

Wasserstraßen- und Schifffahrtsamt Rhein
Vorstadt 74-76
55411 Bingen



Anlage 1

Planfeststellungsverfahren

gemäß §§ 12, 14 ff. Bundeswasserstraßengesetz

Vorhaben:

**Abladeoptimierung der Fahrrinnen am Mittelrhein
Teilabschnitt 3, „Jungferngrund“ und „Geisenrücken“
Rhein-km 547,50 bis 557,00**

und

Vorhaben:

Ufermodellierung am Tauber Werth

Erläuterungsbericht

Stand: 17.11.2025

Inhaltsverzeichnis

1	Lage und Gegenstand der Vorhaben	1
1.1	Gegenstand und Umfang des Planfeststellungsverfahrens	1
1.2	Vorhaben AOMR und Begründung der Abschnittsbildung	5
2	Veranlassung und Notwendigkeit der Vorhaben	7
3	Vorhabenalternativen	9
3.1	Planungsziele der Vorhaben	9
3.2	Alternativenprüfungen im Einzelnen	10
3.2.1	Nullvariante	10
3.2.2	Räumliche Alternativen	10
3.2.3	Baulich-technische Alternativen bzw. Ausführungsalternativen	10
4	Art und Umfang der Baumaßnahme	18
4.1	Standort der Vorhaben	18
4.2	Baugrund	22
4.3	Wasserwirtschaftliche Grundlagen	24
4.3.1	Hydrologie	24
4.3.2	Grundwasser (Hydrogeologie)	25
4.3.3	Hochwasser	25
4.4	Klimawirkungsanalyse	25
4.5	Beschreibung des geplanten Vorhabens AOMR TA 3 und des Vorhabens Ufermodellierung am Tauber Werth	26
4.5.1	Vorhaben AOMR TA 3	26
4.5.2	Vorhaben Ufermodellierung am Tauber Werth	34
5	Auswirkungen des Vorhabens AOMR TA 3 und des Vorhabens Ufermodellierung am Tauber Werth, Schutz- und Kompensationsmaßnahmen	35
5.1	Wasserwirtschaftliche Auswirkungen	35
5.1.1	Oberflächengewässer	36
5.1.2	Grundwasser	38
5.1.3	Hochwasserneutralität	38
5.2	Auswirkungen auf Natur und Landschaft	40
5.3	Klimaschutzbetrachtung	40
5.4	Immissionen	42
5.4.1	Lärm	42
5.4.2	Erschütterungen durch Felsabtrag	43
5.4.3	Trübungen	44
6	Beweissicherungs- und Begleituntersuchungen	45

6.1	Lärm, Erschütterungen, Trübungen	45
6.1.1	Lärm.....	45
6.1.2	Erschütterungen	45
6.1.3	Trübungen	45
6.2	Konzept zum Nachweis der maßnahmenbedingten Änderungen der Wasserspiegellagen bei Hochwasserereignissen.....	45
6.3	Grundwasser	45
7	Grundstücksinanspruchnahme.....	46
8	Literaturverzeichnis.....	47

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Vorhaben: AOMR: Abschnittsbildung und Aufteilung auf drei Planfeststellungsverfahren	1
Abbildung 2: Übersicht der streckenspezifischen Besonderheiten im TA 3 Tiefen unter GIW ₁₈₃ .	21
<i>Abbildung 3: Bauablauf Vorhaben AOMR TA 3</i>	30

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Kennzeichnende Abflüsse und Wasserstände in Verbindung mit der Abflusskurve am Pegel Kaub	24
Tabelle 2: Kennzeichnender Abfluss und Wasserstand in Verbindung mit dem wirtschaftlich relevanten Bezugswasserstand GIW ₁₈₃ am Pegel Kaub	24
Tabelle 3: Abmessungen und Volumen der vier Grundschnellen	28
Tabelle 4: Immissionsrichtwerte nach Gebietsnutzungen gemäß 3.1.1: AVV Baulärm und § 1 Baunutzungsverordnung	42

Abkürzungsverzeichnis

AK	Abflusskurve
AOMR	Abladeoptimierung der Fahrrinnen am Mittelrhein
AT	Arbeitstage
AVV	Allgemeine Verwaltungsvorschrift
BAW	Bundesanstalt für Wasserbau
BfG	Bundesanstalt für Gewässerkunde
BGBI	Bundesgesetzblatt
BImSchV	Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes
BVerwG	Bundesverwaltungsgericht
DAS	Deutsche Anpassungsstrategie an den Klimawandel
dB	Dezibel
ELWIS	Elektronischer Wasserstraßen Informationsservice
FFH	Flora-Fauna-Habitat
FÖB	Frühe Öffentlichkeitsbeteiligung
GBeschlG	Genehmigungsbeschleunigungsgesetz
GIW	Gleichwertiger Wasserstand
GDWS	Generaldirektion Wasserstraßen und Schifffahrt
GW	Grundwasser
HABAB-WSV	Handlungsanweisung für den Umgang mit Baggergut aus Bundeswasserstraßen im Binnenland
Hz	Hertz
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change, Zwischenstaatlicher Ausschuss für Klimaänderungen bzw. Weltklimarat
KWA	Klimawirkungsanalyse
KWRA	Klimawirkungs- und -Risikoanalyse für Deutschland 2021
KSG	Bundes-Klimaschutzgesetz
KrWG	Kreislaufwirtschaftsgesetz
LBP	Landschaftspflegerischer Begleitplan
MgvG	Maßnahmengesetzvorbereitungsgesetz
MHW	Wasserstand eines mittleren Hochwassers
MHQ	Abfluss eines mittleren Hochwassers
MQ	Mittelwasserabfluss
MW	Mittelwasser

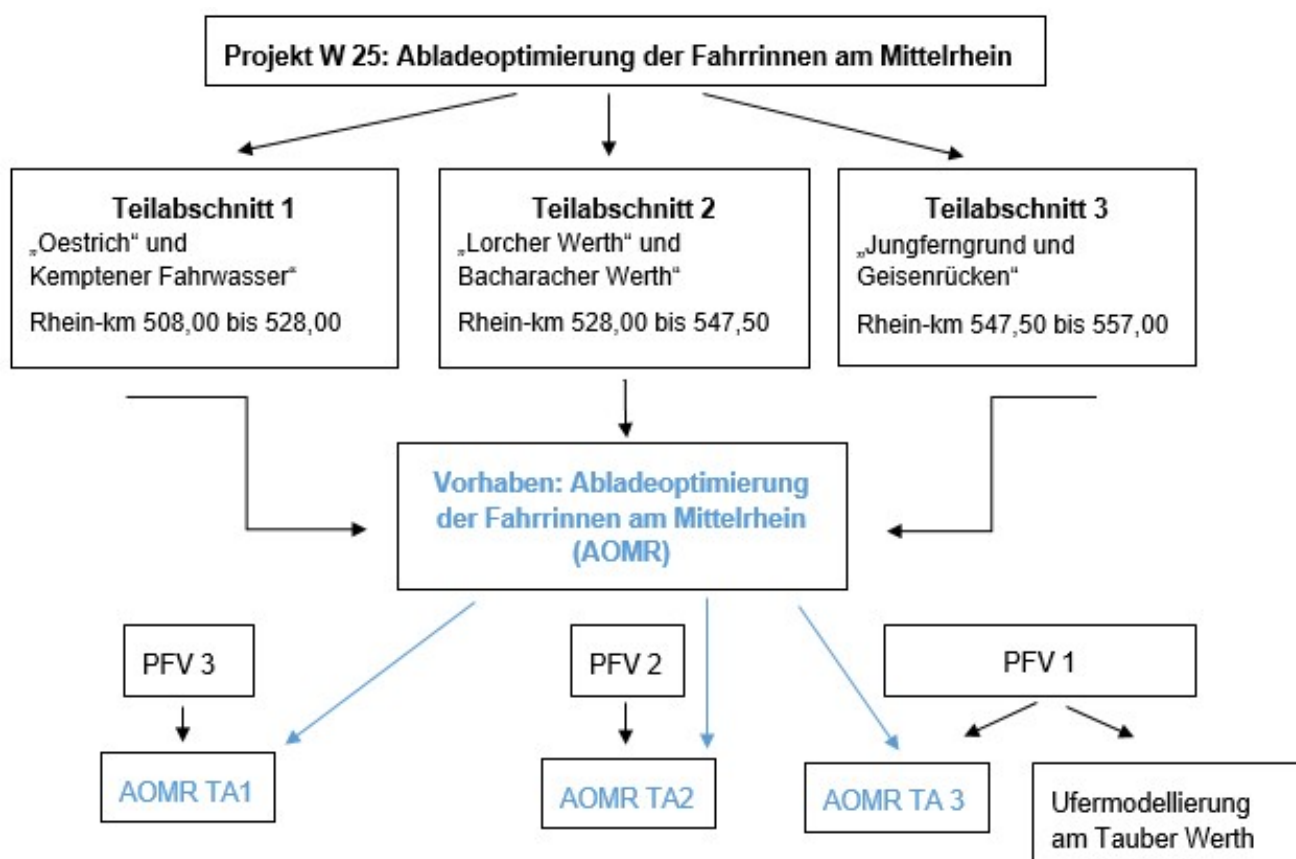
NHN	Normalhöhennull
NW	Niedrigwasser
P	Perzentil
PFV	Planfeststellungsverfahren
RCP	Representative Concentration Pathways - Repräsentative Konzentrationspfade; Szenarien für die Entwicklung der Konzentration von klimarelevanten Treibhausgasen in der Atmosphäre
RheinSchPV	Rheinschiffahrtspolizeiverordnung
SES	Sedimentecholotmessung
t	Tonnen
TA	Teilabschnitt
TdV	Träger des Vorhabens
THG	Treibhausgas-Emissionen
UVP	Umweltverträglichkeitsprüfung
UVPG	Gesetz über die Umweltverträglichkeit
WaStrAbG	Bundeswasserstraßenausbaugesetz
WaStrG	Bundeswasserstraßengesetz
WHG	Wasserhaushaltsgesetz
WSA	Wasserstraßen- und Schifffahrtsamt
WSP-Lagen	Wasserspiegellagen
WSV	Wasserstraßen- und Schifffahrtsverwaltung
WRRL	Wasserrahmenrichtlinie
Z	Zähigkeit

1 Lage und Gegenstand der Vorhaben

1.1 Gegenstand und Umfang des Planfeststellungsverfahrens

Gegenstand des vorliegenden Planfeststellungsverfahrens (PFV) sind zwei selbstständige Vorhaben, konkret der Teilabschnitt 3 (TA 3) des Vorhabens Abladeoptimierung der Fahrrinnen am Mittelrhein (AOMR)¹ sowie das Vorhaben Ufermodellierung am Tauber Werth. Da sich das Vorhaben Ufermodellierung am Tauber Werth geografisch im selben Bereich wie die AOMR TA 3 befindet und sich die Untersuchungsräume der beiden Vorhaben zum Teil überlagern, werden die Verfahren der beiden Vorhaben aus Gründen der Zweckmäßigkeit miteinander verbunden. Zur besseren Verständlichkeit der Abschnittsbildung und Aufteilung auf verschiedene PFV wird untenstehende Abbildung 1 eingefügt.

Abbildung 1: Vorhaben: AOMR: Abschnittsbildung und Aufteilung auf drei Planfeststellungsverfahren



¹ Das Vorhaben AOMR entspricht dem Projekt „Abladeoptimierung der Fahrrinnen am Mittelrhein“, welches im Bundesverkehrswegeplan als W 25 unter der Kategorie „vordringlicher Bedarf zur Engpassbeseitigung“ gelistet ist.

Vorhaben AOMR TA 3

Der Vorhabenbereich AOMR TA 3 erstreckt sich von Rhein-km 547,50 bei Kaub bis Rhein-km 557,00 bei St. Goar vollständig innerhalb des Gewässerbetts und dort hauptsächlich innerhalb der Fahrrinne. Gegenstand des Vorhabens ist der nachhaltige Ausbau der Fahrrinne auf eine Tiefe von 2,10 m unter GIW₂₀². Der Ausbau erfolgt durch Sohlabtrag in Form von Nassbaggerungen³ in Bereichen, wo es sich um Lockergestein handelt, sowie in Form von Felsabtrag. Der Felsabtrag erfolgt hauptsächlich im Bereich um die Felsformation Geisenrücken (Rhein-km 551,20 bis 553,50). Der restliche Felsabtrag verteilt sich auf kleinere Einzelflächen an den Fahrrinnenrändern in den Bereichen von Rhein-km 553,90 bis 554,80 und von Rhein-km 555,40 bis 556,60. Nassbaggerungen erfolgen hauptsächlich im Bereich der Kiesbank Jungferngrund (Rhein-km 550,70 bis 551,20), sowie am linken Fahrrinnenrand zwischen Rhein-km 553,50 bis 553,90 als auch auf Höhe des Schutzhafens Loreley (Rhein-km 554,80 bis 555,40).

Nach Ausbau der Fahrrinne ist davon auszugehen, dass die Mengen und Häufigkeiten natürlicher Sedimentanlandungen innerhalb der Fahrrinne auf Höhe der Kiesbank Jungferngrund zunehmen werden. Zum Ausgleich wird zusätzlich zu den Sohlabtragsmaßnahmen eine Kombination aus Regelungsbauwerken errichtet, um die wiederkehrenden Sedimentanlandungen am Jungferngrund dauerhaft zu reduzieren. Die Kombination von vier Grundswellen⁴ mit einer ökologisch optimierten Teilverfüllung eines Kolkes⁵ hat sich als wirksam hinsichtlich einer dauerhaften Reduzierung der Sedimentanlandungstendenzen erwiesen.

Es werden vier Grundswellen in einem Kolk oberstrom⁶ des Jungferngrundes zwischen Rhein-km 550,42 bis 550,60 aus Wasserbausteinen errichtet. Die Grundswellen werden in einem Abstand von rund 50 m zueinander angeordnet. Die Grundswellen sind stromabwärts mit einem Winkel von 55° zur Gewässerachse ausgerichtet, haben eine Rückenlänge zwischen 45 m bis max. 55 m, eine mittlere Bauwerkshöhe zwischen 0,70 m bis 1,59 m und liegen mit der Bauwerksoberkante 4,25 m bis 4,50 m unter GIW₂₀.

Die ökologisch optimierte Teilverfüllung des Kolkes sieht eine Teilverfüllung des Kolkes vor, welcher unterstrom des Tauber Werths bei Rhein-km 551,08 beginnt. Dieser Kolk wird auf den ersten 300 m bis Rhein-km 551,39 auf ein Niveau von 3,5 m unter GIW₂₀ mit Wasserbausteinen teilverfüllt. Die Mächtigkeit der ökologisch optimierten Teilverfüllung des Kolkes variiert in Abhängigkeit des Sohlhöhenverlaufs im Kolk zwischen 0,6 m bis maximal 2,7 m. Zusätzlich werden quer zur Fließrichtung verlaufende Mulden mit unterschiedlichen Grundformen, Tiefen und Ausrichtungen in die Kolkverfüllung eingebracht.

Übersichtsplan beider Vorhaben, Anlage 4.2

Zur Kompensation nicht vermeidbarer Beeinträchtigungen ist die Ausgleichs- und Ersatzmaßnahme A1: „Aufwertung Wellmicher Bach, Teilbereich 1“ vorgesehen.

Übersichtsplan beider Vorhaben mit Kompensationsmaßnahmen, Anlage 4.1 LBP, Maßnahmenblatt A1, Anlage 15.2

² „Der gleichwertige Wasserstand (GIW) ist der Wasserstand, der bei einem gleichwertigen niedrigen Abfluss mit einer Unterschreitungsdauer von 20 Tagen im langjährigen Mittel längs des Rheins auftritt.“ (ZKR, Protokoll 19 (2014-II-17, 3021-II-23)). Im Rahmen dieses Vorhabens AOMR wird der Begriff GIW₂₀ anstelle des von der ZKR eingeführten Begriffs GIW verwendet. Der GIW wird von der ZKR alle 10 Jahre erneuert. Der jeweils gültige GIW ist an der hinzugefügten Jahreszahl zu erkennen. „Der mit Beschluss 2014-II-17 festgesetzte GIW 2012 ist mit Wirkung vom 31.12.2022 aufgehoben. Der GIW 2022 gilt bis zum 31.12.2031.“ (ZKR, Protokoll 19 (2014-II-17, 3021-II-23))“ Im Vorhaben AOMR wird in der Regel auf die Angabe einer Jahreszahl verzichtet, es ist der GIW in seiner jeweils gültigen Form gemeint.

³ Als Nassbaggerungen werden Baggerungen im Gewässerbett, also unter Wasser bezeichnet.

⁴ Als Grundswellen werden hier Regelungsbauwerke bezeichnet, die in der Sohle des Rheins angeordnet sind, und im Gegensatz zu Sohlswellen über die Sohle hinausragen.

⁵ Als Kolk wird hier eine Vertiefung (auch Übertiefe) in der Flußsohle bezeichnet.

⁶ Die Verwendung der Adverbien „oberstrom“ und „unterstrom“ werden im Bezug zur Wasserstraße immer in Fließrichtung verwendet.

Vorhaben Ufermodellierung am Tauber Werth

Gegenstand des **Vorhabens ist eine Vor- und Aufschüttung am Rheinufer unterstrom des Tauber Werths** zur Reduzierung von Querströmungen auf die Schifffahrt. Die Ufermodellierung erfolgt durch eine Vor- und Aufschüttung mit Wasserbausteinen auf dem linken⁷ Rheinufer im Bereich der Querströmungen.

Der Vorhabenbereich erstreckt sich horizontal 300 m entlang des linken Rheinufers unterstrom des Tauber Werths von Rhein-km 551,15 bis 551,45 und reicht in Abhängigkeit des Uferverlaufs von der Uferlinie⁸ bei GIW_{183} ⁹ bis maximal 25 m in Richtung des Vorlandes¹⁰, sowie bis zu 25 m in Richtung der Gewässersohle. Die Aufschüttung erfolgt oberhalb von $GIW_{20} 2022 + 0,65$ m mit einer Neigung von 1:8 bis zur Verschneidung mit dem natürlichen Ufer. Unterhalb von $GIW_{20} 2022 + 0,65$ m erfolgt die Vorschüttung mit einer Neigung von 1:3,5 bis zur Verschneidung mit der natürlichen Gewässersohle. Die Mächtigkeit der Aufschüttung variiert in Abhängigkeit des Uferverlaufs zwischen 0,1 m bis maximal ca. 2,5 m.

Zusätzlich wird ein Teil des bestehenden Ufermaterials als oberste Lage auf die Aufschüttung aus Wasserbausteinen aufgebracht.

Lageplan der Maßnahmen am Jungferngrund und Tauber Werth, Anlage 5.1
Entwurfszeichnung Ufermodellierung, Anlage 9.4

Zur Kompensation nicht vermeidbarer Beeinträchtigungen ist die Ausgleichs- und Ersatzmaßnahme A2: „Aufwertung Wellmicher Bach, Teilbereich 2“ vorgesehen. Weitere Ausführung können dem Maßnahmenblatt Maßnahme A2 des LBP, Anlage 15.2, entnommen werden.

Übersichtsplan beider Vorhaben mit Kompensationsmaßnahmen, Anlage 4.1
LBP, Maßnahmenblatt A2, Anlage 15.2

Der Ausbau von Bundeswasserstraßen bedarf der vorherigen Planfeststellung gem. § 14 Abs. 1 Bundeswasserstraßengesetz (WaStrG). Dabei sind die von den Vorhaben berührten öffentlichen und privaten Belange einschließlich der Umweltverträglichkeit im Rahmen der Abwägung zu berücksichtigen.

Anhörungs- und Planfeststellungsbehörde ist für beide Vorhaben die

Generaldirektion Wasserstraßen und Schifffahrt (GDWS)

Standort Mainz

Brucknerstraße 2

55127 Mainz

⁷ Die Verwendung der Adverbien „links“ und „rechts“ werden im Bezug zur Wasserstraße immer in Fließrichtung gesehen verwendet.

⁸ Als Uferlinie wird hier die Schnittlinie zwischen Ufer und dem Mittelwasserstand bei GIW_{183} bezeichnet.

⁹ Der GIW_{183} ist ein Bezugswasserstand bei mittleren Abflüssen bzw. Wasserständen. Er bezeichnet den Wasserstand, der bei einem gleichwertigem mittlerem Abfluss mit einer Unterschreitungsdauer von 183 Tagen im langjährigen Mittel längs des Rheins auftritt und etwa dem Mittelwasser entspricht (vgl. Abschnitt 4.3.1).

¹⁰ Als Vorland wird hier das Gelände bezeichnet, welches über der natürlichen Uferkante oder über der Uferlinie bei Mittelwasser liegt.

Der Ausbau von Bundeswasserstraßen als Verkehrsweg ist Hoheitsaufgabe des Bundes nach § 12 Abs. 1 WaStrG in der Fassung der Bekanntmachung vom 23.05.2007 (BGBl. I S. 962; 2008 I S. 1980), zuletzt geändert durch Art. 5 des Gesetzes vom 22. Dezember 2023 (BGBl. 2023 I Nr. 409).

Träger des Vorhabens (TdV) ist für beide Vorhaben jeweils

die Bundesrepublik Deutschland vertreten durch das

Wasserstraßen- und Schifffahrtsamt Rhein (WSA)

Vorstadt 74-76

55411 Bingen

Das Maßnahmengesetzvorbereitungsgesetz (MgvG) ermöglichte es, dass der Bundestag abweichend von § 14 Abs. 1 WaStrG durch ein Maßnahmengesetz anstelle eines Verwaltungsakts bestimmte Verkehrsinfrastrukturprojekte zulassen konnte. Am 29.12.2023 ist das Gesetz zur Beschleunigung von Genehmigungsverfahren im Verkehrsbereich und zur Umsetzung der Richtlinie (EU) 2021/1187 über die Straffung von Maßnahmen zur rascheren Verwirklichung des transeuropäischen Verkehrsnetzes (Genehmigungsbeschleunigungsgesetz) in Kraft getreten. Durch Artikel 13 Genehmigungsbeschleunigungsgesetz (GBeschlG) wurde das MgvG vom 22. März 2020 (BGBl. I S. 640), das zuletzt durch Artikel 4 des Gesetzes vom 8. August 2020 (BGBl. I, S. 1795) geändert worden ist, aufgehoben.

In Verbindung mit der Durchführung des Scopingverfahrens wurde auch die Durchführung des vorbereitenden Verfahrens bzw. eines PFV für beide Vorhaben vom TdV am 08.06.2022 bei der GDWS als zuständiger Behörde nach den §§ 4 ff. MgvG beantragt. Im weiteren Verfahrensgang findet das MgvG keine Anwendung mehr, daher wird für beide Vorhaben nunmehr jeweils ein Antrag auf Planfeststellung gestellt. Das Verfahren für beide Vorhaben wird nach den §§ 14 bis 14e des WaStrG i.V.m. §§ 10, 72 bis 78 des Verwaltungsverfahrensgesetzes durchgeführt. Die Zulassung erfolgt durch die GDWS als zuständige Behörde mittels Planfeststellungsbeschluss.

Das Erfordernis einer allgemeinen Vorprüfung des Einzelfalls im Hinblick auf die Pflicht zur Durchführung einer Umweltverträglichkeitsprüfung (UVP) für die geplanten Vorhaben ergibt sich aus § 9 Abs. 2 Nr. 2 Gesetz über die Umweltverträglichkeit (UVPG). Der TdV hat einen Antrag auf das Entfallen der UVP-Vorprüfung gestellt. Die Zweckmäßigkeit des Entfallens der Vorprüfung wurde durch die GDWS als zuständige Behörde geprüft.

Am 16.06.2023 erfolgte die Unterrichtung über den Untersuchungsrahmen nach § 6 Abs. 1 und 2 MgvG i.V.m. § 15 UVPG durch die zuständige Behörde. Die Festsetzung des voraussichtlichen Untersuchungsrahmens für die Erstellung des UVP-Berichts für beide Vorhaben erfolgte auf der Grundlage

- der vom TdV vorgelegten Scopingunterlage vom September 2022
- der von den beteiligten Behörden und Verbänden abgegebenen Stellungnahmen
- der zum Scopingtermin am 22. und 23.02.2023 vorgelegten Karten mit den erweiterten Untersuchungsgebieten zu Reptilien sowie Rast- und Zugvögeln
- der Niederschrift zum Scopingtermin am 22.02.2023 für die Behörden (vom 03.05.2023), der Niederschrift zum Scopingtermin am 22.02.2023 für die nach § 3 Umweltrechtsbehelfsgesetz anerkannten Vereinigungen (vom 08.05.2023) und der Niederschrift zum Scopingtermin am 23.02.2023 für die betroffene Öffentlichkeit (vom 08.05.2023).

1.2 Vorhaben AOMR und Begründung der Abschnittsbildung

Der Rhein ist die für den Gütertransport bedeutendste Binnenschiffahrtsstraße Europas. Rund 80 % des Güterverkehrs in der Binnenschiffahrt findet auf dieser internationalen Magistrale statt, welche die westlichen Seehäfen mit dem Hinterland verbindet. Die Industrie längs des Rheins, etwa aus dem Stahl-, Chemie-, Kraftwerks- und Mineralölsektor, hat ihre Logistik maßgeblich auf die Güterschiffahrt ausgerichtet. Gleichzeitig erfüllt der Rhein eine wichtige Funktion als Lebens- und Erholungs- sowie Naturraum.

Aufgrund der niedrigen gesamtwirtschaftlichen Kosten pro Tonnenkilometer besitzt die Binnenschiffahrt eine hohe volkswirtschaftliche Bedeutung. Betrachtet man ferner die Emissionen pro Tonnenkilometer, so ist sie einer der ökologischsten Verkehrsträger und somit ein wichtiger Baustein der Klimaschutzpolitik im Verkehrsbereich. Die Binnenschiffahrt mit ihren positiven Eigenschaften noch stärker an der Verkehrsleistung zu beteiligen, ist ein erklärtes Ziel der Verkehrspolitik, sowohl auf nationaler als auch auf europäischer Ebene. Die Niedrigwassersituationen der vergangenen Jahre zeigten eindrücklich die herausragende Bedeutung des Rheins für die Industriestandorte und die Versorgungssicherheit der Bevölkerung. So hat beispielsweise die Niedrigwasserperiode von 2018 in Deutschland zu einem volkswirtschaftlichen Schaden von rund 2,4 Mrd. €¹¹ geführt.

Die letzte größere Ausbauphase innerhalb des Vorhabenbereichs der AOMR fand zwischen 1964 bis 1976 im Rahmen der Vertiefung und Verbesserung der Strecke Neuburgweier/ Lauterburg bei Rhein-km 352,10 bis St. Goar bei Rhein-km 557,00 statt. Ziel des Ausbaus war u. a. die Vertiefung der Fahrrinne von 1,70 m auf 2,10 m unter GIW. Von 1974 bis 1976 wurde die Rheinstrecke Lorch bei Rhein-km 540,00 bis Oberwesel bei Rhein-km 550,00 ausgebaut, einhergehend mit der Entschärfung des Wilden Gefährs bei Kaub. 1977 erfolgte die Freigabe der Fahrrinntiefe zwischen Budenheim und St. Goar (Rhein-km 508–557) auf 1,90 m statt auf 2,10 m unter GIW, was einer Vertiefung um 20 cm gegenüber den vorherigen Verhältnissen entspricht, aber immer noch 20 cm weniger als angestrebt war.

Für den Schiffsverkehr von den Nordseehäfen (Amsterdam, Rotterdam, Antwerpen) zum Oberrhein und umgekehrt bildet die Strecke zwischen Budenheim bei Mainz und St. Goar einen abladerelevanten¹² Engpass. Sowohl unterstrom als auch oberstrom beträgt die freigegebene Fahrrinntiefe für die Schifffahrt 2,10 m unter GIW₂₀. Im Vorhabenbereich der AOMR liegt die freigegebene Fahrrinntiefe hingegen nur bei 1,90 m unter GIW₂₀. An vielen Tagen im Jahr wird die Transportkapazität der passierenden Schiffe somit deutlich eingeschränkt - und dies auf der gesamten Route des Schiffes bis zum Zielhafen (beispielsweise von Rotterdam bis nach Ludwigshafen). Die Beseitigung dieses Engpasses ist das Ziel des Vorhabens AOMR. Erreicht wird dies durch Beseitigung von Fehltiefen¹³ insbesondere in den sogenannten Tiefenengstellen¹⁴ bei Niedrigwasser.

Eine weitere Besonderheit des Streckenabschnittes im Vorhabengebiet der AOMR besteht in der hydrologischen Ungleichwertigkeit: Die Wasserstände steigen, bedingt durch sich ändernde Flussbreiten und -tiefen, bei ansteigenden Abflüssen vom Niedrigwasser (NW) zum Mittelwasser (MW) unterschiedlich stark an. Dieser Effekt beschränkt die Schifffahrt bezüglich der Abladetiefe im Mittelrheinabschnitt bei Mittelwasserständen. Weiteres Ziel des Vorhabens AOMR ist somit eine Verbesserung der möglichen Abladetiefen bei den häufig auftretenden, wirtschaftlich relevanten mittleren Abflüssen bzw.

¹¹ Quelle: Erasmus Centre for Urban, Port and Transport Economics (UPT): "Economische impact laagwater Een analyse van de effecten van laagwater op de binnenvaartsector en de Nederlandse en Duitse economie", April 2020

¹² Der Begriff „abladerelevant“ bezieht sich auf die Abladetiefe. Die Abladetiefe ist der einem bestimmten Beladungszustand entsprechende Tiefgang eines Schiffes im Ruhezustand.

¹³ Als Fehltiefe werden die Bereiche innerhalb der Fahrrinne bezeichnet, die nicht die vorgegebene Tiefe erreichen.

¹⁴ Im Kontext der einschränkenden Ursache bzw. Wirkung wird der Oberbegriff Engpass als Tiefenengstellen bezeichnet.

Wasserständen. Erreicht wird dies durch Beseitigung von Fehltiefen in Tiefenengstellen unter GIW₁₈₃. Beseitigt werden Fehltiefen bis auf eine Fahrrinntiefe von 3,40 m unter GIW₁₈₃.

Durch den Ausbau der Fahrrinntiefen kann eine Zunahme der Tonnage in Abhängigkeit des Schiffstyps von bis zu 200 bis 300 Tonnen (t) je Schiff erreicht werden.

Weitere Randbedingungen des Vorhabens AOMR sind, dass die bestehende Fahrrinnenbreite von in der Regel 120 m nicht reduziert wird und die Einhaltung der Anforderungen an die Wasserstraßenklasse VIb mit Begegnungsverkehr. Ausgenommen davon ist der Bereich der Wahrschaustrecke¹⁵ (Rhein-km 548,50 bis 555,43). Hier gelten gesonderte Regelungen.

Das WSA Rhein wird nach Fertigstellung des Vorhabens AOMR eine Fahrrinne mit einer Tiefe von 2,10 m unter GIW₂₀ bei Niedrigwasser und einer Tiefe von 3,40 m unter GIW₁₈₃ bei Mittelwasser sowie einer Mindestbreite von 120 m vorhalten.

Begründung der Abschnittsbildung

Das Vorhaben AOMR erstreckt sich von Rhein-km 508,00 bei Budenheim bis 557,00 bei St. Goar. Zu Beginn der Planungen wurde das Vorhaben AOMR vom TdV in drei Teilabschnitte unterteilt, die zeitversetzt bearbeitet werden und für die jeweils ein separates PFV beantragt wird.

Durch eine Abschnittsbildung wird regelmäßig eine Verfahrensbeschleunigung und -vereinfachung bei linienförmigen Infrastrukturen erreicht. Die Zulässigkeit einer planungsrechtlichen Abschnittsbildung ist in der Rechtsprechung des Bundesverwaltungsgerichts (BVerwG) grundsätzlich anerkannt. Ihr liegt die Erwägung zu Grunde, dass angesichts vielfältiger Schwierigkeiten, die mit einer detaillierten Streckenplanung verbunden sind, die Planfeststellungsbehörde ein planerisches Gesamtkonzept häufig nur in Teilabschnitten verwirklichen kann (st. Rspr.; vgl. nur BVerwG, Urteil vom 21.11.2013, 7 A 28/12, Rn. 39 – Juris; BVerwG NVwZ 2010, 1486, 1488; NVwZ 1997, 391, 392). Dabei ist für nachfolgende Abschnitte eine Prognose erforderlich, dass der Verwirklichung des Gesamtvorhabens auch im weiteren Verlauf keine von vornherein unüberwindlichen Hindernisse entgegenstehen (BVerwG, Urteil vom 12.8.2009, 9 A 64/07, Rn. 115 – Juris; BVerwG, Urteil vom 10.4.1997, Rn. 25 – Juris). Diese Prognose wird für das Vorhaben AOMR in der Unterlage Rahmenuntersuchung getroffen (**vgl. Anlage 22**). Die Rahmenuntersuchung ist ein separater Teil der Planmappe.

Rahmenuntersuchung, Anlage 22

Die Bildung von Abschnitten im Sinne einer praktikablen und effektiv handhabbaren Planung folgt in Bezug auf die AOMR hier aus der Aufteilung und Zusammenfassung einzelner Tiefenengstellen. Die Tiefenengstellen der TA 2 und TA 3 liegen im Streckenabschnitt der sogenannten Oberen Gebirgsstrecke. Dies ist der nautisch schwierigste Abschnitt des schiffbaren Rheins. Die dortigen vier Tiefenengstellen heben sich von den beiden weiteren Tiefenengstellen, welche im TA 1 liegen, der sich von Budenheim bis Bingen erstreckt („Kemptener Fahrwasser“ und „Oestrich“), durch ihren überwiegend felsigen Untergrund ab. Aufgrund dieser unterschiedlichen geologischen Untergrundverhältnisse bot sich zunächst eine Abtrennung der vier Engstellen der sogenannten Oberen Gebirgsstrecke von den weiteren beiden Tiefenengstellen des TA 1 an. Sodann trat hinzu, dass die beiden Tiefenengstellen „Bacharacher Werth“ und „Lorcher Werth“ hydraulisch in Abhängigkeit zueinanderstehen und zugleich in Bezug auf diese beiden Tiefenengstellen die Entwicklung von flussbaulichen Maßnahmen bereits weiter fortgeschritten war. Dies

¹⁵ Zur Erläuterung der Wahrschaustrecke siehe 4.1

bedingte sodann die Zusammenfassung dieser beiden Tiefenengstellen in den TA 2 und zugleich die Trennung dieser beiden von den beiden verbleibenden Tiefenengstellen, dem „Jungferngrund“ und dem „Geisenrücken“, aus denen der TA 3 gebildet wurde.

Die Bezeichnung der Teilabschnitte orientiert sich an den identifizierten Tiefenengstellen:

- TA 1 „Oestrich“ und „Kemptener Fahrwasser“, Rhein-km 508,00 bis 528,00
- TA 2 „Lorcher Werth“ und „Bacharacher Werth“, Rhein-km 528,00 bis 547,50
- TA 3 „Jungferngrund“ und „Geisenrücken“, Rhein-km 547,50 bis 557,00.

Das Ausbauziel des Vorhabens AOMR wird erst nach Abschluss aller drei Teilabschnitte erreicht. Modelluntersuchungen der Bundesanstalt für Wasserbau (BAW) ergeben, dass die Auswirkungen flussbaulicher Maßnahmen zwischen den Teilabschnitten nahezu überlagerungsfrei sind. Einer getrennten, zeitlich versetzten Bearbeitung der Teilabschnitte steht aus wasserbaulicher Sicht insoweit nichts entgegen. Ebenso ist aus wasserbaulicher Sicht keine bestimmte Reihenfolge der Ausführung einzuhalten.

2 Veranlassung und Notwendigkeit der Vorhaben

Vorhaben AOMR TA 3

Das Vorhaben AOMR erstreckt sich von Rhein-km 508,00 bei Budenheim bis 557,00 bei St. Goar. Die Strecke zwischen Budenheim und St. Goar bildet für den Schiffsverkehr einen abladerelevanten Engpass. Sowohl unterstrom als auch oberstrom beträgt die freigegebene Fahrrinntiefe für die Schifffahrt 2,10 m unter GIW₂₀. Im Vorhabenbereich der AOMR liegt die freigegebene Fahrrinntiefe hingegen nur bei 1,90 m unter GIW₂₀. An vielen Tagen im Jahr wird die Transportkapazität der passierenden Schiffe somit deutlich eingeschränkt - und dies auf der gesamten Route des Schiffes, z.B. von den ARA-Häfen an der Nordsee bis zum Oberrhein oder ins Maingebiet. Die Beseitigung dieses Engpasses ist das Ziel des Vorhabens AOMR (vgl. Kapitel 1.2).

Der Bedarf für das Vorhaben AOMR wurde mit dem im Dezember 2016 in Kraft getretenen Bundeswasserstraßenausbaugesetz (WaStrAbG) verbindlich festgestellt (§ 1 Abs. 1, 2 WaStrAbG i.V.m. Abschnitt 2 lfd. Nr. 1 der Anlage zum WaStrAbG). Im Rahmen des Bundesverkehrswegeplans 2030 wurde das dem Vorhaben AOMR zu Grunde liegende Projekt W 25 „Abladeoptimierung der Fahrrinnen am Mittelrhein“ (AOMR) in die höchste Kategorie der neuen Projekte („Vordringlicher Bedarf – Engpassbeseitigung“) eingestuft.

Die gesetzliche Bedarfsfeststellung für das Vorhaben AOMR erstreckt sich auch auf dessen Abschnitt TA 3, welcher – neben den Abschnitten TA 1 und TA 2 – für die Beseitigung des abladerelevanten Engpasses erforderlich ist (zu den Abschnitten vgl. Kap.1.1).

Ziel des Vorhabens **AOMR TA 3** ist der nachhaltige Ausbau der Fahrrinne im TA 3 auf eine Tiefe von 2,10 m unter GIW₂₀ durch die Beseitigung von Fehltiefen bei niedrigen Wasserständen. Zur Erreichung des Ausbauziels für mittlere Wasserstände wurde für das Vorhaben AOMR der GIW₁₈₃ als Bezugswasserstand für diesen Abflussbereich festgelegt. Im TA 3 gibt es keine limitierenden Fehltiefen mit Bezug zum GIW₁₈₃, so dass hieraus keine flussbaulichen Maßnahmen für den TA 3 abgeleitet wurden.

Der Ausbau der Fahrrinne erfolgt wie in Kapitel 1.1 ausgeführt durch Sohlabträge in Kombination mit vier Grundswellen und einer ökologisch optimierten Teilverfüllung eines Kolkes. Die Sohlabträge dienen der Vertiefung der Fahrrinne und damit der Beseitigung des abladerelevanten Engpasses; insoweit sind sie von der zuvor zitierten gesetzlichen Bedarfsfeststellung unmittelbar erfasst.

Nach Vertiefung der Fahrrinne ist davon auszugehen, dass die Mengen und Häufigkeiten natürlicher Sedimentanlandungen innerhalb der Fahrrinne auf Höhe der Kiesbank Jungferngrund zunehmen werden (vgl. Kapitel 1.1). Denn in Folge der durch die Sohlabträge vertieften Fahrrinne ergibt sich eine größere zu unterhaltende Baggerfläche, was zukünftig sowohl zu größeren Baggermengen als auch -häufigkeiten führen würde. Verstärkt wird dieser Effekt durch klimawandelbedingte häufigere Hochwasserereignisse¹⁶, die zu erhöhten Sedimentanlandungen in der Fahrrinne auf Höhe der Kiesbank Jungferngrund führen würden. Die erhöhten Sedimentanlandungen hätten insgesamt häufigere und länger andauernde, im Rahmen der Unterhaltung durchzuführende Baggerungen durch innerhalb der Fahrrinne liegende Schiffe zur Folge. Die dadurch temporär reduzierte Fahrrinnenbreite würde aber die Sicherheit und Leichtigkeit der diesen anspruchsvollen Steckenabschnitt passierenden Schifffahrt beeinträchtigen. Um diese Beeinträchtigung zu vermeiden, werden die Sohlabträge mit vier Grundschwellen und einer ökologisch optimierten Teilverfüllung eines Kolkes kombiniert. Diese Kombination bewirkt eine dauerhafte Reduzierung der Sedimentanlandungen und damit einhergehender zusätzlicher Unterhaltungsbaggerungen durch Umlenkung des Sedimenttransportpfades.

Grundschwellen und Teilverfüllung des Kolkes sind neben den Sohlabträgen notwendigerweise umzusetzen und daher Bestandteil des Vorhabens AOMR TA 3. Im Übrigen dienen sie der Leichtigkeit und Sicherheit der Schifffahrt durch eine Reduzierung der Unterhaltungsmaßnahmen in der Fahrrinne; für sie besteht daher gemessen an den Zielen des WaStrG ein auf den Verkehrsweg Rhein und seine Verkehrsfunktion für die Schifffahrt bezogener Bedarf.

Neben dem Ausbau der Fahrrinne auf eine Tiefe von 2,10 m unter GIW₂₀ durch die Beseitigung von Fehltiefen ist ein weiteres Ziel des Vorhabens AOMR die Verbesserung der möglichen Abladetiefen bei den häufig auftretenden, wirtschaftlich relevanten mittleren Abflüssen bzw. Wasserständen. Dafür sollen Fehltiefen bis auf eine Fahrrinntiefe von 3,40 m unter GIW₁₈₃ beseitigt werden (vgl. dazu Kap. 1.2). Für das Vorhaben AOMR TA 3 sind für die Optimierung der Abladetiefen bei mittleren Wasserständen allerdings keine flussbaulichen Maßnahmen abgeleitet worden, die über diejenigen hinausgehen, die für den Ausbau der Fahrrinne auf eine Tiefe von 2,10 m unter GIW₂₀ identifiziert wurden. Vielmehr stellt es sich aufgrund der hydrologischen Ungleichwertigkeit so dar, dass die Optimierung der Abladetiefen bei mittleren Wasserständen bereits mit den flussbaulichen Maßnahmen erreicht werden kann, die im TA 3 für den Ausbau der Fahrrinne auf eine Tiefe von 2,10 m unter GIW₂₀ vorgesehen sind. Für diese besteht die vorgenannte gesetzliche Bedarfsfeststellung nach WaStrAbG.

Vorhaben Ufermodellierung am Tauber Werth

Die Ufermodellierung zielt auf eine Verbesserung der Leichtigkeit und Sicherheit der Schifffahrt insbesondere für die Schiffe, die wegen des am Jungferngrund zwischen Rhein-km 551,20 bis 550,60 bestehenden Begegnungsverbots unterstrom des Tauber Werths warten müssen.

Gegenüber des Jungferngrunds befindet sich im Ausgang der 90°-Krümmung unterstrom des Tauber Werths (Rhein-km 551,20 bis 551,50) eine Warteposition für stromauf fahrende Schiffe. Denn gemäß § 12 der Rheinschifffahrtspolizeiverordnung (RheinSchPV) besteht für bestimmte verkehrliche Begegnungssituationen im Bereich zwischen Rhein-km 550,60 und 551,20 ein Begegnungsverbot. Zu Berg fahrende Schiffe müssen daher unterstrom von Rhein-km 551,20 warten und den zu Tal fahrenden Verkehr passieren lassen.

Die Situation für die Schifffahrt während des vorstehend beschriebenen Wartevorgangs wird durch eine in Richtung Fahrrinnenmitte orientierte Querströmung bei Rhein-km 551,44 erschwert, die über das gesamte Abflussspektrum auf die Schiffskörper wirkt. Ursachen der Querströmung sind, neben dem ungünstigen

¹⁶ Die projizierten Auswirkungen des Klimawandels auf das Abflussgeschehen sind in der KWA, Anlage 2 dargestellt

Verlauf der linksseitigen Uferlinie zwischen Rhein-km 551,20 und 551,50, Felsstrukturen zwischen Rhein-km 551,40 und 551,50, die zur Strömungsablenkung und -ablösung führen.

Die Querströmung stellt dabei nicht nur eine Erschwernis für wartende, sondern auch für solche Schiffe dar, die den vorbezeichneten Abschnitt passieren. Bergfahrer müssen zur Kompensation der Querströmung ihr Ruder während des Passierens hart anstellen, wodurch Vortriebsenergie verloren geht. Diese auf den Schiffskörper wirkenden Querströmungen erschweren die Situation für die Bergfahrt in einem nautisch anspruchsvollen Streckenabschnitt. Die nautisch schwierige Situation spiegelt sich auch in den häufigen Unfällen mit Schifffahrtszeichen in diesem Bereich wider.

Die Maßnahme Ufermodellierung dient der Reduzierung der Querströmung auf dem linken Fahrrinnenrand im Wartebereich unterstrom des Tauber Werths sowie auf die den betroffenen Bereich passierende Schiffe. Die Vor- und Aufschüttung am linken Ufer (Rhein-km 551,15–551,45) unterhalb des Tauber Werths ist geeignet, die Intensität der zwischen Rhein-km 551,40 und 551,45 auf den linken Fahrrinnenrand wirkenden Querströmungen um etwa ein Drittel zu reduzieren. Durch die Modifikation des Verlaufs der linksseitigen Strömungsberandung sowie eine Anbindung der Felsstrukturen bei Rhein-km 551,45 an die modifizierte Strömungsberandung, kann die Leichtigkeit und Sicherheit für die Schifffahrt im Wartebereich unterhalb des Tauber Werths verbessert werden.

Aufgrund der mit der Ufermodellierung verfolgten Ziele der Verbesserung der Leichtigkeit und Sicherheit des Schiffsverkehrs besteht gemessen an den Zielen des WaStrG ein auf den Verkehrsweg Rhein und seine Verkehrsfunktion für die Schifffahrt bezogener Bedarf. Das Vorhaben ist im Sinne der Sicherheit und Leichtigkeit der Schifffahrt vernünftiger Weise geboten.

3 Vorhabenalternativen

Der TdV ist dazu verpflichtet alle in Betracht kommenden Alternativen unter Berücksichtigung der öffentlichen und privaten Belange im Vorfeld zu prüfen. Die nachfolgenden Kapitel zeigen in chronologischer Reihenfolge verschiedene Alternativen auf die bis hin zur Vorzugsvariante zunächst abgeschichtet und im fortschreitenden Verlauf optimiert wurden.

Alternativen können insbesondere dann abgeschichtet werden, wenn mit der Alternative ein wesentliches Planungsziel des Vorhabenträgers verfehlt wird und sich die Alternative auch nicht aus anderen Gründen als eindeutig vorzugswürdig erweist.

3.1 Planungsziele der Vorhaben

Ziel des Vorhabens AOMR TA 3 ist der nachhaltige Ausbau der Fahrrinne für niedrige Wasserstände auf eine Tiefe von 2,10 m unter GIW_{20} durch die Beseitigung von Fehltiefen bei gleichzeitiger Verbesserung der Abladetiefen bei den häufig auftretenden mittleren Wasserständen, dem für das Vorhaben AOMR definierten Bezugswasserstand GIW_{183} .

Das Vorhaben Ufermodellierung zielt auf eine Verbesserung der Leichtigkeit und Sicherheit der Schifffahrt insbesondere für die wegen des am Jungferngrund zwischen Rhein-km 551,20 bis 550,60 bestehenden Begegnungsverbots unterstrom des Tauber Werths wartenden Schiffe ab.

Zu den mit dem jeweiligen Vorhaben verfolgten Planungszielen wird ergänzend auf die Ausführungen in Kap.2 verwiesen.

3.2 Alternativenprüfungen im Einzelnen

3.2.1 Nullvariante

Der Verzicht auf die Durchführung des jeweiligen Vorhabens (Nullvariante) ist für beide Vorhaben keine zulässige Alternative. Er würde dazu führen, dass der derzeit bestehende Zustand unverändert beibehalten wird und damit die Erreichung der zuvor genannten Planungsziele nicht gewährleistet wäre. Die Nullvariante ist somit für beide Vorhaben nicht sachgerecht und wurde daher verworfen.

Das Vorgehen entspräche hinsichtlich des Vorhabens AOMR TA 3 zudem nicht der gesetzlichen Bedarfsfeststellung für das Vorhaben AOMR.

3.2.2 Räumliche Alternativen

Vorliegend wurden räumliche Alternativen zum jeweiligen Vorhaben von vornherein nicht untersucht, da sie bei beiden Vorhaben aus der Natur der Sache nicht in Betracht kommen. Denn beide Vorhaben sind als Gewässerausbauten ihrer Verbindung mit der natürlichen Landschaft wegen zwingend standortgebunden.

Sofern Alternativen der räumlichen Anordnung einer oder mehrerer flussbaulichen Maßnahmen im Gewässer geprüft wurden, erfolgte dies im Rahmen der Prüfung baulich-technischer Alternativen bzw. Ausführungsalternativen (dazu sogleich unter Ziffer 3.2.3).

3.2.3 Baulich-technische Alternativen bzw. Ausführungsalternativen

3.2.3.1 Zusammenstellen möglicher Alternativen

Zur Prüfung möglicher Alternativen wurde durch den TdV schon frühzeitig, auch in Konsultation der Öffentlichkeit, ein breites Spektrum an Maßnahmen in Form von mit dem Sohlabtrag zu kombinierenden Regelungsbauwerken zusammengetragen und betrachtet. In Abhängigkeit der verkehrlichen und streckenspezifischen Besonderheiten (vgl. Kapitel 4.1) wurden im Hinblick auf die zu erreichenden Ziele (vgl. Kap. 2) flussbauliche Maßnahmen – auch in Kombination miteinander – untersucht, die sich neben der baulichen Ausgestaltung insbesondere in ihrer Wirkweise unterscheiden. Nach Sichtung und Bewertung durch den TdV wurden flussbauliche Maßnahmen teilweise recht schnell, teilweise nach etwas intensiverer Betrachtung als mit Blick auf die Planungsziele nicht zielführend eingeschätzt und damit wieder ausgeschieden.

Dies gilt etwa für Querwerke in Form von Buhnen, die – in Kombination mit anderen Regelungsbauwerken wie etwa Kolkverfüllungen (synonym Kolkverbauungen) und Längswerken (synonym Parallelwerken) – zur Erhöhung der Sohlschubspannung¹⁷ und damit zur Beseitigung der identifizierten Tiefenengstellen beitragen sollten, weil die Buhnen mit Blick auf die zu erreichenden Ziele eine geringere Wirksamkeit hatten und zudem mit vergleichsweise größeren Nachteilen für die Morphodynamik¹⁸ verbunden waren (Tiefenengstelle Jungferngrund) oder aber ein Längswerk aus hydraulischer Sicht größere Vorteile bot (Tiefenengstelle Geisenrücken).

Die nach diesem Prozess als grundsätzlich zielführend angesehenen Maßnahmen wurden nachfolgend in verschiedenen Verfahrensschritten vertieft untersucht und damit weiterentwickelt.

¹⁷ Als „Sohlschubspannung“ wird die von der Strömung in Fließrichtung ausgeübte Kraft auf die Sohle verstanden.

¹⁸ Morphodynamik bezeichnet die Entwicklung der Gewässerbettstrukturen als Wechselspiel der aufbauenden und abtragenden Kräfte (Sedimentation, Erosion) im Rahmen der Flussmorphologie (BAWiki: <https://wiki.baw.de/de/index.php/Morphodynamik>)

3.2.3.2 Vertiefte Untersuchungen

3.2.3.2.1 Wesentlicher Verlauf der Untersuchungen

Die durch den TdV als grundsätzlich zielführend angesehenen Ausführungsalternativen wurden vertieft untersucht.

Ausgangspunkt der Untersuchungen war der Befund, dass die Planungsziele (dazu 3.1) auf unterschiedliche Art erreicht werden können. Allerdings wurde aufgrund fachlicher Einschätzung bereits feststehend davon ausgegangen, dass sich die Alternativen bzw. auch die zu findende Vorzugsvariante für das Vorhaben AOMR TA 3 mit hoher Wahrscheinlichkeit zusammensetzen wird aus (i) dem Sohlabtrag zur initialen Herstellung der Wassertiefen sowie (ii) ergänzenden flussbaulichen Maßnahmen, hier in Gestalt von sogenannten Regelungsbauwerken wie Längswerken, Grundschnellen und Kolkverfüllungen. Ergänzende flussbauliche Maßnahmen dienen dazu mögliche aus dem Sohlabtrag resultierende Wasserspiegelabsenkungen zu kompensieren, sowie die hergestellten Wassertiefen mit möglichst geringem Eingriff und geringem wiederkehrenden Aufwand zu unterhalten, sowie ergänzend, Engpässe zu entschärfen sowie kritische Querströmungen zu reduzieren (dazu näher sogleich unter 3.2.3.2.2).

Die Prüfung und Abschichtung von Alternativen hin zur Entwicklung der Vorzugsvariante durch den TdV basiert wesentlich auf **Untersuchungen der Bundesanstalt für Wasserbau (BAW)** (dazu nachfolgend unter 3.2.3.2.2), deren Fachkompetenz sich der TdV insoweit bedient hat. Im Zuge eines iterativen Prozesses wurden von der BAW im Auftrag des TdV über verschiedene **Verfahrensschritte** eine Vielzahl von flussbaulichen Maßnahmen untersucht und immer weiter fortentwickelt. Die untersuchten flussbaulichen Maßnahmen wurden dabei immer wieder in verschiedenen Konstellationen zu sogenannten **Maßnahmenkombinationen** und **Maßnahmenketten** kombiniert, wobei sich aus dieser Vielzahl an Kombinationen in verschiedenen Schritten zusammengefasste **Alternativen** ergaben.

Der iterative Prozess kann in **drei wesentliche Verfahrensschritte** systematisiert werden:

Zunächst führte die BAW sog. **Voruntersuchungen** durch, mit denen für den TA 3 einschließlich der zum damaligen Zeitpunkt noch als einzelne Maßnahme integrierten Ufermodellierung flussbauliche Maßnahmen entwickelt werden sollten (dazu nachfolgend 3.2.3.2.3). Im BAW-Gutachten (Anlage 19) wird diese Voruntersuchung als „Vertiefte Voruntersuchung“ bezeichnet. Als Ergebnis der Voruntersuchungen wurden einzelne Alternativen ausgeschieden.

Im Nachgang zur Frühen Öffentlichkeitsbeteiligung (**FÖB**) und dem **Scoping** wurden weitere Alternativen ausgeschieden (nachfolgend 3.2.3.2.4).

Schließlich wurde die verbliebene Kombination flussbaulicher Maßnahmen in einer **Optimierungsuntersuchung** durch die BAW fortentwickelt und abschließend bewertet (nachfolgend 3.2.3.2.5). Auf Grundlage dieser Untersuchung wurde vom TdV final die Vorzugsvariante bestimmt.

3.2.3.2.2 Untersuchungen der BAW – Regelungsstrategien, Herstellparameter, Randbedingungen und Untersuchungsmethodik

Zur Verwirklichung der Planungsziele wurden durch die BAW im Auftrag des TdV spezifisch für die Engpässe Jungferngrund und Geisenrücken sowie den Querströmungsbereich unterhalb des Tauber Werths **flussbauliche Regelungsstrategien** und hierfür potenziell geeignete flussbauliche Maßnahmen definiert.

(hierzu im Einzelnen: **Auswirkungen der Flussbaulichen Maßnahmen (BAW)**,
Kapitel 4.1, Seite 50 (76.pdf) f., Anlage 19)

Ausgehend davon wurden **Herstellparameter**¹⁹ für den Ausbau der Fahrrinne bestimmt, bezogen auf Nassbaggerbereiche sowie Felsabtrag. Diese erstmals 2015 festgelegten Herstellparameter wurden im Nachgang während des iterativen Prozesses der Alternativenprüfung zweimalig (2022 und 2024) aus Gründen der Eingriffsminimierung aktualisiert und konkretisiert. Grundlage für die Überarbeitungen waren Naturuntersuchungen zu Transportkörpern²⁰ über der Sohle (morphologischer Raum, bezogen auf die erforderliche Tiefenreserve²¹) und ein Baggerversuch im Fels zur Erprobung der Gerätetoleranz²².

**(hierzu im Einzelnen: Auswirkungen der Flussbaulichen Maßnahmen (BAW),
Kapitel 4.2, Seiten 51 (77.pdf) ff., Anlage 19)**

Für die Entwicklung der flussbaulichen Regelungsmaßnahmen sind – neben der intendierten Zielerreichung – auch wasserwirtschaftliche, ökologische, schifffahrtliche, konstruktive und weitere **Randbedingungen** definiert worden:

- Vermeidung einer mehr als nur geringfügigen maßnahmenbedingten Erhöhung der Wasserspiegellagen bei Hochwasserabflüssen
- Vermeidung nachteiliger maßnahmenbedingter Auswirkungen auf den Jungferngrund
- Berücksichtigung ökologischer Belange bei Kolkverfüllungen
- Minimierung maßnahmenbedingter Absenkungen der Wasserspiegellagen bei niedrigen und mittleren Abflüssen
- Wirksamkeit der flussbaulichen Maßnahmen auch unter klimabedingt verändertem Abflussgeschehen
- Vermeidung nachteiliger maßnahmenbedingter Auswirkungen auf den Leistungsbedarf und die Leichtigkeit der Schifffahrt
- Konstruktive Umsetzbarkeit der entwickelten Regelungsmaßnahmen

**(im Einzelnen: Auswirkungen der Flussbaulichen Maßnahmen (BAW),
Kapitel 4.3, Seiten 53 (79.pdf) ff., Anlage 19)**

Zentrales Instrument bei der Untersuchung und Planung von flussbaulichen Maßnahmen waren hydraulische Modelluntersuchungen. Bei der BAW wurden sowohl hydronumerische Modelle betrieben als auch ein gegenständliches Feststofftransportmodell, welches den Bereich des Jungferngrundes im Maßstab 1:50 (Höhe) und 1:60 (Länge) abbildet.

¹⁹ Die Herstellparameter legen die Parameter für den Ausbau der Fahrrinne fest. Darin enthalten ist die Vorgabe für die Tiefenreserve zuzüglich einer Ausführungstoleranz, auch Gerätetoleranz genannt.

²⁰ Mit dem Sammelbegriff Transportkörper für Riffel, Dünen und Bänke wird eine Art des Geschiebetransports durch Sedimente über die Rheinsohle bezeichnet.

²¹ Für den Ausbau der Fahrrinne im TA 3 wird eine Tiefenreserve von 0,20 m unterhalb der Fahrrinne vorgegeben. Die Tiefenreserve soll gewährleisten, dass nicht einzelne Geschiebeteile mit dem über die Rheinsohle getragenen Geschiebe in die Fahrrinne hineinragen.

²² Die „Gerätetoleranz“ ist ein Bestandteil der Herstellparameter und beschreibt eine Ausführungstoleranz für die ausführende Firma bei den Felsabtrags- und Nassbaggerarbeiten.

Die Untersuchungen der BAW erfolgten im Zuge einer hybriden Modellierung unter Einsatz sowohl des 3D-HN-Modells (Rhein-km 546,75–557,50) als auch des gegenständlichen Feststofftransportmodells (Rhein-km 549,00–553,40). Die beiden Modelle wurden zur gegenseitigen Unterstützung und Ergänzung eingesetzt. Die Eigenschaft des gegenständlichen Modells, die Abbildung der physikalischen Phänomene, kann in der hybriden Modellierung dafür genutzt werden, die Simulationsergebnisse des 3D-HN-Modells zu validieren. Der Fokus des 3D-HN-Modells liegt auf der Beschreibung der abflussabhängigen hydrodynamischen Größen, wohingegen das gegenständliche Modell der Beschreibung der Sedimenttransport- und morphodynamischen Prozesse dient.

Aus den Modelluntersuchungen mittels des 3D-HN-Modells wurden vorrangig **hydraulische Kenngrößen** ermittelt, die verwendet wurden, um im Hinblick auf die Planungsziele die Auswirkungen einzelner flussbaulicher Maßnahmen – Regelungsbauwerke und Sohlabträge – auf Abflussverhältnisse, Wasserspiegellagen (WSP-Lagen), Strömungsgeschwindigkeiten und Sohlschubspannungen zu bestimmen, geeignete Regelungsbauwerke zu identifizieren und diese weiterzuentwickeln. Auf diese Weise identifizierte, potenziell zielführende Regelungsbauwerke wurden unter Verwendung des gegenständlichen Modells hinsichtlich Sedimenttransport- und morphodynamischer Prozesse optimiert und abschließend mittels des 3D-HN-Modells nochmals bezüglich ihrer Auswirkungen auf die genannten hydraulischen Größen überprüft.

(im Einzelnen: Auswirkungen der Flussbaulichen Maßnahmen (BAW),
Kapitel 6, Seiten 63 (89.pdf) ff., Anlage 19)

3.2.3.2.3 Voruntersuchungen durch die BAW

Im Rahmen der Voruntersuchungen hat die BAW eine Vielzahl von flussbaulichen Maßnahmen mittels Modellierung unter Berücksichtigung der Herstellparameter und der Randbedingungen (zuvor unter 3.2.3.2.2) untersucht und zu sog. (nach BAW-interner Bezeichnung) **Maßnahmenkettenanteilen (MaKeAn)** zusammengestellt.

Als Ergebnis dieses iterativen Prozesses wurden verschiedene baulich-technische Ausführungsalternativen als potentiell zielführend empfohlen. Diese Alternativen bestanden (hier zusammengefasst dargestellt) aus einer Kombination des Sohlabtrags mit mehreren und verschiedenen Regelungsbauwerken wie folgt:

- **MaKeAn01b und MaKeAn03** zielten darauf ab, die Sohlschubspannungen im Engpass Jungferngrund zu erhöhen und damit Sedimentanlandungen zu reduzieren. Hierfür waren jeweils ein Parallelwerk (synonym auch Längswerk) am Tauber Werth und am Jungferngrund vorgesehen. Die beiden genannten MaKeAn unterschieden sich durch unterschiedliche Bauwerkslängen eines Parallelwerks am Tauber Werth.
- Auch mit den **MaKeAn02 und MaKeAn04** sollten die Sedimentanlandungen im Engpass Jungferngrund reduziert werden. Das Wirkprinzip dieser MaKeAn lag jedoch in der Umlenkung des Sedimenttransportpfades, um das Sediment weitgehend ablagerungsfrei durch die 90°-Krümmung zu transportieren. Die Umlenkung des Sedimenttransportpfades gelingt mit Hilfe von Grundswellen, die in einem Kolk (synonym auch Übertiefe) oberstrom der 90°-Krümmung eingefügt werden. Der MaKeAn02 beinhaltet im Gegensatz zum MaKeAn04 ein kurzes Parallelwerk oberhalb des Tauber Werths zur Reduzierung der auf die Schifffahrt wirkenden Querströmungen.
- Als weitere Kombination flussbaulicher Maßnahmen wurde der **MaKeAn05** untersucht, welcher auf Grundswellen als flussbauliche Maßnahme zur Reduzierung der Sedimentanlandungstendenz im Engpass Jungferngrund verzichtet.

- **Alle vorgenannten MaKeAn** beinhalteten darüber hinaus
 - Ein Parallelwerk (Rh-km 554,55-554,90) auf Höhe des Schutzhafens Loreley zur moderaten Stützung der WSP-Lagen im Engpass Geisenrücken.
 - Eine Kolkverfüllung (Rh-km 551,08-551,46) unterhalb des Tauber Werths zur Reduzierung der Sedimentanlandungstendenzen am rechten Fahrrinnenrand im Ausgang der 90°-Krümmung durch Erhöhung der Sohlschubspannung in diesem Bereich.
 - Und mit Ausnahme des MaKeAn03 die Aufschüttung des Ufers (Rh-km 551,15-551,45) am linken Ufer unterhalb des Tauber Werths (Ufermodellierung) zur Reduzierung der auf den linken Fahrrinnenrand wirkenden Querströmungen und damit zur Verbesserung der Leichtigkeit und Sicherheit der Schifffahrt in diesem Bereich.

**(vgl. zu allem Vorgenannten: Auswirkungen der Flussbaulichen Maßnahmen (BAW),
Kapitel 5.1, Seiten 56 (82.pdf) ff., Anlage 19)**

Die **MaKeAn 01b und 03** wurden durch den TdV bereits in Vorbereitung der FÖB ausgeschieden. Gründe hierfür waren für beide Alternativen zu erwartende negative Auswirkungen auf die Fahrdynamik von Schiffen, die das Tauber Werth und den Jungferngrund passieren. Zudem hätten beide Alternativen dazu geführt, dass die Strömungsintensität und -dynamik auf dem Kiesgrund am Jungferngrund abnimmt mit der Folge, dass die Kiesflächen potentiell verschlammen. Dies hätte eine Veränderung des Habitat-Charakters zur Folge gehabt und begründete zudem die Befürchtung, dass einzelne Bereiche des Jungferngrundes trockenfallen könnten und sich damit das Arteninventar verschiebt.

**(hierzu im Einzelnen: Auswirkungen der Flussbaulichen Maßnahmen (BAW),
Kapitel 5.2, Seite 59 (85.pdf) f., Anlage 19)**

3.2.3.2.4 FÖB und Scoping

Die nach den Voruntersuchungen verbliebenen Kombinationen flussbaulicher Maßnahmen bzw. Maßnahmenkettenanteile wurden, basierend auf den Ergebnissen der Voruntersuchungen durch die BAW (dazu zuvor 3.2.3.2.3), in der **FÖB** als Alternativen wie folgt vorgestellt:

- MaKeAn02 als Alternative 1
- MaKeAn04 als Alternative 2
- MaKeAn05 als Alternative 3

Nach Durchführung der FÖB wurde die Alternative 1 (MaKeAn02) ausgeschieden. Diese Alternative zielte auf die Umlenkung des Sedimenttransportpfades. Neben der Berücksichtigung der grundsätzlichen Maßgabe der Eingriffsminimierung war ausschlaggebend, dass das innerhalb dieser Kombination flussbaulicher Maßnahmen vorgesehene linksseitige Parallelwerk oberhalb des Tauber Werths, welches zur Reduzierung der Querströmung in diesem Bereich beitragen sollte, als ungewünschter Nebeneffekt zu einer Reduktion der Wirkung der Grundswellen führte. Zudem zeigte diese Alternative ungünstige Auswirkungen auf die Wasserspiegellagen bei Hochwasser sowie auf die Morphologie der Kiesbank Jungferngrund.

**(im Einzelnen: Auswirkungen der Flussbaulichen Maßnahmen (BAW),
Kapitel 5.2, Seite 60 (89.pdf), Anlage 19)**

Im anschließend durchgeführten **Scopingverfahren** wurden die noch verbliebenen beiden Alternativen vorgestellt:

- MaKeAn04 als Alternative 2
- MaKeAn05 als Alternative 3

Beide Alternativen sahen die folgenden flussbaulichen Maßnahmen vor:

- Sohlabtrag, Ufermodellierung, Kolkverfüllung, Parallelwerk am Loreleyhafen
- Alternative 2 enthielt noch die Grundswellen, diese waren in Alternative 3 nicht enthalten.

Nach Durchführung des Scopingverfahrens wurde die Alternative 3 (MaKeAn05) ausgeschieden. Der MaKeAn05 unterschied sich gegenüber der MaKeAn04 darin, dass keine Grundswellen vorgesehen waren, um die Sedimentanlandungen zu reduzieren. Die für das Vorhaben AOMR TA 3 herzustellenden Fahrrinntiefen sollten ausschließlich über Unterhaltungsbaggerungen aufrechterhalten werden. Die daraus resultierende höhere Frequenz und Dauer der notwendigen Unterhaltungsbaggerungen innerhalb der Fahrrinne im Engpass Jungfergrund

(vgl. Auswirkungen der Flussbaulichen Maßnahmen (BAW),
Kapitel 5.2. Seite 62 (88.pdf), Anlage 19)

hätten aber Leichtigkeit und Sicherheit der Schifffahrt in diesem nautisch anspruchsvollen Rheinabschnitt beeinträchtigt, weil für die Unterhaltungsbaggerungen Fahrzeuge in der Fahrrinne benötigt werden, welche die Fahrrinnenbreite temporär verringert hätten. In einer ökologischen Voreinschätzung der BfG wurde zudem darauf hingewiesen, dass eine Reduzierung von Unterhaltungsbaggerungen zu befürworten ist. Daher wurde die Alternative 3 (MaKeAn05) ausgeschieden.

Sowohl während des Scopings als auch vorab in der FÖB wurde teilweise die Aufnahme und Prüfung weiterer möglicher Alternativen gefordert. Der Vorschlag, auf den Ausbau der Fahrrinne zu verzichten, wurde nicht als zu prüfende Alternative aufgenommen, da dies einem anderen Planungsziel entspräche. Im Übrigen wurde vorrangig von Seiten anerkannter Umweltverbände gefordert, weitere Alternativen zu verfolgen. Dies umfasste zum einen die Forderung, zugunsten von häufigeren Baggerungen weniger Bauwerke zu errichten. Alternativ wurde gefordert, anstatt künstlicher Bauwerke wenigstens mehr natürliche Bauwerke, wie Kiesinseln, zu errichten. Zum anderen wurde vorgetragen, als Alternative zu Längswerken solle ein Abfräsen des Flussbodens innerhalb der Fahrrinne erwogen werden, da dies den Eingriff in die Landschaft verringere.

Die vorgenannten Forderungen bzgl. zu prüfender Alternativen wurden vom TdV sorgfältig betrachtet und im Rahmen der ohnehin umfangreichen durchgeführten Prüfungen zu den einzelnen flussbaulichen Maßnahmen unter Berücksichtigung der definierten Randbedingungen (darunter ökologische Belange, siehe zuvor unter 3.2.3.2.2) der Sache nach alle mit abwägend berücksichtigt. Spezifisch etwa die Forderung, zugunsten von häufigeren Baggerungen weniger Bauwerke zu errichten, war in der Sache umfasst von dem untersuchten, dann aber ausgeschiedenen MaKeAn05 (dazu zuvor). Das Abfräsen wurde als eine Ausführungsvariante des Felsabtrags mit betrachtet. Weitere geforderte Alternativen wurden hingegen verbal-argumentativ abgelehnt: Gegen das Errichten von Kiesinseln in der Gebirgsstrecke sprach maßgeblich, dass mit den Regelungsbauwerken eine dauerhafte und verlässliche Stützung der Wasserspiegellage erfolgen muss. Diese kann mit Kiesinseln nicht erreicht werden, weil diese insbesondere in der Gebirgsstrecke einem hohen Strömungsangriff und damit potenziell einer Dynamik unterliegen.

3.2.3.2.5 Optimierung hin zur Vorzugsvariante

Nach Durchführung des Scopingverfahrens entwickelte der TdV unter weiterer Nutzung der Fachkompetenz der BAW und Berücksichtigung der neuen Herstellparameter (dazu bereits unter 3.2.3.2.2) schlussendlich den MaKeAn04 bzw. die Alternative 2 weiter und optimierte diese.

**(vgl. Auswirkungen der Flussbaulichen Maßnahmen (BAW),
Kapitel 5.2. Seite 60 (86.pdf) f., sowie im Einzelnen Kapitel 6.5 und 7 S. 116 (142.pdf) ff.,
Anlage 19)**

Die Untersuchungsmethodik entsprach dabei im Wesentlichen der Methodik der hybriden Modellierung aus dem Verfahrensschritt der Voruntersuchungen durch die BAW (dazu zuvor unter 3.2.3.2.2). Die Optimierung erfolgte also im Zuge einer hybriden Modellierung unter Einsatz sowohl des 3D-HN-Modells (Rhein-km 546,75–557,50) als auch des gegenständlichen Feststofftransportmodells (Rhein-km 549,00–553,40).

Sowohl die Grundswellen zur Reduzierung der Sedimentanlandungen als auch die Ufermodellierung zur Reduzierung der Querströmungen wurden zunächst jeweils als Einzelmaßnahme weiterentwickelt. Die Optimierung der Kolkverfüllung zur Reduzierung der Sedimentanlandungen im Ausgangsbereich der 90°-Krümmung im Engpass Jungferngrund erfolgt aufgrund der Überlagerung mit der Wirkung insbesondere der Grundswellen gemeinsam in einer Maßnahmenkombination mit Grundswellen und Ufermodellierung. Bestandteil der neuen Herstellparameter in 2022 (siehe unter 3.2.3.2.2) war v.a., dass sich als Ergebnis eines Baggerversuchs im Fels herausstellte, dass die Gerätetoleranz verringert werden kann. Ausgehend davon konnte der für das Planungsziel des Vorhabens AOMR TA 3 als notwendig definierte Sohlabtrag auf weniger als ein Drittel der Ursprungsfläche reduziert werden; die prognostizierte sohlabtragsbedingte Absenkung des Wasserspiegels reduzierte sich von 1,0 cm auf 0,2 cm. Vor diesem Hintergrund wurde das ursprünglich in allen MaKeAn – ergo auch in der MaKeAn04 – vorgesehene Parallelwerk (Rh-km 554,55–554,90) auf Höhe des Schutzhafens Loreley, innerhalb eines morphologisch sensiblen Bereichs, dem Grüngrund, im Sinne der Eingriffsminimierung als nicht sinnvoll im Verhältnis zum potentiellen Eingriff angesehen und deshalb verworfen.

Alle optimierten Maßnahmenkombinationen wurden anschließend im gegenständlichen Modell sowohl hinsichtlich ihrer Wirksamkeit zur Zielerreichung als auch möglicher nachteiliger morphologischer Auswirkungen untersucht. In einem letzten Schritt wurden die optimierten Maßnahmenkombinationen um die Sohlabträge ergänzt.

**(im Einzelnen: Auswirkungen der Flussbaulichen Maßnahmen (BAW), Kapitel 6.5, Seite 116
(142.pdf) ff., hier insbesondere Abbildung 87 auf Seite 118 (144.pdf),
Anlage 19)**

Aus dem Ergebnis der Optimierung wurde abschließend eine Vorzugsvariante bestimmt, die – bezogen auf die flussbaulichen Maßnahmen – eine gute Wirksamkeit zur Reduktion der Sedimentanlandung aufwies, dabei keine nachteiligen Auswirkungen auf die Kiesbank Jungferngrund zeigte, die Anforderungen an die maßnahmenbedingten Auswirkungen auf die Wasserspiegellagen bei Hochwasser erfüllte und den Anforderungen bezüglich der ökologischen Aspekte der Kolkverfüllung genügte.

Die Grundswellen wurden im Rahmen der Optimierung im Hinblick auf eine Minimierung der Auswirkungen auf die WSP-Lagen bei Hochwasserabflüssen und die Schifffahrt modifiziert, wobei immer die Auswirkungen auf den Erhalt der Kiesbank Jungferngrund, sowie die Bauausführung unter erschwerten Bedingungen aufgrund der starken Strömung und der beengten Verhältnisse berücksichtigt wurden. Der Abstand der Grundswellen zueinander in Richtung der Gewässerachse wurde von 80 m auf 50 m

verringert. Modelluntersuchungen der BAW aus den Jahren 1977 und 1978²³ zeigen, dass für Schiffe, deren Länge kleiner als der Abstand der Grundswellen ist, das fahrdynamische Einsinken und die Verdrehung des Schiffes um die Querachse zunimmt. Um die Sicherheit und Leichtigkeit auch für kleinere Schiffe nicht zu verschlechtern, wurde der Abstand der Grundswellen auf 50 m verringert.

Die Längen und die Höhen der Grundswellen wurden in einem iterativen Prozess verringert, um die Auswirkungen auf die WSP-Lagen bei Hochwasser erfolgreich auf ein Minimum zu reduzieren. Mit der Reduzierung der Längen und Höhen geht auch eine Reduzierung der sedimentumlenkenden Wirkung einher. Zum Ausgleich der reduzierenden Wirkung durch die Verkürzung der Grundswellen konnte eine vierte Grundschwelle im vorhandenen Kolk platziert werden, ohne einen nachteiligen Einfluss auf den Wasserspiegel bei Hochwasser zu erzeugen. Eine weitere Kompensation der reduzierten Höhen und Längen erfolgt durch die ökologisch optimierte Teilverfüllung des Kolkes unterstrom des Tauber Werths.

Die Grundswellen sind stromabwärts geneigt und in einem Winkel von ca. 55° zur Gewässerachse ausgerichtet. Die Ausrichtung wurde überprüft, jedoch brachten Änderungen der Ausrichtung und des Winkels geringfügige Verschlechterungen, so dass die ursprüngliche Ausrichtung beibehalten wird. Zudem wurde die Seitenneigung der Grundswellen von 1:3 auf 1:4 abgeflacht. Eine flachere Neigung erleichtert die Herstellung der Grundswellen, die in der starken Strömung an der Rheinsohle modelliert werden. Alternative Herstellungsarten aus vorgefertigten Teilen mussten im Kontext des anstehenden Baugrundes wieder verworfen werden.

Die Kolkverfüllung wurde im Rahmen der Optimierung im Hinblick auf eine Minimierung der Auswirkungen auf ökologische Aspekte modifiziert. Modelluntersuchungen der BAW im Rahmen der vertieften Planung für das PFV haben ergeben, dass die Ausdehnung der Kolkverfüllung in Fließrichtung bei gleichbleibender Wirkung reduziert werden kann. Der ursprüngliche geplante Ausdehnungsbereich, der im Scopingverfahren vorgestellten Kolkverfüllung von Rhein-km 551,08 bis 551,49, wurde um rund 100 m auf den Bereich von Rhein-km 551,08 bis 551,39, also auf eine Ausdehnung von ca. 300 m, reduziert.

Zusätzlich werden zum Erhalt der als ökologisch relevant angesehenen Variabilität von Wassertiefen und Fließgeschwindigkeiten im Bereich der Kolkverfüllung quer zur Fließrichtung verlaufende Mulden mit variablen Tiefen, sogenannte Querrillen in die Kolkverfüllung eingebaut. Das Tiefenprofil der Querrillen wird zusätzlich variabel errichtet. Die Optimierung erfolgt auf Basis der Annahme, dass durch eine hohe Variabilität des Wertepaars aus Wassertiefe und Fließgeschwindigkeit unterschiedliche Habitatansprüche der potenziell vorkommenden Fischarten bestmöglich bedient werden. Der Nachweis der Optimierung erfolgte auf Basis der Auswertung punktueller Wertekombinationen aus Wassertiefe und Fließgeschwindigkeit im Bereich der Kolkverfüllung. Verglichen wurden die Wertekombinationen für den Ist-Zustand und den Planungszustand.

(vgl. Auswirkungen flussbaulicher Maßnahmen (BAW),
Kapitel 7.2.1, Seiten 129 (155.pdf) ff, sowie Kapitel 7.2.2, Seiten 136 (162.pdf) ff,
Anlage 19).

Weitere Einzelheiten zur Geometrie sowie zur Art der Ausführung der ökologisch optimierten Teilverfüllung des Kolkes werden in Kapitel 4.5 gegeben.

²³ Quelle: Bundesanstalt für Wasserbau (1977): Modellversuche über die Beeinflussung der Schifffahrt durch Grundswellen, Erster Teilbericht: Versuche im Modellmaßstab 1:50, Karlsruhe. Bundesanstalt für Wasserbau (1978): Modellversuche über die Beeinflussung der Schifffahrt durch Grundswellen, Zweiter Teilbericht: Versuche im Modellmaßstab 1:16, Karlsruhe.

3.2.3.2.6 Vorzugsvariante(n)

Als Vorzugsvariante ging aus dem beschriebenen iterativen Prozess die sog. *MaKo_37 mit Sohlabtrag* hervor.

**(im Einzelnen: Auswirkungen der Flussbaulichen Maßnahmen (BAW),
Kapitel 7.2.2, Seiten 136 (162.pdf) ff., Kapitel 10, Seite 170 (196.pdf) ff.,
Anlage 19)**

Die einzelnen Maßnahmen der Vorzugsvariante *MaKo_37 mit Sohlabtrag* trennen sich dabei wie folgt auf die beiden verfahrensgegenständlichen Vorhaben auf:

Das Vorhaben AOMR TA 3 besteht aus den Grundswellen, der ökologisch optimierten Teilverfüllung des Kolkes und den Sohlabträgen. Mit dem Vorhaben AOMR TA 3 lassen sich die Wassertiefen für eine Freigabe der Fahrrinntiefe von 2,10 m unter GIW₂₀ und 3,40 m unter GIW₁₈₃ erhöhen, dies bei dauerhafter Reduzierung des zukünftigen Unterhaltungsaufwandes.

Das Vorhaben Ufermodellierung am Tauber Werth beinhaltet die Maßnahme Ufermodellierung. Mit dem Vorhaben Ufermodellierung am Tauber Werth lässt sich der Querströmungseinfluss auf die Schifffahrt vor allem in der Warteposition unterhalb des Tauber Werths reduzieren. Dies führt zu einer Erhöhung der Leichtigkeit und Sicherheit der Schifffahrt.

Die formulierten Randbedingungen (dazu oben unter 3.2.3.2.1) werden von jedem der beiden Vorhaben eingehalten, unabhängig von einer gemeinsamen oder alleinigen Umsetzung. Gelangen beide Vorhaben zur Umsetzung, so ergibt sich hieraus der Maßnahmenumfang der *MaKo_37 mit Sohlabtrag*, mit dem die genannten Planungsziele erreicht werden können.

**(vgl. Auswirkungen der Flussbaulichen Maßnahmen (BAW),
Kapitel 10, Seite 171 (197.pdf), Anlage 19)**

4 Art und Umfang der Baumaßnahme

4.1 Standort der Vorhaben

Verkehrliche Bedingungen und streckenspezifische Besonderheiten

Nachfolgende Streckenbeschreibung erfolgt nicht nach Vorhaben differenziert, da sich beide Vorhaben im gleichen geografischen Raum befinden. Die Streckenbeschreibung erfolgt für den Rheinabschnitt von Rhein-km 547,50 bis 557,00 in welchem sich beide Vorhabengebiete befinden. Überwiegende Passagen der nachfolgenden Beschreibung sowie die Abbildung 2 sind den

Auswirkungen der flussbaulichen Maßnahmen (BAW), Anlage 19

entnommen.

Der oben genannte Rheinabschnitt ist auf Grund seiner Lage im Rheinischen Schiefergebirge durch kompakte Querschnitte, ein hohes Gefälle und damit einhergehenden hohen Strömungsgeschwindigkeiten, ein heterogenes Gewässerbett und starke Krümmungen geprägt (siehe Abbildung 2, S.22).

Im oben genannten Rheinabschnitt befindet sich die sogenannte Wahrschaustrecke zwischen Rhein-km 548,50 und 555,43. Hier wird der Schiffsverkehr mit Lichtsignalanlagen geregelt, da dieser Abschnitt nautisch sehr anspruchsvoll ist und zudem im engen Mittelrheintal die Sichtverhältnisse, sowie die direkten

Sprechfunkverbindungen von Schiff zu Schiff eingeschränkt sind. Je nach Größe der Schiffe und in Abhängigkeit vom Wasserstand besteht streckenweise ein Begegnungsverbot sowie ein Überholverbot²⁴.

Für drei Teilstrecken wurde zum 01.12.2013 ein Begegnungsverbot sowie ab Hochwassermarken I²⁵ ein Überholverbot eingeführt, um die Unfallzahlen zu reduzieren. Für folgende Streckenabschnitte gilt nach § 12.03 Kap. 12, Zweiter Teil der RheinSchPV eine besondere Verkehrsregelung:

- am „Jungferngrund“ zwischen Rhein-km 550,60 bis 551,20,
- am „Betteck“ zwischen Rhein-km 553,30 bis 553,60 und
- am „Bankeck“ zwischen Rhein-km 555,20 bis 555,60.

Bergfahrer²⁶ müssen Talfahrer passieren lassen und ggf. warten, bis die Talfahrer den jeweiligen Bereich passiert haben. Grundsätzlich darf Schiffe, die länger als 110 m oder breiter als 15 m sind oder als Verband fahren, nicht begegnet werden.

Tiefenengstelle „Jungferngrund“, Rhein-km 550,50 bis 551,50

Etwa bei Rhein-km 550,50 beginnt eine nach rechts verlaufende 90°-Krümmung. Vor dieser hat sich in der felsdurchsetzten Flusssohle²⁷ ein Kolk ausgebildet, der bei GIW₂₀ eine maximale Wassertiefe von 6 m hat. Die Rheinsohle im Bereich des Kolkes besteht aus Fels, welcher mit Lockergestein in einer Mächtigkeit von 0,3 bis 1,2 m überlagert ist. Am Innenufer der Rechtskrümmung gibt es eine große Kiesbank, den „Jungferngrund“ (Rhein-km 550,70 bis 551,60). Im unterstromigen Bereich der Kiesbank befindet sich die Felsformation „Sieben Jungfrauen“, die die Kiesbank begrenzt und bis dicht an den rechten Fahrrinnenrand reicht.

Im Kurvenaußenbereich befindet sich am linken Fahrrinnenrand die Felsinsel „Tauber Werth“ (Rhein-km 550,90 bis 551,10), die auch bei sehr niedrigen Wasserständen noch hinterströmt wird. Bei GIW₂₀ beträgt die maximale Wassertiefe im Bereich zwischen dem „Tauber Werth“ und dem Außenufer ca. 2,50 m, die maximale Wassertiefe im flachsten Querschnitt beträgt mehr als einen Meter.

Unterstrom des „Tauber Werth“ beginnt bei Rhein-km 551,08 ein Kolk, welcher zunächst auf ca. 200 m hauptsächlich im linken Drittel der Fahrrinne verläuft und an seiner tiefsten Stelle eine Tiefe von 6,2 m unter GIW₂₀ aufweist. Im weiteren Verlauf verschwenkt dieser Kolk weiter in die Fahrrinne und endet nach ca. 420 m bei Rhein-km 551,49. Im hier beschriebenen Bereich treten infolge des buchtenartigen Uferverlaufs zudem Querströmungen auf, welche abhängig vom Abfluss unterschiedlich stark ausgeprägt sind und auf den linken Fahrrinnenrand wirken. Die größten Werte treten ab ca. Rhein-km 551,40 am linken Fahrrinnenrand auf, wobei die Strömung in Richtung der Fahrrinnenmitte gerichtet ist.

Diese, in Fließrichtung gesehen, erste Tiefenengstelle wird durch regelmäßig wiederkehrende Sedimentanlandungen im Innenkurvenbereich der Rechtskrümmung zwischen Rhein-km 550,80 bis 551,00 verursacht. Die Sedimentanlandungen resultieren sowohl aus den aufgrund der 90° Krümmung vorherrschenden Sekundärströmungen, die Geschiebe in Richtung der Innenkurve transportieren, als auch aus den besonderen Felsstrukturen im Krümmungsbereich, sowie aus der Lage des Kolkes oberstrom des Jungferngrundes, wodurch es zu einer Ablenkung des Transportpfades der Sedimente Richtung Innenufer kommt. Weiterhin besteht insbesondere bei höheren Abflüssen, wenn die Querschnittsaufweitung im Kurvenbereich wirksam wird und es zur Überströmung der Kiesbank Jungferngrund kommt, eine

²⁴ Weitere Informationen sind unter www.elwis.de/schifffahrtsrecht/Binnenschifffahrtsrecht/RheinSchPV/Zweiter-Teil/Kapitel-12/12-03/12-03page.html zu finden.

²⁵ Hochwassermarken I für Pegel Kaub: 460 cm. Es gilt ein Fahrverbot für alle Fahrzeuge ohne Ultrakurzwellen-Funk.

²⁶ Als „Bergfahrer“ werden Schiffe bezeichnet, die gegen den Strom bzw. entgegen der Fließrichtung fahren. „Talfahrer“ bezeichnet Schiffe, die mit dem Strom „zu Tal“ fahren.

²⁷ Als Flusssohle wird der zwischen den Ufern liegende Teil des Gewässerbetts bezeichnet (vgl. DIN 4949-3 Gewässersohle)

Anlandungstendenz. Verursacht wird diese durch die Abnahme der mittleren Fließgeschwindigkeiten im Vergleich zum Bereich oberstrom der Krümmung. Aus den daraus resultierenden geringeren Sohlschubspannungen wird die Anlandungstendenz bei geschieberelevanten (also höheren) Abflüssen verstärkt.

Die durch die beschriebenen Sedimentanlandungen verursachten Fehltiefen zwischen Rhein-km 550,80 bis 551,00 in der Fahrrinne werden durch Unterhaltungsbaggerungen beseitigt. Diese dauern zum Teil mehrere Wochen an und führen zu einer temporären Reduzierung der Fahrrinnenbreite. Da diese Reduzierung in einer nautisch anspruchsvollen 90°-Kurve und einem Bereich hoher Fließgeschwindigkeiten liegt, führt sie zu besonders starken Behinderungen der Schifffahrt.

Zusätzlich ist der Bereich der Tiefenengstelle Jungferngrund durch Querströmungen gegrägt, die die Schifffahrt behindern. Unterstrom des Tauber Werths am Ausgang der 90°-Krümmung (Rhein-km 551,20 bis 551,50) verläuft die Strömung, im Gegensatz zur Linienführung des linken Fahrrinnenrandes, nahezu parallel zum buchtenartigen Ufer. Hieraus resultiert eine Querströmungskomponente in Richtung Fahrrinnenmitte. Die auf den linken Fahrrinnenrand wirkende Querströmung ist hierbei abhängig vom Abfluss unterschiedlich stark ausgeprägt.

Tiefenengstelle „Geisenrücken“, Rhein-km 551,50 bis 553,00

Im Bereich der Tiefenengstelle „Geisenrücken“ erstreckt sich zwischen Rhein-km 552,00 und 552,50 eine längs im Fluss verlaufende Felsrippe, die erst bei Wasserständen von $GIW_{183} + 0,5$ m vollständig überströmt wird. Im Bereich dieser als „**Geisenrücken**“ bezeichneten Formation, teilt sich das Fahrwasser in zwei Fahrrinnen auf, wobei Talfahrer die rechte²⁸ Fahrrinne benutzen müssen und für Bergfahrer wasserstandabhängig beide Fahrrinnen zur Verfügung stehen. Der Bereich um den „Geisenrücken“ stellt die zweite Tiefenengstelle im Vorhabengebiet AOMR TA 3 dar.

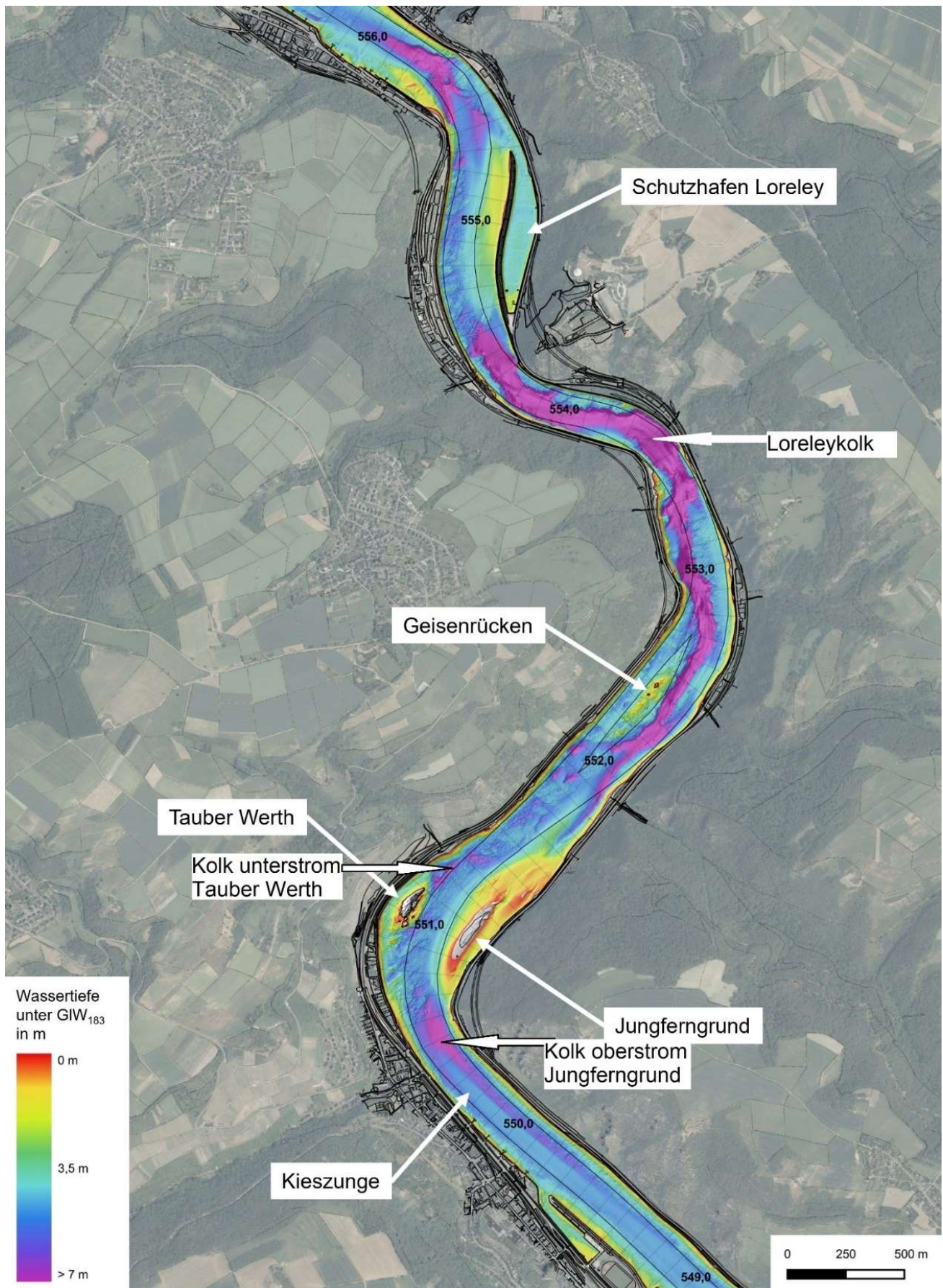
Verursacht wird diese Tiefenengstelle durch lokale Fehltiefen, welche vorwiegend aus einzelnen Felsspitzen resultieren. Im Bereich der linken Fahrrinne des „Geisenrücken“ erstrecken sich die Fehltiefen teilweise über die gesamte Fahrrinnenbreite, während die rechte Fahrrinne durch größere Wassertiefen geprägt ist und zum Teil Wassertiefen von bis zu 13 m unter GIW_{20} auftreten.

Streckenabschnitt unterhalb des Jungferngrunds „Loreleykolk“

Der Streckenabschnitt unterhalb des Jungferngrunds von Rhein-km 552,00 bis etwa Rhein-km 554,50 ist durch rinnenartige Übertiefen geprägt. In den Bereichen „Kammereck“ (Rhein-km 552,80), Betteck“ (Rhein-km 553,60) und an der „Loreley“ (Rhein-km 554,30) treten lokal Tiefen von bis zu 20 m unter GIW_{20} innerhalb der rinnenartigen Übertiefe auf. Dieser Bereich der Übertiefen von Rhein-km 552,00 bis 554,50 wird hier auch als „Loreleykolk“ bezeichnet. Infolge der heterogenen Sohltopographie in diesem Streckenabschnitt ist die Strömung hoch turbulent, sichtbar durch eine pulsierende Bewegung der Wasseroberfläche. Im Bereich der tiefen Kolke kommt es zu stark variierenden Strömungsgeschwindigkeiten innerhalb der Fahrrinne, die in Bereichen abrupter geometrischer Änderungen durch vergleichsweise hohe vertikale Strömungsgeschwindigkeiten überlagert werden.

Ab Rhein-km 553,50 beginnt der von der WSV genutzte Verbringbereich für gebaggertes Nassbaggergut. Der Verbringbereich endet bei Rhein-km 554,00. Das vom WSA Rhein im Rahmen der Unterhaltung umgelagerte Nassbaggergut wird regelmäßig bei entsprechenden Abflussereignissen wieder in Gänze oder in Teilen ausgespült und mit dem Strom weitertransportiert.

²⁸ Die Bezeichnungen rechte und linke Fahrrinne werden der Blickrichtung in Fließrichtung folgend verwendet.

Abbildung 2: Übersicht der streckenspezifischen Besonderheiten im TA 3 Tiefen unter GIW₁₈₃

4.2 Baugrund

Zur Beurteilung des Baugrundes, auf dem die Grundswellen und die ökologisch optimierte Teilverfüllung des Kolkes für das Vorhaben AOMR TA 3 errichtet werden, wurden Baugrunderkundungen durchgeführt. Ebenso wurden die Eigenschaften der abzutragenden Sohle erkundet.

Die Beurteilung des geotechnischen Ist-Zustands der Flusssohle erfolgte anhand von punktuellen Aufschlüssen (Schürfe, Sondierungen und Bohrungen) aus den Jahren 2016, 2018, 2020, 2023 und 2024. An diesen Stellen wurden partiell Proben zur Bestimmung der Korngrößenverteilung des Sohlmaterials entnommen und die Überlagerungshöhe des Lockergesteins zum tiefer anstehenden Felshorizont ermittelt. Die Beurteilung des durch die Ufermodellierung zu überbauenden Ufers erfolgte anhand von 3 Bohrungen sowie Schürfproben im Jahre 2024.

Auf der Grundlage der Ergebnisse dieser Untersuchungen in Verbindung mit der Bemessung der Grundswellen, der ökologisch optimierten Teilverfüllung des Kolkes und der Ufermodellierung wurden die Bauverfahren und die Art der Ausführung festgelegt.

Zudem wurden auf der Kiesbank Jungferngrund geotechnische Felduntersuchungen zur Mächtigkeit der Lockergesteinsbedeckung, zur Höhenlage der Felsoberkante, zur Korngröße und zu den Lagerungsverhältnissen des Lockergesteins durchgeführt, um die morphodynamischen²⁹ Auswirkungen der flussbaulichen Maßnahmen auf die Kiesbank Jungferngrund beurteilen zu können.

Grundswellen:

Die Grundswellen werden im Kolk oberstrom der Kiesbank Jungferngrund bei Rhein-km 550,42 bis 550,60 errichtet. Die Rheinsohle im Bereich des Kolkes besteht aus Fels, welcher mit Lockergestein in einer Mächtigkeit von 0,3 m bis 1,2 m überlagert ist. Im unterstromigen Bereich, außerhalb der Aufstandsfläche für die Grundswellen (ab Rh-km 550,70), steigt die Überdeckung auf bis zu 2,0 m an. Das überlagernde Lockergestein besteht aus sandigen Kiesen. Die Grundswellen werden also nicht unmittelbar auf Fels, sondern im Lockergestein gegründet.

Ökologisch optimierte Teilverfüllung des Kolkes:

Die Rheinsohle im Kolk unterstrom des Tauber Werths, der teilverfüllt werden soll, besteht aus Fels welcher mit Lockergestein in einer Mächtigkeit von mindestens 0,60 m bis 0,80 m überlagert ist. Das Überlagerungsmaterial besteht aus überwiegend plattigem Grobmaterial. Kornanalytisch handelt es sich um einen Kies mit Steinen. Die Kornform ist eher plattig, während die Kiese eher abgerundet sind. Der Sandanteil schwankt um ca. 20 bis 30 Gewichts-%. Die für die ökologisch optimierte Teilverfüllung des Kolkes vorgesehenen Wasserbausteine werden nicht direkt auf Fels, sondern auf der Lockergesteinschicht gegründet.

Ufermodellierung:

Die Ufermodellierung wird am linken Rheinufer unterstrom des Tauber Werths zwischen Rhein-km 551,15 bis 551,45 errichtet. Das Material, welches auf der Flusssohle auflagert, sowie die Uferböschung in diesem Bereich, besteht aus überwiegend plattigem Grobmaterial und ist das gleiche Material wie im Bereich des Kolkes. Die für die Ufermodellierung vorgesehenen Wasserbausteine werden nicht auf Fels, sondern in der Lockergesteinsschicht gegründet.

²⁹Als morphodynamische Auswirkungen wird hier das Wechselspiel der aufbauenden (Sedimentation) und abtragenden (Erosion) Kräfte verstanden.

Sohlabtrag durch Felsabtrag:

Die aus dem Fels im Bereich der Tiefenengstelle „Geisenrücken“ gewonnenen Proben bestanden ausschließlich aus stark quarzitischem Tonschiefer, der auch als Grauwackenschiefer bezeichnet wird. Die Zähigkeit des Materials liegt in einem Bereich für sehr zähes bis sprödes Material. Im Untersuchungsbereich um den Loreleyfelsen stehen ebenfalls quarzitisches Tonschiefer und „reine“ Tonschiefer an.

Es ist davon auszugehen, dass der für einen Felsabtrag anstehende Bereich der Flußsohle im gesamten Vorhabengebiet einem schonenden Felsabtragsverfahren zugänglich ist. Das schonende Felsabtragsverfahren gewährleistet, dass das Ausbauziel erreicht und nicht über die Gerätetoleranz hinaus überschritten wird (vgl. Kapitel 4.5.1.4.1). Zur Verwertung des Felsabtrags siehe Kapitel 4.5.2.5.

Sohlabtrag durch Nassbaggerungen:

Da die Felssohle zum Teil durch Lockergestein überlagert ist, ergeben sich für den Sohlabtrag an diesen Stellen im Vergleich zum Felsabtrag differente Bedingungen. Die Untersuchungen des Lockergesteins im Bereich der Kiesbank Jungferngrund (Rhein-km 550,70 bis 551,60), zwischen Rhein-km 553,50 bis 553,90 und im Bereich des Schutzhafens Loreley (Rhein-km 554,80 bis 555,40) ergaben einen sehr grobkörnigen Boden (sandiger Grobkies), welcher dem natürlichen Geschiebetrieb des Rheins zuzuordnen ist. Das anstehende Lockergestein ist dem üblichen Nassbaggerverfahren, welches das WSA auch bei regelmäßigen Unterhaltungsbaggerungen anwendet zugänglich.

Kiesbank Jungferngrund:

Die Mächtigkeit der Lockergesteinsbedeckung beträgt innerhalb der bei Mittelwasser trocken fallenden Fläche im Mittel ca. 5,6 m. Innerhalb der untersuchten Fläche waren sowohl die Lockergesteinsbedeckung als auch die Höhe der Felsoberkante sehr unregelmäßig und unstetig verteilt. Die Untersuchungen zur Korngrößenverteilung ergaben sehr grobkörnige Böden, die bodenmechanisch ebenfalls als sandige Grobkiese zu bezeichnen sind. Auffallend war eine visuell erkennbare grobkörnigere Lockergesteinsauflage auf dem eigentlichen Grundmaterial der Kiesbank. Einige Körnungsanalysen zeichnen sich durch einen erhöhten Anteil an Mittelsand und durch das Vorhandensein einer Ausfallkörnung im Größenbereich von 0,4 – 2,0 mm aus. Zudem wurde im Bereich der Kiesbank Jungferngrund eine singulär herausragende Felsrippe ohne jede Bedeckung aufgefunden.

Die aus den geotechnischen Felduntersuchungen gewonnenen Erkenntnisse gingen als Parameter in das von der BAW betriebene gegenständliche Modell ein. In Versuchen mit einer veränderlichen Kiesbank konnte die natürliche Dynamik des Jungferngrundes nachgebildet und gezeigt werden, dass die Grundswellen in Kombination mit der ökologisch optimierten Teilverfüllung des Kolkes diese Dynamik nicht negativ beeinflussen.

(vgl. Auswirkungen der flussbaulichen Maßnahmen (BAW),
Kapitel 6.4.2, Seiten 101 (127.pdf) ff, Kapitel 7.2.2.1 und 7.2.2.2 Seiten 137 (163.pdf) ff,
Anlage 19).

4.3 Wasserwirtschaftliche Grundlagen

4.3.1 Hydrologie

Maßgebender Pegel für den Rheinabschnitt des Vorhabengebietes AOMR TA 3 und des Vorhabengebietes für die Ufermodellierung am Tauber Werth ist der Pegel Kaub bei Rhein-km 546,3 am rechten Ufer. Kennzeichnende Abflüsse und Wasserstände sind aus dem Elektronischen Wasserstraßen Informationsservice (ELWIS) der WSV in Verbindung mit der Abflusskurve am Pegel Kaub (AK Kaub Nr. 14.2, gültig ab 05/2013) entnommen:

Tabelle 1: Kennzeichnende Abflüsse und Wasserstände in Verbindung mit der Abflusskurve am Pegel Kaub

Kennzeichnende Abflüsse/ Wasserstände	Abfluss in m³/s	Höhe in m. ü. NHN	Pegelwert Kaub in cm
NNQ/ NNW _(22.01.2018)	543	67,919	25
GIQ/ GIW ₂₀	773	68,439	77
MQ/ MW ₍₁₉₃₀₋₂₀₂₂₎	1.640	69,749	208
HSQ/ HSW	4.924	74,069	640
HHQ/ HHW _(05.01.1883)		75,919	825

Für das Vorhaben AOMR werden zusätzlich für den wirtschaftlich relevanten Bezugswasserstand GIW₁₈₃ folgende Werte ermittelt:

Tabelle 2: Kennzeichnender Abfluss und Wasserstand in Verbindung mit dem wirtschaftlich relevanten Bezugswasserstand GIW₁₈₃ am Pegel Kaub

GIQ/ GIW ₁₈₃	1.507	69,709	204
-------------------------	-------	--------	-----

Die Abflüsse sind die maßgebliche hydrologische Größe. Zu den verschiedenen Abflüssen stellen sich entsprechend der Geometrie, dem Gefälle und den Rauigkeitsverhältnissen die Wasserspiegellagen auf der Strecke ein.

Die Abflüsse sind abhängig vom Wasserdargebot und verändern sich durch meteorologische Niederschlagsereignisse im Einzugsgebiet bei langen Trockenperioden sowie bei einsetzender und abklingender Schneeschmelze. Naturgemäß unterliegen sie einem Winter-Sommer-Jahresgang entsprechend den jahreszeitlichen meteorologischen Gegebenheiten. Die durch veränderliche Abflüsse ausgelösten morphologischen Änderungen oder flussbauliche Bau- und Unterhaltungsmaßnahmen im Bereich der Strecke beeinflussen umgekehrt jedoch nicht das Wasserdargebot und die daraus resultierenden Abflüsse.

Auswirkungen des Vorhabens AOMR TA 3 und des Vorhabens Ufermodellierung am Tauber Werth auf die abflussabhängigen Wasserspiegellagen werden in Kapitel 5.1.1 für Abflüsse bei Niedrig- und Mittelwasser beschrieben. Auswirkungen hinsichtlich der Hochwasserabflüsse werden in Kapitel 5.1.3 beschrieben.

4.3.2 Grundwasser (Hydrogeologie)

Der Grundwasserleiter erstreckt sich über eine Fläche von 531 km² zwischen Bingen und Koblenz und umfasst große Bereiche der rheinbegleitenden Höhenzüge von Hunsrück und Taunus. Es handelt sich um einen Grundwasserleiter in den devonischen³⁰ Schiefer- und Grauwacken-Gesteinen. Der devonische Untergrund wird als gering ergiebiger Grundwasserleiter bezeichnet³¹. Entsprechend gering ist die Grundwasserneubildung.³² Die Grundwasserspiegellagen folgen der Geländeform. Im Rheintal befindet sich das Grundwasserniveau daher deutlich niedriger als in den Bereichen der benachbarten Gebirgshänge. Die Koppelung zwischen dem Wasserstand im Rhein und dem Grundwasserspiegel in der nahen Umgebung ist vermutlich recht eng.

Auswirkungen des Vorhabens AOMR TA 3 und des Vorhabens Ufermodellierung am Tauber Werth auf das Grundwasser werden in Kapitel 5.1.2 beschrieben.

4.3.3 Hochwasser

Für den Rheinabschnitt der Vorhabengebiete bestehen Hochwasserrisikokarten des Landes Rheinland-Pfalz, die unter dem Link: <https://hochwassermanagement.rlp.de/unsere-themen/was-macht-das-land/hochwassergefahren-und-risikokarten> abgerufen werden können. Hochwasserrisikokarten berücksichtigen nach § 74 WHG drei Hochwasserszenarien:

- Hochwasser mit niedriger Wahrscheinlichkeit (d.h. seltener als alle 200 Jahre) oder bei Extremereignissen auftreten,
- Hochwasser mit mittlerer Wahrscheinlichkeit (Ereignisse, die im statistischen Mittel alle 100 Jahre und seltener auftreten),
- gegebenenfalls Hochwasser mit hoher Wahrscheinlichkeit (Ereignisse, die im statistischen Mittel häufiger, alle 10 oder 25 Jahre auftreten).

In den Hochwasserrisikokarten sind für die drei Hochwasserszenarien

- das Ausmaß der Überflutung (Fläche) und
- die Wassertiefe bzw. der Wasserstand in den Überflutungsgebieten

dargestellt.

Im Rheinabschnitt der Vorhabenbereiche bestehen keine Hochwasserschutzanlagen in Form von Deichen, Wänden oder mobilen Elementen.

Auswirkungen des Vorhabens AOMR TA 3 und des Vorhabens Ufermodellierung am Tauber Werth auf Hochwasserabflüsse und WSP-Lagen werden in Kapitel 5.1.3 beschrieben.

4.4 Klimawirkungsanalyse

Nach dem Handbuch WSV-Klimaanpassung (GDWS, 2025) sind in Übereinstimmung mit den Vorgaben des § 8 Abs. 1 Klimaanpassungsgesetzes (KAnG) Folgen von Klimaänderungen mit Blick auf die langen Nutzungsdauern der Infrastrukturen an den Wasserstraßen in die Planungsprozesse einzubeziehen. Für das vorliegende Planfeststellungsverfahren wurde für das Vorhaben AOMR TA 3 und das Vorhaben Ufermodellierung am Tauber Werth eine Klimawirkungsanalyse (KWA) durchgeführt, um die Auswirkungen

³⁰ Devonischer Schiefer stammt aus dem Erdzeitalter Devon und ist ca. 400 Millionen Jahre alt.

³¹ Quelle:

<https://lfu.rlp.de/fileadmin/lfu/UMWELT/Wasser/Grundwasser/Grundwasserbewirtschaftung/grundwasserlandschaften.pdf>

³² Quelle: <https://wasserportal.rlp-umwelt.de/servlet/is/2025/>

veränderter klimatischer Randbedingungen auf die Vorhabengebiete im Ist- und Ausbauzustand zu beschreiben.

Als Basis für eine KWA existiert eine Vielzahl von Klimaszenarien und -projektionen. Klimaprojektionen beruhen auf Annahmen zur zukünftigen Entwicklung der Treibhausgaskonzentrationen in der Atmosphäre, die durch den Weltklimarat (engl. Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), Zwischenstaatlicher Ausschuss für Klimaänderungen) in unregelmäßigen Abständen aktualisiert werden (GDWS, 2025). In Übereinstimmung mit der Klimawirkungs- und -risikoanalyse des Bundes (KWRA 2021) (UBA, 2021) im Rahmen der Deutschen Anpassungsstrategie an den Klimawandel (DAS) (BMUKN, 2024) konzentrieren sich die Auswertungen aus Vorsorgegründen auf das RCP8.5-Szenario³³ (geringer Erfolg beim Klimaschutz) aus dem fünften Sachstandsbericht des IPCC (IPCC, 2013). Aus den zahlreichen Klimaprojektionen des RCP8.5-Szenarios werden kennwertabhängig der Median³⁴ (50. Perzentil) sowie das 15. und 85. Perzentil³⁵ verwendet. Das 15. Perzentil sowie der Median sind eher bei niedrig- und mittelwasserbezogenen Kennwerten relevant, wie z.B. im Rahmen ökologischer Fragestellungen. Das 85. Perzentil kann neben dem Median z. B. für hochwasserbezogene Kennwerte herangezogen werden, wie Untersuchungen zu Hochwasserneutralität und Überschreitungswahrscheinlichkeiten.

Die zusammenfassende fachübergreifende KWA ist als separate Anlage beigelegt.

(Fachübergreifende) Klimawirkungsanalyse, Anlage 2

4.5 Beschreibung des geplanten Vorhabens AOMR TA 3 und des Vorhabens Ufermodellierung am Tauber Werth

4.5.1 Vorhaben AOMR TA 3

4.5.1.1 Beschreibung der flussbaulichen Maßnahmen im Vorhaben AOMR TA 3

4.5.1.1.1 Sohlabtrag

Der Sohlabtrag dient dem Ausbau der Fahrrinne auf eine Fahrrinnentiefe von 2,10 m unter GIW₂₀ durch die Beseitigung von örtlichen Fehltiefen und erfüllt gleichzeitig das Ziel der Bereitstellung einer Fahrrinnentiefe von 3,40 m unter GIW₁₈₃.

Der Sohlabtrag erfolgt durch Nassbaggerungen, dort wo es sich um Lockergestein wie Kies und Sand handelt und durch Felsabtrag, wo es sich um felsiges Material handelt.

Bei der Ermittlung des Abtragvolumens und der Abtragflächen wird zum einen eine Tiefenreserve von 20 cm unterhalb der Fahrrinnentiefe berücksichtigt. Die Tiefenreserve soll gewährleisten, dass nicht einzelne Geschiebeteile mit dem über die Rheinsohle getragenen Geschiebe in die Fahrrinne hineinragen. Deshalb wird für den Ausbau der Fahrrinne eine Herstelltiefe von 2,30 m unter GIW₂₀ vorgegeben. Zum anderen wird der ausführenden Firma für die Ausführung eine Gerätetoleranz von 10 cm zugestanden, woraus sich eine Bearbeitungstiefe von 2,40 m unter GIW₂₀ ergibt. Die Bearbeitungstiefe wird für die Ermittlung des Abtragvolumens zu Grunde gelegt.

³³ Die Abkürzung RCP (representative concentration pathway) wird seit dem Fünften Sachstandsbericht des Weltklimarates (IPCC) zur Beschreibung von Szenarien für den Verlauf der absoluten Treibhausgaskonzentration in der Atmosphäre verwendet. RCP 8.5 ist das höchste Basis-Emissionsszenario, bei dem die Emissionen im gesamten 21. Jahrhundert weiter steigen. Es wird deshalb auch mit „geringer Erfolg beim Klimaschutz wie bisher“ bezeichnet.

³⁴ Der Median bezeichnet ein statistisches Lagemaß, das den mittleren Wert einer Datenreihe angibt, nachdem diese nach der Größe sortiert wurde.

³⁵ Ein Perzentil gibt den Rang innerhalb einer Wertemenge von 100 Werten an, die in gleichem Abstand gereiht sind und bezeichnet damit ein Lagemaß aus der Statistik. Das 15. Perzentil gibt also den Wert wieder, unter dem 15% der Werte liegen, bzw. über dem 85% der Werte liegen.

Als Abtragvolumen wurde in Bezug auf den Unterhaltungszustand der Fahrrinne im Jahre 2021 ein Volumen von ca. 4.750 m³ auf einer Fläche von ca. 17.500 m² ermittelt. Davon entfallen flächenmäßig ca. 40 % auf den Felsabtrag und ca. 60 % auf die Nassbaggerungen.

Lageplan der Bauwerksverzeichnis- und Querprofilnummern, Anlage 5.2
Entwurfszeichnung Sohlabtrag, Anlage 9.1.

Felsabtrag

Das Felsabtragvolumen umfasst ca. 1.850 m³ auf einer Felsabtragfläche von ca. 7.400 m².

Der Felsabtrag fällt vor allem im Bereich der Felsformation „Geisenrücken“ (ca. Rhein-km 551,20 bis 553,50) mit einem Volumen von ca. 1.400 m³ auf einer Fläche von ca. 5.400 m² an. Der Rest verteilt sich auf kleinere Einzelflächen an den Fahrrinnenrändern zwischen Rhein-km 553,90 bis 554,80 und Rhein-km 555,40 bis 556,60.

Felsabtrag: Bauwerksnummer 1.2.2
Lageplan der Bauwerksverzeichnis- und Querprofilnummern, Anlage 5.2
Entwurfszeichnung Sohlabtrag, Anlage 9.1

Nassbaggerungen

Nassbaggerungen umfassen insgesamt ca. 2.900 m³ auf einer Fläche von ca. 10.100 m². Die Nassbaggerungen verteilen sich vor allem auf folgende Bereiche:

- Bereich Jungferngrund (ca. Rhein-km 550,70 bis 551,20): ca. 1.250 m³ auf einer Fläche von ca. 5.100 m²
- Bereich Rhein-km 553,5 bis 553,9: 850 m³ auf einer Fläche von ca. 2.000 m²
- Bereich Höhe des Schutzhafens Loreley (ca. Rhein-km 554,80 – 555,40): ca. 800 m³ auf einer Fläche von ca. 3.000 m².

Nassbaggerungen: Bauwerksnummer 1.2.1
Lageplan der Bauwerksverzeichnis- und Querprofilnummern, Anlage 5.2
Entwurfszeichnung Sohlabtrag, Anlage 9.1

4.5.1.1.2 *Regelungsbauwerke*

Grundschwellen

In der Fahrrinne werden innerhalb des oberstrom vom Jungferngrund gelegenen Kolkes zwischen Rhein-km 550,42 bis 550,60 vier Grundschwellen errichtet.

Grundschwellen: Bauwerksnummer 1.1.1
Lageplan der Bauwerksverzeichnis- und Querprofilnummern, Anlage 5.2
Entwurfszeichnung Grundschwellen, Anlage 9.2
QP 2: Querprofil Rhein-km 550,50, Lage Grundschwellen, Anlage 8.2

Die Grundschwellen werden in einem Abstand zueinander von jeweils rund 50 m in Richtung der Gewässerachse angeordnet. Sie sind stromabwärts geneigt und in einem Winkel von ca. 55° zur Gewässerachse ausgerichtet. Die Bauwerkshöhe der einzelnen Grundschwelle ergibt sich aus der

Differenz zwischen der Höhe der Gewässersohle an der jeweiligen Örtlichkeit der Grundschwelle und der Bauwerksoberkante. Die Bauwerksoberkanten der Grundswellen liegen mindestens 4,25 m bis 4,50 m unter GIW_{20} und beeinträchtigen die Schifffahrt nicht. Die mittlere, geringste und maximale Höhe jeder Grundschwelle kann der nachfolgenden Tabelle 1 entnommen werden. Alle vier Grundswellen haben jeweils eine Rückenbreite von 2,00 m und eine Böschungsneigung von 1:4 sowohl auf der stromzugewandten wie auch auf der stromabgewandten Seite. Die Kopfneigung beträgt auf beiden Seiten jeweils 1:5. Die optimierten Rückenlängen der Grundswellen betragen zwischen 45 m und 55 m. Aus der Rückenbreite und den Rückenlängen wird für jede Grundschwelle über die vorgegebenen Neigungen in Verbindung mit dem jeweiligen Sohlverlauf die Aufstandsfläche und das Volumen berechnet. Die jeweilige Aufstandsfläche sowie das Volumen kann der Tabelle 3 entnommen werden. Die Grundswellen sind in Fließrichtung nummeriert.

Tabelle 3: Abmessungen und Volumen der vier Grundswellen

	Grundswellen				Einheit
	S 1	S 2	S 3	S 4	
Bauwerks- oberkante	4,50	4,25	4,25	4,25	[m unter GIW_{20}]
min. Höhe	0,24	1,38	1,32	0,70	[m]
max. Höhe	1,16	1,49	1,87	1,34	[m]
mittlere Höhe	0,70	1,43	1,59	1,07	[m]
Rückenlänge	55	45	48	50	[m]
Aufstandsfläche gerundet	621	771	856	654	[m ²]
Volumen gerundet	348	596	718	420	[m ³]

Da ein mehrschichtiger Aufbau aufgrund der vorherrschenden Fließgeschwindigkeiten nicht durchführbar ist, ist es vorgesehen, die Grundswellen vollständig aus Wasserbausteinen der Klasse LMB10/60³⁶ direkt auf die Rheinsohle aufzusetzen. Dort verbleiben sie aufgrund ihres Eigengewichtes lagestabil an Ort und Stelle. Auf dem im Kolk vorherrschenden sandigen Kies werden sich die Wasserbausteine voraussichtlich etwa 10 cm in die Lockergesteinsschicht einarbeiten. Die Bauwerksoberkanten der Grundswellen werden daher 10 cm überhöht eingebaut, werden sich aber nach etwa ein bis zwei Jahren in die Lockergesteinsschicht eingearbeitet haben. Eine Vorbereitung des Untergrundes ist nicht notwendig.

Ökologisch optimierte Teilverfüllung des Kolkes

Die ökologisch optimierte Kolkverfüllung sieht eine Teilverfüllung des Kolkes vor, welcher am unterstromigen Ende des Tauber Werths bei Rhein-km 551,08 beginnt und zunächst auf ca. 200 m hauptsächlich im linken Drittel der Fahrrinne verläuft bevor er im weiteren Verlauf weiter in die Fahrrinne verschwenkt und nach ca. 420 m bei Rhein-km 551,49 endet. Dieser Kolk wird auf den ersten 300 m bis Rhein-km 551,39 bis auf ein Niveau von 3,5 m unter GIW_{20} teilverfüllt. Damit bleibt das Niveau der ökologisch optimierten Teilverfüllung des Kolkes, dort wo sie unterhalb der Fahrrinne verläuft, um 1,4 m unterhalb der auf 2,10 m unter GIW_{20} ausgebauten Fahrrinne. Die Mächtigkeit der ökologisch optimierten Teilverfüllung des Kolkes variiert in Abhängigkeit des Sohlhöhenverlaufs im Kolk zwischen 0,6 m bis

³⁶ LMB 10/60 entspricht einem Gewicht von 10 bis 60 kg je Stein

maximal 2,7 m. Als Verfüllmaterial werden Wasserbausteine der Klasse LMB 10/60 verwendet, welche direkt auf die Lockergesteinsschicht abgesetzt werden. Aufgrund der innerhalb der ersten ein bis zwei Jahre zu erwartenden Einarbeitung der Wasserbausteine in das Lockergestein, wird die ökologisch optimierten Teilverfüllung des Kolkes um 0,10 m überhöht errichtet.

Zusätzlich werden zum Erhalt der als ökologisch relevant angesehenen Variabilität von Wassertiefen und Fließgeschwindigkeiten im Bereich der ökologisch optimierten Teilverfüllung des Kolkes quer zur Fließrichtung verlaufende Mulden, sogenannte Querrillen, in die zunächst auf einheitlichem Niveau hergestellte ökologisch optimierten Teilverfüllung des Kolkes eingebracht. Das Tiefenprofil der Querrillen wird zusätzlich variabel errichtet. Die geplanten Querrillen werden durch nachträgliche Entnahme von Wasserbausteinen erzeugt. Die Querrillen reichen bis ca. 1,70 m in die ökologisch optimierte Teilverfüllung des Kolkes bzw. bis zu ca. 5,2 m unter GIW₂₀.

Das Volumen der ökologisch optimierten Teilverfüllung des Kolkes ergibt sich zu ca. 10.200 m³ auf einer Fläche von ca. 13.700 m².

Aufgrund des breiten Querschnitts des Rheins in diesem Bereich hat die ökologisch optimierte Teilverfüllung des Kolkes nahezu keinen Einfluss auf die Wasserspiegellagen.

Ökologisch optimierte Teilverfüllung des Kolkes: Bauwerksnummer 1.1.2
Lageplan der Bauwerksverzeichnis- und Querprofilnummern, Anlage 5.2
Entwurfszeichnung Kolkverfüllung, Anlage 9.3
QP 4: Querprofil Rhein-km 551,20, Lage Kolkverfüllung, Anlage 8.4

4.5.1.2 Bauabschnitte und Bauablauf

Die Bauabschnitte und der Bauablauf ergeben sich im Wesentlichen aus den Randbedingungen zum Lärmschutz (vgl. Kapitel 5.4.1) und der Reduzierung der Beeinträchtigungen auf die Schifffahrt in Verbindung mit den Bauverfahren (vgl. Kapitel 4.5.1.4) und der Bauzeit (vgl. Kapitel 4.5.1.5) für die einzelnen flussbaulichen Maßnahmen.

Die Regelungsbauwerke im Bereich der Tiefenengstelle am Jungferngrund werden in folgender Reihenfolge errichtet. Zunächst werden die Grundswellen (ca. 20 Arbeitstage (AT)) und die ökologisch optimierte Teilverfüllung des Kolkes (ca. 10 AT) hergestellt. Da sowohl für die Errichtung der Grundswellen als auch für die Errichtung der ökologisch optimierten Teilverfüllung des Kolkes eine Vollsperrung der Schifffahrt notwendig ist (vgl. Kapitel 4.5.2.4), werden die Arbeiten parallel durchgeführt, um die Schifffahrt so wenig wie möglich zu beeinträchtigen. Dabei wird auf die Einhaltung des lärmschutzbedingten Mindestabstands von 500 m (vgl. Kapitel 5.4.1) geachtet. Danach erfolgen die Nassbaggerarbeiten im Bereich der Kiesbank Jungferngrund (ca. 6 AT). Damit sind die Arbeiten zur Beseitigung der Tiefenengstelle Jungferngrund in ca. 26 AT bzw. rund 1,3 Kalendermonaten beendet.

Die übrigen Nassbaggerarbeiten außerhalb der Tiefenengstelle Jungferngrund also im Bereich der Innenkurve bei Rhein-km 553,50 bis 553,90 und im Bereich der Trennmole am Loreleyhafen (Rhein-km 554,80 bis 555,40) können unmittelbar nach Abschluss der Arbeiten in der Tiefenengstelle am Jungferngrund durchgeführt werden. Hierfür werden etwa 9 AT bzw. 2 Wochen veranschlagt.

Parallel zu den Arbeiten an der Tiefenengstelle am Jungferngrund und den Nassbaggerarbeiten außerhalb der Tiefenengstelle Jungferngrund, beginnen auch die Arbeiten für den Felsabtrag außerhalb der Tiefenengstelle Jungferngrund. Für den Felsabtrag werden insgesamt, einschließlich Umrüst- und Einrichtzeiten etwa 65 AT bzw. ca. 3,25 Monate veranschlagt.

Aus dem dargestellten Bauablauf ergibt sich eine Bauzeit von insgesamt 3,25 Monaten. Im Zeitraum dieser 3,25 Monate wird an rund 2 Monaten parallel an verschiedenen, maximal drei Örtlichkeiten gearbeitet.

Abbildung 3: Bauablauf Vorhaben AOMR TA 3

Örtlichkeit Rhein-km	Flussbauliche Maßnahme	AT	Bauablauf in Wochen															
550,42-550,60	Grundswellen	20	■	■	■	■	■											
551,08-551,39	Kolkverfüllung	10	■	■	■													
550,70-551,20	Nassbaggerung	6						■	■									
553,50-553,9 + 554,80-555,40	Nassbaggerung	9							■	■								
551,20-554,80	Felsabtrag	65	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

4.5.1.3 Baustelleneinrichtungsflächen und Zufahrten

Die Herstellung der flussbaulichen Maßnahmen erfolgt mit schwimmenden Geräteeinheiten, so dass auch der Materialan- und abtransport ausnahmslos über den Wasserweg erfolgt. Ein Umschlag von Wasserbausteinen kann im Hafen Oberwesel bei Rhein-km 549,50 oder über die Ersatzübergangsstelle St. Goar - Wellmich bei Rhein-km 559,10 erfolgen.

Für den Betrieb von Baubüros für den TdV als Bauherren bestehen verschiedene Möglichkeiten in vorhandenen bundeseigenen Immobilien entlang der Strecke. Zusätzliche Baustelleneinrichtungsflächen werden nicht erforderlich.

4.5.1.4 Bauverfahren

4.5.1.4.1 Sohlabtrag

Im Rahmen eines Baggersversuchs³⁷ konnte ein Verfahren gefunden werden, das den Ausbau der Fahrrinne auf die vorgegebene Tiefe ohne Überschreitung der Gerätetoleranz bewerkstelligen kann. Zudem konnten Aufwandswerte ermittelt werden, die eine Angabe der Bauzeit ermöglichen.

Der **Felsabtrag** erfolgt von einer schwimmenden Einheit aus. Auf dieser Einheit befindet sich ein Bagger, welcher durch den Anbau verschiedener geeigneter Anbaugeräte³⁸ den Fels sowohl lösen als auch aufnehmen kann und in eine separat bereit gestellte Klappschute³⁹ verladen kann. Der gelöste und in die Klappschute verladene Felsabtrag wird mit der Klappschute zu einer Verbringstelle⁴⁰ im Vorhabengebiet AOMR TA 3 verbracht und dort dem Gewässer wieder zugegeben. Als geeignete Verbringstelle im Vorhabengebiet kommt die Übertiefe im „Loreleykolk bei Rhein-km 553,50 bis 554,00 in Betracht.

Die **Nassbaggerarbeiten** erfolgen von einer schwimmenden Einheit aus, auf der sich ein Bagger befindet. Zusätzlich wird eine Klappschute an der Baggerstelle bereitgehalten, in welche der Bagger das aufgenommene Material entlädt. Die Klappschute verbringt⁴¹ das Baggergut zu einer Verbringstelle im Vorhabengebiet AOMR TA 3, wo es dem Fluss wieder zugegeben (auch Umlagerung genannt) wird. Als

³⁷ Im Rahmen eines 2022 durchgeführten sogenannten Baggersversuchs wurden die Auswirkungen und Parameter von Felsabtragsverfahren untersucht.

³⁸ Anbaugeräte können z. B. eine Felsfräse oder eine Baggerschaufel sein.

³⁹ Als Schute wird ein offenes Wasserfahrzeug bezeichnet, welches sich insbesondere für den Transport von Schüttgut eignet. Eine Klappschute zeichnet sich zusätzlich dadurch aus, dass eine im Schiffsrumpf befindliche Klappe geöffnet werden kann und so das Schüttgut direkt ins Gewässer entladen werden kann.

⁴⁰ Als Verbringstellen werden die Stellen im Vorhabengebiet bezeichnet, an denen das im Rahmen von Unterhaltungsbaggerungen aufgenommene Material über Klappschuten wieder dem Gewässer hinzugegeben wird. Dies geschieht an Stellen mit großen Übertiefen.

⁴¹ Als „verbringen“ oder „Verbringung“ wird das Transportieren (Fördern) von Baggergut von der Entnahme- zur Ablagerungsstelle bezeichnet. Im Vorhaben AOMR TA 3 wird sämtliches Baggergut innerhalb des Teilabschnitts umgelagert.

geeignete Verbringstelle im Vorhabengebiet kommt die Übertiefe im „Loreleykolk“ bei Rhein-km 553,50 bis 554,00 in Betracht.

Weitere Ausführungen zum Baggergut und zur Verbringung des Sohlabtrags können in Kapitel 4.5.1.6 nachgelesen werden.

4.5.1.4.2 *Bau der Grundswellen*

Die Herstellung der Grundswellen erfolgt von einer schwimmenden Einheit aus. Auf dieser Einheit befindet sich ein Hydraulikbagger mit dem die mittels Schute angelieferten Wasserbausteine profilgerecht eingebaut werden.

Durch die Lage der Grundswellen, mittig unterhalb der Fahrrinne im nautisch sehr anspruchsvollen Rheinabschnitt, wird für die Herstellung der Grundswellen eine Vollsperrung der Schifffahrt in diesem Bereich notwendig. Zur Berücksichtigung des großen Schiffsaufkommens werden die Beeinträchtigungen auf den durchgehenden Schiffsverkehr minimiert, indem eine Vollsperrung immer in einem mehrstündigen Wechselbetrieb von Vollsperrung und Verkehrsfreigabe erfolgt. Die Sperrzeiten, die bauverfahrensbedingt mindestens 4 Stunden betragen, werden in Abstimmung mit der Schifffahrt festgelegt und rechtzeitig bekannt gegeben.

Nach erfolgtem Einbau der Wasserbausteine wird vor einer jeweils temporären Verkehrsfreigabe während des Wechselbetriebes zwischen den Baufenstern eine Verkehrssicherungspeilung⁴² durchgeführt.

4.5.1.4.3 *Ökologisch optimierte Teilverfüllung des Kolkes*

Die ökologisch optimierte Teilverfüllung des Kolkes wird von einer schwimmenden Einheit aus, auf welcher sich ein Hydraulikbagger befindet, ausgeführt. Ein Teil der einzubauenden Wasserbausteine wird zunächst direkt mit Klappschuten angeliefert und aus der Klappe in den Kolk entladen. Die abschließende Herstellung mit Einbau der Querrillen erfolgt von der schwimmenden Einheit aus durch den Hydraulikbagger.

Da sich ein Bereich der ökologisch optimierten Teilverfüllung des Kolkes unterhalb der Fahrrinne befindet, wird die Ausführung im Wechselbetrieb von Vollsperrung und Verkehrsfreigabe (vgl. Kapitel 4.5.1.4.2) durchgeführt.

Nach erfolgtem Einbau der Wasserbausteine im Bereich der Fahrrinne wird vor jeder Verkehrsfreigabe eine Verkehrssicherungspeilung durchgeführt.

4.5.1.5 Bauzeit

Als tägliche Betriebszeit für die Baumaschinen an den verschiedenen Einsatzstellen der flussbaulichen Maßnahmen werden im Kontext der Lärmbelastung maximal 8 Stunden angesetzt.

Nassbaggerungen

Zur Ermittlung der Bauzeiten für die Nassbaggerungen werden die Zeitansätze aus den vom WSA Rhein durchgeführten Unterhaltungsbaggerungen angesetzt. Hieraus ergeben sich für das gesamte Baggervolumen der Nassbaggerungen von ca. 2.900 m³ ca. 15 AT. Daraus ergibt sich eine Bauzeit von rund 3 Wochen.

⁴² Als Verkehrssicherungspeilung wird eine Peilung der Sohle bezeichnet, die dazu dient, sicherzustellen, dass die vorgegebene Fahrrinntiefe vollständig frei von Hindernissen ist.

Aufgeteilt auf die Tiefenengstellen ergeben sich ca. 6 AT für die Nassbaggerarbeiten entlang der Kiesbank Jungferngrund und ca. 9 AT in den unterstromigen Bereichen bei Rhein-km 553,50 bis 553,90 und im Bereich des Schutzhafens Loreley bei Rhein-km 554,80 bis 555,40.

Felsabtrag

Für die Ermittlung der Bauzeit für den Felsabtrag werden als erste Annäherung die Zeiten aus einem im Jahr 2022 durchgeführten Baggerversuch angesetzt. Hierbei kann bei einer Abtragfläche von ca. 7.400 m² mit einer reinen Bearbeitungszeit für den Sohlabtrag von ca. 13 AT gerechnet werden. Dieser Zeitraum stellt eine Schätzung dar unter der Annahme, dass eine zusammenhängende Bearbeitung erfolgen kann. Die Bearbeitung wird aber an einzelnen Stellen der Fehlstellen erfolgen, die über die Vorhabenstrecke AOMR TA 3 verteilt und nicht miteinander verbunden sind. Somit sind Umrüstzeiten und Einrichtungszeiten für die Verkehrssicherung hinzuzurechnen. Dies berücksichtigend ergibt sich eine ca. 5-fach längere Bauzeit von ca. 65 Tagen oder rund 3,25 Monaten.

Grundschwellen

Unter Zugrundelegung des Wechselbetriebs von jeweils 4 Stunden Baubetrieb unter Vollsperrung der Schifffahrt und 4 Stunden Verkehrsfreigabe ergibt sich eine Bauzeit von ca. 20 AT für die Errichtung der Grundschwellen, was einer Bauzeit von rund 1 Monat entspricht.

Ökologisch optimierte Teilverfüllung des Kolkes

Für die ökologisch optimierte Teilverfüllung des Kolkes werden 10 AT angesetzt. Dies entspricht einer Bauzeit von rund 2 Wochen. Da die Arbeiten nur unter Vollsperrung durchführbar sind und die Zeiten einer Vollsperrung auf das notwendige Maß begrenzt werden sollen, erfolgt die Ausführung parallel zu den Arbeiten für die Grundschwellen. Hierbei wird der durch den Lärmschutz geforderte Mindestabstand von 500 m gewährleistet (vgl. Kapitel 5.4.1 sowie Anlage 16).

Gesamtbauzeit

Die längste Bauzeit ergibt sich für den Felsabtrag, der außerhalb der Tiefenengstelle Jungferngrund verteilten Fehltiefen. Hierfür werden rund 65 AT oder 3,25 Monate benötigt.

Für die parallele Errichtung der Grundschwellen (20 AT) und der ökologisch optimierten Teilverfüllung des Kolkes (10 AT) zuzüglich der Nassbaggerungen (6 AT) im Bereich der Kiesbank Jungferngrund werden 26 AT benötigt. Für die übrigen Nassbaggerarbeiten außerhalb der Tiefenengstelle Jungferngrund fallen ca. 9 AT an. Zusammen ergeben sich ca. 36 AT bzw. ca. 2 Monate Bauzeit.

Unter Berücksichtigung lärmbedingter Einschränkungen kann der Felsabtrag sowohl parallel zu den Arbeiten an der Tiefenengstelle Jungferngrund ausgeführt werden, als auch zu den übrigen Nassbaggerarbeiten (9 AT) außerhalb des Jungferngrundes.

Unter der Annahme, dass an rund 2 Monaten parallel an mindestens zwei Örtlichkeiten gearbeitet und hierbei, der durch den Lärmschutz geforderte Mindestabstand von 500 m eingehalten wird, kann die Gesamtbauzeit für das Vorhaben AOMR TA 3 auf 3,25 Monate optimiert werden (vgl. *Abbildung 3* in Kapitel 4.5.1.2).

Es können sich allerdings Unterbrechungen aufgrund zu hoher und/ oder zu niedriger Wasserstände ergeben. Sämtliche Arbeiten werden von schwimmenden Einheiten aus ausgeführt und sind somit vom Wasserstand abhängig. Eine Begrenzung ergibt sich insbesondere durch Wasserstände deutlich über Mittelwasser, da die Strömung mit steigenden Abflüssen zunimmt, aber auch aus dem Abstand zwischen Wasserspiegel und zu bearbeitender Sohle.

4.5.1.6 Baggergut und Baureststoffe, Verbringungskonzept

Zur Verbringung anstehendes Baggergut fällt aus dem Sohlabtrag an. Es handelt sich um Felsabtrag und Lockergestein. Weitere Baureststoffe entstehen nicht.

Die Verbringung folgt dem Grundsatz, das anfallende Baggergut dem System durch Umlagerung wieder zuzugeben. Damit wird der unter § 6 Kreislaufwirtschaftsgesetz geforderten Abfallhierarchie Rechnung getragen. Bei der Umlagerung des Baggergutes werden zudem die Vorgaben der Wasserstraßen- und Schifffahrtsverwaltung eingehalten, welche in der Handlungsanweisung für den Umgang mit Baggergut aus Bundeswasserstraßen (HABAB-WSV) zusammengefasst sind. Die Umlagerung von Baggergut entspricht der gängigen Praxis des WSA im Rahmen der Unterhaltung der Fahrinne.

Das Sohlabtragsmaterial wird im Rahmen der Umlagerung von der Sohlabtragsstelle aufgenommen und zur Verbringstelle verbracht, wo es im Bereich von Rhein-km 553,50 bis 554,00 (sogenannte Verbringstelle) dem Gewässer wieder zugegeben wird. Bei entsprechenden Abflussereignissen wird das umgelagerte Material in Gänze oder in Teilen wieder ausgespült und mit dem Strom weitertransportiert (sogenannter natürlicher Geschiebetrieb).

Auf die Anfertigung eines separaten Verbringungskonzeptes wurde verzichtet.

Felsabtrag

Im Rahmen des 2022 durchgeführten Baggerversuchs wurde der anfallende Felsabtrag näher untersucht. Neben chemischen Untersuchungen (BfG, 2023b) wurde auch der Auflockerungsfaktor (BAW, 2023) bestimmt. Dieser gibt Aufschluss über die Größe und Form der abgetragenen Felsteile. Unter Berücksichtigung des Auflockerungsfaktors ergibt sich ein Felsabtragvolumen im gelösten Zustand von 2.700 m³. Da der Felsabtrag sowohl chemisch als auch in seinen Abmessungen grundsätzlich zur Umlagerung nach der HABAB geeignet ist, wird er mittels Klappschuten an den Ort der Umlagerung, die sogenannte Verbringstelle bei Rhein-km 553,50 bis 554,00 gebracht und dem Gewässer wieder zugegeben. Weitergehende Details können den oben genannten Stellungnahmen der BfG und der BAW zum Baggerversuch entnommen werden.

Baggergut aus Nassbaggerungen

Im Rahmen der Nassbaggerungen fallen insgesamt ca. 2.900 m³ Sedimente (natürlich vorhandenes Geschiebe-/ Sohlmaterial) zur Verbringung an. Aus Untersuchungen an Proben aus Unterhaltungsbaggerungen des WSA Rhein im Bereich des Vorhabengebietes AOMR TA 3 kann gefolgert werden, dass das zu baggernde Material nach der HABAB zur Umlagerung geeignet ist. Das anfallende Baggergut aus den Nassbaggerungen wird mittels Klappschuten zu einer der vom WSA Rhein im Rahmen der Unterhaltung verwendeten Verbringstellen verbracht und dort dem Gewässer zugegeben. Hierfür geeignet ist die Verbringstelle an der Loreley bei Rhein-km 553,50 bis 554,00.

4.5.1.7 Kampfmittelräumung

Die Kampfmittelfreigabe wird vor Beginn der eigentlichen Bauarbeiten durch Bestätigung, dass die in Rheinland-Pfalz geltenden Anforderungen zu Erkundungs- und gegebenenfalls Räumungsmaßnahmen erfüllt wurden, erfolgen. Es wird, wenn notwendig, eine Kampfmittelsondierung und gegebenenfalls -räumung durchgeführt.

4.5.2 Vorhaben Ufermodellierung am Tauber Werth

4.5.2.1 Beschreibung der flussbaulichen Maßnahmen des Vorhabens Ufermodellierung am Tauber Werth

Die Ufermodellierung besteht aus einer Vor- und Aufschüttung aus Wasserbausteinen auf das bestehende linke Ufer unterstrom des Tauber Werths. Sie erstreckt sich horizontal 300 m entlang des linken Rheinufer von Rhein-km 551,15 bis 551,45, wo sie an die bestehende Felsstruktur anschließt und reicht in Abhängigkeit des Uferverlaufs von der Uferlinie bei GIW₁₈₃ bis maximal 25 m in Richtung des Vorlandes, sowie bis maximal 25 m in Richtung Gewässersohle. Die Herstellung beginnt mit der Aufnahme eines Teils des bestehenden Ufermaterials zur Zwischenlagerung auf einer Schute. Sodann erfolgt die Vorschüttung am bestehenden Ufer mit Wasserbausteinen bis auf die Höhe des Scheitelpunktes von 0,65 m über GIW₂₀ in einer Neigung von 1:3,5 bis zur Verschneidung mit der Gewässersohle. Auf diese Vorschüttung wird mit einer flacheren Neigung von 1:8 in Richtung und mit Auslauf auf das natürliche Ufer die Aufschüttung fortgesetzt. Die Mächtigkeit der Aufschüttung variiert in Abhängigkeit des Uferverlaufs zwischen ca. 0,10 m bis 2,50 m. Das aufzutragende Volumen beträgt ca. 8.800 m³ auf einer Fläche von ca. 10.800 m². Auf die Aufschüttung oberhalb der Uferlinie wird zum Abschluss das zwischengelagerte Material in einer Mächtigkeit von ca. 0,10 m aufgebracht.

Die Uferneigung ist nach der Aufschüttung oberhalb von 0,65 m über GIW₂₀ flacher ausgebildet und unterhalb von 0,65 m über GIW₂₀ steiler ausgebildet als vor der Aufschüttung.

Das für die Lagestabilität notwendige Gewicht wird durch Wasserbausteine der Klasse LMB10/60 erreicht.

Die Ufermodellierung wirkt vollständig unabhängig von den flussbaulichen Regelungsmaßnahmen des Vorhabens AOMR TA 3 (Grundswellen und ökologisch optimierte Teilverfüllung des Kolkes) und hat im Gegenzug auch keinen Einfluss auf die Auswirkungen, die aus diesen beiden Maßnahmen hervorgehen. Die Ufermodellierung kann entweder vor oder nach der Errichtung der Regelungsbauwerke für das Vorhaben AOMR TA 3 ausgeführt werden.

Die Auswirkungen auf die Wasserspiegellagen sind auf Grund des im Verhältnis großen Querschnitts des Rheins sehr gering und nur lokal begrenzt.

Zusätzlich wurde auch der Nachweis erbracht, dass die Ufermodellierung auch in Kombination mit den Regelungsbauwerken des Vorhabens AOMR TA 3 nicht ihre Wirkungsfunktion verliert.

(vgl. Auswirkungen der flussbaulichen Maßnahmen (BAW),
Kapitel 7.1.2 Seiten 126 (152.pdf) ff, Kapitel 10, Seiten 170 (196.pdf) f, Anlage 19).
Ufermodellierung: Bauwerksnummer 2.1.1
Lageplan der Bauwerksverzeichnis- und Querprofilnummern, Anlage 5.2
Entwurfszeichnung Ufermodellierung, Anlage 9.4
QP 5: Querprofil Rhein-km 551,30, Lage Ufermodellierung, Anlage 8.5

4.5.2.2 Bauabschnitte und Bauablauf

Vor Beginn der Arbeiten wird die oberste Lage der vorhandenen Deckschicht ca. 0,10 m abgetragen und auf einer Schute zwischengelagert. Der sich im höher gelegenen Bereich entwickelte Bewuchs einschließlich der zu entfernenden Schwarzpappeln wird separiert und der regionalen Wiederverwertung zugeführt.

Die Herstellung der Ufermodellierung beginnt mit der Herstellung der Vorschüttung unterhalb des Niveaus von GIW₂₀ + 0,65 m. Darauf aufbauend erfolgt die Aufschüttung auf das bestehende Ufer, welche in der Neigung 1:8 bis zum Schnittpunkt mit der vorhandenen Böschung verläuft. Als oberste Schicht wird die zwischengelagerte Deckschicht der bestehenden Böschung aufgelegt.

4.5.2.3 Baueinrichtungsflächen und Zufahrten

Für das Vorhaben Ufermodellierung Tauber Werth sind keine zusätzlichen Baueinrichtungsflächen neben den schwimmenden Einheiten erforderlich. Ebenso erfolgt der gesamte Materialantransport sowie die Zwischenlagerung per Schiff.

4.5.2.4 Bauverfahren und Bauzeit

Die Ufermodellierung befindet sich außerhalb der Fahrrinne in etwa 40 m Entfernung zum linken Fahrrinnenrand. Die Baustelle ist nur auf dem Wasserweg über den Rhein erreichbar. Daher wird die gesamte Menge an Wasserbausteinen mit einer Schute zu der Einbaustelle transportiert und dort mit einem Bagger von einer schwimmenden Einheit aus eingebaut und profiliert. Die auf einer Schute zwischengelagerte Deckschicht wird ebenfalls von der schwimmenden Einheit aus aufgebracht.

Die Herstellung der Ufermodellierung erfolgt unter Aufrechterhaltung des Schiffsverkehrs.

Die Bauzeit für das Vorhaben Ufermodellierung am Tauber Werth beträgt ca. 10 AT bzw. rund 2 Wochen.

4.5.2.5 Baggergut und Baureststoffe, Verbringungskonzept

Für das Vorhaben Ufermodellierung am Tauber Werth ist ein Verbringungskonzept nicht erforderlich, weil kein Baggergut und keine Baureststoffe anfallen. Der niederwüchsige Bewuchs und die zu entfernenden Schwarzpappeln werden der regionalen Wiederverwertung zugeführt.

4.5.2.6 Kampfmittelräumung

Die Kampfmittelfreigabe wird vor Beginn der eigentlichen Bauarbeiten durch eine Bestätigung, dass die in Rheinland-Pfalz geltenden Anforderungen zu Erkundungs- und gegebenenfalls Räumungsmaßnahmen erfüllt wurden, erfolgen. Es wird, wenn notwendig, eine Kampfmittelsondierung und gegebenenfalls -räumung durchgeführt.

5 Auswirkungen des Vorhabens AOMR TA 3 und des Vorhabens Ufermodellierung am Tauber Werth, Schutz- und Kompensationsmaßnahmen

5.1 Wasserwirtschaftliche Auswirkungen

Grundlage für die Beschreibung und Beurteilung der wasserwirtschaftlichen Auswirkungen sind die von der BAW durchgeführten hydraulischen Modelluntersuchungen. Aus den Modelluntersuchungen werden die Kenngrößen hinsichtlich der Abflussverhältnisse, WSP-Lagen, Strömungsgeschwindigkeiten und daraus abgeleitet der Sohlschubspannungen für den Ist-Zustand und den Zustand nach Ausbau ermittelt. Für die nachfolgenden Beschreibungen und Beurteilungen der wasserwirtschaftlichen Auswirkungen werden die Flächendarstellungen der Differenzen aus Ist-Zustand und Zustand nach Ausbau der jeweiligen Kenngrößen herangezogen. Einzelheiten zu den Modellparametern sind dem Gutachten der BAW zu entnehmen

(vgl. Auswirkungen der flussbaulichen Maßnahmen (BAW),
Kapitel 9.1, Seite 166 (192.pdf) f, Anlage 19,

sowie Auswirkungen der flussbaulichen Maßnahmen (BAW),
Anlage 4, Seite 2 (212.pdf) ff, zur Anlage 19

und Auswirkungen der WSP-Lagen bei Hochwasserereignissen, Anlage 20.1).

Die Auswirkungen der flussbaulichen Regulationsmaßnahmen beider Vorhaben werden jeweils in Kombination miteinander dargestellt, weil es infolge der räumlichen Nähe der einzelnen Regulationsbauwerke zu Überlagerungen der Auswirkungen kommt. Zudem sind die Auswirkungen beider Vorhaben auf die WSP-Lagen so gering, dass sie hier im Erläuterungsbereich kumuliert dargestellt werden

**(vgl. Auswirkungen der flussbaulichen Maßnahmen (BAW),
Anlage 4, Seiten 2 (212.pdf) ff, zur Anlage 19).**

Die getrennte Zuordnung der einzelnen Regulationsmaßnahmen zu den Auswirkungen kann den Anlagen 5 und 6 zur Anlage 19 entnommen werden. In der Anlage 5 zu Anlage 19 sind die Auswirkungen für das Vorhaben AOMR TA 3 und in Anlage 6 zu Anlage 19 für das Vorhaben Ufermodellierung am Tauber Werth in Form von Kartendarstellungen enthalten.

**Auswirkungen der flussbaulichen Maßnahmen (BAW),
Anlage 5, Seite 2 (293.pdf), zur Anlage 19**

**Auswirkungen der flussbaulichen Maßnahmen (BAW),
Anlage 6, Seite 2 (374.pdf), zur Anlage 19**

entnommen werden..

5.1.1 Oberflächengewässer

Als wesentliche hydraulische Auswirkungen des Vorhabens AOMR TA 3 und des Vorhabens Ufermodellierung am Tauber Werth für die Bewertung der Umweltverträglichkeit werden hier die Kenngrößen Differenz der WSP-Lagen und der Fließgeschwindigkeiten nach Ausbau aufgeführt

**(vgl. Auswirkungen der flussbaulichen Maßnahmen (BAW),
Anlage 4, Seiten 2 (212.pdf) ff, zur Anlage 19).**

Auswirkungen bei niedrigem Wasserstand (GIW₂₀ bzw. GIQ₂₀)

Bei niedrigem Wasserstand (GIW₂₀) kommt es zu geringfügigen **Änderungen der WSP-Lagen**. Dabei kommt es zu sehr kleinräumigen Spitzen des Anstiegs von maximal 2 cm. Die maximale Absenkung beträgt punktuell 4 cm im direkten Maßnahmenbereich

**(vgl. Auswirkungen der flussbaulichen Maßnahmen (BAW),
Anlage 4, Seiten 3-5 (215-217.pdf), zur Anlage 19).**

- Oberstrom der Grundswellen ca. zwischen Rhein-km 550,55 bis Rhein-km 548,50 kommt es flächig über die gesamte wasserbenetzte Fläche zu einer Anhebung des WSP bei GIW₂₀ von 0,5 cm bis maximal 1 cm. Der Anstieg des WSP nimmt Richtung oberstrom mit der Entfernung zu den Grundswellen ab und endet bei Rhein-km 548,50.
- Im Nahbereich der ersten und zweiten Grundschwelle kommt es auch kleinflächig, räumlich begrenzt zu Anstiegen bis 1,5 cm.
- Unterstrom der Grundswellen von ca. Rhein-km 550,60 bis ca. Rhein-km 550,75 ist kein Anstieg des WSP zu verzeichnen.
- Ab ca. Rhein-km 550,75 bis ca. Rhein-km 551,20 kommt es wieder zu einem flächenartigen Anstieg von 0,5 bis 1,0 cm im Bereich der Fahrrinne bis zum linken Ufer. Im Bereich der Kiesbank Jungferngrund sowie im Bereich der ökologisch optimierten Teilverfüllung des Kolkes bis hinter das Tauber Werth kommt es auch zu sehr kleinräumigen Spitzen des Anstiegs bis maximal 2,0 cm.

- Im Bereich der ökologisch optimierten Teilverfüllung des Kolkes ca. zwischen Rhein-km 551,20 bis 551,45 kommt es im Bereich der Fahrrinne zu flächigen Absenkungen des WSP von 0,5 cm bis max. 4 cm.
- Unterstrom von Rhein-km 551,50 sind keine WSP Änderungen zu verzeichnen.

Hinsichtlich der **Fließgeschwindigkeiten** ergeben sich nur lokal begrenzte Auswirkungen im unmittelbaren Bereich der Regelungsbauwerke zwischen Rhein-km 550,40 bis 551,70

(vgl. **Auswirkungen der flussbaulichen Maßnahmen (BAW), Anlage 4, Seiten 27-29 (239-241.pdf), zur Anlage 19).**

- Im Bereich der Grundswellen zwischen ca. Rhein-km 550,45 bis 550,60 kommt es am rechten Fahrrinnenrand zu einem lokalen Anstieg der Fließgeschwindigkeit zwischen 0,05 bis 0,10 m/s. Gleichzeitig kommt es ca. zwischen Rhein-km 550,50 bis 550,65 in der Mitte der Fahrrinne zu einer Abnahme der Fließgeschwindigkeit von maximal 0,2 m/s. Umgeben ist dieser Bereich von einem Bereich, in dem die Fließgeschwindigkeit 0,05 bis 0,1 m/s abnimmt. Letztgenannter Bereich erstreckt sich bis ca. Rhein-km 550,85.
- Im Bereich der ökologisch optimierten Teilverfüllung des Kolkes zwischen Rhein-km 551,10 und 551,40 ergibt sich ein heterogenes Bild mit überwiegenden Erhöhungen von 0,05 bis 0,1m/s, einschließlich kleinerer Bereiche mit Erhöhungen bis zu 0,3 m/s. Gleichzeitig sind lokal begrenzt Abnahmen der Fließgeschwindigkeit von 0,05 bis 0,2m/s zu verzeichnen.
- Unterstrom der Regelungsbauwerke ergibt sich am linken Fahrrinnenrand ca. zwischen Rhein-km 551,40 bis 551,75 eine Erhöhung der Fließgeschwindigkeit von überwiegend 0,05 bis 0,1 m/s, in Spitzen auch bis zu 0,1 bis 0,2 m/s.

Auswirkungen bei mittlerem Wasserstand (GIW₁₈₃ bzw. GIQ₁₈₃)

Bei mittlerem Wasserstand kommt es ebenfalls zu geringfügigen **Änderungen der WSP-Lagen**. Es kommt zu einem maximalen Anstieg von 3 cm und einer maximalen Absenkung von punktuell 5 cm im direkten Maßnahmenbereich

(vgl. **Auswirkungen der flussbaulichen Maßnahmen (BAW), Anlage 4, Seiten 6-8 (216-218.pdf), zur Anlage 19).**

- Oberstrom der Regelungsbauwerke kommt es zu flächigen Anhebungen des WSP von 0,5 bis 1,0 cm nahezu auf der gesamten bei GIW₁₈₃ wasserbenetzten Fläche zwischen Rhein-km 547,60 bis ca. 551,20. Innerhalb dieser Fläche beträgt der Anstieg oberstrom der Grundswellen ca. zwischen Rhein-km 549,30 bis 550,50 sowie in unmittelbarer Nähe der Kiesbank Jungferngrund und im Bereich der ökologisch optimierten Teilverfüllung des Kolkes ca. bei Rhein-km 551,10 bis 551,20 bis zu 2 cm.
- Im Bereich der ökologisch optimierten Teilverfüllung des Kolkes kommt es ca. zwischen Rhein-km 551,25 bis 551,45 über die Breite der wasserbenetzten Fläche zu einer Absenkung des WSP von 0,5 bis 1 cm; im Bereich der rechten Rheinseite und lokal begrenzt auf der linken Rheinseite im Bereich der Kolkverfüllung bis zu 5 cm.
- Unterstrom der Regelungsbauwerke ergibt sich am linken Fahrrinnenrand kleinflächig ca. zwischen Rhein-km 551,40 bis 551,60 ein Anstieg des WSP mit Spitzen bis zu 2,0 bis 3 cm.
- Unterstrom von Rhein-km 551,60 ist kein Anstieg des WSP zu verzeichnen.

Hinsichtlich der **Fließgeschwindigkeiten** kommt es bei mittleren Wasserständen zu sehr ähnlichen Änderungen wie bei niedrigen Wasserständen beschrieben, einzelne Bereiche sind geringfügig großflächiger ausgeprägt

(vgl. Auswirkungen der flussbaulichen Maßnahmen (BAW), Anlage 4, Seiten 30-32 (242-242.pdf), zur Anlage 19).

- Im Bereich der Grundswellen ca. zwischen Rhein-km 550,45 bis 550,60 kommt es am rechten Fahrrinnenrand zu einem lokalen Anstieg der Fließgeschwindigkeit zwischen 0,05 bis 0,10 m/s. Gleichzeitig kommt es im unmittelbaren Bereich der Grundswellen ca. zwischen Rhein-km 550,50 bis 550,70 zu einer Abnahme der Fließgeschwindigkeit von maximal 0,2 m/s in der Mitte der Fahrrinne. Umgeben ist dieser Bereich, von einem Bereich in dem die Fließgeschwindigkeit nur bis 0,1 m/s abnimmt. Dieser Bereich erstreckt sich innerhalb der Fahrrinne ca. bis Rhein-km 550,95.
- Im Bereich der ökologisch optimierten Teilverfüllung des Kolkes ca. zwischen Rhein-km 551,10 bis 551,40 ergibt sich ein heterogenes Bild mit überwiegenden Erhöhungen von 0,05 – 0,1 m/s, in diesem Bereich kommt es lokal auch zu Erhöhungen bis zu 0,3 m/s. Gleichzeitig sind lokal begrenzte Abnahmen der Fließgeschwindigkeit von 0,05 bis 0,2 m/s zu verzeichnen.
- Unterstrom der Regelungsbauwerke ergibt sich am linken Fahrrinnenrand ca. zwischen Rhein-km 551,40 bis 551,75 eine Erhöhung der Fließgeschwindigkeit von überwiegend 0,05 bis 0,1 m/s und in Spitzen bis zu 0,1 bis 0,2 m/s.

5.1.2 Grundwasser

Aufgrund der sehr geringen Auswirkungen der flussbaulichen Maßnahmen auf WSP-Lagen des Rheins (wenige Zentimeter, vgl. Kapitel 5.1.1) und vor dem Hintergrund der natürlichen Schwankungsbreite der Gewässeramplitude, keiner Auswirkungen des Vorhabens auf die Infiltrationsrate in das Grundwasser sowie keiner Änderung des lotischen⁴³ Charakters des Flussabschnittes wurde in Einklang mit der Scopingunterlage bzw. dem festgestellten Untersuchungsrahmen der Teilaspekt Grundwasser nicht weiter betrachtet.

5.1.3 Hochwasserneutralität

Der Begriff Hochwasserneutralität wird durch § 12 Abs. 7 S. 4 WaStrG konkretisiert. Die Vorhaben müssen gemäß § 12 Abs. 7 S. 4 WaStrG so durchgeführt werden, dass mehr als geringfügige Auswirkungen auf den Hochwasserschutz vermieden werden.

Da im Rheinabschnitt der Vorhabenbereiche keine Hochwasserschutzanlagen in Form von Deichen, Wänden oder mobilen Elementen bestehen, welche ein einheitliches Hochwasserschutzniveau vorgeben, wurden zur Beschreibung und Beurteilung der Auswirkungen bei Hochwasser für die Hochwasserabflüsse MHQ, HQ10 und HQ100⁴⁴ Prognosen erstellt und flächenhaft in Karten dargestellt

(vgl. Auswirkungen der flussbaulichen Maßnahmen (BAW), Anlage 4, Seiten 12-20 (224-232.pdf), zur Anlage 19).

Weitere Ausführungen zum Nachweis der Hochwasserneutralität erfolgen in Kapitel 6.2.

⁴³ Als Fließgewässer mit lotischem Charakter wird ein Fließgewässer bezeichnet, welches eine hohe Strömung aufweist, die eine gute Durchmischung erzeugt.

⁴⁴ Als HQ100 wird der Abfluss bezeichnet, der einem Hochwasser zugrunde liegt, welches statistisch alle 100 Jahre auftritt.

Die überlagerten Auswirkungen beider Vorhaben auf die WSP-Lagen bei Hochwasser betragen in der Schnittlinie mit dem links- und rechtsseitigem Ufer bei den Abflüssen zwischen MHQ bis HQ100 überwiegend WSP-Anhebungen von 0 bis 1 cm, vereinzelt bis 2 cm und nur im Bereich und in Folge der Ufermodellierung örtlich bis zu 3 cm. Die Auswirkungen werden nachfolgend kumuliert dargestellt und nicht nach Vorhaben getrennt. Eine getrennte Darstellung kann für das Vorhaben AOMR TA 3 der

**Auswirkungen der flussbaulichen Maßnahmen (BAW),
Anlage 5, Seiten 2 (293.pdf) ff, zur Anlage 19**

und für das Vorhaben Ufermodellierung der

**(vgl. Auswirkungen der flussbaulichen Maßnahmen (BAW),
Anlage 6, Seiten 2 (374.pdf) ff, zur Anlage 19)**

entnommen werden.

- Der größte Anstieg des WSP in der Ortslage Oberwesel tritt am linksseitigen Ufer örtlich begrenzt bei MHQ auf und beträgt unter 2 cm. Der Anstieg des WSP sinkt mit größeren Abflüssen wie HQ10 bis HQ100 auf 0,5 bis 1 cm unter Ausdehnung des Überflutungsbereichs.
- Der größte Anstieg des WSP im unmittelbaren Bereich der Grundswellen ergibt sich innerhalb der Fahrrinne oberstrom der Grundswellen durch Anhebung des WSP bis zu 2 cm. Die flächenmäßige Ausdehnung der Auswirkungen im vorgenannten Bereich ist bei MHQ größer als bei HQ10 oder HQ100. Gleichzeitig kommt es im Bereich der Grundswellen zu leichten Absenkungen des WSP im direkten Bereich der einzelnen Grundschwelle.
- Unterstrom der Grundswellen bis zum Beginn der ökologischen Teilverfüllung des Kolkes und der Ufermodellierung kommt es bei MHQ zu keinerlei Auswirkungen auf den WSP auf der Schnittlinie mit dem Ufer. Erst bei HQ100 ist zwischen Rhein-km 550,70 bis 550,80 und 550,90 bis 551,00 ein Anstieg des WSP um 0,5 bis 1 cm zu verzeichnen, wobei es zwischen Rhein-km 550,80 bis 550,90 auch zu einem Absenk von 0,5 bis 1 cm kommt.
- Im Bereich der ökologisch optimierten Teilverfüllung des Kolkes sowie der Ufermodellierung kommt es überwiegend zu einer Absenkung des WSP zwischen 0,5 bis 1 cm, kleinflächig auch bis zu 2 bzw. 3 cm und in der Spitze bis 4 cm. Oberstrom und Unterstrom der Regelungsbauwerke kommt es auch zu Anhebungen des WSP von 0,5 bis 1 cm und sehr kleinflächig im unmittelbaren Bereich der Ufermodellierung auch zu einer Anhebung von bis zu 3 cm.

**(vgl. Auswirkungen der flussbaulichen Maßnahmen (BAW),
Anlage 4 Seiten 12-20 (224-232.pdf), zur Anlage 19).**

5.2 Auswirkungen auf Natur und Landschaft

Die Auswirkungen des Bauvorhabens in umweltfachlicher Sicht sind der Allgemeinverständlichen Zusammenfassung UVP-Bericht, welche als eigenständige Anlage angefügt ist, zu entnehmen.

Allgemeinverständliche Zusammenfassung UVP-Bericht, Anlage 10

Folgende Anlagen sind in Anlage 10 allgemeinverständlich zusammengefasst:

Bericht zur Umweltverträglichkeitsprüfung, Anlage 11

Fachbeitrag zum Artenschutz, Anlage 12

Fachbeitrag zur Wasserrahmenrichtlinie, Anlage 13

FFH-Voruntersuchung für das VSG DE 5711-401 „Mittelrheintal“, Anlage 14.1

**FFH-Voruntersuchung für das FFH-Gebiet 5711-301
„Rheinhänge zwischen Lahnstein und Kaub“, Anlage 14.2**

Erläuterungsbericht zum Landschaftspflegerischen Begleitplan, Anlage 15.1

Anlagen zum Landschaftspflegerischen Begleitplan mit Maßnahmenblättern, Anlage 15.2

5.3 Klimaschutzbetrachtung

Zur Überprüfung und Bilanzierung des Vorhabens AOMR TA 3 in Hinblick auf Treibhausgas (THG) - Emissionen, wurde für beide Vorhaben eine Klimaschutzbetrachtung (KSB) erstellt.

KSB-AOMR, Anlage 3.1

KSB-Ufermodellierung am Tauber Werth, Anlage 3.2

Gemäß § 13 Absatz 1 Satz 1 Bundes-Klimaschutzgesetz (KSG) haben Träger öffentlicher Aufgaben bei ihren Planungen und Entscheidungen den Zweck des KSG und die zu seiner Erfüllung festgelegten Ziele zu berücksichtigen. Zur Erfüllung des KSG wurde vom TdV sowohl für das Vorhaben AOMR als auch das Vorhaben Ufermodellierung eine Klimaschutzbetrachtung (KSB) erstellt. In der KSB erfolgt eine Gegenüberstellung der THG, die vom Vorhaben ausgehen, gegenüber den THG, die durch das jeweilige Vorhaben eingespart werden.

Vorhaben AOMR TA 3

Für das Vorhaben AOMR wurde eine Klimaschutzbetrachtung angefertigt. Diese Betrachtung schließt das Vorhaben AOMR TA 3 ein. Die THG-relevanten Auswirkungen des Vorhabens wurden aus dem Projektinformationssystem (PRINS)⁴⁵ zum Bundesverkehrswegeplan 2030 entnommen und mit aktualisierten Zahlen der Verkehrsprognose für 2040 fortgeschrieben.

Für das Vorhaben AOMR sind die in § 4 Abs. 1 Nrn. 2, 4 und § 3a KSG i.V.m Anlage 1 KSG genannten Sektoren Industrie, Verkehr sowie Landnutzung, Landnutzungsänderung und Forstwirtschaft einzeln

⁴⁵ Die Abkürzung PRINS steht für das Projektinformationssystem zum Bundesverkehrswegeplan 2030, in welchem das Projekt W25 gelistet ist. <https://prins.baw.de>

betrachtet und bewertet worden. Als Ergebnis der Klimaschutzbetrachtung bleibt festzuhalten, dass das Vorhaben AOMR eine positive THG-Bilanz der THG aufweist, vgl. Anlage 3.1.

Einer Erhöhung der THG-Emissionen durch den Ausbau der Fahrrinne und deren Unterhaltung in Höhe von 45.600 t für Lebenszyklusemissionen⁴⁶ im Sektor Industrie steht eine deutlich größere Verringerung von THG-Emissionen für den Transport durch Binnenschiffe in Höhe von 3.247.800 t im Sektor Verkehr gegenüber.

Nach Abzug der zusätzlichen Belastung für die Lebenszyklusemissionen ergibt sich immer noch eine deutliche Reduzierung der THG-Emissionen von **3.202.200 t** ($3.247.800 \text{ t} - 45.600 \text{ t} = 3.202.200 \text{ t}$).

Auf eine jährliche THG-Reduzierung heruntergebrochen ergibt sich, dass nach Umsetzung des Vorhabens eine **THG-Reduzierung von 32.022 Tonnen/Jahr (t/a)** ($32.478 \text{ t/a} - 456 \text{ t/a} = 32.022 \text{ t/a}$) zu erwarten ist.

Da sich aus der Umsetzung des Vorhabens insgesamt eine deutlich positive Bilanz hinsichtlich der Reduzierung von THG-Emissionen ergibt, ist festzustellen, dass das Vorhaben AOMR – und damit auch das Vorhaben AOMR TA 3 den Zielen des KSG nicht entgegensteht, sondern vielmehr positiv auf die Erreichung der Ziele wirkt.

KSB-Vorhaben AOMR, Anlage 3.1

Vorhaben Ufermodellierung Tauber Werth

Für das Vorhaben Ufermodellierung wurde eine separate Klimaschutzbetrachtung angefertigt. Dabei wurden ebenfalls die Sektoren Industrie, Verkehr und Landnutzung betrachtet. Zusammenfassend ist festzustellen, dass für das Vorhaben Ufermodellierung am Tauber Werth keine rechnerisch ermittelte THG-Bilanz aus den zusätzlichen THG-Emissionen im Sektor Industrie abzüglich der THG-Reduzierung im Sektor Verkehr erstellt werden kann.

Einer Erhöhung der THG-Emissionen durch den Ausbau des Ufers in Höhe von 2,1438 t/a für den Sektor Industrie kann kein rechnerisch ermittelter Wert für eine Verringerung von THG-Emissionen für den Transport durch Binnenschiffe im Sektor Verkehr gegenübergestellt werden.

Da die Anforderungen an die Berücksichtigungspflicht bei der Erstellung von THG-Bilanzen nicht überspannt werden dürfen, und der Behörde kein unzumutbaren Aufwand abverlangt werden darf, wird hier die Reduzierung der THG-Emissionen „mit Augenmaß“ inhaltlich bestimmt und im Nachfolgenden verbal argumentativ konkretisiert.

Bei einer Nutzungsdauer von 40 Jahren kann ohne rechnerische Ermittlung davon ausgegangen werden, dass die minimale jährliche Verringerung von THG-Emissionen im Sektor Verkehr zu einer positiven THG-Bilanz oder zumindest zu einem Ausgleich der negativen Erhöhung der Lebenszyklusemissionen im Sektor Industrie führt.

Die KSB für das Vorhaben Ufermodellierung am Tauber Werth kommt zu dem Ergebnis, dass das Vorhaben den Zielen des KSG voraussichtlich nicht entgegensteht.

KSB-Ufermodellierung am Tauber Werth, Anlage 3.2

⁴⁶ Als Lebenszyklusemissionen wird hier die Summe aus den THG-Emissionen durch den Ausbau zuzüglich der Emissionen für die Unterhaltung der ausgebauten Fahrrinne bezeichnet.

5.4 Immissionen

5.4.1 Lärm

Die von dem Vorhaben AOMR TA 3 und dem Vorhaben Ufermodellierung am Tauber Werth ausgehenden baubedingten Lärmemissionen wurden in einer Lärmemissionsprognose erhoben, bewertet und zur Einhaltung der gesetzlichen Regelungen ein Lärmschutzkonzept erstellt.

Lärmschutzkonzept zu den geplanten Bauarbeiten, Anlage 16

Für die Beurteilung der Auswirkungen von Baulärm ist die Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Schutz gegen Baulärm – Geräuschimmissionen – (AVV-Baulärm) heranzuziehen. Die AVV Baulärm regelt die maximal zulässigen Immissionsrichtwerte unter Berücksichtigung der unterschiedlichen Gebietsnutzungen. Im Einwirkungsbereich der Lärmemissionen wurden folgende Gebietsnutzungen vorgefunden, für die unterschiedliche Immissionsrichtwerte für die Tagzeit zwischen 7:00-20:00 Uhr und die Nachtzeit zwischen 20:00-7:00 Uhr gelten:

Tabelle 4: Immissionsrichtwerte nach Gebietsnutzungen gemäß 3.1.1: AVV Baulärm und § 1 Baunutzungsverordnung

Art der zu schützenden Nutzung gemäß AVV Baulärm (bauliche Nutzung gemäß Baunutzungsverordnung) ⁴⁷	Immissionsrichtwerte in dB(A)	
	Tag	Nacht
Gebiete, in denen Kurgebiete, Krankenhäuser und Pflegeanstalten untergebracht sind (SO)	45	35
Gebiete, die vorwiegend dem Wohnen dienen (WA, WB)	55	40
Gebiete mit gewerblichen Anlagen und Wohnungen, in denen weder vorwiegend gewerbliche Anlagen noch vorwiegend Wohnungen untergebracht sind vor (MI)	60	45

Zum Nachweis der Geräuschimmissionen wurde eine Prognoseberechnung durchgeführt und die Ergebnisse entsprechend der AVV-Baulärm beurteilt. Vom TdV wurde eine maximale Betriebszeit der Baumaschinen von 8 Stunden am Tag vorgegeben. Für die Berechnung wurde eine Betriebszeit der Baumaschinen größer als 2,5 Stunden bis maximal 8 Stunden am Tag angenommen. Nacharbeit und Arbeiten an Wochenende sind vom TdV im Regelfall nicht vorgesehen.

Im ersten Schritt wurden für die einzelnen Bautätigkeiten Rasterlärmkarten erstellt. Diese Rasterlärmkarten zeigen die flächenhafte Verteilung des Schalls, womit eine überschlägige Einschätzung des Beurteilungspegels an den maßgeblichen Immissionsorten, dem Bauablauf folgend, vorgenommen werden kann. Dabei ist berücksichtigt, dass nicht an zwei Stellen parallel Baumaschinen in Betrieb sind. Eine Ausnahme bilden zum einen die Sohlabtragarbeiten, die unter Einhaltung einer örtlichen Distanz von 500 m parallel zu Arbeiten für die Regelungsbauwerke ausgeführt werden. Zum anderen können auch die Grundswellen parallel zur Kolkverfüllung unter Einhaltung der örtlichen Distanz von 500 m ausgeführt werden. Im zweiten Schritt wurden 68 Immissionsorte im näheren Umfeld der geplanten Bautätigkeiten ausgewählt, für die Prognoseberechnungen erstellt wurden.

⁴⁷ In Klammern sind die Nutzungen aus der Baunutzungsverordnung angegeben. SO für Sondergebiet Krankenhäuser, WA für allgemeine Wohngebiete, WB für besondere Wohngebiete und MI für Mischgebiete.

Der Abgleich der Prognoseberechnung mit den in der AVV-Baulärm vorgegebenen Richtwerten zeigt, dass an 2 Immissionsorten eine Überschreitung von 3 dB (A) bzw. 4 dB (A) zur Tagzeit auf Grund der Bautätigkeiten an den Grundswellen für das Vorhaben AOMR TA 3 vorliegt. Die Überschreitungen treten im Bereich einer Tagesklinik für Konservative Orthopädie (Loreley-Kliniken Oberwesel) auf. Der Grenzwert für solche Einrichtungen beträgt gem. AVV Baulärm 45 dB (A) (tagsüber). Die Dauer der Überschreitung an diesen Punkten ist abhängig von der Bauzeit zur Errichtung der Grundswellen und wird nach derzeitigem Planungsstand auf max. 20 Arbeitstage eingeschätzt. Weitere Überschreitungen wurden für das Vorhaben AOMR TA 3 für die Tagzeit nicht prognostiziert. Da für die Nachtzeit keine Bautätigkeiten vorgesehen sind, werden für die Nachtzeit prognostizierte Überschreitungen hier nicht dargestellt, können aber dem Gutachten entnommen werden. Für das Vorhaben Ufermodellierung am Tauber Werth wurden keine Richtwertüberschreitungen prognostiziert.

Bei der Prognoseberechnung für den Baustellenlärm ist eine Berücksichtigung der Vorbelastung durch Straßen- und Bahnlärm nicht erfolgt. Im Lärmschutzkonzept wurde diese Vorbelastung ermittelt. Die Vorbelastung weist hierbei höhere Werte als die Prognoserechnung des Baustellenlärms auf. Für die beiden Immissionsorte, an denen der Richtwert für die Tagzeit von 45 dB um 3 bzw. 4 dB überschritten wird, wurde eine Vorbelastung durch Verkehrslärm tagsüber von 72 bzw. 70 dB (A) ermittelt. Hinsichtlich der Berücksichtigung der festgestellten Überschreitungen siehe Kapitel 6.1.1.

5.4.2 Erschütterungen durch Felsabtrag

Im Sinne einer Worst-Case Betrachtung wurden für das Vorhaben AOMR TA 3 die von den Felsabtragmaßnahmen ausgehenden Erschütterungen ermittelt. Der TdV geht davon aus, dass die aus dem Felsabtrag ausgehenden Erschütterungen die maximale Belastung der von den flussbaulichen Maßnahmen (Nassbaggerarbeiten, Einbringen von Wasserbausteinen für Grundswellen, Kolkverfüllung und Ufermodellierung) ausgehenden Erschütterungen darstellen.

Der im Jahr 2022 durchgeführte Baggerversuch im Fels wurde durch die BAW mit Schwingungsmessungen begleitet. Die Messergebnisse wurden im Hinblick auf den gesetzlichen Immissionsschutz bewertet. Die Ergebnisse, die in der Versuchsstrecke ermittelt wurden, können durch die in der gesamten Gebirgssstrecke anstehenden Baugründe auf den Rheinabschnitt zwischen Rhein-km 528,00 bis 557,00 übertragen werden. Das Gutachten wird für das Vorhaben AOMR TA 3 den Planfeststellungsunterlagen als Anlage 17 beigelegt.

Gutachten zu Auswirkungen von Erschütterungen, Anlage 17

Die Schwingungsmessungen der BAW ergaben, dass Erschütterungen aus Baggerarbeiten, die über die alltäglich im Umfeld durch Bahn- und Straßenverkehr erzeugten Erschütterungen hinausgehen, nicht festgestellt werden konnten. Die Bewertung erfolgte basierend auf der DIN 4150⁴⁸. Durch die sehr kleinen Schwingungen mit einer relativ hohen Frequenz von 89 Hertz (Hz) wurden die Anhaltwerte nach DIN 4150-3⁴⁹ sicher eingehalten. Schäden an angrenzenden baulichen Anlagen und erdverlegten Rohrleitungen werden ausgeschlossen. Ebenso wird ein mögliches Schadenspotential durch Setzungen ausgeschlossen. Die Beurteilung der gemessenen Schwingungen nach DIN 4150-2⁵⁰ ergibt, dass auch nicht mit Belästigungen von Menschen in Gebäuden zu rechnen ist.

Die beim Baggerversuch im Fels eingesetzte Frästechnik stellt aus Sicht des Erschütterungsschutzes ein schonendes Verfahren dar. Bei Einsatz dieser Technik ist nicht mit Einwirkungen auf anliegende Schutzgüter oder Menschen in Gebäuden im Sinne der DIN 4150 zu rechnen.

⁴⁸ DIN 4150 Erschütterungen im Bauwesen

⁴⁹ DIN 4150-3 Erschütterungen im Bauwesen – Teil 3: Einwirkungen auf bauliche Anlagen, Stand 2016-12

⁵⁰ DIN 4150-2 Erschütterungen im Bauwesen – Teil 2: Einwirkungen auf Menschen in Gebäuden, Stand 1999-06

Die Ergebnisse der Erschütterungsmessungen wurden durch die beim Baggersuch durchgeführten Beweissicherungsarbeiten bestätigt. Diese Beweissicherung hat gezeigt, dass die Arbeiten zum Baggersuch keine Schäden an den am Ufer vorhandenen Anlagen und Bauwerken, wie Straßen, Gehwegen, Leitplanken, Mauern, Gebäuden und Unterführungen, verursacht haben.

Für eine andere Sohlabtragtechnik als die im Baggersuch erprobte, konnten aus vergleichbaren Baumaßnahmen an Bundeswasserstraßen Ableitungen für das Vorhaben AOMR getroffen werden. Für einen Sohlabtrag durch Felsreißen wurde dabei festgestellt, dass für eine Uferbebauung, die weiter als 25 m von den Sohlabtragarbeiten entfernt ist, keine Schäden erwartet werden. Für Wohngebäude wurde ein Mindestabstand von 110 m empfohlen.

5.4.3 Trübungen

Vorhaben AOMR TA 3

Im Rahmen des Baggersuches im Jahr 2022 erfolgte durch die Bundesanstalt für Gewässerkunde (BfG) die Überwachung und Beurteilung der Trübung und der damit korrespondierenden Feststoff- bzw. Schwebstoffgehalte, die beim Lösen und Laden des Baggersguts entstehen können. Mit Messungen an verschiedenen Standorten wurden Daten erhoben, welche der Überwachung und Beurteilung von Feststoffemissionen infolge der Sohlbearbeitung dienten. Zugleich wurden auch die Hintergrundverhältnisse für Schwebstoffe im betreffenden Streckenabschnitt erfasst.

Dokumentation des Messprogramms - Feststoffüberwachung, Anlage 18.1

Dokumentation des Messprogramms - Feststoffüberwachung, Anlage 18.2

Die infolge der Sohlbearbeitung rechnerisch möglichen Auswirkungen auf die natürlichen Schwebstoffkonzentrationen waren für einen messtechnischen Nachweis im Zuge der durchgeführten Messungen zu gering, um belastbar eine Veränderung der Trübung nachzuweisen. Dies bestätigten auch die Messwerte an der Dauermessstelle St. Goar, die zu keiner Zeit eine signifikante Erhöhung der Schwebstoffkonzentrationen erkennen ließen.

Somit wurde nachgewiesen, dass es durch die Sohlbearbeitung zu keiner Erhöhung der Schwebstoffkonzentration und somit der Trübung gekommen ist. Der TdV geht davon aus, dass es auch beim Sohlabtrag für das Vorhaben AOMR TA 3 zu keiner Erhöhung der Schwebstoffkonzentrationen kommen wird. Ebenso wird davon ausgegangen, dass es bei den Verklapp- und Einbaumaßnahmen für die ökologisch optimierte Teilverfüllung des Kolkes und die Grundswellen zu keiner Erhöhung der Schwebstoffkonzentration kommen wird.

Vorhaben Ufermodellierung am Tauber Werth

Auf der Grundlage der für das Vorhaben AOMR durchgeführten Feststoffüberwachung geht der TdV davon aus, dass es beim Einbringen der Ufervorschüttung zu keiner Erhöhung der Schwebstoffkonzentration kommen wird. Dabei wird davon ausgegangen, dass das größte Potential für Schwebstoffmobilisierung von den Sohlabtragsmaßnahmen für das Vorhaben AOMR TA 3 ausgeht, da durch das Verklappen und Einbringen von Wasserbausteinen auf die Gewässersohle keine zusätzlichen Schwebstoffe in das System eingebracht werden.

6 Beweissicherungs- und Begleituntersuchungen

6.1 Lärm, Erschütterungen, Trübungen

6.1.1 Lärm

Gemäß den Ausführungen unter Kapitel 5.4.1 kann es bei den Baumaßnahmen für das Vorhaben AOMR TA 3 an zwei Immissionspunkten in Oberwesel zu einer Überschreitung des Richtwertes kommen. Diese Überschreitung liegt zwischen 3 dB (A) und 4 dB (A). Gemäß der AVV-Baulärm können ab einer Überschreitung der Grenzwerte um mehr als 5 dB (A) Maßnahmen zur Minderung der Geräusche angeordnet werden. An beiden Immissionsorten wurde eine Vorbelastung durch Verkehrslärm von 72 bzw. 70 dB (A) ermittelt. Um seitens der betroffenen Anwohner eine möglichst hohe Akzeptanz gegenüber der Baustelle zu erreichen, wird eine frühzeitige Informationsveranstaltung angestrebt.

Ein paralleler Betrieb von lauten Baumaschinen erfolgt nur, wenn zwischen diesen Maschinen ein Abstand von größer als 500 m eingehalten werden kann. Bei Einhaltung dieses Abstandes erfolgt keine gegenseitige Beeinflussung der Lärmemission.

6.1.2 Erschütterungen

Gemäß den Ausführungen unter Kapitel 5.4.2 sind die Durchführung von Beweissicherungsverfahren für das Vorhaben AOMR TA 3 und das Vorhaben Ufermodellierung am Tauber Werth nicht erforderlich, weil mögliche Schäden an der angrenzenden Infrastruktur oder Gebäuden durch baubedingte Erschütterungen nicht wahrscheinlich sind.

6.1.3 Trübungen

Gemäß den Ausführungen unter Kapitel 5.4.3 ist bei den Arbeiten für den Sohlabtrag mit keiner erhöhten Trübung zu rechnen. Weitere Maßnahmen zur Minimierung der Trübung sind somit nicht erforderlich. Eine baubegleitende Beweissicherung ist aus Sicht des TdV nicht notwendig.

6.2 Konzept zum Nachweis der maßnahmenbedingten Änderungen der Wasserspiegellagen bei Hochwasserereignissen

Ausbaumaßnahmen an Bundeswasserstraßen sind gemäß §12 Abs. 7 S. 4 WaStrG so durchzuführen, dass „mehr als nur geringfügige Auswirkungen auf den Hochwasserschutz vermieden werden.“

Da durch die in den Vorhaben geplanten Baumaßnahmen eine Beeinflussung der Wasserspiegellagen auch bei Hochwasserabflüssen nicht auszuschließen ist, wurde seitens des TdVs ein Konzept erstellt zum Nachweis der maßnahmenbedingten Änderungen der Wasserspiegellagen bei Hochwasserereignissen.

Das Konzept ist

Konzept zum Nachweis der WSP-Lagen bei Hochwasser, Anlage 20.2

im Detail zu entnehmen.

6.3 Grundwasser

Die prognostizierten WSP-Differenzen im Rhein in Folge der flussbaulichen Maßnahmen werden im Kontext der jährlichen WSP-Veränderungen zu keiner Reduzierung des Grundwasserdargebotes führen. Ein generelles GW-Monitoring- und Beweissicherungsprogramm wird als nicht erforderlich angesehen.

7 Grundstücksinanspruchnahme

Die Vorhaben AOMR TA 3 und Ufermodellierung am Tauber Werth sowie die Ausgleichsmaßnahme A2 für das Vorhaben Ufermodellierung werden vollständig auf Flächen des TdV errichtet. Auch bauzeitlich kommt es zu keiner Inanspruchnahme von Flächen Dritter.

Zur Umsetzung des Kompensationsbedarfes für das Vorhaben AOMR TA 3 werden dauerhaft öffentliche Grundstücke Dritter in Anspruch genommen. Flächen privater Dritter werden davon nicht tangiert.

Der Grund für den Kompensationsbedarf ist dem landschaftspflegerischen Begleitplan zu entnehmen. Die Größe der Fläche beträgt rund 540 m².

Im Grunderwerbsverzeichnis werden die zu erwerbenden oder in Anspruch zu nehmenden Flächen Dritter aufgelistet. Die erforderlichen Inanspruchnahmen TdV-eigener Grundstücke sind im Grunderwerbsverzeichnis nicht abgebildet. Die Grundstücksfläche für die Ausgleichs- und Ersatzmaßnahme A1 für das Vorhaben AOMR TA 3 ist nach Art und Umfang im Grunderwerbsverzeichnis (Anlage 23.1) aufgeführt und im Grunderwerbsplan (Anlage 23.2) dargestellt.

Der Vollständigkeit halber sind im Grunderwerbsplan auch auf im Eigentum des TdV stehenden Grundstücken die vorgesehenen Beanspruchungen eingetragen.

Grunderwerbsverzeichnis, Anlage 23.1
Grunderwerbsplan, Anlage 23.2

8 Literaturverzeichnis

- BAW. (1977). *Modellversuche über die Beeinflussung der Schifffahrt durch Grundswellen, Erster Teilbericht: Versuche im Modellmaßstab 1:50*. Karlsruhe.
- BAW. (1978). *Modellversuche über die Beeinflussung der Schifffahrt durch Grundswellen, Zweiter Teilbericht: Versuche im Modellmaßstab 1:16*.
- BAW. (2023). *Abladeoptimierung der Fahrrinnen am Mittelrhein - Baggenerversuch im Fels - Auswertung Geotechnischer Parameter*.
- BfG. (2020). *Ökologisch/naturschutzfachliche/wasserrechtliche Voreinschätzung zu den Varianten wasserbaulicher Maßnahmen*.
- BfG. (2023a). *Projizierte Änderungen des Wasserdangebotes an den Pegeln Mainz, Kaub und Grolsheim - Kurzbericht Abladeoptimierung, Claudius Fleischer und Enno Nilson*.
- BfG. (2023b). *Stellungnahme der BfG zu den umweltchemischen Baggergutuntersuchungen im Rahmen des Baggenerversuchs im Fels 2922*.
- BMUKN. (2024). *Bundesministerium für Umwelt, Klimaschutz, Naturschutz und nukleare Sicherheit: Deutsche Anpassungsstrategie an den Klimawandel 2024*.
- GDWS. (2025). *Handbuch WSV-Klimaanpassung*.
- IPCC. (2013). *5. Sachstandsbericht des IPCC (2013/2014)*.
- UBA. (2021). *Umweltbundesamt: Klimawirkungs- und Risikoanalyse für Deutschland 2021*.
- UPT, E. (2020). *Erasmus Centre for Urban, Port and Transport Economics: Economische impact laagwater Een analyse van de effecten van laagwater op de binnenvaartersector en de Nederlandse en Duitse economie*.