



RESERVERAUM FÜR EXTREMHOCHWASSER HÖRDTER RHEINAUE

Vorgezogene Maßnahmen:

**Neubau des Schöpfwerks Leimersheim/
Maßnahmen zur Anpassung der
Binnenentwässerung südlich des
Reserveraums**

Heft 2

Fachbeitrag Technische Planung

März 2018

Antragsteller:

Struktur- und Genehmigungsdirektion Süd
Regionalstelle Wasserwirtschaft, Abfallwirtschaft u. Bodenschutz
Neustadt an der Weinstraße
Deichmeisterei / Neubaugruppe Hochwasserschutz

Bearbeiter:



Auftraggeber

Struktur- und Genehmigungsdirektion Süd
Regionalstelle Wasserwirtschaft, Abfallwirtschaft u. Bodenschutz
Neustadt an der Weinstraße
Deichmeisterei / Neubaugruppe Hochwasserschutz

Bearbeitet durch Unger Ingenieure und CDM Smith

Kapitel 1 Schöpfwerk Leimersheim

Bearbeitet durch Björnson Beratende Ingenieure

Kapitel 2 Verbesserung des Hochwasserschutzes von Leimersheim - Maßnahmen am
Erlenbach
Kapitel 3 Wiederherstellung der hydraulischen Leistungsfähigkeit im Zulaufbereich des
Fischmals
Kapitel 4 Verbesserung der HW-Situation im Raum Neupotz
Kapitel 5 Gewässeranpassungen des Otterbaches im Bereich Leimersheim
Kapitel 6 Bauablauf und Bauzeiten der Gesamtmaßnahme

Inhaltsverzeichnis

Erläuterungsbericht		Seite
1	Zusammenfassung Technische Planung	1
1.1	Schöpfwerk Leimersheim	1
1.1.1	Vorbemerkung	1
1.1.2	Grundlagen	1
1.1.3	Standortuntersuchung	3
1.1.4	Beschreibung der ausgewählten Lösung	5
1.1.5	Elektrotechnische Ausrüstung	17
1.1.6	Infrastrukturmaßnahmen	20
2	Verbesserung des Hochwasserschutzes von Leimersheim - Maßnahmen am Erlenbach	22
2.1	Veranlassung	22
2.2	Bestehende Verhältnisse	23
2.3	Art und Umfang des Vorhabens	28
2.4	Auswirkung des Vorhabens	31
2.4.1	Rechtsverhältnisse	31
2.4.2	Baudurchführung	31
3	Wiederherstellung der hydraulischen Leistungsfähigkeit im Zulaufbereich des Fischmals	33
3.1	Veranlassung	33
3.2	Kenndaten zum Sedimentanfall	34
3.2.1	Gewässersohle und Sedimentmächtigkeit	34
3.2.2	Geotechnische Einstufung	36
3.2.3	Sedimentbelastung	37
3.3	Vorzugsvariante - Kiesumspülung in den Leimersheim Altrhein	37
3.4	Baudurchführung und Bauablauf	44
4	Verbesserung der HW-Situation im Raum Neupotz	46
4.1	Veranlassung	46
4.2	Lage des Vorhabens und Gewässersysteme	46
4.3	Bestandssituation	48
4.3.1	Hochwassersituation im Bestand	48
4.3.2	Teilungswehr am Wattbach	49
4.3.3	Bauwerke am Kapplachgraben	51
4.4	Vorzugsvariante	52
4.4.1	Betrieb der Bauwerke	52
4.4.2	Baudurchführung und Bauablauf	52
5	Gewässeranpassungen des Otterbaches im Bereich Leimersheim	54
5.1	Veranlassung	54
5.2	Bestandssituation	54
5.3	Planung	56

5.3.1	Gewässerverlauf in der Ortslage	56
5.3.2	Konstruktive Gestaltung der Sohlschwelle und Gleite im Auslaufbereich des Fischmals	58
5.4	Baudurchführung und Bauablauf	59
6	Bauablauf und Bauzeiten der Gesamtmaßnahme	60

Abbildungsverzeichnis	Seite
Abbildung 1: Schöpfwerk Leimersheim [UNGER]	2
Abbildung 2: Bestehender Zulaufkanal Schöpfwerk Leimersheim [UNGER]	2
Abbildung 3: Standortuntersuchung (schematische Darstellung) [UNGER]	4
Abbildung 4: Bauphase 1	13
Abbildung 5: Bauphase 2	14
Abbildung 6: Bauphase 3	14
Abbildung 7: Bauphase 4	15
Abbildung 8: Bauphase 5	15
Abbildung 9: Bauphase 6	16
Abbildung 10: Anbindung Energieversorgung Schöpfwerk Leimersheim [Pfalzwerke Netz AG/BGS Ingenieurbüro]	19
Abbildung 11: Fließschema Erlenbach/Otterbach, Skizze unmaßstäblich, Bestand.	25
Abbildung 12: Bauliche Maßnahme am Erlenbach, Ruppertsgraben und Otterbach.	28
Abbildung 13: Gewässersohle Fischmal 2013 (Plangrundlage Geolngs)	35
Abbildung 14: Geometrie der Sedimentablagerung	36
Abbildung 15: Entnahmebereiche im Fischmal (Plangrundlage Geolngs)	39
Abbildung 16: Auswertung der vorhandenen Pegeldata.	40
Abbildung 17: Gewässersystem im Untersuchungsgebiet	47
Abbildung 18: Überschwemmungsgebiete und Auslastung der Gewässer	48
Abbildung 19: Berechnete Abflussaufteilung HQ100 im Bestand.	49
Abbildung 20: Wattbachdreieck, Dammbalkenverschluss Erlenbach, Foto gegen die Fließrichtung	50
Abbildung 21: Wattbachdreieck, Streichwehr bzw. Abschlag Wattbach, Foto gegen die Fließrichtung	50
Abbildung 22: Abschlagbauwerk Erlenbach-Kapplach (aus Richtung Kapplach gesehen).	51
Abbildung 23: Durchlassbauwerk in den Otterbach	51
Abbildung 24: Bestandssituation in der Straße „Am Otterbach“ in Neupotz	53
Abbildung 25: Bestandssituation am Otterbach im Bereich Leimersheim. Ort: Brücke Erlenbachweg, Blickrichtung nach SO.	55

Tabellenverzeichnis		Seite
Tabelle 1:	Maschinentechnische Ausrüstung Neubau Schöpfwerk Leimersheim	6
Tabelle 2:	Abmessungen Gebäudeteile Neubau	10
Tabelle 3:	Deichhöhen am Schöpfwerk Leimersheim	11
Tabelle 4:	Vorläufige Bauabschnitte Neubau Schöpfwerk	12
Tabelle 5:	Energieversorgung Neubau	18
Tabelle 6:	Gewässerdaten Erlenbach und Otterbach	23
Tabelle 7:	Abflussaufteilung	23
Tabelle 8:	Sparten im Projektgebiet	24
Tabelle 9:	Volumenabschätzung	36
Tabelle 10:	Geplante Entnahmemenge	40
Tabelle 11:	Gewässerkenndaten Otterbach Südlich des Fischmals	43
Tabelle 12:	Aufnahme des linienhaften Verbaus am Otterbach, Leimersheim	55
Tabelle 13:	Vergleich Abmessungen Gerinne Bestand und Planung	56
Tabelle 14:	Gewässerkenndaten Planung Otterbach Ortslage Leimersheim	57

Anlagen

Nummer	Anlagenbezeichnung
2.3	Wiederherstellung der hydraulischen Leistungsfähigkeit im Zulaufbereich des Fischmals
A-2.3.1	Ergebnisse der Sedimentproben nach LAGA (Eurofins)
A-2.3.2	Ergebnisse der Wasseranalytik nach LAGA (Eurofins)
A-2.3.3	Ergebnisse der Wasseranalytik nach LAGA (Eurofins)

Lose beigefügte Pläne

Die im Folgenden aufgelisteten Pläne sind nach folgender Struktur benannt:

Beispiel:

B-2.1-1-1

2 = Entspricht der Heftnummer

.1 = entspricht dem jeweiligen Kapitel

- 1 = Entspricht der Planart wie folgt:

1 = Lageplan

2 = Längsschnitte

3 = Querprofile

4 = Regelzeichnung

5 = Detailpläne

- 1 = chronologische Nummerierung nach Anzahl der Pläne

Durch das Fehlen mancher Planarten in Kapiteln sind die Pläne nicht immer chronologisch geordnet.

Plannummer	Planbezeichnung	Maßstab
2.1	Schöpfwerk Leimersheim	
B-2.1-1-1:	Übersichtslageplan Projektgebiet	1:5.000
B-2.1-1-2:	Übersichtslageplan Projektgebiet, umliegende Ortschaften und Infrastruktur	1:1.250
B-2.1-1-3:	Lageplan Schöpfwerk Leimersheim	1:200
B-2.1-1-4:	Lageplan, Längsschnitt Zulaufkanal	1:250
B-2.1-1-5:	Übersichtsplan Straßenbau und Wegeföhrung	1:500
B-2.1-1-6:	Lageplan, Schnitte Straße L549 Querungsbereich	1:200/100
B-2.1-1-7:	Lageplan Straße L549 Sichtfeld	1:500
B-2.1-1-8:	Lageplan Straße L549 Fahrkurve 1 (Süd)	1:500
B-2.1-1-9:	Lageplan Straße L549 Fahrkurve 2 (Süd)	1:500
B-2.1-1-10:	Lageplan Straße L549 Fahrkurve 3 (Nord)	1:500
B-2.1-1-11:	Lageplan Straße L549 Fahrkurve 4 (Nord)	1:500
B-2.1-1-12:	Lageplan Inanspruchnahme	1:500
B-2.1-1-13:	Lageplan LRT-Grenzen	1:1000
B-2.1-2-1:	Längsschnitt Schöpfwerk	1:100

B-2.1-2-2:	Längsschnitt Auslaufkanal	1:100
B-2.1-2-3:	Längsschnitt Straße L549	1:500/50
B-2.1-2-4:	Längsschnitte landwirtschaftliche Wege	1:500/50
B-2.1-3-1:	Querprofile Zulaufkanal	1:100
B-2.1-3-2:	Querprofile 1-2 LRT-Grenzen	1:250
B-2.1-3-3:	Querprofile 3-4 LRT-Grenzen	1:250
B-2.1-4-1:	Regelquerprofil Geh- und Radweg Zulaufkanal – RQ3	1:50
B-2.1-4-2:	Regelquerprofil Straße L549 - RQ1	1:50
B-2.1-4-3:	Regelquerprofil Straße L549 - RQ2	1:50
B-2.1-5-1:	Ansichten Schöpfwerk Leimersheim	1:100
B-2.1-5-2:	Bauwerksplan Geh- und Radwegbrücke Zulaufkanal	1:50
2.2	Verbesserung des Hochwasserschutzes von Leimersheim – Maßnahmen am Erlenbach	
B-2.2-1-1	Lageplan – Vorhaben Süd	1:2.500
B-2.2-1-2	Lageplan – Vorhaben Nord	1:2.500
B-2.2-2-1	Längsschnitt Erlenbach	1:5.000/100
B-2.2-2-2	Längsschnitt Feldentwässerung_Ruppertsgraben	1:2.000/50
B-2.2-3-1	Querschnitte und Regelprofil Flutmulde	1:100
B-2.2-3-2	Überlaufschwelle Erlenbach	1:100
B-2.2-3-2	Querschnitte und Regelprofil Otterbach südlich des Fischmals	1:100
B-2.2-5-2	Straßendurchlass (I549) mit Drosselung und Überlaufschwelle	1:100
2.3	Wiederherstellung der hydraulischen Leistungsfähigkeit im Zulaufbereich des Fischmals	
B-2.3-2-1	Längsschnitt Otterbach Maßnahmen Neupotz	1:5.000/100
B-2.3-2-2	Längsschnitt Fischmal	1:1.000/100
B-2.3-4.1	Regelprofil Fischmal / Regelprofil Trenndamm zwischen Otterbach und Fischmal	1:100
2.4	Verbesserung der HW-Situation im Raum Neupotz	
B-2.4-5-1	Durchlassbauwerk am Kapplachgraben (Station 0+045)	1:100
B-2.4-5-2	Einlaufbauwerk am Kapplachgraben (Station 1+082)	1:100

2.5 Gewässeranpassungen des Otterbaches im Bereich Leimersheim

B-2.5-1-1	Bestandsaufnahme Uferverbau - Otterbach Bereich Leimersheim	1:2.000
B-2.5-1-2.1 bis B-2.5-1-2.5	Detallageplan - Gewässeranpassungen Otterbach Orstlage Leimersheim	1:250
B-2.5-2-1	Längsschnitt Otterbach Maßnahmen Bereich Fischmal und Leimersheim	1:5.000/100
B-2.5-3-1	Querprofile Otterbach+Michelsbach Leimersheim	1:100
B-2.5-5-1	Sohlgleite Otterbach	1:100/50/20
B-2.5-4-1	Renaturierung Otterbach Aussichtsplätze	1:50/100

Verwendete Unterlagen

- [1] Struktur- und Genehmigungsdirektion Süd
Einbeziehung der Hördter Rheinaue als Reserveraum für Extremhochwässer in das Hochwasserschutzkonzept Rheinland-Pfalz.
2008
Verfasser: HYDER VOIGT Ingenieure GmbH.
- [2] Struktur- und Genehmigungsdirektion Süd
Reserveraum für Extremhochwasser Hördter Rheinaue – Anpassung der Binnenentwässerung.
2015
Verfasser: BjörnSEN Beratende Ingenieure GmbH.
- [3] Struktur- und Genehmigungsdirektion Süd
Hördter Rheinaue – LOS 2 – Schöpfwerk Leimersheim. Entwurfsplanung.
2017
Verfasser: UNGER ingenieure Ingenieurgesellschaft mbH.
- [4] Struktur- und Genehmigungsdirektion Süd
Aufzeichnung der Betriebszeiten und Pegel am Schöpfwerk Leimersheim aus den Jahren 1998-2016.
2016
Verfasser: Entwässerungsverband Obere Rheinniederung.
- [5] Praxishandbuch Schneckenpumpen – Ratgeber und Entscheidungshilfe für Planer, Bauherren und Betreiber.
2008
Verfasser: Peter J. Kantert, F.Hirthammerverlag GmbH, Oberhaching/München.
- [6] Wasserförderschnecken: Planung, Bau und Betrieb von Wasserhebeanlagen.
1988
Verfasser: Nagel, G., Radik, K., Pfriemer Bauverlag GmbH, Wiesbaden, Berlin.
- [7] Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung
Richtlinie für Straßen- und Verkehrswesen, RAL.
2012
Verfasser: Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, FGSV Verlag, Köln.
- [8] Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung
Richtlinien für passiven Schutz an Straßen durch Fahrzeug-Rückhaltesysteme, RPS.
2009
Verfasser: Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, FGSV Verlag, Köln.
- [9] Straßenbau: Entwurf und Bautechnik, 3. Auflage.
2011
Verfasser: Natzschka, H., Vieweg+Teubner Verlag, Wiesbaden.

- [10] Struktur- und Genehmigungsdirektion Süd
Konzept zur Verbesserung des Hochwasserschutzes im Raum Neupotz
Lageplan Gewässersystem und bordvolle Auslastung
2013
Verfasser: BjörnSEN Beratende Ingenieure GmbH
- [11] Struktur- und Genehmigungsdirektion Süd
Einbeziehung der Hördter Rheinniederung in das Hochwasserschutzkonzept des
Landes Rheinland-Pfalz
Binnenentwässerung Istzustand
2012
Verfasser: BjörnSEN Beratende Ingenieure GmbH
- [12] Struktur- und Genehmigungsdirektion Süd
Fortschreibung des Gewässerpflege- und – entwicklungsplans für die Fließgewässer
der Rheinniederung zwischen Germersheim und Wörth
Verbesserung der Abflussverhältnisse am Fischmal bei der Einmündung des Otter-
bachs
2015
Verfasser: Gesellschaft für angewandte Ökologie und Umweltplanung mbH
- [13] Struktur- und Genehmigungsdirektion Süd
Schreiben bzgl. Altablagerungen
10.05.2017
- [14] Klaus-Jürgen Schneider, Alfons Goris, Andrej Albert
Bautabellen für Ingenieure mit Berechnungshinweisen und Beispielen
2014
Verlag: Bundesanzeiger Verlag
- [15] Gerhard Bollrich
Technische Hydromechanik Band 1 Grundlagen, 6. durchgesehene und korrigierte
Auflage
2007
Verlag: HUSS-MEDIEN GmbH
- [16] Struktur- und Genehmigungsdirektion Süd
Reserveraum für Extremhochwasser Hördter Rheinaue
Vermessung Erlenbach, Ruppertsgraben, Otterbach
Geländeaufnahmen vom 30./31.01.2017
Verfasser: IngenieurTeam GEO GmbH
- [17] Bundesanstalt für Gewässerkunde
Handlungsanweisung für den Umgang mit Baggergut im Binnenland
2. überarbeitete Fassung, August 2000

- [18] Struktur- und Genehmigungsdirektion Süd, Neustadt a.d. Weinstraße
Geotechnisches Gutachten zur Erkundung der Schlammmächtigkeit und Schlamm-
beschaffenheit Fischmal, Einmündung Otterbach Gemarkung Leimersheim
Verfasser: Ingenieurgesellschaft Kärcher mbH
Mai 2013
- [19] IGK Ingenieurgesellschaft Kärcher mbH
Verbesserung der Gewässergüte: BGU Altwasser Fischmal, Schichtenverzeichnis
Verfasser: Kai Striehl Brunnenbau Meisterbetrieb
März 2012
- [20] DWA -Themenhefte
Naturnahe Sohlgleiten,
Hennef, Januar 2009
- [21] DWA -Regelwerke
Merkblatt DWA-M 509,
Fischaufstiegsanlagen und fischpassierbare Bauwerke –
Gestaltung, Bemessung, Qualitätssicherung
Hennef, Mai 2014
- [22] Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen – Arbeitsgruppe Sonder-
aufgaben
Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Tragschichten im
Straßenbau ZTV T-StB 95
Ausgabe 1995/ Fassung 2002
- [23] Struktur- und Genehmigungsdirektion Süd, Neustadt a.d. Weinstraße
Konzept zur Verbesserung des Hochwasserschutzes im Raum Neupotz
Björnsen Beratende Ingenieure
März 2013
- [24] Bent Laufe Madsen und Ludwig Tent
Lebendige Bäche und Flüsse - Praxistipps zur Gewässerunterhaltung und Revitali-
sierung von Tieflandgewässern
2000
Verlag: Edmund Siemers-Stiftung
- [25] Heinz Patt, Peter Jürging, Werner Kraus
Naturnaher Wasserbau – Entwicklung und Gestaltung von Fließgewässern
2011
Verlag: Springer
- [26] Volker Patzold, Günter Gruhn, Carsten Drebenstedt
Der Nassabbau – Erkundung, Gewinnung, Aufbereitung, Bewertung
2008
Verlag: Springer

1 Zusammenfassung Technische Planung

1.1 Schöpfwerk Leimersheim

1.1.1 Vorbemerkung

Der Planfeststellungsantrag beinhaltet den Neubau des Schöpfwerkes Leimersheim als Ersatz für die derzeit vorhandene Schöpfwerksleistung (5,6 m³/s bei einer Förderhöhe von 4,5 m, 6,6 m³/s bei 1 m). Da bei Einsatz des Reserveraums eine Gesamtleistung von bis zu 14 m³/s erforderlich werden wird, umfasst dieser Antrag zwar den Neubau der Gesamtleistung inkl. aller erforderlichen Anpassungen, hinsichtlich des Betriebes und der Randbedingungen gilt der bisherige Leistungsumfang fort. Erst im Hauptantrag zum Reserveraum Hördter Rheinaue wird auch die Änderung des Betriebes sowie die Inanspruchnahme der installierten Förderleistung beantragt werden.

Ebenfalls Gegenstand des Hauptantrages sind erforderliche Anpassungen im gemeinsamen zukünftigen Betrieb der Schöpfwerke Leimersheim, Klingbach und Sondernheim Süd.

1.1.2 Grundlagen

1.1.2.1 Projektgegenstand

Das geplante Schöpfwerk in Leimersheim wird aufgrund der geänderten Anforderungen an die Binnenentwässerung im Zuge der Realisierung des Reserveraums für Extremhochwasser auf eine Förderleistung von 14 m³/s ausgelegt [1] [2]. Um den erhöhten Durchfluss vom Fischmal zum Schöpfwerk durch den Zulaufkanal sicherzustellen und um die am bestehenden Kanal festgestellten Mängel zu beheben, wird der Zulaufkanal ausgebaut. Die Brücke über den Zulaufkanal wird als Fahrrad- und Fußgängerbrücke neugebaut. Die Befahrung durch landwirtschaftlichen Verkehr ist nach dem Neubau nicht mehr vorgesehen.

Neben der Ertüchtigung des Kanals wird auch am Fischmal das nördliche Ufer durch Sicherungsmaßnahmen befestigt sowie der bestehende Weg erneuert.

Die Rheinstraße (L549) hat im Bereich der Querung des Rheinhauptdeichs derzeit nicht die für den Hochwasserschutz notwendige Höhe und wird derzeit bei Hochwasser mobil gesichert. Sie wird deshalb im Zuge des Neubaus des Schöpfwerkes entsprechend angehoben.

1.1.2.2 Bestand Schöpfwerk Leimersheim

Das Schöpfwerk Leimersheim wurde 1931 erbaut und 2002 modernisiert [1]. Es ist durch einen Verbindungskanal mit dem Fischmal verbunden, welches vom Otterbach durchflossen wird und am nördlichen Ende in den Michelsbach übergeht (s. B-2.1-1-1).

Das Schöpfwerk Leimersheim ist aktuell mit zwei Propellerpumpen mit einer Förderkapazität von jeweils 2,8 m³/s bei einer Förderhöhe von 4,5 m ausgestattet [1].



Abbildung 1: Schöpfwerk Leimersheim [UNGER]

Der Zulaufkanal vom Fischmal zum Schöpfwerk ist ca. 9 m breit und auf einer Länge von etwa 160 m am rechten und linken Ufer bis zu der Brücke mit ca. 80 cm hohen Betonmauern eingefasst. Zudem ist in diesem Bereich eine ca. 15 cm starke Betonsohle vorhanden. Sowohl die Ufermauern als auch die Betonsohle sind in einem stark sanierungsbedürftigen Zustand.



Abbildung 2: Bestehender Zulaufkanal Schöpfwerk Leimersheim [UNGER]

Die Sohlhöhe des Kanals liegt gemittelt bei 97,2müNN.

Die Pumpendruckleitungen des Schöpfwerkes wurden im Jahr 1980 instandgesetzt. Zudem wurde im Jahr 2001 die MSR-Technik erneuert und eine automatische Rechenreinigung installiert. Im Folgejahr (2002) wurde die Maschinenteknik (Pumpen) erneuert, sowie baulich durch Anstrichmaßnahmen außen und innen saniert.

Da das neue Schöpfwerk parallel am neuen Standort errichtet wird und das bestehende Schöpfwerk während der Bauphase die Hochwassersicherheit weiterhin sicherstellen muss, können von der derzeitigen Betriebstechnik keine Komponenten verwendet werden.

1.1.2.3 Sonstige Nutzung / Beteiligte

In dem direkten Umfeld des Schöpfwerkes verläuft auf der Landseite des Rheindeichs der Bermenweg, welcher auch stark frequentiert als Fahrradweg (Verlauf in nord- südliche Richtung) genutzt wird. Der durchgängige Bermenweg wie auch die Nutzung für Radfahrer und auch Fußgänger muss nach der Neugestaltung des Schöpfwerkes in einem gleichen Maß wiederhergestellt werden.

Innerhalb des Reserveraums und an den Deichen verlaufen mehrere Wanderstrecken, die für lokalen Tourismus und auch zur Naherholung genutzt werden. Auch hier ist eine Erhaltung der Funktionalität unumgänglich.

Die Flächen südlich und nördlich des Schöpfwerkes werden landwirtschaftlich genutzt. Die Betroffenen sind in der Umweltplanung berücksichtigt [3].

1.1.2.4 Vermessung

Für die Bearbeitung wurden örtliche Vermessungen durchgeführt. Sie dienen als Grundlage für die nachfolgend beschriebenen Planungen.

1.1.3 Standortuntersuchung

1.1.3.1 Grundlagen der Standortwahl

Für den Neubau des Schöpfwerk Leimersheim wurden im Zuge der Vorplanung drei Standorte diskutiert: Der Standort 1 befindet sich direkt an der Rheinstraße (L549), der Standort 2 an der Stelle des bestehenden Schöpfwerkes und der Standort 3 zwischen dem bestehenden Schöpfwerk und dem Fischmal. Die Standorte sind der folgenden Übersicht zu entnehmen [3].

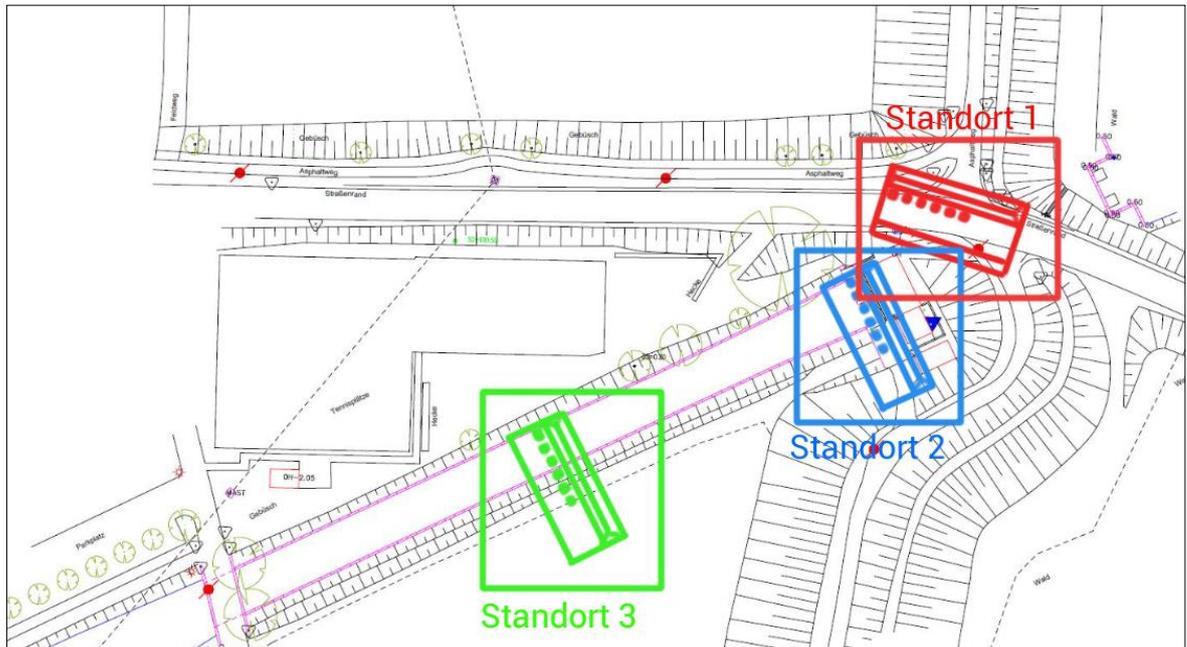


Abbildung 3: Standortuntersuchung (schematische Darstellung) [UNGER]

Aufgrund von verschiedenen Restriktionen (Ableitung des geförderten Wassers durch lange Druckleitungen, Zwangspunkte durch die Beteiligung der Straßenbaubehörde) wurden die Standorte 1 und 3 verworfen. Die Planung für den Neubau des Schöpfwerkes Leimersheim konzentriert sich auf den Standort 2.

1.1.3.2 Standort 2

Der bevorzugte Standort liegt in unmittelbarer Nähe neben dem aktuell bestehenden Schöpfwerk. Um einen durchgehenden Pumpbetrieb sicherzustellen wird das alte Schöpfwerk erst nach dem Abschluss des Neubaus zurückgebaut. Die Deichlinie kann aufgrund der neuen Platzverhältnisse angepasst und begradigt werden.

Die Zuwegung an das Schöpfwerk kann direkt von der Rheinstraße aus erfolgen, der Deichverteidigungsweg verläuft direkt am Schöpfwerk auf der Deichkrone. Nach der Umfahrung des Schöpfwerks wird der Anschluss zu dem Deichbegleitenden Weg am Deichfuß durch eine Rampe hergestellt. Diese Wegeführung kann auch vom landwirtschaftlichen Verkehr genutzt werden.

Die Vorteile des Standorts sind die Nutzung bestehender Strukturen und Anbindungen. Der Flächenbedarf auf der Rheinseite des Deichs (Schutzgebiete) wird möglichst gering gehalten. Die Ableitung des geförderten Wassers wird durch einen Ablaufkanal mit Freispiegel sichergestellt.

1.1.3.3 Verfahrenstechnik

Das Schöpfwerk Leimersheim wird mit elektrisch betriebenen Schneckenpumpen ausgerüstet. Diese Technologie hat sich wirtschaftlich und ökologisch als zielführende Lösung aus den Planungen ergeben. Die Schneckenpumpen erweisen sich als betriebsfreundlich, wartungsarm sowie wenig anfällig gegen Störungen. Zudem ist die Förderung als ökologisch schonend für die Fischzönose einzustufen [5] [6].

Die Betrachtung der Wirtschaftlichkeit eines Schöpfwerks mit Schneckenpumpen ergibt auch einen kostentechnischen Vorteil gegenüber eines Schöpfwerks mit Propellerpumpen [4].

1.1.4 Beschreibung der ausgewählten Lösung

1.1.4.1 Allgemeine Merkmale

Der Neubau des Schöpfwerks entsteht in unmittelbarer Nähe neben dem aktuellen Schöpfwerk. Das neue Bauwerk wird in die Linie des Rheinhauptdeichs gebaut. Die Schneckenpumpen liegen mit einer Neigung von 35° in der Deichböschung und können so auch optisch eingebunden werden. Mit der Höherlegung der Landstraße L549 und des darunter befindlichen Ablaufkanals entsteht ein Plateau, auf welchem sich neben dem Betriebsgebäude auch ein Parkplatz und genug Aufstellfläche für Wartungsarbeiten um und an dem Schöpfwerk ergibt (s. B-2.1-1-2).

Die ausgewählte Lösung wird durch die folgenden wesentlichen Merkmale gekennzeichnet:

- Das Schöpfwerk wird mit einer maximalen Förderleistung von 14 m³/s ausgebaut.
- Die Förderleistung teilt sich im Betrieb auf vier Aggregate mit jeweils 3,5 m³/s auf.
- Die Haltewasserspiegel liegen wie bisher bei 98,20müNN (Sommer) und 98,50müNN (Winter). Damit bleiben die betrieblichen Randbedingungen wie im Bestand weiterhin gültig.
- Für die Förderung werden Schneckenpumpen verwendet.
- Der Ablauf vom Schöpfwerk in den Rhein erfolgt in einem abgedeckten Rechteckprofil unter Freispiegelabfluss.
- Für den Antrieb der Pumpen werden Elektromotoren mit Umsetzungsgetriebe verwendet.

1.1.4.2 Maschinentechnische Ausrüstung Neubau

Das Schöpfwerk in Leimersheim wird mit vier Förderschnecken mit identischer Leistung vorgesehen. Die Kenndaten sind der folgenden Tabelle zu entnehmen:

Tabelle 1: Maschinentechnische Ausrüstung Neubau Schöpfwerk Leimersheim

Schneckenpumpen	
Anzahl	4
Typ	Betontrog
Förderleistung	3.500 l/s
Drehzahl	ca. 24 rpm
Durchmesser	ca. 3.300 mm
Vorgesehene Schneckengänge	3
Neigung	35°
Beschaufelte Länge	ca. 14 m
Gewicht der Schnecke (einschl. Lagerung)	ca. 20 t
Gesamtgewicht	ca. 28 t
E-Motor	
Angenommene Leistung	355 kW
Rücklaufsperre im Getriebe	

1.1.4.3 Betriebsanlagen

Im Folgenden werden die Spezifikationen des Neubaus erläutert. Die vorgesehene Lage mit den zugehörigen Anlagenteilen kann dem Lageplan (s. B-2.1-1-3) entnommen werden.

1.1.4.3.1 Zulaufkanal (s. B-2.1-1-4 + B-2.1-3-1)

Der Zulauf zu dem Schöpfwerk erfolgt über das Fischmal. Nach der Erfassung und Bewertung des aktuellen Zustands des Zulaufkanals ist ein Neubau der Sohle und der Ufermauern unumgänglich¹ [3]. Der neue Kanal wird mit Spundwänden an beiden Ufern befestigt, die Spundwandoberkante liegt auf 98,00müNN. Die nördliche Böschung bleibt vorwiegend an der gleichen Position, um nicht näher an die bestehenden Tennisplätze zu gelangen. Insgesamt wird der Zulaufkanal um rund einen Meter auf 10,0 m verbreitert. Diese Verbreiterung erfolgt am südlichen Ufer. Die Sohle des Zulaufkanals wird, wie auch schon im Bestand, in Form einer durchgehenden Betonsohle zur Gewährleistung der hydraulischen Leistungsfähigkeit ausgebaut (s. Heft 4, Teil 1). Die Ausführung erfolgt mit rückverankertem, unbewehrtem Beton. Zu dem Schöpfwerk hin verlässt der neue Kanal die vorhandene Trasse und wird auf eine Breite von 18,0 m aufgeweitet (Mahlbusen/Zulaufbereich vor dem Schöpfwerk). Die südliche Böschung wird in zwei Böschungsstufen unterteilt. Von der Spundwandoberkante geht die Böschung mit einer Neigung von 1:2 bis auf eine Höhe von 99,00müNN. Nach einem 4,0 m breiten Böschungstreifen, der die Bewirtschaftung ermöglicht, schließt der zweite Böschungsabschnitt an das bestehende Gelände an (ca. bei 99,40müNN).

¹ Der bestehende Zulaufkanal wurde am 01.03.2017 besichtigt. Neben den beschädigten und nach innen eingebrochenen Seitenwänden wurde auch die Sohle als baufällig eingestuft.

Die Sohle des Zulaufkanals wird ab der Brücke auf eine Sohlenhöhe von 97,00müNN und damit etwa 20 cm tiefer als der Bestand festgelegt und mit einer Neigung von ca. 5 ‰ in Richtung des Schöpfwerks ausgebaut. Direkt am Schöpfwerk liegt die Sohle auf einer Höhe von 95,86müNN. Um diese Höhendifferenz auszugleichen wird direkt vor den Pumpenkammern eine Rampe mit einer Neigung von ca. 5 ‰ ausgebildet. Die Verbreiterung und Vertiefung des Kanals führen zu einer Entlastung der hydraulischen Situation und sollen die Schwall- und Sunkeffekte bei Ein- und Ausschalten der Pumpe möglichst gering halten.

Am Einlaufbereich vom Fischmal in den Zulaufkanal wird eine Pfahlreihe als Geschwemmschutz im Zulaufquerschnitt vorgesehen, die das Einschwimmen von großem Treibgut in den Zulaufkanal verhindert. Nach einem Einsatz des Schöpfwerks soll der Rücklaufeffekt des Wassers aus dem Zulaufkanal nach dem Abschalten der Pumpen die Pfahlreihe wieder freispülen, daher ist eine manuelle Räumung nur im Ausnahmefall notwendig. Dafür ist im Bereich der Pfahlreihe am nördlichen Ufer eine Aufstellfläche für Unterhaltungsarbeiten vorgesehen.

1.1.4.3.2 Maschinenhalle und Pumpenkonzept (s. B-2.1-1-3 + B-2.1-2-1)

Durch die Staffelung der Pumpen in $4 \times 3,5 \text{ m}^3/\text{s}$ ist es möglich, mit wenigen Schaltspielen zu arbeiten. Im Normalbetrieb reicht eine bis maximal zwei Pumpen zur Abdeckung des zu fördernden Volumens. Nur im Falle eines Extremhochwassers werden alle Pumpen sequentiell zugeschaltet.

Um einen langen Stillstand der Aggregate zu vermeiden, werden die Pumpen alternierend benutzt und somit einer Beschädigung der Pumpen und Tröge vorgebeugt.

Für Wartungsarbeiten am unteren Lager können die Pumpenkammern einzeln durch Damm-balken verschlossen werden. Das Restwasser in der abgeschlossenen Pumpenkammer, welches nicht durch die Schneckenpumpe gefördert werden kann, wird durch eine mobile Pumpe oder einen Saugwagen entfernt.

Zum Ein- und Ausbau der Schneckenpumpen ist der Platz nördlich des Schöpfwerks vorgesehen. Hier kann sich ein Lastenkran mit ausgefahrenen Pratzen platzieren. Der Untergrund wird entsprechend dem Gesamtgewicht eines Krans mit einer aufgeladenen Schneckenpumpe ausgelegt.

Für die Wartung und Reparatur von Motoren und Getrieben in dem Schöpfwerk ist eine mobile Kranbahn vorgesehen. Die fahrbare Kranbahn kann einen Motor oder diverse andere Maschinenteile in der Maschinenhalle aufnehmen und auf den Vorplatz nördlich des Schöpfwerks fahren. Von hier kann eine Abholung durch einen LKW mit Hebezeug realisiert werden.

Nach Fertigstellung des Schöpfwerkes wird die neue Hochwasserlinie durch das Schöpfwerk und maßgeblich an der Überlaufkante (Sturzpunkt der Schneckenpumpen) entlanglaufen.

Dieser Sturzpunkt ist mit einer Höhe von 103,81müNN höher als das BHW200, um Verluste im Ablaufkanal bei BHW zu kompensieren. Bei einer Einstauhöhe höher als der Sturzpunkt wird durch die Rücklaufsperrern der Schnecken ein Rückfluss über das Pumpwerk weitestgehend verhindert. Der Betrieb des Schöpfwerkes ist bis zum Staupunkt bei 104,47müNN und damit bis zum BHW200 + 80 cm Freibord (d.h. mit 14 m³/s) möglich.

Die Lagerung der Schnecken erfolgt in einem fettgeschmierten unteren Lager mit Fettpresse. Die Schneckenkammern werden zum Schutz vor direkter Sonneneinstrahlung und zur Reduzierung der Schallemissionen mit Betonplatten abgedeckt. Diese Maßnahme empfiehlt sich bei einer west- oder südlichen Ausrichtung um eine temperaturschwankungsbedingte Ausdehnung der Schnecke und eine daraus resultierende Beschädigung des Materials und des Trogs zu verhindern. Die Gestaltung der Abdeckungen erfolgt im Zuge der Gestaltung des Konzepts zur Begrünung der Schöpfwerksanlage. Die Abdeckungselemente werden zu Wartungs- und Reparaturarbeiten abnehmbar sein [5].

Eine Eigenstromerzeugung durch Photovoltaikanlagen auf dem Dach des Schöpfwerkes ist vorgesehen. Die Erzeugung wird in das bestehende Versorgungsnetz eingespeist.

1.1.4.3.3 Grobrechen

Vor dem Schöpfwerk wird ein Grobrechen mit einem Stababstand von 12 cm als Personenschutz vorgesehen. Sollte sich zudem in dem Rechen Schwemmgut ansammeln, kann dieses durch den Wartungssteg über der Rechenanlage entfernt werden. Größere Verkläuselungen können mit Hilfe eines mobilen Krans über die Wartungsfläche südlich des Zulaufkanals am Einlauf in das Schöpfwerk entnommen werden. Sonstiges Schwemmgut kann problemlos durch die Schnecke gefördert werden. Auf eine stationäre Rechenreinigungsanlage kann bei dieser Betriebsweise verzichtet werden [3].

Am Auslaufkanal des Schöpfwerkes wird ebenfalls ein Grobrechen eingebaut. Er dient in erster Linie als Einstiegssperre, damit Unbefugten keine Möglichkeit gegeben wird über den Ablaufkanal zum Schneckenstrog zu gelangen. Der Rechen ist am Rechenfuß gelenkig gelagert. Der Kopf des Rechens wird mit Bolzen befestigt. Sollten sich Schwemmstoffe, die durch die Schnecke transportiert wurden, an dem Rechen ansammeln, kann dieser in Strömungsrichtung umgeklappt werden. Nach dem Hochwasserereignis muss der Rechen dann manuell wieder mit Hilfe eines Autokrans, oder eines Baggers in seine feste Position gebracht werden.

1.1.4.3.4 Betriebsgebäude (s. B-2.1-1-3 + B-2.1-2-1)

Das Betriebsgebäude zur Installation der EMSR-Technik ist direkt an das Maschinengebäude angeschlossen.

In dem Betriebsgebäude sind Räume für die Mittel- und Niederspannungsschaltung, Trafo und ein Sanitärraum vorgesehen. Sozialräume sind aufgrund der Nähe zu vorhandenen Räumlichkeiten in anderen Gebäuden des Entwässerungsverbands nicht erforderlich. Das vorgesehene Lager kann als Arbeitsplatz zur Ablage von Dokumentationsunterlagen genutzt werden. Das Betriebsgebäude ist von der nördlichen und südlichen Seite durch die Maschinenhalle zugänglich. Der Trafo und die Mittelspannungsschaltung sind nicht durch die Maschinenhalle zugänglich, für diese Räume sind Außentüren vorgesehen. Von der Mittelspannung wird auf Niederspannung transformiert. Im Niederspannungsraum sind die Schaltanlagen für das Schöpfwerk aufgestellt.

Die Schalträume im Betriebsgebäude des Schöpfwerkes werden aktiv gekühlt, da sonst bei Betrieb des Pumpwerks im Sommer zu hohe Innentemperaturen entstehen. Im Winter ist ebenso ein Frostschutz erforderlich. Das Betriebsgebäude und die Maschinenhalle sollen mit einer Dämmung ausgerüstet und zudem grundsätzlich im Winter beheizt werden.

Die Kabelverbindungen von den Schalteinrichtungen zu den Pumpen und sämtlichen anderen Endverbrauchern werden in einem Zwischenboden geführt und an die entsprechenden Stellen verteilt.

1.1.4.3.5 Außenfassade und Begrünung (s. B-2.1-5-1)

Die Fassade soll in Klinkerbauweise vorgehängt vor dem Betonbaukörper angebracht werden. Farblich sollen sich der Maschinenbau- und der Technikteil des Schöpfwerkes unterscheiden. Für den Technikteil ist ein hellerer Farbton vorgesehen, die Maschinenhalle ist in einem dunkleren Farbton vorgesehen. Als Farbe ist eine braun-graue Tönung favorisiert, diese wird im Rahmen der Ausführungsplanung noch genauer festgelegt werden [3].

Das Dach des Technikgebäudes sowie die Abdeckung der Schnecken werden extensiv begrünt. Systeme zur Begrünung von schrägen Flächen (Abdeckung Schneckenkammer) sind bis zu einer Neigung von 35° möglich. Durch die Begrünung der Schneckenpumpen wird eine optische Einbindung des Gebäudes in den umgebenden Deich erreicht.

1.1.4.3.6 Ablaufkanal (s. B-2.1-2-2)

Das geförderte Wasser läuft unter Freispiegelabfluss durch den Auslaufkanal in das Rheinvorland. Aus den hydraulischen Berechnungen (s. Heft 4 Teil 1) ergibt sich, dass der Kanal bei Abmessungen von 4,0 m Breite und 3,0 m Höhe mit einem Gefälle von 1 % ausreichend leistungsfähig ist. Nach dem Pumpbetrieb und mit sinkendem Wasserspiegel im Rheinvorland läuft der Kanal wieder leer.

Für Revisionszwecke ist ein Zugangsschacht auf dem Gelände des Schöpfwerkes vorgesehen. Von diesem Punkt aus ist die Auslaufkammer der Schneckenpumpen erreichbar. Sollten Re-

visionsarbeiten direkt am Auslauf notwendig sein ist der Zugang durch den klappbaren Rechen vorgesehen.

1.1.4.3.7 Parkplatz

Nördlich des Schöpfwerks wird ein Parkplatz mit bis zu acht Stellplätzen hergestellt. Dieser Parkplatz soll neben seinem Nutzen für die Betreiber des Schöpfwerks auch öffentlich nutzbar sein. Dadurch soll auch verhindert werden, dass -wie derzeit im Bestand- der Randstreifen der Landstraße oder der Deichweg als erweiterter Parkstreifen zweckentfremdet werden. Zusätzlich dient der Parkplatz auch als weiterer möglicher Kranaufstellplatz.

1.1.4.3.8 Abmessungen und Höhenlagen

Die geplanten Gebäudeflächen für das neue Schöpfwerk sind der folgenden Tabelle zu entnehmen:

Tabelle 2: Abmessungen Gebäudeteile Neubau

Gebäudeteil	Abmessung (m×m)	Fläche (ca.) [m ²]
Zulaufbereich und Schneckenkammer	17,71×17,10	303
Maschinenhalle	7,45×18,5	138
Betriebsgebäude	15×5 + 4,45×3,6 (Trafo)	92

Die Firsthöhe des neugebauten Schöpfwerks liegt auf etwa 111,0müNN (Maschinenhalle) bzw. 109,35müNN (Betriebsgebäude). Die Dachoberkante des Betriebsgebäudes entspricht damit etwa der bestehenden Gebäudehöhe des Trafoturms.

Die Sohle am Einlauf in das Schöpfwerk liegt auf 95,86müNN, die Sohle des Auslaufkanals direkt am Auslauf auf 100,5müNN.

Der Vorplatz vor dem Schöpfwerk wird auf eine Höhe von etwa 105,4müNN festgelegt, der Parkplatz nördlich des Schöpfwerks liegt auf dem Niveau von ca. 104,2müNN.

Weitere Gebäude- und Geländehöhen sind den beiliegenden Planunterlagen zu entnehmen. Darin ist auch zu erkennen, dass der Deichverlauf leicht verschoben wurde und sich nun gradlinig an den weiteren Verlauf Richtung Norden anschließt. Die Folge davon ist auch eine geringfügige Inanspruchnahme von Gelände auf der Rheinseite. Der nahe an den Bestand heranreichende Waldrand wird dabei belassen. Stattdessen wird hier teilweise der Deichschutzstreifen von 5 m auf 3 m reduziert. Da die Spundwände, die für die Hochwasserschutzlinie während der Bauausführung notwendig sind (s.u.), in diesem Bereich dauerhaft verbleiben, entstehen keine Nachteile für die Deichsicherheit. (s. B-2.1-1-13, B-2.1-3-2 bis 3-3).

1.1.4.4 Besonderheiten bei der Bauausführung

Die Bauwerke entlang des Rheins sind ausgelegt auf das zwischenstaatlich vereinbarte Bemessungshochwasser mit einem zugehörigen, ortsspezifischen Wasserstand. Diese Hochwasserlinie ist sowohl bei den Deichen, als auch bei den Bauwerken wie Schöpfwerken, Durchlassbauwerken usw. einzuhalten.

Da die L549 im Rheinvorland wie ein Querriegel wirkt, ergeben sich daraus folgende Bemessungshöhen:

Tabelle 3: Deichhöhen am Schöpfwerk Leimersheim

Deichhöhe Nordseite	104,33mÜNN
Deichhöhe Südseite	104,80müNN

Der Wert von 104,80müNN entspricht auf Höhe der Ortslage von Leimersheim einem Bemessungshochwasser mit einer 200-jährlichen Wiederkehrwahrscheinlichkeit (BHW) +80 cm Freibord. Dieses Schutzziel ist auch nach dem Neubau bzw. während der Bauphasen einzuhalten.

Der Standort des Altbaus, sowie des neu gebauten Schöpfwerks, liegt im Bereich der Hochwasserlinie. Während der Bauphase werden Änderungen im Verlauf des Deiches vorgenommen und daher die Hochwasserlinie in Ihrer Lage geändert. Neben dem Hochwasserschutz werden im Zuge der Bauausführung auch folgende Randbedingungen eingehalten werden:

- Der Hochwasserschutz in Form der durchgehenden Hochwasserlinie des Rheinhauptdeichs muss sichergestellt sein.
- Die Landstraße L549 muss auch während der Bauphase zumindest einspurig (mit Ampelregelung) befahren werden. An der Landstraße ist neben der Rheinschänke auch der Fähranleger der Schnelllastfähre in Leimersheim angeschlossen.
- Der Pumpbetrieb bei einem Hochwasser (Hebung des Gewässersystems „Michelsbach“ über den Rheinhauptdeich) muss gewährleistet werden, um die binnenseitigen Haltewasserspiegel nicht zu überschreiten.

Um ein Eindringen von Hochwasser während der Bauphase zu verhindern, sind Abtrennungen notwendig. Während der Bauphase werden deswegen auch provisorische Hochwasserschutzsysteme (Spundwände, etc.) vorgesehen.

Da der Ablaufkanal nördlich der Rheinstraße L549 in das Rheinvorland mündet, ist der maßgebende Bemessungswasserstand im Schöpfwerk selbst der niedrigere Wert der Nordseite (104,33müNN).

1.1.4.5 Bauen unter Berücksichtigung der Hochwasserlinie

Bei der Herstellung des Schöpfwerkes in Leimersheim muss, wie bereits beschrieben, der durchgehende Hochwasserschutz gewährleistet werden. Insbesondere während den Bauphasen und mit der Aufrechterhaltung des Pumpbetriebs durch das bestehende Schöpfwerk, sind die Bauphasen besonders aufeinander abzustimmen. Das schrittweise, vorläufige Vorgehen der Bauphasen wird im Folgenden als Übersicht mit Lageskizzen erläutert. Dies stellt eine beispielhafte Ausführung dar, die jedoch nach der Auftragsvergabe durch die Vorschläge der ausführenden Firmen noch abgestimmt und angepasst werden kann.

Tabelle 4: Vorläufige Bauabschnitte Neubau Schöpfwerk

<p>Bauphase 1 (siehe: Abb.5)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Herstellen der Baustellenzufahrten (provisorische Zufahrten) und Baustellenflächen. • Aufstellfläche für Schwerlastkran. • Herstellung einer Spundwand zum bestehenden Schöpfwerk zur Absicherung des Höhenunterschieds. • Neubau Baukörper Schneckenschöpfwerk (Maschinenbauteil inkl. Betriebsgebäude). • Herstellung des Zulaufbereichs zwischen dem Schöpfwerkneubau und dem bestehenden Kanal (Abtrennung z.B. durch Spundwand).
<p>Bauphase 2 (Abb.6)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 1. Abschnitt Ablaufkanal mit Auslaufbereich und Umleitung der L549 (einspurig). • Bau des nördlichen Ufers des Zulaufkanals. • Neubau der Deichanlagen südlich des Schöpfwerks.
<p><u>HW-Linie</u></p>	<p>Die Hochwasserlinie läuft in diesem Bauabschnitt über den bestehenden Deich. Die Bauarbeiten finden hinter der Deichlinie statt. Änderungen, die in den Deich reichen werden mit Spundwänden gesichert. Da in diesem Bereich künftig der Deichschutzstreifen auf 3 m reduziert ist, werden die Spundwände „verbleibend“ ausgeführt.</p>
<p>Bauphase 3 (Abb.7)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Neubau des Ablaufkanals (2. Abschnitt) südlich der L549 mit geänderter provisorischer Straßenführung. • Im Zulaufkanal wird die Spundwand linksseitig bis auf eine Aussparung für den bestehenden Zulaufkanal, rechtsseitig bis zum Anschluss an das neue Pumpwerk hergestellt. Die rückverankerte Betonsohle wird in einem ersten Abschnitt bis zur linken Spundwandaussparung hergestellt. • Neubau und Höherlegung der L549 östlich des Ablaufkanals und provisorische Anrampung auf der Westseite.
<p><u>HW-Linie:</u></p>	<p>Beim Neubau des Ablaufkanals fungiert dieser zusammen mit den Spundwänden s.o. als Hochwasserlinie. Es wird sichergestellt, dass kein Wasser an dem Kanal entlang läuft (z.B. durch Flügelwände rechts und links am Kanal).</p>
<p>Bauphase 4 (Abb.8)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Anschluss des Zulaufs an das neue Schöpfwerk. Die linksseitige Spundwandlinie wird geschlossen. Die rückverankerte Betonsohle wird vollständig hergestellt. Für diesen Bauabschnitt ist eine Phase mit statistisch wenig Pumpenlaufzeit auszuwählen. • Auffüllung des bestehenden Kanals. • Der Bestand wird jetzt komplett außer Betrieb genommen.

	<ul style="list-style-type: none"> • Ausbau der L549 westlich der Deichquerung. Die Querung mit dem Rückbaubereich wird durch Spundwand gesichert. Die Straße wird hier provisorisch auf die endgültige Höhe einseitig hergestellt. • Abriss der bestehenden Rohrleitungen südlich der L549 (1. Abschnitt). Die Querung mit dem Rückbaubereich wird durch Spundwand gesichert. Die Straße wird hier provisorisch auf die endgültige Höhe hergestellt und die Spundwand gezogen.
<u>HW-Linie:</u>	Die neue Hochwasserlinie tritt in Kraft. Das Schöpfwerk erfüllt jetzt seine Funktion zur Hochwassersicherheit.
Bauphase 5 (Abb.9)	<ul style="list-style-type: none"> • Abriss des alten Schöpfwerks (2. Abschnitt) und Auffüllung der Tiefflächen. • Im Pumpwerk laufen Ausbaugewerke, die von der Westseite zufahren können. • Baustelleneinrichtung für den Straßenbau.
Bauphase 6 (Abb.10)	<ul style="list-style-type: none"> • Neubau Brücke Zulaufkanal. • Herstellung der Deiche, Herstellung von Wegen und Flächen (Parkplatz und Aufstellflächen). • Abschlussarbeiten am Schöpfwerk (Endfertigung). • Deckeneinbau auf der L549.



Abbildung 4: Bauphase 1

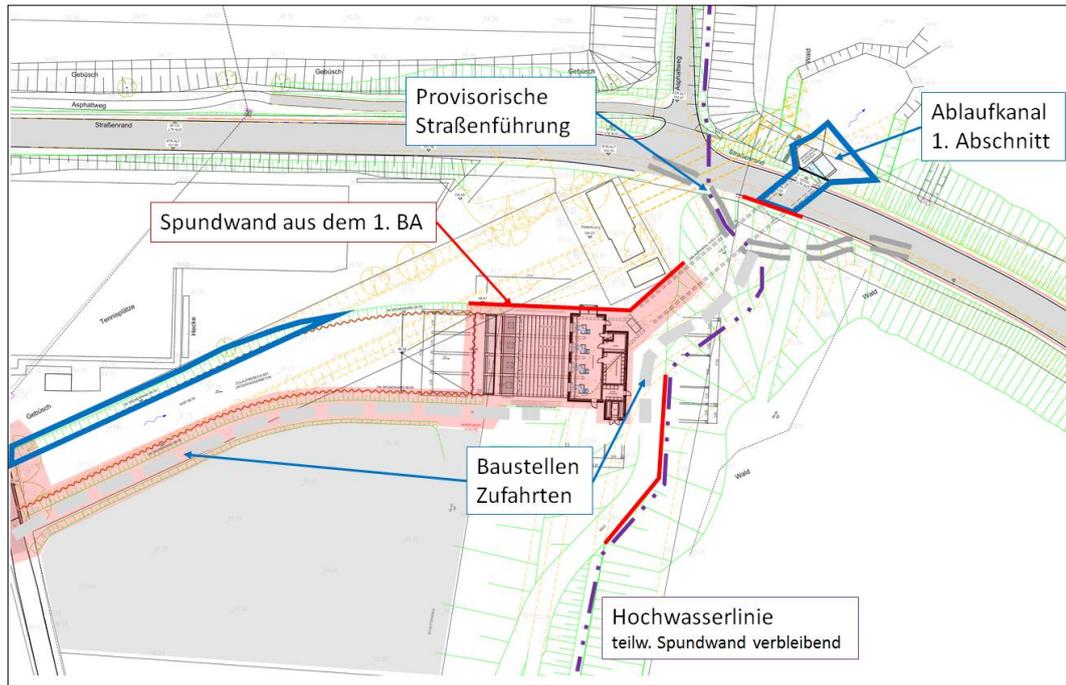


Abbildung 5: Bauphase 2

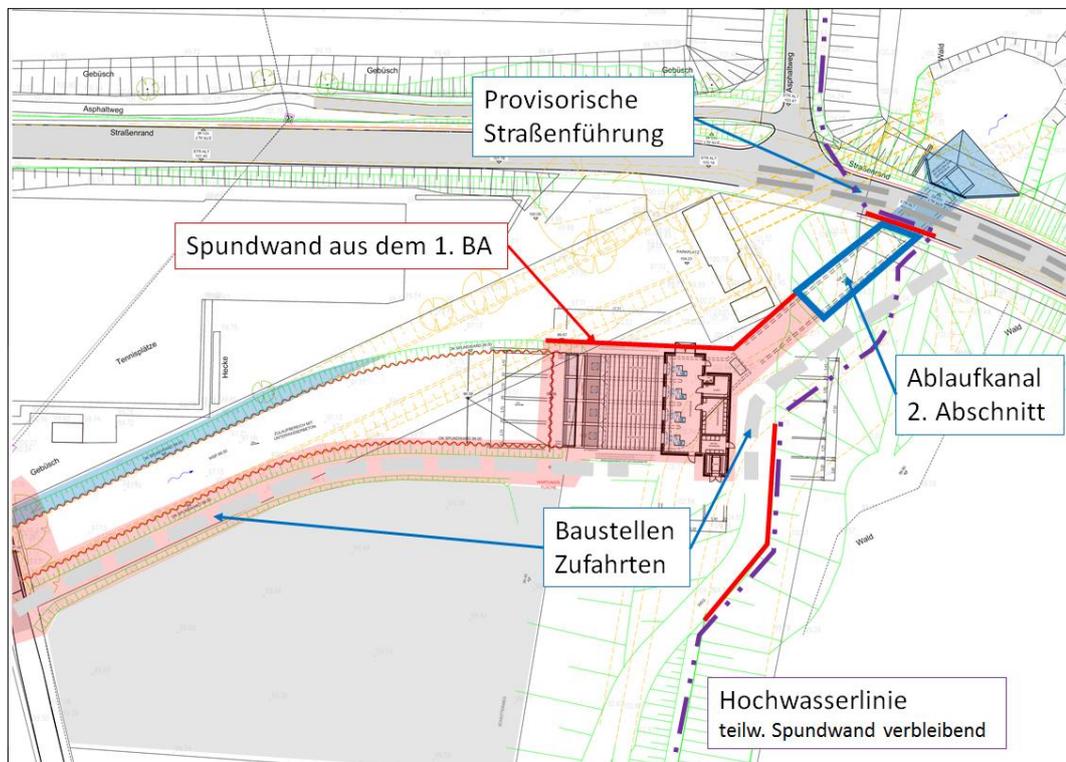


Abbildung 6: Bauphase 3

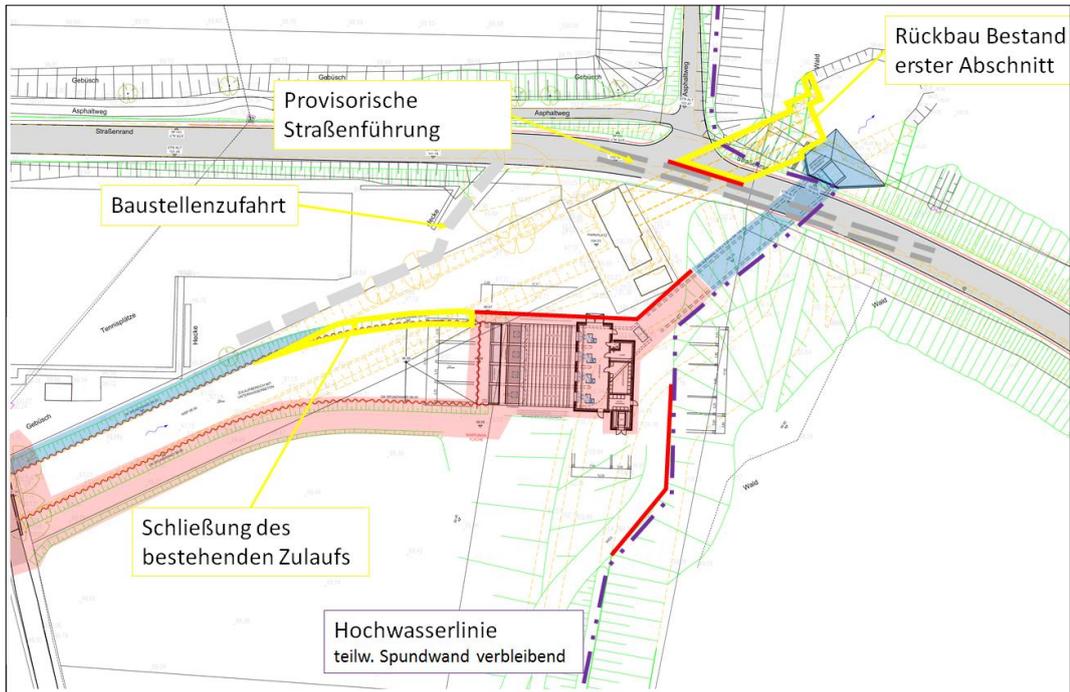


Abbildung 7: Bauphase 4

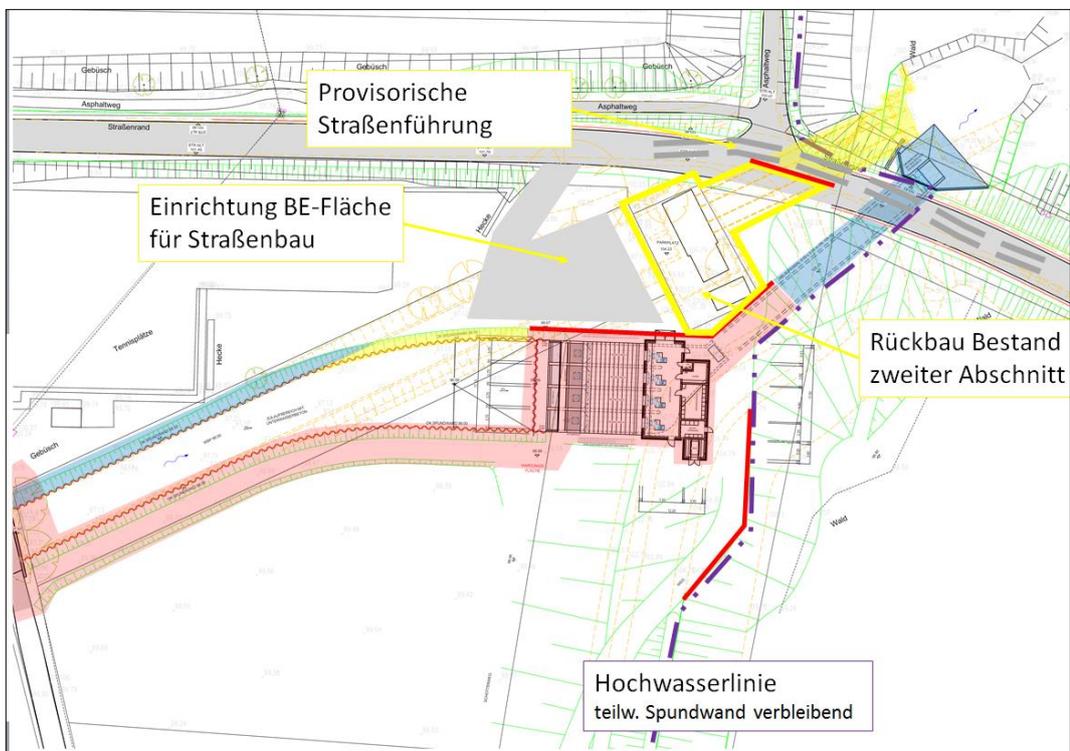


Abbildung 8: Bauphase 5

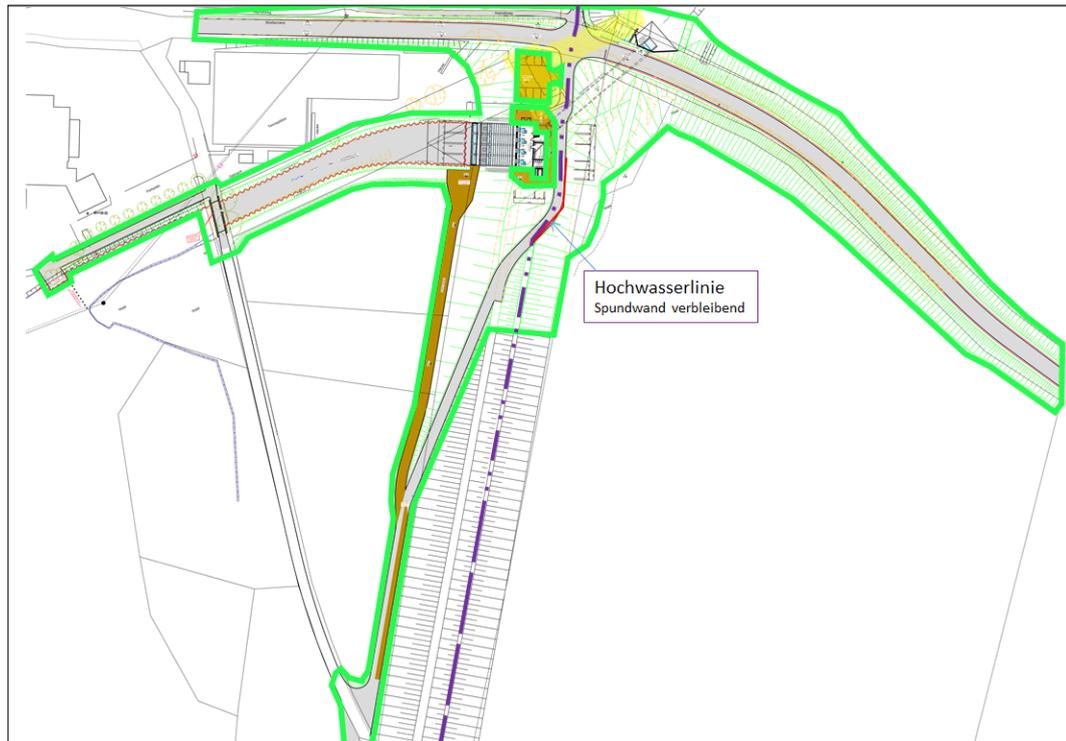


Abbildung 9: Bauphase 6

1.1.4.6 Bauzeitenabstimmung

Bei der Abstimmung der Bauzeiten sind, unter anderem, folgende Abhängigkeiten zu berücksichtigen:

- Ruhezeiten für Ökologie (Brut- und Laichzeiten für ansässige Habitate) und damit einhergehende Ausschlusszeiten sind, gesondert nach den betroffenen Flächen, Heft 9, Kapitel 1.2.4 sowie Kapitel 4.1 (s. B-9.3) zu entnehmen.
- Abwägung des Hochwasserrisikos (die Betriebsstatistik des bestehenden Schöpfwerks in Leimersheim weist Monate im Sommer mit der geringsten Laufzeit aus).
- Umleitung und Verkehrseinschränkungen während der Bauzeit für die rheinseitigen Anlieger einschl. Rheinfähre
- Umleitung während der Bauzeit für Radfahrer und Spaziergänger auf die Fußgängerbrücke am Fischmal.
- Umleitung und Verkehrseinschränkungen während der Bauzeit für das neue Schöpfwerk.
- Umleitung und Einschränkungen während der Bauzeit für den landwirtschaftlichen Verkehr.

1.1.5 Elektrotechnische Ausrüstung

1.1.5.1 Elektrotechnische Ausrüstung der Bestandsanlage

1.1.5.1.1 Elektrische Energieversorgung

Die derzeitige Anschlussleistung des Schöpfwerkes beträgt ca. 500 kW. Die Stromversorgung ist über einen Anschluss an das örtliche Mittelspannungsnetz der Pfalzwerke realisiert. Das Schöpfwerk ist über eine erdverlegte Stickleitung mit einem Gitterabspannmast aus der örtlichen Versorgungsmasche des 20 kV - Mittelspannungsnetzes mit der Ortschaft Leimersheim verbunden. Damit ist derzeit keine zweiseitige Ringeinspeisung gegeben.

Das Schöpfwerk verfügt über einen eigenen Transformator für die Erzeugung der verbraucherseitigen Niederspannung von 400 V. Der Transformator wird über eine gasisolierte Mittelspannungs-Schaltanlage aus dem speisenden 20 kV-Netz der Pfalzwerke versorgt. Ein früher ebenfalls installierter zweiter Transformator (Redundanz) wurde zwischenzeitlich rückgebaut.

1.1.5.1.2 Elektrische Betriebstechnik

Auf Niederspannungsebene sind die Betriebsmittel gegeben:

- Niederspannungshauptverteilung für den Betrieb der Pumpen an einem elektronischen Leistungssteller.
- Automatisierungstechnik für einen automatischen Betrieb des Schöpfwerkes nach manueller Freigabe durch den Betrieb.
- Fernwirktechnische Anbindung an eine zentrale Leitwarte auf der Verbandskläranlage.
- Gebäudeinstallation.
- Steuerschrank für einen autarken Betrieb der Rechenreinigungsanlage vor dem Schöpfwerk während des Betriebes des Schöpfwerkes.

Wie bereits beschrieben muss das bestehende Schöpfwerk während der Bauphase die Hochwassersicherheit für die Bauphase weiterhin sicherstellen. Daher können die bauseitig vorhandenen bestehenden Komponenten der Betriebstechnik nicht für das neue Schöpfwerk verwendet werden.

1.1.5.2 Elektrotechnische Ausrüstung des Neubaus

Für das neue Schöpfwerk ist eine umfassende neue Betriebstechnik vorgesehen. Sie umfasst die folgenden Komponenten:

- Mittelspannungs-Schaltanlage in eigenem Betriebsraum (Störlichtbogenfest).
 - Transformator 20 kV / 0,4 kV mit einer voraussichtlichen Leistung von 2 MVA.
 - Niederspannungs-Schaltanlage.
 - Leistungsabgänge mit elektronischen Leistungsteilen für die Antriebsmotoren der Pumpen zur Reduzierung der Anlaufströme.
-

- Automatisierungseinheit für einen autarken Betrieb des Schöpfwerkes.
- Fernwirktechnische Anbindung an die Betriebsleitstelle des betreibenden Entwässerungsverbandes (EOR)
- Gebäudeinstallationstechnik.
- Zugangsüberwachung.
- Brandmeldetechnik.
- Separate Anschlussstelle für ein örtlich aufgestelltes mobiles Netzersatzaggregat.

Wie an anderer Stelle bereits erläutert wird das Schöpfwerk für eine Förderleistung ausgelegt welche den Anforderungen im späteren Betrieb des Rückhalteraumes für Extremhochwasser genügt. Bis zur kompletten Fertigstellung des Rückhalteraumes wird das Schöpfwerk nur mit der bisherigen, ca. hälftigen Förderleistung betrieben. Es sind daher zwei Bedarfsfälle für die elektrische Anschlussleistung zu unterscheiden:

- 1) Anschlussleistung für einen Betrieb bis zur kompletten Inbetriebnahme des Rückhalteraumes: P = 850 kVA
- 2) Anschlussleistung für einen Betrieb nach Inbetriebnahme des kompletten Rückhalteraumes: P = 2000 kVA

Die folgende weitere Darstellung der Anschlussbedingungen gilt für den Fall unter 1).

Für die Anschlussbedingungen unter 2) sind von Seiten des Netzbetreibers zusätzliche Maßnahmen des Netzausbaus erforderlich. Diese werden im Rahmen der Planungen zu einer integralen Stromversorgung im Reserveraum näher bestimmt werden können.

1.1.5.2.1 Energieversorgung

Für den Betrieb der elektrischen Verbraucher im neuen Schöpfwerk kann derzeit folgende Anschlussleistung genannt werden:

Tabelle 5: Energieversorgung Neubau

Bezeichnung	Position	Summe
Pumpenleistung	4x470 kVA	1.880 kVA
Sonst. Verbraucher	1x50 kVA	50 kVA
Trafoleistung gesamt mindestens		<u>2.000 kVA</u>

Die Stromversorgung des neuen Schöpfwerkes wird über zwei getrennt verlegte Mittelspannungsleitungen aus dem örtlichen Mittelspannungsnetz sichergestellt. Der örtliche Verteilnetzbetreiber „Pfalzwerke“ stellt hierfür zwei neue Ableitungen an dem nächstgelegenen 20 kV-Freileitungsnetz zur Verfügung. Damit wird eine n-1- Sicherheit für die Einspeisetrasse erreicht.

Automatisierung:

Das Schöpfwerk wird mit einer Anlageautomatisierung auf Basis einer speicherprogrammierbaren Steuerung aktueller Bauart ausgerüstet. Die elektronische Steuerung ermöglicht einen automatischen Betrieb des Schöpfwerkes in Abhängigkeit des Wasserspiegels im Zulaufbereich. Hierbei werden die Schneckenpumpen bedarfsorientiert zu- und abgeschaltet. Grundlage der automatischen Steuerung ist eine Messtechnik, welche alle relevanten Wasserstände und Anlagenzustände erfasst, verarbeitet, archiviert und visualisiert.

Neben der elektronischen Steuerebene wird eine Handebene für alle elektrischen Verbraucher vorgesehen, über welche ein Betrieb des Schöpfwerkes auch ohne die elektronische Anlagenautomatisierung möglich ist.

Ferndatenübertragung:

Zur Überwachung des Betriebszustandes und der Funktionen des Schöpfwerkes wird eine Ferndatenübertragung eingerichtet. Damit kann das Schöpfwerk auch über eine räumlich entfernte Leitwarte (z.B. des Betreibers) überwacht werden. Eine davon unabhängige Alarmerungsfunktion stellt darüber hinaus die Benachrichtigung des Betriebspersonals für den Fall von ungewöhnlichen oder gestörten Betriebszuständen sicher.

Messtechnik :

Es werden alle für den Betrieb des Schöpfwerks relevanten physikalischen Messgrößen erfasst, verarbeitet und für eine Auswertung innerhalb der Automatisierungstechnik gespeichert. Wichtige Messwerte wie binnenseitige Wasserstände oder der Rheinpegel werden über redundant vorhandene Gerätschaften doppelt erfasst und verarbeitet.

1.1.6 Infrastrukturmaßnahmen

1.1.6.1 Fußgängerbrücke (s. B-2.1-1-5 + B-2.1-5-2)

Die bestehende Brücke im Zulaufkanal müsste wegen der Verbreiterung des Zulaufkanals ebenfalls um einen Meter verlängert werden. Der Zustand der Brücke lässt einen Umbau nicht zu, sodass sie abgebrochen und durch eine neue Brücke ersetzt werden muss.

Der Neubau erfolgt in Abstimmung mit der Gemeinde Leimersheim mit neuer Lastenklasse (ca. 6 t). Die Brücke ist als Stahlbetonbauwerk mit einer Gesamtbreite von 4 m und einer Nutzungsbreite von 3 m vorgesehen [7]. Sie wird künftig nicht mehr für Kraftfahrzeuge freigegeben, sondern bleibt dem Fußgänger- und Radverkehr vorbehalten. Als Zufahrtssperre werden an beiden Seiten verschließbare Poller installiert [8].

Aktuell dient der über die Brücke führende Weg auch als Zugang zu den landwirtschaftlichen Flächen südlich des Zulaufkanals am Schöpfwerk. Künftig wird diese Zufahrt nur noch über den Deichkronenweg und die Abfahrt südlich des neuen Schöpfwerks möglich sein.

1.1.6.2 Zufahrt Wartungsfläche am Einlauf (s. B-2.1-1-4 + B-2.1-4-1)

Auf Höhe der Sport- und Freizeithalle wird, wie bereits schon beschrieben, am nördlichen Ufer eine Wartungsfläche hergestellt, von der aus die Pfahlreihe am Zulauf zum Kanal erreicht werden kann. Dazu wird der parallel zum Zulaufkanal verlaufende Fußweg von der Brücke bis zu der Wartungsfläche als Unterhaltungsweg ausgebaut, der für Fuß- und Radverkehr freigegeben ist. Zur Sicherung der Böschung wird in diesem Verlauf die Unterkante des Zulaufkanals mit Spundwänden fixiert.

1.1.6.3 Landwirtschaftlicher Weg am Deichfuß (s. B-2.1-1-5)

Als Ersatz für die Zufahrt über die Brücke am Zulaufkanal und um den landwirtschaftlichen Verkehr vom Bermenweg fern zu halten, wird am Fuß des Rheinhauptdeichs vom Schöpfwerk in Richtung Süden ein Schotterweg neu gebaut. Dieser hat die Breite von 4,0 m und schließt an den vorhandenen, von der neuen Fußgängerbrücke kommenden Weg etwa 230 m südlich des Schöpfwerks an. Der Anschlussbereich wird asphaltiert. Die Rampe vom Deich auf den Weg wird mit einer Neigung von 1:15 ausgebildet [7].

1.1.6.4 Höherlegung der Rheinstraße L549²

Die Landesstraße L549 kommt aus der Ortslage von Leimersheim und führt zur Schnellfähre am Rhein. Die Straße überquert dabei den bestehenden Hochwasserdeich und hat hier eine Geschwindigkeitsbeschränkung von 70 km/h. Die Querungsstelle entspricht dabei nicht der für den Hochwasserschutz erforderlichen Höhe und wurde bislang bei Hochwasser mobil gesichert.

Im Zuge des Neubaus des Schöpfwerks und der erforderlichen Anpassungen zwischen Deich und L549 wird die Straße erhöht. Der Hochpunkt der Straße wird künftig nicht nur durch die Sollhöhe der angeschlossenen Deiche bestimmt, sondern auch von der Überfahrt des Ablaufkanals des Schöpfwerks. Hier bestehen hydraulische Zwangspunkte durch den Freispiegelabfluss im Ablaufkanal, die ein Tieferlegen des Ablaufkanals nicht zulassen.

Um einen höheren Aufbau möglichst gering zu halten und somit den Eingriff in Ökologie auf der Rheinseite zu minimieren wird die Querung der Straße mit den Ablaufkanal als Brückenbauwerk ausgebildet (s. B-2.1-1-6).

Die Erhöhung der L549 zieht sich dennoch entsprechend weit in das Rheinvorland hinein (s. Längsschnitt). Der Ausbau der Landstraße erfolgt, in Abstimmung mit dem Landesbetrieb Mobilität (LBM), nach Belastungsklasse BK 3,2 (s. Regelprofil). Die heutige Fahrbahnbreite variiert, in der Ausbaustrecke wird eine durchgehende Breite von 6,5 m hergestellt [7] [8].

² Siehe: B-2.1-1-3, B-2.1-1-5 bis 1-11, B-2.1-2-3 bis 2-4, B-2.1-4-2 bis 4-3

Durch die Erhöhung der Rampe zur Deichquerung hin muss auch der vorhandene, nördlich begleitende Radweg nach Norden verschoben (s. B-2.1-4-2), sowie die Anbindung des Deichbegleitwegs an der Nordseite der L549 verlegt bzw. angepasst werden.

Die Anbindungen der künftigen Unterhaltungswege im Querungsbereich des Hochwasserdeichs berücksichtigen die erforderlichen Aufstellflächen für den landwirtschaftlichen Verkehr. Sie wurden mit Sichtfeldprüfungen und Fahrkurven entsprechend nachgewiesen. Als Bemessungsfahrzeug wurde ein Traktor mit Anhänger vorausgesetzt [9].

2 Verbesserung des Hochwasserschutzes von Leimersheim - Maßnahmen am Erlenbach

2.1 Veranlassung

Als Gewässer 2. Ordnung fließt der Erlenbach von Südwesten her kommend durch die Ortslage und ist bereits ab einem HQ_{10} zwischen *Oberer Hauptstraße* (ca. Fl.km 300) und Fl.km 2.100 hydraulisch überlastet (Auslastung > 100 %) [10].

Im Südwesten der Gemeinde (südlich *Obere Hauptstraße*, westlich des *Erlenbaches*) entstehen dadurch im Hochwasserfall derzeit Überschwemmungsflächen in einem ausgewiesenen Bebauungsgebiet.

Zur hydraulischen Entlastung des Erlenbachs im Ortsbereich soll oberstrom der Ortslage Leimersheim ein Abschlag aus dem Erlenbach erfolgen. Dieser wird über teils vorhandene (Rupertsgraben), teils einer neu angelegten Flutmulde oberstrom des Fischmals in den Otterbach eingeleitet. Um den zusätzlichen Abfluss ohne Verschlechterung der Bestandssituation abführen zu können, sind verschiedene Ausbaumaßnahmen notwendig, diese sind zusammengefasst:

- Gewährleistung des Hochwasserabschlags am Erlenbach mittels einer Überlaufschwelle
 - Anlegung einer Flutmulde parallel zur bestehenden Feldentwässerung sowie Aufweitung des südwestlich des Fischmals verlaufenden Otterbaches zur Sicherstellung des Abflusses Richtung Fischmal
 - In diesem Zusammenhang Neubau des vorhandenen Straßendurchlasses an der L542 mit Drosselbauwerk und Überlaufschwelle
-

2.2 Bestehende Verhältnisse

2.2.1.1 Lage des Vorhabens

Das Plangebiet, siehe Plan B-2.2-1-1, liegt südlich der Gemeinde Leimersheim im Landkreis Germersheim und umfasst die Fließgewässer Erlenbach, Ruppertsgraben und Otterbach.

Die Maßnahmen beschränken sich auf den Erlenbach zwischen Fl.km 1+180 und Fl.km 1+220, auf den Ruppertsgraben zwischen Fl.km 0+000 und 0+400 und auf den Otterbach zwischen Fl.km 2+400 und 2+800. Weiterhin werden Flächen westlich eines derzeit genutzten Feldentwässerungsgrabens (östlich des Ruppertsgraben) in Anspruch genommen. Die Bereitstellung dieser derzeit landwirtschaftlich genutzten Flächen wurde bereits im Flurbereinigerungsverfahren zur Hochwasserrückhaltung von Wörth/Jockgrim berücksichtigt.

2.2.1.2 Hydrologische Daten

Für die Fließgewässer Erlenbach und Otterbach sind die wichtigsten Gewässerdaten in der Tabelle 6 und Tabelle 7 zusammengestellt. Die Zuordnung der in Tabelle 7 dargestellten Abflussaufteilungen kann der Systemzeichnung Abbildung 11 entnommen werden.

Tabelle 6: Gewässerdaten Erlenbach und Otterbach³

Gewässer	Ordnung	Quelle	Mündung	Länge	Einzugsgebiet
Erlenbach	II.	Birkenhördt (Naturpark Pfälzerwald)	Michelsbach (Leimersheim)	rd. 34,3 km	rd. 108,8 km ²
Otterbach	II.	Gemeinde Oberotterbach (Naturpark Pfälzerwald)	Michelsbach (Leimersheim)	rd. 42,2 km	rd. 119,3 km ²

Tabelle 7: Abflussaufteilung⁴

Abfluss in m ³ /s	HQ ₁₀₀ [m ³ /s]	MQ [m ³ /s]
Erlenbach Zufluss	6,40	0,70
Erlenbach nach Wattbach	2,80	0,70
Erlenbach nach Kaplachgraben	2,30	0,70
Wattbach	3,60	0,00
Kaplachgraben	0,50	0,00
Otterbach Zufluss vor Neupotz	6,40	0,84
Rheingraben	2,13	0,10
Diffuse Zuflüsse aus Regenwasserentlastungen	2,49	0,00
Otterbach Mündung Fischmal	15,12	0,94

³ <http://www.geoportal-wasser.rlp.de/servlet/is/2025/>

⁴ Heft 4 Teil 3 – Anpassung der Binnenentwässerung

2.2.1.3 Sparten und Kreuzungsbauwerke

Im Projektgebiet befinden sich mehrere landwirtschaftlich genutzte Wege sowie die Landesstraße L549. Der Ruppertsgraben wird ca. bei Fl.km 0+200 unter der L549 durchgeführt.

Tabelle 8: Sparten im Projektgebiet

Versorger	Angefragt über T / E / W* Datum	bisher keine Auskunft erhalten	Auskunft erhalten per T / E / W* Datum	Leitungen im Vorhabensbereich Ja / Nein	Datenformat der Sparten-auskunft (PDF, DXF, etc.)	Auskunft gültig bis
Zweckverband für Wasserversorgung Germersheimer Südgruppe Kö.d.ö.R.	E		E	N	-	
	09.01.17		09.01.17			
Vodafone Kabel Deutschland GmbH	W		W	N	PDF	
	09.01.17		09.01.17			
Stadtwerke Germersheim	E		E	N	-	
	09.01.17		09.01.17			
Creos Deutschland GmbH	E		E	N		
	09.01./06.02.17		07.02.17			
Thüga Energienetze GmbH	E		E	J	PDF, DXF	
	09.01.17		20.01.17			
Telekom AG	E		W/E/T	N	-	24.03.17
	09.01.17		17./22.02.17			
PFALZGAS GmbH	E		E	N	-	
	09.01.17		10.01.17			
Technische Werke Ludwigshafen	E		E	N	-	
	09.01.17		10.01.17			
Gemeindewerke Rülzheim	E		T/E	N	-	
	09.01.17		06./07.02.17			
Pfalzwerke Netz AG	E		E	J	PDF, DXF	24.01.17
	09.01.17		10./16.01.17			
PfalzKom Gesellschaft für Telekommunikation mbH	E		E	N	-	
	10.01.17		26.01.17			

* E = Email F = Fax P = Post T = Telefon W = Webauskunft

k. A. = keine Angabe

Im Rahmen der Genehmigungsplanung wurde eine Spartenanfrage durchgeführt. Die Sparten im Projektgebiet sind in den Lageplänen dargestellt sowie in Tabelle 8 aufgelistet.

Parallel zur L549 befindet sich eine Gasleitung der Thüga Energienetze GmbH.

Von den Pfalzwerken quert eine Freileitung das Projektgebiet. Hier ist bei Arbeiten auf einen ausreichenden Mindestabstand zu den Leitungen zu achten. Anfallende Bohr- und Baumaßnahmen sind mit dem Spartenträger abzustimmen. Vor jeder Bohr- und Baumaßnahme ist eine aktuelle Spartenauskunft einzuholen.

2.2.1.4 Geologische, bodenkundliche, morphologische und sonstige Grundlagen

Gewässersystem

Erlenbach und Otterbach sind Gewässer 2. Ordnung. Der Erlenbach fließt von Neupotz nordöstlich Richtung Leimersheim und mündet dort in den Michelsbach.

Nördlich von Neupotz wird der Kapplachgraben ausgeleitet, der im Osten von Neupotz in den Otterbach mündet. Der Wattbach wird westlich der Bundesstraße B9 ausgeleitet und fließt ebenfalls dem Otterbach zu (südwestlich von Neupotz).

Der Otterbach verläuft südlich Neupotz und gelangt über das Fischmal im Südosten von Leimersheim in den Michelsbach, der innerhalb der Ortschaft Leimersheim weiter Richtung Westen fließt. Ein grobes Fließschema der Bestandssituation ist in Abbildung 11 dargestellt.

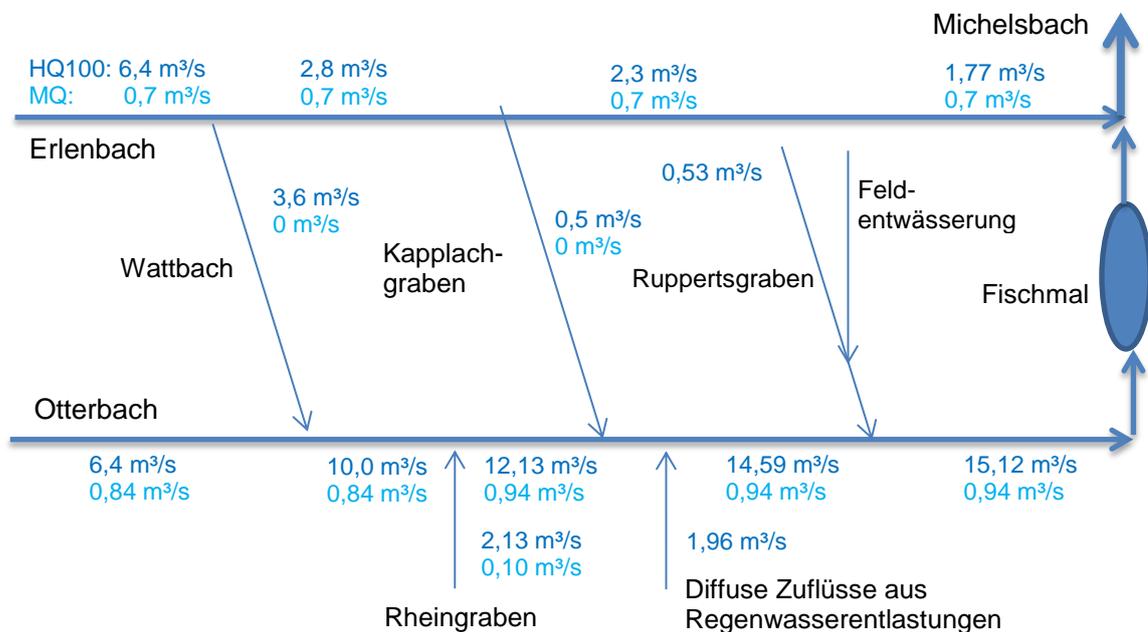


Abbildung 11: Fließschema Erlenbach/Otterbach, Skizze unmaßstäblich, Bestand.

Geologie und Boden⁵ [11]

⁵ http://mapclient.lgb-rlp.de/?app=lgb&view_id=19

Das Landesamt für Geologie und Bergbau in Rheinland-Pfalz stellt einen Online-Kartendienst zu Bodeneigenschaften und –funktionen auf Grundlage der Bodenschätzungen zur Verfügung.

Anhand dieser Karten befinden sich im Projektgebiet ausschließlich lehmige Bodenarten. Vom Erlenbach bis zur L549, zwischen Ruppertsgraben und Feldentwässerung, überwiegt die Bodenart Lehm. Unterstrom der L549 stehen am rechten Ufer des Ruppertsgraben und weiter am rechten Ufer des Otterbaches stark lehmige Sande an. Die linke Uferseite des Otterbaches ist zwischen Mündung des Ruppertsgraben und Mündung ins Fischmal durch einen schmalen Streifen sandigen Lehm geprägt. Die anschließenden landwirtschaftlichen Flächen weisen die Bodenarten Lehm und stark lehmiger Sand auf.

Das Sohlniveau liegt im Otterbach oberstrom des Fischmals bis Mündung Ruppertsgraben bei rd. 97,00 mNHN. Das Geländeniveau am Otterbach schwankt zwischen 101,31 mNHN („schwarze Brücke“) und 98,37 mNHN (ca. Mündung Ruppertsgraben).

Die Sohlhöhe im Ruppertsgraben reicht von 97,9 mNHN bis 99,54 mNHN und das Gelände befindet sich auf Höhen zwischen rd. 100,50 mNHN und 98,30 mNHN.

Der Erlenbach weist im Planungsgebiet Sohlhöhen von rd. 99,65 mNHN und Geländehöhen von rd. 101,00 mNHN auf.

Grundwasser⁶

Das Projektgebiet befindet sich in der Grundwasserlandschaft der quartären und pliozänen Sedimente, die Grundwasserüberdeckung ist insgesamt als ungünstig einzustufen. Die mittlere Grundwasserneubildung beträgt ca. 95 mm/a. Auf Basis der Mittelwassersituation im September 2010 variieren die Grundwasserstände im Bereich des Projektgebietes zwischen 98,40 mNHN und 100,00 mNHN. Genauere ortsabhängige Angaben können Heft 5 – Fachgutachten Hydrogeologie entnommen werden.

Flächennutzung

Die Flächen im Projektgebiet sind überwiegend landwirtschaftlich genutzt. Die Landesstraße L549 quert das Projektgebiet. Außerhalb der Durchlassbauwerke der Gewässer ist keine Bebauung im Projektgebiet vorhanden.

Schutzgebiete

Der Otterbach und das Fischmal befinden sich in dem FFH-Gebiet „Bienwaldschwemmfächer“, der Erlenbach im FFH-Gebiet „Erlenbach und Klingbach“ [12]. Weitere Schutzgebiete sind im Projektgebiet nicht vorhanden.

Altlasten-/ Altlastenverdachtsflächen [13]

⁶ <http://www.geoportal-wasser.rlp.de/servlet/is/2025/>

Gemäß Schreiben der Struktur- und Genehmigungsdirektion vom 10.05.2017 liegen für das Projektgebiet keine Eintragungen im Bodeninformationssystem / Bodenkataster (BisBoKat) des Landes Rheinland-Pfalz vor. Allerdings können im Gebiet Altlaststandorte vorhanden sein, die einer bodenschutz-/altlastenrechtlichen Überwachung unterliegen.

Kampfmitteluntersuchung

Eine Kampfmitteluntersuchung erfolgt im Rahmen der Ausführungsplanung.

Baugrund

Bei Antragsstellung lag für das Projektgebiet keine Auswertung des Baugrundes vor. Etwaige notwendige Änderungen, welche sich durch die Ergebnisse des Baugrundgutachtens ergeben werden in der Ausführungsplanung angepasst.

2.2.1.5 Ausgangswerte zur hydraulischen Bemessung

Der Abschlag am Erlenbach wird für einen HQ_{100} – Abfluss in Höhe von $2,8 \text{ m}^3/\text{s}$ (ohne Abschlag in Kapplachgraben) abzüglich des Abflusses unterstrom der Überfallschwelle in Höhe von $1,0 \text{ m}^3/\text{s}$ berechnet. Daraus ergibt sich ein Bemessungsabfluss in Höhe von $1,8 \text{ m}^3/\text{s}$.

Die Entwässerung vom Erlenbach bis in den Ruppertsgraben wird für einen Abfluss bemessen, der die bisherige Überschwemmung übersteigt. Der bisherige Abfluss, der über den Erlenbach im Bereich Fl.km 1.200+000 tritt, beträgt im $HQ_{100 \text{ Bestand}}$ Fall rd. $0,53 \text{ m}^3/\text{s}$. Der Bemessungsabfluss für die Flutmulde errechnet sich somit zu $1,80 \text{ m}^3/\text{s} - 0,53 \text{ m}^3/\text{s} = 1,27 \text{ m}^3/\text{s}$.

Der Bemessungsabfluss für das Durchlassbauwerk bei der L549 entspricht dem Bemessungsabfluss der Überlaufschwelle in Höhe von $1,80 \text{ m}^3/\text{s}$.

Das Drosselbauwerk sowie die geplante, dem Durchlassbauwerk vorgelagerte Überlaufschwelle werden so bemessen, dass es im Vergleich zu der Bestandssituation bei einem HQ_{100} und einem HQ_{10} Ereignis zu keiner Wasserspiegellagenveränderung oberstrom des Durchlasses kommt

Das Drosselbauwerk wird für einen $HQ_{10, \text{ Bestand}}$ bemessen. Dieser beträgt rd. $0,55 \text{ m}^3/\text{s}$.

Die Überlaufschwelle des Drosselbauwerkes führt die Differenz aus Bemessungsabfluss des Erlenbachabschlags und dem Drosseldurchfluss bei $HQ_{100, \text{ Bestand}}$ ab.

Die analytischen Berechnungen können Heft 4 – Anpassung der Binnenentwässerung entnommen werden.

2.3 Art und Umfang des Vorhabens

2.3.1.1 Projektziele

Projektziel ist der Hochwasserschutz der Gemeinde Leimersheim. Die derzeitigen Überschwemmungsflächen südwestlich der Gemeinde sollen durch einen geeigneten Abschlag aus dem Erlenbach im Oberstrom entfallen.

2.3.1.2 Konstruktive Gestaltung

Die im Bereich des Erlenbaches und des Otterbaches geplanten Maßnahmen zur Sicherstellung des Hochwasserschutzes in Leimersheim können der folgenden Systemzeichnung (Abbildung 12) entnommen werden.

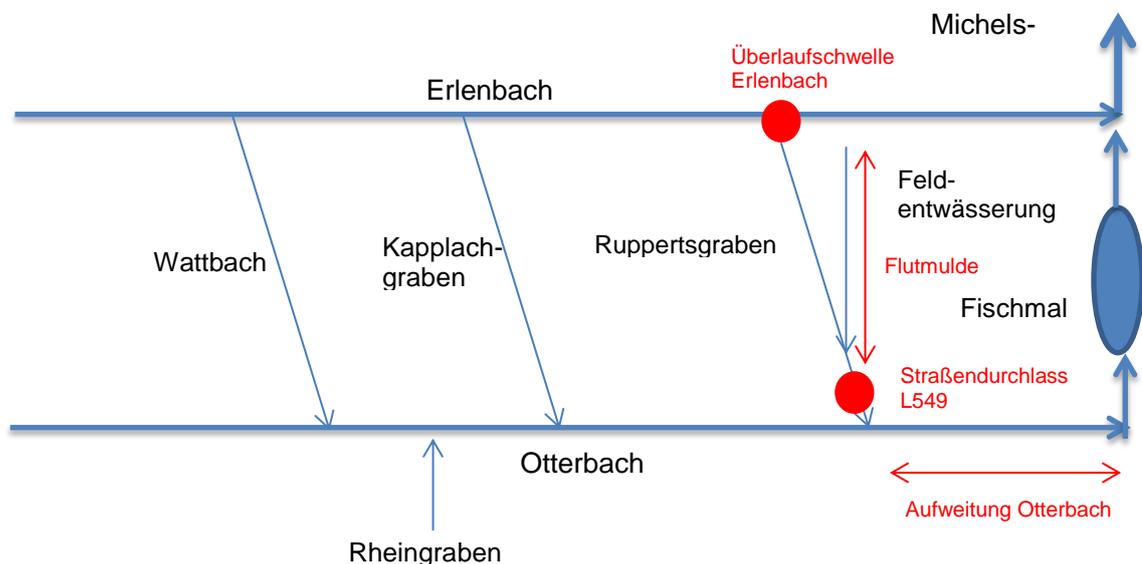


Abbildung 12: Bauliche Maßnahme am Erlenbach, Ruppertsgraben und Otterbach.

Überlaufschwelle zur Hochwasserentlastung am Erlenbach

Die Überfallschwelle wird ca. bei Erlenbach Fl.km 1+200 vorgesehen, ca. 900 m oberstrom der Ortslage Leimersheim. Die Schwellenhöhe wird mittels Spundwand mit Kopfbalken festgesetzt. Die Oberkante der Schwelle liegt auf 100,55 m NHN (entspricht der MQ-Wasserspiegellage). Die Überfallhöhe bei Überströmung beträgt rd. 0,1 m.

Eine Sicherung der anschließenden Böschung wird vorerst aufgrund der örtlichen Verhältnisse (sehr flaches Gelände) nicht vorgesehen. Bei Bedarf kann eine Sicherung alternativ zu einer Steinschüttung durch z.B. ein Wirrgewebe mit Ansaat erfolgen. Die konstruktive Gestaltung der Schwelle kann Plan B-2.2-5-1 entnommen werden. Die hydraulischen Berechnungen und Nachweise sind Heft 4 Teil 3 zu entnehmen.

Durch die starke Verkrautung des Erlenbaches und dem hierdurch schwer abzuschätzenden Manning-Strickler-Beiwertes bei Überströmung sollte die geplante Schwellenhöhe, auch in Hinblick auf die stromabwärts liegende Mühle Emmerling und deren nach Wasserrecht ge-

nehmigte Entnahmemenge, durch eine Vor-Ort-Messung verifiziert werden. Durch niedrige Abflüsse im Erlenbach zur Zeit der Bearbeitung des Genehmigungsantrages konnte die Verifizierung vorab nicht realisiert werden. Eine ggf. notwendige Anpassung der Sohl- bzw. Schwellenhöhe erfolgt im Zuge der Ausführungsplanung bei Verifizierung der lokalen Wasserstände

Geplante Flutmulde parallel zum Ruppertsgraben

Der Bemessungsabfluss für die Flutmulde beträgt rd. 1,27 m³/s (siehe 2.2.1.2). Die Flutmulde weist hierbei die folgenden Geometrien auf:

Länge	$L \approx$	320 m
Sohlgefälle	$I_S =$	0,0013 (Geländegefälle)
Tiefe	$h =$	0,4 - 0,6 m (möglichst flache Ausbildung)

Die Kombination aus dem breitflächigen Überstau über Gelände mit dem 1D-Abfluss in Flutmulde und sonstigen Entwässerungsgräben erfolgt der hydraulische Nachweis mittels numerischen Modells und nicht analytisch (vergleiche Heft 4 Teil 3). Die Querschnitte und Regelprofile der Flutmulde können Plan B-2.2-3-1 entnommen werden.

Durchlassbauwerk Ruppertsgraben an der L549

Das Drosselbauwerk wird für einen $HQ_{10, \text{Bestand}}$ mit rd. 0,55 m³/s bemessen (vgl. Heft 4 Teil 3). Die Wasserspiegellage (Oberwasser) bei $HQ_{100, \text{Bestand}}$ beträgt rd. 100,27 m NHN ⁷. Dieser Wasserspiegel soll mit Hilfe einer Überfallschwelle gehalten werden. Die Breite der Überlaufschwelle entspricht 2,65 m (vergleiche Heft 4 Teil 3 – Anpassung der Binnenentwässerung). Durch den Einsatz einer Drossel (Rechteckiger Durchlass 0,4 m x 0,46 m) kommt es auch bei niedrigen Abflüssen (Ereignisse bis HQ10) zu keinen Veränderungen des Wasserspiegels oberstrom des Durchlasses. Um einer Verklausung entgegenzuwirken wird vor dem Durchlassbauwerk ein Grobrechen vorgesehen.

Im HQ25 Fall (vgl. Heft 4 Teil 3) kommt es oberstrom des Durchlassbauwerks zu einer Aufspiegelung sowie unterhalb des Durchlasses zu einer Absenkung des Wasserspiegels gegenüber dem Bestand. Die dem Ruppertsgraben umliegenden Flächen werden zukünftig, im Zuge der wasserwirtschaftlichen Maßnahmen des Rückhalteraums Wörth/Jockgrim, teilweise als Ausgleichsflächen (Grünland) genutzt. In der Ausführungsplanung wird deshalb geprüft werden inwiefern landwirtschaftlich genutzte Bereiche durch diese Aufspiegelung und Absenkung betroffen sind. Um diese ggf. zu kompensieren, kann eine Aufweitung der geplanten Drossel oberhalb des HQ10 Wasserspiegels (99,81 mNHN) und somit eine Erhöhung des Abflusses bei HQ25 bei der geplanten Bauwerkskonstruktion umgesetzt werden. Nach Festlegung der endgültigen Höhenkote der Überlaufschwelle am Erlenbach wird in der Ausführungsplanung die Drosselgeometrie final festgelegt.

⁷ Heft 4 Teil 3 – Anpassung der Binnenentwässerung

Die Breite des Straßendurchlasses beträgt nach Planung 1,99 m. Die Höhe der Oberkante des Durchlasses ergibt sich aus dem Wasserspiegel im HQ₁₀₀ Fall (100,27 mNHN). Bei einer Wandstärke von 40 cm, sowie einer Sohlsubstratzugabe von durchschnittlich 40 cm ergibt sich somit eine Durchlasshöhe von 1,45 m.

Die konstruktive Gestaltung des Durchlasses kann Plan B-2.2-5-2 entnommen werden.

Aufweitung Otterbach

Im HQ_{100, Bestand} beträgt der Abfluss im Otterbach rd. 15,12 m³/s. Bei HQ_{100, Planung} müssen rd. 16,21 m³/s abgeführt werden. Der zusätzliche Abfluss beträgt demnach rd. 1,09 m³/s.

Der Otterbach muss entsprechend aufgeweitet werden, damit dieser zusätzliche Abfluss abgeführt werden kann, ohne die Bestandssituation zu verschlechtern (Rückstau in die Ortslage Neupotz). Der mittlere Wasserspiegel soll dabei nicht geändert werden, daher wird die Aufweitung oberhalb der Mittelwasserspiegellinie durchgeführt. Der MQ-Wasserspiegel im Bereich zwischen Mündung des Ruppertsgraben und des Fischmals liegt zwischen 97,65 mNHN und 97,8 mNHN. Die Böschungsneigung wurde mit 1:3 angesetzt und daraus über Manning-Strickler (siehe obere Formel) iterativ die Aufweitung ab MQ-Wasserspiegellinie berechnet. Daraus wurde eine Gesamtaufweitung ab Böschungsoberkante von rd. 1,5 m bis 3,0 m ermittelt (B-2.2-3-2).

2.3.1.3 Betrieb

Betriebseinrichtungen

Zu den Betriebseinrichtungen gehören folgende Anlagen:

- Überlaufschwelle Erlenbach
- Straßendurchlass (Rahmenprofil) mit Drosselbauwerk und Überlaufschwelle

Beabsichtigte Betriebsweisen

Die Anlagen werden als unbewegliche Bauwerke errichtet, sodass sich die Betriebsweise anhand des Wasserspiegels bzw. Abflusses ergibt.

Die Überlaufschwelle am Erlenbach wird ab einem Wasserspiegel von über 100,55 mNHN überströmt. Der Abfluss wird über die Flutmulde in den Ruppertsgraben geleitet und der Ruppertsgraben mündet in den Otterbach. Vor dem Straßendurchlass der L549 ist das Drosselbauwerk für einen Abfluss von HQ₁₀₀-Bestand dimensioniert. Geht der Abfluss darüber hinaus, wird ein Rückstau erzeugt. Die Überlaufschwelle hat hier eine Höhenkote von rd. 99,95mNHN (HQ₁₀₀-Bestand). Der Straßendurchlass kann den gesamten Bemessungsabfluss abführen.

Anlagenüberwachung

Die Anlagen und Gewässer sind regelmäßig auf Verkrautung zu überprüfen, um ein funktionierendes Abflusssystem zu gewährleisten. Der am Durchlassbauwerk vorgesehene Grobrechen muss nach Hochwasserereignissen auf Treibgut hin überprüft werden.

2.4 Auswirkung des Vorhabens

Durch die geplante Maßnahme entstehen auf nachfolgende Bereiche gegenüber dem aktuellen Zustand positive Auswirkungen:

- Verbesserung des Hochwasserschutzes der Gemeinde Leimersheim
- Entlastung des Erlenbaches oberstrom der Gemeinde Leimersheim
- Verbesserung der Grundwasserverhältnisse der Gemeinde Neupotz durch Wegfall des Abschlags in den Kapplachgraben
- Verbesserung der Einlaufsituation des Fischmals

Auf nachfolgende Bereiche entstehen keine Auswirkungen:

- Wasserbeschaffenheit der beeinflussten Gewässer (lediglich bauzeitliche Gewässertrübungen durch aufgewirbeltes Sediment möglich)
- Der Mühle Emmerling stromabwärts des Erlenbachs steht weiterhin die durch das bestehende Wasserecht genehmigte Entnahmemenge zur Verfügung.

Auf nachfolgende Bereiche entstehen bauzeitliche Auswirkungen:

- Öffentliche Sicherheit und Verkehr – Baustellenandienung und Umbau Straßendurchlass L549 (ggf. bauzeitliche Sperrung der L549)
- Anlieger und deren Grundstücke – Baustellenandienung

Auf nachfolgende Bereiche entstehen gegenüber dem aktuellen Zustand negative Auswirkungen:

- Ggf. zusätzlicher Gewässerunterhalt für Flutmulde und Bauwerke
- zusätzliche Überwachung der geplanten Bauwerke

Die Gewässerunterhaltung sowie die zusätzliche Überwachung der Bauwerke werden nach Abschluss der Baumaßnahmen weiterhin von dem derzeitigen Gewässerunterhaltungspflichtigen übernommen.

2.4.1 Rechtsverhältnisse

Die betroffenen Flurstücke sind Heft 3 – Grunderwerbsverzeichnis zu entnehmen.

2.4.2 Baudurchführung

Die geplante Baustelleneinrichtungsfläche befindet sich südlich des geplanten Straßendurchlasses. Die genaue Lage kann Plan B-2.2-1-1 entnommen werden.

Die Zufahrt zu den einzelnen Maßnahmen (Abschlagbauwerk, Durchlassbauwerk) kann über die landwirtschaftlichen Wege erfolgen. Diese sind ggf. vor den Arbeiten als Baustraßen auszubauen und nach Abschluss der Arbeiten wieder herzurichten. Bei Kreuzungsbereichen zwischen Baustraßen und Gewässern wird der Abfluss bauzeitlich mittels Verrohrung sichergestellt.

Als Hauptzufahrt dient die Landstraße L549. Für die bauliche Umsetzung des Durchlassbauwerkes an der Landesstraße L549 muss für die beiden vorgesehenen Bauabschnitte jeweils eine Fahrspur temporär gesperrt werden. Die Verkehrsregelung erfolgt mittels separater Wechsellichtzeichen. Ankommende Fußgänger sowie Fahrradfahrer werden parallel zum Verkehr, gesichert auf der freien Fahrspur umgeleitet.

Der Bauablauf für die einzelnen Maßnahmen ergibt sich wie folgt:

1. Aufweitung Otterbach

Der Otterbach wird beginnend ab der „schwarzen Brücke“ bis zur Mündung des Ruppertsgraben aufgeweitet. Dabei wird das Otterbachprofil ab Höhe mittlerer Wasserspiegel (ca. 97,65 bis 97,8 mNHN) um ca. 1,0 bis 1,8 m aufgeweitet und eine Böschung mit einer Neigung von ca. 1:3 angeschlossen. Somit ergeben sich ab Böschungsoberkante Aufweitungen von rd. 1,5 m bis 3,0 m. Nach Fertigstellung der geplanten Böschungen werden die sohnnahen Lenkbuhnen im Gewässer gesetzt. Die Aufweitung des Otterbaches erfolgt bei niedrigen Wasserständen, so dass auf eine Abschottung zum Fließgewässer hin verzichtet werden kann.

2. Straßendurchlass L549 mit Drosselbauwerk und Überfallschwelle

Der bestehende Straßendurchlass unter der L549 zwischen Neupotz und Leimersheim wird zurückgebaut und durch den geplanten Durchlass ersetzt. Der Straßenaufbau und –unterbau muss dafür ebenfalls zurückgebaut und nach Fertigstellung des neuen Durchlasses erneuert werden. Die Ertüchtigung des Straßendurchlasses erfolgt vor der Anlage der Überlaufschwelle, so dass in der Regel mit keinem Abfluss während der Arbeiten gerechnet wird. Im Falle eines Hochwassers wird das anfallende Wasser mittels einer bauzeitlichen Wasserhaltung unter der Straße entlang gepumpt.

3. Anlegen der Flutmulde

Die Flutmulde wird vom Ruppertsgraben auf einer Länge von rd. 300 m abgetragen. Die bauliche Umsetzung erfolgt bei niedrigen Wasserständen, so dass auf eine Abschottung zum Graben hin verzichtet werden kann.

4. Abgrabung der Überfallschwelle Erlenbach inkl. Einbringen der Spundwand mit Kopfbalken

Die Anlage der Überlaufschwelle wird bei niedrigen Wasserständen durchgeführt, so dass auf eine Verrohrung bzw. Absperrung des Erlenbaches verzichtet wird.

Im ersten Schritt wird die Oberkante der rechten Erlenbachböschung auf rd. 27 m abgetragen und eine Arbeitsebene für das Spundwandgerät hergestellt. Anschließend kann die Spundwand mit Kopfbalken eingebracht werden und der Anschluss an das Bestandsgelände erfolgen.

3 Wiederherstellung der hydraulischen Leistungsfähigkeit im Zulaufbereich des Fischmals

3.1 Veranlassung

Der Otterbach fließt östlich von Leimersheim im Hauptschluss durch das Fischmal, ein durch Auskiesung in den 1960er Jahren entstandenes „Stillgewässer“. Letzteres erstreckt sich über eine Länge von rd. 1,7 km bei einer Breite von 40 bis 200 m (B-2.2-1-1). Die Lage des Fischmals sowie die geplanten Maßnahmen können den Plänen B-2.2-1-1 und B-2.2-1-2 entnommen werden.

Das Gewässer entstand ursprünglich als Altarm des Rheines, durch den seit Langem der Otterbach verläuft. Bis in die 1950er Jahre zeigen die topografischen Karten in der südlichen Hälfte des heutigen Fischmals den Otterbach als Fließgewässer mit beidseitigen Verlandungsbereichen.

Das Fischmal wurde in den 1960er Jahren bis in eine maximale Tiefe von 10 m ausgekieselt, im südwestlichen Bereich lag die Auskiesungstiefe bezogen auf den Mittelwasserstand nach den vorliegenden Bohrprofilen bei 5 bis 7 m. Entgegen der seinerzeitigen wasserrechtlichen Genehmigung erfolgte die Auskiesung nicht mit einer Böschungsneigung von 1:3, es wurden Neigungen von bis zu 1:1 hergestellt. Nach der Auskiesung mündete der Otterbach etwa 100 m unterhalb der „Schwarzen Brücke“ (B-2.2-1-1) linear in das Fischmal. Unmittelbar nach Abschluss der Auskiesung war von einer flächig kiesigen Sohle auszugehen.

Mit dem Eintritt des Otterbaches in das skizzierte ausgekieselte Profil kommt es zu einer abrupten Reduzierung der Fließgeschwindigkeit, mitgeführte Sedimente lagern sich entsprechend im Zulaufbereich ab. Seit der Auskiesung wurde der Zulaufbereich (Otterbach unterhalb der schwarzen Brücke und Fischmalzulauf) zweimal teilentschlamm (1982/83 und 1987). Zwischenzeitlich ist der ehemals geradlinige Zulauf komplett verlandet, es erfolgte eine eigen-dynamische Verlagerung des Otterbaches an das Südufer des ausgekieselten Bereiches. Im Prinzip entspricht diese Entwicklung dem Zustand der 1950er Jahre, vor der Anlegung des Fischmals, auf kürzerer Strecke.

Diese Entwicklung wird sich ohne Eingriff fortsetzen, bis das Fischmal bis auf das der Abfluss- und Gefällesituation angepassten Gewässerbetts verlandet ist. Nach Auswertung der vorliegenden Daten zum Sedimentanfall der vergangenen 45 Jahre, wird das Fischmal in etwa 400 Jahren vollständig verlandet sein.

Die Notwendigkeit das Abflussprofil des Fischmals im Einlaufbereich herzustellen ergibt sich aus den folgenden Überlegungen:

- Das Fischmal bildet die Vorlage für das Schöpfwerk Leimersheim, bei Binnenhochwässern wird der Wasserstand des Fischmals durch den Pumpbetrieb abgesenkt. Diese Absenkung breitet sich annähernd flächig im Fischmal aus. Damit wird die Entwässerungswirkung des Otterbaches in Richtung Neupotz verbessert (Gefällevergrößerung). Durch die Verlandung des Fischmals im Zulaufbereich oder großflächig im weiteren Verlauf ergibt sich eine Verschlechterung der Hochwassersituation in Neupotz gegenüber dem Status quo. Durch die projektierte Mehreinleitung vom Erlenbach ist eine Verschlechterung der Situation nicht genehmigungsfähig (Verschlechterungsverbot). Vor diesem Hintergrund ist die bestehende Auflandung zu beseitigen,
- Durch die Geometrie (Breite und Tiefe) des ausgekiesten Fischmals hat das Gewässer große Bedeutung für die Grundwasserregulierung und Minderung von Druckwasserspitzen (größerer Speicherkoeffizient) in Leimersheim. Eine weitgehende Verfüllung würde zu einer Verschlechterung in Leimersheim führen, was nicht zulässig ist. Eine Verfüllung kann somit allenfalls im südlichen Teil des Fischmals, d.h. nicht im Nahbereich der Ortslage, erfolgen.

3.2 Kenndaten zum Sedimentanfall

3.2.1 Gewässersohle und Sedimentmächtigkeit

Die Gewässersohle des Fischmals wurde im Jahr 2013 flächig mittels Echolot vermessen, die Ergebnisse können Abbildung 13 entnommen werden. Die vorliegenden Ergebnisse der Echolotierung lassen Rückschlüsse auf die morphologische Ausprägung der Gewässersohle zu. Die notwendige Unterscheidung zwischen der Art des angetroffenen Materials (Schlamm Oberkannte oder Kiessohle) ist nicht möglich. Hierzu wurden die im Einlaufbereich des Fischmals vorliegenden Bohraufschlüsse ausgewertet [19]. Die Seesohle im Einlaufbereich fällt dabei von Süden (Seesohle 97 bis 98 mNHN) über eine Strecke von rd. 500 m auf Werte von 90 bis 91 mNHN ab. Der sandig-kiesige Aquifer weist eine Mächtigkeit von rd. 12 m (99 bis 87 mNHN) auf. Im Liegenden folgt ein toniger Zwischenhorizont mit einer Mächtigkeit von rd. 2 m.

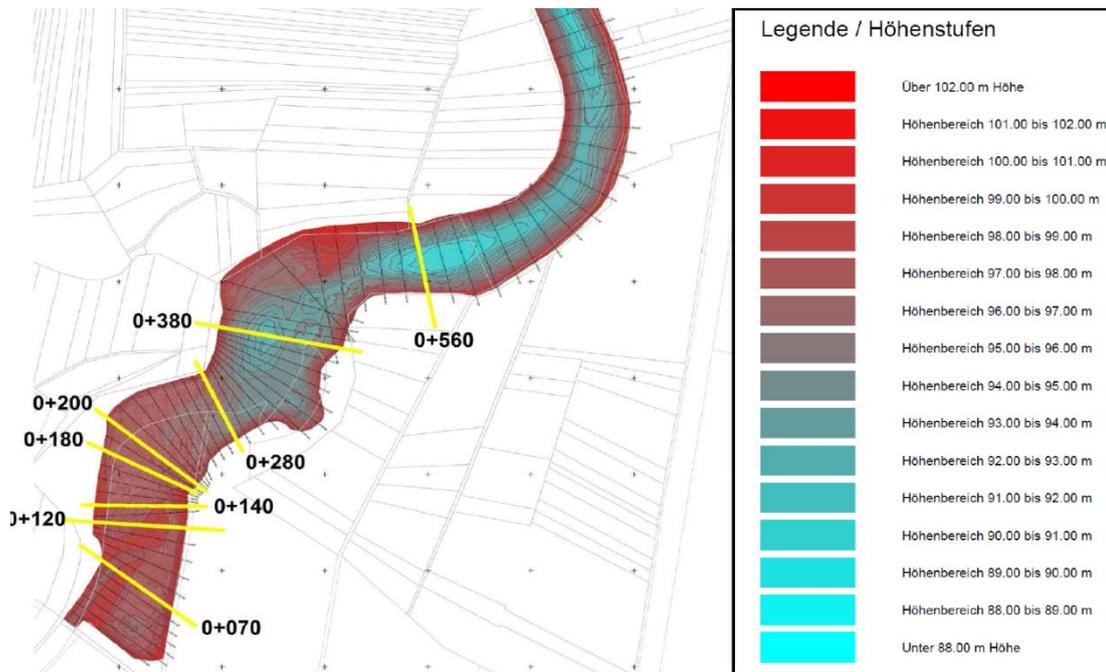


Abbildung 13: Gewässersohle Fischmal 2013 (Plangrundlage Geolings)

Die Sedimentoberfläche ist dabei entlang der Längsachse des Fischmals annähernd mit konstantem Gefälle von Südwest nach Nordost geneigt. Die ursprüngliche Auskiesungstiefe des Fischmals nahm nach Süden hin ab. Hieraus resultiert, dass die Sedimentmächtigkeit nicht linear nach Norden abnimmt. Die Mächtigkeit der Sedimente ergibt sich vielmehr aus der Überlagerung der aus den Bohrprofilen abgeleiteten Auskiesungsgeometrie und der geneigten Oberfläche der Sedimente. Der aus der Echolotierung sowie den vorliegenden Bohrprofilen erstellte Längsschnitt kann Abbildung 14 entnommen werden.

Die durchgeführte Volumenabschätzung der im Einlaufbereich befindlichen Sedimente ist in Tabelle 9 aufgelistet. Wertet man die in den letzten 45 Jahren eingetragene Sedimentmenge aus, so ergibt sich ein durchschnittlicher Sedimenteintrag von rd. 2.800 m³ pro Jahr.

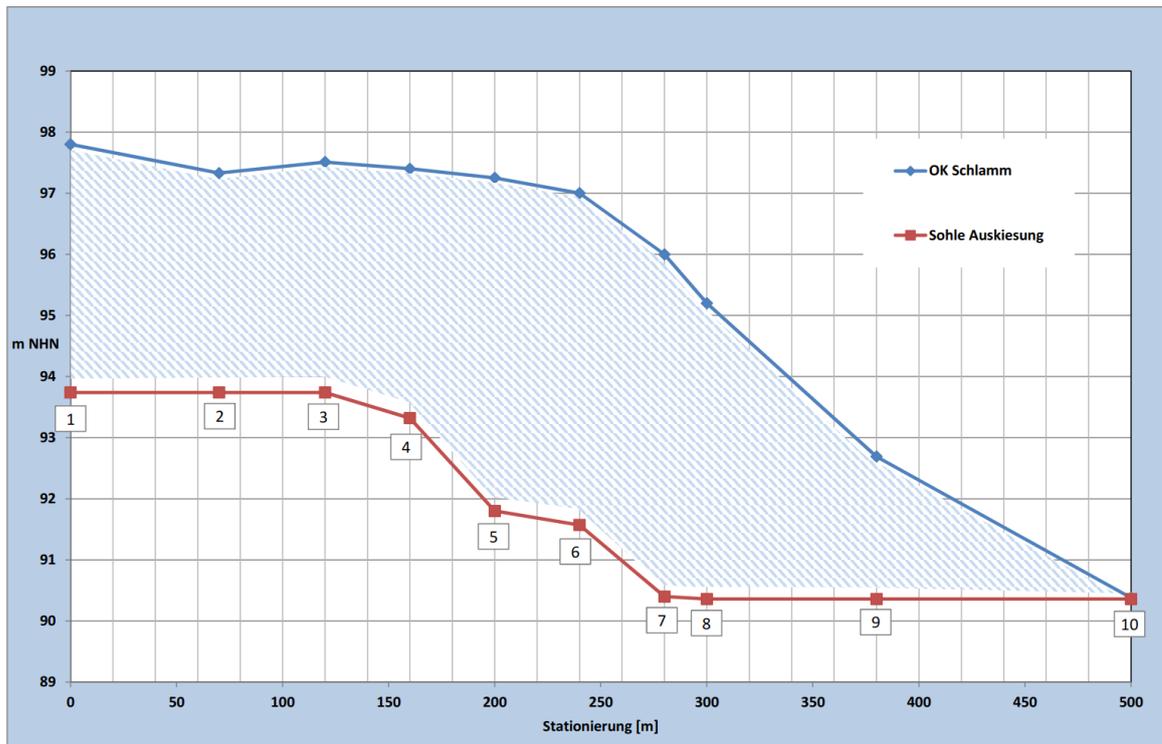


Abbildung 14: Geometrie der Sedimentablagerung

Tabelle 9: Volumenabschätzung

Nr. [-]	Stationierung m	Seesohle mNHN	OK Schlamm mNHN	Mächtigkeit m	Breite See m	Sedimentvolumen m ³
1	0	93,74	97,8	4,06	50	
2	70	93,74	97,33	3,59	50	13.388
3	120	93,74	97,51	3,77	40	8.280
4	160	93,32	97,4	4,08	60	7.850
5	200	91,8	97,25	5,45	100	15.248
6	240	91,57	97	5,43	90	20.672
7	280	90,4	96	5,6	60	16.545
8	300	90,36	95,2	4,84	65	6.525
9	380	90,36	92,69	2,33	110	25.095
10	500	90,36	90,38	0,02	50	11.280

Summe 124.883

Entschlammungen der 1980er 2.000

Summe 126.883

Dauer 45 Jahre

Sedimenteintrag 2820 m³ pro Jahr

3.2.2 Geotechnische Einstufung

Die Untersuchung der Gewässersedimente ergibt eine insgesamt mehrere Meter mächtige Ablagerung organikhaltiger Schluffe und Tone (TA, OT), welche die Kiessande der ursprünglichen Terrasse überlagern. Die Schlämme weisen auch in größerer Tiefe (BK2 und BK3 bei rd.

6,5 m) nach den vorliegenden Untersuchungsergebnissen eine breiige bis flüssige Konsistenz auf. Eine Konsolidierung hin zu steifen Konsistenzen sowie eine generelle Erhöhung der Konsistenz mit der Tiefe kann auf Basis der vorliegenden Daten nicht abgeleitet werden. Die hohen Wassergehalte sind über die Trockenmasse (33 bis 52%) belegt.

3.2.3 Sedimentbelastung

Zur Bestimmung der Sedimentbelastung wurden insgesamt fünf Mischproben aus den vorhandenen Bohrungsaufschlüssen hinsichtlich ihrer Verwertbarkeit nach LAGA untersucht. Die Ergebnisse fasst Anlage A-2.3.1 zusammen.

Nach LAGA (2004) werden für mehrere Inhaltsstoffe die Z0 Werte überschritten. Die hohen Konzentrationen an Kohlenwasserstoffen mit einer Kettenlänge von C10 bis C40 (MKW) sind vermutlich anthropogenen Ursprungs. Die genaue Herkunft der Stoffbelastung konnte im festgelegten Rahmen der vorliegenden Bearbeitung nicht geklärt werden. Da PAKs im Boden vor allem an organischen Verbindungen, vorwiegend Huminstoffe, stark adsorbiert werden, kann davon ausgegangen werden, dass die unter den Schlämmen anstehenden Kiessande nicht belastet sind. Die TOC-Belastung, die an 4 Punkten die Z2-Werte übersteigen, ist geogenen Ursprungs und kann auf den Eintrag von organischem Material aus den Otterbach umgebenden Bewuchs bzw. im Gewässer befindlichen Pflanzenresten zurückgeführt werden.

Die Ergebnisse der Wasseranalytik (Anlage A-2.3.2 und A-2.3.3) in Bezug auf die Konzentration an Schwermetallen sind unauffällig. Die Konzentration an PAKs wurde nicht bestimmt, durch ihre hydrophoben Eigenschaften wird jedoch von einer überwiegend feststoffgebunden Verunreinigung ausgegangen.

3.3 Vorzugsvariante - Kiesumspülung in den Leimersheim Altrhein

Eine direkte Entnahme oder Umlagerung der Schlämme innerhalb des Gewässers scheidet aufgrund der stofflichen Belastung (insbesondere MKWs) und der damit verbundenen technischen Maßnahmen (Spülfelder oder Geotubes, Transport- und Entsorgungskosten) aus Kostengründen aus. Vielmehr sollten die Sedimente weitgehend unangetastet lagern, um eine Durchmischung im Gewässer zu verhindern. Nicht zuletzt spricht auch das Vorkommen seltener Arten in den verschlammten Bereichen gegen eine vollständige Entnahme mit dem Saugbagger.

Um das Problem des Rückstaus im Otterbach zu lösen, wird mittels Saugbagger unterhalb der verschlammten Sohle des Fischmals im südlichen Bereich Kiessand entnommen, um so die ursprünglichen Abflussverhältnisse wieder herzustellen. Die maximale Förderhöhe von rd. 12 m (dies entspricht dem maximalen Abstand zwischen Aquiferoberkante und dem anstehenden Zwischenhorizont) sowie die Spülleitungslänge von 2-3 km können mit den gängigen

Saugbaggerlösungen problemlos überbrückt werden. Der Saugbagger ist mit einem Schneidkopf ausgestattet („Schneidkopfsaugbagger“). Das eingesetzte Gerät ist hierbei mit einem vor dem Saugmund drehenden Lösewerkzeug ausgestattet. Der zu fördernde Boden wird geschnitten und unter der Wirkung des mit der eingesetzten Kreiselpumpe erzeugten Unterdrucks angesaugt, gehoben und weitergefördert. Ein klarer Vorteil der eingesetzten Technik ist, dass sich relativ ebene Flächen herstellen lassen. Die Schnitttiefen variieren je nach gefördertem Material und liegen für den vorliegenden Kiessand bei rd. 1 m. Während des Saugvorgangs wird der Saugbagger an der Uferlinie mit 2 Seiten-Verholwinden sowie im Gewässer mit einem Arbeitspfehl gesichert. Die Überwachung des Auskiesungsfortschritts kann mittels Echolotierung erfolgen. Das Material wird mittels Spülleitung in den südlichen Bereich des Leimersheimer Altarm transportiert und eingespült. [26]

Die Gesetzeslage für die Sedimententnahme ist u.a. in der „Handlungsanweisung für den Umgang mit Baggergut im Binnenland (HABAB-WSV)“ [17] zusammengefasst. Die Entnahme und geplante Umspülung in den Leimersheimer Altarm entspricht einer „unmittelbaren Verwendung“. Diese liegt auch vor, wenn das Baggergut einem anderen Nutzen und Zweck gewidmet wird. Es ist vorgesehen das geförderte Material direkt umzuspülen, eine Zwischenlagerung im Gewässerbereich (dies stellt weiterhin eine „unmittelbare Verwendung“ dar) ist nicht geplant, jedoch im Bauablauf möglich.

Die mittlere Mächtigkeit der unterhalb der Schlammschicht anstehenden Kiessande liegt in Abhängigkeit von der Auskiesungsgeometrie bei rd. 3-7 m. Im Liegenden schließt der tonige Zwischenhorizont an.

Um bei der Förderung des Kies-Sand-Gemisches einen lokalen Durchbruch der oberhalb lagernden Schlämme zu minimieren, wird das Verfahren möglichst nahe am Zwischenhorizont, unter Beachtung der Schnitttiefe, ausgeführt. Nach Interpretation der vorliegenden geotechnischen Erkundungen des anstehenden Kies-Sandes, ist dieser überwiegend fein bis grobkiesig und schwach sandig. Bei dem eingesetzten Schneidkopf-Verfahren ist dies von Vorteil da auf eine Zuspülung von Wasser und die damit einhergehende erhöhte Aufwirbelungsgefahr der überlagernden Sedimente, verzichtet werden kann. Außerdem wird das Drehmoment des Schneidkopfs begrenzt, um den Energieeintrag in die über den Kiessanden anstehenden Schlämme möglichst zu verhindern. In der Ausführung werden alle technischen Möglichkeiten genutzt, um die Mitförderung von Sedimenten zu minimieren.

Im Bereich zwischen dem Einlauf des Otterbaches unterhalb der schwarzen Brücke 0+000 bis zur Stationierung 0+110 ist der ursprüngliche Verlauf des Otterbaches in der Südbucht verlandet.

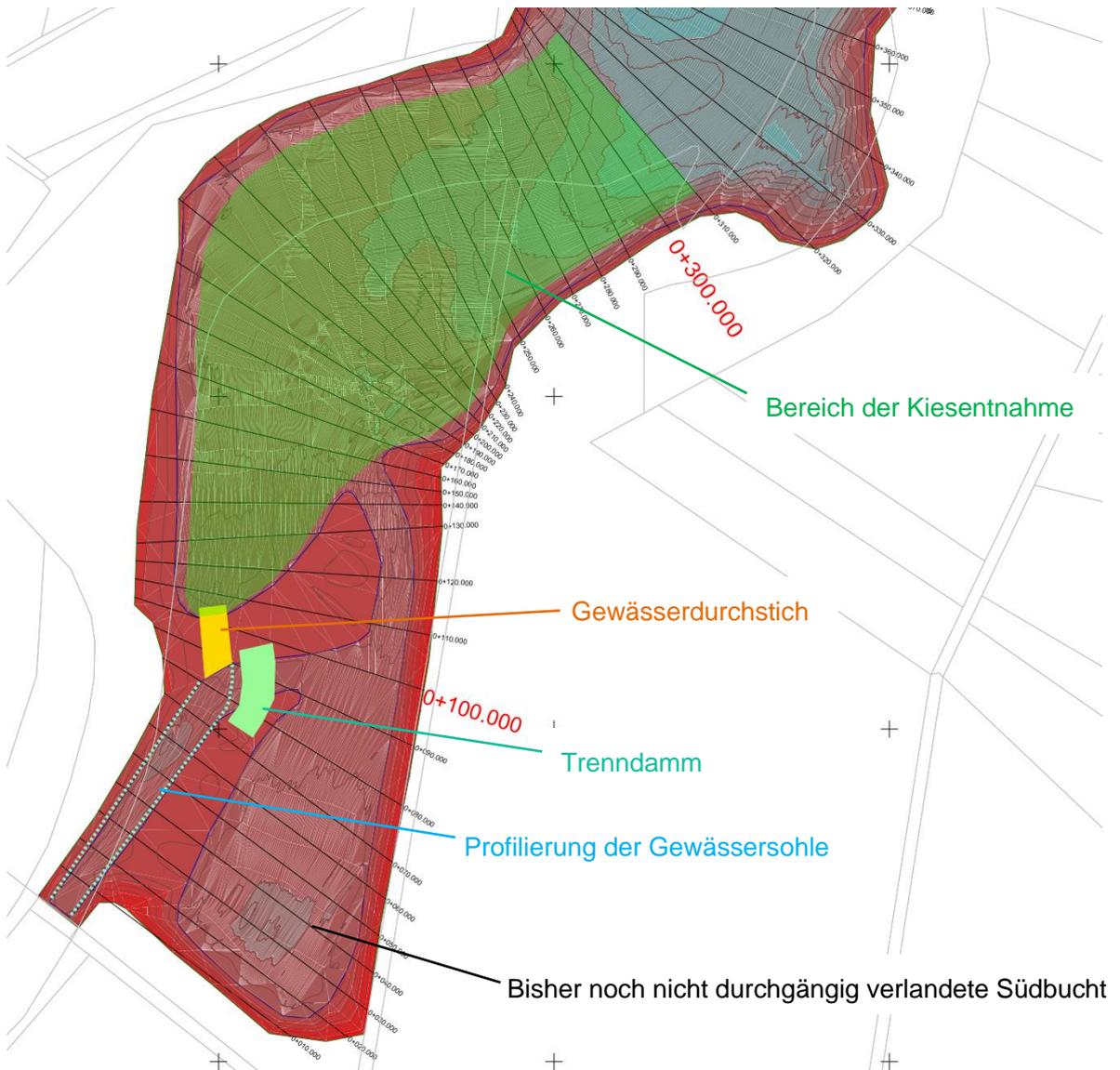


Abbildung 15: Entnahmebereiche im Fischmal (Plangrundlage Geolngs)

Durch die hohen Sandanteile sowie die stärkere Konsolidierung des Materials bietet sich die geplante Auskiesung im nördlich anschließenden Bereich von 0+110 bis 0+300 an. Die Materialentnahme der Auskiesung muss groß genug sein, um die hydraulische Funktion des Otterbaches zu gewährleisten. Im Saugbereich wird daher eine geplante Wassertiefe von mind. 3 m angestrebt. Nach Auswertung der Pegeldata im Zulaufbereich des Fischmals in den Jahren 2010 bis 2016 (PL06) liegt der Mittelwasserstand bei rd. 98,04 mNHN (Abbildung 16). Die geplante Gewässersohle liegt demnach bei rd. 95 mNHN. Die erforderliche Sedimententnahmemenge beträgt rd. 26.500 m³ (Tabelle 10). Die Mächtigkeit des Entnahmehorizontes liegt zwischen 0,5 bis 3,0 m

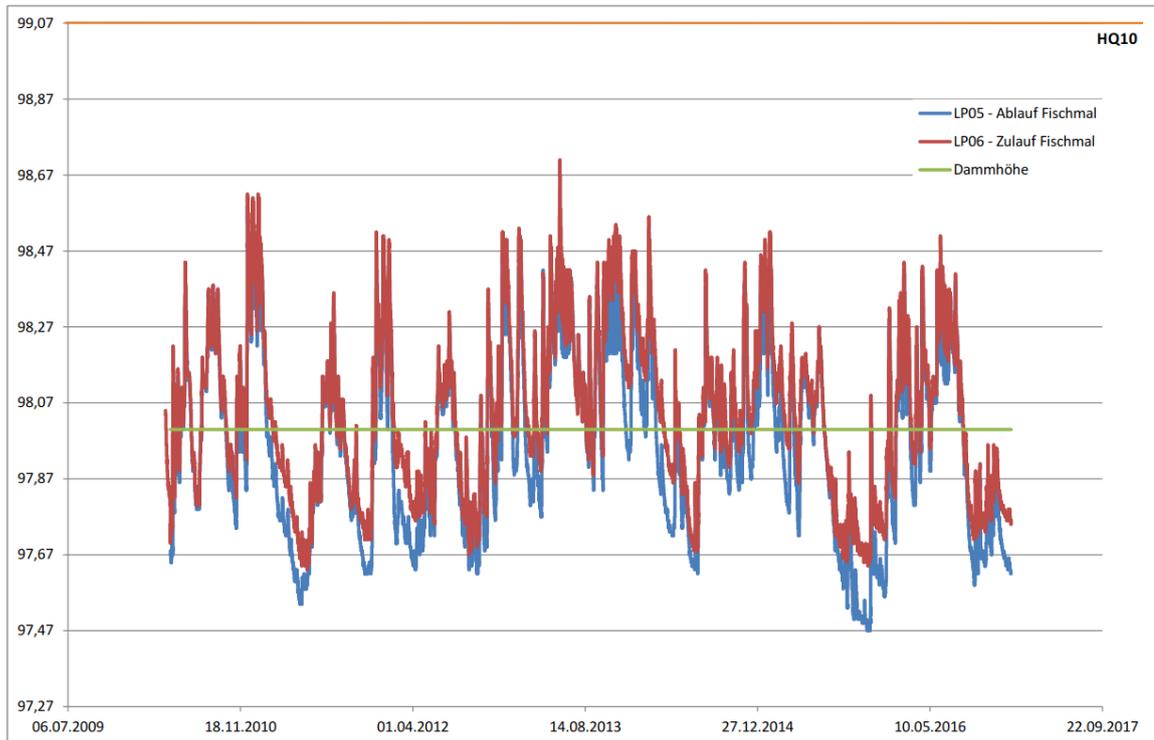


Abbildung 16: Auswertung der vorhandenen Pegeldataen.

Tabelle 10: Geplante Entnahmemenge

Stationierung m	Seesohle mNHN	Schlamm OK mNHN	Breite Kiesfläche m	Breite Gewässer m	Volumen Kiesentnahme m	Absenkung Schlamm m	Absenkung Kieshorizont m	
110	93,74	98	20	28				
120	93,74	97,51	30	38	785	2,72	3,02	
140	93,74	97,5	40	48	1.938	2,47	2,67	
160	93,32	97,4	60	68	2.621	2,41	2,55	
180	92,3	97,25	80	88	3.408	2,29	2,38	
200	91,8	97,25	100	108	4.185	2,21	2,28	
220	91,57	97	100	108	4.373	2,09	2,15	
240	91,57	97	90	98	3.922	1,96	2,02	
260	90,7	96,6	60	68	2.829	1,76	1,83	
280	90,4	96	60	68	1.666	1,26	1,33	
300	90,36	95,2	65	73	780	0,56	0,59	
Summe Entnahme					26.508			

Der entnommene Kiessand ist nicht belastet. Aufgrund der geringen Mengen ist eine Verwendung innerhalb der Bauwerke des Reserveraumes nicht zielführend. Dagegen bestehen am Leimersheimer Altrhein Probleme durch die Abtrift von Sedimenten, die dort für die Kieslaicher benötigt werden. Das geförderte Material wird daher genutzt, um bestehende Kolke aufzufüllen und damit wieder durchströmte Kiesbänke im Leimersheimer Altrhein zu schaffen.

Es wird von einer Einspülmenge von rd. 3.000 m³ (auf rd. 1.500 m²) ausgegangen. Das Überschussmaterial von rd. 23.500 m³ kann im Bereich des Altarms als Substratzugabe eingebracht werden. Im südlichen Bereich weist der Altarm eine Breite von etwa 40 bis 50 m auf. Da die Gewässersohle des Altarms nicht vermessen bzw. geophysikalisch erkundet wurde wird von einer durchschnittlichen Auffüllungshöhe von 2 m ausgegangen. Bei einer mittleren Einspülbreite von 20 m ergibt sich hieraus eine rd. 600 m lange Substratbank. Die Böschungsneigung für den Kiessand wird nach dem Einspülen bei rd. 1:5 liegen (Reibungswinkel 27°). Die Verringerung des Fließquerschnittes führt zu einer lokalen Erhöhung der Fließgeschwindigkeiten und Schleppspannungen. Die geschaffenen Gewässerstrukturen stellen eine gewässerökologische Verbesserung und somit eine unmittelbare zweckgerichtete Verwendungsmöglichkeit dar. Dem Lageplan B-2.2-1-2 kann die notwendige bauzeitliche Flächeninanspruchnahme der Maßnahme entnommen werden.

Gewässerverlauf und Durchstich

Um den in den 60iger Jahren am westlichen Ufer gelegenen Gewässerverlauf des Otterbaches wiederherzustellen ist ein Durchstich im Bereich von 0+80 bis rd. 0+110 m geplant. Bis zu dieser Stelle wird eine Gewässerprofilierung zur Sicherung der Abflussleistung durchgeführt. Der geplante Sohlgradient ergibt sich aus dem vorhandenen Sohlgefälle des Otterbaches oberhalb der Schwarzen Brücke.

Das geplante Trapezprofil im Bereich des Durchstiches ist wie folgt dimensioniert:

- Sohlbreite 7 m, die Eintiefung beträgt hierbei rd. 1 m
- Böschungsneigung 1:3
- Sohlgradient: 0,53 ‰
- Gesamtbreite Profil rd. 13 m

Bei der Profilierung sowie der Herstellung des Durchstiches fallen rd. 425 m³ (rd. 770 t) sandiges Sediment an. Damit der Hauptabfluss im neu angelegten Gerinne verläuft wird der östliche Teil des bestehenden Otterbaches mittels Trenndamm bis zur Höhe des Mittelwasserabflusses separiert. Der Damm wird wie folgt dimensioniert:

- Dammkrone bei 98,04 mNHN (Niveau der anstehenden Sandbänke sowie des Mittelwasserstandes)
- Kronenbreite: 3m
- Böschung zum bestehenden Otterbach 1:10
- Böschung zum geplanten Gerinne 1:3

Das während der Profilierung sowie der Herstellung des Durchstiches aufgenommene Material, kann nach Prüfung der geotechnischen Eignung zur Aufschüttung des Trenndammes genutzt werden (rd. 125 m³). Die Restmenge wird einer Verwertung zugeführt oder kann ggf. in den weiteren Baumaßnahmen des Reserveraums verwendet werden. Die Sicherung des Trenndammes erfolgt mittels kiesverfüllten Steinwurfs. Der Steinwurf bemisst sich analog zu

den Berechnungen in Kapitel 5.3.2 und wird mit Wasserbausteinen der Größe CP 45/125 ausgeführt. Die Filterstabilität wird mittels Trennvlies garantiert. Der Steinwurf wird nach Fertigstellung mit feinkörnigem Substrat verfüllt. Das Regelprofil des Trenndammes kann Plan B-2.3-4.1 entnommen werden.

An der neuen Einleitstelle werden die Verlandungserscheinungen von neuem beginnen. Es wird davon ausgegangen, dass die stoffliche Belastung der aktuell eingespülten Sedimente deren Verwendung im Gewässer ermöglicht. Die hydraulische Funktion des Fischmals sowie die Drainagewirkung bezogen auf die Druckwassersituation wird bei dieser Maßnahme nicht signifikant verändert.

Lenkbuhnen

Zum Schutz der Uferbereiche sowie zur Gerinnestrukturierung werden im Bereich stromauf des Otterbaches beidseitig Lenkbuhnen eingebracht. Diese bewirken als sohlnahe, d.h. ständig überströmte Bauwerke in der Gewässersohle, die Ausbildung von längs gerichteten Spiralströmungen an nahezu beliebiger Stelle im Abflussprofil. Durch die Überlagerung mit im Gewässer vorhandenen Spiralströmungen, zum Beispiel im Außenbogen von Mäandern, kann hierdurch die hydraulische Belastung der Ufer verstärkt oder deutlich reduziert werden. In der Folge werden insbesondere in strukturarmen, ausgebauten Gewässerabschnitten deutlich vielfältigere Strömungsverhältnisse mit entsprechend unterschiedlichen Sohlsubstraten und Wassertiefen erreicht.

Im Rahmen der Maßnahme am Otterbach sind inklinante, d.h. gegen die Fließrichtung ausgerichtete Lenkbuhnen beidseitig aus folgenden Gründen vorgesehen:

- Aus hydraulischer Sicht entlasten diese Bauwerke die hydraulisch beanspruchten Uferbereiche und führen zu einer Verlagerung der Strömung in die Mitte des Gewässers. Die erhöhten Fließgeschwindigkeiten und hierdurch erhöhte Schubspannung führen zu einer geringeren Verlandungsanfälligkeit des Gewässers im mittleren Sohlenbereich.
- Aus ökologischer Sicht ermöglichen Lenkbuhnen eine deutliche Zunahme der Strukturvielfalt im Gewässer und eine bessere Vernetzung zwischen Gewässer und Uferbereichen. Seltener Eingriffe begünstigen die Entwicklung natürlicher Ufer- und Sohlstrukturen sowie der daran gebundenen Biozönosen und sind damit im Interesse einer ökologisch und wirtschaftlich sinnvollen Gewässerunterhaltung.

Die Anordnung wird aus den vorliegenden Erfahrungen und Veröffentlichungen abgeleitet. Der Abstand der Lenkbuhnen ist abhängig von der Sinuosität des Flussschlauches und liegt im Bereich der 0,8 bis 1,8 fachen Sohlbreite. Die Höhe der Buhne ergibt sich aus den Niedrig- und HQ_{100} Wasserständen im Gewässer. Hierbei soll die Lenkbuhne im Niedrigwasserfall nicht trockenfallen, bei einem HQ_{100} Ereignis zu 9/10 überströmt werden. Der Winkel, bezogen auf die Böschungssachse beträgt 60° , wobei die Buhnen inklinant entgegen der Strömung angeordnet werden. Die Buhnenlänge wird nach den bisherigen Erfahrungen so gewählt, dass in

der Mitte des Gewässers immer mindestens ein Drittel der Sohlbreite von den Buhnen unberührt bleibt.

Tabelle 11: Gewässerkenndaten Otterbach Südlich des Fischmals

Gewässerkenndaten (Otterbach nördlich der Schwarzen Brücke)	
HQ ₁₀₀	99,50 - 99,44 mNHN
NW	97,22 mNHN
Sohlbreite	rd. 7 m
Sohlhöhe	rd. 97,05 bis 96,97 mNHN
Lenkbuhnen	
Abstand der Buhnen	10 m
Höhe der Buhnen oberhalb der Sohle	15 cm – 23 cm (ca. 2 cm Überströmung bei NW)
Buhnenlänge	rd. 2,3 m
Hydraulische Wirkung	
Kolktiefe	rd. 0,5
Kolklänge	rd. 2, bis 2,5 m

Tabelle 11 zeigt die Kenndaten des Otterbaches nördlich der Schwarzen Brücke sowie die Auslegung der Lenkbuhne. Durch die große Differenz zwischen HQ₁₀₀ Wasserstand und Niedrigwasserstand (NQ) können die beiden vorher erwähnten Auslegungskriterien nicht gleichzeitig eingehalten werden. Da der Fokus beim Einsatz der Buhnen auf einer Erhöhung der Strömungsdiversität abzielt, die Sicherung der Böschungen im HQ₁₀₀ Fall zweitrangig sind, werden die Buhnen so ausgelegt, dass Sie bei NW überströmt wird.

Auslegung Buhnenblocksteine

Die Buhnen werden so dimensioniert, dass sie bei HQ₁₀₀ standsicher in der Sohle liegen bleiben. Im HQ₁₀₀ Fall werden die Buhnen rd. 2,30 m überströmt. Die Fließgeschwindigkeiten sind im Hochwasserfall mit maximal 1,5 m/s relativ gering.

Um eine ausreichende Einbindung der Riegelsteine in die geplante Sohle zu gewährleisten, wird bei den geringen Buhnenhöhen von 15 cm die Riegelsteinhöhe relativ flach mit rd. 0,25 m ausgebildet.

Eine Kolksicherung wird nicht vorgesehen. Zur gegenseitigen Lagestabilisierung werden mind. 3 Steine in Reihe gesetzt, wobei die in Fließrichtung folgenden Steine tiefer in die Sohle eingebunden werden.

Der Aufbau des Buhnenkörpers kann in der Ausführungsplanung noch variabel ausgearbeitet werden. Die Buhnenwurzel wird außerdem in die Böschung bis auf die Höhe von Mittelwasser (rd. 97,70 mNHN) eingebunden. Der zu erwartende Kolk hinter der Buhne wird rechnerisch auf 0,5 m tiefe abgeschätzt, die Länge des sich ausbildenden Kolkes liegt bei rd. 2,0 bis 2,5 m.

Der Bemessungsnachweis für die Buhnenblocksteine kann Heft 4 Teil 3 entnommen werden.

3.4 Baudurchführung und Bauablauf

Die baulichen Eingriffe zur Auskiesung des Fischmals können in folgende Bereiche unterteilt werden:

- Gewässerprofilierung im Bereich des Einlaufes in das Fischmal (nördlich der schwarzen Brücke) sowie Herstellung des Trenndammes und Durchstich zum Fischmal
- Kiesentnahme im Bereich zwischen Station 0+110 bis 0+300 m
- Anlegung einer Spülleitung bis in den Leimersheimer Altarm

Die Zufahrt zur Baumaßnahme und zur BE-Fläche am Fischmal erfolgt über die L549 bis zur Abfahrt nördlich des geplanten Durchlasses (B-2.2-1-1). Die BE-Fläche wird westlich des Fischmals eingerichtet. Über die angelegte Baustraße entlang des Otterbaches sowie der nördlich des Durchlasses von der L549 liegenden Abfahrt kann die BE-Fläche im Kreisverkehr (kein Begegnungsverkehr) angedient werden.

Die Gewässerprofilierung im Einlaufbereich des Fischmals sowie die Herstellung des Trenndammes erfolgt im verlandeten Gewässerbett selbst mittels Kleinbagger bzw. Amphibienfahrzeug (bspw. Truxor DM5045 oder vergleichbar). Die zusätzlichen, notwendigen Materialien (toniges Deichmaterial, Wasserbausteine) werden auf der BE-Fläche zwischengelagert. Das anfallende Aushubmaterial durch die Gewässerprofilierung wird je nach geotechnischer Eignung im Bereich des Trenndammes zur Schaffung einer ebenen Aufstandsfläche verbracht bzw. im Bereich der BE-Fläche zwischengelagert und entsorgt.

Die Einleitstelle des Schwimmbaggers grenzt direkt an den Kleinkranplatz des Schöpfwerkes Leimersheim (B-2.2-1-2). Der Schwimmbagger kann mittels Hubkran in das Fischmal abgesetzt werden. Im Uferbereich wird eine rd. 5,0 m breite Rampe aus Schotter aufgeschüttet, um die einzelnen Segmente der Förderleitung in das Fischmal einzuschwimmen. Die Rampe wird nach der Bauzeit nicht zurückgebaut und dient der Gemeinde als Einlassstelle für Boote ins Gewässer. Die Elemente können mit einem Schlauchboot bis in den Bereich der geplanten Auskiesung gezogen werden.

Das Einschwimmen der Spülleitung erfolgt für den Bereich des Fischmals über den Zulaufbereich des Otterbaches und für den nördlichen Bereich über den Leimersheimer Altrhein und die dort bauzeitlich vorgesehene Schotterrampe. Die einzelnen schwimmenden Segmente der Saugspülleitung (DN 250 – DN 350) werden im Wasser verbunden. Im Bereich des vorhandenen Zulaufkanals des Leimersheimer Schöpfwerkes verlässt die Spülleitung das Gewässer und wird an Land verlegt. Südlich des Schöpfwerkes quert die Spülleitung den vorhandenen Bermenweg des Rheinhauptdeichs. Die Spülleitung wird hierbei mit einer Schotterrampe befahrbar ausgebildet. Die weiter nördlich befindliche Querung der L 549 wird mittels Brückenkonstruktion gequert (Lichte Höhe: 4,20 m). Um die Spülleitung im Bereich der Einspülbereiche des Leimersheimer Altarms enden zu lassen werden zwei Spülleitungstrassen ab der

Querung der L549 an Land angelegt und nach Beendigung der jeweiligen Maßnahme zurückgebaut.

Spülleitung Abschnitt 1 – Einspülbereich Einlaufbauwerk und Bereich Auslaufkanal Schöpfwerk

Der erste Abschnitt der Spülleitung verläuft Richtung Süden parallel zur L 549 bis die Trasse im Bereich des Einlaufbauwerkes in den Leimersheimer Altarm abknickt (B-2.2-1-2). Nach Beendigung der Einspülmaßnahme wird die Rohrleitung zurückgebaut.

Spülleitung Abschnitt 2 – Nördlicher Einspülbereich

Der zweite Abschnitt der Spülleitung verläuft Richtung Norden entlang des Rheinhauptdeiches. Die Spülleitung wird entlang des wasserseitigen Deichfußes verlegt (B-2.2-1-2). Nach Beendigung der Einspülmaßnahme wird die Rohrleitung zurückgebaut.

Die Spülleitung wird nur an Land mittels Holzpflocken gesichert. Im Bereich des Fischmals und des Leimersheimer Altarms kann sich die Leitung im Gewässer frei bewegen. Durch die geringen Fließgeschwindigkeiten ist bei Normalabfluss mit keinen Schäden an der Rohrleitung selbst sowie den Uferbereichen zu rechnen. Im Hochwasserfall muss die Leitung (DN 250 – DN 350) zurückgebaut werden. Durch die relativ langen Vorwarnzeit für Hochwasser am Rhein (2-4 Tage) ist ein Rückbau der Leitung als unkritisch zu betrachten. Die Länge der Spülleitung beträgt je nach Einspülbereich 2-3 km. Der Zulaufkanal des Leimersheimer Altarms liegt ungefähr 1,5 km von dem Bereich entfernt in dem im Fischmal die Absaugarbeiten durchgeführt werden. Hier muss auf den angrenzenden Feldern eine Druckerhöhungsanlage und ggf. eine Baustelleneinrichtung vorgesehen werden (B-2.2-1-2).

Das Einspülen des Kiesmaterials im Altarm selbst erfolgt mittels eines Amphibienfahrzeuges (bspw. Truxor DM5045 oder vergleichbar). Das Gerät ist hierbei mit einem elastischen Schlauch an die Saugspülleitung angeschlossen und kann dadurch die ausgewählten Bereiche durch Befahrung auf der Sohle bzw. schwimmend auf dem Gewässer verfüllen. Die Übergabepunkte können dem Lageplan entnommen werden (B-2.2-1-2). Im Zuge der Ausführungsplanung wird festgelegt, ob eine flächenhafte oder eine punktuelle Zugabe des Geschiebes durchgeführt wird.

Der Bauablauf ist wie folgt:

1. Herstellung der Baustelleneinrichtungsfläche und der Schotterrampe in das Fischmal und in den Leimersheimer Altarm.
 2. Einbringen des Spülbaggers in das Fischmal und Einschwimmen der Leitungssegmente sowie verbinden der Segmente auf der Wasserfläche.
 3. Herstellen der Straßenquerung mittels bauzeitlicher Brückenkonstruktion. Verbinden der Spülleitungssegmente an Land. Einschwimmen der Spülleitung im Bereich des Einlaufbauwerkes im Altarm. Herstellen einer durchgängigen Verbindung der Spülrohrleitungen.
-

Verfüllung des ersten Bereiches. Rückbau und Umsetzen der Segmente zu den weiter nördlich liegenden Bereichen.

4. Nach Abschluss der Kiesentnahme wird der Zulauf zum Fischmal profiliert (Arbeiten erfolgen in der fließenden Welle), der Durchstich wird von der bestehenden Sandbank ausgehoben und der geplante Trenndamm wird errichtet. Je nach Wasserstand muss ggf. eine Wasserhaltung (bspw. Mobildeich oder Big-Packs) parallel zum Otterbachverlauf vorgesehen werden.

4 Verbesserung der HW-Situation im Raum Neupotz

4.1 Veranlassung

Bedingt durch Regenfälle und Schneeschmelze kam es im Bereich der Ortslage Neupotz in den Jahren 2010 und 2011 zu großflächigen Vernässungen der an die Ortslage angrenzenden landwirtschaftlichen Flächen. Innerhalb der Ortslage wurden insbesondere im Nahbereich des Kapplachgrabens mehrere Keller vernässt. Ursächlich hierfür war u.a. eine lang anhaltende hohe Wasserführung der Gewässer im Umfeld der Bebauung.

Zur Verbesserung dieser Verhältnisse wird in der Grundwasserstudie [14] vorgeschlagen, den Kapplachgraben zukünftig nicht mehr als Hochwasserentlastung vom Erlen- zum Otterbach zu nutzen und einen Rückstau vom Otterbach in den Kapplachgraben zu unterbinden.

Durch die o.g. Änderungen am Gewässersystem kommt es im Hochwasserfall zu einer geänderten Wasserverteilung im Projektgebiet. Als funktionaler Ersatz dient insbesondere der bereits beschriebene Hochwasserabschlag vom Erlenbach westlich Leimersheim [23].

4.2 Lage des Vorhabens und Gewässersysteme

An die Ortslage Neupotz grenzen mehrere Oberflächengewässer an:

- Nördlich der Ortslage fließt der Erlenbach, der bei Leimersheim zusammen mit dem Otterbach den Michelsbach bildet. Der Erlenbach liegt in Hang- bzw. Hochlage, um einen Mühlbetrieb in Leimersheim zu ermöglichen.
 - Südlich der Ortslage verläuft, von Jockgrim kommend, der Otterbach. Am Übergang zur Rheinniederung liegt das Hochwasserrückhaltebecken Otterbach, das mit einem Volumen von rd. 500.000 m³ ein wesentlicher Baustein des Hochwasserrisikomanagements für die Rheinniederung darstellt.
 - Bei Hochwasser im Erlenbach schlägt dieser einen Teil seines Abflusses über den Wattbach (westlich der Ortslage) bzw. den Kapplachgraben (östlich der Ortslage) zum Otter-
-

bach ab. Vor der Ortslage Leimersheim entlastet der Erlenbach bei Hochwasser breitflächig in den Ruppertsgraben, der ebenfalls dem Otterbach zuließt.

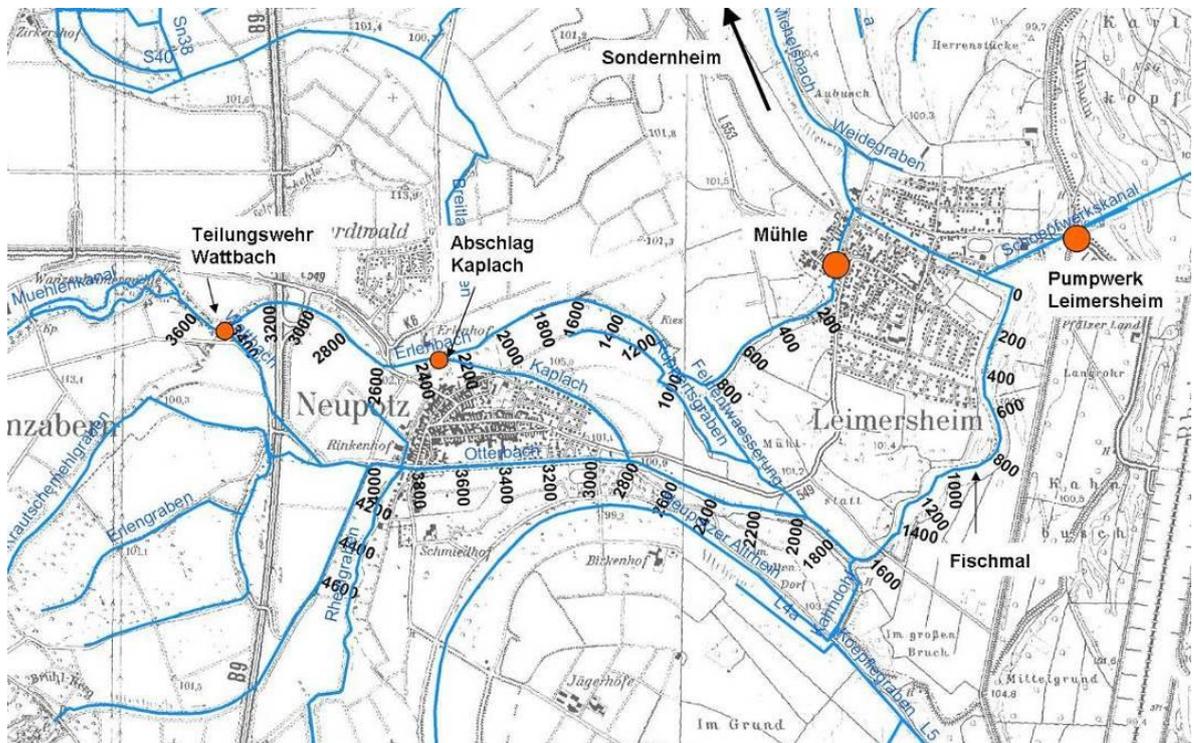


Abbildung 17: Gewässersystem im Untersuchungsgebiet

Wesentlich für das Verständnis der Wasserverteilung im Hochwasserfall ist, dass der hochliegende Erlenbach nur eine durch die Geometrie vorgegebene Grundlast nach Leimersheim abführen kann. Abflüsse, die über dieser Grundlast liegen, fließen dem Geländegefälle folgend über Wattbach und Kapplachgraben sowie Ruppertsgraben dem tiefer liegenden Otterbach zu.

Abgesehen vom außerhalb der Rheinniederung liegenden Einzugsgebiet erhält der Otterbach Zuflüsse aus dem westlich der B9 gelegenen Grabensystem (Krautschemehlgraben / Erlengraben). Im Südwesten der Ortslage mündet der Rheingraben und ein aus Norden kommender Entwässerungsgraben in den Otterbach. Zusätzlich entwässert der östlich von Neupotz gelegene Ruppertsgraben und der Kandohl kurz vor dem Fischmal in den Otterbach.

Am Auslauf des Fischmals liegt das Schöpfwerk Leimersheim, das bei hohen Rheinwasserständen die Binnenentwässerung gewährleistet.

4.3 Bestandssituation

4.3.1 Hochwassersituation im Bestand

Die nachstehende Abbildung 18 zeigt die betroffenen Flächen und die bordvolle Leistungsfähigkeit der einzelnen Gewässer beim HQ_{10} und HQ_{100} in der Bestandsituation.

In Neupotz reichen die Überschwemmungsgebiete beim hundertjährigen Hochwasser bis unmittelbar an den Rand der Bebauung im Westen (vom Wattbach) und Süden (vom Otterbach). Der Otterbach südlich der Ortslage ist bereits beim HQ_{10} ausgelastet. Die Ortslage ist nicht von gewässerseitigen Überschwemmungen betroffen.

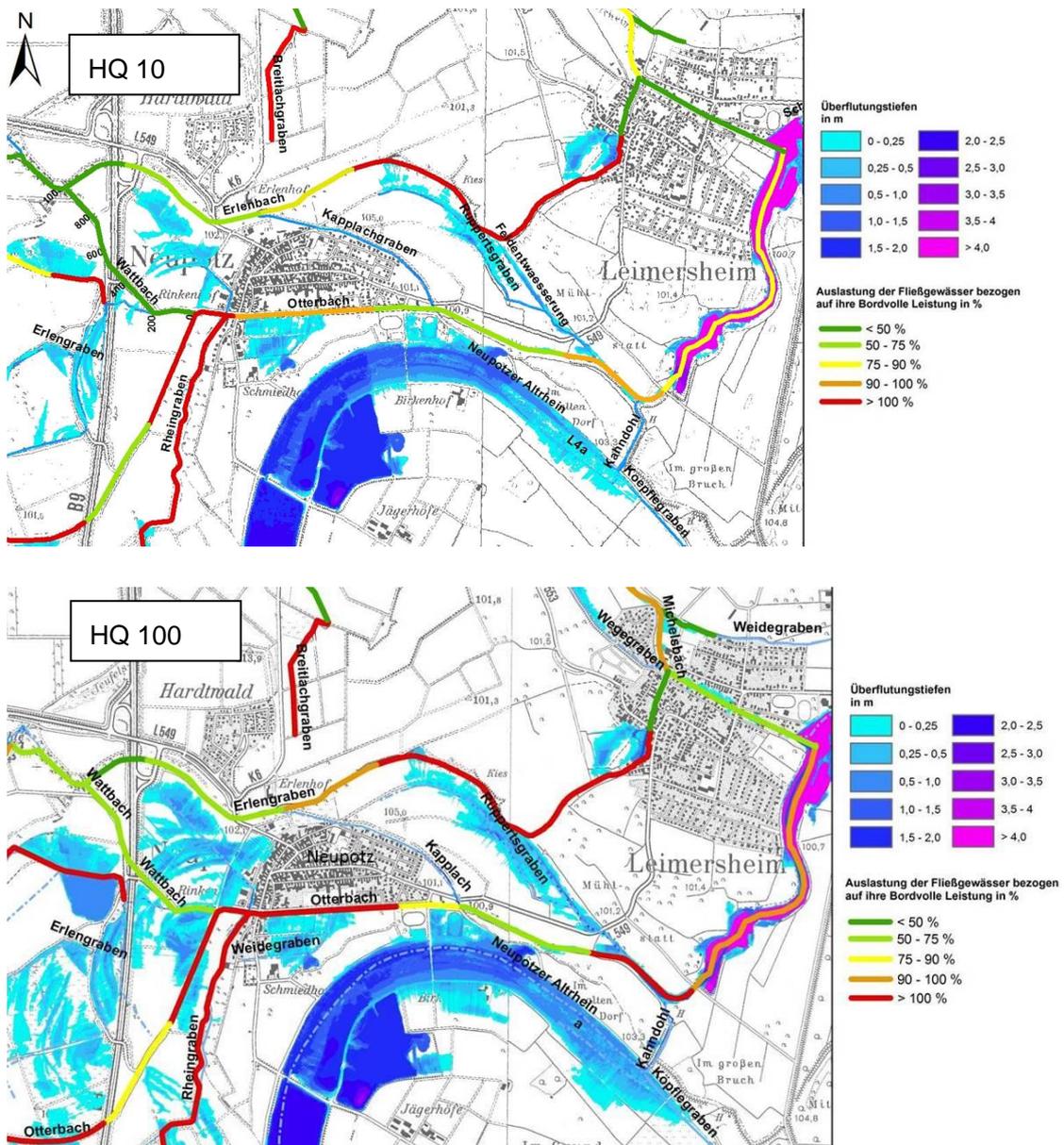


Abbildung 18: Überschwemmungsgebiete und Auslastung der Gewässer

Entscheidend für den Hochwasserschutz von Neupotz ist daher - neben der Wasserverteilung auf Erlen- und Otterbach am Wattbachtreck und dem planmäßigen Betrieb des Hochwasserrückhaltebeckens am Otterbach - der Erhalt der Leistungsfähigkeit des Otterbaches südlich der Ortslage. Die anhaltend hohen Wasserstände im Otterbach und im Kapplachgraben bewirken in Überlagerung mit sonstigen Einflüssen (Grundwasserneubildung) ein Druckwasserproblem in der Bebauung von Neupotz.

Die Aufteilung der Abflüsse bei einem HQ_{100} kann der nachfolgenden Abbildung 19 entnommen werden. Beim HQ_{100} werden $0,5 \text{ m}^3/\text{s}$ vom Erlenbach über den Kapplachgraben in den Otterbach abgeschlagen.

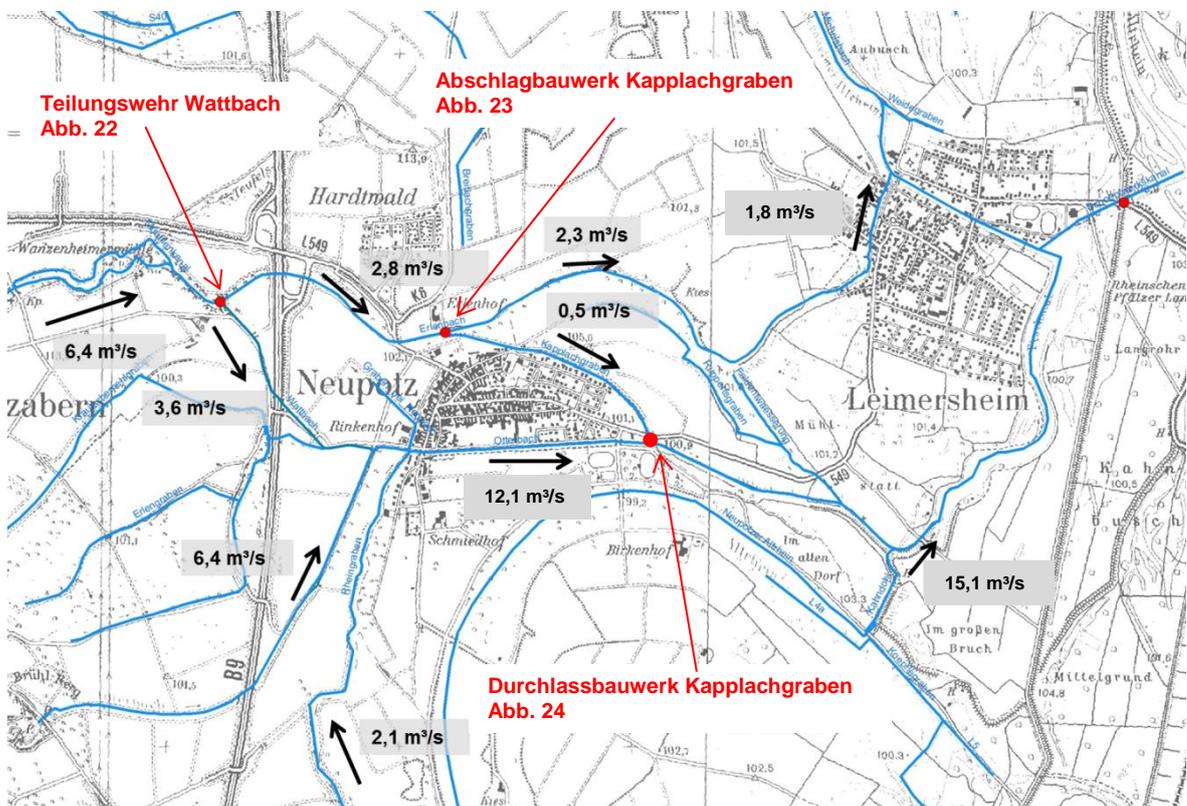


Abbildung 19: Berechnete Abflussaufteilung HQ_{100} im Bestand.

4.3.2 Teilungswehr am Wattbach

Die Abflussverteilung um Neupotz wird durch das Teilungswehr am Wattbach geprägt. Es handelt sich hierbei um einen Dammbalkenverschluss im Erlenbach (Abbildung 20). Dieser Verschluss ist in der Regel offen und drosselt den Erlenbach bei Hochwasser auf rd. $2,8 \text{ m}^3/\text{s}$. Der Mehrabfluss wird über eine Streichwehrkonstruktion (Abbildung 21) in den Wattbach abgeschlagen.



Abbildung 20: Wattbachdreieck, Dammbalkenverschluss Erlenbach, Foto gegen die Fließrichtung



Abbildung 21: Wattbachdreieck, Streichwehr bzw. Abschlag Wattbach, Foto gegen die Fließrichtung

4.3.3 Bauwerke am Kapplachgraben

Der Abschlag in den Kapplachgraben wird über ein einfaches Schützbauwerk geregelt (Abbildung 22). Auch bei Hochwasser ist dieses geschlossen und wird lediglich überströmt.



Abbildung 22: Abschlagbauwerk Erlenbach-Kapplach (aus Richtung Kapplach gesehen).

Im südlichen Bereich von Neupotz endet der Kapplachgraben im Otterbach. Im Bestand befindet sich ein DN1600 Betonrohr welches unterhalb der L549 verläuft (Abbildung 23).



Abbildung 23: Durchlassbauwerk in den Otterbach

4.4 Vorzugsvariante

Das Abhängen des Kapplachgrabens vom Erlenbach führt unterstrom zu einer Mehrbelastung des Erlenbaches von 0,5 m³/s beim HQ₁₀₀. Dieser Mehrabfluss belastet nicht die Ortslage Leimersheim, da er vorher nach Süden zum Ruppertsgraben abgeschlagen wird (Überlaufschwelle am Erlenbach vgl. Kapitel 2). Der alleinige Abschlag bewirkt allerdings eine deutliche Vergrößerung der Überschwemmungsgebiete auf landwirtschaftlich genutzten Flächen auf Leimersheimer Gemarkung.

Damit es zu keiner Verschlechterung der Hochwassersituation auf diesen Flächen gegenüber dem Bestand kommt, werden die in Kapitel 2.3 beschriebenen Maßnahmen, im Folgenden aufgelistet, umgesetzt:

- Anlegung einer Flutmulde parallel zum Ruppertsgraben
- Anpassung des Durchlassbauwerkes an der L549
- Aufweitung des Otterbaches südlich des Fischmals

Um die im Bestand vorhandenen hydraulischen Überlastung des Otterbaches am Ortsrand von Neupotz zu beheben (Abbildung 18) wird im Zuge der Gewässerunterhaltung ein durchgängiges Sohlgefälle hergestellt und somit langfristig die hydraulische Leistungsfähigkeit verbessert. Die genauen Abtragstiefen (< 20 cm) können hierbei dem Längsschnitt B-2.3-2-1 entnommen werden.

Das vorhandene Abschlagbauwerk vom Erlenbach in den Kapplachgraben wird im Zuge der Maßnahme verfüllt und mit einem DN 300 Rohr mit Spindelschieber versehen (B-1.5.2). Der südlich gelegene Durchlass (DN 1600) wird im Zuge der Maßnahme verdämmt und mit einem DN 500 Rohr (absperrbar mittels Schieber) und einer DN 200 Druckleitung (abgesperrt mittels Froschklappe) , ausgestattet. Südlich der L549 verläuft parallel zum Radweg im Bestand ein höher gelegener Fußweg. Um nach der Maßnahme den Zugang zu den Schiebern im Hochwasserfall sicherzustellen, endet die geplante Winkelstützmauer auf Höhe dieses Weges.

4.4.1 Betrieb der Bauwerke

Durch die im Abschlagsbauwerk und im Durchlassbauwerk vorgesehenen Schieber kann der Kapplachgraben, abhängig von der Zuflusssituation aus dem Erlenbach, mit Wasser gefüllt werden. Das im Hochwasserfall dem Graben zufließende Grundwasser kann durch den Einsatz einer mobilen Pumpe über das vorgesehene DN 200 Druckrohr in den Otterbach abgeschlagen werden.

4.4.2 Baudurchführung und Bauablauf

Die geplanten Anpassungen an der Sohle des Otterbaches im Bereich Neupotz werden auf einer Strecke von rd. 1.200 m realisiert. Die Sohlintiefung erfolgt hierbei vom Ufer aus mittels Langarmbagger. Parallel zum Gewässer führt die Straße „Am Otterbach“, welche als Bauzuewegung sowie zur Ausbaggerung genutzt werden kann (rd. 3 m Breite) (Abbildung 24). Das

anfallende Sohlssubstrat (rd. 300 m³) wird mittels Entwässerungscontainern (oder vergleichbaren Lösungen) auf einer der naheliegenden landwirtschaftlichen Flächen entwässert und je nach Belastungsgrad verwertet.

Der Bauablauf gliedert sich wie folgt:

1. Herstellen einer ebenen Fläche zur Lagerung der Entwässerungscontainer
2. Entnahme Sohlssubstrat und Befüllung der Entwässerungscontainer, Entwässerung in den Otterbach
3. Verwertung der getrockneten Sedimente



Abbildung 24: Bestandssituation in der Straße „Am Otterbach“ in Neupotz

Der Bauablauf für die Maßnahmen am Kapplachgraben gliedert sich wie folgt:

Einlaufbauwerk am Kapplachgraben

1. Verrohrung des Erlenbachs bis die geplante Stahlplatte mit angeflanschten Schieber in das bestehende Einlaufbauwerk integriert ist.
2. Einbau des DN300 Rohrdurchlasses sowie Hinterfüllung des bestehenden Bauwerks

Durchlassbauwerk am Kapplachgraben

3. Einbau des Rohrdurchlasses DN500 und der Druckleitung DN 200. Da der Kapplachgraben durch das Einlaufbauwerk hydraulisch vom Erlenbach abgehängt ist, ist eine bauzeitliche Wasserhaltung nur bei Druckwassereintritt (hohe Grundwasserstände) notwendig.
4. Verdämmung des Zwischenraums, setzen der Winkelstützelemente sowie Durchführung der Erdbaumaßnahmen.

5 Gewässeranpassungen des Otterbaches im Bereich Leimersheim

5.1 Veranlassung

Der Otterbach fließt nördlich des Fischmals durch die Ortslage Leimersheim bevor dieser mit dem zufließenden Erlenbach den Michelsbach ergibt (Lageplan B-2.2-1-1). Besonders im Bereich der querenden Brücken sind Auflandungen im Gewässer zu erkennen. Der Otterbach ist beidseitig mit wechselnden Arten und Stärken von Uferbefestigungen (Senkrecht-Verbau, WB-Steine, Kiesschüttungen etc.) gesichert. Durch das Fehlen einer durchgängigen Sicherung bzw. Sicherungsstrategie zeigen sich lokal jedoch auch abgebrochene Uferstrukturen.

Durch das geringe Sohlgefälle des Otterbaches und des anschließenden Michelsbaches ist der Bereich des Fließgewässers in Leimersheim bei höheren Abflüssen des Rheins im Rückstau.

Das Gewässer weist durch fehlende Strukturen, den geradlinigen Verlauf sowie kaum Strömungsdivergenz eine insgesamt schlechte Gewässerstrukturgüte auf. Aufgrund des geringen Gefälles und der damit verbundenen Fließgeschwindigkeit sedimentieren überwiegend Schlämme, die das naturraumtypische Sohlsubstrat (Sande & Kiese) flächig überlagern. Durch die Sohlanpassung und die damit erhöhten Fließgeschwindigkeiten wird die Sedimentation soweit wie möglich reduziert und gleichzeitig ein Sollwert für die Höhenlage und das Abflussprofil vorgegeben. Dementsprechend ist die hydraulische Funktion der Gewässerstrecke langfristig gesichert.

Bei Betrachtung der in den Flurstücksplänen erkennbaren Gewässerstreifen zeigt sich, dass sich der Otterbachverlauf vor allem am südlichen Ufer der Bebauung angenähert hat. Durch die Verwendung von ingenieurbioologischen Maßnahmen kann neben einer Gewässeraufwertung auch die Sicherung der bestehenden Gewässergrenzen erfolgen.

Der Otterbach bietet insgesamt ein sehr großes Potential für eine innerörtliche Gewässerentwicklung mit dem Ziel der Verbesserung der Strukturgüte in Kombination mit Maßnahmen zur Steigerung der Erlebbarkeit des Gewässers (Umweltbildung und Naherholung). Die in diesem Zuge erreichbare naturschutzfachliche Aufwertung der Gewässerflächen- und Gewässerrandstreifen werden in der naturschutzfachlichen Bilanzierung positiv angerechnet. Sie dienen somit als Ausgleich für die in diesem Genehmigungsantrag vorgesehenen nicht vermeidbaren Eingriffe.

5.2 Bestandssituation

Im Bestand verläuft der Otterbach in der Ortslage Leimersheim begradigt (Abbildung 25). Die Sohlbreite variiert zwischen 5 bis 7 m. Unterhalb der Einmündung des Erlenbaches weitet sich die Gewässersohle auf rd. 9 bis 13 m auf. Die angrenzenden Böschungen weisen relativ steile Böschungsneigungen von 1:1 bis 1:2 auf.



Abbildung 25: Bestandssituation am Otterbach im Bereich Leimersheim. Ort: Brücke Erlenbachweg, Blickrichtung nach SO.

Um der Problematik von auftretenden Kolk- und Erosionsstellen entgegenzuwirken, wurden in den letzten 20 bis 25 Jahren den Anwohnern im Zuge der Gewässerunterhaltung Wasserbausteine zum Einbau zur Verfügung gestellt. Als Ergebnis variieren die Sicherungsmaßnahmen am Otterbach stark. Eine Aufnahme der Bestandssituation kann Plan B-2.5-1-1 entnommen werden.

Die Sicherung mittels Wasserbausteinen entlang der Böschungen variiert in der Tiefe zwischen 97,13 mNHN bis 97,63 mNHN. Die durch Steinwurf gesicherte Breite beträgt rd. 1,5 bis 2,5 m. Zusammenfassend konnte folgender linienhafter Verbau aufgenommen werden:

Tabelle 12: Aufnahme des linienhaften Verbaus am Otterbach, Leimersheim

Art	Länge [m]	Tiefe Böschungssicherung [m]
Wasserbausteine, geschüttet	620	0,5 bis 1
Wasserbausteine gesetzt	45	0,5 bis 1
Holzsenkrechtverbau	90	0,5
Schotterschüttung	20	0,5
Gesamt	775	

5.3 Planung

5.3.1 Gewässerverlauf in der Ortslage

Um die Abflusssituation und die Strukturgüte zu verbessern, wird die Sohle des Otterbaches von Station 0+460 km bis in den Einlaufbereich des Michelbaches (Station 11+600 km) eingetieft sowie die Böschungen abgeflacht und profiliert. Hierdurch kann ein geschwungenes Niedrig- und Mittelwassergerinne ausgebildet werden.

Tabelle 13: Vergleich Abmessungen Gerinne Bestand und Planung

	Bestand	Planung
Sohlbreite [m]	5 - 7,5 m	3,0 - 5 m
Gesamtbreite bis BOK [m]	10,5 bis 13,5	10,5 bis 13,5
Gefälle [-]	$1,3 \times 10^{-5}$	$6,0 \times 10^{-5}$
Böschungsneigung [-]	1:1 bis 1:2	1:1,5 bis 1:3

Um den Verlauf des Otterbaches geschwungen auszubilden variieren die Böschungsneigungen entlang des Fließweges im Bereich zwischen 1:1,5 und 1:3. Hierbei werden Böschungsneigungen steiler als 1:2,5 nur in Bereichen, in denen die Böschung im Bestand durch Wasserbausteine gesichert ist, durch Überschüttung realisiert (Tabelle 13). Vergleicht man die Lage des Planungskorridors mit den im Bestand vorhandenen Ufersicherungen zeigt sich, dass in diesem Bereich eine fast durchgängige Befestigung im Bestand vorhanden ist (B-2.5-1-1).

Um den Wasserspiegel im Fischmal konstant zu halten, wird im Otterbach an der Stationierung 0+460 km eine Sohlschwelle mittels Spundwand und Steinsatz errichtet. Die Oberkante der Spundwand liegt planmäßig auf 96,99 m NHN. Die Sohlanpassung endet im Michelsbach bei Kilometer 11.588 km mit einer Sohltiefe von 96,40 m NHN. Der Bereich der Sohlanpassung kann dem Längsschnitt B-2.5-2-1 entnommen werden.

Die Erhöhung des Sohlgefälles (von $1,3 \times 10^{-5}$ im Bestand auf $6,0 \times 10^{-5}$ in der Planung) führt bei gleich bleibendem Abflussquerschnitt, auch unter Berücksichtigung von höheren Rauigkeiten, zu einem höheren abführbaren Durchfluss. Hierdurch kann das vorhandene Profil des Otterbaches verschmälert werden und die Böschungen abgeflacht werden (Tabelle 13).

Durch die Planung kommt es somit zu keiner Verschlechterung der Abflusswirkung im HQ₁₀₀ sowie im HQ₂₅ Fall (vergleiche Heft 4 Teil 3). Der im Unterstrom liegende Bereich bis zum Einlauf des Fischmals wird durch die Gewässeranpassungen nicht tangiert. Somit verbleiben im Einlaufbereich weiterhin die im Bestand vorhandenen Gewässerabschnitte mit höheren Wassertiefen sowie geringen Fließgeschwindigkeiten.

Um die Gewässerstruktur des Otterbaches im Bereich der Sohlanpassung zu verbessern, wird der derzeitige gerade Flussverlauf in eine gewundene Laufform, welche typisch für Gewässerabschnitte mit geringem Gefälle ist, umgebaut. Durch die geringen Breiten, die in der Orts-

lage Leimersheim zur Verfügung stehen, können die sich in der freien Natur einstellenden Wellenlängen und Wellenbreiten des Mäanders nicht umgesetzt werden. Grundsätzlich wechseln sich in einem geschwungenen Flussverlauf Prallhänge mit Strudellöchern (Kolke) sowie Gleithänge mit abgelagertem Material in regelmäßigen Abständen ab.

Um eine unkontrollierte Verlagerung des gewundenen Gewässers im innerörtlichen Bereich zu vermeiden sowie die Schaffung von Kolk- und Auflandungsbereichen zu fördern, sind folgende Maßnahmen vorgesehen:

Totholzfaschine zur Sicherung der Böschungsfußpunkte

Entlang der Prallhänge werden die Böschungsfußpunkte mit Totholzfaschinen (Durchmesser 25 bis 45 cm, Festlegung in der Ausführungsplanung) gesichert (Dadurch, dass die Totholzfaschine kein Lebendmaterial enthält, gibt es kein Initialstadium). Die Fixierung der Totholzfaschine erfolgt mit Holzpflocken. Die Sicherungsmaßnahme ist damit direkt wirksam. Um einen langfristigen Böschungsschutz sicherzustellen (die Totholzfaschine zersetzt sich im Laufe der Zeit) wird diese mit Sohlsubstrat und Oberboden hinterfüllt und mit Erlen bzw. Weidenstecklingen bepflanzt.

Lenkbuhnen, Kiesrauschen und Totholz

Die in natürlichen Gewässern durch den mäandrierenden Gewässerverlauf entstehende Kolkstrukturen müssen am Otterbach durch die geringen Platzverhältnisse durch das Einbringen von Lenkbuhnen ingenieurtechnisch umgesetzt werden. Die Auslegung der Lenkbuhnen im Bereich der Ortslage Otterbach erfolgt analog zu Kapitel 2.3.1.2. Die Kenndaten können der folgenden Tabelle entnommen werden:

Tabelle 14: Gewässerkenndaten Planung Otterbach Ortslage Leimersheim

Gewässerkenndaten (Otterbach Ortslage Leimersheim)	
HQ ₁₀₀	99,39 mNHN
NW	97,22 mNHN
Sohlbreite	rd. 5 m
Sohlhöhe Planung	96,99 bis 96,40 mNHN
Lenkbuhnen	
Abstand der Buhnen	rd. 8 m
Höhe der Buhnen oberhalb der Sohle	rd. 30 cm (ca. 29 cm Überströmung bei NW)
Buhnenlänge	rd. 1,5 bis 1,7 m
Hydraulische Wirkung	
Kolktiefe	rd. 0,6 m
Kolklänge	rd. 3,5 bis 4,5 m

Der gewählte Bühnenkörper besteht aus flächig auf Lücke gesetzten Wasserbausteinen. Diese bilden nach dem Einspülen von Gewässersedimenten eine Struktur ähnlich einer Kiesrausche. Der Aufbau der Setzsteine erfolgt analog zu den Angaben in Kapitel 2.3.1.2. Die Länge des Bühnensteinblocks erhöht sich jedoch von 0,25 m auf 0,4 m. Die Steine können somit mind. 10 cm in die Sohle eingebunden werden. Der Nachweis der Lagestabilität kann Heft 4 Teil 3 entnommen werden.

Das Einbringen von kiesigem Material zur Ausbildung von Kiesrauschen in den Bereichen zwischen den mit Lenkbuhnen gesicherten Abschnitten, sowie das Einbringen von Totholz im Gewässer führen zu einer klaren Strukturverbesserung.

Durch fehlende Uferbefestigungen im Otterbach Abschnitt 0+350 bis 0+420 km werden beidseitig Böschungsneigungen von 1:2,5 baulich umgesetzt. Um in diesem geradlinigen Verlauf eine Verbesserung der Sohl- und Strömungsdivergenz zu erhalten, werden beidseitig Lenkbuhnen im Gewässer angeordnet. Die hierdurch erzeugten Trichter führen zu der Ausbildung einer Sekundärströmung in der Mitte der Sohle und somit zu Kolkbildung.

Landschaftspflegerische Umsetzungen (Initialbepflanzung) und Nutzung des Gewässers

Neben einer Erhöhung der Strömungsdiversität ist eine Erhöhung des Artenreichtums von Flora und Fauna ein weiteres Ziel der Maßnahmen am Otterbach. Hierzu werden wie schon im vorherigen Kapitel erwähnt, Weidenstecklinge entlang der durch Totholzfaschinen gesicherten Bereiche gesetzt. Die den Lenkbuhnen gegenüberliegenden flachen Böschungsbereiche werden im Bereich der Mittelwasserlinie mit Initialpflanzungen von Röhricht bepflanzt. Außerdem wird im Gewässer an verschiedenen Bereichen Totholz eingebracht, um eine weitere Aufwertung zu erzielen.

Um die Erlebbarkeit des Gewässers zu ermöglichen wird am nördlichen Ufer im Bereich der Baustellenzufahrt (Flusskilometer 0+425 bis 0+445) eine Aussichtsplattformen aus Sandsteinsetzsteinen angelegt (B-2.5-4-1). Die erste Sandsteinreihe liegt hierbei mit der Oberkante auf Mittelwasserniveau und dient somit als direkte Verbindung zum Gewässer.

Die genauen gewässerstrukturellen Anpassungen sowie der geplante Gewässerverlauf des Otterbachs sind Plan B-2.5-1-2.1 bis B-2.5-1-2.5 zu entnehmen.

5.3.2 Konstruktive Gestaltung der Sohlschwelle und Gleite im Auslaufbereich des Fischmals

Um den Wasserspiegel im Fischmal konstant zu halten wird bei Flusskilometer 0+460 des Otterbaches eine Sohlschwelle aus Spundwand und Steinsicherung vorgesehen.. Die Oberkante der Spundwand liegt planmäßig auf 96,99 m NHN (Hochpunkt der Sohle im Bestand), rund 44 cm oberhalb der bestehenden Gewässersohle.

Um den entstehenden Sprung in der Sohle auszugleichen wird unterhalb der Schwelle eine Gleite angeschüttet. Die Neigung ergibt sich aus der geplanten Sohlanpassung. Unterstrom

wird die Spundwand mit einer Wasserbausteinschüttung gesichert (Länge rd.10). Gewählt wird eine Steinschüttung mit Wasserbausteinen der Klasse CP 45/125. Der Nachweis zur Lagestabilität kann Heft 4 Teil 3 entnommen werden. Durch die geringe Längsneigung von rd. 1,1 ‰ wird auf eine Nachbettsicherung nach DWA-M-509 verzichtet. Angrenzend an die Wasserbauschüttung wird der unterstrom liegende Bereich bis zur geplanten Sohlhöhe mit Kies (0/45) verfüllt. Die konstruktive Gestaltung der Schwelle kann Plan B-2.5-5-1 entnommen werden. Durch das Fehlen von Baugrunddaten wird von einer schlammigen Sohle ausgegangen, die beantragte Planung beinhaltet daher die oben erwähnte Spundwand. Sollte der Untergrund kiesig/sandig sein, wird auf eine Spundwand verzichtet und die Schwelle als Steinschüttung hergestellt.

Durch die vergleichsweise flache Aufschüttung kann sichergestellt werden, dass an der Gewässersohle lebende Arten nicht in ihrer Wanderung beeinträchtigt werden. Weitere Maßnahmen zur Herstellung der Längsdurchgängigkeit wie beispielsweise der Einbau von Riegel-Becken-Strukturen, sind nicht notwendig, da bedingt durch den Rückstau vom Rhein auch bei niedrigen Wasserständen kein Versatz in den Wasserspiegellagen entsteht.

Die Gleite wird mit einer Schüttung aus Wasserbausteinen ausgeführt, in deren Hohlräume naturraumtypische Substrate eingespült werden.

Bei der Planung der Gleite wurden die in [DWA-M 509] genannten Empfehlungen zur Dimensionierung bei der Herstellung der Längsdurchgängigkeit berücksichtigt. Die erforderlichen Mindestwassertiefen (0,43 m bei Q30) gemäß der Leitfischart Lachs können auch ohne den Einbau gesonderter Strukturen eingehalten werden. Die auftretenden Fließgeschwindigkeiten sind bedingt durch den Rückstau gering.

5.4 Baudurchführung und Bauablauf

Um die baulichen Auswirkungen der Maßnahme so gering wie möglich zu halten, finden die Arbeiten, die den direkten Gewässerbereich betreffen, im Gewässer selbst statt. Hierbei wird das anstehende Material der Sohle mittels eines Baggers im Gerinne umgelagert. Das geförderte sandige Material kann genutzt werden, um die anstehenden Wasserbausteine zu überfüllen und somit die geplanten flacheren Böschungsneigungen anzulegen. Da die lichte Höhe der vorhandenen Brücken kleiner ist als die Höhe der eingesetzten Baugeräte, wird an jeder zu querenden Brücke eine Bauzuwegung in das Gewässer vorgesehen. Die jeweiligen Lagen können den Plänen B-2.5-1-2.1 bis B-2.5.1.2.5 entnommen werden.

Die bei Flusskilometer 0+460 geplante Sohlschwelle und -Gleite sowie die geplante Ausichtsplattform wird bautechnisch im Gerinne und damit in der fließenden Welle umgesetzt.

6 Bauablauf und Bauzeiten der Gesamtmaßnahme

Für den Bauablauf werden folgende Maßnahmenpakete definiert, die zeitlich unabhängig voneinander realisierbar sind.

- Maßnahmen am Erlenbach und Fischmal
- Otterbachrenaturierung in der Ortslage Leimersheim
- Maßnahmen am Kapplachgraben und am Otterbach im Bereich Neupotz
- Neubau Schöpfwerk Leimersheim

Die Gesamtbauzeit aller Maßnahmen wird mit rd. 24 Monaten abgeschätzt. Die Arbeiten sollten, soweit dies durch die naturschutzfachlichen Vorgaben möglich ist, außerhalb von Hochwasserzeiträumen stattfinden.

Entsprechend den naturschutzfachlichen Anforderungen sind folgende bauzeitlichen Beschränkungen vorgesehen:

- Fäll- und Rodungsarbeiten von Gehölzen erfolgen außerhalb der Vegetationszeit (d. h. nicht vom 01. März bis zum 30. September).
- Lärmintensive Arbeiten im Bereich/ auf Höhe des neuen Zulaufkanals werden ab Mitte Juni bis Mitte Februar bzw. auf den sonstigen Maßnahmenflächen des Schöpfwerksneubaus ab Mitte Mai bis Mitte Februar durchgeführt (bei Anwendung hydraulischer Verfahren zur Einbringung der Spundwände/ Poller (Pressen) sind keine bauzeitlichen Beschränkungen erforderlich).
- Die Vegetationsentfernung/ Erstberäumung der Uferbereiche des Schöpfwerkskanals zwischen dem Fischmal und dem Schöpfwerk Leimersheim inkl. angrenzender Uferbereiche des Fischmals wird zwischen Anfang Oktober und Ende Februar ausgeführt.
- Die Arbeiten im Einmündungsbereich des Otterbachs in das Fischmal, die Kies-/ Sandentnahme im südlichen Fischmal, das Einspülen des entnommenen Materials in den Leimersheimer Altrhein sowie die Umgestaltungsmaßnahmen am Otterbach in der Ortslage von Leimersheim finden in den Wintermonaten statt, d. h. ab ca. Mitte Oktober (Wassertemperatur $< 6 - 7^{\circ} \text{C}$) bis Ende Februar.
- Die Arbeiten im Bereich der Hochwasserentlastung Erlenbach - Teilbereich Ost werden auf den Zeitraum zwischen Anfang Oktober und Ende März festgelegt.
- Die Arbeiten an den Otterbachabschnitten Ortslage Leimersheim und zwischen der Landesstraße L 549 und Fischmal werden zeitlich versetzt zu der Kies-/ Sandentnahme aus dem Fischmal mit Einspülung des Materials in den Leimersheimer Altrhein durchgeführt.
- Die Röhrichtbestände entlang des Dohlwiesengrabens werden zwischen Oktober und Februar entfernt.
- Die Kies-/ Sandentnahme im Fischmal erfolgt nur bei gegebener Überdeckung der Sohlsedimente mit Wasser

Die genauen Ausschlusszeiten, abhängig von den betroffenen Flächen können Heft 9, Kapitel 1.2.4 sowie Kapitel 4.1 (siehe auch Plan B-9.3) entnommen werden.

Der Antragssteller:

Speyer, im März 2018

Struktur- und Genehmigungsdirektion
Süd

Technische Planung:

Speyer, im März 2018

Björnsen Beratende Ingenieure GmbH

Dipl.-Ing. W. Koch

Dr.-Ing. M. Probst

Speyer, im März 2018

Arge Unger Ingenieure und CDM Smith

Dipl.-Ing. Th. Zimmermann



RESERVERAUM FÜR EXTREMHOCHWASSER HÖRDTER RHEINAUE

Vorgezogene Maßnahmen:

**Neubau des Schöpfwerks Leimersheim/
Maßnahmen zur Anpassung der
Binnenentwässerung südlich des
Reserveraums**

Anlage A-2.3-1

ERGEBNISSE DER SEDIMENTPROBEN NACH LAGA

EUROFINS Umwelt West GmbH · Ndl. Neustadt · Lachener Straße 88 · D-67433 Neustadt

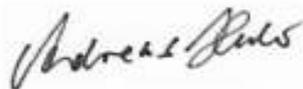
**GefaÖ - Gesellschaft für angewandte
Ökologie und Umweltberatung mbh
Impexstraße 5****69190 Walldorf****Titel: Prüfbericht zu Auftrag 01311879**
Prüfberichtsnummer: Nr. 67909001**Projektnummer: Nr. 67909**
Projektbezeichnung: Entschlammung Fischmal
Probenumfang: 5 Proben
Probenart: Feststoff
Probenahmezeitraum: 22.03.2013 - 27.03.2013
Probeneingang: 28.03.2013
Prüfzeitraum: 28.03.2013 - 19.04.2013Untervergabe im Firmenverbund:
Analyse erfolgte in einem akkreditierten Partnerlabor der EUROFINS-Gruppe:
(J)

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die untersuchten Prüfgegenstände. Sofern die Proben nicht durch unser Labor oder in unserem Auftrag genommen wurden, wird die Verantwortung für die Richtigkeit der Probenahme abgelehnt. Dieser Prüfbericht ist nur mit Unterschrift gültig und darf nur vollständig und unverändert weiterverbreitet werden. Auszüge oder Änderungen bedürfen in jedem Einzelfall der Genehmigung der EUROFINS UMWELT.

Es gelten die Allgemeinen Verkaufsbedingungen (AVB) Stand Januar 2011, sofern nicht andere Regelungen vereinbart sind. Die aktuellen AVB können Sie jederzeit bei uns anfordern.

Nach DIN EN ISO/IEC 17025 durch die DAkkS Deutsche Akkreditierungsstelle GmbH akkreditiertes Prüflaboratorium. Die Akkreditierung gilt für die in der Urkunde aufgeführten Prüfverfahren.

Neustadt, den 19.04.2013

A. Huber
Prüfleiter
Tel.: 06321 / 9178 - 30

Projekt: Entschlammung Fischmal

Untersuchung nach LAGA TR-Boden (Z0*, Z1.1, Z1.2, Z2)

Parameter	Einheit	BG	Grenzwerte				Probenbezeichnung	PS 1
			Z0*	Z1.1	Z1.2	Z2	Probenahmedatum	22.03.2013
							Labornummer	013047117
							Methode Einstufung	Z2
Farbe qual. (J)	ohne						organoleptische Prüfung	grau
Aussehen (J)	ohne						organoleptische Prüfung	schlamm
Geruch (J)	ohne						organoleptische Prüfung	arttypisch

Bestimmung aus der Originalsubstanz

Trockenmasse (J)	Ma.-%	0,1					DIN EN 14346	51,6
Glühverlust (J)	Ma.-% TS	0,1					DIN EN 15169	6,5
EOX (J)	mg/kg TS	1	1	3	3	10	DIN 38414-S17	< 1
TOC (J)	Ma.-% TS	0,1	0,5	1,5	1,5	5	DIN EN 13137	2,81
Kohlenwasserstoffe C10-C22 (J)	mg/kg TS	50	200	300	300	1000	DIN EN 14039, LAGA KW 04	130
Kohlenwasserstoffe C10-C40 (J)	mg/kg TS	50	400	600	600	2000	DIN EN 14039, LAGA KW 04	730
Benzol (J)	mg/kg TS	0,05					DIN ISO 22155	< 0,05
Toluol (J)	mg/kg TS	0,05					DIN ISO 22155	< 0,05
Ethylbenzol (J)	mg/kg TS	0,05					DIN ISO 22155	< 0,05
m-/p-Xylol (J)	mg/kg TS	0,05					DIN ISO 22155	< 0,05
o-Xylol (J)	mg/kg TS	0,05					DIN ISO 22155	< 0,05
Dichlormethan (J)	mg/kg TS	0,05					DIN ISO 22155	< 0,05
trans-1,2-Dichlorethen (J)	mg/kg TS	0,05					DIN ISO 22155	< 0,05
cis-1,2-Dichlorethen (J)	mg/kg TS	0,05					DIN ISO 22155	< 0,05
Trichlormethan (J)	mg/kg TS	0,05					DIN ISO 22155	< 0,05
1,1,1-Trichlorethan (J)	mg/kg TS	0,05					DIN ISO 22155	< 0,05
Tetrachlormethan (J)	mg/kg TS	0,05					DIN ISO 22155	< 0,05
Trichlorethen (J)	mg/kg TS	0,05					DIN ISO 22155	< 0,05
Tetrachlorethen (J)	mg/kg TS	0,05					DIN ISO 22155	< 0,05
Naphthalin (J)	mg/kg TS	0,05					DIN EN 15527 / DIN ISO 18287	< 0,05
Acenaphthylen (J)	mg/kg TS	0,05					DIN EN 15527 / DIN ISO 18287	< 0,05
Acenaphthen (J)	mg/kg TS	0,05					DIN EN 15527 / DIN ISO 18287	< 0,05
Fluoren (J)	mg/kg TS	0,05					DIN EN 15527 / DIN ISO 18287	< 0,05
Phenanthren (J)	mg/kg TS	0,05					DIN EN 15527 / DIN ISO 18287	0,07
Anthracen (J)	mg/kg TS	0,05					DIN EN 15527 / DIN ISO 18287	< 0,05
Fluoranthen (J)	mg/kg TS	0,05					DIN EN 15527 / DIN ISO 18287	0,18
Pyren (J)	mg/kg TS	0,05					DIN EN 15527 / DIN ISO 18287	0,16
Benz(a)anthracen (J)	mg/kg TS	0,05					DIN EN 15527 / DIN ISO 18287	0,09
Chrysen (J)	mg/kg TS	0,05					DIN EN 15527 / DIN ISO 18287	0,09
Benzo(b)fluoranthen (J)	mg/kg TS	0,05					DIN EN 15527 / DIN ISO 18287	0,17
Benzo(k)fluoranthen (J)	mg/kg TS	0,05					DIN EN 15527 / DIN ISO 18287	0,07
Benzo(a)pyren (J)	mg/kg TS	0,05	0,6	0,9	0,9	3	DIN EN 15527 / DIN ISO 18287	0,11
Indeno(1,2,3-cd)pyren (J)	mg/kg TS	0,05					DIN EN 15527 / DIN ISO 18287	0,08
Dibenz(a,h)anthracen (J)	mg/kg TS	0,05					DIN EN 15527 / DIN ISO 18287	< 0,05
Benzo(g,h,i)perylene (J)	mg/kg TS	0,05					DIN EN 15527 / DIN ISO 18287	0,10
Summe PAK (EPA) (J)	mg/kg TS		3	3	3	30	berechnet	1,12

Projekt: Entschlammung Fischmal

Untersuchung nach LAGA TR-Boden (Z0*, Z1.1, Z1.2, Z2)

Parameter	Einheit	BG	Grenzwerte				Probenbezeichnung	PS 1
			Z0*	Z1.1	Z1.2	Z2	Probenahmedatum	22.03.2013
							Labornummer	013047117
							Methode Einstufung	Z2
PCB 28 (J)	mg/kg TS	0,01					DIN EN 15308	< 0,01
PCB 52 (J)	mg/kg TS	0,01					DIN EN 15308	< 0,01
PCB 101 (J)	mg/kg TS	0,01					DIN EN 15308	< 0,01
PCB 153 (J)	mg/kg TS	0,01					DIN EN 15308	< 0,01
PCB 138 (J)	mg/kg TS	0,01					DIN EN 15308	< 0,01
PCB 180 (J)	mg/kg TS	0,01					DIN EN 15308	< 0,01
Summe 6 PCB (J)	mg/kg TS		0,1	0,15	0,15	0,5	berechnet	(n. b.*)
PCB 118 (J)	mg/kg TS	0,01					DIN EN 15308	< 0,01
Summe 7 PCB (J)	mg/kg TS						berechnet	(n. b.*)
CSB (J)	mg O2/g OS	3					analog DIN 38414-S9	91
Cyanid, gesamt (J)	mg/kg TS	0,5					DIN ISO 17380	0,9
Stickstoff, gesamt (J)	% OS	0,01					DIN 19684-4	0,17
Summe BTEX (J)	mg/kg TS						berechnet	(n. b.*)
Vinylchlorid (J)	mg/kg TS	0,05					DIN ISO 22155	< 0,05
1,1,2-Trichlorethan (J)	mg/kg TS	0,05					DIN ISO 22155	< 0,05
1,1-Dichlorethen (J)	mg/kg TS	0,05					DIN ISO 22155	< 0,05
1,2-Dichlorethan (J)	mg/kg TS	0,05					DIN ISO 22155	< 0,05
Summe 12 LHKW (J)	mg/kg TS						berechnet	(n. b.*)

Pflanzennährstoffe, Gesamtgehalte

Phosphor als P2O5 (J)	Ma.-% TS	0,01					gemäß Methodenbuch der BGK e.V.	0,36
-----------------------	----------	------	--	--	--	--	---------------------------------	------

Bestimmung aus dem Königswasseraufschluss

Arsen (J)	mg/kg TS	0,8	15	45	45	150	DIN EN ISO 17294-2	16
Blei (J)	mg/kg TS	2	140	210	210	700	DIN EN ISO 17294-2	39
Cadmium (J)	mg/kg TS	0,2	1	3	3	10	DIN EN ISO 17294-2	0,5
Chrom (J)	mg/kg TS	1	120	180	180	600	DIN EN ISO 17294-2	43
Kupfer (J)	mg/kg TS	1	80	120	120	400	DIN EN ISO 17294-2	43
Nickel (J)	mg/kg TS	1	100	150	150	500	DIN EN ISO 17294-2	41
Quecksilber (J)	mg/kg TS	0,01	1	1,5	1,5	5	DIN EN ISO 16772	0,10
Thallium (J)	mg/kg TS	0,1	0,7	2,1	2,1	7	DIN EN ISO 17294-2	0,2
Zink (J)	mg/kg TS	1	300	450	450	1500	DIN EN ISO 17294-2	180

Projekt: Entschlammung Fischmal

Untersuchung nach LAGA TR-Boden (Z0*, Z1.1, Z1.2, Z2)

Parameter	Einheit	BG	Grenzwerte				Probenbezeichnung	PS 1
			Z0*	Z1.1	Z1.2	Z2	Probenahmedatum	22.03.2013
							Labornummer	013047117
							Methode Einstufung	Z2

Bestimmung aus dem Eluat

pH-Wert (J)	ohne		6,5 - 9,5	6,5 - 9,5	6 - 12	5,5 - 12	DIN 38404-C5	7,9
el. Leitfähigkeit (25 °C) (J)	µS/cm	1	250	250	1500	2000	DIN EN 27888	314
Chlorid (J)	mg/l	0,1	30	30	50	100	DIN EN ISO 10304-1/2	3,2
Sulfat (J)	mg/l	0,1	20	20	50	200	DIN EN ISO 10304-1/2	7,7
Cyanid, gesamt (J)	µg/l	5	5	5	10	20	DIN EN ISO 14403	<5
Phenolindex (wdf.) (J)	µg/l	10	20	20	40	100	DIN EN ISO 14402	<10
BSB5 (J)	mg/l	3					DIN EN 1899-1	7
Arsen (J)	µg/l	1	14	14	20	60	DIN EN ISO 17294-2	6,6
Blei (J)	µg/l	1	40	40	80	200	DIN EN ISO 17294-2	<1
Cadmium (J)	µg/l	0,3	1,5	1,5	3	6	DIN EN ISO 17294-2	0,55
Chrom gesamt (J)	µg/l	1	12,5	12,5	25	60	DIN EN ISO 17294-2	<1
Kupfer (J)	µg/l	5	20	20	60	100	DIN EN ISO 17294-2	<5
Nickel (J)	µg/l	1	15	15	20	70	DIN EN ISO 17294-2	<1
Quecksilber (J)	µg/l	0,2	< 0,5	< 0,5	1	2	DIN EN ISO 17852	<0,2
Zink (J)	µg/l	10	150	150	200	600	DIN EN ISO 17294-2	<10

Bestimmung im Imbukationsversuch

Sauerstoffverbrauchsrate von Schlamm	mg O ₂ / g oTS*h						OHNE	4,2
--------------------------------------	-----------------------------	--	--	--	--	--	------	-----

Anmerkung:

(n. b.*): nicht berechenbar, da zur Summenbestimmung nur Werte > BG verwendet werden

Anmerkung:

EUROFINS UMWELT übernimmt für die Rechtsverbindlichkeit der zitierten Grenzwerte keine Gewähr.

Projekt: Entschlammung Fischmal

Untersuchung nach LAGA TR-Boden (Z0*, Z1.1, Z1.2, Z2)

Parameter	Einheit	BG	Grenzwerte				Probenbezeichnung	PS 2
			Z0*	Z1.1	Z1.2	Z2	Probenahmedatum	25.03.2013
							Labornummer	013047118
							Methode Einstufung	> Z2
Farbe qual. (J)	ohne						organoleptische Prüfung	schwarz
Aussehen (J)	ohne						organoleptische Prüfung	Schlamm
Geruch (J)	ohne						organoleptische Prüfung	arttypisch

Bestimmung aus der Originalsubstanz

Trockenmasse (J)	Ma.-%	0,1					DIN EN 14346	39,0
Glühverlust (J)	Ma.-% TS	0,1					DIN EN 15169	13,2
EOX (J)	mg/kg TS	1	1	3	3	10	DIN 38414-S17	< 1
TOC (J)	Ma.-% TS	0,1	0,5	1,5	1,5	5	DIN EN 13137	6,67
Kohlenwasserstoffe C10-C22 (J)	mg/kg TS	50	200	300	300	1000	DIN EN 14039, LAGA KW 04	< 50
Kohlenwasserstoffe C10-C40 (J)	mg/kg TS	50	400	600	600	2000	DIN EN 14039, LAGA KW 04	1300
Benzol (J)	mg/kg TS	0,05					DIN ISO 22155	< 0,05
Toluol (J)	mg/kg TS	0,05					DIN ISO 22155	< 0,05
Ethylbenzol (J)	mg/kg TS	0,05					DIN ISO 22155	< 0,05
m-/p-Xylol (J)	mg/kg TS	0,05					DIN ISO 22155	< 0,05
o-Xylol (J)	mg/kg TS	0,05					DIN ISO 22155	< 0,05
Dichlormethan (J)	mg/kg TS	0,05					DIN ISO 22155	< 0,05
trans-1,2-Dichlorethen (J)	mg/kg TS	0,05					DIN ISO 22155	< 0,05
cis-1,2-Dichlorethen (J)	mg/kg TS	0,05					DIN ISO 22155	< 0,05
Trichlormethan (J)	mg/kg TS	0,05					DIN ISO 22155	< 0,05
1,1,1-Trichlorethan (J)	mg/kg TS	0,05					DIN ISO 22155	< 0,05
Tetrachlormethan (J)	mg/kg TS	0,05					DIN ISO 22155	< 0,05
Trichlorethen (J)	mg/kg TS	0,05					DIN ISO 22155	< 0,05
Tetrachlorethen (J)	mg/kg TS	0,05					DIN ISO 22155	< 0,05
Naphthalin (J)	mg/kg TS	0,05					DIN EN 15527 / DIN ISO 18287	< 0,05
Acenaphthylen (J)	mg/kg TS	0,05					DIN EN 15527 / DIN ISO 18287	< 0,05
Acenaphthen (J)	mg/kg TS	0,05					DIN EN 15527 / DIN ISO 18287	< 0,05
Fluoren (J)	mg/kg TS	0,05					DIN EN 15527 / DIN ISO 18287	< 0,05
Phenanthren (J)	mg/kg TS	0,05					DIN EN 15527 / DIN ISO 18287	< 0,05
Anthracen (J)	mg/kg TS	0,05					DIN EN 15527 / DIN ISO 18287	< 0,05
Fluoranthren (J)	mg/kg TS	0,05					DIN EN 15527 / DIN ISO 18287	0,16
Pyren (J)	mg/kg TS	0,05					DIN EN 15527 / DIN ISO 18287	0,14
Benz(a)anthracen (J)	mg/kg TS	0,05					DIN EN 15527 / DIN ISO 18287	< 0,05
Chrysen (J)	mg/kg TS	0,05					DIN EN 15527 / DIN ISO 18287	< 0,05
Benzo(b)fluoranthren (J)	mg/kg TS	0,05					DIN EN 15527 / DIN ISO 18287	0,14
Benzo(k)fluoranthren (J)	mg/kg TS	0,05					DIN EN 15527 / DIN ISO 18287	< 0,05
Benzo(a)pyren (J)	mg/kg TS	0,05	0,6	0,9	0,9	3	DIN EN 15527 / DIN ISO 18287	< 0,05
Indeno(1,2,3-cd)pyren (J)	mg/kg TS	0,05					DIN EN 15527 / DIN ISO 18287	< 0,05
Dibenz(a,h)anthracen (J)	mg/kg TS	0,05					DIN EN 15527 / DIN ISO 18287	< 0,05
Benzo(g,h,i)perylene (J)	mg/kg TS	0,05					DIN EN 15527 / DIN ISO 18287	< 0,05
Summe PAK (EPA) (J)	mg/kg TS		3	3	3	30	berechnet	0,44

Projekt: Entschlammung Fischmal

Untersuchung nach LAGA TR-Boden (Z0*, Z1.1, Z1.2, Z2)

Parameter	Einheit	BG	Grenzwerte				Probenbezeichnung	PS 2
			Z0*	Z1.1	Z1.2	Z2	Probenahmedatum	25.03.2013
							Labornummer	013047118
							Methode Einstufung	> Z2
PCB 28 (J)	mg/kg TS	0,01					DIN EN 15308	< 0,01
PCB 52 (J)	mg/kg TS	0,01					DIN EN 15308	< 0,01
PCB 101 (J)	mg/kg TS	0,01					DIN EN 15308	< 0,01
PCB 153 (J)	mg/kg TS	0,01					DIN EN 15308	< 0,01
PCB 138 (J)	mg/kg TS	0,01					DIN EN 15308	< 0,01
PCB 180 (J)	mg/kg TS	0,01					DIN EN 15308	< 0,01
Summe 6 PCB (J)	mg/kg TS		0,1	0,15	0,15	0,5	berechnet	(n. b.*)
PCB 118 (J)	mg/kg TS	0,01					DIN EN 15308	< 0,01
Summe 7 PCB (J)	mg/kg TS						berechnet	(n. b.*)
CSB (J)	mg O2/g OS	3					analog DIN 38414-S9	226
Cyanid, gesamt (J)	mg/kg TS	0,5					DIN ISO 17380	< 0,5
Stickstoff, gesamt (J)	% OS	0,01					DIN 19684-4	0,28
Summe BTEX (J)	mg/kg TS						berechnet	(n. b.*)
Vinylchlorid (J)	mg/kg TS	0,05					DIN ISO 22155	< 0,05
1,1,2-Trichlorethan (J)	mg/kg TS	0,05					DIN ISO 22155	< 0,05
1,1-Dichlorethen (J)	mg/kg TS	0,05					DIN ISO 22155	< 0,05
1,2-Dichlorethan (J)	mg/kg TS	0,05					DIN ISO 22155	< 0,05
Summe 12 LHKW (J)	mg/kg TS						berechnet	(n. b.*)

Pflanzennährstoffe, Gesamtgehalte

Phosphor als P2O5 (J)	Ma.-% TS	0,01					gemäß Methodenbuch der BGK e.V.	0,63
-----------------------	----------	------	--	--	--	--	---------------------------------	------

Bestimmung aus dem Königswasseraufschluss

Arsen (J)	mg/kg TS	0,8	15	45	45	150	DIN EN ISO 17294-2	9,7
Blei (J)	mg/kg TS	2	140	210	210	700	DIN EN ISO 17294-2	43
Cadmium (J)	mg/kg TS	0,2	1	3	3	10	DIN EN ISO 17294-2	0,7
Chrom (J)	mg/kg TS	1	120	180	180	600	DIN EN ISO 17294-2	30
Kupfer (J)	mg/kg TS	1	80	120	120	400	DIN EN ISO 17294-2	86
Nickel (J)	mg/kg TS	1	100	150	150	500	DIN EN ISO 17294-2	23
Quecksilber (J)	mg/kg TS	0,01	1	1,5	1,5	5	DIN EN ISO 16772	0,21
Thallium (J)	mg/kg TS	0,1	0,7	2,1	2,1	7	DIN EN ISO 17294-2	0,1
Zink (J)	mg/kg TS	1	300	450	450	1500	DIN EN ISO 17294-2	320

Projekt: Entschlammung Fischmal

Untersuchung nach LAGA TR-Boden (Z0*, Z1.1, Z1.2, Z2)

Parameter	Einheit	BG	Grenzwerte				Probenbezeichnung	PS 2
			Z0*	Z1.1	Z1.2	Z2	Probenahmedatum	25.03.2013
							Labornummer	013047118
							Methode Einstufung	> Z2

Bestimmung aus dem Eluat

Parameter	Einheit	BG	Z0*	Z1.1	Z1.2	Z2	DIN	Wert
pH-Wert (J)	ohne		6,5 - 9,5	6,5 - 9,5	6 - 12	5,5 - 12	DIN 38404-C5	7,5
el. Leitfähigkeit (25 °C) (J)	µS/cm	1	250	250	1500	2000	DIN EN 27888	544
Chlorid (J)	mg/l	0,1	30	30	50	100	DIN EN ISO 10304-1/2	4,3
Sulfat (J)	mg/l	0,1	20	20	50	200	DIN EN ISO 10304-1/2	35,6
Cyanid, gesamt (J)	µg/l	5	5	5	10	20	DIN EN ISO 14403	<5
Phenolindex (wdf.) (J)	µg/l	10	20	20	40	100	DIN EN ISO 14402	<10
BSB5 (J)	mg/l	3					DIN EN 1899-1	8
Arsen (J)	µg/l	1	14	14	20	60	DIN EN ISO 17294-2	4,3
Blei (J)	µg/l	1	40	40	80	200	DIN EN ISO 17294-2	<1
Cadmium (J)	µg/l	0,3	1,5	1,5	3	6	DIN EN ISO 17294-2	<0,3
Chrom gesamt (J)	µg/l	1	12,5	12,5	25	60	DIN EN ISO 17294-2	<1
Kupfer (J)	µg/l	5	20	20	60	100	DIN EN ISO 17294-2	<5
Nickel (J)	µg/l	1	15	15	20	70	DIN EN ISO 17294-2	<1
Quecksilber (J)	µg/l	0,2	< 0,5	< 0,5	1	2	DIN EN ISO 17852	<0,2
Zink (J)	µg/l	10	150	150	200	600	DIN EN ISO 17294-2	<10

Bestimmung im Imbukationsversuch

Parameter	Einheit	BG	Z0*	Z1.1	Z1.2	Z2	DIN	Wert
Sauerstoffverbrauchsrate von Schlamm	mg O ₂ / g oTS*h						OHNE	2,1

Anmerkung:

(n. b.*): nicht berechenbar, da zur Summenbestimmung nur Werte > BG verwendet werden

Anmerkung:

EUROFINS UMWELT übernimmt für die Rechtsverbindlichkeit der zitierten Grenzwerte keine Gewähr.

Projekt: Entschlammung Fischmal

Untersuchung nach LAGA TR-Boden (Z0*, Z1.1, Z1.2, Z2)

Parameter	Einheit	BG	Grenzwerte				Probenbezeichnung	PS 3
			Z0*	Z1.1	Z1.2	Z2	Probenahmedatum	27.03.2013
							Labornummer	013047119
							Methode Einstufung	> Z2
Farbe qual. (J)	ohne						organoleptische Prüfung	schwarz
Aussehen (J)	ohne						organoleptische Prüfung	Schlamm
Geruch (J)	ohne						organoleptische Prüfung	arttypisch

Bestimmung aus der Originalsubstanz

Trockenmasse (J)	Ma.-%	0,1					DIN EN 14346	39,6
Glühverlust (J)	Ma.-% TS	0,1					DIN EN 15169	11,0
EOX (J)	mg/kg TS	1	1	3	3	10	DIN 38414-S17	< 1
TOC (J)	Ma.-% TS	0,1	0,5	1,5	1,5	5	DIN EN 13137	5,05
Kohlenwasserstoffe C10-C22 (J)	mg/kg TS	50	200	300	300	1000	DIN EN 14039, LAGA KW 04	260
Kohlenwasserstoffe C10-C40 (J)	mg/kg TS	50	400	600	600	2000	DIN EN 14039, LAGA KW 04	1500
Benzol (J)	mg/kg TS	0,05					DIN ISO 22155	< 0,05
Toluol (J)	mg/kg TS	0,05					DIN ISO 22155	< 0,05
Ethylbenzol (J)	mg/kg TS	0,05					DIN ISO 22155	< 0,05
m-/p-Xylol (J)	mg/kg TS	0,05					DIN ISO 22155	< 0,05
o-Xylol (J)	mg/kg TS	0,05					DIN ISO 22155	< 0,05
Dichlormethan (J)	mg/kg TS	0,05					DIN ISO 22155	< 0,05
trans-1,2-Dichlorethen (J)	mg/kg TS	0,05					DIN ISO 22155	< 0,05
cis-1,2-Dichlorethen (J)	mg/kg TS	0,05					DIN ISO 22155	< 0,05
Trichlormethan (J)	mg/kg TS	0,05					DIN ISO 22155	< 0,05
1,1,1-Trichlorethan (J)	mg/kg TS	0,05					DIN ISO 22155	< 0,05
Tetrachlormethan (J)	mg/kg TS	0,05					DIN ISO 22155	< 0,05
Trichlorethen (J)	mg/kg TS	0,05					DIN ISO 22155	< 0,05
Tetrachlorethen (J)	mg/kg TS	0,05					DIN ISO 22155	< 0,05
Naphthalin (J)	mg/kg TS	0,05					DIN EN 15527 / DIN ISO 18287	< 0,05
Acenaphthylen (J)	mg/kg TS	0,05					DIN EN 15527 / DIN ISO 18287	< 0,05
Acenaphthen (J)	mg/kg TS	0,05					DIN EN 15527 / DIN ISO 18287	< 0,05
Fluoren (J)	mg/kg TS	0,05					DIN EN 15527 / DIN ISO 18287	< 0,05
Phenanthren (J)	mg/kg TS	0,05					DIN EN 15527 / DIN ISO 18287	0,21
Anthracen (J)	mg/kg TS	0,05					DIN EN 15527 / DIN ISO 18287	< 0,05
Fluoranthen (J)	mg/kg TS	0,05					DIN EN 15527 / DIN ISO 18287	0,54
Pyren (J)	mg/kg TS	0,05					DIN EN 15527 / DIN ISO 18287	0,45
Benz(a)anthracen (J)	mg/kg TS	0,05					DIN EN 15527 / DIN ISO 18287	0,25
Chrysen (J)	mg/kg TS	0,05					DIN EN 15527 / DIN ISO 18287	0,26
Benzo(b)fluoranthen (J)	mg/kg TS	0,05					DIN EN 15527 / DIN ISO 18287	0,44
Benzo(k)fluoranthen (J)	mg/kg TS	0,05					DIN EN 15527 / DIN ISO 18287	0,18
Benzo(a)pyren (J)	mg/kg TS	0,05	0,6	0,9	0,9	3	DIN EN 15527 / DIN ISO 18287	0,29
Indeno(1,2,3-cd)pyren (J)	mg/kg TS	0,05					DIN EN 15527 / DIN ISO 18287	0,19
Dibenz(a,h)anthracen (J)	mg/kg TS	0,05					DIN EN 15527 / DIN ISO 18287	< 0,05
Benzo(g,h,i)perylene (J)	mg/kg TS	0,05					DIN EN 15527 / DIN ISO 18287	0,25
Summe PAK (EPA) (J)	mg/kg TS		3	3	3	30	berechnet	3,06

Projekt: Entschlammung Fischmal

Untersuchung nach LAGA TR-Boden (Z0*, Z1.1, Z1.2, Z2)

Parameter	Einheit	BG	Grenzwerte				Probenbezeichnung	PS 3
			Z0*	Z1.1	Z1.2	Z2	Probenahmedatum	27.03.2013
							Labornummer	013047119
							Methode Einstufung	> Z2
PCB 28 (J)	mg/kg TS	0,01					DIN EN 15308	< 0,01
PCB 52 (J)	mg/kg TS	0,01					DIN EN 15308	< 0,01
PCB 101 (J)	mg/kg TS	0,01					DIN EN 15308	< 0,01
PCB 153 (J)	mg/kg TS	0,01					DIN EN 15308	< 0,01
PCB 138 (J)	mg/kg TS	0,01					DIN EN 15308	< 0,01
PCB 180 (J)	mg/kg TS	0,01					DIN EN 15308	< 0,01
Summe 6 PCB (J)	mg/kg TS		0,1	0,15	0,15	0,5	berechnet	(n. b.*)
PCB 118 (J)	mg/kg TS	0,01					DIN EN 15308	< 0,01
Summe 7 PCB (J)	mg/kg TS						berechnet	(n. b.*)
CSB (J)	mg O2/g OS	3					analog DIN 38414-S9	146
Cyanid, gesamt (J)	mg/kg TS	0,5					DIN ISO 17380	1,6
Stickstoff, gesamt (J)	% OS	0,01					DIN 19684-4	0,30
Summe BTEX (J)	mg/kg TS						berechnet	(n. b.*)
Vinylchlorid (J)	mg/kg TS	0,05					DIN ISO 22155	< 0,05
1,1,2-Trichlorethan (J)	mg/kg TS	0,05					DIN ISO 22155	< 0,05
1,1-Dichlorethen (J)	mg/kg TS	0,05					DIN ISO 22155	< 0,05
1,2-Dichlorethan (J)	mg/kg TS	0,05					DIN ISO 22155	< 0,05
Summe 12 LHKW (J)	mg/kg TS						berechnet	(n. b.*)

Pflanzennährstoffe, Gesamtgehalte

Phosphor als P2O5 (J)	Ma.-% TS	0,01					gemäß Methodenbuch der BGK e.V.	0,87
-----------------------	----------	------	--	--	--	--	---------------------------------	------

Bestimmung aus dem Königswasseraufschluss

Arsen (J)	mg/kg TS	0,8	15	45	45	150	DIN EN ISO 17294-2	19
Blei (J)	mg/kg TS	2	140	210	210	700	DIN EN ISO 17294-2	84
Cadmium (J)	mg/kg TS	0,2	1	3	3	10	DIN EN ISO 17294-2	1,2
Chrom (J)	mg/kg TS	1	120	180	180	600	DIN EN ISO 17294-2	47
Kupfer (J)	mg/kg TS	1	80	120	120	400	DIN EN ISO 17294-2	95
Nickel (J)	mg/kg TS	1	100	150	150	500	DIN EN ISO 17294-2	38
Quecksilber (J)	mg/kg TS	0,01	1	1,5	1,5	5	DIN EN ISO 16772	0,30
Thallium (J)	mg/kg TS	0,1	0,7	2,1	2,1	7	DIN EN ISO 17294-2	0,3
Zink (J)	mg/kg TS	1	300	450	450	1500	DIN EN ISO 17294-2	490

Projekt: Entschlammung Fischmal

Untersuchung nach LAGA TR-Boden (Z0*, Z1.1, Z1.2, Z2)

Parameter	Einheit	BG	Grenzwerte				Probenbezeichnung	PS 3
			Z0*	Z1.1	Z1.2	Z2	Probenahmedatum	27.03.2013
							Labornummer	013047119
							Methode Einstufung	> Z2

Bestimmung aus dem Eluat

Parameter	Einheit	BG	Z0*	Z1.1	Z1.2	Z2	Norm	Ergebnis
pH-Wert (J)	ohne		6,5 - 9,5	6,5 - 9,5	6 - 12	5,5 - 12	DIN 38404-C5	7,9
el. Leitfähigkeit (25 °C) (J)	µS/cm	1	250	250	1500	2000	DIN EN 27888	689
Chlorid (J)	mg/l	0,1	30	30	50	100	DIN EN ISO 10304-1/2	6,1
Sulfat (J)	mg/l	0,1	20	20	50	200	DIN EN ISO 10304-1/2	1,8
Cyanid, gesamt (J)	µg/l	5	5	5	10	20	DIN EN ISO 14403	<5
Phenolindex (wdf.) (J)	µg/l	10	20	20	40	100	DIN EN ISO 14402	<10
BSB5 (J)	mg/l	3					DIN EN 1899-1	14
Arsen (J)	µg/l	1	14	14	20	60	DIN EN ISO 17294-2	26
Blei (J)	µg/l	1	40	40	80	200	DIN EN ISO 17294-2	<1
Cadmium (J)	µg/l	0,3	1,5	1,5	3	6	DIN EN ISO 17294-2	0,59
Chrom gesamt (J)	µg/l	1	12,5	12,5	25	60	DIN EN ISO 17294-2	4,7
Kupfer (J)	µg/l	5	20	20	60	100	DIN EN ISO 17294-2	<5
Nickel (J)	µg/l	1	15	15	20	70	DIN EN ISO 17294-2	3,3
Quecksilber (J)	µg/l	0,2	< 0,5	< 0,5	1	2	DIN EN ISO 17852	<0,2
Zink (J)	µg/l	10	150	150	200	600	DIN EN ISO 17294-2	<10

Bestimmung im Imbukationsversuch

Parameter	Einheit	BG	Z0*	Z1.1	Z1.2	Z2	Norm	Ergebnis
Sauerstoffverbrauchsrate von Schlamm	mg O ₂ / g oTS*h						OHNE	2,1

Anmerkung:

(n. b.*): nicht berechenbar, da zur Summenbestimmung nur Werte > BG verwendet werden

Anmerkung:

EUROFINS UMWELT übernimmt für die Rechtsverbindlichkeit der zitierten Grenzwerte keine Gewähr.

Projekt: Entschlammung Fischmal

Untersuchung nach LAGA TR-Boden (Z0*, Z1.1, Z1.2, Z2)

Parameter	Einheit	BG	Grenzwerte				Probenbezeichnung	PS 4
			Z0*	Z1.1	Z1.2	Z2	Probenahmedatum	26.03.2013
							Labornummer	013047120
							Methode Einstufung	> Z2
Farbe qual. (J)	ohne						organoleptische Prüfung	schwarz
Aussehen (J)	ohne						organoleptische Prüfung	Schlamm
Geruch (J)	ohne						organoleptische Prüfung	arttypisch

Bestimmung aus der Originalsubstanz

Trockenmasse (J)	Ma.-%	0,1					DIN EN 14346	33,1
Glühverlust (J)	Ma.-% TS	0,1					DIN EN 15169	15,4
EOX (J)	mg/kg TS	1	1	3	3	10	DIN 38414-S17	< 1
TOC (J)	Ma.-% TS	0,1	0,5	1,5	1,5	5	DIN EN 13137	7,04
Kohlenwasserstoffe C10-C22 (J)	mg/kg TS	50	200	300	300	1000	DIN EN 14039, LAGA KW 04	200
Kohlenwasserstoffe C10-C40 (J)	mg/kg TS	50	400	600	600	2000	DIN EN 14039, LAGA KW 04	1500
Benzol (J)	mg/kg TS	0,05					DIN ISO 22155	< 0,05
Toluol (J)	mg/kg TS	0,05					DIN ISO 22155	< 0,05
Ethylbenzol (J)	mg/kg TS	0,05					DIN ISO 22155	< 0,05
m-/p-Xylol (J)	mg/kg TS	0,05					DIN ISO 22155	< 0,05
o-Xylol (J)	mg/kg TS	0,05					DIN ISO 22155	< 0,05
Dichlormethan (J)	mg/kg TS	0,05					DIN ISO 22155	< 0,05
trans-1,2-Dichlorethen (J)	mg/kg TS	0,05					DIN ISO 22155	< 0,05
cis-1,2-Dichlorethen (J)	mg/kg TS	0,05					DIN ISO 22155	< 0,05
Trichlormethan (J)	mg/kg TS	0,05					DIN ISO 22155	< 0,05
1,1,1-Trichlorethan (J)	mg/kg TS	0,05					DIN ISO 22155	< 0,05
Tetrachlormethan (J)	mg/kg TS	0,05					DIN ISO 22155	< 0,05
Trichlorethen (J)	mg/kg TS	0,05					DIN ISO 22155	< 0,05
Tetrachlorethen (J)	mg/kg TS	0,05					DIN ISO 22155	< 0,05
Naphthalin (J)	mg/kg TS	0,05					DIN EN 15527 / DIN ISO 18287	< 0,05
Acenaphthylen (J)	mg/kg TS	0,05					DIN EN 15527 / DIN ISO 18287	< 0,05
Acenaphthen (J)	mg/kg TS	0,05					DIN EN 15527 / DIN ISO 18287	< 0,05
Fluoren (J)	mg/kg TS	0,05					DIN EN 15527 / DIN ISO 18287	< 0,05
Phenanthren (J)	mg/kg TS	0,05					DIN EN 15527 / DIN ISO 18287	< 0,05
Anthracen (J)	mg/kg TS	0,05					DIN EN 15527 / DIN ISO 18287	< 0,05
Fluoranthen (J)	mg/kg TS	0,05					DIN EN 15527 / DIN ISO 18287	0,27
Pyren (J)	mg/kg TS	0,05					DIN EN 15527 / DIN ISO 18287	0,24
Benz(a)anthracen (J)	mg/kg TS	0,05					DIN EN 15527 / DIN ISO 18287	0,12
Chrysen (J)	mg/kg TS	0,05					DIN EN 15527 / DIN ISO 18287	0,12
Benzo(b)fluoranthen (J)	mg/kg TS	0,05					DIN EN 15527 / DIN ISO 18287	0,23
Benzo(k)fluoranthen (J)	mg/kg TS	0,05					DIN EN 15527 / DIN ISO 18287	0,10
Benzo(a)pyren (J)	mg/kg TS	0,05	0,6	0,9	0,9	3	DIN EN 15527 / DIN ISO 18287	0,15
Indeno(1,2,3-cd)pyren (J)	mg/kg TS	0,05					DIN EN 15527 / DIN ISO 18287	0,10
Dibenz(a,h)anthracen (J)	mg/kg TS	0,05					DIN EN 15527 / DIN ISO 18287	< 0,05
Benzo(g,h,i)perylene (J)	mg/kg TS	0,05					DIN EN 15527 / DIN ISO 18287	0,13
Summe PAK (EPA) (J)	mg/kg TS		3	3	3	30	berechnet	1,46

Projekt: Entschlammung Fischmal

Untersuchung nach LAGA TR-Boden (Z0*, Z1.1, Z1.2, Z2)

Parameter	Einheit	BG	Grenzwerte				Probenbezeichnung	PS 4
			Z0*	Z1.1	Z1.2	Z2	Probenahmedatum	26.03.2013
							Labornummer	013047120
							Methode Einstufung	> Z2
PCB 28 (J)	mg/kg TS	0,01					DIN EN 15308	< 0,01
PCB 52 (J)	mg/kg TS	0,01					DIN EN 15308	< 0,01
PCB 101 (J)	mg/kg TS	0,01					DIN EN 15308	< 0,01
PCB 153 (J)	mg/kg TS	0,01					DIN EN 15308	< 0,01
PCB 138 (J)	mg/kg TS	0,01					DIN EN 15308	< 0,01
PCB 180 (J)	mg/kg TS	0,01					DIN EN 15308	< 0,01
Summe 6 PCB (J)	mg/kg TS		0,1	0,15	0,15	0,5	berechnet	(n. b.*)
PCB 118 (J)	mg/kg TS	0,01					DIN EN 15308	< 0,01
Summe 7 PCB (J)	mg/kg TS						berechnet	(n. b.*)
CSB (J)	mg O2/g OS	3					analog DIN 38414-S9	206
Cyanid, gesamt (J)	mg/kg TS	0,5					DIN ISO 17380	< 0,5
Stickstoff, gesamt (J)	% OS	0,01					DIN 19684-4	0,36
Summe BTEX (J)	mg/kg TS						berechnet	(n. b.*)
Vinylchlorid (J)	mg/kg TS	0,05					DIN ISO 22155	< 0,05
1,1,2-Trichlorethan (J)	mg/kg TS	0,05					DIN ISO 22155	< 0,05
1,1-Dichlorethen (J)	mg/kg TS	0,05					DIN ISO 22155	< 0,05
1,2-Dichlorethan (J)	mg/kg TS	0,05					DIN ISO 22155	< 0,05
Summe 12 LHKW (J)	mg/kg TS						berechnet	(n. b.*)

Pflanzennährstoffe, Gesamtgehalte

Phosphor als P2O5 (J)	Ma.-% TS	0,01					gemäß Methodenbuch der BGK e.V.	1,12
-----------------------	----------	------	--	--	--	--	---------------------------------	------

Bestimmung aus dem Königswasseraufschluss

Arsen (J)	mg/kg TS	0,8	15	45	45	150	DIN EN ISO 17294-2	20
Blei (J)	mg/kg TS	2	140	210	210	700	DIN EN ISO 17294-2	84
Cadmium (J)	mg/kg TS	0,2	1	3	3	10	DIN EN ISO 17294-2	1,3
Chrom (J)	mg/kg TS	1	120	180	180	600	DIN EN ISO 17294-2	48
Kupfer (J)	mg/kg TS	1	80	120	120	400	DIN EN ISO 17294-2	150
Nickel (J)	mg/kg TS	1	100	150	150	500	DIN EN ISO 17294-2	39
Quecksilber (J)	mg/kg TS	0,01	1	1,5	1,5	5	DIN EN ISO 16772	0,28
Thallium (J)	mg/kg TS	0,1	0,7	2,1	2,1	7	DIN EN ISO 17294-2	0,3
Zink (J)	mg/kg TS	1	300	450	450	1500	DIN EN ISO 17294-2	580

Projekt: Entschlammung Fischmal

Untersuchung nach LAGA TR-Boden (Z0*, Z1.1, Z1.2, Z2)

Parameter	Einheit	BG	Grenzwerte				Probenbezeichnung	PS 4
			Z0*	Z1.1	Z1.2	Z2	Probenahmedatum	26.03.2013
							Labornummer	013047120
							Methode Einstufung	> Z2

Bestimmung aus dem Eluat

Parameter	Einheit	BG	Z0*	Z1.1	Z1.2	Z2	Norm	Ergebnis
pH-Wert (J)	ohne		6,5 - 9,5	6,5 - 9,5	6 - 12	5,5 - 12	DIN 38404-C5	8,1
el. Leitfähigkeit (25 °C) (J)	µS/cm	1	250	250	1500	2000	DIN EN 27888	1440
Chlorid (J)	mg/l	0,1	30	30	50	100	DIN EN ISO 10304-1/2	6,8
Sulfat (J)	mg/l	0,1	20	20	50	200	DIN EN ISO 10304-1/2	1,2
Cyanid, gesamt (J)	µg/l	5	5	5	10	20	DIN EN ISO 14403	<5
Phenolindex (wdf.) (J)	µg/l	10	20	20	40	100	DIN EN ISO 14402	<10
BSB5 (J)	mg/l	3					DIN EN 1899-1	18
Arsen (J)	µg/l	1	14	14	20	60	DIN EN ISO 17294-2	19
Blei (J)	µg/l	1	40	40	80	200	DIN EN ISO 17294-2	<1
Cadmium (J)	µg/l	0,3	1,5	1,5	3	6	DIN EN ISO 17294-2	0,45
Chrom gesamt (J)	µg/l	1	12,5	12,5	25	60	DIN EN ISO 17294-2	<1
Kupfer (J)	µg/l	5	20	20	60	100	DIN EN ISO 17294-2	<5
Nickel (J)	µg/l	1	15	15	20	70	DIN EN ISO 17294-2	5,1
Quecksilber (J)	µg/l	0,2	< 0,5	< 0,5	1	2	DIN EN ISO 17852	<0,2
Zink (J)	µg/l	10	150	150	200	600	DIN EN ISO 17294-2	70

Bestimmung im Imbukationsversuch

Parameter	Einheit	BG	Z0*	Z1.1	Z1.2	Z2	Norm	Ergebnis
Sauerstoffverbrauchsrate von Schlamm	mg O ₂ / g oTS*h						OHNE	1,5

Anmerkung:

(n. b.*): nicht berechenbar, da zur Summenbestimmung nur Werte > BG verwendet werden

Anmerkung:

EUROFINS UMWELT übernimmt für die Rechtsverbindlichkeit der zitierten Grenzwerte keine Gewähr.

Projekt: Entschlammung Fischmal

Untersuchung nach LAGA TR-Boden (Z0*, Z1.1, Z1.2, Z2)

Parameter	Einheit	BG	Grenzwerte				Probenbezeichnung	PS 5b
			Z0*	Z1.1	Z1.2	Z2	Probenahmedatum	27.03.2013
						Labornummer	013047121	
						Methode Einstufung	> Z2	
Farbe qual. (J)	ohne						organoleptische Prüfung	schwarz
Aussehen (J)	ohne						organoleptische Prüfung	Schlamm
Geruch (J)	ohne						organoleptische Prüfung	arttypisch

Bestimmung aus der Originalsubstanz

Trockenmasse (J)	Ma.-%	0,1					DIN EN 14346	34,2
Glühverlust (J)	Ma.-% TS	0,1					DIN EN 15169	13,5
EOX (J)	mg/kg TS	1	1	3	3	10	DIN 38414-S17	< 1
TOC (J)	Ma.-% TS	0,1	0,5	1,5	1,5	5	DIN EN 13137	5,97
Kohlenwasserstoffe C10-C22 (J)	mg/kg TS	50	200	300	300	1000	DIN EN 14039, LAGA KW 04	240
Kohlenwasserstoffe C10-C40 (J)	mg/kg TS	50	400	600	600	2000	DIN EN 14039, LAGA KW 04	2000
Benzol (J)	mg/kg TS	0,05					DIN ISO 22155	< 0,05
Toluol (J)	mg/kg TS	0,05					DIN ISO 22155	< 0,05
Ethylbenzol (J)	mg/kg TS	0,05					DIN ISO 22155	< 0,05
m-/p-Xylol (J)	mg/kg TS	0,05					DIN ISO 22155	< 0,05
o-Xylol (J)	mg/kg TS	0,05					DIN ISO 22155	< 0,05
Dichlormethan (J)	mg/kg TS	0,05					DIN ISO 22155	< 0,05
trans-1,2-Dichlorethen (J)	mg/kg TS	0,05					DIN ISO 22155	< 0,05
cis-1,2-Dichlorethen (J)	mg/kg TS	0,05					DIN ISO 22155	< 0,05
Trichlormethan (J)	mg/kg TS	0,05					DIN ISO 22155	< 0,05
1,1,1-Trichlorethan (J)	mg/kg TS	0,05					DIN ISO 22155	< 0,05
Tetrachlormethan (J)	mg/kg TS	0,05					DIN ISO 22155	< 0,05
Trichlorethen (J)	mg/kg TS	0,05					DIN ISO 22155	< 0,05
Tetrachlorethen (J)	mg/kg TS	0,05					DIN ISO 22155	< 0,05
Naphthalin (J)	mg/kg TS	0,05					DIN EN 15527 / DIN ISO 18287	< 0,05
Acenaphthylen (J)	mg/kg TS	0,05					DIN EN 15527 / DIN ISO 18287	< 0,05
Acenaphthen (J)	mg/kg TS	0,05					DIN EN 15527 / DIN ISO 18287	< 0,05
Fluoren (J)	mg/kg TS	0,05					DIN EN 15527 / DIN ISO 18287	< 0,05
Phenanthren (J)	mg/kg TS	0,05					DIN EN 15527 / DIN ISO 18287	< 0,05
Anthracen (J)	mg/kg TS	0,05					DIN EN 15527 / DIN ISO 18287	< 0,05
Fluoranthen (J)	mg/kg TS	0,05					DIN EN 15527 / DIN ISO 18287	0,34
Pyren (J)	mg/kg TS	0,05					DIN EN 15527 / DIN ISO 18287	0,30
Benz(a)anthracen (J)	mg/kg TS	0,05					DIN EN 15527 / DIN ISO 18287	0,15
Chrysen (J)	mg/kg TS	0,05					DIN EN 15527 / DIN ISO 18287	0,16
Benzo(b)fluoranthen (J)	mg/kg TS	0,05					DIN EN 15527 / DIN ISO 18287	0,28
Benzo(k)fluoranthen (J)	mg/kg TS	0,05					DIN EN 15527 / DIN ISO 18287	< 0,05
Benzo(a)pyren (J)	mg/kg TS	0,05	0,6	0,9	0,9	3	DIN EN 15527 / DIN ISO 18287	0,18
Indeno(1,2,3-cd)pyren (J)	mg/kg TS	0,05					DIN EN 15527 / DIN ISO 18287	< 0,05
Dibenz(a,h)anthracen (J)	mg/kg TS	0,05					DIN EN 15527 / DIN ISO 18287	< 0,05
Benzo(g,h,i)perylene (J)	mg/kg TS	0,05					DIN EN 15527 / DIN ISO 18287	0,17
Summe PAK (EPA) (J)	mg/kg TS		3	3	3	30	berechnet	1,58

Projekt: Entschlammung Fischmal

Untersuchung nach LAGA TR-Boden (Z0*, Z1.1, Z1.2, Z2)

Parameter	Einheit	BG	Grenzwerte				Probenbezeichnung	PS 5b
			Z0*	Z1.1	Z1.2	Z2	Probenahmedatum	27.03.2013
							Labornummer	013047121
							Methode Einstufung	> Z2
PCB 28 (J)	mg/kg TS	0,01					DIN EN 15308	< 0,01
PCB 52 (J)	mg/kg TS	0,01					DIN EN 15308	< 0,01
PCB 101 (J)	mg/kg TS	0,01					DIN EN 15308	< 0,01
PCB 153 (J)	mg/kg TS	0,01					DIN EN 15308	< 0,01
PCB 138 (J)	mg/kg TS	0,01					DIN EN 15308	< 0,01
PCB 180 (J)	mg/kg TS	0,01					DIN EN 15308	< 0,01
Summe 6 PCB (J)	mg/kg TS		0,1	0,15	0,15	0,5	berechnet	(n. b.*)
PCB 118 (J)	mg/kg TS	0,01					DIN EN 15308	< 0,01
Summe 7 PCB (J)	mg/kg TS						berechnet	(n. b.*)
CSB (J)	mg O2/g OS	3					analog DIN 38414-S9	190
Cyanid, gesamt (J)	mg/kg TS	0,5					DIN ISO 17380	1,5
Stickstoff, gesamt (J)	% OS	0,01					DIN 19684-4	0,35
Summe BTEX (J)	mg/kg TS						berechnet	(n. b.*)
Vinylchlorid (J)	mg/kg TS	0,05					DIN ISO 22155	< 0,05
1,1,2-Trichlorethan (J)	mg/kg TS	0,05					DIN ISO 22155	< 0,05
1,1-Dichlorethen (J)	mg/kg TS	0,05					DIN ISO 22155	< 0,05
1,2-Dichlorethan (J)	mg/kg TS	0,05					DIN ISO 22155	< 0,05
Summe 12 LHKW (J)	mg/kg TS						berechnet	(n. b.*)

Pflanzennährstoffe, Gesamtgehalte

Phosphor als P2O5 (J)	Ma.-% TS	0,01					gemäß Methodenbuch der BGK e.V.	1,11
-----------------------	----------	------	--	--	--	--	---------------------------------	------

Bestimmung aus dem Königswasseraufschluss

Arsen (J)	mg/kg TS	0,8	15	45	45	150	DIN EN ISO 17294-2	17
Blei (J)	mg/kg TS	2	140	210	210	700	DIN EN ISO 17294-2	77
Cadmium (J)	mg/kg TS	0,2	1	3	3	10	DIN EN ISO 17294-2	1,4
Chrom (J)	mg/kg TS	1	120	180	180	600	DIN EN ISO 17294-2	42
Kupfer (J)	mg/kg TS	1	80	120	120	400	DIN EN ISO 17294-2	120
Nickel (J)	mg/kg TS	1	100	150	150	500	DIN EN ISO 17294-2	34
Quecksilber (J)	mg/kg TS	0,01	1	1,5	1,5	5	DIN EN ISO 16772	0,28
Thallium (J)	mg/kg TS	0,1	0,7	2,1	2,1	7	DIN EN ISO 17294-2	0,3
Zink (J)	mg/kg TS	1	300	450	450	1500	DIN EN ISO 17294-2	510

Projekt: Entschlammung Fischmal

Untersuchung nach LAGA TR-Boden (Z0*, Z1.1, Z1.2, Z2)

Parameter	Einheit	BG	Grenzwerte				Probenbezeichnung	PS 5b
			Z0*	Z1.1	Z1.2	Z2	Probenahmedatum	013047121
							27.03.2013	
							013047121	
							> Z2	

Bestimmung aus dem Eluat

Parameter	Einheit	BG	Z0*	Z1.1	Z1.2	Z2	Norm	Ergebnis
pH-Wert (J)	ohne		6,5 - 9,5	6,5 - 9,5	6 - 12	5,5 - 12	DIN 38404-C5	7,9
el. Leitfähigkeit (25 °C) (J)	µS/cm	1	250	250	1500	2000	DIN EN 27888	1230
Chlorid (J)	mg/l	0,1	30	30	50	100	DIN EN ISO 10304-1/2	5,1
Sulfat (J)	mg/l	0,1	20	20	50	200	DIN EN ISO 10304-1/2	2,5
Cyanid, gesamt (J)	µg/l	5	5	5	10	20	DIN EN ISO 14403	<5
Phenolindex (wdf.) (J)	µg/l	10	20	20	40	100	DIN EN ISO 14402	<10
BSB5 (J)	mg/l	3					DIN EN 1899-1	19
Arsen (J)	µg/l	1	14	14	20	60	DIN EN ISO 17294-2	17
Blei (J)	µg/l	1	40	40	80	200	DIN EN ISO 17294-2	<1
Cadmium (J)	µg/l	0,3	1,5	1,5	3	6	DIN EN ISO 17294-2	0,57
Chrom gesamt (J)	µg/l	1	12,5	12,5	25	60	DIN EN ISO 17294-2	<1
Kupfer (J)	µg/l	5	20	20	60	100	DIN EN ISO 17294-2	<5
Nickel (J)	µg/l	1	15	15	20	70	DIN EN ISO 17294-2	3,9
Quecksilber (J)	µg/l	0,2	< 0,5	< 0,5	1	2	DIN EN ISO 17852	<0,2
Zink (J)	µg/l	10	150	150	200	600	DIN EN ISO 17294-2	28

Bestimmung im Imbukationsversuch

Parameter	Einheit	BG	Z0*	Z1.1	Z1.2	Z2	Norm	Ergebnis
Sauerstoffverbrauchsrate von Schlamm	mg O ₂ / g oTS*h						OHNE	1,3

Anmerkung:

(n. b.*): nicht berechenbar, da zur Summenbestimmung nur Werte > BG verwendet werden

Anmerkung:

EUROFINS UMWELT übernimmt für die Rechtsverbindlichkeit der zitierten Grenzwerte keine Gewähr.



RESERVERAUM FÜR EXTREMHOCHWASSER HÖRDTER RHEINAUE

Vorgezogene Maßnahmen:

**Neubau des Schöpfwerks Leimersheim/
Maßnahmen zur Anpassung der
Binnenentwässerung südlich des
Reserveraums**

Anlage A-2.3-2

ERGEBNISSE DER WASSERANALYTIK NACH LAGA

EUROFINS Umwelt West GmbH · Ndl. Neustadt · Lachener Straße 88 · D-67433 Neustadt

**GefaÖ - Gesellschaft für angewandte
Ökologie und Umweltberatung mbh
Impexstraße 5**

69190 Walldorf

**Titel: Prüfbericht zu Auftrag 01315586
Prüfberichtsnummer: Nr. 67909002**

**Projektnummer: Nr. 67909
Projektbezeichnung: Entschlammung Fischmal
Probenumfang: 5 Proben
Probenart: Wasser
Probenahmezeitraum: 23.04.2013
Probeneingang: 24.04.2013
Prüfzeitraum: 24.04.2013 - 15.05.2013**

Untervergabe im Firmenverbund:
Analyse erfolgte in einem akkreditierten Partnerlabor der EUROFINS-Gruppe:
(J)

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die untersuchten Prüfgegenstände. Sofern die Proben nicht durch unser Labor oder in unserem Auftrag genommen wurden, wird die Verantwortung für die Richtigkeit der Probenahme abgelehnt. Dieser Prüfbericht ist nur mit Unterschrift gültig und darf nur vollständig und unverändert weiterverbreitet werden. Auszüge oder Änderungen bedürfen in jedem Einzelfall der Genehmigung der EUROFINS UMWELT.

Es gelten die Allgemeinen Verkaufsbedingungen (AVB) Stand Januar 2011, sofern nicht andere Regelungen vereinbart sind. Die aktuellen AVB können Sie jederzeit bei uns anfordern.

Nach DIN EN ISO/IEC 17025 durch die DAkKS Deutsche Akkreditierungsstelle GmbH akkreditiertes Prüflaboratorium. Die Akkreditierung gilt für die in der Urkunde aufgeführten Prüfverfahren.

Neustadt, den 16.05.2013



A. Huber
Prüfleiter
Tel.: 06321 / 9178 - 30



Projekt: Entschlammung Fischmal

Probenbezeichnung		Fischmal WF 1	Fischmal WF 2	Fischmal WF 3	Fischmal WF 4	Fischmal WF 5		
Parameter	Einheit	BG	Probenahmedatum	Labornummer	Methode	Probenahmedatum	Labornummer	
Nitrat-Stickstoff (J)	mg/l	0,25	DIN EN ISO 10304-1	2,3	2,2	2,1	1,7	1,5
Nitrit-Stickstoff (J)	mg/l	0,003	DIN EN 28777	0,040	0,052	0,10	0,088	0,043
Ammonium-Stickstoff (J)	mg/l	0,03	DIN EN ISO 11732	0,05	0,05	0,08	0,60	0,17
ortho-Phosphat (J)	mg/l	0,05	DIN EN ISO 15681-2	0,14	0,12	0,12	0,092	0,083
DOC (J)	mg/l	0,5	DIN EN 1484	4,5	4,5	4,7	4,3	4,7
BSB ₅ (J)	mg/l	3	DIN EN 1899-1	< 3	< 3	< 3	< 3	3
Chlorid (J)	mg/l	0,1	DIN EN ISO 10304-1/2	55,9	56,1	57,4	61,8	57,0
Sulfat (J)	mg/l	0,1	DIN EN ISO 10304-1/2	102	102	99,2	111	97,0
Arsen (J)	mg/l	0,001	DIN EN ISO 17294-2	0,0014	0,0011	< 0,0010	0,0012	< 0,0010
Blei (J)	mg/l	0,001	DIN EN ISO 17294-2	< 0,0010	< 0,0010	< 0,0010	< 0,0010	< 0,0010
Bor (J)	mg/l	0,005	DIN EN ISO 11885	0,033	0,028	0,029	0,030	0,031
Cadmium (J)	mg/l	0,0002	DIN EN ISO 17294-2	< 0,00020	< 0,00020	< 0,00020	< 0,00020	0,00051
Chrom gesamt (J)	mg/l	0,001	DIN EN ISO 17294-2	0,0011	< 0,0010	< 0,0010	< 0,0010	< 0,0010
Eisen (J)	mg/l	0,01	DIN EN ISO 11885	0,054	0,043	0,037	0,027	0,024
Kupfer (J)	mg/l	0,01	DIN EN ISO 17294-2	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
Nickel (J)	mg/l	0,001	DIN EN ISO 17294-2	0,0011	< 0,0010	0,0018	< 0,0010	0,0016
Phosphor (J)	mg/l	0,2	DIN EN ISO 11885	< 0,20	< 0,20	< 0,20	< 0,20	< 0,20
Quecksilber (J)	mg/l	0,00005	DIN EN ISO 17852	< 0,000050	< 0,000050	< 0,000050	< 0,000050	< 0,000050
Thallium (J)	mg/l	0,0002	DIN EN ISO 17294-2	< 0,00020	< 0,00020	< 0,00020	< 0,00020	< 0,00020
Zink (J)	mg/l	0,002	DIN EN ISO 17294-2	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002
Chlorophyll-A (J)	µg/l	1	DIN 38412-16	-	11	10	12	-



RESERVERAUM FÜR EXTREMHOCHWASSER HÖRDTER RHEINAUE

Vorgezogene Maßnahmen:

**Neubau des Schöpfwerks Leimersheim/
Maßnahmen zur Anpassung der
Binnenentwässerung südlich des
Reserveraums**

Anlage A-2.3-3

ERGEBNISSE DER WASSERANALYTIK NACH LAGA

EUROFINS Umwelt West GmbH · Ndl. Neustadt · Lachener Straße 88 · D-67433 Neustadt

**GefaÖ - Gesellschaft für angewandte
Ökologie und Umweltberatung mbh
Herr Marthaler
Impexstraße 5**

69190 Walldorf

Titel: Prüfbericht zu Auftrag 01376541
Prüfberichtsnummer: Nr. 67909003

Projektnummer: Nr. 67909
Projektbezeichnung: Entschlammung Fischmal
Probenumfang: 5 Proben
Probenart: Wasser
Probenehmer: Auftraggeber
Probenahmezeitraum: 23.09.2013
Probeneingang: 24.09.2013
Prüfzeitraum: 24.09.2013 - 14.10.2013

Untervergabe im Firmenverbund:

Analyse erfolgte in einem akkreditierten Partnerlabor der EUROFINS-Gruppe:

(J)

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die untersuchten Prüfgegenstände. Sofern die Proben nicht durch unser Labor oder in unserem Auftrag genommen wurden, wird die Verantwortung für die Richtigkeit der Probenahme abgelehnt. Dieser Prüfbericht ist nur mit Unterschrift gültig und darf nur vollständig und unverändert weiterverbreitet werden. Auszüge oder Änderungen bedürfen in jedem Einzelfall der Genehmigung der EUROFINS UMWELT.

Es gelten die Allgemeinen Verkaufsbedingungen (AVB), sofern nicht andere Regelungen vereinbart sind.

Die aktuellen AVB können Sie jederzeit unter <http://www.eurofins.de/umwelt/avb.aspx> einsehen.

Nach DIN EN ISO/IEC 17025 durch die DAkKS Deutsche Akkreditierungsstelle GmbH akkreditiertes Prüflaboratorium.

Die Akkreditierung gilt für die in der Urkunde aufgeführten Prüfverfahren.

Neustadt, den 14.10.2013



A. Huber

Prüfleiter

Tel.: 06321 / 9178 - 30



Deutsche
Akkreditierungsstelle
D-PL-14078-01-00

Projekt: Entschlammung Fischmal

Parameter	Einheit	BG	Probenbezeichnung	Fischmal WF 1	Fischmal WF 2	Fischmal WF 3	Fischmal WF 4	Fischmal WF 5
			Probenahmedatum	23.09.2013	23.09.2013	23.09.2013	23.09.2013	23.09.2013
			Labornummer	013155359	013155360	013155361	013155362	013155363
			Methode					
Chlorophyll-A (J)	µg/l	1	DIN 38412-16	-	3	5	4	-
Chlorid (J)	mg/l	0,1	DIN EN ISO 10304-1/2	38,0	36,8	33,6	38,3	31,1
Sulfat (J)	mg/l	0,1	DIN EN ISO 10304-1/2	42,0	41,3	39,1	18,2	36,3
Nitrat-Stickstoff (J)	mg/l	0,25	DIN EN ISO 10304-1	1,8	1,9	1,7	0,65	1,8
Nitrit-Stickstoff (J)	mg/l	0,003	DIN EN 26777	0,009	0,018	0,021	0,012	0,037
Ammonium-Stickstoff (J)	mg/l	0,03	DIN EN ISO 11732	< 0,03	0,05	0,18	4,0	0,09
DOC (J)	mg/l	1	DIN EN 1484	5,4	5,7	6,1	5,3	6,6
BSB ₅ (J)	mg/l	3	DIN EN 1899-1	< 3	< 3	< 3	3	3
Arsen (J)	mg/l	0,001	DIN EN ISO 17294-2	0,0018	0,0015	0,0018	0,019	< 0,0010
Blei (J)	mg/l	0,001	DIN EN ISO 17294-2	< 0,0010	< 0,0010	< 0,0010	< 0,0010	< 0,0010
Bor (J)	mg/l	0,005	DIN EN ISO 17294-2	0,031	0,032	0,031	0,029	0,032
Cadmium (J)	mg/l	0,0002	DIN EN ISO 17294-2	< 0,00020	< 0,00020	< 0,00020	< 0,00020	< 0,00020
Chrom gesamt (J)	mg/l	0,001	DIN EN ISO 17294-2	< 0,0010	< 0,0010	< 0,0010	< 0,0010	< 0,0010
Eisen (J)	mg/l	0,005	analog DIN EN ISO 17294-2	0,13	0,10	0,11	8,1	0,17
Kupfer (J)	mg/l	0,001	DIN EN ISO 17294-2	0,0041	0,0032	0,0013	0,0016	0,0031
Nickel (J)	mg/l	0,001	DIN EN ISO 17294-2	0,0020	0,0017	0,0011	0,0011	0,0015
Quecksilber (J)	mg/l	0,00005	DIN EN ISO 17852	< 0,000050	< 0,000050	< 0,000050	< 0,000050	< 0,000050
Thallium (J)	mg/l	0,0002	DIN EN ISO 17294-2	< 0,00020	< 0,00020	< 0,00020	< 0,00020	< 0,00020
Zink (J)	mg/l	0,002	DIN EN ISO 17294-2	0,003	< 0,002	< 0,002	< 0,002	0,005
ortho-Phosphat (J)	mg/l	0,05	DIN EN ISO 15681-2	0,14	0,12	0,12	0,061	0,18
Phosphor (J)	mg/l	0,2	DIN EN ISO 11885	< 0,20	< 0,20	< 0,20	1,4	< 0,20