

# Hochwasserschutz Nittenau, Bauabschnitt 1

## Regen, Gewässer I. Ordnung

### Entwurfsplanung Erläuterungsbericht

15. Februar 2021

Arbeitsgemeinschaft IB Schlegel / aquasoli Ingenieurbüro  
c/o Regierungsbaumeister Schlegel GmbH & Co. KG, Guntherstr. 29, 80639 München

## Inhaltsverzeichnis

<b>1.</b>	<b>Vorhabenträger .....</b>	<b>1</b>
<b>2.</b>	<b>Zweck des Vorhabens .....</b>	<b>2</b>
<b>3.</b>	<b>Bestehende Verhältnisse / Grundlagenermittlung .....</b>	<b>3</b>
3.1	Lage des Vorhabens .....	3
3.2	Geologische, bodenkundliche und morphologische Grundlagen .....	3
3.3	Hydrologische Daten .....	5
3.4	Gewässerbenutzungen .....	5
3.5	Sparten und Kreuzungsbauwerke .....	7
3.6	Bestehende Hochwasserschutzanlagen .....	8
<b>4.</b>	<b>Art und Umfang des Vorhabens .....</b>	<b>9</b>
4.1	Bemessungshochwasser / Bauabschnitte .....	9
4.2	Schutzeinrichtungen unterhalb der Angerinsel .....	10
4.3	Schutzeinrichtungen im Bereich Kühgaßbach .....	10
4.4	Hochwasserschutzanlagen .....	11
4.5	Bemessung Freibord Hochwasserschutzanlagen .....	12
4.6	Betrieb der Hochwasserschutzanlage .....	13
4.7	Resilienz der Hochwasserschutzanlage .....	15
4.8	Objekt 1 (Bau-km 0+000 – 0+460; Fluss-km 41+880 – 40+500) .....	16
4.9	Objekt 2 (Bau-km 0+460 – 0+796; Fluss-km 40+500 – 40+250) .....	20
4.10	Objekt 3 - Siel 1 (ca. Bau-km 0+796 - 803; ca. Fluss-km 40+250) .....	23
4.11	Objekt 4 - HWS-Mauer Angerinsel Ost (ca. Bau-km 0+803 – 0+977; ca. Fluss-km 40+250 – 40+080) .....	30
4.12	Objekt 4 - HWS-Mauer Angerinsel West (ca. Bau-km 0+988 – 1+247; ca. Fluss-km 40+050 – 39+820) .....	37
4.13	Objekt 5.4 - Abgrabungen .....	40
4.14	Objekt 6 (Bau-km 1+247 – 1+398; Fluss-km 39+820 – 39+680) .....	42
4.15	Objekt 7.1 - Siel 2 (ca. Bau-km 1+466 – 1.480; ca. Fluss-km 39+630) .....	44
4.16	Objekt 7.2 – Plattform am Angerspitz (ca. Bau-km 1+400 – 1+466; ca. Fluss-km 39+700 – 39+630) .....	50
4.17	Objekt 8.1 - Schöpfwerk (ca. Bau-km 1+429 – 1+437; ca. Fluss-km 39+670) .....	52
4.18	Objekt 8.3 – Einlaufbauwerk und Zulaufkanal (ca. Bau-km 1+391 – 1+429; ca. Fluss-km 39+700) .....	61
4.19	Objekt 8.2 – HWS-Mauer mit Wegerampe und Betriebsgebäude (ca. Bau-km 1+480 – 1+552; ca. Fluss-km 39+430 – 39+600) .....	65
4.20	Objekt 9 – Vereinigungsbauwerk (ca. Bau-km 1+480 – 1+514; ca. Fluss-km 39+650) .....	67

---

4.21	Objekt 10 – Binnenentwässerung „Am Rücken“ (Fluss-km 39+510).....	69
4.22	Objektschutzmaßnahmen .....	77
<b>5.</b>	<b>Auswirkungen des Vorhabens .....</b>	<b>79</b>
5.1	Hauptwerte der beeinflussten Gewässer .....	79
5.2	Grundwasser und Grundwasserleiter .....	79
5.3	Wasserbeschaffenheit.....	79
5.4	Überschwemmungsgebiet.....	79
5.5	Überschreitung des Bemessungshochwassers .....	80
5.6	Natur und Landschaft, Fischerei .....	80
5.7	Wohnungs- und Siedlungswesen .....	81
5.8	Öffentliche Sicherheit und Verkehr .....	82
5.9	Anlieger und Grundstücke .....	82
<b>6.</b>	<b>Rechtsverhältnisse .....</b>	<b>83</b>
6.1	Unterhaltungspflicht betroffener Gewässerstrecken .....	83
6.2	Unterhaltungspflicht und Betrieb der baulichen Anlagen.....	83
6.3	Beweissicherungsmaßnahmen .....	83
6.4	Privatrechtliche Verhältnisse berührter Grundstücke und Rechte.....	83
6.5	Gewässerbenutzung .....	83
<b>7.</b>	<b>Durchführung des Vorhabens .....</b>	<b>84</b>
7.1	Abstimmung mit anderen Maßnahmen.....	84
7.2	Einteilung in Bauabschnitte.....	84
7.3	Bauablauf .....	85
7.4	Bauzeiten .....	86
7.5	Projektrisiken.....	88
7.6	Vorsorgender Bodenschutz .....	89
<b>8.</b>	<b>Kostenzusammenstellung .....</b>	<b>90</b>
8.1	Gesamtkosten .....	90
8.2	Kostenbeteiligungen.....	90

## Tabellen

Tabelle 1: Hydrologische Daten des Regen. (Quelle: Vorentwurf WWA Weiden).....	5
Tabelle 2: Übersicht der alten und neuen Bezeichnungen der Triebwasserkraftanlagen. ....	6
Tabelle 3: Sparten im Projektgebiet. ....	7
Tabelle 4: Freibordbemessung HWS-Deich.....	12
Tabelle 5: Freibordbemessung HWS-Wand.....	13
Tabelle 6: Maßgebende Wasserstände für den Betrieb der Hochwasserschutzanlage. ....	14
Tabelle 7: Ausgangswerte für die hydraulische Bemessung von Siel 1. ....	26
Tabelle 8: Varianten Klein-Venedig.....	30
Tabelle 9: Variantenvergleich Hochwasserschutzwand und Uferweg. ....	31
Tabelle 10: Ausgangswerte für die hydraulische Bemessung von Siel 2. ....	46
Tabelle 11: Berechnung Stauvolumen im Kleinen Regen.....	54
Tabelle 12: Parameter für die Bemessung des Rechens.....	62
Tabelle 13: Örtliche Verlusthöhen. ....	65
Tabelle 14: Abflussleistungen der Rohrleitungen bei Vollenfüllung. ....	68
Tabelle 15: Zusammenstellung Materialbewegungen.....	89

## Abbildungen

Abbildung 1: Hochwasserereignis am 12.-17.08.2002 a) Fußgängerbrücke zur Angerinsel und b) Rathaus Nittenau. (Quelle: Homepage Freiwillige Feuerwehr Stadt Nittenau).....	2
Abbildung 2: Lage der geplanten Maßnahme. (Quelle: Bayern Atlas).....	3
Abbildung 3: Lage der Wasserkraftanlagen in Nittenau.....	6
Abbildung 4: Gestaltung Siel 1 mit Klein-Venedig (Ansicht von Osten).....	25
Abbildung 5: HWS-Mauer Variante 1 – Hochliegender Uferweg mit Glasaufsatzsystem (Ansicht von Osten).....	32
Abbildung 6: HWS-Mauer Variante 2 – Tiefliegender Uferweg mit Dammbalkensystem (offen, Ansicht von Osten).....	32
Abbildung 7: HWS-Mauer Variante 2 – Tiefliegender Uferweg mit Dammbalkensystem (geschlossen, Ansicht von Osten).....	33
Abbildung 8: Klein-Venedig - Vorzugsvariante (Ansicht von Westen).....	33
Abbildung 9: Vorzugsvariante Hochliegender Uferweg mit Glasaufsatzsystem nach Fertigstellung des Bauabschnittes 2 (Ansicht von Westen).....	34
Abbildung 10: Vorzugsvariante Hochliegender Uferweg mit Glasaufsatzsystem nach Fertigstellung des Bauabschnittes 1 (Ansicht von Westen).....	35
Abbildung 11: HWS-Mauer mit Glasaufsatzsystem (Ausschnitt aus Längsschnitt, Anlage 3.4.1.2).....	35
Abbildung 12: Gestaltung Siel 2 (Ansicht von Nordwesten).....	46

## 1. Vorhabenträger

Vorhabenträger für den geplanten Hochwasserschutz am Regen (Gewässer 1. Ordnung) in Nittenau ist der Freistaat Bayern, vertreten durch das Wasserwirtschaftsamt Weiden.

### **Vorhabenträger**

Wasserwirtschaftsamt Weiden  
Am Langen Steg 5  
92637 Weiden in der Oberpfalz

### Ansprechpartner

Herr Christian Götz  
Tel. 0961 / 304 - 499  
E-Mail: [poststelle@wwa-wen.bayern.de](mailto:poststelle@wwa-wen.bayern.de)

### **Entwurfsverfasser**

Regierungsbaumeister  
Schlegel GmbH & Co. KG  
Guntherstraße 29  
80639 München

### Ansprechpartner/in

Projektleiter  
Herr Dipl.-Ing. Roland Wach  
Tel.: 089 / 17 902 -217  
E-Mail: [roland.wach@ib-schlegel.de](mailto:roland.wach@ib-schlegel.de)

Objektplanung Massivbau  
Frau Maria Bichlmeier, M.Sc.  
Tel.: 089 / 17 902 -216  
E-Mail: [maria.bichlmeier@ib-schlegel.de](mailto:maria.bichlmeier@ib-schlegel.de)

### Ansprechpartner/in

Stellv. Projektleiter  
Herr Dipl.-Ing. Bernhard Unterreitmeier  
Tel. 08662 / 66 444 -10  
E-Mail: [bernhard.unterreitmeier@aquasoli](mailto:bernhard.unterreitmeier@aquasoli)

aquasoli Ingenieurbüro  
Haunertinger Straße 1a  
83313 Siegsdorf  
  
Objektplanung Deiche  
Herr Dipl.-Ing. Johannes Steinkellner  
Tel. 08662 / 66 444 -19  
E-Mail: [johannes.steinkellner@aquasoli.eu](mailto:johannes.steinkellner@aquasoli.eu)

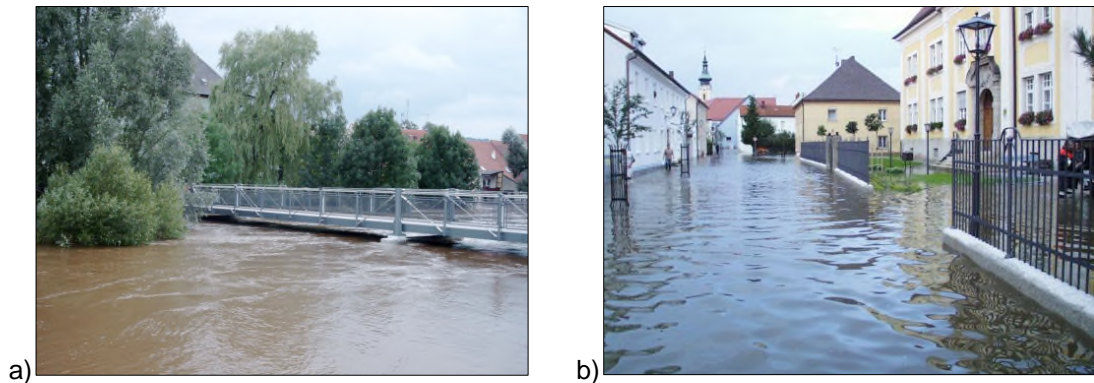
### **Naturschutzplanung**

Herr Dipl.-Ing. Ralf Schindlmayr  
Tel. 08662 / 66 444 -27  
E-Mail: [ralf.schindlmayr@aquasoli.eu](mailto:ralf.schindlmayr@aquasoli.eu)

Frau Dipl.-Ing. Christine Pöschl  
Tel. 08662 / 66 444 -20  
E-Mail: [christine.poeschl@aquasoli.eu](mailto:christine.poeschl@aquasoli.eu)

## 2. Zweck des Vorhabens

Die Stadt Nittenau, insbesondere der Ortsteil Nittenau, ist durch Hochwasser stark gefährdet. Zwölf Hektar der bebauten Fläche werden bei einem hundertjährlichen Hochwasser überflutet. Das Schadenpotential für den Ortsteil Nittenau beläuft sich auf ca. 62.000.000,00 €. Die folgenden Bilder des Hochwasserereignisses vom August 2002 verdeutlichen die Notwendigkeit dieser Hochwasserschutzmaßnahme.



**Abbildung 1:** Hochwasserereignis am 12.-17.08.2002 a) Fußgängerbrücke zur Angerinsel und b) Rathaus Nittenau. (Quelle: Homepage Freiwillige Feuerwehr Stadt Nittenau)

Die Hochwasserschutzmaßnahme in Nittenau umfasst mehrere Bauobjekte. Die Hochwasserschutzeinrichtungen führen das Hochwasser im Bauabschnitt 1 um den Stadtkern herum, indem der Kleine Regen durch zwei Absperrbauwerke stillgelegt wird. Im Kernbereich der Stadt ist eine Hochwasserschutzmauer mit Glaselementen geplant. Am Stadtrand ergänzen Deichbauwerke den Hochwasserschutz. Für die Binnenentwässerung ist ein Schöpfwerk vorgesehen. Zusätzlich ist an einzelnen Gebäuden im Norden der Stadt ein Objektschutz geplant. Abgrabungen der Leitz-Insel sowie des rechten Ufers im Bereich der Fußgängerbrücke bis auf Mittelwasser sorgen für einen leistungsfähigeren Abfluss im Hochwasserfall.

Die Planungsgemeinschaft aus Regierungsbaumeister Schlegel GmbH & Co. KG und Ingenieurbüro aquasoli wurde vom Wasserwirtschaftsamt Weiden mit Planungsleistungen der Leistungsphasen (Lph) 1 bis 4 (HOAI, 2013) zur Umsetzung der Hochwasserschutzmaßnahme Nittenau beauftragt. Diese umfassen die Bereiche Objektplanung (Lph 3-4), Tragwerksplanung (Lph 1-4), Planung der Technischen Ausrüstung (Lph 1-4), Planungsbegleitende Vermessung (Lph 1-4), Hydraulische Nachweise, Naturschutzfachliche Planung (Landschaftspflegerischer Begleitplan, Umweltverträglichkeitsprüfung, spezielle artenschutzrechtliche Prüfung, FFH-Verträglichkeitsprüfung), Visualisierungen sowie Bodenmechanik, Erd- und Grundbau. Optional können weiterhin beauftragt werden die Bereiche Objektplanung (Lph 5-8), Tragwerksplanung (Lph 5-6), Technische Ausrüstung (5-8), Bauvermessung, Örtliche Bauüberwachung und Betriebsanweisung.



vom 16.07 bis zum 19.07.2015 durch das Baugrundinstitut Dr.-Ing. Johann Spotka und Partner GmbH 20 Rammkernsondierungen (RKS) bis max. 8,8 m Tiefe unter GOK und 17 Sondierungen mit der Schweren Rammsonde (DPH) bis max. 11 m Tiefe unter GOK durchgeführt. Zusätzlich wurden drei Rammkernsondierungen im Alternativbereich für den Hochwasserschutzdeich 1 und eine Rammkernsondierung nördlich des Regens ausgeführt. Die ausführliche Baugrunderkundung ist in Anlage 5.1 zu finden.

Die regionale Geologie und Hydrogeologie sind wie folgt zu beschreiben:

*„[...] Nach den Geologischen Karten von Bayern [...] stehen im Untersuchungsgebiet holozäne Talfüllungen (qh, f) und pleistozäne Lehme (Kristallinersatz-, Solifluktionslehm, Löß, Lößlehm, L), die Gesteine des Buntsandsteins sowie Eruptivgesteine (Kristallgranit I, GK) an. [...]“*

Gemäß Gutachten lässt sich der Baugrund zusammenfassend in sechs Schichten gliedern. Unter dem Oberbodenhorizont (Schicht 1) stehen bereichsweise künstlich aufgefüllte Böden (Schicht 2) an, darunter folgen bindige Deckschichten (Schicht 3) und gemischtkörnige Deckschichten (Schicht 4) z.T. mit organischen Beimengungen, sowie grobkörnige Böden (Schicht 5). Die Reihenfolge der Deckschichten ist nicht bei allen Aufschlüssen gleich. Unter den Deckschichten wurde verwitterter Fels angetroffen (Schicht 6).

*„[...] Als Grundwasserleiter dienen im Untersuchungsgebiet die fluviatilen, quartären Sande und Kiese des Regens. Diese stehen stellenweise im Kontakt mit dem unterlagernden Buntsandstein, der als Kluft-Poren-Grundwasserleiter anzusprechen ist. [...]“*

Laut Gutachten liegen bereichsweise schwach gespannte Grundwasserverhältnisse vor, da die bindigen Deckschichten die gemischtkörnigen und grobkörnigen Deckschichten nach oben zumindest bereichsweise abdichten können. Die Grundwasserstände wurden zum Zeitpunkt der Bohrungen zwischen 346,96 m ü. NN am östlichen Rand des Untersuchungsgebietes und 343,75 m ü. NN im Bereich des geplanten Schöpfwerks 1 festgestellt. Es ist mit jahreszeitlichen Schwankungen des Grundwasserspiegels zu rechnen.

Der Regen dient als Vorfluter und mündet bei Reinhausen (Regensburg) in die Donau.



### 3.3 Hydrologische Daten

Der Regen ist ein Gewässer erster Ordnung und durchquert die Stadt Nittenau von Osten nach Westen. Im Ortskern teilt sich der Regen in zwei Arme auf. Der nördliche und größere Arm des Regen wird von hier an als Großer Regen und der südliche und kleinere Regenarm als Kleiner Regen bezeichnet. Erste Probleme treten bereits bei kleineren Hochwässern auf. Bei einem HQ 100 ist der Stadtkern von Nittenau stark überflutet.

Da im Einzugsgebiet aufgrund der topographischen Verhältnisse nur ein sehr geringes natürliches Rückhaltevermögen vorhanden ist und nur wenige künstliche Rückhaltebecken existieren, steigt die Hochwasserwelle des Regen sehr schnell an. Dennoch kann aufgrund der langen Fließstrecke und unter Berücksichtigung der Wetterverhältnisse von einer Vorwarnzeit von rund 24 Stunden ausgegangen werden. Der Pegel Nittenau ist ein reiner Wasserstandspegel, für den keine W/Q-Beziehung existiert und damit auch keine Abflussdaten vorliegen. In der folgenden Tabelle sind die Abflusswerte des Regen am oberhalb befindlichen Standort Tiefenbach (Pegel Kienhof) aufgelistet.

**Tabelle 1:** Hydrologische Daten des Regen. (Quelle: Vorentwurf WWA Weiden)

	A <sub>E0</sub> [km <sup>2</sup> ]	HQ <sub>5</sub> [m <sup>3</sup> /s]	HQ <sub>20</sub> [m <sup>3</sup> /s]	HQ <sub>100</sub> [m <sup>3</sup> /s]
Regen (Standort Tiefenbach)	2392	383	540	729

Durch die Stadt Nittenau fließen zudem mehrere Gewässer dritter Ordnung. Im Norden fließen der Oedischbach und der Sulzbach dem Regen seitlich zu, im Süden der Vellenbach, Rosengraben, Reisachbach, Kühgaßbach und Birkenbauerbach. Die Gefahr eines gleichzeitigen Hochwassers der Gewässer dritter Ordnung und des Regen besteht in der Regel nicht.

### 3.4 Gewässerbenutzungen

#### 3.4.1 Wasserkraftanlagen

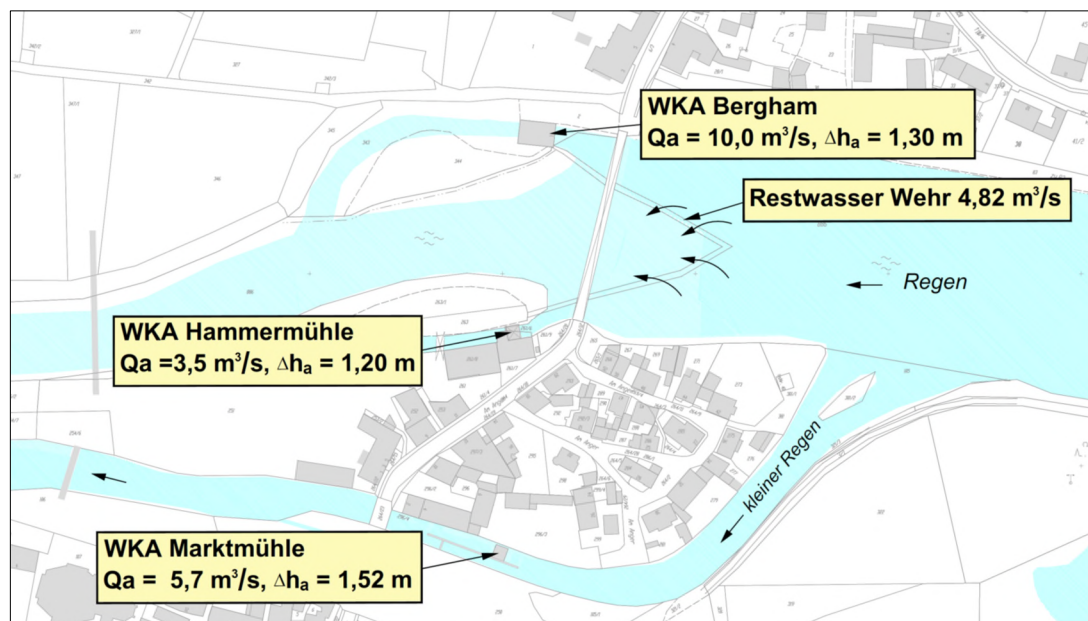
Es befinden sich drei Triebwasserkraftanlagen (TWA) im Planungsgebiet (siehe Abbildung 3). Am Großen Regen bestehen zwei Wasserkraftanlagen am Regenwehr. Am rechten Ufer liegt die TWA Bergham (ehem. Hochmuthmühle), am linken Regenufer liegt die TWA Leitl (ehem. Hammermühle). Im kleinen Regen besteht die TWA Marktmühle (ehem. Weißmühle). Alle drei Triebwasserkraftanlagen teilen sich gemeinsam das Oberwasser und das Stauziel.

Die Triebwasserkraftanlagen wurden jeweils mit wasserrechtlichem Bescheid vom 11.10.2012 bzw. 04.12.2013 umbenannt.

**Tabelle 2:** Übersicht der alten und neuen Bezeichnungen der Triebwasserkraftanlagen.

Bezeichnung alt	Bezeichnung neu (gem. wasserrechtlichem Bescheid)
TWA Hochmuthmühle	TWA Bergham
TWA Hammermühle	TWA Leitl
TWA Weißmühle	TWA Marktmühle

Die Stauzielhaltung wird durch das große Wehr im Regen bestimmt. Die V-Form des Wehrs sichert die Zuströmung zu den Wasserkraftanlagen an den Ufern des Regen. Die Anströmung der Wasserkraftanlage im Kleinen Regen wird durch die Ausleitung des Kleinen Regen am linken Regenufer oberstrom des Regenwehres sichergestellt.



**Abbildung 3:** Lage der Wasserkraftanlagen in Nittenau.

### 3.4.2 Kläranlage

Im Westen liegt die Kläranlage von Nittenau linksufrig des Regen. Die Kläranlage ist bereits eingedeicht und wird nicht Bestandteil des Hochwasserschutzes.

### 3.4.3 Ein-/Ausleitungen

An mehreren Stellen befinden sich Ausleitungen aus Regenüberläufen bzw. Regenrückhaltebecken des städtischen Kanalsystems.

Im Bereich der Wiedereinmündung des Kleinen Regen in den Regen münden der Reisachbach und die Ausleitung RÜ5 in den Regen. Künftig sollen der Reisachbach und die Ausleitung RÜ5 zusammengelegt und in den Kleinen Regen geleitet werden.

In den Kleinen Regen münden weitere Entwässerungseinrichtungen, welche jedoch im Rahmen der vorliegenden Planung nicht verändert werden.

## 3.5 Sparten und Kreuzungsbauwerke

### 3.5.1 Sparten

Im Zuge der Planung wurden Spartenaukünfte bei der Deutschen Telekom, Kabel Deutschland und Bayernwerk eingeholt. Die Verläufe der Wasser- und Abwasserleitungen wurden von der Stadt Nittenau übergeben. Im Maßnahmengebiet befinden sich Leitungen der Telekom, Gas, Strom sowie Trink- und Abwasserleitungen. Einige der Sparten queren die Maßnahme (vgl. Tabelle 3).

Bei allen Sparten ist die Tiefen- bzw. Höhenlage nicht bekannt. Spartensondierungen sind daher zur genauen Bestimmung der Lagen vor Baubeginn notwendig.

Im Bereich des Zulaufes zum Kleinen Regen queren eine Strom- und eine Gasleitung den Großen Regen.

**Tabelle 3:** Sparten im Projektgebiet.

Station (Bau-km gemäß Lageplan Anlage 2.2)	Lage, Uferseite	Bezeichnung
ca. 0+556	Querung Objekt 2 HWS-Deich 1	Regenwasser DN 500 B
ca. 0+677	Querung Objekt 2 HWS-Deich 1	Ableitungsmulde des Rückhalte- teiches
ca. 0+839	Querung Objekt 4 HWS-Mauer Angerinsel Ost (Bereich Klein- Venedig)	Gasdüker VG 160 PE100 DP 1 2007 (Dükerbohrung ca. -4,0 m unter Wsp.)

Station (Bau-km gemäß Lageplan Anlage 2.2)	Lage, Uferseite	Bezeichnung
ca. 0+831	Querung Objekt 4 HWS-Mauer Angerinsel Ost (Bereich Klein-Venedig)	Mittelspannungskabel MA2XS(FL)2Y 3x1x150 SLM Rohr 160 ca. 4,0 m unter Wasser
ca. 0+790 – 0+840	Querung am Kleinen Regen unterhalb Klein-Venedigs	Gasdüker VG 160 PE80 DP 1 2010 (ca. -2,0 m unter Bachsohle, Horizontalbohrung)
ca. 0+790 – 0+840	Querung am Kleinen Regen unterhalb Klein-Venedigs	Mittelspannungskabel
ca. 0+970	Anschluss Verteidigungsweg von Objekt 4 HWS-Mauer Angerinsel Ost an Bestandsstraße	Gasleitung VG 150 St DP 1 (totgelegt?) Gasleitung VG 150 St DP 1 unb. Wasserleitung Mittel- und Niederspannungskabel, Straßenbeleuchtung
ca. 1+000	Bereich städtebaulicher Wettbewerb	NS-Kabel und Straßenbeleuchtung
ca. 1+002	Objekt 4 HWS-Mauer Angerinsel West	Trafo-Häuschen
ca. 1+207	Objekt 4 HWS-Mauer Angerinsel West	Umverlegte Wasserleitung DN150
ca. 1+260	Angerinsel Fußgängerbrücke, Biergarten	Straßenbeleuchtung
ca. 1+480	Objekt 8.2 HWS-Mauer mit Wegerampe	Straßenbeleuchtung NYYM-0 3x1,5
ca. 1+490	Querung Objekt 8.2 HWS-Mauer mit Wegerampe und Objekt 7.2 Betriebsgebäude	Verrohrung Reisachbach DN 800 SB
ca. 1+480 – 1+507	Querung Objekt 8.2 HWS-Mauer mit Wegerampe	Mischwasserentlastungskanal des RÜ 5, DN 1000 SB

### 3.5.2 Kreuzungsbauwerke

Im Stadtkern überquert die Staatsstraße St 2145 den Kleinen Regen sowie den Großen Regen.

### 3.6 Bestehende Hochwasserschutzanlagen

Die Grundschule im Osten ist bereits eingedeicht. Sie wird in das geplante Hochwasserschutzkonzept integriert.

## 4. Art und Umfang des Vorhabens

### 4.1 Bemessungshochwasser / Bauabschnitte

Bemessungshochwasser für den Hochwasserschutz Nittenau ist ein  $HQ_{100} + 15\%$ . Die Vorplanung von 2012 legt dieses Bemessungshochwasser bereits zu Grunde und sieht, neben dem Bau von Mauern, Deichen und einer Binnenentwässerung, eine Gewässerbetteintiefung unterhalb der neuen Regenbrücke und eine Verlegung des V-Wehres flussaufwärts vor, weil die Widerlager der neuen Brücke aufgrund der benachbarten Bebauung höhenmäßig gebunden sind und deshalb eine Engstelle darstellen. Einer solchen Eintiefung stehen allerdings naturschutzrechtliche Bedenken, vor allem in Bezug auf das FFH-Gebiet „Chamb, Regentaläue und Regen zwischen Roding und Donaumündung“ entgegen. Eine Genehmigungsfähigkeit ist nur schwer erreichbar. Hinzu kommt, dass auftretende Hochwasserereignisse zu einer Sedimentation auf der erforderlichen Eintiefungsstrecke führen und so wiederkehrend notwendige Entlandungen vermutlich zu einer Daueraufgabe im Gewässerunterhalt werden.

Als Alternative zur Gewässerbetteintiefung wurde deshalb in der Entwurfsphase eine Verbreiterung des Abflussquerschnittes untersucht. Dies setzt eine Ablösung der TWA Leitl voraus, worüber aber bisher keine einvernehmliche Vereinbarung mit dem Eigentümer geschlossen werden konnte.

Die hydraulische Berechnung hat nachgewiesen, dass auch ohne die Beseitigung der Engstelle im Gewässerbett ein Schutz des  $HQ_{100}$ -Anteils des Bemessungshochwassers ohne Einstau der Staatsstraßenbrücke über Mauern und Deiche erreicht werden kann. Das Wasserwirtschaftsamt Weiden hat deshalb entschieden, die Gesamtmaßnahme in zwei Bauabschnitten umzusetzen und das Verfahren zur Genehmigungsplanung zu teilen. Der Bauabschnitt 1 umfasst den Bau von Mauern und Deichen sowie die Umsetzung der Binnenentwässerung und der Abgrabungen auf der Leitl-Insel und dem rechten Regen-Ufer auf Höhe der Fußgängerbrücke zum Schutz des  $HQ_{100}$ . **Die vorliegenden Entwurfsunterlagen umfassen ausschließlich den Bauabschnitt 1.** Der Bauabschnitt 2 wird zu einem späteren Zeitpunkt separat geplant und in einem eigenen Rechtsverfahren zur Genehmigung vorgelegt.

#### **4.2 Schutzeinrichtungen unterhalb der Angerinsel**

Für den Siedlungsbereich unterhalb der Angerinsel wurden in einer zusätzlichen hydraulischen Berechnung unter Berücksichtigung des aktuellen Abflussmodells gemäß dem aktuellen Stand der Technik und auf Basis aktueller Vermessungsdaten die genauen Wasserstände ermittelt. Die Berechnungen wurden für die Bestandssituation sowie die Situation nach Umsetzung der geplanten Hochwasserschutzmaßnahmen (Bauabschnitt 1 bzw. Bauabschnitt 2) durchgeführt.

Die Ergebnisse der hydraulischen Berechnungen zeigen, dass auf den in der Vorplanung dort vorgesehenen Deichabschnitt sowie auf das Schöpfwerk 2 verzichtet werden kann. Hier sind Objektschutzmaßnahmen die wirtschaftlichere Lösung.

#### **4.3 Schutzeinrichtungen im Bereich Kühgaßbach**

Für den Siedlungsbereich westlich des Kühgaßbachs wurden ebenfalls in einer zusätzlichen hydraulischen Berechnung die genauen Wasserstände ermittelt, um eine mögliche Gefährdung dieser Ortsteile zu prüfen. Aufbauend auf dem aktuellen Abflussmodell erfolgte auf Basis aktueller Vermessungsdaten eine Modellerweiterung entlang des Kühgaßbachs. Die Berechnungen wurden für die Bestandssituation für zwei Lastfälle durchgeführt. Ein ausführlicher Erläuterungsbericht zu den hydraulischen Berechnungen im Bereich des Kühgaßbachs ist in der Anlage 4.5 beigelegt.

Die Ergebnisse der hydraulischen Berechnungen zeigen, dass es westlich des Kühgaßbachs in beiden Lastfällen zu Ausuferungen kommt. Diese Ausuferungen resultieren allerdings nicht aus einem Rückstau des Hochwassers im Regen in den Kühgaßbach, sondern aus einem Hochwasser im Kühgaßbach selbst. Da es sich bei dem Kühgaßbach um ein Gewässer III. Ordnung handelt, umfasst dies keine Maßnahmen im Rahmen dieses Hochwasserschutzprojekts. Die Sicherungsmaßnahmen liegen in der Zuständigkeit der Stadt Nittenau als Ausbau- und Unterhaltungspflichtigem am Gewässer III. Ordnung. Die Sicherungsmaßnahmen müssen bis zur Fertigstellung des BA 1 erfolgen und abgeschlossen sein.

#### **4.4 Hochwasserschutzeinrichtungen**

Die Überflutung des Stadtkerns bei Hochwasser wird verhindert, indem der Kleine Regen durch zwei Absperrbauwerke (Siel 1 und Siel 2) bei Hochwasser von dem Großen Regen abgekoppelt wird. Der Kernbereich der Stadt wird vor dem Hochwasser des Großen Regen durch eine Hochwasserschutzmauer entlang der Angerinsel am linken Ufer des Regen geschützt. Am oberstromigen Stadtrand ergänzen Deichbauwerke den Hochwasserschutz. Durch die Abtrennung des Kleinen Regen muss der Große Regen mehr Wasser abführen können. Die Leistungsfähigkeit des Großen Regen wird deshalb durch Abgrabungen an der Leitl-Insel und am rechten Ufer erreicht. Die Abgrabungen werden jeweils bis auf ca. Mittelwasserniveau erfolgen. Für die Binnenentwässerung ist ein Schöpfwerk am Ende des Kleinen Regen vorgesehen. Zusätzlich ist an einzelnen Gebäuden Objektschutz geplant. Mit den Maßnahmen des ersten Bauabschnitts wird ein Hochwasserschutz für ein  $HQ_{100}$  gewährleistet. Der Freibordbereich schafft zusätzliches Schutzpotential.

##### Weitere Maßnahmen

Infolge der Erweiterung des hydraulischen Modells wurde festgestellt, dass der Ortsteil Muckenbach ebenfalls bei einem 100-jährlichen Hochwasser betroffen ist. In Muckenbach sind einige Gebäude bereits im Bestand im Lastfall  $HQ_{100}$  von Überflutungen betroffen. Die Wasserspiegellage wird durch die Ausbauzustände des Hochwasserschutzes im BA 1 (+ca. 12cm) bzw. BA 2 (+ca. 5cm) in diesem Bereich verändert. Für die Beurteilung der Betroffenheiten wurde die Höhenlage der Gebäudeöffnungen geprüft und mit den maßgeblichen Bemessungswasserspiegellagen verglichen. Eine ergänzende Vermessung erfolgte durch das WWA Weiden. Nach Durchführung einer Begehung der betroffenen Grundstücke wurde festgestellt, dass wenige Gebäude bei  $HQ_{100}$  betroffen sind (s. Anlage 7.2.2). In Muckenbach sind daher ebenfalls Objektschutzmaßnahmen geplant.

#### 4.5 Bemessung Freibord Hochwasserschutzanlagen

Die Freibordbemessung der Schutzbauwerke (HWS-Deich und HWS-Wand) erfolgt nach DVWK Merkblatt 246/1997. Die Eingangswerte für die erforderlichen Berechnungen sind in den folgenden zwei Tabellen angeführt. Das Freibordmaß für die Deiche wurde mit 0,7 m, jenes für die HWS-Wände mit 0,5 m gewählt.

**Tabelle 4:** Freibordbemessung HWS-Deich.

Freibordbemessung nach DVWK Merkblatt 246/1997				
WELLENAUFLAUF				
w10=	28 m/s			
Streichlänge S				
S=	250 m		S*=	3,12818878
Mittlere Wassertiefe d				
d=	3,5 m		d*=	0,04379464
mittlere Wellenhöhe aus Formel (4)				
hWe=	0,26 m			
mittlere Wellenperiode aus Formel (7)				
Twe=	1,56			
mittlere Wellenlänge aus Formel (8)				
lwe=	3,81 m			
lWe1=	3,81 manuell iterieren dass lWe=lWe1			
Wellenaufbau für Böschungsneigungen flacher 1:2				
kx=	2,4 Wert für nicht überströmbare Erddämme			
kD*kR=	0,8 Für bewachsene Dämme			
Böschungsneigung 1:	3			
hAU=	0,64 m			
hwi=	0,01 m			
Freibord Deich gewählt:	0,7 m			



**Tabelle 5:** Freibordbemessung HWS-Wand.

Freibordbemessung nach DVWK Merkblatt 246/1997						
WELLENAUFLAUF						
Windgeschwindigkeit w10						
w10=	28 m/s					
Streichlänge S						
S=	250 m	S*=	3,12818878			
Mittlere Wassertiefe d						
d=	2 m	d*=	0,02502551			
mittlere Wellenhöhe aus Formel (4)						
hWe=	0,24 m					
hWe, x%:	0,48 m	bei 5%iger Überschreitungswahrscheinlichkeit				
für senkrechte Wände: hAu, x% entspricht hWe, x%:	0,48 m					
hwi=	0,02 m					
Freibord HWS-Wand gewählt:	0,5 m					

#### 4.6 Betrieb der Hochwasserschutzanlage

Ab dem Zeitpunkt der Alarmierung bzw. der drohenden Gefahr eines Hochwasserereignisses wird der Einsatzplan für den Hochwassereinsatz aktiviert. Zunächst werden Kontrollbegehungen an den Hochwasserschutzanlagen durchgeführt und die Sielbauwerke sowie das Schöpfwerk für den möglichen Einsatzfall aktiviert. Frühestens ab einem Wasserspiegel von ca. 0,24 m über Stauziel der TWA Marktmühle (= ca. Meldestufe 1), entsprechend einer Wasserspiegelhöhe von 346,12 m ü. NN, werden die Siele am Kleinen Regen geschlossen. Spätestens ab einem Wasserspiegel von ca. 0,85 m über Stauziel (= ca. Meldestufe 2), entsprechend einer Wasserspiegelhöhe von 346,62 m ü. NN, müssen die Siele aufgrund des erhöhten Strömungsdruckes vollständig geschlossen sein.

Die maßgebenden Wasserstände an den Sielbauwerken für den Betrieb der Hochwasserschutzanlage sind in der folgenden Tabelle aufgelistet.

**Tabelle 6:** Maßgebende Wasserstände für den Betrieb der Hochwasserschutzanlage.

<b>Ort</b>	<b>Ca. Meldestufe 1 Wasserstand [m ü. NN]</b>	<b>Ca. Meldestufe 2 Wasserstand [m ü. NN]</b>
Siel 1	346,12	346,52
Siel 2	344,62	345,15

Bis zu dem Zeitpunkt, an dem beide Siele geschlossen sind, kann das binnenseitig anfallende Wasser in freier Vorflut durch das Siel 2 abfließen und Wasser über das Siel 1 vom Großen Regen in den Kleinen Regen einfließen. Die Siele bleiben geöffnet bis der maßgebende Steuerpegel überschritten wird. Mit dem Schließen von Siel 2 wird der Schöpfwerksbetrieb aktiviert. Das sich durch den Binnenzufluss im Kleinen Regen aufstauende Wasser wird über einen Zulaufkanal zum Schöpfwerk geführt und von dort in den Großen Regen geschöpft.

Die bestehende Wasserkraftanlage Marktmühle am Kleinen Regen ist im Zuge des Schließens der Siele abzustellen und der Leerschuss auf Stauzielhaltung einzustellen. Bei geschlossenen Sielen und abgestellter Wasserkraftanlage wird der Kleine Regen über eine Dotationsleitung mit Wasser versorgt. Die Dotationsleitung wurde als Rohrleitung DN 300 mit einem Gefälle von 1,0% dimensioniert. Ab Aktivierung von Siel 1 wird der Schieber der Dotation geöffnet. Es wird eine Mindestdotation von 200 l/s voreingestellt, ab vollständig geschlossenem Siel 1 erfolgt die Stauzielhaltung über den Schieber. Die maßgebenden Wasserspiegel und Dotationsmengen für die Stauzielhaltung sind beim Probebetrieb festzulegen. Bei  $HQ_{100+15\%}$  kann über den vollständig geöffneten Schieber bei Vollfüllung der Rohrleitung eine Wassermenge von ca. 560 l/s dotiert werden. Aufgabe der Dotation ist die Aufrechterhaltung eines Mindestwasserspiegels im Oberwasser der TWA Marktmühle, um ein lokales Trockenfallen des Oberwassergerinnes zu vermeiden.

Für die Dimensionierung des Schöpfwerks wurde ein Abfluss von 200 l/s aus der Dotation berücksichtigt.

Die Siele bleiben geschlossen, bis das Hochwasser weitgehend abgeklungen ist. Sobald die Hochwassermarken wieder unterschritten werden, können die Siele wieder kontrolliert geöffnet und der Schöpfwerksbetrieb eingestellt werden. Nach Auswertung der Daten vergangener Hochwasserereignisse kann eine Hochwasserwelle bis zu 14 Tage andauern.

Für den plangemäßen Hochwassereinsatz werden eine Betriebsvorschrift und eine Betriebsanweisung erstellt. In dieser werden die Verantwortlichkeiten und die genauen Vorgehensweisen für Wartung, Unterhalt und Hochwassereinsatz verbindlich festgelegt.

#### **4.7 Resilienz der Hochwasserschutzanlage**

Resilienz bezeichnet die Fähigkeit eines Systems oder einer Gesellschaft, eine plötzliche Belastung durch Krisen oder Katastrophen zu bewältigen und die Funktions- und Handlungsfähigkeit schnellstmöglich wiederherzustellen. In Bezug auf Hochwasser bezeichnet Resilienz die Widerstandsfähigkeit gegenüber extremen Hochwasserereignissen und deren erfolgreiche Bewältigung. Seit dem Hochwasser 2013 ist die Resilienz nach dem Bayerischen Hochwasserschutz Aktionsprogramms 2020 plus fester Bestandteil von Hochwasserschutzplanungen.

Bei extremen Hochwasserereignissen, die das Bemessungshochwasser überschreiten, kann es zu einer Überlastung der Hochwasserschutzanlage kommen, deren Folgen nur schwer abschätzbar sind. Um ein unkontrolliertes Versagen der Schutzanlage durch Überströmung der Mauern und Deiche zu verhindern, wurde ein Konzept entwickelt, mit dem bei einem extremen Hochwasser ein kontrollierter Wasserspiegelausgleich herbeigeführt wird und dadurch größere Schäden vermieden werden können.

Die HWS-Mauern sind mit einem Freibord von 0,5 m geplant, die HWS-Deiche mit einem Freibord von 0,7 m (vgl. Kapitel 4.5). Im Katastrophenfall wird dadurch ein Überströmen der erosionsempfindlicheren Deiche zunächst unterbunden. Die HWS-Mauern sind grundsätzlich tief gegründet (Einbindung Bohrpfähle bis 2 m unter OK Fels), sodass eine oberflächliche Auskolkung hinter der Mauer nicht zum sofortigen Versagen der Mauer führt und das System somit nicht unmittelbar gefährdet ist. Der maßgebliche statische Bemessungsfall für die HWS-Mauer ist zudem der Zustand ohne Hochwasser, bei dem lediglich der Erddruck einseitig auf die Mauer lastet. Anfängliche Auskolkungen hinter der HWS-Mauer bei beidseitiger Umströmung gefährden das statische System daher nicht, sondern reduzieren im Gegenteil den Erddruck, der auf die Mauer lastet.

Neben den HWS-Mauern können auch Siel 1 und Klein-Venedig schadlos überströmt werden. Sobald die Hochwasserschutzanlage im Bereich von Siel 1 und Klein-Venedig überströmt wird, kann das Siel 2 geöffnet werden, um das Stadtgebiet von unten kontrolliert zu fluten. Hierdurch erfolgt im Kleinen Regen ein kontrollierter Wasserspiegelausgleich, wodurch die Hochwasserschutzanlagen am Großen Regen entlastet werden. Die Verschlüsse von Siel 2 sind als Hubschütze mit Tauchwänden vorgesehen, die jederzeit kontrolliert geöffnet werden können, auch bei Volleinstau. Die Entscheidung zur Öffnung von Siel 2 ist später im Betriebsplan anhand von fest definierten Kriterien geregelt und muss frühzeitig bei einem Katastrophenhochwasser getroffen werden.

#### **4.8 Objekt 1 (Bau-km 0+000 – 0+460; Fluss-km 41+880 – 40+500)**

Die Schutzlinie des Objekts 1 untergliedert sich in drei Abschnitte bestehend aus Deich, Spundwand und Stahlbetonwand.

##### **4.8.1 Planungsvarianten**

Im Bereich des Sportplatzes des Regental-Gymnasiums (Objekt 1) war die bisherige Schutzlinie als Spundwand/Stahlbetonwand direkt entlang des Sportplatzes bzw. entlang der Gartenbegrenzungsmauern bebauter Privatflächen vorgesehen. Alternativ wurden das Abrücken des ersten Abschnitts der Schutzlinie nach Nordosten und die Realisierung dieses Abschnitts als Deichbauwerk geprüft.

Das Abrücken vom bewohnten Bereich dient vor allem der Schaffung von Retentionsraum hinter der Schutzlinie und damit zu einer verbesserten Situation hinsichtlich Binnenentwässerung. Bei extremen Starkregenereignissen, die gleichzeitig mit einem Hochwasser im Regen auftreten, wird so eine erhöhte Sicherheit gegenüber Überflutungen aus dem Hinterland geschaffen. Weitere Vorteile ergeben sich durch eine verkürzte Schutzlinie und somit Potential zur Einsparung von Kosten, die Möglichkeit zur Aufwertung der Flächen hinter der Deichlinie in naturschutzfachlicher Hinsicht, eine bessere Zugänglichkeit im Zuge der Bauausführung und eine einfachere Bauabwicklung sowie eine geringere erforderliche Pumpleistung an der geplanten Schöpfstelle am Sielbauwerk im Deich.

##### **4.8.2 Gewählte Lösung**

In Abstimmung mit dem AG wird die Alternativvariante mit Errichtung des ersten Abschnitts des Objekts 1 als Deichbauwerk gewählt.

##### **4.8.3 Konstruktive Gestaltung (Anlage 3.1.3)**

###### Abschnitt 1: Deich

Der erste von drei Abschnitten der Hochwasserschutzlinie des Objekts 1 ist von Bau-km 0+053 – 0+242 als Deich geplant (s. Anlage 3.1.1). Der Deich schließt im Osten an den Hochrand im Bereich des Bauhofs und im Westen an den zweiten Abschnitt der Hochwasserschutzlinie (Spundwand) an. Der Trassenverlauf wurde eng mit der landschaftspflegerischen Begleitplanung abgestimmt, um wertvolle Biotope zu erhalten und dennoch die Schutzlinie so kurz wie möglich zu planen.

Der Deich wird als Trapezprofil mit 4,75 m breiter Krone, einer luftseitigen Böschungsneigung von 1:3 und einer wasserseitigen Böschungsneigung von 1:2,5 hergestellt. Die maximale Höhe des Deichs beträgt 2,8 m und der Freibord über den maximalen Bemessungwasserspiegellagen (HQ<sub>100+15</sub> BA 2) 0,70 m.

Der Deichverteidigungsweg verläuft auf dem kurzen Deichabschnitt (weniger als 200 m) auf der Deichkrone. Diese Alternative zum Deichhinterweg wurde zur Minimierung des Eingriffs in den Naturraum durch eine größere Deichaufstandsfläche gewählt. Der Deichkronenweg hat gegenüber dem Deichhinterweg in dieser Situation den Vorteil, dass er auch im Versagensfall der Binnenentwässerung (z.B. bei Ausfall der Pumpen) bzw. bei hohen binnenseitigen Wasserständen befahrbar ist.

Mit einer Gesamtbreite der Deichkrone von 4,75 m (3,25 m Kronenweg, 2 x 0,75 m befestigtes Bankett) ist eine sichere Deichverteidigung gewährleistet.

Im Übergang des Deichs zur Spundwand am Sportplatz ist ein Wendeplatz vorgesehen, um den Einsatzfahrzeugen das sichere Wenden zu ermöglichen.

Als Innendichtung ist in der Mitte des Deichkörpers eine Spundwand vorgesehen. Das Spundwandprofil sowie die erforderliche Einbindetiefe in den Untergrund werden im Zuge der statischen Bemessung festgelegt. Gemäß Baugrundgutachten ist das Planum des Deichs intensiv nachzuverdichten und der Deichkörper kontrolliert zu schütten.

Hinter der Schutzlinie wird im Hochwasserfall des Regen, in Kombination mit landseitigem Starkregen ein begrenzter, planmäßiger Aufstau zugelassen, weshalb auf den Einbau von Drainagerohren in diesem Abschnitt verzichtet wird.

Eine dauerhafte, verstärkte Entwässerung des angrenzenden kleinen Auwaldbestandes und damit verbundene negative Auswirkungen auf dieses Ökosystem sowie die auf der Landseite geplanten naturschutzfachlichen Ausgleichsflächen kann dadurch vermieden werden.

An den Böschungsflächen ist ein Oberbodenauftrag von ca. 5-10 cm mit Eingrünung des Deichkörpers (extensives Grünland) geplant. Die befahrbare Deichkrone wird als hydraulisch gebundene Wegedecke ausgeführt.

Am Böschungsfuß ist beidseitig des Deichs ein Deichschutzstreifen von 5 m vorgesehen, der von Gehölzen freigehalten werden soll.

Die Zufahrt zur Deichkrone und zur Binnenseite des Deichs erfolgt über den Bauhof (Bau-km 0+000 – 0+053). Die 4,0 m Breite Fahrt verläuft zunächst von der Bodensteiner Straße aus auf Bestandsgelände, im Übergangsbereich zum Deichbauwerk muss zum Erreichen der Schutzhöhe von 350,20 m zum westlichen Nachbargrundstück mit 1:2 geböscht werden. Die

bestehende Gartenmauer (OK 349,60 müNN) wird durch L-Steine ersetzt. Von der Deichkrone wird bei Bau-km 0+055 eine Rampe mit 10% Gefälle zur Überwindung des Höhenunterschieds zum binnenseitigen Gelände errichtet.

Die Ableitung von anfallendem Binnenwasser erfolgt bei Normalwasserführung im Regen über einen Durchlass (StB DN600) im Deich bei Bau-km 0+150 (s. Anlage 3.1.4). Die Verrohrung wird durch die geplante Spundwand geführt und mit einer Betonplombe abgedichtet. Ein Rückstau bei Hochwasserführung im Regen wird durch eine wasserseitig angebrachte Rückstauklappe sowie einen redundanten Verschluss in Form eines manuell zu betreibenden Absperrschiebers (0,80 m x 0,80 m) verhindert. Der Absperrschieber wird in das Trogbauwerk landseitig der Deichkrone integriert. An der Sohle des Trogbauwerks ist ein Trapezgerinne vorgesehen. Das seitlich an das Trogbauwerk angrenzende Schachtbauwerk dient als Schöpfstelle für den Einsatz einer mobilen Pumpe durch die Feuerwehr im Hochwasserfall. Der Einsatz einer mobilen Pumpe ist ab einem binnenseitigen Wasserspiegel von 348,30 müNN vorgesehen, das Abschalten der Pumpe erfolgt bei einem Wasserspiegel von 347,50 müNN. Der Wasserstand kann über eine binnenseitig angebrachte Pegellatte kontrolliert werden. Der Stromanschluss an den Schaltschrank für die mobile Pumpe wird über eine Stromleitung zum Bauhof hergestellt.

Zum Zeitpunkt des Verschließens der Tore von Siel 1 am kleinen Regen ist auch der Schieber am Siel des Objekts 1 nach entsprechender Meldung an die Feuerwehr zu schließen und der binnenseitige Einstau an der Schöpfstelle für die Dauer des Hochwassers zu beobachten. Ein Einstau dieses Bereichs bis zu einem Wasserstand von 348,30 müNN ist nur bei sehr seltenen (z.B. 100-jährlich, 72h), landseitigen Starkregenereignissen zu erwarten.

## Abschnitt 2: Spundwand

Der zweite von drei Abschnitten der Hochwasserschutzlinie des Objekts 1 ist von Bau-km 0+242 – 0+398 als Spundwand geplant. Die Spundwand bindet im Osten in den Deich des Abschnitts 1 ein und schließt im Westen an den dritten Abschnitt der Hochwasserschutzlinie (Stahlbetonwand) an. Die Schutzlinie verläuft in diesem Abschnitt an der nördlichen Grenze des Sportplatzes des Regental-Gymnasiums. Die maximale Höhe des auskragenden Teils der Spundwand beträgt etwa 2,10 m. Das angrenzende Gelände verbleibt in etwa auf Bestandshöhe.

Das Spundwandprofil sowie die erforderliche Einbindetiefe in den Untergrund werden im Zuge der statischen Bemessung festgelegt.

Der Freibord über den maximalen Bemessungswasserspiegellagen (HQ<sub>100+15</sub> BA 2) wird mit 0,5 m gewählt.

Entlang der Spundwand ist kein Verteidigungsweg geplant. Eine Zufahrt zum Bauwerk ist im Notfall über den Sportplatz möglich.

Die Spundwand wird mit einer Kappe abgedeckt und wasserseitig mit einem Rankgitter verkleidet und begrünt. Luftseitig sind Pflanzungen bzw. der Erhalt von bestehenden Gehölzen vorgesehen.

Einrichtungen zur Ableitung von anfallendem Binnenwasser sind in diesem Abschnitt nicht vorgesehen. Binnenseitig anfallendes Wasser wird entlang der Spundwand im freien Gefälle Richtung Deich Objekt 1 abgeleitet. Eine Ableitung Richtung Wendehammer am Gymnasium wird durch bereichsweise Geländeauffüllungen vermieden.

Die vorliegende Planung sieht wasserseitig der Spundwand einen befahrbaren Grünstreifen zum Unterhalt des Rankgitters an der Spundwand und eine entsprechende Grunddienstbarkeit für diese Funktionen vor.

### Abschnitt 3: Stahlbetonwand

Der dritte Abschnitt der Hochwasserschutzlinie des Objekts 1 ist von Bau-km 0+398 – 460 als Stahlbetonwand geplant. Anschließend an die Spundwand wird die Schutzlinie auf dem kurzen Abschnitt im Bereich des Wendehammers bis zur Kreuzung mit dem Jahnweg aus Gründen des Ortsbilds als Stahlbetonwand ausgeführt. Der von Nittenau weiter Richtung Osten führende Weg wird an der Schutzlinie auf die Kote HQ<sub>100</sub> BA 1 erhöht und die Überfahrt im Hochwasserfall mit Dammbalken verschlossen. Der weiterführende Deich des Objekts 2 wird mit einer Stahlbetonwand abgeschlossen und darin wird eine Führung für die Dammbalken integriert. Die lichte Breite der Überfahrt zwischen den HWS-Wänden beträgt 4,0 m. Im Bereich des Dammbalkenverschlusses wird eine Bodenplatte betoniert. In der Bodenplatte wird eine Ankerplatte für den Einsatz einer Mittelstütze im Hochwasserfall vorgesehen, die Länge des geplanten Einsatzes der Dammbalken wird somit auf zwei Felder aufgeteilt.

Wie in der baufachlichen Stellungnahme gefordert, wird der mobile Verschluss redundant ausgebildet. Die Lagerung der mobilen Verschlüsse ist im Bauhof vorgesehen. Eine endgültige Festlegung erfolgt nach Abstimmung mit den Verantwortlichen der Stadt Nittenau und ist in der Betriebsvorschrift zu regeln.

Der Freibord über den maximalen Bemessungswasserspiegellagen (HQ<sub>100+15%</sub> BA 2) wird mit 0,5 m gewählt. Der Übergang auf die Freibordhöhe von 0,7 m am Deich Objekt 2 bzw. an den mobilen Verschlüssen wird stufenlos innerhalb des Wandabschnitts entlang der Anrampung der Straße hergestellt.

Die maximale Höhe der HWS-Wand dieses Abschnitts über Gelände beträgt 1,5 m. Die Wand wird als Stahlbetonwand mit einer Stärke von mindestens 0,4 m ausgeführt. Die Gründung erfolgt auf einer Spundwand mit aufgesetztem Kopfbalken.

Einrichtungen zur Ableitung von anfallendem Binnenwasser sind in diesem kurzen Abschnitt nicht vorgesehen. Anfallendes Oberflächenwasser kann über die bestehende Straßenentwässerung sowie die neu geplanten Drainagen (Objekt 2) Richtung kleinem Regen abgeführt werden.

Die Lage der Schutzbauwerke am Wendehammer ergibt sich aus der der Planung zugrunde gelegten Forderung, die mobilen Elemente nur zur Freibordsicherung über der Kote des Wasserspiegels bei HQ100 einzusetzen. Um einen Eingriff in den Wendehammer zu vermeiden, wurde die erforderliche Anrampung zur Erreichung der Schutzhöhe östlich davon umgesetzt.

#### **4.9 Objekt 2 (Bau-km 0+460 – 0+796; Fluss-km 40+500 – 40+250)**

Die Schutzlinie des Objekts 2 wird als Deich errichtet. Aufgrund der wechselnden Kronenbreite wird Objekt 2 in zwei Abschnitte unterteilt. Die grundsätzliche konstruktive Ausbildung des Deichs unterscheidet sich jedoch mit Ausnahme der Kronenbreite und des Aufbaus des Kronenwegs nicht.

Der Deichkronenweg dient der Deichunterhaltung und der Deichverteidigung. Durch die geplante abweichende Nutzung als öffentlicher Fuß- und Radweg geht die Verkehrssicherungspflicht in die alleinige Verantwortung des Betreibers der erweiterten Nutzung über. Dies ist in einer Vereinbarung zwischen dem Freistaat Bayern und der Stadt Nittenau zu regeln.

##### **4.9.1 Planungsvarianten**

Planungsvarianten lagen im Rahmen der Entwurfsplanung nicht mehr vor.

##### **4.9.2 Gewählte Lösung**

Die Realisierung der HWS-Linie als Deich und deren Verlauf wurden im Wesentlichen aus der Vorplanung übernommen.

##### **4.9.3 Konstruktive Gestaltung (Anlage 3.2.3)**

Der erste von zwei Abschnitten der Hochwasserschutzlinie des Objekts 2 verläuft von Bau-km 0+460 – 0+637 (s. Anlage 3.2.1). Der Deich wird im Anschluss an den Dammbalkenverschluss am Jahnweg von einer kurzen HWS-Wand (Stahlbeton) abgeschlossen und führt im weiteren Verlauf Richtung Westen entlang des Jahnwegs und des Parkplatzes des Regental-Gymnasiums.



Der Deich wird als Trapezprofil (mit Versatz am Kronenweg) mit 3,5 m breiter Krone (Abschnitt 1) und beidseitig mit einer Böschungsneigung von 1:3 hergestellt. Die maximale Höhe des Deichs beträgt 2,5 m. Der Freibord über den maximalen Bemessungswasserspiegellagen (HQ<sub>100+15</sub> BA2) wird mit 0,7 m gewählt.

Als Innendichtung ist am wasserseitigen Rand der Deichkrone eine Spundwand vorgesehen. Das Spundwandprofil sowie die erforderliche Einbindetiefe in den Untergrund werden im Zuge der statischen Bemessung festgelegt. Gemäß Baugrundgutachten ist das Planum des Deichs intensiv nachzuverdichten und der Deichkörper muss kontrolliert geschüttet werden.

Die Spundwand bildet den höchsten Punkt der Deichkrone am wasserseitigen Rand des Deichwegs, welcher um ca. 1,20 m tiefer geführt wird, um Deichaufstandsfläche sowie Kosten zu reduzieren und um eine optische Strukturierung des Deichs zu erreichen. Der auskragende Teil der Spundwand wird mit Gabionen verblendet und der Spundwandkopf mit einer Abdeckung versehen. Die wasserseitige Böschung wird bis auf die Höhe der Spundwand gezogen.

An den Böschungsflächen ist ein Oberbodenauftrag von ca. 5-10 cm mit Eingrünung des Deichkörpers (extensives Grünland) geplant. Die befahrbare Deichkrone wird als hydraulisch gebundene Wegedecke ausgeführt.

Am Böschungsfuß ist beidseitig des Deichs ein Deichschutzstreifen von 5 m vorgesehen, der von Gehölzen freigehalten werden soll.

Eine Verrohrung DN500 zur Ableitung von Oberflächenwasser vom Regental-Gymnasium am Jahnweg muss im Zuge der Errichtung des Deichs abgebrochen werden, um eine Unterkreuzung des Deichbauwerks zu verhindern. Ein neu geplanter Regenwasserkanal (DN500; 0,6% Gefälle) wird entlang des Deichfußes bis zum nordöstlichen Eck des angrenzenden Sportplatzes geführt und mündet dort gemeinsam mit einer zweiten Entwässerungsleitung in einen offenen Graben, der in den kleinen Regen führt. Anfallendes Binnenwasser wird am Deichfuß in einer Mulde gesammelt und über zwei Teilsickerleitungen (DN300) in den neu geplanten Kanal und damit Richtung kleiner Regen abgeleitet.

Der zweite Abschnitt der Hochwasserschutzlinie des Objekts 2 verläuft von Bau-km 0+637 – 0+796 (s. Anlage 3.2.1). Der zweite Abschnitt unterscheidet sich vom ersten durch den breiteren Kronenweg. Über eine geplante Rampe am Parkplatz des Regental-Gymnasiums kann das Siel 1 über den Deichkronenweg mit schwerem Gerät erreicht werden. Die maximale Höhe des Deichs beträgt im zweiten Abschnitt 3,8 m. An den Böschungsflächen ist ein

Oberbodenauftrag von ca. 5-10 cm mit Eingrünung des Deichkörpers (extensives Grünland) geplant. Die befahrbare Deichkrone wird als hydraulisch gebundene Wegedecke ausgeführt.

Luftseitig sind entlang des Sportplatzes auf einer Länge von ca. 40 m zwei Reihen Sitzsteine vorgesehen.

Der Deich schließt an das Siel 1 am kleinen Regen an. Der dort verlaufende Uferweg wird barrierefrei mit einer Anrampungsneigung von 6% über den Deich geführt. Die Höhe des Weges am Übergang wird auf die Kote HQ<sub>100</sub> BA 1 ausgelegt und das Schutzniveau HQ<sub>100+15</sub> BA 2 im Hochwasserfall durch den Einsatz von mobilen Dammbalken erreicht. Im Bereich der tiefergeführten Deichkrone an der Überführung des Uferwegs wird die Schutzhöhe im Anschluss an die Dammbalken zwischen Bau-km 0+776 – 0+796 durch Stahlbetonwände hergestellt. Diese werden auf einem auf der Spundwand aufgesetzten Kopfbalken (Stahlbeton) gegründet.

Die Lagerung der mobilen Verschlüsse ist im Bauhof vorgesehen. Eine endgültige Festlegung erfolgt nach Abstimmung mit den Verantwortlichen der Stadt Nittenau und ist in der Betriebsvorschrift zu regeln.

Die Herstellung der Anschlüsse der Uferböschungen am Siel 1 erfolgt mit einer Neigung von 1:2 bis auf Bestandshöhe. Die Herstellung des Deichkörpers erfolgt wiederum mit Böschungsneigungen von 1:3 oder flacher. Direkt am Übergang zum Siel 1 ist eine Plattform für einen Schaltschrank mit einer Höhenlage von 349,60 müNN geplant, die in den Deichkörper integriert wird.

Am Siel 1 ist eine Wendemöglichkeit für Schwerlastfahrzeuge vorgesehen. Diese Fläche im Anschluss an das Siel 1 wird asphaltiert.

Einrichtungen zur Ableitung von anfallendem Binnenwasser sind in diesem Abschnitt nicht erforderlich. Als Vorflut dient der Kleine Regen für oberflächlich anfallendes Wasser.

Der neu geplante Deich verhindert beim Rückgang der Wasserspiegellagen nach einem Hochwasserereignis den Abfluss aus dem tiefliegenden Geländebereich rund um den Weiher östlich des Deichs. Im Bestand entwässert dieser Bereich in den Kleinen Regen. Nach Umsetzung der Baumaßnahme soll eine Entwässerung dieses Bereichs nach Hochwässern über eine Rohrleitung in den Großen Regen erfolgen, damit eine Kreuzung des Deichbauwerks zur Entwässerung in den Kleinen Regen vermieden wird. Die Rohrleitung mit einer Länge von 67 m und einem Durchmesser DN400 aus StB wird im Deichschutzstreifen verlegt. Die Sohlhöhe der Rohrleitung am Einlauf beträgt 346,20 müNN, die Sohlhöhe am Auslauf beträgt

345,90 müNN (ca. Stauziel im Großen Regen). Es resultiert ein Gefälle von ca. 0,4 %. Am Einlauf ist ein räumliches Gitter als Zustiegsschutz und am Auslauf eine Rückstausicherung geplant.

Entlang von Objekt 2 ist kein Deichhinterweg vorgesehen. Die Deichverteidigung erfolgt über den Deichkronenweg.

Im ersten Abschnitt ist überdies eine Zufahrt über den Jahnweg bzw. den angrenzenden Parkplatz möglich. Die Errichtung eines Deichhinterweges hätte erhebliche Auswirkungen, da die Schutzlinie Richtung Norden verschoben werden müsste. Dies würde eine deutliche Vergrößerung der Deichaufstandsfläche und einen verstärkten Eingriff in die angrenzenden, naturschutzfachlich wertvollen Flächen sowie einen vermehrten Verlust an natürlichem Retentionsraum bedeuten.

Weil im zweiten Abschnitt auf einen Deichhinterweg verzichtet wird, kann die Baumreihe entlang des Sportplatzes erhalten sowie ein Abrücken des Deiches Richtung Weiher mit damit einhergehendem Verlust von aquatischem Lebensraum vermieden werden. Im verbleibenden Abschnitt bis zum Siel am kleinen Regen wurde von der Errichtung eines Deichhinterweges abgesehen, da dieser aufgrund des kurzen Abschnitts und des zu überwindenden Höhenunterschieds zur Anschlussstelle am Siel technisch nicht effektiv und nicht wirtschaftlich ist. Im Einsatzfall ist die Deichkrone statisch so ausgelegt, dass sie befahren werden kann. Die auskragende Spundwand bietet gegenüber einem herkömmlichen Deichkronenweg zusätzlich eine Sicherheit hinsichtlich der Absturzgefahr auf der Wasserseite.

#### **4.10 Objekt 3 - Siel 1 (ca. Bau-km 0+796 - 803; ca. Fluss-km 40+250)**

Das Siel 1 befindet sich am Kleinen Regen am östlichen Ende der Angerinsel und schließt im Osten an den HWS-Deich 1 und im Westen an die Aufenthaltsfläche „Klein-Venedig“ mit HWS-Mauer an (s. Anlage 3.4.1.1).

##### **4.10.1 Planungsvarianten**

Im Vorentwurf waren ursprünglich beide Absperrbauwerke, die den Kleinen Regen vom Großen Regen entkoppeln sollten, als Hochwasserwehre mit zwei Feldern vorgesehen.

Das als Hochwasserwehr geplante Absperrbauwerk am Zulauf zum Kleinen Regen entspricht im klassischen Sinn nicht einem Wehr, bei welchem die Leistungsfähigkeit der Öffnungen (z.B. n-1 Bedingung) maßgebend ist. Vielmehr ist die Verschlussicherheit bei einem Hochwasser sicherzustellen. Deshalb genügt eine Öffnung, welche jedoch redundant mittels zwei hintereinander angeordneter Verschlüsse (Regulierschluss und Reserveverschluss) abgeschottet

werden kann. Auch im Normalfall ist der zweigeteilte Zulauf zum Kleinen Regen nicht erforderlich, insbesondere da ein Zulauf stark verlandet ist.

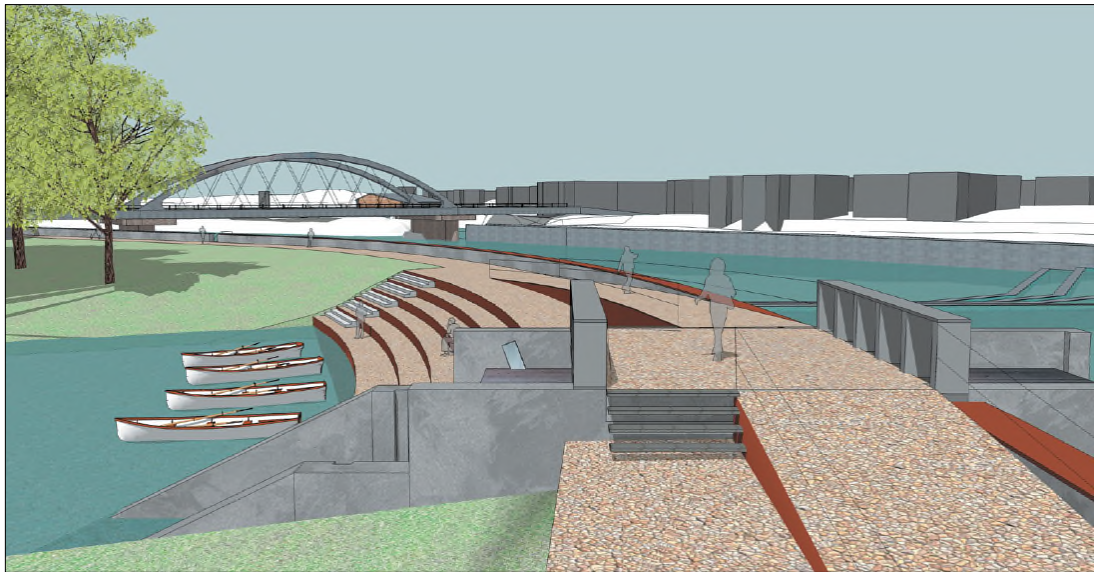
Das Absperrbauwerk am Zulauf zum Kleinen Regen wird daher als Siel mit einer Öffnung und redundanten Verschlüssen ausgebildet.

Die Größe des Durchlasses sollte abhängig davon festgelegt werden, bis zu welchem Wasserspiegel Kanuten hindurchfahren dürfen und ab wann der Verschluss geschlossen werden muss. Für die Kanuten ist für den Hochwasserfall ein Notausstieg vorzusehen. Sturmfluttore, Klapptore, Senkschütze, Doppelhakenschütze und verschiedene Sonderlösungen z.B. in Form von Dammbalkensegmenten wurden diskutiert, wobei das Sedimentproblem, die hohen Kosten sowie die technische Anfälligkeit beweglicher Teile in der Regel die meisten Varianten in Frage stellen. Es wurde entschieden, zunächst zwei Varianten weiter zu verfolgen. Denkbar ist eine Lösung als Klapp- oder Schwenktor, technisch am einfachsten umsetzbar ist die Variante des Hubschützes.

Der Bereich um das Sielbauwerk stellt künftig eine wichtige lokale Wegeverbindung dar. Des Weiteren wird der Kleine Regen intensiv durch Wassersport (Kanusport) genutzt. Insofern muss die Durchfahrbarkeit des Siels und die Sichtbeziehung zwischen dem Kleinen Regen und dem Großen Regen sowohl für die terrestrische Nutzung der Wegeverbindungen als auch für die Wasserwanderer als wichtiges Gestaltungsmerkmal gesehen werden.

#### **4.10.2 Gewählte Lösung**

Als Verschlussorgan für das Siel 1 wurden aus gestalterischen Gründen Klapptore ausgewählt. Diese sind in Ruhestellung nahezu horizontal auf Höhe des Unterbaues der Überfahrt über das Siel angeordnet, wodurch die Blickbeziehung zwischen Kleinem Regen und Großem Regen erhalten bleibt. Die Klapptore sind jeweils rechts und links vom Verteidigungsweg auf Höhe der Brückenplatte montiert. Im Normalfall sind die Klapptore geöffnet, sodass die Kanuten darunter passieren können. Die Gestaltung des Siels 1 ist in der Abbildung 4 dargestellt.



**Abbildung 4:** Gestaltung Siet 1 mit Klein-Venedig (Ansicht von Osten).

Die Sietbauwerke werden iterativ mit den folgenden Formeln bemessen.

$$Q = v \cdot A \text{ [Kontinuitätsformel]}$$

$$Q = k_{st} \cdot r_{hy}^{2/3} \cdot \sqrt{I_s} \cdot A \text{ [Manning-Strickler]}$$

mit

Q	Durchfluss [m <sup>3</sup> /s]
v	Fließgeschwindigkeit [m/s]
A	durchflossene Fläche [m <sup>2</sup> ]
k <sub>st</sub>	Rauheitsbeiwert [m <sup>1/3</sup> /s]
r <sub>hy</sub>	hydraulischer Radius [m]
I <sub>s</sub>	Sohlgefälle

Die Bemessung des Sietbauwerks erfolgte unter Berücksichtigung des erforderlichen Abflusses von 5,7 m<sup>3</sup>/s für den Betrieb der Wasserkraftanlage Marktmühle. Die erforderliche Breite von Siet 1 wurde mit Hilfe der Kontinuitätsformel berechnet, wobei h der Fließtiefe am Siet 1 bei Stauziel entspricht (s. Anlage 4.2.1).

$$b = Q / (v \cdot h) = 5,7 \text{ m}^3/\text{s} / (1,0 \text{ m/s} \cdot 1,1 \text{ m}) = 5,18 \text{ m}$$

Auf der sicheren Seite liegend wurde für das Siet 1 eine Breite von 5,50 m gewählt.

Bei einer Wassertiefe von 1,10 m und einer Breite des Siel 1 von ungefähr 5,50 m stellt sich eine Fließgeschwindigkeit von  $v \approx 0,94$  m/s bei einer Sohlneigung von unter 1,0 % ein. Der Neubau des Siels erzeugt durch Einengung und Steinsatz auf der Sohle nur geringfügige Reibungsverluste. Die Ergebnisse der Berechnungen für die hydraulische Bemessung des Siel 1 sind in der Anlage 4.2.1 beigelegt.

Die wesentlichen Ausgangswerte zur hydraulischen Bemessung des Siel 1 sind in der nachfolgenden Tabelle 7 zusammengefasst.

**Tabelle 7:** Ausgangswerte für die hydraulische Bemessung von Siel 1.

Einleitung Triebwassermenge	Q = 5,7 m³/s
Stauziel	345,88 m ü. NN
HW-Bemessungswasserspiegel	349,12 m ü. NN
Freibord Dammkrone	0,70 m
Freibord OK Klapptor	0,50 m
OK Sielsohle	344,70 m ü. NN
Fließgeschwindigkeit	$v \leq 1,0$ m/s
Lichtraum für Kanufahrer zum Klapptor in Ruhestellung	mind. 1,50 m
Breite zum Wenden eines Kanufahrers	ca. 5,0 m

#### 4.10.3 Konstruktive Gestaltung (Anlage 3.3.1)

Die Gründung von Siel 1 kann gemäß Baugrundgutachten (Anlage 5.1) in den mitteldicht bis dicht gelagerten Sanden (ab ca. 343,45 m ü. NN), im Fels (bei ca. 339,80 m ü. NN) oder auf einem Bodenaustausch bis zum Fels erfolgen. Die geplante Gründungstiefe von Siel 1 liegt bei ca. 343,30 m ü. NN. Gemäß Baugrundgutachten liegt der Grundwasserstand ca. auf einer Höhe von 345,85 m ü. NN, die Baugrube wird demnach tief im Grundwasser liegen. Da die vorliegenden Sande hier gemäß Gutachten zum Fließen neigen, muss die Baugrube wasserdicht verbaut werden. In Abstimmung mit dem Baugrundgutachter wird als Gründung für Siel 1 eine Flachgründung mit einem Baugrubenverbau aus Spundwänden vorgesehen. Bei einer Spundwandlösung muss gemäß Baugrundgutachten durch Vorbohren (Austauschbohrungen) bis in den Fels eingebunden und die Spundwand anschließend abgedichtet werden. Ggf. muss der Baugrubenverbau ausgesteift oder rückverankert werden. Mit einer Restwasserhaltung wird aufgrund von Undichtigkeiten zufließendes Wasser abgepumpt. Hierfür werden Pumpensümpfe und eine umliegende Dränage in der Baugrube hergestellt.

Das Stauziel im Kleinen Regen muss im Hochwasserfall bei Schließen der HWS-Tore gehalten werden. Hierfür ist ein Mindestabfluss von 200 l/s über eine Dotationsleitung sicherzustellen. Die Dotationsleitung wurde als Druckrohrleitung DN 300 dimensioniert, wodurch ein maximaler Abfluss von ca. 560 l/s dotiert werden kann. Die hydraulische Berechnung ist in der Anlage 4.2.2 beigelegt. Der Zufluss zum Kleinen Regen erfolgt ab einem Wasserstand im Großen Regen von 346,62 m ü. NN über einen Mönch (s. Anlage 3.3.1). Der Zufluss zum Kleinen Regen wird dabei über einen Schieber reguliert. Zu berücksichtigen ist, dass dieser Abfluss später am Schöpfwerk gepumpt werden muss.

#### **4.10.4 Technische Ausrüstung**

Das Sielbauwerk wird mit zwei hintereinander angeordneten Klappen ausgerüstet. Die Klappen werden durch Elektrohüszylinder angetrieben. Im Normalfall stehen die Klappen offen. Im Hochwasserfall werden die Klappen geschlossen. Der Betrieb erfolgt mit einem Elektromotor. Die Klappen werden so ausgelegt, dass diese während eines Netzausfalls oder bei Defekt eines Antriebes durch manuelle Entriegelung am Antrieb selbst durch Eigengewicht schließen können. Auch der Betrieb über ein externes Gerät, wie z.B. einen akku- oder benzinbetriebenen Schrauber wird vorgesehen.

Alle einzubetonierenden Teile werden in Edelstahl ausgeführt. Die Verschlussklappen werden aus beschichtetem Stahl vorgesehen.

Die Drehlager der Klapptore sind nach oben frei zugänglich, d.h. eine gute Zugänglichkeit bei Montage und Ausbau ist gegeben. Auch der Antrieb ist gut zugänglich. Die Elektro-Hydraulikzylinder, mit denen die Klapptore geöffnet und geschlossen werden können, sind immer trocken, sodass der Wartungsaufwand minimiert wird. Je Klapptor ist ein Elektro-Hydraulikzylinder vorgesehen, der Verschluss muss daher biegesteif ausgeführt werden. Die Abdichtung der geschlossenen Verschlüsse erfolgt über eine vorspringende Mauerkante mit Notenprofil-dichtung am Klapptor. Die Abmessung eines Klapptors betragen B/H = 5,7/6,2 m. Die Auffahrt zum Siel 1 für Wartungs- und Reparaturarbeiten erfolgt über den östlich anschließenden Deichkronenweg. Eine Plattform mit Schaltschränken für die technische Steuerung ist ebenfalls auf der Deichseite (zum Objekt 2) vorgesehen.

Die elektrotechnische Ausrüstung für das Siel 1 besteht aus den folgenden Anlagenteilen:

- Einspeisung und Zählerschrank
- Schaltanlage
- Elektroinstallation und Potentialausgleich

- Messtechnik
- Anlagensteuerung und automatische Störweitermeldung

#### **4.10.4.1 Einspeisung**

Die Anlage wird mit einem Zähleranschluss vom Bayernwerk ausgerüstet. Der Zähler wird in einem eigenen Zählerschrank neben dem Schaltschrank montiert. Der Anschlusswert für das Siel 1 gemäß Verbraucherliste im Anhang beträgt 17,00 kW.

Für den Fall eines Netzausfalles wird eine Notstromversorgung in Form eines mobilen Notstromaggregates geplant.

#### **4.10.4.2 Schaltanlage**

Die Schaltanlage für die elektrische Versorgung, die Aufnahme aller Schaltgeräte, Messtechnik und Fernmeldung wird im Freien im Bereich der Klappen auf der Deichseite aufgestellt. Das Schaltkonzept für die jeweiligen Antriebe kann den Typicals in Anlage 7.1.1 entnommen werden. Die Schaltanlage wird als Freiluftschaltschrank mit Doppeltüre ausgeführt. Im Schaltschrank werden Klimatisierung, Beleuchtung und eine CEE-Steckdose vorgesehen. An der Schaltanlage wird ein steckbarer Einspeisepunkt für die Notstromversorgung vorgesehen. Die Schaltanlage erhält eine USV, um während eines Netzausfalls die Funktion der Messtechnik aufrecht zu erhalten, bis ein Notstromaggregat angeschlossen ist. Die Schaltanlage wird über eine KSR-Trasse für Steuer- und Meldekabel (LWL) an die Schaltanlage des Schöpfwerks angebunden, siehe Kapitel 4.17.5.5.

#### **4.10.4.3 Elektroinstallation und Potentialausgleich**

Die Elektroinstallation erfolgt auf Beton über Leerrohre im Material V4A. Alle metallenen Einbauten und Maschinenteile werden an den Potentialausgleich angebunden. Das Bauwerk erhält eine Erdungs- und Blitzschutzanlage sowie eine Beleuchtung der Arbeitsbereiche.

#### **4.10.4.4 Messtechnik**

Zur kontinuierlichen Höhenstandsmessung wird vor und hinter dem Sielbauwerk je ein Druckaufnehmer vorgesehen. Die Messstellenliste ist unter Anlage 7.1.3 beigelegt. Die Druckaufnehmer geben kontinuierlich ein 4-20 mA Signal an die SPS des Siel 1 weiter.



Die der Messtechnik zugehörigen Schaltgeräte werden im Schaltschrank untergebracht. Die Höhenstände werden zur Steuerung, Visualisierung und Speicherung von der SPS des Siel 1 über LWL an die SPS des Schöpfwerkes übertragen.

#### **4.10.4.5 Steuerung**

Über einen Wahlschalter wird die Anlage in die Betriebsart Hand-Aus-Automatik vorgewählt.

In der Betriebsart Hand erfolgt die Bedienung der Verschlüsse direkt am Schaltschrank über entsprechende Bedienelemente. Eine zusätzliche Bedienung vor Ort am Motor ist nicht geplant.

Im Automatikbetrieb erfolgt die Steuerung über eine Kompakt-SPS. Wenn der Höhenstand vor dem Siel 1 einen oberen Grenzwert überschreitet, schließt der Betriebsverschluss. Erreicht der Betriebsverschluss nicht die Endlage, wird eine Störmeldung abgesetzt und der Reserveverschluss schließt.

Bei Betrieb der Klappen muss immer Betriebspersonal anwesend sein, um vor dem Verschließen die Bereiche der Klappen zu kontrollieren.

Nach einem Hochwasserereignis muss die Öffnung des Verschlusses durch das zuständige Betriebspersonal freigegeben werden.

Über ein Bedien- und Anzeige-Panel werden folgende Funktionen realisiert:

- Einstellung variabler Parameter
- Visualisierung der Gesamtanlage

Die Beweglichkeit der Klappen und des Antriebs ist regelmäßig zu prüfen. Dies wird durch einen regelmäßigen Wartungslauf realisiert.

Bei Störungen wird über Fernmeldung und ein automatisches Wählgerät das zuständige Betriebspersonal alarmiert.

Die Verantwortung für Wartung und Unterhaltung der Anlage geht nach Fertigstellung an die Stadt Nittenau über. Funktionsweise, Zuständigkeiten und Abläufe werden in einem Wartungs- und Betriebsplan festgeschrieben. Der Betriebsplan ist dann Bestandteil der Betriebsanweisung.

#### **4.11 Objekt 4 - HWS-Mauer Angerinsel Ost (ca. Bau-km 0+803 – 0+977; ca. Fluss-km 40+250 – 40+080)**

Die HWS-Mauer im Bereich der Angerinsel besteht aus zwei Abschnitten. Der erste Teilabschnitt befindet sich zwischen dem Siel 1 am östlichen Ende der Angerinsel und der neuen Brücke St 2145 (Objekte 4.1 „Klein-Venedig“ und 4.2 HWS-Mauer). Die HWS-Mauer wird in diesem Bereich als HWS-Mauer Angerinsel Ost bezeichnet (s. Anlage 3.4.1.1). Die Mauer soll möglichst harmonisch in das Ortsbild integriert werden, um die Akzeptanz des Hochwasserschutzes der Anwohner der rechten Uferseite zu fördern. Zudem soll die Sicht der Anwohner der linken Uferseite auf den Regen nicht zu stark beeinträchtigt werden. Im Bereich der östlichen Inselspitze sind die HWS-Mauer, das Siel 1 und die Deichbauwerke zusammenzuführen. Hier soll ein Bereich für Freizeit und Erholung entstehen und die fußläufige Anbindung des Schulzentrums über die Deichwege und Verteidigungswege hinter der HWS-Mauer möglich werden.

##### **4.11.1 Planungsvarianten**

###### Objekt 4.1 Klein-Venedig

Für den Übergang zwischen Deich, Siel und HWS-Mauer ist die Gestaltung einer Aufenthaltsfläche in Form einer Treppenanlage geplant. Hier entstehen Sitzgelegenheiten mit direktem Zugang zum Kleinen Regen. Im Rahmen der Planung wurden die folgenden drei Varianten untersucht und vom Architekturbüro Neu visualisiert.

**Tabelle 8:** Varianten Klein-Venedig.

<b>Variante</b>	<b>Bezeichnung</b>
Variante 1	Sitzstufen
Variante 2	Barrierefrei
Variante 3	Barrierefrei mit Landschaftsstufen

Im Rahmen einer Stadtratssitzung wurde beschlossen die Variante 2 weiterzuverfolgen. Die Variante 2 zeichnet sich gegenüber Variante 1 durch eine barrierefreie Nutzung sowie gegenüber Variante 3 mit einem geringeren Unterhaltungsaufwand aus.

###### Objekt 4.2 HWS-Mauer Angerinsel Ost

Im Bereich der HWS-Mauer Angerinsel Ost ist zwischen dem Großen Regen und der Wohnbebauung nur sehr wenig Platz vorhanden, eine Eindeichung ist hier daher nicht möglich. Die

einzig mögliche Variante ist in diesem Bereich die Errichtung einer HWS-Mauer mit dahinterliegendem Verteidigungs- und Unterhaltungsweg. Für die Anwohner der linken Uferseite bedeutet dies eine eingeschränkte Sicht auf den Regen. Es wurden daher verschiedene Gestaltungsmöglichkeiten für die Freibordsicherung untersucht, um die visuellen Beeinträchtigungen für die Anwohner möglichst gering zu halten und die Akzeptanz der Hochwasserschutzmaßnahme zu fördern. Zudem wird über zwei Treppenabgänge, die im Bauabschnitt 2 umgesetzt werden, eine Erreichbarkeit und Erlebbarkeit des Regen direkt am Wasserspiegel bei normalen Abflüssen ermöglicht. Die Treppenabgänge sind wesentlicher konstruktiver und gestalterischer Bestandteil der HWS-Mauer.

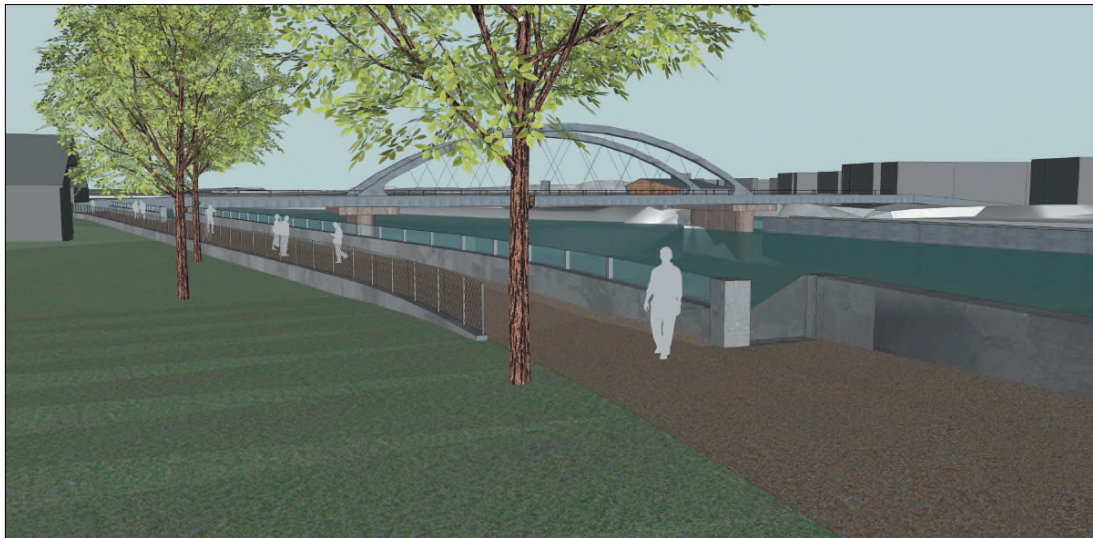
Auch zu erwähnen ist, dass die geplante HWS-Mauer mit einer Höhe von im Mittel ca. 5,0 m über Wasserspiegel MQ für die Anwohner der rechten Uferseite des Regen eine starke, optische Veränderung des Ortsbildes darstellt.

Um die große sichtbare Konstruktionshöhe der HWS-Mauer zu reduzieren, wurde untersucht, die HWS-Wand mit einem aufgesetzten, teilmobilen Dammbalkensystem zu versehen. Alternativ hierzu ist auch eine Freibordsicherung mittels aufgesetztem Glaswandsystem denkbar. In beiden Fällen muss das derzeitige Geländeniveau aufgefüllt werden. Es wurden die folgenden Variantenvergleiche zur Konstruktion und Gestaltung der HWS-Mauer durchgeführt.

**Tabelle 9:** Variantenvergleich Hochwasserschutzwand und Uferweg.

Variante 1	Variante 2
Hochliegender Uferweg	Tiefliegender Uferweg
Glasaufsatzsystem	Dammbalkensystem
Treppenbrüstung aus Beton	Treppengeländer aus Stahl

Die Variante 1 besteht aus einem hochliegenden Uferweg in Kombination mit einem Glasaufsatzsystem und einer Treppenbrüstung aus Beton. Der Vorteil dieser Variante liegt v.a. im geringen Unterhaltungsaufwand, da keine mobilen Elemente bei Hochwasser angebracht werden müssen. Der Verteidigungsweg muss dadurch nicht für die Rangierarbeiten zur Montage von Dammbalken im HW-Fall befahrbar sein. Er ist daher kostengünstiger und kann schmaler ausgeführt werden (erforderliche Breite Verteidigungsweg 3,0 m anstatt 5,0 m), sodass der Abflussquerschnitt des Regen nicht zusätzlich eingeengt wird. Darüber hinaus fügt sich die HWS-Mauer weitaus harmonischer in das Ortsbild ein und stellt die optisch ansprechendere Variante dar. Sie hat zudem den Vorteil, dass die Ansicht von der rechten auf die linke Uferseite bei Hochwasser nicht gravierend verändert wird.



**Abbildung 5:** HWS-Mauer Variante 1 – Hochliegender Uferweg mit Glasaufsatzsystem (Ansicht von Osten).

Die Variante 2 besteht aus einem tiefliegenden Uferweg in Kombination mit einem mobilen Dammbalkensystem und einem Stahlgeländer. Die HWS-Mauer ist im Normalfall mit einem Stahlgeländer absturzesichert. Im Hochwasserfall werden die Dammbalkenprofile mit mobilen Dammbalken verschlossen. Für die Lagerung der Dammbalken ist die Errichtung einer Lagerhalle erforderlich. Zudem muss der Verteidigungsweg für die Anfahrt der mobilen Verschlusselemente eine Mindestbreite von 5,0 m aufweisen und für eine Befahrung mit SLW 60 belastbar ausgebildet sein.



**Abbildung 6:** HWS-Mauer Variante 2 – Tiefliegender Uferweg mit Dammbalkensystem (offen, Ansicht von Osten).



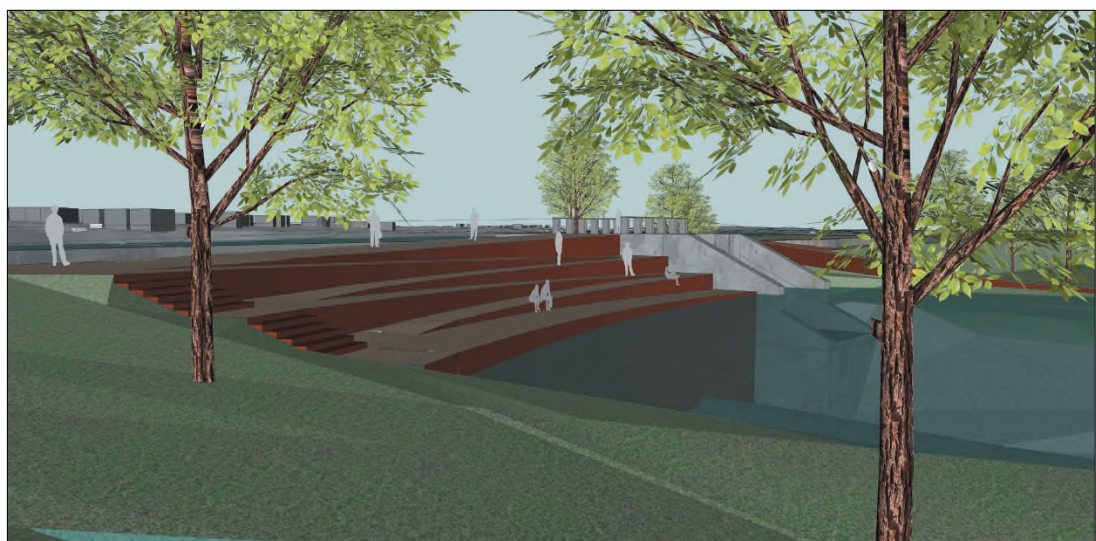


**Abbildung 7:** HWS-Mauer Variante 2 – Tiefliegender Uferweg mit Dammbalkensystem (geschlossen, Ansicht von Osten).

#### 4.11.2 Gewählte Lösung

##### Objekt 4.1 Klein-Venedig

Als Übergang zwischen Deich, Siel und HWS-Mauer wurde die Gestaltung der Aufenthaltsfläche in Form einer Treppenanlage mit barrierefreiem Zugang festgelegt. Hier entstehen Sitzgelegenheiten mit direktem Zugang zum Kleinen Regen, die sowohl über Treppen als auch über eine Rampe (Steigung ca. 2,3%) zugänglich sind. Die Variante „Barrierefrei mit Landschaftsstufen“ wurde aufgrund des höheren Unterhaltungsaufwandes verworfen. Die Gestaltung der Vorzugsvariante ist in der Abbildung 8 dargestellt.



**Abbildung 8:** Klein-Venedig - Vorzugsvariante (Ansicht von Westen).

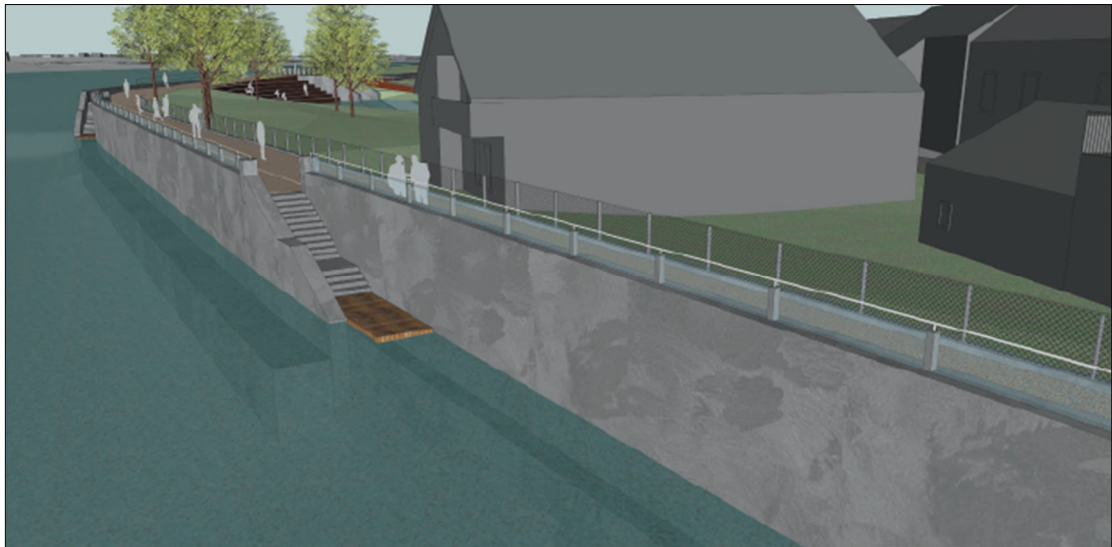
#### Objekt 4.2 HWS-Mauer Angerinsel Ost

Um die Sicht der Anwohner auf den Regen so wenig wie möglich zu beeinträchtigen und den Unterhaltungsaufwand möglichst gering zu halten, ist die Freibordsicherung mittels aufgesetztem Glaswandsystem geplant. Die Variante HWS-Mauer mit aufgesetztem, teilmobilem Dammbalkensystem wurde aufgrund des erhöhten Unterhaltungsaufwandes wieder verworfen.

Für den Zugang zum Regen wurden zwei Treppenabgänge mit einer Plattform auf ca. Höhe Wasserspiegel MQ geplant (s. Abbildung 9 und Anlage 3.4.1.1). Die Treppenabgänge wurden in Fließrichtung konstruiert, sodass sich bei Hochwasser möglichst wenig Schmutz und Treibgut in den Treppenabgängen ablagern kann. Die Rückverlegung des Wehres und damit die Absenkung des Wasserspiegels im Bereich der HWS-Mauer erfolgt im BA 2, ebenso wie die vollständige Umsetzung der Treppenabgänge zur Plattform. Die Zugänglichkeit zum Regen im Bereich des Uferweges wird nach Fertigstellung des BA 1 über die Treppenabgänge mit Schwimm-Plattformen ermöglicht (s. Abbildung 10).

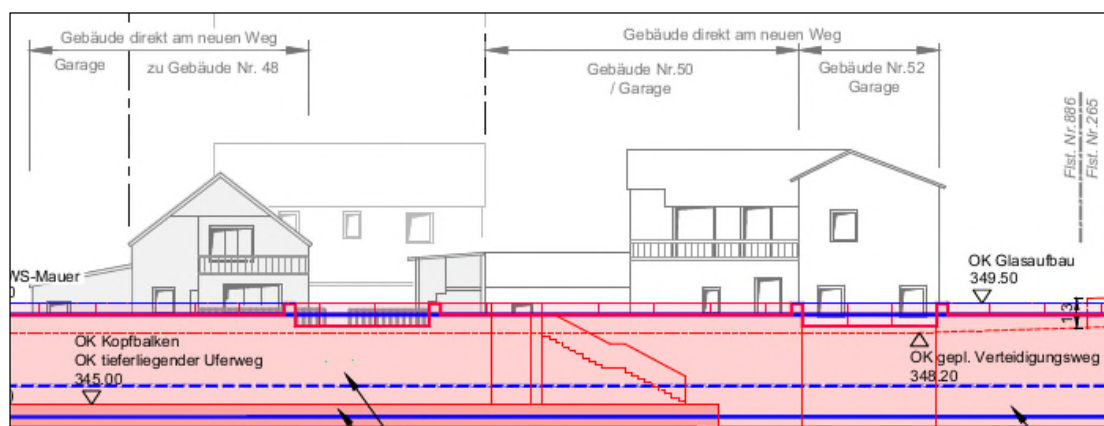


**Abbildung 9:** Vorzugsvariante Hochliegender Uferweg mit Glasaufsatzsystem nach Fertigstellung des Bauabschnittes 2 (Ansicht von Westen).



**Abbildung 10:** Vorzugsvariante Hochliegender Uferweg mit Glasaufsatzsystem nach Fertigstellung des Bauabschnittes 1 (Ansicht von Westen).

Das Glasaufsatzsystem deckt in der Regel den Freibord  $f=0,5\text{m}$  der HWS-Mauer ab. Im Bereich der bestehenden Gebäude, welche auch direkte Blickbeziehungen durch Fensteröffnungen am Gebäude zum bestehenden Regenufer besitzen, werden die Glaselemente in jeweils vier Feldern nach unten bis auf ca. 20 cm über OK Verteidigungsweg vergrößert, sodass die Sicht auf den Regen für die Anwohner so wenig wie möglich beeinträchtigt wird (Gebäude 48 und 52 s. Abbildung 11). Die genaue Lage der höheren Glaselemente wurde mit den jeweiligen Anwohnern abgestimmt und angepasst. Diese Glaselemente erhalten eine Höhe von 1,0 m. Die höheren Glaselemente tauchen somit schon unterhalb des Freibordbereiches in die fließende Welle ein. Da die Angerinsel eher auf der Gleituferseite des Regen liegt, ist die Gefahr einer ungünstigen Belastung durch Treibgut als sehr gering einzustufen.



**Abbildung 11:** HWS-Mauer mit Glasaufsatzsystem (Ausschnitt aus Längsschnitt, Anlage 3.4.1.2).

#### **4.11.3 Konstruktive Gestaltung (Anlagen 3.4.1.1 bis 3.4.1.9)**

##### Objekt 4.1 Klein-Venedig (Anlage 3.4.1.4)

Die Gründung von Klein-Venedig kann analog zum Siel 1 in den mitteldicht bis dicht gelagerten Sanden bzw. im Kies erfolgen. Entsprechend dem Baugrundgutachten kann ab einer Höhe von 340 m ü. NN von mitteldicht gelagertem Kies ausgegangen werden. Die geplante Gründungstiefe von Klein-Venedig liegt bei ca. 344,34 m ü. NN. Gemäß Baugrundgutachten liegt der Grundwasserstand ca. auf einer Höhe von 344,21 m ü. NN, die Baugrube wird demnach gerade nicht im Grundwasser liegen. Aufgrund von kapillar aufsteigendem Grundwasser wird voraussichtlich dennoch eine offene Wasserhaltung in Form einer umliegenden Dränage in der Baugrube mit Pumpensäumpfen erforderlich. Als Gründung für Klein-Venedig ist eine Flachgründung im Anschluss an die HWS-Mauer vorgesehen.

##### Objekt 4.2 HWS-Mauer Angerinsel Ost (Anlagen 3.4.1.5 bis 3.4.1.9)

Die Gründung der HWS-Wände erfolgt sowohl aus statischen als auch aus Gründen der Untergrundabdichtung auf überschnittenen Bohrpfählen (Ø 90 cm) mit Kopfbalken. Die Höhenlage des Kopfbalkens richtet sich nach dem geplanten mittleren Wasserspiegel im BA 2. Um den natürlichen Grundwasserzufluss zum Regen hin nicht zu unterbrechen, werden Grundwasserfenster vorgesehen. Hierfür wird jeder zweite unbewehrte Bohrpfahl nur bis 50 cm oberhalb der Felsoberkante hergestellt. Für die Herstellung der Bohrpfähle und die Arbeiten an der HWS-Mauer wird die Errichtung einer bauzeitlichen Baustraße im Gewässer erforderlich. Parallel zur HWS-Mauer wird über die gesamte Länge im Großen Regen ein Erddamm geschüttet, der sowohl als Baustraße sowie als Absperrdamm dient. Die Bohrpfähle können von der Baustraße aus im Wasser errichtet werden, beginnend beim Anschluss an die Brücke. Für die Errichtung des Kopfbalkens wird eine bauzeitliche Wasserhaltung erforderlich. Zufließendes Grundwasser wird dabei über eine Längsdränage in das Unterwasser des Wehres abgeleitet, um die Baugrube weitgehend trocken zu halten. Das Gelände beim zukünftigen Klein-Venedig wird nach Fertigstellung von Siel 1 aufgeschüttet und ebenfalls als Baustraße genutzt. Der Abfluss in den Kleinen Regen erfolgt während der Bauzeit der HWS-Mauer durch das bereits im Rohbau fertiggestellte und geöffnete Siel 1.

Das derzeitige Geländeniveau (Böschung zwischen bebauten Grundstücken und Gewässer) soll auf das Niveau des Verteidigungsweges aufgefüllt werden. Die verbleibende landseitige Wandhöhe von GOK Auffüllung bis OK Glassystem soll dabei etwa 1,30 m betragen. Dies entspricht der erforderlichen Brüstungshöhe an Radwegen. Die HWS-Mauer kann wasserseitig mit Wasserbausteinen bzw. einer Böschungsvorschüttung optisch verkürzt werden, sodass sich die sehr hohe Mauer harmonischer in das Ortsbild integriert. Die Hochwasserschutzwände werden mit einer wasserseitigen Neigung (Verjüngung des Querschnitts von unten



nach oben) versehen. Dies ermöglicht einen wirtschaftlicheren Einsatz von Beton- und Stahlmengen. Zudem verhält sich eine Wand mit wasserseitiger Neigung aus statischer Sicht vorteilhaft gegenüber einer gerade nach oben verlaufenden Wand. Neben der statischen Verbesserung bringt ein Anzug zudem eine optische Verbesserung mit sich. Eine nach oben gerade verlaufende Wand erweckt vom Wandfuß aus gesehen den Eindruck des Überkippens. Diese optische Täuschung wird durch den Einsatz eines Wandanzuges vermieden. Die Wandoberkante wird als Dachprofil ausgeführt, auf die das Glasaufsatzsystem montiert wird.

Die Binnenentwässerung erfolgt über eine Drainage-Leitung DN 250 (Gefälle 0,88 %), die parallel zur HWS-Mauer in Richtung Osten in den Kleinen Regen entwässert. Die Drainage-Leitung wurde auf Höhe des Ursprungsgeländes geplant, um die Grundwasserverhältnisse im Normalzustand nicht zu beeinflussen (s. Anlage 3.4.1.3).

Die Oberflächenentwässerung des Verteidigungsweges erfolgt über eine parallel zur Drainage-Leitung verlaufende Transport-Leitung DN 250 (Gefälle 0,88 %). Die Abflussmenge der Oberflächenentwässerung wurde über die Fläche des Verteidigungsweges anhand der KOSTRA-Daten eines 5-jährlichen Niederschlagsereignisses ermittelt. Bei einem 5-jährlichen Niederschlagsereignis beträgt der Oberflächenabfluss demnach ca. 14 l/s. Der Zufluss zur Transport-Leitung erfolgt über Schächte, die im Abstand von 20 m an eine Entwässerungsrinne (Gefälle 0,5 %) angeschlossen sind. Das Wasser der Oberflächen- und Binnenentwässerung wird im Bereich von Klein-Venedig in den Kleinen Regen abgeleitet.

#### **4.12 Objekt 4 - HWS-Mauer Angerinsel West (ca. Bau-km 0+988 – 1+247; ca. Fluss-km 40+050 – 39+820)**

Der zweite Teilabschnitt der HWS-Mauer Angerinsel befindet sich im westlichen Bereich der Angerinsel zwischen der neuen Brücke St 2145 und der Fußgängerbrücke über den Regen.

Bei diesen Objekten waren die Planungen und Konstruktionen mit Planungen Dritter abzustimmen.

##### Objekt 4.3 (Spundwand)

Das Staatliche Bauamt Amberg-Sulzbach führt derzeit den Neubau der Straßenbrücke über den Regen aus. Hierzu überschneiden sich die Planungs Eingriffe im Bereich der bestehenden Triebwasserkraftanlage Leitzl. Mit dem StBA Amberg-Sulzbach wurde deshalb ein Vorgehen abgestimmt, wonach die Gründung aus einer Spundwand und die aufgehende HWS-Wand im Zuge des zuerst erfolgenden Brückenbaues und der notwendigen Anpassung der Rampenbereiche umgesetzt wird. Die Umsetzung des Brückenbaues hat bereits in 2020 begonnen. Zwischen den Objekten 4.3 und 4.4 liegt die Schnittstelle der zeitlichen Umsetzung.

#### Objekt 4.4 (HWS-Mauer Angerinsel West)

Dieser Bereich stellt als Bereich mit hohem Entwicklungspotenzial das Kerngebiet eines durch die Stadt Nittenau ausgerufenen städtebaulichen Wettbewerbs dar. Die Planung zum Hochwasserschutz wurde mit den Planungen der Stadt Nittenau abgestimmt.

#### **4.12.1 Planungsvarianten**

Für den Bereich der Objekte 4.3 und 4.4 war im Rahmen der Vorplanung zunächst ein Hochwasserschutzdeich vorgesehen. Da sich die Stadt Nittenau zwischenzeitlich dazu entschieden hat, diesen Bereich einer neu geordneten Nutzung auf Basis eines städtebaulichen Wettbewerbs zuzuführen und aufzuwerten, wurde beschlossen, die Hochwasserschutzlinie am linken Ufer des Regen entlang des Unterwasserkanals der TWA Leitzl zu verlegen. Diese Lage ist alternativlos, da diese befestigte Uferlinie auch den wesentlichen abflusswirksamen Raum des Regen markiert und abgrenzt.

#### **4.12.2 Gewählte Lösung**

##### Objekt 4.3 (Spundwand)

Da nach derzeitigem Stand die TWA Leitzl bis auf weiteres bestehen bleibt, wird das betroffene Flurstück mit einer Hochwasserschutzwand eingefasst. Dieser Lückenschluss ist zwingend erforderlich, da sonst die Gesamtmaßnahme, welche im Interesse der Allgemeinheit den Hochwasserschutz für die Stadt Nittenau herstellt, nicht umsetzbar ist.

##### Objekt 4.4 (HWS-Mauer Angerinsel West)

Dieser Bereich stellt als Bereich mit hohem Entwicklungspotenzial das Kerngebiet eines durch die Stadt Nittenau ausgerufenen städtebaulichen Wettbewerbs dar. Die Planung zum Hochwasserschutz wurde mit den Planungen der Stadt Nittenau abgestimmt. Zeitlich sollen die Planungen der Stadt Nittenau nach der Herstellung des Hochwasserschutzes erstellt werden.

#### **4.12.3 Konstruktive Gestaltung (Anlagen 3.4.2.1 bis 3.4.2.4)**

##### Objekt 4.3 (Spundwand, Anlage 3.4.2.3)

Im Zuge der Brückenbaumaßnahme wurde zwischen dem StBA Amberg-Sulzbach und dem Grundstückseigentümer der TWA Leitzl die für die Anrampung zur neuen Brücke erforderlichen Eingriffe in das Grundstück abgestimmt. Dies umfasst unter anderem den Neubau einer Umfassungsmauer für das Grundstück und die Höhe und die Gründung der Umfassungsmauer

(Siehe Anlage 3.4.2.3). Die Gründung und Untergrundabdichtung gegen Unterströmung erfolgt im Bereich des Gehwegs mit einer Untergrundinjektion. Die Planung betrifft nur öffentliche Grundstücksflächen.

Der Zugang zum Grundstück TWA Leitl wird über eine 3 m breite Öffnung sichergestellt, die im Hochwasserfall mit mobilen Dammbalken verschlossen werden kann. Für die Zufahrt zur Leitl-Insel wird eine neue Anliegerbrücke mit einer Breite von 4 m und einer Spannweite von 13 m errichtet. Die Gründung der Brücke erfolgt mit einem separaten Brückenwiderlager auf Bohrpfählen. Die Brücke wird mit einer schlaff bewehrten Platte ausgebildet. Im Zufahrtsbereich der Brücke zur Leitl-Insel ist ein Hochwasserschutztor in Form eines Rollltores vorgesehen, das im Normalfall an der HWS-Mauer anliegt und im Hochwasserfall geschlossen wird.

Im Rahmen des Brückenbaus werden nach Abstimmung mit dem StBA an beiden Brückenwiderlagern zusätzliche überschnittene Bohrpfähle vorgesehen, an die die Gründung der HWS-Mauern im Zuge der Baumaßnahmen im BA 2 nachträglich angeschlossen werden kann. Auch im Bereich des Brückenwiderlagers muss der Untergrund abgedichtet werden, damit die Hochwasserschutzlinie vollständig geschlossen ist. Die Abdichtung erfolgt mit einer überschnittenen Bohrpfahlwand, bei der die Zwischenräume der bewehrten Einzelpfähle mit unbewehrten Bohrpfählen aufgefüllt werden. Der Anschluss der aufgehenden HWS-Wände an die Brückenwiderlager erfolgt nach Fertigstellung der Brücke mit Klemmfugenbändern an den Bestand. Der Lückenschluss der Untergrundabdichtung parallel zur Straße erfolgt mit Niederdruckinjektionen unterhalb der Umfassungsmauer (Winkelstützmauer). Die Untergrundabdichtung an der Westseite des Grundstücks der TWA Leitl bis zum Anschluss an die HWS-Mauer ist mit einer Spundwand vorgesehen, um das Grundstück nicht für künftige Kellergründungen im Rahmen von städtebaulichen Maßnahmen zu blockieren.

#### Objekt 4.4 (HWS-Mauer Angerinsel West, Anlage 3.4.2.2)

Die Gründung der HWS-Wand erfolgt sowohl aus statischen als auch aus Gründen der Untergrundabdichtung auf überschnittenen Bohrpfählen (Ø 90 cm) mit Kopfbalken. Um den natürlichen Grundwasserzufluss zum Regen hin nicht zu unterbrechen, werden Grundwasserfenster vorgesehen. Hierfür wird jeder zweite unbewehrte Bohrpfahl nur bis 50 cm oberhalb der Felsoberkante hergestellt. Für die Herstellung der Bohrpfähle wird die Errichtung einer bauzeitlichen Baustraße erforderlich, die teilweise im Gewässer liegt. Parallel zur HWS-Mauer wird im Kanal zwischen Angerinsel und Leitl-Insel bis zur westlichen Spitze der Leitl-Insel ein Erdamm geschüttet, der sowohl als Baustraße sowie als Absperrdamm dient. Die Bohrpfähle können von der Baustraße aus im Wasser errichtet werden, beginnend beim Anschluss an die Spundwand. Für die Errichtung des Kopfbalkens wird eine bauzeitliche Wasserhaltung erforder-

derlich. Seitlich zuströmendes Grundwasser wird dabei über eine Längsdrainage in das Unterwasser des Großen Regen abgeleitet, um die Baugrube weitgehend trocken zu halten. Während der Bauzeit wird der Betrieb der TWA Leitl stillgelegt, sodass im Unterwasser der TWA kein Abfluss erfolgt.

Um ein optisches Überkippen der HWS-Mauer zu verhindern, werden die aufgehenden Wände mit einer wasserseitigen Neigung versehen.

Der Zugang zum nördlichen Ufer der Angerinsel erfolgt über zwei Rampen. Die östliche Rampe im Bereich der Anliegerbrücke zur Leitl-Insel wird, wie ursprünglich im städtebaulichen Wettbewerb vorgesehen, mit Wasserspielen gestaltet. Die westliche Rampe wird als Zufahrtsrampe zum nördlichen Uferweg, der gleichzeitig als Unterhaltungsweg des HWS-Deichs dient, ausgebildet.

#### **4.13 Objekt 5.4 - Abgrabungen**

Zur Senkung der maximalen Wasserspiegellagen im Hochwasserfall sind im ersten Bauabschnitt folgende wasserwirtschaftliche Ausgleichsmaßnahmen in Form von Geländeabgrabungen vorgesehen:

- Objekt 5.4.1: Abgrabung der Buhne bei Fluss-km 40+368
- Objekt 5.4.2: Abgrabung Leitl-Insel von Fluss-km 40+035 bis 39+893
- Objekt 5.4.3: Abgrabung rechtes Regenufer Fluss-km 39+918 bis 39+544

##### **4.13.1 Planungsvarianten**

###### Objekt 5.1 (Abgrabung Buhne, Anlage 3.5.1.1)

Die Buhne bei Fluss-km 40+368 im Oberwasser des bestehenden V-Wehrs wird auf Mittelwasserniveau (346,0 m ü. NN) abgegraben. Auf diese Weise wird gewährleistet, dass die Strömungsverhältnisse im Anströmbereich des Kleinen Regen bei Niedrigwasserführung im Großen Regen nicht verändert werden. Die Abgrabung der im Wesentlichen aus einer Steinschüttung bestehenden Buhne um ca. 0,5 m sowie die Entfernung des Bewuchses auf der Buhne wirken sich durch die Verringerung des Strömungswiderstands günstig auf die Wasserspiegellagen bei Hochwasserführung aus.

###### Objekt 5.2 (Abgrabung Leitl-Insel, Anlage 3.5.2.1)

Eine weitere Maßnahme zur Aufweitung des Fließquerschnitts bzw. zur Verbesserung der Abflussverhältnisse im Hochwasserfall wird mit der teilweisen Abgrabung der Leitl-Insel unterstrom des V-Wehrs von Fluss-km 40+035 bis 39+893 realisiert. Das Geländeniveau am Flurstück Nr. 263 bleibt wie im Bestand erhalten. Ausgehend von der Flurgrenze des Flurstücks

Nr. 263 verläuft die geplante Böschung ähnlich den bestehenden Verhältnissen mit einer Neigung von 1:2,5. Der Böschungsfuß wird mit Wasserbausteinen gesichert. Der bermenartige Bereich der Insel wird auf Mittelwasserniveau (344,50 m ü. NN) abgesenkt, die Uferzonen werden angeglichen. Die Böschungsfußsicherung sowie die Ufersicherung auf der Leitl-Insel sind ähnlich den bestehenden Verhältnissen (aufgelockert und nicht hart verbaut) wiederherzustellen.

Entlang des Unterwasserkanals des Triebwerks wird die Bestandsböschung bis auf eine Geländehöhe von 344,50 m ü. NN beibehalten, darüber wird die neu geplante Böschung angeschlossen.

Vor der Abgrabung des Geländes ist die Lage und Höhe der Starkstromleitung zwischen den 2 Wasserkraftanlagen zu überprüfen. Die Leitung ist im Zuge der Abgrabung eventuell tiefer zu legen und die Überdeckung wiederherzustellen.

#### Objekt 5.3 (Abgrabung rechtsufrig, Anlage 3.5.3.1 und 3.5.3.2)

Am rechten Ufer des Großen Regen entsteht von Fluss-km 39+918 bis 39+544 die größte geplante Abgrabung zur Aufweitung des Abflussquerschnitts im Hochwasserfall.

Der Abgrabungsbereich wird in drei Abschnitte unterteilt:

- Oberstromiger Abschnitt von Fluss-km 39+918 bis 39+814
- Abschnitt im Bereich Fußgängerbrücke von Fluss-km 39+814 bis 39+807
- Unterstromiger Abschnitt von Fluss-km 39+807 bis 39+544

Der gesamte Abgrabungsbereich fungiert zudem als naturschutzfachliche Ausgleichsfläche für die aufgrund des Hochwasserschutzes entstehenden Eingriffe in den Naturraum. Die bisher mit Ausnahme der Uferbereiche als Grünland genutzte Fläche soll aus naturschutzfachlicher Sicht deutlich aufgewertet werden.

Für alle drei Abschnitte gilt, dass ausgehend von der Bestandshöhe der nördlich an die Abgrabung grenzenden Flurstücke zunächst mit einer Neigung von 1:2,5 bis auf eine Höhe von 345,0 m ü. NN geböscht wird. Diese Höhenlage wird auf der gesamten Länge der Abgrabung für die geplante Berme beibehalten.

Im oberstromigen Abschnitt wird der Böschungsfuß nördlich der Berme mit Wasserbausteinen gesichert und mit Oberboden angedeckt. Die Uferböschung wird abgeflacht und mit einer Neigung von ca. 1:3 ausgeführt. Die Wasserbausteine entlang des Regenufers werden entfernt und der neue Uferverlauf durch entsprechende Bepflanzung vor Erosion geschützt. Punktuell

verbleiben Wasserbausteine im Uferbereich und werden in die neu gestalteten Uferzonen integriert.

Der zweite, kurze Abschnitt von Fluss-km 39+814 bis 39+807 betrifft den unmittelbaren Bereich an der Fußgängerbrücke. Der Böschungsfuß an der Berme im Bereich des nördlichen Brückenwiderlagers wird mit Wasserbausteinen gesichert und mit Oberboden angedeckt. Am Brückenpfeiler ist ein Kolkschutz vorgesehen. Nachdem im oberstromigen Abschnitt die Ufersicherung größtenteils entfernt wird, ist der Querschnitt unter der Brücke vor Erosion zu sichern, weshalb eine Lage Wasserbausteine innerhalb eines 4,0 m breiten Streifens eingebracht wird. Diese Sohlsicherung wird mit Oberboden entsprechend den Vorgaben der landschaftspflegerischen Begleitplanung angedeckt.

Der dritte Abschnitt der rechtsufrigen Abgrabung von Fluss-km 39+807 bis 39+544 wird im Uferbereich mit sehr flachen Böschungsneigungen von ca. 1:8 – 1:10 gestaltet. Böschungssicherungen oder Ufersicherungen mit Wasserbausteinen sind in diesem Abschnitt aufgrund geringerer Fließgeschwindigkeiten nicht erforderlich. Am Gewässer soll sich eine naturnahe Entwicklung der Uferzonen einstellen, während auf der Berme ein Bewuchs mit überwiegend weichen Gehölzen gefördert werden soll.

#### **4.14 Objekt 6 (Bau-km 1+247 – 1+398; Fluss-km 39+820 – 39+680)**

Die Schutzlinie des Objekts 6 wird als Deich hergestellt.

##### **4.14.1 Planungsvarianten**

Alternativ zu der gewählten Variante eines Hochwasserschutzdeichs wäre eine Realisierung des Objekts 6 als Hochwasserschutzwand möglich gewesen. Diese Variante wurde allerdings aufgrund von höheren Kosten und ungünstigeren Auswirkungen auf das Ortsbild nicht gewählt.

##### **4.14.2 Gewählte Lösung**

Objekt 6 der Hochwasserschutzlinie wird als Deich errichtet.

#### 4.14.3 Konstruktive Gestaltung (Anlage 3.6.3)

Das Deichbauwerk (Bau-km 1+268 – 1+398) schließt im Osten an die Plattform des Festplatzes der Angerinsel und im Westen an die Plattform Angerspitz mit integriertem Schöpfwerk an (s. Anlage 3.6.1). Hinsichtlich des Trassenverlaufs ergibt sich aufgrund der beengten Platzverhältnisse nur wenig Spielraum. Ausgehend von der Uferböschung am großen Regen wird entlang des Deichfußes ein Unterhaltungsweg mit einer Breite von 3,5 m geplant. Im Bereich des tief liegenden Wegeabschnitts an der Fußgängerbrücke ist eine Betonsteinpflasterung vorgesehen. Der verbleibende Abschnitt Richtung Siel wird mit hydraulisch gebundener Wegedecke ausgeführt. Sehr hohe Strömungsbelastungen entlang Weges sind nicht zu erwarten ( $v \leq 1,5 \text{ m/s}$ ), jedoch kann nicht ausgeschlossen werden, dass nach längeren Hochwasserereignissen Unterhaltsmaßnahmen zur vollständigen Wiederherstellung der hydraulisch gebundenen Wegedecke erforderlich werden. Der westliche Abschnitt des Weges verläuft auf Bestandsniveau. Unter der Fußgängerbrücke wird der bestehende Weg Richtung Großer Regen verschwenkt sowie um ca. 1,20 m abgesenkt und erreicht mit 344,90 m ü. NN jenes Niveau, das auch für den Uferbereich östlich der Fußgängerbrücke entsprechend der städtebaulichen Planung des IB Toponauten für die Angerinsel vorgesehen ist. Vom Tiefpunkt unter der Fußgängerbrücke steigt der Weg Richtung Westen mit ca. 4,5% bis auf Bestandsniveau an.

Mittig unter dem Weg verläuft ein Glasfaserkabel (LWL), welches eine direkte Verbindung zur Steuerung der beiden Sielbauwerke am Kleinen Regen ermöglicht. Der Böschungsfuß am Brückenwiderlager wird mit einer Neigung von 1:1 ebenfalls mit Wasserbausteinen zur Sicherung des Widerlagers realisiert. Östlich der Brücke erfolgt der Anschluss an die Planung der HWS-Wand des Objekts 4 (Planungsgrenze bei Bau-Km 1+247).

Südlich des Weges wird der in Ost-West-Richtung verlaufende Deich als Trapezprofil mit 4,0 m breiter Krone und beidseitig mit einer Böschungsneigung von 1:2,5 hergestellt. Die maximale Höhe des Deichs beträgt 2,8 m. Der Freibord über den maximalen Bemessungswasserspiegellagen ( $HQ_{100+15\%}$  BA 2) wird mit 0,7 m gewählt.

Als Innendichtung ist in der Mitte des Deichkörpers eine Spundwand vorgesehen. Das Spundwandprofil sowie die erforderliche Einbindetiefe in den Untergrund werden im Zuge der statischen Bemessung festgelegt. Die Spundwand wird im Westen an die angrenzende HWS-Wand und im Osten an die Wand am Festplatz angeschlossen. Der Anschluss an den Festplatz erfordert eine kurze Rampe an der Deichkrone zur Überwindung des Höhenunterschieds, wodurch sich eine Verringerung des Freibordniveaus ergibt. Die entstehende Lücke im Freibord wird durch eine HWS-Wand geschlossen. Zur Gründung der HWS-Wand wird die als Innendichtung in der Mitte des Deichs verlaufende Spundwand in diesem Abschnitt an der

nördlichen Seite der Deichkrone eingebracht. Der Böschungsfuß des Deichs wird mit Wasserbausteinen gesichert.

Als Zufahrtsmöglichkeit zum Einlaufbauwerk des Schöpfwerks am kleinen Regen ist eine 3 m breite Rampe mit einem Gefälle von 8% und wassergebundener Decke geplant. Die verbleibenden Flächen zwischen Einlaufbauwerk, dem geplanten Weg und der HWS-Wand werden begrünt.

Eine weitere Lücke im Freibord besteht an der Aussparung der bestehenden Begrenzungswand des Festplatzes an der Fußgängerbrücke. Es ist ein Verschluss der Lücke durch Dammbalken geplant. Eine direkte Verbindung der Wandabschnitte beidseitig der Brücke ist aufgrund der Rückverankerung des Brückentragwerks nicht möglich. Es sind zwei kurze Wandstücke auf einer Bodenplatte im Abstand von je einem Meter zu der Rückverankerung des Brückentragwerks zu erstellen, dazwischen werden die Dammbalken auf zwei Feldern, getrennt durch eine im HW-Fall anzubringende Mittelstütze, eingesetzt.

Die endgültige Festlegung einer geeigneten Lagermöglichkeit für die mobilen Verschlüsse erfolgt nach Abstimmung mit den Verantwortlichen der Stadt Nittenau.

An den Böschungsflächen ist ein variabler Oberbodenauftrag von ca. 5-20 cm mit Eingrünung des Deichkörpers geplant. Die befahrbare Deichkrone wird als hydraulisch gebundene Wegedecke ausgeführt.

Am Böschungsfuß ist beidseitig des Deichs ein Deichschutzstreifen von 5 m vorgesehen, der von Gehölzen freigehalten werden soll. Die Planung der Freiraumgestaltung am Kleinen Regen wird von der Stadt Nittenau bzw. deren Planungsbüro erstellt.

#### **4.15 Objekt 7.1 - Siel 2 (ca. Bau-km 1+466 – 1.480; ca. Fluss-km 39+630)**

Das Siel 2 befindet sich an der Mündung des Kleinen Regen am westlichen Ende der Angersinsel. Im Anschluss an das Siel 2 ist eine HWS-Mauer mit Wegerampe vorgesehen, um für Fahrradfahrer und Fußgänger einen barrierefreien Zugang zur Stadt zu ermöglichen. Der Anschluss an den HWS-Deich 2 erfolgt über eine HWS-Mauer und eine Aussichtsplattform am Angerspitz, in die das Schöpfwerk integriert ist.

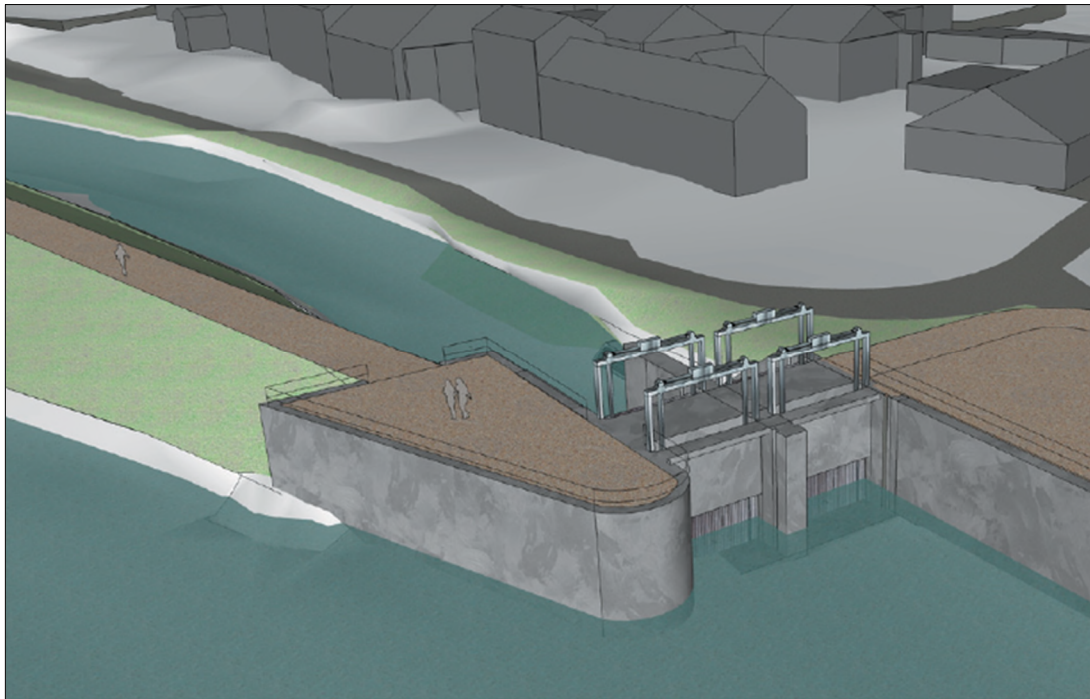


#### **4.15.1 Planungsvarianten**

Ähnlich zum Siel 1 beim Einlauf des Kleinen Regens kann auch beim Siel 2 eine Öffnung wegfallen. Aus Gründen der Durchgängigkeit sowie der Strömungsverhältnisse werden die beiden Öffnungen aber beibehalten. Das Absperrbauwerk am Auslauf des Kleinen Regen wird daher analog zu Siel 1 ebenfalls als Siel ausgeführt. Das Siel 2 wird mit zwei Öffnungen und redundanten Verschlüssen ausgebildet. Als Verschlüsse sind Hubschütze vorgesehen. Variationen, in welchen das Siel 2 mit dem Schöpfwerk 1 zusammengefasst wird, wurden verworfen.

#### **4.15.2 Gewählte Lösung**

Bei Siel 2 spielen die Sichtbeziehungen, anders als bei Siel 1, eine untergeordnete Rolle. Daher wurden als Verschlussorgane Hubschütze mit Tauchwänden gewählt. Es sind zwei Durchlässe mit jeweils zwei Verschlüssen nebeneinander angeordnet, um die Strömungsverhältnisse im Kleinen Regen nicht zu verändern. Die Gestaltung des Siel 2 in Kombination mit der Plattform am Angerspitz ist in der Abbildung 12 dargestellt (Visualisierung von Dez. 2018). Die Lage des Schöpfwerks und des Betriebsgebäudes wurde im Rahmen der weiteren Objektplanung in 2020 angepasst, die Abbildung gilt also nur für die Gestaltung des Siels 2. Anstelle einer 2018 geplanten, separaten Plattform auf der linken Regenseite ist vorgesehen, das Schöpfwerk in die Plattform am Angerspitz zu integrieren, um die Sichtbeziehung der Anwohner auf den Regen so wenig wie möglich einzuschränken. Auf der linken Regenseite ist eine Wegerampe im Anschluss an das Siel 2 geplant, um den barrierefreien Zugang zur Stadt zu gewährleisten.



**Abbildung 12:** Gestaltung Siel 2 (Ansicht von Nordwesten).

Die Ergebnisse der Berechnungen für die hydraulische Bemessung des Siel 2 sind in der Anlage 4.2.1 beigelegt. Bei einer Wassertiefe von 0,91 m und einer Breite des Siel 2 von ungefähr 5,50 m stellt sich bei einer Sohlneigung von unter 1,0 % eine Fließgeschwindigkeit von  $v \approx 1,14$  m/s ein. Der Neubau des Siels hat durch Einengung und Steinsatz auf der Sohle einen Rückstau und damit eine geringfügige Verringerung der Fallhöhe zur Folge. Der Verlust beträgt ca. 3,5 cm. Der Fallhöhenverlust aus Siel 1 und 2 summiert sich auf 7,5 cm.

In der nachfolgenden Tabelle 10 sind die Ausgangswerte für die Bemessung des Siel 2 zusammengefasst.

**Tabelle 10:** Ausgangswerte für die hydraulische Bemessung von Siel 2.

Einleitung Triebwassermenge	$Q = 5,7 \text{ m}^3/\text{s}$
MQ-Wasserstand	ca. 344,30 m ü. NN
HW-Bemessungswasserspiegel	348,64 m ü. NN
Freibord Dammkrone	0,70 m
Freibord OK Klapptor	0,20 m
OK Sielsohle	343,00 m ü. NN
Fließgeschwindigkeit	$v \leq 1,0 \text{ m/s}$

Lichtraum für Kanufahrer zum gehobenen Hub-schütz	mind. 1,50 m
Breite zum Wenden eines Kanufahrers	ca. 5,0 m
Mindestwassertiefe für Kanufahrer	ca. 0,30 m

#### 4.15.3 Konstruktive Gestaltung (Anlage 3.7.1.1)

Die Gründung von Siel 2 kann gemäß Baugrundgutachten in den mitteldicht bis dicht gelagerten Sanden bzw. im Kies erfolgen. Entsprechend dem Baugrundgutachten kann ab einer Höhe von 340 m ü. NN von mitteldicht gelagertem Kies ausgegangen werden. Die geplante Gründungstiefe von Siel 2 liegt bei ca. 341,50 m ü. NN. Gemäß Baugrundgutachten liegt der Grundwasserstand ca. auf einer Höhe von 344,21 m ü. NN, die Baugrube wird demnach tief im Grundwasser liegen. Da die vorliegenden Sande hier gemäß Gutachten zum Fließen neigen, muss die Baugrube wasserdicht verbaut werden. In Abstimmung mit dem Baugrundgutachter wird als Gründung für Siel 2 eine Flachgründung mit einem Baugrubenverbau aus Spundwänden vorgesehen. Bei einer Spundwandlösung muss gemäß Baugrundgutachten durch Vorbohren (Austauschbohrungen) bis in den Fels (ab ca. 341,14 m ü. NN) eingebunden und die Spundwand anschließend abgedichtet werden. Zusätzlich ist der Baugrubenverbau auszusteißen. Aufgrund von Undichtigkeiten zufließendes Wasser wird mit einer Restwasserhaltung abgepumpt. Hierfür werden Pumpensümpfe und eine umliegende Dränage in der Baugrube hergestellt.

#### 4.15.4 Technische Ausrüstung

Aus fischökologischen Gründen werden zwei gleichgroße Wehrfelder ausgebildet. Es wird je Wehrfeld ein Betriebs- und ein Reserveverschluss geplant. In der Sielsohle sind Sedimente vorgesehen. Im Fall einer Revision (z.B. Austausch der Dichtungen) wird der horizontale Antriebsrahmen demontiert und das Schütz herausgehoben. Die Tauchwände werden auf der Seite des höheren Wasserstandes angeordnet, so dass sich kein Treibgut auf der Oberseite des Verschlusses sowie zwischen Schütz und Kopfdichtung sammeln kann. Es sind Gleitschütze mit der Abmessung B/H = 5,50/3,10 m und an der Unterkante der Tauchwände eine Kopfdichtung vorgesehen.

Für die Verschlüsse werden mit elektrischen Spindelantrieben ausgerüstete Schütze gebaut. Die Verschlüsse werden beidseitig der Brückenplatte vorgesehen. Dadurch wird eine gute Zugänglichkeit gewährleistet. Wegen der besseren Optik werden die Spindeln als nichtstei-

gend geplant. Im Normalfall sind die Verschlüsse offen. Der Schützenhub wird auf das notwendige Maß beschränkt und beträgt ca. 2,6 m. Dieses Mindestmaß ergibt sich aus der Fließtiefe zuzüglich der erforderlichen Durchfahrtshöhe für Kanuten. Maßgebend für die Bemessung der lichten Durchfahrtshöhe ist die Oberkörperlänge, die mit 1,5 m großzügig angesetzt wurde. Dadurch kann auch die Höhe des Antriebsrahmens auf ein Mindestmaß begrenzt werden (Kostenersparnis, Optik). Im Hochwasserfall werden die Schütze geschlossen. Im Falle eines Netzausfalls oder Defekts eines Antriebes sollen die Schütze auch über ein externes Gerät, wie z.B. einen akku- oder benzinbetriebenen Schrauber bewegt werden können. Ein separates Betriebsgebäude ist nicht vorgesehen. Die zugehörige Schaltanlage wird im Betriebsgebäude des Schöpfwerks integriert.

Die elektrotechnische Ausrüstung für das Siel 2 besteht aus den folgenden Anlagenteilen:

- Elektrische Versorgung
- Schaltanlage
- Elektroinstallation und Potentialausgleich
- Messtechnik
- Anlagensteuerung und automatische Störweitermeldung

#### **4.15.4.1 Elektrische Versorgung**

Der elektrische Anschlusswert für das Siel 2 beträgt gemäß Verbraucherliste im Anhang 21,00 kW. Die elektrische Versorgung der Anlage erfolgt über das Betriebsgebäude des Schöpfwerks (siehe Kapitel 4.17.5.1).

#### **4.15.4.2 Schaltanlage**

Die Schaltanlage wird in die Anlage des Schöpfwerks integriert (siehe Kapitel 4.17.5.2).

#### **4.15.4.3 Elektroinstallation und Potentialausgleich**

Die Elektroinstallation erfolgt auf Beton über Leerrohre im Material V4A. Alle metallenen Einbauten und Maschinenteile werden an den Potentialausgleich angebunden. Das Bauwerk erhält eine Erdungs- und Blitzschutzanlage sowie eine Beleuchtung für die Arbeitsbereiche. Das Bauwerk wird über eine KSR-Trasse an das Betriebsgebäude angebunden.

#### **4.15.4.4 Messtechnik**

Zur kontinuierlichen Höhenstandsmessung wird vor und hinter dem Sielbauwerk je ein Druckaufnehmer vorgesehen. Die Messstellenliste ist unter Anlage 7.1.3 beigelegt. Die Druckaufnehmer geben kontinuierlich ein 4-20 mA Signal an die SPS des Schöpfwerk 1 weiter.

Die der Messtechnik zugehörigen Schaltgeräte werden in einem Schaltanlagenfeld im Betriebsgebäude untergebracht.

#### **4.15.4.5 Steuerung**

Über einen Wahlschalter wird die Anlage in die Betriebsart Hand-Aus-Automatik vorgewählt.

In der Betriebsart Hand erfolgt die Bedienung der Verschlüsse direkt am Schaltschrank im Betriebsgebäude von Schöpfwerk 1 über entsprechende Bedienelemente. Eine zusätzliche Bedienung vor Ort am Motor ist nicht geplant.

Im Automatikbetrieb erfolgt die Steuerung über die SPS des Schöpfwerks 1. Wenn der Höhenstand im Regen (vor dem Siel 1) einen oberen Grenzwert überschreitet, schließen die Verschlüsse.

Nach einem Hochwasserereignis muss die Öffnung der Verschlüsse durch das zuständige Betriebspersonal freigegeben werden.

Über ein Bedien- und Anzeige-Panel werden folgende Funktionen realisiert:

- Einstellung variabler Parameter
- Visualisierung der Gesamtanlage

Die Beweglichkeit der Schütze und der Antriebe ist regelmäßig zu prüfen. Dies wird durch einen regelmäßigen Wartungslauf realisiert.

Bei Störungen wird über Fernmeldung und ein automatisches Wählgerät das zuständige Betriebspersonal alarmiert.

Die Verantwortung für Wartung und Unterhaltung der Anlage geht nach Fertigstellung an die Stadt Nittenau über. Funktionsweise, Zuständigkeiten und Abläufe werden in einem Wartungs- und Betriebsplan festgeschrieben. Der Betriebsplan ist dann Bestandteil der Betriebsanweisung.

#### **4.16 Objekt 7.2 – Plattform am Angerspitz (ca. Bau-km 1+400 – 1+466; ca. Fluss-km 39+700 – 39+630)**

Die Aussichtsplattform am Angerspitz schließt im Westen an den HWS-Deich 2 und im Süden an das Siel 2 an. Dieser Bereich bietet neben der Angerinsel West ebenfalls ein hohes gestalterisches Entwicklungspotenzial.

##### **4.16.1 Planungsvarianten**

Die Gestaltung des Übergangs zwischen HWS-Deich 2 und Siel 2 wurde in Form einer Aussichtsplattform gewählt.

##### **4.16.2 Gewählte Lösung**

In Abstimmung mit der Stadt Nittenau bzw. seinem beauftragten Städtebauplanungsbüro wurde die Plattform so abgestimmt, dass sie strömungsgünstig an den HWS-Deich 2 anschließt und möglichst wenig in den Abflussquerschnitt hineinragt. Der Zugang zur Aussichtsplattform ist vom nördlichen Uferweg über eine Dammtreppe möglich. Die Treppe wurde nicht direkt bei der Plattform, sondern im HWS-Deich 2 konstruiert, sodass sich bei Hochwasser möglichst wenig Schmutz und Treibgut im Treppenabgang ablagern kann. Der Zugang zur Aussichtsplattform vom südlichen Uferweg ist über eine Rampe möglich, die für Unterhaltungszwecke als Zufahrt zum Einlaufbauwerk dient.

Die Oberfläche der Plattform am Angerspitz wird mit einem Betonpflaster und einem umlaufenden Füllstabgeländer als Absturzsicherung geplant. Dadurch wird der Unterhaltungsaufwand im Vergleich zu einer wassergebundenen Decke verringert, gleichzeitig wird eine aufwändige Oberflächenentwässerung vermieden, da das Niederschlagswasser in den Zwischenräumen des Pflasters versickern kann. Die Plattform dient nicht nur als Aufenthaltsort, sondern auch als Wende- und Aufstellfläche für Unterhaltungsfahrzeuge. Es ist daher bei künftigen städtebaulichen Maßnahmen sicherzustellen, dass die Zufahrts- und Wendemöglichkeit für Schwerlastverkehr gewährleistet ist.

##### **4.16.3 Konstruktive Gestaltung (Anlage 3.7.2.1)**

Die Gründung der nördlichen Seite der Aussichtsplattform parallel zum Großen Regen erfolgt analog zu den HWS-Mauern der Angerinsel sowohl aus statischen als auch aus Gründen der Untergrundabdichtung auf überschrittenen Bohrpfählen (Ø 90 cm) mit Kopfbalken. Um den natürlichen Grundwasserzufluss zum Regen hin nicht zu unterbrechen, werden Grundwasserfenster vorgesehen. Hierfür wird jeder zweite unbewehrte Bohrpfahl nur bis 50 cm oberhalb

der Felsoberkante hergestellt. Die Gründung auf der südlichen Seite parallel zum Kleinen Regen erfolgt auf Einzelpfählen ( $\varnothing$  90 cm) im Abstand von ca. 2 m. Zum Schutz vor aufsteigendem Grundwasser ist in der Plattform eine Binnendränage vorgesehen, die zwischen den Einzelpfählen in den Kleinen Regen entwässert. In der Plattform wird eine Kontrollmessstelle errichtet, um den Grundwasserstand mit einem Lichtlot überprüfen zu können. Eine Nachrüstung mit einer permanenten Messmöglichkeit ist möglich.

Zu Beginn der Bauarbeiten am Angerspitz muss eine bauzeitliche Umleitung für den Kleinen Regen hergestellt werden, da der Mündungsbereich in den Großen Regen während der Bauzeit abgesperrt wird. Die Umleitung des Kleinen in den Großen Regen erfolgt bauzeitlich durch einen Gewässerdurchstich östlich des Baufeldes. Nach Abgrabung des Gewässerdurchstichs wird eine Furt vom linken Regenufer auf die Angerinsel geschüttet, die gleichzeitig als Absperrdamm dient. Der Kleine Regen wird somit an der Furt zurückgestaut und über die Abgrabung in den Großen Regen umgeleitet. Anschließend können die Baustraßen errichtet werden. Für die Herstellung der Bohrpfähle ist sowohl im Norden als auch im Süden der Plattform die Errichtung von Baustraßen im Gewässer und die Aufschüttung der Angerinsel erforderlich. Parallel zur Aussichtsplattform werden über die gesamte Länge des nördlichen und südlichen Ufers im Großen und im Kleinen Regen Erddämme geschüttet, die sowohl als Baustraße als auch als Absperrdämme dienen. Zusätzlich werden entlang der Absperrdämme Spundwände gerammt, um den Wasserzutritt in die Baugruben für die Herstellung der Kopfbalken zu verhindern. Der Gewässerdurchstich sowie die Baustraßen und der Spundwandverbau sind im Lageplan in der Anlage 3.7.2.2 dargestellt.

Darüber hinaus wird eine begleitende Wasserhaltung erforderlich, um Sickerwasser und aufsteigendes Grundwasser aus den Baugruben abzupumpen. Hierfür werden Pumpensümpfe und eine umliegende Dränage in der Baugrube hergestellt. Nach der Herstellung der Kopfbalken werden das Einlaufbauwerk und der Zulaufkanal errichtet. Parallel dazu kann die Herstellung des Siels 2 erfolgen. Die Baugrube für das Schöpfwerk wird erst nach Fertigstellung des Einlaufbauwerks und des Zulaufkanals errichtet, um eine ausreichende Bewegungsfreiheit auf der Angerinsel zu gewährleisten. Parallel zur Herstellung des Schöpfwerks kann ein Teil der aufgehenden Wände errichtet werden. Nach Fertigstellung des Schöpfwerks werden die restlichen Wände hergestellt. Um ein optisches Überkippen der Wände zu verhindern, werden sie mit einem luftseitigen Anzug versehen. Das derzeitige Geländeniveau wird auf das Niveau der Plattform aufgefüllt. Anschließend werden die Spundwände entlang der Plattform gezogen, die Spundwand um das Siel 2 wird abgeschnitten. Für das Ziehen der Spundwand an der südlichen Seite muss eine Baustraße in den Kleinen Regen geschüttet werden. Danach werden die Baustraßen rückgebaut und der Gewässerdurchstich wiederverfüllt.

#### **4.17 Objekt 8.1 - Schöpfwerk (ca. Bau-km 1+429 – 1+437; ca. Fluss-km 39+670)**

Um einen funktionierenden Hochwasserschutz sicherzustellen, muss die Binnenentwässerung gewährleistet sein. Hierfür sind die im Hochwasserfall landseitig der Schutzlinie anfallenden Wassermengen zu fassen und abzuleiten. Das Schöpfwerk stellt die Entwässerung des Kleinen Regen und seines Einzugsgebietes sicher, wenn beide Sielbauwerke bei Hochwasser geschlossen werden.

##### **4.17.1 Planungsvarianten**

Im Vorentwurf war bereits ein Standort am linken Ufer des Großen Regen unterhalb der Mündung des Kleinen Regen in den Großen Regen vorgesehen. Aufgrund der Diskussion zum städtebaulichen Wettbewerb der Stadt Nittenau wurden neue Varianten erörtert, mit denen unterschiedliche Standorte des Schöpfwerks untersucht wurden.

In einer Variantenuntersuchung (Bericht vom 19.09.2017, s. Anlage 7.4) wurden unter Berücksichtigung der Empfehlung des LfU Bayern vom 24.07.2017 (s. Anlage 7.3) drei verschiedene Standorte für das Schöpfwerk am Kleinen Regen untersucht.

##### **4.17.2 Gewählte Lösung**

Die Lage des Schöpfwerks wurde nach Abschluss der Variantenuntersuchung und unter Abwägung technischer und wirtschaftlicher Kriterien im Bereich des Angerspitzes festgelegt. So soll die Sichtbeziehung der Anwohner von Ihrem Anwesen zum Regen aufrecht werden. Der barrierefreie Zugang zur Stadt über das Siel 2 wird über eine Wegerampe für Fußgänger und Fahrradfahrer gewährleistet.

Das zu schöpfende Binnenwasser wird direkt aus dem Kleinen Regen entnommen. Die Entnahme aus dem Kleinen Regen erfolgt über ein Entnahgebauwerk mit Zulaufkanal (s. Kapitel 4.18). Das Entnahgebauwerk wird mit einem Dammbalkenverschluss und einem Einlaufrechen ausgestattet, so dass der Zulaufkanal zu Revisionszwecken abgesperrt werden kann. Das Wasser wird dem Schöpfwerk über den unterirdischen Zulaufkanal vom Kleinen Regen zugeführt und über Druckrohrleitungen in den Großen Regen abgegeben. Am unteren Ende der Druckrohrleitung werden Froschkappen montiert. Das Schöpfwerk ist unter Gelände angeordnet. Die Zugänglichkeit und Andienung des Schöpfwerkes wird über Einstiegs-, Montage- und Wartungsöffnungen gewährleistet.

Das Betriebsgebäude wird oberirdisch östlich der Wegerampe im Anschluss an das Siel 2 angeordnet (s. Anlage 3.8.2.2). In dem Betriebsgebäude sind die Steuerschränke für das



Schöpfwerk und das Siel 2 sowie die Stromversorgung untergebracht. Im Falle eines Hochwassers müssen ggf. auch Notstromaggregate bei Netzausfall kurzfristig zum Einsatz kommen. Die Netzersatzaggregate werden im Rondell des Regenweges aufgestellt. Von dort wird der Notstrom eingespeist.

Die Andienung des Schöpfwerkes erfolgt über den HWS-Deich 2. Die Plattform am Angerspitz wird so gestaltet, dass eine ausreichende Stell- und Wendefläche für die Anlieferung und Montage der Pumpen gewährleistet wird.

Die Lage des Schöpfwerks ist im Lageplan in Anlage 3.8.1.1 dargestellt.

#### **4.17.3 Hydraulische Bemessung**

##### Anforderungen an die Pumpenauslegung

Auf Basis des Abstimmungsgesprächs vom 14.06.2017 mit dem Landesamt für Umwelt sind folgende Vorgaben über die bisherigen Regelungen hinaus anzuwenden (s. Anlage 7.3).

- a) Es sind Pumpen in Nassaufstellung zu verwenden, welche auch im Betriebsfall ausgehoben werden können.
- b) Es sind Tauchmotorpumpen vorzugsweise Rohrschachtpumpen mit axialem Propellerlaufrad oder auch radiale Spiralgehäusepumpen einzusetzen.
- c) Jede Pumpe soll eine eigene Druckleitung erhalten.
- d) Das Schöpfwerk ist überströmungssicher für ein  $HQ_{\text{extrem}}$  auszubilden. Dies bedeutet, dass auch bei Überschreiten des Bemessungshochwassers  $HQ_{100+15\%}$  das Schöpfwerk noch einsatzbereit bleiben soll. Das Betriebsgebäude mit der Steuerung des Schöpfwerkes ist durch Objektschutzmaßnahmen vor einem extremen Hochwasser zu schützen.

##### Maximale Fördermenge

Die maximale Fördermenge setzt sich zusammen aus dem Wasseranfall aus dem überarbeiteten N/A-Modell vom 22.02.2019 in Höhe von 2.530 l/s, dem Dotationsabfluss in Höhe von 200 l/s und 120 l/s aus Sickerwasser (s. Anlage 4.4). Zusätzlich werden auf der sicheren Seite liegend Zuflüsse durch Einleitungen aus dem Einzugsgebiet von dem ursprünglich geplanten Schöpfwerk 2 in Höhe von 150 l/s berücksichtigt. Damit ergibt sich eine maximale Regelfördermenge von 3.000 l/s.

Es werden insgesamt drei Pumpen mit einer Leistung von je 1.500 l/s eingebaut. Davon ist eine Pumpe als Reserve vorgesehen. Die Stromversorgung des Schöpfwerkes wird so ausgelegt, dass im Extremfall alle drei Pumpen gleichzeitig in Betrieb gehen können. Somit könnte eine Gesamtfördermenge von 4.500 l/s gepumpt werden. Als Pumpentyp wurde entsprechend dem vorherigen Abschnitt eine Rohrschachtpumpe mit axialem Propeller ausgewählt.

Das Schöpfwerk wird bei Hochwasser erst nach dem Schließen der Siele 1 und 2 in Betrieb genommen. Der Kleine Regen wird als Wasservorlage für die Pumpen genutzt. Durch die Nutzung des Kleinen Regen als Wasservorlage wird ein Pumpenbetrieb mit wenigen Schaltzyklen ermöglicht. Das Stauvolumen des Kleinen Regen wurde vom Siel 2 bis zur TWA Leith anhand der Wasserspiegeldifferenz zwischen mittlerem Wasserspiegel und maximalem Wasserspiegel (Einschaltzeitpunkt Pumpe 3) im Kleinen Regen berechnet.

Die Eingangswerte für die Berechnung des Stauvolumens sind in der Tabelle 11 dargestellt.

**Tabelle 11:** Berechnung Stauvolumen im Kleinen Regen.

Länge von Siel 2 bis TWA Leith	ca. 300 m
mittlere Breite Kleiner Regen	ca. 15 m
mittlerer Wasserspiegel Kleiner Regen	344,30 m ü. NN
Wasserspiegel Pumpe 3 ein	345,00 m ü. NN
Wasserspiegeldifferenz	0,70 m
Stauvolumen	300 m x 15 m x 0,70 m = ca. 3.150 m <sup>3</sup>

#### Dimensionierung der Pumpen

Es ist geplant, das Schöpfwerk mit drei nassaufgestellten Rohrschachtpumpen auszurüsten, wobei jeweils zwei Pumpen im Regelbetrieb arbeiten und die Dritte als Redundanzsystem vorgesehen ist. Die Pumpen werden mit einer Wechselschaltung ausgerüstet, um eine gleichmäßige Nutzung der Pumpen sicherzustellen.

Die maximale Gesamtförderleistung der Pumpen beträgt

$$Q_{SW} = 4.500 \text{ l/s.}$$

Diese setzt sich zusammen aus

$$Q_{SW} = Q_1 + Q_2 + Q_{\text{Reserve}} = 1.500 \text{ l/s} + 1.500 \text{ l/s} + 1.500 \text{ l/s} = 4.500 \text{ l/s.}$$

Mit dieser Förderleistung erfolgte eine Auslegung der Schöpfwerksgeometrie mit einem handelsüblichen Pumpentyp (s. Anlage 4.3).

#### Hydraulische Verluste der Druckleitungen DN 1000 (Anlage 4.2.5)

Entsprechend den genannten Anforderungen an die Auslegung ist für jede Pumpe eine Druckleitung DN 1000 vorgesehen. Die Verlusthöhen je Leitung (Länge rund 12,0 m) werden für die maximale Fördermenge von 1.500 l/s ermittelt. Die hydraulischen Verluste werden aus kontinuierlichen ( $h_{V,K}$ ) und lokalen ( $h_{V,L}$ ) Verlusten in Abhängigkeit der Leitungsführung und Durchmesser berechnet.

Die Ermittlung erfolgt anhand der nachstehenden Formeln (Schneider Bautabellen):

$$h_V = h_{V,K} + h_{V,L} [m]$$

$$h_{V,K} = \lambda * \frac{L}{d} * \frac{v^2}{2g} [m]$$

$$h_{V,L} = \zeta * \frac{v^2}{2g} [m]$$

$\lambda$	Widerstandsbeiwert [-]
$L$	Rohrlänge [m]
$d$	Rohrdurchmesser [m], auch als DN [mm] bezeichnet
$v$	Fließgeschwindigkeit [m/s]
$\zeta$	Verlustbeiwert [-]

Die aus den Berechnungen resultierenden Verlusthöhen werden in Anlage 4.2.5 als  $h_{V,R}$  bezeichnet. Gemäß der geplanten Leitungsführung werden Verluste für zwei Krümmungen (90°), die Rohrreibung, eine Froschklappe sowie den Auslauf in den Großen Regen berücksichtigt. Dadurch ergibt sich für jede der drei Leitungen eine Verlusthöhe von 0,456 m.

#### Abschätzung der maximalen Förderhöhe (Anlage 4.2.5)

Die Förderhöhen der Pumpen setzen sich aus den hydraulischen Verlusten in den Leitungen und dem zu überwindenden Gegendruck der geodätischen Höhe im Bemessungsfall zusammen. In der Anlage 4.2.5 sind die ermittelten Höhen für das  $HQ_{100+15\%}$ -Ereignis sowie für den bordvollen Bemessungsfall  $HQ_{\text{extrem}}$  dargestellt. Die maßgebenden geodätischen Höhen werden als Differenz aus dem minimalen Wasserspiegel und dem Wasserspiegel des Bemessungsfalls ermittelt.

Entsprechend der Berechnungen beläuft sich die maßgebende Förderhöhe auf  $H_F = 4,8$  m für  $HQ_{100+15\%}$  und auf  $H_F = 5,5$  m für den bordvollen Bemessungsfall. Um die für die Planung

gewählte Dimensionierung und Auslegung des Schöpfwerks mit den in der Umsetzung gegebenen Möglichkeiten abzustimmen, erfolgte die Überprüfung anhand eines beispielhaften Pumpentyps (s. Anlage 4.3).

#### **4.17.4 Konstruktive Gestaltung (Anlage 3.8.1.2)**

Die Gründung des Schöpfwerks kann gemäß Baugrundgutachten im mitteldicht gelagerten Kies erfolgen, welcher entsprechend des Baugrundgutachtens ab einer Höhe von 343,74 m ü. NN ansteht. Die geplante Gründungstiefe des Schöpfwerks liegt bei ca. 341,70 m ü. NN. Gemäß Baugrundgutachten liegt der Grundwasserstand ca. auf einer Höhe von 344,21 m ü. NN, die Baugrube wird demnach tief im Grundwasser liegen und muss wasserdicht verbaut werden. In Abstimmung mit dem Baugrundgutachter wird als Gründung für das Schöpfwerk eine Flachgründung mit einem Baugrubenverbau aus Spundwänden vorgesehen. Eine Spundwand als Baugrubenumschließung muss gemäß Baugrundgutachten durch Vorbohren (Austauschbohrungen) bis in den Fels (ab ca. 340,13 m ü. NN) eingebunden und der Spundwandfuß anschließend mittels Injektion abgedichtet werden. Der Baugrubenverbau muss zudem ausgesteift werden. Die geplante Baugrube kreuzt an zwei Stellen die Wände der Plattform Angerspitz. Die südliche Wand ist auf Einzelpfählen gegründet, dort kann die Spundwand zwischen den Einzelpfählen gerammt werden. Die nördliche HWS-Wand ist auf einer überschnittenen Bohrpfahlwand gegründet. Hier wird für das Einrammen der Spundwand eine Lücke geschaffen, indem jeweils ein unbewehrter Bohrpfahl zwischen zwei bewehrten Bohrpfählen nicht hergestellt wird. Nach dem Ziehen der Spundwand wird die Lücke mit einer Dichtinjektion geschlossen. Die Spundwand nördlich der HWS-Wand wird nach Herstellung des Schöpfwerks unter Wasser abgeschnitten und dient als Umgrenzung für die Auslaufplatte unterhalb der Druckleitungen. Mit einer Restwasserhaltung wird aufgrund von Undichtigkeiten zufließendes Wasser abgepumpt. Hierfür werden Pumpensümpfe und eine umliegende Dränage in der Baugrube hergestellt.

Das Schöpfwerk wird rd. 8,3 m breit und 15,2 m lang sein. Das Gebäude wird rd. 7,5 m tief und flach gegründet. Sämtliche Öffnungen (Montageöffnung, Deckel für die Rohrschächte der Pumpen, Einstiegsöffnungen) werden befahrbar ausgeführt. Die Einstiegsöffnungen werden mit einem integrierten, aufklappbaren Sicherheitsgeländer geplant, sodass das Schöpfwerk für Wartungszwecke einfach begehbar und die Absturzsicherung immer gewährleistet ist. Auf dem Vorplatz unterhalb des Betriebsgebäudes wird ein Abstellplatz für die Netzersatzanlage eingerichtet. Von dort führt eine Leitung zum Schöpfwerk.

Das über den Zulaufkanal einströmende Wasser fließt im Zulaufraum des Schöpfwerks auf eine Plattform und wird dort beruhigt, bevor es über drei jeweils 2,0 m x 1,0 m große Öffnungen den gedeckten Einlaufkammern der Pumpen zufließt. Von dort wird das Wasser über die Rohrschächte geschöpft, welche jeweils über eine Rohrleitung DN 100 entlüftet werden. Die Entlüftungsleitungen werden seitlich durch die Wände der Rohrschachtkammern wieder hinunter zu den gedeckten Einlaufkammern geführt (vgl. Schnitt C-C im Bauwerksplan, Anlage 3.8.1.2). Durch die Entlüftung der Rohrschächte wird so angesamelter Schmutz im Zulaufbereich zu den Pumpen ausgespült. Der Zulaufraum und die Einlaufkammern sind über Kernbohrungen DN 100 ca. 15 cm unterhalb der Schöpfwerksdecke mit dem Pumpenraum verbunden. Der Luftausgleich erfolgt über eine Rohrleitung DN 200 in Richtung Großer Regen.

Gemäß den Vorgaben des Landesamts für Umwelt (LfU) erhält jede Pumpe eine Einzeldruckleitung DN 1000, über die das Wasser in das Unterwasser vom Siel 2 in den Großen Regen gepumpt wird. Die Ausläufe liegen unterhalb des mittleren Wasserspiegels und werden mit Froschklappen gesichert. Unterhalb der Ausläufe befindet sich eine begehbare Plattform, von der die Ausläufe bei Bedarf gewartet werden können. Im Bereich der Ausläufe muss die Sohle des Großen Regen mit Wasserbausteinen befestigt werden, damit der Untergrund nicht durch rückschreitende Erosion ausgespült wird. Die Einzeldruckleitungen werden jeweils über eine Rohrleitung DN 200 belüftet.

Die Zugänglichkeit zum Schöpfwerk wird über zwei Einstiege mit integriertem Sicherheitsgeländer ermöglicht. Der Zulaufraum ist über einen Einstieg in der Mitte des Schöpfwerks zugänglich. Hier wird ein umlaufender Steg im Schöpfwerk errichtet, von dem aus auch die einzelnen Einlaufkammern begangen werden können und der Schieber vor dem Zulaufkanal kontrolliert werden kann. Über eine Leiter gelangt man von dort auf die Zulaufplattform. Der Raum mit den Druckrohrleitungen ist über einen separaten Einstieg zugänglich.

Die Entwässerung des Schöpfwerks erfolgt über zwei stationäre Entwässerungspumpen. Eine Entwässerungspumpe mit einem Förderstrom von ca. 15 l/s wird im Zulaufraum hinter der Prallwand installiert. Über diese Pumpe wird der gesamte Zulaufraum entwässert. Die drei Rohrschachträume werden jeweils über Kernbohrungen in den Raum der Druckrohrleitungen entwässert. Hier wird die zweite stationäre Entwässerungspumpe mit einem Förderstrom von ca. 3 l/s installiert. Die konstruktive Gestaltung des Schöpfwerks ist im Bauwerksplan in Anlage 3.8.1.2 dargestellt.

Der Betrieb des Schöpfwerkes wird in einer Betriebsanweisung geregelt. Im Normalfall wird das Schöpfwerk über die Entwässerungspumpen entleert. Bei Hochwasser werden die Schützen im Schöpfwerk geöffnet und das Schöpfwerk betriebsbereit geflutet. Mit dem Schließen der Siele 1 und 2 beginnt der Schöpfwerksbetrieb.

#### **4.17.5 Technische Ausrüstung**

Das Schöpfwerk wird über einen Zulaufkanal an den kleinen Regen angebunden. Der Zulaufkanal wird mit einem Einlaufrechen ausgestattet. Das Wasser wird dem Schöpfwerk über den unterirdischen Kanal vom Kleinen Regen zugeführt. Am Schöpfwerkszulauf, am Ende des Zulaufkanals wird ein elektromotorisch angetriebener Schieber vorgesehen. Über drei Rohrschachtpumpen und jeweils einer Druckrohrleitung wird das Wasser in den Großen Regen gepumpt. Am Ende der Druckrohrleitungen werden Froschkappen montiert. Im Normalfall ist der Zulaufschieber vor dem Schöpfwerk geschlossen und das Schöpfwerk trocken. Im Hochwasserfall wird der Zulaufschieber geöffnet und das Schöpfwerk geflutet. Es werden Restentleerungs- und Entwässerungspumpen geplant, um nach einem Hochwasserereignis das Schöpfwerk wieder zu entleeren und mögliches eindringendes Oberflächenwasser abzupumpen. Das Betriebsgebäude wird oberirdisch östlich der Wegerampe im Anschluss an das Siel 2 angeordnet (siehe Anlage 3.8.1.1).

Die elektrotechnische Ausrüstung für das Schöpfwerk besteht aus den folgenden Anlagenteilen:

- Einspeisung
- Schaltanlage
- Elektroinstallation und Potentialausgleich
- Messtechnik
- Anlagensteuerung und automatische Störweitermeldung

##### **4.17.5.1 Einspeisung**

Für die Elektrische Versorgung der Anlage wird durch das Bayernwerk eine eigene Trafostation in der Nähe des Betriebsgebäudes errichtet. Der Anschlusswert gemäß Verbraucherliste in Anlage 7.1.4 für die Gesamtanlage (Schöpfwerk und Siel 2) beträgt 403,00 kW.

Im Fall eines großflächigen Netzausfalles müssen zwei der drei Pumpen gleichzeitig betrieben werden können. Hierfür werden zwei gleiche Notstromaggregate mit je 200 kVA Leistung vor-

gesehen. Die Aggregate werden mobil und steckbar ausgeführt. Für die Einspeisung der Aggregate wird ein Freiluftschaltschrank unterhalb des Betriebsgebäudes geplant (s. Anlage 3.8.1.1).

Das Schöpfwerk wird über eine KSR-Trasse an das Betriebsgebäude angebunden.

#### **4.17.5.2 Schaltanlage**

Die Schaltanlage für die elektrische Versorgung, die Aufnahme aller Schaltgeräte, Frequenzumformer, Messtechnik und Fernmeldung wird im Betriebsgebäude auf einem Doppelboden aufgestellt. Die Schaltanlage besteht aus Schaltschränken 800 x 600 x 2200 mm. Das Siel 2 wird in die Schaltanlage integriert. Das Schaltkonzept für die jeweiligen Antriebe kann den Typicals in der Anlage 7.1.1 entnommen werden. Die Schaltanlage erhält eine USV, um während eines Netzausfalls die Funktion der Messtechnik aufrecht zu erhalten, auch wenn noch kein Notstromaggregat angeschlossen ist.

#### **4.17.5.3 Elektroinstallation und Potentialausgleich**

Die Elektroinstallation erfolgt auf Beton über Installationsrohre im Material V4A. Alle metallenen Einbauten und Maschinenteile werden an den Potentialausgleich angebunden. Die Bauwerke erhalten eine Erdungs- und Blitzschutzanlage. Das Betriebsgebäude erhält Beleuchtung, Steckdosen, Heizung und Klimatisierung. Das Schöpfwerk erhält eine Innen- und Außenbeleuchtung in den Arbeitsbereichen.

#### **4.17.5.4 Messtechnik**

Zur kontinuierlichen Höhenstandsmessung im Großen Regen und im Kleinen Regen werden auch hier die Messwerte der vor und hinter den Sielbauwerken eingesetzten Druckaufnehmer verwendet. Die Messstellenliste ist unter Anlage 7.1.3 beigelegt. Außerdem wird ein Druckaufnehmer unmittelbar hinter dem Zulaufrechen geplant. Zwei weitere Druckaufnehmer werden im Schöpfwerk zur Pumpensteuerung vorgesehen. Die Druckaufnehmer geben kontinuierlich ein 4-20 mA Signal an die SPS des Schöpfwerk 1 weiter.

Für den Trockenlaufschutz wird in der Pumpenkammer ein Schwimmerschalter vorgesehen.

Die der Messtechnik zugehörigen Schaltgeräte werden in einem Schaltanlagenfeld im Betriebsgebäude untergebracht. Alle Messwerte und Höhenstände von Siel 1, Siel 2 und Schöpfwerk werden an einen Datalogger im Betriebsgebäude weitergegeben. Der Datalogger speichert die Werte. Vom Betriebspersonal können die Messwerte abgefragt werden.

#### **4.17.5.5 Steuerung**

Über einen Wahlschalter wird die Anlage in die Betriebsart Hand-Aus-Automatik vorgewählt.

In der Betriebsart Hand erfolgt die Bedienung der Schieber und der Pumpen direkt am Schaltschrank über entsprechende Bedienelemente. Eine zusätzliche Bedienung vor Ort am Motor ist nicht geplant. In der Betriebsart Hand können alle drei Pumpen gleichzeitig betrieben werden.

Im Automatikbetrieb erfolgt die Steuerung über eine SPS. Bei Hochwassergefahr (Höhenstand im Regen überschreitet einen eingestellten Wert) schließen die Schütze und Klappen der Sielbauwerke (siehe Kapitel 4.10.4 und 4.15.4). Wenn die Sielbauwerke geschlossen sind und der Kleine Regen trockengelegt ist, wird der Zulaufschieber des Schöpfwerkes geöffnet. Das Schöpfwerk wird geflutet. Bei einem einstellbaren Höhenstand im Schöpfwerk startet die erste Pumpe als Grundlastpumpe. Steigt der Wasserstand weiter an, wird eine zweite Pumpe als Spitzenlastpumpe zugeschaltet. Im Automatikbetrieb laufen maximal zwei Pumpen gleichzeitig. Die Pumpen werden über FU angefahren. Die Anfahrrampe wird so eingestellt, dass die Pumpe erst auf maximale Leistung geht, wenn sich eine entsprechende Strömung und somit ausreichend Wasserzufuhr im Kanal eingestellt hat. Sinkt der Wasserstand, werden die Pumpen nacheinander wieder abgeschaltet. Geht eine Pumpe auf Störung, wird automatisch auf die nächste freie Pumpe umgeschaltet. Die Einschaltreihenfolge der drei Pumpen wird bei jedem Startvorgang verändert. Nach einem Hochwasserereignis wird durch das Betriebspersonal die Entleerung des Schöpfwerkes eingeleitet. Der Zulaufschieber schließt und die Restentleerungspumpe startet. Ist das Schöpfwerk entleert, schaltet die Restentleerungspumpe durch einen Schwimmerschalter ab.

Im Standbybetrieb wird dauerhaft der Grundwasserspiegel überwacht.

Über ein Bedien- und Anzeige-Panel werden folgende Funktionen realisiert:

- Einstellung variabler Parameter
- Visualisierung der Gesamtanlage



Die Beweglichkeit des Schiebers und aller Antriebe ist wiederkehrend zu prüfen. Dies wird durch einen regelmäßigen Wartungslauf realisiert.

Bei Störungen wird über Fernmeldung und ein automatisches Wählgerät das zuständige Betriebspersonal alarmiert. Auch die Meldungen von Siel 1 und Siel 2 werden über dieses gemeinsame Wählgerät an das Betriebspersonal übermittelt.

Die Verantwortung für Wartung und Unterhaltung der Anlage geht nach Fertigstellung an die Stadt Nittenau über. Funktionsweise, Zuständigkeiten und Abläufe werden in einem Betriebsplan festgeschrieben.

#### **4.18 Objekt 8.3 – Einlaufbauwerk und Zulaufkanal (ca. Bau-km 1+391 – 1+429; ca. Fluss-km 39+700)**

Das zu schöpfende Wasser wird dem Schöpfwerk über den unterirdischen Zulaufkanal vom Kleinen Regen zugeführt und über Druckrohrleitungen in den Großen Regen abgegeben.

##### **4.18.1 Planungsvarianten**

Das Einlaufbauwerk und der Zulaufkanal werden auf der Angerinsel angeordnet.

##### **4.18.2 Gewählte Lösung**

Der Oberflächenabfluss wird zunächst über das Kanalsystem der Stadt Nittenau in den Kleinen Regen geleitet. Von hier wird das Wasser im Freispiegelabfluss über einen geschlossenen Zulaufkanal zum Schöpfwerk geleitet. Der Zulaufkanal wurde für einen maximalen Abfluss von 4,5 m³/h bemessen, also für den Fall, dass alle drei Pumpen im Schöpfwerk laufen. Die Breite des Zulaufkanals beträgt 2,0 m bei einer Höhe von 1,5 m. Das Gefälle des Kanals vom Einlaufbauwerk bis zum Schöpfwerk beträgt 0,23 ‰. Die Fließgeschwindigkeit im Kanal bei HQ<sub>100</sub> wurde mit 2,7 m/s errechnet (s. Anlage 4.2.3). Der Zulauf zum Schöpfwerk wird mit einem Schieber gesteuert. Im Normalfall ist der Schieber geschlossen, damit das Wasser nicht im Schöpfwerk steht. Im Hochwasserfall wird der Schieber geöffnet, sodass das Wasser abgepumpt werden kann.

#### 4.18.3 Konstruktive Gestaltung (Anlage 3.8.3.1)

Zum Schutz der Pumpen und als Fischschutz erhält das Einlaufbauwerk einen Einlaufrechen. Laut DIN 19700-11 werden für Feinrechen Stabstände zwischen 20 bis 60 mm empfohlen. Aus Fischschutzgründen wurde in Abstimmung mit dem LfU für den Treibgutrückhalt und die Vorreinigung der Stababstand mit 15 mm und die Stabdicke mit 10 mm festgelegt. Im Hochwasserfall ist der Zulaufrechen zunächst manuell von Treibgut abzureinigen. Nach einer längeren Betriebsdauer wird der Abreinigungsaufwand geringer, da dem kleinen Regen kein neues Treibgut im Hochwasserfall zugeführt wird.

Die Rechenfläche wurde gemäß DIN 1184 so dimensioniert, dass auch bei einer Verlegung von 50% der effektiven Rechenfläche eine maximale Fließgeschwindigkeit von 0,5 m/s eingehalten werden kann (s. Anlage 4.2.4). Der Rechen muss für diesen Fall mind. 16,0 m breit sein. Die Rechenhöhe ergibt sich aus der Wasserspiegeldifferenz zwischen UK Rechen (343,63 m ü. NN) und dem max. Wasserspiegel im Kleinen Regen (345,00 m ü. NN). Die Höhe der Oberkante des Rechens bei 345,30 m ü. NN wurde so gewählt, dass bei einem Wasserstand des Kleinen Regen bei 345,00 m ü. NN (Einschaltpunkt Pumpe 3) dieser den Rechen nicht vollständig einstaut und die zuvor genannte Bedingung eingehalten werden. Auf der sicheren Seite liegend wird das Einlaufbauwerk mit einem begehbaren Gitterrost abgedeckt, damit das Wasser bei vollständiger Verlegung des Rechens von oben über die Abdeckung einströmen kann (Räumlicher Rechen). Die Parameter für die Bemessung des Rechens sind in der folgenden Tabelle 12 aufgelistet.

**Tabelle 12:** Parameter für die Bemessung des Rechens.

Rechenart	Feinrechen
Anströmung	parallel
Länge	16,0 m
Höhe	1,35 m
Stababstand	15 mm
Stabdurchmesser	10 mm
Neigung	45°

Die Rechen sind regelmäßig, insbesondere stets nach Hochwasserereignissen, zu reinigen. Da der Kleine Regen im Hochwasserfall durch die beiden Sielbauwerke stillgelegt wird, ist nicht mit dauerhaft hohem Treibgutanteil (z.B. Laub) zu rechnen. Die Rechenreinigung erfolgt daher manuell.

Zu Beginn der Inbetriebnahme des Schöpfwerks ist jedoch ein erhöhter Treibgutanteil zu bewältigen. Hierzu ist das Einlaufbauwerk ausreichend personell zu besetzen. Der Rechen ist vom Deich 2 über eine Rampe aus erreichbar und kann von oben gereinigt werden. Die aus statischen Gründen erforderliche Querstrebe wird innenliegend angeordnet, damit eine mechanische, manuelle Reinigung problemlos möglich ist. Der Detailplan des Einlaufbauwerks und Zulaufkanals ist in der Anlage 3.8.3.1 beigelegt.

Zu Wartungs- und Unterhaltungszwecken kann das Einlaufbauwerk mittels eines mobilen Dammbalkenverschlusses trockengelegt werden. Die erforderlichen Dammbalken haben eine Länge von ca. 2,50 m und können unterhalb des Gitterrosts in die dafür vorgesehenen Dammbalkennischen eingesetzt werden. Der Zustieg in das Einlaufbauwerk erfolgt über Leitersprossen.

Bei der Bemessung des Schöpfwerks sind die örtlich auftretenden Verluste entsprechend der Formel im Kapitel 4.17.3 zu berücksichtigen. Diese setzen sich aus Verlusthöhen am Rechen, dem Eintritt in das Einlaufbauwerk, einer Querschnittsverengung, der Reibung im Gerinne und einer Richtungsänderung im Zulaufkanal sowie dem Einlauf und Strömungsverlauf im Schöpfwerk zusammen. In der Tabelle 13 sind die berechneten örtlichen Verlusthöhen im Zulauf zum Schöpfwerk aufgelistet. Die Verlusthöhen wurden für den Bemessungsabfluss von  $4,5 \text{ m}^3/\text{s}$  auf der sicheren Seite liegend berechnet.

Die Ermittlung der Verlusthöhe am Rechen erfolgt gemäß DWA-A 112. Aus der Breite des Rechens von 16,0 m und der Höhe der Wasserspiegellage ergibt sich eine Querschnittsfläche senkrecht zur Strömungsrichtung von  $22,0 \text{ m}^2$ , wobei die Höhe des Wasserspiegels aus der Differenz des maximalen Wasserspiegels des Kleinen Regens bei 345,00 m ü. NN und der Unterkante des Rechens (343,63 m ü. NN) bestimmt wird. Durch die daraus resultierende Geschwindigkeitshöhe ergibt sich anhand des Verlustbeiwerts durch die Rechenstäbe eine Verlusthöhe von rund 0,006 m am Rechen. Entsprechend dem verwendeten Arbeitsblatt wird für die Berechnung zusätzlich eine örtliche Verlusthöhe von 0,10 m aufgrund einer möglichen teilweisen Verlegung des Rechens beaufschlagt. Somit ergibt sich eine örtliche Gesamtverlusthöhe durch den Rechen von 0,106 m. Der ermittelte Verlust wird konstruktiv durch einen Sohlensprung von 0,11 m ausgeglichen. Durch den Sprung wird eine erhöhte Fließtiefe und verringerte Fließgeschwindigkeit im Zulauf vermieden, sodass Ablagerungen vorgebeugt werden. Ein zusätzlicher Verlust von 0,001 m entsteht durch den Eintritt des Wassers in das Einlaufbauwerk.

Die Verengung zwischen dem Einlaufbereich des Bauwerks und dem daran anschließenden Zulaufkanal wird als mäßig ausgerundet angesetzt. Diese Querschnittsänderung wird als Beschleunigung im Zulaufkanal bezeichnet. Der formabhängige Beiwert  $c$  wird entsprechend den Schneider Bautabellen zu 0,25 bestimmt. Für die Ermittlung der Querschnittsfläche vor der Einengung wird von einer Breite im Einlaufbereich von 5,0 m ausgegangen. Im Zulaufkanal reduziert sich die Breite auf 2,0 m. In beiden Fällen wird eine gleichbleibende Wasserspiegelhöhe angesetzt. Die Fließgeschwindigkeiten beider Querschnitte werden bestimmt. Die daraus resultierende Verlusthöhe wird gemäß Schneider Bautabellen zu 0,029 m berechnet.

Die örtlichen Verluste infolge von Reibung im Zulaufkanal werden über den hydraulischen Durchmesser im Gerinne mit freiem Wasserspiegel bestimmt. Hierfür wird analog zu den vorangegangenen Berechnungen die Geschwindigkeitshöhe im Zulaufkanal anhand der Querschnittsfläche bestimmt. Das Gefälle im Kanal wird für die Ermittlung der Verlusthöhe nicht berücksichtigt. In den Berechnungen wird der obere Grenzwert für den Rauigkeitsbeiwert  $k$  mit 6,0 mm von glattem Beton angesetzt. Dadurch kann der Widerstandsbeiwert  $\lambda$  ermittelt werden. Bei einer Kanallänge von 23,4 m ergibt sich eine Verlusthöhe von 0,035 m.

Für die Einbindung des Kanals in das Schöpfwerk erfolgt vor dem Bauwerk eine Richtungsänderung. Die Verlusthöhe im Gerinne wird näherungsweise über den Ansatz der Richtungsänderung in Rohrleitungen bestimmt. Der Verlustbeiwert wird aus dem Umlenkwinkel und dem Verhältnis des Durchmessers zum Krümmungsradius der Kanalachse bestimmt. Für die Näherung wird die Breite des Kanals gleich dem Durchmesser gesetzt. Die daraus resultierende örtliche Verlusthöhe ergibt sich zu 0,0103 m.

Die Ermittlung der Verlusthöhe bei Einlauf in das Schöpfwerk berechnet sich aus den plötzlichen Querschnittserweiterungen bei Übergang zwischen Zulaufkanal und den Einlaufbereichen des Schiebers sowie im Bereich der Prallwand des Schöpfwerks. Entsprechend den Schneider Bautabellen wird für die Ermittlung des daraus resultierenden Verlustbeiwerts ein formabhängiger Beiwert  $c$  von 1,0 angesetzt. Durch die zwei plötzlichen Querschnittserweiterungen beträgt die Gesamtverlusthöhe 0,14 m.

Im Boden der Prallwand befinden sich drei Öffnungen, durch die das Wasser auf die Bauwerkssohle geleitet und schließlich den drei Pumpen zugeführt wird. Hierfür wird die Verlusthöhe für die Querschnittsverengung an den Öffnungen und die darauffolgende Querschnittserweiterung zur Schöpfwerkssohle ermittelt. Daraus ergibt sich eine Verlusthöhe von 0,04 m.

**Tabelle 13:** Örtliche Verlusthöhen.

Ort	Verlusthöhe
Einlaufbereich Rechen	0,107 m
Beschleunigung im Zulaufkanal	0,029 m
Reibung im Zulaufkanal	0,035 m
Richtungsänderung im Zulaufkanal	0,0103 m
Einlaufbereich Schöpfwerk	0,140 m
Verluste Strömungsumleitung Schöpfwerk	0,052 m

#### **4.19 Objekt 8.2 – HWS-Mauer mit Wegerampe und Betriebsgebäude (ca. Bau-km 1+480 – 1+552; ca. Fluss-km 39+430 – 39+600)**

Das Objekt 8.2 war ursprünglich als HWS-Mauer für den Lückenschluss der Hochwasserschutzlinie zwischen Siel 2, Schöpfwerk und den Anschluss an das Hochufer am linken Regenufer geplant. Nachdem das Schöpfwerk im Rahmen der Umplanung auf die Angerinsel verschoben wurde, musste auch die HWS-Mauer an dieser Stelle umgeplant und eine Lösung für die barrierefreie Wegeverbindung zwischen Angerinsel und Stadt erarbeitet werden.

##### **4.19.1 Planungsvarianten**

Die einfachste Möglichkeit, den Höhenunterschied von ca. 3 m zwischen der OK Siel 2 und dem Regenweg zu überwinden, wäre eine Treppe. Wegeverbindungen im öffentlichen Raum sind allerdings zum Wohl der Allgemeinheit immer barrierefrei zu gestalten. Es wurde daher entschieden, den Höhenunterschied von ca. 3 m zwischen Siel 2 und Regenweg in Form einer Wegerampe zu überbrücken.

##### **4.19.2 Gewählte Lösung**

Anstelle der bisherigen Spitzrampe wird ein geschwungener barrierefreier Rad- und Fußweg von dem Siel 2 bis auf das Geländenniveau des Regenweges geplant. Zusätzlich zur Wegerampe ist eine Treppe vom Plateau zum Regenweg für Fußgänger vorgesehen. Beidseitig der Wegerampe werden Aufenthaltsflächen mit Bänken bzw. Sitzstufen vorgesehen, die jeweils über Treppenstufen bzw. über einen barrierefreien Zugang erreichbar sind. Die Durchfahrt unter dem Plateau mit Betriebsgebäude wird im Hochwasserfall mit einem HWS-Tor verschlossen. Hierfür ist ein Hubschwenktor vorgesehen, welches im Normalfall an der HWS-Mauer nördlich der Durchfahrt in Ruhestellung anliegt. Im Hochwasserfall wird das

Hubschwenktor vom Plateau aus mit einem Antriebsrad angehoben, vor die Durchfahrt geschwenkt und wieder abgesenkt. Für das Schließen des Tores wird ein Personaleinsatz von 2 Personen für ca. 0,5 Std. vorgegeben.

Im Norden schließt die HWS-Mauer an das Siel 2 an, im Osten an das Hochufer. Auf der HWS-Mauer wird ein Füllstabgeländer als Absturzsicherung errichtet. Um eine möglichst gute Sichtbeziehung der Anlieger zum Regen zu gewährleisten, wird die HWS-Mauer bis an die Grundstücke der Flur-Nummern 868/6 und 868/8 herangerückt (s. Anlage 3.8.2.1).

Der Verteidigungsweg verläuft landseitig der HWS-Mauer mit einer Breite von 3 m und wird wegen der Befahrbarkeit gepflastert. Die Zufahrt zum Verteidigungsweg erfolgt über den Wendehammer „Am Rücken“ über das Flurstück 868/8. Die Zufahrt wird wegen der notwendigen Befahrbarkeit auch bei widrigsten Witterungsbedingungen ebenfalls gepflastert.

Das Betriebsgebäude mit der Schaltanlage für die Siele und das Schöpfwerk wird oberirdisch östlich der Wegerampe im Anschluss an das Siel 2 angeordnet. Die OK HWS-Mauer liegt auf 349,54 m ü. NN und damit 90 cm oberhalb des Bemessungshochwassers, was ungefähr einem 1000-jährlichen Hochwasser entspricht. Das Betriebsgebäude ist damit vor einem extremen Hochwasser geschützt. Der Zugang zum Betriebsgebäude erfolgt von der Wegerampe aus. Die Räume unterhalb der Wegerampe und des Betriebsgebäudes können als Kabel- bzw. Lagerräume genutzt werden. Die Kabeltrasse vom Betriebsgebäude zum Schöpfwerk verläuft durch die Überfahrt des Siels 2. Für die Zugänglichkeit der Steuerkabel zu Wartungszwecken sind Kabelschächte vor und hinter der Überfahrt vorgesehen.

#### **4.19.3 Konstruktive Gestaltung (Anlage 3.8.2.1)**

Die Gründung der HWS-Wand mit Wegerampe erfolgt analog zu den HWS-Mauern Angerinsel Ost und West sowohl aus statischen als auch aus Gründen der Untergrundabdichtung auf überschnittenen Bohrpfählen ( $\varnothing$  90 cm) mit Kopfbalken. Um den natürlichen Grundwasserzufluss zum Regen hin nicht zu unterbrechen, werden Grundwasserfenster vorgesehen. Hierfür wird jeder zweite unbewehrte Bohrpfahl nur bis 50 cm oberhalb der Felsoberkante hergestellt. Im Anschlussbereich an das Siel 2 entfällt der Kopfbalken. Hier wird der untere Teil der aufgehenden HWS-Wand im Schutz der Baugrube des Siels 2 hergestellt (s. Anlage 3.8.2.1). Im Anschluss an die Baugrube des Siels 2 kann die Herstellung des Kopfbalkens oberhalb des Grundwasserstandes in einer geböschten Baugrube erfolgen.

Die OK der HWS-Mauer im Anschluss an das Siel 2 bis zu den Privatgrundstücken wird analog zur Plattform Angerspitz auf Kote 349,54 m ü. NN geplant, um den Übergang vom Siel zur

Wegerampe harmonisch zu gestalten. Die OK der HWS-Mauer parallel zur Grundstücksgrenze der Privatgrundstücke wird analog zur HWS-Mauer östlich des HWS-Deichs mit einem Freibord von 50 cm auf Kote 349,14 m ü. NN geplant. Das Bestandsgelände des Grundstücks mit der Flurnummer 868/8 liegt im Anschluss an die geplante HWS-Mauer auf einer Höhe von ca. 348,64 m ü. NN. Die Mauerhöhe beträgt vom Grundstück aus gesehen ca. 50 cm. Die erforderliche Absturzsicherung (z.B. Füllstabgeländer) mit einer Höhe von 60 cm wird auf die HWS-Mauer aufgesetzt und dient gleichzeitig der Einfriedung. Um die Blickbeziehung zum Regen für die Anwohner so gut wie möglich aufrechtzuerhalten, werden analog zur HWS-Mauer Angerinsel Ost auf beiden Grundstücken Sichtfenster in Form von aufgesetzten Glaswandsystemen mit je ca. 6 m Breite und 1 m Tiefe zur Freibordsicherung vorgesehen.

Die Wegerampe wird gemäß DIN 18024, Teil 1 mit einem maximalen Längsgefälle von 6 % geplant. In Abständen von 6 m werden Zwischenpodeste als Ruheflächen und Verweilplätze vorgesehen. Die Wegerampe wird auf der gesamten Länge mit einem Quergefälle von 2,5 % ausgebildet. Im Schwenkbereich des HWS-Tores wird ein geringeres Quergefälle zur Entwässerung vorgesehen, um die Fläche möglichst horizontal auszubilden. Unmittelbar vor der Durchfahrt wird im Fußgänger- und Fahrradweg eine Stahlschiene eingebaut, um die Dichtigkeit des Hubschwenktors im Hochwasserfall sicherzustellen. Dort wo das HWS-Tor in Ruhestellung anliegt, wird eine mit einem Gitter abgedeckte Wartungsgrube vorgesehen, um die Dichtung an der Unterseite des Hubschwenktors prüfen und warten zu können. Zu den Sitzstufen hin wird ein Füllstabgeländer als Absturzsicherung vorgesehen. Die Böschung zwischen Schwenkbereich und Siel 2 wird mit Wasserbausteinen befestigt.

#### **4.20 Objekt 9 – Vereinigungsbauwerk (ca. Bau-km 1+480 – 1+514; ca. Fluss-km 39+650)**

Im Bereich der Wiedereinmündung des Kleinen Regen in den Regen münden der Reisachbach (DN 800) und die Ausleitung RÜ5 (DN 1000) in den Regen.

Beide Kanäle kollidieren in ihrer jetzigen Lage mit der geplanten Hochwasserschutzwand, der Wegerampe und dem Sielbauwerk. Deshalb sind diese beiden Kanäle konfliktfrei umzulegen. Der Kanal Reisachbach und die Ausleitung RÜ5 werden zusammengelegt und in den Kleinen Regen abgeleitet. Die beiden Kanäle werden im Bereich der Regenstraße in einem Vereinigungsbauwerk zusammengeführt und dann in einem gemeinsamen Kanal wieder in den Kleinen Regen abgeleitet.

#### 4.20.1 Planungsvarianten

Als Alternative zum Vereinigungsbauwerk wurde untersucht, ob die Rohrleitungen separat verlegt werden können. Diese Überlegung wurde allerdings aufgrund der höheren Kosten wieder verworfen.

#### 4.20.2 Gewählte Lösung

Für die Zusammenlegung der beiden Rohrleitungen wurde ein Vereinigungsbauwerk geplant, in welchem Abflüsse der beiden Rohrleitungen zusammengeführt und in einer gemeinsamen Rohrleitung DN 1400 zum Kleinen Regen geleitet werden können (s. Anlage 3.9.1). Der Abfluss im RÜ 5 liegt bei Bemessungsregen gemäß Bescheid bei 517 l/s, für den Reisachbach lagen keine Angaben zum Abfluss vor.

Für die Dimensionierung der gemeinsamen Rohrleitung wurden die Abflussleistungen der beiden Rohrleitungen jeweils bei Vollfüllung und mit dem jeweiligen Gefälle angesetzt. Die berechneten Abflussleistungen sind in der folgenden Tabelle 14 aufgelistet.

**Tabelle 14:** Abflussleistungen der Rohrleitungen bei Vollfüllung.

Rohrleitung	Durchmesser	Gefälle [%]	Abflussleistung [l/s]
RÜ 5	DN 1000	0,21	1.159
Reisachbach	DN 800	1,20	1.563
Gemeinsame Rohrleitung	DN 1400	0,27	3.199

#### 4.20.3 Konstruktive Gestaltung (Anlage 3.9.1)

Das Vereinigungsbauwerk wird als Schachtbauwerk aus Beton konstruiert und ist über eine befahrbare Schachtabdeckung DN 1000 begehbar. Im Vereinigungsbauwerk werden die Rohrleitungen über zwei Rinnen zusammengeführt. Der Abfluss erfolgt über eine Rohrleitung DN 1400 aus Stahlbeton. An das Vereinigungsbauwerk werden zudem die Binnendränage (DN 200) des Verteidigungsweges entlang der Privatgrundstücke sowie die Transportleitung (DN 200) für die Oberflächenentwässerung des Radweges zwischen Siel 2 und Beginn der Wegerampe angeschlossen.

Gemäß Baugrundgutachten liegt der Grundwasserstand ca. auf einer Höhe von 343,75 m ü. NN, entsprechend einem Flurabstand von ca. 2,6 m. Die Gründungstiefen der Rohrleitungen liegen über dem Grundwasserspiegel, sodass der Aushub der Rohrgräben, der Rückbau der alten Rohrleitungen DN 800 und DN 1000 und die Herstellung der neuen Rohrleitung DN 1400 mit einem Grabenverbau erfolgen kann. Für die Herstellung des Auslaufbauwerks in der Böschung zum Kleinen Regen wird ein Spundwandverbau vorgesehen. Das Auslaufbauwerk



in den Kleinen Regen ist mit einem Auslaufgitter ausgestattet. Auf dem Auslaufbauwerk wird als Absturzsicherung ein Geländer errichtet.

#### **4.21 Objekt 10 – Binnenentwässerung „Am Rücken“ (Fluss-km 39+510)**

Das Objekt 10 umfasst ein Pumpwerk im Bereich der Straße „Am Rücken“ samt Zubringerleitungen und dient der Binnenentwässerung sowie der Verhinderung von Rückstau aus dem Kanalsystem bei Hochwasserführung im Großen Regen.

##### **4.21.1 Planungsvarianten**

Bei Hochwasserführung im Großen Regen kann es durch einen Rückstau in das Kanalsystem im Bereich der Straße „Am Rücken“ zu Überflutungen kommen.

Objektschutzmaßnahmen stellen für durch Hochwasser (HQ<sub>100</sub>) betroffene Gebäude im Bereich des Vellenbachs die wirtschaftlichste Lösung dar. Deshalb kann auf das ursprünglich geplante Schöpfwerk an der Kläranlage sowie den anschließenden Deich nördlich des Vellenbachs verzichtet werden. Aus diesem Sachverhalt heraus muss aber für die Thematik der Binnenentwässerung des Mischwasserentlastungskanals RÜB 6 eine Lösung gefunden werden. Eine Ableitung des Binnenwassers Richtung Westen ist aufgrund des Entfalls des Schöpfwerks nicht möglich. Die Ableitung des Binnenwassers zum Schöpfwerk am Kleinen Regen ist erstens wirtschaftlich betrachtet ungünstig und zweitens kann das Schöpfwerk keine zusätzlichen Binnenwasserzuflüsse, als in der bisherigen Bemessung vorgesehen, bewältigen.

##### **4.21.2 Gewählte Lösung**

Bei Hochwasserführung im Regen wird das in der Sammelleitung (Eiprofil) abfließende Wasser aus den oberen Einzugsgebieten durch Abdichtung des Kanals unter Druck in den Regen entwässert. Die im Bereich der Straße am Rücken anfallenden Teilmengen des Binnenwassers entwässern über bestehende Straßeneinläufe in einen neu geplanten Kanal und werden direkt vor Ort über ein eigenes Schöpfwerk in den Großen Regen gepumpt. Der Rückstau in das Kanalsystem aus dem Eiprofil wird durch verschiedene, in der Folge im Kapitel 4.21.3 beschriebene Maßnahmen, verhindert.

Folgende Maßnahmen sind darüber hinaus durch den Eigentümer zur Verhinderung von Schäden an Gebäuden durch Wasserzutritte umzusetzen:

- Die einwandfreie Funktionstauglichkeit des RÜB6 ist vom Unterhaltungsverpflichteten sicherzustellen

- Die Möglichkeit eines Rückstaus in die parallel zum RÜB6 verlaufende Mischwasserleitung DN350 STZ aus dem Vorfluter im Hochwasserfall oder aus dem RÜB6 ist zu prüfen. Sind keine Rückstausicherungen sowie keine druckdichten Schachtabdeckungen entlang der gesamten Leitung vorhanden, sind diese nachzurüsten.
- Betroffene Gebäude sind gegenüber hohen Grundwasserständen zu schützen und tiefliegende Gebäudeteile auf Dichtheit zu überprüfen
- Ebenso sind betroffene Gebäude auf eine Rückstauenebene in der Höhe von 349,0 m ü. NN gegen Rückstau aus dem Kanal zu schützen

#### **4.21.3 Konstruktive Gestaltung (Anlagen 3.10.1, 3.10.2 und 3.10.3)**

##### Druckdichte Ausführung Mischwasserkanal

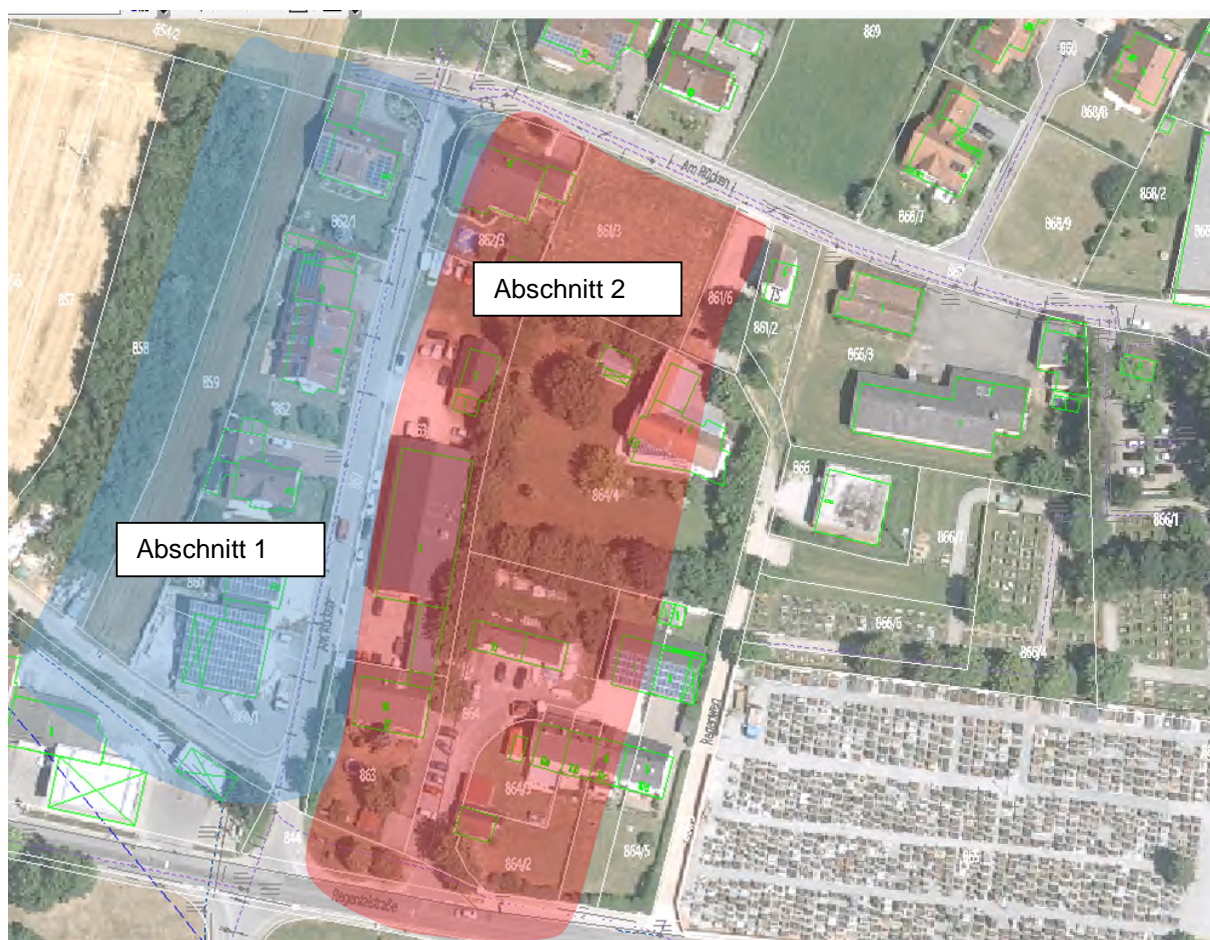
Der Rückstau bei Hochwasser aus dem Großen Regen über das Regenüberlaufbecken RÜB6 in den Mischwasserkanal (Eiprofil) und weiter in das Kanalsystem wird durch eine Rückstauklappe am neu zu errichtenden Schachtbauwerk verhindert. Eine druckdichte Ausführung aller drei betroffenen, bestehenden Schächte entlang des Mischwasserkanals (Eiprofil) unter der ermittelten Rückstauenebene von 349,0 m ü. NN, verhindert den Austritt von Wasser durch die Schächte entlang der Straße am Rücken. Auch die Verbindung von den bestehenden Einläufen zum Mischwasserkanal werden abgedichtet.

Gemäß dem Bescheid des LRA Schwandorf mit dem Zeichen 610-641.6053 ist für den Kanal ein Bemessungsabfluss von 1,54 m<sup>3</sup>/s maßgebend. Unter Ansatz der maßgebenden Wasserspiegellage im Regen bei HQ<sub>100+15%</sub> wurde bei einem Abfluss von 1,54 m<sup>3</sup>/s im Kanal eine Rückstauenebene von 349,0 m ü. NN berechnet.

##### Bemessungsabfluss Schöpfwerk

Die druckdichte Ausführung aller Schächte bzw. die Abdichtung der Einläufe in das Eiprofil an der Straße „Am Rücken“ erfordert die Errichtung eines zusätzlichen Kanals zur Fassung des Wassers aus den Straßeneinläufen sowie von oberflächlich abfließendem Wasser als Zuleitung zum neu geplanten Pumpwerk.

Für die Ermittlung der abzuleitenden Niederschlagsmenge wurden die abflussrelevanten Flächen in zwei Abschnitte eingeteilt.



Zusammenstellung der angeschlossenen undurchlässigen Flächen  $A_u$ :

#### Abschnitt 1

Straßenfläche	$1.500 \text{ m}^2 \cdot 0,90 =$	1.350 $\text{m}^2$
Dachfläche Gebäude	$2.780 \text{ m}^2 \cdot 0,90 =$	2.500 $\text{m}^2$
Hof- und Stellflächen	$1.200 \text{ m}^2 \cdot 0,70 =$	840 $\text{m}^2$
Kulturland (ca. Angaben)	$1.600 \text{ m}^2 \cdot 0,10 =$	160 $\text{m}^2$
<b>Gesamt:</b>		<b>4.850 <math>\text{m}^2</math></b>

#### Abschnitt 2

Straßenfläche „Am Rücken“	$380 \text{ m}^2 \cdot 0,90 =$	340 $\text{m}^2$
Straßenfläche „Regenweg“	$820 \text{ m}^2 \cdot 0,70 =$	570 $\text{m}^2$
Dachfläche Gebäude	$1.150 \text{ m}^2 \cdot 0,90 =$	1.030 $\text{m}^2$
Hof- und Stellflächen	$800 \text{ m}^2 \cdot 0,70 =$	560 $\text{m}^2$
Kulturland (ca. Angaben)	$4.300 \text{ m}^2 \cdot 0,10 =$	430 $\text{m}^2$
<b>Gesamt:</b>		<b>2.930 <math>\text{m}^2</math></b>

Zusätzlich zu dem Oberflächenwasser der abflussrelevanten Flächen der Abschnitte 1 und 2 wird das Oberflächenwasser der östlichen Bebauung, welches über eine Sammel- und Transportleitung DN400 aus Steinzeug gefasst wird, über eine neu geplante Hebeanlage abgeführt. Die neue Planung sieht die Herstellung einer Hebeanlage vor, die ausreichend dimensioniert ist, um den Oberflächenabfluss eines 10-jährlichen Niederschlagsereignisses der angeschlossenen Flächen abzuleiten.

Bei einem 10-minütigen, 10-jährlichen Niederschlagsereignis  $r_{10,10} = 300,7 \text{ [l/(s*ha)]}$  ergibt sich ein Abfluss von:

Abschnitt 1:  $0,4850 \text{ ha} * 300,7 \text{ [l/(s*ha)]} = 145 \text{ l/s}$

Abschnitt 2:  $0,2930 \text{ ha} * 300,7 \text{ [l/(s*ha)]} = 88 \text{ l/s}$

Über die von Osten ankommende Mischwasserleitung DN 400 erfolgt zusätzlich ein maximaler Zufluss zur Hebeanlage von 150 l/s.

Dadurch ergibt sich eine gesamt abzuführende Wassermenge von: 383 l/s

#### Errichtung Kanal

Der neu geplante Kanal (Stahlbeton) entlang der Straße „Am Rücken“ mit einer Länge von 160 m und einem Durchmesser DN600 leitet das anfallende Oberflächenwasser im Hochwasserfall zum Pumpwerk. Das Gefälle ist bis auf Höhe des Straßentiefpunkts mit 0,5 % geplant, im weiteren Abschnitt bis zum Schöpfwerk ist ein Gefälle von 1,0 % vorgesehen. Entlang der Trasse sind 4 Schächte geplant. Alle bestehenden Straßeneinläufe (8) werden über Leitungen DN200 an den neuen Kanal angeschlossen. Der Einlauf am Straßentiefpunkt wird im Vergleich zum bestehenden Einlaufgitter vergrößert und über eine Leitung DN400 entwässert. Die Leitung wird im Abstand von einem Meter vom Asphaltstrand bzw. den bestehenden Einfriedungen in einer Tiefe von ca. 1,5 m verlegt.

#### Schöpfwerk

Das Schöpfwerk wird als Ortbeton-Schachtbauwerk mit druckwasserdichter Anschlusskammer für das Abpumpen in das Entlastungsgerinne des Regenüberlaufbeckens errichtet. Der Herstellung der Baugrubensicherung erfolgt durch das Einbringen von Spundwänden, die gleichzeitig als äußere Schalung für die Schachtwände dienen.

Die Pumpleistung von gewählt 400 l/s wird auf zwei Rohrschachtpumpen mit Durchmesser des Rohrschachts von DN500 aufgeteilt und eine zusätzliche redundante Pumpe (n-1 Bedingung) vorgehalten. Die drei an die Rohrschächte angeschlossenen Druckleitungen mit einem Durchmesser von DN400 führen in das Entlastungsgerinne im Überlaufbecken und von dort

über die anschließende Entlastungsleitung (DN1400) weiter in den Regen. Jede Rohrleitung verfügt am Auslauf über eine Rückstauklappe und kann zusätzlich über einen Schieber im Schöpfwerk verschlossen werden.

Bei Normalwasserführung im Regen wird der Abfluss der Mischwasserleitung DN 400 (von Osten kommend) und der Abfluss aus der neu zu errichtenden Leitung (DN600) im Freispiegel in den Mischwasserkanal (Eiprofil) abgeleitet. Der entsprechende Anschluss erfolgt über eine Rohrleitung DN700, die ausgehend vom Eiprofil in eine Vorkammer des Schachtbauwerks führt. Bei Hochwasserführung im Regen wird ein Rückstau aus dem Eiprofil in die Pumpenkammer mit einer Rückstauklappe und einem zusätzlichen Schieber verhindert. Das binnenseitig einströmende Wasser kann dadurch nicht mehr frei abfließen, staut sich auf und wird über eine Überfallwand Richtung Pumpenkammer abgeleitet. Eine Tauchwand sorgt für Strömungsberuhigung und hält Schwimmstoffe von den Pumpen ab. Die Zuströmung zu den einzelnen Pumpen wird durch Trennwände reguliert. Über den Pumpensumpf und die Entleerungspumpe kann das Schachtbauwerk entwässert werden.

Im Schöpfwerk ist eine Kabeltrasse geplant (Wandanbau oder Abhängung von der Decke). Außerdem sind die 3 Einrichtungen zur Wasserstandsmessung vorgesehen, eine in der Vorkammer und zwei in der Pumpenkammer.

#### Sparten

Im Bereich des geplanten Schachtbauwerks verlaufen zahlreiche Sparten, darunter eine Wasserleitung, eine Gasleitung, mehrere Stromkabel sowie eine Telekomleitung. Es ist geplant, alle Sparten auf die nördliche Seite des geplanten Schachtbauwerks zu verlegen. Ausnahme bildet die Wasserleitung, die auf die südlich des Bauwerks verlegt wird.

#### Betriebsgebäude

Das Betriebsgebäude/Technikraum beinhaltet die Schaltanlagen zur Steuerung der Pumpen und sowie eine Platzreserve für die mögliche Integration der bestehenden Freiluftverteiler. Die Aufstellfläche für das Notstromaggregat (Platzbedarf ca. 2x3 m) ist direkt neben dem Betriebsgebäude vorgesehen. Das Betriebsgebäude wird mit einer Kabelschutzrohrtrasse (4x KSR DN 110) an das Schöpfwerk angebunden. Die Anbindung an die Gebäude erfolgt über Wanddurchführungen 4 x DN110.

#### **4.21.4 Technische Ausrüstung**

Über einen Kanal DN 600 und einen Kanal DN 400 wird anfallendes Oberflächen- und Niederschlagswasser über Straßenabläufe gefasst und im Normalfall (kein Hochwasserereignis) durch das Schöpfwerk in das Regenüberlaufbecken geleitet.

Das Schöpfwerk ist so geplant, dass im Normalfall das anfallende Binnenwasser das Schöpfwerk durch einen Durchlasskanal frei durchfließen kann. Im Hochwasserfall wird im Schöpfwerk am Ende des Durchlasskanals ein elektromotorisch angetriebener Schieber geschlossen. Rückstau von Hochwasser wird somit verhindert. Zusätzlich wird als Redundanz vor dem Schieber eine Rückschlagklappe vorgesehen. Das Wasser wird im Schöpfwerk und zurück in die Kanäle gestaut. Ab einer Höhe von 346,30 mÜNN fließt das Wasser über eine Überfallkante in die Pumpenkammer und den Pumpen zu. Durch drei Rohrschachtpumpen und jeweils einer Druckrohrleitung wird das Wasser in das Entlastungsbauwerk des Regenüberlaufbeckens und die Entlastungsleitung DN 1400 in den Regen gepumpt. Am Ende der Druckrohrleitungen im Entlastungsbauwerk werden Rückschlagklappen montiert.

Es wird eine Restentleerungspumpe geplant, um nach einem Hochwasserereignis das Schöpfwerk wieder zu entleeren und mögliches eindringendes Oberflächenwasser abzupumpen.

Die Be- und Entlüftung des SW-Gebäudes erfolgt über eine Entlüftung und Dunsthüten in den Deckeln der Einstiege.

Die elektrotechnische Ausrüstung für das Schöpfwerk besteht aus den folgenden Anlagenteilen:

- Einspeisung
- Schaltanlage
- Elektroinstallation und Potentialausgleich
- Messtechnik
- Anlagensteuerung und automatische Störweitermeldung

##### **4.21.4.1 Einspeisung**

Die Anlage wird mit einem Zähleranschluss vom Bayernwerk ausgerüstet. Der Zähler wird in einem eigenen Zählerschrank nahe der Schaltanlage montiert. Der Anschlusswert gemäß Verbraucherliste in Anlage 7.1.4 für das Schöpfwerk „Am Rücken“ beträgt 66,00 kW.

Im Fall eines großflächigen Netzausfalles müssen zwei der drei Pumpen gleichzeitig betrieben werden können. Hierfür wird ein Notstromaggregat mit einer Leistung von 60 kVA vorgesehen. Das Aggregat wird mobil und steckbar ausgeführt. Für die Einspeisung des Aggregates wird ein steckbarer Anschlusspunkt am Betriebsgebäude des Schöpfwerkes nahe der Schaltanlage geplant.

#### **4.21.4.2 Schaltanlage**

Die Schaltanlage für die elektrische Versorgung, die Aufnahme aller Schaltgeräte, Frequenzumformer, Messtechnik und Fernmeldung wird im Betriebsgebäude aufgestellt. Die Schaltanlage besteht aus Schaltschränken 800 x 600 x 2200 mm. Das Schaltkonzept für die jeweiligen Antriebe kann den Typicals in der Anlage 7.1.1 entnommen werden. Die Schaltanlage erhält eine USV, um während eines Netzausfalls die Funktion der Messtechnik aufrecht zu erhalten, auch wenn noch kein Notstromaggregat angeschlossen ist.

#### **4.21.4.3 Elektroinstallation und Potentialausgleich**

Die Elektroinstallation erfolgt auf Beton über Installationsrohre im Material V4A. Alle metallenen Einbauten und Maschinenteile werden an den Potentialausgleich angebunden. Das Bauwerk erhält eine Erdungs- und Blitzschutzanlage. Das Betriebsgebäude erhält Beleuchtung, Steckdosen, Heizung und Klimatisierung. Das Schöpfwerk erhält eine Beleuchtung in den Arbeitsbereichen.

#### **4.21.4.4 Messtechnik**

Zur kontinuierlichen Höhenstandsmessung im Durchlaufgerinne wird ein Druckaufnehmer eingesetzt. Zwei weitere Druckaufnehmer werden im Schöpfwerk zur Pumpensteuerung vorgesehen. Die Druckaufnehmer geben kontinuierlich ein 4-20 mA Signal an die SPS des Schöpfwerks weiter. Die Messstellenliste ist unter Anlage 7.1.3 beigelegt.

Für den Trockenlaufschutz wird in der Pumpenkammer ein Schwimmerschalter vorgesehen.

Die der Messtechnik zugehörigen Schaltgeräte werden in einem Schaltanlagenfeld im Betriebsgebäude untergebracht. Ein Datalogger speichert die Werte. Vom Betriebspersonal können die Messwerte abgefragt werden.

#### 4.21.4.5 Steuerung

Über einen Wahlschalter wird die Anlage in die Betriebsart Hand-Aus-Automatik vorgewählt.

In der Betriebsart Hand erfolgt die Bedienung der Schieber und der Pumpen direkt am Schalt-schrank über entsprechende Bedienelemente. Eine zusätzliche Bedienung vor Ort am Motor ist nicht geplant. In der Betriebsart Hand können alle drei Pumpen gleichzeitig betrieben werden.

Im Automatikbetrieb erfolgt die Steuerung über eine SPS. Bei Hochwassergefahr (Höhenstand im Durchlaufgerinne überschreitet einen eingestellten Wert) wird der Schieber des Schöpfwerkes geschlossen. Zusätzlich schließt die Rückstauklappe. Das anfallende Binnenwasser wird in die Kanäle zurückgestaut, steigt an und fließt über die Überfallkante in die Pumpenkammer. Bei einem einstellbaren Höhenstand in der Pumpenkammer startet die erste Pumpe als Grundlastpumpe. Steigt der Wasserstand weiter an, wird eine zweite Pumpe als Spitzenlastpumpe zugeschaltet. Im Automatikbetrieb laufen maximal zwei Pumpen gleichzeitig. Die Pumpen werden über FU angefahren. Die Anfahrrampe wird so eingestellt, dass die Pumpe erst auf maximale Leistung geht, wenn sich eine entsprechende Strömung und somit ausreichend Wasserzufuhr in den Kanälen und über die Überfallkante eingestellt hat. Sinkt der Wasserstand, werden die Pumpen nacheinander wieder abgeschaltet. Geht eine Pumpe auf Störung, wird automatisch auf die nächste freie Pumpe umgeschaltet. Die Einschaltreihenfolge der drei Pumpen wird bei jedem Startvorgang verändert. Nach einem Hochwasserereignis wird durch das Betriebspersonal die Entleerung des Schöpfwerkes eingeleitet. Der Schieber des Durchlaufgerinnes öffnet und die Restentleerungspumpe startet. Ist das Schöpfwerk entleert, schaltet die Restentleerungspumpe durch einen Schwimmerschalter ab.

Über ein Bedien- und Anzeige-Panel werden folgende Funktionen realisiert:

- Einstellung variabler Parameter
- Visualisierung der Gesamtanlage

Die Beweglichkeit des Schiebers und aller Antriebe ist wiederkehrend zu prüfen. Dies wird durch einen regelmäßigen Wartungslauf realisiert.

Bei Störungen wird über Fernmeldung und ein automatisches Wählgerät das zuständige Betriebspersonal alarmiert.

Die Verantwortung für Wartung und Unterhaltung der Anlage geht nach Fertigstellung an die Stadt Nittenau über. Funktionsweise, Zuständigkeiten und Abläufe werden in einem Betriebsplan festgeschrieben.



#### **4.22 Objektschutzmaßnahmen**

Im Rahmen des Hochwasserschutzes am Regen im Bereich der Ortsteile Bergham, Vellenbach und Muckenbach wurden Objekte, die von einem hundertjährigen Hochwasser betroffen sein könnten, besichtigt. Grundlage für die Auswahl der betroffenen Grundstücke waren die Ergebnisse der hydraulischen Berechnungen der Ausbauzustände BA 1 und BA 2. Für die Beurteilung der Betroffenheiten wurde die Höhenlage der Gebäudeöffnungen geprüft und mit der maßgeblichen Bemessungswasserspiegellage verglichen. Bei der Begehung wurde dann die tatsächliche Betroffenheit geprüft. Die Auswertung zur Beurteilung der Betroffenheiten ist als Anlage 7.2.5 beigelegt.

Bei der Begehung wurden die angetroffenen Grundstückseigentümer darüber informiert, dass im Rahmen der geplanten HWS-Maßnahme betroffene Einzelobjekte einen objektbezogenen Schutz erhalten sollen. Geschützt wird gegen das Eindringen von Oberflächenwasser infolge der Ausuferung des Regen. Ein Schutz gegen Grundwasserspiegelanstieg und der Schutz von Freiflächen erfolgt nicht. Die Einzelobjekte wurden fotografisch dokumentiert und die angetroffenen Anwohner zu Hochwasserereignissen in der Vergangenheit befragt. In den Anlagen 7.2.1 bis 7.2.4 sind die Ergebnisse der Begehung und Befragung der Anwohner dargestellt und Vorschläge zum Objektschutz festgehalten. In der Anlage 2.4 sind im Übersichtsplan alle Objekte dargestellt, die geprüft wurden.

Maßgebend für die Planung von Objektschutzmaßnahmen im Rahmen des staatlichen Hochwasserschutzprojekts ist die Beurteilung, ob die Hochwasserschutzmaßnahmen für Dritte zu einer Verschlechterung der Wasserspiegellagen bei Hochwasser führen. Auf Grundlage der hydraulischen Berechnungen BA 1 und BA 2 wurden die Wasserspiegellagen der Ausbauzustände mit dem Bestand verglichen und die betroffenen Gebäude bestimmt.

##### **4.22.1 Betroffenheiten Ortsteil Bergham**

###### Bergham

Im Juni 2016 wurden die Grundstücke auf der rechten Uferseite des Regen in einer Ortseinsicht geprüft. Das Protokoll zur Begehung ist in der Anlage 7.2.1 beigelegt. Der Vergleich der Wasserspiegellagen zeigt eine relevante Verschlechterung. Der Schutz der Gebäude erfolgt im Rahmen der staatlichen Hochwasserschutzmaßnahme.

###### Oedischbach

Auch die Bebauung am Oedischbach wurde 2016 in einer Ortseinsicht geprüft. Die Bewertung der Wasserspiegellagen im Bestand und nach Planung lässt keinen Rückschluss auf eine Verschlechterung erkennen. Allerdings sind die Gebäude auch nur mit wenigen Zentimetern

im Hochwasserfall betroffen. Das Verschließen der Gebäudeöffnungen im Hochwasserfall obliegt daher den Grundstückseigentümern selbst und ist eigenverantwortlich durchzuführen.

#### Fischbacher Straße

Am 08.11.2019 wurden die Grundstücke an der Fischbacher Straße besichtigt. Das Protokoll zur Begehung ist in der Anlage 7.2.4 beigelegt. Der Vergleich der Wasserspiegellagen zeigt auch dort, dass es zu keiner erheblichen Verschlechterung bei Hochwasser kommt. Auch hier sind die Gebäude nur mit wenigen Zentimetern im Hochwasserfall betroffen. Das Verschließen der Gebäudeöffnungen im Hochwasserfall obliegt folglich den Grundstückseigentümern selbst und ist eigenverantwortlich im Hochwasserfall durchzuführen.

#### **4.22.2 Betroffenheiten Ortsteil Muckenbach**

Wie in Kapitel 4.4 erläutert, kommt es nach dem hydraulischen Modell aufgrund der Einschnürung der Gewässerbreite im Ortskern von Nittenau oberhalb im Bereich Muckenbach in den Ausbauzuständen zu einem zusätzlichen Aufstau und damit zu einer Verschlechterung für verschiedene Anwohner. Die genauen Betroffenheiten wurden bei einer Ortseinsicht im September 2019 festgestellt. (s. Anlage 7.2.2).

#### **4.22.3 Betroffenheiten Ortsteil Vellenbach**

Am 17.09.2019 wurden die Grundstücke auf der linken Uferseite des Regen besichtigt. Dort wurde aus wirtschaftlichen Gründen zugunsten von Einzelschutzmaßnahmen auf einen weiteren Deichabschnitt verzichtet, weil nach der hydraulischen Berechnung die Betroffenheiten nur bei wenigen Zentimetern Wasserhöhe bei HQ100 liegen. Das Protokoll zur Begehung ist in der Anlage 7.2.3 beigelegt. Diese Einzelmaßnahmen sind Teil der staatlichen Hochwasserschutzmaßnahme, deren Notwendigkeit auf der Wahl der wirtschaftlicheren Schutzeinrichtung beruht.

Die Zuständigkeit für die Planung der Einzelschutzmaßnahmen liegt daher beim staatlichen Hochwasserschutz.

## **5. Auswirkungen des Vorhabens**

### **5.1 Hauptwerte der beeinflussten Gewässer**

Für die normalen Abflüsse hat die Maßnahme bis zur Aktivierung des Hochwasserschutzes keine Auswirkungen auf die Wasserspiegellagen des Gewässers. Abgrabungen erfolgen maximal bis zur Höhe des Mittelwasserspiegels. Bei Aktivierung der Hochwasserverschlüsse am Siel 1 wird der Durchfluss durch den Kleinen Regen abgesperrt. Dies hat zur Folge, dass die Wasserspiegellagen bei Hochwasser im Großen Regen höher ausfallen werden.

Die seitlichen, von Süden kommenden Gewässer III. Ordnung müssen im Hochwasserfall über die Schutzlinie geschöpft werden. Negative Auswirkungen auf das Gewässer entstehen dadurch nicht.

### **5.2 Grundwasser und Grundwasserleiter**

Aufgrund der besonderen Lage der Stadt zum Kleinen Regen dient dieser im Normalfall und im Hochwasserfall als Grundwasservorfluter.

Die Grundwasserverhältnisse werden durch die Hochwasserschutzmaßnahme nicht nachteilig beeinträchtigt. Grundsätzlich verläuft parallel zur Hochwasserschutzlinie eine Drainageleitung, welche ansteigendes Sickerwasser fasst und kontrolliert ableitet. Die Tiefgründungen (überschnittene Bohrpfahlwand) erhalten Grundwasserfenster, welche den Grundwasserzustrom zum Vorfluter weiterhin ermöglichen.

Zur Sicherstellung, dass die Grundwasserverhältnisse durch den Hochwasserschutz nicht negativ beeinflusst werden, ist die Errichtung von temporären Beweispegeln vorgesehen.

### **5.3 Wasserbeschaffenheit**

Die Wasserbeschaffenheit ändert sich durch die Hochwasserschutzmaßnahme nicht.

### **5.4 Überschwemmungsgebiet**

Das Überschwemmungsgebiet reduziert sich, da das Stadtgebiet eingedeicht wird. Die Hochwasserschutzlinie folgt dem Regenufer und somit auch dem besiedelten Gebiet.

## 5.5 Überschreitung des Bemessungshochwassers

Bei Überschreitung des Bemessungshochwassers kann das Siel 2 geöffnet werden, um einen kontrollierten Wasserspiegelausgleich herbeizuführen (s. Kapitel 4.7).

## 5.6 Natur und Landschaft, Fischerei

Die geplanten Maßnahmen des „Hochwasserschutz Nittenau - Bauabschnitt 1“ liegen, zumindest teilweise in naturschutzfachlich wertvollen Vegetationsbeständen und Lebensräumen. Um die Auswirkungen des Vorhabens auf den Naturhaushalt und das Landschaftsbild zu ermitteln und auszugleichen werden umfangreiche naturschutzfachliche Unterlagen erstellt:

- UVP-Bericht (Anlage 10.1 der Antragsunterlagen)
- FFH-Verträglichkeitsstudie (Anlage 10.2 der Antragsunterlagen)
- Landschaftspflegerischer Begleitplan (Anlage 10.3 der Antragsunterlagen)
- naturschutzfachliche Unterlagen zur speziellen artenschutzrechtlichen Prüfung (Anlage 10.4 der Antragsunterlagen)
- Kartierbericht: Bestandserhebung der aquatischen Fauna (Fische, Muscheln) im Regen in Nittenau (Anlage 10.5 der Antragsunterlagen)
- Fachbeitrag Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) (Anlage 10.5 der Antragsunterlagen)

In der Umweltprüfung werden die erheblichen Auswirkungen eines Vorhabens auf die Schutzgüter (im Sinne des UVPG) ermittelt, beschrieben und bewertet. Im zugehörigen UVP-Bericht, den der Vorhabensträger der Behörde vorzulegen hat, werden die Schutzgüter Menschen, insbesondere die menschliche Gesundheit, Tiere, Pflanzen und die biologische Vielfalt, Fläche, Boden, Wasser, Luft, Klima und Landschaft, kulturelles Erbe und sonstige Sachgüter sowie die Wechselwirkung zwischen den Schutzgütern untersucht. Der UVP-Bericht zum „Hochwasserschutz Nittenau - Bauabschnitt 1“ ist den Antragsunterlagen in Anlage 10.1 beigefügt. Der UVP-Bericht zeigt, dass unter Einhaltung der geplanten Vermeidungs-, Minimierungs- und Kompensationsmaßnahmen durch das Vorhaben keine erheblichen Umweltauswirkungen zu erwarten sind.

Die geplanten Maßnahmen liegen teilweise innerhalb des FFH-Gebietes DE6741371 „Chamb, Regentalau und Regen zwischen Roding und Donaumündung“. Die FFH-Verträglichkeitsstudie (Anlage 10.2 der Antragsunterlagen) zeigt, dass durch den „Hochwasserschutz Nittenau - Bauabschnitt 1“ erhebliche Beeinträchtigungen für das FFH-Gebiet DE6741371 „Chamb, Regentalau und Regen zwischen Roding und Donaumündung“ mit hinreichend großer Wahrscheinlichkeit auszuschließen sind. Vorhabenbedingt sind keine dauerhaften Beeinträchtigungen und Eingriffe in FFH-Lebensraumtypen nach Anhang I FFH-Richtlinie zu erwarten. Arten, die nach Anhang II FFH-Richtlinie geschützt sind, werden unter Einhaltung der vorgesehenen

Vermeidungs- und Minimierungsmaßnahmen durch das Vorhaben nicht erheblich beeinträchtigt. Erhebliche Beeinträchtigungen der Erhaltungsziele des FFH-Gebietes können mit hinreichend großer Wahrscheinlichkeit ausgeschlossen werden.

Die Auswirkungen der geplanten Maßnahmen auf den Naturhaushalt und das Landschaftsbild werden in einem Landschaftspflegerischen Begleitplan (LBP), Anlage 10.3 der Antragsunterlagen, ausführlich dargestellt und bewertet. Im Rahmen des LBP werden die Eingriffe in den Naturhaushalt ermittelt und hierbei insbesondere der Kompensationsbedarf für das Schutzgut Flora und Fauna berechnet. Es werden umfangreiche Maßnahmen konzipiert, um Eingriffe in den Naturhaushalt und das Landschaftsbild zu vermeiden und zu minimieren. Für unvermeidbare Beeinträchtigungen werden geeignete Maßnahmen des Naturschutzes und der Landschaftspflege entwickelt, um diese auszugleichen bzw. zu ersetzen. Der LBP kommt zu dem Ergebnis, dass Beeinträchtigungen des Naturhaushalts, die durch die Hochwasserschutzmaßnahmen verursacht werden, mit den geplanten landschaftspflegerischen Maßnahmen minimiert und verbleibende Eingriffe vollständig vor Ort kompensiert werden können.

In der naturschutzfachlichen Unterlage zur speziellen artenschutzrechtlichen Prüfung (Anlage 10.4 der Antragsunterlagen) werden die Wirkungen des Vorhabens auf gemeinschaftsrechtlich geschützte Arten bzw. Artengruppen in Bezug auf die artenschutzrechtlichen Verbotstatbestände nach § 44 Abs. 1 i. V. mit Abs. 5 BNatSchG dargelegt. Hierbei zeigt sich, dass durch das Vorhaben für gemeinschaftsrechtlich geschützten Arten bzw. Artengruppen zwar vorhabensbedingt e Beeinträchtigungen entstehen können, diese jedoch für die betroffenen Arten über geeignete Maßnahmen weiterhin verhindert bzw. deutlich minimiert werden können.

Der Regen wird fischereilich genutzt. Im Fischökologischen Fachbeitrag zur Umweltverträglichkeitsprüfung (Anlage zum UVP-Bericht) werden Auswirkungen des Vorhabens auf die Angelfischerei dargelegt. Während der Baumaßnahmen und in den ersten Jahren danach können Auswirkungen auf die Angelfischerei, insbesondere im Unterwasser und weiter flussabwärts entstehen. Dauerhaft wirkt sich die Hochwasserschutzmaßnahme jedoch bei Realisierung der Kompensationsmaßnahmen (Aufwertung des Regen / Uferzone im Bereich der Leitinsel und vorgelagert zur rechtsseitigen Abgrabung) nicht negativ auf den aquatischen Lebensraum und damit die Fischerei aus.

## **5.7 Wohnungs- und Siedlungswesen**

Die Auswirkungen auf das Wohnungs- und Siedlungswesen sind im Bereich von Nittenau positiv. Die bisher von Hochwasser bedrohten Siedlungsbereiche sind nach Fertigstellung des BA 1 hochwassergeschützt bis zum HQ<sub>100</sub>.

## **5.8 Öffentliche Sicherheit und Verkehr**

Die Öffentliche Sicherheit wird durch die Maßnahme deutlich verbessert, da Überschwemmungsgebiete im Hochwasserfall immer ein hohes Potential an Sachschäden haben und auch Personenschäden nicht auszuschließen sind.

Die Verkehrsverhältnisse werden durch die Maßnahme ebenfalls verbessert. Die Ortsstraßen bleiben auch im Hochwasserfall befahrbar und auch überörtliche Straßen wie die Staatsstraße St 2145 wird nach der Maßnahme hochwassergeschützt.

## **5.9 Anlieger und Grundstücke**

Für alle An- und Hinterlieger werden die Verhältnisse besser, da sie vor Hochwasser geschützt sind. Für die Unterlieger am Regen ergeben sich ebenfalls keine Verschlechterungen.

Durch die Stilllegung des Kleinen Regen bei Hochwasser wird der Abflussquerschnitt reduziert, sodass es zu einem Rückstau oberstrom der Maßnahme kommt. Dadurch wird die Situation bei Hochwasser für die Oberlieger im Ortsteil Muckenbach verschlechtert. Für Muckenbach sind daher ebenfalls Objektschutzmaßnahmen vorgesehen.

## **6. Rechtsverhältnisse**

### **6.1 Unterhaltungspflicht betroffener Gewässerstrecken**

Der Regen befindet sich im Eigentum des Freistaats Bayern. Nach den geltenden Wassergesetzen liegt die Ausbau- und Unterhaltungspflicht für den Regen als Gewässer I. Ordnung beim Freistaat Bayern.

### **6.2 Unterhaltungspflicht und Betrieb der baulichen Anlagen**

Die Unterhaltungspflicht für die Bauwerke des Hochwasserschutzes hat der Freistaat Bayern. Der Betrieb und Unterhalt der Hochwasserschutzanlagen gehen mit Fertigstellung in die Verantwortung der Stadt Nittenau als Beteiligter der Hochwasserschutzmaßnahme über.

Die Zuständigkeit für Wartung und Bedienung der Hochwasserschutzeinrichtungen inkl. notwendiger Objektschutzmaßnahmen wird in einer Vereinbarung zwischen dem Freistaat Bayern und der Stadt Nittenau im Detail geregelt. Betrieb und Unterhalt werden in einer Betriebsvorschrift und Betriebsanweisung geregelt.

Die Unterhaltungspflicht des Wehres im Regen sowie der Wasserkraftanlagen regeln die wasserrechtlichen Bewilligungen der Wasserkraftanlagen.

### **6.3 Beweissicherungsmaßnahmen**

Vor Beginn der Baumaßnahmen wird eine Beweissicherung für benachbarte Anwesen durchgeführt.

### **6.4 Privatrechtliche Verhältnisse berührter Grundstücke und Rechte**

Der Grunderwerb ist für die Maßnahme auf das mögliche Minimum beschränkt. Im Zuge der Bauarbeiten muss zur Herstellung des konstruktiven Schutzes in die Grundstücke bauzeitlich eingegriffen werden.

### **6.5 Gewässerbenutzung**

Die Gewässerbenutzungen bleiben unverändert.

## **7. Durchführung des Vorhabens**

### **7.1 Abstimmung mit anderen Maßnahmen**

#### **7.1.1 Brückenneubau**

Parallel zum Hochwasserschutz wird in Nittenau durch das Staatliche Bauamt Amberg-Weiden die Große Regenbrücke erneuert. Für die Brücke wurde ein eigenes straßenbaurechtliches Planfeststellungsverfahren durchgeführt und mit Bescheid vom Oktober 2019 genehmigt. Für die Bauphase ist die Errichtung einer Behelfsbrücke erforderlich. Diese wird im Regen im Unterwasser des V-Wehres mittels einer Schüttung errichtet und bleibt während des gesamten Brückenneubaus bestehen.

Für den Brückenneubau ist eine Bauzeit von vier Jahren vorgesehen. Das hat zur Folge, dass Brückenneubau und HWS parallel nebeneinander ausgeführt werden müssen. Die Schnittstelle liegt dabei an der Regenbrücke.

#### **7.1.2 Städtebau**

Der Bereich westlich der Großen Regenbrücke stellt als Bereich mit hohem Entwicklungspotential das Kerngebiet des städtebaulichen Wettbewerbs dar. Für diesen Bereich plant die Stadt Nittenau eine hervorgehobene, städtebauliche Entwicklung direkt parallel neben der geplanten HWS-Mauer. Die Planung zum Hochwasserschutz wurde mit diesen Planungen abgestimmt. Zeitlich sollen die städtischen Planungen diesbezüglich nach der Herstellung des Hochwasserschutzes erstellt werden.

### **7.2 Einteilung in Bauabschnitte**

Die Hochwasserschutzmaßnahme wird in zwei Bauabschnitten ausgeführt. Mit den Maßnahmen des BA 01 wird die Stadt Nittenau vor einem  $HQ_{100}$  geschützt. Der Hochwasserschutz  $HQ_{100+15\%}$  wird im BA 01 mit dem Freibordbereich abgedeckt. Mit den Maßnahmen des BA 02 wird die Stadt Nittenau vor einem  $HQ_{100+15\%}$  geschützt.

#### Bauabschnitt 1 (BA 01)

Herstellung der Hochwasserschutzanlagen am linken Ufer, Herstellung der Abgrabungen und Objektschutz am rechten Ufer.

#### Bauabschnitt 2 (BA 02)

Rückverlegung V-Wehr, Herstellung Fischaufstieg und Objektschutz am linken Ufer.



### **7.3 Bauablauf**

Vor Baubeginn ist eine Kampfmittelsondierung entlang der Bauflächen durchzuführen. Die Bauarbeiten dürfen erst nach Freigabe der Bauflächen begonnen werden. Sollten im Rahmen der Bauausführung Bodendenkmäler entdeckt werden, so ist diese dem Denkmalschutz zu melden. Der Bauablauf des BA 1 wird in vier Bauphasen unterteilt, wobei sich die Bauphasen bereichsweise zeitlich überlappen können.

Es wird aus Fischschutzgründen angestrebt, jedes Jahr zwischen Anfang März und Ende September keine Arbeiten im Gewässer durchzuführen. Sofern Baustraßen im Gewässer für die Arbeiten erforderlich sind, werden diese bis Ende Februar hergestellt bzw. ab Ende September zurückgebaut, sodass sich die Arbeiten im Gewässer auf den Zeitraum zwischen Oktober und Februar erstrecken. In notwendigen Ausnahmefällen erfolgt eine enge Abstimmung mit den zuständigen Behörden.

#### **7.3.1 Bauphase 1**

In der Bauphase 1 werden die Hochwasserschutzanlagen oberstrom der Brücke St 2149 im Bereich der Angerinsel ausgeführt. Dies beinhaltet die Errichtung von Siel 1, HWS-Mauer Angerinsel Ost und der Aufenthaltsfläche zwischen Siel 1 und HWS-Mauer.

- 1) Herstellung Baugrube Siel 1
- 2) Herstellung Siel 1 (Zulauf vom Großen Regen in den Kleinen Regen während der Bauphase über den Westarm des Einmündungsbereichs)
- 3) Herstellung Baustraße und BE-Fläche im Bereich der Aufenthaltsfläche zwischen Siel 1 und HWS-Mauer (Baustraße 0,5 m über Wsp. MQ bzw. über Stauziel der Wasserkraftanlage)
- 4) Herstellung Bohrpfahlwand mit Kopfbalken HWS-Mauer Angerinsel Ost (Zulauf vom Großen Regen in den Kleinen Regen während der Bauphase über Siel 1)
- 5) Herstellung aufgehende Wände HWS-Mauer Angerinsel Ost
- 6) Herstellung Aufenthaltsfläche zwischen Siel 1 und HWS-Mauer

#### **7.3.2 Bauphase 2**

In der Bauphase 2 werden die Hochwasserschutzanlagen oberstrom der Brücke St 2149 ab dem Zulauf des Großen Regen in den Kleinen Regen bis zum Bauhof ausgeführt. Dies beinhaltet die Errichtung der HWS-Deiche. Bei der Herstellung der HWS-Deiche gibt es keine Abhängigkeiten und erfolgt daher in einem Block. Die Arbeiten können auch parallel zur Bauphase 1 erfolgen.

### **7.3.3 Bauphase 3**

In der Bauphase 3 werden die Hochwasserschutzanlagen unterstrom der Brücke St 2149 bis zum Angerspitz (Ende Angerinsel) und der Wiedereinmündung des kleinen Regen in den Großen Regen errichtet. Dies beinhaltet die Errichtung von Siel 2, Plattform am Angerspitz mit integriertem Schöpfwerk und HWS-Mauer mit Wegerampe. Der Bau von Siel 2 kann begonnen werden, sobald das Siel 1 fertiggestellt ist.

- 1) Bauzeitliche Abgrabung des Angerspitzes (Gewässerdurchstich vom Kleinen Regen in den Großen Regen während der Bauphase), Umleitung Reisachbach, bauzeitliche Furt und Baustraßen im Gewässer
- 2) Herstellung Bohrpfähle Plattform Angerspitz und Bohrpfähle HWS-Mauer Wegerampe, parallel dazu Herstellung Spundwandverbau am nördlichen und südlichen Ufer der Angerinsel und Baugrube Siel 2
- 3) Herstellung Kopfbalken
- 4) Herstellung Einlaufbauwerk, Zulaufkanal und Siel 2
- 5) Herstellung Spundwandverbau Schöpfwerk und teilweise aufgehende Wände Plattform Angerspitz
- 6) Herstellung Schöpfwerk
- 7) Herstellung restliche aufgehende Wände Plattform Angerspitz
- 8) Ziehen Spundwände, Rückbau Baustraßen und Wiederverfüllung Gewässerdurchstich

### **7.3.4 Bauphase 4**

In der Bauphase 4 werden die Hochwasserschutzanlagen unterstrom der Brücke St 2149 auf der Angerinsel errichtet. Dies beinhaltet die Errichtung von HWS-Deich 2 und HWS-Mauer Angerinsel West.

- 1) Absperren Kanal zwischen Angerinsel und Leitinsel (Erddamm)
- 2) Herstellung Bohrpfahlwand mit Kopfbalken HWS-Mauer Angerinsel West
- 3) Herstellung aufgehende Wände HWS-Mauer Angerinsel West
- 4) Herstellung HWS-Deich 2

### **7.4 Bauzeiten**

Die geschätzte Bauzeit für die Herstellung der Hochwasserschutzanlagen des BA 1 beträgt ca. 2-3 Jahre, wobei sich die nachfolgend aufgeführten Bauphasen bereichsweise zeitlich überlappen.

**Bauphase 1**

	<b>Bauzeit</b>
Herstellung Baugrube Siel 1	1 Monat
Herstellung Siel 1	4 Monate
Herstellung Baustraße HWS-Mauer Angerinsel Ost, Sicherung Sparten	2 Wochen
Herstellung Bohrpfähle für Gründung HWS-Mauer Angerinsel Ost	2 Monate
Herstellung Kopfbalken HWS-Mauer Angerinsel Ost	3 Monate
Herstellung aufgehende Wände HWS-Mauer Angerinsel Ost	4,5 Monate
Herstellung Klein-Venedig	2 Monate
Restarbeiten, Wegebau, Verlegen Drainage	1 Monat
<b>Summe</b>	<b>ca. 18 Monate</b>

**Bauphase 2 (Ausführung parallel zu Bauphase 1 möglich)**

Herstellung Erdbauwerke (HWS-Deiche östlich der Angerinsel)	<b>ca. 8 Monate</b>
---	---------------------

**Bauphase 3 (Beginn ab Fertigstellung von Siel 1 möglich)**

Bauzeitliche Abgrabung Angerinsel	2 Wochen
Herstellung Siel 1	4 Monate
Herstellung Schöpfwerk	4 Monate
Herstellung Plattform am Angerspitz	1 Monat
Herstellung Bohrpfähle für Gründung HWS-Mauer mit Wegerampe	2 Monate
Herstellung Kopfbalken HWS-Mauer mit Wegerampe	1 Monat
Herstellung aufgehende Wände HWS-Mauer mit Wegerampe	2 Monate
<b>Summe</b>	<b>ca. 14,5 Monate</b>

**Bauphase 4 (Erdbauarbeiten parallel zu Massivbauarbeiten möglich)**

Herstellung Erdbauwerk (HWS-Deich Angerinsel)	4 Monate
Herstellung Bohrpfähle für Gründung HWS-Mauer Angerinsel West	2 Monate
Herstellung Kopfbalken HWS-Mauer Angerinsel West	3 Monate
Herstellung aufgehende Wände HWS-Mauer Angerinsel West	4,5 Monate
<b>Summe</b>	<b>ca. 13,5 Monate</b>

Die Arbeiten können und sollten in mehrere Vergabeeinheiten aufgeteilt werden. Die Ausschreibung kann beispielhaft in den folgenden Losen erfolgen.

- Los 1      Stahlwasserbau - Verschlüsse und Antriebe Sielbauwerke
- Los 2      Technische Ausrüstung - Pumpen und Steuerungstechnik Schöpfwerk
- Los 3      Massivbau Angerinsel - Siel 1, Klein-Venedig, HWS-Mauer
- Los 4      Erdbau oberstrom und Angerinsel - HWS-Deiche
- Los 5      Massivbau Angerspitz - Siel 2, Schöpfwerk und Plattform Angerspitz

Bei der Ausschreibung zu beachten sind lange Lieferzeiten in den Vergabeeinheiten Stahlwasserbau und technische Ausrüstung. Die Lieferzeit beispielsweise für die Pumpen kann bis zu 8 Monate betragen.

## **7.5      Projektrisiken**

### **7.5.1      Sparten**

Durch das Projektgebiet verläuft eine Vielzahl von Sparten, welche im Zuge der Maßnahme zu sichern und / oder umzuverlegen zu sind.

Eine detaillierte Planung der Verlegungsmaßnahmen muss in enger Abstimmung mit den jeweiligen Spartenträgern im Zuge der fortschreitenden Planung erfolgen.

Grundsätzlich besteht die Möglichkeit, die Durchdringung von vorhandenen Leitungen durch Sonderkonstruktionen baupraktisch wasserundurchlässig an die Hochwasserschutzwand anzuschließen.

### **7.5.2      Baugrund**

Im Zuge der Baugrunderkundung erfolgte keine Analyse der künstlich aufgefüllten Böden auf Schadstoffe. Vor der Bauausführung sind daher ergänzende Altlastenuntersuchungen durchzuführen, um eine mögliche Belastung des Untergrundes ausschließen zu können. Grundsätzlich sollte eine Massenbilanz erfolgen, sodass möglichst wenig Material abgefahren werden muss. Im Bereich des Deichs am Sportplatz wurde die Schutzlinie nachträglich verschoben. Hier müssen vor der Bauausführung ergänzende Baugrunderkundungen durchgeführt werden.

### 7.5.3 Bauzeitliche Risiken

Bauzeitliche Risiken bestehen durch die Sparten und durch ein potenzielles Hochwasserereignis. Diesen bauzeitlichen Risiken wird insofern entgegengewirkt, dass die Sparten bei Erfordernis gesichert und bei einem Hochwasserereignis entsprechende Maßnahmen seitens der Baufirmen ergriffen werden (Sicherung der Baustelle und des Vorhabens vor Erosion sowie vor Abschwemmen von Gegenständen bzw. Baumaterialien).

### 7.6 Vorsorgender Bodenschutz

Im Rahmen der Objektplanung erfolgte eine Massenbilanzierung der erforderlichen Erdbewegungen im Zuge der Baumaßnahme. Die Massenbilanz umfasst eine Aufstellung des Aushubmaterials und dessen geplante Entsorgung bzw. Wiederverwendung sowie eine Zusammenstellung der Liefermaterialien. Die Gesamtbilanz ist in der Anlage 7.7 beigelegt und umfasst die folgenden Materialbewegungen.

**Tabelle 15:** Zusammenstellung Materialbewegungen.

<b>Liefermaterial</b>	<b>Menge [m³]</b>
Deichbaumaterial / Aufschüttung Baustraßen / Bohrplanum	ca. 30.000
<b>Zwischenlagerung und Wiedereinbau</b>	<b>Menge [m³]</b>
Oberboden / Aushub und Wiederverfüllung Baugruben / Baustraßen	ca. 20.000
<b>Entsorgung</b>	<b>Menge [m³]</b>
Oberboden / Bodenaustausch / Abgrabungen / Bohrgut Bohrpfähle	ca. 30.000

Wie in Kapitel 7.5.2 erläutert, erfolgte im Rahmen der Baugrunderkundung keine Analyse der künstlich aufgefüllten Böden auf Schadstoffe. Eine Abschätzung der Menge an belastetem Bodenaushub ist daher schwer durchzuführen.

## **8. Kostenzusammenstellung**

### **8.1 Gesamtkosten**

Die Baukosten des Vorhabens belaufen sich auf circa

20.873.000 € netto.

Eine detaillierte Aufstellung der Kosten kann der Kostenberechnung entnommen werden. Die Kosten für landschaftspflegerische Begleitmaßnahmen wurden überschlägig ermittelt und sind auf Basis der naturschutzfachlichen Planungen im weiteren Projektverlauf zu konkretisieren.

### **8.2 Kostenbeteiligungen**

Die vorgelagerte Rampe mit den geplanten Wasserspielen im Bereich der HWS-Mauer Angerinsel West ist der Planung im Rahmen des städtebaulichen Wettbewerbs geschuldet und wird im Rahmen der Hochwasserschutzmaßnahme mit hergestellt. Die Kosten hierfür werden von der Stadt Nittenau übernommen.