

## Anlage B1

### Variantenbeschreibung

#### Inhaltsverzeichnis

1	Grundlagen.....	4
1.1	Variantenentwicklung.....	4
1.2	Variantenoptimierung.....	5
1.3	Nonnreiter Enge.....	6
1.4	Aktueller Stand der Variantenentwicklung.....	6
1.5	Wichtiger Hinweis .....	6
2	Variantenübergreifende Festlegungen.....	7
2.1	Sohlrollierungsstreifen .....	7
2.2	Aufgelöste Sohlrampen.....	9
2.3	Sohlsicherungskonzept – Weiche Ufer – Lauffixierungen.....	11
2.4	Grobkornzugabe.....	13
2.5	Nebengewässersystem.....	13
2.6	Bauablauf .....	14
2.7	Kiesbilanz .....	14
3	Variantenbeschreibung.....	16
3.1	Variante A.....	17
3.1.1	Variantenentwicklung und vorhandene Unterlagen.....	17
3.1.2	Gewässeraufweitung und Konzept zur Laufbegrenzung.....	17
3.1.3	Aufgelöste Sohlrampen .....	18
3.1.4	Sohlanhebung, Ausgleichsgefälle, Kiespuffer über dem Seeton ....	18
3.1.5	Nebengewässersystem .....	19
3.1.6	Sohlmorphologie .....	20
3.1.7	Kiesbilanz.....	23
3.1.8	Zwischenzustand.....	23

---

3.2	Variante B.....	23
3.2.1	Variantenentwicklung und vorhandene Unterlagen.....	23
3.2.2	Gewässeraufweitung und Konzept zur Laufbegrenzung.....	23
3.2.3	Aufgelöste Sohlrampen .....	25
3.2.4	Sohlanhebung, Ausgleichsgefälle, Kiespuffer über dem Seeton ....	25
3.2.5	Nebengewässersystem .....	26
3.2.6	Sohlmorphologie .....	27
3.2.7	Kiesbilanz.....	33
3.2.8	Zwischenzustand.....	33
3.3	Variante C.....	33
3.3.1	Variantenentwicklung und vorhandene Unterlagen.....	33
3.3.2	Maßnahmenkonzept.....	33
3.3.3	Gewässeraufweitung und Nebenarmsysteme.....	34
3.3.4	Stützstellen.....	35
3.3.5	Aktive Sohlanhebung.....	36
3.3.6	Konzept zur Laufbegrenzung.....	36
3.3.7	Aufgelöste Sohlrampen .....	36
3.3.8	Sohlanhebung, Ausgleichsgefälle, Kiespuffer über dem Seeton ....	37
3.3.9	Sohlmorphologie .....	40
3.3.10	Kiesbilanz.....	41
3.3.11	Zwischenzustand.....	42
3.3.12	Hochwassersituation .....	42
3.4	Variante E1 (GKW).....	42
3.4.1	Variantenentwicklung und vorhandene Unterlagen.....	42
3.4.2	Konzept zum Erreichen einer dynamischen Sohlstabilisierung .....	43
3.4.3	Gewässeraufweitung und Konzept zur Laufbegrenzung.....	43
3.4.4	Aufgelöste Sohlrampen .....	43
3.4.5	Sohlanhebung, Ausgleichsgefälle, Kiespuffer über dem Seeton ....	43
3.4.6	Konzept der Fließgewässerkraftwerke.....	43
3.4.7	Nebengewässer .....	50
3.4.8	Energiewirtschaftliche Eckdaten .....	50
3.4.9	Sohlmorphologie .....	51
3.4.10	Kiesbilanz.....	51
3.4.11	Zwischenzustand.....	51
3.5	Variante E2 (BKS) .....	52
3.5.1	Variantenentwicklung und vorhandene Unterlagen.....	52
3.5.2	Konzept zum Erreichen einer dynamischen Sohlstabilisierung .....	53

---

3.5.3	Gewässeraufweitung und Konzept zur Laufbegrenzung .....	53
3.5.4	Aufgelöste Sohlrampen .....	53
3.5.5	Sohlanhebung, Ausgleichsgefälle, Kiespuffer über dem Seeton ....	53
3.5.6	Prinzip des Bürgerkraftwerk-ÖKO-Moduls .....	53
3.5.7	Nebengewässer .....	57
3.5.8	Energiewirtschaftliche Eckdaten .....	58
3.5.9	Sohlmorphologie .....	58
3.5.10	Kiesbilanz.....	58
3.5.11	Zwischenzustand.....	58
3.5.12	ÖBK Regierungsübereinkommen .....	58
4	Zwischenzustände.....	59
4.1	Ausgangssituation .....	59
4.2	Beschreibung der Zwischenzustände – Ergebnisse der hydraulischen Berechnung.....	59
4.3	Abschätzung der zeitlichen Gewässerentwicklung.....	72
4.3.1	Variante A .....	72
4.3.2	Variante B .....	73
4.3.3	Variante C .....	74
4.3.4	Variante E1.....	75
4.3.5	Variante E2.....	75

## 1 Grundlagen

### 1.1 Variantenentwicklung

Die **Varianten A** und **B** wurden im Rahmen der so genannten Wasserwirtschaftlichen Rahmenuntersuchung Salzach (WRS) entwickelt. In der WRS wurde die Variante A als Variante 2 bezeichnet, die Variante B als Variante 2/3. Eine zusammenfassende Darstellung dieser Varianten mit dem Stand von 2001 befindet sich in WRS (2001a). Es existieren weitere Fachberichte als Ergebnis der WRS, die im Wesentlichen die Grundlagen für die Variantenentwicklung, die dazu verwendeten Werkzeuge sowie die Wirkungen der Varianten beschreiben (siehe Tabelle 1).

Tabelle 1: Berichte der Schriftenreihe zur WRS

Nr.	Titel	Verfasser
1	Zusammenfassender Bericht	ad-hoc Arbeitsgruppe Rahmenuntersuchung Salzach
2	Untersuchungen zur Flussmorphologie der Unteren Salzach	Mangelsdorf, J.; Schaipp, B.; Weiß, F.H.
3	Vegetation der Salzachauen	Fuchs, M.
4	Geschiebetransportmodellierung	Gutknecht, D.; Hartmann, S.; Hengl, M.; Otto, A.; Stephan, U.
5	2d-Abfluss-Simulation	Nujic, M.; Schwaller, G.
6	Simulation des Bodenwasserhaushalts und der Grundwasserverhältnisse in den Salzachauen	Fank, J.; Rock, G.; Stenitzer, E.; Summer, W.
7	Morphologische Auswirkungen von Aufweitungen in der Salzach – ingenieurpraktische Berechnung und physikalische Modellierung	Bechteler, W.; Hartmann, S.; Wieprecht, S.
8	Physikalisches Modell Sohlrampe mit Mäanderstrecke	Hengl, M.; Platzer, G.
9	Wasserwirtschaftliche Planungs- und Bewertungsmethodik sowie Variantenvorauswahl	Hengl, M.; Platzer, G.

Nr.	Titel	Verfasser
10	Grundlagen, Methoden und Anwendung der ökologischen und naturschutzfachlichen Bewertung	Fuchs, M.; Jäger, P.; Jürging, P.
11	Auswirkungen und Bewertung der Maßnahmen auf die land- und forstwirtschaftlichen Nutzungen der Salzachauen.	Kölling, C.; Pötsch, E.; Rintelen, P.M.
12	Zusammengassende Darstellung der Lösungsvarianten	Hengl, M.; Platzer, G.; Stephan, U.; Spannring, M.

Die **Variante C** („Verzweigungsvariante“) wurde im Auftrag der oberösterreichischen Umweltschutzbehörde durch das Ingenieurbüro hydrophil iC GmbH (vormals Mayr & Sattler) parallel zur Variantenuntersuchung entwickelt. Die grundsätzliche Machbarkeit dieser Variante wurde durch eine Machbarkeitsuntersuchung (Mayr & Sattler, 2012) aufgezeigt. Im Anschluss daran erfolgte eine Weiterentwicklung der Variante mit dem Ziel, dass eine Bewertung analog zu den anderen Varianten durchgeführt werden konnte.

Bei den Varianten A, B und C erfolgt die Sanierung der Salzach ausschließlich durch flussbauliche Maßnahmen.

Bei den beiden **Varianten E1** und **E2** wird die flussbauliche Sanierung zusätzlich mit einer energetischen Nutzung kombiniert. Die Planung der für die Kraftwerksnutzung erforderlichen Bestandteile der Varianten erfolgt durch private Investoren.

## 1.2 Variantenoptimierung

Im Rahmen der Variantenuntersuchung wurden zwei Optimierungsschritte durchgeführt:

### *Variantenoptimierung 1*

Vor dem 1. Bewertungsdurchgang erfolgte eine Optimierung der Varianten A und B. Grundlagen für die Optimierung waren einerseits der Bearbeitungsstand der Varianten aus der WRS. Zum anderen die Weiterentwicklung des Wissens zu flussbaulichen Maßnahmen seit dem Abschluss der WRS in 2001 sowie Erfahrungen aus der Umsetzung von Maßnahmen im Freilassinger Becken und der Laufener Enge im Zeitraum von 2005 bis 2010.

### *Variantenoptimierung 2*

Der 2. Optimierungsschritt erfolgte vor dem 2. Bewertungsdurchgang. Grundlage für die Optimierung waren die Ergebnisse des 1. Bewertungsdurchgangs, in dem einzelne Schwachpunkte der Varianten aufgezeigt wurden.

Die Variante C wurde wie oben erwähnt im Laufe der Variantenuntersuchung entwickelt. Optimierungsschritte wurden für die Variante C nicht durchgeführt. Die Entwicklung der Variante C, insbesondere die weitere Ausplanung bis zur Bewertungsreife erfolgte aber in Kenntnis des vorhandenen Bewertungssystems.

### **1.3 Nonreiter Enge**

In der Nonreiter Enge (Fkm 22 bis 8) unterscheiden sich die Varianten nicht. Als Ergebnis der Variantenentwicklung der WRS sind sowohl in Variante A und B jeweils zwei Rollierungsstreifen vorgesehen, die als Ergebnis der Variantenoptimierung durch flache Sohlrampen bei Fkm 12,6 und Fkm 17,0 ersetzt werden (siehe Kapitel 2.1 und 2.2, Lageplan in Anlage B7). Das Sanierungskonzept der Varianten A und B wird unmittelbar auf die Varianten C, E1 und E2 übertragen. Auf die Aussagen in der WRS zu den relativ großen Unsicherheiten hinsichtlich der Untergrundverhältnisse sei hier verwiesen. Darauf muss in den weiteren Planungsschritten eingegangen werden.

### **1.4 Variantenentwicklung und -optimierung**

Die Variantenentwicklung bzw. die Optimierung der Varianten während der Variantenuntersuchung erfolgte immer vor dem Hintergrund der anschließenden Bewertung der Varianten. Ziel der Variantenentwicklung und Optimierung war es einerseits, in Kenntnis der übergeordneten gesetzlichen Anforderungen (EG-WRRRL, Natura2000) sowie des vorhandenen Bewertungssystems, grundsätzlich machbare und im Sinne der Bewertung möglichst optimierte Varianten zu erhalten. Andererseits war es erforderlich, die Varianten so weit zu entwickeln bzw. deren Auswirkungen zu beschreiben, dass darauf aufbauend eine Bewertung möglich ist.

Die vorliegende Planung hat nicht die Qualität einer Entwurfs- bzw. Einreichplanung. In weiterführenden Planungsschritten ist die ausgewählte Variante im Detail weiter zu entwickeln. Verbesserungen mit denen in anderen Bereichen eine Verschlechterung einhergeht sind entsprechend abzuwägen.

### **1.5 Wichtiger Hinweis**

Die Beschreibung der Varianten basiert auf den vorhandenen Unterlagen zu den einzelnen Varianten. Für die Variante A und B sind dies insbesondere die entsprechenden Fachberichte aus der WRS bzw. die Ergebnisse der Variantenoptimierung im Rahmen der vorliegenden Variantenuntersuchung.

Für die Variante C steht die Machbarkeitsstudie von Mayr & Sattler, 2012 zur Verfügung sowie die Ergebnisse der Weiterentwicklung der Variante C durch die Planungsgemeinschaft.

Für die beiden Varianten mit energetischer Nutzung, also Varianten E1 und E2 sind Berichte und Daten von den Grenzkraftwerken und Bürgerkraftwerken vorhanden.

Es sei darauf hingewiesen, dass mit den nachfolgenden Ausführungen lediglich eine Beschreibung der Varianten auf Basis der vorhandenen Unterlagen erfolgt. Eine Bewertung der Varianten bzw. deren Wirkungen wird aber hier nicht durchgeführt. Dies erfolgt im Rahmen der Nutzwert- sowie der Wirkungsanalyse.

## **2 Variantenübergreifende Festlegungen**

Nachfolgend werden einzelne Bausteine erläutert, die Bestandteil aller bzw. zumindest mehrerer Varianten sind.

### **2.1 Sohlrollierungsstreifen**

Die Planungen der WRS sahen für die Varianten A und B so genannte Sohlrollierungsstreifen vor (s. Abb. 1). Diese dienen zur Stabilisierung der Flusssohle sowohl in den Engen als auch in den Beckenlandschaften. Dabei wird auf einer Länge von mindestens einem Kilometer die Sohle mit Steinen (äquivalenter Kugeldurchmesser ca. 25 cm, zweilagig) belegt. Das Gefälle beträgt 1,5 ‰. Auf der Rollierungsstrecke entsteht dadurch kein Fließwechsel. Gegenüber dem derzeit vorhandenen Gefälle von ca. 1 ‰ bzw. dem Ausgleichsgefälle der jeweiligen Varianten wird durch die Rollierungsstreifen je nach dessen Länge ein entsprechend größerer Höhenunterschied gegenüber dem Istzustand überwunden.

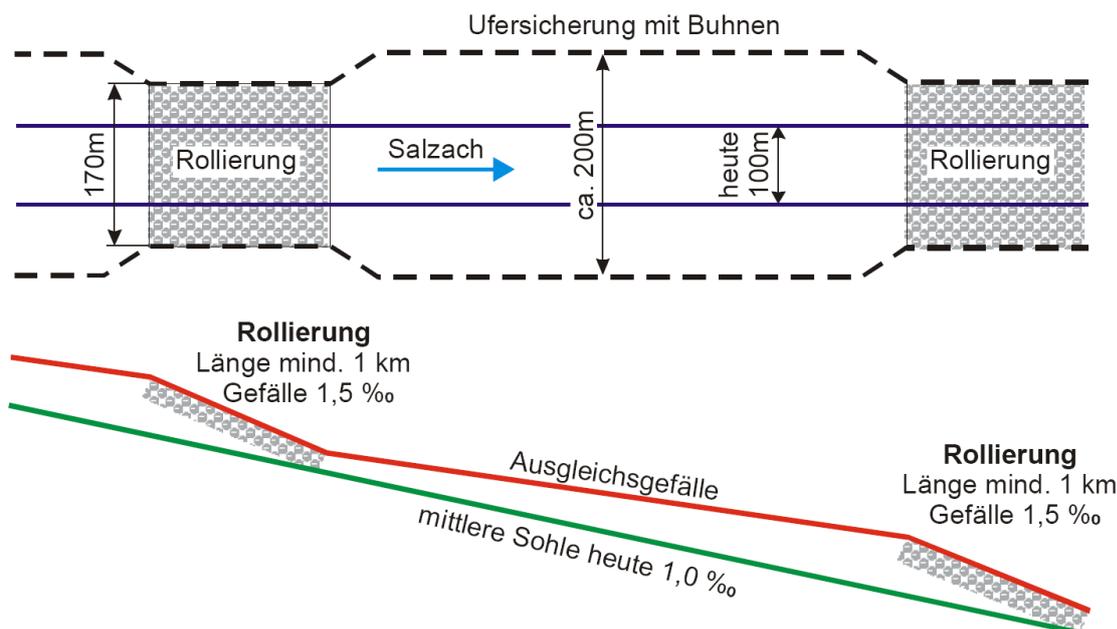


Abb. 1: Aufweitung und Sohlrollierung, Schemaskizze (aus WRS, 2001b)

Im Rahmen des Optimierungsschritts 1 wurden verschiedene Alternativen zu den Rollierungsstreifen untersucht:

- Deckschichtvergrößerung
- Offenes Deckwerk
- Schwellen
- flache aufgelöste Rampen

Dabei wurden folgende Kriterien berücksichtigt:

- Kosten
- mögliche Schwierigkeiten in der Umsetzung (Baustellenhochwasser, Bauzeit)
- Gewässerökologie (biologische Durchgängigkeit, Lebensraum)
- Möglichkeit der Kombination mit Weichen Ufern im unmittelbaren Sicherungsbereich
- Bootspassierbarkeit
- Terrestrische Ökologie

Nach Abwägung der einzelnen Kriterien werden anstelle von flächigen Sohlsicherungen im Tittmoninger Becken flach geneigte aufgelöste Sohlrampen errichtet.

Das Längsgefälle beträgt 1:50. Einschränkungen hinsichtlich der Fischpassierbarkeit für schwimmschwächere Fische werden durch die Anlage ausreichend dotierter

Nebengewässer, die im Nahbereich des Rampenunterwassers anbinden, weitreichend ausgeglichen. Die Einschränkungen der Durchgängigkeit für bestimmte Lebensstadien (z. B. Kompensationswanderung Juveniler, Erreichbarkeit Winterstand Juveniler) werden durch das Anlegen von leichter erreichbaren Ersatzhabitaten im entsprechend langen und vielfältigen Nebengewässersystem erreicht.

In der Nonnreiter Enge, wo aus Platzgründen keine Umgehungsarmsysteme möglich sind, wird das Gefälle der Rampen auf 1:100 reduziert, um eine möglichst gute Durchgängigkeit direkt über die Rampenbauwerke zu gewährleisten.

Ohne auf die einzelnen Kriterien im Detail einzugehen sei darauf verwiesen, dass flache Sohlrampen auf Grund ihrer deutlich kürzeren Länge wesentlich günstiger sind als langgezogene Sohlmaasuresicherungsmaßnahmen. Darüber hinaus hat die Herstellung eines Offenen Deckwerks in der Laufener Enge im Winterhalbjahr 2008/2009 (Länge ca. 800 m) erhebliche bautechnische Schwierigkeiten offengelegt. Insbesondere waren dies Probleme beim Auftreten eines Baustellenhochwassers in Verbindung mit der durch das Abflussregime der Salzach bedingten begrenzten Bauzeit.

Die Rampen müssen mit einer gewissen Überhöhung gegenüber der Sohle im Oberwasser ausgeführt werden. Diese wurde vorerst mit 0,5 m angenommen, ist aber in den weiteren Planungen in Verbindung mit der Rampenbreite genauer zu bestimmen. Grundsätzlich erfolgt die Dimensionierung der aufgelösten Rampen so, dass dadurch derselbe Effekt auf die Wasserspiegellage und damit die Sohlstabilität wie mit den für die jeweilige Rampe in der WRS konzipierten Rollierungsstreifen erreicht wird.

## 2.2 aufgelöste Sohlrampen

Vorab sei hier angemerkt, dass sich im deutschsprachigen Raum der Begriff der Sohlgleite für flache Sohlrampen teilweise eingebürgert hat (Gefälle flacher als 1:20). Nachfolgend wird der Begriff der flachen Sohlrampe anstelle der Sohlgleite verwendet.

Während die Planungen der WRS noch relativ steil geneigte Schaubergerrampen (Neigung ca. 1:10, Doppelrampe mit Mittelinsel) vorsahen, wurden diese in den Planungen zur Umsetzung der Variante B im Freilassingener Becken durch 1:50 geneigte

flache aufgelöste Sohlrampen ersetzt (siehe Abb. 2).



Abb. 2: Aufgelöste Sohlrampe im Freilassinger Becken bei Fkm 51,9 (Foto SKI)

Die Rampe besteht aus wabenförmig angeordneten Längs- und Querriegeln. Die Querriegel sind in einem Abstand von ca. 15 m und mit einem Höhenunterschied von durchschnittlich 30 cm zueinander eingebaut. Zwischen den Querriegeln verlaufen Längsriegel, die die Wasserspiegeldifferenz zwischen den Querriegeln reduzieren, sodass sich ein Höhenunterschied zwischen den Becken von ca. 15 cm ergibt.

Gemäß AG-FAH (2011) und Seifert (2012) wird die maximale Wasserspiegeldifferenz zwischen den Becken und damit die durchschnittliche Höhendifferenz zwischen den Querriegeln mit 13 cm angesetzt. Bei einem Rampengefälle von 1:50 ergibt sich die Beckenlänge somit zu 6,50 m (Abstand der Achse der jeweiligen Riegelsteine).

Um eine Durchgängigkeit in einem möglichst großen Abflussspektrum zu ermöglichen, werden die Querriegel zum Ufer hin angezogen. Im Bereich der Wasserspiegelhöhen von Q30<sup>1</sup> bis Q330 steigen die Querriegel zum Ufer hin mit einer Neigung von 1:16 an. Die davon betroffene Länge der Querriegel beträgt auf beiden Seiten jeweils ca. 20 bis 25 m (siehe Abb. 3). Um eine ausreichende Fließtiefe zu gewährleisten, werden in

---

<sup>1</sup> Wert aus der Unterschreitungsdauerlinie: Q30 ist der Abfluss, der durchschnittlich an 30 Tagen im Jahr unterschritten wird)

diesen Bereichen innerhalb der Querriegel regelmäßig einzelne Steine abgesenkt. Diese abgesenkten Bereiche werden mindestens 0,75 m breit, 0,6 bis 0,8 m tief und mit einem Abstand von ca. 3,5 m angeordnet.

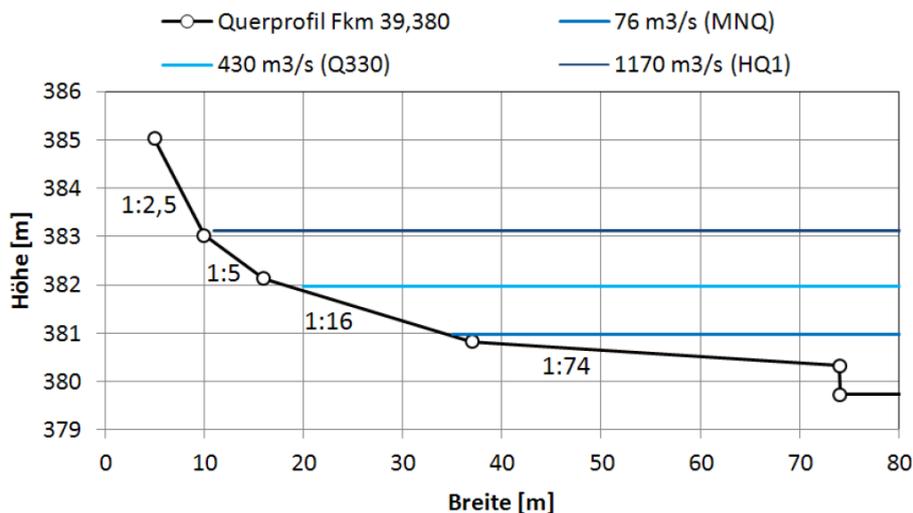


Abb. 3: Schnitt durch einen Querriegel der Riegelrampe

Die erforderlichen Nachweise zur Gewährleistung der Durchgängigkeit können mit diesem Konzept erreicht werden.

Die beiden Rampen in der Nonnreiter Enge werden analog ausgeführt. Da allerdings aus Platzgründen kein begleitender Umgehungsarm für stark bodenorientierte Lebewesen (z.B. FFH Schutzgüter Koppe und Weißflossengründling) möglich ist, werden die Rampen mit 1:100 geneigt. Bei sonst gleichen Abmessungen beträgt die Spiegeldifferenz zwischen den Becken im Mittel 6-7 cm. Aufgrund der durch die große Steingröße bedingten Heterogenität der Riegel und des weiten Wasserstandsbereichs in dem die Funktion gewährleistet sein muss, wird durch Reduktion der mittleren Spiegeldifferenz vermieden, dass die Spiegeldifferenz zwischen den Becken den kritischen Wert von 10-13 cm überschreitet (Prinzip des schwächsten Gliedes einer Kette). Weiters ist aufgrund des geringen Gefälles zu erwarten, dass die Becken zumindest bereichsweise natürliches Substrat aufweisen. Dadurch entstehen Inselhabitate, die für bodenorientierte Arten beim Durchwandern der Rampe wesentlich sind.

### 2.3 Sohlsicherungskonzept – Weiche Ufer – Lauffixierungen

Bei allen Varianten wird die vorhandene Ufersicherung bereichsweise entfernt. Anschließend erfolgt eine eigendynamische Seitenerosion. Lediglich bei Variante C wird ein Teil der vorgesehenen Gesamtaufweitung durch maschinellen Einsatz vorweggenommen.

Nach Erreichen der vorgesehenen Gewässeraufweitung, die in den jeweiligen Varianten für das Erreichen einer dynamischen Sohlstabilität erforderlich ist, stellt sich die Frage, wie mit darüber hinaus gehenden Aufweitungen, Lauffixierungen und der Vermeidung eventueller Laufverlagerungen umzugehen ist. In einer Variantenstudie wurden verschiedene Möglichkeiten untersucht. Die Varianten bestehen aus einer Kombination aus Raumbedarf (= über die für die Sohlstabilisierung erforderliche Aufweitung hinausgehende Seitenerosion) und punktuellen Maßnahmen zur Laufbegrenzung (Buhnen). Lediglich bei einem Raumbedarf von 0 m ist eine durchgehende Ufersicherung erforderlich. Die Anzahl der punktuellen Sicherungen nimmt mit zunehmendem Raumbedarf ab, gleichzeitig steigt natürlich der Flächenbedarf.

Für die Bewertung der Varianten wurden folgende Kriterien angesetzt:

- Kosten – Wirtschaftlichkeit
- Auswirkungen auf bestehende forstwirtschaftliche Nutzungen
- Auswirkungen auf bestehende landwirtschaftliche Nutzungen
- Gewässerökologie
- Terrestrische Ökologie und Landschaftsbild
- Zeitliche und rechtliche Realisierbarkeit

Daraus ergeben sich folgende Schlussfolgerungen, die für alle Varianten identisch sind:

- Falls Privatgrundstücke betroffen sind, wird ein Raumbedarf von 50 m angenommen.
- Falls ein weitgehend problemloser Grunderwerb absehbar ist (insbesondere bei Flächen der Österreichischen Bundesforste ÖBf), wird ein Raumbedarf von 200 m angenommen.

Es gibt keine allgemein gültigen Regeln zur Bemessung des erforderlichen Abstands von Buhnen zur Ufersicherung. Dieser ist u.a. abhängig von der Buhnenlänge, von der Buhnenhöhe, von der Richtung der Buhnen (inklinant, deklinant) und natürlich von dem nach erfolgter Aufweitung noch vorhandenen Seitenerosionsdruck. Der Seitenerosionsdruck wird wiederum stark durch vorhandene Sohlformen beeinflusst, die eine Strömunglenkung in Richtung Ufer bewirken können. Zur genaueren Festlegung von erforderlichen Buhnenabständen und Buhnenanordnungen wird die Durchführung eines physikalischen Modellversuchs dringend empfohlen. Für die Darstellung des Ufersicherungskonzepts und insbesondere auch für die Kostenschätzung gehen wir von folgenden Annahmen aus:

- Die Buhnen werden erst nach Überschreiten einer noch zu definierenden Interventionslinie errichtet, also wenn die Seitenerosion ein gewisses Maß überschritten hat.
- Es werden nur dort Buhnen eingebaut, wo dies in Folge der Seitenerosion zum Schutz der außerhalb des Raumbedarfs liegenden Flächen erforderlich ist. Gegebenenfalls können dann auch noch Verhandlungen mit den Grundstückseigentümern erfolgen, um den Raumbedarf zu vergrößern und somit auf Sicherungsmaßnahmen verzichten zu können.
- Die Buhnenlänge beträgt 50 m.
- Der Buhnenabstand beträgt 300 m.
- Annahme 1: Bei einem Raumbedarf von 50 m sind durchschnittlich 70% der Buhnen mit einem Abstand von 300 m erforderlich (der durchschnittliche Buhnenabstand reduziert sich somit auf ca. 420 m).
- Annahme 2: Bei einem Raumbedarf von 200 m sind durchschnittlich 20% der Buhnen mit einem Abstand von 300 m erforderlich (der durchschnittliche Buhnenabstand reduziert sich somit auf ca. 1500 m).

## 2.4 Grobkornzugabe

Allen Varianten ist gemeinsam, dass zwischen Fkm 40 und 44 die Kiesüberdeckung über dem in diesem Bereich sehr hochanstehenden erosionsempfindlichen Seeton auch nach erfolgter Sohlanhebung nicht ausreichend sein wird. Durch die Rampen im Bereich von Fkm 40 (bei allen Varianten) erfolgt ein Schutz der Sohle in deren unmittelbarem Einflussbereich. Auf einem Teil der Strecke zwischen Fkm 40 und 44 wird aber zudem eine sohlstabilisierende Maßnahme erforderlich sein, um ein Einschneiden der Sohle in den feinkörnigen Untergrund zu vermeiden. Sinnvoll erscheint hier eine Grobkornzugabe.

## 2.5 Nebengewässersystem

Die durchströmten Nebenarme dienen neben einer mehr oder weniger hohen hydraulischen Entlastung des Hauptflusses im Wesentlichen zur Realisierung flussökologischer Ziele (außer bei Variante C). Maßgebend für die Konzeption der Nebenarme ist einerseits der Erhalt der flussauf gerichteten Durchgängigkeit für schwach schwimmende und substratgebundene Gewässerorganismen. Die unterstromige Anbindung der Umgehungsarme erfolgt daher möglichst nahe an den Querbauwerken. Andererseits werden in den Nebenarmen ökologisch hochwertige Fließgewässerlebensräume und Uferzonen (vor allem Flachuferzonen) entstehen. Je breiter der Nebenarm desto höher der Anteil an hochwertigen Flachuferzonen. Bei

Varianten, bei denen im Hauptfluss in eingeschränktem Ausmaß Flachuferzonen zu erwarten sind, werden in einem bis zu 50 m breiten Nebenarmsystem entsprechende Uferstrukturen ermöglicht. Eine abschätzende Bilanzierung der zu erwartenden Flachuferzonen sowie eine Beurteilung des Beitrags des Nebengewässersystems zu den ökologischen Zielen, insbesondere der Zielerreichung der EG-WRRL (guter ökologischer Zustand), erfolgt in der Nutzwertanalyse der einzelnen Varianten. Lage, Länge und Breite des Nebenarmsystems basieren auf folgenden Aspekten:

- Position der Querbauwerke
- Topographische Raumverfügbarkeit
- Erfordernis der Schaffung von zusätzlichen Flachuferstrukturen bzw. gewässertypischer Habitatvielfalt im Sinne der Zielerreichung der EG Wasserrahmenrichtlinie

Neu zu grabende Nebenarme können abschnittsweise als schmälere Initialgerinne hergestellt werden. Voraussetzung dafür ist, dass die hydraulischen Verhältnisse eine eigenständige Aufweitung erwarten lassen und die dabei ins Gerinne erodierte Kiesmenge die Durchströmung und Funktion des Nebenarms nicht einschränkt.

## 2.6 Bauablauf

Der grundsätzliche Bauablauf ist bei allen Varianten sehr ähnlich:

- Bei allen Varianten ist eine Unterteilung in einzelne Bauabschnitte sinnvoll und möglich.
- Auf Grund des hohen Seetonhorizonts besteht der größte Handlungsbedarf im Übergang von der Laufener Enge zum Tittmoninger Becken.
- Beginn der Maßnahmenumsetzung auf Grund der geringen Überdeckung des Seetons oberstrom von Fkm 40.
- Die Umsetzung der Maßnahmen sollte schrittweise von oberstrom nach unterstrom erfolgen.
- Zur Überprüfung der Maßnahmenwirkungen ist ein intensives Monitoring erforderlich.
- Gegebenenfalls sind Anpassungen der Maßnahmen gemäß den Ergebnissen des Monitorings erforderlich.

## 2.7 Kiesbilanz

Für jede Variante wird eine Kiesbilanz erstellt. Daraus können folgende Erkenntnisse abgeleitet werden:

- Welches Volumen ist erforderlich, um die Sohle bis zur prognostizierten Endsohlenhöhe anzuheben?
- Welches Kiesvolumen steht aus der Seitenerosion bzw. aus den Nebengewässern zur Verfügung?
- Wie lange wird es dauern, bis das geplante Sohlniveau erreicht wird (hier ist aber zu berücksichtigen, dass zur Vereinfachung das gesamte Tittmoninger Becken betrachtet wird und nicht etwa einzelne Teilschnitte).

Eine wesentliche Grundlage für die Kiesbilanz ist die Kenntnis der Feinsandmächtigkeit bzw. der Verlauf der Kiesoberkante. Dazu wurden im Rahmen der WRS bereits zahlreiche Schürfe angelegt. Diese wurden während der vorliegenden Variantenuntersuchung durch folgende Felduntersuchungen ergänzt:

- 40 Schürfe und 194 Rammsondierungen im rechten Vorland der Salzach (Österreich).
- 33 Schürfe und 136 Rammsondierungen im linken Vorland der Salzach (Bayern).

Die Ergebnisse sind in den Längsschnitten der Abb. 4 und Abb. 5 dargestellt.

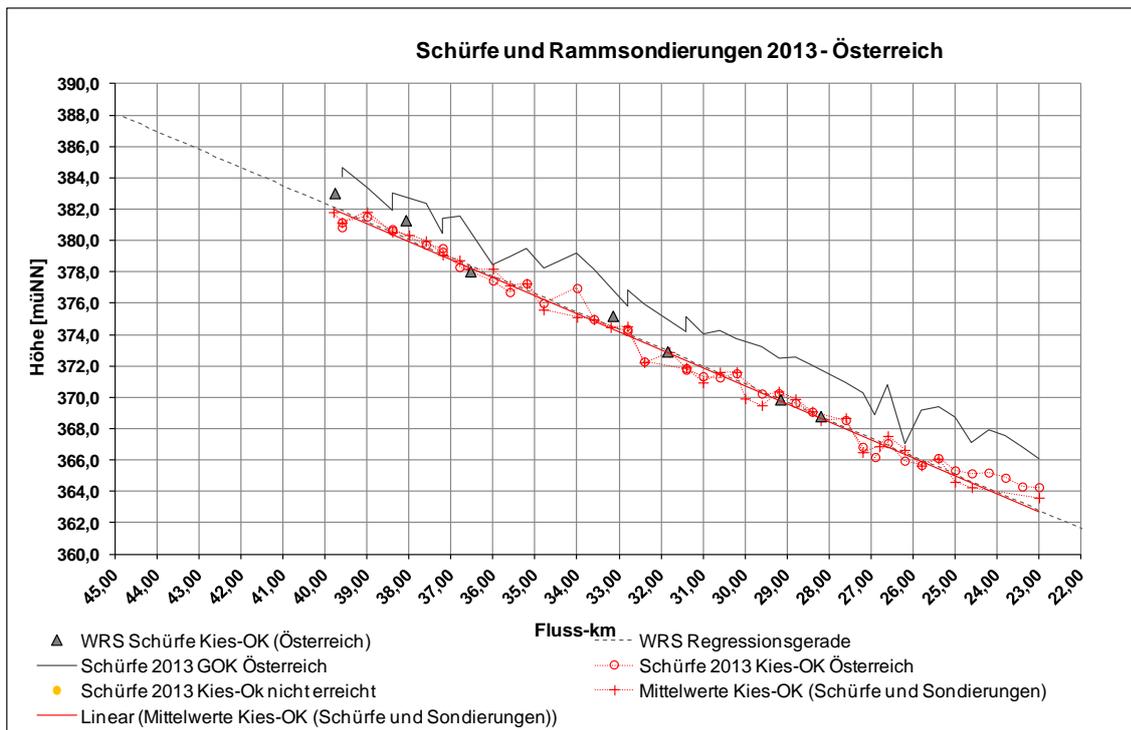


Abb. 4: Längsschnitt Verlauf Kiesoberkante im rechten Vorland (Österreich)

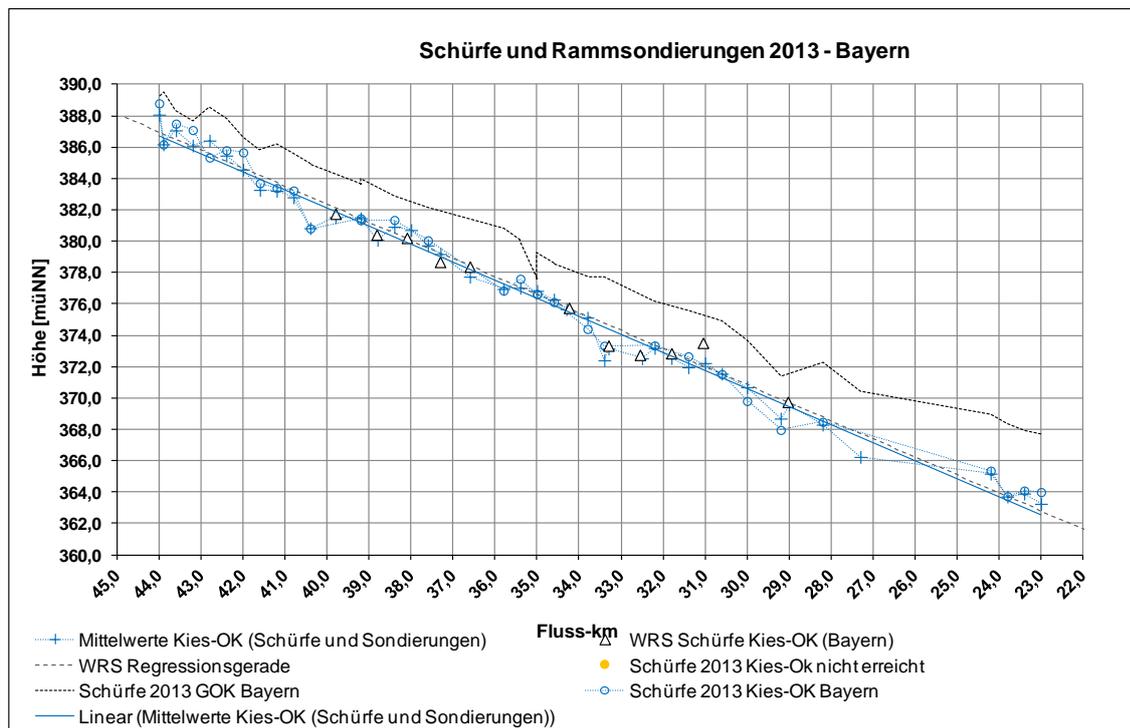


Abb. 5: Längsschnitt Verlauf Kiesoberkante im rechten Vorland (Österreich)

Weiterhin wurden folgende Annahmen getroffen:

- Beim maschinellen Einbau von Material aus den Uferbereichen (Variante C) sowie bei der natürlichen Anlandung von Material durch Seitenerosion entsteht ein Feinteilverlust von 10 Volumenprozent.
- Ausgangsbasis für die Erstellung der Kiesbilanz ist die Querprofilaufnahme vom Dezember 2010 in Verbindung mit einer durchschnittlichen Eintiefung der Sohle von 2 cm pro Jahr bis zum prognostizierten Baubeginn 2018.

### 3 Variantenbeschreibung

Nachfolgend werden die einzelnen Varianten beschrieben. Dabei werden folgende Gesichtspunkte betrachtet:

- Beschreibung der erforderlichen Baumaßnahmen;
- Vorgesehene eigendynamische Entwicklung;
- Beschreibung des prognostizierten Endzustands;
- Beschreibung maßgebender Zwischenzustände.

Da in der Nonnreiter Enge alle Varianten gleich sind, werden in den folgenden Erläuterungen lediglich die Maßnahmen im Tittmoninger Becken beschrieben, siehe Kapitel 1.3.

Da sich einige Planungselemente bei mehreren Varianten wiederfinden, sind entsprechende Textpassagen identisch oder sehr ähnlich. Teilweise wird auch auf eine entsprechende Beschreibung bei einer anderen Variante verwiesen.

### **3.1 Variante A**

#### **3.1.1 Variantenentwicklung und vorhandene Unterlagen**

Die Grundkonzeption der Variante A aus der WRS wurde beibehalten (siehe WRS, 2001a). Eine dynamische Sohlstabilität wird in erster Linie durch eine deutliche Gewässeraufweitung auf bis zu 200 m erreicht. Zudem erfolgt eine konzentrierte Energieumwandlung durch 4 Querbauwerke sowie eine entsprechende Sohlhebung.

Ein Lageplan, Längsschnitt sowie die Breitenentwicklung sind in Anlage B2 dargestellt. Nachfolgend werden die wesentlichen Entwurfselemente und Merkmale der Variante A beschrieben.

#### **3.1.2 Gewässeraufweitung und Konzept zur Laufbegrenzung**

Gemäß der Darstellung der Breitenentwicklung in Anlage B2 ist im geplanten Endzustand eine Aufweitung auf 190 bis 200 m vorgesehen. Auf Grund der Rahmenbedingungen ist eine Sohlmorphologie „alternierende Bänke“ zu erwarten (Yalin, 1992). Demzufolge wird sich eine gestreckte Linienführung einstellen.

Die Aufweitung erfolgt eigendynamisch nach maschineller Entfernung der vorhandenen Ufersicherung. Die Entfernung der Ufersicherung erfolgt jeweils auf einer Uferseite unter Berücksichtigung vorhandener Nutzungen (z.B. Bereich Kraftwerk Riedersbach, Deichsystem oberstrom von Tittmoning auf der bayerischen Seite). Ebenso wird auf die Eigentumsverhältnisse Rücksicht genommen. Soweit möglich erfolgt die Aufweitung im Bereich der ÖBf und nur wo dies nicht möglich ist im Bereich von Privatgrundstücken.

In den Bereichen, in denen die Aufweitung von einer Uferseite auf die andere Seite wechselt, wird ein ausreichend großer Übergangsbereich vorgesehen.

Das Konzept zur Laufbegrenzung entspricht den Ausführungen in Kapitel 2.3. Im Bereich der ÖBf wird ein Raumbedarf von 200 m angesetzt, im Bereich von Privatgrundstücken beträgt der Raumbedarf 50 m.

Vor den aufgelösten Sohlrampen sind ebenso wie im Übergang von Weichen Ufern zu Ufersicherungen versteckte Sicherungen anzuordnen, um im Anschluss an die Weichen Ufer unkontrollierte Erosionsvorgänge zu vermeiden.

### 3.1.3 Aufgelöste Sohlrampen

Die Konzeption der aufgelösten Sohlrampen erfolgt gemäß den Ausführungen in Kapitel 2.2. Diese ersetzen die in der WRS-Planung vorgesehenen Rollierungsstreifen (siehe Kapitel 2.1).

Bezogen auf den geplanten Endzustand ergeben sich folgende Rampenhöhen, gerechnet vom Rampenfuß bis zur Rampenkrone. Die erforderliche Überhöhung der Rampenkrone gegenüber der Sohle oberstrom wird dabei mit 0,5 m angenommen.

Tabelle 2: Aufgelöste Sohlrampen der Variante A

Bez.	Lage [Fkm]	Sohle unterstrom [m+NN]	Sohle oberstrom [m+NN]	Differenz Sohlhöhe [m]	Rampenhöhe [m]
R1	40,0	379,70	381,35	1,65	2,15
R2	35,3	374,85	375,80	0,95	1,45
R3	28,0	367,53	368,78	1,25	1,75
R4	22,6	362,33	363,00	0,67	1,17

### 3.1.4 Sohlanhebung, Ausgleichsgefälle, Kiespuffer über dem Seeton

Die prognostizierte Sohlanhebung in Folge der Aufweitung sowie der aufgelösten Sohlrampen ist im Längsschnitt in Anlage B2 eingetragen.

Das (theoretische) Ausgleichsgefälle beträgt je nach Aufweitungsgrad und Beschaffenheit des Sohlmaterials zwischen 0,7 und 0,85 ‰. Das flachere Ausgleichsgefälle mit 0,7 ‰ liegt im Übergang zur Laufener Enge (ca. Fkm 40 bis 44) vor, weil hier die Möglichkeit der Aufweitung durch die topographischen Verhältnisse begrenzt ist. Im restlichen Tittmoninger Becken (Fkm 22 bis 40) liegt bei einer Aufweitung von bis zu 200 m das Ausgleichsgefälle etwa bei 0,85 ‰.

Hinsichtlich der erforderlichen Menge des Materials, das zur Anhebung der Sohle erforderlich ist, sei auf die Beschreibung der Kiesbilanz in Kapitel 3.1.7 verwiesen.

Im Rahmen der WRS wurde eine Langzeitsimulation mit Hilfe eines Geschiebetransportmodells durchgeführt, WRS (2002a). Damit konnte zum einen das angenommene Ausgleichsgefälle bestätigt werden. Zum anderen konnte gezeigt werden, dass auch bei Annahme verschiedener Szenarien für den Geschiebeeintrag sowie der Korngröße des vorhandenen Sohlmaterials ein ausreichender Kiespuffer

über dem Seeton und damit eine ausreichende Sicherheit gegen einen Sohldurchschlag vorhanden ist (siehe Abb. 6). Als erforderlicher Kiespuffer wurde die mittlere korrespondierende Kolkentiefe bei Auftreten von alternierenden Kiesbänken nach einem Berechnungsansatz von Zarn (1997) verwendet. Lediglich zwischen Fkm 44 bis 40 existieren längere Bereiche mit nicht ausreichender Sicherheit. Hier sind Zusatzmaßnahmen erforderlich. Wir gehen davon aus, dass im Bereich zwischen Fkm 44 und 42 eine Grobkornzugabe zur Stabilisierung der Sohle zweckmäßig ist. Zwischen Fkm 42 und 40 sind voraussichtlich keine Maßnahmen erforderlich, da hier die Stützwirkung der Rampe bei Fkm 40,0 die Sohle schützt. Ein Einschneiden auf kurzer Länge wie etwa bei Fkm 30 und 29,2 wird als unkritisch betrachtet. Eintiefungen über kurze Längen bzw. Kolke haben keine wesentliche Auswirkung auf den Wasserspiegel, da dieser von unterstrom her gestützt wird. Dadurch ist die Gefahr einer rückschreitenden Erosion gering. Somit ist davon auszugehen, dass sich ein allfälliger Kolk, der auf relativ kurzer Länge in den Seeton einschneidet, mit ankommendem Geschiebe wieder verfüllen wird.

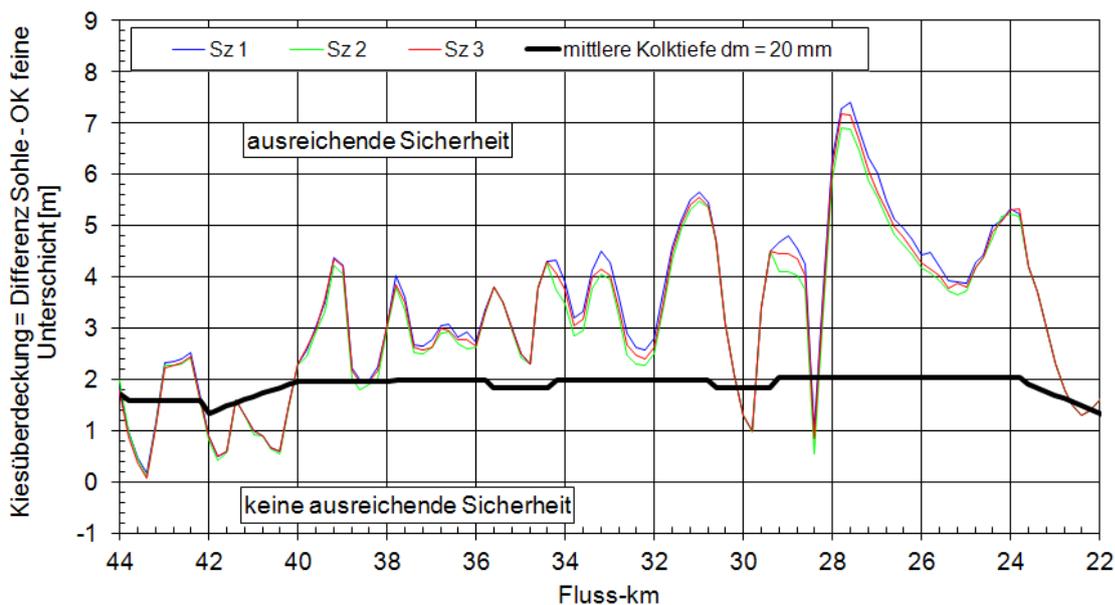


Abb. 6: Kiesüberdeckung bei Variante A (entnommen aus WRS, Fachbericht 4, überarbeitet)

### 3.1.5 Nebengewässersystem

Die vier Umgehungsarme bei den Rampen weisen eine Gesamtlänge von rund 10,1 km auf. Die mittlere Breite des bordvollen Nebenarmsystems beträgt ca. 35 m. Die Nebenarme der Variante A sind ökologisch begründet. Sie erfüllen die Funktion einer

umfassenden, möglichst unselektiven biologischen Durchgängigkeit bei den Rampenbauwerken. Weiters sind sie als kleinere bis mittlere Nebenarme der Salzach im Sinne des hydromorphologischen Leitbildes wesentliche Elemente der gewässertypischen Habitatvielfalt. Durch zusätzliche funktionelle Uferzonen wird die Wahrscheinlichkeit, den guten ökologischen Zustand gemäß EG-WRRL zu erreichen erhöht.

### **3.1.6 Soilmorphologie**

Auf Grund der Rahmenbedingungen ist eine Soilmorphologie „alternierende Bänke“ zu erwarten (Yalin, 1992).

Auf Basis der Abschätzung von Kiesbankhöhen nach Zarn (1997), Auswertungen von Querprofilmessungen an der Salzach sowie 1d-Berechnungen wurden die Kiesbankflächen bei verschiedenen Abflusszuständen in der Salzach abgeschätzt. Die beiden nachfolgenden Abbildungen zeigen in einem Ausschnitt des Tittmoninger Beckens eine Abschätzung der erwarteten Kiesbankbildung. Abgegrenzt vom blau dargestellten Wasserspiegel sind die Kiesbankflächen farbig markiert, die bei dem jeweiligen Abfluss trocken, also nicht überflutet sind. Selbstverständlich werden diese trockenen Kiesbankflächen mit zunehmendem Abfluss und Wasserstand kleiner.

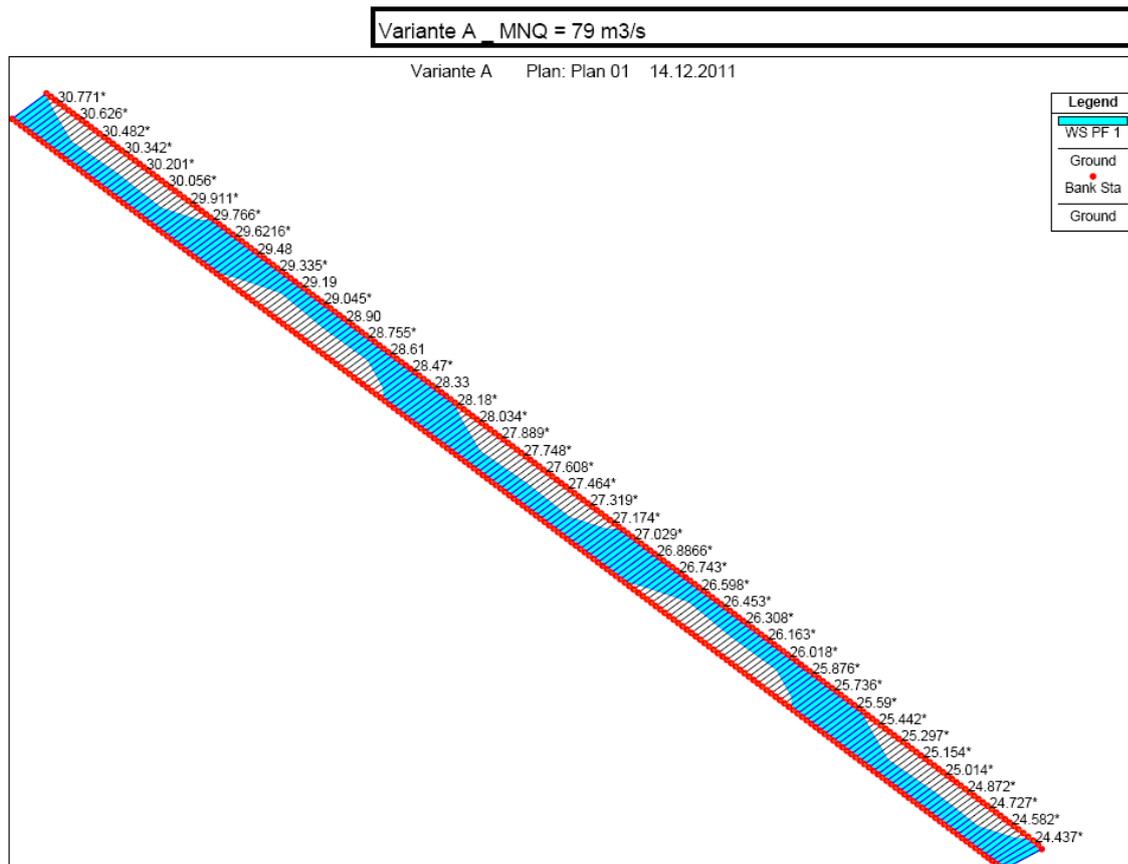


Abb. 7: Variante A, Ausschnitt im Tittmoninger Becken: Abschätzung der Kiesbankflächen bei MNQ (mittleres Niedrigwasser)

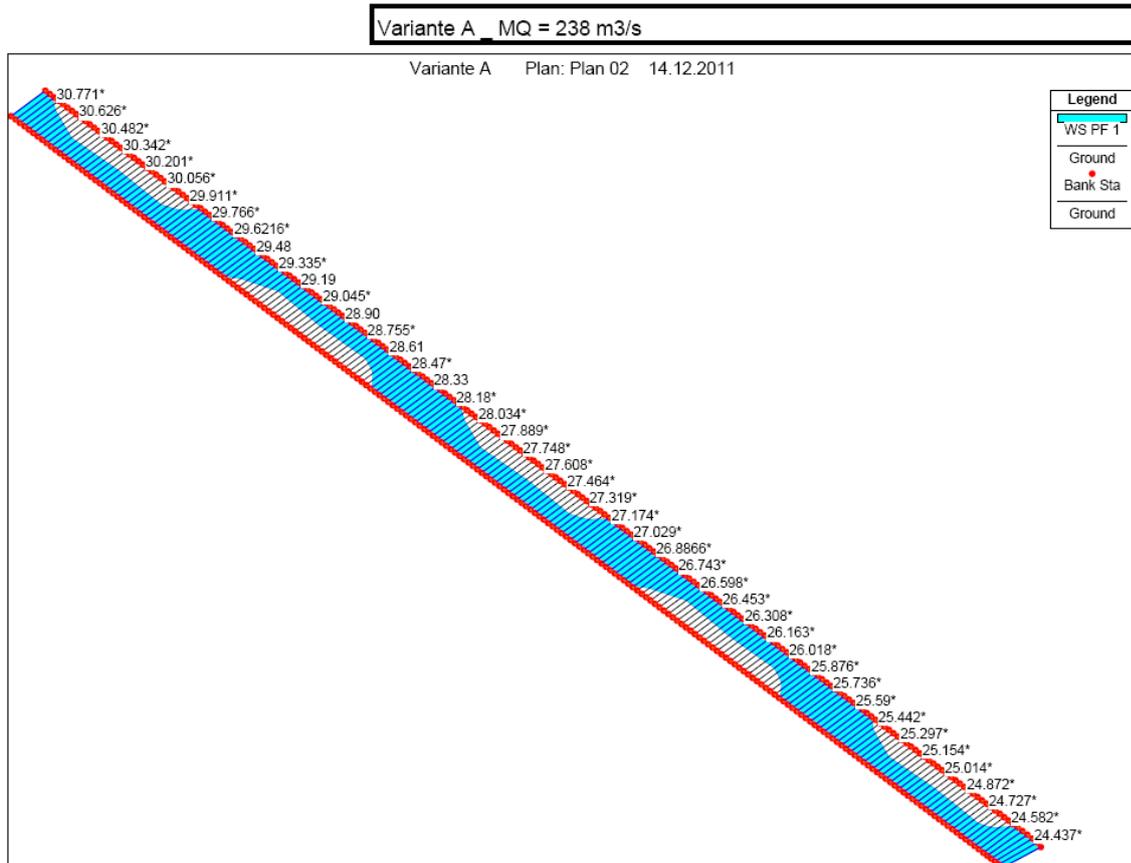


Abb. 8: Variante A, Ausschnitt im Tittmoninger Becken: Abschätzung der Kiesbankflächen bei MQ (Mittelwasser)

Die quantitativen Ergebnisse der Abschätzung der Kiesbankflächen (trockene Bereiche, über Wasser) sind in Tabelle 3 eingetragen.

Tabelle 3: Kiesbankflächen Variante A

Abfluss [m <sup>3</sup> /s]	Kiesbankfläche pro km [ha/km]	durchschnittliche Kiesbankbreite [m/km]	Kiesbankfläche gesamt [ha ]
79 (MNQ)	7,4	74	163
239 (MQ)	6,4	64	141
350	5,6	56	124
600	2,2	22	48

### 3.1.7 Kiesbilanz

Mit den in Kapitel 2.7 erläuterten Annahmen ergibt sich folgende Kiesbilanz:

Erforderliches Volumen zur Sohlanhebung		3.020.000 m <sup>3</sup>
Vorhandener Kies aus Seitenerosion	1.920.000 m <sup>3</sup>	
Erforderliches Fremdmaterial für Rampenbau	150.000 m <sup>3</sup>	
Summe	2.070.000 m <sup>3</sup>	

Erforderlicher Restkies aus Geschiebetransport Salzach 950.000 m<sup>3</sup>

### 3.1.8 Zwischenzustand

Siehe dazu die Ausführungen in Kapitel 4.

## 3.2 Variante B

### 3.2.1 Variantenentwicklung und vorhandene Unterlagen

Die Grundkonzeption der Variante B aus der WRS wurde beibehalten (siehe WRS, 2001a). Eine dynamische Sohlstabilität wird durch eine Gewässeraufweitung auf etwa 140 m in Verbindung mit einer konzentrierten Energieumwandlung und Sohlhebung durch 5 Querbauwerke erreicht.

Ein Lageplan, Längsschnitt sowie die Breitenentwicklung sind in Anlage B3 dargestellt. Nachfolgend werden die wesentlichen Entwurfselemente und Merkmale der Variante B beschrieben.

### 3.2.2 Gewässeraufweitung und Konzept zur Laufbegrenzung

Gemäß der Darstellung der Breitenentwicklung in Anlage B3 ist im geplanten Endzustand eine Aufweitung auf etwa 140 m vorgesehen. Etwa zwischen Fkm 40 bis 29 wird eine bogenförmige Linienführung angestrebt. Zwischen Fkm 44 und 40 sowie zwischen Fkm 29 und 22 ist die Salzach wie in Variante A gestreckt.

Die Aufweitung erfolgt eigendynamisch nach maschineller Entfernung der vorhandenen Ufersicherung. Die Entfernung der Ufersicherung erfolgt jeweils auf einer Uferseite unter Berücksichtigung vorhandener Nutzungen (z.B. Bereich Kraftwerk Riedersbach, Deichsystem oberstrom von Tittmoning auf der bayerischen Seite) sowie der Eigentumsverhältnisse. In den Bereichen, in denen die Aufweitung von einer Uferseite auf die andere Seite wechselt, wird ein ausreichend großer Übergangsbereich vorgesehen.

### *Fkm 40 bis 29: Bogenfolge*

Die Geometrie der Bögen basiert auf den Überlegungen der WRS sowie dem im Rahmen der WRS durchgeführten Modellversuch (WRS, 2002b). Zudem erfolgte eine Anpassung der Bögen als Konsequenz der Modifizierung der Rampenstandorte gegenüber der WRS-Planung.

Der Aufweitungsprozess erfolgt eigendynamisch in Verbindung mit Initialmaßnahmen. Dazu wird die vorhandene Ufersicherung wechselseitig im zukünftigen Prallufer entfernt. Im zukünftigen Innenufer wird die vorhandene Ufersicherung belassen. Zudem wird durch eine so genannte Vorschüttung (initiale Gleitufer) im Bereich der zukünftigen Gleitufer die Kurvenströmung und damit auch die Seitenerosion angeregt. Die Erfordernis dieser Initialmaßnahme ist Ergebnis des bereits erwähnten physikalischen Modellversuchs (WRS, 2002b) sowie zweier aufeinander aufbauenden Studien der TU München, bei der die eigendynamischen Prozesse numerisch modelliert wurden (TU München, 2004 und TU München, 2006). Eventuell müssen die initialen Gleitufer, die aus einer Schüttung mit Kiesmaterial aus den benachbarten Aufweitungsbereichen bestehen, z.B. durch ein offenes Deckwerk stabilisiert werden. Denkbar wäre auch die Anordnung von Leitbuhnen anstelle der initialen Gleitufer, diese sind aber aus gewässerökologischer Sicht ungünstiger. Die Herstellung der Vorschüttung in den zukünftigen Innenufern erfolgt mit Material aus den benachbarten zukünftigen Gleituferebereichen. Somit ist die Maßnahme insgesamt auch unmittelbar nach der Umsetzung, also noch vor Einsetzen einer Seitenerosion neutral hinsichtlich der Hochwassersituation, da der Abflussquerschnitt gegenüber dem Istzustand nicht reduziert wird.

Im Laufe der Zeit wird sich eine Seitenerosion im Pralluferebereich einstellen in Verbindung mit einer gleichzeitigen Verlandung im Innenuferbereich. Diese wird die initialen Gleitufer vollständig überdecken, ebenso wie die belassenen Ufersicherungen im Innenufer.

### *Fkm 44 bis 40 und Fkm 29 bis 22: gestreckte Linienführung*

Auf Grund der Rahmenbedingungen erfolgt in diesen Bereichen eine gestreckte Linienführung. Die Entfernung der vorhandenen Ufersicherung und damit der eigendynamischen Aufweitung erfolgt auch hier jeweils einseitig, vorzugsweise im Bereich der ÖBf.

### *Konzept zur Laufbegrenzung*

Das Konzept zur Laufbegrenzung entspricht den Ausführungen in Kapitel 2.3. Im Bereich der ÖBf wird ein Raumbedarf von 200 m angesetzt, im Bereich von Privatgrundstücken beträgt der Raumbedarf 50 m.

Vor den aufgelösten Sohlrampen sind ebenso wie im Übergang von Weichen Ufern zu Ufersicherungen versteckte Sicherungen anzuordnen, um im Anschluss an die Weichen Ufer unkontrollierte Erosionsvorgänge zu vermeiden.

### 3.2.3 Aufgelöste Sohlrampen

Wie bei Variante A erfolgt die Konzeption der aufgelösten Sohlrampen gemäß den Ausführungen in Kapitel 2.2. Während die WRS-Planung 2 Rampen und 3 Rollierungstreifen vorsah, werden gemäß Kapitel 2.1 die Rollierungstreifen durch Rampenbauwerke ersetzt. Die erforderliche Überhöhung der Rampenkronen gegenüber der Sohle oberstrom wird mit 0,5 m angenommen. Die wesentlichen Daten zu den Rampen sind in Tabelle 4 zusammengefasst.

Tabelle 4: Aufgelöste Sohlrampen der Variante B

Bez.	Lage [Fkm]	Sohle unterstrom [m+NN]	Sohle oberstrom [m+NN]	Differenz Sohlhöhe [m]	Rampenhöhe [m]
R1	39,8	378,56	380,68	2,12	2,62
R2	34,0	372,32	374,50	2,18	2,68
R3	29,9	368,75	369,58	0,83	1,33
R4	27,7	366,39	367,33	0,94	1,44
R5	22,3	361,92	362,68	0,76	1,26

### 3.2.4 Sohlhebung, Ausgleichsgefälle, Kiespuffer über dem Seeton

Die prognostizierte Sohlhebung in Folge der Aufweitung sowie der aufgelösten Sohlrampen ist im Längsschnitt in Anlage B3 eingetragen.

Das (theoretische) Ausgleichsgefälle beträgt je nach Aufweitungsgrad und Beschaffenheit des Sohlmaterials zwischen 0,7 und 0,75 ‰.

Hinsichtlich der erforderlichen Menge des Materials, das zur Anhebung der Sohle erforderlich ist, sei auf die Beschreibung der Kiesbilanz in Kapitel 3.2.7 verwiesen.

Wie bei Variante A wurde im Rahmen der WRS eine Langzeitsimulation mit Hilfe eines Geschiebetransportmodells durchgeführt (WRS, 2002a). Damit konnte zum einen das angenommene Ausgleichsgefälle bestätigt werden. Zum anderen konnte gezeigt werden, dass auch bei Annahme verschiedener Szenarien für den Geschiebeeintrag sowie der Korngröße des vorhandenen Sohlmaterials ein ausreichender Kiespuffer über dem Seeton und damit eine ausreichende Sicherheit gegen einen Sohdurchschlag vorhanden ist (siehe Abb. 9). Als erforderlicher Kiespuffer wurde die mittlere korrespondierende Kolkentiefe bei Auftreten von alternierenden Kiesbänken nach einem Berechnungsansatz von Zarn (1997) verwendet. Lediglich zwischen Fkm 44 bis 40 existieren längere Bereiche mit nicht ausreichender Sicherheit. Hier sind

Zusatzmaßnahmen erforderlich. Wir gehen davon aus, dass im Bereich zwischen Fkm 44 und 42 eine Grobkornzugabe zur Stabilisierung der Sohle zweckmäßig ist. Zwischen Fkm 42 und 40 sind voraussichtlich keine Maßnahmen erforderlich, da hier die Stützwirkung der Rampe bei Fkm 39,8 die Sohle schützt. Ein Einschneiden auf kurzer Länge wie etwa oberstrom von Fkm 38 wird als unkritisch betrachtet. Eintiefungen über kurze Längen bzw. Kolke haben keine wesentliche Auswirkung auf den Wasserspiegel, da dieser von unterstrom her gestützt wird. Dadurch ist die Gefahr einer rückschreitenden Erosion sehr gering. Somit ist davon auszugehen, dass sich ein allfälliger Kolk, der auf relativ kurzer Länge in den Seeton einschneidet, mit ankommendem Geschiebe wieder verfüllen wird.

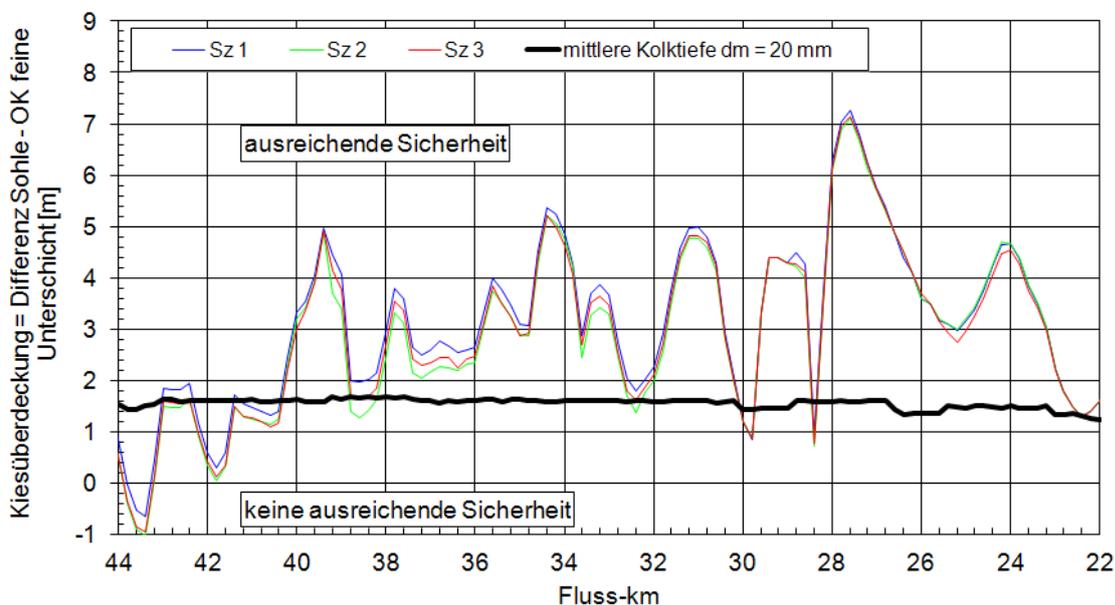


Abb. 9: Kiesüberdeckung bei Variante B (entnommen aus WRS, Fachbericht 4, überarbeitet)

### 3.2.5 Nebengewässersystem

Die acht Nebenarme der Variante B weisen eine Gesamtlänge von rund 18,2 km auf. Die mittlere Breite des bordvollen Nebenarmsystems beträgt ca. 45 m. Länge und Breite des Nebenarmsystems begründen sich in der Erfordernis funktionelle Flachuferzonen zu schaffen, welche im Hauptarm voraussichtlich nicht in ausreichendem Ausmaß entstehen werden. Diese sind für die Zielerreichung gemäß EG-WRRL erforderlich. Die fünf Umgehungsarme bei den Rampenbauwerken erfüllen die Funktion einer umfassenden, möglichst unselektiven biologischen Durchgängigkeit. Aufgrund der Dimension des Nebenarmsystems ist eine hydraulische Entlastung der

Salzach gegeben. Diese wird beim Nachweis der Sohlstabilität auf sicherer Seite nicht angerechnet. Eine temporäre Verlandung z.B. durch eine wandernde Kiesbank im Hauptfluss ist somit aus Sicht der Sohlstabilität unproblematisch.

### 3.2.6 Sohlmorphologie

Bei der Prognose der Kiesbankhöhe und der entsprechenden Kiesbankflächen werden die Bereiche mit gestreckter Linienführung und der Bogenfolge unterschieden (siehe Kapitel 3.2.2).

Für den Bereich der gestreckten Linienführung erfolgt die Abschätzung der Kiesbankhöhen und Flächen wie bei Variante A auf Basis von Zarn (1997) in Verbindung mit der Auswertung von Querprofilmessungen sowie 1d-Berechnungen. Für den Bereich der Bogenfolge wurden Aussagen zur Kiesbankhöhe aus den Ergebnissen des physikalischen Modellversuchs entnommen, der im Rahmen der WRS durchgeführt wurde (WRS, 2002b).

Die nachfolgenden Abbildungen zeigen jeweils in einem Ausschnitt des Tittmoninger Beckens eine Abschätzung der erwarteten Kiesbankbildung. Abgegrenzt vom blau dargestellten Wasserspiegel sind die Kiesbankflächen farbig markiert, die bei dem jeweiligen Abfluss trocken, also nicht überflutet sind. Selbstverständlich werden diese trockenen Kiesbankflächen mit zunehmendem Abfluss und Wasserstand kleiner. Die beiden ersten Abbildungen beziehen sich auf den Bereich der Bogenfolge, die weiteren Abbildungen auf den Bereich mit gestreckter Linienführung.

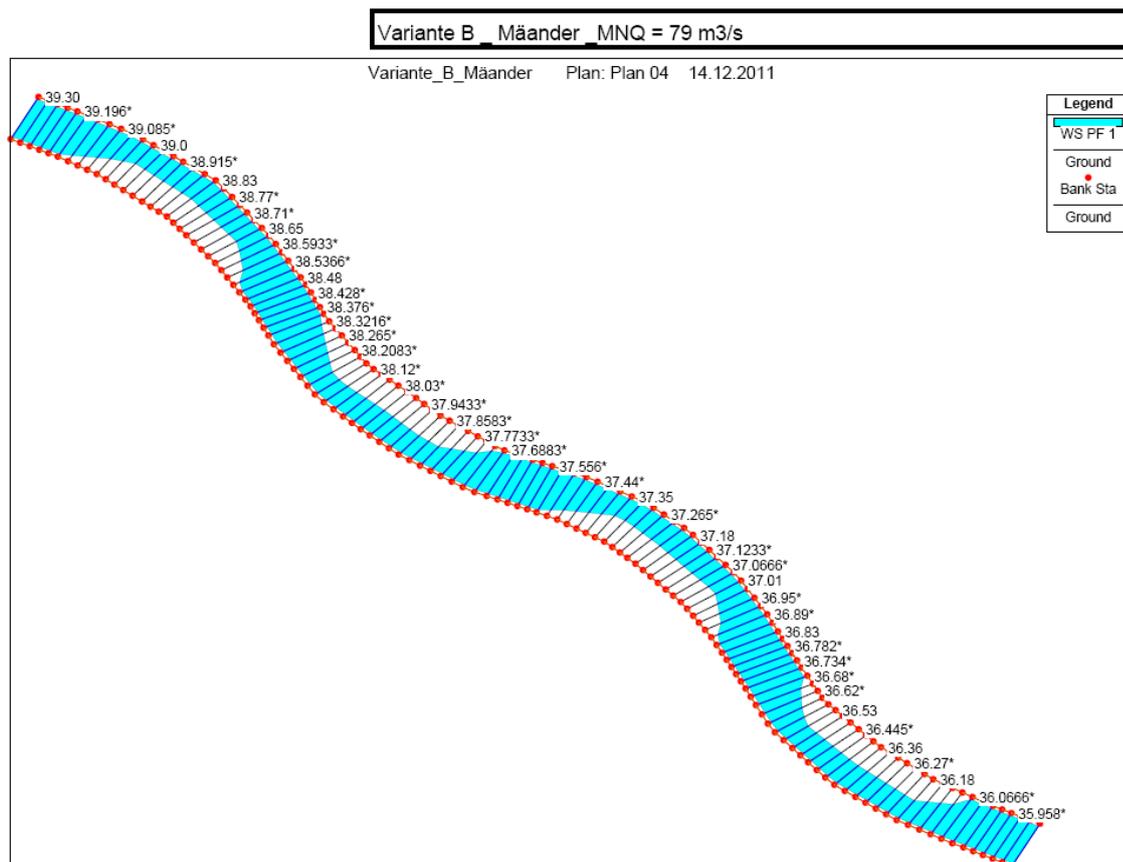


Abb. 10: Variante B, Ausschnitt im Tittmoninger Becken, Bereich mit Bogenfolge (Fkm 40 bis 29): Abschätzung der Kiesbankflächen bei MNQ (mittleres Niedrigwasser)

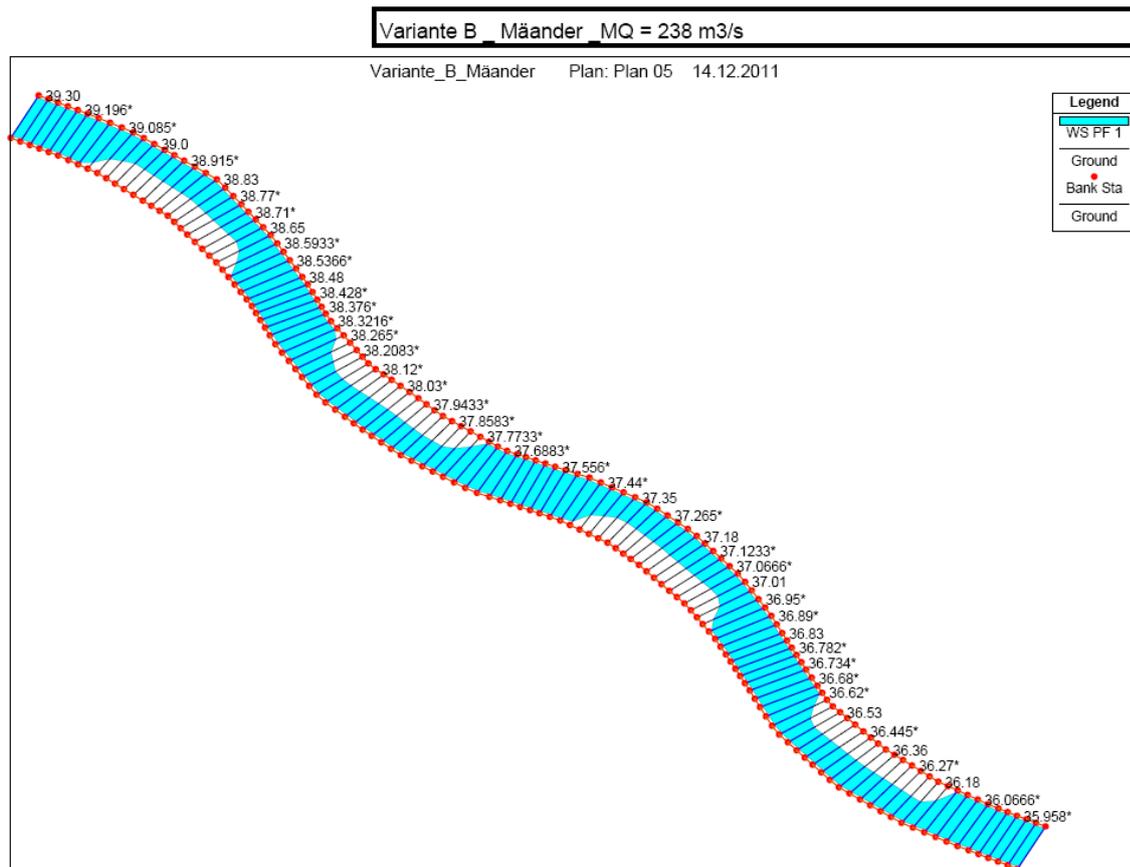


Abb. 11: Variante B, Ausschnitt im Tittmoninger Becken, Bereich mit Bogenfolge (Fkm 40 bis 29): Abschätzung der Kiesbankflächen bei MQ (Mittelwasser)

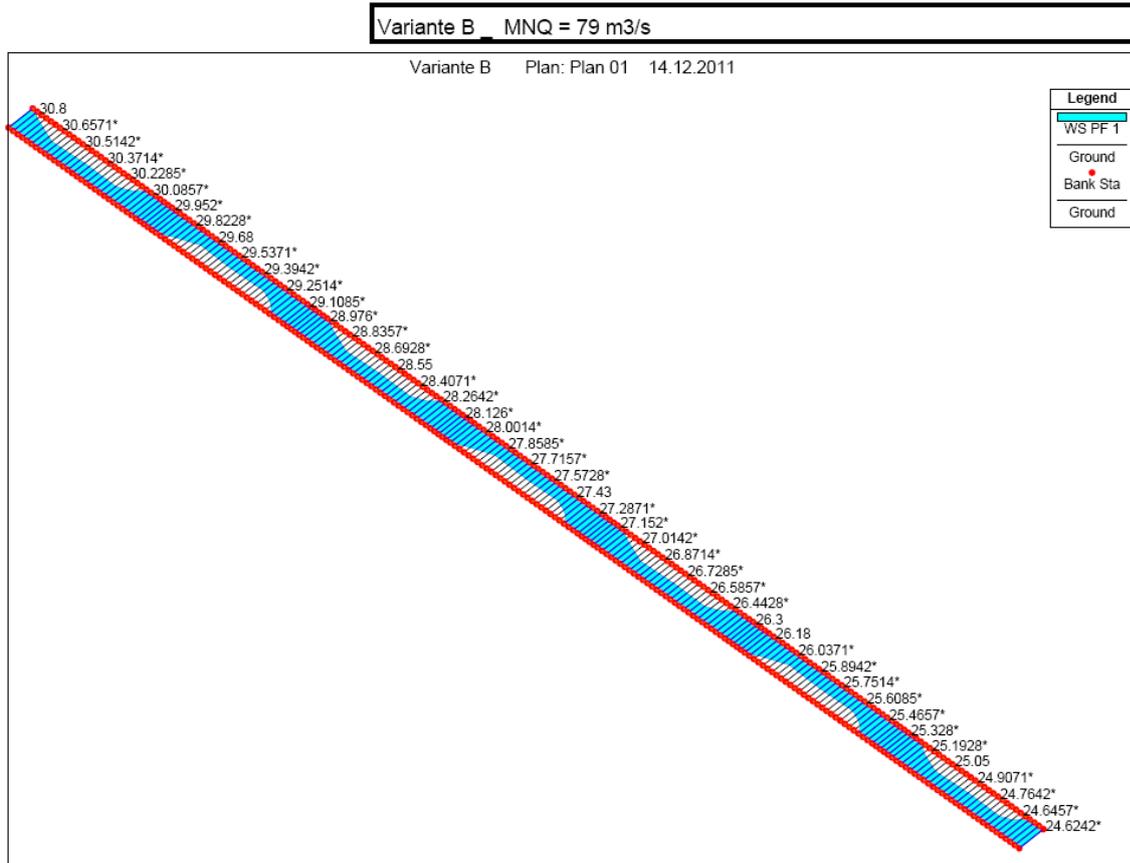


Abb. 12: Variante B, Ausschnitt im Tittmoninger Becken, Bereich mit gestreckter Linienführung: Abschätzung der Kiesbankflächen bei MNQ (mittleres Niedrigwasser)

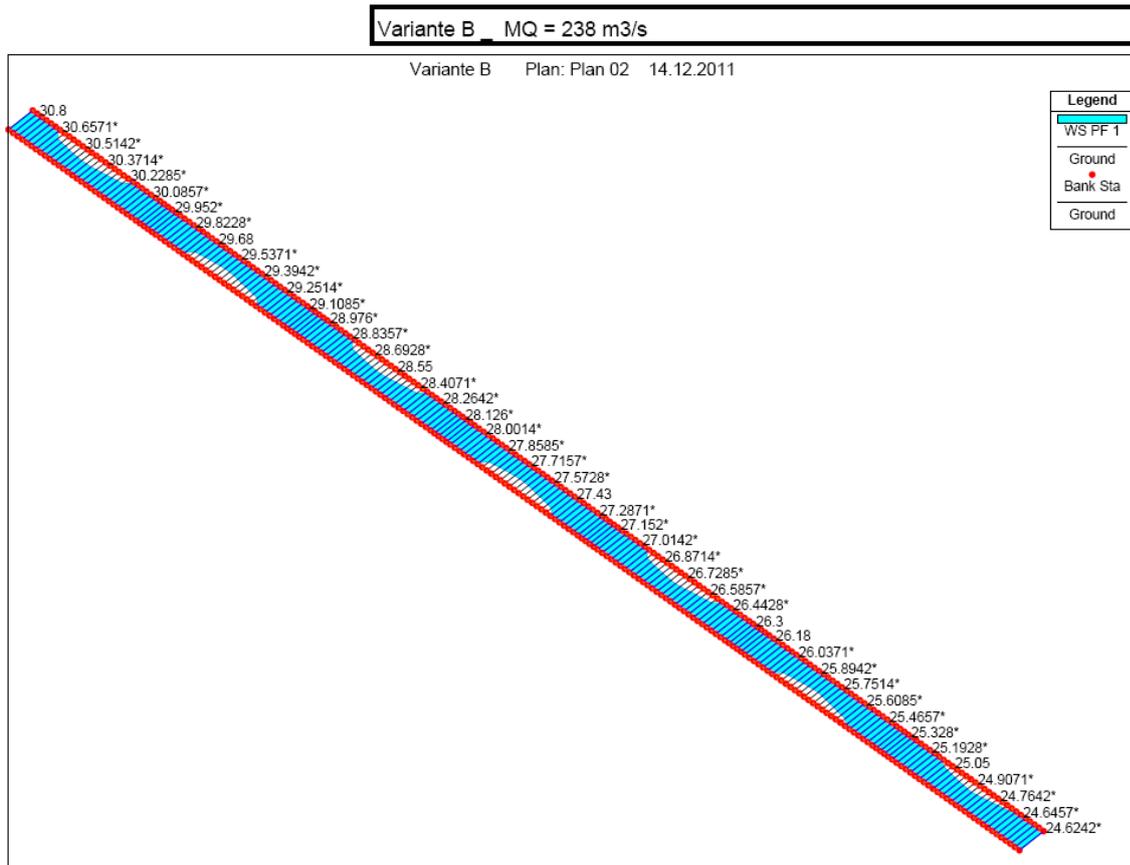


Abb. 13: Variante B, Ausschnitt im Tittmoninger Becken, Bereich mit gestreckter Linienführung: Abschätzung der Kiesbankflächen bei MNQ (mittleres Niedrigwasser)

Die quantitativen Ergebnisse der Abschätzung der Kiesbankflächen (trockene Bereiche, über Wasser) sind in den nachfolgenden Tabellen enthalten, Tabelle 5 für den Bereich der Bogenfolge, Tabelle 6 für den gestreckten Flussabschnitt. In Tabelle 7 sind die Kiesbankflächen für das gesamte Tittmoninger Becken zusammengefasst.

Tabelle 5: Kiesbankflächen Variante B, Bereich Bogenfolge, ca. 11km

Abfluss [m <sup>3</sup> /s]	Kiesbankfläche pro km [ha/km]	durchschnittliche Kiesbankbreite [m/km]	Kiesbankfläche gesamt [ha ]
79 (MNQ)	4,6	46	55,2
239 (MQ)	3,8	38	45,6
350	3,2	32	38,4
600	0,2	2	2,4

Tabelle 6: Kiesbankflächen Variante B, Bereich mit gestreckter Linienführung, ca. 11km

Abfluss [m <sup>3</sup> /s]	Kiesbankfläche pro km [ha/km]	durchschnittliche Kiesbankbreite [m/km]	Kiesbankfläche gesamt [ha ]
79 (MNQ)	4,6	46	50,6
239 (MQ)	2,1	21	23,1
350	0	0	0
600	0	0	0

Tabelle 7: Kiesbankflächen Variante B, gesamtes Tittmoninger Becken

Abfluss [m <sup>3</sup> /s]	Kiesbankfläche gesamt [ha ]
79 (MNQ)	105,5
239 (MQ)	68,7
350	38,4
600	2,4

### 3.2.7 Kiesbilanz

Mit den in Kapitel 2.7 erläuterten Annahmen ergibt sich folgende Kiesbilanz:

Erforderliches Volumen zur Sohlanhebung		2.120.000 m <sup>3</sup>
Vorhandener Kies aus Seitenerosion	1.540.000 m <sup>3</sup>	
Erforderliches Fremdmaterial für Rampenbau	200.000 m <sup>3</sup>	
Summe	1.740.000 m <sup>3</sup>	
Erforderlicher Restkies aus Geschiebetransport Salzach		380.000 m <sup>3</sup>

### 3.2.8 Zwischenzustand

Siehe dazu die Ausführungen in Kapitel 4.

## 3.3 Variante C

### 3.3.1 Variantenentwicklung und vorhandene Unterlagen

Die Variante C wurde während der Variantenuntersuchung entwickelt. Die Basis der Variantenentwicklung stellt eine von der oberösterreichischen Landesumweltanwaltschaft in Auftrag gegebene Machbarkeitsstudie dar (Mayr & Sattler, 2012). Diese wurde im Anschluss daran weiter ausgearbeitet, so dass eine Bewertung analog zu den anderen Varianten durchgeführt werden konnte. Ein wesentliches Ziel der Variante C ist es, Querbauwerke wie sie in den Varianten A, B, E1 und E2 vorgesehen sind, soweit möglich zu vermeiden.

Ein Lageplan, Längsschnitt sowie die Breitenentwicklung sind in Anlage B4 dargestellt. Nachfolgend werden die wesentlichen Entwurfselemente und Merkmale der Variante C beschrieben.

### 3.3.2 Maßnahmenkonzept

Der wesentliche Lösungsansatz zur Vermeidung von Querbauwerken ist eine deutliche Verbreiterung der Salzach - ähnlich wie bei Variante A - in Verbindung mit ständig durchflossenen Nebenarmsystemen. In der Nonnreiter Enge sowie im Bereich zwischen Fkm 44 und 40, in denen auf Grund der Topografie keine entsprechenden Gewässeraufweitungen bzw. Nebenarme möglich sind, ist die Variante C identisch mit den Varianten A und B.

Ein Teil der Gewässeraufweitung erfolgt maschinell. Dadurch wird eine sofortige Reduzierung der Sohlschubspannungen erreicht, insbesondere aber auch eine sofortige Anhebung der Sohle. Dies führt einerseits zu einer unmittelbaren Erhöhung

der Sicherheit gegen Sohlurchschlag. Andererseits ist dies erforderlich, um einen entsprechenden Abfluss in den Nebengewässerarmen in Verbindung mit einer weiteren Reduzierung der Sohl Schubspannungen zu gewährleisten.

Sogenannte Stützstellen wirken als Sohlfixpunkte. Diese gewähren eine kontrollierte Sohlentwicklung sowie eine Stützung des Wasserspiegels im Bereich der Ausleitungen in den Nebengewässerarmen.

### 3.3.3 Gewässeraufweitung und Nebenarmsysteme

#### *Gewässeraufweitung*

Zwischen Fkm 40 und 22 erfolgt die Aufweitung der Salzach fast durchgehend beidseitig. Für den prognostizierten Endzustand werden Gewässerbreiten von durchschnittlich etwa 180 m angestrebt. Eine Darstellung der Sohlbreiten im Längsschnitt ist in Anlage B4 dargestellt. Ca. 50% der Aufweitung wird maschinell hergestellt. Das gewonnene Material wird unmittelbar zur Sohl anhebung verwendet. Die weitere Aufweitung erfolgt eigendynamisch.

Eine beidseitige Uferaufweitung bedingt zwar höhere Kosten im Vergleich zu den jeweils einseitigen Aufweitungen bei den anderen Varianten. Diese werden aber bewusst zugunsten einer ökologischen Aufwertung in Kauf genommen.

#### *Nebenarmsysteme*

Insgesamt sind 7 Nebenarmsysteme mit Längen von 630 bis 1650 m geplant. 6 Nebenarme liegen auf österreichischer Seite, ein Nebenarme auf bayerischer Seite. Ein zusätzlicher Nebenarm bei Fkm 35 bis 36 auf bayerischer Seite ist konzeptionell angedacht, wurde für die entsprechenden Nachweise im 2d-Modell nicht berücksichtigt und ist auch nicht zwingend erforderlich.

Der Abflussanteil in den Nebenarmen liegt bei 25 bis 40%. Die Breiten der Nebenarme im prognostizierten Endzustand liegen zwischen 40 und 75 m. Die Breite des Hauptgerinnes im Bereich der Nebenarmsysteme liegt zwischen 160 und 185 m. Lediglich im Bereich der Brücke bei Tittmoning ist die Breite des Hauptarms auf 105 m beschränkt, hier ist aber der Nebenarm mit 75 m relativ breit. Hauptarm und Nebenarm haben gemeinsam eine Breite von bis zu 245 m.

Die Nebenarme werden bis zu etwa 2/3 der geplanten Endbreite maschinell hergestellt. Das dabei entnommene Kiesmaterial wird zur aktiven Anhebung der Salzachsohle verwendet.

Komplett maschinell hergestellt werden die Ausleitungsbereiche. Dadurch wird die entsprechende Abflussaufteilung zwischen Hauptarm und Nebengewässer gewährleistet. Es ist vorgesehen den Keil zwischen Hauptarm und Nebengewässer durch Wasserbausteine lokal zu sichern, die später eventuell ganz oder teilweise entfernt, bzw. dem kontrollierten Verfall überlassen werden können. Zudem werden die

Stützstellen im Bereich der Nebengewässerarme maschinell hergestellt, siehe Kapitel 3.3.4.

Weiters sind bei den beiden Rampenbauwerken am oberen und unteren Ende des Tittmoninger Beckens zwei Umgehungsarme mit einer bordvollen Gerinnebreite von ca. 35 m vorgesehen. Diese erfüllen analog zu Variante A die umfassende, möglichst unselektive Durchgängigkeit bei den Rampenbauwerken und sind wesentliche Elemente der gewässertypischen Habitatvielfalt als kleinere bis mittel große Nebenarme im Sinne des morphologischen Leitbilds. Diese Gerinne werden ebenso maschinell hergestellt und können abschnittsweise, im Bereich neu herzustellender Gerinneteile als schmälere, übertiefe Initialgerinne hergestellt werden.

### 3.3.4 Stützstellen

Insgesamt sind 9 sogenannte Stützstellen in zukünftigen Furtbereichen vorgesehen. Diese dienen zur lokalen Sicherung der Sohle und gewährleisten eine kontrollierte Sohlentwicklung. Die Stützstellen im Bereich der Nebenarmbereiche dienen zusätzlich zur Stützung des Wasserspiegels im Bereich der Ausleitungen in die Nebenarme und damit zur Gewährleistung der Abflussaufteilung zwischen Haupt- und Nebenarm.

Die Länge der Stützstellen beträgt zwischen 230 und 500 m. Im Bereich der Nebenarme werden die Stützstellen über den Zusammenströmungsbereich gezogen (siehe Lageplan).

Die stabilisierende Wirkung wird durch eine Grobkornzugabe bzw. durch direktes Aufbringen einer Deckschicht (je nach Bauverfahren) mit einem mittleren Korndurchmesser von etwa 60 bis 80 mm erreicht. Die Kornzusammensetzung der Deckschicht liegt damit innerhalb der an der Salzach natürlich vorkommenden Deckschichten. Es ist davon auszugehen, dass auch die gröbere Deckschicht bei größeren Hochwasserabflüssen teilweise mobilisiert wird und ein gewisser Teil des Sohlmaterials nach unterstrom ausgetragen wird. Die Sohlvergrößerung stellt aber nur eine ergänzende Maßnahme bis zum Erreichen der Endbreiten dar. Hauptmaßnahmen für die sohlstabilisierende Wirkung sind die erhöhten Gewässerbreiten in Kombination mit den Nebenarmsystemen. Die Ausbildung einer Furt mit entsprechend niedrigen Sohlbelastungen ohne regelmäßige Zugabe von Grobkorn wird angestrebt. Das Erfordernis von periodisch weiteren Zugaben von Grobkorn für ausgetragenes Material kann aber nicht ausgeschlossen werden.

Die Deckschicht wird über die Böschung in die Uferbereiche gezogen. Eine durchgehende Ufersicherung ist nicht vorgesehen. Analog zum Konzept zur Laufbegrenzung werden die Ufer durch Buhnen punktuell fixiert (siehe Kapitel 2.3). Es besteht grundsätzlich die Gefahr, dass die Salzach in nicht gesicherte Bereiche ausweicht. Um für diesen Fall rechtzeitig Gegenmaßnahmen ergreifen zu können, ist ein intensives Monitoring erforderlich.

### 3.3.5 Aktive Sohlanhebung

Ein wesentliches Planungselement der Variante C ist die aktive, maschinelle Sohlanhebung. Durch die teilweise maschinelle Aufweitung im Hauptgerinne sowie die teilweise maschinelle Herstellung der Nebengewässerarme sowie zusätzliches Fremdmaterial (siehe dazu Aussagen zur Kiesbilanz in Kapitel 3.3.10) wird die Sohle gegenüber der mittleren Sohle aus der Querprofilmessung 2010 um durchschnittlich ca. 0,85 m angehoben. Durch die dadurch erreichte Kiesüberdeckung über dem anstehenden Seeton wird zum einen eine sofortige Verbesserung der Sicherheit gegen Sohdurchschlag erreicht. Zum anderen dient dies aber auch dazu, die angestrebte Abflussaufteilung zwischen Hauptgerinne und Nebengewässerarmen zu erreichen

### 3.3.6 Konzept zur Laufbegrenzung

Das Konzept zur Laufbegrenzung entspricht den Ausführungen in Kapitel 2.3. Im Bereich der ÖBf wird ein Raumbedarf von 200 m angesetzt, im Bereich von Privatgrundstücken beträgt der Raumbedarf 50 m.

Vor den aufgelösten Sohlrampen sind ebenso wie im Übergang von Weichen Ufern zu Ufersicherungen versteckte Sicherungen anzuordnen, um im Anschluss an die Weichen Ufer unkontrollierte Erosionsvorgänge zu vermeiden.

### 3.3.7 Aufgelöste Sohlrampen

Die Planung der Variante C sieht zwei aufgelöste Sohlrampen vor. Die Konzeption der aufgelösten Sohlrampen erfolgt gemäß den Ausführungen in Kapitel 2.2. Die erforderliche Überhöhung der Rampenkronen gegenüber der Sohle oberstrom wird mit 0,5 m angenommen. Die wesentlichen Daten zu den Rampen sind in Tabelle 8 zusammengefasst.

Die Rampe R1 bei Fkm 40,2 ist erforderlich, um eine Sohlstabilität im Bereich des hoch anstehenden Seetons oberstrom von Fkm 40 zu erreichen. Die Rampe R2 bei Fkm 22,6 ist wie bei allen anderen Varianten erforderlich, um eine erforderliche Sohlhöhe im Übergang von der Nonnreiter Enge in das Tittmoninger Becken zu erhalten.

Es sei darauf hingewiesen, dass wie bei den anderen Varianten die Umsetzung der Maßnahmen von oberstrom nach unterstrom erfolgt. Es wird sich zeigen, wie die Sohle auf die mobilisierten Geschiebemengen reagiert. Unter Umständen kann dann auf die Rampe R2 verzichtet werden.

Tabelle 8: Aufgelöste Sohlrampen der Variante C

Bez.	Lage [Fkm]	Sohle unterstrom [m+NN]	Sohle oberstrom [m+NN]	Differenz Sohlhöhe [m]	Rampenhöhe [m]
R1	40,2	379,39	381,5	2,11	2,61
R2	22,6	361,79	362,70	0,73	1,23

Im Zuge der Machbarkeitsuntersuchung (Mayr & Sattler, 2012) wurden Überlegungen angestellt, so genannte Rauteppiche anstelle von Rampen einzusetzen. Diese dienen auch zur Entkoppelung von Bereichen mit und ohne Aufweitung.

Beim Rauteppich werden größere Wasserbausteine flächig und über eine größere Gerinnelänge etwa sohlgleich angeordnet. Die erhöhte Rauheit gegenüber dem herkömmlichen Sohlmaterial bedingt einen Wasserspiegelanstieg nach oberstrom. Im Rahmen der Machbarkeitsuntersuchung wurde das Prinzip des Rauteppichs im numerischen Modell unter Annahme einer gewissen rechnerischen Rauheit (Stricklerwert  $k_{St} = 14$  bis  $20 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$ ) getestet. Physikalische Modellversuche werden aktuell am Christian Doppler Labor des Instituts für Wasserwirtschaft und konstruktiven Wasserbau an der Universität für Bodenkultur Wien durchgeführt. Ergebnisse werden für Anfang 2015 erwartet. Es erscheint grundsätzlich denkbar, dass die relativ niedrige Rampe R2 durch einen Rauteppich ersetzt werden kann. Die Wirkung der vergleichsweise hohen Rampe R1 wird mit einem Rauteppich allerdings voraussichtlich nicht erreicht werden können. Vereinbarungsgemäß erfolgt die Planung der Variante C mit den Rampen R1 und R2, da die Funktionsfähigkeit des Rauteppichs erst nachgewiesen werden muss.

### 3.3.8 Sohlanhebung, Ausgleichsgefälle, Kiespuffer über dem Seeton

Die prognostizierte Sohlanhebung in Folge der Aufweitung, der Nebengewässerarme sowie der aufgelösten Sohlrampen ist im Längsschnitt in Anlage B4 eingetragen.

Das durchschnittliche Ausgleichsgefälle der mittleren Sohle zwischen den beiden Rampen beträgt ca. 0,95 ‰ und ist damit im Mittel 0,1 ‰ steiler als bei Variante A.

Für die Variante C wurden nicht wie für die beiden Varianten A und B Langzeitsimulationen mit einem Geschiebetransportmodell durchgeführt.

Analogieschlüsse von Variante A zu Variante C lassen aber die Schlussfolgerung zu, dass das im Mittel um 0,1 ‰ erhöhte Ausgleichsgefälle gegenüber Variante A durch die erhöhte Gesamtbreite im Nebenarmbereich sowie die Wirkung der Nebenarme selbst erreicht wird. Bei etwa gleicher Breite des Hauptgerinnes wie bei Variante A

stellt sich in den Nebengewässerbereichen insbesondere durch die größere Gesamtbreite folglich ein steileres Gefälle ein. Voraussetzung dafür ist aber, dass die Gewässerbreite auch angenommen wird und der Abfluss nicht durch Rinnenbildung auf eine reduzierte Breite mit den entsprechenden Folgen für die Sohlbelastung eingeschränkt wird. Hier sei auf die Variantenbewertung in der Nutzwert- und Wirkungsanalyse verwiesen. Im Zuge der Machbarkeitsuntersuchung wurden Ergebnisse eines 2d-Modells hinsichtlich der Schubspannungen und Geschiebetransportkapazitäten ausgewertet. Im Vergleich von Planzustand zu Istzustand konnte gezeigt werden, dass in Folge der geplanten Maßnahmen die Schubspannungen und insbesondere die Transportkapazitäten gegenüber dem Istzustand deutlich abnehmen. In Abb. 14 und Abb. 15 werden exemplarisch ein Vergleich der Sohl Schubspannungen sowie der spezifischen Geschiebetransportkapazität zwischen Ist- und Planzustand dargestellt.

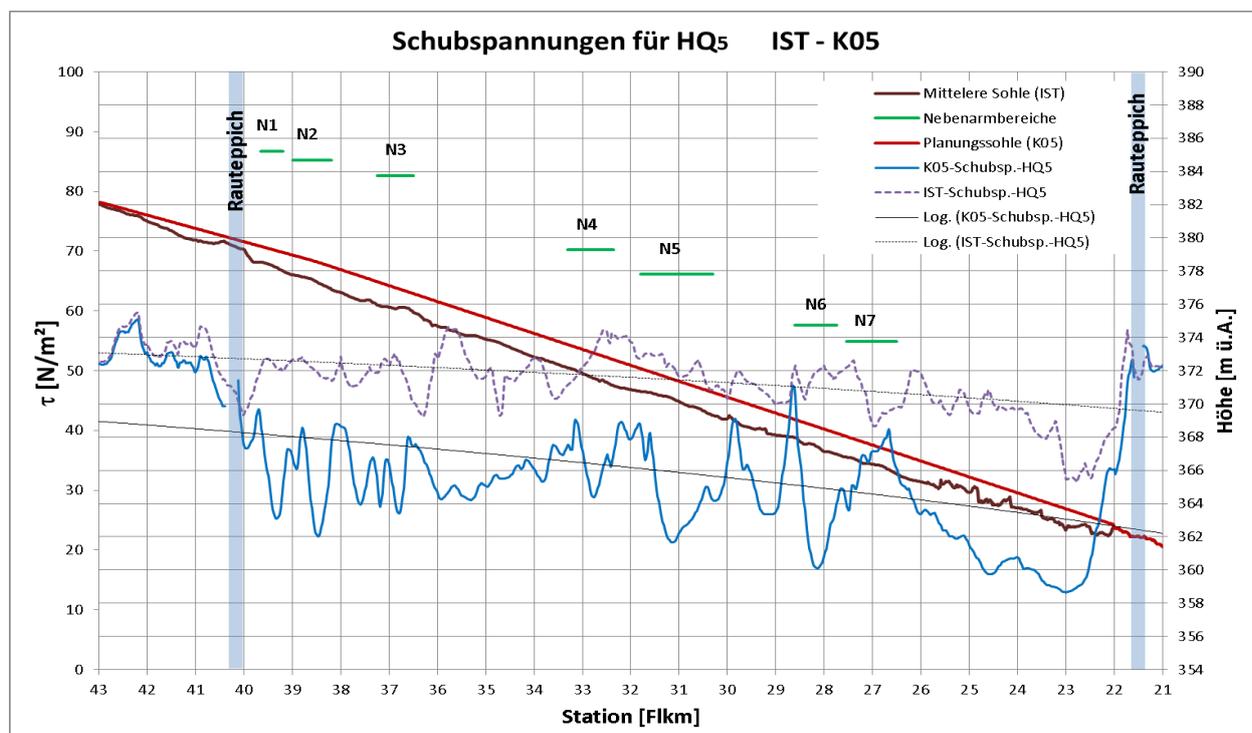


Abb. 14: Sohl Schubspannungen – Vergleich Ist- und Planzustand bei HQ<sub>5</sub> (aus Mayr & Sattler, 2012)

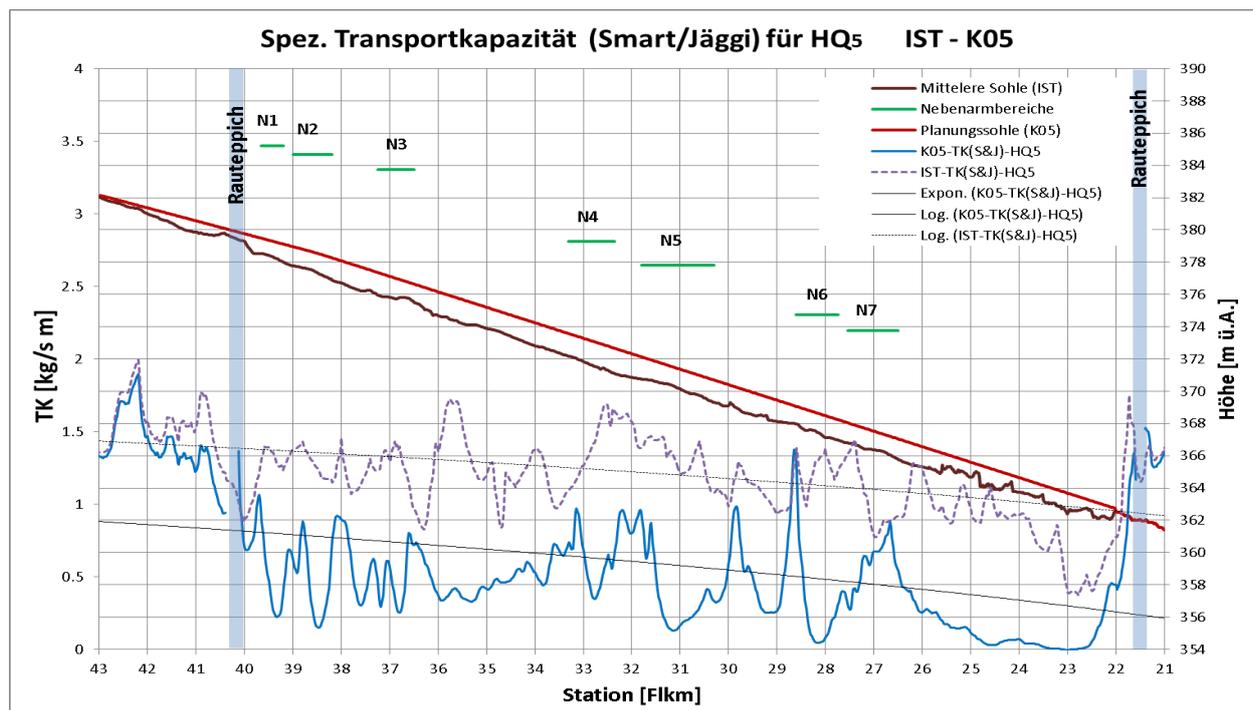


Abb. 15: Spezifische Transportkapazität – Vergleich Ist- und Planzustand bei HQ<sub>5</sub>  
(aus Mayr & Sattler, 2012)

Die Abb. 16 zeigt die Kiesüberdeckung der Plansohle über dem anstehenden Seeton. Als erforderlicher Kiespuffer wird die mittlere korrespondierende Kolkentiefe bei Auftreten von alternierenden Kiesbänken nach einem Berechnungsansatz von Zarn (1997) verwendet. Insgesamt lässt dies dieselben Schlussfolgerungen wie bei den anderen Varianten zu: Lediglich zwischen Fkm 44 bis 40 existieren längere Bereiche mit nicht ausreichender Sicherheit. Hier sind Zusatzmaßnahmen erforderlich. Wir gehen davon aus, dass im Bereich zwischen Fkm 44 und 42 eine Grobkornzugabe zur Stabilisierung der Sohle zweckmäßig ist. Zwischen Fkm 42 und 40 sind voraussichtlich keine Maßnahmen erforderlich, da hier die Stützwirkung der Rampe bei Fkm 40,2 die Sohle schützt. Ein Einschneiden auf kurzer Länge wie etwa bei Fkm 30 wird als unkritisch betrachtet. Eintiefungen über kurze Längen bzw. Kolke haben keine wesentliche Auswirkung auf den Wasserspiegel, da dieser von unterstrom her gestützt wird. Dadurch ist die Gefahr einer rückschreitenden Erosion sehr gering. Somit ist davon auszugehen, dass sich ein allfälliger Kolk, der auf relativ kurzer Länge in den Seeton einschneidet, mit ankommendem Geschiebe wieder verfüllen wird.

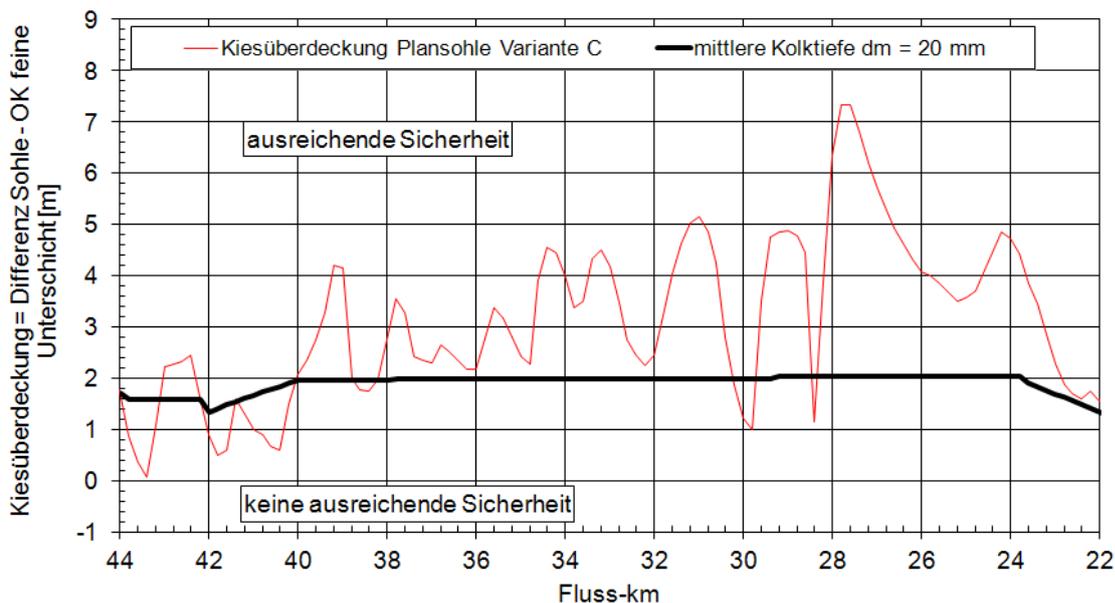


Abb. 16: Kiesüberdeckung bei Variante C

Hinsichtlich der erforderlichen Menge des Materials, das zur Anhebung der Sohle erforderlich ist, sei auf die Erläuterungen zur Kiesbilanz in Kapitel 3.3.10 verwiesen.

### 3.3.9 Sohlmorphologie

Infolge der deutlichen Aufweitungen im Hauptgerinne und die zusätzlichen Nebengewässerarme ist ein dynamisches System in Anlehnung an ein verzweigtes Gewässersystem zu erwarten. Einschränkend müssen aber folgende Gesichtspunkte erwähnt werden:

- Ein verzweigtes Gewässersystem lebt von einem hohen Geschiebetransport, tendenziell von einem Geschiebeüberschuss. Angestrebt wird ein System im Gleichgewicht. Über einen längeren Zeitraum betrachtet entspricht der Geschiebeeintrag somit etwa dem Geschiebeaustrag.
- Ein furkierendes Flusssystem lebt von dauernden Veränderungen, Verlegung vorhandener Teilgerinne mit Kies und Schaffung neuer Strukturen. In dem vorliegenden Konzept werden die Nebenarmsysteme so konzipiert, dass die Einlaufbereiche und die Nebenarme selbst nach Möglichkeit nicht verlanden und im Sinne der Entlastung des Hauptgerinnes dauerhaft funktionieren.

Insgesamt ist eine quantitative Prognose der Kiesbankflächen sehr schwierig. Auf Grund der ähnlichen geplanten Breite des Hauptgerinnes wie bei Variante A können die abgeschätzten Kiesbankflächen von Variante A übernommen werden (siehe Kapitel 3.1.6, insbesondere Tabelle 3).

### 3.3.10 Kiesbilanz

Da bei Variante C im Abschnitt zwischen Fkm 40 und 22 die Sohlanhebung aktiv erfolgt, wird zusätzlich zum geplanten Endzustand eine Kiesbilanz für diesen Umsetzungsschritt berechnet.

#### *Umsetzungsschritt*

Gegenüber der mittleren Sohlhöhe als Ergebnis der Querprofilvermessung von 2010 ist eine Sohlanhebung von etwa 0,85 m vorgesehen. Bei der nachfolgenden Kiesbilanz für den Umsetzungsschritt wird nur der Bereich zwischen Fkm 40 und 22 betrachtet, da die aktive Sohlanhebung nur in diesem Abschnitt erfolgt.

Erforderliches Volumen zur Sohlanhebung		1.950.000 m <sup>3</sup>
Vorhandener Kies aus Aufweitung		
Hauptgerinne	950.000 m <sup>3</sup>	
Kies aus Herstellung Nebenarme	370.000 m <sup>3</sup>	
Fremdmaterial Stützstellen	130.000 m <sup>3</sup>	
<b>Summe</b>	<b>1.450.000 m<sup>3</sup></b>	
Differenz = erforderliches Zusatzmaterial		500.000 m <sup>3</sup>

Somit ist ein Zukauf von ca. 500.000 m<sup>3</sup> Kies erforderlich.

Die zu entsorgende Feinsandmenge beträgt ca. 3,3 Mio m<sup>3</sup>.

#### *Endzustand*

Es wird davon ausgegangen, dass die zwischen Fkm 40 und 22 mit dem Umsetzungsschritt angehobene Sohle etwa der Sohlhöhe im Endzustand entspricht. Die nachfolgende Kiesbilanz bezieht sich auf den Bereich oberstrom der Rampe bei Fkm 40,2.

Erforderliches Volumen zur Sohlanhebung		920.000 m <sup>3</sup>
Vorhandener Kies aus Seitenerosion	400.000 m <sup>3</sup>	
<b>Erforderlicher Restkies aus Geschiebetransport Salzach</b>		<b>520.000 m<sup>3</sup></b>

Aus dem weiteren Verlauf der Salzach (Fkm 40,2 bis Fkm 22) stehen aus der eigendynamischen Seitenerosion ca. 700.000 m<sup>3</sup> Kies zur Verfügung, die nicht unmittelbar für eine weitere Sohlanhebung benötigt werden und zur Stabilität der Salzachsohle beitragen.

### 3.3.11 Zwischenzustand

Siehe dazu die Ausführungen in Kapitel 4.

### 3.3.12 Hochwassersituation

Grundsätzlich gilt wie bei den anderen Varianten auch, dass die Variante C keine negativen Auswirkungen auf die Hochwassersituation von Siedlungen und Infrastruktureinrichtungen hat. Es sei jedoch angemerkt, dass bei Variante C ein Nebengewässerarm im Bereich Tittmoning durch ein neu zu errichtendes Brückenfeld geführt wird. Einerseits entstehen dadurch Mehrkosten für die Variante C durch den Brückenbau (ca. 1 Mio €, siehe Kostenschätzung in Teil E, Anlage E3.3). Andererseits könnte dies zu einer Verbesserung der Hochwassersituation im Bereich Tittmoning Wasservorstadt führen. Allerdings ist dabei zu beachten, dass eine Reduzierung des Wasserspiegels bei Hochwasser auch eine veränderte Überströmungssituation des überströmbar ausgebildeten Deichs in der Ettenau mit sich bringt. Dieser wird derzeit etwa bei einem 20 bis 30-jährlichen Hochwasserereignis planmäßig überströmt. Der dadurch aktivierte Retentionsraum in der Ettenau geht mit einer Reduzierung des Scheitelabflusses für die Unterlieger einher. In den weiteren Planungsschritten muss dies näher untersucht werden.

## 3.4 Variante E1 (GKW)

Ein Lageplan, Längsschnitt sowie die Breitenentwicklung sind in Anlage B5 dargestellt. Nachfolgend werden die wesentlichen Entwurfselemente und Merkmale der Variante E1 beschrieben.

### 3.4.1 Variantenentwicklung und vorhandene Unterlagen

Die Variante E1 wurde von der Grenzkraftwerke GmbH entwickelt. Aus der dazu durchgeführten Machbarkeitsuntersuchung stehen folgende Unterlagen zur Verfügung:

- Grenzkraftwerke GmbH: Zusammenfassender technischer Bericht, 2009.
- Pöyry Energy GmbH: Machbarkeitsstudie energiewirtschaftliche Nutzung Tittmoninger Becken, 2010.
- Universität Innsbruck: Bericht zu hydraulischen Modellversuch, 2009.
- Universität Innsbruck: Einschätzung der gewässerökologischen Funktionsfähigkeit der Fließgewässerkraftwerke im Tittmoninger Becken, 2010.
- SKI GmbH + Co.KG: Auswirkungen auf die Hochwasserabflussverhältnisse, 2009.
- Hunziker, Zarn & Partner, SKI GmbH + Co.KG: Geschiebehaushaltsstudie, 2009.

Im Anschluss an den Bewertungsdurchgang 1 wurde von den GKW ein Bericht zur Optimierung der Variante E1 übergeben (GKW, 2013).

Zudem wurden Fragen der Projektgruppe beantwortet:

- Grenzkraftwerke, September 2011: Zusätzliche Informationen zur Variante GWK.
- Grenzkraftwerke, September 2011: Variante GWK – Beantwortung der Fragen zum Thema Ökologie.

### **3.4.2 Konzept zum Erreichen einer dynamischen Sohlstabilisierung**

Die Variante E1 basiert auf der Variante B. Eine dynamische Sohlstabilität wird durch eine Gewässeraufweitung auf etwa 140 m in Verbindung mit einer konzentrierten Energieumwandlung durch 4 Querbauwerke erreicht. Gegenüber Variante B werden die Sohlrampen R3 und R4 zu einem Querbauwerk zusammengefasst.

### **3.4.3 Gewässeraufweitung und Konzept zur Laufbegrenzung**

Die Gewässeraufweitung und das Konzept zur Laufbegrenzung entsprechen der Variante B.

### **3.4.4 Aufgelöste Sohlrampen**

Lediglich das Querbauwerk im Übergang zur Nonnreiter Enge wird als aufgelöste Sohlrampe gemäß Kapitel 2.2 ausgeführt. Diese Rampe entspricht der Sohlrampe R5 der Variante B.

### **3.4.5 Sohlanhebung, Ausgleichsgefälle, Kiespuffer über dem Seeton**

Sohlانhebung, Ausgleichsgefälle und der Kiespuffer über dem Seeton im prognostizierten Endzustand entsprechen Variante B (siehe Kapitel 3.2.4).

### **3.4.6 Konzept der Fließgewässerkraftwerke**

Die nachfolgenden Beschreibungen der einzelnen Teile der Fließgewässerkraftwerke sind den vorhandenen Berichten der GWK entnommen.

#### *Prinzip Fließgewässerkraftwerk*

Das so genannte Fließgewässerkraftwerk (FGKW) übernimmt im Wesentlichen folgende Aufgaben:

- Sohlstabilisierung: die Funktion entspricht den Querbauwerken der Variante B;
- Hochwasserabfuhr;
- ökologische Durchgängigkeit;
- Bootspassierbarkeit;
- Erzeugung elektrischer Energie.

In Abb. 17 ist das Prinzip des Fließgewässerkraftwerks schematisch dargestellt. Folgende Hauptelemente sind vorgesehen:

- Überströmtes Kraftwerk: Energieerzeugung, Hochwasserabfuhr, Wasserstandsregelung;
- Geschiebekanäle: Sedimentabfuhr aus dem Kraftwerksbereich;
- Universalöffnung 1, gesteuert mit Schlauchwehr: Hochwasserabfuhr, Wasserstandsregelung; Sedimentabfuhr;
- Universalöffnung 2, Bootsgasse, gesteuert mit 2 hintereinander liegenden Schlauchwehren: Bootspassierbarkeit, ökologische Durchgängigkeit, Hochwasserabfuhr;
- Aufgelöste Sohlrampe: ökologische Durchgängigkeit, Anlandung von Geschiebe.

### *Krafthaus und Maschinenlösung*

Nach Vergleich verschiedener Turbinentypen wurden so genannte Kompaktturbinen (Bautyp Hydromatrix) ausgewählt. Das Schluckvermögen einer Turbine beträgt ca.  $11,5 \text{ m}^3/\text{s}$ . Bei einem gewählten Ausbauabfluss von ca.  $230 \text{ m}^3/\text{s}$  sind 20 Kompaktturbinen erforderlich. Die Durchflussregulierung erfolgt durch Zu- bzw. Abschalten einzelner Turbinen. Die 20 Turbineneinheiten werden jeweils in Fünfer-Blöcken mit dazwischen liegenden Geschiebekanälen angeordnet.

### *Rampenkonzept*

In Anlehnung an die Ausbildung der aufgelösten Sohlrampen dienen die Rampenbereiche in Verbindung mit den beiden Universalöffnungen zur Hochwasserabfuhr, der ökologischen Durchgängigkeit sowie der Bootspassierbarkeit. Die Steuerung erfolgt durch wassergefüllte Schlauchwehre. Weitere Details zur Steuerung bzw. auch zur Funktionsweise der ökologischen Durchgängigkeit bei verschiedenen Abflusszuständen sind den Ausführungen in Grenzkraftwerke, 2010 zu entnehmen.

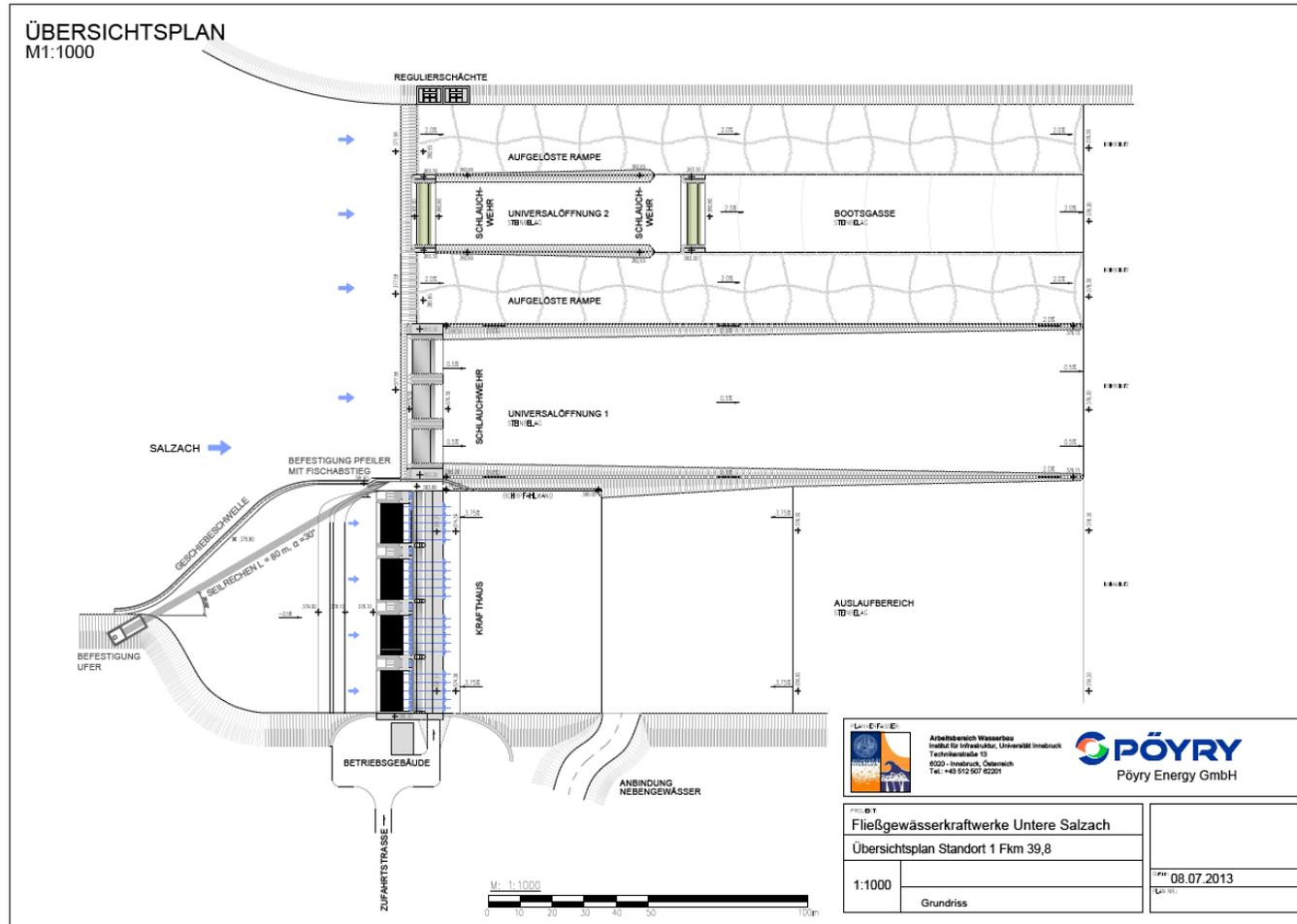


Abb. 17: Lageplan Fließgewässerkraftwerk (Quelle Uni Innsbruck)

### *Fischschutz*

Als Ergebnis der Variantenoptimierung im Anschluss an den Bewertungsdurchgang 1 wurde das Fischschutzkonzept angepasst. Gemäß Grenzkraftwerke, 2013 wurde an der Universität Innsbruck mit Hilfe von physikalischen Modellversuchen ein sogenannter Seilrechen entwickelt.

Dieser besteht aus horizontal gespannten Seilen mit einem lichten Seilabstand von 30 mm. Bei Abflüssen, bei denen Energie erzeugt wird, ist der Seilrechen gestellt bzw. die Seile gespannt. Bei höheren Abflüssen, bei denen die Turbinen verschlossen sind und somit kein Fischschutz erforderlich ist, werden die Seile entspannt und der gesamte Querschnitt wird für den ankommenden Abfluss, Geschiebe und Treibzeug freigegeben. Durch teilweises oder vollständiges Entspannen und Ablegen der Seile wird die Rechenfläche von Schwemmzeug befreit.

Mit Hilfe der durchgeführten Modellversuche konnte gezeigt werden, dass die Bewegungen der Seile unter Wasser sehr gering sind und somit dadurch keine erhöhten Seilabstände zu erwarten sind. Zudem konnte gezeigt werden, dass bei Laub- und Asteintrag während der Betriebsstellung, der Seilrechen durch Ablegen und Wiederanspannen der Seile von Schwemmgut befreit werden kann.

Abb. 18 zeigt die Anordnung des Seilrechens im Lageplan.

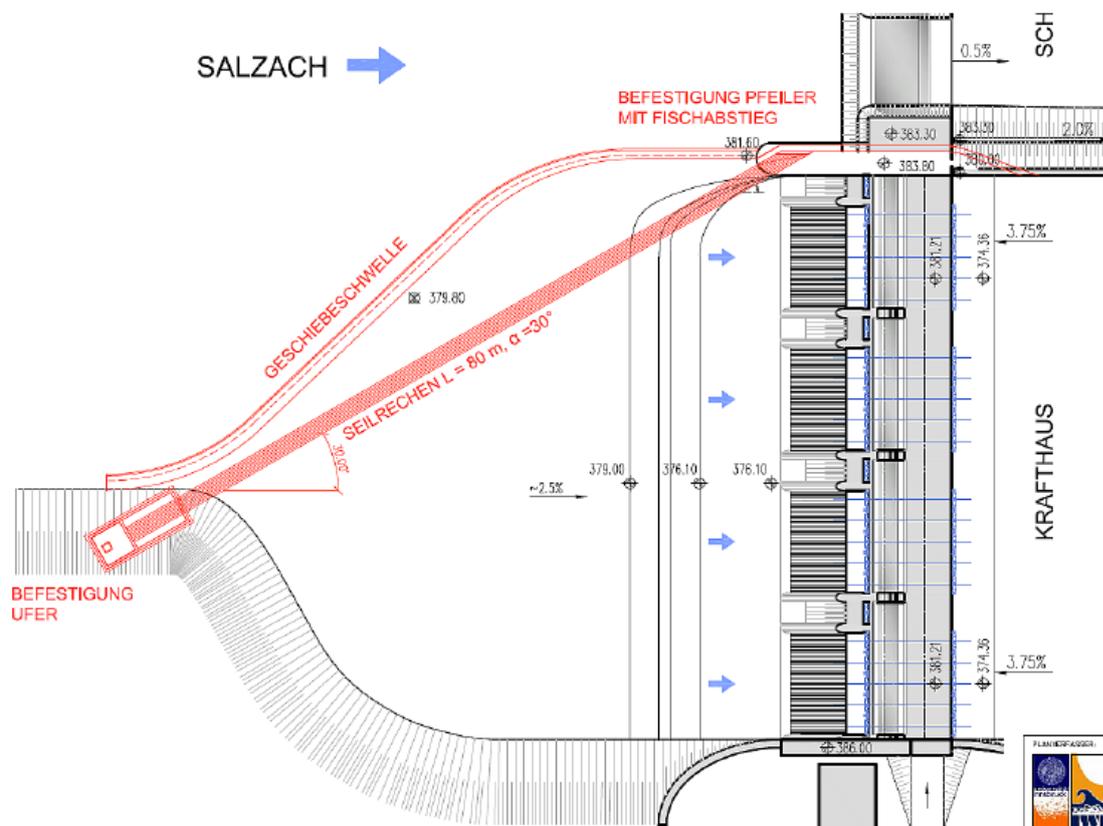


Abb. 18: Anordnung Seilrechen (aus Variante GKW – Beantwortung der Fragen zum Thema Ökologie, Juli 2013)

Weitere Ausführungen zum Seilrechen sind Grenzkraftwerke, 2013 zu entnehmen.

#### Standorte der Fließgewässerkraftwerke

Die beiden oberstromigen Standorte der Fließgewässerkraftwerke liegen bei Fkm 39,8 bzw. 34,0 und entsprechen damit den jeweiligen Rampenstandorten der Variante B. Das 3. Fließgewässerkraftwerk ist bei Fkm 29,1 angeordnet und ersetzt die Rampen R3 und R4 der Variante B (Fkm 29,9 und 27,7).

Die Krafthäuser sind bei allen drei Standorten im zukünftigen Außenufer angeordnet.

### Wasserstands-Abfluss-Beziehungen

In Abb. 19 sind die vorgesehenen Wasserstands-Abfluss-Beziehungen für die drei Fließgewässerkraftwerke dargestellt. Für die Standorte bei Fkm 39,8 und 34,0 sind zum Vergleich die W-Q-Beziehungen an den Sohlrampen der Variante B eingetragen. Gemäß Grenzkraftwerke, 2013 wird damit folgenden Gesichtspunkten Rechnung getragen:

- Gewährleistung der sohlmorphologischen Entwicklung analog zu Variante B (bei geschiefbeführenden Abflüssen ab  $600 \text{ m}^3/\text{s}$  entsprechen die W-Q-Beziehungen der Variante B).
- Gewährleistung einer ausreichenden Fallhöhe mit möglichst geringer Spreizung als wesentliche Basis für die Energieerzeugung.
- Sichere Hochwasserabfuhr.
- Erhaltung der Dynamik des Gewässers sowie des Nebengewässersystems und des Grundwassers im Auengebiet.
- Ausreichende Dotierung von Nebenarmen und der Rampe.
- Wasserspiegeldynamik im Oberwasser des FGKW entsprechend der natürlichen Dynamik auf einem höheren Wasserspiegelniveau.

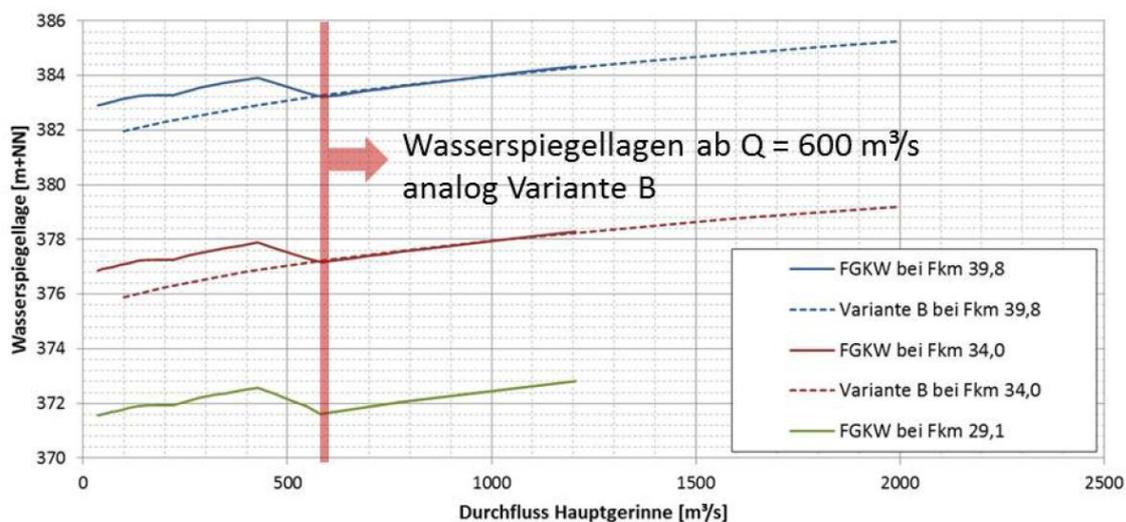


Abb. 19: Wasserstands-Abfluss-Beziehungen der Fließgewässerkraftwerke (aus Grenzkraftwerke, 2013)

### *Uferhöhen*

Auf Grund der fortgeschrittenen Eintiefung der Salzach sind bei den beiden Standorten bei Fkm 39,8 und 34,0 keine uferbegleitenden Geländeanpassungen bzw. Stauhaltungsdämme erforderlich.

Für den Standort des FGKW bei Fkm 29,1 sind beidseitig Uferanpassungen erforderlich:

- Auf der österreichischen Seite auf einer Länge von ca. 800 m bis zu einer Höhe von maximal 0,60 m.
- Auf der bayerischen Seite auf einer Länge von ca. 500 m bis zu einer Höhe von maximal 0,70 m.

### *Geschiebesituation*

Hier werden zum einen die lokale Situation am Kraftwerk und zum anderen die übergeordnete Geschiebesituation betrachtet.

Auf Grund der Anordnung des Krafthauses im Außenufer in Verbindung mit der Optimierung des FGKW ist davon auszugehen, dass am FGKW ankommendes Geschiebe durch die Geschiebeleitschwelle zur Universalöffnung geleitet und dort nach unterstrom transportiert wird. Der Anteil des Geschiebes, der trotzdem den Nahbereich des Krafthauses erreicht, gelangt über die Geschiebeauslässe nach unterstrom. Auf Grund der hohen Transportkapazität am Querbauwerk kann davon ausgegangen werden, dass jegliches Geschiebe, das bis zum Querbauwerk transportiert wird, auch durch dieses hindurch transportiert werden kann. Die Gefahr der Verlegung des Kraftwerkseinlaufs mit Geschiebe ist als gering einzustufen.

Die übergeordnete Geschiebesituation stellt sich analog zu Variante B dar. Die Steuerung der Querbauwerke bewirkt, dass bei geschiebeführenden Abflüssen die W-Q-Beziehung an den entsprechenden Sohlrampen der Variante B nachgefahren wird (siehe W-Q-Beziehungen in Abb. 19) und dass sich die Flusssohle wie bei Variante B entwickeln wird.

### *Steuerungsmöglichkeit FGKW*

Durch die Steuerungsmöglichkeiten am FGKW kann bei Hochwasserabflüssen der Wasserspiegel am Fließgewässerkraft nach Angaben der GWK um bis zu 0,5 m abgesenkt bzw. um 1,5 m angehoben werden. Dadurch kann relativ einfach auf die tatsächlichen Sohlentwicklungen reagiert werden. Ebenso kann die eigendynamische Seitenerosion in positiver Art und Weise beeinflusst werden (siehe dazu das Kriterium 1.3 in der Nutzwert- und der Wirkungsanalyse).

### 3.4.7 Nebengewässer

Die acht Nebenarme der Variante E1 weisen wie bei Variante B eine Gesamtlänge von rund 18,2 km auf. Die mittlere Breite des bordvollen Nebenarmsystems beträgt ca. 45 m. Länge und Breite des Nebenarmsystems begründen sich in der Erfordernis funktionelle Flachuferzonen zu schaffen, die im Hauptarm nicht in ausreichendem Ausmaß entstehen werden. Diese sind für die Zielerreichung gemäß EG-WRRL erforderlich. Die vier Umgehungsarme bei den Querbauwerken erfüllen die Funktion einer umfassenden, möglichst unselektiven biologischen Durchgängigkeit. Aufgrund der Dimension des Nebenarmsystems ist eine hydraulische Entlastung der Salzach gegeben. Diese wird beim Nachweis der Sohlstabilität auf sicherer Seite nicht angerechnet. Eine temporäre Verlandung z.B. durch eine wandernde Kiesbank im Hauptfluss ist somit aus Sicht der Sohlstabilität unproblematisch.

### 3.4.8 Energiewirtschaftliche Eckdaten

Gemäß Grenzkraftwerke 2013 beträgt bei einem Ausbauabfluss von 228 m<sup>3</sup>/s die Leistung pro FGKW 5,6 MW. Bei 20 Kompaktturbinen beträgt die Leistung pro Turbine somit 280 kW. Auf Basis der mittleren Überschreitungsdauerlinie der Zeitreihe von 1961 bis 2006 am Pegel Oberndorf und unter Berücksichtigung der dynamischen Vorland- und Rampendotation (siehe Abflussdauerlinien in Abb. 20) beträgt das Regelarbeitsvermögen pro Standort ca. 33 GWh. Bei allen drei Standorten beträgt das durchschnittliche Regelarbeitsvermögen somit ca. 100 GWh.

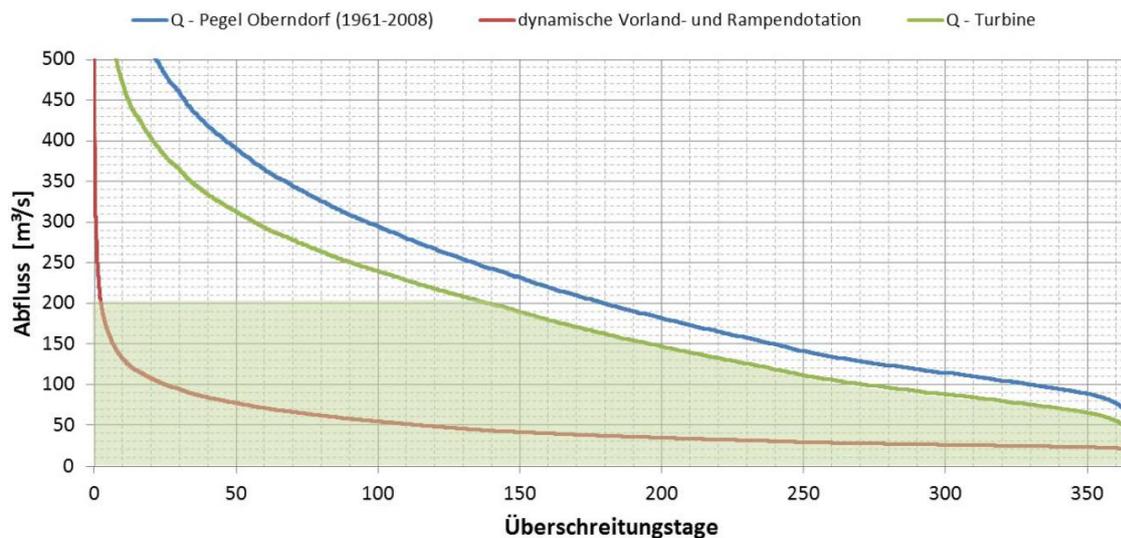


Abb. 20: Mittlere Unterschreitungsdauerlinie der Salzach am Pegel Oberndorf (aus Grenzkraftwerke, 2013)

### 3.4.9 Soilmorphologie

Hinsichtlich der Bildung von Kiesbänken gelten die Aussagen analog zu Variante B (siehe Kapitel 3.2.6). Im Einflussbereich der FGKW sind aber durch die höheren Fließtiefen im Abflussbereich zwischen MNQ und 350 m<sup>3</sup>/s die Flächen der „trockenen“ Kiesbänke wesentlich geringer als bei Variante B.

#### 3.4.10 Kiesbilanz

Mit den in Kapitel 2.7 erläuterten Annahmen ergibt sich folgende Kiesbilanz:

Erforderliches Volumen zur Sohlanhebung		2.060.000 m <sup>3</sup>
Vorhandener Kies aus Seitenerosion	1.590.000 m <sup>3</sup>	
Erforderliches Fremdmaterial für Rampenbau	200.000 m <sup>3</sup>	
Summe	1.790.000 m <sup>3</sup>	
Erforderlicher Restkies aus Geschiebetransport Salzach		330.000 m <sup>3</sup>

Der Unterschied in der Kiesbilanz im Vergleich zur Variante B ergibt sich durch die Lage des 3. FGKW im Vergleich zu den aufgelösten Sohlrampen R3 und R4.

#### 3.4.11 Zwischenzustand

Siehe dazu die Ausführungen in Kapitel 4.

### 3.5 Variante E2 (BKS)

Ein Lageplan, Längsschnitt sowie die Breitenentwicklung sind in Anlage B6 dargestellt. Nachfolgend werden die wesentlichen Entwurfselemente und Merkmale der Variante E2 beschrieben.

#### 3.5.1 Variantenentwicklung und vorhandene Unterlagen

Die Variante E2 wurde von der Bürgerkraftwerk Salzach GmbH + Co.KG entwickelt. Folgende Unterlagen wurden seitens der BKS zur Verfügung gestellt:

- Bürgerkraftwerk an der Unteren Salzach, 33+800: Grundlagenermittlung (2009) und Vorplanung (2010).
- Bürgerkraftwerk an der Unteren Salzach, 39+400: Grundlagenermittlung (2009) und Vorplanung (2010).
- Bürgerkraftwerk an der Unteren Salzach, 51+900: Grundlagenermittlung (2009), Vorplanung, Entwurfsplanung (2010) und Genehmigungsplanung (2010).
- Bürgerkraftwerk an der Unteren Salzach, 55+400: Grundlagenermittlung (2009), Vorplanung, Entwurfsplanung (2010) und Genehmigungsplanung (2010).

Im Laufe der Variantenuntersuchung wurde eine Überarbeitung der Planung für die beiden Kraftwerksstandorte bei Fkm 33+900 und 39+400 übergeben.

- Bürgerkraftwerke an der Unteren Salzach – Neubau linksseitiger Buchtenkraftwerke an neu zu errichtenden Sohlabstufungen der Salzach (Flusskilometer 33+900, 39+400) als Bürgerkraftwerke mit freier Beteiligung, 2012.

Zudem wurden Fragen der Projektgruppe beantwortet:

- Ingenieurgesellschaft für Wasserkraftanlagen Richter mbH, Juli 2012: Beantwortung des Fragenkatalogs.
- Universität Stuttgart, Institut für Strömungsmechanik und hydraulische Strömungsmaschinen, Juli 2012: Stellungnahme zu Frage 6 des IHS-Berichts vom 16.11.2011.
- Ingenieurgesellschaft für Wasserkraftanlagen Richter mbH, Dezember 2012: Beantwortung des Fragenkatalogs.
- Ingenieurgesellschaft für Wasserkraftanlagen Richter mbH, März 2013: Beantwortung des Fragenkatalogs.

### **3.5.2 Konzept zum Erreichen einer dynamischen Sohlstabilisierung**

Die Variante E2 basiert auf der Variante B. Eine dynamische Sohlstabilität wird durch eine Gewässeraufweitung auf etwa 140 m in Verbindung mit einer konzentrierten Energieumwandlung durch 5 Querbauwerke erreicht.

### **3.5.3 Gewässeraufweitung und Konzept zur Laufbegrenzung**

Die Gewässeraufweitung und das Konzept zur Laufbegrenzung entsprechen der Variante B.

### **3.5.4 Aufgelöste Sohlrampen**

Die Sohlrampen R3, R4 und R5 sind identisch mit den entsprechenden Querbauwerken der Variante B. Die Sohlrampen R1 und R2 entsprechen in ihrer Lage, der Höhe sowie dem grundsätzlichen Aufbau denen der Variante B. Sie sind zusätzlich mit einer Wasserkraftanlage, dem so genannten *Bürgerkraftwerk-ÖKO-Modul* ausgestattet.

### **3.5.5 Sohlanhebung, Ausgleichsgefälle, Kiespuffer über dem Seeton**

Sohlانhebung, Ausgleichsgefälle und der Kiespuffer über dem Seeton im prognostizierten Endzustand entsprechen Variante B (siehe Kapitel 3.2.4).

### **3.5.6 Prinzip des Bürgerkraftwerk-ÖKO-Moduls**

Das ÖKO-Modul wird als Buchtenkraftwerk seitlich der aufgelösten Sohlrampe angeordnet, siehe Abb. 21. Das Kraftwerk mit seinen Einrichtungen übernimmt dabei folgende Funktionen:

- Erzeugung elektrischer Energie;
- ökologische Durchgängigkeit.

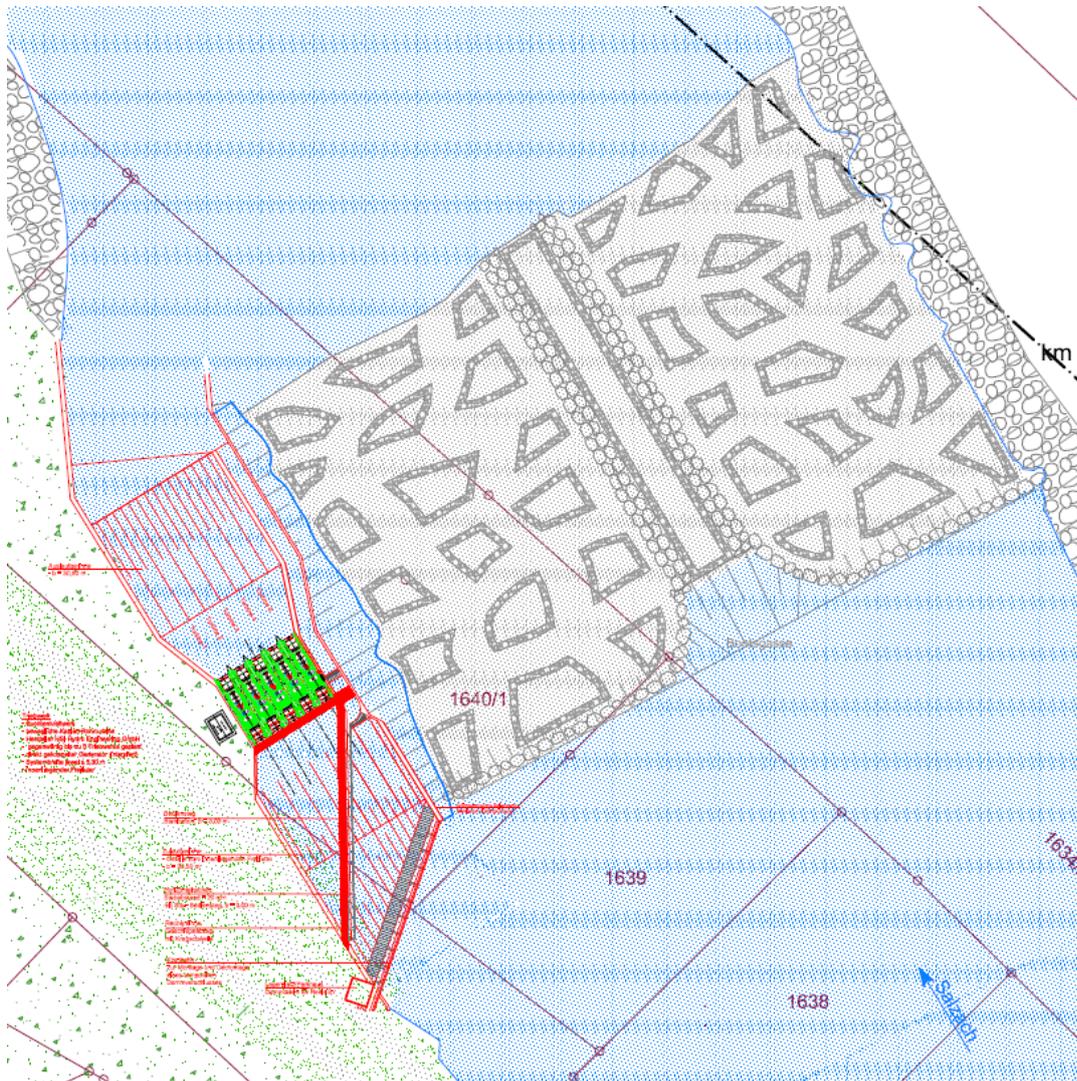


Abb. 21: Lageplan Bürgerkraftwerk ÖKO-Modul mit aufgelöster Sohlrampe (BKS, 2012)

Folgende Aufgaben verbleiben bei der aufgelösten Sohlrampe:

- Sohlstabilisierung;
- Hochwasserabfuhr;
- ökologische Durchgängigkeit;
- Bootspassierbarkeit.

In Abb. 22 ist das BKS ÖKO-Modul in einem Ausschnitt dargestellt. Es besteht aus folgenden Elementen:

- Kraftwerk mit 5 beweglichen Kaplanturbinen;
- Horizontalrechen (endet am Trennpfeiler zwischen Turbine 4 und 5)
- Geschiebeabzug mit Kragsschwelle
- Raugerinne Beckenpass

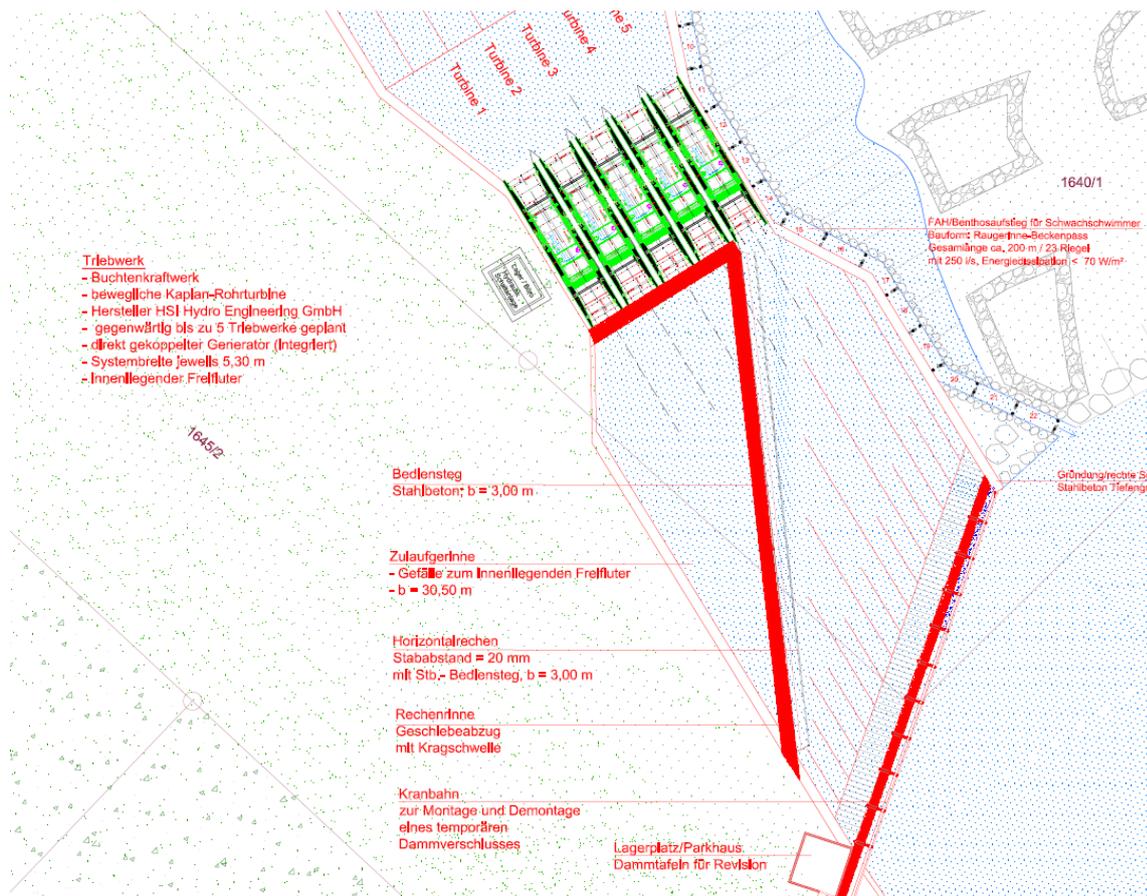


Abb. 22: Lageplan Bürgerkraftwerk ÖKO-Modul mit aufgelöster Sohlrampe, Variante 1 (BKS, 2012)

Eine Alternative zu dieser Anordnung zeigt die Abb. 23. Der Horizontalrechen wird hier zu einem gesonderten Grundablass mit einer Breite von ca. 5 m geführt.

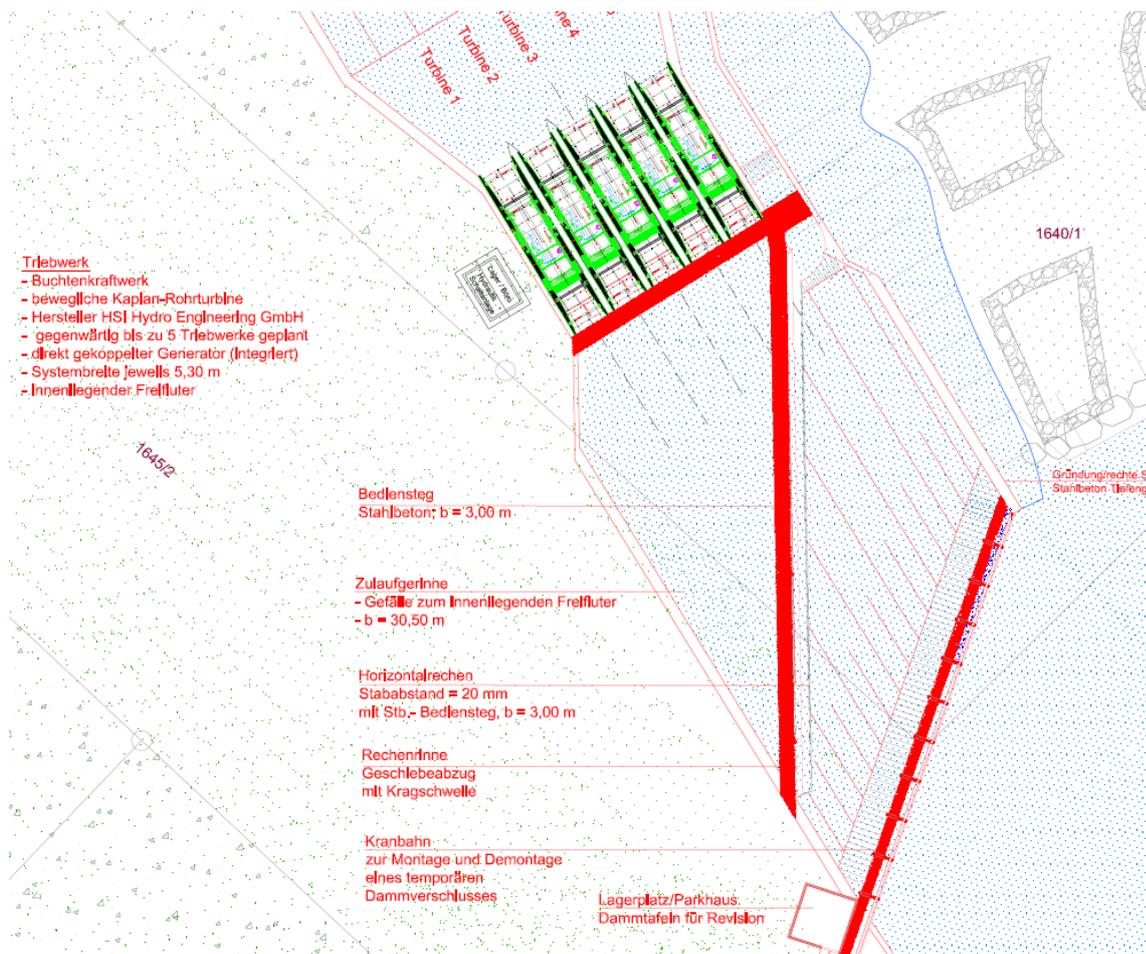


Abb. 23: Lageplan Bürgerkraftwerk ÖKO-Modul mit aufgelöster Sohlrampe, Variante 2 (BKS, 2012)

### Krafthaus und Maschinenlösung

Die Energieerzeugung erfolgt mit Hilfe von 5 beweglichen Kaplanrohturbinen. Der maximale Turbinendurchfluss beträgt  $25 \text{ m}^3/\text{s}$ , der Ausbauabfluss somit  $125 \text{ m}^3/\text{s}$ . Der Laufraddurchmesser beträgt jeweils 2,24 m.

Die Turbinen sind beweglich und können mit Hilfe von Hydraulikzylindern bei geschiebeführenden Abflüssen sowie zur Verbesserung der Fischdurchgängigkeit gehoben bzw. gesenkt werden.

### Aufgelöste Sohlrampe

Die Hochwasserabfuhr, ökologische Durchgängigkeit sowie die Bootspassierbarkeit erfolgt über die aufgelöste Sohlrampe. Über dem Rampenbauwerk verbleibt ein Mindestwasserabfluss von  $40 \text{ m}^3/\text{s}$ . Damit bei diesem Abfluss die ökologische

Durchgängigkeit gewährleistet werden kann, sind in weiteren Planungsschritten Modifizierungen am Rampenbauwerk erforderlich.

#### *Wasserstands-Abfluss-Beziehungen*

Die Wasserstands-Abfluss-Beziehungen an den Kraftwerksstandorten entsprechen bei größeren Abflüssen exakt denen der Variante B an den entsprechenden Sohlrampen. Bei kleineren Abflüssen können sich geringfügige Unterschiede einstellen. Die Auswirkungen auf die Sohlmorphologie entsprechen der Variante B.

#### *Standorte der Buchtenkraftwerke*

Die beiden Standorte der Buchtenkraftwerke liegen bei Fkm 39,8 bzw. 34,0 und entsprechen damit den jeweiligen Rampenstandorten der Variante B.

Das Krafthaus beim Standort Fkm 34,0 liegt im zukünftigen Außenufer. Für den Standort bei Fkm 39,8 wurden zwei Alternativen angeboten. Eine Lösung mit dem Kraftwerk am Außenufer und entsprechend eine Planung mit dem Kraftwerk am Innenufer.

#### *Geschiebesituation*

Hinsichtlich der Geschiebesituation im Bereich der Kraftwerke bzw. des Kraftwerkseinlaufs sei auf die Wirkungsanalyse, Kriterium 7.1 verwiesen.

#### *Fischschutz*

Der Fischschutz erfolgt durch einen Schrägrechen gemäß Abb. 22 und Abb. 23. In Variante 1 führt der Schrägrechen zur Turbine 5. In Variante 2 führt der Rechen zu einem Grundablass. Dieser wird gemäß Auskunft der BKS (Fragenbeantwortung Dezember 2012) gesteuert. Der Verschluss wird zunächst pro Stunde 8 Minuten lang um ca. 0,20 m angehoben. Die endgültige Steuerung erfolgt dann gemäß den Ergebnissen eines vorgesehenen Monitorings zum Fischabstieg.

Der Schrägrechen ist mit horizontalen Stäben mit einem Stababstand von 20 mm (lichte Weite) ausgestattet. Die beweglichen Kaplanrohrturbinen haben im Zulauf jeweils einen fest montierten Rundrechen. Die Rechenstäbe sind vertikal mit einem lichten Abstand von 20 mm angeordnet.

### **3.5.7 Nebengewässer**

Die acht Nebenarme der Variante E2 (BKS) weisen wie bei Variante B eine Gesamtlänge von rund 18,2 km auf. Die mittlere Breite des bordvollen

Nebenarmsystems beträgt ca. 45 m. Länge und Breite des Nebenarmsystems begründen sich in der Erfordernis funktionelle Flachuferzonen zu schaffen, welche im Hauptarm nicht in ausreichendem Ausmaß entstehen werden. Diese sind für die Zielerreichung gemäß EG-WRRL erforderlich. Die fünf Umgehungsarme bei den Rampenbauwerken erfüllen die Funktion einer umfassenden, möglichst unselektiven biologischen Durchgängigkeit. Aufgrund der Dimension des Nebenarmsystems ist eine hydraulische Entlastung der Salzach gegeben. Diese wird beim Nachweis der Sohlstabilität auf sicherer Seite nicht angerechnet. Eine temporäre Verlandung z.B. durch eine wandernde Kiesbank im Hauptfluss ist somit aus Sicht der Sohlstabilität unproblematisch.

### **3.5.8 Energiewirtschaftliche Eckdaten**

Gemäß BKS, 2012 beträgt bei einem Ausbauabfluss von 125 m<sup>3</sup>/s die Leistung pro Standort 2,125 MW. Die maximale Leistung pro Turbine beträgt 425 kW. Auf Basis einer mittleren Überschreitungsdauerlinie und unter Berücksichtigung des Restwasserabflusses über die Sohlrampe sowie der Dotation der Nebengewässer beträgt das durchschnittliche Regelarbeitsvermögen pro Standort ca. 12,5 GWh. Bei beiden Standorten beträgt das durchschnittliche Regelarbeitsvermögen somit ca. 25 GWh.

### **3.5.9 Soilmorphologie**

Hinsichtlich der Bildung von Kiesbänken gelten die Aussagen analog zu Variante B (siehe Kapitel 3.2.6).

### **3.5.10 Kiesbilanz**

Die Kiesbilanz der Variante E2 entspricht der Variante B.

### **3.5.11 Zwischenzustand**

Siehe dazu die Ausführungen in Kapitel 4.

### **3.5.12 ÖBK Regierungsübereinkommen**

Im Hinblick auf die rechtliche Realisierbarkeit der Variante E2 sei auf das so genannte *ÖBK Regierungsübereinkommen* vom 16. Oktober 1950 (2. Auflage, 1957) verwiesen. Dieser Vertrag zwischen der Republik Österreich und der Staatsregierung des Freistaats Bayern bildet die Basis zur Gründung der Österreichisch-Bayerischen Kraftwerke AG (nachfolgend als *ÖBK* bezeichnet) zum gemeinsamen Ausbau und zur

gemeinsamen Nutzung der Wasserkraft an österreichisch-bayerischen Grenzflüssen, insbesondere an Inn und Salzach.

In § 24, Abs. 1 wird folgendes geregelt:

*Die beiden Staaten werden der Gesellschaft die zur Errichtung ihrer Anlagen an den Grenzgewässern, auf die sich dieser Vertrag erstreckt, erforderlichen Wasserrechte und wasserrechtlichen Genehmigungen nach den Ergebnissen der Verfahren erteilen und verpflichten sich, für diese Grenzgewässer Dritten Wasserrechte und wasserrechtliche Genehmigungen, die für die Gesellschaft nachteilig wären, außer im beiderseitigen Einvernehmen, nicht zu erteilen.*

Falls die Republik Österreich sowie der Freistaat Bayern die Variante E2 favorisieren, so können sie im beiderseitigen Einvernehmen auch den BKS die entsprechenden Wasserrechte und wasserrechtlichen Genehmigungen erteilen. Somit hat das ÖBK Regierungsübereinkommen letztendlich keine Auswirkungen auf die rechtliche Realisierbarkeit der Variante E2.

## **4 Zwischenzustände**

### **4.1 Ausgangssituation**

Während die Varianten A, B und auch die Varianten E1 und E2 von einer weitgehenden eigendynamischen Entwicklung der Seitenerosion und damit auch der Sohlenerhebung ausgehen, erfolgt dies bei Variante C teilweise maschinell. Neben Auswirkungen auf Kosten sowie den Umfang der Eingriffe gehen damit sehr unterschiedliche Zwischenzustände einher. Für die Bewertung dieser Zwischenzustände in der Wirkungsanalyse werden die Zwischenzustände nachfolgend beschrieben (Kapitel 4.2). Ebenso wird die Dauer der Gewässerentwicklung abgeschätzt (Kapitel 4.3).

### **4.2 Beschreibung der Zwischenzustände – Ergebnisse der hydraulischen Berechnung**

Die Beschreibung der Zwischenzustände erfolgt unabhängig von der Reihenfolge der Umsetzung der einzelnen Teilschritte sowie deren Größe. Für die Bewertung der jeweiligen Kriterien ist dies nachrangig.

Dargestellt werden die Maßnahmen zur Umsetzung der Varianten, die zur Bewertung der Zwischenzustände maßgebend sind. Dies sind vor allem Querbauwerke, die Entfernung von Ufersicherungen als Basis für eine eigendynamische Seitenerosion,

maschinelle Aufweitungen und Sohlanhebungen sowie die Herstellung des Nebengewässersystems. Z. B. die verdeckten Bühnen zur Begrenzung der Laufentwicklung sind für diese Betrachtung nicht relevant.

Grundlage für die Beschreibung der Wirkungen der Maßnahmen sind eindimensionale Wasserspiegelberechnungen für verschiedene stationäre Abflüsse. Dabei wurde der Flussschlauch der Salzach betrachtet, Nebengewässer wurden nicht berücksichtigt.

Mit den folgenden Diagrammen werden die Ergebnisse der hydraulischen Berechnung in Form von Wasserspiegellängsschnitten, Fließgeschwindigkeiten und Sohlschubspannungen für die einzelnen Varianten dargestellt.

Die Vorgehensweise bei der Berechnung wird nachfolgend kurz zusammengefasst:

- Berechnung stationär, eindimensional;
- Verwendung der Querprofilaufnahme von 2010;
- simulierte Abflüsse: 79 m<sup>3</sup>/s, 253 m<sup>3</sup>/s, 400 m<sup>3</sup>/s, 600 m<sup>3</sup>/s, 1000 m<sup>3</sup>/s, 1500 m<sup>3</sup>/s;
- Der Schwerpunkt der Betrachtung liegt auf dem Abflussspektrum zwischen dem Niedrigwasserabfluss bis zum erhöhtem Mittelwasserabfluss als Grundlage für die gewässerökologische Bewertung sowie für Rückschlüsse auf die Grundwassersituation;
- Simulation der Rampen in Variante A und C: Breite 160 m, Versatz 0,5 m;
- Simulation der Rampen in Variante B und E2: Breite 120 m, Versatz 0,5 m. Bei Variante E1 sind die Wasserspiegel oberstrom der Querbauwerke durch die abflussabhängige Steuerung bestimmt.
- Nebengewässer sind in den Varianten A, B, E1 und E2 nicht berücksichtigt;
- Nebengewässer in Variante C werden durch Reduzierung des Abflusses im Hauptgerinne an der Ausleitungsstelle der Nebenarme berücksichtigt; an der Mündung des Nebenarms dann wieder voller Abfluss im Hauptgerinne.

Nachfolgend werden folgende Ergebnisse der 1d-Wasserspiegelberechnung dargestellt:

- Wasserspiegel im Längsschnitt;
- mittlere Fließgeschwindigkeiten im Längsschnitt;
- mittlere Schubspannungen im Längsschnitt.

### Istzustand

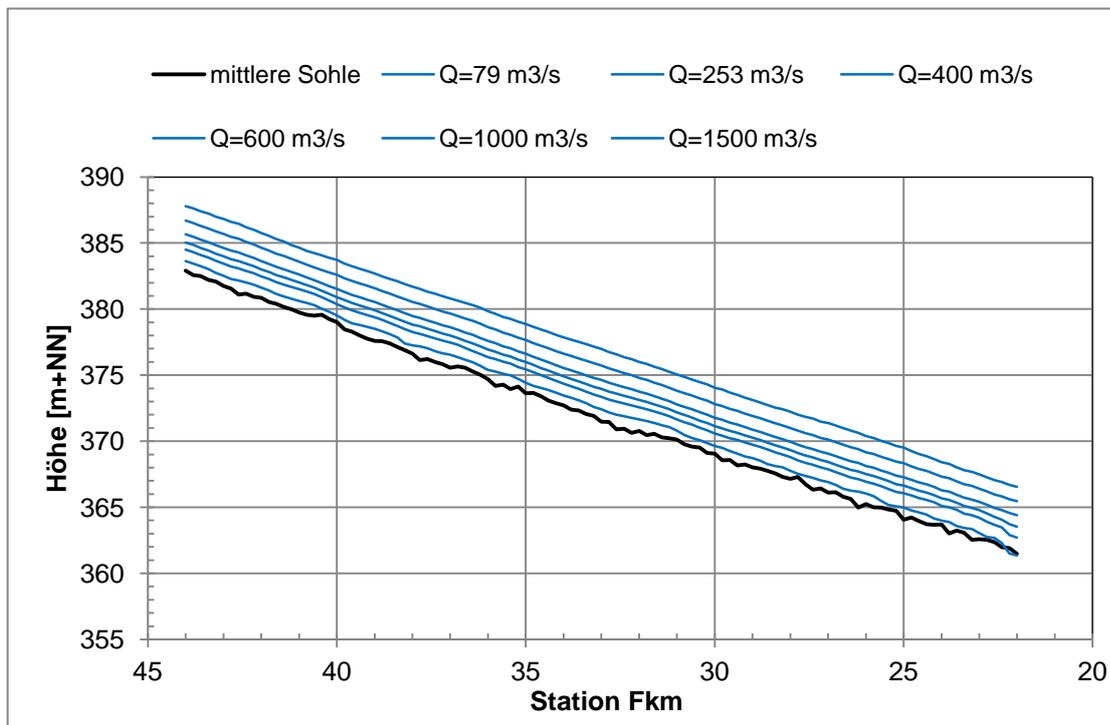


Abb. 24: Istzustand: Wasserspiegel im Längsschnitt

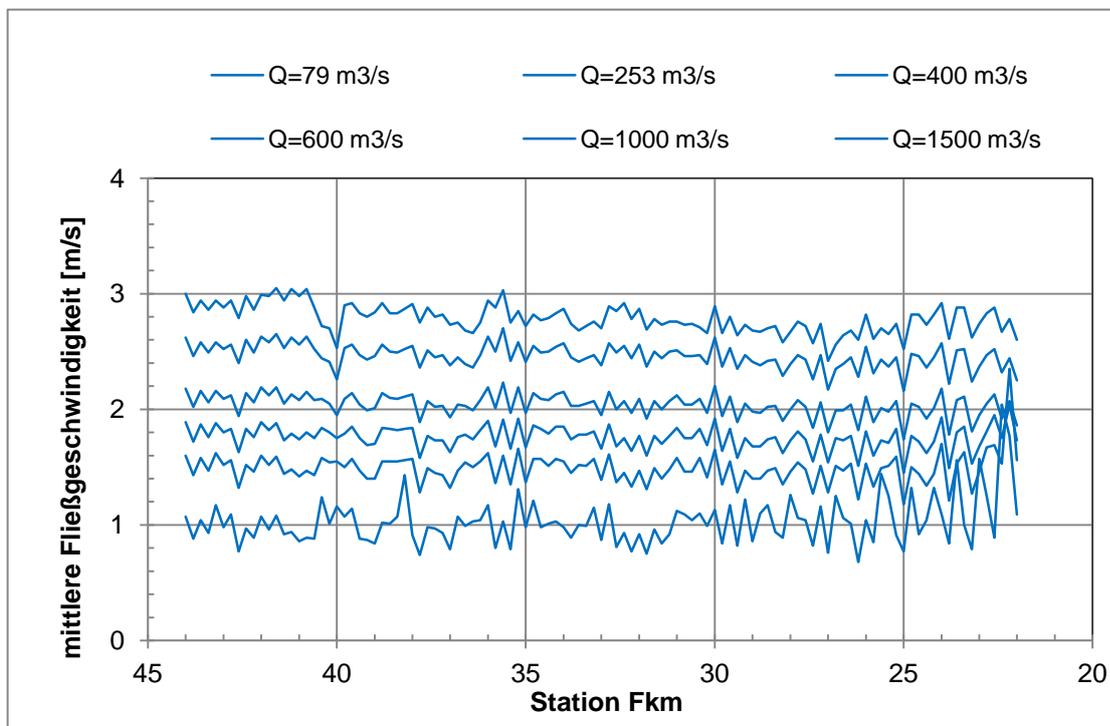


Abb. 25: Istzustand: Mittlere Fließgeschwindigkeiten im Längsschnitt

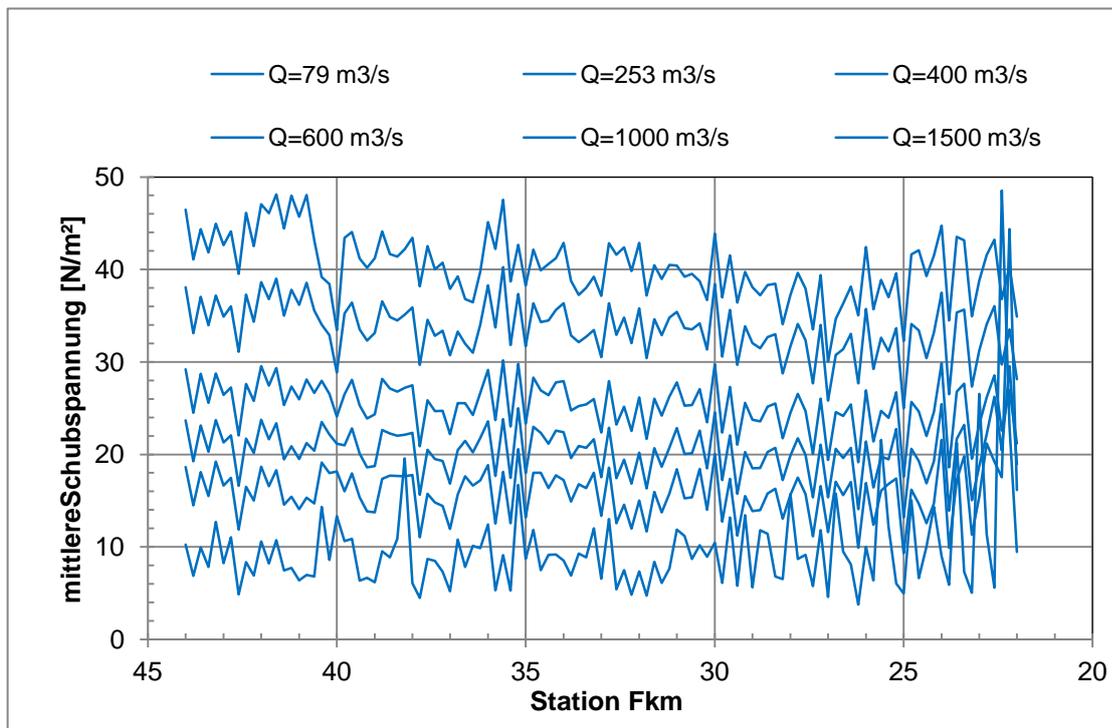


Abb. 26: Istzustand: Mittlere Schubspannungen im Längsschnitt

### Variante A

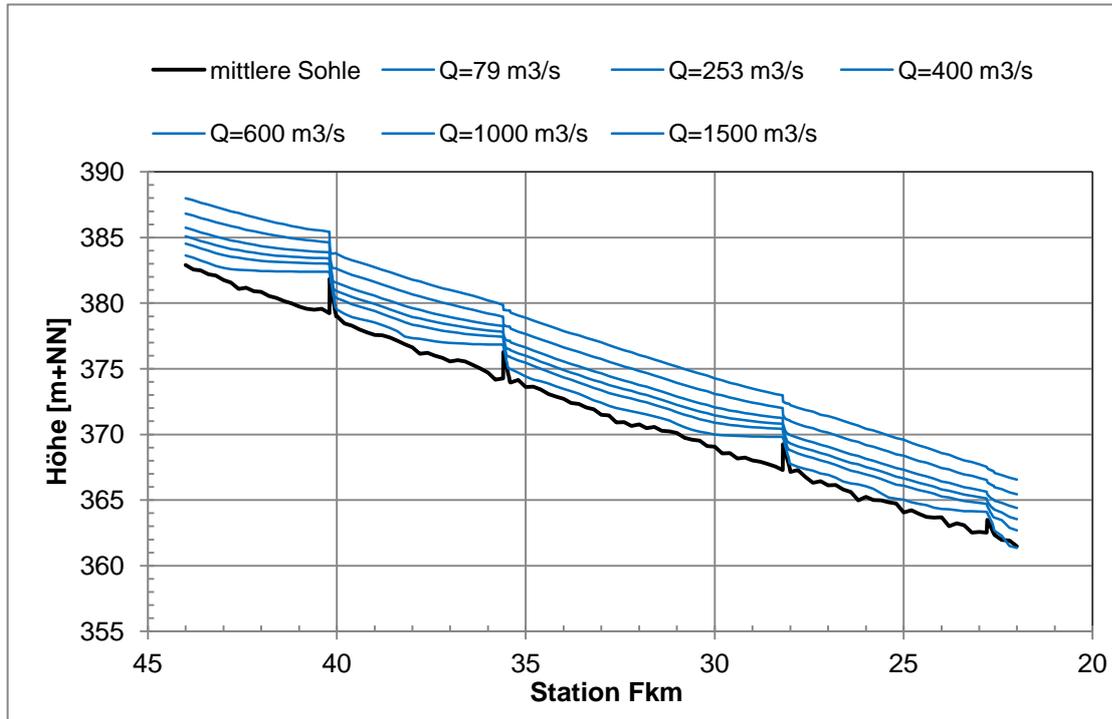


Abb. 27: Variante A: Wasserspiegel im Längsschnitt

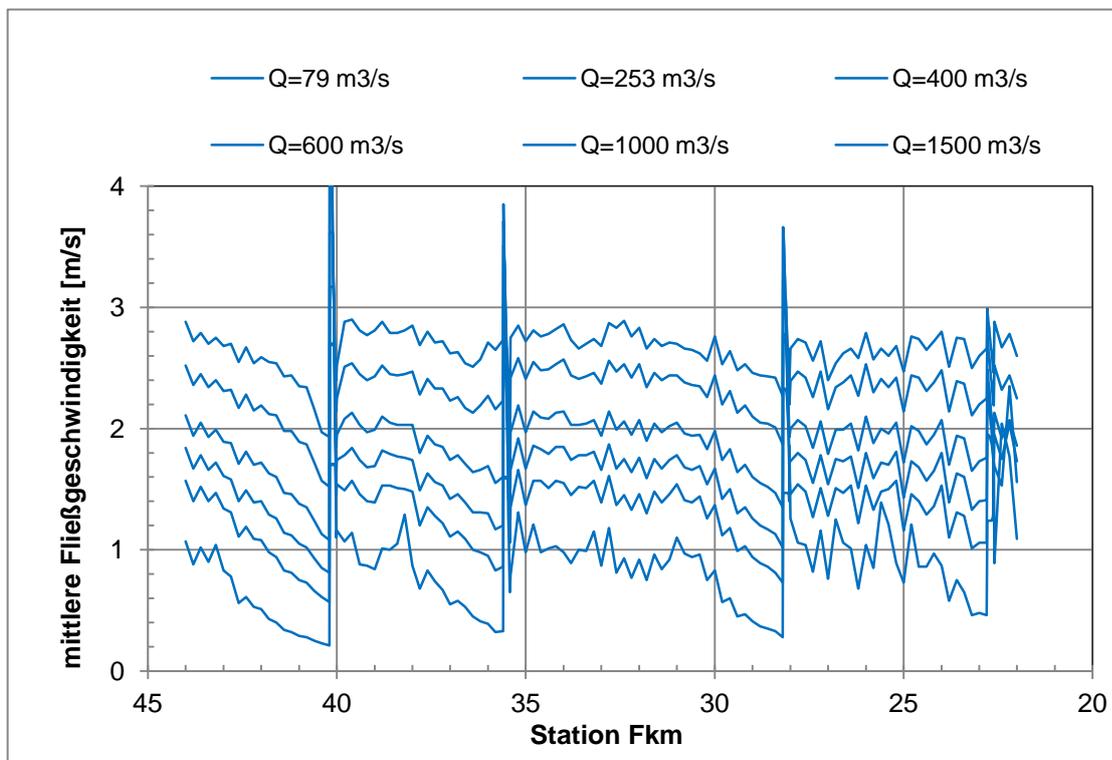


Abb. 28: Variante A: Mittlere Fließgeschwindigkeiten im Längsschnitt

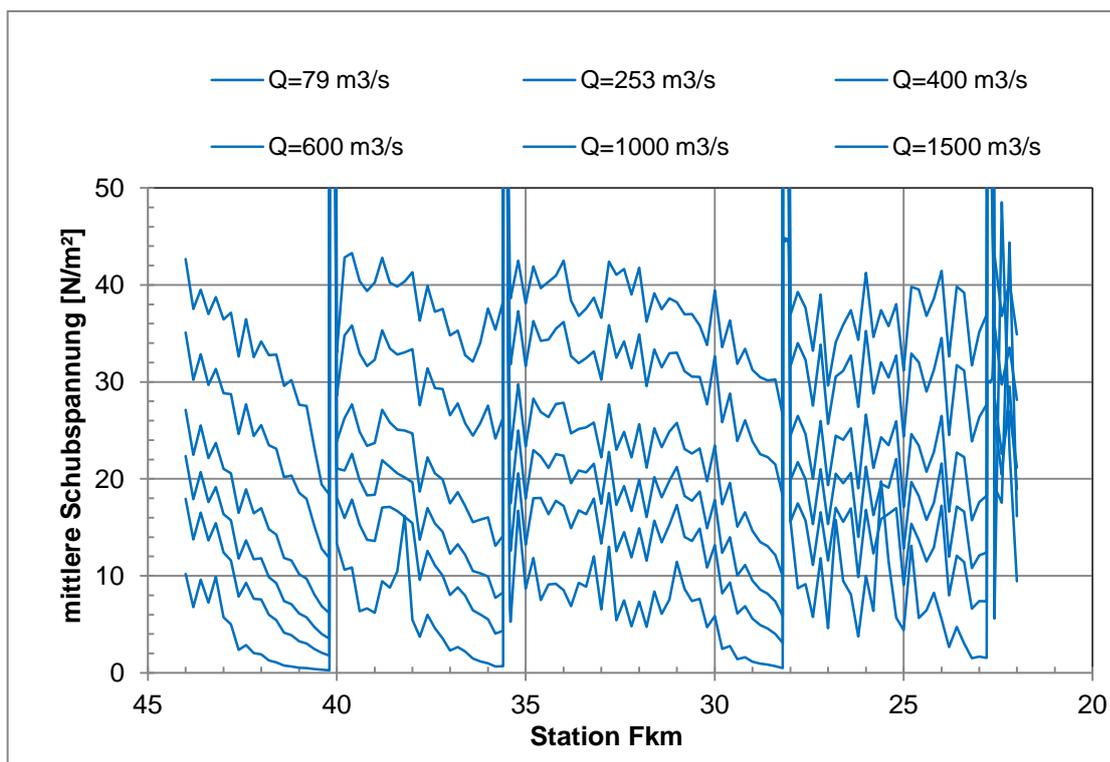


Abb. 29: Variante A: Mittlere Schubspannung im Längsschnitt

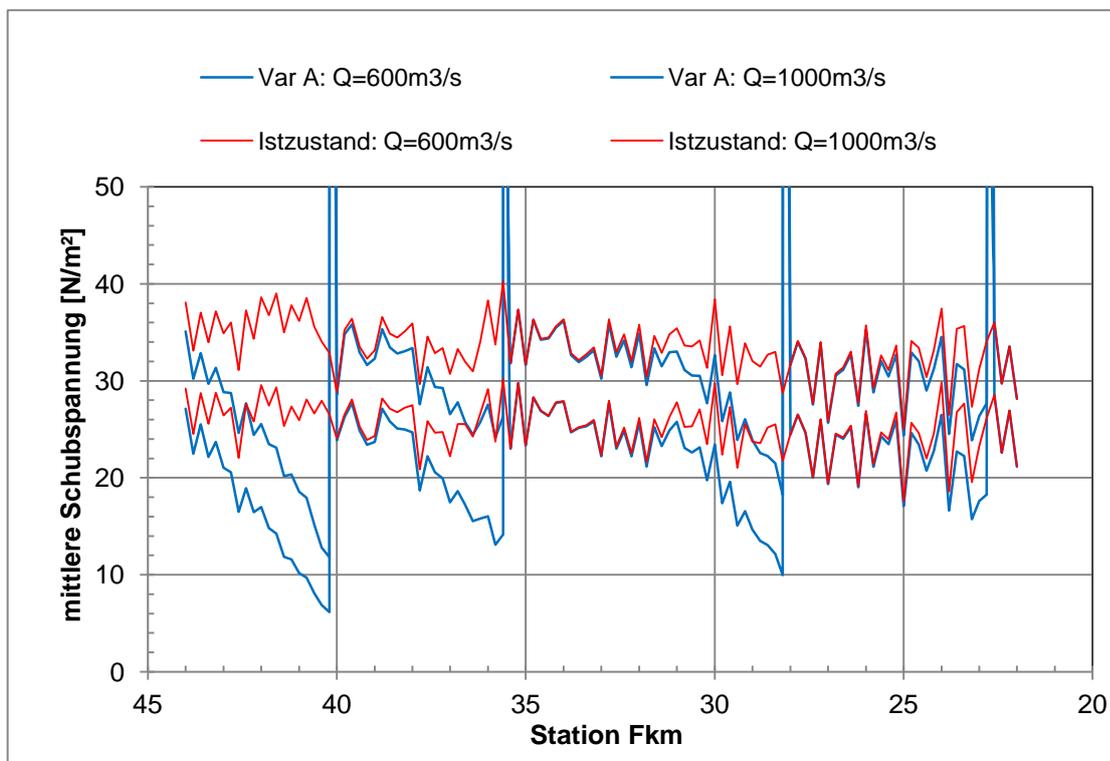


Abb. 30: Variante A – Istzustand: Vergleich mittlere Schubspannungen

### Variante B und E2 (BKS)

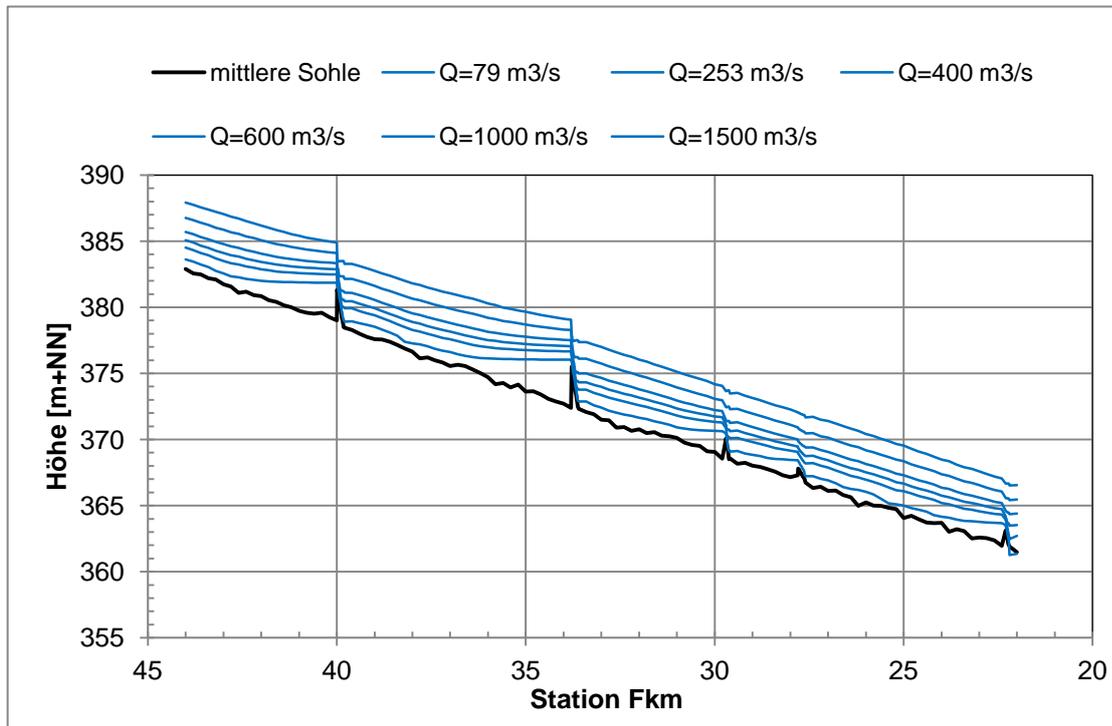


Abb. 31: Variante B und E2 (BKS): Wasserspiegel im Längsschnitt

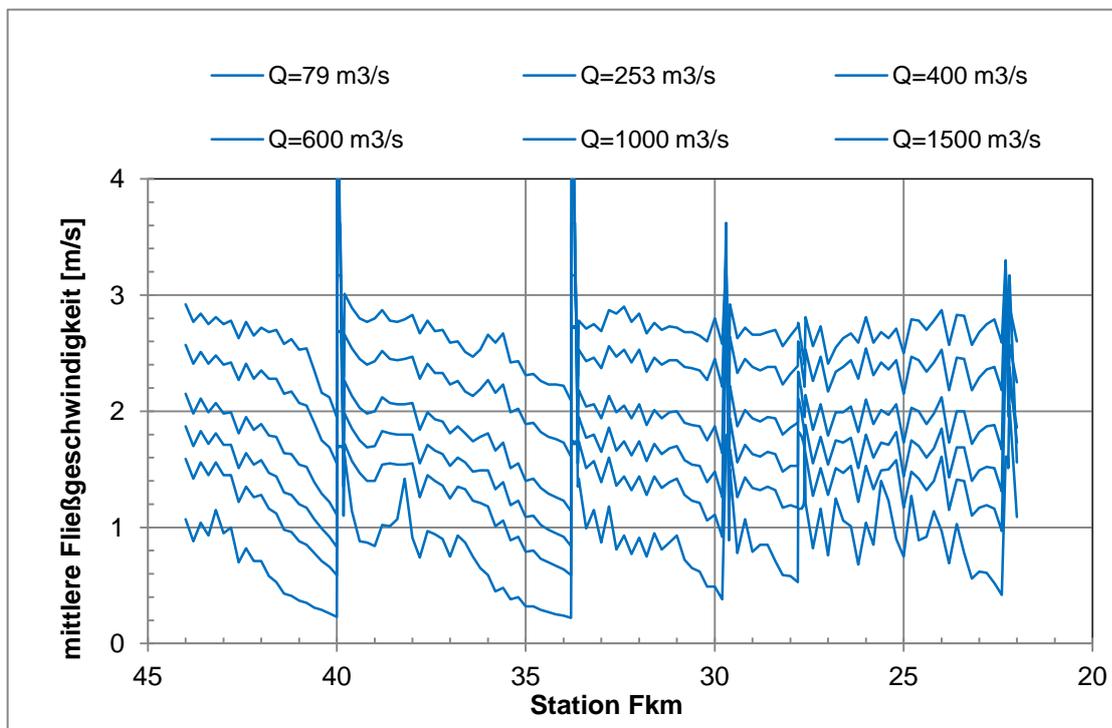


Abb. 32: Variante B und E2 (BKS): Mittlere Fließgeschwindigkeiten im Längsschnitt

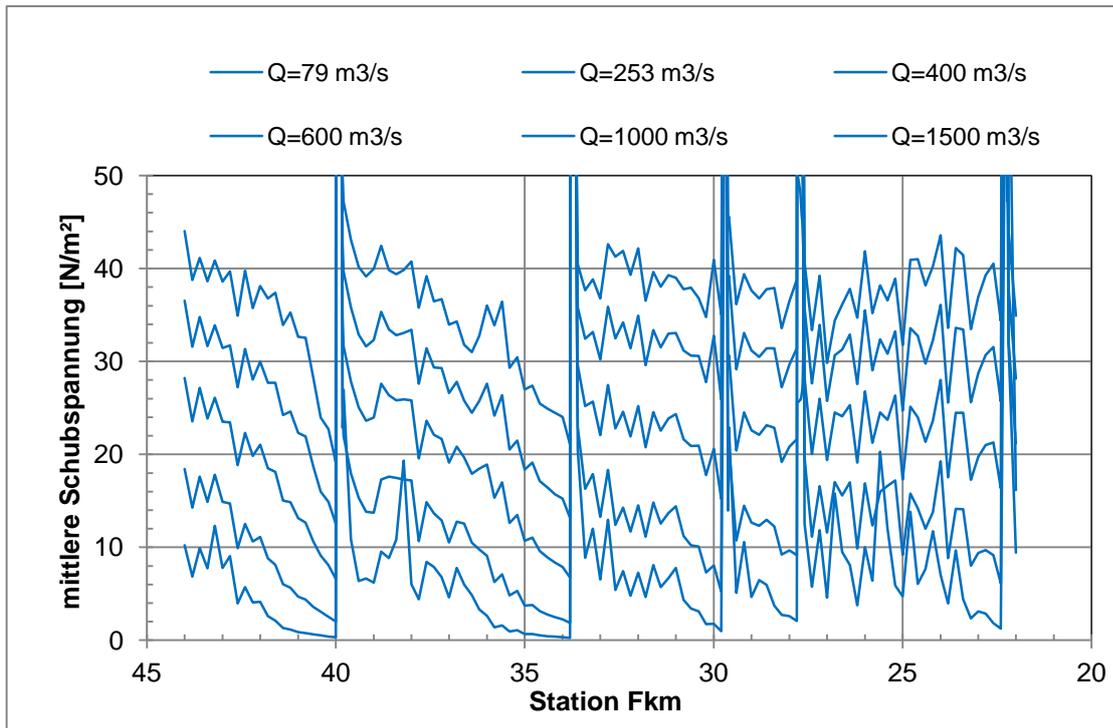


Abb. 33: Variante B: Mittlere Schubspannung im Längsschnitt

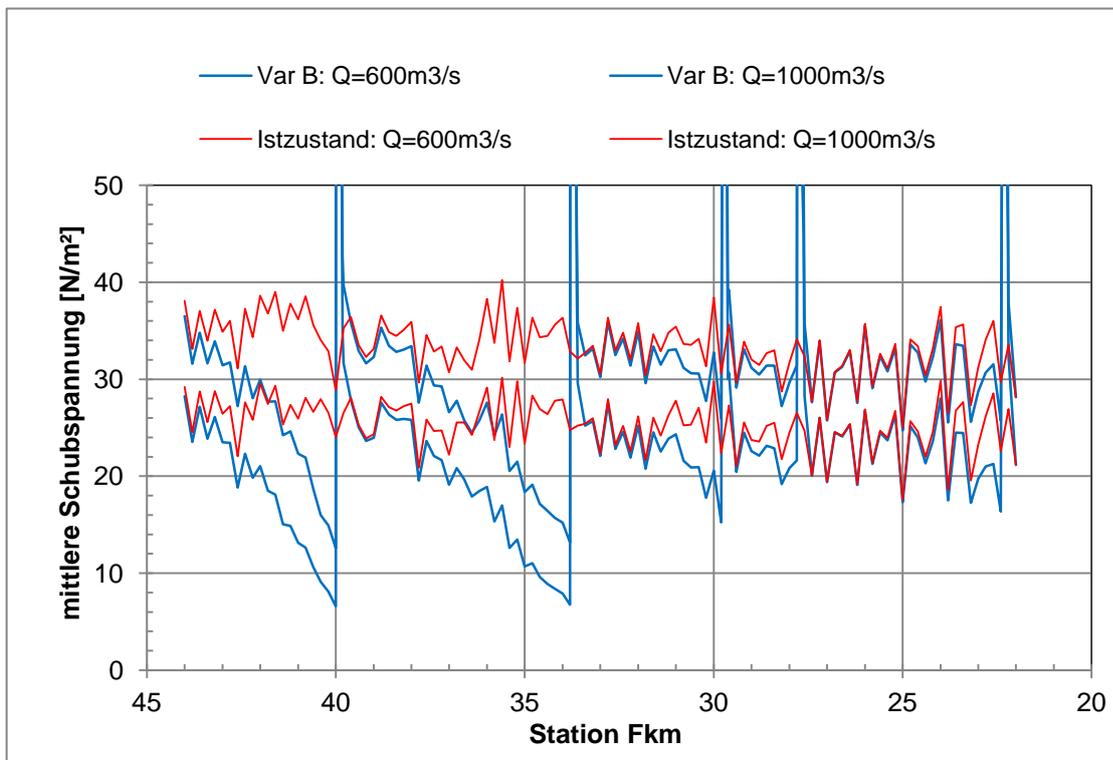


Abb. 34: Variante B – Istzustand: Vergleich mittlere Schubspannungen

### Variante C

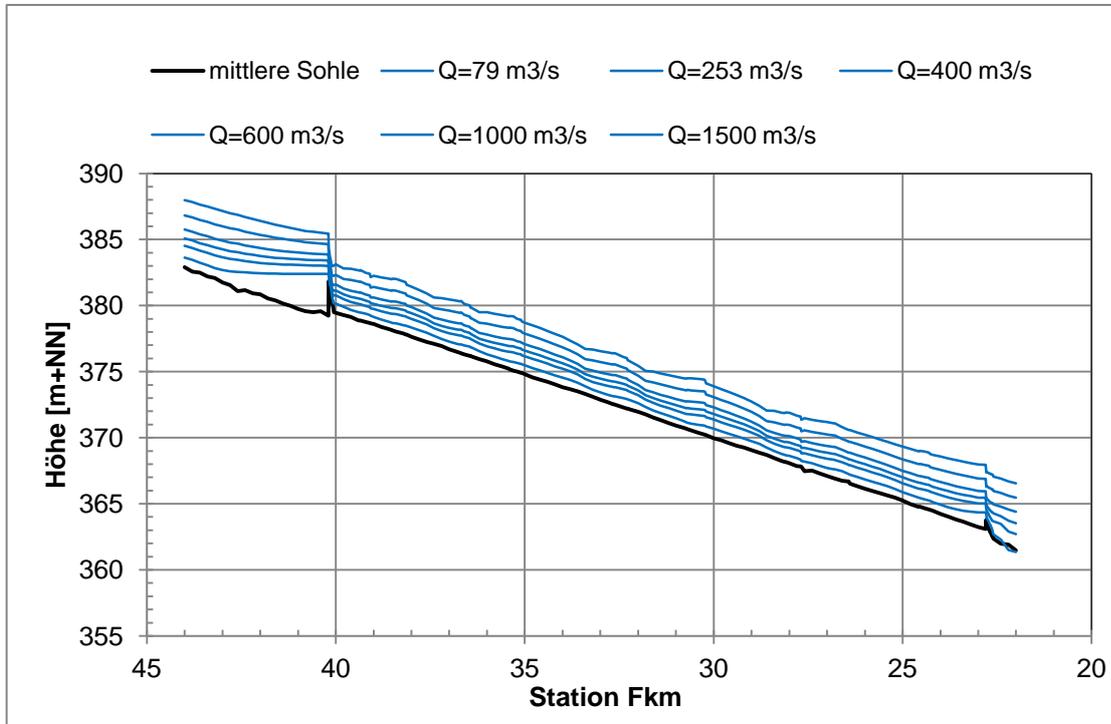


Abb. 35: Variante C: Wasserspiegel im Längsschnitt

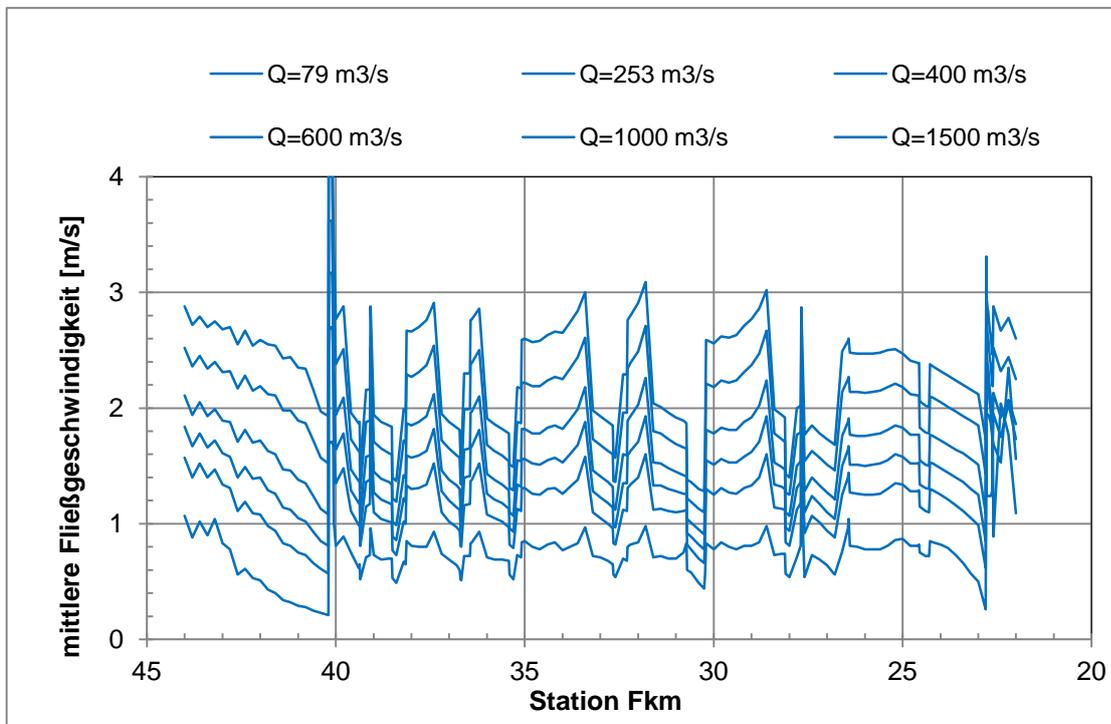


Abb. 36: Variante C: Mittlere Fließgeschwindigkeiten im Längsschnitt

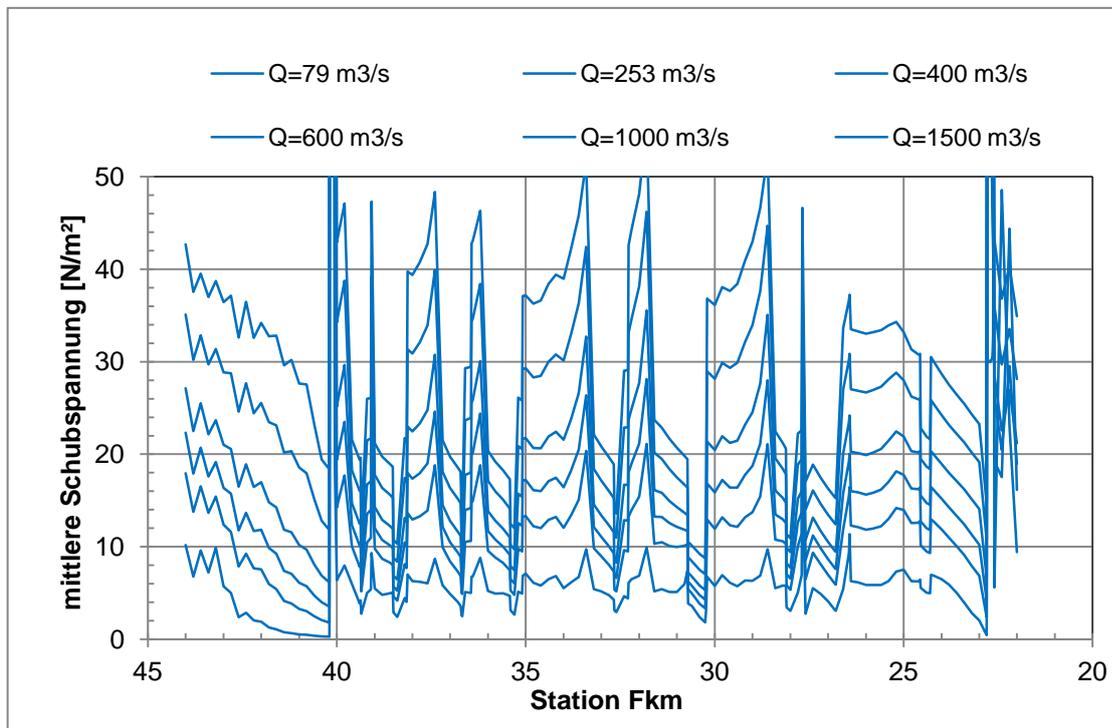


Abb. 37: Variante C: Mittlere Schubspannung im Längsschnitt

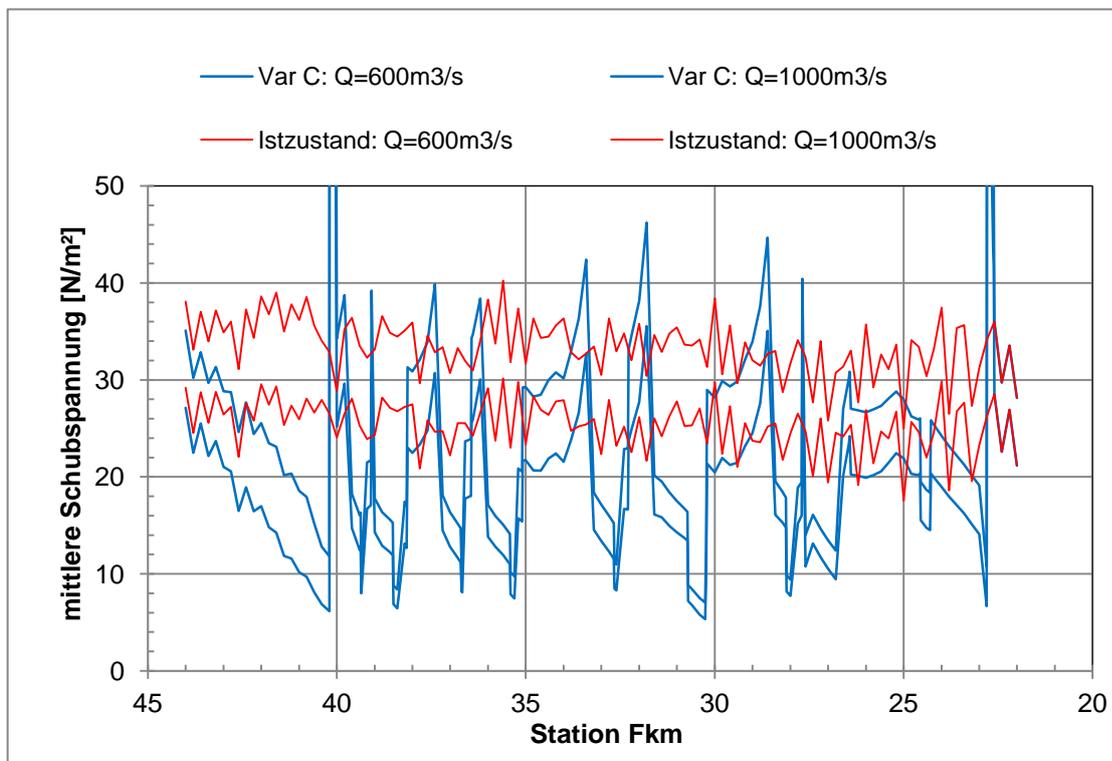


Abb. 38: Variante C – Istzustand: Vergleich mittlere Schubspannungen



### Variante E1 (GKW)

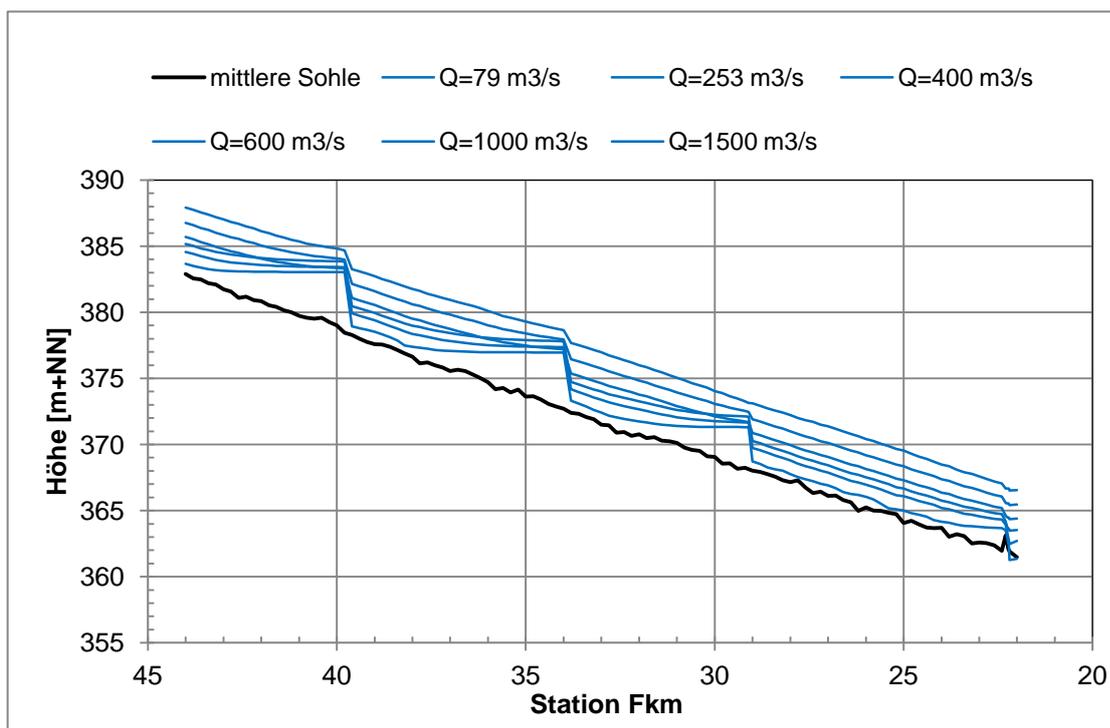


Abb. 39: Variante E1: Wasserspiegel im Längsschnitt

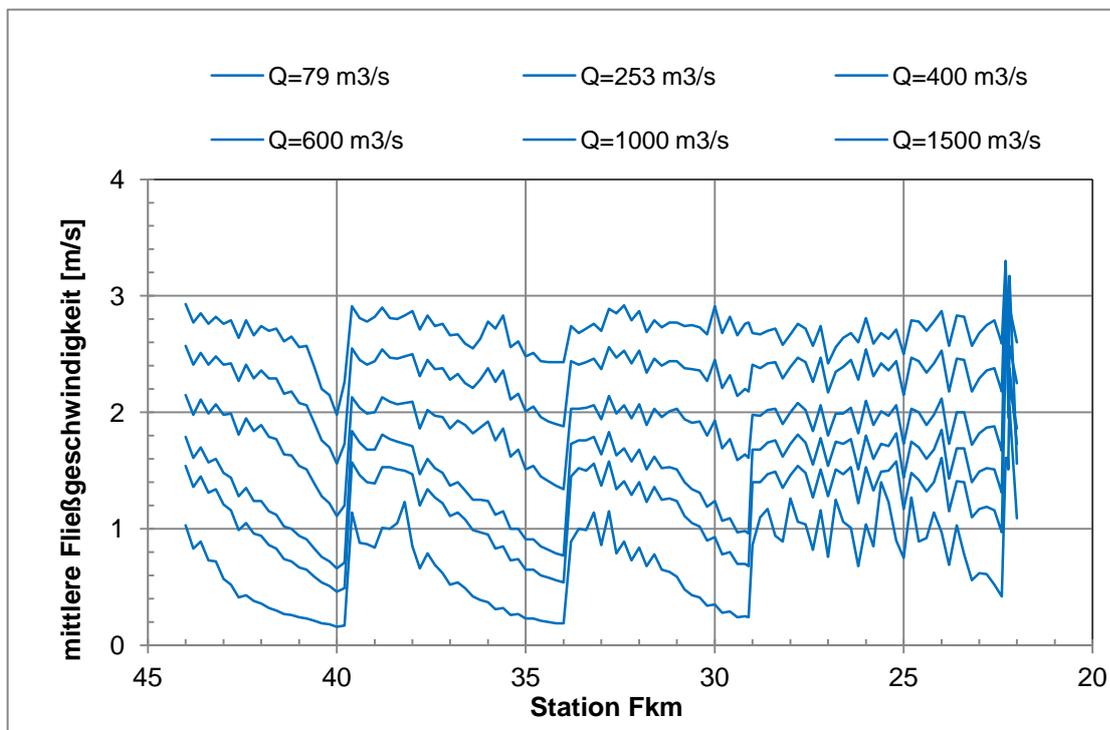


Abb. 40: Variante E1: Mittlere Fließgeschwindigkeiten im Längsschnitt

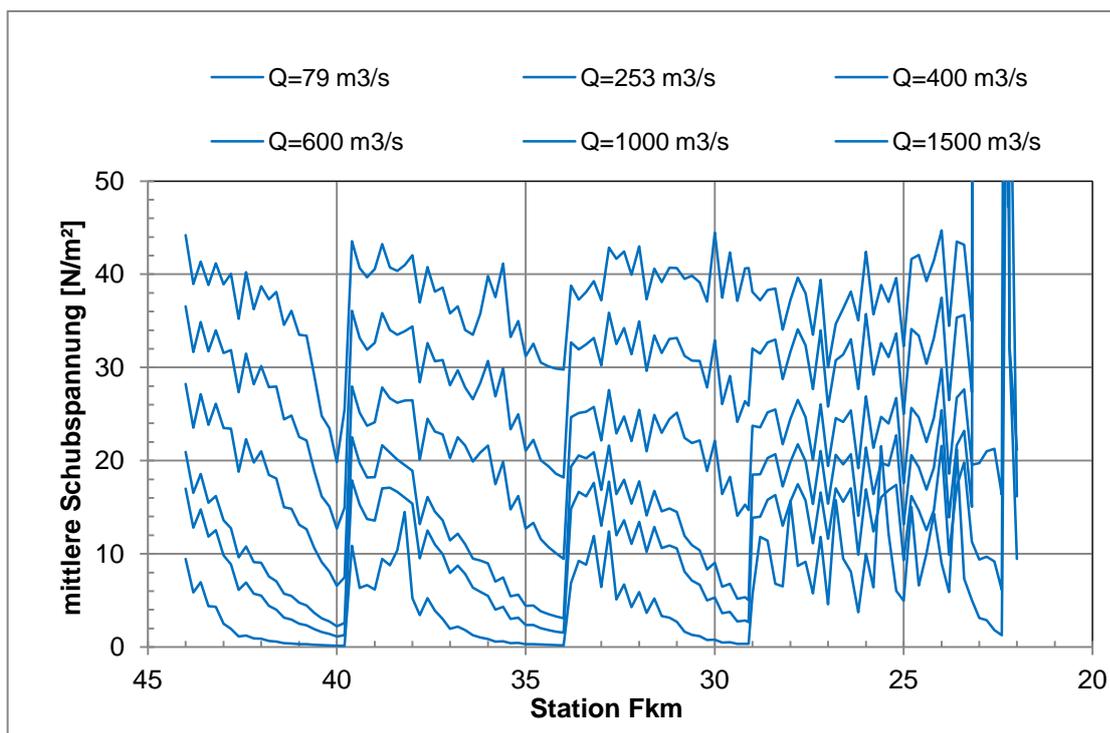


Abb. 41: Variante C: Mittlere Schubspannung im Längsschnitt

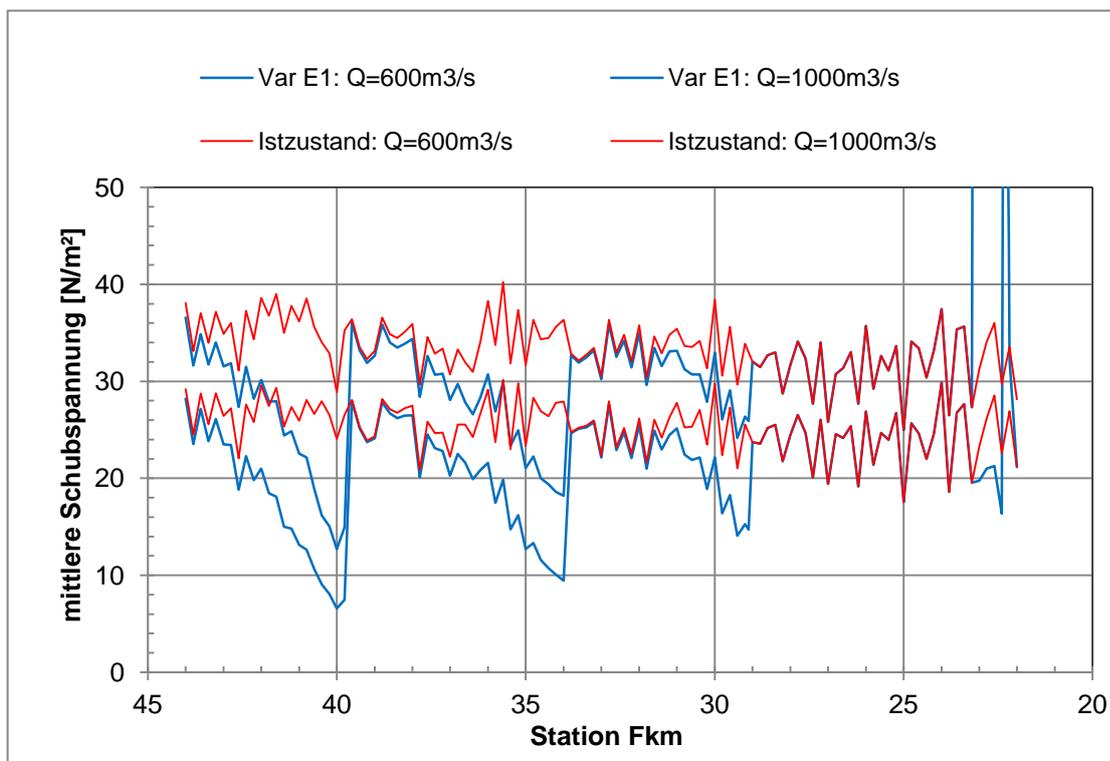


Abb. 42: Variante C – Istzustand: Vergleich mittlere Schubspannungen

### 4.3 Abschätzung der zeitlichen Gewässerentwicklung

Zur Abschätzung der zeitlichen Entwicklung der Salzach nach Umsetzung der Maßnahmen werden die Ergebnisse des *Umsetzungskonzepts* (BAW-IWB, SKI, 2005) verwendet. Für die Varianten A und B wurden dabei Langzeitsimulationen mit einem 1d-Geschiebetransportmodell durchgeführt, um z.B. die Entwicklung der Sohle von der Umsetzung bis hin zum geplanten Endzustand prognostizieren zu können. Basis für diese Berechnungen waren zum einen ein Umsetzungskonzept, also eine Festlegung für die räumliche und zeitliche Abfolge der Realisierung der einzelnen Teilabschnitte. Zum anderen mussten z. B. Annahmen für die Geschwindigkeit der Seitenerosion getroffen werden. Es ist dabei auch zu beachten, dass die Konzeption der Varianten A und B zum Zeitpunkt der WRS bzw. des Umsetzungskonzepts noch gewisse Unterschiede zu den optimierten Varianten der Variantenuntersuchung aufgewiesen haben. Für die grundlegenden Aussagen zur zeitlichen Entwicklung der Sohlagen sind diese Unterschiede aber nicht wesentlich. In den Berechnungen sowohl für die Variante A als auch für die Variante B sind dieselben Maßnahmen im Freilassinger Becken berücksichtigt. Dies sind insbesondere zwei Rampenbauwerke in Verbindung mit einer Gewässeraufweitung. Diese bewirken einen temporären Rückgang des Geschiebeeintrags in das Tittmoninger Becken.

Das *Umsetzungskonzept* ist von einem Beginn der Maßnahmenumsetzung im Tittmoninger Becken im Jahr 2010 ausgegangen. Z. B. die Rampe im Bereich von Fkm 40 der Variante B sollte 2013 errichtet werden. Egal welche Variante umgesetzt wird, ist davon auszugehen, dass die Realisierung der ersten Maßnahmen leider erst zu einem späteren Zeitpunkt erfolgen wird. In der Zwischenzeit tieft sich die Salzach immer weiter ein, so dass die Entwicklungszeiträume bis zum Erreichen der geplanten Endsohlenlagen immer länger dauern werden. Zudem werden die Kosten steigen, da das vorhandene Kiesmaterial im eigenen System der Salzach bei einer späteren Umsetzung nicht mehr ausreichen wird, um die Sohle auf ein erforderliches Niveau zu bringen.

Darüber hinaus sind die Aussagen zur zukünftigen Sohlentwicklung maßgeblich vom Geschiebeeintrag aus der mittleren Salzach sowie der Saalach abhängig. Für die Modellrechnungen zum *Umsetzungskonzept* wurde ein Geschiebeeintrag von 40.000 m<sup>3</sup> angenommen. Dieser Eintrag ist allerdings als Obergrenze zu betrachten.

#### 4.3.1 Variante A

Die Abb. 43 zeigt die Entwicklung der Flusssohle bei Variante A an 4 ausgewählten Querschnitten als Ergebnis der Langzeitgeschiebesimulation aus dem *Umsetzungskonzept*. Maßgeblich sind die beiden Querprofile bei Fkm 42,2 und 39,8, weil hier deutliche Sohlhebungen bis zum Erreichen der Plansohle erforderlich sind.

Bei Fkm 42,2 erfolgt nach einer anfänglichen Sohleintiefung in Folge des Geschieberückhalts im Freilassinger Becken eine Trendumkehr und eine langsame

Anlandung der Sohle. Der Zeitraum für die Anlandung ist mit ca. 80 Jahren sehr lang, da auf Grund der topographischen Verhältnisse nur eine sehr begrenzte Aufweitung der Salzach möglich ist.

Bei Fkm 39,8 wurde im Umsetzungskonzept von einer maschinellen Anhebung der Salzachsohle in diesem Abschnitt ausgegangen. Bei einer „natürlichen“ Sohlentwicklung durch Anlandung von Geschiebe aus der Seitenerosion sowie durch von oberstrom nachkommendes Geschiebe ist in Anlehnung an Variante B von einem Zeitraum von 30 bis 40 Jahren bis zum Erreichen der Plansohle auszugehen.

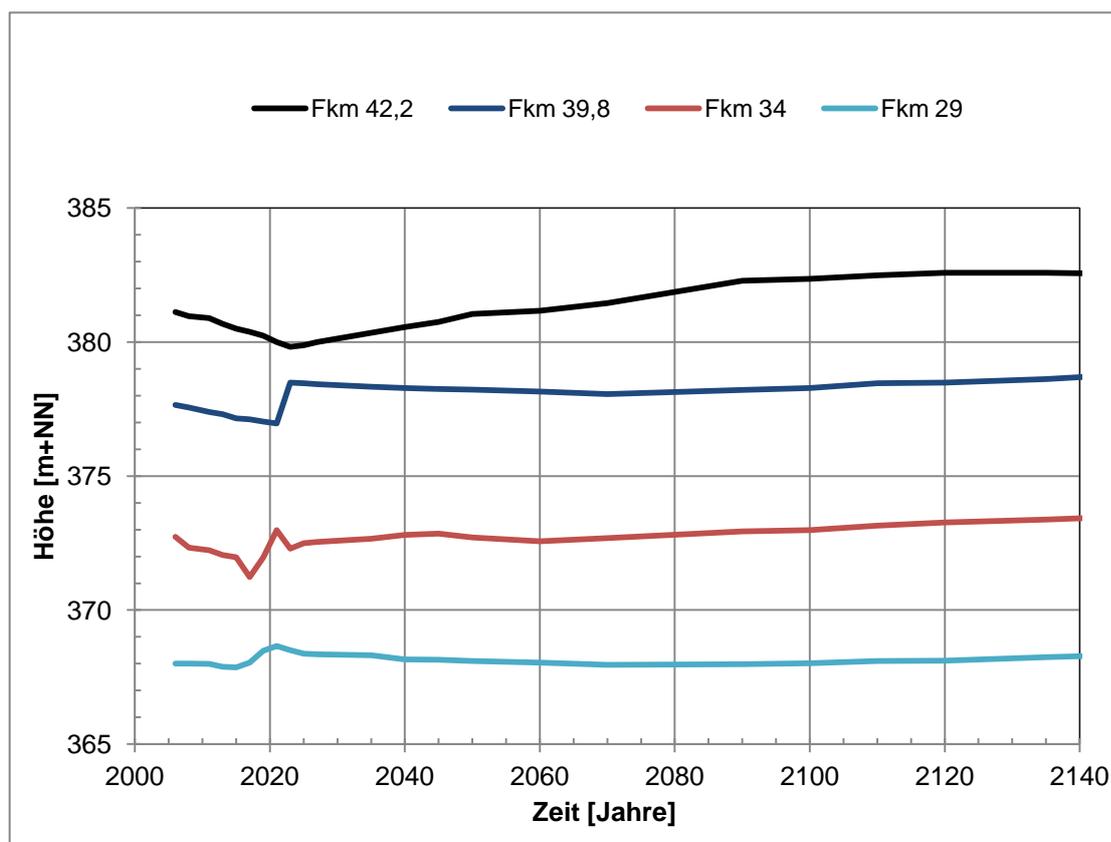


Abb. 43: Variante A: Entwicklung der Flusssohle an einzelnen Querschnitten

#### 4.3.2 Variante B

Die nachfolgenden Aussagen sind ohne Einschränkungen auf die Varianten E1 und E2 übertragbar.

Wie bei Variante A sind im südlichen Tittmoninger Becken deutliche Sohlhebungen notwendig. Stellvertretend dafür sind in Abb. 44 die zeitlichen Verläufe der

Sohlentwicklung an den Querprofilen bei Fkm 41 und 35,4 dargestellt. Die Anhebung der Sohle in dem durch die aufgelöste Sohlrampe bei Fkm 39,8 beeinflussten Bereich wird voraussichtlich mehrere Jahrzehnte in Anspruch nehmen. Dies liegt zum einen an dem durch die Maßnahmen im Freilassinger Becken bedingten Geschieberückhalt und zum anderen an den limitierten Aufweitungsmöglichkeiten in diesem Abschnitt auf Grund der topographischen Verhältnisse (analog zu Variante A).

Der Abschnitt oberstrom der Rampe bei Fkm 34,0 wird durch den Querschnitt bei Fkm 35,4 beschrieben. Hier ist mit einem Zeitraum von etwa 30 Jahren bis zur Anhebung der Sohle auf Planniveau auszugehen.

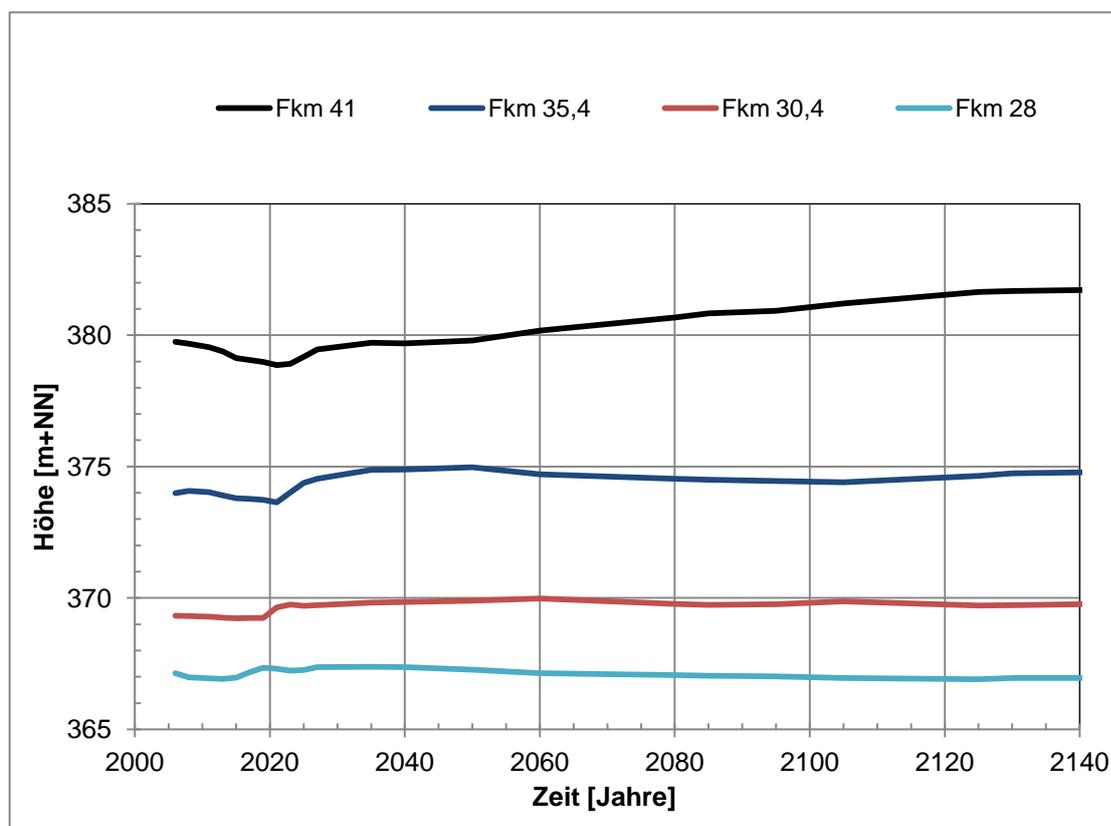


Abb. 44: Variante B: Entwicklung der Flusssohle an einzelnen Querschnitten

#### 4.3.3 Variante C

Die Aussagen der Variante A für den Bereich oberstrom der Rampe bei Fkm 40 sind ohne Einschränkung auf die Variante C übertragbar.

Unterstrom dieser Rampe wird das temporäre Geschiebedefizit vermutlich auch temporäre Sohleintiefungen bewirken. Durch die maschinelle Voraufweitung auf 140 m und die damit einhergehende Reduzierung der Sohlbelastung und der Transportkapazität wird die Eintiefung gegenüber dem Istzustand deutlich gebremst verlaufen.

#### **4.3.4 Variante E1**

Die Ausführungen zu Variante B in Kapitel 4.3.2 sind unmittelbar auf Variante E1 übertragbar.

#### **4.3.5 Variante E2**

Die Ausführungen zu Variante B Kapitel 4.3.2 sind unmittelbar auf Variante E2 übertragbar.

### **Verwendete Literatur**

AG-FAH (2011): Grundlagen für einen österreichischen Leitfaden zum Bau von Fischaufstiegshilfen (FAHs). Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, Wien.

BAW-IWB, SKI (2005): Salzach Umsetzungskonzept – Abschlussbericht, Wasserwirtschaftsamt Traunstein und Amt der Salzburger Landesregierung.

Bürgerkraftwerk Salzach GmbH + Co.KG (BKS, 2010a): Bürgerkraftwerk an der Unteren Salzach, 33+800: Grundlagenermittlung und Vorplanung.

Bürgerkraftwerk Salzach GmbH + Co.KG (BKS, 2010b): Bürgerkraftwerk an der Unteren Salzach, 39+400: Grundlagenermittlung und Vorplanung.

Bürgerkraftwerk Salzach GmbH + Co.KG (BKS, 2012): Bürgerkraftwerke an der Unteren Salzach – Neubau linksseitiger Buchtenkraftwerke an neu zu errichtenden Sohlabstufungen der Salzach (Flusskilometer 33+900, 39+400) als Bürgerkraftwerke mit freier Beteiligung.

Grenzkraftwerke GmbH (2010): Machbarkeitsuntersuchung 2009 – Energienutzung „Untere Salzach“ – Zusammenfassender technischer Bericht, unveröffentlicht.

Grenzkraftwerke GmbH (2013): Sanierung Untere Salzach Variantenuntersuchung – Optimierung der Variante GWK, unveröffentlicht.

Mayr & Sattler (2012). Machbarkeitsstudie Naturflussvariante Wasserbauliches  
Umsetzungskonzept, unveröffentlicht.

Seifert, K. (2012): Praxishandbuch Fischaufstiegsanlagen in Bayern. Bayerisches  
Landesamt für Umwelt.

TU München (2004): Sanierung Untere Salzach – Sichtung und Optimierung der  
Planungen zum Uferschutz, Technische Universität München.

TU München (2006): Sanierung Untere Salzach – Anpassung des Programmpaketes  
UFERLOS an die Krümmungssituation der Unteren Salzach, Technische Universität  
München.

WRS (2001a): Wasserwirtschaftliche Rahmenuntersuchung Salzach,  
Zusammenfassende Darstellung und Bewertung der Lösungsvarianten, Amt der  
Salzburger Landesregierung.

WRS (2001b): Wasserwirtschaftliche Rahmenuntersuchung Salzach,  
Wasserwirtschaftliche Planungs- und Bewertungsmethodik sowie  
Variantenvorauswahl, Amt der Salzburger Landesregierung.

WRS (2002a): Wasserwirtschaftliche Rahmenuntersuchung Salzach,  
Geschiebetransportmodellierung, Amt der Salzburger Landesregierung.

WRS (2002b): Wasserwirtschaftliche Rahmenuntersuchung Salzach, Physikalisches  
Modell Sohlrampe mit Mäanderstrecke, Amt der Salzburger Landesregierung.

Yalin, M. S. (1992): River Mechanics, Pergamon Press, Oxford.

Zarn, B (1997): Einfluss der Flussbettbreite auf die Wechselwirkung zwischen Abfluss,  
Morphologie und Geschiebetransportkapazität, Mitteilung der Versuchsanstalt für  
Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie der ETH Zürich, Nr. 154.