2012 jedoch zunächst alternative Sanierungsmöglichkeiten zu untersuchen. Diese beinhalten zum einen Minimalmaßnahmen zur Stützung der Sohle und zum anderen die Einbeziehung der Wasserkraftnutzung.

Wesentliche Grundlage für die Untersuchung der oben genannten Optionen ist die möglichst genaue Kenntnis über die Geschiebetransportvorgänge in der Salzach im Freilassing er Becken sowie in der Saalach unterhalb der Talsperre Kibling als bedeutender Geschiebelieferant der Salzach. Deshalb hat die Ständige Gewässerkommission 2013 den beiden Wasserbauverwaltungen empfohlen, als nächsten Schritt das Geschiebetransportmodell Saalach/Salzach in Auftrag zu geben. Das WWA Traunstein und die Landesregierung Salzburg beauftragten daher das Institut für Wasser- und Umweltsystemmodellierung (IWS) der Universität Stuttgart mit einer numerischen zweidimensionalen Geschiebetransportmodellierung des oberen Freilassing er Beckens (Teilmodell 1) und der Unteren Saalach (Teilmodell 2). Dabei werden im Teilmodell 1 folgende Varianten untersucht:

- IST-Zustand: bestehende Rampe bei Fkm 51,9 ohne weitere Maßnahmen
- Option A: Bau einer weiteren Rampe flussauf bei Fkm 55,4 mit Begleitmaßnahmen (i.W. eigendynamische Uferentwicklung in fest begrenzter Bogenfolge)
- Option B: Minimalmaßnahmen zur Stützung der Sohle

Die Option C – Wasserkraftnutzung statt Rampe bei Fkm 55,4 – wird ausgeklammert, da diese nach Vorliegen eines konkreten Projekts durch den Projektanten untersucht werden soll.

Für die Untersuchungen wird das zweidimensionale Feststofftransportsimulationsmodell Hydro_FT-2D eingesetzt.

In dieser Kurzfassung sind die wesentlichen Ergebnisse der Geschiebetransportmodellierung für das Freilassing er Becken zusammenfassend dargestellt. Für eine detaillierte Darstellung der Ergebnisse und deren Erläuterung wird auf den ausführlichen technischen Bericht des

Teilmodells 1 Salzach (08a/2015) verwiesen. Die Ergebnisse des Teilmodells 2 Saalach finden sich im Bericht 08b/2015.

Geschiebeaustrag aus der Unteren Saalach (Teilmodell 2)

Als größter Nebenfluss der Salzach ist die Saalach der bedeutendste Geschiebelieferant für die Salzach. Die Geschiebetransportmodellierung der Unteren Saalach soll vor allem den Geschiebeeintrag aus der Saalach in die Salzach quantifizieren aber auch eine langfristige Prognose der Sohlentwicklung der Saalach selbst liefern. All dies basierend auf der Annahme, dass keine wesentlichen Änderungen an der jetzigen Situation (Gerinnegeometrie, jährliche Geschiebezugabemenge in Kibling) erfolgen („IST-Zustand“).

Das Modell umfasst den Bereich von der Talsperre Kibling bei Fkm 20,69 bis zum Kraftwerk Rott bei Fkm 2,4 und berücksichtigt, neben der Geschiebezugabe unterhalb der Talsperre, alle Rampen und Querbauwerke, die den Geschiebetransport und die Sohlentwicklung maßgeblich beeinflussen.

Künftig soll der vermehrte Geschiebeeintrag aus der Saalach das Geschiebedefizit in der Salzach kontinuierlich reduzieren. Der jährliche Geschiebeaustrag aus der Saalach in die Salzach hängt im Wesentlichen von der Geschiebezugabemenge unterstrom der Talsperre Kibling (derzeit sind wasserrechtlich 50.000 m³ pro Jahr festgesetzt) ab. Die Kontinuität des Geschiebeaustrags wird, insbesondere im Hochwasserfall, massiv von der Wehrsteuerung am Kraftwerk Rott und den dann mobilisierten Geschiebemengen (Spülereignisse) beeinflusst. Die Transportdauer des Geschiebes von der Talsperre Kibling bis zur Mündung in die Salzach wird auf 10-15 Jahre geschätzt. Gemeinsam mit den Auftraggebern wurde, basierend auf den Erkenntnissen aus den Berechnungen für alle Prognoserechnungen, ein mittlerer jährlicher Geschiebeeintrag in die Salzach von 24.000 m³ pro Jahr festgelegt. Dieser Wert liegt aus Sicherheitsüberlegungen am unteren Rand der zu erwartenden Mengen.

Geschiebetransportmodellierung: Salzach im Freilassinger Becken (Teilmodell 1)

Ziel der Geschiebetransportmodellierung an der Salzach ist es, als Grundlage für die Entscheidung über weitere sohlstabilisierende Maßnahmen, genauere Erkenntnisse über die Geschiebetransportvorgänge im Freilassinger Becken zu erhalten. Im Rahmen des Teilmodells 1 wird die langfristige Sohlentwicklung für folgende drei Szenarien simuliert:

- „IST-Zustand“: Es werden keine weiteren Maßnahmen zur Sohlstabilisierung umgesetzt
- „Option A“: Rampe bei Fkm 55,4 mit Aufweitungen und einer festgelegten Bogenfolge zwischen Saalachspitz und der Rampe bei Fkm 51,9
- „Option B“: Uferabsenkung zwischen Saalachmündung und der Rampe bei Fkm 51,9 auf bayerischer Seite auf öffentlichem Grund und Anhebung der Sohle mit dem daraus gewonnenen Kies

Die sich aus der Modellierung über einen Prognosezeitraum von 84 Jahren ergebenden Sohlhöhen werden jeweils zu dem angenommenen Seetonhorizont in Bezug gesetzt, um die Gefahr eines erneuten Sohldurchschlags bewerten zu können.

Im Teilmodell 1 wird die Salzach unterhalb der Sohlstufe Lehen bei Fkm 62,0 bis zur Sohlrampe bei Fkm 51,9, sowie die Saalach unterhalb des Kraftwerks Rott (Fkm 2,4) bis zur Mündung in die Salzach abgebildet. Es werden zwei morphologische Kalibrierungs- und Validierungszeiträume simuliert. Der erste umfasst die Zeitspanne vor dem Sohldurchschlag 2002 mit dem Kalibrierungszeitraum von 1985-1998 und dem Validierungszeitraum von 1998-2001, während der zweite Zeitraum die Situation nach dem Sohldurchschlag beinhaltet mit einer Kalibrierung von 2002 bis 2010 und einer Validierung von 2010-2013. Der Einfluss von modell- und gewässerspezifischen Parametern wird über eine Sensitivitätsanalyse quantifiziert, um die Auswirkung von Parametervariationen auf die Sohlentwicklung und den Geschiebetransport zu untersuchen.

Die morphologische Kalibrierung und Validierung des ersten Zeitraums (1985-2001) ergibt in der Salzach für die simulierte Sohlhöhenentwicklung eine mittlere absolute Abweichung von ca. ± 15 cm zur gemessenen Sohlhöhenentwicklung, während die Summe der Erosions- und Depositionsvolumina eine Abweichung von ca. 3 % aufweist. Im zweiten Zeitraum (2002-2013) beträgt die mittlere Abweichung für die simulierte Sohlhöhenentwicklung ± 19 cm und ca. 7 % für die Summe der Erosions- und Depositionsvolumina. In Anbetracht der Unsicherheiten bezüglich der Datengrundlage und der Tatsache, dass das Geschiebetransportmodell nur auf die Sohlhöhenentwicklung und der daraus resultierenden Sedimentbilanz verifiziert werden kann, zeigen die simulierten Ergebnisse eine gute Übereinstimmung mit den Messwerten. Eine ausführliche Bewertung der Kalibrierung und Validierung, einschließlich einer Auflistung der notwendigen Modellannahmen und deren Einfluss auf die Aussagefähigkeit der Modellergebnisse, ist in Teilbericht 08a/2105 enthalten.

Die Ergebnisse der Sensitivitätsanalyse zeigen eine hohe Empfindlichkeit für die transportwirksamen Parameter und die Variation des Geschiebeeintrages aus der Saalach. Räumlich betrachtet reagiert insbesondere der Saalachspitz äußerst sensitiv auf Parametervariationen. Je nach Parameterwahl kann eine Rückstauwirkung in die Saalach und Salzach oberstrom des Saalachspitzes eintreten, die dort eine Veränderung des Transportgeschehens und der Sohlhöhenentwicklung bewirkt. Insbesondere die Aufweitung in der Saalach unterstrom des Kraftwerks Rott zeigt eine massive Veränderung der Modellergebnisse für verschiedene Parametervariationen. In der Salzach treten zusätzlich zum Bereich des Saalachspitzes höhere Sensitivitäten an der bei Fkm 51,9 gebauten Rampe auf. Dies bedeutet, dass insbesondere die Modell-ergebnisse am Saalachspitz, in der Saalach zwischen Kraftwerk Rott und Mündung sowie in der Salzach an der Rampe 51,9 mit größeren Unsicherheiten behaftet sind.

Für die Prognosesimulation des IST-Zustands sowie der Optionen A und B werden die auf dem zweiten Kalibrierungs- und Validierungszeitraum (2002-2013) basierenden Modelleinstellungen verwendet und ausgehend vom Jahr 2013 (IST-Zustand) bzw. den entsprechenden Planungssohlen (Optionen A und B) ein Zeitraum von insgesamt 84 Jahren simuliert.

Der Geschiebeeintrag in das Teilmodell 1 wird bei den Prognoserechnungen in Abstimmung mit den Auftraggebern bewusst gering angesetzt, um bezüglich der sohlstabilisierenden Wirkung der Prognoseszenarien auf der sicheren Seite zu sein. Für den Prognosezeitraum ergibt sich damit aus dem oberstromigen Abschnitt der Salzach, unter Berücksichtigung der Transport-Abfluss-Beziehung aus der WRS, ein durchschnittlicher Geschiebeeintrag von

8.000 m³ pro Jahr. Für den Geschiebeeintrag aus dem Teilmodell 2 wird aus mehreren möglichen Transport-Abflussbeziehungen jene ausgewählt, die im Kalibrier- und Validierungszeitraum nach den Sohldurchschlägen die Sohlentwicklung am besten wiedergibt und gleichzeitig im unteren Bereich der möglichen Eintragsmengen liegt. Aus dieser Transport-Abflussbeziehung folgt für den Prognosezeitraum ein mittlerer jährlicher Geschiebeeintrag am oberen Modellrand der Saalach von 24.000 m³ pro Jahr. In Summe wird das Teilmodell 1 also mit durchschnittlich 32.000 m³ Geschiebe pro Jahr beschickt. Der tatsächlich erwartete höhere Geschiebeeintrag bedeutet, dass Überschussmengen entweder dazu beitragen durch Sohldurchschläge entstehende Kolke zu verfüllen oder den Sohlhebungsprozess zu beschleunigen.

Abb. 1 zeigt die mittleren Sohlhöhen der Salzach für die drei Prognoseszenarien am Ende des Simulationszeitraums.

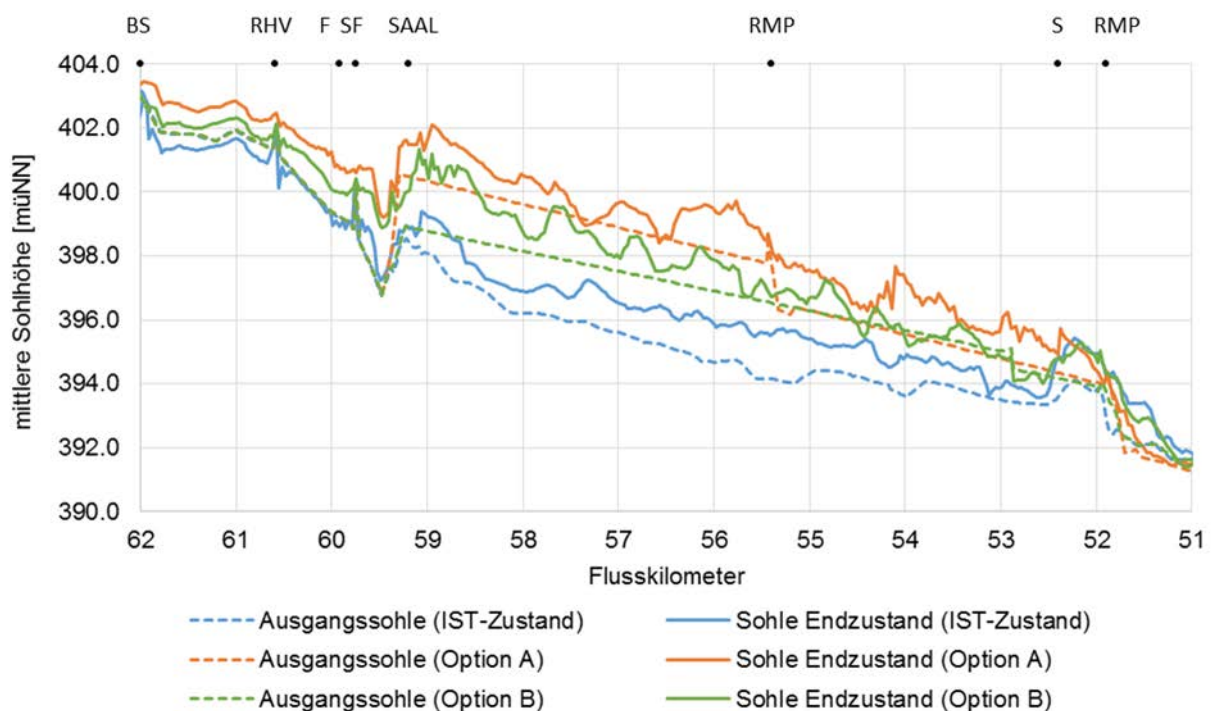


Abb. 1: Mittlere Sohlhöhen in der Salzach für den Ausgangszustand und den Endzustand nach 84 Jahren (basierend auf den Prognoserechnungen des IST-Zustands, der Option A und Option B). Die Punkte mit Abkürzungen stellen die Lage der jeweiligen Bauwerke bzw. Zuflüsse dar.

BS	Bergheimer Schwelle	SAAL	Mündung Saalach
RHV	Düker Reinhalteverband	RMP	Rampe Fkm 55,4 o. 51,9
F	Mündung Fischach	S	Mündung Sur
SF	Schwelle an der Fischach		

Die Ausgangslagen der drei Prognoseszenarien (gestrichelte Linien) sind jeweils unterschiedlich. Während für die Prognose des IST-Zustands die vermessenen mittleren Sohlhöhen von 2013 als Datengrundlage dienen, beginnt die Simulation der Option A mit der geschätzten mittleren Ausgleichssohle nach WRS und Option B mit der abgeschätzten Gleichgewichtssohle, die sich durch die gleichmäßige Anhebung der Sohle mit dem Geschiebe aus der Aufweitung ergibt. Die sich einstellende mittlere Sohle nach 84 Jahren in der Salzach

oberstrom des Saalachspitzes (Fkm 62,0-59,4) zeigt für den IST-Zustand eine Erosion, während sich für die Optionen A und B Anlandungen einstellen, wobei die Anlandungen der mittleren Sohle für die Option A am höchsten sind. Die Anlandungen sind vorwiegend auf die Rückstauwirkung der erhöhten mittleren Sohlenlage im Ausgangszustand zurückzuführen. Am Saalachspitz bildet sich für alle Prognoseszenarien eine ähnliche Entwicklung der mittleren Sohle ab. Es bilden sich hier eine stabile Kiesbank auf der bayerischen Seite und ein tiefer Erosionskolk auf österreichischer Seite. Für den Bereich zwischen dem Saalachspitz und der Rampe bei Fkm 51,9 stellen sich für die verschiedenen Optionen unterschiedliche Sohlentwicklungen ein. Sowohl für den IST-Zustand als auch für die beiden Optionen wird eine Anlandung der mittleren Sohlagen prognostiziert. Jedoch zeigt die Simulation für den IST-Zustand und die Option B einen relativ dynamischen Zustand mit alternierenden und wandernden Kiesbänken und sich immer wieder verfüllenden lokalen Kolken. Dagegen bilden sich in der fixierten Mäanderstrecke der Option A bis zur Rampe bei Fkm 55,4 quasi-stationäre Kiesbänke im Wechsel mit tiefen Erosionskolken aus. Die Fixierung der Sohle durch die Rampe bei Fkm 55,4 führt dazu, dass sich stationäre Kolke ausbilden, die aufgrund der reduzierten Morphodynamik im Längsverlauf nicht wieder verfüllt werden.

Im Teilmodell 1 wird auch der Abschnitt der Saalach unterhalb des Kraftwerks Rott (Fkm 2,4) bis zur Mündung in die Salzach abgebildet. Abb. 2 zeigt die Entwicklung der mittleren Sohlhöhen in diesem Bereich für die jeweiligen Prognosesimulationen.

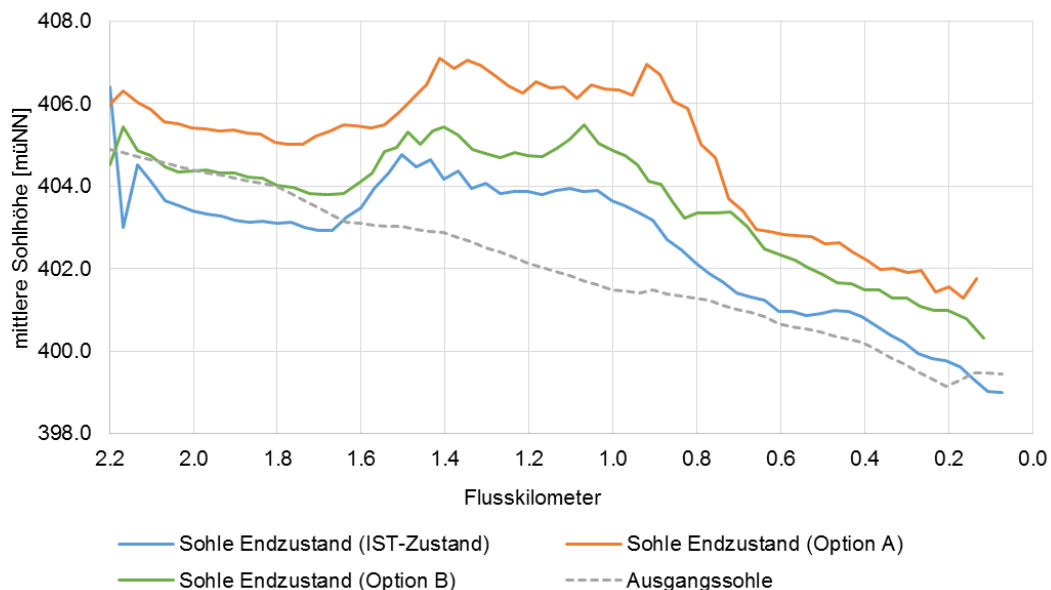


Abb. 2: Mittlere Sohlhöhen in der Saalach für den Ausgangszustand (2013) und die prognostizierten Endzustände nach 84 Jahren für den IST-Zustand, Option A und Option B.

Die Ausgangssohlage (gestrichelte Linie) entspricht der Querprofilvermessung aus dem Jahr 2013 und ist in der Saalach für alle Prognoserechnungen identisch. Deutlich zu erkennen ist für alle Varianten die sich einstellende Anlandung im Bereich der Aufweitung von Fkm 1,6 bis Fkm 0,6. Direkt unterhalb des Kraftwerks Rott bis Fkm 1,6 stellt sich für die Prognose des IST-Zustands eine Erosion ein, die mit der Kraftwerkssteuerung und dem damit verbundenen Geschieberückhalt begründet werden kann. Sowohl die Option A als auch die Option B zeigen für diesen Bereich eine andere Charakteristik. In Option A stellt sich nach 84 Jahren

eine Anlandung ein, die sich aufgrund der Rückstauwirkung der angehobenen Ausgleichssohle unterstrom des Saalachspitzes ergibt. Bei Option B, liegt die Sohle nach 84 Jahren ungefähr auf dem Niveau des Ausgangszustands, da hier die Rückstauwirkung der angehobenen Salzachsohle aus dem Material der Uferabsenkung geringer ist. Damit lässt sich ebenfalls die unterschiedliche Mächtigkeit der Anlandungen im Bereich der Aufweitung begründen.

Für alle Prognosesimulationen des Teilmodells 1 ist somit eine langfristige Stabilisierung der mittleren Salzachsohle zwischen der Saalachmündung (Fkm 59,3) und der Sohlrampe bei Fkm 51,9 zu erwarten. Maßgeblich beeinflusst ist dieses Verhalten durch das eingetragene Geschiebematerial aus der Saalach, welches zunehmend vor einem flächigen Sohldurchschlag schützt. Es ist davon auszugehen, dass ein erhöhter Geschiebeeintrag den Sohlstabilisierungsprozess beschleunigen wird. Die zeitliche Entwicklung der sich einstellenden Sohlhöhen sind dem Teilbericht 08a/2015 zu entnehmen.

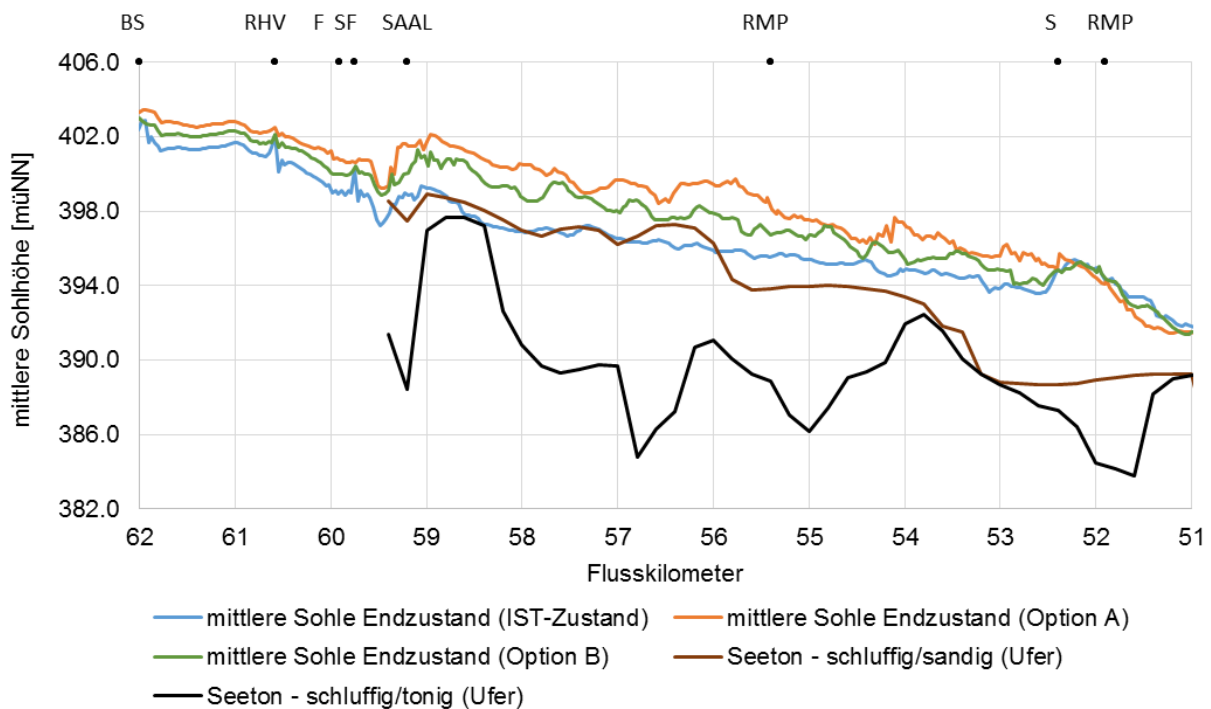


Abb. 3: Vergleich der mittleren Sohlhöhen der Salzach aus den Prognoserechnungen des IST-Zustands, der Option A und Option B mit den angenommenen Seetonhorizonten (Maximum aus Aufnahmen Ufer links bzw. rechts, Datengrundlage WRS).

BS	Bergheimer Schwelle	SAAL	Mündung Saalach
RHV	Düker Reinhalteverband	RMP	Rampe Fkm 55,4 o. 51,9
F	Mündung Fischach	S	Mündung Sur
SF	Schwelle an der Fischach		

Abb. 3 zeigt einen Vergleich der sich einstellenden mittleren Sohlagen der Salzach aus den Prognoserechnungen mit den im Zuge der WRS im Bereich der Ufer aufgenommenen Horizonten des sehr erosionsempfindlichen Seetons für schluffig/sandiges und schluffig/toniges Material. Betrachtet werden die Maximalwerte aus den geologischen Aufnahmen am linken

und rechten Ufer der Salzach. Bei der Interpretation der Ergebnisse ist zu beachten, dass im Bereich der Salzachsohle mit dem Sohldurchschlag beim Hochwasser 2002 und weiteren Sohldurchschlägen im Zuge der folgenden Hochwässer der Seetonhorizont heute bereichsweise tiefer liegt. Da genauere Informationen dazu nicht vorliegen, wird, auf der sicheren Seite liegend, auf die Daten der WRS zurückgegriffen.

Die nach 84 Jahren prognostizierte mittlere Sohlhöhe des IST-Zustands liegt gegenüber der Ausgangssohle 2013 (vgl. Abb. 1) zwar höher, jedoch befindet sie sich zwischen Fkm 59,4 und Fkm 55,8 direkt am oder kurz unterhalb des schluffig/sandigen Seetonhorizonts. Erst unterstrom von Fkm 55,8 ist wieder mit einer größeren Kiesüberdeckung zu rechnen. Die Modellsimulationen für die Optionen A und B zeigen in diesem Bereich gegenüber dem IST-Zustand aufgrund der höheren Ausgangssohlage und der prognostizierten Anlandung nach 84 Jahren einen größeren Abstand zum Seetonhorizont.

Das Ziel der Salzachsanie rung ist ein dynamisches Gleichgewicht. Dies bedeutet, dass aufgrund von Kiesbank- und lokaler Kolkbildung lokale minimale Sohlenlagen auch deutlich tiefer liegen können als die mittlere Sohle. Abb. 4 zeigt den Vergleich der sich einstellenden minimalen Sohlhöhen (Talwege) mit den Seetonhorizonten.

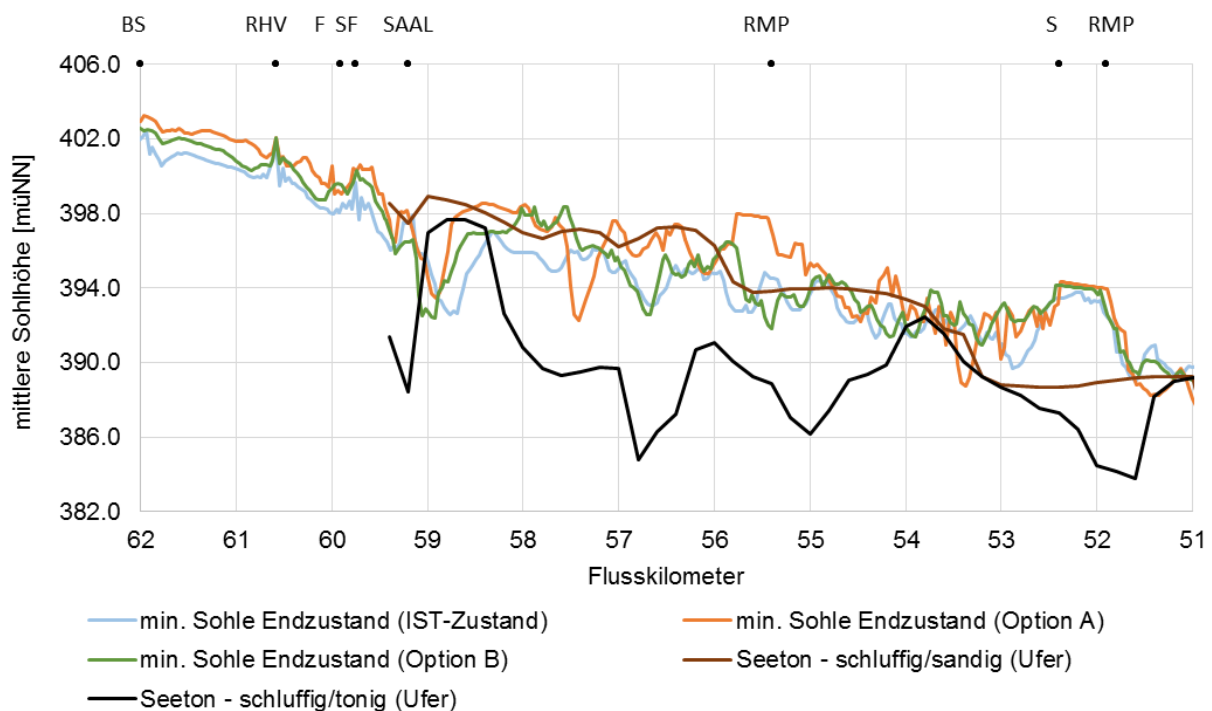


Abb. 4: Vergleich der minimalen Sohlhöhen (Talwege) der Saalach aus den Prognoserechnungen des IST-Zustands, der Option A und Option B mit den angenommenen Seetonhorizonten (Maximum aus Aufnahmen Ufer links bzw. rechts, Datengrundlage WRS).

BS	Bergheimer Schwelle	SAAL	Mündung Saalach
RHV	Düker Reinhaltverband	RMP	Rampe Fkm 55,4 o. 51,9
F	Mündung Fischach	S	Mündung Sur
SF	Schwelle an der Fischach		

Hier zeigt sich, dass bei allen Prognoserechnungen der Seetonhorizont mit schluffig/sandigem Material angeschnitten wird. Der Talweg der IST-Prognose verläuft zwischen

dem Saalachspitz und Fkm 53,5 ausschließlich unterhalb des Seetonhorizonts, während der Talweg für Option B stellenweise noch oberhalb des Seetonhorizonts liegt. Der Talweg der Option A liegt zwischen dem Saalachspitz und Fkm 56,0 an der Grenze der Seetonoberkante, wobei der Kolk bei Fkm 57,5 tief in den Seetonhorizont hineinreicht. Hier gilt es allerdings zu berücksichtigen, dass bei der IST-Prognose und der Option B sich in der Salzach ein relativ naturnahes dynamisches System in Form von alternierenden und wandernden Kiesbänken einstellt. Die lokal auftretenden Kolke werden somit im Laufe der Zeit immer wieder mit kiesigem Material verfüllt, womit eine Vermischung des feinen Seetonmaterials mit dem eingetragenen Geschiebe stattfindet und dadurch eine Vergrößerung der Sohle erreicht wird.

Bei der Option A wird das Gewässersystem durch die Rampe und die festen Mäander erheblich stärker fixiert und es stellen sich quasi-stationäre Kiesbänke und Kolke ein. Ein Austauschprozess mit dem kiesigen Material und eine Verfüllung der entstehenden Eintiefungen sind nicht zu erwarten. Eine Auswertung der Kolkiefen zeigt, dass die Kolke für die Option A deutlich tiefer und länger als die in der IST-Prognose und für die Option B sind.

Eine besondere Situation zeigt sich am Saalachspitz. Dort befinden sich zur Ufersicherung auf österreichischer Seite Buhnen, die aufgrund der Modellauflösung jedoch nicht im Berechnungsnetz enthalten sind. Es ist davon auszugehen, dass die Buhnen dort lokal die Auskolkungen reduzieren und sich positiv auf den Schutz der Gewässersohle auswirken.

In Abb. 5 sind für die Prognoseszenarien die mittleren Geschiebejahresfrachten der Salzach über den gesamten Prognosezeitraum von 84 Jahren dargestellt.

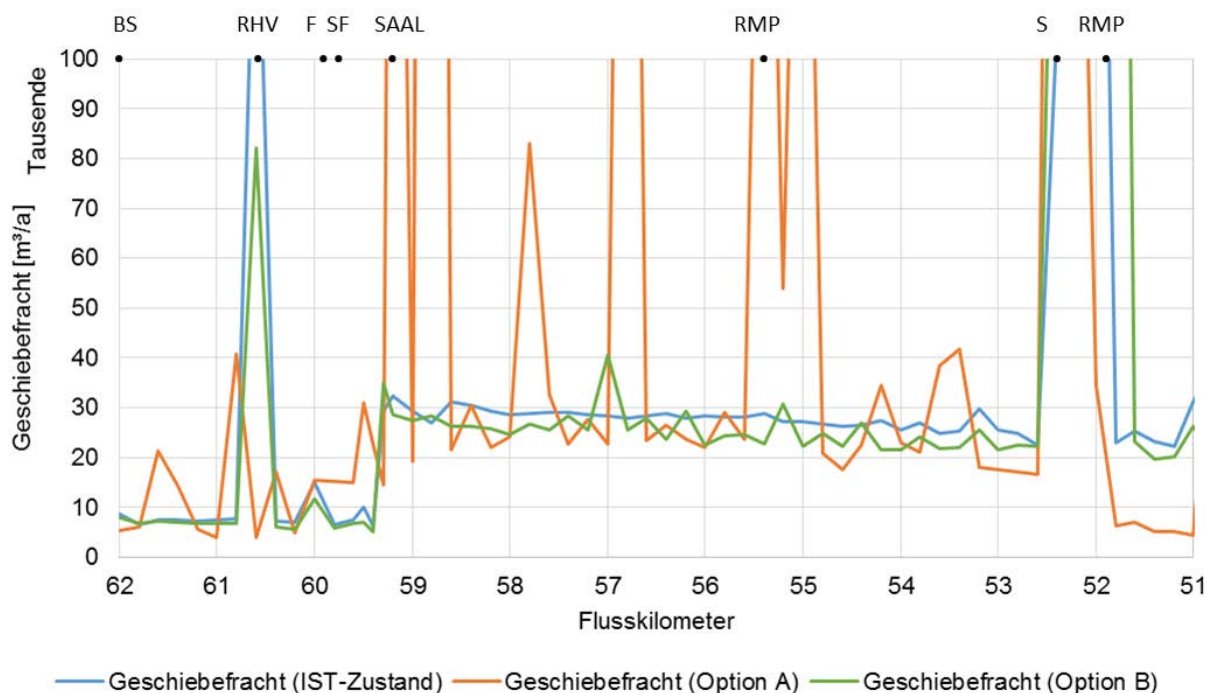


Abb. 5: Mittlere Geschiebejahresfrachten der Salzach für die Prognosesimulationen des IST-Zustands, der Option A und Option B.

BS	Bergheimer Schwelle	SAAL	Mündung Saalach
RHV	Düker Reinhalteverband	RMP	Rampe Fkm 55,4 o. 51,9
F	Mündung Fischach	S	Mündung Sur
SF	Schwelle an der Fischach		

Die lokal auftretenden Spitzen der Geschiebejahresfrachten in Abb. 5 geben die rechnerische Transportkapazität an den Bauwerken wieder, welche insbesondere durch die veränderte Hydraulik dort extrem hoch ist. Eine Steigung im Frachtlängsschnitt charakterisiert eine Zunahme des Geschiebetransports entlang der Gewässerstrecke und bedeutet, dass von einer fortschreitenden Erosion auszugehen und noch kein Gleichgewichtszustand erreicht ist. Eine Abnahme der Geschiebefracht weist auf eine fortschreitende Anlandungstendenz hin. Ist keine Neigung im Frachtlängsschnitt identifizierbar, befindet sich die Sohle in einem Gleichgewichtszustand. Für den Bereich von Fkm 62,0 bis 59,4 ist, mit Ausnahme der lokalen Spitzen, für alle Prognoseszenarien annähernd ein Gleichgewichtszustand erreicht. Der Anstieg des Frachtlängsschnitts direkt am Saalachspitz ergibt sich durch die eingetragene Geschiebemenge aus der Saalach. Im Bereich zwischen dem Saalachspitz und der Rampe bei Fkm 51,9 ist für alle Prognosesimulationen im Mittel eine sehr schwache Abnahme der Geschiebefracht zu erkennen, d.h. der Gewässerabschnitt befindet sich im Prognosezeitraum in einem Anlandungsprozess. Im Detail ergeben sich jedoch Unterschiede zwischen den einzelnen Prognoseszenarien. Die mittlere Geschiebejahresfracht für den IST-Zustand ist in diesem Bereich gegenüber den Optionen A und B etwas höher. Markant sind die Spitzen der Geschiebefracht für die Option A, die an den quasi-stationären Kolken auftreten. Der Grund für den lokal sehr hohen Geschiebetransport ist die massive Einengung des Querschnitts durch die Ausbildung der stabilen Kiesbänke. Aufgrund der mangelnden Dynamik des Systems findet keine Verfüllung der Kolke statt, wodurch sich diese tief ausprägen können. Die deutlich dynamischeren Systeme des IST-Zustands und der Option B zeigen diese Frachtspitzen nicht, da die entstehenden Kolke im Wechsel mit den entstehenden Kiesbänken nach unterstrom wandern und kontinuierlich verfüllt werden. Die Sohldynamik für die Prognose des IST-Zustands und der Option B verhindert somit die Ausbildung von lokal fixierten, tiefen Kolken.

Schlussfolgerungen und Empfehlungen

Ein Vergleich der Prognosesimulationen des IST-Zustands (unveränderte Gerinnegeometrie), der Option A (Rampe bei Fkm 55,4 mit Aufweitungen und einer festgelegten Bogenfolge zwischen Saalachspitz und der Rampe bei Fkm 51,9) und der Option B (Uferabsenkung zwischen Saalachmündung und der Rampe bei Fkm 51,9 auf öffentlichem Grund auf bayerischer Seite und Anhebung der Sohle mit dem daraus gewonnenen Kies) für das Teilmodell 1 (Salzach/Saalach im Freilassinger Becken) zeigt unter der vorgegebenen Transport-Abfluss-Beziehung, dass sich über den Prognosezeitraum von 84 Jahren die mittleren Sohlhöhen für alle Varianten anheben und sich die Salzachsohle langfristig stabilisieren wird. Jedoch liegt das zu erwartende Sohlniveau für die Optionen A und B im Vergleich zur IST-Prognose höher. Die sich einstellenden mittleren Sohlhöhen der Optionen A und B werden dabei über dem angenommenen Seetonhorizont zu liegen kommen, während die mittlere Sohlhöhe der IST-Zustandsprognose zum Teil unterhalb der Seetonoberkante verläuft. Ein ganz wesentlicher Unterschied zwischen den einzelnen Szenarien ist die sich einstellende Sohldynamik. Für den IST-Zustand und die Option B stellt sich ein dynamisches System mit alternierenden Kolken und Kiesbänken ein. Letztere wandern nach unterstrom und verfüllen auf diese Wei-

se kontinuierlich die Kolke. Bei Option A hingegen bilden sich aufgrund der Fixierung der Sohle durch die Rampe bei Fkm 55,4 quasi-stationäre Kiesbänke und Kolke aus, die zum einen eine größere Ausdehnung und zum anderen einen tiefer liegenden Erosionshorizont aufweisen.

Basierend auf den dargelegten Ergebnissen empfiehlt das IWS für die morphologische Sanierung der Salzach von den untersuchten Varianten die Minimalvariante (Option B) mit Uferabsenkung und Verfüllung der Sohle mit dem daraus gewonnenen Material (ohne Feinsedimentablagerungen) als Planungsbasis weiter zu verfolgen. Insbesondere die sich einstellende Sohldynamik mit wandernden alternierenden Kiesbänken zeigt eine Annäherung an die ursprüngliche morphologische Charakteristik der Salzach. Gleichzeitig verspricht die Option B gegenüber dem IST-Zustand durch eine höhere mittlere Sohlenlage eine größere Sicherheit gegen einen zukünftigen Sohldurchschlag. Obwohl die mittleren Sohlhöhen der Option A am höchsten sind, führt die fehlende Sohldynamik zu tiefen und langen quasi-stationären Kolken, die nicht wieder verfüllt werden. **Aufgrund der fehlenden Dynamik in Option A und der höheren Sicherheit gegenüber der IST-Zustandsprognose stellt daher die Option B die empfohlene Lösungsvariante zur Sohlsicherung der Salzach dar.**