

## Anlage 2.9.1

### Beschreibung der Varianten

#### (Auszug aus der Variantenuntersuchung)

##### Inhaltsverzeichnis

1	Grundlagen (entfällt hier).....	3
2	Variantenübergreifende Festlegungen.....	3
2.1	Sohlrollierungsstreifen .....	3
2.2	Aufgelöste Sohlrampen.....	5
2.3	Sohlsicherungskonzept – Weiche Ufer – Lauffixierungen.....	7
2.4	Grobkornzugabe .....	8
2.5	Nebengewässersystem.....	9
2.6	Bauablauf .....	9
2.7	Kiesbilanz .....	10
3	Variantenbeschreibung.....	12
3.1	Variante A.....	12
3.1.1	Variantenentwicklung und vorhandene Unterlagen.....	12
3.1.2	Gewässeraufweitung und Konzept zur Laufbegrenzung .....	13
3.1.3	Aufgelöste Sohlrampen .....	13
3.1.4	Sohlanhebung, Ausgleichsgefälle, Kiespuffer über dem Seeton ....	14
3.1.5	Nebengewässersystem .....	16
3.1.6	Sohlmorphologie .....	16
3.1.7	Kiesbilanz.....	19
3.1.8	Zwischenzustand.....	19
3.2	Variante B.....	19
3.2.1	Variantenentwicklung und vorhandene Unterlagen.....	19
3.2.2	Gewässeraufweitung und Konzept zur Laufbegrenzung .....	19
3.2.3	Aufgelöste Sohlrampen .....	21
3.2.4	Sohlanhebung, Ausgleichsgefälle, Kiespuffer über dem Seeton ....	21

---

3.2.5	Nebengewässersystem .....	22
3.2.6	Sohlmorphologie .....	23
3.2.7	Kiesbilanz.....	29
3.2.8	Zwischenzustand.....	29
3.3	Variante C (entfällt hier).....	29
3.4	Variante E1 (GKW).....	29
3.4.1	Variantenentwicklung und vorhandene Unterlagen.....	29
3.4.2	Konzept zum Erreichen einer dynamischen Sohlstabilisierung .....	30
3.4.3	Gewässeraufweitung und Konzept zur Laufbegrenzung .....	30
3.4.4	Aufgelöste Sohlrampen .....	30
3.4.5	Sohlanhebung, Ausgleichsgefälle, Kiespuffer über dem Seeton ....	30
3.4.6	Konzept der Fließgewässerkraftwerke.....	30
3.4.7	Nebengewässer .....	37
3.4.8	Energiewirtschaftliche Eckdaten .....	37
3.4.9	Sohlmorphologie .....	38
3.4.10	Kiesbilanz.....	38
3.4.11	Zwischenzustand.....	38
3.5	Variante E2 (BKS) (entfällt hier).....	39
4	Zwischenzustände (entfällt hier).....	39

## 1 Grundlagen (entfällt hier)

## 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.

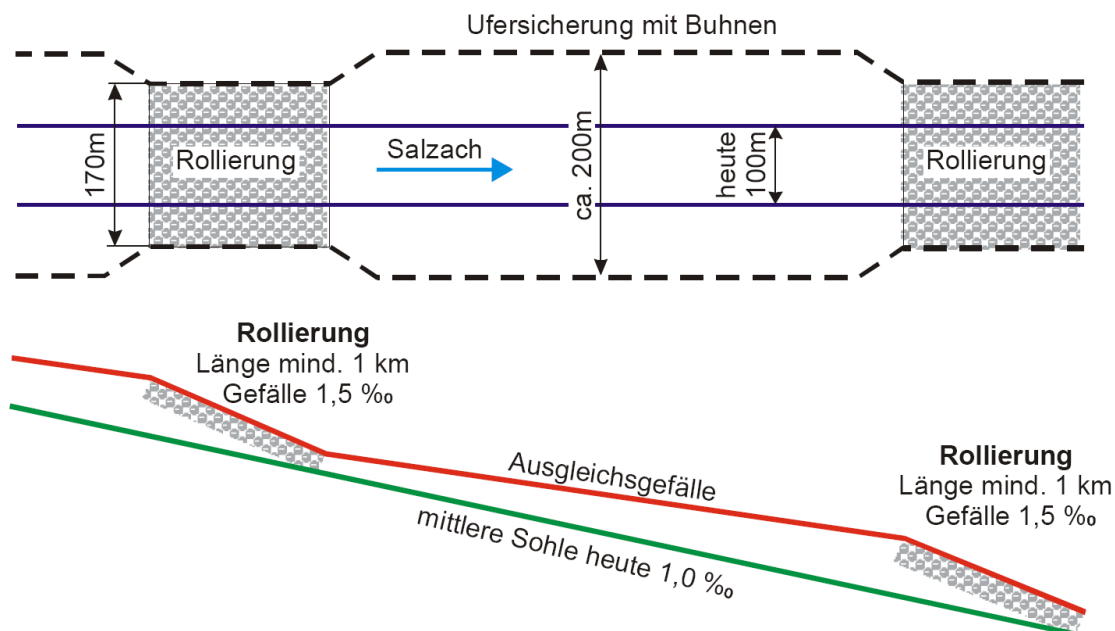


Abb. 1: Aufweitung und Sohlrollierung, Schemaskizze (aus WRS, 2001b)

Im Rahmen des Optimierungsschritts 1 wurden verschiedene Alternativen zu den Rollierungstreifen 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 Winterzustand 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 Sohlsicherungsmaßnahmen. 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 Freilassinger 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 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.

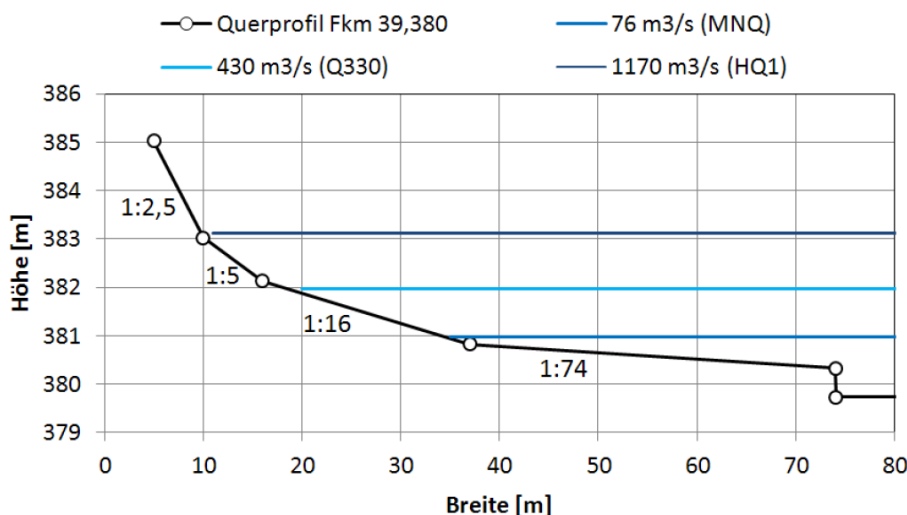


Abb. 3: Schnitt durch einen Querriegel der Riegelrampe

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

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

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 Sohlhebung 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 Teilabschnitte).

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.

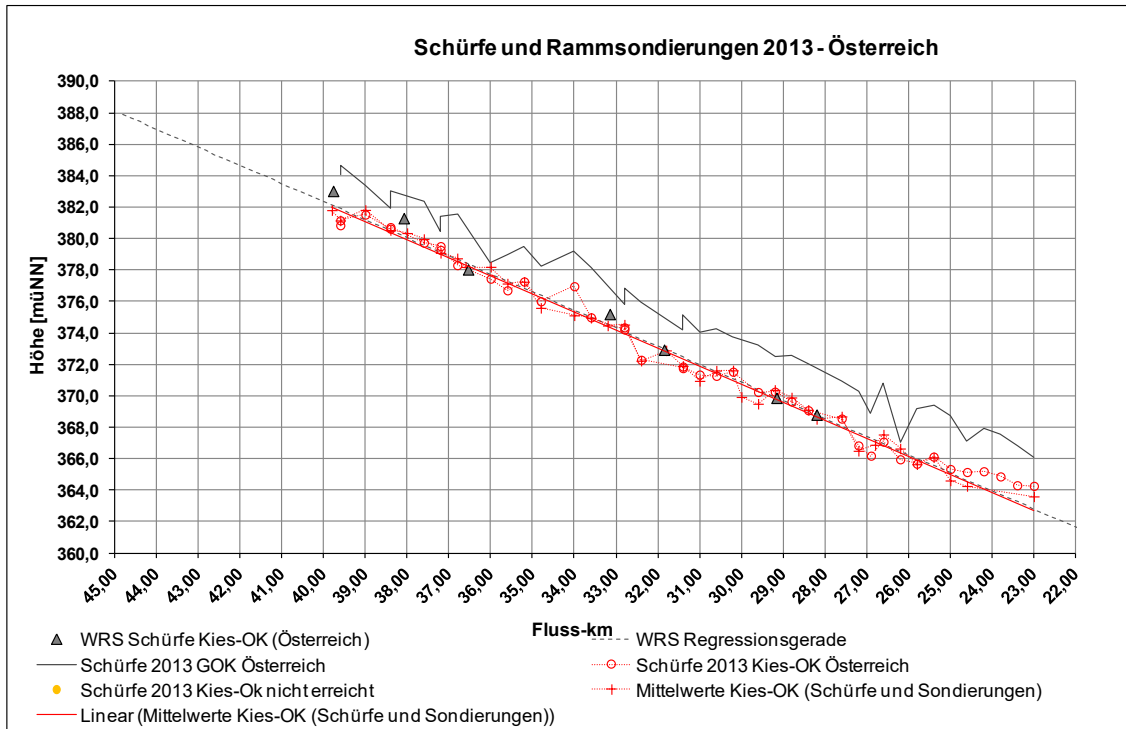


Abb. 4: Längsschnitt Verlauf Kiesoberkante im rechten Vorland (Österreich)

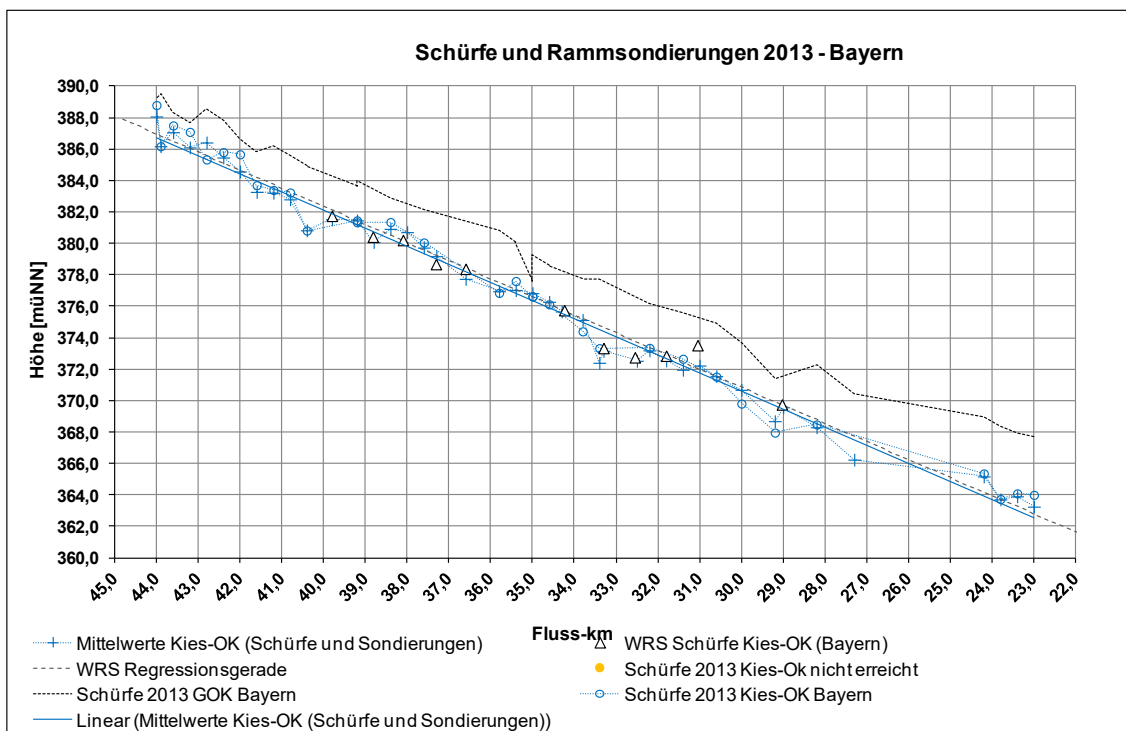


Abb. 5: Längsschnitt Verlauf Kiesoberkante im rechten Vorland (Österreich)

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 **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**

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 Rampenkronen. Die erforderliche Überhöhung der Rampenkronen gegenüber der Sohle oberstrom wird dabei mit 0,5 m angenommen.

Tabelle 1: 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 Sohdurchschlag 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.

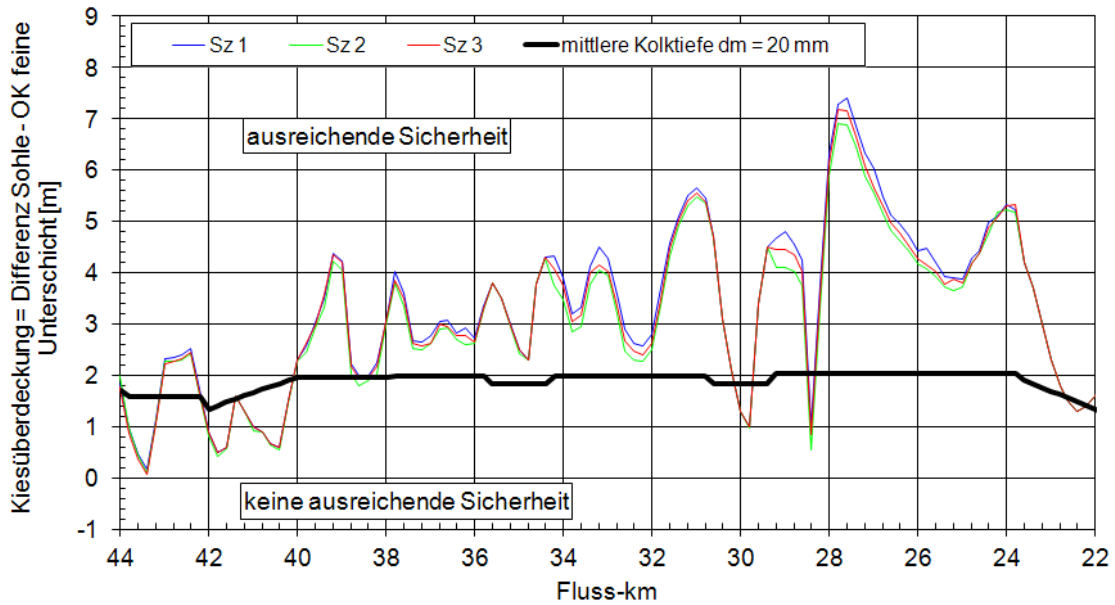


Abb. 6: Kiesüberdeckung bei Variante A (entnommen aus WRS, Fachbericht 4, überarbeitet)

### 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.



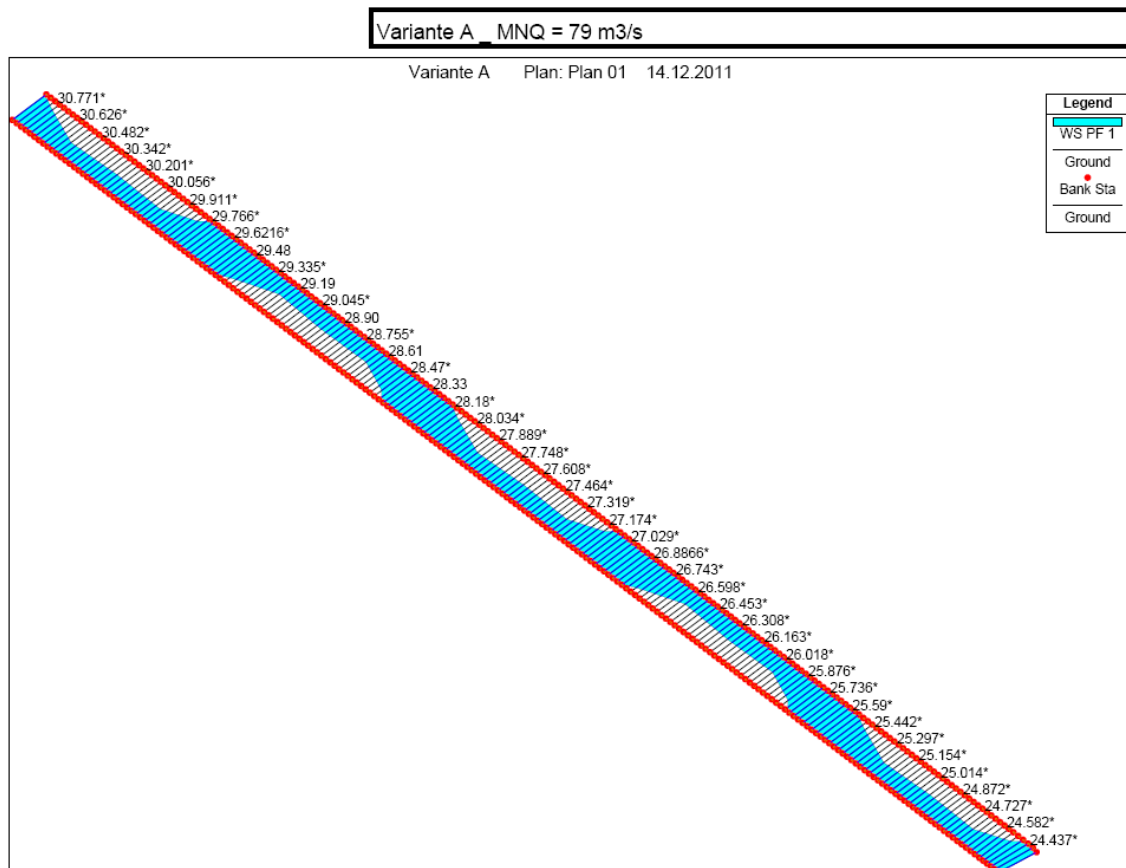


Abb. 7: Variante A, Ausschnitt im Tittmoninger Becken: Abschätzung der Kiesbankflächen bei MNQ (mittleres Niedrigwasser)

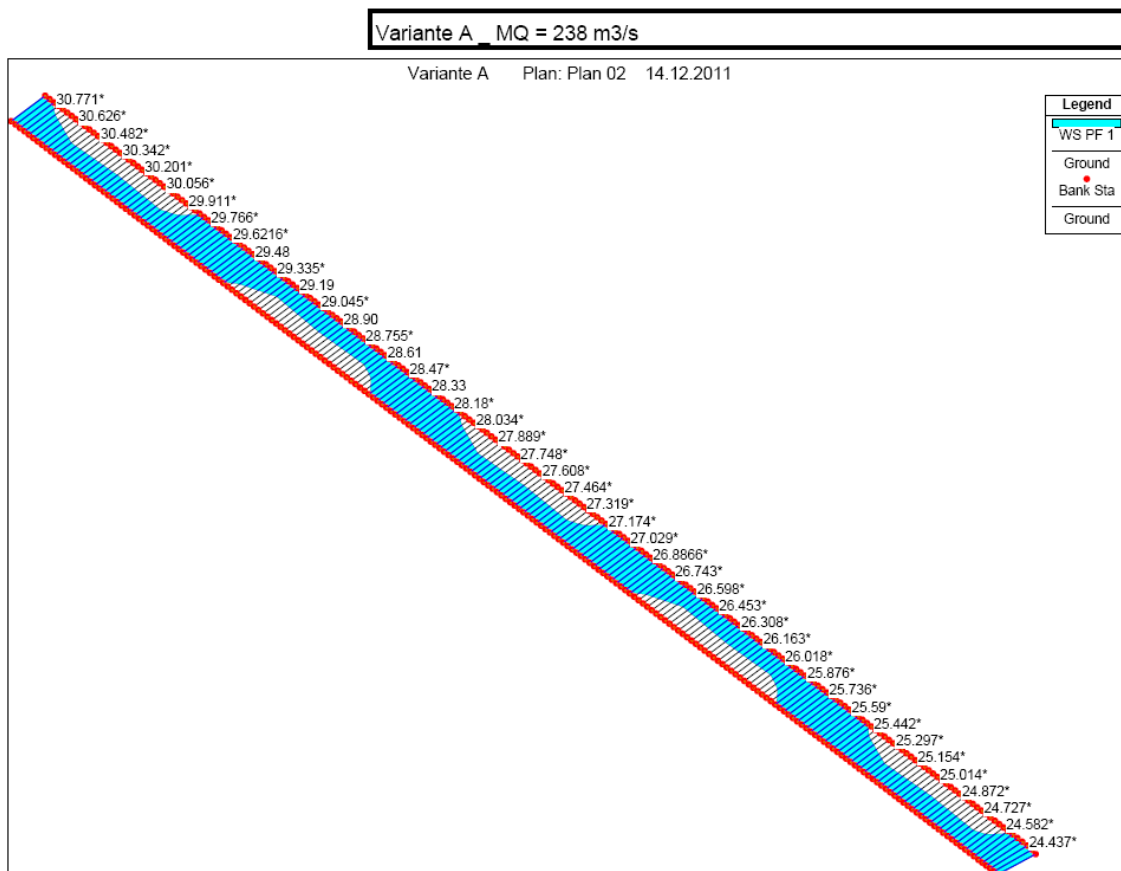


Abb. 8: Variante A, Ausschnitt im Tittmoninger Becken: Abschätzung der Kiesbankflächen bei MQ (Mittelwasser)

Die quantitativen Ergebnisse der Abschätzung der Kiesbankflächen (trockene Bereiche, über Wasser) sind in Tabelle 2 eingetragen.

Tabelle 2: 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 Pralluferbereich 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 Rollierungsstreifen vorsah, werden gemäß Kapitel 2.1 die Rollierungsstreifen 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 3 zusammengefasst.

Tabelle 3: 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 Sohlanhebung, Ausgleichsgefälle, Kiespuffer über dem Seeton

Die prognostizierte Sohlanhebung 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.

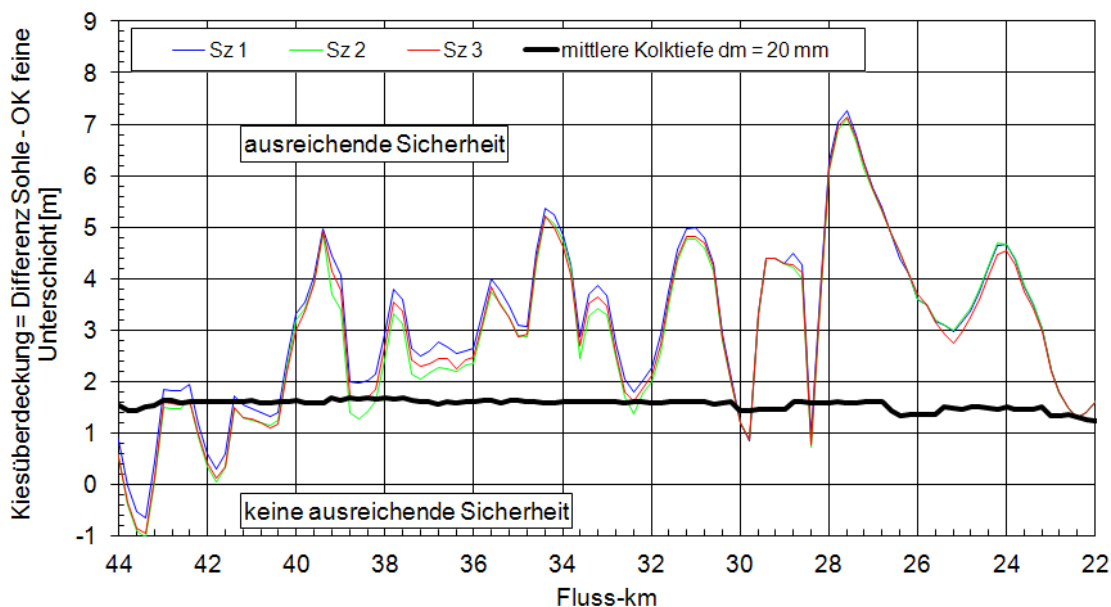


Abb. 9: Kiesüberdeckung bei Variante B (entnommen aus WRS, Fachbericht 4, überarbeitet)

### 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.

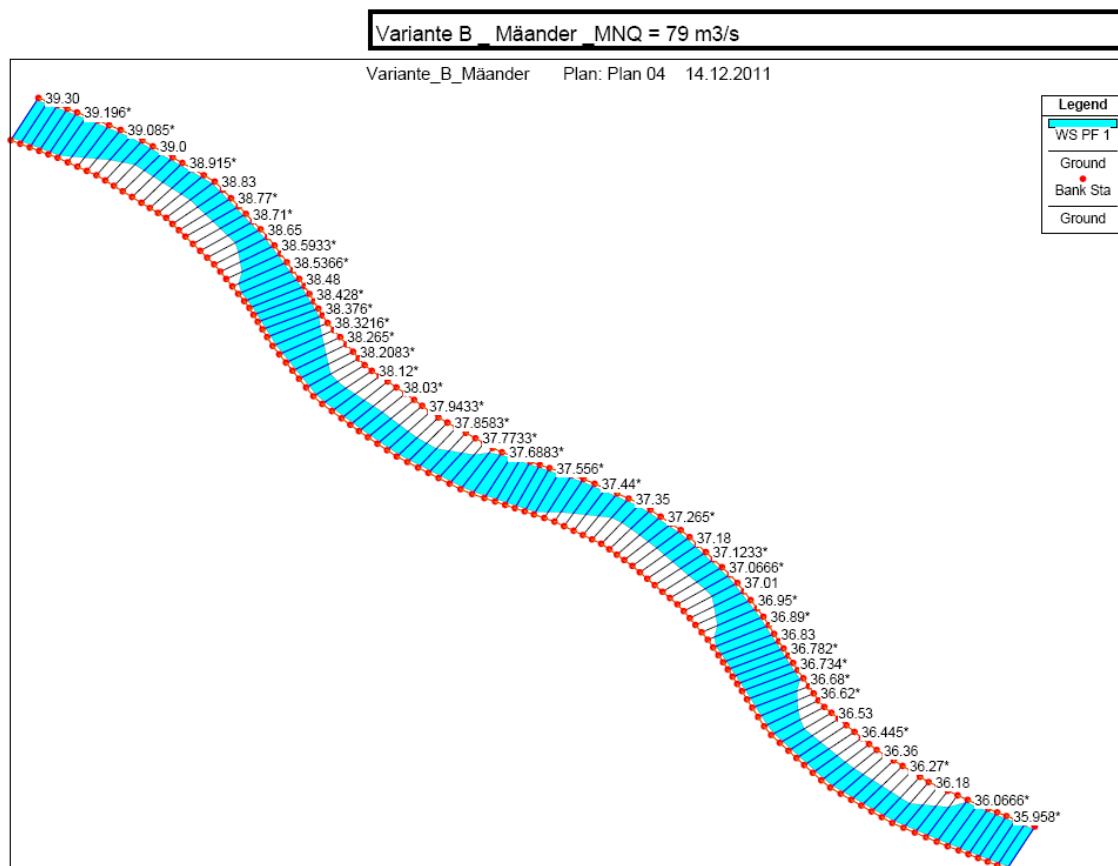


Abb. 10: Variante B, Ausschnitt im Tittmoninger Becken, Bereich mit Bogenfolge (Fkm 40 bis 29): Abschätzung der Kiesbankflächen bei MNQ (mittleres Niedrigwasser)



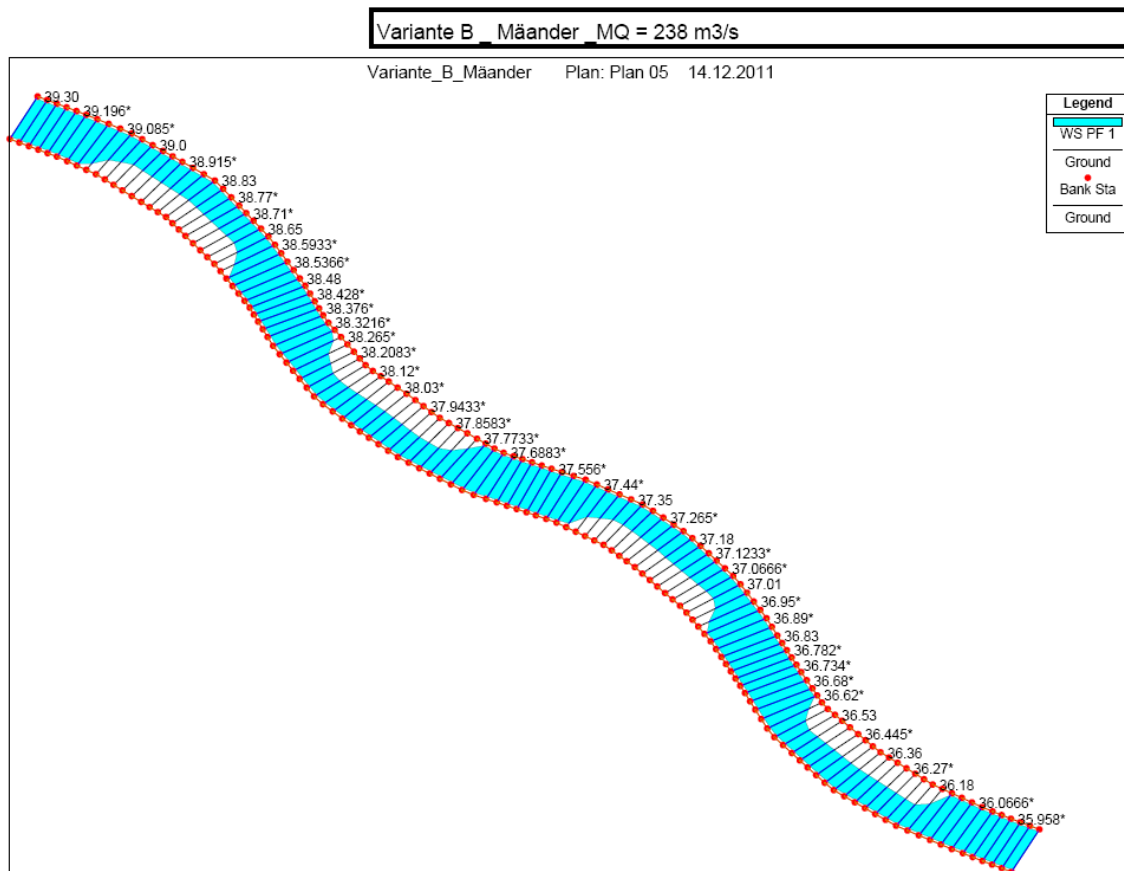


Abb. 11: Variante B, Ausschnitt im Tittmoninger Becken, Bereich mit Bogenfolge (Fkm 40 bis 29): Abschätzung der Kiesbankflächen bei MQ (Mittelwasser)

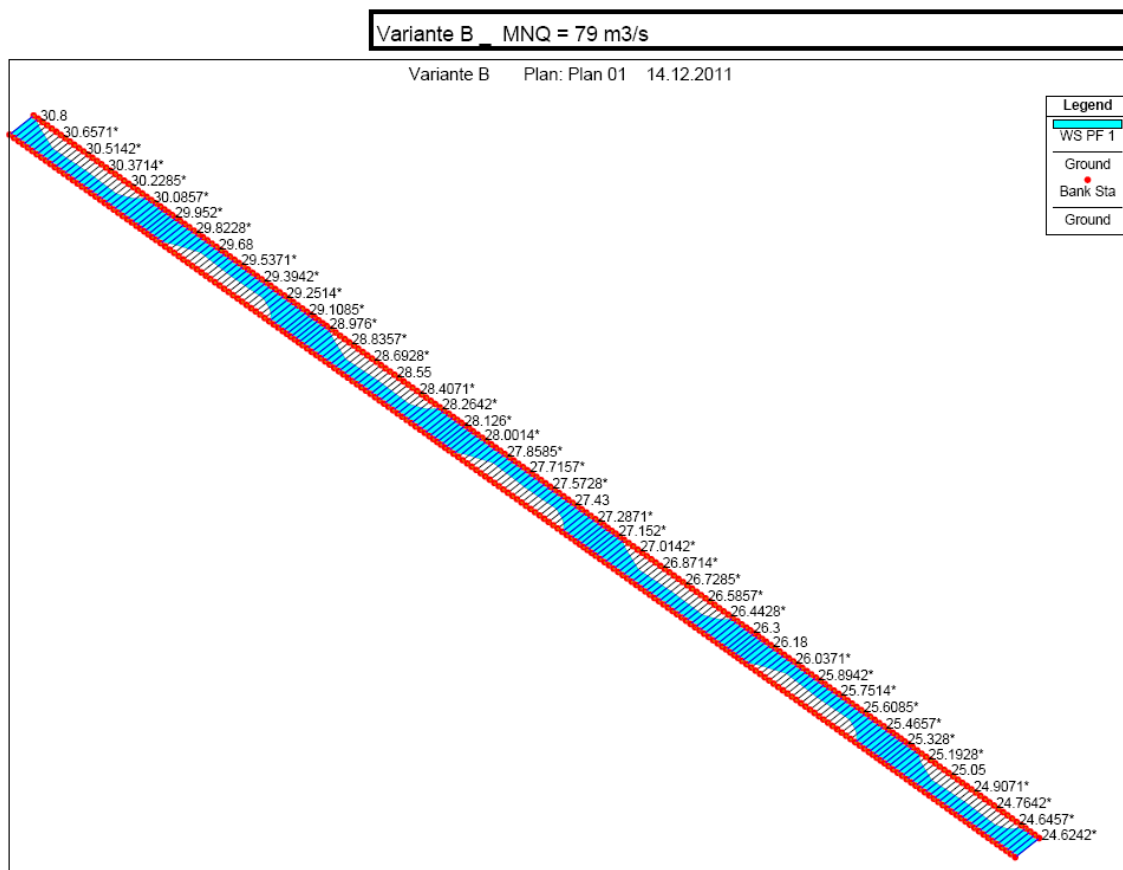


Abb. 12: Variante B, Ausschnitt im Tittmoninger Becken, Bereich mit gestreckter Linienführung: Abschätzung der Kiesbankflächen bei MNQ (mittleres Niedrigwasser)

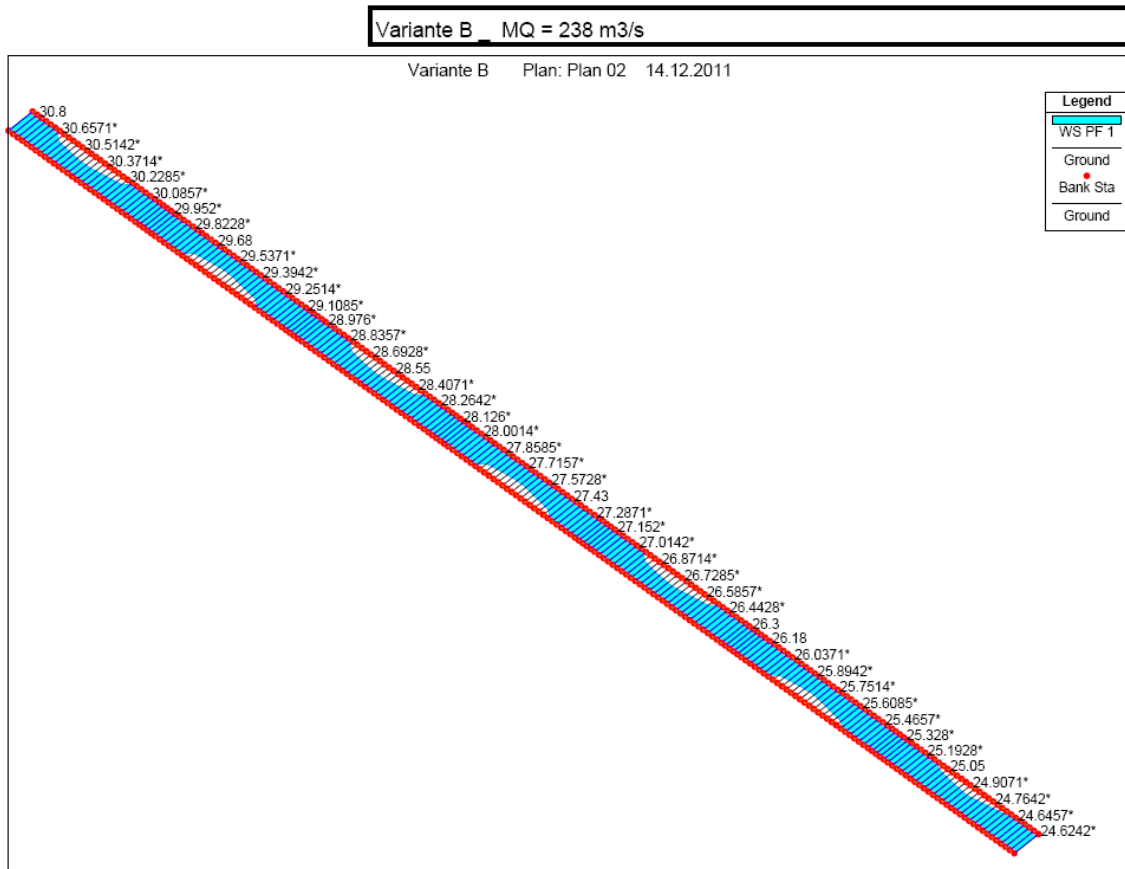


Abb. 13: Variante B, Ausschnitt im Tittmoninger Becken, Bereich mit gestreckter Linienführung: Abschätzung der Kiesbankflächen bei MNQ (mittleres Niedrigwasser)

Die quantitativen Ergebnisse der Abschätzung der Kiesbankflächen (trockene Bereiche, über Wasser) sind in den nachfolgenden Tabellen enthalten, Tabelle 4 für den Bereich der Bogenfolge, Tabelle 5 für den gestreckten Flussabschnitt. In Tabelle 6 sind die Kiesbankflächen für das gesamte Tittmoninger Becken zusammengefasst.

Tabelle 4: 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 5: 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 6: 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 (entfällt hier)

## 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 GKW.

- 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. 14 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 m<sup>3</sup>/s. Bei einem gewählten Ausbauabfluss von ca. 230 m<sup>3</sup>/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.

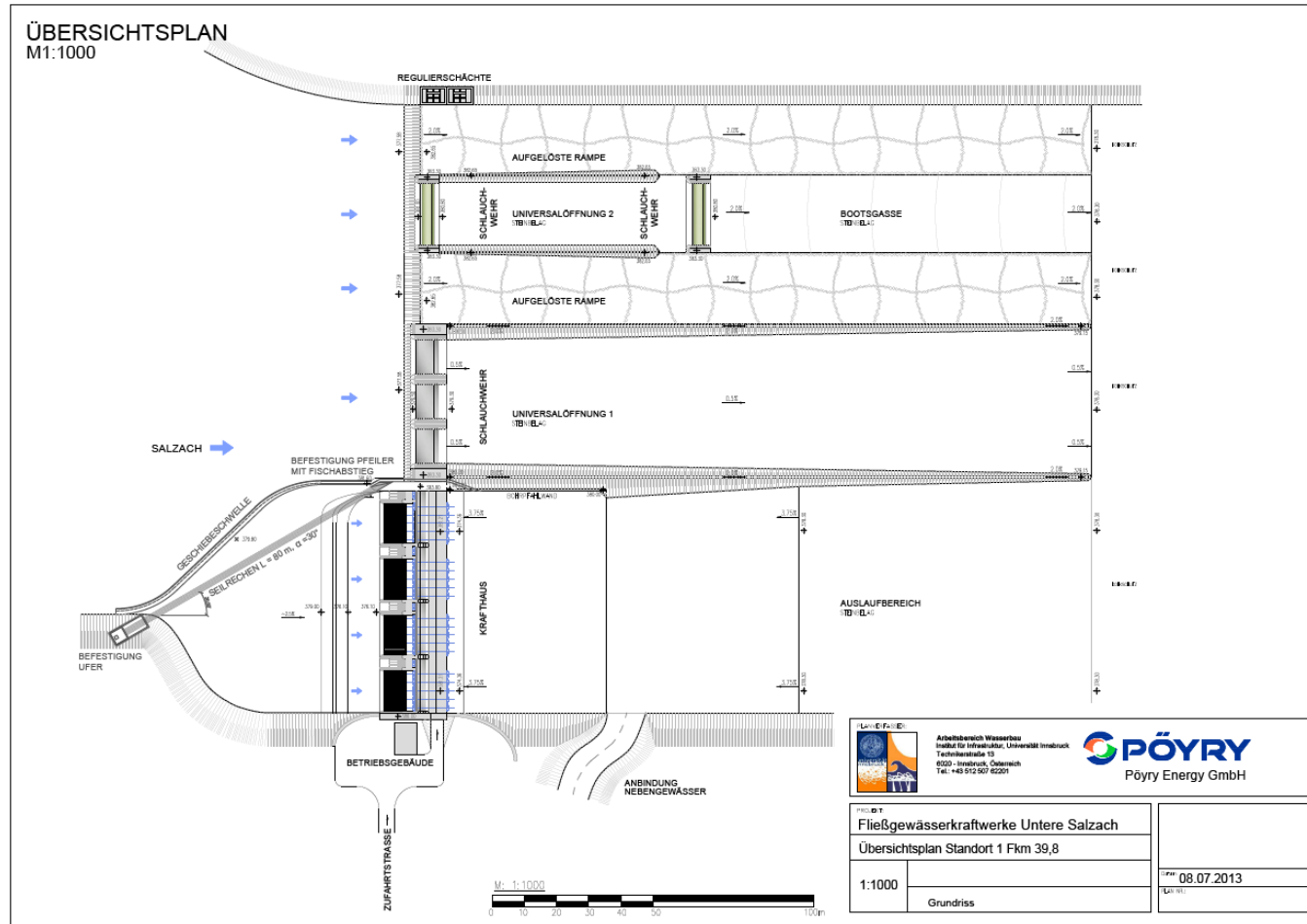


Abb. 14: Lageplan Fließgewässerkraftwerk (Quelle Uni Innsbruck)



### *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. 15 zeigt die Anordnung des Seilrechens im Lageplan.

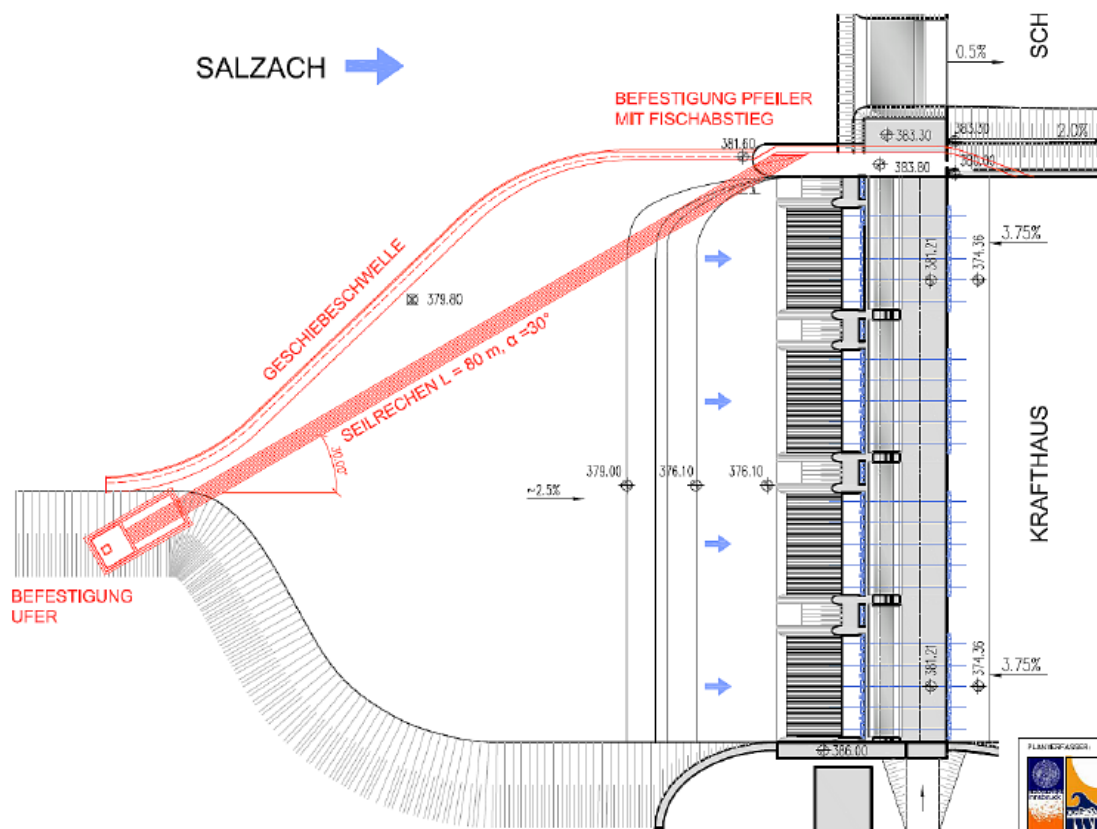


Abb. 15: Anordnung Seilrechen (aus Variante GKW – Beantwortung der Fragen zum Thema Ökologie, Juli 2013)

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. 16 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.

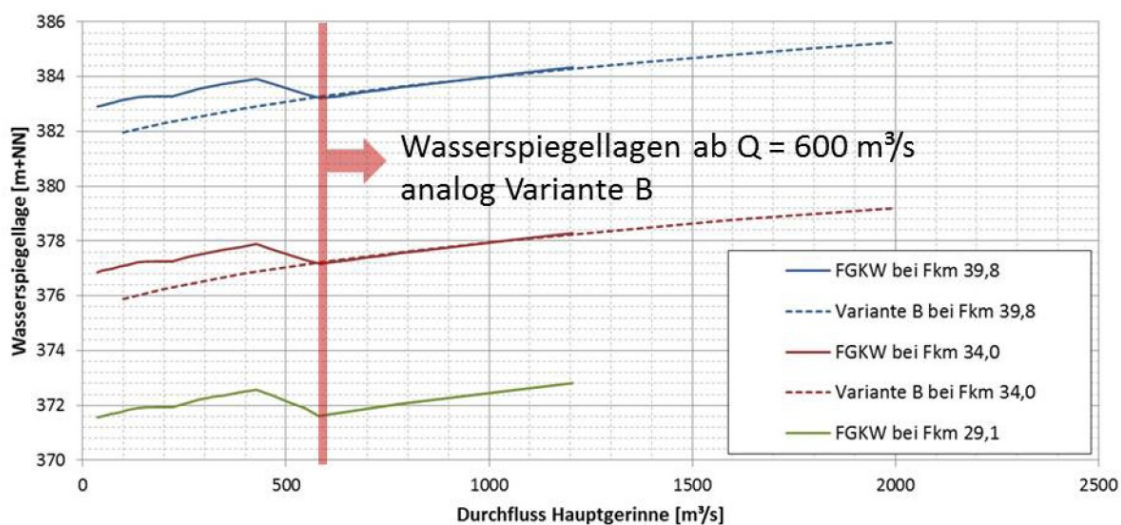


Abb. 16: Wasserstands-Abfluss-Beziehungen der Fließgewässerkraftwerke (aus Grenzkraftwerke, 2013)

### *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. 16) 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. 17) beträgt das Regelarbeitsvermögen pro Standort ca. 33 GWh. Bei allen drei Standorten beträgt das durchschnittliche Regelarbeitsvermögen somit ca. 100 GWh.

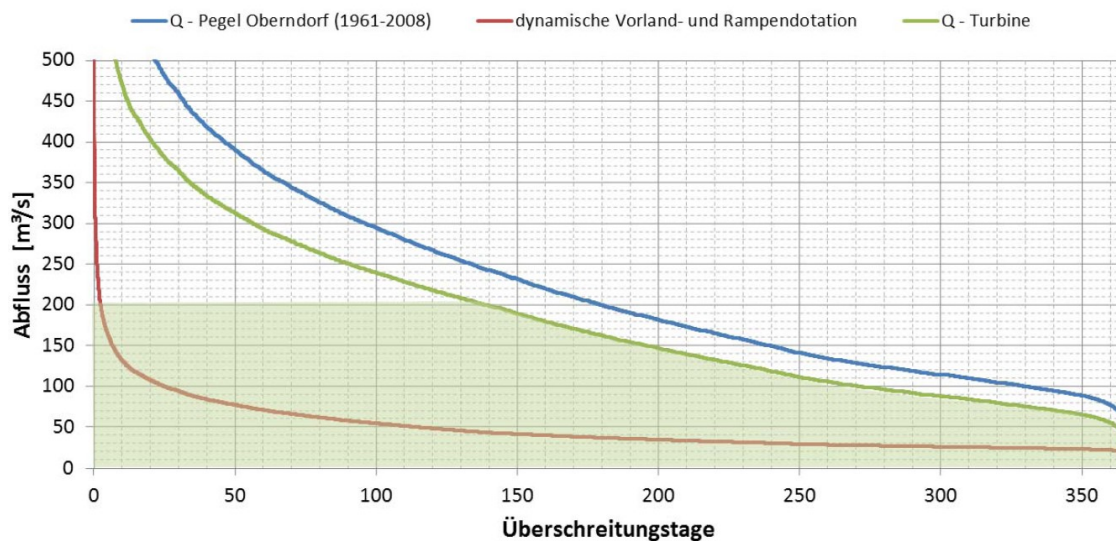


Abb. 17: Mittlere Unterschreitungsdauerlinie der Salzach am Pegel Oberndorf (aus Grenzkraftwerke, 2013)

### 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) (entfällt hier)**

-entfällt hier-

## **4 Zwischenzustände (entfällt hier)**

### **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.