

Licca liber, Abschnitt I

Erläuterungsbericht - Genehmigungsplanung

Inhaltsverzeichnis	Seite
1 Vorhabensträger	7
2 Projektgebiet und Zweck des Vorhabens	7
2.1 Projektgebiet	7
2.2 Zweck des Vorhabens	8
2.3 Erfordernis des Projekts und rechtliche Grundlagen	9
2.3.1 Hintergrund und Ausgangslage	9
2.3.2 Rechtliche Grundlagen und Zielvorgaben	10
2.3.2.1 Wasserrahmenrichtlinie (WRRL, 2000/60/EG)	10
2.3.2.2 Wasserhaushaltsgesetz (WHG)	10
2.3.2.3 FFH-Richtlinie (92/43/EWG)	10
2.3.2.4 Notwendigkeit der Maßnahmen	11
2.3.2.5 Prüfung der Nullvariante	11
2.3.3 Zusammenfassung	12
3 Allgemeine Festlegungen – Lage- und Höhensystem	12
4 Bestehende Verhältnisse / Randbedingungen	13
4.1 Regulierung des Lechs und Staustufenausbau	13
4.2 Boden- und Untergrundverhältnisse	16
4.2.1 Geologische Situation	16
4.2.2 Altlasten	16
4.2.3 Grundwassersituation	19
4.3 Gewässernetz und Hydrographie	19
4.3.1 Pegeldaten - Pegel Haunstetten	19
4.3.2 Auswirkungen des Klimawandels auf das Abflussregime des Lechs	22
4.3.3 Steuerung des Forggensees	22
4.3.4 Schwellbetrieb im Lech und Abflussabgabe an der Staustufe 23	23
4.4 Soilmorphologie des Lechs	23
4.4.1 Auswertung Querprofilaufnahmen	23
4.4.1.1 Querprofil und Lotrechtendefinition	23

4.4.1.2	Mittlere Sohle	25
4.4.1.3	Massensummenlinien.....	26
4.4.1.4	Interpretation und Bewertung der Sohlentwicklung.....	30
4.4.2	Oberkante Tertiär.....	31
4.5	Bestehende Hochwassersituation	32
4.6	Sparten und Brücken.....	33
4.7	Kampfmittel	33
4.7.1	Bewertung Kampfmittelverdacht	34
4.7.2	Kampfmittelräumkonzept	36
4.8	Wald.....	37
4.9	Naturschutzrechtlich geschützte Gebiete	38
4.9.1	FFH Gebiet Lechauen zwischen Königsbrunn und Augsburg (DE 7631-371)	40
4.9.2	Naturschutzgebiet Stadtwald Augsburg (NSG-00469.01)	41
4.9.3	Naturschutzgebiet Kissinger Heide (NSG-00083.01)	43
4.9.4	Landschaftsschutzgebiet Lechauen nördlich von Augsburg, Kuhseegebiet und östlicher Uferschutzstreifen	44
4.10	EG-Wasserrahmenrichtlinie.....	44
4.11	Trinkwasserversorgung	46
4.12	Rechtsverhältnisse – Unterhaltungspflicht.....	47
5	Art und Umfang des Vorhabens	48
5.1	Voruntersuchungen.....	48
5.1.1	Flussdialog	48
5.1.2	Umsetzungskonzept	49
5.1.3	Weiterführende Untersuchungen	49
5.2	Leitbild und Entwicklungsziele.....	56
5.3	Allgemeines	60
5.3.1	Umsetzungsdauer – Unsicherheiten – Konsequenzen für die Planung	60
5.3.2	Varianten- bzw. Alternativenprüfung	61
5.3.3	Einteilung in Abschnitte.....	62
5.3.4	Begriffe	63
5.4	Beschreibung der Maßnahmen	64
5.4.1	Übersicht über die geplanten Maßnahmen – prognostizierter Endzustand – Wirkung der Maßnahmen	64
5.4.1.1	Maßnahmenübersicht.....	64
5.4.1.2	Wirkung der Maßnahmen und Konsequenzen für die Reihenfolge in der Umsetzung	67
5.4.2	Aufgelöste Sohlrampen.....	71
5.4.2.1	Allgemein	71

5.4.2.2	Sohlrampe Fkm 53,4	88
5.4.2.3	Sohlrampe Fkm 50,4	94
5.4.3	Eigendynamische Aufweitungen – Rückbau der Ufersicherung ...	100
5.4.4	Sohlsicherung Fkm 56,20 – 56,65.....	107
5.4.4.1	Situation und Erfordernis einer Maßnahme zur Sohlsicherung	107
5.4.4.2	Planungsgrundlagen	110
5.4.4.3	Variantenuntersuchung	113
5.4.4.4	Beschreibung der Maßnahme	114
5.4.5	Flächige Vorlandabsenkungen - Sekundärauen.....	118
5.4.5.1	Allgemein	118
5.4.5.2	Naturschutz- und forstfachliche Optimierung	118
5.4.5.3	Flächenbilanz und Materialmanagement.....	121
5.4.5.4	Abflussaufteilung	122
5.4.5.5	Sicherungsmaßnahmen	124
5.4.5.6	Rückbau Trinkwasserbrunnen.....	126
5.4.5.7	Umsetzung - Zeitplan	127
5.4.6	Nebengewässer.....	128
5.4.6.1	Allgemein	128
5.4.6.2	Naturschutzfachliche und gewässerökologische Optimierung	128
5.4.6.3	Planung Nebengewässer	129
5.4.6.4	Umsetzung - Zeitplan	132
5.4.7	Rückbau Abstürze	132
5.4.7.1	Allgemein	132
5.4.7.2	Zeitpunkt des Rückbaus.....	134
5.4.8	Rückverlegung Deiche.....	141
5.4.8.1	Vorüberlegungen und Alternativenprüfung	141
5.4.8.2	Abschnitt 1	149
5.4.8.3	Abschnitt 2	150
5.4.8.4	Abschnitt 3	151
5.4.8.5	Abschnitt 4	151
5.4.8.6	Abschnitt 6	151
5.4.9	Geschiebezugabe.....	152
5.4.9.1	Ergebnisse der weiterführenden Untersuchungen.....	152
5.4.9.2	Geschiebezugabe im Umsetzungszeitraum	152
5.4.9.3	Geschiebezugabe im Endzustand.....	153

5.4.9.4	Mögliche Bereiche für eine Geschiebezugabe (Berücksichtigung der Zugänglichkeit).....	153
5.4.9.5	Geschiebedurchgängigkeit im weiteren Verlauf des Lechs	155
5.4.9.6	Geschiebequelle (Flächen für die Kiesentnahme)	156
5.4.9.7	Anforderungen an die Geschiebezugabe	156
5.4.10	Anbindung Grundwasserseen	157
5.4.10.1	Allgemein	157
5.4.10.2	Weitmannsee	159
5.4.10.3	Auensee	162
5.4.10.4	Kuhsee	164
5.4.11	Anbindung Gießler Überlauf	165
5.4.11.1	Grundlagen	165
5.4.11.2	Schnittstelle LIFE Projekt „Stadtwaldbäche“	166
5.4.11.3	Naturnahes Gewässer zwischen Gießler Überlauf und Lech	167
5.4.11.4	Sielbauwerk	174
5.4.11.5	Bauliche Umsetzung, Zeitplan	175
5.4.12	Sicherungsmaßnahmen	175
5.4.12.1	Sicherung der bestehenden Deiche (bzw. des wasserseitigen Deichfußes) im Bereich von eigendynamischen Aufweitungen	176
5.4.12.2	Ufersicherung im Bereich der Sekundärauen	182
5.4.12.3	Sicherung der Böschungen der Sekundärauen hinsichtlich einer nicht zulässigen weiteren lateralen Entwicklung ...	186
5.4.12.4	Sicherung der Nebengewässer hinsichtlich einer nicht zulässigen Aufweitung	187
5.4.12.5	Sicherung der Einlaufbereiche der Nebengewässer	187
5.4.12.6	Ufersicherung im Bereich der Zu- und Ablaufstrecken der Sohlrampen	192
5.4.12.7	Ufersicherung im Bereich der temporär verbleibenden Abstürze	192
5.4.12.8	Lokale Lauffixierungen in den Abschnitten 6 und 7	193
5.4.13	Rückverlegung von Wegen	194
5.4.14	Sonstige Maßnahmen	196
5.4.14.1	Pegel Haunstetten	196
5.4.14.2	Düker Fkm 48,4	197
5.4.14.3	Düker Fkm 52,7	197

5.4.14.4	Strommasten LVN Rampe 50,4.....	198
5.4.14.5	Fkm-Steine.....	200
5.4.14.6	Rückbau Grundwassermessstellen	200
5.4.15	Materialmanagement	203
5.4.16	Monitoring.....	206
5.4.16.1	Flussmorphologie, Wasserspiegel und Sohlschubspannungen.....	206
5.4.16.2	Grundwasser und Grundwasserseen	209
5.4.17	Baustraßen und Baustelleneinrichtungsflächen	213
5.4.17.1	Baustraßen	213
5.4.17.2	Abschätzung der Anzahl an Fahrten für den Materialtransport	215
5.4.17.3	Baustelleneinrichtungsflächen.....	217
5.4.18	Sparten.....	217
5.4.19	Anpassungsmaßnahmen infolge des Klimawandels	218
5.4.20	Umgang mit Unsicherheiten in der Prognose	219
5.5	Ergänzende gewässerökologische Strukturierungsmaßnahmen	221
5.6	Zeitplan für die Umsetzung	222
5.6.1	Umsetzungspakete - Zeitplan	222
5.6.2	Randbedingungen für die Umsetzung.....	224
5.7	Ausnahmegenehmigung von Regelungen der Wasserschutzgebietsverordnungen	225
6	Auswirkungen des Vorhabens.....	226
6.1	Hauptwerte des Lechs.....	226
6.2	Wasserbeschaffenheit.....	226
6.3	Überschwemmungsgebiet und Hochwassersituation.....	226
6.3.1	Hydraulisches Modell.....	226
6.3.2	Überschwemmungsgebiet.....	227
6.3.3	Hochwassersituation.....	229
6.3.3.1	Bemessungshochwasser	229
6.3.3.2	Extremes Hochwasserereignis – Resilienz.....	229
6.4	Grundwasser und Grundwasserleiter	231
6.4.1	Modellaufbau, Kalibrierung und Validierung	231
6.4.2	Modelleinsatz.....	231
6.5	Natur und Landschaft.....	237
6.6	Wohnungs- und Siedlungswesen	238
6.7	Öffentliche Sicherheit und Verkehr	238
6.8	Anlieger und Grundstücke.....	239
6.9	Landwirtschaft.....	239

6.10	Bestehende Rechte.....	239
6.10.1	Fischerei.....	239
6.10.2	Lechstaustufe 23	240
6.10.2.1	Energieerzeugung.....	240
6.10.2.2	Fischaufstiegsanlage.....	240
6.10.3	Hochablass.....	241
6.10.4	Betrieb der Kanuslalomstrecke (<i>Olympiastrecke</i>).....	241
6.11	Einordnung der Maßnahme im Rahmen des Klimaschutzes (KSG).....	241
7	Rechtsverhältnisse	243
7.1	Unterhaltungspflicht in den vom Vorhaben berührten Gewässerstrecken.....	243
7.2	Unterhaltungspflicht an den durch das Vorhaben betroffenen und den zu errichtenden baulichen Anlagen	244
7.3	Notwendige öffentlich-rechtliche Verfahren	245
7.4	Beweissicherungsmaßnahmen	245
7.5	Privatrechtliche Verhältnisse der durch das Vorhaben berührten Grundstücke und Rechte.....	245
8	Kostenzusammenstellung	245
9	Durchführung des Vorhabens.....	246
9.1	Bauzeitplan	246
9.2	Abstimmung mit anderen Vorhaben	246
10	Literatur.....	248

1 Vorhabensträger

Vorhabensträger ist der Freistaat Bayern, vertreten durch das Wasserwirtschaftsamt Donauwörth.

2 Projektgebiet und Zweck des Vorhabens

2.1 Projektgebiet

Das gesamte Vorhaben Licca liber umfasst den Lech von der Staustufe 23 (Fkm 56,7) bis zur Mündung des Lechs in die Donau. Das Vorhaben ist in 4 Abschnitte (Planungsbereiche) unterteilt. In den zunächst durchgeführten *Weiterführenden Untersuchungen* (siehe auch Kapitel 5.1.3) wurden die Abschnitte I und II betrachtet. Diese reichen von der Staustufe 23 bis zum Wehr Gersthofen. Die vorliegende Entwurfsplanung deckt den Abschnitt I ab. Dieser umfasst den Lech mit seinen Vorländern von der Staustufe 23 bis zum Hochablass (Fkm 47). Die Länge des Abschnitts I beträgt etwa 10 km. Siehe dazu den Übersichtslageplan in Anlage A2.1.

Es sei darauf hingewiesen, dass der Begriff *Abschnitte* auch für die Einteilung in acht Abschnitte für das Projektgebiet verwendet wird. Hier werden die römischen Zahlen I bis IV verwendet. Zur besseren Unterscheidung erfolgt die Bezeichnung der acht Abschnitte im Projektgebiet mit arabischen Ziffern 1 bis 8. Siehe dazu die ausführlichen Erläuterungen in Kapitel 5.3.3.

Die geplanten Maßnahmen liegen auf den Flächen folgender Kommunen:

- Stadt Augsburg
- Gemeinde Kissing
- Gemeinde Mering
- Gemeinde Friedberg
- Gemeinde Merching¹

¹ Die Gemeinde Merching ist nur indirekt betroffen. Das Wasserwirtschaftsamt Donauwörth hat Grundstücke erworben, die als Ausgleichsflächen dienen (siehe dazu den Lageplan zu den Eigentumsverhältnisse in Anlage C1 sowie das Grundstücksverzeichnis in Anlage C3.2).

2.2 Zweck des Vorhabens

Das Projekt Licca liber dient der Stabilisierung der Flusssohle und der Renaturierung des Lechs mit den Ziel, einen ökologisch guten Zustand nach der EG-Wasserrahmenrichtlinie von der Staustufe 23 bis zu seiner Mündung in die Donau zu erreichen.

Der Lech war ursprünglich ein durch hohen Geschiebeeintrag geprägtes furkierendes² Flusssystem mit einer Breite von mehreren hundert Metern. Die in Kapitel 4.1 geschilderten Regulierungen³ prägen den Lech im Projektgebiet:

- Geschieberückhalt und verändertes Abflussverhalten durch die oberstrom vorhandenen Lechstaustufen, beginnend mit dem Forggensee (Lechstaustufe 1, Fkm 154,0) bis zum Mandichosee (Lechstaustufe 23, Fkm 56,7).
- Reduzierte Flussbreite von etwa 65 m bis 72 m.
- Querbauwerke im Projektgebiet: 6 Abstürze zwischen Fkm 55,4 und 50,4, Hochablass bei Fkm 47,0.
- Durchgehende beidseitige Ufersicherungen und Hochwasserschutzdeiche.

Der Geschieberückhalt in Verbindung mit der reduzierten Flussbreite bewirkte eine Eintiefung des Lechs, die immer noch fortschreitet. Das quartäre Kiesbett über den tertiären Sanden (Flinz) wird dabei immer weiter ausgeräumt.

Mit der Lechregulierung und den damit einhergehenden Veränderungen der Grundwasserverhältnisse wurde der Lebensraum für Tiere und Pflanzen erheblich verschlechtert. Dies gilt sowohl für die aquatischen Lebensräume als auch die lechbegleitenden Auen. Der Lech entspricht nicht den Anforderungen an die EG-Wasserrahmenrichtlinie. Ebenso wird das Natura2000-Gebiet der Lechauen zwischen Königsbrunn und Augsburg erheblich beeinträchtigt [2]. Ohne entsprechende Maßnahmen zu ergreifen, würde die Verschlechterung der ökologischen Situation (aquatisch und terrestrisch) weiter voranschreiten.

Ziel des Projekts Licca liber ist die Stabilisierung der Flusssohle des Lechs bei gleichzeitiger Renaturierung des Flusses und seiner Auen sowie die Einhaltung des vorhandenen Hochwasserschutzes für Siedlungen und

² Ein furkierender (verzweigter) Fluss ist auf zahlreiche Rinnen aufgespalten und durch einen ausgeprägten Geschiebetransport (Transport von Kies und Sand mit der Strömung) gekennzeichnet. Bei höheren Abflüssen kommt es durch Erosions- und Ablagerungsprozesse zu einer regelmäßigen Veränderung des Rinnensystems.

³ Mit Flussregulierung und Flusskorrektur wird das Bündel an Maßnahmen bezeichnet, die den Lech vom ursprünglichen natürlichen Fluss zu dem jetzt ausgebauten Fluss gemacht haben. Detaillierte Erläuterungen dazu befinden sich in Kapitel 4.1.

Infrastruktureinrichtungen. Dies gilt für den gesamten Abschnitt von der Staustufe 23 bis zur Mündung in die Donau und insbesondere auch für den hier betrachteten Abschnitt I von der Staustufe 23 bis zum Hochablass.

Bei der Planung sind die Interessen infolge der Vielzahl der Nutzungsansprüche zu berücksichtigen. Insbesondere spielen die Grundwasserverhältnisse eine wesentliche Rolle, einerseits hinsichtlich der Gewährleistung der Trinkwasserversorgung für Augsburg und Kissing, andererseits im Zusammenhang mit der vorhandenen Bebauung entlang des Lechs.

2.3 Erfordernis des Projekts und rechtliche Grundlagen

2.3.1 Hintergrund und Ausgangslage

Der Lech im Planungsbereich des Projekts Licca liber, Abschnitt I ist ein durch historische Flussregulierung, den Bau von Staustufen bzw. Abstürzen und intensive Nutzung in seiner natürlichen Dynamik stark beeinträchtigter Gewässerabschnitt. Statt eines ursprünglich furkierenden, dynamischen Flusssystems mit großer Breite und hohem Geschiebetrieb findet sich heute ein eingeeengter, strukturarmer Fluss mit stark befestigten Ufern und einer deutlich reduzierten Breite. Siehe dazu die Ausführungen in Kapitel 4.1 zur Regulierung des Lechs und die daran anschließenden Kapitel zur Darstellung der bestehenden Verhältnisse.

Diese Maßnahmen führten zu:

- einer fortschreitenden Sohleintiefung,
- einem Absinken des Grundwasserspiegels,
- einer Stabilitätsgefahr für Ufersicherungen, Deiche, Brücken- und Stützbauwerke,
- der Entkoppelung von Fluss und Aue,
- einer Verarmung aquatischer und terrestrischer Lebensräume,
- der Beeinträchtigung geschützter FFH-Gebiete,
- einer Gefährdung der Trinkwasserversorgung in Augsburg und Kissing.

Die Stadt Augsburg und die Gemeinde Kissing betreiben im Bereich des Stadtwalds bzw. angrenzend Trinkwasserbrunnen, deren Funktionsfähigkeit direkt von einem stabilen Grundwasserhaushalt abhängt.

Ohne Gegenmaßnahmen (Nullvariante) schreitet die Eintiefung der Lechsohle voran, mit der Gefahr eines Sohldurchschlags (plötzliche und nicht kontrollierbare Eintiefung

der Lechsohle). Damit einher geht eine Verschlechterung der gewässerökologischen Situation des Lechs samt seiner begleitenden Auwälder einher – mit tiefgreifenden Folgen für Biodiversität, Wasserhaushalt, Klimaanpassung und die Daseinsvorsorge.

2.3.2 Rechtliche Grundlagen und Zielvorgaben

2.3.2.1 Wasserrahmenrichtlinie (WRRL, 2000/60/EG)

Die WRRL verpflichtet zur Erreichung eines guten ökologischen Zustands, wie es auf den Lech in diesem Abschnitt zutrifft – bis spätestens 2027. Dies umfasst u. a.

- die Verbesserung hydromorphologischer Strukturen;
- die Förderung ökologischer Durchgängigkeit;
- den Erhalt und die Wiederherstellung naturnaher Gewässerstrukturen.

2.3.2.2 Wasserhaushaltsgesetz (WHG)

Gemäß § 6 Abs. 1, § 27 Abs. 1 Nr. 2, Abs. 2 Nr. 2 und § 47 Abs. 1 Nr. 3 WHG sind die natürlichen Funktionen von Gewässern zu schützen und zu verbessern (Verbesserungsgebot). Das beinhaltet u. a.

- die naturnahe Entwicklung von Fließgewässern und Auen;
- die Sicherung des Wasserrückhalts in der Landschaft;
- die Berücksichtigung des Klimawandels und der Daseinsvorsorge (z. B. Trinkwasserbereitstellung).

Darüber hinaus gelten die Vorgaben des Verschlechterungsverbots nach §§ 27 Abs. 1 Nr. 1, Abs. 2 Nr. 1 WHG, § 47 Abs. 1 Nr. 1 WHG und des Trendumkehrgebots nach § 47 Abs. 1 Nr. 2 WHG.

2.3.2.3 FFH-Richtlinie (92/43/EWG)

Der Projektbereich liegt vollständig im FFH-Gebiet „Lechauen zwischen Königsbrunn und Augsburg“ (DE 7631-371) und in mehreren überlagerten Schutzgebieten (siehe Anlage B1, Kap 5.3). Ohne Eingriffe würde sich die erhebliche Beeinträchtigung wertgebender Lebensraumtypen und Arten u.a. durch die weitere Eintiefung des Lechs und der damit verbundenen Grundwasserabsenkung verschärfen.

Das Projekt dient der Wiederherstellung eines günstigen Erhaltungszustands nach Artikel 6 der FFH-Richtlinie und ist mit dem Managementplan für das Natura 2000-Gebiet abgestimmt. Im Managementplan wird darauf hingewiesen, dass die Umsetzung von Licca Liber in vielen Fällen dazu beiträgt, dass “für autotypische Schutzgüter des FFH-Gebietes langfristig ein günstiger Erhaltungszustand gesichert werden kann”. Hiervon profitieren besonders die LRT 3240 (naturnahe Fließgewässer mit ihren Ufergehölzen mit Lavendelweide und Weichholzaue alpiner Flüsse) und 91E0* (Erlen-Eschen-Auwald), sowie die Bestände des Huchens und der Koppe. Die ökologische und wasserbauliche Sanierung des Lechs ist für diese Schutzgüter damit eine notwendige Erhaltungs- und Wiederherstellungsmaßnahme i. S. d. FFH-RL.

2.3.2.4 Notwendigkeit der Maßnahmen

Die geplanten Maßnahmen sind notwendig, um

- rechtlich verbindliche Vorgaben aus WRRL, WHG und FFH-Richtlinie zu erfüllen.
- die fortschreitende Sohleintiefung und deren Folgewirkungen zu stoppen.
- die Trinkwasserversorgung von Augsburg und Kissing langfristig abzusichern.
- die Gewässerdynamik wiederherzustellen und den Fluss zu renaturieren.
- die ökologische Funktionalität der Aue zu stärken.
- einen Beitrag zur Klimaanpassung und -resilienz zu leisten.

Ohne Umsetzung ist mit einer weiteren Verschlechterung der ökologischen und hydrologischen Situation zu rechnen. Auch die Freizeitnutzung und der Hochwasserschutz würden durch eine fortschreitende Sohleintiefung und den daraus beschriebenen Folgen langfristig beeinträchtigt (eine weitere Eintiefung würde bei mittleren und extremen Hochwasserereignissen zu einer Reduzierung der Vorlandüberflutung führen – dies hat tendenziell negative Auswirkungen auf die Hochwassersituation im weiteren Verlauf des Lechs).

2.3.2.5 Prüfung der Nullvariante

Im Rahmen der Variantenuntersuchung wurde auch die Nullvariante (Belassen des aktuellen Zustands) geprüft. Das Ergebnis ist eindeutig:

- Die Nullvariante ist nicht geeignet, die rechtlich verbindlichen Ziele der EG-Wasserrahmenrichtlinie, des WHG und der FFH-Richtlinie auch nur annähernd zu erreichen.

- Die Sohleintiefung würde sich weiter verschärfen, die Trinkwasserversorgung wäre gefährdet, und die ökologische Qualität des Lechs sowie seiner Auen würde weiter abnehmen.

Die Projektziele sind ausschließlich mit den geplanten Maßnahmen erreichbar. Die Nullvariante stellt daher keine tragfähige Alternative dar.

2.3.3 Zusammenfassung

Das Projekt Licca liber – Abschnitt I ist aus rechtlicher, ökologischer, wasserwirtschaftlicher und versorgungstechnischer Sicht zwingend erforderlich. Es leistet einen unverzichtbaren Beitrag zur Umsetzung europäischer und nationaler Umweltziele, sichert den natürlichen Wasserhaushalt, schützt wichtige Ökosysteme und trägt zur langfristigen Sicherung der Trinkwasserversorgung in der Region Augsburg bei.

Eine weitergehende Bewirtschaftung des Lechs im Projektgebiet wie bisher (*Nullvariante*), würde eine fortschreitende Erosion der Lechsohle in Verbindung mit der Gefahr eines Sohldurchschlags mit all den negativen Folgen für die Gewässerökologie, die den Lech begleitenden Auwälder und auch die Trinkwasserversorgung bedeuten.

3 Allgemeine Festlegungen – Lage- und Höhensystem

Die Planung erfolgt vollständig im Lagesystem ETRS89 UTM Zone 32 (EPSG: 25832), und Höhensystem DHHN2016 (EPSG: 7837).

Die Differenz zwischen DHHN12 und DHHN2016 liegt im Planungsgebiet bei 4,8cm +/- 0,2cm. Umrechnungen erfolgen über einen festen Betrag von 5 cm (DHHN2016 = DHHN12 - 5 cm).

Höhendaten der unterschiedlichen Systeme werden wie folgt bezeichnet:

- Höhen im System DHHN12: NN
- Höhen im System DHHN92: NHN92
- Höhen im System DHHN2016: NHN

Diagramme, Bescheide oder sonstige Quellen liegen i.d.R. im DHHN12 vor. In diesem Bericht verwendete Diagramme aus diesen Quellen mit dem Höhensystem DHHN12 haben bzgl. der Höhe die Bezeichnung „NN“. Angaben im Fließtext werden im DHHN2016 angegeben, können also die entsprechende Differenz von 5 cm zu den

Originalquellen aufweisen. In den entsprechenden Diagrammen wird die Höhe mit „NHN“ bezeichnet.

4 Bestehende Verhältnisse / Randbedingungen

Nachfolgend werden die bestehenden Verhältnisse im Planungsgebiet bzw. die maßgebenden Grundlagen und Randbedingungen für die Entwurfsplanung erläutert.

4.1 Regulierung des Lechs und Staustufenausbau

Um den Zweck des Vorhabens sowie die geplanten Maßnahmen verstehen und einordnen zu können, ist es wichtig, die Regulierung des Lechs und den nachfolgenden Staustufenausbau zumindest in den wesentlichen Grundzügen darzustellen. Die nachfolgenden Erläuterungen stützen sich vornehmlich auf die detaillierten Ausführungen in [1].

Zustand vor der Regulierung

Bis Augsburg bildete der Lech ein furkierendes Flusssystem, das durch einen großen Geschiebeeintrag, ein hoch dynamisches Flussbett mit ständig sich verlagernden Rinnen und einer großen Flussbreite gekennzeichnet war. Das Luftbild von 1926 in Abbildung 1 zeigt dies eindrucksvoll. Dabei handelt es sich um einen Abschnitt im Projektgebiet bei Mering. Obwohl hier bereits Längsbauwerke zu erkennen sind, ist das furkierende System mit seinen zahlreichen Rinnen in dem breiten Kiesbett sehr gut zu sehen.



Abbildung 1: Lech bei Mering (Bereich Fkm 58), Zustand etwa 1926 [1]

Lechregulierung durch Längsbauten, 1863 bis 1937

Um den Lech auf eine geringere Breite einzuschränken, wurden zwischen 1863 und 1937 schrittweise Leitwerke und Ufersicherungen eingebaut. Die „Zielbreite“ betrug bereichsweise lediglich 65 m.

Dies führte zwangsweise zu einer Erhöhung der Transportkapazität und damit zu einer raschen und deutlichen Eintiefung der Flusssohle des Lechs. Bereichsweise hat sich der Lech bereits in den Flnz eingetieft (siehe Abbildung 2).



Abbildung 2: Eintiefungsstrecke des Lechs in den Flinz bei Scheuring, Fkm 70, im Jahr 1924 [1]

Sohlstützung durch Querbauwerke, 1919 bis 1940

Die zunehmende Eintiefung der Flusssohle gefährdete unter anderem die Standsicherheit der Längsbauwerke sowie Brücken und bewirkte ein Abfallen des Grundwasserspiegels. Um dem entgegenzuwirken, wurden in den Jahren 1919 bis 1940 Wehre und Abstürze errichtet, unter anderem auch die sechs Abstürze im Projektgebiet zwischen Fkm 55,4 und 50,4. Die sechs Abstürze werden in Fließrichtung durchnummeriert.

Tabelle 1: Bezeichnung der Abstürze zwischen Fkm 55,4 und 50,4

Bezeichnung	Fkm
Absturz 1	55,4
Absturz 2	54,4
Absturz 3	53,4
Absturz 4	52,4
Absturz 5	51,4
Absturz 6	50,4

Insbesondere auf Grund einer mangelhaften Konstruktion und massiven Eintiefungen im Unterwasser wurden einzelne Bauwerke bei Hochwasserereignissen beschädigt oder teilweise zerstört und mussten anschließend repariert bzw. wiedererrichtet werden.

Staufenausbau, 1940 bis 1984

In den Jahren 1940 bis 1971 wurden zwischen Füssen und Landsberg durch die Bayerische Wasserkraft AG (BAWAG) 14 Staufen gebaut. Als Kopfspeicher (Staustufe 1) wurde in den Jahren 1950 bis 1954 die Talsperre Rosshaupten bei Füssen errichtet. Der Forggensee funktioniert als Jahresspeicher. Neben der Maximierung der Energieerzeugung dient der Speicher auch dem Hochwasserschutz.

In den Jahren 1973 bis 1984 wurden wiederum durch die BAWAG 6 weitere Staufen zwischen Kaufering und Merching gebaut.

Die Staufenkette ist mit den Nummern 1 (Talsperre Rosshaupten - Forggensee) bis 23 (Staustufe bei Merching – Mandichosee) durchnummeriert. Nicht gebaut wurden die Staufen 5, 16 und 17. Bis auf wenige Abschnitte handelt es sich um eine durchgehende Staukette ohne freie Fließstrecken.

4.2 Boden- und Untergrundverhältnisse

4.2.1 Geologische Situation

Zur Darstellung der geologischen Situation sei auf die ausführlichen Beschreibungen in [1] und [4] verwiesen.

Wesentlich für die vorliegende Fragestellung ist, dass das Flussbett des Lechs im Projektgebiet in eiszeitlich geformten Moränen- und Schotterfeldern liegt. Die tertiären Sande der Lech-Wertach-Ebene wurden während urzeitlicher Gletscherbewegungen mit Kies (nachfolgend auch als *Quartär* oder *quartäre Kiese* bezeichnet) überdeckt.

Infolge des Lechbaus hat sich der Lech im Projektgebiet kontinuierlich in die quartären Kiese eingetieft. Das Tertiär wird im süddeutschen Raum häufig als *Flinz* bezeichnet. Der im Projektgebiet angetroffene Flinz ist meist feinsandig, stark schluffig und glimmerführend in den Farben hellbraun-oliv, grau-oliv und grau-blau.

4.2.2 Altlasten

Hinweis:

Nachfolgend werden Begriffe des mittlerweile nicht mehr verwendeten technischen Regelwerks LAGA M20, Fassung 2004 [33] verwendet. Diese wurde seit 01.08.2023 durch die Ersatzbaustoffverordnung (EBV) ersetzt [34]. Spätestens mit den weiteren Planungsschritten (Ausführungsplanung und insbesondere im Falle einer tatsächlichen

Entsorgung von Altlasten) werden die dann gültigen Verordnungen (derzeit EBV) verwendet. Dies gilt auch für den Geotechnischen Bericht in Anlage F.

Im Gemeindebereich von Kissing sind Altlastenverdachtsflächen bekannt [21]. Dabei handelt es sich vermutlich um Ablagerungen von Erdaushub und Bauschutt mit Beton. Hinsichtlich des Pfads Boden-Gewässer wird ein hohes Gefährdungspotenzial erkannt. In Abbildung 4 ist der Umgriff der Verdachtsflächen skizziert. Diese befinden sich zwischen dem Auen- und dem Weitmannsee, westlich von Kissing (siehe Übersichtslageplan in Abbildung 3). In der Planung werden die Verdachtsflächen berücksichtigt und nach Möglichkeit nicht tangiert.



Abbildung 3: Altlastenverdachtsflächen im Bereich von Kissing, Übersichtslageplan [21]

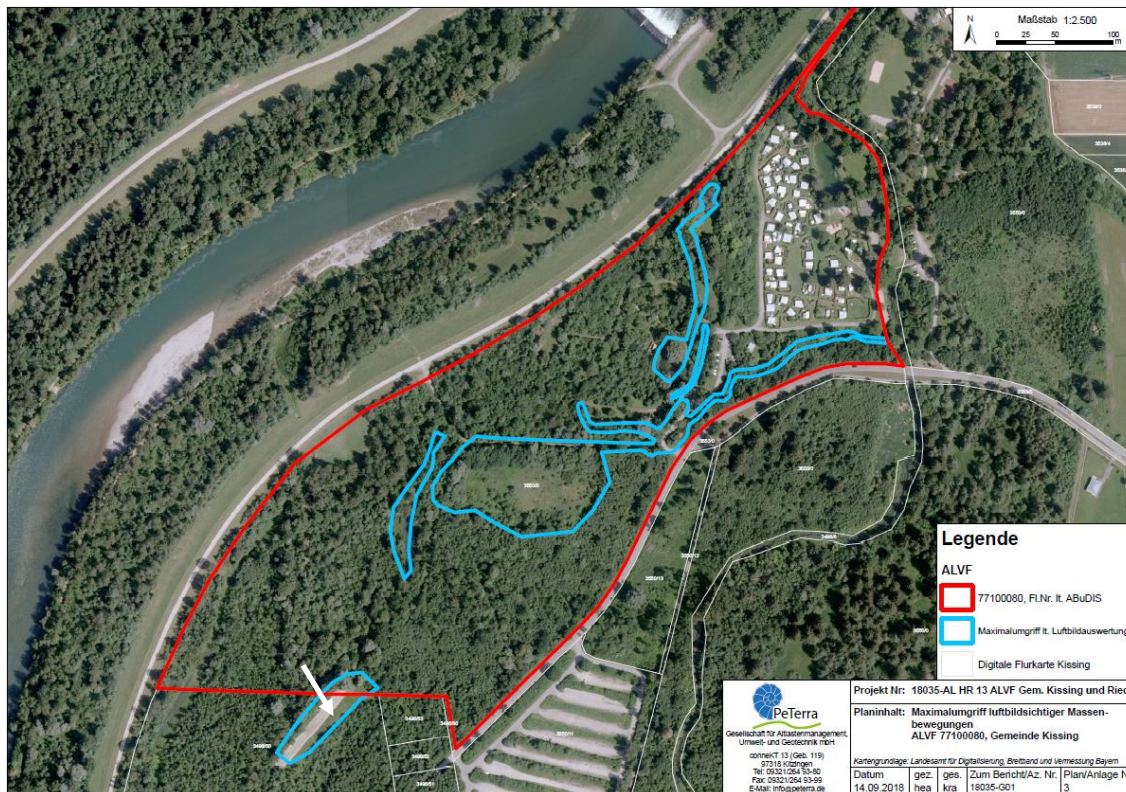


Abbildung 4: Altlastenverdachtsflächen im Bereich von Kissing [21]

Die mit dem weißen Pfeil markierte Fläche wurde mittlerweile untersucht. Dabei wurden keine Altlasten erkundet.

Im Rahmen einer parallel zur Entwurfsplanung durchgeführten Baugrunduntersuchung, wurden auch Bodenproben hinsichtlich möglicher Verunreinigungen nach LAGA (Bund-/Länderarbeitsgemeinschaft Abfall) untersucht. Die meisten Proben konnten der Klasse Z0 (nahezu uneingeschränkte Entsorgung des Materials möglich) zugeordnet werden. Einige Proben entsprechen den Klassen Z1.1 und Z1.2 (Material darf eingeschränkt offen entsorgt/eingebaut werden). Lediglich an einer Probe wurde eine Einstufung >Z2 (Material darf nur eingeschränkt entsorgt/eingebaut werden, nur auf dafür zugelassenen Deponien) vorgenommen.

Im Zuge der Umsetzung der Maßnahmen wird Boden in großen Mengen abgetragen, zum Teil im Projektgebiet wiederverwendet, der Rest wird abgefahren. Der abgetragene Boden wird separiert und in Haufwerken zwischengelagert. Dort wird er durch einen Bodengutachter beprobt und entsprechend der Klassen nach LAGA bzw. der Deponieverordnung (DepV) eingestuft. Die weitere Verwertung richtet sich dann nach der jeweiligen Klasse.

Zudem sei auf die orientierende Altlastenerkundung im Bereich von Fkm 50,40 bis 50,20 verwiesen (siehe dazu die Unterlagen in Anlage H).

4.2.3 Grundwassersituation

Die Grundwasserstände im Projektgebiet sind eng mit dem Lech verbunden. Durch die vorhandenen Querbauwerke und den damit verbundenen Sprüngen des Lechwasserspiegels gibt es im Betrachtungsraum sowohl Bereiche, in denen der Lech Wasser an das Grundwasser abgibt (Infiltration), als auch Bereiche, in denen der Lech Grundwasser aufnimmt (Exfiltration). Insbesondere in diesen Bereichen wirken sich die Maßnahmen am Lech auf die Grundwasserverhältnisse aus. Dabei ist besonders zu beachten, dass in benachbarten Gemeinden bereits in der Vergangenheit Probleme mit hohen Grundwasserständen in bebauten Gebieten aufgetreten sind. Weiterhin befinden sich beidseits des Lechs Trinkwasserentnahmen, die von der Planung nicht beeinträchtigt werden dürfen.

Details zur Grundwassersituation sind den Unterlagen zu den Weiterführenden Untersuchungen zu entnehmen [13]. Darin liegt ein Bericht zu Aufbau und zur Kalibrierung eines Grundwassersmodells vor sowie ein Bericht zur Darstellung der Grundwasserverhältnisse im Bezugszustand. Zudem sei auf das Kapitel 6.4 verwiesen, in dem die Auswirkungen der Maßnahmen auf die Grundwasserverhältnisse beschrieben werden.

4.3 Gewässernetz und Hydrographie

4.3.1 Pegeldata - Pegel Haunstetten

Der Pegel Haunstetten liegt bei Fkm 50,4 mitten im Projektgebiet zwischen der Lechstaustufe 23 und dem Hochablass. Bis auf den an der Stufe 22 ausgeleiteten Lochbach mit etwa 4,7 m³/s befindet sich hier der gesamte Abfluss im Lech. Das Einzugsgebiet hat eine Fläche von 2.347 km². Der Pegel Haunstetten wurde 1976 in Betrieb genommen.

Gemäß den Informationen des Gewässerkundlichen Dienstes Bayern sind in den nachfolgenden Tabellen die Hauptwerte, die höchsten Abflüsse sowie die Hochwasser mit verschiedenen Jährlichkeiten zusammengefasst.

Tabelle 2: Hauptwerte am Pegel Haunstetten, ohne Lochbach (Zeitreihe 1976 bis 2020), Jahreswerte

	Winter	Sommer	Jahr
NQ	17,1 m³/s	23,8 m³/s	17,1 m³/s
MNQ	34,3 m³/s	37,4 m³/s	32,7 m³/s
MQ	61,8 m³/s	99,6 m³/s	80,9 m³/s
MHQ	140 m³/s	416 m³/s	419 m³/s
HQ	347 m³/s	1.150 m³/s	1.150 m³/s

Tabelle 3: Hauptwerte am Pegel Haunstetten (MQ, MHQ), ohne Lochbach (Zeitreihe 1976 bis 2020), Monatswerte

	Nov ⁴	Dez	Jan	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt
MQ	58,2	51,8	54,1	55,8	67,8	82,9	113	132	111	94,0	79,5	69,3
MHQ	87,9	78,4	76,3	81,1	98,5	118	191	265	242	259	180	129

Abkürzungen

- NQ Niedrigster Abfluss in der betrachteten Zeitreihe
- MNQ Mittelwert der niedrigsten Abflüsse pro Abflussjahr in der betrachteten Zeitreihe
- MQ Mittlerer Abfluss (Mittelwert des mittleren jährlichen Abflusses der betrachteten Zeitreihe)
- HQ Höchster Abfluss in der betrachteten Zeitreihe
- MHQ Mittelwert der in jedem Jahr höchsten Abflüsse in der betrachteten Zeitreihe

⁴ Hinweis: das *hydrologische Jahr* im Einzugsgebiet der Donau beginnt im November (Gewässerkundliches Jahrbuch der Donau)

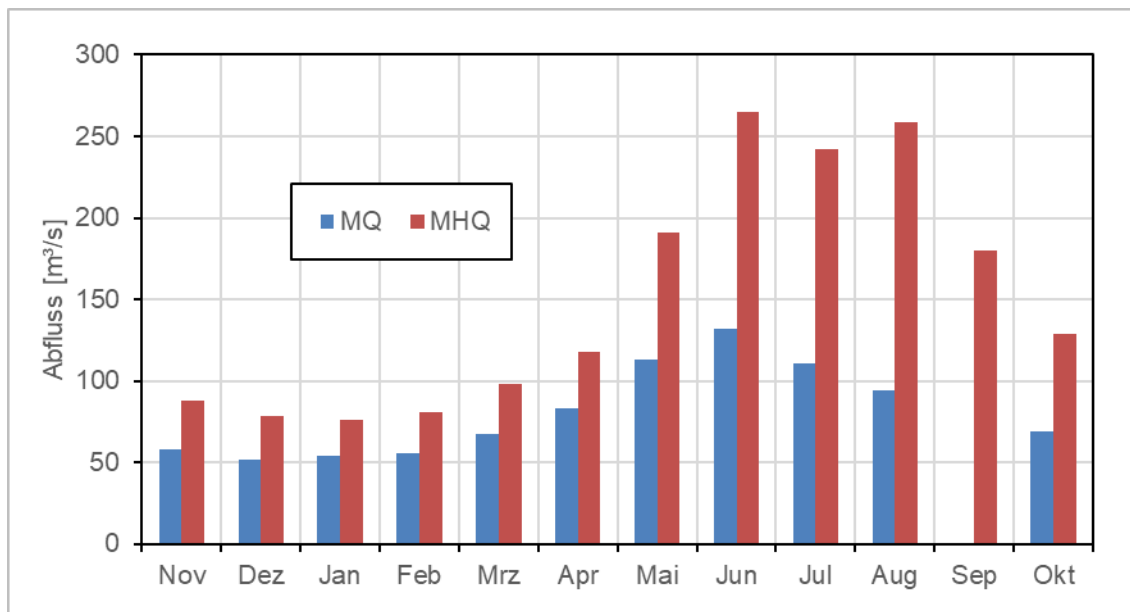


Abbildung 5: Hauptwerte (MQ, MHQ) am Pegel Haunstetten, ohne Lochbach
(Zeitreihe 1976 bis 2020), Monatswerte

Tabelle 4: Höchste Abflüsse am Pegel Haunstetten im Beobachtungszeitraum

	Abfluss	Datum
1	1.150 m³/s	22.05.1999
2	1.130 m³/s	24.08.2005
3	796 m³/s	14.05.1999
4	634 m³/s	22.08.2002
5	633 m³/s	07.08.2000

Tabelle 5: Hochwasser – Jährlichkeit (HQ_T)

	Abfluss
HQ_1	370 m³/s
HQ_2	450 m³/s
HQ_{10}	520 m³/s
HQ_{100}	1.050 m³/s
$HQ_{1.000}$	1.450 m³/s

Definition der Jährlichkeit HQ_T :

HQ_T ist der Scheitelabfluss (=Höchstwert) einer Hochwasserwelle, der in der betrachteten Zeitspanne von T Jahren durchschnittlich einmal erreicht oder überschritten wird.

Beispiel 100-jährliches Hochwasser HQ_{100} : Darunter wird der Abfluss verstanden, der in 100 Jahren durchschnittlich einmal erreicht oder überschritten wird.

Hinweis:

Die Ermittlung der Abflüsse HQ_{10} , HQ_{100} , HQ_{1000} erfolgte durch das Bayerische Landesamt für Umwelt mit Hilfe einer deterministischen Untersuchung auf Grundlage der KOSTRA Niederschläge unter Berücksichtigung der Steuerung des Forggensees.

4.3.2 Auswirkungen des Klimawandels auf das Abflussregime des Lechs

Der Klimawandel beeinflusst das Abflussregime unserer Flüsse. Die Kooperation KLIWA⁵ wertet das Abflussregime und seine durch den Klimawandel bedingten Veränderungen aus. Demzufolge werden für die bayerischen Flüsse im hydrologischen Winterhalbjahr (01.11. bis 30.04.) leichte Zunahmen oder keine Änderungen der Abflussmengen erwartet. Im hydrologischen Sommerhalbjahr (01.05. bis 31.10.) nehmen südlich der Donau die Abflussmengen ab⁶.

Insbesondere ist davon auszugehen, dass Phasen mit niedrigen Abflüssen in Zukunft häufiger auftreten und voraussichtlich länger andauern werden.

4.3.3 Steuerung des Forggensees

Der Forggensee darf seit Juni 2000 bei drohender Hochwassergefahr vorabgesenkt werden. Im Jahr 2005 wurde seitens der E.ON (jetzt UNIPER) die Talsperre Roßhaupten umgebaut, so dass die Leistungsfähigkeit zur Vorabsenkung erhöht wurde.

Als Konsequenz aus der Möglichkeit zur Vorabsenkung in Verbindung mit der erhöhten Leistungsfähigkeit zur Vorabsenkung wurden die statistischen Werte für ein 100-jährliches Hochwasserereignis am Pegel Haunstetten angepasst. In den in Kapitel 4.3.1 angeführten Pegeldata ist diese Anpassung berücksichtigt.

⁵ Die Kooperation KLIWA („Klimaveränderung und Konsequenzen für die Wasserwirtschaft“) bestehend aus den Bundesländern Bayern, Baden-Württemberg und Rheinland-Pfalz sowie dem Deutschen Wetterdienst untersucht die bereits erfolgten und zukünftigen Auswirkungen auf den Wasserhaushalt durch den Klimawandel, zeigt deren Konsequenzen auf und schafft eine fachliche Basis für Handlungsempfehlungen.

⁶

https://www.lfu.bayern.de/wasser/klimawandel_wasserhaushalt/auswirkung_auf_wasserhaushalt/abflussregime/index.htm; abgerufen am 08.11.2023

4.3.4 Schwellbetrieb im Lech und Abflussabgabe an der Staustufe 23

Gemäß Bescheid vom 21.12.2012 [5] erteilt das Landratsamt Landsberg am Lech die Bewilligung eines Schwellbetriebs zwischen den Lechstaustufen 18 und 23. Zur Erläuterung des möglichen Schwellbetriebs wird nachfolgend aus [5] zitiert:

Ein Spitzenbetrieb in der Lechstaustufe 18 – Kaufering ist jedoch nur zulässig, wenn die durch den Schwellbetrieb bedingten Abflussschwankungen im Lech bei der Abgabe an der Staustufe 23 in das Unterwasser jederzeit so ausgeglichen werden, dass im Unterwasser der Staustufe 23 keine abrupten Abflussänderungen und damit keine schädlichen Schwall- und Sunkerscheinungen auftreten (24-stündig vergleichmäßigte Wasserführung).

Analoge Ausführungen sind in [5] für den Spitzenbetrieb an den Lechstaustufen 19 bis 22 enthalten.

4.4 Sohlmorphologie des Lechs

4.4.1 Auswertung Querprofilaufnahmen

Für den Projektbereich liegen Querprofilaufnahmen aus den Jahren 1975 bis 2019 vor. Nachfolgend werden die Querprofilaufnahmen analysiert. Eine abschließende Interpretation und Bewertung der Sohlentwicklung erfolgt in Kapitel 4.4.1.4.

4.4.1.1 Querprofil und Lotrechtendefinition

Die nachfolgenden Abbildungen zeigen ausgewählte Querprofile im Projektgebiet. Abbildung 7 zeigt beispielsweise die Entwicklung der Querprofile bei Fkm 49,8. Dieses Querprofil liegt in der relativ langen freien Fließstrecke zwischen dem letzten Absturz bei Fkm 50,4 und dem Hochablass. Gut zu erkennen ist hier die Eintiefungstendenz im Querschnitt.

Neben den Querprofilen sind die linke und rechte Lotrechte eingetragen. Die Lotrechten begrenzen den sohlmorphologisch aktiven Bereich der Flusssohle und trennen diesen vom befestigten Ufer ab. Die Lotrechten werden für jedes Profil einzeln festgelegt. Dadurch kann die Breite der beweglichen Sohle berechnet werden. Zwischen den Lotrechten wird die mittlere Sohle (siehe Kapitel 4.4.1.2) bestimmt. Zudem dienen sie als Grundlage für die Erstellung der Massensummenlinien (siehe Kapitel 4.4.1.3).

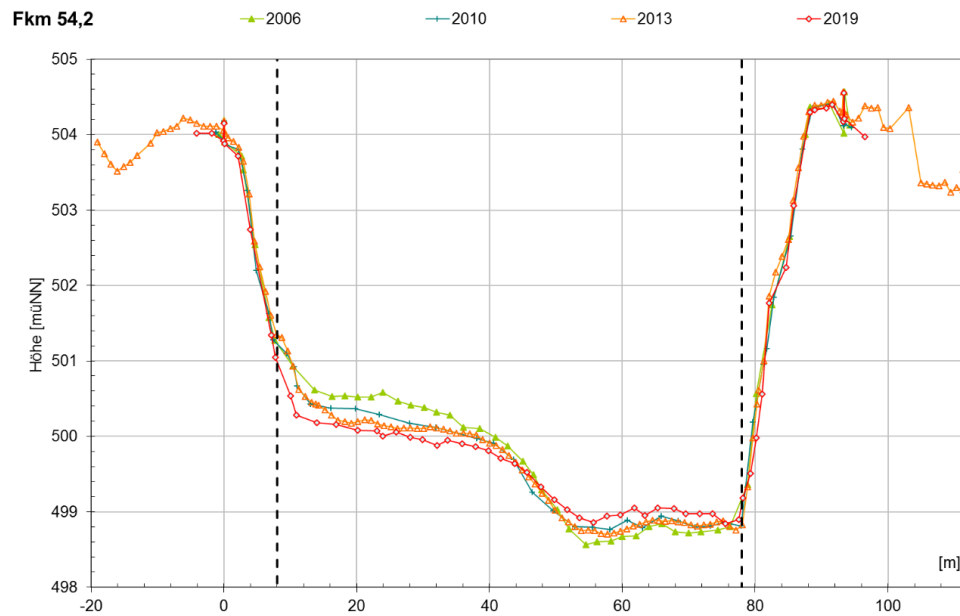


Abbildung 6: Entwicklung der Querprofile am Beispiel von Fkm 54,2

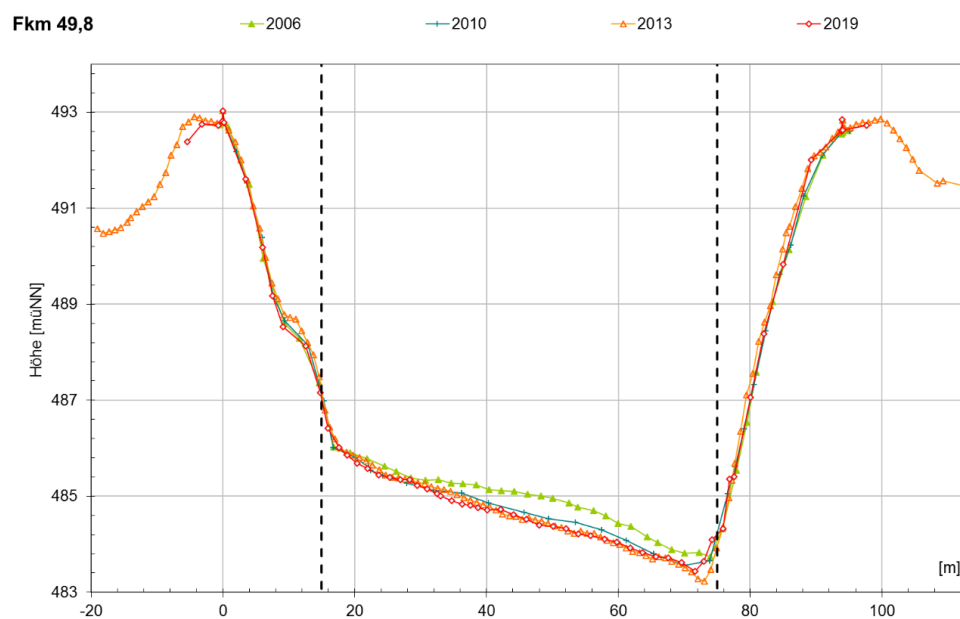


Abbildung 7: Entwicklung der Querprofile am Beispiel von Fkm 49,8

4.4.1.2 Mittlere Sohle

Die Längsschnitte in den nachfolgenden Abbildungen zeigen die Entwicklung der mittleren Sohle von 1996 bis 2013. Zudem ist in den Längsschnitten die Oberkante des Tertiärs eingetragen (siehe Kapitel 4.4.2).

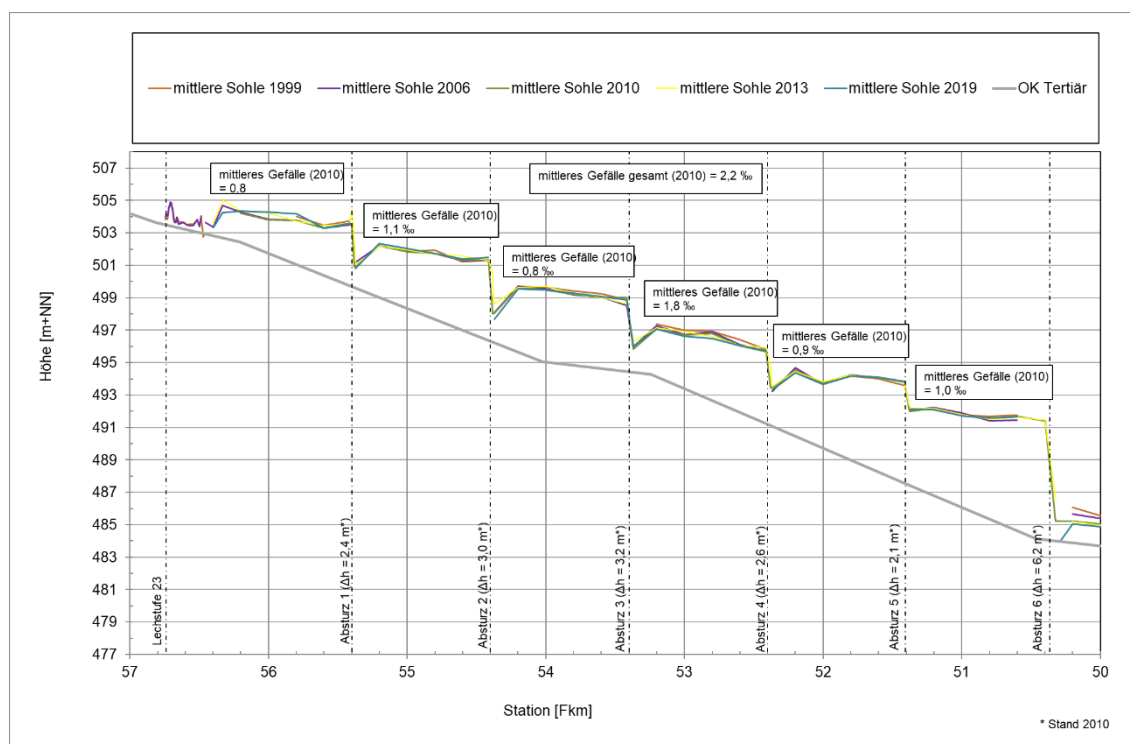


Abbildung 8: Mittlere Sohle, Staustufe 23 bis Absturz Fkm 50,4

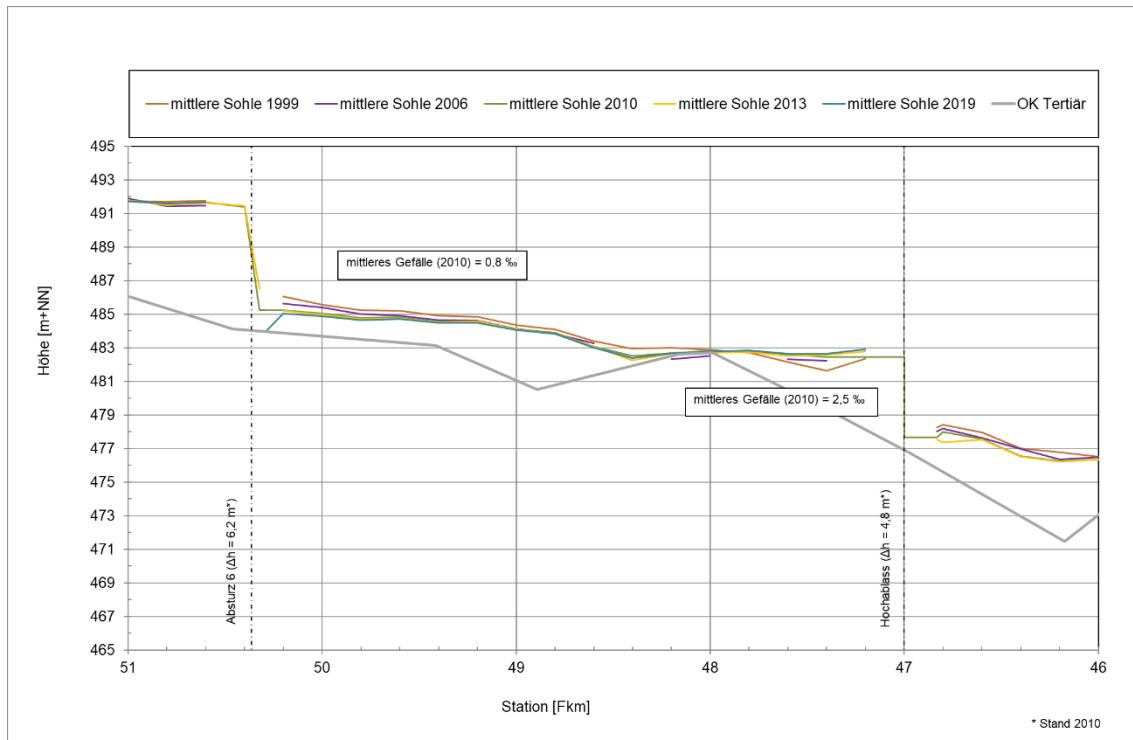


Abbildung 9: Mittlere Sohle, Absturz Fkm 51 bis Fkm 46

4.4.1.3 Massensummenlinien

Die nachfolgenden Abbildungen zeigen die aus den Querprofildaten abgeleiteten Massensummenlinien im Projektgebiet. Zum besseren Verständnis sind folgende Informationen hilfreich:

- Die Massensummenlinien wurden jeweils für Teilabschnitte erstellt. Die Teilabschnitte werden durch die vorhandenen Querbauwerke begrenzt.
- Zur besseren Lesbarkeit und Vergleichbarkeit der jeweiligen Massensummenlinien für einzelne Zeitabschnitte in einem Diagramm wurden die Massensummenlinien normiert. Dadurch wird die durchschnittliche Volumenänderung pro Jahr angegeben.
- Eine fallende Massensummenlinie ist gleichbedeutend mit einer Eintiefung der Sohle. Steigt die Massensummenlinie an, so landet die Sohle in diesem Abschnitt an. Eine horizontale Massensummenlinie kennzeichnet einen Flussabschnitt ohne Eintiefung oder Anlandung in der jeweiligen Zeitspanne.
- Die dargestellten Massensummenlinien basieren auf den Querprofilaufnahmen zwischen 1993 und 2010.

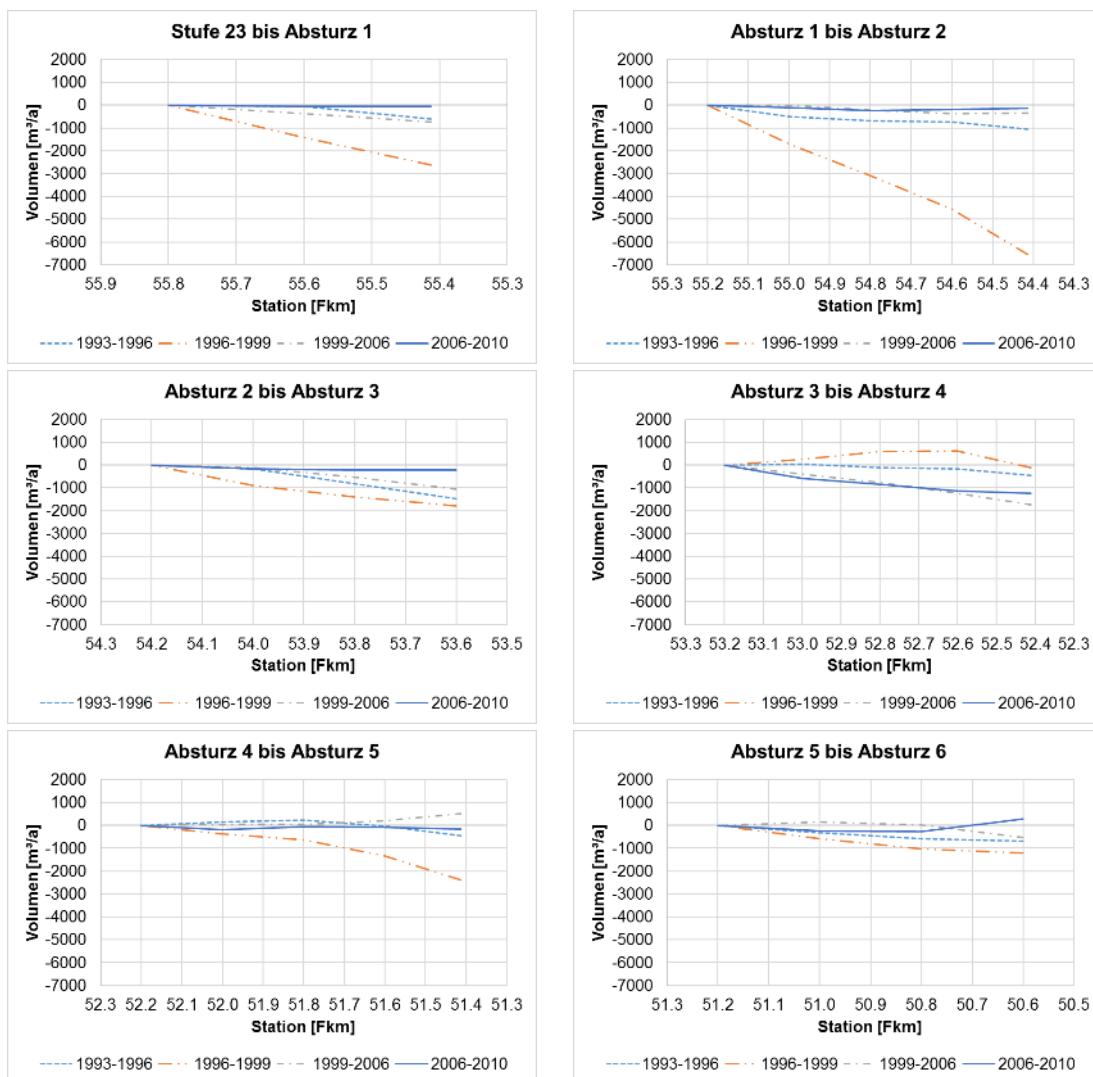


Abbildung 10: Normierte Massensummenlinien Lechstaustufe 23 bis Absturz 6

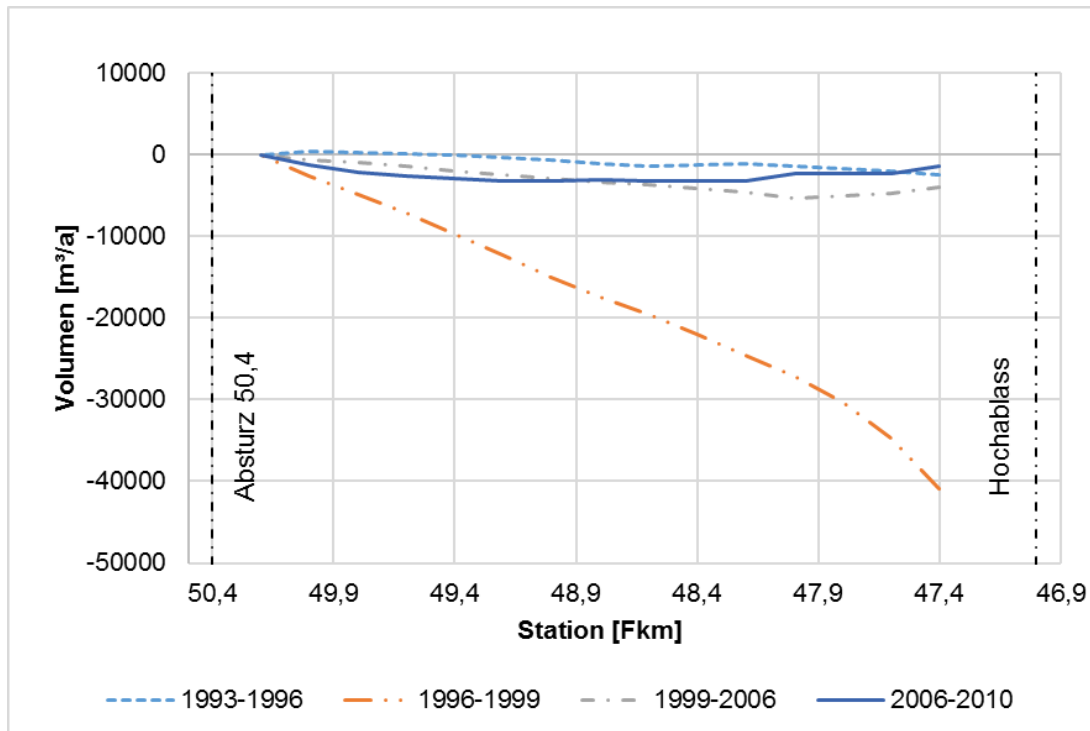


Abbildung 11: Normierte Massensummenlinien Absturz 6 bis Hochablass

Ergänzend ist in Abbildung 12 die Massensummenlinie mit den Absolutwerten für den Projektbereich zusammen mit dem Abschnitt im Lech bis zum Wehr Gersthofen dargestellt. Daraus ist abzulesen, dass im Zeitraum von 1993 bis 2010 der Gesamtaustrag aus der Strecke etwa 450.000 m³ betrug. Mit 250.000 m³ Massenaustrag trug der Zeitraum von 1996 bis 1999 mit dem Hochwasser von 1999 mehr als die Hälfte davon bei. Die Massensummenlinien in Abbildung 12 sind im Bereich der Querbauwerke unterbrochen, weil hier keine Querprofile vorliegen.

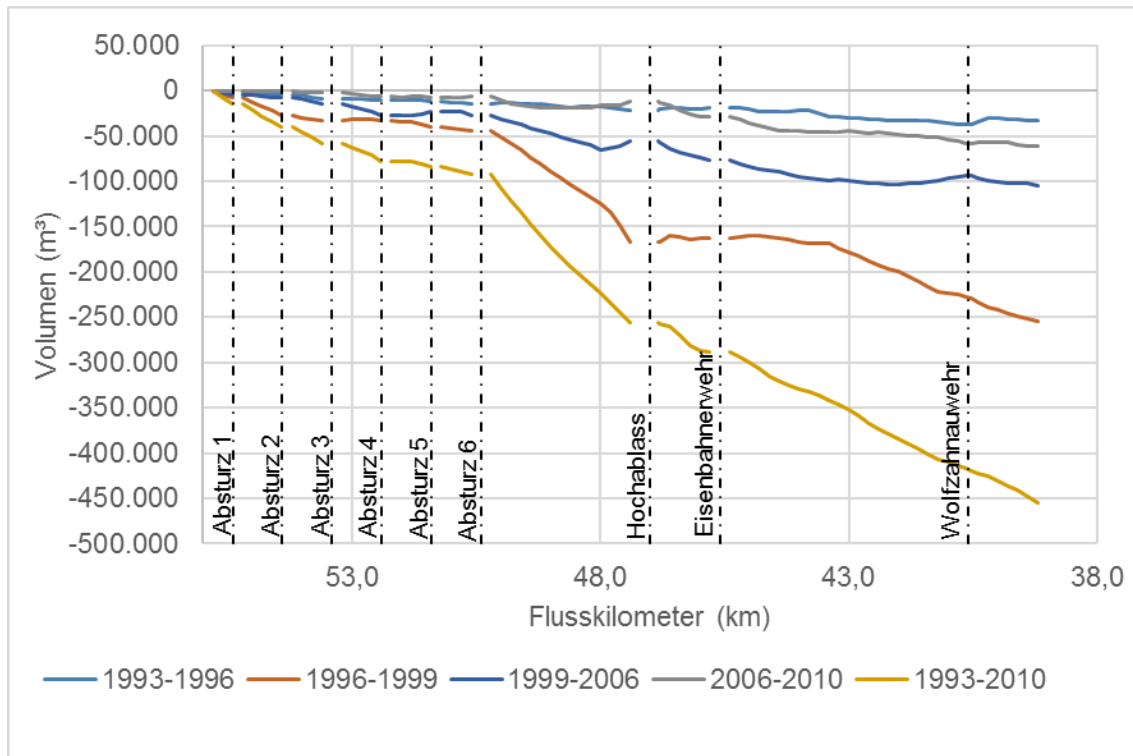


Abbildung 12: Massensummenlinien im Projektgebiet und bis zum Wehr Gersthofen

Hinweis:

Die Auswertung der Massensummenlinien bezieht sich auf den Zeitraum von 1993 bis 2010. Auch wenn die letzte betrachtete Querprofilmessung vor 15 Jahren erfolgte, ist diese Auswertung im Hinblick auf die morphologischen Veränderungen der Lechsohle in diesem Bereich zutreffend. Der Vergleich der mittleren Sohlhöhen aus den Querprofilaufnahmen 2010 und 2019 in Abbildung 13 zeigt keine wesentlichen Veränderungen der Flusssohle in diesem Zeitraum.

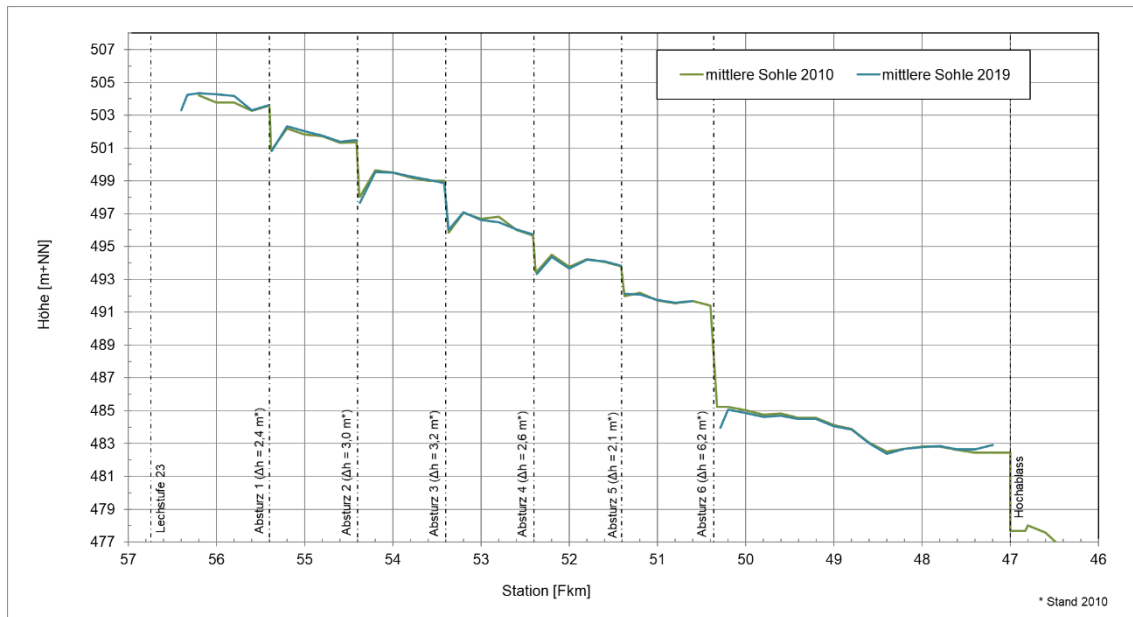


Abbildung 13: Mittlere Sohle 2010 und 2019, Staustufe 23 bis Hochablass

4.4.1.4 Interpretation und Bewertung der Sohlentwicklung

Zur Bewertung der Sohlentwicklung wird das Projektgebiet in folgende Abschnitte unterteilt:

- | | |
|-------------------|----------------------------|
| Teilabschnitt 1.1 | Staustufe 23 bis Absturz 6 |
| Teilabschnitt 1.2 | Absturz 6 bis Hochablass |

Teilabschnitt 1.1: Staustufe 23 bis Absturz 6

Im Bereich der Abstürze ist die Sohle weitgehend stabil. Die im Abstand von 1 km angeordneten Abstürze erfüllen ihren Zweck. Lediglich zwischen den Abstürzen 1 und 2 zeigt die Massensummenlinie 1996-1999 mit knapp 7.000 m³/a einen deutlichen Volumenaustrag aus der Sohle. Auch im Vorgriff zu den weiteren Abschnitten sei darauf hingewiesen, dass die Massensummenlinien 1996-1999 insbesondere vom Hochwasser 1999 geprägt sind. Die Sohlaufnahme 1999 fand im Herbst statt und damit nach dem Hochwasser, das sich im Frühjahr ereignet hat.

Teilabschnitt 1.2: Absturz 6 bis Hochablass

In diesem Bereich hat sich die Sohle in den letzten Jahren am stärksten eingetieft. Dies zeigen sowohl der Längsschnitt mit der mittleren Sohle als auch die Massensummenlinien.

Bemerkenswert ist, dass die Sohle in den „normalen“ Jahren relativ stabil ist. Eine deutliche Ausräumung der Flusssohle erfolgte offensichtlich beim Hochwasser 1999. Die Massensummenlinie 1996-1999 zeigt in diesem Teilabschnitt einen Gesamtaustrag von über 120.000 m³ bzw. einen spezifischen Austrag von etwa 40.000 m³/a, der vermutlich zu einem großen Teil auf das Hochwasser 1999 zurückzuführen ist.

Die Auswertungen ergeben zudem, dass die Eintiefung der Lechsohle bis zum Hochablass heranreicht. Dies zeigt, dass die sohlstützende Wirkung des Hochablasses bei großen Abflüssen offensichtlich nicht mehr vorhanden ist.

4.4.2 Oberkante Tertiär

Allgemeines

Der Lech hat durch die Eintiefung in den letzten Jahrzehnten die quartäre Kiesschicht reduziert. Teilweise ist der Kies bereits ausgeräumt, so dass der sogenannte Flinz als oberste Schicht des Tertiärs in diesen Bereichen sichtbar wird.

Das Erreichen des Tertiärs bzw. das großflächige Einschneiden der Flusssohle in das Tertiär ist sowohl aus Sicht der Sohlstabilität, als auch hinsichtlich der Gewässerökologie problematisch. Wenn der Abschnitt, in dem sich die Sohle in das Tertiär eintieft, eine gewisse Mindestlänge übersteigt (mehrere 100 Meter), so geht die Eintiefung mit einer Absenkung des Wasserspiegels einher, da in Folge der längenhaften Ausdehnung die Stützwirkung für den Wasserspiegel von unterstrom nicht mehr vorhanden ist. Dann kann sich die Sohle plötzlich und sehr schnell eintiefen. Diese Art der sehr schnellen, nicht quantitativ prognostizierbaren Sohleintiefung wird auch als *Sohldurchschlag* bezeichnet. Im Falle von relativ kurzen aufragenden Tertiärschichten, in die sich die Flusssohle eintieft, ist die Problematik durch die Stützung des Wasserspiegels von unterstrom begrenzt. Der durch die Eintiefung entstehende Kolk im Tertiär wird mit nachkommendem Geschiebe im Laufe der Zeit wieder verfüllt.

Längsschnitt der Tertiäroberkante

Die Ableitung der Tertiäroberkante erfolgt auf der Grundlage eines Längsschnitts des WWA Donauwörth vom Dezember 1958 bzw. einer Überarbeitung vom Juni 1969. Auf Basis von Bohrungen im Uferbereich wurde die „Oberkante der Flinzschicht“ im Bereich der Flusssohle des Lechs abgeleitet.

Zusammen mit den mittleren Sohlen aus den verschiedenen Querprofilaufnahmen ist die Tertiäroberkante („OK Tertiär“) in den Längsschnitten in Abbildung 8 und Abbildung 9 eingetragen. Bis auf den Bereich unmittelbar unterstrom der Lechstaustufe 23 ist die

Kiesüberdeckung im Bereich der 6 Abstürze noch relativ hoch. Unterstrom des letzten Absturzes bei Fkm 50,4 nimmt die Kiesüberdeckung aber deutlich ab. Im Bereich von Fkm 48 liegt die Tertiäroberkante sogar etwa auf Höhe der mittleren Sohle.

4.5 Bestehende Hochwassersituation

Im Planungsgebiet zwischen der Staustufe 23 (Fkm 56,7) und dem Hochablass (Fkm 47,0) befinden sich durchgehend beidseitige Hochwasserschutzdeiche, die das Hinterland vor Hochwasser schützen (siehe dazu den Ausschnitt aus der Hochwassergefahrenkarte in Abbildung 14).

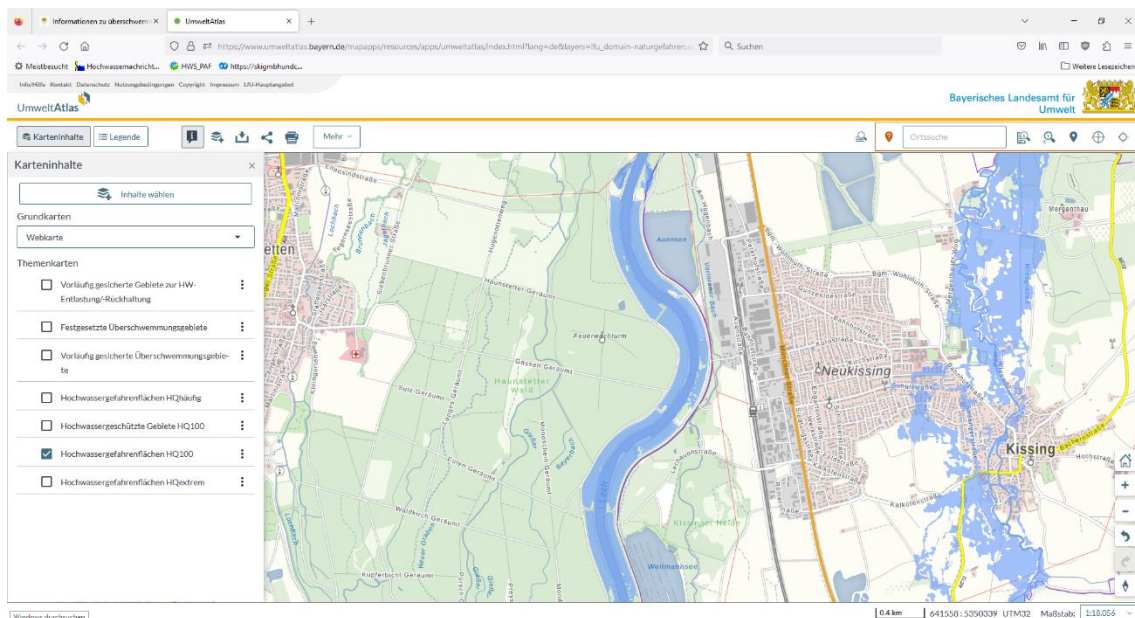


Abbildung 14: Ausschnitt der Hochwassergefahrenfläche HQ100 für den Bereich Stadtwald (Quelle: Umweltatlas Bayern)

Gemäß den Unterlagen aus der Planfeststellung vom 01.04.1971 wurden die Deiche für einen berechneten Wasserspiegel bei einem Abfluss von 1.250 m³/s dimensioniert. Der Freibord ist in einem Regelquerschnitt mit 0,6 m angegeben. Einem Längsschnitt ist zu entnehmen, dass der Deich nicht mit einem konstanten Freibord geplant bzw. gebaut wurde, der minimale Freibord aber offensichtlich 0,6 m beträgt. Maßgebend für die Wirkung des Deichs ist der minimale Freibord. Der angesetzte Hochwasserabfluss von 1.250 m³/s entspricht einem HQ₁₀₀ (bezogen auf das Jahr 2023, siehe Kapitel 4.3.1) mit einem Zuschlag von etwa 19%.

4.6 Sparten und Brücken

Im Rahmen der Weiterführenden Untersuchungen wurde bei den potenziellen Spartenträgern eine Spartenanfrage durchgeführt, welche im Zuge der Entwurfsplanung aktualisiert und ergänzt wurde. In der nachfolgenden Tabelle sind die im Projektgebiet ermittelten Spartenträger mit den dazugehörigen Sparten aufgelistet. Die Sparten sind im Bestandslageplan der Anlage A2.2 eingezeichnet.

Tabelle 6: Spartenträger und Sparten im Projektgebiet

Spartenträger	Sparte
Amprion	110-/380-kV-Höchstspannungsfreileitung
Stadt Augsburg (Tiefbauamt)	Stromkabel
	Abwasser
Stadtwerke Augsburg	Stromkabel
	Wasserversorgung
	Düker Wasserversorgung
	Erdgasleitungen
	Fernwärmeleitungen
Gemeinde Merching	Wasserversorgung
	Druckleitung
Gemeinde Kissing	Wasserversorgung
	Düker Wasserversorgung
LVN (LEW Verteilnetz GmbH)	110kV Freileitung
	Telekommunikation
Telekom	Telekommunikation
Kabel Deutschland/Vodafone	Telekommunikation
Bayernets GmbH	Gasleitungen
	Telekommunikation
Bayernwerk AG	Stromkabel

Am oberstromigen Ende des Projektgebiets führt die Staatsstraße St 2380 zwischen Königsbrunn und Mering über den Lech (Straßenbrücke).

4.7 Kampfmittel

Im Zuge der Planung der Maßnahmen wurden im Projektgebiet Vorerkundungen zum Vorkommen von Kampfmitteln aus dem Zweiten Weltkrieg vorgenommen (siehe Anlage G.1). Darauf aufbauend wurde ein Kampfmittelräumkonzept erstellt (siehe Anlage G.2). Nachfolgend werden die wesentlichen Daten und Ergebnisse zusammengefasst.

4.7.1 Bewertung Kampfmittelverdacht

Für das Projektgebiet besteht Kampfmittelverdacht. Dieser ist über das Projektgebiet unterschiedlich. Deshalb werden drei Gefahrenbereiche definiert, die in Abbildung 15 dargestellt sind. Darstellungsbedingt sind hier feste Grenzen zwischen den Gefahrenbereichen dargestellt. Tatsächlich ist zu berücksichtigen, dass die Grenzen fließend sind.

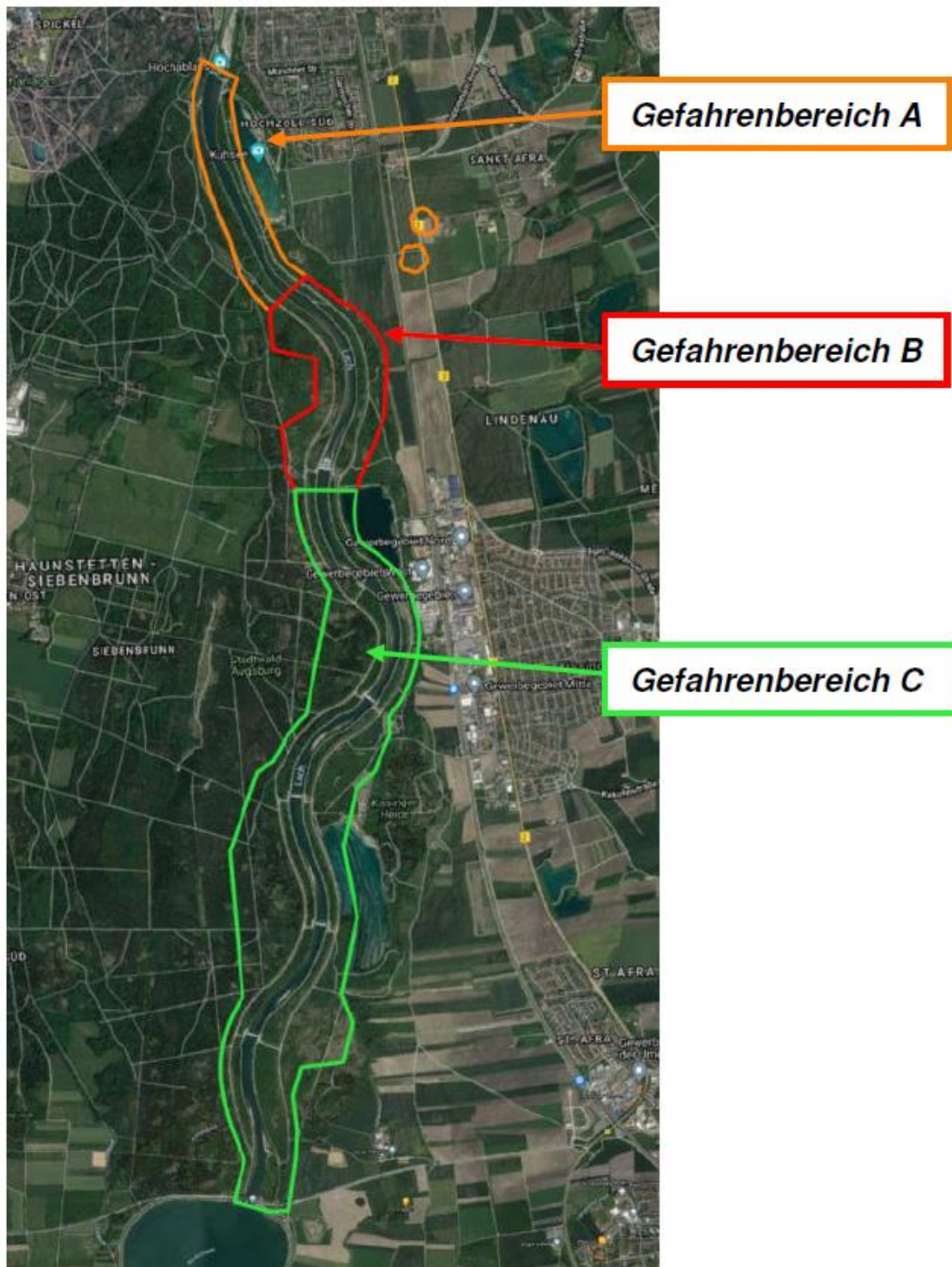


Abbildung 15: Übersicht der Gefahrenbereich für Kampfmittel [19]; © 2021 Google Earth

Gefahrenbereich A

Der nördliche Teil des Untersuchungsgebiets weist nur vereinzelte unidentifizierte Hohlformen im digitalen Geländemodell (DGM) auf, von denen zwei als potenzielle Verdachtspunkte für Blindgänger gewertet wurden. Zudem befindet sich der Nordteil der Fläche näher am Stadtkern der Stadt Augsburg und war damit einem erhöhten Risiko für Luftangriffe durch Abwurfmunition ausgesetzt. In einem Abstand von rund 100 m um das Auswertgebiet herum wurden keine eindeutigen Hinweise auf Bombenkrater festgestellt. Das Kampfmittelrisiko wird hier somit als nur geringfügig erhöht angesehen.

Gefahrenbereich B

Der mittlere Teil des Untersuchungsgebiets wurde offenbar aufgrund eines fehlgeleiteten Großangriffs, welcher die Messerschmittwerke in Haunstetten zum Ziel hatte, zum Ziel mindestens einer schweren Bombardierung. Innerhalb dieses Teils des Untersuchungsgebiets sind noch heute eine Vielzahl an Bombenkratern im Gelände festzustellen und das Risiko, bei Erdarbeiten auf blindgegangene Abwurfmunition zu stoßen, wird als äußerst hoch eingestuft.

Gefahrenbereich C

Der südliche Teil des Untersuchungsgebiets weist zugleich die größte Entfernung zum Stadtgebiet von Augsburg sowie zu den Messerschmittwerken auf. Weder in den ausgewerteten Kriegsluftbildern, in der ausgewerteten Literatur, im DGM, noch bei der durchgeführten Geländebegehung konnten hier konkrete Hinweise auf Kampfmittel (durch Luftangriffe oder Bodenkämpfe) ermittelt werden. Nie auszuschließen sind einzelne Notabwürfe, welche als Blindgänger nicht im Luftbild ersichtlich sind oder verlorene Infanterie-/ Artilleriemunition von Bodentruppen, die möglicherweise das Untersuchungsgebiet durchquert haben. Das Kampfmittelrisiko wird jedoch als äußerst gering eingeschätzt und die Ausweisung als Kampfmittelverdachtsfläche daher unverhältnismäßig.

4.7.2 Kampfmittelräumkonzept

Die vorgeschlagenen Maßnahmen im Kampfmittelräumkonzept [19] werden bei der Planung der Maßnahmen (siehe Kapitel 5) berücksichtigt. Insbesondere im Gefahrenbereich beeinflusst das vorhandene hohe Risiko des Antreffens blindgegangener Abwurfmunition die Planung. Dies wird bei den Ausführungen zu den entsprechenden Maßnahmen in Kapitel 5 erläutert. Ansonsten sind die erforderlichen Maßnahmen im Zusammenhang mit Kampfmitteln in der nachfolgenden Ausführungsplanung und insbesondere bei der baulichen Umsetzung der Maßnahmen zu berücksichtigen.

4.8 Wald

Das Projektgebiet liegt teilweise im sogenannten „Stadtwald Augsburg“ und ist als Bannwald nach Art. 11 BayWaldG ausgewiesen (siehe nachfolgende Abbildung). Als Bannwald wird per Rechtsverordnung Wald erklärt, der

(1) auf Grund seiner Lage und seiner flächenmäßigen Ausdehnung vor allem in Verdichtungsräumen und waldarmen Bereichen unersetzlich ist und deshalb in seiner Flächensubstanz erhalten werden muss und welchem eine außergewöhnliche Bedeutung für das Klima, den Wasserhaushalt oder für die Luftreinigung zukommt;

(2) in besonderem Maß dem Schutz vor Immissionen dient.

Im Bannwald gilt gemäß BayWaldG ein generelles Rodungsverbot (Art. 9 Abs. 4). Gemäß Art. 9 Abs. 6 BayWaldG kann eine Erlaubnis zur Rodung erteilt werden, wenn sichergestellt ist, dass angrenzend an den vorhandenen Bannwald ein Wald neu begründet wird, der hinsichtlich seiner Ausdehnung und seiner Funktionen dem zu rodenden Wald annähernd gleichwertig ist oder gleichwertig werden kann. Wenn die in Abs. 6 genannten Voraussetzungen nicht vorliegen oder nicht geschaffen werden können, kann gemäß Art. 9 Abs. 7 BayWaldG die Erlaubnis auch erteilt werden, wenn zwingende Gründe des öffentlichen Wohls es erfordern.



Abbildung 16: Bannwald gemäß Art. 11 BayWaldG (rot) im Untersuchungsgebiet

Gemäß Waldfunktionsplan erfüllt der Wald im Untersuchungsgebiet folgende Funktionen:

- Schutzwald für Immissionen, Lärm und lokales Klima
- Schutzwald für Lebensraum Landschaftsbild, Genressourcen und historisch wertvollen Waldbestand
- Wald mit überwiegender Bedeutung (Intensitätsstufe I) für die Erholung (E-I Erholung 1); Wald mit besonderer Bedeutung (Intensitätsstufe II) für die Erholung (E-II Erholung 2) (siehe nachfolgende Abbildung)



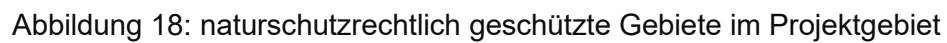
Abbildung 17: Waldflächen mit überwiegender (E-I; lila) und besonderer (E-II; rosa) Bedeutung für die Erholung im Untersuchungsgebiet

4.9 Naturschutzrechtlich geschützte Gebiete

Im Projektgebiet befinden sich folgende naturschutzrechtlich relevante Schutzgebiete (siehe auch nachfolgende Abbildung):

- FFH-Gebiet Lechauen zwischen Königsbrunn und Augsburg (DE 7631-371); dieses enthält zur Gänze die beiden nachfolgenden Naturschutzgebiete:
- Naturschutzgebiet Stadtwald Augsburg (NSG-00469.01)
- Naturschutzgebiet Kissinger Heide (NSG-00083.01)
- Landschaftsschutzgebiet Kuhseegebiet beim Hochablaßwehr (LSG 00009.02)
- Geschützter Landschaftsbestandteil Lechaue bei Kissing

Darüber hinaus befinden sich keine naturschutzrechtlich relevanten Schutzgebiete (Naturparke, Nationalparke, Biosphärenreservate, EU-Vogelschutzgebiete, Naturdenkmale, Naturwälder) im Projektgebiet.



4.9.1 FFH Gebiet Lechauen zwischen Königsbrunn und Augsburg (DE 7631-371)

Das Natura 2000-Gebiet hat eine Fläche von 2.308 ha und ist als BEG (Besondere Erhaltungsgebiete) ausgewiesen. Die einzelstaatliche Rechtsgrundlage ist die Bayerische Natura 2000-Verordnung vom 19.02.2016.

Laut Standarddatenbogen liegt die Besonderheit des Gebietes in dem hier vorhandenen großen, zusammenhängenden Auwald am Lech mit großer Biotopdichte. Darüber hinaus herrscht im Gebiet eine große standörtliche Vielfalt, ein reiches Vorkommen alpiner Schwemmpflanzen sowie circumalpiner, kontinentaler und submediterraner Arten. Erwähnenswert ist auch das bundesweit größte Vorkommen der Sumpf-Gladiole (*Gladiolus palustris*). Die bestehenden Biotope und Artvorkommen sind durch die Flussregulierung stark beeinträchtigt.

Im Gebiet befinden sich gem. Standarddatenbogen (Stand: 2016-06) folgende Lebensraumtypen nach Anhang I der FFH-Richtlinie:

- 3140 Oligo- bis mesotrophe kalkhaltige Gewässer mit benthischer Vegetation aus Armleuchteralgen
- 3240 Alpine Flüsse mit Ufergehölzen von *Salix eleagnos*
- 3260 Flüsse der planaren bis montanen Stufe mit Vegetation des *Ranunculon fluitantis* und des *Callitricho-Batrachion*
- 6210* Naturnahe Kalk-Trockenrasen und deren Verbuschungsstadien (*Festuco-Brometalia*)(* besondere Bestände mit bemerkenswerten Orchideen)
- 6410 Pfeifengraswiesen auf kalkreichem Boden, torfigen und tonig-schluffigen Böden (*Molinion caeruleae*)
- 6430 Feuchte Hochstaudenfluren der planaren und montanen bis alpinen Stufe
- 6510 Magere Flachland-Mähwiesen (*Alopecurus pratensis*, *Sanguisorba officinalis*)
- 7230 Kalkreiche Niedermoore
- 91E0* Auenwälder mit *Alnus glutinosa* und *Fraxinus excelsior* (*Alno-Padion*, *Alnion incanae*, *Salicion albae*)

Im Gebiet befinden sich folgende Arten nach Anhang II der FFH-Richtlinie:

- *Castor fiber* (Biber)
- *Cottus gobio* (Groppe)
- *Cypripedium calceolus* (Frauenschuh)
- *Gladiolus palustris* (Sumpf-Siegwurz)

- Hucho hucho (Huchen)
- Maculinea nausithous (Dunkler Wiesenknopf-Ameisenbläuling)
- Ophiogomphus cecilia (Grüne Flussjungfer, Grüne Keiljungfer)
- Vertigo angustior (Schmale Windelschnecke)

Für das FFH-Gebiet wurde 2018 ein Managementplan veröffentlicht. Das Projekt Licca liber kann zur Umsetzung der beiden EU-Richtlinien - FFH-Richtlinie sowie EU-Wasserrahmenrichtlinie - beitragen und Synergien erzeugen. Der Managementplan „Lechauen zwischen Königsbrunn und Augsburg“ (2018) wurde daher frühzeitig mit der Wasserwirtschaftsverwaltung abgestimmt. Dabei wurden gemeinsame Ziele, Maßnahmen und Lösungswege festgelegt.

Für den Bereich der Kissinger Heide (Nr. 7631-371.02) wurden in der Verordnung über das Naturschutzgebiet Kissinger Heide (siehe Kapitel 4.9.3) zusätzliche Festlegungen zum Schutz dieses Teils des FFH-Gebiets festgeschrieben.

4.9.2 Naturschutzgebiet Stadtwald Augsburg (NSG-00469.01)

Der „Stadtwald Augsburg“ ist das größte außeralpine Naturschutzgebiet Schwabens und das drittgrößte außeralpine Naturschutzgebiet Bayerns. Er gliedert sich in den stadtnahen „Siebentischwald“ und in den weiter südlich gelegenen „Haunstetter Wald“.

In der Verordnung der Regierung von Schwaben vom 25.04.1994 wurden der Siebentischwald, der Haunstetter Wald, die Meringer Au mit der Königsbrunner Heide und Teile der Lechauen östlich des Lechs sowie die Lechfließstrecke von der Staustufe 23 bis zum Hochablass in der Stadt Augsburg und in der Gemeinde Merching, Landkreis Aichach-Friedberg, als Naturschutzgebiet Stadtwald Augsburg unter Schutz gestellt. Das Naturschutzgebiet hat eine Größe von ca. 2.167 ha.

Schutzzweck des Naturschutzgebietes ist es:

- 1) den Stadtwald Augsburg mit der Flusslandschaft des Lechs in ihrer traditionell-kulturlandschaftlichen Prägung, landschaftlichen Schönheit und Eigenart zu erhalten,
- 2) die für den Bestand und die Entwicklung der kennzeichnenden Lebensräume und Arten des Gebietes notwendigen Standort- und Lebensbedingungen, vor allem die Fließdynamik des Lechs und die natürlichen Grundwasserverhältnisse, zu sichern und möglichst weitgehend wiederherzustellen,

- 3) an die ökologische Tragfähigkeit und Eigenart der Lebensräume des Gebietes angepasste standortheimische Arten und Lebensgemeinschaften in möglichst natürlich ausgewogener, vollständiger Zusammensetzung zu fördern,
- 4) gebietstypische, landesweit seltene Lebensräume mit meist bedrohten Pflanzen und Tieren, wie
 - a) die längste Lechfließstrecke in Bayern mit ihren Kiesbänken (u.a. „Schwemmlingsfluren“) im Flussbett einschließlich Flussufern,
 - b) die Weich- und Hartholzauen des Lechs und anderer Fließgewässer des Gebietes,
 - c) Kernräume der Lechheideflora in Schneeheide- und Pfeifengras-Kiefernwaldbeständen („Trockenangesellschaften“), vor allem in Brennenbereichen, sowie in trockenen und feuchten bis anmoorigen Kalkmagerrasen,
 - d) Quellen, Quellhorizonte,
 - e) Altwasserreste, Verlandungszonen, Tümpel und das (zeit- und teilweise trockenfallende) Fließgewässernetzzu schützen, zu pflegen und zu entwickeln,
- 5) das Gebiet in seiner Funktion als Schwerpunkt der „Biotopbrücke Lechtal“ zu stärken und die Lebensräume des Gebietes und darüber hinaus untereinander zu verbinden,
- 6) innerhalb der in der Schutzgebietskarte
 - a) dunkelgrau dargestellten Zone (Zone A) die Pflege und Entwicklung vor allem der Kalkmagerrasen zu sichern und in Teilgebieten eine natürliche Vegetationsentwicklung zuzulassen,
 - b) hellgrau dargestellten Zone (Zone B) durch eine naturnahe Waldbehandlung vorrangig verschiedene Kiefern- und Auwaldtypen auf überwiegend mageren und trockenen Standorten zu erhalten und zu fördern,
 - c) nicht gekennzeichneten Zone (Zone C) eine naturnahe Waldbewirtschaftung bzw. extensive landwirtschaftliche Bodennutzung vorzunehmen und dabei vorhandene Bestände der Weich- und Haltholzau des Lechs und anderer Fließgewässer sowie ungedüngte, artenreiche Wiesen, Streuobstkulturen, Ufersäume u.a. zu erhalten und zu entwickeln,
- 7) die Nutzungsfähigkeit und Qualität der Naturgüter, z.B. des Grundwassers für die Trinkwasserversorgung des Augsburgsburger Raumes, zu erhalten,

- 8) die Freizeitnutzung in geordnete Bahnen zu lenken.

§ 4 der Verordnung vom April 1994 führt die im Naturschutzgebiet verbotenen Handlungen auf. § 5 der Verordnung regelt Legalausnahmen. Flussmorphologisch notwendige Sohlstützmaßnahmen im Lech sind laut § 5 Nr. 12 der Verordnung allerdings davon ausgenommen. In § 6 der Verordnung wird zudem geregelt, dass die Regierung von Schwaben in Einzelfällen eine Befreiung erteilen kann.

4.9.3 Naturschutzgebiet Kissinger Heide (NSG-00083.01)

In der Verordnung der Regierung von Schwaben vom 02.08.2006 wurde die südwestlich der Gemeinde Kissing, zwischen dem Lech und der Bahnlinie Augsburg - München in der Gemarkung Kissing, Landkreis Aichach-Friedberg gelegene Lechheide mit Auwald als Naturschutzgebiet geschützt. Die Festsetzung des Naturschutzgebietes erfolgt auch zum Schutz von Teilen des FFH Gebiets Lechauen zwischen Königsbrunn und Augsburg (Nr. 7631-371.02). Das Naturschutzgebiet hat eine Größe von ca. 43 ha.

Schutzzweck des Naturschutzgebietes ist es:

1. die Erhaltung, Regeneration und Entwicklung der Heidewiesen und des Auwaldes in ihren unterschiedlichen Ausprägungen zu gewährleisten,
2. die Heide und den Schneeheide-Kiefernwald als Lebensräume seltener Arten und Lebensgemeinschaften zu fördern,
3. den auen- und heidetypischen Arten und Lebensgemeinschaften die Lebensvoraussetzungen zu sichern,
4. auf dem für Nutzung geeigneten Gebietsanteil eine nachhaltig standortverträgliche und dem Artenschutz dienende Nutzung zu erreichen.

Erhaltungsziele im FFH Gebiet sind die Erhaltung und Wiederherstellung

1. der natürlichen Lebensraumtypen samt ihren Lebensgemeinschaften und natürlichen Lebensgrundlagen:
 - a. 5130 Formation von Gemeinem Wacholder (*Juniperus communis*) auf Kalkheiden und -rasen
 - b. 6210* Naturnahe Kalk-Trockenrasen und deren Verbuschungsstadien (*Festuco-Brometalia*)
 - c. 6410 Pfeifengraswiesen auf kalkreichem Boden, torfigen und tonig-schluffigen Böden (*Molinion caeruleae*)

- d. 6430 Feuchte Hochstaudenfluren der planaren und montanen bis alpinen Stufe
- 2. der Arten und ihrer Lebensräume entsprechend den ökologischen Ansprüchen:
 - a. *Maculinea nausithous* (Dunkler Wiesenknopf-Ameisenbläuling)
 - b. *Castor fiber* (Biber)

§ 4 der Verordnung führt die im Naturschutzgebiet verbotenen Handlungen auf. In § 6 der Verordnung wird geregelt, dass die Regierung von Schwaben in Einzelfällen eine Befreiung erteilen kann.

4.9.4 Landschaftsschutzgebiet Lechauen nördlich von Augsburg, Kuhseegebiet und östlicher Uferschutzstreifen

In der Verordnung der Regierung von Schwaben vom 03.09.1951, zuletzt geändert durch Verordnung vom 16.08.2001, wurde folgendes Gebiet als Landschaftsschutzgebiet geschützt:

- a) die Lechauen nördlich von Augsburg in der Gemarkung Lechhausen, begrenzt im Norden durch die Grenze des Stadtkreises Augsburg, im Osten durch die Grenze des Auwaldes, im Süden durch eine von Osten nach Westen verlaufende Linie auf der Höhe des 1. Stahlgittermastes nördlich der Straße Gersthofen - Mühlhausen und im Westen durch den Lech
- b) das sogenannte Kuhseegebiet beim Hochablasswehr und der östliche Uferschutzstreifen des Lechs in der Gemarkung Hochzoll und Meringer Au, begrenzt im Norden durch die Pappelallee zwischen Lech und Oberländer Straße, im Osten durch die Grenze des Auwaldes bzw. die Stadtkreisgrenze, im Süden durch die Stadtkreisgrenze und im Westen durch den Lech

Im Landschaftsschutzgebiet ist es gemäß § 2 der Verordnung verboten (mit Ausnahme von Wiederbegrünungsarbeiten) Veränderungen vorzunehmen, die geeignet sind, das Landschaftsbild oder die Natur zu beeinträchtigen. In § 5 der Verordnung wird geregelt, dass die Untere Naturschutzbehörde Ausnahmen von den Vorschriften genehmigen kann.

4.10 EG-Wasserrahmenrichtlinie

Gemäß EG-Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) sind die Mitgliedstaaten gefordert, für jede Flussgebietseinheit oder für den in ihr Hoheitsgebiet fallenden Teil einer internationalen Flussgebietseinheit jeweils ein Maßnahmenprogramm festzulegen, in dem dargelegt

wird, mit welchen Maßnahmen die in der WRRL festgelegten Umweltziele erreicht werden sollen.

Laut Entwurf des Maßnahmenprogramms 2022 – 2027 wird für den Lech von Staustufe 23 bis zum Hochablass Augsburg im Flusswasserkörper 1_F127 der ökologische Zustand mit „mäßig“ eingestuft. Auch die unterstützenden Qualitätskomponenten wie die Hydromorphologie (Wasserhaushalt, Durchgängigkeit und Morphologie) werden derzeit mit „schlechter als gut“ bewertet. Daraus ergibt sich ein Handlungsbedarf, die hydromorphologischen Defizite im gegenständlichem Flusswasserkörper zu verbessern.

Als Folge der Flussregulierung wurde das Ökosystem des Lechs stark verändert. Dies betrifft insbesondere die aquatische Ökologie, welche derzeit durch die fehlende Dynamik aufgrund des unterbundenen Geschiebetransports und die fehlenden morphologischen Strukturen an der Flusssohle beeinträchtigt wird. Die Uferbereiche sind durchgehend verbaut, Nebenarme existieren nicht. Bei Hochwasser können sich Fische nicht in strömungsberuhigte Bereiche zurückziehen und werden unweigerlich nach unterstrom verdriftet. Querbauwerke sind mit Ausnahme der Wehranlage Mandichosee nicht mit Aufstiegshilfen ausgestattet, so dass die Durchgängigkeit des Lechs nicht gewährleistet ist.

Maßgebliches Ziel des Maßnahmenprogramms 2022 – 2027 ist deshalb die Durchgängigkeit an den Querbauwerken im Lech wiederherzustellen (Details siehe Anlage B2).

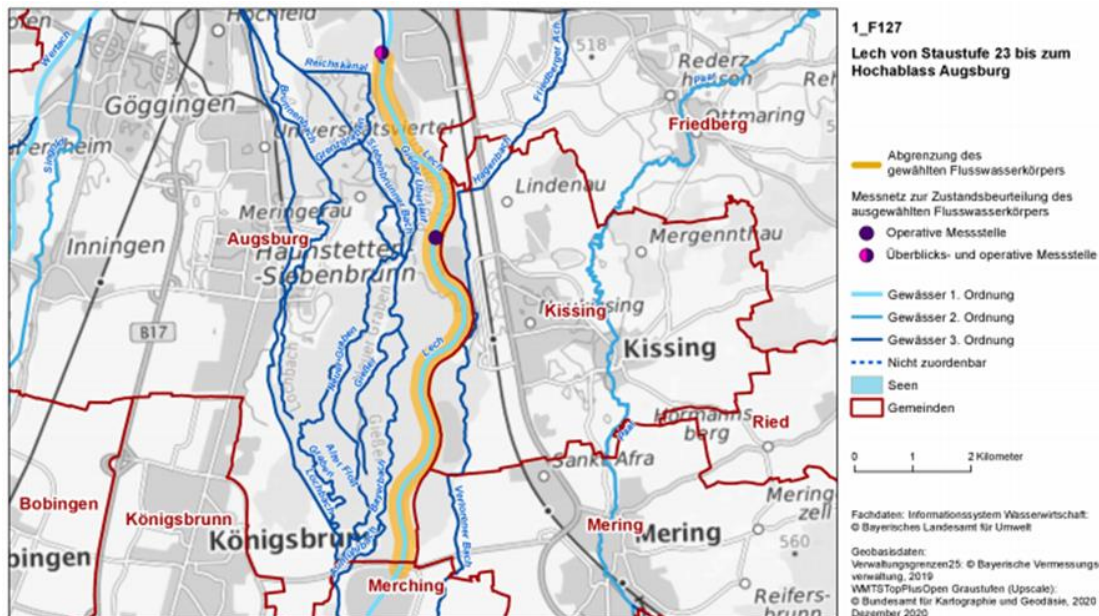


Abbildung 19: Flusswasserkörper 1_F127 "Lech von Staustufe 23 bis zum Hochablass Augsburg"

4.11 Trinkwasserversorgung

Im Projektgebiet grenzen die Trinkwasserschutzgebiete der Trinkwasserentnahmen im Stadtwald (Betreiber Stadtwerke Augsburg) und des Brunnen Kissing (Betreiber Gemeinde Kissing) direkt an den Lech. Westlich des Lechs, etwa auf Höhe der Staustufe 23 liegen mehrere Tertiärbrunnen der Stadt Königsbrunn. Weiter südlich liegt die von den Stadtwerken Augsburg und der Stadt Königsbrunn gemeinsam betriebene Trinkwasserentnahme Fohlenau. Die Lage der Trinkwasserschutzgebiete im Planungsgebiet ist in Anlage A2.2 dargestellt.

Stadtwerke Augsburg

Die Stadtwerke Augsburg (SWA) versorgen etwa 320.000 Einwohner mit über 16 Mio. m³ Trinkwasser pro Jahr aus 60 Brunnen. Neben der Förderung von Trinkwasser aus Flachbrunnen im Quartär wird ein zunehmender Anteil des Trinkwassers aus dem oberen Tertiär gewonnen (insbesondere durch Horizontalfilterbrunnen).

Gemeinde Kissing

Die Gemeinde Kissing betreibt einen Flachbrunnen zur Trinkwassergewinnung nordöstlich des Weitmannsees. Die jährliche Gesamtentnahme im Zeitraum 2010 - 2015 lag bei etwas unter 0,5 Mio. m³.

Stadtwerke Königsbrunn

Die Stadtwerke Königsbrunn versorgen 28.000 Einwohner mit etwa 1,5 Mio. m³ Trinkwasser pro Jahr [11]. Das Wasser wird aus Flachbrunnen der Fohlenau sowie aus Tiefbrunnen am „Wasserhausweg“ gefördert.

4.12 Rechtsverhältnisse – Unterhaltspflicht

Die nachfolgende Tabelle gibt einen Überblick über die Unterhaltslast nach BayWG im Projektgebiet.

Tabelle 7: Rechtsverhältnisse / Unterhaltslast im Projektraum

Fkm von	Fkm bis	Unterhalt	Beteiligung	Anteil	Bemerkung
60,700	61,800	Uniper		0	Staustufe 22
55,800	60,700	Uniper		0	Staustufe 23
49,000	55,800	Freistaat Bayern		0	
46,000	49,000	Stadt Augsburg		0	Hochablass

Etwaige Einleitungen z. B. aus dem Kanalsystem (Abwasser) und damit verbundene Sonderunterhaltungslasten sind im Projektgebiet nicht vorhanden.

5 Art und Umfang des Vorhabens

Zur Begründung der Erfordernis des Vorhabens wird auf die Ausführungen zum *Zweck des Vorhabens* in den Kapiteln 2.2 und 2.3 verwiesen.

5.1 Voruntersuchungen

Im Rahmen des Projekts Licca liber hat es in den letzten Jahren eine Reihe von Voruntersuchungen gegeben. Die Wichtigsten werden nachfolgend kurz beschrieben.

5.1.1 Flusssdialog

Die nachfolgenden Informationen zum Flusssdialog entstammen dem Internetangebot des Wasserwirtschaftsamts Donauwörth (https://www.wwa-don.bayern.de/fluesse_seen/massnahmen/liccaliber/flusssdialog/index.htm, abgerufen am 12.09.2022).

Beim Flusssdialog Licca liber handelte es sich um ein Beteiligungsprojekt. Bürger der Stadt Augsburg und der Gemeinden Kissing, Königsbrunn und Mering sowie zahlreiche Interessensvertreter waren im Flusssdialog eingebunden. Der Flusssdialog wurde vom Wasserwirtschaftsamt Donauwörth initiiert und bot der Bevölkerung in der Region Augsburg die Möglichkeit, sich in die Gestaltung der Zukunft des Lechs einzubringen.

Von Juni 2013 bis Oktober 2014 wurden daher sowohl die Bevölkerung als auch lokale Interessensgruppen wie etwa aus dem Naturschutz, der Fischerei, der Forst- und Landwirtschaft, der Bildung, des Tourismus, der Industrie oder der Politik bzw. Verwaltung in mehreren Schritten zum Dialog eingeladen. Eine Online-Befragung hat zwischen 28. Januar und 16. Februar 2014 stattgefunden. An der Befragung konnte die betroffene Bevölkerung ab 16 Jahren in den Städten bzw. Gemeinden Augsburg, Kissing, Königsbrunn und Mering teilnehmen.

Der Flusssdialog bot die Chance, in einer intensiven Art und Weise Informationen und Erfahrungen auszutauschen und Wünsche sowie Anliegen zu äußern. Am Ende des Flusssdialogs Licca liber standen Entwicklungsziele für den Lech fest, die als Basis für die Planungen dienen. Im Rahmen des Flusssdialoges trugen Grundstückseigentümer, Vereine, Verbände, Anlieger, Behördenvertreter und Träger öffentlicher Belange gemeinsam zur Maßnahmenfindung bei.

Darüber hinaus wurden im Rahmen des Flusssdialogs Informationen vermittelt, wodurch auch ein Bewusstsein für Hochwasserschutz, Wasserbaumaßnahmen, Wassernutzung und Gewässerökologie geschaffen werden konnte.

5.1.2 Umsetzungskonzept

Das vorliegende Umsetzungskonzept [2] fasst die Ergebnisse aus dem Dialogprozess zusammen. Darin wurden die abgestimmten Entwicklungsziele niedergeschrieben und es leitet die notwendigen Maßnahmen zur Zielerreichung nach Wasserrahmenrichtlinie her. Außerdem ist es die Basis für die nachfolgend dargestellten Weiterführenden Untersuchungen.

5.1.3 Weiterführende Untersuchungen

In den Weiterführenden Untersuchungen [13] – nachfolgend mit „WU“ abgekürzt – wurden zunächst alle wesentlichen Grundlagen für das Projekt Licca liber in den Planungsabschnitten I und II zusammengestellt. Das vorliegende Projektgebiet umfasst dabei den Planungsabschnitt I. Aufbauend auf dem Umsetzungskonzept (siehe oben) sowie begleitenden numerischen Untersuchungen zur Hydraulik, Soilmorphologie und zum Grundwasser wurden Planungsbausteine entwickelt und daraus mehrere Varianten zur Stabilisierung und Renaturierung des Lechs erarbeitet. Mit Hilfe eines umfangreichen Bewertungssystems wurden die Varianten bewertet und eine Vorzugsvariante abgeleitet.

Nachfolgend werden die wichtigsten Inhalte der WU für das Projektgebiet zusammengefasst. Zudem sind in den Anlagen die für das Verständnis der in den WU entwickelten Varianten sowie deren Bewertung und Ableitung der Vorzugsvariante wesentlichen Unterlagen enthalten.

Anlage WU 1	Bericht Variantenbewertung
Anlage WU 2	Lagepläne untersuchte Varianten
Anlage WU 2.10	Variante I-A1
Anlage WU 2.11	Variante I-A2
Anlage WU 2.12	Variante I-B
Anlage WU 2.13	Variante I-C

Randbedingungen

Folgende wesentlichen Randbedingungen wurden berücksichtigt:

Grundwasser: Linksseitig des Lechs gewinnen die Stadtwerke Augsburg das gesamte Trinkwasser für die Stadt Augsburg im Bereich des Stadtwalds. Auf der rechten Seite des Lechs betreibt die Gemeinde Kissing einen Trinkwasserbrunnen. Die Trinkwasserversorgung soll nicht beeinträchtigt werden.

In Ortsteilen der Stadt Augsburg sowie in der Stadt Königsbrunn und der Gemeinde Kissing bestehen im Istzustand Probleme mit Kellervernässungen bei hohen Grundwasserständen. Durch die vorgesehenen Maßnahmen soll sich die Situation nicht verschlechtern.

Hochwasserschutz: Derzeit besteht entlang des Lechs ein Schutz vor einem Hochwasserabfluss von 1.250 m³/s mit einem minimalen Freibord von etwa 0,6 m. Durch die geplanten Maßnahmen darf sich die Hochwassersituation nicht verschlechtern.

Bannwald: Der links- und rechtsseitig des Lechs vorhandene Wald ist im Sinne des Forstrechts als Bannwald ausgewiesen. Entsprechende Regelungen zum etwaigen Bannwaldausgleich sind zu berücksichtigen.

FFH-Lebensräume, Arten: Große Teile des Projektgebiets sind als FFH-Gebiet "Lechauen zwischen Königsbrunn und Augsburg" und als Naturschutzgebiet „Stadtwald Augsburg“ ausgewiesen. Eingriffe in FFH-Lebensräume bzw. negative Auswirkungen auf Arten sind zu vermeiden bzw. zu minimieren.

Privatgrundstücke: Rechtsseitig des Lechs grenzen an den vorhandenen Hochwasserschutzdeich bereichsweise Privatgrundstücke an. Diese sind in der Planung zu berücksichtigen.

Freizeit / Erholung: Als Ergebnis des Flussdialogs sollen die drei rechtsseitigen Seen (Weitmannsee, Auensee und Kuhsee) nicht unmittelbar in das flussbauliche Konzept integriert werden.

Wasserkraft: Ergebnis des Flussdialogs ist, dass in den weiterführenden Untersuchungen zunächst rein flussbauliche Möglichkeiten untersucht werden. Eine mögliche Verknüpfung der Maßnahmen mit einer Wasserkraftnutzung wurde vereinbarungsgemäß nicht in die Planung einbezogen.

Forggensee bis Lechstaustufe 23: Die vorhandenen Staustufen am Lech mit ihren Auswirkungen auf den Geschiebehaushalt sowie die Abflussdynamik im Lech sind fixe Randbedingungen für die weiterführenden Untersuchungen.

Bausteine der Varianten

Folgende Bausteine wurden für die Varianten im Stadtwaldbereich entwickelt:

- Aufweitung:** Aufweitung des Lechs auf bis zu 130 m. Die Aufweitung erfolgt maschinell oder eigendynamisch. Bei einer eigendynamischen Aufweitung wird lediglich die vorhandene Ufersicherung entfernt. Die Aufweitung erfolgt dann durch die Strömungskraft des Wassers, ohne maschinelle Eingriffe. Eine eigendynamische Aufweitung ist nur in Pralluferbereichen oder in geraden Lechstrecken möglich, nicht aber im Gleitufer (wegen der hier fehlenden Strömungskraft des Abflusses).
- Nebengewässer:** In Anlehnung an das Leitbild eines furkierenden Flusssystems werden Nebengewässer konzipiert. Die Initialbreite beträgt 10 m, eine eigendynamische Entwicklung der Ufer ist möglich.
- Sekundäraue:** Zur Erhöhung der Überflutungshäufigkeit sowie zur Reduzierung der Grundwasserflurabstände wird das Vorland bereichsweise tiefer gelegt. Insbesondere erfolgt dies auf den Inseln zwischen Lech und den zukünftigen Nebenarmen.
- Geschiebezugabe:** Als Baustein zum Erreichen der Sohlstabilität, insbesondere aber auch um eine gewisse Dynamik an der Lechsohle zu ermöglichen, ist eine Geschiebezugabe vorgesehen. Diese beträgt durchschnittlich etwa 3.000 bis 5.000 m³ pro Jahr. Entsprechendes Material steht in ausreichender Menge im Vorland (z. B. durch Abtrag Sekundärauen, Nebengewässer) mittelfristig zur Verfügung.
- Rückbau Abstürze:** Das erhöhte Ausgleichsgefälle von etwa 1,8 ‰ ermöglicht den Rückbau von vier der vorhandenen sechs Abstürze.
- Umbau Abstürze in aufgelöste Sohlrampen:** Die beiden verbleibenden Abstürze werden in biologisch durchgängige, aufgelöste Sohlrampen umgebaut.
- Deichrückverlegungen:** Die vorhandenen Deiche werden bereichsweise zurückverlegt.

- Weiche Ufer⁷ – Sicherungsmaßnahmen:** Über weite Strecken können die neuen Ufer des Lechs sowie der Nebengewässer als sogenannte Weiche Ufer (ohne Ufersicherung) belassen werden. Bereichsweise sind Sicherungsmaßnahmen erforderlich. Diese können häufig auf lokale Lauffixierungen beschränkt bleiben. Linienförmige Maßnahmen sind lediglich im Nahbereich von Sohlrampen und zum Schutz von Deichen erforderlich, wenn die Lechaufweitung bis an diese heranreicht.
- Wege:** Durch die Aufweitung des Lechs werden die beidseits des Lechs verlaufenden Unterhaltungswege teilweise entfernt. Diese werden durch zurückversetzte Wege ersetzt.
- Offenes Deckwerk:** Zur Vermeidung einer rückschreitenden Erosion vom aufgeweiteten Bereich in Richtung Lechstaustufe 23 ist ein Bauwerk zur Sohl-sicherung erforderlich, z. B. in Form eines Offenen Deckwerks.

Varianten

Aus den beschriebenen Bausteinen wurden folgende Varianten entwickelt. Nachfolgend werden die wesentlichen Grundzüge der Varianten beschrieben (siehe dazu auch die ausführlichen Erläuterungen im Erläuterungsbericht zu den WU in Anlage WU 1 sowie den jeweiligen Lageplänen zu den Varianten in den Anlagen WU 2.1 bis WU 2.4):

- Variante I-A1:** Die Variante beinhaltet alle genannten Bausteine. Die Aufweitung des Lechs erfolgt auf etwa 40 % der Uferlänge maschinell.
- Variante I-A2:** Die Variante entspricht weitgehend der Variante I-A1. In einem Teilabschnitt wird zusätzlich der Deich zurückverlegt, ein Nebengewässer sowie eine Sekundäraue angelegt. Dafür müssen drei Trinkwasserbrunnen der Stadtwerke Augsburg aufgelassen werden.

⁷ Mit *Weiche Ufer* werden unbefestigte Uferabschnitte bezeichnet. Die Entfernung der vorhandenen Ufersicherungen am Lech und damit die Schaffung von Weichen Ufern bilden die Voraussetzung für eine eigendynamische Seitenerosion.

- Variante I-B: Die Variante entspricht in den Grundzügen der Variante I-A2. Allerdings sind beinahe alle Aufweitungen am Lech so konzipiert, dass sie eigendynamisch erfolgen können.
- Variante I-C: Die Variante entspricht weitgehend der Variante I-B. Um allerdings Privatgrundstücke nicht zu beanspruchen, wird in zwei Teilabschnitten auf Deichrückverlegungen, die Anlage von Nebengewässern und Sekundärauen verzichtet.

Neben diesen Varianten wurde auch die so genannte *Nullvariante* bewertet. Diese ist dadurch gekennzeichnet, dass der Lech im Istzustand belassen wird und keine der Sanierungsvarianten bzw. deren Bausteine umgesetzt werden. Eine weitere Eintiefung der Lechsohle sowie alle damit verbundenen Konsequenzen für wasserwirtschaftliche und ökologische Belange werden in Kauf genommen. Bestehende Einrichtungen, wie z. B. Ufersicherungen, Hochwasserschutzanlagen und Brückenfundamente sind dadurch grundsätzlich gefährdet.

Mit Hilfe von Maßnahmen, die im Rahmen des Gewässerunterhalts ausgeführt werden, wird auf zukünftige Sohleintiefungen reagiert. Dabei werden folgende Ziele zugrunde gelegt:

- Der bestehende Hochwasserschutz wird soweit wie möglich erhalten.
- Bauwerke im Lech (z. B. Brückenpfeiler, Querbauwerke) werden so gut es geht gesichert.
- Eine Verschlechterung der ökologischen Verhältnisse infolge einer weiter voranschreitenden Sohleintiefung wird in Kauf genommen.

Für die Nullvariante wird folgende Unterhaltsstrategie vorgesehen:

- Der Unterhalt wird bautechnisch in der bisher vorgenommenen Art und Weise fortgeführt.
- Es wird versucht, die Uferlinie zu erhalten. Die Ufer werden in der gesamten Betrachtungsstrecke nach erfolgter Eintiefung "nachversteint"
- Querbauwerke werden vor rückschreitender Erosion im Unterwasser durch eine entsprechende Nachversteinerung gesichert.

Variantenbewertung und Ableitung der Bestvariante

Ausführliche Erläuterungen zur Variantenbewertung sowie der damit durchgeführten Ableitung einer Bestvariante sind den Ausführungen aus den WU in Anlage WU 3 aufgeführt.

Zur Bewertung der Varianten wurde ein System aus einer nutzwertanalytischen Betrachtung in Verbindung mit einer verbalen Wirkungsanalyse erarbeitet. Bewertet wurde der Grad der Zielerreichung für folgende Ziele:

- Ziel 1: Dynamische Sohlstabilisierung
- Ziel 2: Ökologische Verbesserung von Fluss und Aue
- Ziel 3: Minimierung nachteiliger Auswirkungen auf Nutzungen – Grundwasser
- Ziel 4: Verbesserung des natürlichen Hochwasserrückhalts
- Ziel 5: Minimierung der Risiken

Im Ziel 5 (Minimierung der Risiken) wurden folgende Kriterien bewertet:

- Forst: Flächenbedarf für Ausgleich
- FFH-Lebensraumtypen: Flächenentwicklung und Ausgleichsflächenbilanzierung
- Beanspruchung von Privatgrundstücken
- Genehmigungsrisiko: Verschlechterung der Hochwasserabflussverhältnisse

Aus der Bewertung geht die Variante I-B eindeutig als Bestvariante hervor. Bei allen Zielen bzw. Kriterien schneidet die Variante I-B am besten ab.

Die wesentlichen Bausteine der *Variante I-B* sind im Lageplan der Anlage WU 2.3 dargestellt. Nachfolgend sind diese stichpunktartig aufgeführt:

- Eigendynamische Aufweitung des Lechs vorwiegend im Bereich der Prallufer;
- Rückverlegung von Deichen;
- Rückverlegung von Wegen;
- Schaffung von großflächigen Sekundärauen;
- Anlage von Nebengewässern;
- Rückbau von 4 Abstürzen;
- Umbau von 2 Abstürzen in biologische durchgängige aufgelöste Sohlrampen;
- Offenes Deckwerk unterhalb der Lechstaustufe 23;

- Geschiebezugabe.

Die Nullvariante schneidet in der Bewertung aller Ziele am schlechtesten ab. In der Nutzwertanalyse erreicht die Nullvariante lediglich 38,9 von 100 möglichen Punkten (die Variante I-B erhält 84,4 Punkte). Nachfolgend werden Auszüge aus dem zusammenfassenden Vergleich der Variante für zwei wesentliche Ziele wiedergegeben:

Tabelle 8: Auszüge aus der Variantenbewertung der Weiterführenden Untersuchungen (Anlage WU2)

Ziel A1: Dynamische Sohlstabilisierung	<i>... Die Nullvariante fällt gegenüber den Planungsvarianten deutlich ab. Ein dynamisches Sohlgleichgewicht wird sich voraussichtlich nicht einstellen. Ebenso ist das Risiko eines Sohldurchschlags hoch.</i>
Ziel A2: Minimierung nachteiliger Auswirkungen auf Nutzungen – Grundwasser	<i>... Die Nullvariante ist aus Sicht der aquatischen und der terrestrischen Ökologie die mit sehr großem Abstand ungünstigste Variante.</i>

Mit der Nullvariante können die gesteckten Ziele auch nicht ansatzweise erreicht werden. Die zu erwartende fortschreitende Eintiefung im Falle einer Nullvariante ist vielmehr als Gefahr für die Standsicherheit vorhandener Bauwerke einzustufen.

Numerische Berechnungen

Im Rahmen der WU wurden hydraulische und soilmorphologische Berechnungen sowie Untersuchungen mit Hilfe eines Grundwassermodells durchgeführt. Die weiterführenden Betrachtungen im Rahmen der Entwurfsplanung bauen auf den Ergebnissen dieser Untersuchungen auf bzw. verwenden die entwickelten numerischen Modelle. Die Berichte zur Modellerstellung mit den Erläuterungen zu den verwendeten Daten, dem Modellierungskonzept etc. sind in entsprechenden Berichten bei den WU [13] abgelegt.

5.2 Leitbild und Entwicklungsziele

Datengrundlagen

Folgende Datengrundlagen wurden für die Festlegung des Leitbilds und der Planungsgrundsätze verwendet:

- Weiterführende Untersuchungen [13]
- Amt für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten Augsburg (2018): Managementplan für das FFH-Gebiet 7631-371 Lechauen zwischen Königsbrunn und Augsburg. [7a, 7b, 7c]
- Institut für Fischerei des LFL in Starnberg FWK_1_F127 (Staustufe 23 bis zum Hochablass) Befischungsdaten (2016 – 2018): Bewertung ÖZ [29]
- Bayern-Atlas – historische Karten [30]

Ziele Weiterführende Untersuchungen

In den Weiterführenden Untersuchungen wurden folgende Ziele für das Projekt Licca liber definiert (siehe Erläuterungsbericht in Anlage WU 0):

Ziel des Projekts Licca liber ist die Stabilisierung der Flusssohle des Lechs bei gleichzeitiger Renaturierung des Flusses und seiner Auen sowie die Einhaltung des vorhandenen Hochwasserschutzes für Siedlungen und Infrastruktureinrichtungen. Bei der Planung sind die Interessen infolge der Vielzahl der Nutzungsansprüche zu berücksichtigen. Insbesondere spielen die Grundwasserverhältnisse eine wesentliche Rolle. Einerseits hinsichtlich der Gewährleistung der Trinkwasserversorgung für Augsburg und Kissing. Andererseits im Zusammenhang mit der vorhandenen Bebauung entlang des Lechs.

- Ziel A1: Dynamische Sohlstabilisierung
- Ziel A2: Ökologische Verbesserung von Fluss und Aue
- Ziel A3: Minimierung nachteiliger Auswirkungen auf Nutzungen
- Ziel A4: Verbesserung des natürlichen Hochwasserrückhalts
- Ziel B5: Minimierung der Risiken
(hinsichtlich der Genehmigungsfähigkeit bzw. der Umsetzbarkeit).

Gebietsbezogene Konkretisierung der Erhaltungsziele des FFH-Gebiets „Lechauen zwischen Königsbrunn und Augsburg“ [7]

Die gebietsbezogenen Konkretisierungen der Erhaltungsziele (Stand 30.04.2008) wurden mit den Landwirtschafts-, Forst- und Wasserwirtschaftsbehörden abgestimmt. Sie sind als Vollzugshinweise die behördenverbindliche Grundlage für den

Verwaltungsvollzug und dienen als Arbeitshilfe für die Erstellung von Managementplänen:

- Erhaltung der großflächig zusammenhängenden Auenlandschaft mit Lechfließstrecke und hoher Strukturvielfalt als einen der bedeutendsten Auenabschnitte des bayerischen Lechs.
- Erhaltung großflächiger, unzerschnittener Lebensraumkomplexe in der Lechaue, insbesondere Auwald- und Magerrasenkomplexe.
- Gewährleistung ausgedehnter, wenig gestörter Lebensräume für charakteristische Arten des Auwaldes und seiner Gewässer mit großen Raumansprüchen.
- Erhaltung der Lebensbedingungen der charakteristischen Tier- und Pflanzenarten insbesondere der artenreichen Magerrasen.
- Erhaltung des Verbundes zu weiteren Gebieten des kohärenten Netzes Natura 2000.

Weitere Ziele werden formuliert unter anderem betreffend die Erhaltung bzw. Wiederherstellung der Auenwälder mit *Alnus glutinosa* und *Fraxinus excelsior* (Punkt 4) sowie Erhaltung bzw. Wiederherstellung der Population der Groppe (Punkt 12), des Huchens (Punkt 13), des Dunklen Wiesenknopf-Ameisenbläulings (Punkt 14), der Grünen Keiljungfer (Punkt 15), der Schmalen Windelschnecke (Punkt 16) oder des Bibers (Punkt 17).

Entwicklungsziele für den Lech im Projektgebiet

Basierend auf den oben dargestellten Datengrundlagen werden für den Lech folgende naturschutzfachlichen Entwicklungsziele formuliert:

Ziel ist es, dem Lech (Fluss und Aue) – unter Berücksichtigung der gegebenen Rahmenbedingungen - genügend Raum für eine künftig eigendynamische Entwicklung zu geben. Durch diese weitgehend eigendynamischen Prozesse entwickelt sich der Lech wieder in Richtung des flussmorphologischen Leitbilds und es entstehen neue, naturschutzfachlich hochwertige Lebensräume.

Der Lech als furkierendes Flusssystem ist geprägt von eigendynamischen Prozessen und Veränderungen im Flussbett. Neben dem Hauptfluss gibt es mehrere Nebenarme, einseitig angebundene Altarme, abgetrennte Altarme. Der Lech verändert bei höherer Wasserführung regelmäßig seine Gestalt. Die durchgehende und nachhaltige Verfügbarkeit der verschiedenen Gewässertypen ist sichergestellt. Typische Kiesumlagerungen führen zu strukturell vielfältigen Uferzonen (flache Kiesbänke, Totholz, flache Buchten, Weiche Ufer).

Die Durchgängigkeit für Fische und andere Gewässerorganismen ist im gesamten Abschnitt des Lechs zwischen Hochablass und dem Mandichosee stromauf und stromab gegeben. Insbesondere sind die Nebengewässer mit dem Hauptfluss des Lechs eng vernetzt und bieten den Gewässerorganismen wichtige Rückzugsräume sowie Nahrungs- und Laichhabitate.

Es entstehen wieder autotypische Lebensräume der Weichholzaue mit Annuellenfluren, Weidengebüsche oder Erlen-Eschenauwälder im Bereich zwischen NW und HQ10 sowie autotypische Grundwasserverhältnisse (Flurabstände zeitweise < 0,5 m). Die Auen werden von regelmäßiger Überflutung sowie naturnaher Bestands- und Altersstruktur, lebensraumtypischer Baumartenzusammensetzung mit einem ausreichenden Angebot an Altholz, Totholz und Höhlenbäumen, natürlicher Entwicklung auf extremen Standorten und Kontakt zu Nachbarlebensräumen geprägt.

Lokal werden naturschutzfachlich wertvolle „fossile“ Auen erhalten, um seltene Arten zu schützen und kleinräumig Altholzbestände zu erhalten, auch wenn dies einer dynamischen Entwicklung entgegensteht. Naturschutzfachlich hochwertige Sonderstrukturen und (Sekundär)-Lebensräume, wie z.B. Niedermoore oder Halbtrockenrasen werden nach Möglichkeit erhalten oder neu geschaffen, soweit dies nicht den grundsätzlichen Entwicklungszielen (siehe oben) entgegensteht.

Für die Entwicklung wird dem Lech ausreichend Zeit und Raum zugestanden. Ein begleitendes Monitoring dokumentiert diese Entwicklung und ermöglicht es, bei Bedarf korrigierend einzugreifen. So kann bestmöglich auf lokale Herausforderungen und Entwicklungschancen reagiert werden.

Bestehende Nutzungen im Flussraum (Trinkwassernutzung, Forstwirtschaft, Freizeit, Erholung, etc.) stehen bestmöglich mit den naturschutzfachlichen Zielen im Einklang.

Historische Aufnahmen des Lechs aus den Jahren 1860 (Ausschnitt Bayernatlas [30]) und 1911 (Luftaufnahme Lechfeld des WWA Donauwörth) zeigen den ursprünglichen Zustand des Lechs.



Abbildung 20: Lech im Jahr 1860 (links, Bayern Atlas) und 1911 (rechts, WWA Donauwörth)

Wertgebende Arten und Biotoptypen bzw. Lebensraumtypen

Nachfolgend angeführte Lebensräume und Arten werden bei der Planung und Umsetzung der Maßnahmen prioritär behandelt. Es handelt sich um für den gegenständlichen Lechabschnitt lebensraumtypische Arten und Biotoptypen, welche unter Berücksichtigung der Entwicklungsziele ausgewählt wurden. Ein besonderes Augenmerk wird dabei auf FFH-Arten und Lebensraumtypen sowie Arten des besonderen Artenschutzes und Rote-Liste Arten gelegt. Es erfolgt einer Unterscheidung zwischen dem Flussraum des Lechs, den Auen sowie Sonderstandorten (azonale Standorte wie z.B. Niedermoore oder anthropogene Standorte wie z.B. Deichböschungen).

Lech und Nebengewässer

- LRT 3240 Alpine Flüsse und ihre Ufervegetation mit *Salix eleagnos*
- LRT 3260 Flüsse der planaren bis montanen Stufe mit Vegetation des *Ranunculion fluitantis* und des *Callitricho-Batrachion*
- Huchen, Groppe, Barbe, Nase, Äsche
- Flussregenpfeifer, Flusssuferläufer, Gänsesäger, Schellente, Eisvogel
- Biber

Auen

- LRT 91E0* Auenwälder mit *Alnus glutinosa* und *Fraxinus excelsior*
- Schwarzpappel
- Gelbringfalter, Scharlachroter-Plattkäfer
- Gelbbauchunke
- Mopsfledermaus
- Grauspecht, Mittelspecht, Schwarzmilan, Trauerschnäpper, Gelbspötter, Waldlaubsänger

Sonderstandorte

- LRT 6210 Naturnahe Kalk-Trockenrasen und deren Verbuschungsstadien (Festuco-Brometalia) (*Besondere Bestände mit Orchideen)
- LRT 6510 Magere Flachland-Mähwiesen (*Alopecurus pratensis*, *Sanguisorba officinalis*)
- LRT 7230 Kalkreiche Niedermoore
- Großer-Wiesenknoyf, Sumpf-Siegwurz
- Zauneidechse, Kreuzotter, Schlingnatter
- Schmale Windelschnecke (*Vertigo angustior*)
- Kreuzenzian-Ameisenbläuling
- Baumpieper, Neuntöter

5.3 Allgemeines

5.3.1 Umsetzungsdauer – Unsicherheiten – Konsequenzen für die Planung

Die vorgesehenen Maßnahmen zur Annäherung des Lechs im Planungsgebiet an das Leitbild (siehe Kapitel 5.2) sehen u. a. Initialmaßnahmen vor, die dann eine gewünschte **eigendynamische** Entwicklung des Lechs bewirken. Eine Initialmaßnahme ist z. B. die Entfernung der vorhandenen Ufersicherungen. Dem Lech wird dadurch ein Freiheitsgrad zurückgegeben. Er kann sein Flussbett mit Hilfe der auftretenden Kraft des Wassers (Schubspannungen) auf die dann ungesicherten Böschungen vergrößern.

Die Aufweitung des Flussbetts hat Konsequenzen, z. B. hat sie Auswirkungen auf die Fließtiefe und damit den Wasserspiegel. Ebenso verändert sich die Fließgeschwindigkeit, in dessen Folge die Sohlschubspannungen und damit bei vorhandenem Geschiebetransport die Sohlhöhe und das Ausgleichsgefälle des Lechs. Zudem erhält der Lech aus den erodierten Uferbereichen Geschiebe. Diese Veränderungen sind gewünscht und insbesondere auch Bestandteil der Planung zur Annäherung an das Leitbild.

Mit Hilfe aufwändiger numerischer Untersuchungen (Hydraulik, Grundwasser und Sohlmorphologie) wurden die dynamischen Veränderungen prognostiziert. Diese Prognosen der Auswirkungen sind allerdings mit gewissen Unsicherheiten verbunden, die im Planungs- und auch im Genehmigungsverfahren berücksichtigt werden müssen. Die Unsicherheiten betreffen zum einen das Ausmaß der eigendynamischen Entwicklung, z. B. das Maß der eigendynamischen Aufweitung und somit auch die damit in Verbindung stehenden Konsequenzen. Zum anderen ist es nicht möglich, eine weitgehend exakte Vorhersage der Geschwindigkeit dieser Entwicklungen zu machen. Nicht zuletzt kann das Abflussgeschehen in den nächsten Jahren (insbesondere die Abfolge bzw. das Auftreten von Hochwasserereignissen), das ein wesentlicher Faktor bei der morphologischen Entwicklung eines Flusses ist, nicht vorhergesagt werden. Hier können lediglich statistische Werte aus der Vergangenheit herangezogen werden.

Diese Unsicherheiten müssen im Planungsprozess sowie im Genehmigungsverfahren berücksichtigt werden. Dazu ist die Entwicklung des Lechs durch ein aufwändiges Monitoring zu begleiten.

- Falls sich infolge der Entwicklung des Lechs die Randbedingungen für später umzusetzende Maßnahmen verändern, so ist die Planung entsprechend anzupassen. Im Anschluss an die Beschreibung der Maßnahmen in den Kapiteln 5.3.3 bis 5.4.19 wird in Kapitel 5.4.20 ergänzt, wie die Prognoseunsicherheiten in der Maßnahmenplanung berücksichtigt werden.
- Falls diese Anpassungen aus Sicht der Genehmigungsbehörde relevant sind, ist eine Tekturplanung erforderlich (siehe dazu auch die Ausführungen in Kapitel 7.3).

5.3.2 Varianten- bzw. Alternativenprüfung

Für die Qualität der Planung und auch für das Planfeststellungsverfahren ist es wichtig, dass eine Varianten- bzw. Alternativenprüfung durchgeführt wird. Im Rahmen des Planungsprozesses erfolgte diese in mehreren Stufen:

Weiterführende Untersuchungen

Wie bereits in Kapitel 5.1.3 erläutert, wurden im Rahmen der WU aus den genannten Bausteinen vier Varianten im Sinne eines Gesamtsystems für die Stabilisierung und Renaturierung des Lechs im Projektgebiet entwickelt. Mit Hilfe eines Bewertungssystems, das im Sinne einer umfassenden Sichtweise alle relevanten Ziele des Projekts abdeckt, wurde in einer gut nachvollziehbaren Art und Weise die Bestvariante abgeleitet. Diese Variante stellt die Grundlage für die hier vorliegende Entwurfsplanung dar. Insbesondere wurde hier auch die Nullvariante bewertet. Diese wurde mit großem Abstand am schlechtesten bewertet und ist nicht geeignet, die definierten Projektziele auch nur ansatzweise zu erfüllen.

Bausteine der Planung - Variantenuntersuchung im Rahmen der Entwurfsplanung

Auf Basis der in der WU abgeleiteten Vorzugsvariante (Variante I-B), wurden im Rahmen der Entwurfsplanung bei der Konzeption der einzelnen Bausteine der Gesamtplanung Varianten untersucht. Z. B. wurden bei den beiden ökologisch durchgängigen Sohlrampen verschiedene Varianten im Hinblick auf die Möglichkeiten der Umsetzung der Rampen betrachtet. Diese Überlegungen bzw. die betrachteten Varianten werden nachfolgend in den Erläuterungen zu den jeweiligen Bausteinen erläutert.

Interaktion Umweltplanung und technische Planung – Variantenoptimierung im Rahmen der Entwurfsplanung

Die Planung der einzelnen Bausteine erfolgte interaktiv in einem Zusammenspiel zwischen der technischen Planung sowie der Umweltplanung. So wurden z. B. bei der Trassenwahl der Nebengewässer bzw. des Umgriffs der Sekundärauen neben technischen und hydraulischen Gesichtspunkten insbesondere auch ökologische Aspekte betrachtet: u. a. die Vermeidung von Eingriffen in FFH-Lebensräume oder Eingriffe in Habitate geschützter Arten. Grundsätzlich wurde bei der Planung das Minimierungsgebot berücksichtigt. Dies gilt auch hinsichtlich der Verluste von Bannwald. Diese Überlegungen und Abwägungen werden ebenfalls in den Erläuterungen zu den Bausteinen dargestellt.

5.3.3 Einteilung in Abschnitte

Für eine leichtere Orientierung im Projektgebiet wird dieses in 8 Abschnitte unterteilt. Die Einteilung orientiert sich insbesondere an der Bogenfolge des Lechs im Istzustand und den damit verbundenen Maßnahmen. Die Nummerierung der Abschnitte erfolgt fortlaufend in Fließrichtung des Lechs. Da die Maßnahmen meist auf eine Seite des Lechs konzentriert sind, ergibt sich auf Grund der Bogenfolge des Lechs eine

Überschneidung in den Abschnittsgrenzen. Siehe dazu z. B. den Lageplan mit einer Übersicht über die Maßnahmen in Anlage A3.1.2. Hier ist die Abschnittseinteilung grob dargestellt. Eine exakte Eintragung der Abschnittsgrenzen befindet sich in den Lageplänen der Anlage A3.2. In Tabelle 9 sind die Abschnitte mit ihren jeweiligen Grenzen zusammengefasst. Dabei wird zwischen der linken und rechten Seite des Lechs unterschieden. Der Abschnitt 8 beinhaltet den aufgeweiteten Rückstaubereich des Hochablasses. Hier sind keine Maßnahmen vorgesehen.

Tabelle 9: Einteilung des Projektgebiets in Abschnitte

Abschnitt	links		rechts	
	von	bis	von	bis
1	Fkm 56,7	Fkm 55,1	Fkm 56,7	Fkm 54,9
2	Fkm 55,1	Fkm 53,4	Fkm 54,9	Fkm 53,8
3	Fkm 53,4	Fkm 52,7	Fkm 53,8	Fkm 52,6
4	Fkm 52,7	Fkm 51,4	Fkm 52,6	Fkm 51,1
5	Fkm 51,4	Fkm 49,8	Fkm 51,1	Fkm 49,8
6	Fkm 49,8	Fkm 49,1	Fkm 49,8	Fkm 49,0
7	Fkm 49,1	Fkm 47,4	Fkm 49,0	Fkm 47,4
8	Fkm 47,4	Fkm 47,0	Fkm 47,4	Fkm 47,0

Es sei darauf hingewiesen, dass der Begriff *Abschnitte* auch für die Einteilung in die vier Abschnitte für das Gesamtprojekt *Licca liber* verwendet wird. Hier werden die römischen Zahlen I bis IV verwendet. Zur besseren Unterscheidung erfolgt die Bezeichnung der acht Abschnitte im Projektgebiet mit arabischen Ziffern 1 bis 8.

5.3.4 Begriffe

Nachfolgend werden immer wieder auftauchende Begriffe erläutert:

Bezugszustand

Dieser entspricht dem Lech im Istzustand. Der Bezugszustand wird insbesondere beim Vergleich der Auswirkungen der Maßnahmen z. B. im Hinblick auf den Hochwasserschutz oder die Grundwasserspiegel verwendet. Im Modell für die hydraulischen Berechnungen zum Bezugszustand werden die aktuellen Querprofilaufnahmen von 2019 eingesetzt.

Initialzustand

Dies entspricht dem Zustand des Lechs nach Umsetzung der Maßnahmen des Umsetzungspakets 1 vor Einsetzen der dadurch initiierten eigendynamischen

Entwicklungen. Die Maßnahmen im Umsetzungspaket 1 sind in Kapitel 5.6 beschrieben.

Endzustand

Dies entspricht dem Zustand des Lechs, wie er sich nach Umsetzung aller Maßnahmen und der entsprechenden eigendynamischen Entwicklung einstellen wird. Von einem prognostizierten Endzustand wird gesprochen, wenn die Beschreibung des Zustands auf Basis von Prognosen bzw. Einschätzungen erfolgt.

5.4 Beschreibung der Maßnahmen

Die Planung der Maßnahmen ist ein iterativer Prozess. Überlegungen zu einzelnen Maßnahmen bzw. zu einem Bündel an Maßnahmen folgen Abschätzungen zu deren Wirkungen, die wiederum eine Änderung oder Korrektur der geplanten Maßnahmen bedingen. Zunächst werden im Kapitel 5.4.1 alle geplanten Maßnahmen im Überblick zusammen mit ihrer hydraulischen und flussmorphologischen Wirkung dargestellt. In den folgenden Kapiteln werden die Maßnahmen dann detailliert beschrieben. Diese Maßnahmen sind das Endergebnis des iterativen Planungsprozesses.

5.4.1 Übersicht über die geplanten Maßnahmen – prognostizierter Endzustand – Wirkung der Maßnahmen

Alle Maßnahmen sind im Übersichtslageplan der Anlage A3.2.1 dargestellt. Zudem ist die prognostizierte Aufweitung des Lechs eingetragen. Nachfolgend werden im Kapitel 5.4.1.1 die wesentlichen Bausteine der Variante mit ihren Hauptmerkmalen kurz dargestellt. Eine detaillierte Beschreibung erfolgt in den Kapiteln 5.4.2 und Folgende.

Das Kapitel 5.4.1.2 befasst sich mit der Wirkung der Maßnahmen, speziell der Aufweitung des Lechs, das sich dann einstellende Ausgleichsgefälle des Lechs, die veränderten Sohl Schubspannungen (also die Sohlbelastung) sowie den Wasserspiegel. Dies hat Auswirkungen auf die Reihenfolge und die zeitliche Abfolge der Umsetzung der Maßnahmen und ist Grundlage für den Zeitplan (Kapitel 5.6).

5.4.1.1 Maßnahmenübersicht

Aufgelöste Sohlrampen Fkm 53.4 und Fkm 50.4

- Die beiden Rampen ersetzen die Abstürze an den jeweiligen Fkm.
- Die Rampen sind biologisch durchgängig.

Rückbau Ufersicherungen – Aufweitungen

- Der Rückbau der Ufersicherung erfolgt in den Pralluferbereichen.
- Der Rückbau stellt eine Initialmaßnahme für die darauffolgende eigendynamische Seitenerosion dar.
- In den Abschnitten 1 bis 5 kann die Aufweitung jeweils bis beinahe zum Deichfuß des bestehenden Deichs erfolgen. Die Sohlbreite kann sich von derzeit etwa 70 m auf bis zu 130 m vergrößern.
- Unterstrom des Absturzes bei Fkm 50,4 (Abschnitte 6 und 7) ist auf Grund der Grundwassersituation nur ein mittleres Ausgleichsgefälle der Sohle von etwa 1,3 ‰ zulässig. Ansonsten würde die Sohle im Bereich der aufgeweiteten Bereiche zu hoch ansteigen und eine Verschlechterung der Grundwassersituation im Bereich der angrenzenden Stadtteile von Augsburg / Hochzoll und Haunstetten bewirken. Die Aufweitung des Lechs muss hier auf eine Sohlbreite von etwa 85 m begrenzt werden.
- Im Zeitraum der eigendynamischen Aufweitungen werden aus den Uferbereichen große Geschiebemengen in den Lech eingebracht. Diese unterstützen die Sohlstabilität und ermöglichen eine morphologische Dynamik.

Sekundärauen

- Auf Grund der Grundwasserproblematik ist eine deutliche Anhebung des Wasserspiegels im Lech sowie eine Anhebung des Grundwassers nicht möglich.
- Zur Erhöhung der Überflutungshäufigkeit und zur Reduzierung des Flurabstands werden Vorlandflächen in den Abschnitten 1, 2, 3, 4 und 6 abgesenkt, so dass durchschnittlich mehrmals pro Jahr (Zielgröße durchschnittlich 20 Tage / Jahr) eine Überflutung erfolgen wird. Zudem wird der Grundwasserflurabstand reduziert.

Nebengewässer

- In den Abschnitten 1, 2, 3 und 4 werden Nebengewässer durch die Sekundärauen gelegt.
- Die Nebengewässer werden so dimensioniert, dass sie etwa 5 bis 15% des Abflusses im Lech aufnehmen können.

Geschiebezugabe

- Die Geschiebezugabe ist Bestandteil der Maßnahmen zur Sohlstabilisierung und ist eine wesentliche Grundlage für das Erreichen einer gewünschten morphologischen Dynamik.
- Gemäß den Untersuchungen in den WU beträgt die erforderliche durchschnittliche jährliche Geschiebezugabe etwa 3.000 bis 5.000 m³.

Deichrückverlegungen

- In den Abschnitten 1, 2, 3, 4 und 6 werden vorhandene Deiche aufgelassen, um die Anlage von Sekundärauen und Nebengewässer zu ermöglichen.
- Wo dies erforderlich ist, werden die aufgelassenen Deiche durch rückliegende Hochwasserschutzmaßnahmen ersetzt.

Rückbau Abstürze

- Die Abstürze Fkm 55,4 - 54,4 – 52,4 – und 51,4 werden zurückgebaut.
- Dies kann allerdings erst dann erfolgen, sobald die (eigendynamische) Aufweitung des Lechs ein ausreichendes Maß erreicht hat und dadurch die Funktion der Sohlstabilisierung übernehmen kann.

Anbindung Grundwasserseen

- Die drei Grundwasserseen – Weitmannsee, Auensee und Kuhsee – werden verwendet, um einen Anstieg des Grundwassers auf der Ostseite des Lechs im Bereich der Gemeinde Kissing und Augsburg-Hochzoll zu vermeiden.
- Die Regelung des Grundwasserspiegels erfolgt durch einen erhöhten Abfluss aus den Seen. Dazu werden am Weitmann- und Auensee die bereits vorhandenen Auslässe ertüchtigt und neue Auslassgerinne angelegt, die dann in den Lech münden. Am Kuhsee sind keine baulichen Maßnahmen erforderlich.

Anbindung Gießer Überlauf

- Der im Stadtwald linksseitig des Lechs verlaufende Gießer Überlauf wird an den Lech etwa auf Höhe von Fkm 48,4 angebunden.
- Dazu wird im linksseitigen Hochwasserschutzdeich ein Sielbauwerk eingebaut. Zum Anschluss an den Lech wird ein naturnahes Gerinne mit einer Länge von etwa 650 m angelegt. Dabei wird ein Höhenunterschied von etwa 3 m überwunden.

Wege

- Durch die Aufweitung des Lechs werden die beidseits des Lechs verlaufenden Unterhaltungswege teilweise entfernt.
- Diese werden durch zurückversetzte Wege ersetzt.

Materialmanagement

- Die Konzeption der Maßnahmen erfolgt so, dass anfallendes Material z. B. durch die Entfernung der Ufersicherung, der Herstellung der Sekundäraue sowie der Nebengewässer in einem möglichst großen Umfang wiederverwendet werden kann.
- Der Umgang mit Bodenaushub, der nicht im Projektgebiet unmittelbar verwendet werden kann, wird spätestens im Zuge der Ausführungsplanung festgelegt.
- Flächen zur Zwischenlagerung von Bodenaushub stehen nur in geringem Umfang zur Verfügung.

5.4.1.2 Wirkung der Maßnahmen und Konsequenzen für die Reihenfolge in der Umsetzung

Ein zentraler Baustein für die Umsetzung ist die eigendynamische Entwicklung des Lechs und die damit einhergehenden Auswirkungen auf den Wasserspiegel, die Schubspannungen sowie die Sohlage des Lechs. Die eigendynamische Entwicklung des Lechs ist ein wesentlicher Bestandteil der Maßnahmen, um die maschinellen Eingriffe zu minimieren.

Nachfolgend werden die für die Umsetzungsreihenfolge und damit den Zeitplan der Umsetzung wichtigsten Zusammenhänge erläutert. Diese sind Grundlage für die Erstellung des Zeitplans (siehe Kapitel 5.6).

Aufweitung Lech und neues Ausgleichsgefälle der Sohle

Die Aufweitung des Lechs zusammen mit einer häufigeren Überflutung des Vorlands im Bereich der Sekundärauen, der Anlage von Nebengewässern sowie einer Geschiebezugabe, bewirken eine Veränderung der sohlmorphologischen Verhältnisse. Von der Staustufe 23 bis zum Absturz bzw. der Rampe bei Fkm 50,4 (Abschnitte 1 bis 5) wird eine Aufweitung des Lechs bis beinahe zum Deichfuß der bestehenden Deiche zugelassen. Die Sohlbreite kann sich von derzeit etwa 70 m auf bis zu 130 m vergrößern. Auf Basis von flussmorphologischen Untersuchungen im Rahmen der WU mit Hilfe eines Geschiebetransportmodells wird das Gleichgewichtsgefälle der

Lechsohle mit etwa 1,8 ‰ abgeschätzt. Dies ist die Grundlage für die Gesamtplanung im Lageplan sowie im Längsschnitt.

Abbildung 21 zeigt die mittlere Sohle im prognostizierten Endzustand. Neben dem abgeschätzten Ausgleichsgefälle von 1,8 ‰ sind die Kronenhöhen der beiden Rampen bei Fkm 53,4 und 50,4 für die Höhenlage der Sohle maßgebend. Im Rahmen der Weiterführenden Untersuchungen wurde insbesondere mit Hilfe des Grundwassermodells überprüft, welche Sohlhöhen im Hinblick auf die Grundwasserstände verträglich sind. Dabei wurden die Kronenhöhen der beiden Rampen festgelegt. Für weitere Daten sei auf das Kapitel 5.4.2 verwiesen.

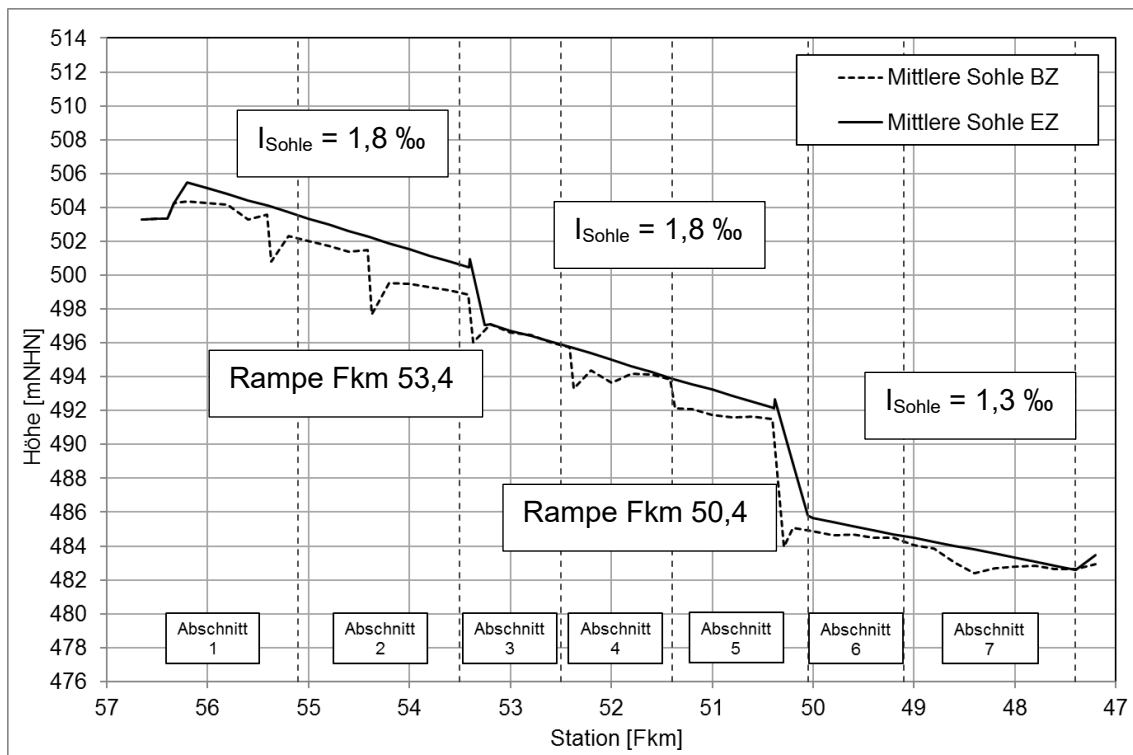


Abbildung 21: Längsschnitt der mittleren Sohlen im Bezugs- und Endzustand

I_{Sohle} durchschnittliches Sohlgefälle in dem betrachteten Abschnitt
 BZ Bezugszustand
 EZ Endzustand

Unterstrom des Absturzes bei Fkm 50,4 ist auf Grund der Grundwassersituation nur ein mittleres Ausgleichsgefälle der Sohle von etwa 1,3 ‰ zulässig. Ansonsten würde die Sohle im Bereich der aufgeweiteten Bereiche zu hoch ansteigen und eine Verschlechterung der Grundwassersituation im Bereich der angrenzenden Stadtteile

von Augsburg / Hochzoll und Haunstetten bewirken. Die Aufweitung des Lechs muss hier auf eine Sohlbreite von etwa 85 m begrenzt werden.

Auswirkungen auf die Sohlschubspannungen – Rückbau der Abstürze

Die eigendynamische Aufweitung des Lechs, der Abfluss in den Nebengewässern sowie der Abfluss über die Sekundärauen bei Hochwasser bewirken eine deutliche Reduzierung der Sohlschubspannungen und damit der Belastung der Sohle des Lechs. Dies stellt die Voraussetzung für den Rückbau der vier Abstürze bei Fkm 55,4 – 54,4 – 52,4 und 51,4 dar. Die sohlstabilisierende Wirkung der Abstürze wird durch die Vergrößerung des Abflussquerschnitts übernommen. Der Rückbau der Abstürze ist somit erst nach einer ausreichenden eigendynamischen Entwicklung des Lechs möglich. Siehe dazu die Ausführungen in Kapitel 5.4.7.

Auswirkungen auf den Wasserspiegel - Rückverlegung der Hochwasserschutzanlagen

Abbildung 22 und Abbildung 23 zeigen die Wasserspiegel bei Mittel- und Hochwasser (HQ₁₀₀) im Längsschnitt für den Bezugs- und Endzustand. Bei Mittelwasser wird der Wasserspiegel im Endzustand vornehmlich durch die neue Sohlage sowie den Rückbau der vier Abstürze beeinflusst. Bereichsweise ist der Wasserspiegel bei MQ höher als im Bezugszustand, in anderen Bereichen liegt er tiefer.

Bei Hochwasser hingegen ist der Wasserspiegel im Endzustand vornehmlich durch die deutliche Aufweitung des Lechs und die damit einhergehende Vergrößerung des Abflussquerschnitts geprägt. Trotz einer zumeist höher liegenden mittleren Sohle sinkt der Wasserspiegel gegenüber dem Bezugszustand deutlich ab. Dieser Effekt wird bei der Dimensionierung der rückverlegten Hochwasserschutzmaßnahmen ausgenutzt. Die Rückverlegung der Hochwasserschutzanlagen erfolgt deshalb mit Ausnahme des Abschnitts 2 nach einer eigendynamischen Seitenerosion des Lechs sowie dem Rückbau der Abstürze. Ausführliche Ausführungen dazu befinden sich in Kapitel 5.4.8.

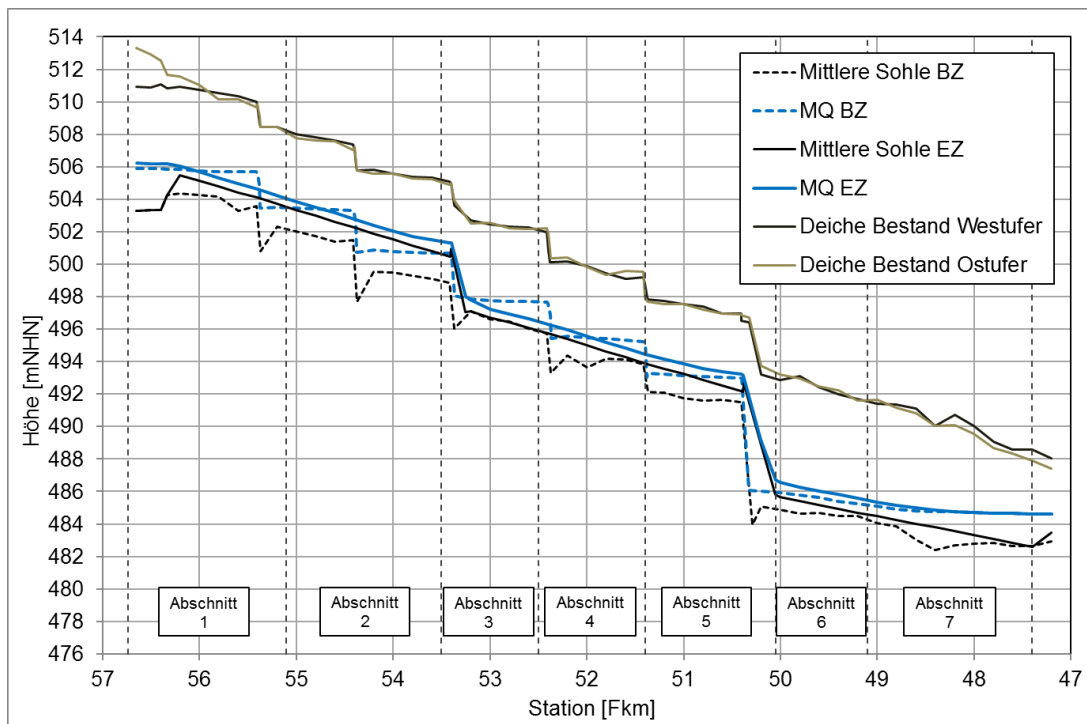


Abbildung 22: Längsschnitt Wasserspiegel bei Mittelwasser MQ, Bezugs- (BZ) und Endzustand (EZ)

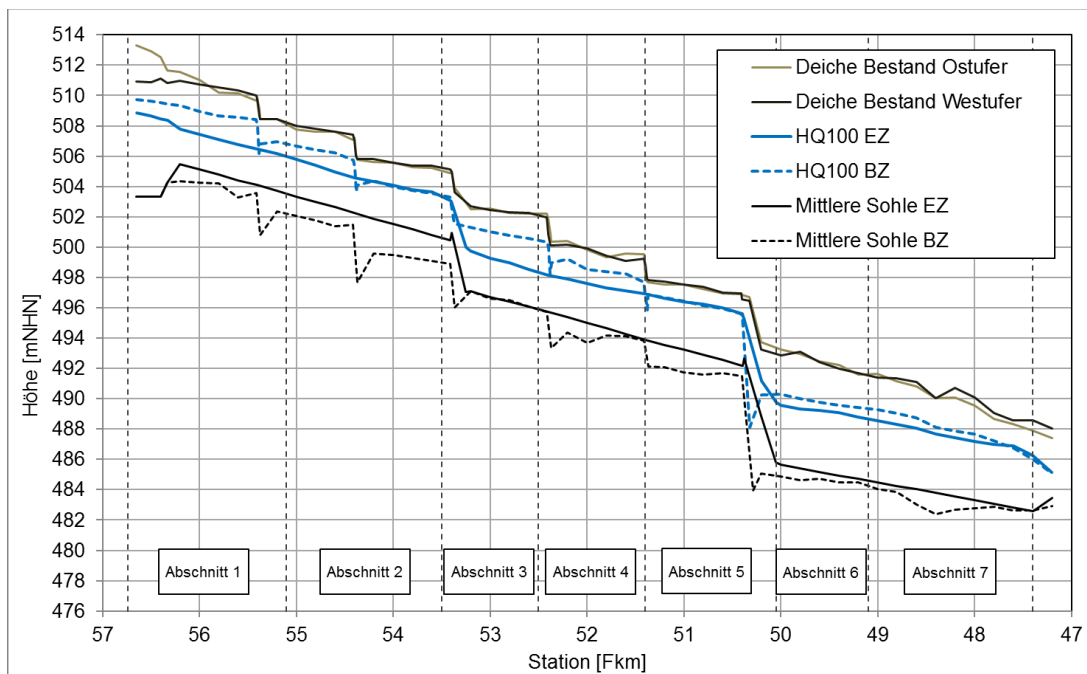


Abbildung 23: Längsschnitt Wasserspiegel bei Hochwasser HQ₁₀₀, Bezugs- (BZ) und Endzustand (EZ)

5.4.2 Aufgelöste Sohlrampen

Die beiden Abstürze bei Fkm 53,4 und Fkm 50,4 werden in biologisch durchgängige Sohlrampen⁸ umgebaut. Im Kapitel 5.4.2.1 werden zunächst allgemeine Punkte erläutert, die beide Rampen betreffen. In den beiden nachfolgenden Kapiteln werden die beiden Rampen mit ihren spezifischen Besonderheiten getrennt beschrieben.

5.4.2.1 Allgemein

Bezeichnung

Die beiden Sohlrampen werden folgendermaßen bezeichnet:

- Rampe Fkm 53,4
- Rampe Fkm 50,4

Bemessungsgrundlagen - Richtlinien

Für die Planung und die Bemessung der Rampen wurden folgende Richtlinien verwendet:

- DWA Merkblatt M-509: Fischaufstiegsanlagen und fischpassierbare Bauwerke – Gestaltung, Bemessung, Qualitätssicherung, 2014 [14].
- Seifert, K.: Fischaufstiegsanlagen in Bayern, Landesfischereiverband Bayern e.V. und Bayerisches Landesamt für Umwelt, München, 2016 [15].

Bemessungsgrundlagen - Bemessungsabflüsse

Die Durchgängigkeit der Rampen muss auf Basis der oben angeführten Richtlinien durchschnittlich an 300 Tagen im Jahr gewährleistet sein. Für die Bemessung werden aus der Unterschreitungsdauerlinie das Q_{30} (Abfluss, der durchschnittlich an 30 Tagen im Jahr unterschritten wird) als untere Grenze und das Q_{330} (Abfluss, der durchschnittlich an 330 Tagen im Jahr unterschritten wird) als obere Grenze verwendet. Als Quelle dient der Auszug aus dem gewässerkundlichen Jahrbuch von 2020 für den Pegel Haunstetten.

- $Q_{30} = 38,4 \text{ m}^3/\text{s}$
- $Q_{330} = 136 \text{ m}^3/\text{s}$

⁸ In den Genehmigungsunterlagen wird durchgehend der zumeist in Süddeutschland übliche Begriff „Sohlrampe“ anstelle des in vielen Richtlinien benutzten Begriffs einer „Sohlgleite“ verwendet.

Bemessungsgrundlagen - Relevante Fischmaße und geometrische sowie hydraulische Grenzwerte

Gemäß den anzuwendenden Richtlinien [14 und 15] ist der Huchen als maßgebender größter Fisch anzusetzen. Daraus ergeben sich die wesentlichen Mindestmaße für die geometrischen Abmessungen der Rampe. Die kleine und eher schwimmschwache Mühlkoppe ist maßgebend hinsichtlich der hydraulischen Kennwerte wie Fließgeschwindigkeit und Leistungsdichte sowie der Höhe der einzelnen Übergänge. Für die Mühlkoppe gilt es im Besonderen auch zu berücksichtigen, dass für diese bodenorientierte Art bei der Durchwanderung im Korridor lückiges Sohlsubstrat zur Verfügung stehen muss.

Bei der Ermittlung der Bemessungswerte wird insbesondere gemäß [15] berücksichtigt, auch juvenilen Stadien eine erschöpfungs- und verletzungsfreie Passierbarkeit zu gewährleisten (siehe Tabelle 10).

Tabelle 10: Bemessungswerte für die Höhendifferenzen zwischen Becken und Schwellen sowie für die spezifische Leistungsdichte (Energiedissipation) in Becken von Schlitzpässen, naturnahen Beckenpässen und Sohlrampen gemäß [15].

Gewässerregion	Δh	spez. Leistungsdichte P_D
	[m]	[W/m ³]
Epirhithral	0,20	140
Metarhithral	0,18	120
Hyporhithral	0,15	120
Epipotamal	0,13–0,10	100
Metapotamal	0,10–0,08	80

Die Einstufung des Fischgewässertyps gemäß OGewV⁹ ist Cyp-R¹⁰ (Stand Februar 2021, Abschnitt Lechfall bis Einmündung in die Wertach). Aufgrund der Zusammensetzung der Fischfauna und der abiotischen Parameter (insbesondere der

⁹ Verordnung zum Schutz der Oberflächengewässer

¹⁰ cyprinidengeprägte Gewässer des Rhithrals, Cypriniden sind karpfenartige Fische

Gewässertemperatur) wird das Epipotamal (Barbenregion) für die Auswahl der Bemessungswerte herangezogen.

Unter Berücksichtigung der genannten Anforderungen aus den Richtlinien und den zu berücksichtigenden maßgebenden Fischarten werden die in Tabelle 11 zusammengestellten Bemessungswerte angesetzt.

Tabelle 11: Kennwerte für die Rampenbemessung

Kennwert Rampenbemessung	
Rampenneigung	1:50
Minimale Fließtiefe	0,45 m
Maximale Höhe der einzelnen Beckensprünge (Höhendifferenz)	0,13 m
maximale Neigung der Beckensohle	1:4
Maximale spezifische Leistungsdichte	100 W/m ³

Die Berechnung der spezifischen Leistungsdichte erfolgt dabei nicht gemittelt über den gesamten Abflussquerschnitt, sondern es wird nachgewiesen, dass im Längsschnitt ein durchgehender Bereich über die Rampe diese Anforderung erfüllt.

Die Höhendifferenz zwischen zwei aufeinanderfolgenden Riegeln wurde nach Abstimmung mit der Fischereifachberatung des Bezirks Schwaben mit $\Delta h=13$ cm gewählt und liegt damit an der oberen Grenze des in [15] angegebenen Bereichs (siehe dazu auch Tabelle 10). Bei einer Rampenneigung von 1:50 beträgt der Abstand zwischen zwei aufeinanderfolgenden Riegeln bezogen auf die Riegelachsen somit 6,5 m. Unter Berücksichtigung der Dimension der erforderlichen Riegelsteine verbleibt eine lichte Weite zwischen den Riegeln von etwa 5,5 m (siehe Abbildung 24). Eine Reduzierung der Höhendifferenz zwischen den Querriegeln würde eine Reduzierung der lichten Weite zwischen den Riegeln mit sich bringen (bei gleicher mittlerer Rampenneigung). Um die Becken unter Berücksichtigung der Vorgabe einer maximalen Neigung der Beckensohle von 1:4 für die bodenorientierten Fischarten bautechnisch vernünftig gestalten zu können und um auch ein ausreichendes Beckenvolumen zu erreichen, erscheint eine Reduzierung der lichten Weite der Becken sehr problematisch. Beispielhaft sei hier aufgeführt, dass bei einer Reduzierung der Höhendifferenz Δh auf 11 cm die lichte Weite nur mehr etwa 4,5 m betragen würde.

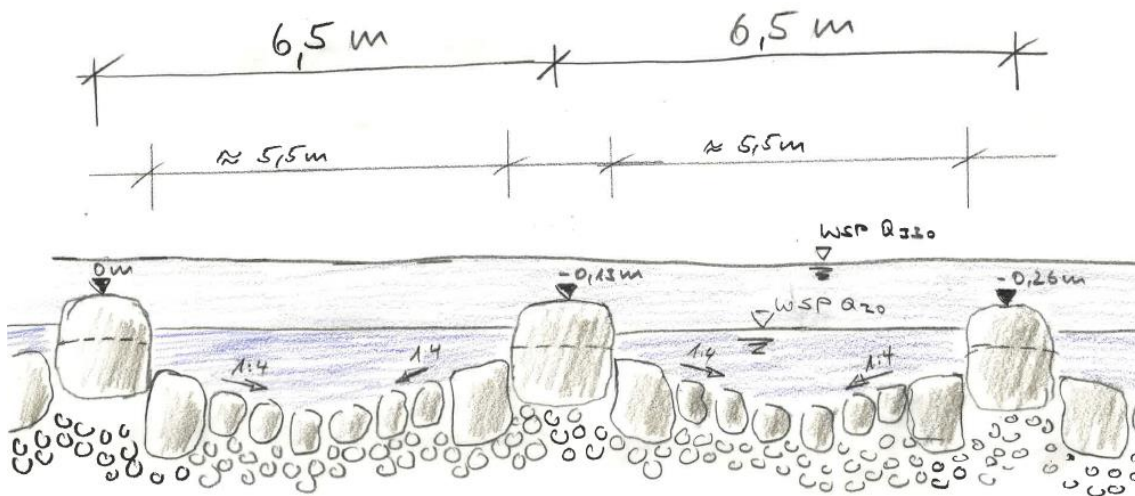


Abbildung 24: Skizze Becken zwischen zwei Riegelreihen bei $\Delta h = 13$ cm

Eine flachere Ausführung der Rampe als mit einer Neigung von 1:50 wird aus folgenden Gründen ausgeschlossen:

- Der Aufwand für die Herstellung der Rampe steigt mit der Länge des Rampenbauwerks. Bei den beiden vorgesehenen Rampen ist es ohnehin auch bei der vorgesehenen Neigung von 1:50 eine Herausforderung, diese während einer Niedrigwasserperiode herzustellen. Mit flacherer Neigung und einer entsprechenden größeren Länge und Mehraufwand bei der Herstellung steigt das Risiko, dass das Bauwerk nicht innerhalb des vorgesehenen Baufensters errichtet werden kann.
- Im Bereich der Rampe sind die Ufer zwingend massiv zu stabilisieren. Je länger das Rampenbauwerk wird, desto länger sind die zu verbauenden Ufer- und Sohlstrecken im Gegensatz zu den sonst möglichen weichen Ufern in der freien Fließstrecke.
- Auch im Sinne des Landschaftsbilds ist eine freie, weitgehend unverbaute Fließstrecke deutlich wertvoller einzustufen als der Bereich der Rampe.
- Hinsichtlich der Ressourcenschonung (Steinmassen, Transport, Eingriffe, Rodungen etc.) erscheint eine Reduzierung der Rampenneigung nicht angezeigt. Aus gewässerökologischer Sicht ist eine flachere Ausbildung der Sohlrampen auch nicht notwendig, da die erforderlichen Nachweise für die Fischpassierbarkeit bei einer Neigung von 1:50 geführt werden können.

Im Falle einer steileren Ausführung und bei Einhaltung der maximal zulässigen Höhendifferenz zwischen zwei Riegeln von 0,13 m würde die lichte Weite der Becken reduziert. Beispielfhaft beträgt bei einer Rampenneigung von 1:40 der Riegelabstand

nur mehr 5,2 statt 6,5 m. Die lichte Weite der Becken beträgt nur mehr 4,2 m anstelle von 5,5 m. Analog zu den Ausführungen oben bzgl. der anzusetzenden Höhendifferenz kann der Nachweis der Energiedichte nicht geführt werden.

Rampentyp: Riegelrampe

Als Rampentyp wird eine Riegelrampe gewählt. Dabei verlaufen die Querriegel sowie die Becken über den gesamten Querschnitt. Die Querriegel haben in ihrem Verlauf über den Querschnitt unterschiedliche Höhen. In Flussmitte liegen sie am tiefsten. Zu den Ufern hin steigen sie an. Die Querriegel sind mit Lücken durch tiefergesetzte Steine versehen, um eine Passage mit ausreichender Fließtiefe für die größeren Fische zu gewährleisten. Entlang eines Querriegels entstehen folglich Bereiche mit unterschiedlichen hydraulischen Belastungen. Somit variiert auch die spezifische Energiedichte in den anschließenden Becken. Aufstiegswillige Fische wandern entlang des Querriegels, bis sie eine geeignete Stelle für die Passage finden. Abbildung 25 zeigt als Beispiel eine Riegelrampe an der Wertach.



Abbildung 25: Beispiel Riegelrampe an der Wertach (ehemaliges Goggeleswehr, aus [15])

Im Vorgriff auf die nachfolgenden Erläuterungen zur Ausbildung der Querriegel sei darauf hingewiesen, dass bei den beiden geplanten Sohlrampen die Querriegel jeweils in Rampenmitte unterbrochen werden. Hier besteht die Rampe aus einer etwas tiefer liegenden, ebenen geneigten Fläche. Deren Hauptaufgabe besteht darin, einen möglichst großen Abflussanteil aufzunehmen und die seitlichen Rampenbereiche für schwimmschwächere Fischarten zu entlasten.

Umsetzung - Zeitplan

Für die Errichtung der beiden Sohlrampen bestehen keine Abhängigkeiten zu anderen Maßnahmen. Die Umsetzung ist mit dem 1. Umsetzungspaket möglich. Da mit der Errichtung der Rampen die aquatische Durchgängigkeit des Lechs in diesem Bereich erreicht wird, ist eine frühzeitige Herstellung der Rampen anzustreben.

Gestaltung der Querriegel – Auflösung der geradlinigen Riegelstrukturen

Im Zuge der Entwurfsplanung erfolgt keine detaillierte Planung zur Ausbildung der Querriegel. Dies sei der nachfolgenden Ausführungsplanung vorbehalten. Nachfolgend

werden die Leitgedanken zur Gestaltung der Querriegel erläutert. Diese sind dann die Grundlage für die spätere Detailplanung.

Ziel der Gestaltung der Querriegel ist die Auflösung von geradlinigen Strukturen zur Verbesserung der optischen Wirkung der Rampen und damit auch des Landschaftsbildes. Zum anderen sollen auch für Fische interessante und im Sinne des Leitbilds abwechslungsreiche Strömungsmuster geschaffen werden. Ausgehend von einem geradlinig verlaufenden Querriegel, bei dem lediglich einzelne Riegelsteine tiefer liegen (Typ 1) werden verschiedene Typen bzw. Steinmuster festgelegt, die dann in der späteren Planung aufgegriffen und umgesetzt werden.

Vorbilder für die Steinstrukturen sind natürliche Szenarien in Wildbächen und in bereits bestehenden Sohlrampen in der Mangfall. Die Strukturen erzeugen interessante Strömungsmuster vor allem in Bereichen mit geringen Fließtiefen. Deshalb werden diese vornehmlich in den seitlichen Bereichen der Rampen eingesetzt.

Nachfolgend werden die verschiedenen Typen für die Steinstrukturen erläutert. Zur Verdeutlichung der hydraulischen Wirkungen dienen Skizzen sowie Bilder von bereits vorhandenen Strukturen.

Typ 1: Riegel geradlinig

- geradlinige Struktur der Riegel
- Einzelsteine werden tiefer gesetzt

Typ 2:

- Einzelsteine werden nach oberstrom versetzt, ca. 1 bis 1,5 m
- „Verbindungssteine“ werden tiefer gesetzt, so dass deren Oberkante im Vergleich zu den benachbarten Steinen niedriger liegt
- Die Strömung im Bereich der tiefergesetzten Steine wird abgelenkt („nach innen“). Der Grad der Ablenkung kann durch die Positionierung der Wasserbausteine gesteuert werden

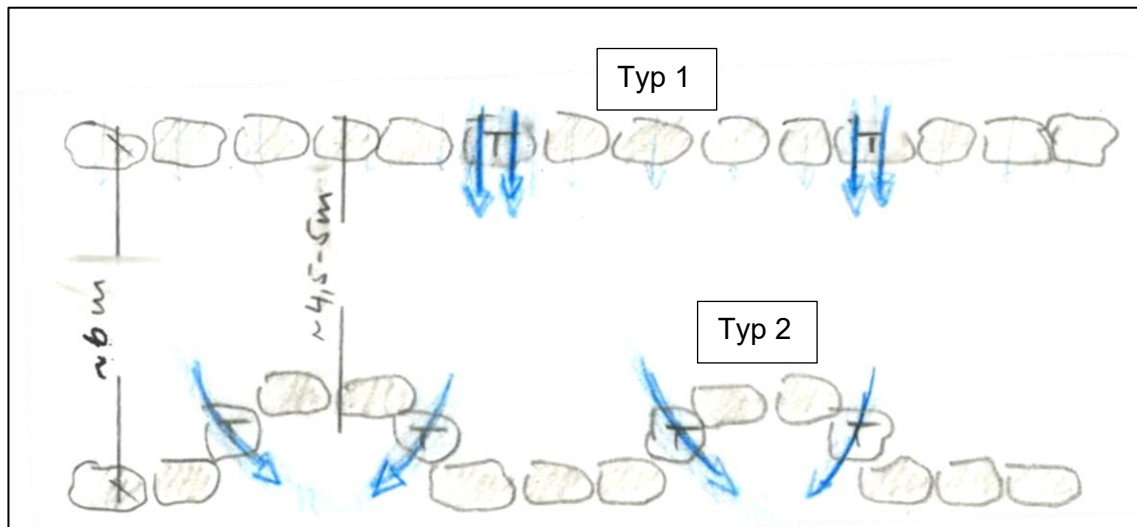


Abbildung 26: Riegelstruktur Typ 1 und Typ2, Schemaskizze



Abbildung 27: Beispiel für Typ 2, Sohlrampe an der Mangfall (Fotos: Hengl, BAW, Wien)

Typ 3:

- Ähnlich wie Typ 2, aber Wasserbausteine nach unterstrom versetzt, ca. 1 bis 1,5 m
- „Verbindungssteine“ werden tiefer gesetzt
- Es entsteht eine Strömungsumlenkung „nach außen“
- Der Grad der Umlenkung kann durch die Situierung der Wasserbausteine beeinflusst werden

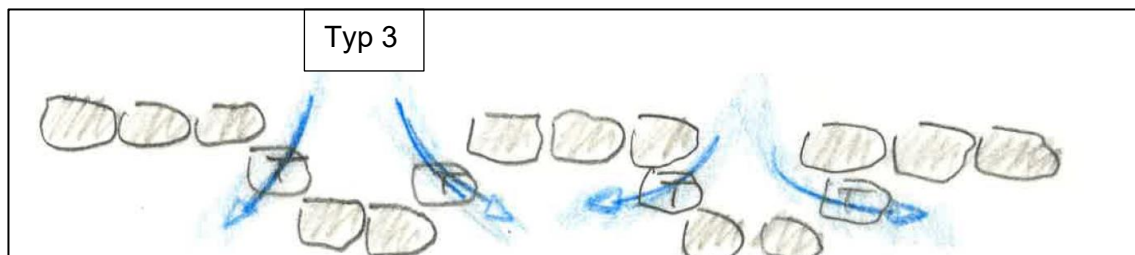


Abbildung 28: Riegelstruktur Typ 3 Schemaskizze

Typ 4:

- Wasserbausteine werden aus der geraden Linie nach oberstrom ausgelenkt
- Einzelsteine werden tiefer gesetzt
- Dadurch entsteht eine Strömungsumlenkung „nach innen“ (etwa senkrecht zur Riegelachse)
- Der Grad der Umlenkung kann durch die Ablenkung von der geraden Achse beeinflusst werden

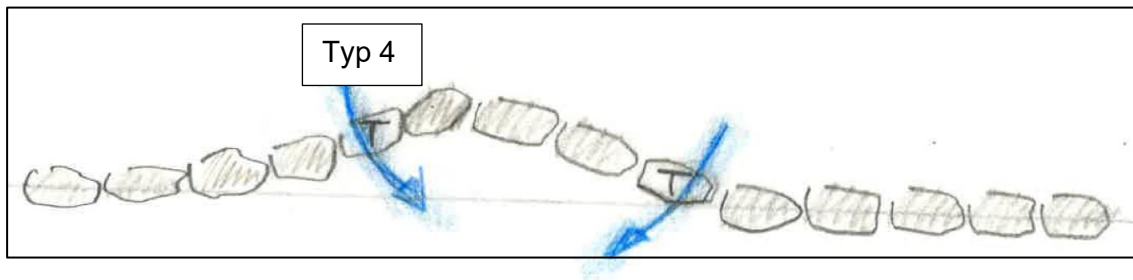


Abbildung 29: Riegelstruktur Typ 4 Schemaskizze



Abbildung 30: Beispiel für Typ 4, Sohlrampe an der Mangfall (Fotos: Hengl, BAW, Wien)

Typ 5:

- Wie Typ 4, aber Auslenkung der Wasserbausteine aus der geraden Achse nach unterstrom
- Einzelsteine werden tiefergesetzt
- Dadurch entsteht eine Strömungsumlenkung „nach außen“ (etwa senkrecht zur Riegelachse)

- Der Grad der Umlenkung kann durch die Ablenkung von der geraden Achse beeinflusst werden

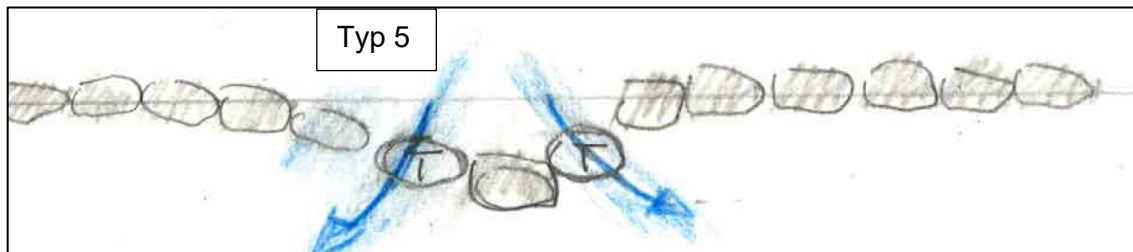


Abbildung 31: Riegelstruktur Typ 5 Schemaskizze

Planung der Rampe im Längsschnitt – Versatz des 1. Querriegels

Die Planung der Sohlrampen im Längsschnitt erfolgte im Sinne eines iterativen Planungsprozesses. Dabei wurden hydraulische, morphologische Aspekte und die Auswirkungen auf das Grundwasser berücksichtigt.

Abbildung 21 zeigt im Längsschnitt die mittlere Sohle im Bezugszustand sowie als Ergebnis der Planung die prognostizierte mittlere Sohle für den Endzustand. Aus der Längsschnittplanung ergeben sich die Höhen der Rampenfüße der die Rampen begrenzenden Querriegel ober- (Rampenkrone) und unterstrom (Rampenfuß).

Über der Rampenkrone stellen sich hydraulische Grenzverhältnisse ein. Diese gehen einher mit einer Absenkkurve des Wasserspiegels zur Rampenkrone hin. Dadurch steigt die Fließgeschwindigkeit und das Energieliniengefälle wird größer. Um eine Erosion der Sohle oberstrom der Rampe zu vermeiden, bzw. um das Erreichen der zu erzielenden Gleichgewichtssohlage zu ermöglichen, wird die Rampenkrone um einen so genannten Versatz erhöht. Der Versatz wird auf Basis von Erfahrungswerten mit 0,5 m angesetzt. Der Versatz wirkt der Beschleunigung des Abflusses entgegen. Zur Verdeutlichung der Wirkung des Versatzes sei auf die Skizze in Abbildung 32 verwiesen.

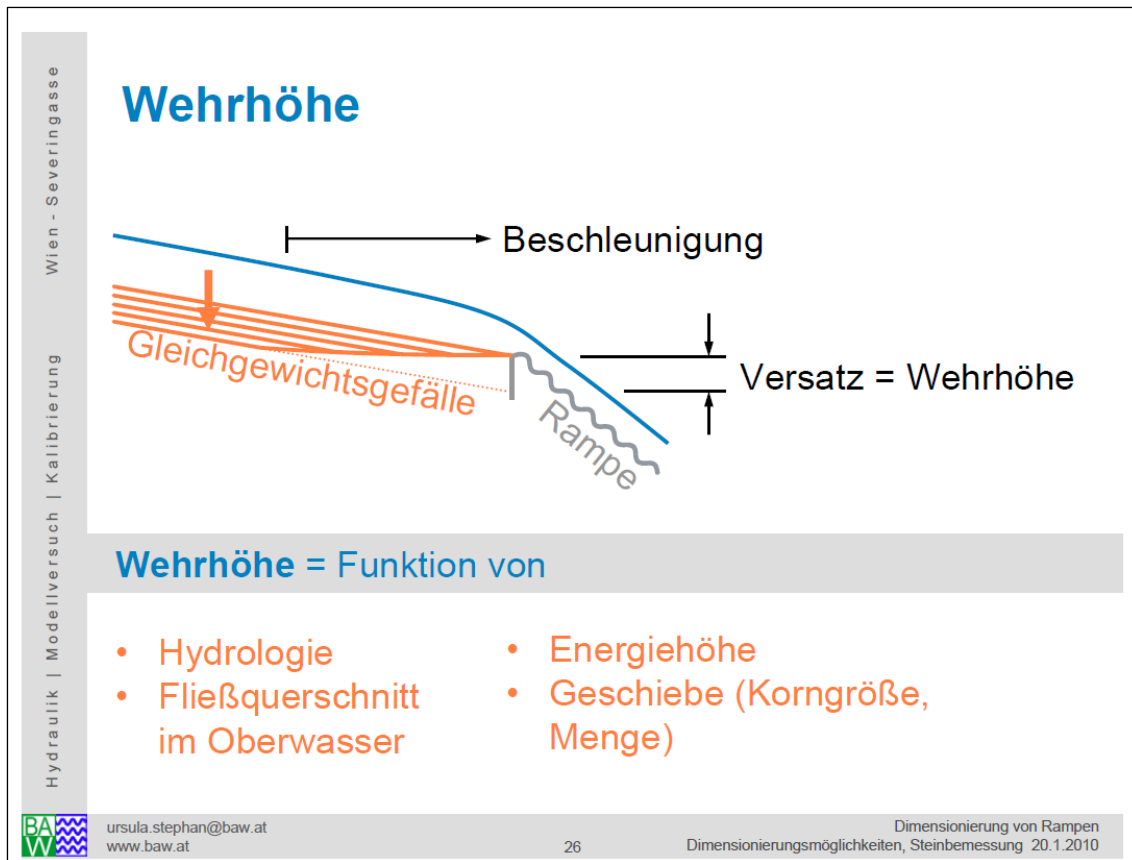


Abbildung 32: Skizze zum Versatz bei Rampen [16]

Nachbettsicherung

Insbesondere bei größeren Abflüssen wird nur ein Teil der Energie (Wasserspiegeldifferenz zwischen Ober- und Unterwasser) auf der Rampe umgewandelt. Die verbleibende Energie drückt sich in einem gewellten Abfluss unterhalb der Rampe aus (analog zu einem nicht gut dimensionierten Tosbecken) und bewirkt eine erhöhte Belastung unmittelbar unterstrom der Rampe. Um die Stabilität der Ufer sowie des Rampenbauwerks nicht zu gefährden, ist eine Nachbettsicherung erforderlich.

Gute Erfahrungen bestehen mit einer Nachbettsicherung aus unterschiedlichen Steinbelegungen der Sohle, wie sie bei einer Rampe an der Unteren Salzach geplant wurde (siehe nachfolgende Abbildung). Im unmittelbaren Nahbereich zur Rampe und zu den befestigten Ufern erfolgt eine vollflächige Belegung der Sohle mit entsprechend dimensionierten Wasserbausteinen. Die eigentliche Nachbettsicherung erfolgt wie bei einem Offenen Deckwerk mit einer Teilbelegung der Flusssohle. Dadurch wird eine gewisse Kolkbildung infolge der Beanspruchung der Sohle zugelassen. Diese Kolke sorgen für eine Reduzierung der Belastung der Sohle und stellen gleichzeitig für die

aquatische Fauna (z. B. Huchen) wichtige Strukturelemente dar. Die Teilbelegung der Sohle mit Wasserbausteinen gewährleistet aber, dass die Kolke nicht zu tief und auf einem gewissen Niveau stabilisiert werden. Belegt wurde dies durch Modellversuche an der Versuchsanstalt der TU München in Oberrach.

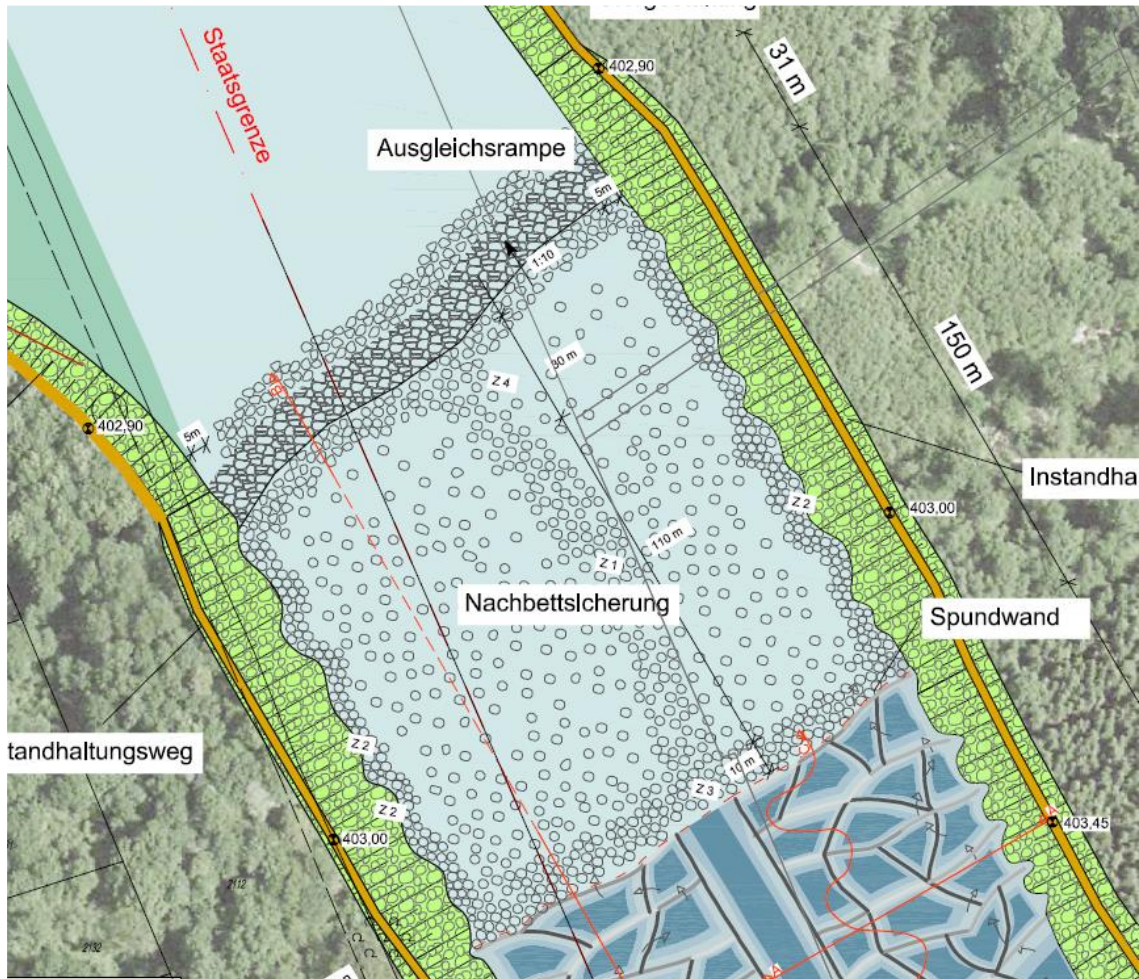


Abbildung 33: Sanierung Untere Salzach, Rampe Fkm 55,4, Nachbettsicherung
(Quelle: SKI GmbH + Co. KG)

Bootsbefahrung

Die Sohlrampen sind nicht für eine Befahrung mit Booten ausgelegt. Entsprechende Hinweistafeln werden oberstrom der Rampen errichtet. Auf der orografisch linken Seite wird oberstrom der Rampe eine Ausstiegsstelle vorgesehen, unterstrom der Rampe können Boote dann wieder einsetzen.

Bauablauf

Bei den vorhandenen Abflüssen und Fließtiefen im Lech müssen die aufgelösten Sohlrampen in einer trockenen Baugrube errichtet werden. Unmittelbar im Lech kann normalerweise nur in der abflussarmen Jahreszeit gebaut werden. Dabei besteht ein Risiko, dass die Arbeiten im Lech während der abflussarmen Periode nicht fertiggestellt werden können. Dies könnte z. B. durch ein Baustellenhochwasser bedingt sein. Deshalb ist ein Konzept zur Umsetzung der Rampen bzw. zum Bauablauf zu erstellen, mit dem ein möglichst wirtschaftlicher und risikoarmer Bau der Rampen ermöglicht wird. Dies hat über den eigentlichen Bauablauf hinaus auch Auswirkungen auf die Planung der Sohlrampen, z. B. die Gestaltung im Lageplan. Weitere Ausführungen dazu befinden sich in den nachfolgenden Kapiteln.

Zur Eingrenzung der Niedrigwasserperiode werden die Abflussdaten am Pegel Haunstetten monatsweise ausgewertet. Tabelle 12 beinhaltet Mittelwasser (MQ), Mittleres Hochwasser (MHQ) und die höchsten beobachteten Hochwasserereignisse aus der Zeitreihe 1975 bis 2020 (Quelle: Hydrologisches Jahrbuch, 2020). In Abbildung 34 bis Abbildung 36 werden diese Daten in Diagrammen dargestellt.

Tabelle 12: Abflüsse am Pegel Haunstetten (m³/s): MQ, MHQ, HQ

Monat	MQ	HQ	MHQ	MHQ_rel
Nov	58,8	347	89,7	33,8%
Dez	51,9	210	78,6	29,7%
Jan	54,1	143	76,3	28,8%
Feb	55,8	243	81,1	30,6%
Mrz	67,8	161	98,5	37,2%
Apr	82,9	232	118	44,5%
Mai	113	1150	191	72,1%
Jun	132	631	265	100,0%
Jul	111	592	242	91,3%
Aug	94	1130	259	97,7%
Sep	49,5	415	180	67,9%
Okt	69,3	616	129	48,7%

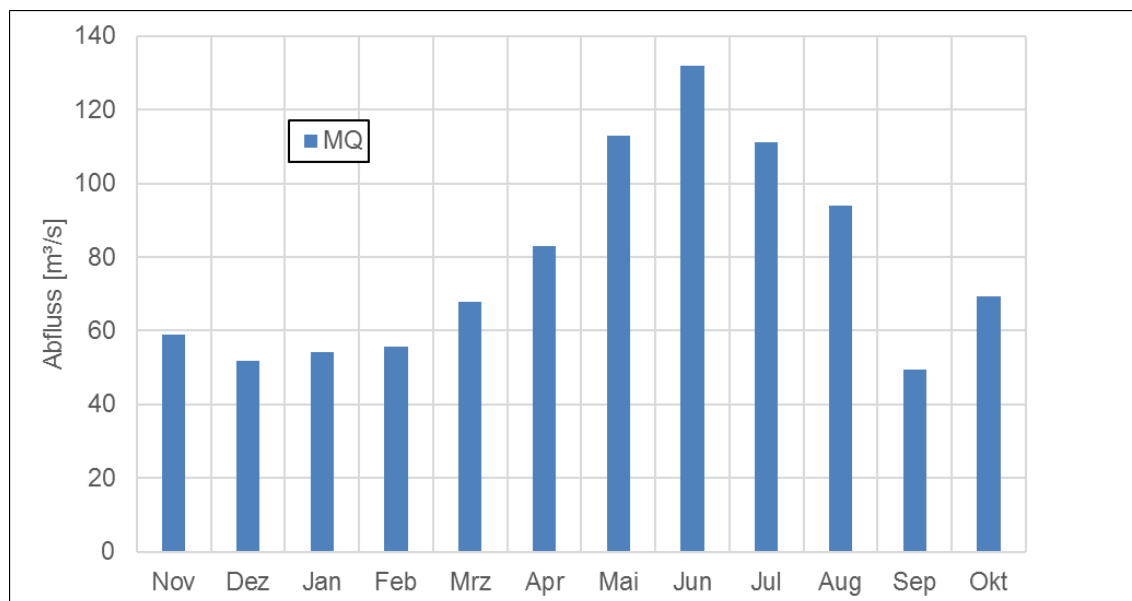


Abbildung 34: Pegel Haunstetten, MQ nach Monaten ausgewertet, Zeitreihe 1975 bis 2020

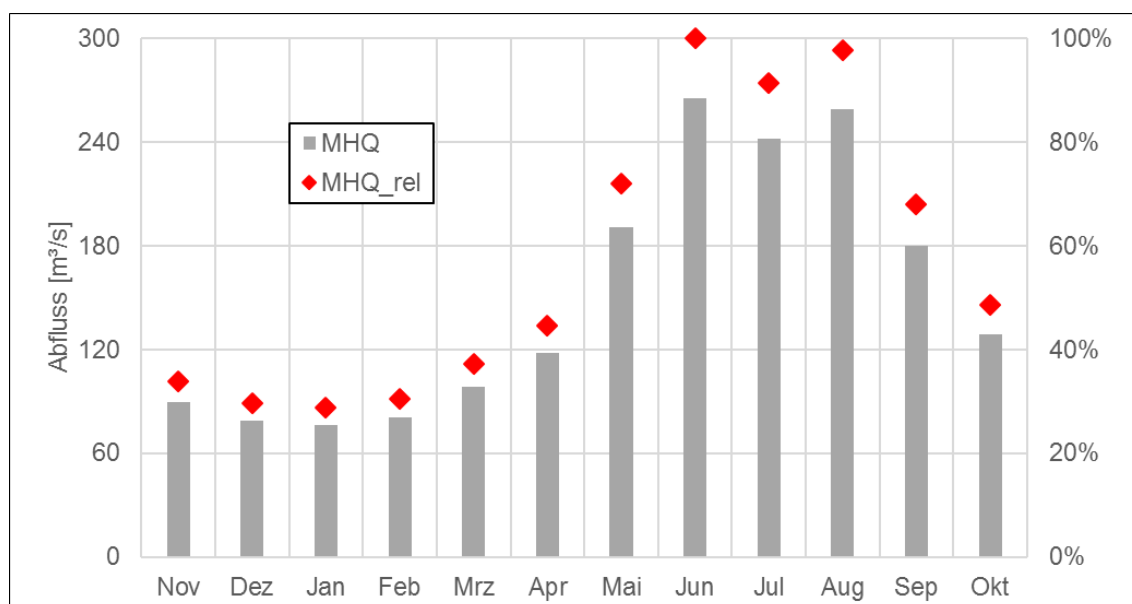


Abbildung 35: Pegel Haunstetten, MHQ nach Monaten ausgewertet, Zeitreihe 1975 bis 2020

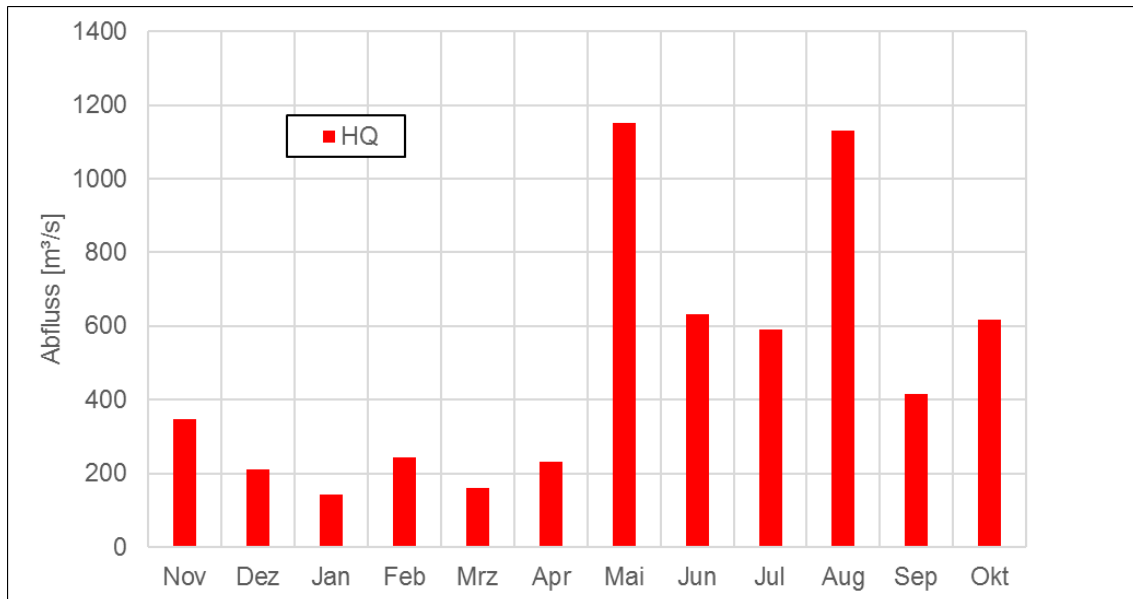


Abbildung 36: Pegel Haunstetten, HQ nach Monaten ausgewertet, Zeitreihe 1975 bis 2020

Maßgebend für die Wahl des Baufensters für die Arbeiten im Lech (im Zusammenhang mit der Herstellung der Sohlrampen) ist der mittlere Hochwasserabfluss. In Tabelle 12 ist der relative mittlere Hochwasserabfluss (MHQ_rel) angegeben. Hier wird der jeweilige Monatswert auf den im Jahresverlauf höchsten MHQ im Juni bezogen. In den markierten Monaten Oktober bis April liegt der MHQ unter 50 % des maximalen MHQ im Juni. Die niedrigsten Hochwasserabflüsse mit einem MHQ_rel von etwa 30 % sind in den Monaten November bis Februar zu erwarten. **Das aus hydrologischer Sicht mögliche Baufenster für Arbeiten im Lech wird somit auf den Zeitraum von Oktober bis April gelegt.**

Zu beachten ist allerdings, dass auch in diesem Zeitraum größere Hochwasserereignisse beobachtet wurden. Z. B. wurde am 16.10.1981 ein Hochwasserabfluss von 616 m³/s gemessen. Dies ist deutlich mehr als ein 10-jährliches Hochwasserereignis ($HQ_{10} = 520 \text{ m}^3/\text{s}$).

Bei der Festlegung der Bauzeit sind zudem auch naturschutzfachliche Gesichtspunkte zu berücksichtigen. Die Errichtung der Rampenbauwerke kann grundsätzlich ganzjährig erfolgen, wobei für bestimmte Arbeitsschritte, wie z.B. für Rodungsarbeiten, zeitliche Einschränkungen vorgesehen sind. Siehe dazu die Ausführungen im landschaftspflegerischen Begleitplan (Anlage B1, Maßnahme 3.2.2). Zur Vermeidung von Missverständnissen sei erwähnt, dass sich die oben fett gedruckte Einschränkung der Bauzeit auf Arbeiten im Lech bezieht.

Dimensionierung der erforderlichen Steingrößen

Die Bemessung der Steine erfolgt im Rahmen der Ausführungsplanung. Nachfolgend werden für die beiden Rampen die Steine überschlägig dimensioniert, um ein Gefühl für die Steingrößen zu bekommen.

Die Dimensionierung der verschiedenen Steintypen der Sohlrampe erfolgt auf Basis eines Schubspannungsansatzes. Dieser wurde durch einen Modellversuch im Rahmen der Planung einer Sohlrampe an der Unteren Salzach an der Versuchsanstalt Obernach der TU München verifiziert.

$$d_s = \frac{\tau}{\rho \cdot g \cdot \frac{\rho_s - \rho_w}{\rho_w} \cdot \theta_{cr}}$$

mit: d_s : erforderlicher Steindurchmesser
 τ : maximale Sohl Schubspannung auf der Rampe [N/m²]
 ρ / ρ_w : Dichte Wasser [kg/m³]
 ρ_s : Steindichte [kg/m³]
 θ_{cr} : dimensionslose kritische Sohl Schubspannung [-]

Für θ_{cr} gilt [18]:

Riegelsteine: $\theta_{cr} \approx 0,03 - 0,035$

Beckensteine: $\theta_{cr} = 0,065 - 0,09$

Nachbettsicherung: $\theta_{cr} = 0,01 - 0,015$

Für die Bemessung der Riegelsteine sei angemerkt, dass hier zusätzlich noch eine Gleichgewichtsbetrachtung der angreifenden Kräfte nach [17] zu berücksichtigen ist. Gegebenenfalls sind die daraus abgeleiteten Steinmassen maßgebend.

Die Belegungsdichte für die Steine des Nachbettschutzes beträgt ca. 20 % der Fläche.

Naturschutzfachliche/Forstfachliche Optimierung

Im Zuge der Planungen wurde hinsichtlich der Lage und Dimensionierung der Rampen eine Optimierung zur Vermeidung von Eingriffen in hochwertige Lebensräume und Habitate geprüft. Aufgrund flussbaulicher Zwangspunkte ist eine Verschiebung nach ober- oder unterstrom nicht möglich. Die erforderlichen Rodungen wurden auf das

absolut erforderliche Mindestmaß beschränkt, die Breite der Rampe bei Fkm 50,4 gegenüber den Weiterführenden Untersuchungen von 130 auf ca. 100 m angepasst. Da die Hochwasserabfuhr über die Rampe während der gesamten Bauzeit sichergestellt sein muss, ist die Errichtung der Rampen in zwei Bauabschnitten zwingend erforderlich. Die damit verbundenen Eingriffe im linken Vorland sind damit alternativlos. Wie den Ausführungen im landschaftspflegerischen Begleitplan (Anlage B1, Maßnahme 3.3.11) zu entnehmen ist, wurde die Böschungsgestaltung aus ökologischer Sicht optimiert, auf Anschüttungsflächen innerhalb des Lechbetts kann Magerrasen entstehen.

5.4.2.2 Sohlrampe Fkm 53,4

Die Sohlrampe Fkm 53,4 befindet sich im Abschnitt 3. Ein Lageplan sowie Schnitte können der Anlage A3.3.1 entnommen werden.

Abmessungen

Die Sohlbreite des Lechs ober- und unterstrom der Sohlrampe wurde mit 130 m prognostiziert. Die Breite der Sohlrampe wird ebenfalls mit 130 m gewählt.

Die Höhe der Rampe orientiert sich an der Höhe der Flusssohle ober- und unterstrom des Bauwerks. Die mittlere Sohle des Lechs oberstrom der Rampe liegt im Endzustand auf 500,45 mNHN. Unterstrom der Rampe ist die Sohlhöhe im Bestand maßgebend. Die mittlere Sohle liegt hier bei etwa 497,15 mNHN. Unter Berücksichtigung eines Versatzes der Rampenkrone von 0,5 m beträgt die Rampenhöhe somit 3,80 m¹¹. Bei einer Höhendifferenz der Querriegel von 0,13 m ergeben sich somit 30 Riegel.

Die Länge des Bauwerks ergibt sich mit der Rampenneigung von 1:50 (an der Außenkante) somit zu ca. 180 m zuzüglich der Nachbettsicherung mit einer Länge von ca. 150 m.

Ausbildung der Querriegel im Querschnitt, hydraulische Berechnung und Nachweis der Fischpassierbarkeit

Hinsichtlich der Querschnittsausbildung sowie den hydraulischen Nachweisen für die Fischpassierbarkeit sei auf die Ausführungen zur Sohlrampe 50,4 verwiesen. Die Sohlrampe Fkm 53,4 hat durch die größere Breite von 130 m (gegenüber 100 m bei

¹¹ Rampenhöhe $\Delta h = 500,45 \text{ mNHN} - 497,15 \text{ mNHN} + 0,5 \text{ m} = 3,80 \text{ m}$.

der Rampe Fkm 50,4) eine deutlich geringere hydraulische Belastung. Die Nachweise für die Fischpassierbarkeit sind somit problemlos möglich.

Höhe der seitlichen Rampenböschung

Die Höhe der seitlichen Rampenböschung wird so ausgelegt, dass bei HQ_{100} keine Überströmung stattfindet. Der Freibord wird mit 0,6 m gewählt.

Erforderliche maschinelle Aufweitung und Auffüllung

Um eine möglichst gleichmäßige Beaufschlagung der Sohlrampe zu gewährleisten, ist eine hydraulisch günstige Zu- und Abströmung erforderlich. Dazu ist linksseitig eine maschinelle Aufweitung des Lechs erforderlich. Das Maß der Aufweitung und die Länge der Zu- und Abströmung ist dem Lageplan in Anlage A3.3.1 zusammen mit Anlage A3.2.3 zu entnehmen.

Anschluss an das Bestandsgelände

Linksseitig erfolgt der Anschluss an das Bestandsgelände auf der oberstromigen Hälfte der Rampe über eine flache Böschung mit Neigungen von ca. 1:7 bis 1:20. In der unterstromigen Hälfte erfolgt der Anschluss mit einer konstanten Neigung von 1:2,5.

Rechtsseitig erfolgt der Anschluss an die Bestandsuferböschung über eine Auffüllung mit flachen Neigungen zwischen 1:10 bis 1:50.

Zugänglichkeit, Wege

Auf der orografisch linken Seite ist die Sohlrampe über das vorhandene Wegenetz und den Querdeich zugänglich.

Auf der orografisch rechten Seite ist eine Zufahrt zur Rampenkrone über den bestehenden Querdeich möglich. Nach Fertigstellung der Sekundäraue sowie des Nebengewässers im Abschnitt 3 erfolgt die Zufahrt über die Sekundäraue und eine Furt durch das Nebengewässer (siehe dazu den Lageplan in Anlage A3.2.3).

Entlang der Uferböschungen wird beidseits ein Begleitweg angelegt. Am unterstromigen Ende der Rampe besteht jeweils eine Wendemöglichkeit, da die Anbindung an das Wegenetz auf beiden Seiten nur von oberstrom her erfolgt.

Bauablauf – Auswirkungen auf die Gestaltung im Lageplan

Hinsichtlich des Bauablaufs wurden mehrere Varianten untersucht. Maßgebend für die Wahl der vorliegenden Variante ist eine sinnvolle Reduzierung des möglichen hydrologischen Risikos hinsichtlich der erforderlichen Arbeiten im Lech.

Die gewählte Variante sieht vor, in einer ersten Bauphase den Teil 1 der Sohlrampe im linken Vorland des Lechs in einer trockenen Baugrube zu errichten. Der Abfluss im Lech erfolgt in dieser Phase über den Absturz Fkm 53,4 und das nicht veränderte Flussbett des Lechs. Der erste Teil der Sohlrampe wird mit einer Breite von 70 m errichtet. Dies entspricht etwa der Breite des Lechs im Istzustand (Bezugszustand). Nach Fertigstellung des 1. Rampenteils und Verlegung des Lechs entspricht die Leistungsfähigkeit etwa der im Bezugszustand.

In Phase 2 wird dann der Abfluss über den bereits fertig gestellten Teil 1 der Rampe umgeleitet und in dessen Schutz der Teil 2 der Rampe im Flussbett des Lechs hergestellt.

Nachfolgend werden die Bauphasen ausführlich beschrieben:

Phase 1

Abfluss	<ul style="list-style-type: none"> Der Abfluss erfolgt über den Absturz Fkm 53,4 und den Lech
Bauzeit	<ul style="list-style-type: none"> Hinsichtlich des Abflusses im Lech bestehen keine Einschränkungen (die Arbeiten erfolgen im Vorland und nicht im Lech). Jedoch bestehen z. B. bei Rodungsarbeiten Einschränkungen auf Grund naturschutzfachlicher Vorgaben (siehe dazu die Ausführungen im landschaftspflegerischen Begleitplan, Anlage B1, Maßnahme 3.2.2).
Spundwand	<ul style="list-style-type: none"> Spundwand als Trennbauwerk zwischen den Rampenabschnitten 1 und 2 Die Höhe der Spundwand wird entsprechend einer hydraulischen Berechnung für den Bauzustand bestimmt; das anzusetzende Baustellenhochwasser ist festzulegen (→ Ausführungsplanung) Die Lage der Spundwandtrasse wird so nah wie möglich an die Oberkante der Böschung des Lechufers gelegt. Eine Alternative zur Spundwand ist ein Spundwandkasten. Maßgeblich ist die Rammbarkeit der Lechkiese und eine Wirtschaftlichkeitsbetrachtung (→ Ausführungsplanung)

Rampe, Abschnitt 1	<ul style="list-style-type: none"> Herstellung der Rampe im Abschnitt 1 Die Breite des Abschnitts 1 wird mit 70 m etwa entsprechend der Breite des Lechs im Istzustand gewählt. Falls der Rampenabschnitt 2 in Phase 2 nicht innerhalb einer Niedrigwasserperiode fertiggestellt werden kann, ist der Rampenabschnitt 1 ausreichend leistungsfähig, so dass auch eine Verlängerung der Bauzeit über die Niedrigwasserperiode hinaus möglich ist.
Anschlüsse Lech	<ul style="list-style-type: none"> Herstellung der ober- und unterstromigen Anschlüsse an den Lech

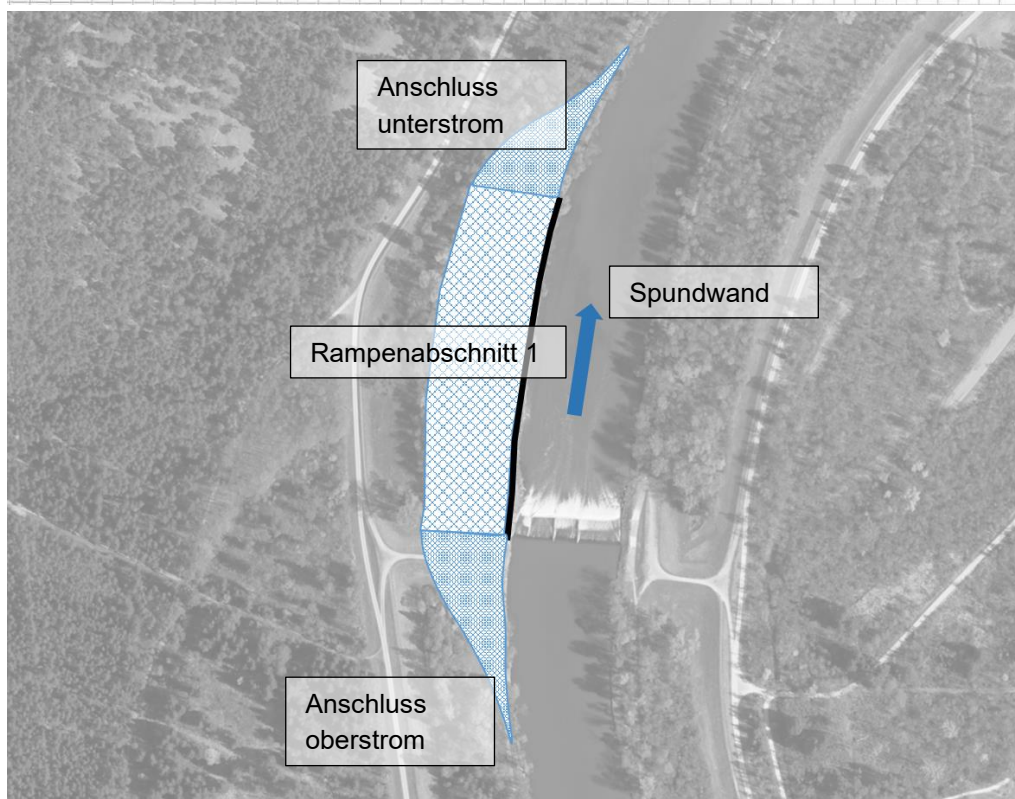
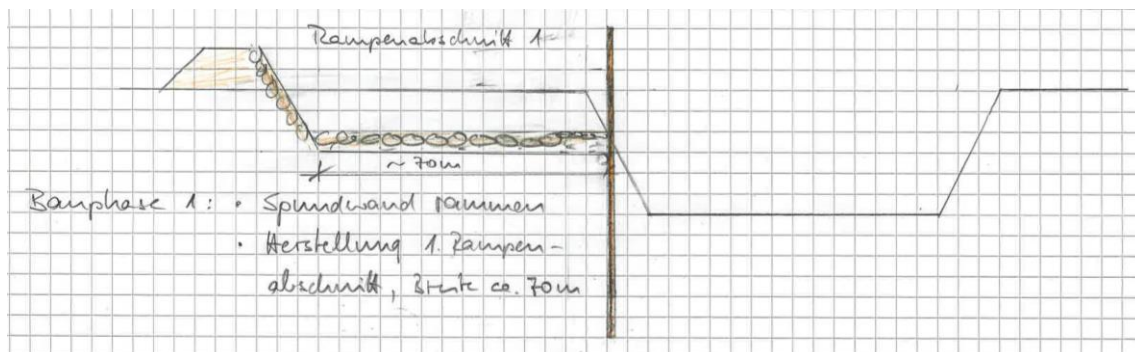


Abbildung 37: Rampe 53,4 - Phase 1

Phase 2

Abfluss	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Der Abfluss wird in den fertiggestellten Rampenabschnitt 1 umgeleitet. ▪ Die Anschlüsse an den Lech zum Rampenabschnitt 1 werden geöffnet. ▪ Der unter- und oberstromige Fangedamm zur Absperrung des Rampenabschnitts 2 wird hergestellt.
Bauzeit	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Die Maßnahmen in der Phase 2 sollten während der tendenziell abflussarmen Zeit (Niedrigwasserperiode, „Winterhalbjahr“ von Oktober bis April, siehe dazu die hydrologischen Daten in Kapitel 4.3.1, Tabelle 3) fertiggestellt werden. ▪ Falls dies nicht möglich ist, ist die Leistungsfähigkeit des Rampenabschnitts 1 ausreichend hoch, so dass eine Verlängerung der Bauzeit in die abflussstärkeren Monate möglich ist.
Absturz	<ul style="list-style-type: none"> ▪ der Absturz wird zurückgebaut (gegebenenfalls ist nur ein teilweiser Rückbau erforderlich, Überschüttung durch die Rampe).
Rampe, Abschnitt 2	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Herstellung der Rampe im Abschnitt 2. ▪ Die Breite des Abschnitts 2 beträgt etwa 60 m. ▪ Der verbleibende Teil des Flussbetts wird aufgefüllt.

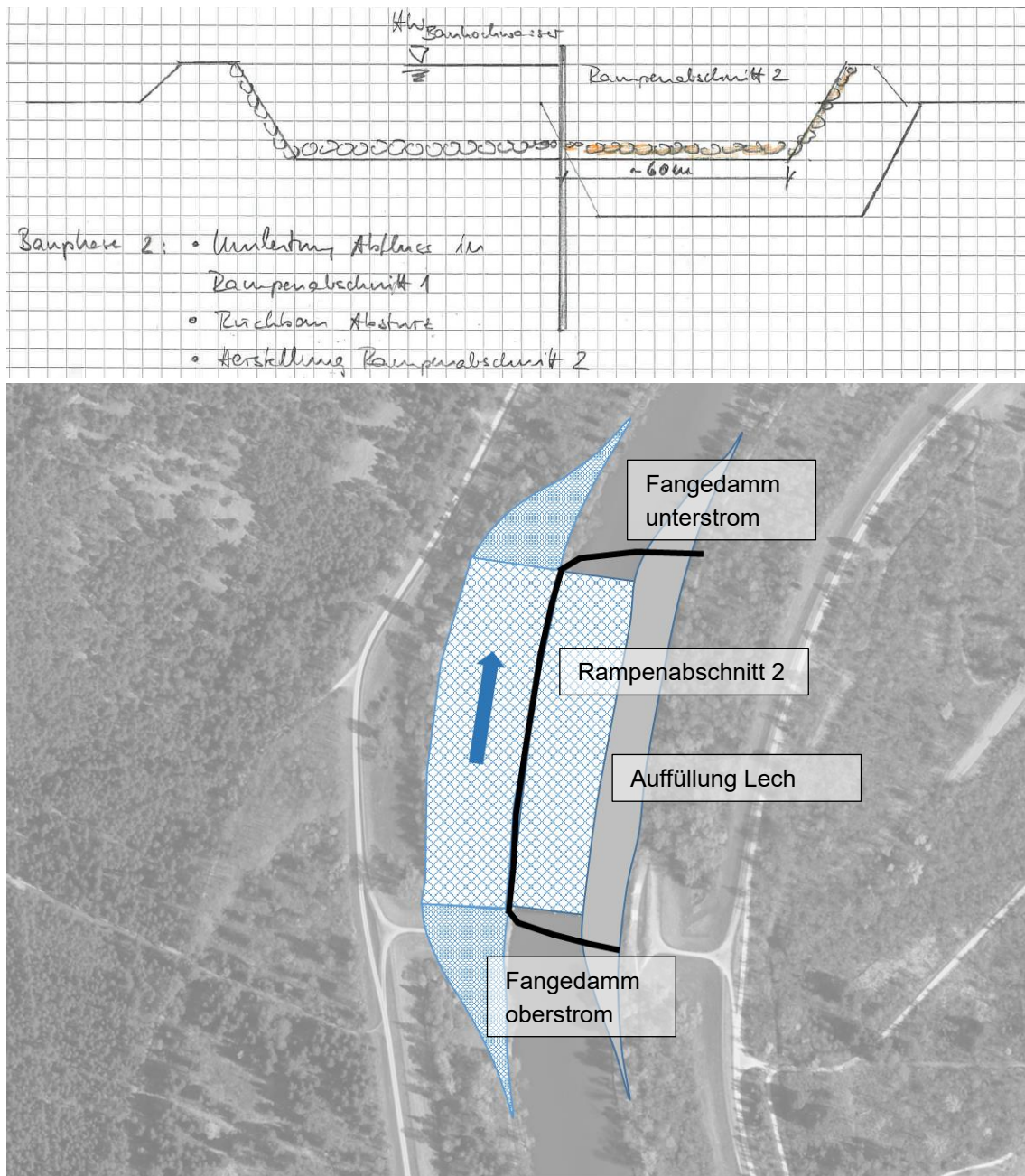


Abbildung 38: Rampe 53,4 - Phase 2

Phase 3

Spundwand	<ul style="list-style-type: none"> Die Spundwand wird zurückgebaut (von unterstrom nach oberstrom). Dazu ist eine Baustraße entlang der Spundwand erforderlich. Die Arbeiten erfolgen noch in der trockenen Baugrube im Schutz der Fangedämme. Es ist zu prüfen, ob der unterstromige Fangedamm vorab geöffnet werden muss (→ Ausführungsplanung)
Fangedämme	<ul style="list-style-type: none"> Die Fangedämme werden zurückgebaut.
Abfluss	<ul style="list-style-type: none"> Der Gesamtabfluss erfolgt über die fertig gestellte Rampe.

Vorläufige Steingrößen

Mit Hilfe des Schubspannungsansatzes ergeben sich folgende vorläufige Steinmassen, die im Rahmen der Ausführungsplanung zu überprüfen sind:

- Riegelsteine: ca. 1.000 kg
- Beckensteine: ca. 75 kg
- Nachbettsicherung: ca. 30 kg

5.4.2.3 Sohlrampe Fkm 50,4

Die Sohlrampe Fkm 50,4 befindet sich im Abschnitt 5. Lageplan und Schnitte können der Anlage A3.3.2 entnommen werden.

Abmessungen – Rampenhöhe und Länge

Die Höhe der Rampe orientiert sich an der Höhe der Flusssohle ober- und unterstrom des Bauwerks. Die mittlere Sohle des Lechs oberstrom der Rampe liegt im Endzustand auf 492,15 mNHN. Da der Verlauf des Lechs inklusive der Rampe nach links verlegt wird, müssen die Anschlussstrecken maschinell hergestellt werden. Dabei wird die Sohle unterstrom der Rampe gleich auf Höhe der Sohle im Endzustand angelegt. Die mittlere Sohle liegt hier bei etwa 485,69 mNHN. Unter Berücksichtigung eines Versatzes der Rampenkrone von 0,5 m beträgt die Rampenhöhe somit 6,96m¹². Bei einer Höhendifferenz der Querriegel von 0,13 m ergeben sich somit 54 Riegel.

Die Länge des Bauwerks ergibt sich mit der Rampenneigung von 1:50 somit zu ca. 340 m zuzüglich der Nachbettsicherung mit einer Länge von ca. 150 m.

¹² Rampenhöhe $\Delta h = 492,15 \text{ mNHN} - 485,69 \text{ mNHN} + 0,5 \text{ m} = 6,96 \text{ m}$.

Abmessungen - Rampenbreite

Oberstrom der Rampe 50,4 wird eine Aufweitung des Lechs auf bis etwa 130 m erwartet. Unterstrom ist die zulässige Aufweitung des Lechs auf etwa 85 m begrenzt. Somit stellte sich die Frage, mit welcher Breite die Rampe ausgeführt wird. Dazu wurden folgende Aspekte berücksichtigt:

- Hydraulische Belastung der Rampe, Auswirkungen auf die erforderlichen Steingrößen
- Auswirkungen auf die Wasserspiegel bei Hochwasser
- Bauablauf
- Kampfmittel (siehe dazu Kapitel 4.7)
- Wirtschaftlichkeit

Als Ergebnis der Überlegungen und Untersuchungen wird die Sohlrampe Fkm 50,4 mit einer Sohlbreite von 100 m ausgeführt. Nachfolgend werden die wesentlichen Gründe aufgeführt:

- Die gemittelte Schubspannung über die Rampe beträgt bei HQ_{100} etwa 470 N/m^2 . Dadurch ergeben sich Riegelsteine mit einem Steingewicht von ca. 1.300 kg sowie Beckensteine mit ca. 130 kg. Die Steine liegen somit in einer beim Bau gut umsetzbaren Größenordnung.
- Der Wasserspiegel oberstrom der Sohlrampe bei HQ_{100} liegt nicht über dem Wasserspiegel im Bezugszustand.
- Reduzierung der Eingriffe im Vorland aus naturschutz- und forstfachlicher Sicht.

Ausbildung der Querriegel im Querschnitt, hydraulische Berechnung und Nachweis der Fischpassierbarkeit

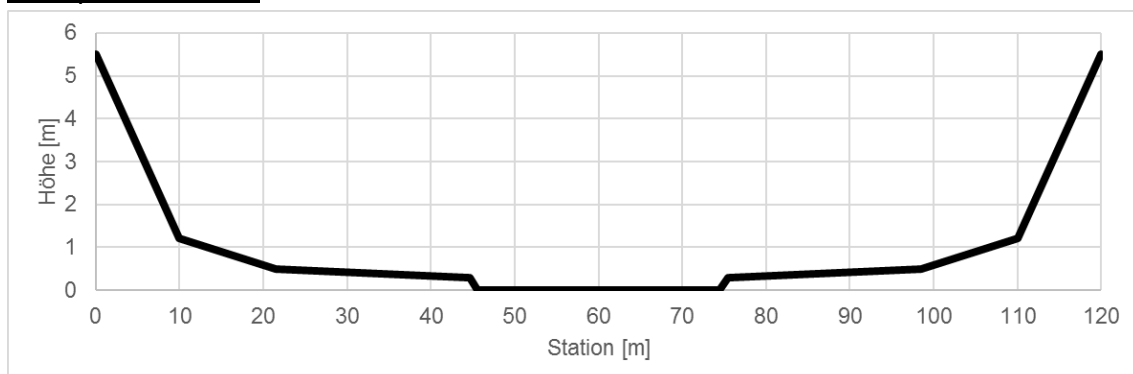


Abbildung 39 zeigt schematisch den Verlauf der Querriegel. Schwimmstarke Fische können die Rampe in allen Bereichen über den Querschnitt überwinden. Je schwächer die Schwimmleistung der Fische wird, desto mehr werden die sich in die randlichen

Bereiche der Rampe bewegen. Zu den Ufern hin nimmt die Höhe der Querriegel zu. Im Bereich ② haben die Querriegel eine Gradienten von etwa 1:15. Zusätzlich werden einzelne Riegelsteine in einem vorgegebenen Muster (entsprechend den Ausführungen in Kapitel 5.4.2.1) abgesenkt. In diesem Bereich können auch schwimmschwache Fische die Rampe nach oberstrom passieren.

Mit Hilfe der hydraulischen Berechnungen wird der Querschnitt in einem iterativen Prozess optimiert. Ziel des Optimierungsprozesses ist, dass sich die berechneten Wasserspiegel der für die Rampendimensionierung maßgeblichen Abflüsse Q_{30} und Q_{330} , innerhalb des Bereichs ② (der Bereich für schwimmschwache Arten) befinden (siehe nachfolgende Abbildung).

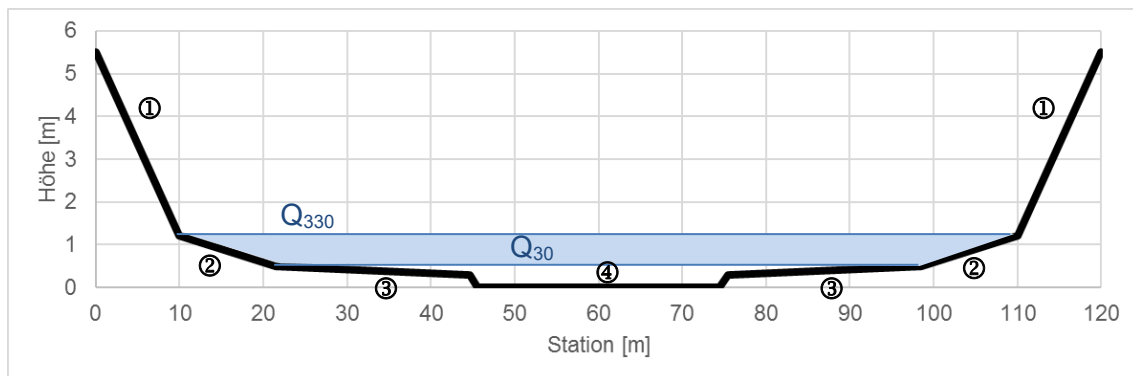


Abbildung 39: Querschnitt Riegel, schematisch

Damit die Querschnittszone ② im Sinne der schwimmschwachen Fische entlastet wird, ist es notwendig, in Flussmitte einen leistungsfähigen Abschnitt der Rampe zu garantieren, der einen erheblichen Abfluss insbesondere bei Abflüssen im Bereich des Q_{330} aufnimmt. Dazu werden die Querriegel unterbrochen. Der Bereich ④ im Querschnitt besteht aus einer etwas tiefer liegenden, ebenen geneigten Fläche.

Durch den Anzug der Querriegel zum Ufer hin in der Querschnittszone ② werden die maximal zulässigen Fließgeschwindigkeiten problemlos eingehalten (auf Basis von Erfahrungen bei bereits ausgeführten ähnlichen Rampentypen). Durch die Tieferlegung einzelner Steine im Querriegel können die minimalen Fließtiefen ebenfalls ohne Weiteres eingehalten werden.

Abbildung 24 zeigt die Abfolge von Riegel und Becken im Längsschnitt. Damit bodenorientierte Fische und Makrozoobenthos die Rampe durchwandern können, sind die in der Abbildung dargestellten Anforderungen an die Beckengeometrie einzuhalten: Sohlneigungen maximal 1:4, sprungfreier Anschluss an Lücken im Riegel.

Die Leistungs- oder Energiedichte ist der Abfluss über den Querriegel multipliziert mit dem Höhenunterschied zwischen den Querriegeln bezogen auf das Wasservolumen im nachfolgenden Becken. Maßgebend für den Nachweis gemäß [14] ist dabei der Abfluss Q_{330} . Zunächst wird die mittlere Energiedichte über den gesamten Querschnitt ermittelt. Zur Bestimmung des Wasservolumens in den Becken wird die Fließtiefe über den Querriegeln mit der Überfallformel nach Poleni für einen unvollkommenen Überfall berechnet. Dabei werden die hydraulischen Kenndaten für den Abfluss Q_{330} verwendet.

$$Q = \frac{2}{3} \mu b c (2g)^{0,5} h^{1,5}$$

mit $\mu = 0,62$

$$b = 130 \text{ m}$$

$$c = 0,84^{13}$$

$$h = 0,78 \text{ m (Fließtiefe)}$$

Berechnung des Wasservolumens V mit

$$\text{Höhe der Riegelsteine über dem Becken: } 0,6 \text{ m}$$

$$\text{Breite der Riegelsteine: } 0,8 \text{ m}$$

$$V = 100(0,78 \text{ m } 6,5 \text{ m} + 0,6 \text{ m}(6,5 \text{ m} - 0,8 \text{ m}) + 0,5(6,5 \text{ m} - 0,8 \text{ m})^2 / 8) = 1.052 \text{ m}^3$$

Berechnung der Energiedichte P_D :

$$P_D = \rho_w g Q_{330} \Delta h / V = 1.000 \text{ kg/m}^3 9,81 \text{ m/s}^2 138 \text{ m}^3 / \text{s } 0,13 \text{ m} / 1.052 \text{ m}^3 = 167 \text{ W/m}^3$$

Die mittlere Energiedichte liegt somit zwar höher als der geforderte Wert von 100 W/m^3 . Bezogen auf den spezifischen Abfluss im tatsächlichen Wanderkorridor für schwimmschwache Fische im Randbereich der Sohlrampe kann die maximale Energiedichte aber problemlos eingehalten werden (der spezifische Abfluss ist in den Randbereichen deutlich geringer als der über den Querschnitt gemittelte Abfluss, aus der die mittlere Energiedichte berechnet wird). Eine steilere Ausführung der Rampe ist allerdings nicht möglich, da ansonsten die erforderlichen Nachweise für die Funktionsfähigkeit der Sohlrampe nicht geführt werden können. Die Vorgehensweise ist mit der Fischereifachberatung des Bezirks Schwaben abgestimmt.

¹³ aus Bollrich, Technische Hydromechanik, Profil 3 [24]

Höhe der seitlichen Rampenböschung

Die Höhe der seitlichen Rampenböschung wird so ausgelegt, dass bei HQ_{100} keine Überströmung stattfindet. Der Freibord wird analog zu den rückverlegten Hochwasserschutzmaßnahmen mit 0,6 m gewählt (siehe Kapitel 5.4.8).

Erforderliche maschinelle Aufweitung

Um eine möglichst gleichmäßige Beaufschlagung der Sohlrampe zu gewährleisten, ist eine hydraulisch günstige Zu- und Abströmung erforderlich. Dazu ist linksseitig eine maschinelle Aufweitung des Lechs erforderlich. Das Maß der Aufweitung und die Länge der Zu- und Abströmung ist dem Lageplan in Anlage A3.3.2 zusammen mit Anlage A3.2.5 zu entnehmen.

Anschluss an das Bestandsgelände

Linksseitig erfolgt der Anschluss an das Bestandsgelände auf dem oberstromigen Teil der Rampe über flache Böschungen mit Neigungen von ca. 1:6 bis 1:10. Im mittleren Abschnitt erfolgt der Anschluss mit einer konstanten Neigung von 1:2,5. Im unterstromigen Teil der Rampe wird die Uferböschung der Rampe an die Deichkrone des Bestandsdeiches angeschlossen.

Rechtsseitig erfolgt der Anschluss an die Bestandsuferböschung über eine Auffüllung mit flachen Neigungen zwischen 1:10 bis 1:50.

Zugänglichkeit, Wege

Die Sohlrampe ist beidseitig über das vorhandene Wegenetz zugänglich. Entlang der Rampe führt beidseitig ein befahrbarer Weg. Rechtsseitig besteht am unterstromigen Ende der Rampe eine Wendemöglichkeit. Linksseitig führt der Begleitweg wieder auf den Bestandsdeich bzw. auf den dahinterliegenden Deichhinterweg.

Bauablauf – Auswirkungen auf die Gestaltung im Lageplan

Hinsichtlich des Bauablaufs wurden analog zur Sohlrampe Fkm 53,4 mehrere Varianten untersucht. Maßgebend für die Wahl der vorliegenden Variante ist eine sinnvolle Reduzierung des möglichen hydrologischen Risikos hinsichtlich der erforderlichen Arbeiten im Lech. Zudem wurden die Vorgaben aus dem Kampfmittelräumkonzept (siehe Kapitel 4.7) sowie verschiedene Rampenbreiten berücksichtigt. Als Ergebnis der Variantenuntersuchung wird folgender Bauablauf favorisiert. Nachfolgend werden die wesentlichen Schritte im Bauablauf zusammengefasst, siehe dazu auch die Abbildung 40. Speziell sei darauf hingewiesen, dass sich die Sohlrampe Fkm 50,4 gemäß dem Kampfmittelräumkonzept im

Gefahrenbereich B befindet. Hier besteht eine große Gefahr auf Blindgänger zu stoßen.

- Der Bauablauf ist im Wesentlichen identisch wie bei der Rampe Fkm 53,4.
- Der Rampenabschnitt 1 wird linksseitig des Lechs situiert. Dies ist durch die eigendynamische Aufweitung oberstrom bedingt. Eine Positionierung rechtsseitig ist wegen der Anströmung der Rampe nicht möglich.
- Zur Abgrenzung der Rampenabschnitte 1 und 2 ist eine Spundwand bzw. ein Spundwandkasten erforderlich. Die Spundwand wird unmittelbar entlang der Böschung des Lechs im Istzustand gerammt. Dadurch ist gewährleistet, dass gemäß den Vorgaben des Kampfmittelräumkonzepts eine Bohrlochsondierung erfolgen kann. Für weitere Spundwandarbeiten im Lech ist der Einsatz von Tauchern in Verbindung mit handgeführten geomagnetischen Sondierungen zu prüfen.
- In der Phase 1 wird der Rampenabschnitt 1 mit einer Breite von etwa 70 m erstellt. Somit hat dieser Bereich etwa dieselbe Leistungsfähigkeit wie der Lech im Bestand. Der Abfluss erfolgt über den Absturz und das Flussbett des Lechs.
- In Phase 2 wird der Lech in den ausreichend leistungsfähigen Rampenabschnitt 1 umgeleitet. Der Absturz wird zurückgebaut, der relativ schmale Rampenabschnitt 2 (ca. 30 m Sohlbreite zzgl. Böschung) wird hergestellt.
- In Phase 3 werden die Anschlüsse an den Lech hergestellt, die Spundwand zur Trennung der beiden Rampenabschnitte wird gezogen.

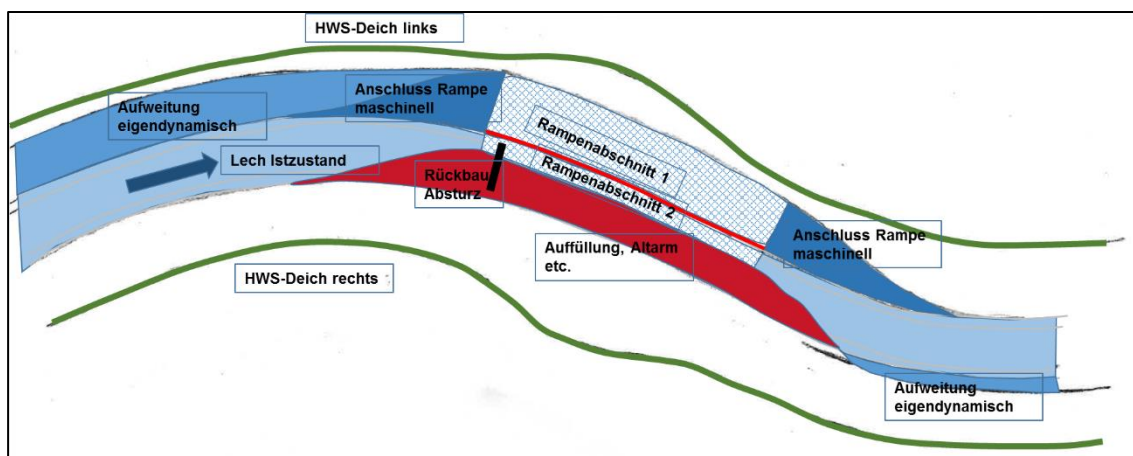


Abbildung 40: Rampe 50,4, Bauzustände

Vorläufige Steingrößen

Mit Hilfe des Schubspannungsansatzes ergeben sich folgende vorläufige Steinmassen, die im Rahmen der Ausführungsplanung zu überprüfen sind:

- Riegelsteine: ca. 1.300 kg
- Beckensteine: ca. 130 kg
- Nachbettsicherung: ca. 30 kg

5.4.3 Eigendynamische Aufweitungen – Rückbau der Ufersicherung

Der Rückbau der Ufersicherungen in Verbindung mit der dadurch initiierten eigendynamischen Aufweitung des Lechs ist eine Kernmaßnahme im Sanierungskonzept. Die Aufweitung des Lechs hat zahlreiche positive Wirkungen. Nachfolgend werden die wichtigsten Auswirkungen aufgeführt:

- Reduzierung der Sohlbeanspruchung mit der Folge eines erhöhten Gleichgewichtsgefälles der Sohle und damit ein wesentlicher Beitrag zur Stabilität der Lechsohle.
- Bereitstellung großer Mengen an Kies im Entwicklungszeitraum mit den damit einhergehenden positiven Folgen für die Gewässermorphologie und -ökologie.
- Reduzierung der Wasserspiegel bei Hochwasser und damit Verbesserung der Hochwassersituation.
- Aus gewässerökologischer Sicht bewirkt der Rückbau unmittelbar eine Verbesserung der ökomorphologischen Verhältnisse und eine Aufwertung der funktionellen Uferzonen. Durch die eigendynamische Aufwertung wird die Entwicklung des Lechs in Richtung des Leitbilds einer naturnahen Flusslandschaft initiiert: z. B. Entwicklung von morphodynamisch intakten Sandbänken, Kiesbänken und Kiesinseln, Differenzierung der Strömungsverhältnisse, Bildung von Kolken, bessere laterale Vernetzung mit dem Umland (Details siehe Anlage B2 UVP-Bericht, Kapitel 8.2.8).

Umgreif und prognostizierte Aufweitung

Eine gute Übersicht zu den eigendynamischen Aufweitungen gibt der Übersichtslageplan in Anlage A3.1.2. Eigendynamische Aufweitungen sind beinahe über den gesamten Lech im Projektgebiet vorgesehen und betreffen die Abschnitte 1 bis 7.

Bis auf den Abschnitt 7 befinden sich alle Aufweitungen im Außenufer des Lechs. Durch den dadurch bedingten erhöhten Strömungsangriff auf die Ufer wird ein

ausreichender Aufweitungsdruck auf die Ufer erwartet, so dass die prognostizierte Aufweitung auch erreicht werden kann. Im Abschnitt 7 liegt die Aufweitung im Bereich einer gestreckten, geraden Linienführung des Lechs. Allerdings wird hier die Aufweitung auf eine Gesamtbreite von 85 m begrenzt.

Eine Prognose der Aufweitungsgeschwindigkeit ist grundsätzlich schwierig. Diese ist insbesondere von der Hydrologie abhängig. Eine kürzlich durchgeführte Maßnahme an der Unteren Salzach bewirkte eine deutliche Aufweitung innerhalb weniger Monate. Diese war vor allem durch länger andauernde erhöhte Abflüsse bedingt (siehe Abbildung 41).



Abbildung 41: Eigendynamische Seitenerosion an der Unteren Salzach (Quelle: Revital)

Die Aufweitungen in den Prallufern der Abschnitte 1 bis 5 werden bis zu den vorhandenen Deichen erwartet. Die Breite des Lechs nimmt damit von derzeit etwa 72 m (siehe Abbildung 42) auf bis zu etwa 130 m zu. Die Deiche werden durch den Einbau einer Spundwand am wasserseitigen Böschungsfuß geschützt (siehe Kapitel 5.4.12.1).

Im Bereich unterstrom der Sohlrampe Fkm 50,4 bis zum Hochablass wird die Aufweitung durch den Einbau von lokalen Lauffixierungen auf 85 m begrenzt. Dies ist durch die zulässige Höhenlage der Lechsohle bezüglich der Grundwasserverhältnisse begründet. Im Istzustand ist der Lech hier durchschnittlich etwa 64 m breit. Siehe dazu die Ausführungen in Kapitel 5.4.1.2.

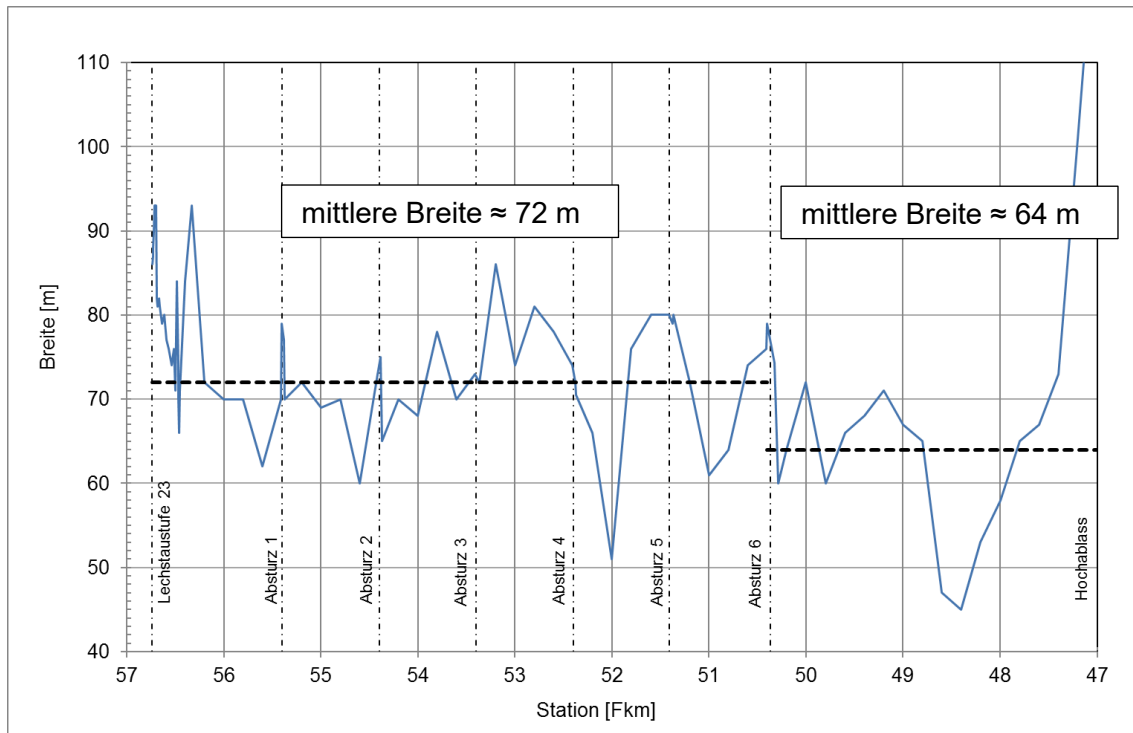


Abbildung 42: Breite des Lechs im Istzustand (blaue Linie)

Der Kieseintrag aus der eigendynamischen Seitenerosion beträgt insgesamt etwa 1 Mio. m³. In Tabelle 13 ist der Kieseintrag auf die Abschnitte 1 bis 7 unterteilt.

Tabelle 13: Kieseintrag aus der eigendynamischen Seitenerosion

Abschnitt	Volumen Kieseintrag [m³]
A1	209.000
A2	210.000
A3	77.000
A4	232.000
A5	61.000
A6	40.000
A7	174.000
Summe	1.026.000

Bereich Sohlrampen und Abstürze

Im Bereich der Sohlrampen wird die eigendynamische Seitenerosion unterbrochen. Alle Arbeiten müssen hier maschinell erfolgen. Die Zu- und Ablaufstrecken zu den Rampen werden in den Aufweitungsbereichen mittels maschineller Aufweitung hergestellt. Diese Bereiche grenzen unmittelbar an die eigendynamischen Aufweitungsbereiche an. Maßnahmen zur Ufersicherung sind im Übergangsbereich zwischen den beiden Rampen sowie den eigendynamischen Ufern vorgesehen. Siehe dazu die entsprechenden Lagepläne.

Im Bereich der vier Abstürze, die später im Projektverlauf zurückgebaut werden, müssen die vorhandenen Ufersicherungen zunächst noch erhalten bleiben. Siehe dazu die erforderlichen Sicherungsmaßnahmen in Kapitel 5.4.12.7.

Beschreibung der Maßnahme

In den Aufweitungsbereichen wird die vorhandene Ufersicherung ausgebaut. Zudem erfolgt eine initiale Aufweitung bis zur landseitigen Begrenzung des begleitenden Uferwegs. Dies dient in erster Linie zur Entfernung von möglicherweise vorhandenen alten Ufersicherungen, welche die eigendynamische Aufweitung in der weiteren Folge behindern würden. Zudem können dadurch bereits ökologisch hochwertige Uferstrukturen geschaffen werden. Durch die komplette Entfernung des Uferwegs ist dieser künftig nicht mehr nutzbar und eine Gefährdung von Personen kann damit vermieden werden.

Mit Hilfe von Schürfen wurde der vorhandene Uferverbau an mehreren Stellen sondiert. Das Ergebnis ist sehr inhomogen. Teilweise wurde ein betonierter Uferverbau

(siehe Abbildung 43 und Abbildung 44) vorgefunden, in anderen Bereichen besteht der Verbau aus Granitsteinen. Falls möglich, werden die ausgebauten Steine wiederverwendet, z. B. für erforderliche Sicherungsmaßnahmen. Denkbar wäre der Einbau in die Sohlrampen als Beckensteine bzw. in der Nachbettsicherung. Alternativ könnten die Steine auch gebrochen und als Filter unter den Becken- und Riegelsteinen verwendet werden.



Abbildung 43: Fkm 52, rechts, vorgefundene Betonplatten



Abbildung 44: Fkm 49,4 rechts, vorgefundene Betonplatten in der Böschung

Der bei der initialen Aufweitung anfallende Kies kann zu einem großen Teil in den Abflussquerschnitt des Lechs eingebracht werden. Modellerte Kiesbänke bewirken eine Lenkung der Strömung und in der Folge eine gewollte Förderung der eigendynamischen Seitenerosion. Die ohnehin erforderliche Anhebung der Flusssohle wird dadurch unterstützt. Negative Auswirkungen auf den Hochwasserabfluss entstehen dadurch nicht, weil insgesamt der Abflussquerschnitt nicht reduziert wird.

In Anlage A7 Gewässerökologische Planung, Kapitel 5.1 und 5.2 werden ergänzende Maßnahmen zur gewässerökologischen Strukturierung und Aufwertung dargestellt.

Vorbereitung der Aufweitungsflächen

Zur Vermeidung von Folgeschäden durch Treibholz in Folge der eigendynamischen Seitenerosion müssen die Vorlandflächen entsprechend vorbereitet werden. Eine Verklausung der Wehrfelder am Hochablass ist zwingend zu vermeiden, da das Schadenspotenzial beträchtlich ist. Zudem ist eine Befahrung des Steges am Hochablass z. B. mit einem schweren Bagger, der ankommendes Treibholz entnehmen könnte, nicht möglich. Aus diesem Grund werden folgende Maßnahmen vorgesehen.

- Aus Erfahrungen an anderen Flüssen (z. B. Salzach, Isar) kann davon ausgegangen werden, dass bei einem Hochwasserereignis die Seitenerosion über längere Strecken maximal 10 m (in der Breite) beträgt (wenn es sich wie hier am Lech bei dem zu erodierenden Bodenmaterial um Kies handelt).
- Auf sicherer Seite liegend beträgt die Breite des vorzubereitenden Streifens 20 m.
- Ökologisch wertvolle Strukturen (z.B. liegendes Totholz...) werden in angrenzende Bereiche, die vom Vorhaben Licca liber unberührt bleiben, verbracht.
- Die vorhandenen Bäume werden gefällt.
- Wurzelstöcke werden belassen.
- Einzelne, aus ökologischer Sicht besonders wertvolle Alt- und Totholzbäume können stehen bleiben. Dies ist vor Ort zusammen mit der Bauoberleitung sowie der örtlichen und ökologischen Bauüberwachung abzustimmen.
- Nach einsetzender Seitenerosion und Unterschreitung einer Breite des Streifens von 15 m auf einer größeren Länge ist eine erneute Verbreiterung auf mindestens 20 m erforderlich.
- Mit zunehmender Aufweitung ist zu erwarten, dass der Aufweitungsdruck nachlässt. Bei entsprechenden Beobachtungen kann die Breite des vorzubereitenden Streifens dann reduziert werden.

Sicherung Deiche

Die eigendynamische Aufweitung reicht bis zu den bestehenden Hochwasserschutzdeichen. Hinsichtlich der Vorgehensweise zur Sicherung der Deiche sei auf Kapitel 5.4.12.1 verwiesen.

Naturschutzfachliche/Forstfachliche Optimierung

Wie schon den Weiterführenden Untersuchungen zu entnehmen ist, ist die eigendynamische Aufweitung ein weitgehend natürlicher Prozess, der nicht als Eingriff zu bewerten ist. Aus forstlicher und semiterrestrischer Sicht ist die eigendynamische Aufweitung gegenüber der maschinellen Aufweitung zu bevorzugen. Für die Entnahme der Uferverbauung werden im landschaftspflegerischen Begleitplan (Anlage B1) entsprechende Vermeidungs- und Verminderungsmaßnahmen vorgesehen (z. B.: Absiedlung, Bauzeiteinschränkung). Für die „Vorbereitung“ der Uferbereiche gibt es Zwangspunkte, die aus Sicherheitsgründen nicht aufgelöst werden können. Dies betrifft die Entnahme von Gehölzen zur Vermeidung von Verklausungen unterstrom. Wurzelstöcke und vereinzelt Alt-/Starkholz können jedoch belassen werden. Dies trägt zu einer verbesserten Uferstrukturierung durch unterspülte Wurzelstöcke und Bäume im Bereich der Weichen Ufer bei.

Umsetzung – Zeitplan

Die Aufweitung des Lechs mit den Wirkungen auf die Sohlschubspannungen sowie des Wasserspiegels bei Hochwasser stellt eine Voraussetzung für die Umsetzung weiterer Bausteine dar. Aus diesem Grund erfolgt der Rückbau der Ufersicherung zusammen mit der initialen Aufweitung zu Projektbeginn. Hier sei auf die Ausführungen in Kapitel 5.5 und Anlage A6 verwiesen.

5.4.4 Sohlsicherung Fkm 56,20 – 56,65

5.4.4.1 Situation und Erfordernis einer Maßnahme zur Sohlsicherung

Die geplanten Maßnahmen im Flussbett des Lechs sowie in den Vorländern bedingen eine Veränderung des Wasserspiegels bei allen Abflüssen. Die nachfolgende Abbildung zeigt beispielhaft die Maßnahmen im Abschnitt 1 unmittelbar unterstrom des Mandichosee: eine deutliche Aufweitung des Lechs auf der orografisch linken Seite sowie rechtsseitig großflächige Sekundärauen in Verbindung mit einem leistungsfähigen Nebengewässersystem.

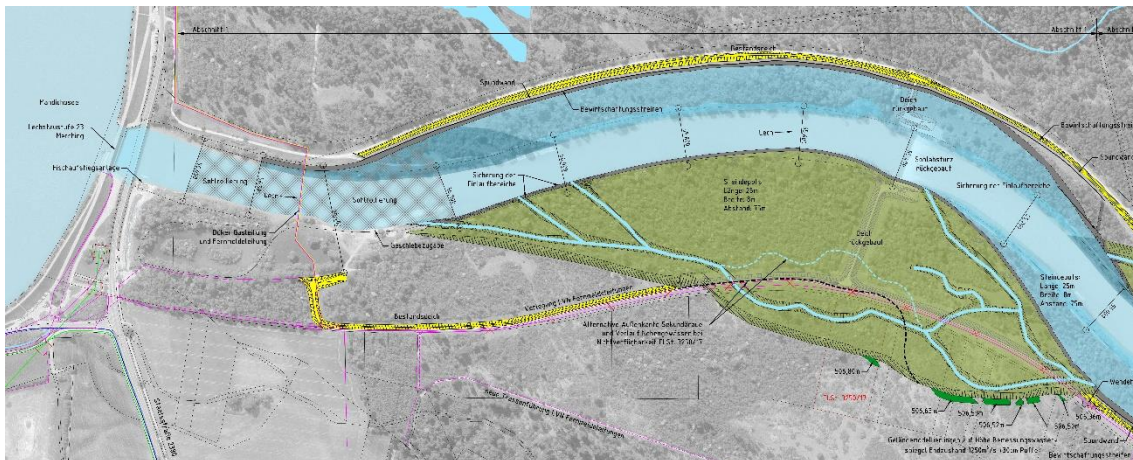


Abbildung 45: Ausschnitt Planung, Abschnitt 1

Der Längsschnitt in Abbildung 46 beinhaltet die mittleren Sohlen im Bezugszustand (auf Basis von Querprofilaufnahmen) sowie im prognostizierten Endzustand nach Umsetzung der Maßnahmen und einer abgeschlossenen Entwicklung des Lechs. Zudem enthält die Abbildung die berechneten Wasserspiegel für den Bezugs- sowie den prognostizierten Endzustand am Beispiel des HQ₁₀₀. Trotz Anhebung der Flusssohle bedingt die Aufweitung des Lechs, sowie die Entlastung des Lechs durch den merklichen Abflussanteil in den Sekundärauen und den Nebengewässern, eine deutliche Absenkung des Wasserspiegels.

Nach oberstrom hin endet die Aufweitung des Lechs etwa bei Fkm 56,2. Zum Mandichosee hin ist keine Aufweitung des Lechs möglich. Hier befindet sich der Auslauf des Kraftwerks sowie der unterwasserseitige Einstieg in die Fischeufstiegsanlage. Die Länge des Lechabschnitts vom Auslauf des Mandichosees bis zum Beginn der Aufweitung im Abschnitt 1 beträgt etwa 500 m.

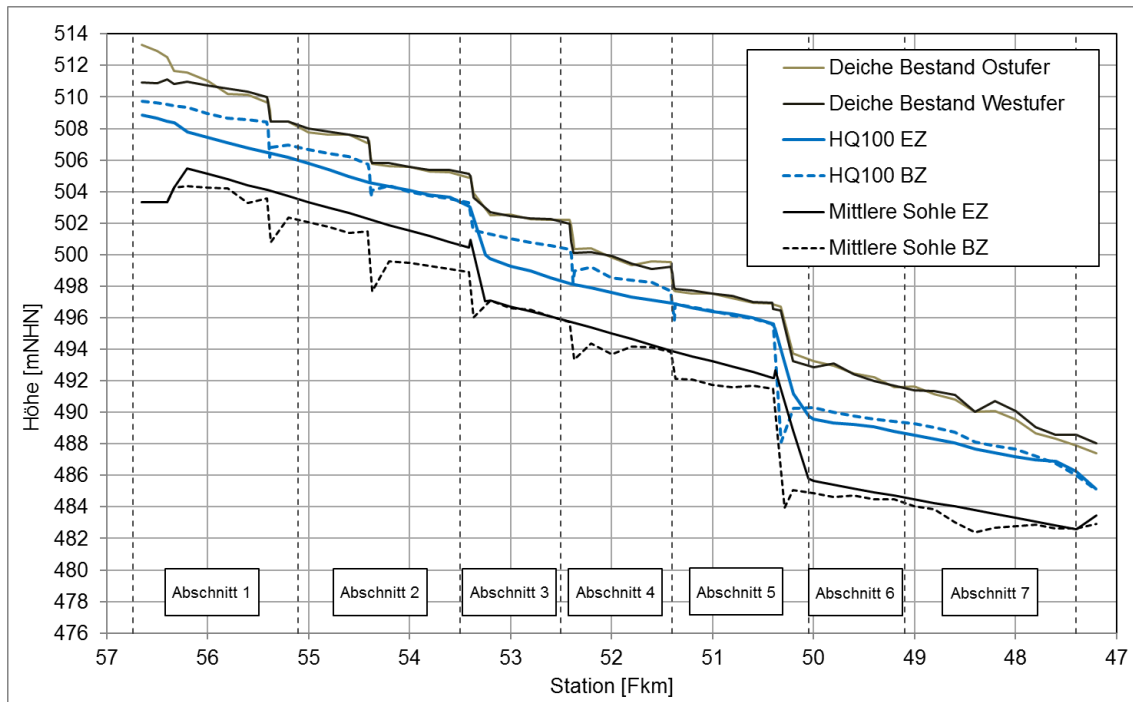


Abbildung 46: Längsschnitt Bezugszustand und prognostizierter Endzustand mit Wasserspiegel bei HQ₁₀₀

Im Übergang von dem aufgeweiteten Bereich im Abschnitt 1 nach oberstrom zum nicht aufgeweiteten Lech entsteht bei größeren Abflüssen ein deutlicher Anstieg des Wasserspiegels. Dieser geht einher mit hohen Schubspannungen. Falls die Sohle des Lechs nicht gesichert wird, würde diese sich massiv eintiefen mit der Folge einer rückschreitenden Erosion in Richtung des Auslaufbauwerks des Mandichosees.

Dies würde Probleme am Kraftwerksauslauf erzeugen sowie die Durchgängigkeit an der Fischaufstiegsanlage beeinträchtigen. Gegebenenfalls könnte dies auch Auswirkungen auf die Standsicherheit des Auslassbauwerks haben. Aus diesen Gründen ist eine Maßnahme zur Stabilisierung der Lechsohle erforderlich. Der Wasserspiegel unmittelbar unterstrom des Mandichosees soll gegenüber dem Bezugszustand nicht wesentlich abweichen.

Dies betrifft insbesondere den Wasserspiegel beim Abfluss Q₃₀ (Abfluss, der an durchschnittlich 30 Tagen im Jahr unterschritten wird), für den die Fischaufstiegsanlage (FAA) noch funktionieren muss. Der entsprechende Wasserspiegel im Bezugszustand darf nicht unterschritten werden.

5.4.4.2 Planungsgrundlagen

Bescheide und vorhandene Planungen

Im Bescheid des Landratsamts Aichach-Friedberg vom 26.11.1975 zur Errichtung der Lechstaustufe 23 [22] ist u. a. der Ausbauabfluss zusammen mit dem Wasserspiegel im Unterwasser geregelt:

- 3.1.2 zum Absenken des Lech im Unterwasser an der Staustufe 23 - Mering - . Bei einem Abfluß von $142,5 \text{ m}^3/\text{s}$ (Ausbauzufluß) liegt der Wasserspiegel etwa auf Höhe 506,80 m ü.NN, die Unterwasserabsenkung endet bei Fluß-km 56,1.
- 3.3 Zur Energieerzeugung im Kraftwerk der Staustufe 23 dürfen vom Zufluß des Lech bis zu $142,5 \text{ m}^3/\text{s}$ ausgenutzt werden. Die zum Ausbauzufluß von $142,5 \text{ m}^3/\text{s}$ gehörige Ausbaufallhöhe beträgt bei der festgesetzten Wasserhöhe (Stauziel) von 516,30 m ü.NN 9,50 m, die Ausbauleistung 12 MW.

Abbildung 47: Auszug aus dem Bescheid zur Errichtung der Lechstaustufe 23 [22]

Der Ausbauabfluss des Kraftwerks am Mandichosee beträgt $142,5 \text{ m}^3/\text{s}$. Die Fallhöhe beim Ausbauabfluss beträgt gemäß Bescheid 9,5 m, was einem Unterwasserstand von 506,75 mNHN entspricht¹⁴. Um die Stromerzeugung nicht zu beeinträchtigen, darf der Unterwasserstand beim Ausbauabfluss oben genannten Wert nicht überschreiten.

In der Entwurfsplanung zur Fischaufstiegsanlage [23] ist eine Schlüsselkurve für den Wasserspiegel im Unterwasser der Staustufe 23 enthalten. Der WSP bei $Q_A = 142,5 \text{ m}^3/\text{s}$ beträgt gemäß der Schlüsselkurve etwa 506,40 mNHN. Dieser liegt damit etwa 35 cm tiefer als der im Bescheid vom 26.11.1975 festgelegte Wasserspiegel in Höhe von 506,75 mNHN.

Zusammenfassung der wesentlichen Wasserspiegel unterstrom des Wehrbauwerks:

Wehranlage Mandichosee

aus Bescheid LRA Aichach-Friedberg vom 26.11.1975 [22]

- WSP bei $Q_A = 142,5 \text{ m}^3/\text{s}$: 506,75 mNHN

¹⁴ Stauziel Stufe 23 = 516,25 mNHN abzgl. 9,5 m Fallhöhe ergibt einen Unterwasserstand von 506,75 mNHN

Fischaufstiegsanlage Mandichosee

aus Entwurfsplanung vom März 2014 [23]

- WSP bei $Q_{30} = 38 \text{ m}^3/\text{s}$: 505,65 mNHN
- WSP bei $Q_{330} = 138 \text{ m}^3/\text{s}$: 506,35 mNHN
- WSP bei $Q_A = 142,5 \text{ m}^3/\text{s}$: 506,40 mNHN

Sohlhöhen

Es liegen Querprofile aus verschiedenen Aufnahmejahren vor. Die daraus abgeleiteten mittleren Sohlhöhen sind in Abbildung 48 dargestellt.

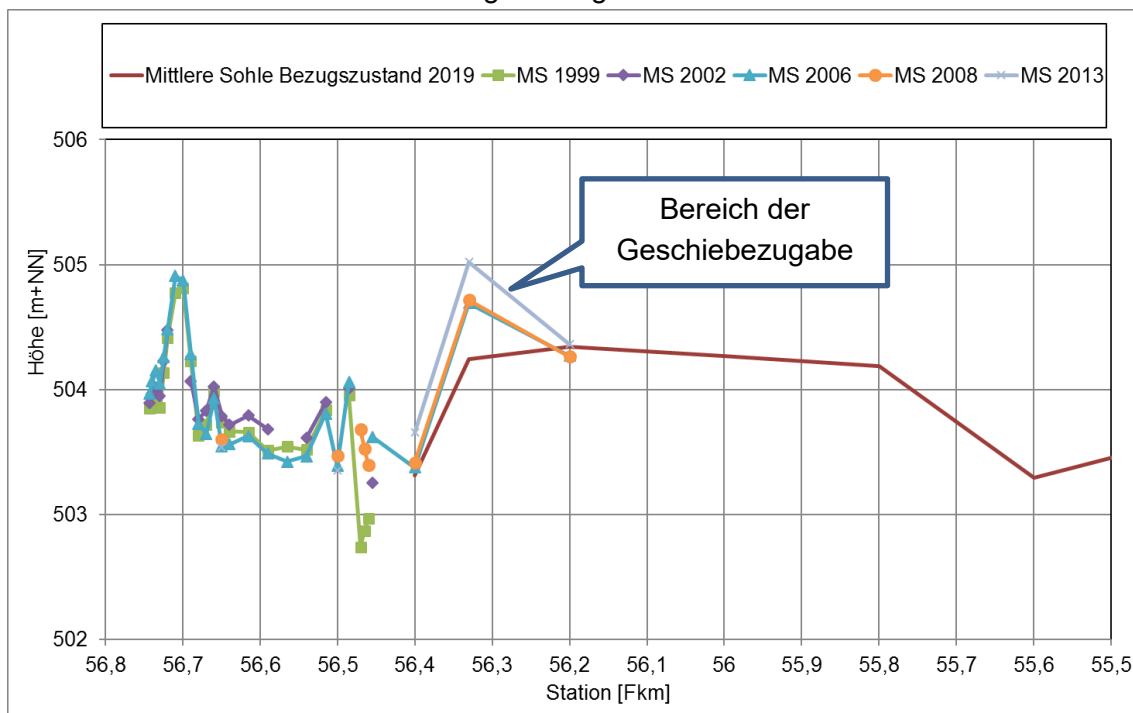


Abbildung 48: Längsschnitt mit mittleren Sohlhöhen aus verschiedenen Querprofilenaufnahmen

Anmerkungen zu den Querprofilen:

- Die Querprofile aus dem Jahr 2010 enden von unterstrom herkommend bei Fkm 56,4.
- Die Aufnahmepunkte bzw. die Auswertungen der Querprofile in den anderen Jahren sind sehr unterschiedlich. Bei den Aufnahmen aus den Jahren 1999, 2002 und 2008 ist das Raster sehr eng, teilweise im Abstand von 5 bis 10 m.
- Bei allen Aufnahmen sind die mittleren Sohlhöhen im Bereich von etwa Fkm 56,67 nach oberstrom weitgehend identisch.

- In den sonstigen Bereichen von Fkm 56,2 bis Fkm 56,67 sind die Abweichung der mittleren Sohlhöhen relativ gering.
- Am rechtsseitigen Prallufer wurde im Bereich von etwa Fkm 56,2 bis 56,35 in den letzten Jahren regelmäßig Geschiebe zugegeben. Dies ist zum einen in der hohen mittleren Sohle im Längsschnitt der Abbildung 48 erkennbar, zudem sind die starken Abweichungen in den einzelnen Sohlaufnahmen dadurch erklärbar (siehe dazu auch den Lageplan in Abbildung 49 sowie die Querprofile im Bereich der Geschiebezugabe in Abbildung 50).



Abbildung 49: Bereich der Geschiebezugabe (Quelle: www.bayernatlas.de)

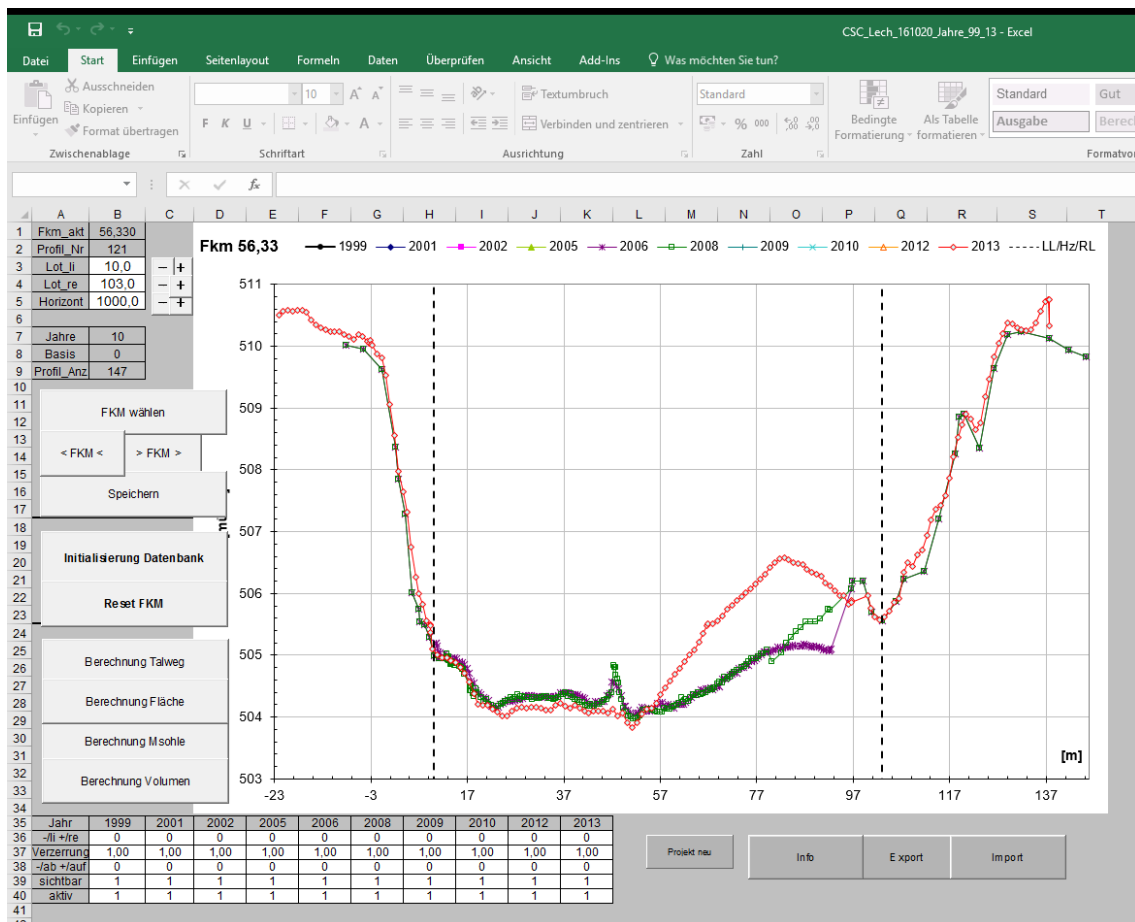


Abbildung 50: Querprofile Fkm 56,330: Bereich der Geschiebezugabe

5.4.4.3 Variantenuntersuchung

Folgende Varianten wurden untersucht:

- Offenes Deckwerk
- Sohlrampe
- Flächige Steinbelegung (Sohlrollierung)

Bei der Bewertung der Varianten wurden folgende Kriterien betrachtet:

- Erforderliche Steingrößen
- Erfordernis filterfester Aufbau
- Möglichkeit des Einbaus in der fließenden Welle oder Erfordernis einer trockenen Baugrube

Als Ergebnis der Variantenuntersuchung wird eine flächige Steinbelegung der Sohle gewählt. Diese hat im Vergleich zum Offenen Deckwerk sowie zur Sohlrampe folgende wesentliche Vorteile:

- Ein Einbau in der fließenden Welle wird als möglich erachtet. Einzelne Lücken bzw. Fehlstellen infolge des Einbauverfahrens können toleriert werden. Lediglich im Uferbereich ist eine flächige Belegung zu gewährleisten. Dies stellt bautechnisch aber keine Schwierigkeit dar.
- Es ist kein filterfester Aufbau erforderlich. Die Steine können direkt auf die vorhandene Sohle des Lechs geschüttet werden.
- Da bei einer flächigen Belegung der Sohle die Steine in einem Verbund liegen und nicht als Einzelsteine den angreifenden Schubspannungen exponiert sind, können vergleichsweise kleine Steine verwendet werden.
- Aus gewässerökologischer Sicht wird ebenfalls die gewählte Variante als vorteilhaft betrachtet. Die Vorteile der in den Weiterführenden Untersuchungen geplanten Variante eines Offenen Deckwerks sind nach einer Detailbetrachtung nicht mehr gegeben. Insbesondere wäre bei der Herstellung eine trockene Baugrube erforderlich. Bei der gewählten Variante der Sohlrollierung ist ein Einbau in der fließenden Welle (Niederwasserperiode) möglich und einzelne Lücken in der Belegung sowie eine gewisse Kolkbildung sind zulässig.

5.4.4.4 Beschreibung der Maßnahme

Die Sohlrollierung ist zusammen mit den Maßnahmen im Abschnitt 1 im Lageplan der Anlage A3.2.1 dargestellt.

Abmessungen

Die Länge der Sohlsicherung beträgt etwa 420 m. Der Einbau erfolgt über die gesamte Breite des Lechs. Im Bereich der Geschiebezugabe besteht eine Engstelle. Durch eine lokale Aufweitung linksseitig werden die sonst sehr hohen Schubspannungen, infolge der Einschnürung des Abflussquerschnitts durch die Geschiebezugabe, reduziert.

Vorläufige Steingrößen und Ufersicherung

Die Dimensionierung der Steine erfolgt im Rahmen der Ausführungsplanung. Eine Vordimensionierung auf Basis des Schubspannungsansatzes ergibt erforderliche Steinmassen in einer Größenordnung von etwa 20 bis 40 kg. Dies entspricht einem äquivalenten Steindurchmesser von etwa 25 bis 30 cm.

Entlang der flächigen Sohlsicherung ist zwingend eine durchgehende und funktionsfähige Ufersicherung erforderlich. Im Zuge der Erstellung der

Ausführungsplanung ist die vorhandene Ufersicherung zu sondieren. Gegebenenfalls ist diese auszubessern bzw. zu ersetzen.

Einbau der flächigen Sohlsicherung

Der Einbau kann in der fließenden Welle während der abflussarmen Zeit in den Monaten November bis Februar erfolgen. Dazu sind voraussichtlich beidseitig temporäre Baustraßen auf der Lechsohle entlang der Uferböschungen notwendig. Zudem erscheint zumindest in Bereichen mit größeren Fließtiefen ein Einbau der Steine über Klappschuten denkbar.

Im Rahmen der Ausführungsplanung ist die Art und Weise des Einbaus festzulegen. Ebenso die Fehlertoleranz. Grundsätzlich können Fehlstellen ohne Steinbelegung mit einer Größe von mehreren Quadratmetern ohne Weiteres zugelassen werden. Eventuell kommt es hier zu einer Kolkbildung. Nachrutschende Steine aus den benachbarten Bereichen stabilisieren die Kolke. Entlang der Ufersicherungen ist aber zu gewährleisten, dass die Belegung der Sohle auf einem Streifen von 5 m durchgängig vorhanden ist. Ansonsten wäre im Falle eines Kolkes im Bereich der Ufersicherung ein unzulässiges Nachrutschen der Steine aus der Ufersicherung zu befürchten.

Abdeckung mit Kies

Die Wasserbausteine der Sohlsicherung werden mit Kies abgedeckt bzw. das Lückensystem gefüllt. Es ist davon auszugehen, dass bei größeren Abflüssen der Kies zumindest teilweise regelmäßig ausgetragen wird. Im Sinne einer Geschiebezugabe wird regelmäßig Kies wieder zugegeben

Eine erste Abdeckung mit Kies erfolgt im Zuge des Baus der Sohlsicherung. Die Kiesmenge wird mit etwa 3.500 m³ abgeschätzt (Länge: 420 m, Breite: 80 m; zzgl. masch. Aufweitung 1300m²; Schichtdicke: 0,1 m).

Diese Kieszugabe wird regelmäßig wiederholt, sobald der Kies infolge erhöhter Schubspannungen erodiert wurde. Die Zugabe erfolgt im Bereich des oberstromigen Endes der Sohlsicherung vom Ufer auf der linken Lechseite. Der Kraftwerksauslauf sowie der Einstieg in die Fischaufstiegsanlage werden dadurch nicht gestört. Bei einer Zugabe von 500 m³ Kies und einer Verteilung auf eine Strecke von 200 m entlang des linken Ufers ergibt sich eine Zugabe von 2,5 m³ Kies pro laufendem Meter. Der Einbau des Kiesdepots erfolgt etwa auf Höhe des Wasserspiegels bei Mittelwasser. Siehe dazu Abbildung 51. Um eine gleichmäßige Verteilung des Kiesel über die Fläche der Sohlsicherung zu erreichen, kann der Einbau im Wechsel auch von der rechten

Uferseite erfolgen. Die Zufahrt erfolgt über den Bereich der geplanten Geschiebezugabe bei Fkm 56,3 (siehe dazu Kapitel 5.4.9).

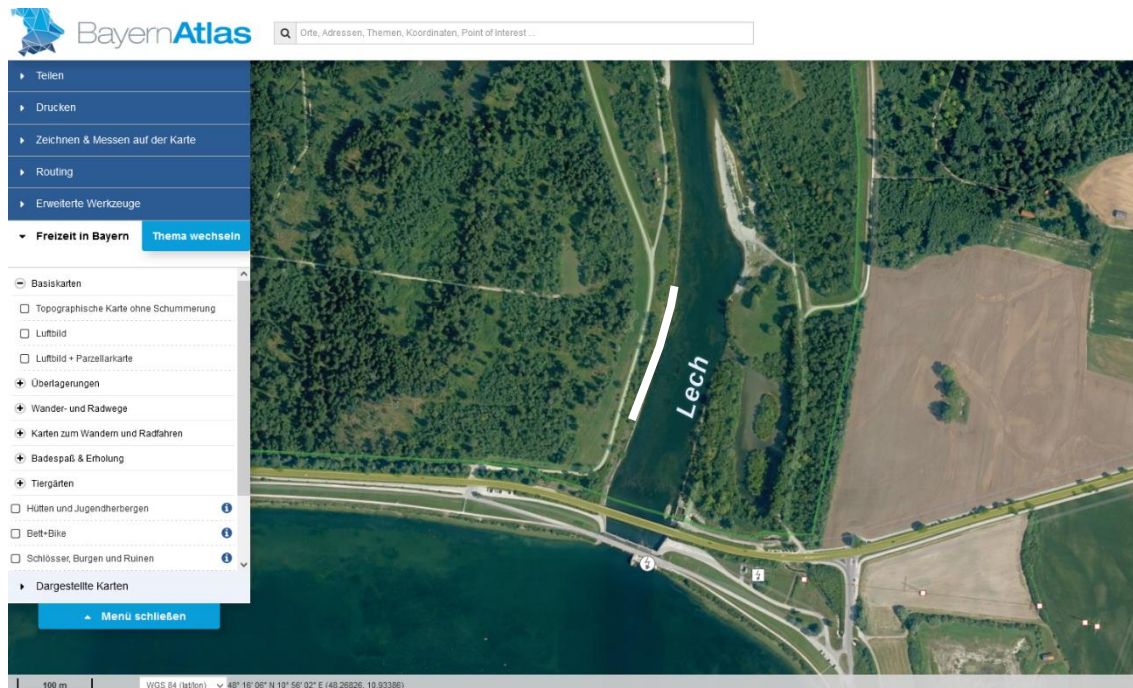


Abbildung 51: Bereich Geschiebezugabe zur Abdeckung der Sohlsicherung (Quelle: www.bayernatlas.de)

Auswirkungen auf die Wasserspiegel

In Tabelle 14 sind für die Abflüsse MNQ und Q_{345} die im 2d-Modell berechneten Wasserspiegel unmittelbar unterstrom der Lechstaustufe 23 eingetragen. Die beiden betrachteten Abflüsse sind repräsentativ für den Vergleich des für die Fischaufstiegsanlage maßgebenden Abflusses Q_{30} ($38 \text{ m}^3/\text{s}$) sowie den Ausbauabfluss für das Kraftwerk Q_A ($142,5 \text{ m}^3/\text{s}$).

Tabelle 14: Berechnete Wasserspiegel im Unterwasser der Staustufe 23

	Bezugszustand	Endzustand
MNQ ($32,7 \text{ m}^3/\text{s}$)	505,47 mNHN	505,90 mNHN
Q_{345} ($162 \text{ m}^3/\text{s}$)	506,43 mNHN	506,61 mNHN

Daraus lassen sich folgende Schlüsse ziehen:

- Der für die Fischaufstiegsanlage maßgebende Wasserspiegel bei Q_{30} bzw. bei MNQ wird im geplanten Endzustand, also nach Umsetzung der Sohlrollierung, um ca. 43 cm höher liegen als im Istzustand. Die Fischaufstiegsanlage wird somit weiterhin funktionieren.

- Im Bereich der Ausleitung in das rechtsseitige Altwasser beträgt der Anstieg des Wasserspiegels infolge der Sohlrollierung bei MQ etwa 30 cm. Aus naturschutzfachlicher Sicht bewirkt dies Verbesserungen für den aquatischen Lebensraum und seine Lebewelt.
- Bei Abflüssen im Bereich des Ausbauabflusses wird ein Anstieg des Wasserspiegels in einer Größenordnung von etwa 20 cm erwartet. Die Auswirkungen auf die Energieerzeugung werden bei einer Fallhöhe von etwa 10 m als gering eingestuft. Die im Bescheid angegebene Fallhöhe von 9,5 m wird nicht eingeschränkt, da der zugehörige Unterwasserstand von 506,75 mNHN nicht überschritten wird. Diese Aussage gilt für den prognostizierten Endzustand. Für den Bauzustand werden keine darüber hinausgehenden Anstiege des Wasserspiegels erwartet, da das Offene Deckwerk in der „fließenden Welle“ errichtet werden kann. Somit sind keine bauzeitlichen Maßnahmen notwendig, die den Abflussquerschnitt einschnüren und folglich einen Anstieg des Wasserspiegels bewirken würden.

Umsetzung - Zeitplan

Mit der Entfernung der Ufersicherungen zusammen mit den initialen Aufweitungen im Abschnitt 1 wird die Umsetzung der Sohlsicherung erforderlich. Die Sohlsicherung ist spätestens parallel zur initialen Aufweitung im Abschnitt 1 zu erstellen. Da die Aufweitung im Umsetzungspaket 1 vorgesehen ist, ist die Sohlsicherung auch entsprechend umzusetzen. Für weitere Angaben zum Zeitplan wird auf die Ausführungen in Kapitel 5.6 und Anlage A6 bzw. auf die gewässerökologischen und naturschutzfachlichen Anforderungen im Landschaftspflegerischen Begleitplan in Anlage B1 verwiesen.

Herstellung und Unterhalt

Die Sohlsicherung ist erforderlich, um die Sohle des Lechs zu stabilisieren und damit den Betrieb sowie die Bauwerkssicherheit der Lechstaustufe 23 zu gewährleisten. Die Herstellung der Sohlsicherung erfolgt durch das WWA Donauwörth. Der Unterhalt obliegt der Betreiberin der Lechstaustufe 23, da die Sohlsicherung durch die Lechstaustufe 23 bedingt ist.

5.4.5 Flächige Vorlandabsenkungen - Sekundärauen

5.4.5.1 Allgemein

Die Eintiefung des Lechs in den letzten Jahrzehnten bewirkte eine sukzessive Entkopplung des Lechs von seinen begleitenden Auen. Zum einen erfolgen keine regelmäßigen, großflächigen Überflutungen bei kleineren Hochwasserereignissen. Zum anderen ist der Grundwasseranschluss nicht mehr gegeben. Da ein Anheben des Grundwasserspiegels auf Grund der vorhandenen Nutzungen nicht bzw. nur in einem begrenzten Ausmaß möglich ist, wird die Aue in Teilbereichen abgesenkt.

Die Tieferlegung der Aue und damit die Schaffung einer sogenannten Sekundäraue erfolgt derart, dass eine Überflutung der Flächen im jährlichen Mittel an bis zu etwa 20 Tagen erfolgt. Die Festlegung der Höhe der Sekundärauen erfolgt mit Hilfe der hydraulischen Berechnungen. Dazu wurde im 2d-Modell der Abfluss gerechnet, der durchschnittlich an 20 Tagen im Jahr überschritten wird ($Q_{345} = 162 \text{ m}^3/\text{s}$, siehe Kapitel 4.3.1).

Neben dem ökologischen Nutzen, tragen die Sekundärauen durch die hydraulische Entlastung des Flussschlauchs bei Hochwasser auch zu einer Verbesserung der Stabilität der Lechsohle bei.

Die Sekundärauen sind hinsichtlich ihrer Wirkung sowie der Herstellung eng verknüpft mit den Nebengewässern, siehe dazu auch das Kapitel 5.4.6.

Sekundärauen sind in den Abschnitten 1, 2, 3, 4 und 6 vorgesehen. Siehe dazu auch die entsprechenden Lagepläne. Nachfolgend werden die wesentlichen Aspekte zu den Sekundärauen erläutert.

5.4.5.2 Naturschutz- und forstfachliche Optimierung

Die Sekundärauen sind ein zentraler Baustein der ökologischen Aufwertung des Lechs und der begleitenden Auwaldflächen. Aus naturschutz- und forstfachlicher Sicht gilt es einerseits die mit der Herstellung der Sekundärauen verbundenen Eingriffe zu minimieren und andererseits die Gestaltung der „neuen“ Auen zu optimieren.

Auswahl der Flächen für die Herstellung der Sekundärauen

Aufbauend auf den Weiterführenden Untersuchungen und den Ergebnissen der Biotopkartierung / Zoologischen Erhebungen (siehe landschaftspflegerischer Begleitplan in Anlage B1) wurde die Auswahl der Flächen optimiert. Die endgültige Auswahl erfolgte auf Grundlage folgender Überlegungen:

- Naturnahe Waldbestände mit einem hohen Anteil an Alt- und Totholz sollen erhalten bleiben, im Gegenzug werden für die Vorlandabsenkung naturschutzfachlich gering(er) wertige Wälder beansprucht. Weitere hochwertige Flächen, wie z.B. Niedermoore, bleiben von den Bauarbeiten unberührt.
- Im Abschnitt 2 hat sich die Meringer Au als naturschutzfachlich hochwertige Fläche erwiesen (d.h. strukturreiche Fläche mit Vorkommen Gelbringfalter, Baumpieper, Kleinspecht). Ein Teil dieser Flächen soll daher für die Herstellung der Sekundäraue nicht beansprucht werden (siehe dazu Abb. unten)

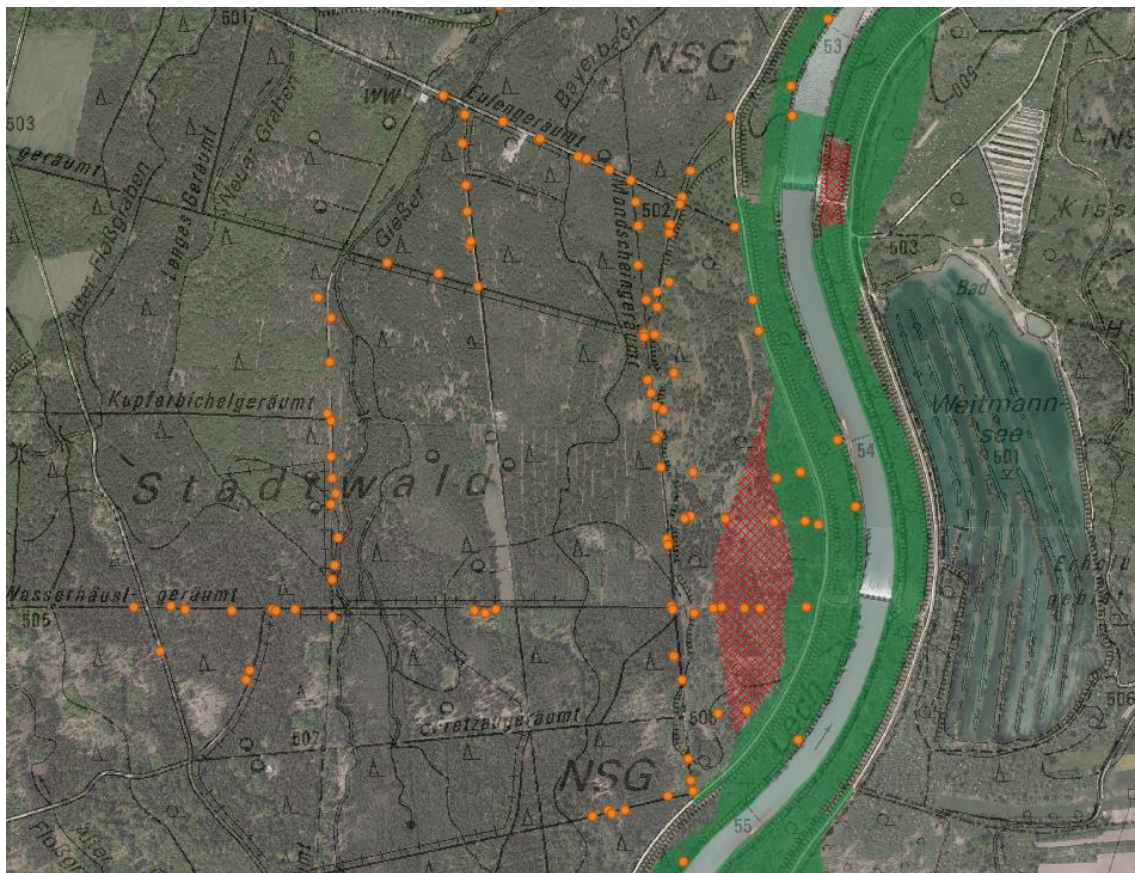


Abbildung 52: Im Zuge der Projektoptimierung wurde die rot schraffierte Fläche in der Meringer Au aus dem Projekt genommen, da hier im Zuge der Kartierung hochwertige Habitate für den Gelbringfalter festgestellt wurden und auch hier auch zahlreiche Individuen nachgewiesen werden konnten (Grün: Vorhabensgebiet, orange Punkte: Nachweise Gelbringfalter); Details siehe Anlage B2 UVP-Bericht, Kap. 5.5.4.2)

- In einigen Teilbereichen gibt es innerhalb oder randlich der geplanten Sekundäraue Flächen, die schon im Bezugszustand nur knapp oberhalb der Zielhöhe der Sekundäraue liegen. Wenn die Differenz zwischen der Geländehöhe im Bezugszustand und der geplanten Geländehöhe auf Basis des berechneten

Wasserspiegels weniger als 40 cm beträgt, sollen diese Flächen erhalten bleiben und werden nicht abgesenkt. Dadurch ergeben sich folgende Vorteile:

- Waldstandorte werden durch Entfernung der Hochwasserschutzdeiche und teilweise durch das Anheben des Grundwasserspiegels aufgewertet.
- Minimierung maschineller Eingriffe.
- Erhaltung von lokalen Strukturen innerhalb der Sekundäraue wirkt positiv auf das Landschaftsbild und bietet gleichzeitig einen Rückzugsraum für Tierarten (auch im Falle kleinerer Hochwässer) und stellt einen Ausgangspunkt für die Wiederbesiedlung der Aue dar.
- Die flussbaulichen Sicherungsmaßnahmen werden auf das erforderliche Mindestmaß beschränkt: An der Außengrenze der Sekundärauen sind grundsätzlich keine Sicherungsmaßnahmen vorgesehen. Es wurde hier noch eine Pufferfläche von 20 m für die laterale Seitenentwicklung erworben. Bei Bedarf sind lediglich lokale Sicherungsmaßnahmen vorgesehen. Zum Lech hin ist eine Sicherung mit verdeckten Buhnen vorgesehen. Diese werden leicht rückversetzt eingebaut, so dass im Initialzustand ein natürliches Ufer entstehen kann. Zudem werden die Buhnen vollständig mit Schotter überdeckt, eine Bewaldung ist möglich.
- Bezüglich der schadensbegrenzenden Maßnahmen bei der Herstellung wird auf den landschaftspflegerischen Begleitplan (Anlage B1) verwiesen.

Gestaltung der Sekundärauen

Die mittel- und langfristige Gestaltung der Morphologie der Sekundärauen wird – im Sinne eines dynamischen Leitbilds – vom Lech übernommen. Die maschinelle Herstellung und Gestaltung der Sekundärauen ist der Startpunkt für die künftige Entwicklung der Auen, welche im Wesentlichen von der Intensität und Häufigkeit künftiger Hochwässer beeinflusst werden wird. In weiterer Folge wird daher auf die Herstellung des sogenannten Initialzustands Bezug genommen:

- Laut Weiterführenden Untersuchungen ist die Zielhöhe der Sekundäraue mit Q_{340} ¹⁵ angesetzt. Das bedeutet, dass die Aue im Schnitt rund 20 Tage pro Jahr überflutet werden soll. Bei der Herstellung der Aue wird das Gelände nicht mit konstanter Höhe hergestellt, sondern es werden manche Bereiche etwas tiefer (Q_{320} : Überflutung an rund 45 Tagen im Jahr) und etwas höher (Q_{360}) errichtet. Die Übergänge zwischen den verschiedenen Höhenniveaus werden sanft verlaufend gestaltet (Neigung ca. 1:15). Damit sollen ab Errichtung der Sekundärauen bereits unterschiedliche Standortverhältnisse (Substrat, Wasserversorgung) für die

¹⁵ Q_{340} ist der Abfluss, der an durchschnittlich 340 Tagen im Jahr unterschritten wird

Sukzession zur Verfügung stehen und dynamische Prozesse schon bei kleineren Hochwässern gefördert werden. Die Detailmodellierung der Geländehöhe erfolgt im Rahmen der Ausführungsplanung bzw. im Zuge der Baumaßnahme durch die ökologische Baubegleitung.

- Strukturierung der Sekundäraue: Auf den Sekundärauen werden schon im Zuge der Herstellung Wurzelstöcke und Totholzhaufen eingebaut. Diese werden im Bereich von Flächen mit geringen Schubspannungen vorgesehen. Zudem werden lokal Kleingewässer geschaffen, die an das Grundwasser angebunden sind. Es erfolgt keine Wiederanddeckung des Oberbodens. Siehe dazu auch die Ausführungen im Landschaftspflegerischen Begleitplan in Anlage B1 (Maßnahmen 3.2.6, 3.3.1 und 3.3.3).
- Grundsätzlich ist keine flächige Aufforstung der Sekundäraue geplant. In Teilbereichen (rund 3-5 % der Flächen) sollen jedoch seltene Baumarten in Gruppen aufgeforstet werden. Es wird davon ausgegangen, dass sich die Flächen bewalden und sich der Lebensraumtyp 91E0* einstellen wird (siehe Landschaftspflegerischer Begleitplan Anlage B, Maßnahmen 3.3.15 und 3.3.16).
- Da im Umfeld invasive Neophyten nur kleinflächig vorkommen, wird davon ausgegangen, dass der Neophytenruck auf den Flächen nur gering sein wird. Bei Bedarf sind entsprechende Pflegemaßnahmen erforderlich (siehe Landschaftspflegerischer Begleitplan Anlage B1, Maßnahme 3.2.9).
- In Anlage A7 Gewässerökologische Planung, Kapitel 5.5 werden ergänzende Maßnahmen zur gewässerökologischen Strukturierung und Aufwertung dargestellt.

5.4.5.3 Flächenbilanz und Materialmanagement

In Tabelle 15 sind die Flächen der Sekundärauen sowie die jeweiligen Volumina des abzutragenden Bodens eingetragen. Die Nebengewässer werden in diese Bilanz integriert. Somit ergibt sich für die Sekundärauen eine Gesamtfläche von 87 ha. Das gesamte Abtragsvolumen beträgt über 1,7 Mio. m³.

Tabelle 15: Sekundärauen: Flächen und Abtragsvolumina

Abschnitt	Fläche	Abtragsvolumen
A1	21,9 ha	486.000 m ³
A2	18,7 ha	184.000 m ³
A3	11,2 ha	203.000 m ³
A4	18,9 ha	267.000 m ³
A6, li	3,6 ha	128.000 m ³
A6, re	12,7 ha	439.000 m ³
Summe	87,0 ha	1.707.000 m³

Die Ergebnisse der Baugrunduntersuchung zeigen, dass in den Sekundäraueflächen vornehmlich Kies ansteht. Hinsichtlich der Verwendung des entnommenen Kieses sowie des in geringer Mächtigkeit anstehenden Oberbodens sei auf die Überlegungen zum Materialmanagement in Kapitel 5.4.15 verwiesen.

5.4.5.4 Abflussaufteilung

In den nachfolgenden Tabellen (Tabelle 16 bis Tabelle 20) ist die Abflussaufteilung zwischen dem Flussschlauch des Lechs und den Sekundärauen bei verschiedenen Abflüssen im prognostizierten Endzustand eingetragen (als Ergebnis der durchgeführten hydraulischen Berechnungen, siehe Kapitel 6.3.1). Im Vorgriff auf die Erläuterungen zur Planung der Nebengewässer in Kapitel 5.4.6 sind zudem die Abflussanteile der Nebengewässer in den jeweiligen Abschnitten berücksichtigt. Mit A6, li bzw. A6, re wird die links- bzw. rechtsseitige Sekundäraue im Abschnitt 6 bezeichnet. Im Abschnitt 6 sind keine Nebengewässer geplant.

Bei MNQ sowie MQ werden die Sekundärauen noch nicht überströmt. Mit der einsetzenden Überströmung der Sekundärauen bei Q_{345} nimmt der Abflussanteil mit steigendem Abfluss im Lech zu. Beim HQ_{100} erreicht dieser in den Abschnitten 1 und 4 beinahe 20 % des Gesamtabflusses.

In den Nebengewässern beträgt der Abflussanteil bei kleinen und mittleren Abflüssen im Lech mindestens 5% des Gesamtabflusses. Die größten Abflussanteile erreichen die Nebengewässer in den Abschnitten 2 und 4. Bei Hochwasserabflüssen nimmt der Abfluss in den Nebengewässern zwar zu, der Abflussanteil am Gesamtabfluss geht aber zurück.

Tabelle 16: Abflussanteil der Sekundärauen sowie der Nebengewässer bei Hochwasser ($HQ_{100} = 1.050 \text{ m}^3/\text{s}$)

Abschnitt	Lech		Nebengewässer		Sekundäraue		Nebengewässer + Sekundäraue	
	Abfluss [m ³ /s]	Anteil	Abfluss [m ³ /s]	Anteil	Abfluss [m ³ /s]	Anteil	Abfluss [m ³ /s]	Anteil
A1	831,2	79,2%	25,8	2,5%	192,4	18,3%	218,2	20,8%
A2	876,3	83,5%	62,1	5,9%	103,3	9,8%	176,2	16,8%*
A3	927,4	88,3%	66,2	6,3%	58,3	5,6%	124,6	11,9%
A4	780,2	74,3%	62,8	6,0%	202,8	19,3%	265,6	25,3%
A6, li	809,8	77,1%	-	-	71,1	6,8%	240,2	22,9%
A6, re			-	-	169,1	16,1%		

*hier ist ein zusätzlicher Abflussanteil im Vorland westlich der Sekundäraue von etwa $10,8 \text{ m}^3/\text{s}$ (Abflussanteil 1%) zu berücksichtigen

Tabelle 17: Abflussanteil der Sekundärauen sowie der Nebengewässer bei Hochwasser ($HQ_{10} = 520 \text{ m}^3/\text{s}$)

Abschnitt	Lech		Nebengewässer		Sekundäraue		Nebengewässer + Sekundäraue	
	Abfluss [m ³ /s]	Anteil	Abfluss [m ³ /s]	Anteil	Abfluss [m ³ /s]	Anteil	Abfluss [m ³ /s]	Anteil
A1	446,3	85,8%	16,5	3,2%	57,0	11,0%	73,5	14,1%
A2	452,9	87,1%	37,8	7,3%	29,9	5,8%	67,8	13,0%
A3	477,1	91,7%	34,1	6,6%	9,5	1,8%	43,6	8,4%
A4	423,8	81,5%	37,2	7,1%	58,6	11,3%	95,8	18,4%
A6, li	450,1	86,6%	-	-	21,2	4,1%	69,8	13,4%
A6, re			-	-	48,7	9,4		

Tabelle 18: Abflussanteil der Sekundärauen sowie der Nebengewässer bei Hochwasser ($HQ_1 = 370 \text{ m}^3/\text{s}$)

Abschnitt	Lech		Nebengewässer		Sekundäraue		Nebengewässer + Sekundäraue	
	Abfluss [m ³ /s]	Anteil	Abfluss [m ³ /s]	Anteil	Abfluss [m ³ /s]	Anteil	Abfluss [m ³ /s]	Anteil
A1	330,5	89,3%	13,3	3,6%	26,1	7,1%	39,4	10,7%
A2	327,6	88,5%	29,8	8,1%	12,9	3,5%	42,7	11,5%
A3	341,6	92,3%	25,9	7,0%	2,9	0,8%	28,7	7,8%
A4	315,7	85,3%	28,6	7,7%	25,5	6,9%	54,0	14,6%
A6, li	339,3	91,7%	-	-	9,2	2,5%	30,7	8,3%
A6, re			-	-	21,5	5,8%		

Tabelle 19: Abflussanteil der Sekundärauen sowie der Nebengewässer bei Mittelwasserabfluss (MQ = 81 m³/s)

Abschnitt	Lech		Nebengewässer		Sekundäraue		Nebengewässer + Sekundäraue	
	Abfluss [m³/s]	Anteil	Abfluss [m³/s]	Anteil	Abfluss [m³/s]	Anteil	Abfluss [m³/s]	Anteil
A1	76,0	93,8%	5,0	6,2%	0,0	0,0%	5,0	6,2%
A2	69,5	85,7%	11,5	14,3%	0,0	0,0%	11,5	14,3%
A3	76,2	94,1%	4,8	5,9%	0,0	0,0%	4,8	5,9%
A4	74,1	91,5%	6,9	8,5%	0,0	0,0%	6,9	8,5%
A6, li			-	-	0,0	0,0%	0,0	0,0%
A6, re			-	-	0,0	0,0%		

Tabelle 20: Abflussanteil der Sekundärauen sowie der Nebengewässer bei mittlerem Niedrigwasserabfluss (MNQ = 32,1 m³/s)

Abschnitt	Lech		Nebengewässer		Sekundäraue		Nebengewässer + Sekundäraue	
	Abfluss [m³/s]	Anteil	Abfluss [m³/s]	Anteil	Abfluss [m³/s]	Anteil	Abfluss [m³/s]	Anteil
A1	29,6	92,2%	2,5	7,8%	0,0	0,0%	2,5	7,8%
A2	24,6	76,5%	7,5	23,5%	0,0	0,0%	7,5	23,5%
A3	30,3	94,3%	1,8	5,7%	0,0	0,0%	1,8	5,7%
A4	28,9	89,9%	3,2	10,1%	0,0	0,0%	3,2	10,1%
A6, li			-	-	0,0	0,0%	0,0	0,0%
A6, re			-	-	0,0	0,0%		

5.4.5.5 Sicherungsmaßnahmen

Die erforderlichen Sicherungsmaßnahmen an den Böschungen des Lechs zu den Sekundärauen sind in Kapitel 5.4.12.2 erläutert. In Kapitel 5.4.12.3 werden die geplanten Maßnahmen an den Böschungen der Sekundärauen zur Lechaue hin beschrieben. Darüber hinaus sind folgende Maßnahmen erforderlich:

Belassen des Querdeichs im Abschnitt 2

Die Umsetzung der Sekundäraue im Abschnitt 2 erfolgt unmittelbar mit Projektbeginn im Umsetzungspaket 1. Der Absturz bei Fkm 54,4 ist zu diesem Zeitpunkt noch nicht zurückgebaut. Dies bedingt einen relativ großen Unterschied in den Wasserspiegeln ober- und unterstrom des Absturzes. Um einen „Kurzschluss“ in Verbindung mit hohen Schubspannungen und damit unkontrollierbaren Erosionserscheinungen im Vorland zu vermeiden, wird der vorhandene linksseitige Querdeich zusammen mit Teilstücken des vorhandenen Deichs belassen. Dadurch wird der Abbau des

Wasserspiegelunterschieds auf einen längeren Bereich gestreckt. Nach oberstrom wird der Deich auf einer Länge von etwa 80 m belassen, nach unterstrom auf einer Länge von etwa 160 m.

Sicherungsmaßnahme im Abschnitt 3

Die Sekundäraue im Abschnitt 3 ist durch folgende Randbedingungen gekennzeichnet:

- Der Querdeich zur Sohlabstufe Fkm 53,3 bleibt bestehen, um eine Umläufigkeit der Sohlrampe bei Fkm 53,4 zu vermeiden. Dadurch entsteht eine Engstelle in der Sekundäraue, siehe Abbildung 53.
- Die Fallhöhe im Wasserspiegel beträgt etwa 3 m (bei HQ_{100}).

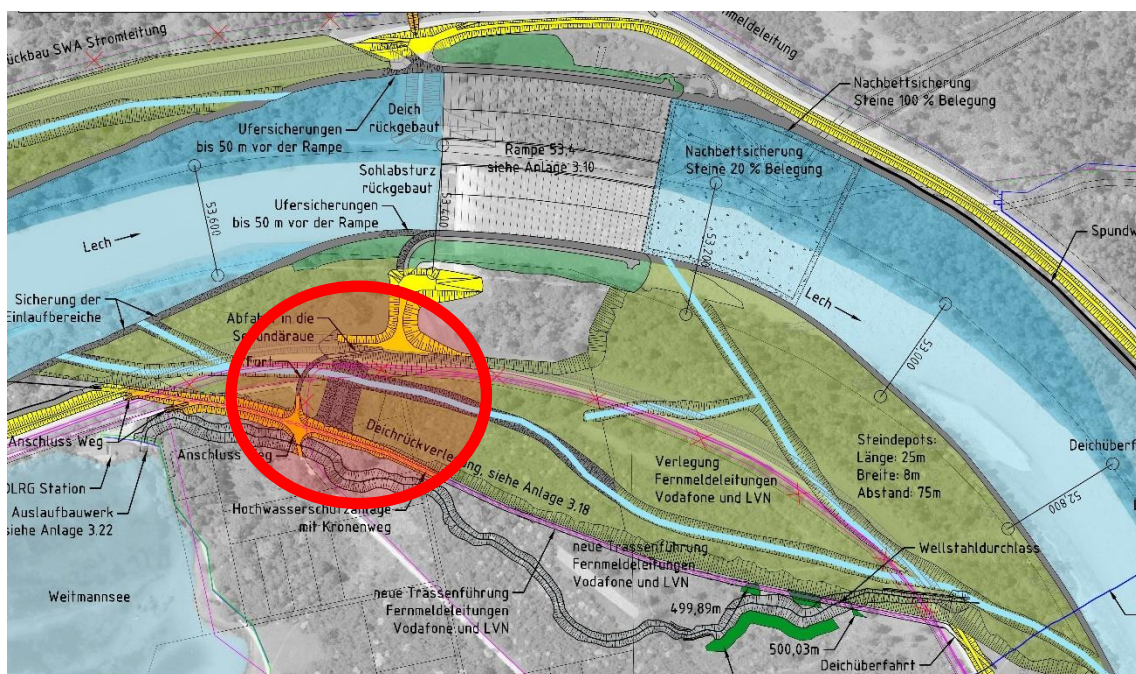


Abbildung 53: Abschnitt 3 – Ausschnitt Sekundäraue, Engstelle

Dadurch ergeben sich im Bereich der Engstelle Sohlschubspannungen in einer Größenordnung von bis zu 200 N/m^2 (siehe Abbildung 54). Dies würde mit erheblichen Umlagerungen im Vorland und auch voraussichtlich mit einer nicht kontrollierbaren rückschreitenden Erosion einhergehen.

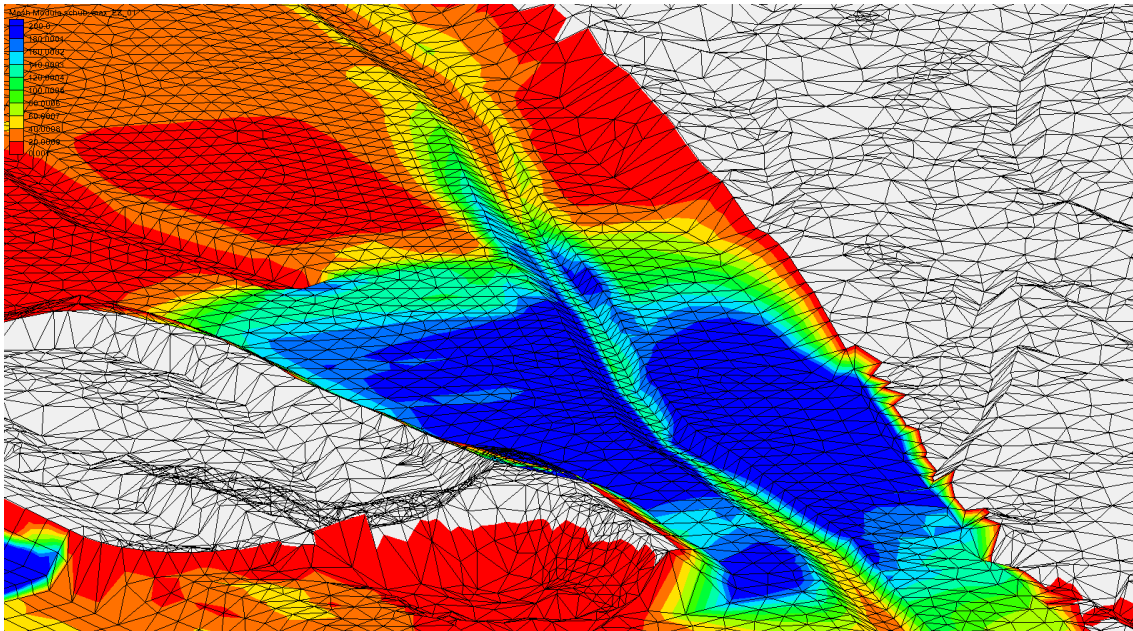


Abbildung 54: Abschnitt 3 - Schubspannungen in der Sekundäraue ohne Sicherungsmaßnahmen

Als Sicherungsmaßnahme wird im Bereich der Engstelle ein Querriegel aus Wasserbausteinen eingebaut. Die Höhe des Querriegels liegt bei 502,50 mNHN und damit etwa 0,9 m über dem bestehenden Gelände. Der Querschnitt des Nebengewässers wird nicht verändert. Einerseits wird dadurch die Dotation der Sekundäraue und damit die Sohlschubspannungen reduziert. Andererseits wird eine rückschreitende Erosion verhindert.

Das Nebengewässer wird in dem relativ steilen Bereich gesichert (siehe dazu Kapitel 5.4.6.3). Zudem wird die Böschungssicherung des Nebengewässers auf einem 5 Meter breiten Streifen ins Vorland durch Wasserbausteine gesichert.

5.4.5.6 Rückbau Trinkwasserbrunnen

Im Abschnitt 4 befinden sich drei Trinkwasserbrunnen der Stadtwerke Augsburg innerhalb der Sekundäraue. Diese werden zusammen mit den vorhandenen Leitungen zurückgebaut. Der Rückbau ist nicht Gegenstand der hier beantragten Maßnahmen. Dazu wird ein gesondertes Genehmigungsverfahren beantragt. Es handelt sich um die Brunnen 211, 215 und 216. Siehe dazu den Lageplan in Anlage A3.2.4.

Der Rückbau der drei Brunnen erfolgt vor der Herstellung der Sekundäraue.

5.4.5.7 Umsetzung - Zeitplan

Die zeitliche Umsetzung der Sekundärauen ist insbesondere verknüpft mit dem möglichen Zeitpunkt der Deichrückverlegungen in den Abschnitten 1 bis 4. Somit ergeben sich folgende Abhängigkeiten für den Zeitplan (siehe dazu auch die Ausführungen in Kapitel 5.6). In den Zeitplan für die Umsetzung der Sekundärauen ist auch der Bau der Nebengewässer integriert.

Sekundäraue im Abschnitt 1

- Umsetzung der Sekundäraue bis zum bestehenden Deich im Umsetzungspaket 1 (die Umsetzungspakete 1 bis 5 beschreiben den zeitlichen Ablauf der Umsetzung – für ausführliche Erläuterungen dazu sei auf das Kapitel 5.6.1 verwiesen) .
- Umsetzung der restlichen Sekundäraue (zusammen mit dem Nebengewässer) nach der Deichrückverlegung (Umsetzungspaket 3).

Sekundäraue im Abschnitt 2

- Umsetzung der gesamten Sekundäraue im Umsetzungspaket 1.

Sekundäraue im Abschnitt 3

- Umsetzung der Sekundäraue unterstrom der Rampe Fkm 50,4 bis zum bestehenden Deich im Umsetzungspaket 1.
- Umsetzung der restlichen Sekundäraue (zusammen mit dem Nebengewässer) nach der Deichrückverlegung (Umsetzungspaket 4).

Sekundäraue im Abschnitt 4

- Umsetzung der Sekundäraue bis zum bestehenden Deich im Umsetzungspaket 1.
- Umsetzung der restlichen Sekundäraue (zusammen mit dem Nebengewässer) nach der Deichrückverlegung (im Umsetzungspaket 4).
- Rückbau von vorhandenen Grundwassermessstellen (im Umsetzungspaket 4).

Sekundäraue im Abschnitt 6

- Linke Seite: Umsetzung der gesamten Sekundäraue im Umsetzungspaket 1.
- Rechte Seite: Umsetzung der gesamten Sekundäraue im Umsetzungspaket 1.

5.4.6 Nebengewässer

5.4.6.1 Allgemein

In Anlehnung an das Leitbild eines furkierenden Flusssystemes werden in den Abschnitten 1 bis 4 Nebengewässer in den geplanten Sekundärauen angelegt. Zum einen nehmen die Nebengewässer einen bedeutenden Teil des Abflusses des Lechs auf und entlasten die Flusssohle des Lechs. Damit leisten die Nebengewässer einen bedeutenden Beitrag zur Sohlstabilisierung. Die Abflussaufteilung bei verschiedenen Abflüssen zusammen mit den jeweiligen Abflussanteilen im Bereich der Sekundärauen ist in Kapitel 5.4.5.4 dargestellt.

Zum anderen leisten die Nebengewässer einen erheblichen Beitrag zur Verbesserung der gewässerökologischen Verhältnisse:

- Mit den zu erwartenden Flachuferzonen entlang der Nebengewässer entstehen funktionelle Uferzonen. Diese stellen wertvolle Habitate insbesondere für Jungfische dar.
- Die Nebengewässer mit ihren Nebenarmen bieten Rückzugsmöglichkeiten insbesondere für schwimmschwache Fische bei Hochwasser.
- In den Nebengewässern entstehen Bereiche mit gewässertypspezifischem Fließgewässercharakter. Die Gefälleverhältnisse entsprechen etwa dem ursprünglichen Lech (Leitbild). Der weitgehende Verzicht auf Ufersicherungen ermöglicht dynamische Prozesse in Verbindung mit Kiesumlagerungen. Die zu erwartenden dynamischen Strukturen bewirken Bereiche mit unterschiedlichen Fließtiefen und Fließgeschwindigkeiten.
- Die Nebengewässer lassen eine gewässertypspezifische Habitatvielfalt und eine Gewässervernetzung erwarten: Haupt- und Nebenarme, einseitig angebundene Altarme.

5.4.6.2 Naturschutzfachliche und gewässerökologische Optimierung

Bereits in den Weiterführenden Untersuchungen war die Anlage von Nebengewässern im Bereich der geplanten Vorlandabsenkungen vorgesehen. Im Zuge der Genehmigungsplanung wurde das System an Nebengewässern nochmals deutlich erweitert und durch verschiedene Nebengewässertypen, wie z.B. Altarme, entsprechend dem gewässertypischen Leitbild ergänzt. Der Initialzustand wird (Nebengewässer und Vorlandabsenkung) baulich hergestellt, der dann mit den ersten größeren Hochwässern vom Lech neu gestaltet werden wird.

Sämtliche Nebengewässer werden in den geplanten Vorlandabsenkungen errichtet. Damit können tiefe Geländeeinschnitte vermieden werden.

Bei der Planung und Ausführung der Gewässer finden folgende Planungsgrundsätze Berücksichtigung:

- Die „Hauptstränge“ werden durchgehend dotiert sein, andere Gewässertypen können ggf. auch trockenfallen und mittelfristig verlanden.
- Die Nebengewässer werden mit einer Breite von max. 10 m bei Mittelwasser errichtet. Sicherungen sind nur lokal vorgesehen (siehe dazu auch Ausführungen unten), sodass die Möglichkeit einer eigendynamischen Entwicklung gegeben ist.
- Um das Gefälle in den Nebengewässern zu reduzieren, wird eine möglichst große Lauflänge angestrebt.
- Herstellung: Varianz Uferneigung; Punktuell reichen Nebengewässer direkt an das Bestandsgelände heran – hier werden ökologisch wertvolle Steilufer geschaffen.
- Gewässerökologische Strukturierungsmaßnahmen durch den Einbau von Wurzelstöcken und Totholz.
- Die Nebengewässer sind ausreichend groß dimensioniert ($>1-3 \text{ m}^3/\text{s}$ bei Mittelwasser), sodass relevante Biberaktivitäten vermieden werden.
- Es werden keine Brücken über die Nebengewässer errichtet, sondern lediglich Furten für eine eventuell später erforderliche Unterhaltung (z.B. kleinräumige Baggerungen, um Verlandungen nach Hochwasser auszuräumen).
- Im Abschnitt 2 werden die Nebengewässer möglichst frühzeitig hergestellt und können so auch als „Umgehungsgerinne“ für die Überwindung der Abstürze dienen. In den anderen Abschnitten ist dies nicht möglich, da der Rückbau der Deiche und damit auch die Errichtung der Nebengewässer erst nach dem Rückbau der Abstürze möglich ist.
- In Anlage A7 Gewässerökologische Planung, Kapitel 5.3, 5.4 und 5.6 werden ergänzende Maßnahmen zur gewässerökologischen Strukturierung und Aufwertung dargestellt.

5.4.6.3 Planung Nebengewässer

Die Nebengewässer werden als Initialgerinne hergestellt. Auf Grund der Dotation und der zu erwartenden Fließgeschwindigkeiten wird von einer dynamischen Entwicklung der Sohle sowie der Ufer ausgegangen. Zudem werden Totholz- und Steinstrukturen in das Nebengewässer eingebracht. Die dadurch entstehenden Turbulenzen und

Strömungsumlenkungen fördern die Entstehung lokaler Kolke, Uferanbrüche und eigendynamischer Aufweitungen und erzeugen damit eine wertvolle Strukturvielfalt.

Ausleitungen

Um eine Verlegung der Einläufe der Nebengewässer durch wandernde oder auch stationäre Kiesbänke zu vermeiden, werden die Ausleitungsstellen im Prallufer positioniert. Zudem werden mehrere Ausleitungen vorgesehen.

Planungsdaten

Die Nebengewässer werden geometrisch wie folgt ausgelegt:

- Die Fließtiefe bei Mittelwasserabfluss MQ beträgt etwa 0,6 m.
- Die Böschungen Richtung Lech werden mit 1:5 angelegt.
- Die Böschungen zur Luftseite werden mit 1:3 angelegt.
- Im Zuge der Herstellung können die Böschungen aber variabel gestaltet werden.
- Die Sohlbreite wird auf 5 m festgelegt, mit den beiden Böschungen ergibt sich bei Mittelwasserabfluss MQ und Fließtiefe von 0,6 m eine Breite des Wasserspiegels von 9,8 m. Somit ist für die Anlage der Nebengewässer kein Waldausgleich erforderlich (siehe dazu die Ausführungen in Anlage B1 Landschaftspflegerischer Begleitplan, Kapitel 6 Erhaltung des Waldes nach Waldrecht).

Die Höhenverhältnisse, die Länge des Hauptstranges und das durchschnittliche Gefälle sind in Tabelle 21 zusammengefasst.

Tabelle 21: Geometrische Daten der Nebengewässer

Abschnitt	Länge [m]	Sohlhöhe Beginn [mNHN]	Sohlhöhe Ende [mNHN]	Δh [m]	I_s [‰]
1	1.280	505,56	503,22	2,34	1,8
2	1.500	502,77	500,34	2,43	1,6
3 oberstrom	260	501,08	500,55	0,53	2,0
3 mitte	240	500,55	496,94	3,61	15,0
3 unterstrom	440	496,94	496,06	0,88	2,0
4	1.040	496,20	494,00	2,20	2,1

Die angegebenen Sohlhöhen entsprechen der prognostizierten Sohle für den geplanten Endzustand. Da die Nebengewässer in den Abschnitten 1, 3 und 4 erst zu einem späteren Zeitpunkt umgesetzt werden (siehe Kapitel 5.4.5.7), sollte die Entwicklung der Lechsohle bis dahin berücksichtigt werden.

Die Hauptstränge der Nebengewässer haben eine Gesamtlänge von etwa 4.750 m. Die Nebenstränge weisen eine Länge von etwa 3.750 m auf, so dass die Gesamtlänge der Nebengewässer ca. 8.500 m beträgt.

Im Abschnitt 2 wurde ein weiterer Mündungsbereich für das Nebengewässer angelegt, da die unterstromige Mündung im Rückstaubereich der Rampe liegt und wegen der dadurch reduzierten Schubspannungen die Gefahr besteht, dass bei Geschiebeeintrag in das Nebengewässer der Mündungsbereich verlandet.

Die Dotation der Nebengewässer bei verschiedenen Abflüssen im Lech ist in Kapitel 5.4.5.4 zusammen mit den Abflüssen in den Sekundärauen angegeben.

Erforderliche Sicherungsmaßnahmen

Eine dynamische Entwicklung der Nebengewässer ist unbedingt gewünscht. Jedoch muss die Entwicklung kontrolliert ablaufen. Um unkontrollierte Entwicklungen oder gar ein Ausbrechen des Lechs im Bereich der Ausleitungen zu vermeiden, müssen entsprechende Sicherungsmaßnahmen erfolgen. Die Sicherungsmaßnahmen im Bereich der Ausleitungen sind in Kapitel 5.4.12.5 erläutert.

Falls sich die Nebengewässer durch Aufweitungen oder Laufverlagerungen z. B. Wegen oder fremden Grundstücken nähern, so sind die Ufer durch lokale Lauffixierungen zu sichern. Siehe dazu die Ausführungen in Kapitel 5.4.12.4.

Die potentiellen Flächen für eigendynamische Seitenerosionsprozesse der Nebengewässer müssen nicht analog zu den Uferbereichen am Lech (siehe Kapitel 5.4.3) vorbereitet werden. Bäume müssen nicht gefällt werden. Die Seitenerosion an den Nebengewässer wird moderat eingeschätzt, teilweise wird diese lediglich lokal erfolgen. Die Menge der Bäume, die infolge der Seitenerosion in die Nebengewässer fallen wird somit in einer untergeordneten Größenordnung liegen. Zudem wird ein großer Teil der Bäume den Lech gar nicht erreichen, sondern im Bereich der Nebengewässer bzw. der Sekundäraue liegen bleiben.

Im Abschnitt drei umgeht das Nebengewässer die Rampe 53,4. Der zusätzliche Höhenunterschied wird hier ebenfalls über eine 240 m lange gesicherte Gefällestrecke mit einer Neigung 1,5% abgebaut. Sohle und Ufer des Nebengewässers werden mit Wasserbausteinen gesichert. Siehe dazu auch die Ausführungen in Kapitel 5.4.5.5.

Entfernung von Verlandungen

Durch die gezielte Anlage von Kieslaichplätzen in den Nebengewässersystemen und das künftige Geschiebemanagement werden sich die Lebensraumbedingungen für

Kieslaicher deutlich verbessern. Dadurch werden die wesentlichsten strukturellen Defizite für die rheophile Fischfauna des Lechs behoben. Sollte es im Laufe der Sukzession zu Verlandungen in den Nebengewässern kommen, welche den Zielsetzungen des Vorhabens entgegenstehen, sind entsprechende Wiederherstellungsmaßnahmen (z. B. Entfernung der Verlandungen) vorgesehen.

5.4.6.4 Umsetzung - Zeitplan

Die Nebengewässer werden gemeinsam mit den entsprechenden Sekundärauen angelegt. Zum zeitlichen Ablauf sei auf 5.4.5.7 verwiesen.

5.4.7 Rückbau Abstürze

Im Gesamtkonzept ist vorgesehen, die Abstürze bei Fkm 55,4 – 54,4 – 52,4 und 51,4 zurückzubauen. Die Abstürze bei Fkm 53,4 und 50,4 werden in biologisch durchgängige Sohlrampen umgebaut (siehe Kapitel 5.4.2).

Neben den bautechnischen Herausforderungen ist insbesondere der Zeitpunkt entscheidend, ab wann der Rückbau erfolgen kann. Im Bezugszustand leisten die Abstürze einen wesentlichen Beitrag zur Stabilisierung der Flusssohle. Ein Rückbau ist erst möglich, wenn die Maßnahmen zur Entlastung der Lechsohle (Aufweitung, Sekundäraue) in Verbindung mit der morphologischen Entwicklung der Sohle soweit fortgeschritten sind, dass auf die Abstürze verzichtet werden kann.

5.4.7.1 Allgemein

Bezeichnung

Die Abstürze werden folgendermaßen bezeichnet:

- Absturz Fkm 55,4
- Absturz Fkm 54,4
- Absturz Fkm 53,4
- Absturz Fkm 52,4
- Absturz Fkm 51,4
- Absturz Fkm 50,4

Grundlagen

Für die Abstürze stehen Bestandspläne zur Verfügung.

Absturz Fkm 55,4:

- Bestandsplan 08.03.1988 (Lage und Schnitte)
- Rechter Flügel Bestandsplan 1975
- Linker Flügel 14.02.1973

Absturz Fkm 54,4:

- Bestandsplan 1934 (Lage und Schnitte)
- Bestandsplan 08.03.1989 (Lage und Schnitte)
- Rechter Flügel 1975

Absturz Fkm 53,4:

- Linker Flügel 1975
- Bestandsplan 1938 (Lage und Schnitte)

Absturz Fkm 52,4:

- Rechter Flügel und Mittelteil Bestandsplan 1973
- Mittelteil 17.05.1988
- Linker Flügel 01.03.1988

Absturz Fkm 51,4:

- Rechter Flügel 1975
- Spundwand rechtes Vorland 22.11.1965
- Bestandsplan 01.1967

Absturz Fkm 50,4:

- Bestandsplan 1984
- Bestandsplan Schnitte 1984
- Rammplan linker Flügel 01.06.1973
- Rammplan rechter Flügel 01.06.1973

5.4.7.2 Zeitpunkt des Rückbaus

Für die Festlegung des Zeitpunkts, ab wann die einzelnen Abstürze zurückgebaut werden können, sind die Entwicklung der Sohlschubspannungen sowie die Sohle des Lechs maßgebend.

Sohlschubspannungen

Die nachfolgenden Abbildungen zeigen, am Beispiel des Abschnitts 4, die Sohlschubspannungen bei den Abflüssen HQ_1 und HQ_{100} im Bezugs- sowie im prognostizierten Endzustand. In Tabelle 22 sind die Mittelwerte der Sohlschubspannungen im Bereich zwischen den Abstürzen Fkm 52,4 und 51,4 eingetragen. Daraus lassen sich folgende Erkenntnisse ableiten:

- Bei HQ_1 bewirkt insbesondere die Aufweitung des Lechs, dass trotz erhöhten Sohlgefälle im Endzustand die Schubspannungen in einer ähnlichen Größenordnung liegen wie im Bezugszustand.
- Bei HQ_{100} wirkt die Aufweitung des Lechs analog zum Abfluss HQ_1 . Zudem wird durch den deutlichen Abflussanteil über die Sekundärauen in Verbindung mit dem Nebengewässer die Sohlbelastung gegenüber dem Bezugszustand merklich reduziert.

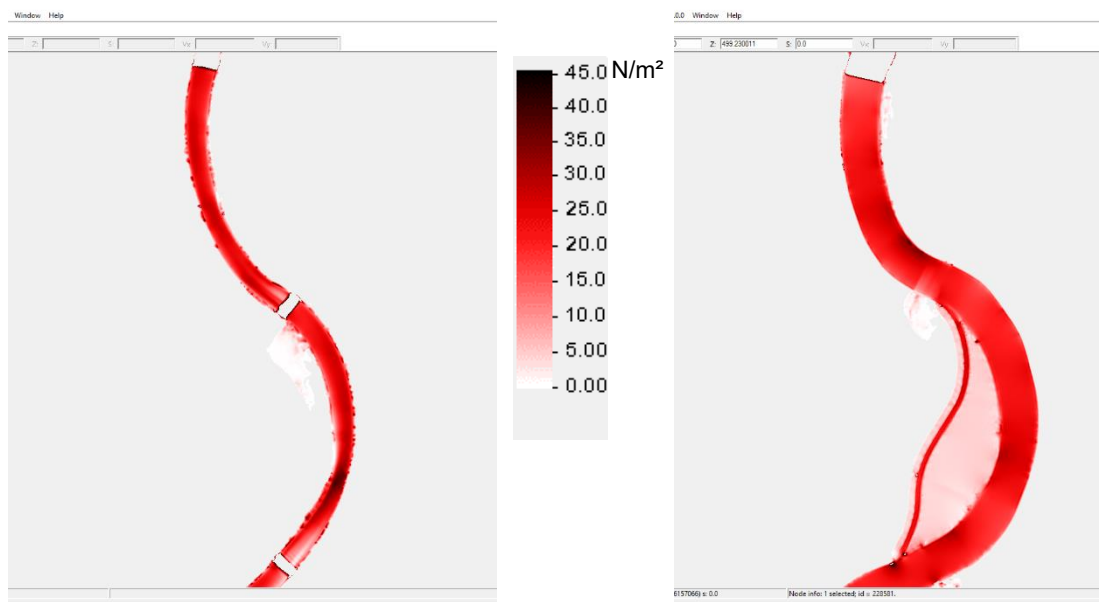


Abbildung 55: Sohlschubspannung bei HQ_1 , links Bezugszustand, rechts Endzustand

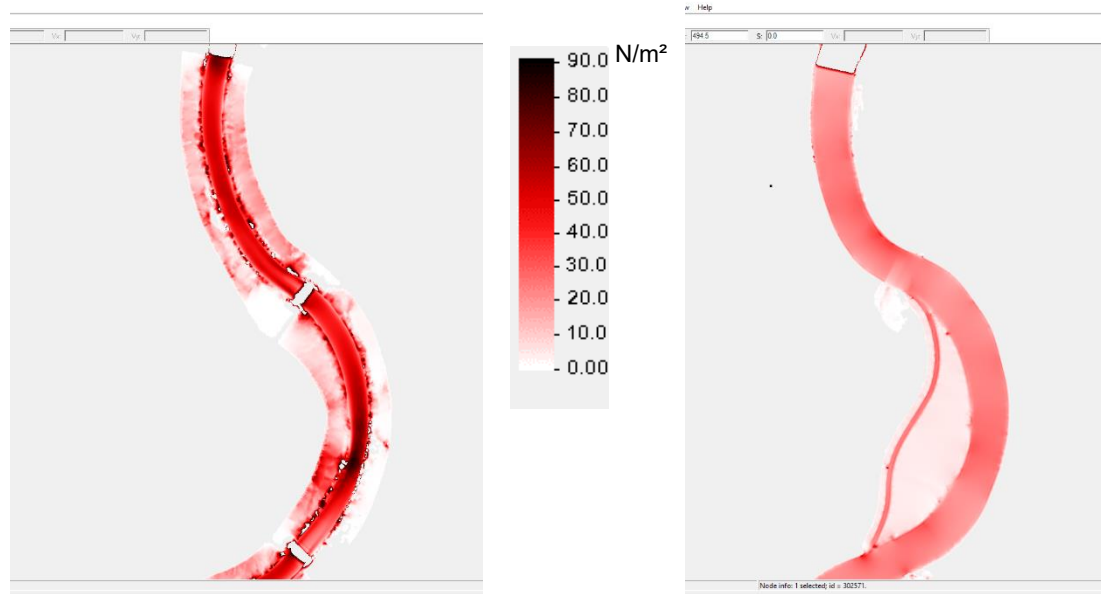


Abbildung 56: Sohl Schubspannung bei HQ₁₀₀, links Bezugzustand, rechts Endzustand

Tabelle 22: Mittelwert der Schubspannungen im Bereich zwischen den Abstürzen
Fkm 51,4 und 52,4

	HQ ₁	HQ ₁₀₀
Bezugzustand	23,7 N/m ²	50,1 N/m ²
Endzustand	22,0 N/m ²	36,0 N/m ²

Zudem wurde die Wirkung von Aufweitungen des Lechs bei zwei verschiedenen Sohlgefällen untersucht. Die Auswertungen erfolgen für ein HQ₁ und basieren auf einer eindimensionalen, stationär gleichförmigen Betrachtung (Formel nach Manning - Strickler). Die Ergebnisse in Tabelle 23 und Tabelle 24 zeigen die positive Wirkung der Aufweitung des Lechs und bestätigen die Ergebnisse der durchgeführten hydraulischen Berechnungen (siehe dazu die Erläuterungen in Kapitel 6.3.1).

Tabelle 23: Auswirkung einer Aufweitung auf die Schubspannungen bei HQ₁,
Gefälle I_E = 0,0010

b [m]	72	80	90	100	110	120	130
τ [N/m ²]	23,5	22,7	20,6	19,4	18,4	17,7	17,0
h [m]	2,4	2,26	2,10	1,98	1,88	1,80	1,73

Tabelle 24: Auswirkung einer Aufweitung auf die Schubspannungen bei HQ₁,
Gefälle I_E = 0,0018

b [m]	72	80	90	100	110	120	130
τ [N/m ²]	35,5	33,6	31,4	29,3	27,7	26,3	25,1
h [m]	2,0	1,9	1,78	1,66	1,57	1,49	1,42

Entwicklung Lechsohle

Der Längsschnitt in der nachfolgenden Abbildung 57 zeigt, dass ausgehend vom Bezugszustand bis zum entwickelten Endzustand eine deutliche Anhebung der mittleren Sohle des Lechs erfolgt. Eine Anhebung der Lechsohle hat folgende positive Auswirkungen hinsichtlich des Rückbaus der Abstürze:

- Mit einer deutlichen Anhebung der Sohle unterstrom der Abstürze geht ein Anstieg des Wasserspiegels einher. Die Abstürze werden von unterstrom her eingestaut und es findet kein Fließwechsel über dem Absturz mehr statt. Ein Rückbau ist dann problemlos möglich.
- Mit einer Anhebung der Lechsohle oberstrom der Abstürze wird der Kiespuffer erhöht. Falls nach dem Rückbau der Abstürze temporär erhöhte Schubspannungen in Verbindung mit einer temporären Eintiefung der Lechsohle erfolgen, kann dies mit dem vorhandenen Puffer toleriert werden.

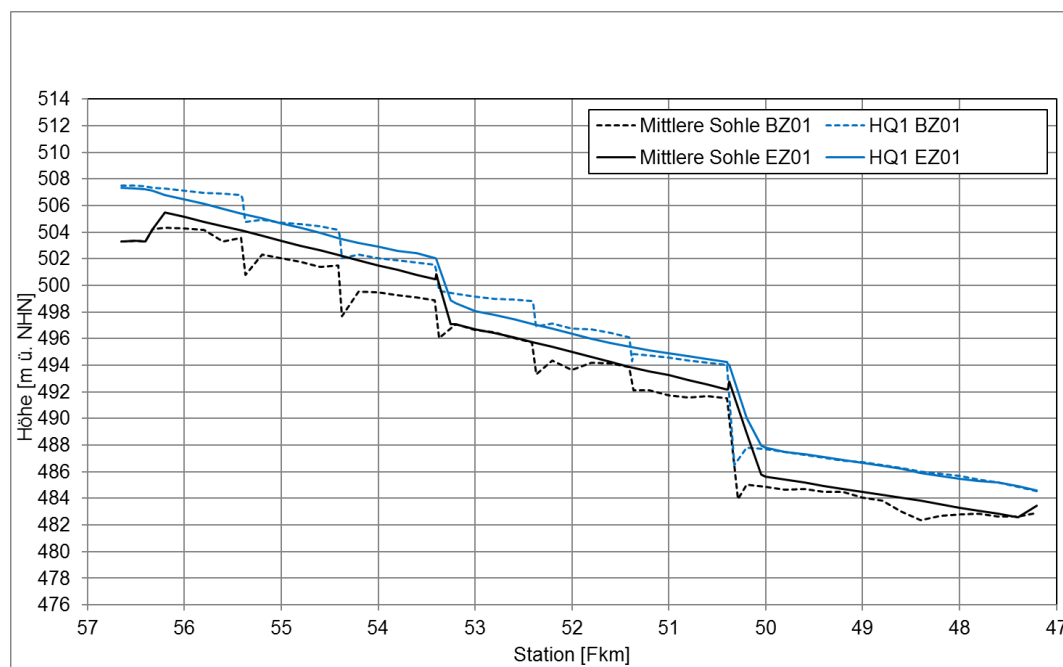


Abbildung 57: Längsschnitt mittlere Sohle und Wasserspiegel bei HQ₁, Bezugs- und Endzustand

Für die Anhebung der Lechsohle stehen folgende Kies- bzw. Geschiebequellen zur Verfügung:

- Von oberstrom ankommendes Geschiebe
- Kies aus der eigendynamischen Seitenerosion
- Kies aus maschinellen Aufweitungen, z. B. initiale Aufweitung, Herstellung Sekundärauen und Nebengewässer, maschinelle Aufweitungen im Bereich der Rampen.
- Beispielhaft werden für die Anhebung der Lechsohle unterstrom des Absturzes Fkm 54,4 bis zur Rampe Fkm 53,4 ca. 150.000 m³ Kies benötigt.

Schlussfolgerungen, Umsetzung – Zeitplan und Reihenfolge

Der Rückbau der Abstürze erfolgt erst, wenn die vorhandenen Sohlschubspannungen dies zulassen und die Sohle des Lechs ausreichend angehoben wurde. Aus den vorangegangenen Überlegungen müssen folgende Randbedingungen gegeben sein, damit die Abstürze zurückgebaut werden können.

- Die Aufweitung muss ein ausreichendes Maß erreicht haben, damit die Belastung der Sohle entsprechend reduziert wird.
- Die Sekundärauen in den Abschnitten 1, 3 und 4 werden bis zum bestehenden Hochwasserschutzdeich hergestellt. Dies dient ebenso der Entlastung der Flusssohle. Im Vorgriff auf Kapitel 5.4.8 sei darauf hingewiesen, dass die Rückverlegung der Deiche in diesen Abschnitten erst nach dem Rückbau der Abstürze erfolgen kann. Somit können hier die Sekundärauen noch nicht vollständig hergestellt werden. Ebenso können die entsprechenden Nebengewässer noch nicht hergestellt werden.
- Die Sekundäraue und die Nebengewässer in Abschnitt 2 sind hergestellt.
- Die Sohle des Lechs wird durch Zugabe von Kies angehoben. Der Kies fällt bei der Herstellung der Sekundärauen, des Nebengewässers im Abschnitt 2, den maschinellen Aufweitungen und beim Bau der beiden Sohlrampen an.

Hinsichtlich der Reihenfolge sollte aufgrund der günstigen Randbedingungen mit dem Rückbau des Absturzes Fkm 54,4 begonnen werden. Dafür sprechen folgende Gründe:

- Im Abschnitt 2 werden die gesamte Sekundäraue sowie die Nebengewässer bereits mit dem Umsetzungspaket 1 hergestellt. In Verbindung mit der eigendynamischen Aufweitung des Lechs dürfte hier die Reduzierung der Sohlbelastung (Sohlschubspannungen) am frühesten erfolgen.

- Bei den Maßnahmen im Abschnitt 2 und beim Bau der Sohlrampe Fkm 53,4 fällt eine große Menge Kies an. Diese wird u. a. zur Anhebung der Flusssohle im Bereich unter- und oberstrom des Absturzes Fkm 54,4 eingesetzt. Die Anhebung der Flusssohle unterstrom kann bis zu einem Niveau erfolgen, so dass der Energieabbau im Bereich des Absturzes sehr deutlich reduziert wird. Allerdings kann das Einbringen von Kies nur nach eingesetzter eigendynamischer Aufweitung des Lechs oder der Vergrößerung des Abflussquerschnitts durch die Sekundärauen erfolgen. Die Hochwassersituation darf gegenüber dem Bezugszustand nicht verschlechtert werden. Dazu ist im Rahmen des Monitorings die Entwicklung der Seitenerosion in Verbindung mit der Veränderung der Lechsohle aufzunehmen. Darauf aufbauend sind hydraulische Berechnungen durchzuführen, um das Einbringen des Kieses im Hinblick auf die Hochwassersicherheit zu überprüfen. Diese Berechnungen können nicht bereits jetzt im Vorgriff durchgeführt werden. Vielmehr können diese erst nach Kenntnis der morphologischen Entwicklung des Lechs erfolgen. Die Ergebnisse der Berechnungen werden der Kreisverwaltungsbehörde gemeinsam mit dem vorgesehenen Umgriff der Kieszugabe vor Durchführung der Maßnahmen vorgelegt.
- Der Rückbau des Absturzes Fkm 54,4 erfolgt im Schutz der Sohlrampe Fkm 53,4. Diese stabilisiert den Wasserspiegel von unterstrom.

Der Absturz Fkm 51,4 bietet sich als 2. Absturz zum Rückbau an. Insbesondere kann die Sohle unterstrom des Absturzes deutlich angehoben werden, wodurch das Risiko einer Sohleintiefung nach oberstrom infolge des Rückbaus deutlich reduziert wird.

Zwischen den beiden Abstürzen Fkm 55,4 und 52,4 gibt es keine Priorisierung.

Grundsätzlich basiert die Entscheidung hinsichtlich der Reihenfolge auf dem durchzuführenden Monitoring (siehe auch Kapitel 5.4.16). Insbesondere ist hier relevant, inwieweit sich die Aufweitung des Lechs entwickelt hat und wie sehr die Anhebung der Flusssohle fortgeschritten ist. Gegebenenfalls sind darauf basierende hydraulische Berechnungen mit einer Auswertung der Sohlschubspannungen erforderlich.

Die zulässigen Schubspannungen nach dem Rückbau der Abstürze sollten sich an den vorhandenen Schubspannungen im Bezugszustand orientieren. Beispielhaft sind in der nachfolgenden Abbildung die Schubspannungen im Bereich des Absturzes bei Fkm 54,4 für HQ_1 , HQ_{10} und HQ_{100} dargestellt. Unmittelbar oberstrom des Absturzes liegen die Schubspannungen in einer Spanne von 25 N/m^2 bei HQ_1 bis 60 N/m^2 bei HQ_{100} (siehe Tabelle 25). Temporär sind allerdings unmittelbar nach dem Rückbau der Abstürze auch höhere Schubspannungen zulässig. Diese führen zwar zu einer

vorübergehenden Eintiefung der Lechsohle, unterstützen aber die eigendynamische Seitenerosion und in der Folge die Stabilisierung der Flusssohle.

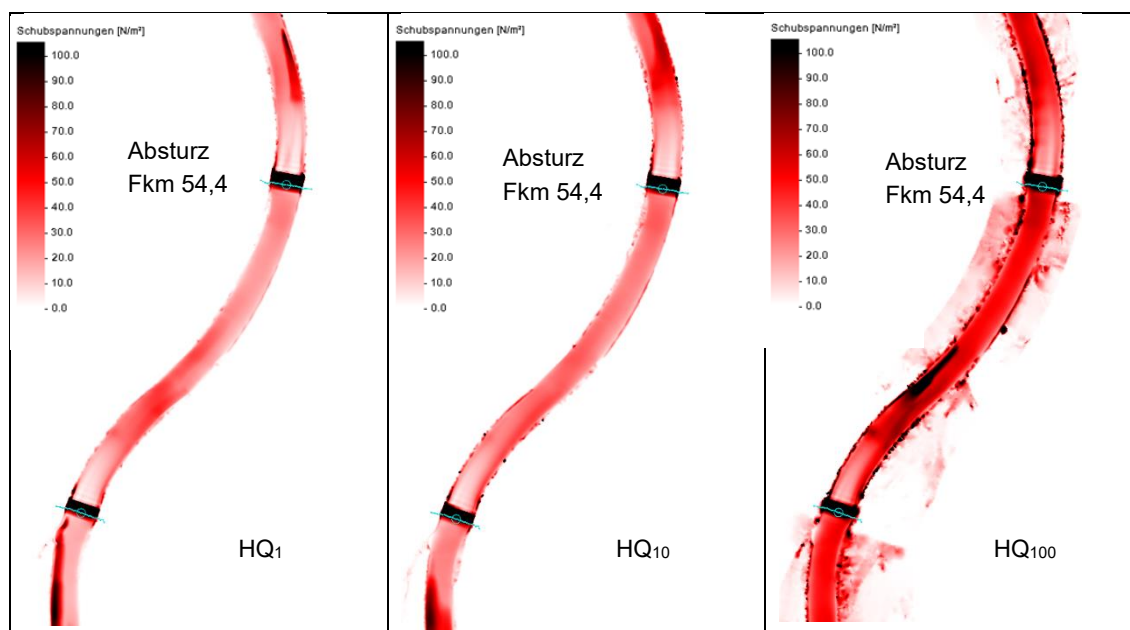


Abbildung 58: Schubspannung im Bezugzustand im Bereich des Absturzes bei Fkm 54,4 bei verschiedenen Hochwasserabflüssen

Tabelle 25: Schubspannung im Bezugzustand unmittelbar oberstrom des Absturzes bei Fkm 54,4

	HQ ₁	HQ ₁₀	HQ ₁₀₀
τ	25 N/m ²	31 N/m ²	60 N/m ²

Aspekte zur Bautechnik

Die Planung des Rückbaus hinsichtlich der Bautechnik erfolgt im Rahmen der Ausführungsplanung. Nachfolgend sind vorab einige Aspekte aufgeführt:

- Ein teilweiser Rückbau der Abstürze bezogen auf die Höhe des Absturzes ist nicht möglich.
- Im Endzustand sollen sich auch im Bereich der zurückgebauten Abstürze natürliche Sohlformen ausbilden können. Dazu ist es erforderlich, die Abstürze bis ca. 2,5 m unter die prognostizierte mittlere Sohle des Endzustandes zurückzubauen. Die entsprechenden Höhen sind in Tabelle 26 zusammengefasst. Tieferliegende Bauteile, insbesondere als Kolksschutz eingebrachte Wasserbausteine können in der Sohle verbleiben, falls ein Ausbau zu aufwendig ist.

- Ein teilweiser Rückbau der Abstürze bezogen auf die Breite ist nicht sinnvoll. Die hydraulische Belastung in dem rückgebauten Teilabschnitt wäre sehr hoch und würde mit einer starken und in jedem Fall nicht zulässigen Eintiefung der Lechsohle einhergehen.
- Vermutlich ist ein Rückbau nur in einer trockenen Baugrube möglich. Dazu ist die Maßnahme in zwei Abschnitte zu unterteilen. In der trockenen Baugrube ist eine Wasserhaltung erforderlich. Die Baumaßnahme ist zwingend in der Niedrigwasserperiode von Oktober bis April durchzuführen.

Tabelle 26: Zielhöhen Rückbau Abstürze

Absturz	OK Absturz [mNHN]	Mittlere Sohle Endzustand [mNHN]	Zielhöhe Rückbau [mNHN]	Höhe Rückbau bezogen auf OK Absturz [m]
55,4	504,95	504,10	501,60	3,35
54,4	502,59	502,27	499,77	2,82
53,4	499,96	Umbau zu Rampe	-	-
52,4	496,96	495,73	493,23	3,73
51,4	494,58	493,87	491,37	3,21
50,4	493,24	Umbau zu Rampe	-	-

5.4.8 Rückverlegung Deiche

Ein wesentlicher Baustein der Maßnahmen sind Deichrückverlegungen¹⁶ in mehreren Abschnitten. Diese ermöglichen die Schaffung von Sekundärauen und die Anlage von großzügigen Nebengewässern im Sinne des Leitbilds eines furkierenden Flusssystems. Vor der konkreten Planung der Rückverlegung der Hochwasserschutzelemente in den einzelnen Abschnitten, wurden vorab folgende übergeordnete Aspekte untersucht:

- Welcher Schutzgrad ist anzusetzen?
- Alternativenprüfung: Hochwasserschutzdeich oder Hochwasserschutzwand?
- Welcher Freibord ist erforderlich?
- Zeitpunkt der Umsetzung?

Die Prüfung der alternativen Lösungen zum Hochwasserschutz erfolgt insbesondere im Sinne einer Minimierung der Eingriffe.

Anschließend werden die geplanten Maßnahmen in den einzelnen Abschnitten erläutert.

5.4.8.1 Vorüberlegungen und Alternativenprüfung

Anzusetzender Schutzgrad

Eine wesentliche Randbedingung für die Umsetzung der Maßnahmen ist es, den vorhandenen Hochwasserschutz nicht zu verschlechtern. Der Lech wird im Projektgebiet beidseitig von parallel zum Flusslauf verlaufenden Deichen begleitet. In einem ersten Schritt wurde der vorhandene Schutzgrad sowie der Freibord im Bezugszustand analysiert.

Um Missverständnisse zu vermeiden, wird nachfolgend der Begriff *Schutzgrad* definiert: In der DIN 19712 wird der Begriff *Schutzziel* verwendet. Damit ist das Hochwasserereignis gemeint, dass der Dimensionierung des Bauwerks zugrunde gelegt wird. Der Freibord wird gesondert betrachtet und ist nicht Bestandteil des Schutzziels. Da bei der Analyse der bereits bestehenden Hochwasserschutzdeiche im Bezugszustand nicht von einem „Ziel“ gesprochen werden kann, wird in den vorliegenden Unterlagen der Begriff *Schutzgrad* verwendet. Der Schutzgrad gibt an, bis zu welchem Hochwasserereignis die vorhandenen Deiche das Hinterland schützen.

¹⁶ Streng genommen handelt es sich nicht um eine *Deichrückverlegung*, da das rückverlegte Hochwasserschutzelement kein Deich ist. Trotzdem wird dieser Begriff auch nachfolgend verwendet und ist gleichbedeutend mit der *Rückverlegung von Hochwasserschutzelementen*.

Im Erläuterungsbericht zur Errichtung der Hochwasserschutzdämme vom 10.12.1968 [26, Unterlagen zum Planfeststellungsverfahren] wird der Bemessungsabfluss mit $1.250 \text{ m}^3/\text{s}$ genannt, siehe Abbildung 59.

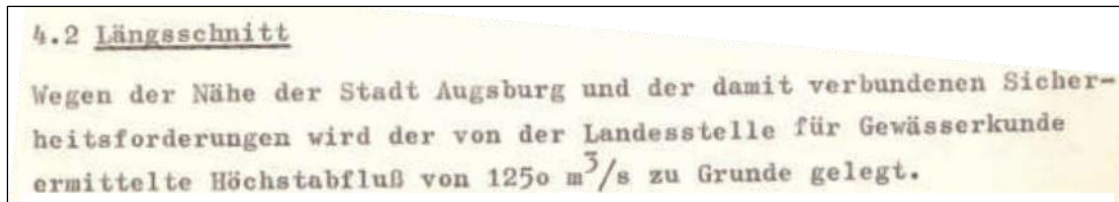


Abbildung 59: Auszug aus dem Erläuterungsbericht zur Errichtung der „Hochwasserschutzdämme“ [26], Bemessungsabfluss

Der Freibord wird in [26] als „Sicherheitsmaß“ mit 60 cm angegeben, siehe Abbildung 60.

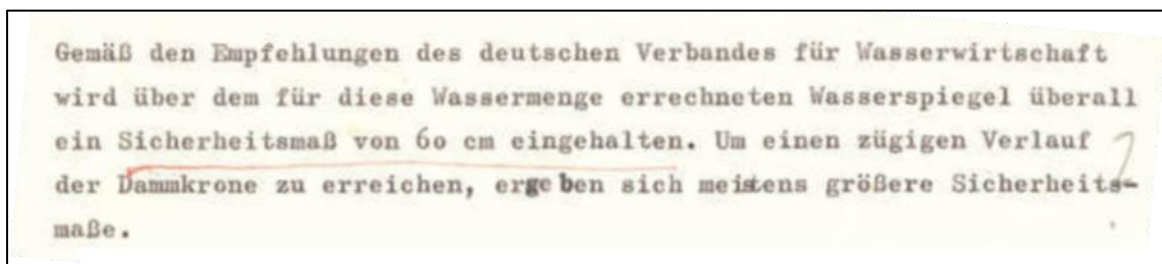


Abbildung 60: Auszug aus dem Erläuterungsbericht zur Errichtung der „Hochwasserschutzdämme“ [26], Freibord

Auf Basis dieser Unterlagen wird der erforderliche Schutzgrad für die rückverlegten Deichabschnitte analog zu den bestehenden Hochwasserschutzdeichen festgelegt: Bemessungsabfluss $HQ_B = 1.250 \text{ m}^3/\text{s}$.

Der Freibord wird im Falle von Hochwasserschutzdeichen mit 0,6 m festgelegt.

Diese Festlegungen gehen auch einher mit den derzeit üblichen Ansätzen zur Dimensionierung von Hochwasserschutzanlagen:

- Der Bemessungsabfluss entspricht mit HQ_{100} ($1.050 \text{ m}^3/\text{s}$) zzgl. 19 % in der Größenordnung des erforderlichen Klimazuschlags¹⁷ von 15 % für die Planung neuer Hochwasserschutzmaßnahmen.

¹⁷ Eine Berücksichtigung zukünftiger Klimaveränderungen kann bis auf weiteres im Sinne des Vorsorgegedankens nur durch einen pauschalen Zuschlag auf die statistisch ermittelten Grundlagen für die Festlegung der Bemessungsabflüsse erfolgen. Die Höhe des

- Der angesetzte (Mindest-) Freibord mit 0,6 m entspricht den Vorgaben der DIN 19712 (Mindestfreibord = 0,5 m) für Hochwasserschutzdeiche und damit den allgemein anerkannten Regeln der Technik.

Falls das anstehende Gelände ausreichend hoch ist (bezogen auf den Wasserspiegel beim Bemessungshochwasser $HQ_B = 1.250 \text{ m}^3/\text{s}$), ist keine Hochwasserschutzmaßnahme erforderlich. Somit ist hier auch kein Freibord zu berücksichtigen.

Alternativenprüfung Hochwasserschutzdeich versus Hochwasserschutzwand

Folgende Alternativen werden geprüft:

- Hochwasserschutzdeich;
- Beidseits angeschüttete Spundwand; im Sinne der DIN 19712 ist diese als Hochwasserschutzwand einzustufen.

Als Ergebnis der Alternativenprüfung werden angeschüttete Spundwände mit einem anzusetzenden Freibord von 30 cm gewählt. Die wichtigsten Kriterien für die Entscheidung werden nachfolgend angeführt:

- Der Flächenbedarf und damit der Eingriff sind wesentlich geringer. Damit wird insbesondere auch dem Minimierungsgebot im Sinne einer Natura 2000-Verträglichkeitsprüfung Genüge getan.
- Hochwasserschutzdeiche haben auf Basis der Anforderungen gemäß DIN 19712 einen sehr großen Flächenbedarf, siehe Abbildung 61.

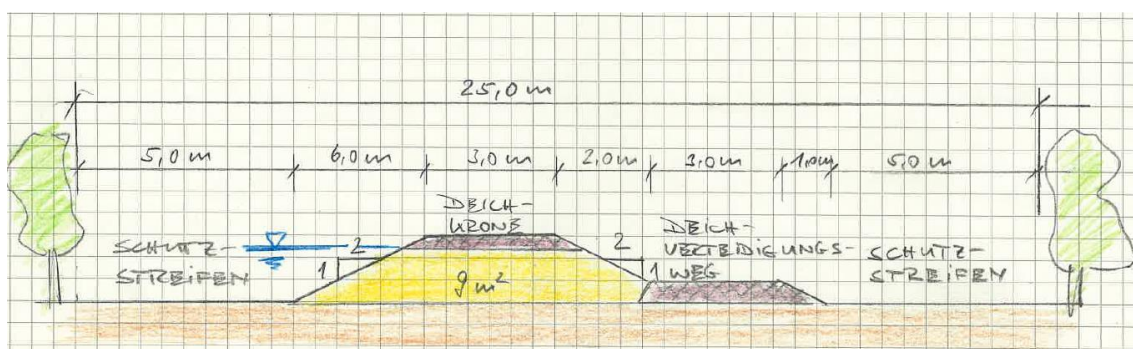


Abbildung 61: Regelquerschnitt Hochwasserschutzdeich, Deichhöhe = 1,5 m

Klimaänderungsfaktors beträgt vorerst in Anlehnung an bisherige Erkenntnisse aus dem Forschungsprogramm KLIWA und gemäß Rundschreiben des bayerischen Staatsministeriums für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz vom 29.11.2004 bei einem 100-jährlichen Hochwasserereignis 15%.

- Die Aufstandsfläche der angeschütteten Spundwand ist weit geringer: Schutzstreifen sind nicht erforderlich, Verteidigungs- und Unterhaltswege sind entbehrlich, die Krone kann mit etwa 0,5 m relativ schmal gehalten werden, zudem können Sträucher auf den Böschungen zugelassen werden. Grundlage dafür ist, dass die angeschüttete Spundwand überströmbar ist und damit keine Verteidigung im Hochwasserfall notwendig ist.
- Ein weiterer wesentlicher Aspekt ist, dass der Freibord gegenüber einem Deich deutlich reduziert werden kann. Dies ist darin begründet, dass überströmungsfest ausgebildete Hochwasserschutzwände im Falle einer Überströmung nicht versagen. Hingegen ist beim Überströmen eines Deiches von einem Versagen des Deiches auszugehen. Der empfohlene Mindestfreibord nach DIN 19712 beträgt 20 cm. In Anlehnung an den Freibord der vorhandenen Deiche von 60 cm und damit einer Überschreitung des Mindestfreibords von 50 cm um 10 cm, wird der Freibord für die angeschütteten Spundwände analog mit 30 cm festgelegt.
- Im Sinne einer Resilienz Betrachtung hat eine Hochwasserschutzwand gegenüber einem Deich den wesentlichen Vorteil, dass diese auch bei deutlicher Überströmung bei einem extremen Hochwasserereignis voraussichtlich nicht versagen wird.
- In einer Voruntersuchung wurde ein grober Kostenvergleich zwischen einem Hochwasserschutzdeich sowie einer Spundwandlösung angestellt. Demnach liegen die reinen Baukosten für einen Hochwasserschutzdeich und eine angeschüttete Spundwand in einer ähnlichen Größenordnung. Unter Berücksichtigung der vermutlich anfallenden Kosten für naturschutzfachliche Kompensationsmaßnahmen sowie den erforderlichen Grunderwerb sind für die Spundwandlösung insgesamt niedrigere Kosten zu erwarten.

Für die Ausgestaltung der angeschütteten Spundwände in den einzelnen Abschnitten sei auf die nachfolgenden Kapitel verwiesen. Falls in Teilbereichen nur Hochwasserschutzmaßnahmen auf sehr kurzen Strecken erforderlich sind (z. B. in Geländemulden oder Rinnen), erfolgt dies durch Geländemodellierungen. Auch hier sei auf die Ausführungen zu den einzelnen Abschnitten verwiesen.

Naturschutzfachliche/Forstfachliche Optimierung

Wie bereits oben ausgeführt, können die Eingriffe in den Naturraum durch die gewählte Vorgehensweise bestmöglich reduziert werden. Es kann durch die zeitlich gestaffelte Umsetzung der Anlage der Sekundärauen und Nebengewässer der Bedarf der Errichtung rückversetzter Hochwasserschutzanlagen gegenüber den Weiterführenden Untersuchungen deutlich reduziert werden. Die Errichtung von Hochwasserschutzwänden (Spundwand) anstatt von Hochwasserschutzdeichen führt zu einer deutlich geringeren Flächenbeanspruchung. Damit können Eingriffe in Wälder

und hochwertige Lebensräume reduziert werden. Die geringere Höhe der Hochwasserschutzwände ist aus landschaftlicher Sicht positiv zu bewerten.

Bei der Festlegung der Lage der zu errichtenden Hochwasserschutzwände wurden forstliche und naturschutzrechtliche Aspekte im Sinne des Minimierungsgebots berücksichtigt. Die Anschüttung der Spundwände erfolgt mit Ausnahme des Wegeaufbaus mit vorhandenem Kies aus den Lechauen, die Böschungen werden nicht mit Humus angedeckt. Bezüglich der detaillierten Ausgestaltung wird auf den landschaftspflegerischen Begleitplan (Anlage B1, Maßnahme 3.3.11) verwiesen.

Zeitpunkt der Umsetzung und Bemessungswasserspiegel

Die Auswirkungen der Maßnahmen auf den Wasserspiegel wurden bereits im Kapitel 5.4.1.2 in Verbindung mit dem Wasserspiegellängsschnitt in Abbildung 23 dargestellt. In den Abschnitten 1, 3 und 4 sinkt der Wasserspiegel beim Bemessungsabfluss von 1.250 m³/s im Endzustand gegenüber dem Bezugszustand deutlich ab. Deshalb erfolgen in diesen Abschnitten die Deichrückverlegungen erst, wenn die Aufweitungen fortgeschritten sind, die entsprechenden Abstürze zurückgebaut sind und der Bemessungswasserspiegel entsprechend absinkt.

Als Bemessungswasserspiegel wird für die zu einem späteren Zeitpunkt umzusetzenden Deichrückverlegungen der berechnete Wasserspiegel bei HQ_B im Endzustand zuzüglich eines Puffers von 25 cm verwendet. Dieser Puffer deckt die vorhandenen Unsicherheiten in der Prognose der eigendynamischen Entwicklungen ab. Gegebenenfalls können bei dann niedrigeren Bemessungswasserspiegeln zum Zeitpunkt der Umsetzung die Maßnahmen kleiner ausfallen.

Im Abschnitt 2 sind die Unterschiede in den Wasserspiegeln zwischen Bezugs- und Endzustand gering. Deshalb erfolgt die Deichrückverlegung zusammen mit der Herstellung der Sekundäraue sowie dem Nebengewässer im Umsetzungspaket 1.

Ebenso erfolgt der Rückbau des rechtsseitigen Deichs im Abschnitt 6 bereits im Umsetzungspaket 1. Da das anstehende Gelände hier ausreichend hoch ist, sind nach der Deichrückverlegung keine Hochwasserschutzmaßnahmen erforderlich. Siehe dazu auch die Ausführungen im Kapitel 5.4.8.6.

Anmerkungen zum Freibord

Auch unter Berücksichtigung der im Endzustand vorhandenen größeren Wasserflächen entstehen gegenüber dem Bezugszustand keine Verschlechterungen bzgl. des Freibords. Die Begründung erfolgt durch die nachfolgenden Punkte. Hier ist

zu unterscheiden zwischen dem Freibord an den bestehenden unveränderten Deichen sowie dem Freibord an den zurückversetzten Hochwasserschutzanlagen.

- Abbildung 62 zeigt im Längsschnitt die Wasserspiegel beim Bemessungshochwasser im Bezugs- und Endzustand. Bis auf die Abschnitte 3 und 5 sind die Wasserspiegel im Endzustand deutlich tiefer als im Bezugszustand. Somit erhöht sich der Freibord in diesen Bereichen für die belassenen Deichabschnitte.
- Eine Vergrößerung des Windstaus infolge der größeren Wasserflächen und damit einer Erhöhung der Streichlänge im Sinne des DVWK-Merkblatts 246/1997 ist nicht gegeben, da die Flächen der Sekundärauen im Endzustand mit Auwald bewachsen sein werden. Eine windinduzierte Wellenbildung kann sich hier nicht einstellen.

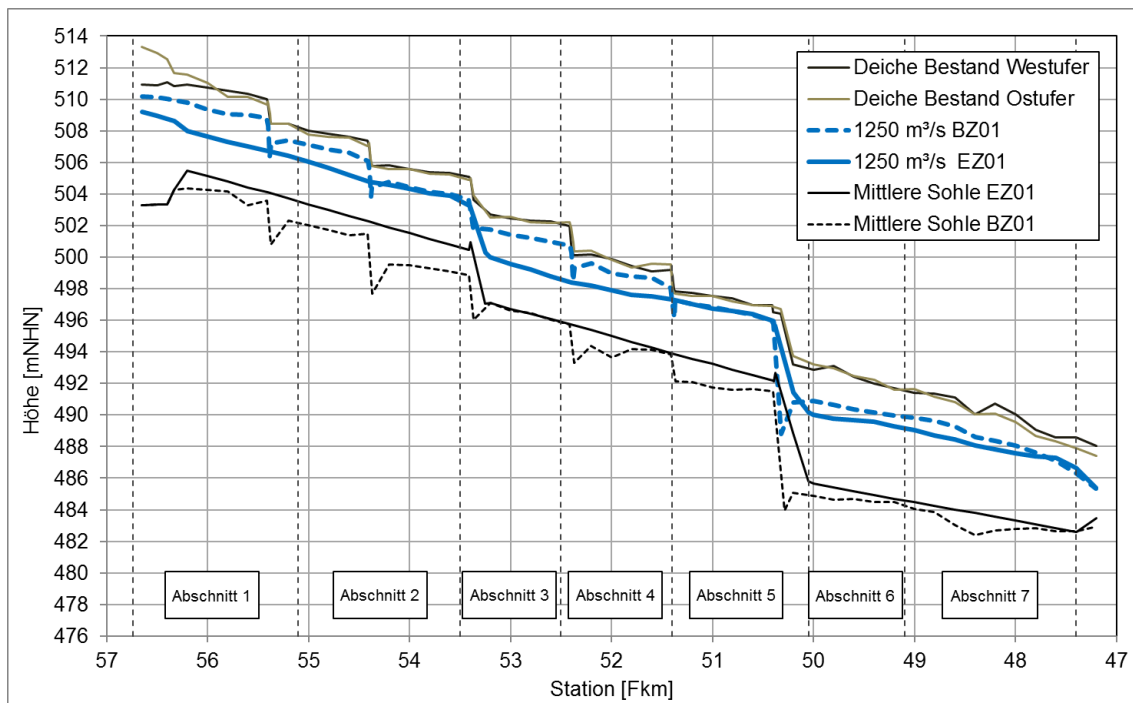


Abbildung 62: Längsschnitt mit Wasserspiegel beim Bemessungshochwasserabfluss
HQB = 1.250 m³/s im Bezugs- und Endzustand

Auswirkungen der Maßnahmen auf die vorhandenen Hochwasserschutzdeiche

Nach Umsetzung der Maßnahmen und der daraus folgenden eigendynamischen Entwicklung des Lechs werden sich die Wasserspiegel im Lech verändern. Beim Bemessungsabfluss der Deiche von 1.250 m³/s liegt der Wasserspiegel im geplanten Endzustand beinahe durchgehend niedriger als im Bezugszustand.

Im Längsschnitt der Abbildung 63 ist neben dem Wasserspiegel auch die Geländehöhe luftseitig der vorhandenen Deiche eingetragen. Daraus wird ersichtlich, dass über

größere Längen das vorhandene Gelände ausreichend hoch ist, die Deiche mit ihrer Funktion zum Hochwasserschutz nicht mehr erforderlich sein werden. Somit kann auf die sonst erforderlichen Unterhaltsmaßnahmen für die Deiche verzichtet werden. Zu gewährleisten ist allerdings, dass auch nach Auflassung der Deiche die erforderlichen Wege weiterhin aufrechterhalten werden müssen.

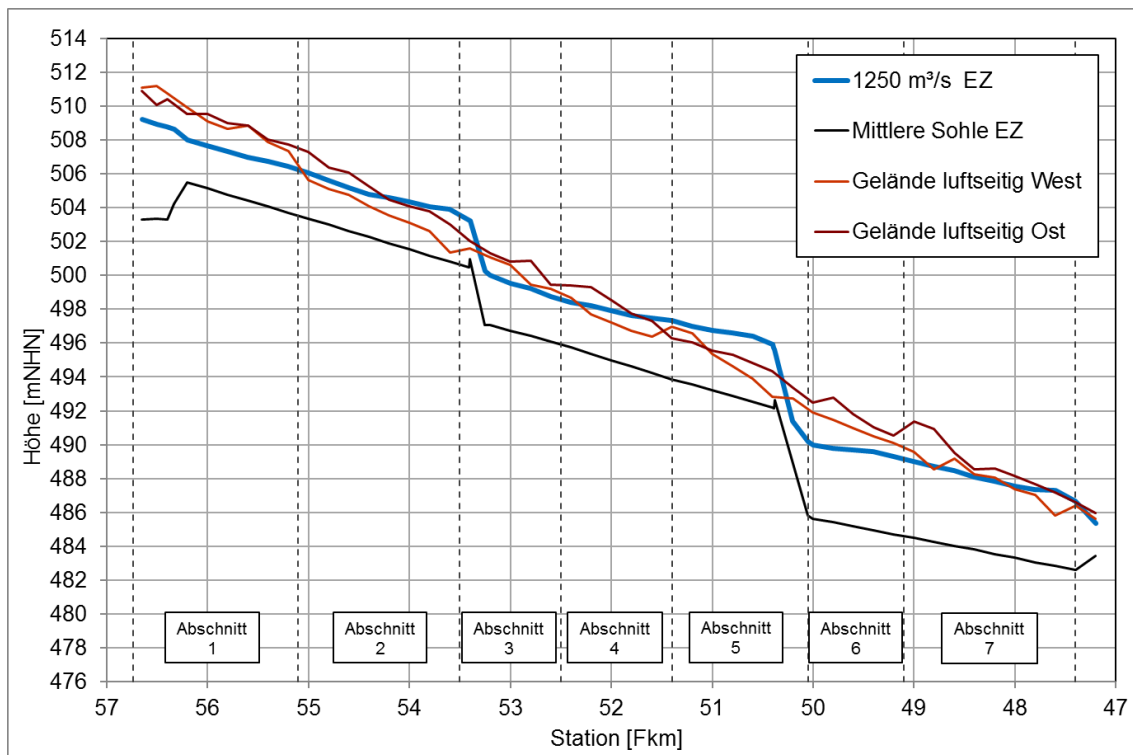


Abbildung 63: Längsschnitt Wasserspiel bei HQB = 1.250 m³/s im Endzustand (EZ) und Geländehöhen luftseitig der vorhandenen Deiche

Als Voraussetzung für die Auflassung der Deiche in den entsprechenden Teilstrecken und den Verzicht auf die Fortführung der Unterhaltsmaßnahmen ist ein hydraulischer Nachweis auf Basis der dann tatsächlich vorliegenden Randbedingungen – z. B. Aufweitung des Lechs, Sohllage etc. – erforderlich.

Ausgehend vom Endzustand wird die Auflassung der Deichabschnitte entsprechend Tabelle 27 beantragt.

Tabelle 27: Beantragte Auflassung von Deichabschnitten

Abschnitt	von	bis
1 West	Fkm 56,35 (Beginn Deich)	Fkm 55,00 (Sekundäraue Abschnitt 2)
1 Ost	Fkm 56, 45 (Beginn Deich)	Fkm 55,80 (Sekundäraue Abschnitt 1)
6 West	Fkm 50,4 (Beginn Rampe*, unterstrom des Querdeiches)	Fkm 48,80 (Altarm Gießer Überlauf)
6 Ost	Fkm 50,4 (Beginn Rampe*, unterstrom des Querdeiches)	Fkm 49,80 (Sekundäraue Abschnitt 6)

*: Da die Rampe seitlich nicht überströmt wird, sind für die rückwärtigen Bestandsdeiche die Wasserspiegel aus dem Unterwasser der Rampe anzusetzen.

Auf den Deichen sollen auch künftig die aus naturschutzfachlicher Sicht erforderliche Pflegemaßnahmen umgesetzt werden (vgl. Landschaftspflegerischer Begleitplan Anlage B1, Maßnahme 3.3.12) um die vorhandenen hochwertigen Trockenlebensräume zu erhalten und/oder deren Zustand zu verbessern.

Besonderheit im Abschnitt 5

Der vorhandene rechtsseitige Querdeich beim Absturz Fkm 51,4 ist nach oberstrom verschwenkt (siehe Abbildung 64). Im Bezugszustand ist der Wasserspiegel am rechtsseitigen Deich unmittelbar unterstrom des Anschlusses mit dem Querdeich durch den niedrigen Wasserspiegel unterstrom des Absturzes geprägt.



Abbildung 64: Absturz bei Fkm 51,4 mit dem verschwenkten rechtsseitigen Querdeich

Durch den Rückbau des Absturzes einschließlich des Querdeichs ändert sich diese Situation. Der Wasserspiegel am Deich unmittelbar unterstrom des Querdeichs steigt an. In Teilbereichen sinkt der Freibord unter 0,6 m. In Abbildung 65 ist der Freibord für den betreffenden Abschnitt des rechtsseitigen Deichs aufgetragen. Bei der Berechnung des Freibords wird unterschieden zwischen einer terrestrischen Vermessung der Deichkrone und der Erfassung der Deichkronenhöhe aus Laserscandaten. Der betreffende Deichabschnitt hat eine Länge von ca. 200m. Im ungünstigsten Fall sinkt der Freibord lokal auf etwa 0,4 m ab, ansonsten beträgt das Freiborddefizit nur wenige Zentimeter.

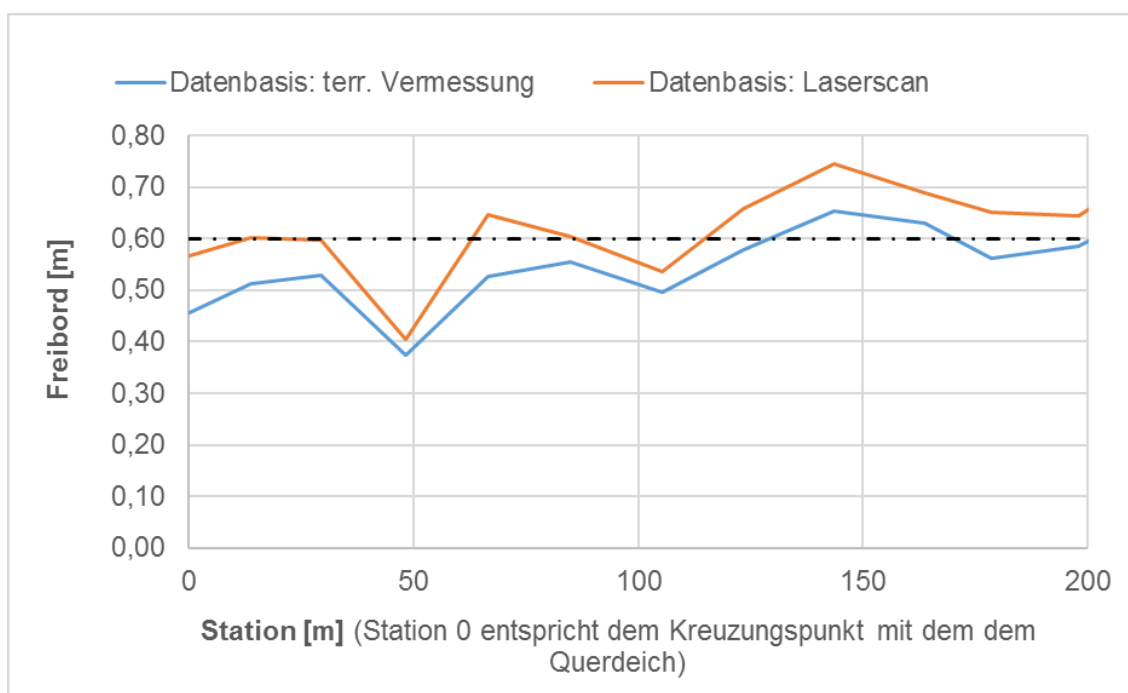


Abbildung 65: Freibord am rechtsseitigen Deich im Bereich des Absturzes Fkm 51,4 im Endzustand

Die Deichanpassung erfolgt auf Basis des Monitorings im Rahmen des Unterhalts und ist nicht Gegenstand der hier beantragten Maßnahmen. Voraussichtlich ist es ausreichend, die Deichkrone zu erhöhen ohne die vorhandenen Deichböschungen anzupassen.

5.4.8.2 Abschnitt 1

Die Deichrückverlegung im Abschnitt 1 findet erst statt, wenn sich der Lech in Richtung Endzustand entwickelt hat. Der Bemessungswasserspiegel aus der hydraulischen Berechnung des Endzustandes zuzüglich eines Puffers von 25 cm ergibt, dass punktuelle Geländemodellierungen an der Böschungsoberkante der Sekundäraue

ausreichen und keine sonstigen Hochwasserschutzanlagen notwendig sind (siehe Anlagen A3.2.1 und A3.5.4).

Der Bestandsdeich wird nur im Bereich der Sekundäraue zurückgebaut. Insbesondere der oberstrom verbleibende Abschnitt bleibt aus naturschutzfachlichen Gründen bestehen, hat jedoch keinerlei Hochwasserschutzfunktion mehr. Die am Deich vorhandenen FFH-Lebensräume (6210 naturnahe Kalkmagerrasen) sollen erhalten bleiben und auch künftig entsprechend gepflegt werden (siehe dazu die Ausführungen im landschaftspflegerischen Begleitplan, Anlage B1, Maßnahme 3.3.12).

5.4.8.3 Abschnitt 2

Die Deichrückverlegung im Abschnitt 2 auf der linken Seite kann in drei Teilbereiche unterteilt werden. Der Bestandsdeich wird im Bereich der Sekundäraue zurückgebaut. Solange der Absturz 54,4 noch nicht zurückgebaut ist, bleibt der Querdeich und ein Teil des Längsdeiches noch bestehen. Diese erfüllen aber keine Hochwasserschutzfunktion mehr, sondern dienen der Vermeidung eines Ausbrechens des Lechs in die Sekundäraue (siehe Anlagen A3.2.2 und A3.5.1).

Im oberstromigen Teilbereich mit einer Länge von ca. 660 m Länge sind lediglich zwei lokale Geländemodellierungen und keine sonstigen Hochwasserschutzanlagen notwendig.

Im anschließenden Teilbereich von ca. 830 m Länge wird eine Spundwand in den bestehenden Weg eingebaut und der Weg höhergelegt. Die Spundwand liegt dabei an der wasserseitigen Böschungsoberkante des Weges. Die Wegbreite beträgt inkl. der Bankette 3,5 m. Die Böschungsneigung beträgt 1:2. Die Bauwerkshöhe liegt zwischen 0,3 m am oberstromigen Ende und 2,1 m am Übergang zum Teilbereich drei. Im Verlauf des Weges werden das bestehende Wegenetz und die Rückegassen über Rampen angebunden.

Auf Höhe von Fkm 53,9 liegt die Hochwasserschutzanlage in einem naturschutzfachlich hochwertigen Bereich (FFH-LRT 6210). Hier ist auf eine möglichst platzsparende Ausführung zu achten und die Spundwand ggf. wasserseitig nicht einzuschütten – die Festlegung erfolgt im Zuge der Ausführung vor Ort in Abstimmung mit der ökologischen Bauaufsicht.

Der letzte Teilbereich stellt die Verbindung zum bestehenden Querdeich auf einer Länge von etwa 150 m her. In diesem Abschnitt wird die Spundwand möglichst platzsparend eingeschüttet. Die Bauwerkskrone wird mit einer Breite von 0,5 m und die Böschungen mit einer Neigung von 1:1,5 ausgebildet. Die mittlere Höhe liegt in diesem

Abschnitt bei etwa 3 m. Auf Grund der kurzen Strecke kann auf die Möglichkeit zur Verteidigung im Hochwasserfall verzichtet werden.

5.4.8.4 Abschnitt 3

Der Bestandsdeich wird im Abschnitt 3 auf der rechten Seite des Lechs im Bereich der Sekundäraue zurückgebaut. Der Querdeich am oberstromigen Ende der Rampe 53,4 bleibt erhalten (siehe Anlagen A3.2.3 und A3.5.2).

Eine neue Hochwasserschutzanlage wird im oberstromigen, vom Oberwasserstand der Rampe beeinflussten Bereich der Sekundäraue benötigt. Da entlang der Sekundäraue ein neuer Weg angelegt wird, wird die Spundwand analog zum Abschnitt 2 in den Wegeaufbau integriert. Die Hochwasserschutzanlage beginnt am Bestandsdeich, die Höhe beträgt knapp über 2,0 m. Nach ca. 270 m läuft die Spundwand zum Gelände hinaus. Im anschließenden Teilbereich ist nur noch eine lokale Geländemodellierung notwendig. Damit ist für den Auslauf des Weitmannsees auch im Hochwasserfall die freie Vorflut in den Lech gegeben.

5.4.8.5 Abschnitt 4

Im Abschnitt 4 auf der linken Seite wird der Bestandsdeich in der Sekundäraue zurückgebaut. Analog zum Abschnitt 1 und 3 geschieht dies erst, wenn sich der Lech Richtung Endzustand entwickelt hat. Im oberstromigen Teilbereich sind lediglich lokale Geländemodellierungen notwendig (siehe Anlagen A3.2.4 und A3.5.3).

Im unterstromigen Teilbereich ist eine Hochwasserschutzanlage notwendig. Die eingeschüttete Spundwand verläuft zunächst auf einer Länge von 150 m an der Böschungsoberkante eines Altarms. Die Bauwerkshöhe beträgt etwa 0,4 m. Der Querschnitt wird möglichst platzsparend mit einer Bauwerkskronenbreite von 0,5 m und Böschungsneigungen von 1:1,5 ausgeführt.

Der anschließende Abschnitt verläuft an der Böschungsoberkante der Sekundäraue und schließt an den Bestandsdeich an. Dort wird die Spundwand analog zum Abschnitt 2 in den Wegeaufbau integriert, da im Abschnitt 4 ein neuer Weg über die komplette Länge der Sekundäraue angelegt wird. Die Bauwerkshöhe beträgt zwischen 0,4 m und 1,2 m.

5.4.8.6 Abschnitt 6

Der Rückbau des Bestandsdeiches erfolgt auch im Abschnitt 6 auf der rechten Seite im Bereich der Sekundäraue. Lediglich am unterstromigen Ende ist eine lokale

Geländemodellierung notwendig (siehe Anlagen A3.2.6 und A3.5.5).
Hochwasserschutzanlagen werden nicht benötigt.

5.4.9 Geschiebezugabe

Die regelmäßige Zugabe von Geschiebe ist ein wesentlicher Bestandteil der Planung. Da durch den Staustufenausbau des Lechs das gesamte Geschiebe zurückgehalten wird, gelangt kein natürliches Geschiebe in das Projektgebiet. Nur durch die Zugabe von Geschiebe ist eine aus gewässerökologischer Sicht unbedingt erwünschte dynamische sohlmorphologische Entwicklung möglich. Zudem ist die Zugabe von Kies ein Baustein zum Erreichen eines dynamischen Sohlgleichgewichts.

5.4.9.1 Ergebnisse der weiterführenden Untersuchungen

Im Rahmen der Weiterführenden Untersuchungen wurde die Größenordnung der durchschnittlichen jährlichen Geschiebezugabe mit Hilfe des erstellten Geschiebetransportmodells untersucht. Dabei wurde zunächst festgestellt, dass das durchschnittliche Geschiebedefizit im Istzustand etwa 29.000 m³ beträgt. Als ein Baustein zum Erreichen eines dynamischen Sohlgleichgewichts, einer dabei angenommenen Aufweitung des Lechs auf 130 m sowie einem Ausgleichsgefälle von 1,8 ‰, ist eine jährliche Geschiebezugabe von im Mittel etwa 4.000 m³ erforderlich.

Für die weiteren Überlegungen wird von einer durchschnittlichen jährlichen Geschiebezugabe in Höhe von 3.000 bis 5.000 m³ ausgegangen. Die tatsächliche Geschiebezugabe ist als Ergebnis des erforderlichen Monitorings festzulegen, siehe dazu Kapitel 5.4.16.

5.4.9.2 Geschiebezugabe im Umsetzungszeitraum

Während der Umsetzung der Maßnahmen wird insbesondere aus der eigendynamischen Seitenerosion eine große Menge an Kies freigegeben. In dieser Phase ist keine zusätzliche Geschiebezugabe notwendig.

Lediglich im Bereich der Sohlsicherung Fkm 56,20 bis 56,65 wird Geschiebe zugegeben, um eine Abdeckung der Wasserbausteine mit Kies zu gewährleisten. Der Kies hierfür kann aus den jeweils laufenden Baustellen gewonnen werden. Siehe dazu die Ausführungen in Kapitel 5.4.4.

5.4.9.3 Geschiebezugabe im Endzustand

Die Geschiebezugabe ist erforderlich, sobald durch eigendynamische Prozesse nicht mehr ausreichend Geschiebe in den Lech eingetragen wird.

Die durchschnittliche jährliche Geschiebezugabe beträgt wie oben bereits erläutert, etwa 3.000 bis 5.000 m³. Diese Menge ist als grober Richtwert zu verstehen. Mit Hilfe des durchzuführenden Monitorings ist diese Menge regelmäßig zu hinterfragen und anzupassen. Im Hinblick auf die Überprüfung und die Anpassung der Geschiebezugabe besteht das Monitoring aus folgenden Komponenten:

- Erfassung der Menge der Geschiebezugabe.
- Beobachtung der Mobilisierung der Geschiebedepots, insbesondere nach größeren Abflüssen. Dokumentation durch Fotos und idealerweise Vermessung durch Drohnenbefliegung.
- Regelmäßige Aufnahme der Flusssohle durch Querprofile oder besser durch eine flächige Aufnahme: Dokumentation der Sohlhöhe (Auswertung der mittleren Sohlhöhe unter Berücksichtigung der Aufweitung des Lechs – Veränderung der Lotrechten!) sowie der Sohlformen (Kiesbänke, Kolke durch flächige Darstellung der Vermessungsdaten sowie Talweg und Hochpunkte im Längsschnitt).

Die Geschiebezugabe ist somit auch als Möglichkeit zu verstehen, die sohlmorphologische Entwicklung des Lechs zu steuern. Allerdings erfolgt die Reaktion der Flusssohle auf eine Veränderung der Geschiebezugabe nur sehr verzögert und sehr träge. In Abhängigkeit der Ergebnisse des Monitorings wird die Geschiebezugabe angepasst:

- Erhöhung der Geschiebezugabe, wenn das Ausgleichsgefälle zu flach ist und die Sohlformen zu wenig ausgeprägt sind.
- Reduzierung der Geschiebezugabe, wenn das Ausgleichsgefälle zu steil ist.

5.4.9.4 Mögliche Bereiche für eine Geschiebezugabe (Berücksichtigung der Zugänglichkeit)

Bei der Wahl der Zugabestellen sind folgende Gesichtspunkte zu berücksichtigen:

- Die Geschiebezugabe soll so weit wie möglich oberstrom erfolgen (primäre Geschiebezugabe).
- Für den Fall, dass zugegebenes Geschiebe z. B. oberstrom der Sohlrampen anlandet und unterstrom ein zumindest temporäres Geschiebedefizit entsteht, sollten weitere Zugabestellen vorgesehen werden (sekundäre Geschiebezugaben).

- Die Zugabestellen müssen gut zugänglich sein.
- Die Strömungsbedingungen an der Zugabestelle müssen gewährleisten, dass eine Mobilisierung und ein Weitertransport des Geschiebes bei höheren Abflüssen erwartet werden kann.

Für die primäre Geschiebezugabe wird das rechtsseitige Ufer des Lechs im Bereich von Fkm 56,3 gewählt. Hier wurde in den letzten Jahren bereits mehrfach Geschiebe zugegeben. Die Stelle ist auf Grund folgender Randbedingungen gut geeignet:

- Die Stelle ist gut zugänglich.
- Zum einen befindet sich die Geschiebezugabe im Prallufer des Lechs. Zum anderen werden auf Grund der unterstromigen Aufweitung und der damit einhergehenden Absenkung des Wasserspiegels bei Hochwasser erhöhte Schubspannungen im Zugabebereich erwartet. Somit kann davon ausgegangen werden, dass das deponierte Geschiebe bei höheren Abflüssen mobilisiert und abtransportiert wird.
- Die Stelle befindet sich im Bereich der Sohlsicherung (siehe Kapitel 5.4.4). Dies ist aber unproblematisch.
- Im Zuge des Baus der Sohlsicherung wird der Querschnitt im Bereich der Geschiebezugabe aufgeweitet. Die Aufweitung des Lechs erfolgt am gegenüberliegenden, linken Ufer. Dadurch besteht eine ausreichend große Leistungsfähigkeit des verbleibenden Querschnitts für die Geschiebezugabe.
- Im Lageplan der Anlage A3.2.1 ist die Fläche für die Geschiebezugabe dargestellt. Hier können etwa 12.000 m³ Geschiebe deponiert werden, die dann bei höheren Abflüssen im Lech sukzessive abtransportiert werden. Der Geschiebevorrat reicht somit für einen Zeitraum von etwa 2 bis 4 Jahre (bei einer durchschnittlichen jährlichen Geschiebezugabe von 3.000 bis 5.000 m³).

Zwar ist davon auszugehen, dass das an der primären Geschiebezugabestelle zugegebene Geschiebe - über einen längeren Zeitraum betrachtet - durch das Projektgebiet durchtransportiert wird. Insbesondere im Bereich der beiden Rampen ist es aber möglich, dass die Sohle oberstrom der Rampen während eines Hochwasserereignisses erodiert. Nachfolgend wird die Sohle durch ankommendes Geschiebe wieder aufgefüllt, so dass zumindest ein Teil des Geschiebes für eine gewisse Zeit nicht nach unterstrom transportiert wird. Um das dadurch entstehende temporäre Geschiebedefizit auszugleichen, werden unterstrom der beiden Rampen zusätzliche Geschiebezugaben vorgesehen. Diese werden als sekundäre Geschiebezugaben bezeichnet.

- Unterstrom der Rampe Fkm 53,4 erfolgt die Zugabe linksseitig im Bereich der Nachbettsicherung. Die noch turbulente Strömung im Bereich der

Nachbettsicherung sowie die Lage im Pralluferbereich gewährleisten eine hohe Wahrscheinlichkeit, dass das zugegebene Geschiebe mobilisiert und weitertransportiert wird. Die Zugänglichkeit ist über die Zufahrt zur Sohlrampe und den Begleitweg parallel zur Rampe gegeben.

- Unterstrom der Rampe 50,4 erfolgt die Zugabe ebenfalls linksseitig im Bereich der Nachbettsicherung. Auch hier gewährleistet die noch turbulente Strömung im Bereich der Nachbettsicherung sowie die Lage im Pralluferbereich eine hohe Wahrscheinlichkeit, dass das zugegebene Geschiebe mobilisiert und weitertransportiert wird. Die Zugänglichkeit ist über die Zufahrt zur Sohlrampe und den Begleitweg parallel zur Rampe gegeben.
- Zudem wird als Ergebnis des Monitorings auch über etwaige Geschiebezugaben im Bereich der angelegten Nebengewässer entschieden. Die Zugänglichkeit ist prinzipiell über das vorhandene / adaptierte Wegenetz möglich, muss aber im Bedarfsfall konkret festgelegt werden.

Die Lage der Geschiebezugabestellen ist im Gesamtlageplan für den Endzustand in Anlage A3.1.2 sowie den Detaillageplänen für die jeweiligen Abschnitte eingetragen (Bereich Rampe Fkm 53,4: Anlage A3.2.3, Bereich Rampe Fkm 50,4: Anlage A 3.2.5).

5.4.9.5 Geschiebedurchgängigkeit im weiteren Verlauf des Lechs

Der Hochablass am unteren Ende des Projektgebiets verfügt über eine Kiesschleuse. Auch aus der Beobachtung der Sohlentwicklung oberstrom des Hochablasses kann davon ausgegangen werden, dass am Hochablass ankommendes Geschiebe weiter transportiert wird. Problematische Anlandungen oberstrom des Hochablasses sind nicht zu erwarten.

Die morphologischen Untersuchungen im Rahmen der WU zeigen, dass die Geschiebetransportkapazität des Lechs im Stadtgebiet von Augsburg deutlich größer ist als die durchschnittliche jährliche Geschiebezugabe von 4.000 m³. Somit ist davon auszugehen, dass das durch den Hochablass transportierte Geschiebe problemlos weitertransportiert wird. Problematische Anlandungen sind nicht zu erwarten.

Ebenso wird im Endzustand aus dem Projektgebiet nicht mehr Kies ausgetragen als im Istzustand. Im Gegenteil wird durch die Maßnahmen die Geschiebetransportkapazität reduziert und dadurch weniger Geschiebe ausgetragen und nach unterstrom transportiert. Unterstrom des Projektgebiets werden somit keine erhöhten Kiesentnahmen erforderlich sein, z. B. an der Staustufe Ellgau.

5.4.9.6 Geschiebequelle (Flächen für die Kiesentnahme)

Die Geschiebezugabe wird erst im Endzustand erfolgen. Der Zeitraum bis dahin wird mit mindestens 20 Jahren abgeschätzt. Aus diesem Grund werden die Flächen für die Kiesentnahme erst zu einem späteren Zeitpunkt festgelegt und sind nicht Gegenstand dieses Projektes. Grundsätzlich sind bei der Auswahl der Flächen folgende Gesichtspunkte zu beachten:

- Die Kiesentnahme soll möglichst ortsnah erfolgen. Längere Transportwege sind zu vermeiden.
- Die Kiesentnahme erfolgt angrenzend an die Flächen der Sekundärauen, da diese bis dahin voraussichtlich vollständig umgesetzt sein werden.
- Eine Zwischenlagerung von Kies aus den Sekundärauen erscheint nicht sinnvoll, da dafür sehr große Flächen erforderlich wären.
- Die Kiesentnahme soll auf Flächen erfolgen, die im Eigentum des Freistaats Bayern sind. Zudem sind aus naturschutzfachlicher Sicht unproblematische Flächen zu verwenden.
- Bei der prognostizierten durchschnittlichen Geschiebezugabe von 4.000 m³ pro Jahr sind bei einer geschätzten Abbautiefe von 2 m etwa 2.000 m² Fläche erforderlich.

5.4.9.7 Anforderungen an die Geschiebezugabe

Die Kornzusammensetzung der Geschiebezugabe soll etwa der Unterschicht der Lechsohle entsprechen. Es sind zahlreiche Sieblinien von Geschiebeproben vorhanden. Eine Zusammenstellung befindet sich im Bericht zum Modellkonzept des morphologischen Modells der Weiterführenden Untersuchungen [13]. Beispielhaft sind in Abbildung 66 zwei Sieblinien dargestellt.

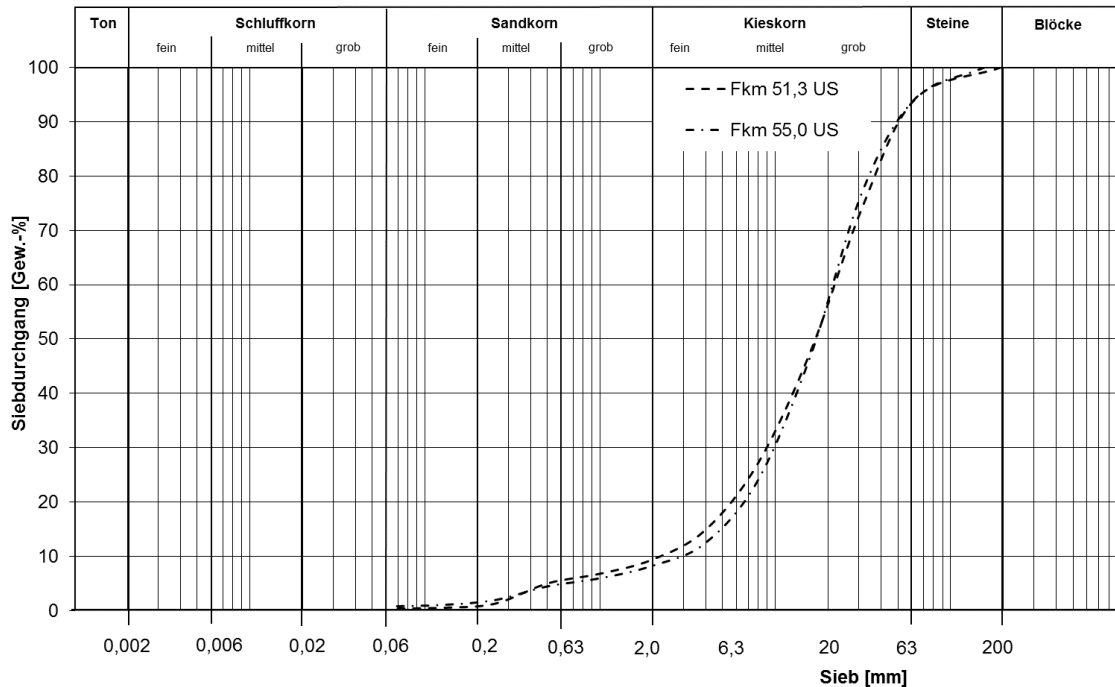


Abbildung 66: Sieblinie von Geschiebeproben in der Unterschicht der Lechsohle

5.4.10 Anbindung Grundwasserseen

5.4.10.1 Allgemein

Lage und Funktion

Die drei Grundwasserseen rechts des Lechs, Weitmannsee, Auensee und Kuhsee (siehe Abbildung 67), dienen in Zukunft der Grundwasserregulierung (siehe dazu auch Kapitel 6.4 und Anlage A5). Dazu ist es erforderlich, den bestehenden Auslass am Weitmannsee zu ertüchtigen und am Auensee einen neuen Auslass herzustellen. Zudem sind die Auslassgerinne neu herzustellen. Um die freie Vorflut auch im Hochwasserfall gewährleisten zu können, müssen die neuen Auslassgerinne jeweils unterhalb der Rampen bzw. des Hochablasses in den Lech münden.

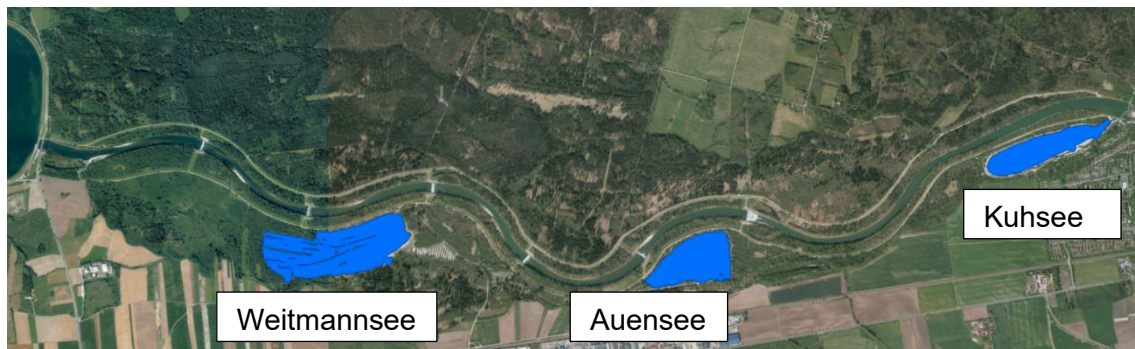


Abbildung 67: Lage der drei rechts des Lechs gelegenen Grundwasserseen

Um mögliche negative Auswirkungen auf das Grundwasser ausschließen zu können, müssen die Auslässe der Grundwasserseen mit Umsetzung der ersten Maßnahmen hergestellt werden.

Für Weitmann- und Auensee werden dazu Auslassbauwerke und Ausleitungsgerinne benötigt, welche Teil der Genehmigungsplanung sind. Am Kuhseeauslauf sind bereits in einem anderen Verfahren Maßnahmen geplant, die auch den hier erforderlichen Anforderungen an den Kuhseeauslauf genügen.

Da die Auslässe das ausgeleitete Wasser in den Lech ableiten sollen, werden die Gerinne von Weitmann- und Auensee mit bindigem Material abgedichtet.

Fischdurchgängigkeit:

Die Grundwasserseen sollen nicht für Fische vom Lech aus erreichbar sein. Ebenso ist das Ausschwimmen von Fischen aus dem See in die Auslassgerinne und den Lech nicht gewünscht. Die Ausleitungsgerinne dienen in erster Linie dem technischen Zweck der Grundwasserregulierung und werden daher nicht nach den Kriterien für eine Fischaufstiegsanlage ausgelegt. Nichtsdestotrotz sollen insbesondere die Unterläufe der Auslassgerinne des Weitmann- und des Auensees als Rückzugsorte für Fische aus dem Lech dienen und daher die fischpassierbare Anbindung an den Lech durchgehend gewährleistet sein.

Baukonstruktion der Auslassbauwerke

Die Anforderungen an das Auslassbauwerk sind folgende:

- Ungesteuert, um auf aufwendige Mess- und Steuerungstechnik sowie Unterhaltsarbeiten verzichten zu können.
- Keine Fischdurchgängigkeit in beide Richtungen.
- Keine Entnahme der obersten, wärmsten Wasserschicht.

- Sicherstellung eines Mindestabflusses.

Aus diesen Anforderungen resultiert ein Bauwerk, welches einem Mönchbauwerk zur Bewirtschaftung kleinerer Seen ähnelt, jedoch größer dimensioniert ist. D.h. der Einlauf in das Bauwerk erfolgt an der Sohle des Sees über eine große Öffnung mit einem Fischrechen (lichter Stababstand 1 cm), welches das Ausschwimmen von Fischen verhindert. Von oben wird die Zuströmung von oberflächennahem Wasser durch eine Tauchwand unterbunden. Da die Öffnung relativ zum Abfluss sehr groß ist, werden die Strömungsgeschwindigkeiten und damit die Verluste sehr klein ausfallen.

Die eigentliche Abflussregulierung und Vorgabe des Seewasserspiegels erfolgt dann im Bauwerk über einen Wehrüberfall. Die Abflusscharakteristik des Wehrüberfalls sorgt bei wechselnden Abflüssen, welche sich durch die vorherrschende Grundwassersituation einstellen, für eine Dynamik im Seewasserspiegel. Durch den Wehrüberfall wird ein Einschwimmen von Fischen aus dem Lech in den See unterbunden. Der Wehrüberfall wird mittels Dammbalkenelementen aufgebaut und ist damit in der Höhe anpassbar.

Der Mindestabfluss von $0,1 \text{ m}^3/\text{s}$ wird über einen seitlichen Bypass sichergestellt, welcher wasserseitig über einen Schieber reguliert werden kann. Der Mindestabfluss muss insbesondere zu Projektbeginn sichergestellt werden. Im Projektverlauf nimmt der Zustrom an Grundwasser in den See zu, sodass der Abfluss über das Wehr den Mindestabfluss nicht mehr unterschreitet.

Am Weitmannsee hat das Auslassbauwerk eine lichte Breite von 5 m. Die lichte Breite des Bauwerks am Auensee beträgt 3 m.

5.4.10.2 Weitmannsee

Zu den nachfolgenden Ausführungen siehe die Pläne in den Anlagen A3.6.1, A3.6.2 und A3.6.3.

Bestand

Am Weitmannsee gibt es einen bestehenden Auslass am Nordwestufer des Sees. Der Abfluss wird über ein Gerinne bis zum Hochwasserschutzdeich bei Fkm 52,75 geführt, kreuzt dort über ein Sielbauwerk den linksseitigen Hochwasserschutzdeich und mündet dann in den Lech.

Im Moment ist das Sielbauwerk in der Regel verschlossen und wird nur bei hohen Wasserständen des Weitmannsees zur Regulierung manuell geöffnet.

Das bestehende Auslassbauwerk wird im Zuge der Bauausführung zurückgebaut und durch ein neues, leistungsfähigeres Auslassbauwerk ersetzt.

Planung Phase 1 (Initialzustand, Anlage A3.6.1)

Im Bereich des Bestandsgerinnes liegt zukünftig die Sekundäraue, so dass dieses mit der Herstellung der Sekundäraue zurückgebaut wird (im Bereich der Sekundäraue). Daher wird ein zurückversetztes Gerinne außerhalb der zukünftigen Sekundäraue angelegt.

Da die Sekundäraue im Abschnitt 3 erst nach einer ausreichenden seitlichen eigendynamischen Aufweitung und Sohlentwicklung des Lechs umgesetzt werden kann, die Grundwasserregulierung über den Weitmannsee jedoch schon ab den ersten Maßnahmen gewährleistet werden muss, wird das neu angelegte Gerinne in einer ersten Phase noch über einen leistungsfähigeren Ersatzneubau des bestehenden Sielbauwerks in den Lech geführt.

Das Auslassbauwerk und das Sielbauwerk sind in dieser ersten Phase in der Regel offen und werden nur bei Hochwasser ab HQ10 und in der ersten Phase der Umsetzung geschlossen (z.B. durch Einsetzen weiterer Dammbalken).

Zu Beginn der Maßnahmenumsetzung liegt der Wasserspiegel am Sielbauwerk bei HQ₁₀ bei 499,40 mNHN. Damit wird das neue Sielbauwerk und das Gerinne zwar eingestaut, das umliegende Gelände ist jedoch ausreichend hoch (499,90 mNHN und höher).

Der Ersatzneubau des Sielbauwerks besteht aus zwei DN1200 Stahlbetonleitungen, einem Schieberschacht in Deichachse sowie Rückschlagklappen am wasserseitigen Leistungsende. Die Leitungssohle verläuft von 498,50 mNHN auf 498,40 mNHN.

Bei Hochwasserereignissen über einem HQ10 steigt der Seewasserspiegel entsprechend an. Nach Ablaufen der Hochwasserwelle werden das Auslassbauwerk und das Sielbauwerk wieder geöffnet und der Seewasserspiegel abgesenkt. Der Öffnungsvorgang wird so ausgeführt, dass der maximale Abfluss nicht überschritten wird.

Um den steigenden Wasserspiegel bei Hochwasser zu kompensieren, wird der mittlere Seewasserspiegel 10 cm tiefer als in der zweiten Phase eingestellt.

Die Steuerung wurde im Grundwassermodell entsprechend berücksichtigt. Durch diese Steuerung ist es möglich, auf ein kostenintensives und nur temporär benötigtes Schöpfwerk zu verzichten.

Planung Phase 2 (Endzustand, Anlage A3.6.2)

In der zweiten Phase, wenn die Sekundäraue angelegt ist, wird das Gerinne in das ebenfalls zu diesem Zeitpunkt angelegte Nebengewässer geführt. Das Sielbauwerk ist in dieser Phase nicht mehr notwendig und wird zurückgebaut, da die Wasserspiegel im Lech tiefer liegen und in diesem Bereich keine Hochwasserschutzanlage mehr notwendig ist. Die freie Vorflut ist damit zu jedem Zeitpunkt gegeben. Das Auslassbauwerk muss bei Hochwasser nicht mehr geschlossen werden.

Pegel und Abflüsse

Der mittlere Abfluss aus dem Weitmannsee im Endzustand beträgt $0,96 \text{ m}^3/\text{s}$. Der maximale Abfluss beträgt $2,5 \text{ m}^3/\text{s}$.

Der mittlere Seewasserspiegel orientiert sich am Bestand und liegt bei $501,32 \text{ mNHN}$. In der ersten Phase liegt der mittlere Wasserspiegel wie oben erläutert 10 cm tiefer bei $501,22 \text{ mNHN}$.

Aus den Abflusswerten, dem Seewasserspiegel und der Breite des Überfallwehres von $5,0 \text{ m}$ und einem Überfallbeiwert von $\mu = 0,6$ ergibt sich die Oberkante des Wehres (Berechnung nach Poleni). Die Oberkante des Wehrüberfalls liegt bei $501,00 \text{ mNHN}$ in der ersten Phase und $501,10 \text{ mNHN}$ in der zweiten Phase der Umsetzung.

Regelquerschnitt Gerinne und Längsschnitt

Der Regelquerschnitt des Auslassgerinnes besteht aus einer $0,5 \text{ m}$ breiten Sohle und Böschungen mit einer beidseitigen Neigung von $1:3$. Durch die schmale Sohle und die flachen Böschungen wird gewährleistet, dass das sehr große Abflussspektrum zwischen $0,1 \text{ m}^3/\text{s}$ und $2,5 \text{ m}^3/\text{s}$ abgeführt werden kann.

Um die Einschnitte im Gelände zu minimieren, wird der oberstromige Teil des Auslassgerinnes mit einer Neigung von $2,0 \text{ ‰}$ angelegt (Fließtiefe bei MQ ca. $0,68 \text{ m}$). Um den Höhenunterschied zur Sekundäraue abzubauen, wird eine gesicherte Gefällestrecke mit einer Neigung von $1:50$ angelegt (Fließtiefe bei MQ ca. $0,51 \text{ m}$). Von der Gefällestrecke bis zur Mündung in das Nebengewässer des Abschnitts 3 wird das Gerinne mit einer Neigung von $4,3 \text{ ‰}$ ausgebildet (Fließtiefe MQ ca. $0,57 \text{ m}$).

Die Gefällestrecke und der Unterlauf werden erst mit Umsetzung der Sekundäraue hergestellt. Im Initialzustand wird vom späteren Beginn der Gefällestrecke die Verbindung zum Sielbauwerk mit einem Sohlgefälle von $2,2 \text{ ‰}$ hergestellt. Die Sohlbreite für die Anschlussstrecke wird mit $2,0 \text{ m}$ ausgebildet. Die Böschungsneigung beträgt $1:3$.

Naturschutzfachliche Optimierung

Im Rahmen der Herstellung der Ausleitungsgerinne erfolgt alle 150-200 m eine Aufweitung auf das doppelte Gewässerprofil. Um innerhalb des ausgewiesenen Flächenumgriffs zu bleiben, entstehen in diesen Aufweitungsbereichen steilere Böschungen. In den dadurch geschaffenen größeren Flachwasserzonen kann sich Schilf entwickeln. Es wird davon ausgegangen, dass dies – aufgrund der geringen Fließgeschwindigkeit – gut möglich sein wird. Gegebenenfalls kann das Schilfaufkommen durch das Einbringen einzelner Schilfrhizome beschleunigt werden. Zudem erfolgt eine Strukturierung der Uferzonen mit Wurzelstöcken, gegebenenfalls mit Holzpiloten u.a. Strukturelementen.

In Anlage A7 Gewässerökologische Planung, Kapitel 5.5 werden ergänzende Maßnahmen zur gewässerökologischen Strukturierung und Aufwertung dargestellt.

5.4.10.3 Auensee

Zu den nachfolgenden Ausführungen siehe die Pläne in den Anlage A 3.6.4, A3.6.5 und A3.6.6.

Bestand

Am Auensee ist kein definierter Auslass vorhanden. Am Nordostende gibt es einen undefinierten Auslass in Form einer Durchsickerung des Absperrdammes in das nördlich des Sees gelegene Feuchtgebiet. Zusätzlich sind am Nordostende Rohrleitungen zur Entlastung des Sees in den verlorenen Bach vorhanden.

Planung

Am Nordwestende des Sees ist ein Auslassbauwerk analog zum Bauwerk am Weitmannsee geplant. Das ausgeleitete Wasser wird dann über ein neu anzulegendes Gerinne in den Lech abgeleitet. Der Höhenunterschied zwischen dem Seewasserspiegel des Auensee und dem Wasserspiegel des Lechs bei MQ unterstrom der Rampe 50,4 beträgt über 7 m. Um das Wasserspiegelgefälle möglichst gering zu halten, wird das Gerinne bis an das Ende der Sekundäraue im Abschnitt 6 geführt. Durch die geringere Neigung und die damit verbundenen geringeren Schubspannungen ist es möglich, das Gerinne naturnah zu gestalten. Verbunden mit den dann vorherrschenden geringeren Fließgeschwindigkeiten kann damit das Ziel erreicht werden, dass das Gerinne im Unterlauf ein Rückzugsort für Fische aus dem Lech darstellt.

Pegel und Abflüsse

Der mittlere Abfluss im Endzustand beträgt $0,33 \text{ m}^3/\text{s}$. Der maximale Abfluss beträgt $1,4 \text{ m}^3/\text{s}$.

Der mittlere Seewasserspiegel orientiert sich am Bestand und beträgt 493,10 mNHN.

Aus den Abflusswerten, dem Seewasserspiegel und der Breite des Überfallwehres von 3,0 m und einem Überfallbeiwert von $\mu = 0,6$ ergibt sich die Oberkante des Wehres von 492,94 mNHN (Berechnung nach Poleni).

Regelquerschnitt und Längsschnitt

Da die prognostizierten Abflüsse geringer ausfallen als am Weitmannsee, wird die Sohle des Gerinnes nur mit einer Breite von 0,3 m ausgebildet. Die Böschungsneigung beträgt auch hier beidseitig 1:3.

Um die Einschnitte im Gelände oberstrom der Sekundäraue zu minimieren, wird der oberstromige Teil des Auslassgerinnes mit einer Neigung von 2,5 ‰ angelegt (Fließtiefe bei MQ ca. 0,40 m). Ab der Sekundäraue wird das Gerinne mit einer Neigung von 5,0 ‰ in einer Art Berme über die gesamte Länge der Sekundäraue bis auf das Niveau des Lechs geführt (Fließtiefe MQ ca. 0,35 m). Eine gesicherte Gefällestrecke wie am Weitmannsee ist damit nicht notwendig.

Naturschutzfachliche Optimierung

Im Rahmen der Herstellung der Ausleitungsgerinne erfolgt alle 150-200 m eine Aufweitung auf das doppelte Gewässerprofil. Um innerhalb des ausgewiesenen Flächenumgriffs zu bleiben, entstehen in diesen Aufweitungsbereichen steilere Böschungen. In den dadurch geschaffenen größeren Flachwasserzonen kann sich Schilf entwickeln. Es wird davon ausgegangen, dass dies – aufgrund der geringen Fließgeschwindigkeit – gut möglich sein wird. Gegebenenfalls kann das Schilfaufkommen durch das Einbringen einzelner Schilfrhizome beschleunigt werden. Zudem erfolgt eine Strukturierung der Uferzonen mit Wurzelstöcken, ggf. mit Holzpiloten u.a. Strukturelementen).

In Anlage A7 Gewässerökologische Planung, Kapitel 5.5 werden ergänzende Maßnahmen zur gewässerökologischen Strukturierung und Aufwertung dargestellt.

5.4.10.4 Kuhsee

Bestand

Die Stadtwerke Augsburg planen rechtsseitig des Hochablasses eine Fischaufstiegsanlage. Im Zuge dieser Planungen wird auch der Kuhseeauslauf ertüchtigt. Im Moment ist das Auslaufgerinne (Betontrog) durch einen Fangedamm, welcher seit 2012 besteht, abgesperrt. Zusätzlich ist noch ein Grundablass DN1000 vorhanden.

Planung

Die bisher bekannten Planungen (Vorabzug Stand 07.09.2017, dies ist der aktuelle Stand zum Zeitpunkt der vorliegenden Entwurfsplanung) sehen am Ende des Auslassgerinnes eine 6 m breite und 1,04 m hohe Fischbauchklappe vor. Über diese Klappe kann der zur Grundwasserregulierung notwendige Abfluss von bis zu 0,91 m³/s bei einer Überfallhöhe von ca. 19 cm abgeführt werden. Die Klappe ist so zu steuern, dass der Seepegel konstant gehalten wird.

Wenn die Planung der Stadtwerke entsprechend den vorliegenden Unterlagen umgesetzt wird, dann ist die Leistungsfähigkeit in jedem Fall ausreichend. Dies wurde vorab mit den Stadtwerken Augsburg abgestimmt. Die Objektplanung des Kuhseeauslaufs ist somit nicht Teil der vorliegenden Genehmigungsplanung.

Dazu geben wir folgenden Inhalt aus einer E-Mail der Stadtwerke Augsburg vom 26.10.2023 wieder:

...in Abstimmung mit unserem Herrn ... erhalten Sie anbei die Beantwortung Ihrer Fragen durch unseren verantwortlichen Planer Arnold Consult. Ich hoffe damit sind all Ihre Fragen soweit beantwortet, dem Projekt Licca Liber steht aus unserer Sicht nichts im Wege, die geforderte Abflussmenge des Kuhsees wird auch nach dem Bau der Fischtreppe gewährleistet...

Und zusätzlich ein Auszug aus der E-Mail der Arnold Consult AG vom 26.10.2023
...Die Planung und bauliche Umsetzung der Fischaufstiegsanlage Hochablass wird durch die Veränderungen des Hochwasserabflusses im Kuhsee durch das Projekts Licca Liber nicht beeinträchtigt.

Die vorhandene Abflusskapazität aus dem Kuhsee wird durch die geplanten Baumaßnahme Fischaufstiegsanlage nicht verändert und liegt wesentlich höher als die Prognose von 0,87 m³/s aus dem Grundwassermodell.

Der bauzeitlich geschüttete Damm wird hierzu geöffnet bzw. rückgebaut...

5.4.11 Anbindung Gießer Überlauf

Im Rahmen der Entwurfsplanung von Licca liber wird auch die Anbindung des sogenannten Gießer Überlaufes an den Lech geplant. In den folgenden Abschnitten werden die Grundlagen und Schnittstellen mit anderen Planungen beschrieben und die Auslegung des naturnahen Gerinnes erläutert. Siehe dazu die Anlagen A3.4.1 und A3.4.2. In Anlage A7 Gewässerökologische Planung, Kapitel 5.5 werden ergänzende Maßnahmen zur gewässerökologischen Strukturierung und Aufwertung dargestellt.

5.4.11.1 Grundlagen

Der Gießer Überlauf ist ein Bachlauf im Augsburger Stadtwald. Er liegt linksseitig des Lechs, zweigt vom Gießer (weiter unterstrom geht der Gießer über in den Siebenbrunner Bach) ab und mündet derzeit landseitig des Hochwasserschutzdeiches in den sogenannten Umlaufgraben (siehe Abbildung 68). Er beginnt ca. bei Fkm 50,8 und endet ca. bei Fkm 48,6. Nur bei hohen Grundwasserständen führt der Gießer Überlauf Wasser, welches hauptsächlich aus der Siebenbrunner Quellflur stammt. Eine geringe Wassermenge erhält der Gießer Überlauf aus dem Gießer, wo ein Überlaufbauwerk die abgegebene Menge regelt.

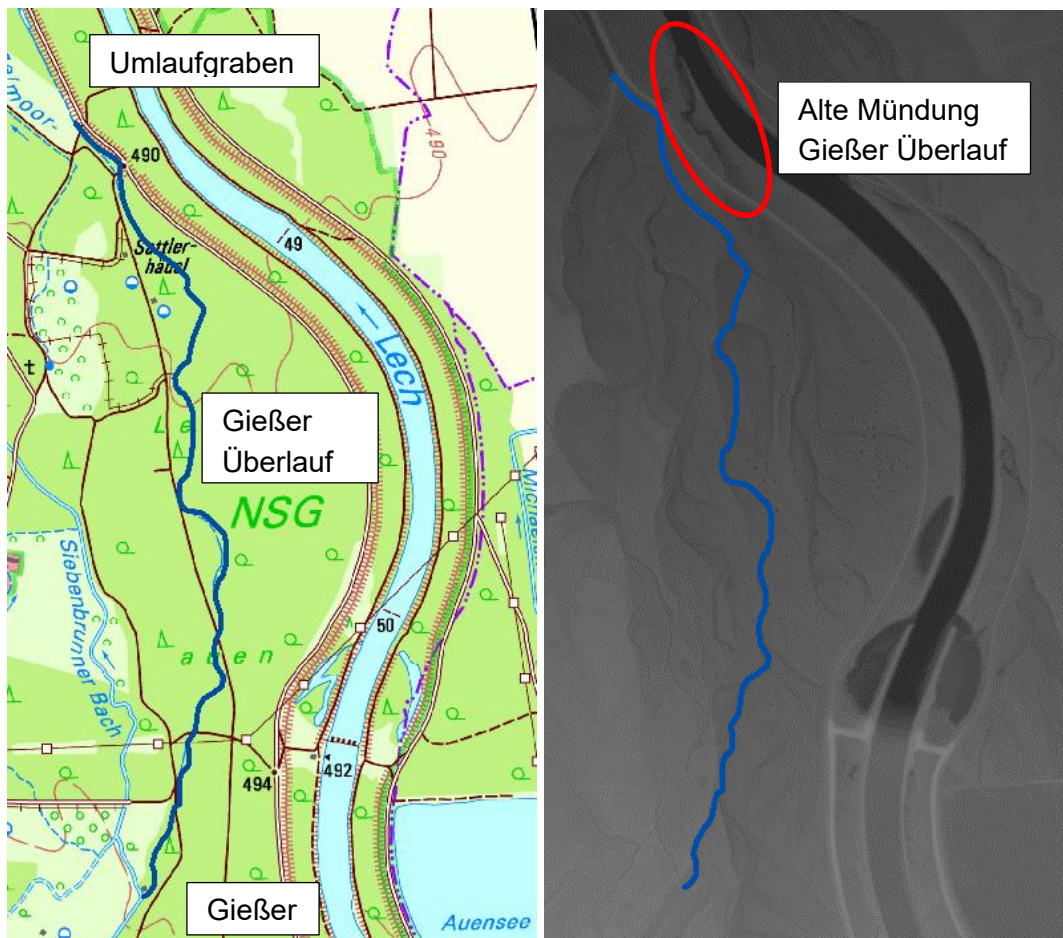


Abbildung 68: Lage Gießler Überlauf

Bis zur Lechregulierung mündete der Gießler direkt in den Lech. Der ehemalige Mündungsbereich ist im Gelände bei Fkm 48,6 bis 48,4 gut zu erkennen (siehe Abbildung 68, rechtes Bild).

5.4.11.2 Schnittstelle LIFE Projekt „Stadtwaldbäche“

Im Moment läuft ein LIFE Projekt zu den Stadtwaldbächen. Dieses dient der ökologischen Verbesserung der Lechaue im Stadtwald. Im Rahmen dieses Projekts werden u.a. die Stadtwaldbäche an den Lech angebunden, um eine ökologische Durchgängigkeit herzustellen. Zusätzlich werden die Fließgewässer ökologisch aufgewertet. Fische und Gewässerorganismen können so das gesamte Gewässernetz der Stadtwaldbäche als Lebens- und Laichraum nutzen. Die Anbindung der Stadtbäche an den Lech erfolgt dabei über den Gießler Überlauf, der dadurch dauerhaft dotiert wird und im Gebiet des „alten“ Mündungsbereichs in den Lech fließen soll. Der erhöhte Abfluss wird an der Staustufe 22 (Unterbergen) dem Lech entnommen.

Die Anbindung des Gießler Überlaufes an den Lech ist Bestandteil der vorliegenden Entwurfsplanung. Alle weiteren Aspekte und Planungen zu den Bächen im Stadtwald sind im LIFE Projekt zusammengefasst.

Als Schnittstelle zwischen LIFE Projekt und Licca liber wurde die luftseitige Böschungsunterkante des Bestandsdeiches vereinbart.

Die Planungen des LIFE Projektes laufen parallel zur vorliegender Entwurfsplanung. Die mögliche Dotation der Anbindung des Gießler Überlaufes wird zum Abschluss der vorliegenden Entwurfsplanung noch nicht feststehen. Der Abfluss wird in einem Bereich zwischen 300 und 550 l/s liegen. Im Folgenden werden die Annahmen und Nachweise anhand des maximal zu erwartenden Abflusses von 550 l/s ermittelt. Damit werden die notwendigen Eingriffe, Kosten etc. auf der sicheren Seite abgeschätzt. Sollte der Abfluss geringer ausfallen, wird das Gerinne analog funktionieren, die maximalen Abmessungen der Leitfischarten werden entsprechend kleiner ausfallen. Statt dem Huchen mit einer Länge von 100 cm wird der Huchen dann mit 70 cm und die Länge der Barbe mit 60 cm angesetzt.

5.4.11.3 Naturnahes Gewässer zwischen Gießler Überlauf und Lech

Naturschutzfachliche Optimierung

Bei dem bestehenden Altarm, der den Gießler Überlauf ursprünglich mit dem Lech verbunden hat, handelt es sich um eines der wenigen hochwertigen Stillgewässer im Untersuchungsgebiet, in welchem sowohl in der Amphibienkartierung 2013, als auch im Rahmen der aktuellen Begehungen Amphibien nachgewiesen wurden. Daher wird ein Eingriff in den ehemaligen Mündungsbereich aus naturschutzfachlicher Sicht abgelehnt. Zudem liegt der Altarm im Bereich eines eigendynamischen Aufweitungsbereichs, was die technische Planung durch veränderliche und nicht bekannte Randbedingungen erschwert bzw. die Funktionsweise beeinträchtigen kann.

Stattdessen soll die Verbindung zwischen Gießler Überlauf und Lech etwa 250 m flussabwärts des ehemaligen Mündungsbereichs erfolgen, sodass das Gerinne nicht im Altarm und die Mündung nicht im eigendynamischen Aufweitungsbereich des Lechs zu liegen kommt (siehe Anlage A3.2.7). Zudem wurden bei der Trassierung des neuen Gewässers Eingriffe in naturnahe Waldflächen vermieden. Das Gerinne wird als naturnahes Gewässer ohne Einbauten ausgelegt. Das geplante Anbindungsgewässer wird nach [14], [15] und [29] geplant.

Bemessungsgrundlagen - Bemessungsabfluss

Der Abfluss wurde wie oben beschrieben mit 550 l/s angenommen. Diese Dotation wird nahezu stationär vorliegen. Durch Niederschläge im Einzugsgebiet der Stadtbäche

kann sich der Abfluss kurzzeitig erhöhen, dies spielt für die Bemessung des Gerinnes jedoch eine untergeordnete Rolle.

Bemessungsgrundlagen - Relevante Fischmaße

Gemäß den anzuwendenden Richtlinien und dem LIFE-Projekt sind die maßgebenden Fische zum einen der Huchen und die Barbe als größte Fischarten. Bei maximaler Dotation von 550 l/s wird der Huchen mit 100 cm angesetzt. Daraus ergeben sich die wesentlichen Mindestmaße für die geometrischen Abmessungen des Gerinnes.

Die kleine und eher schwimmschwache Mühlkoppe ist zum anderen maßgebend hinsichtlich der hydraulischen Kennwerte wie Fließgeschwindigkeit und Leistungsdichte.

Um der maßgebenden Fischart, dem Huchen (gemäß Abstimmung mit der Stadt Augsburg), die Passierbarkeit des Gerinnes zu ermöglichen, wird das Umgehungsgerinne nach geometrischen und hydraulischen Gesichtspunkten bemessen. Dabei werden Querschnittsprofile gewählt, welche die geforderten Maße bestmöglich einhalten und mit dem mittleren Gefälle und dem gewählten Rauheitsbeiwert die angegebenen Fließgeschwindigkeiten nicht unter- oder überschreiten.

Da das Umgehungsgerinne zwischen Gießler Überlauf und dem Lech mit einem mäandernden Verlauf angelegt wird, entsteht eine Abfolge von Furten und Kolken. Man erhält also verschiedene Querschnittsprofile. Die geometrischen und hydraulischen Nachweise wurden anhand von asymmetrischen Trapezprofilen erbracht.

Die Maße für den Wanderkorridor aus dem Merkblatt DWA-M 509 ergeben sich wie folgt:

- minimale Wassertiefe $h_{\text{eff,bem}} = 0,45 \text{ m}$
- minimale Sohlenbreite $b_{\text{bem}} = 1,2 \text{ m}$

Wanderkorridor an Engstellen:

- minimale Fließtiefe $h_E = 0,36 \text{ m}$
- minimale Breite des Wanderkorridors $b_E = 0,4 \text{ m}$ punktuell
 $b_E = 0,8 \text{ m}$ für $L_E \leq 2 \text{ m}$
 $b_E = 1,2 \text{ m}$ für $L_E > 2 \text{ m}$

Für das hier bemessene Umgehungsgerinne gelten folgende Fließgeschwindigkeiten:

- max. mittlere Fließgeschwindigkeit $v_m = 0,95 \text{ m/s}$
- minimale Strömungsgeschwindigkeit $v_{\min} = 0,3 \text{ m/s}$

Zusätzlich ist bei der Bemessung des Umgehungsgerinnes die Leitströmung von Bedeutung. Sie dient der Auffindbarkeit des Umgehungsgerinnes im Unterwasser. Um den Fischen eine wahrnehmbare Strömung darzubieten, soll die Strömungsgeschwindigkeit der Leitströmung bei Eintritt ins Unterwasser etwa $1,0 \text{ m/s}$ betragen [14].

Um die Sohlstabilität einschätzen zu können, müssen die im Gerinne auf die Sohle wirkenden Schubspannungen in den einzelnen bemessenen Querschnitten mit den zulässigen Schubspannungen für das Sohlmaterial verglichen werden. Die maximal zulässige Sohlenschubspannung ohne Geschiebetrieb liegt bei:

Mittelkies	$\tau_{\text{zul}} = 15 \text{ N/m}^2$
Grobkies	$\tau_{\text{zul}} = 45 \text{ N/m}^2$

Die Leistungsdichte beschreibt die in das Wasservolumen der Fischaufstiegsanlage eingetragene Energie. Diese äußert sich als turbulente Strömung, welche je nach ihrer Stärke die Orientierung der Fische beeinflussen kann. Der Grenzwert für die Leistungsdichte liegt bei 100 W/m^3 nach [15] für einen naturnahen Beckenpass.

Bemessungsgrundlagen - Längsschnitt

Da die Sohle des Gießer Überlaufs im Bereich der Anbindung an das Umgehungsgerinne eine Geländehöhe von $487,00 \text{ mNHN}$ und die Sohle bei der Mündung des Gewässers in den Lech eine Höhe von $484,22 \text{ mNHN}$ aufweist, beträgt der Höhenunterschied $2,78 \text{ m}$. Mit einer Gewässerlänge von 630 m ergibt sich ein mittleres Gefälle von $0,44 \%$ (siehe Anlage A3.4.1).

Der Unterwasserstand im Lech weist zwischen Q_{30} und Q_{330} nur geringe Schwankungen im Wasserspiegel auf, da die Mündung im Rückstaubereich des Hochablasses liegt.

Hydraulische Nachweise

Für das Umgehungsgerinne wird ein Querschnitt angesetzt, der mit dem Ausgleichsgefälle und dem angesetzten Stricklerbeiwert die geforderten geometrischen und hydraulischen Bemessungsgrößen einhält. Da das Umgehungsgerinne aus

aufeinanderfolgenden Gewässerabschnitten besteht, die jeweils unterschiedliche Querschnittsprofile aufweisen, werden diese ebenfalls auf die Vorgaben bemessen. Die Abfolge wird dabei wiederholend aus Furt – Übergangsbereich – Kolk – Übergangsbereich angestrebt. Den Übergang zum Unterwasser stellt dabei die Mündung mit einer Länge von etwa 20 m und einem Gefälle von 1,0 % dar. Die Querschnitte sind als asymmetrische Trapezprofile ausgebildet.

Als Sohlrauheit wird ein Stricklerbeiwert von $25 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$ gewählt. Dieser ergibt sich aus der naturnahen Sohle bestehend aus Kiesen sowie vereinzelt gesetzten Störsteinen, Totholz und ingenieurb biologischen Sicherungsmaßnahmen in den Prallufern.

Hydraulischer Nachweis für das Gesamtgerinne:

Für die Übergangsbereiche zwischen Furten und Kolken sind die Bemessungswerte des Gesamtgerinnes anzunehmen.

Tabelle 28: Hydraulische Berechnung Gesamtgerinne

Eingabe			
Gerinnelänge	L_G	635	m
Höhendifferenz	ΔH	2,78	m
Rauheit	k_{st}	25	$\text{m}^{1/3}/\text{s}$
Sohlbreite	b_S	1,2	m
Böschungsneigung links	m_L	1	-
Böschungsneigung rechts	m_R	3	-
Gefälle	I	0,0043780	-
Fließtiefe	H	0,4	m
Berechnung			
durchfl. Fläche	A	0,80	m^2
Benetzter Umfang	U	3,03	m
hydr. Radius	R	0,26	m
Gerinnebreite	B	2,80	
Fließgeschwindigkeit	$v =$	$k_{st} \cdot I^{0,5} \cdot R^{2/3}$	
	v	0,681	m/s
Abfluss	Q	$v \cdot A$	
	Q	0,545	m^3/s
tau		17,18	
Froud		0,34	
Energiehöhe		0,02	
max. Wasserspiegel		0,42	

Schnitt A: Trapezgerinne des Gesamtgerinnes
M.: 1 : 20

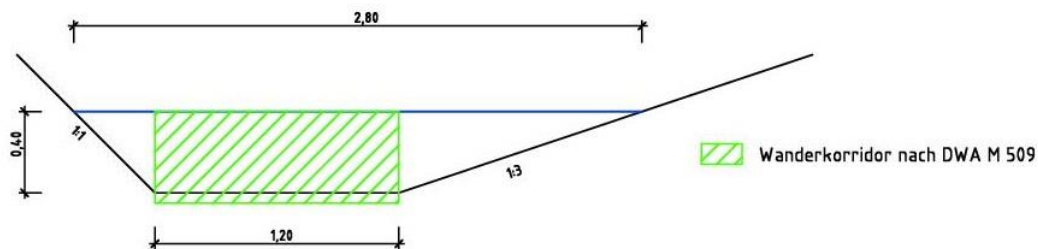


Abbildung 69: Querschnitt Gesamtgerinne

Hydraulischer Nachweis für die Furtbereiche:

Die Neigung der Furt ergibt sich nach [27] aus dem 1,5-fachen des Ausgleichsgefälles.

Tabelle 29: Hydraulische Berechnung Furtbereiche

Eingabe			
Rauheit	k_{st}	25	$m^{1/3}/s$
Sohlbreite	b_s	0,61	m
Böschungsneigung links	m_L	1	-
Böschungsneigung rechts	m_R	5	-
Gefälle	I	0,0066	-
Fließtiefe	H	0,4	m
Berechnung			
durchfl. Fläche	A	0,72	m^2
Benetzter Umfang	U	3,22	m
hydr. Radius	R	0,23	m
Wasserspiegelbreite	B	3,01	m
Fließgeschwindigkeit	$v =$	$k_{st} \cdot I^{0,5} \cdot R^{2/3}$	
	v	0,752	m/s
Abfluss	Q	$v \cdot A$	
	Q	0,544	m^3/s
tau		25,90	
Froud		0,38	
Energiehöhe		0,03	
max. Wasserspiegel		0,43	

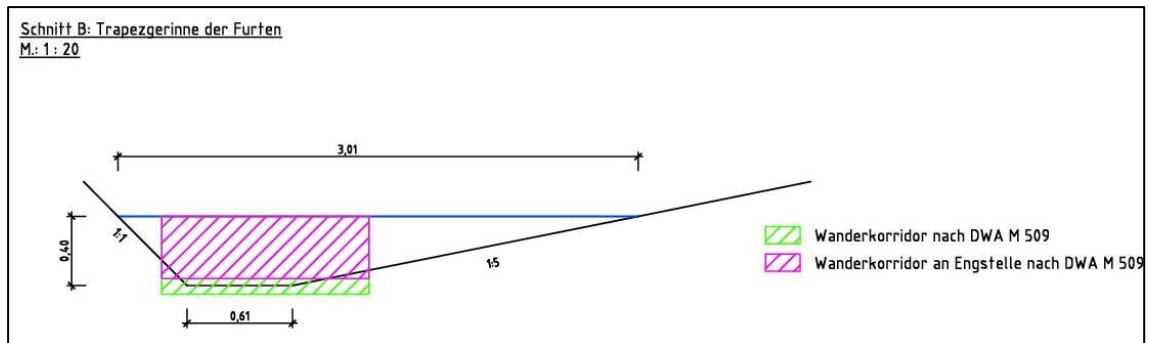


Abbildung 70: Querschnitt Furtbereiche

Hydraulischer Nachweis für die Kolkbereiche:

Das Gefälle in den Kolkbereichen ergibt sich über das Restgefälle, welches nicht über die Übergangs- und Furtbereiche sowie den Mündungsbereich abgebaut wird.

Tabelle 30: Hydraulische Berechnung Kolkbereiche

Eingabe			
Rauheit	k_{st}	25	$m^{1/3}/s$
Sohlbreite	b_s	0,3	m
Böschungsneigung links	m_L	1	-
Böschungsneigung rechts	m_R	4	-
Gefälle	i	0,001	-
Fließtiefe	H	0,7	m
Berechnung			
durchfl. Fläche	A	1,44	m^2
Benetzter Umfang	U	4,18	m
hydr. Radius	R	0,34	m
Wasserspiegelbreite	B	3,80	m
Fließgeschwindigkeit	$v =$	$k_{st} \cdot i^{0,5} \cdot R^{2/3}$	
	v	0,388	m/s
Abfluss	Q	$v \cdot A$	
	Q	0,557	m^3/s
tau		6,87	
Froud		0,15	
Energiehöhe		0,01	
max. Wasserspiegel		0,71	

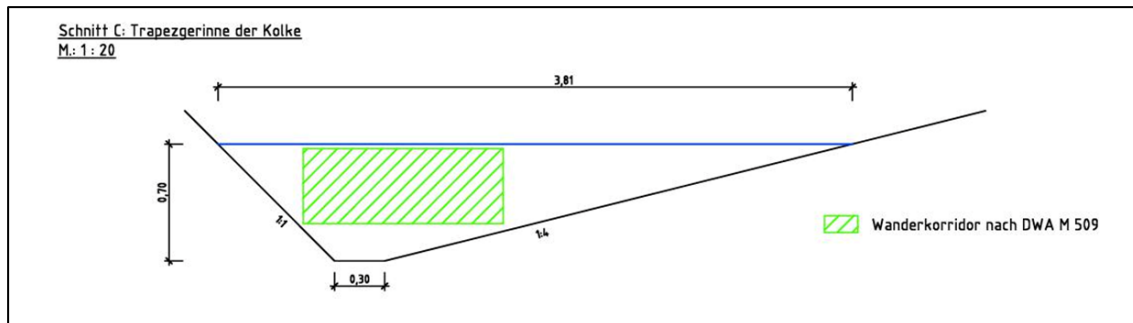


Abbildung 71: Querschnitt Kolkbereiche

Hydraulischer Nachweis für den Mündungsbereich:

Im Mündungsbereich wird das Gefälle auf einer Strecke von 20 m auf 1% erhöht um eine Leitströmung zu erzeugen.

Tabelle 31: Hydraulische Berechnung Mündungsbereich

Eingabe			
Rauheit	k_{st}	25	$m^{1/3}/s$
Sohlbreite	b_s	0.5	m
Böschungsneigung links	m_L	2	-
Böschungsneigung rechts	m_R	3	-
Gefälle	I	0.01	-
Fließtiefe	H	0.4	m
Berechnung			
durchfl. Fläche	A	0.60	m^2
Benetzter Umfang	U	2.66	m
hydr. Radius	R	0.23	m
Wasserspiegelbreite	B	2.50	m
Fließgeschwindigkeit	$v =$	$k_{st} \cdot I^{0.5} \cdot R^{2/3}$	
	v	0.927	m/s
Abfluss	Q	$v \cdot A$	
	Q	0.556	m^3/s
tau		39.24	
Froud		0.47	
Energiehöhe		0.04	
max. Wasserspiegel		0.44	

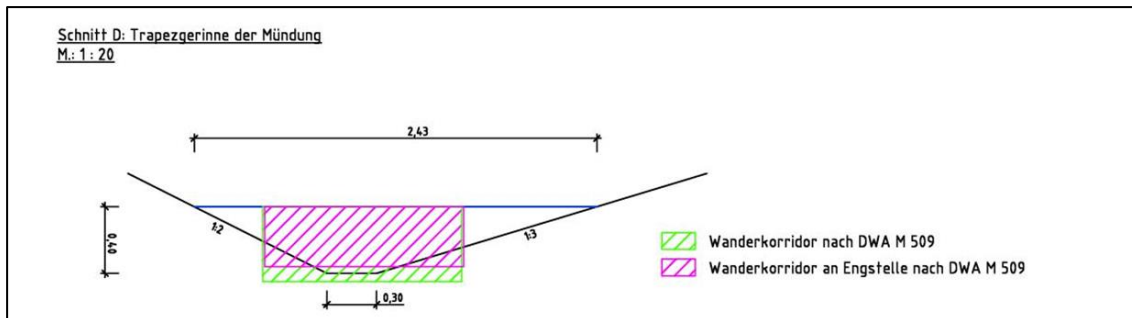


Abbildung 72: Querschnitt Mündungsbereich

Bewertung

Die Querschnittsprofile der Furt, des Kolkes und des Gesamtgerinnes bzw. Zwischenbereiche halten bei einem Durchfluss $Q = 0,55 \text{ m}^3/\text{s}$ die hydraulischen Vorgaben des DWA Merkblatts M-509 ein (siehe Tabelle 28 bis Tabelle 30). Die Fließgeschwindigkeiten liegen zwischen $0,4 \text{ m/s}$ und $0,7 \text{ m/s}$. Die Schubspannungen liegen zwischen 7 N/m^2 und 26 N/m^2 .

Am Mündungsprofil wird die geforderte Leitströmung von 1 m/s mit $0,9 \text{ m/s}$ nahezu erreicht. Die Schubspannungen überschreiten mit 39 N/m^2 den Grenzwert von 45 N/m^2 für Grobkies nicht (siehe Tabelle 31).

Die geometrischen Vorgaben nach DWA M-509 werden nicht vollumfänglich eingehalten. Dies wird akzeptiert, da ein naturnahes Gerinne einem Gerinne mit Einbauten vorzuziehen ist.

Bei dem Bemessungsabfluss $Q_{\text{bem}} = 0,55 \text{ m}^3/\text{s}$ ergeben sich Leistungsdichten zwischen 30 W/m^3 und 40 W/m^3 , welche deutlich unter dem Grenzwert von 150 W/m^3 liegen.

5.4.11.4 Sielbauwerk

Die Anbindung des Gießer Überlaufes an das Anbindungsgerinne erfolgt mit Hilfe eines Sielbauwerks durch den Bestandsdeich und den Deichinterweg (siehe Anlage A3.4.2). Das Sielbauwerk wird mit einer Breite von $1,65 \text{ m}$ angelegt. Die Sohle wird etwas tiefer gesetzt, um eine Fließtiefe von $1,0 \text{ m}$ zu erreichen. In Achse der Deichkrone kann das Sielbauwerk über zwei redundante Schieber bei Hochwasser abgesperrt werden. Die Kronenhöhe des Sielbauwerks entspricht der des Deiches mit $490,84 \text{ mNHN}$. Der Bemessungswasserspiegel (Bezugszustand) liegt für $1250 \text{ m}^3/\text{s}$ bei $488,32 \text{ mNHN}$.

Wenn das Sielbauwerk geschlossen ist, kann der Abfluss aus dem Gießler Überlauf wie bisher über den Umlaufgraben abgeführt werden.

5.4.11.5 Bauliche Umsetzung, Zeitplan

Das erforderliche Gerinne wird in eine breitere Mulde eingebettet, um ein zu tiefes und abruptes Einschneiden in das Bestandsgelände zu vermeiden. Ausgehend von der Böschungsoberkante (WSPL + 20 cm) des erforderlichen Gerinnes wird beidseitig eine flache Böschung mit einer Neigung von 1:10 und einer Breite von etwa 3 m angelegt. Anschließend folgt eine steilere Böschung mit einer Neigung von 1:2 zum Bestandsgelände.

Die Anbindung des Gießler Überlaufs ist zeitlich unabhängig von allen anderen vorgesehenen Maßnahmen. Es ist davon auszugehen, dass die Umsetzung zeitnah im Zuge des Umsetzungspakets 1 erfolgt. Siehe dazu auch die Ausführungen im Kapitel 5.6.

5.4.12 Sicherungsmaßnahmen

Nachfolgend werden die erforderlichen Sicherungsmaßnahmen beschrieben. Diese betreffen folgende Bausteine bzw. Bereiche der geplanten Maßnahmen:

- Sicherung der bestehenden Deiche (bzw. des wasserseitigen Deichfußes) im Bereich von eigendynamischen Aufweitungen;
- Ufersicherung im Bereich der Sekundärauen;
- Sicherung der Böschungen der Sekundärauen hinsichtlich einer nicht zulässigen weiteren lateralen Entwicklung;
- Sicherung der Nebengewässer hinsichtlich einer nicht zulässigen weiteren lateralen Entwicklung;
- Sicherung der Einlaufbereiche der Nebengewässer;
- Sicherung der Zu- und Ablaufstrecken der aufgelösten Sohlrampen;
- Ufersicherung im Bereich der temporär verbleibenden Abstürze;
- Lokale Lauffixierungen in den Abschnitten 6 und 7;
- Temporäre Sicherung des Trinkwasserdükers bei 48,4 (siehe Kapitel 5.4.14.2);

- Sicherung des Fundamentes des Strommasten in der Sekundäraue im Abschnitt 6 (siehe Kapitel 5.4.14.4).

Alle Sicherungsmaßnahmen sind mit baulichen Maßnahmen und entsprechenden Eingriffen verbunden, die eine naturschutzfachliche Wirkung haben. Eingriffe entstehen im Rahmen der Baumaßnahme sowie später im „laufenden Betrieb“. Bei der Planung der Maßnahmen wurde immer abgewogen, ob diese erforderlich sind.

5.4.12.1 Sicherung der bestehenden Deiche (bzw. des wasserseitigen Deichfußes) im Bereich von eigendynamischen Aufweitungen

Situation

In den Abschnitten 1, 2, 3, 4, und 5 wird jeweils die Ufersicherung im Bereich des Prallufers entnommen. Dadurch wird eine eigendynamische Seitenerosion initiiert, die bis zum Fuß des jeweils bestehenden Deiches heranreichen darf. Der Deichfuß (und damit der Deich) ist durch geeignete Maßnahmen zu sichern. Zudem ist zu gewährleisten, dass ein etwa 5 m breiter Schutzstreifen entlang des Deichfußes verbleibt. Dieser ist für die Instandhaltung und die Sicherheit des Deiches erforderlich.

Maßnahmen – Varianten - Vorzugslösung

Folgende Varianten wurden untersucht:

- Durchgehende Sicherung aus Wasserbausteinen;
- Punktuelle Lauffixierungen durch Steindepots aus Wasserbausteinen;
- Durchgehende Sicherung mit Hilfe einer Spundwand.

Eine durchgehende Sicherung aus Wasserbausteinen erfordert einen erheblichen Eingriff, da eine tiefe Baugrube erforderlich ist. Dies würde einen massiven maschinellen Eingriff in hochwertige Lebensräume wasserseitig des bestehenden Hochwasserschutzdeiches erfordern.

Eine punktuelle Lauffixierung erfordert zwischen den Fixierungen einen Puffer zum Deichfuß hin. An den Lauffixierungen wird die Aufweitung durch ein Steindepot gebremst, zwischen den Lauffixierungen kann sich die Aufweitung aber weiterentwickeln. Bei einem Abstand der Lauffixierungen von 50 m wird der erforderliche Puffer zur Berücksichtigung der Aufweitung zwischen den Lauffixierungen mit etwa 20 m abgeschätzt. Die zulässige Aufweitung des Lechs bis zu den Lauffixierungen wäre somit um das Maß des erforderlichen Puffers reduziert. Auch die punktuellen Lauffixierungen wären mit einem großen Flächenbedarf verbunden, da sehr tiefe und damit entsprechend große Baugruben für die Anlage der Steindepots

erforderlich wären. Auch in diesem Fall würde dies einen nahezu flächigen maschinellen Eingriff in hochwertige Lebensräume wasserseitig des bestehenden Hochwasserschutzdeiches bedeuten.

Eine Spundwand als durchgehende Laufsicherung, die erst im Bedarfsfall errichtet wird, erfordert für den Einbau lediglich eine ausreichend breite, temporäre Baustraße. Diese wird als Vorzugsvariante gewählt. Nachfolgend werden die zu beachtenden Gesichtspunkte zum Einbau der Spundwände erläutert (siehe dazu die schematische Darstellung zum Einbau der Spundwände in drei Phasen in Abbildung 74).

Interventionslinie

Grundsätzlich ist davon auszugehen, dass die eigendynamische Aufweitung in den Pralluferbereichen gut funktionieren wird. Allerdings kann nur sehr schwer prognostiziert werden, wie schnell die Aufweitung erfolgt. Zudem kann es sein, dass die Aufweitung nicht durchgehend bis zum Deich erfolgt.

Aus diesem Grund wird eine Interventionslinie definiert. Diese verläuft parallel zu den bestehenden Deichen in einem Abstand von 20 m. Sobald die eigendynamische Aufweitung die Interventionslinie erreicht oder überschreitet, ist in dem betroffenen Bereich eine Spundwand zum Schutz des bestehenden Deichs einzubauen.

Der räumliche Puffer von 20 m und der dadurch vorhandene zeitliche Puffer erscheint ausreichend, um die Ausführungsplanung sowie die Unterlagen für die Vergabe der Sicherungsmaßnahmen zu erstellen, den Vergabeprozess durchzuführen und letztendlich die Maßnahmen auszuführen. Dafür ist ein Zeitrahmen von maximal einem Jahr vorgesehen.

Bis zum Erreichen der Interventionslinie hat sich der Lech bereits um durchschnittlich etwa 50 m aufgeweitet. Der Aufweitungsdruk des Lechs und damit die Geschwindigkeit der weiteren Aufweitung wird dann deutlich abnehmen. Somit ist der Puffer von 20 m ausreichend.

Nach Erreichen bzw. Überschreiten der Interventionslinie wird festgelegt, auf welcher Länge der Einbau der Fußpunktsicherung des betroffenen Deichabschnitts erfolgt. Um den Arbeitsaufwand zu reduzieren und um insbesondere auch einen mehrfachen Eingriff zu vermeiden, werden Spundwände auch in den Bereichen eingebaut, in denen ein Erreichen der Interventionslinie in absehbarer Zeit zu erwarten ist.

Beantragte Sicherungsmaßnahmen im Planfeststellungsverfahren

Auf Grund der Schwierigkeit der Vorhersage des Ausmaßes der eigendynamischen Seitenerosion, werden Sicherungsmaßnahmen für die bestehenden Deiche auf der gesamten denkbaren Deichstrecke beantragt. In Tabelle 32 sind die maximal erforderlichen Längen der Deichfußsicherung getrennt für die Abschnitte A1 bis A5 eingetragen. Daraus ergibt sich eine maximale Gesamtlänge von 4.440 m.

Tabelle 32: Länge der beantragen Deichfußsicherung im Bereich der eigendynamischen Aufweitungen

Abschnitt	Länge
A1	1.020 m
A2	1.030 m
A3	540 m
A4	1.090 m
A5	760 m
gesamt	4.400 m

Rammtiefe der Spundwand

Die erforderliche Rammtiefe der Spundwand ergibt sich aus der zu erwartenden Sohlage des Lechs im geplanten Endzustand. Für die Abschätzung der Rammtiefe für die Genehmigungsunterlagen wird die prognostizierte mittlere Sohlhöhe herangezogen. Da die Sohlsicherung im Prallufer des Lechs liegt, ist zudem die zu erwartende Kolkentiefe zu berücksichtigen. Auf Basis von kürzlich durchgeführten Geschiebetransportberechnungen an der Unteren Salzach gehen wir von Kolkiefen bezogen auf die mittlere Sohlhöhe von 2,5 m aus. Abbildung 73 zeigt einen Längsschnitt der Salzachsohle als Ergebnis der Geschiebetransportberechnungen. Zwar entstehen die Kolke an der Salzach als Reaktion auf die Ausbildung von Kiesbänken (korrespondierende Kolke). Die Größenordnung der Kolke erscheint aber auch auf die Kurvensituation am Lech übertragbar. Zudem ist nach Aufweitung des Lechs trotz der vorgegebenen Bogenfolge die Entstehung von alternierenden Kiesbänken zu erwarten.

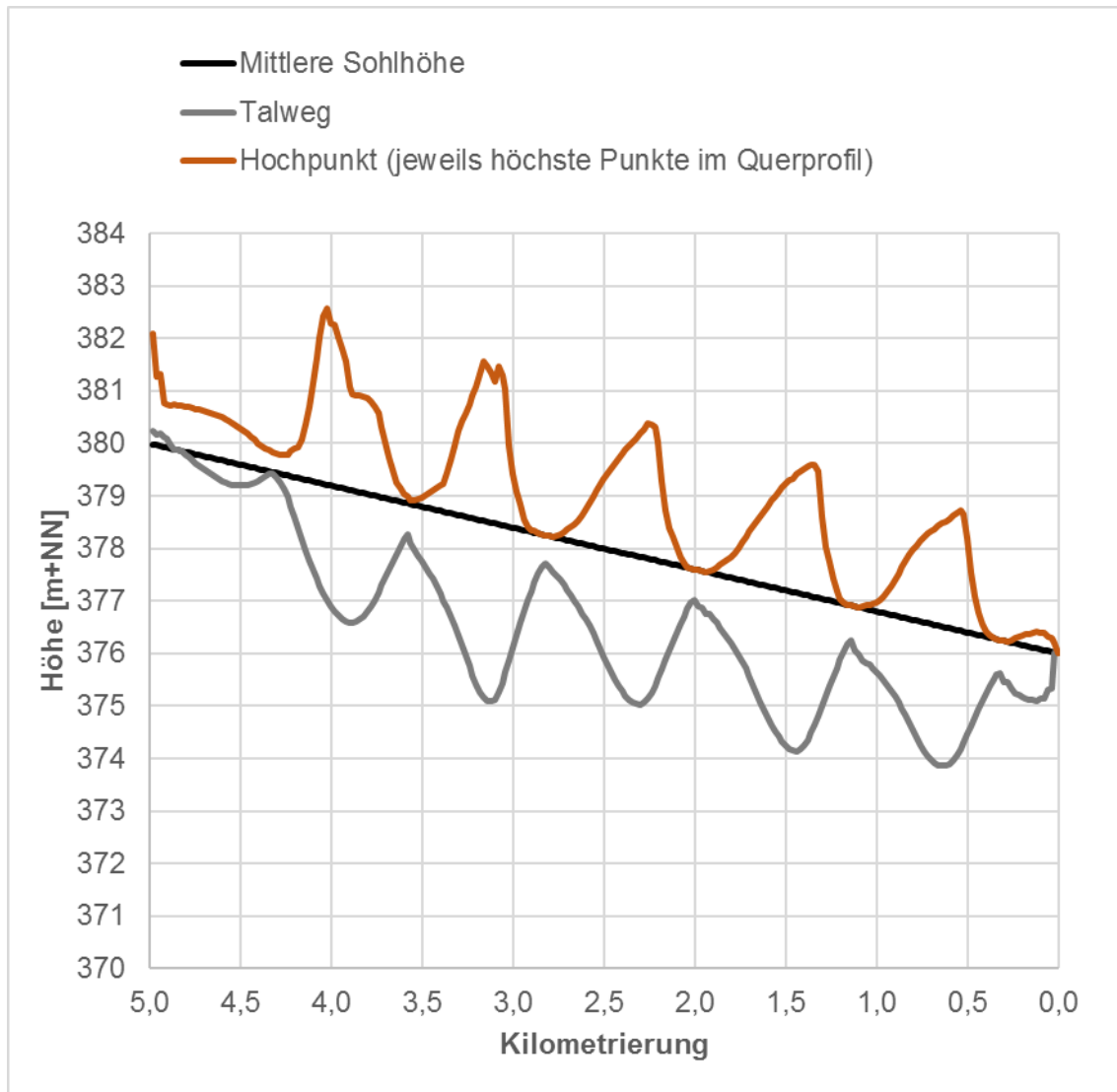


Abbildung 73: Talweg und Hochpunkte im Querprofil am Beispiel einer aufgeweiteten Strecke der Unteren Salzach als Ergebnis einer Geschiebetransportberechnung

Für die notwendige Standsicherheit der Spundwand ist eine zusätzliche Einbindung in den Untergrund erforderlich. Im Zuge der Ausführungsplanung ist diese auf Basis der dann zur Verfügung stehenden Bodenkennwerte mit Hilfe einer Standsicherheitsuntersuchung festzulegen. Vorläufig gehen wir auf Basis von Erfahrungswerten von einer Einbindung in den Untergrund mit der 1,5-fachen Länge der auskragenden Spundwand aus.

Bei der Bemessung der Spundwandlänge im Rahmen der Ausführungsplanung wird die dann tatsächliche Sohlage des Lechs im Aufweitungsereich auf Basis des

durchzuführenden Monitorings (Querprofilaufnahmen oder besser flächige Sohlvermessung) berücksichtigt.

Umgang mit freigelegten Spundwandabschnitten

Falls die Aufweitung des Lechs bis an die Spundwand heranreicht und diese dann freigelegt wird, erfolgt auf Grund des Landschaftsbildes und auch zur Verbesserung der gewässerökologischen Verhältnisse ein Aufbau der Ufersicherung mit Hilfe von Wasserbausteinen auch nach gewässerökologischen Kriterien. Je nach der örtlichen Situation werden die Böschungen mit wechselnden Neigungen zwischen 1:2 und 1:4 ausgeführt. Eine Begrünung der Böschung ist möglich. Dazu werden oberhalb der Mittelwasserlinie Steckhölzer (bewurzelungsfähige Äste bzw. Stangen austriebsfähiger Gehölze, Länge: 30 bis 60 cm, Durchmesser: 2 bis 8 cm) und / oder lebende Pflöcke (lebende Äste, Länge: 50 bis 120 cm, Durchmesser: 8 bis 12 cm) in die Steinzwischenräume eingebracht.

Die Spundwand hat dann keine Funktion mehr und kann gezogen und je nach Zustand als Spundwand oder zumindest als recycelter Rohstoff wiederverwendet werden. Um auf den Zustand der Spundwände schließen zu können, sind die Rammprotokolle aufzubewahren. Daraus kann schlussgefolgert werden, inwieweit sich die Spundwandprofile beim Rammen verformt haben.

Um eine ausreichend breite Baustraße für die Herstellung der neuen Ufersicherung sowie für das Ziehen der Spundwände herstellen zu können, muss der Abstand der Spundwand vom Deichfuß mindestens 4 m betragen. Dies ist in jedem Fall erfüllt, da die Breite des Streifens für den Unterhalt zwischen dem Deichfuß und der Spundwand mit 5 m gewählt wird.

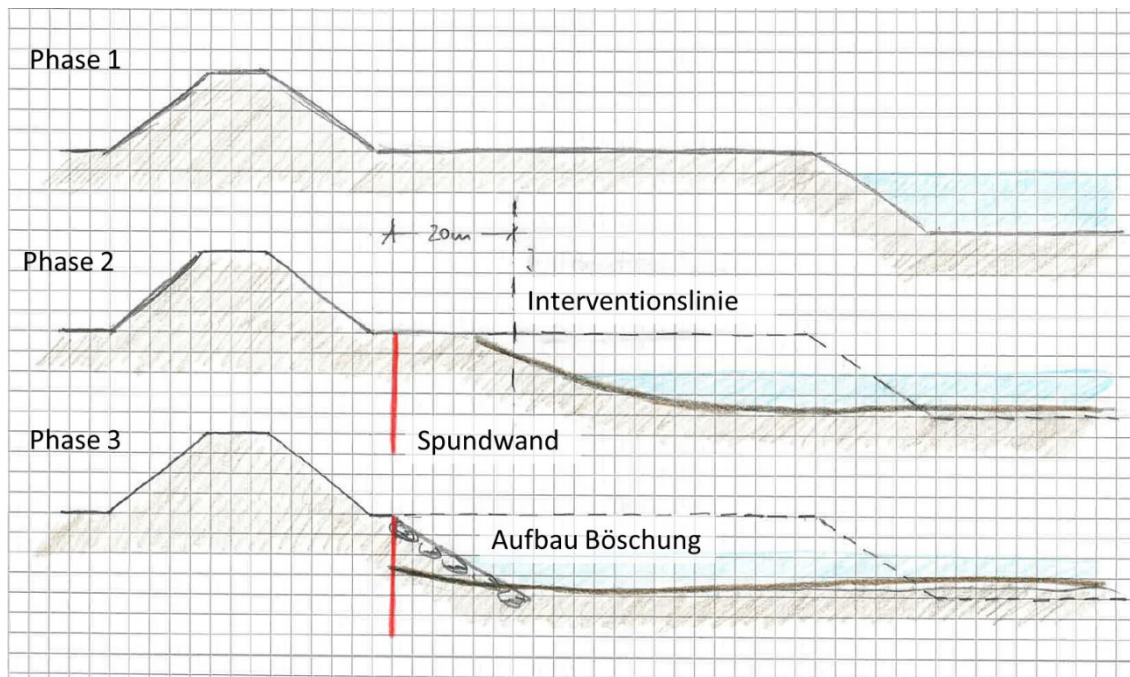


Abbildung 74: Schemazeichnung zur Sicherung der Deiche im Bereich der eigendynamischen Aufweitungen mit Spundwänden

Auswirkungen der Spundwand auf das Grundwasser

Die Mächtigkeit der grundwasserführenden quartären Kiese beträgt etwa 7 bis 10 m. Die Spundwand wird somit großteils in das eher undurchlässige Tertiär einbinden. Damit der Grundwasserstrom nicht verändert wird, werden in regelmäßigen Abständen Fenster vorgesehen. Dabei wird z. B. jede vierte Spundwandbohle nicht so tief gerammt, so dass sie nicht in das Tertiär einbindet und dadurch der Grundwasseraustausch gewährleistet wird. Die Dimensionierung der Grundwasserfenster und der entsprechende Nachweis der Nichtbeeinträchtigung der Grundwasserverhältnisse erfolgt mit Hilfe des Grundwassermodells.

Berücksichtigung der Veränderung des Wasserspiegels beim Bemessungshochwasser für die Hochwasserschutzdeiche

Infolge der Maßnahmen und der eigendynamischen Entwicklungen wird der Wasserspiegel bei Hochwasser im geplanten Endzustand gegenüber dem Bezugszustand absinken. Die Ausführungen in Kapitel 5.4.13 in Verbindung mit dem Längsschnitt in Abbildung 63 zeigen, dass bereichsweise der Wasserspiegel beim Bemessungsabfluss von 1.250 m³/s unter dem Geländeniveau auf der Luftseite der vorhandenen Deiche liegt. Demzufolge sind die Deiche in diesen Bereichen zumindest hinsichtlich ihrer Funktion zum Hochwasserschutz nicht mehr erforderlich. Auf einen Schutz der Deiche mit Hilfe der Spundwände am wasserseitigen Böschungsfuß könnte

verzichtet werden, die eigendynamische Seitenerosion könnte somit den Deich in diesem Abschnitt „schlucken“. Allerdings sind zwingend weitere Aspekte zu beachten:

- Am Deich verlaufen zurückverlegte Wege;
- Das Trinkwasserschutzgebiet der Stadt Augsburg wäre betroffen, teilweise sogar die Trinkwasserschutzzone I;
- Grundstücksfragen bzw. weitere Betroffenheiten müssten geklärt werden.

Der Verzicht auf eine Sicherung der Deiche infolge der Veränderung der Wasserspiegel beim Bemessungshochwasser ist nicht Gegenstand der vorliegenden Entwurfsplanung. Gegebenenfalls müsste dies in Tekturplanungen unter Berücksichtigung der oben genannten Gesichtspunkte zu einem späteren Zeitpunkt ergänzt werden.

5.4.12.2 Ufersicherung im Bereich der Sekundärauen

Situation am Beispiel des Abschnitts 2 links

Abbildung 75 zeigt beispielhaft die Situation im Abschnitt 2 links:

- Von oberstrom kommend wird der Lech aus dem Bogen im Abschnitt 1 durch die Ufersicherungen im Bereich der Ausleitungen ins Nebengewässer in den Bogen im Bereich des Abschnitts 2 geführt.
- Die rechtsseitige Aufweitung ist mit Umsetzung der Maßnahmen noch nicht ausgeprägt, der Lech hat noch die Breite wie im Bezugszustand.
- Die Aktivierung der Seitenerosion bewirkt eine Mobilisierung einer großen Menge an Geschiebe. Dadurch ist die Bildung von Kiesbänken mit korrespondierenden Kolken zu erwarten. Diese bedingen Querströmungen, wodurch ein Ausbrechen des Lechs auch im Bereich des Gleitufers nicht ausgeschlossen werden kann.
- Ein Ausbrechen des Lechs in Richtung des Nebengewässers ist in jedem Fall zu vermeiden.

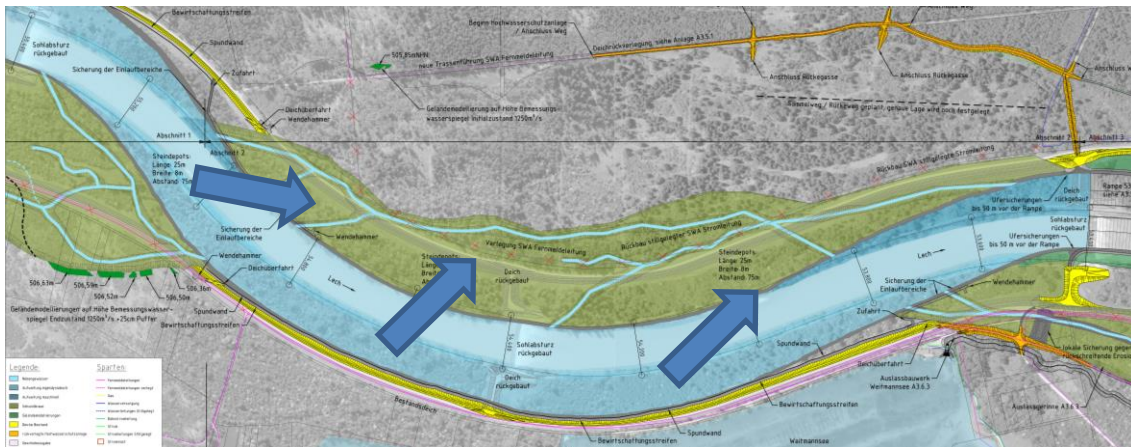


Abbildung 75: Lageplanausschnitt im Abschnitt 2

Maßnahmen – Varianten - Vorzugslösung

Variante 1: Teilweises Belassen der vorhandenen Ufersicherung

- Das Vorland wird im Sinne der Sekundäraue tiefergelegt.
- Die Steine der Ufersicherung werden entnommen.
- Die restliche Ufersicherung wird belassen. Die ausgebauten Steine der Ufersicherung werden in der Sekundäraue im Anschluss an die verbleibende Ufersicherung eingebaut, siehe Abbildung 76.
- Zudem wird die Uferböschung mit Kies überdeckt (initiales Gleitufer)

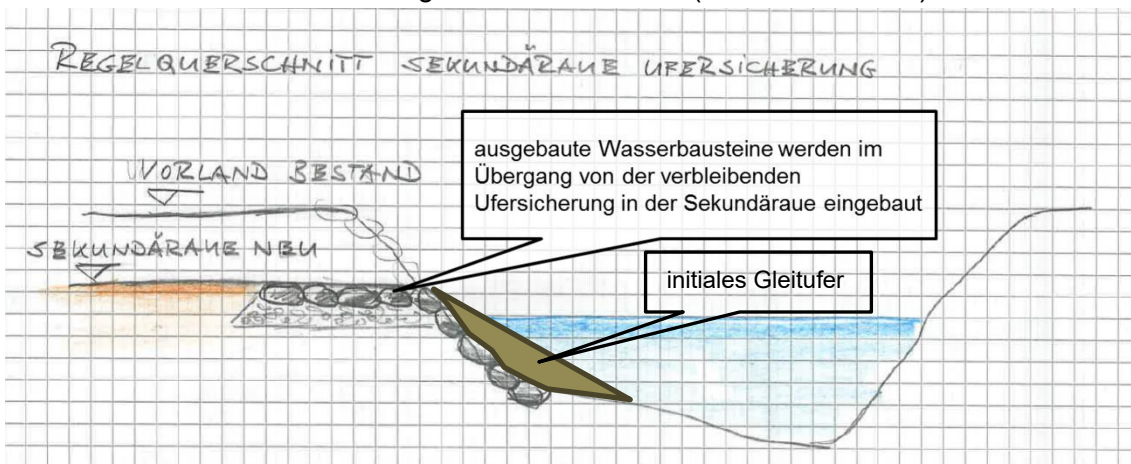


Abbildung 76: Belassen der vorhandenen Ufersicherung

Aus ökologischer Sicht wird diese Variante nicht befürwortet. Die verbleibende Ufersicherung beeinträchtigt die Ausbildung eines naturähnlichen Übergangs vom Lech

zur Sekundäraue wie sie beispielhaft am Oberen Lech im Bild der Abbildung 77 zu sehen ist.



Abbildung 77: Oberer Lech, Beispiel für einen Übergang Fluss zum Vorland im Gleitufer (Quelle: Revital)

Aus diesem Grund wurde die Variante 2 als Vorzugslösung entwickelt: Verdeckte, bühnenartige Sicherungen mit Steinen aus der Ufersicherung

- Die Ufersicherung erfolgt durch bühnenartige, verdeckte Strukturen, siehe Abbildung 78.
- Die vorhandene Ufersicherung wird vollständig rückgebaut.
- Für die bühnenartigen Strukturen wird ein Graben ausgehoben. Der Graben wird mit den Steinen aus der Ufersicherung aufgefüllt und mit Kies abgedeckt, siehe Abbildung 79 (Steindepot).
- Das Steindepot ist etwa 2 m tief, die Böschungen werden mit einer Neigung von $h:b=1:1,5$ angelegt, die Basisbreite beträgt 1m. An der Oberfläche hat das Steindepot somit eine Breite von etwa 7 m.
- Die Steindepots werden nicht direkt an der Uferlinie, sondern um ca. 10 m rückversetzt errichtet.

- Als Richtwert beträgt der Abstand der Ufersicherungen 75 bis 100 m, die Länge der Ufersicherungen 25 m. Bei der Wahl der Abmessungen wird angestrebt, dass die ausgebauten Wasserbausteine aus der vorhandenen Ufersicherung ausreichen und keine zusätzlichen Wasserbausteine geliefert werden müssen. Gegebenenfalls können auch Wasserbausteine aus benachbarten Abschnitten verwendet werden, wenn hier ein Überschuss vorhanden ist. Um die Menge der Steine in den vorhandenen Ufersicherungen besser abschätzen zu können, sind im Zuge der späteren Ausführungsplanung ergänzende Schürfen erforderlich (siehe dazu die Ausführungen zu den bereits durchgeführten Schürfen in Kapitel 5.4.3).
- Falls die Steine aus der Ufersicherung nicht reichen, können auch Steine aus benachbarten Abschnitten verwendet werden.
- Die Steine werden mit Kies aus der Herstellung der Sekundäraue überdeckt. Jeglicher Bewuchs im Bereich des Steindepots ist zulässig.
-

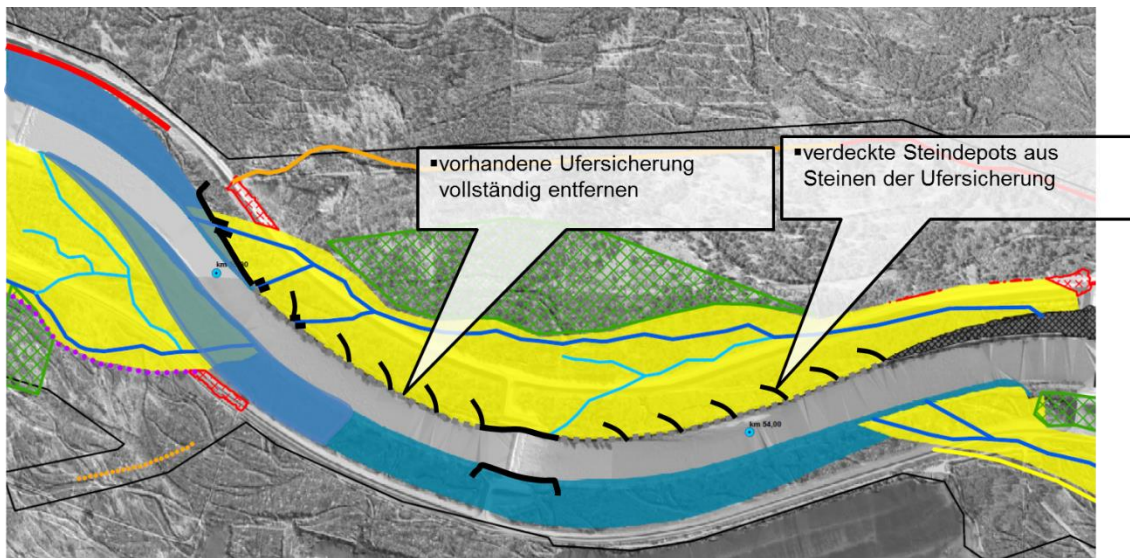


Abbildung 78: Ufersicherung durch verdeckte inklinante Buhnen, skizzenhaft

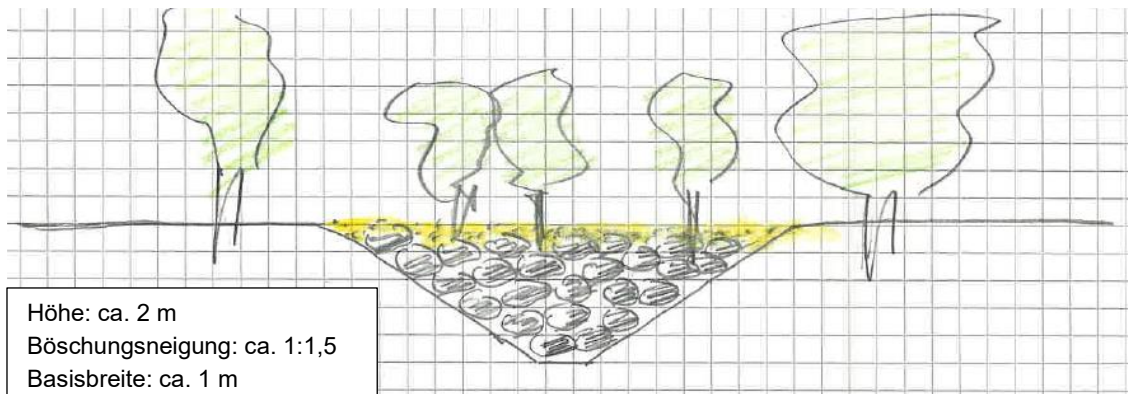


Abbildung 79: Steindepot zur Stabilisierung der Ufer im Bereich der Sekundärauen

5.4.12.3 Sicherung der Böschungen der Sekundärauen hinsichtlich einer nicht zulässigen weiteren lateralen Entwicklung

Allgemeines – Randbedingungen

Hinsichtlich bereichsweise erforderlicher Sicherungen der Böschungen der Sekundärauen sind folgende Randbedingungen zu beachten:

- Eine weitere eigendynamische Entwicklung der Böschungen der Sekundärauen ist grundsätzlich erwünscht im Sinne dynamischer Prozesse und der damit verbundenen Umlagerungsvorgänge.
- Die vorhandenen Schubspannungen als Ergebnis der hydraulischen Berechnungen zeigen, dass der Aufweitungsdruck nicht sehr groß ist.
- Auf den Flächen der Sekundärauen einschließlich der Böschungen ist Bewuchs vorgesehen. Dieser sorgt für eine Stabilisierung des Untergrunds und damit eine weitere Reduzierung der Dynamik und etwaiger Seitenerosionsvorgänge im Bereich der Böschung.
- Beim Grunderwerb wird eine Pufferzone von den Grundstücksgrenzen zur Oberkante der Böschung der Sekundärauen von mindestens 20 m angestrebt.

Maßnahmen

Maßnahmen zur Sicherung der Böschungen sind nur in den Bereichen vorgesehen, in denen eine weitere eigendynamische Seitenerosion nicht zugelassen werden kann.

- Dies gilt für die Böschungen der Sekundärauen in den Abschnitten 3, 4 und 6. In diesen Abschnitten verläuft der rückverlegte Weg unmittelbar im Bereich der Böschung.

- Zudem werden einzelne Bereiche der Böschungen gesichert, falls der Puffer zu Grundstücken, die durch eine Seitenerosion nicht tangiert werden dürfen, zu klein wird.
- Die Maßnahmen werden nur in den Bereichen und auch erst dann umgesetzt, wenn tatsächlich unerwünschte Erosionen z. B. im Bereich von Wegen entstehen.

Als konkrete Maßnahmen werden lokale Lauffixierungen vorgesehen. Je nach Ufersituation wird ein Abstand der Lauffixierungen von 30 bis 50 m gewählt. Die Böschung wird dabei auf einer Länge von 5 bis 10 m mit Wasserbausteinen gesichert. Die Sicherung wird buhlenartig ausgeführt mit einer Tiefe von ca. 5 m. Bei lokalen Böschungsanbrüchen z. B. im Bereich von Wegen können auch flächige Steinsicherungen der Böschungen erfolgen.

5.4.12.4 Sicherung der Nebengewässer hinsichtlich einer nicht zulässigen Aufweitung

Die gegebenenfalls erforderliche Sicherung der Nebengewässer zur Vermeidung einer nicht zulässigen Aufweitung ist im Zusammenhang mit der Entwicklung der Böschungen der Sekundärauen zu sehen (siehe vorangegangenes Kapitel 5.4.12.3). Grundsätzlich ist eine eigendynamische Entwicklung der Nebengewässer erwünscht. Eine Begrenzung der Aufweitung der Nebengewässer ist lediglich dann erforderlich, wenn z. B. vorhandene Wege dadurch betroffen wären. Dies ist insbesondere in den Abschnitten 3 und 4 zu beachten, da hier die rückverlegten Wege im Bereich der Böschung der Sekundärauen verlaufen. Ebenso wäre ein Eingriff erforderlich, wenn ein Nebengewässer die Außengrenzen einer Sekundäraue erreicht und sich hier Grundstücke befinden, die nicht durch eine Seitenerosion tangiert werden dürfen.

Grundsätzlich verlaufen die Nebengewässer in diesen Abschnitten aber mit einem relativ deutlichen Sicherheitsabstand von den Böschungen der Sekundärauen, so dass das Erfordernis von Sicherungsmaßnahmen unwahrscheinlich ist. Falls doch Maßnahmen erforderlich sind, so sind diese für den jeweiligen Einzelfall zu wählen. Dabei sollte der Eingriff so gering wie möglich gehalten werden, z. B. durch lokale Lauffixierungen aus Wasserbausteinen oder lokale Ufersicherungen mit Raubäumen.

5.4.12.5 Sicherung der Einlaufbereiche der Nebengewässer

Die Abbildung 80 zeigt beispielhaft die Situation im Übergang vom Abschnitt 1 zum Abschnitt 2. Der Lech wechselt aus dem Abschnitt 1 über eine Furtstrecke in den ausgeprägten Bogen des Abschnitts 2. Die Einleitungen in das Nebengewässer im Abschnitt 2 erfolgen im Übergangsbereich zwischen den beiden Abschnitten. Eine

Sicherung des Ufers sowie der unmittelbaren Einlaufbereiche sind zwingend erforderlich, um ein mögliches Ausbrechen des Lechs zu vermeiden.

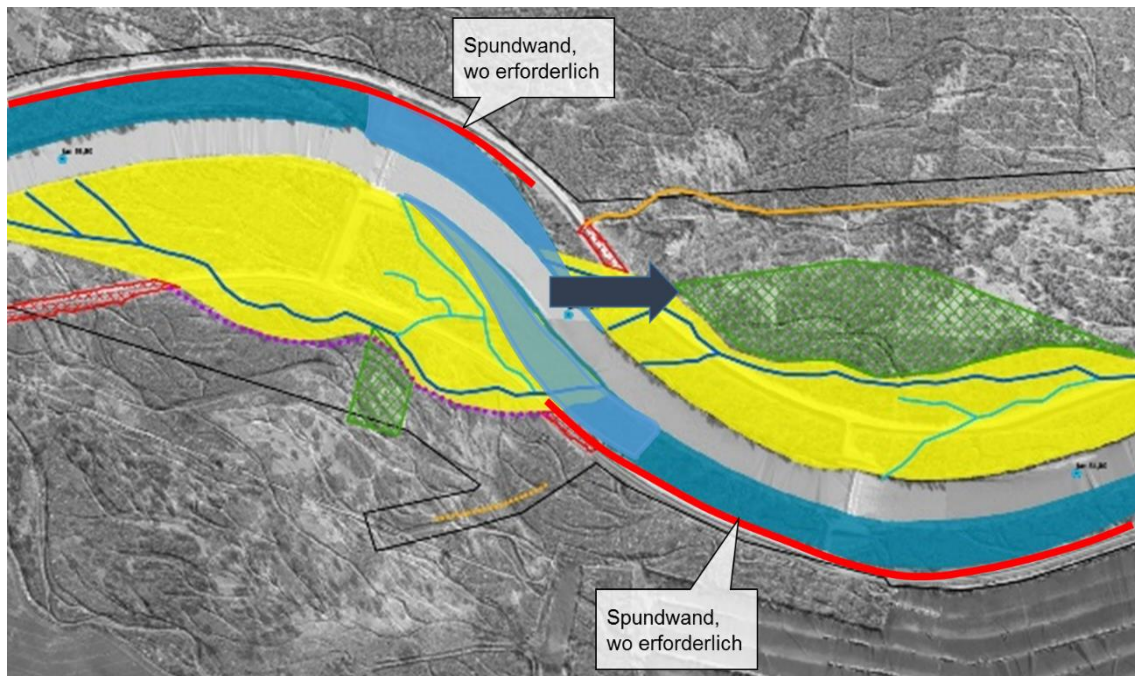


Abbildung 80: Übergang Abschnitt 1 nach Abschnitt 2, Erfordernis Sicherung der Einlaufbereiche des Nebengewässers

Abschnitt 1

Die Abbildung 81 zeigt die erforderlichen Sicherungsmaßnahmen im Abschnitt 1:

- Die Uferböschung wird im Übergangsbereich von der Sohlsicherung bis zum 2. Nebengewässereinlauf durchgehend mit Wasserbausteinen gesichert. Da die gegenüberliegende Aufweitung (eigendynamische Seitenerosion) bereits vorher erfolgt, ist die hydraulische Belastung im Bereich der Nebengewässereinläufe möglicherweise deutlich reduziert. Gegebenenfalls kann auf eine durchgehende Sicherung der Böschung des Lechufers verzichtet werden. Dazu werden Wasserbausteine auf einer Filterschicht gesetzt, die Böschungsneigung beträgt etwa 1:2.
- Nach dem Übergang zum Gleitufer erfolgt die Sicherung des Ufers zur Sekundäraue gemäß den Erläuterungen in Kapitel 5.4.12.2.
- Die Nebengewässereinläufe werden auf den ersten 10 m gesichert. Dazu werden sowohl die Böschungen als auch die Sohle mit Wasserbausteinen belegt.

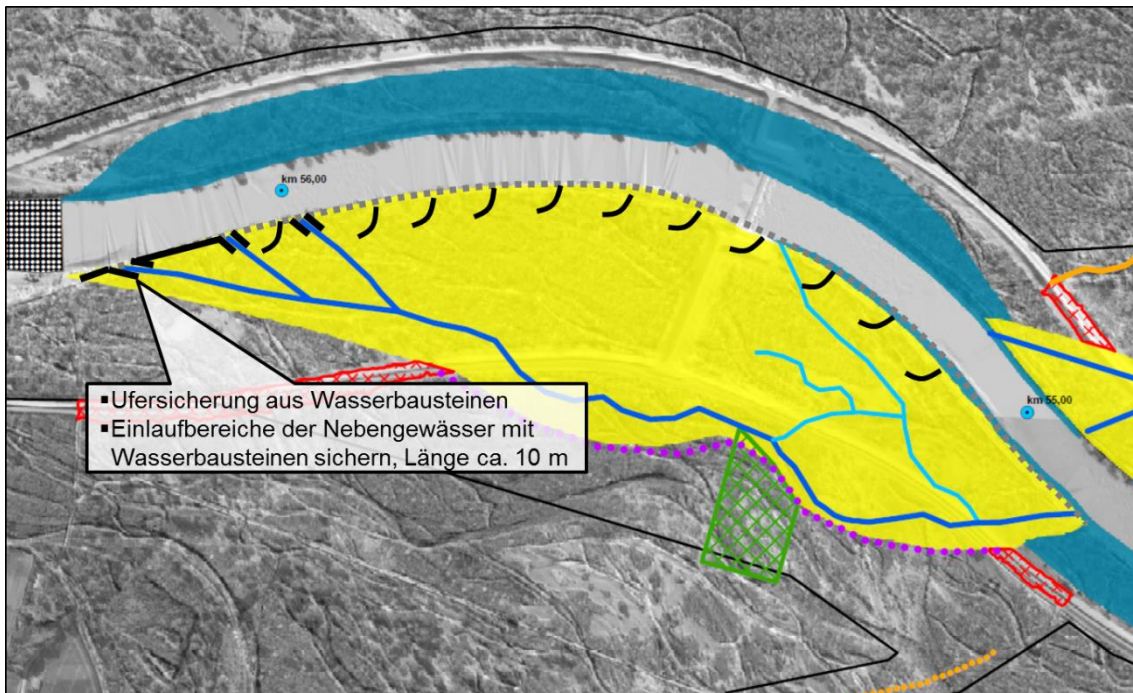


Abbildung 81: Abschnitt 1 - Sicherungsmaßnahmen im Bereich der Einläufe des Nebengewässers

Abschnitt 2

Die Abbildung 82 zeigt die erforderlichen Sicherungsmaßnahmen im Abschnitt 2:

- Die Uferböschung wird im Pralluferbereich durchgehend mit Wasserbausteinen gesichert.
- Nach dem Übergang zum Gleitufer erfolgt die Sicherung des Ufers zur Sekundäraue gemäß den Erläuterungen in Kapitel 5.4.12.2.
- Die Aufweitung des Lechs bis zur Ufersicherung erfolgt maschinell. Dies ist insbesondere damit begründet, dass die Herstellung der Sekundäraue sowie der Nebengewässer mit dem Umsetzungspaket 1 erfolgt.
- Die Nebengewässereinläufe werden auf den ersten 10 m gesichert. Dazu werden sowohl die Böschungen als auch die Sohle mit Wasserbausteinen belegt.



Abbildung 82: Abschnitt 2 - Sicherungsmaßnahmen im Bereich der Einläufe des Nebengewässers

Abschnitt 3

Die Abbildung 83 zeigt die erforderlichen Sicherungsmaßnahmen im Abschnitt 3:

- Die Uferböschung wird im Pralluferbereich durchgehend mit Wasserbausteinen gesichert. Die Ufersicherung im Bereich der Einläufe der Nebengewässer ist hier im Zusammenhang mit der ohnehin erforderlichen Ufersicherung im Einlaufbereich der Sohlrampe Fkm 53,4 zu sehen. Die Ufersicherung erfolgt somit durchgehend bis zur Sohlrampe.
- Die Sohlrampe Fkm 53,4 wird bereits mit dem Umsetzungspaket 1 errichtet. Die dazu erforderlichen Maßnahmen im rechten Ufer oberstrom der Rampe erfolgen mit dem Bau der Rampe. Im weiteren Verlauf nach oberstrom kann sich das rechte Ufer zunächst eigendynamisch aufweiten. Mit dem Bau der der Einläufe der Nebengewässer wird die Ufersicherung erstellt. Je nach Fortschritt der eigendynamischen Aufweitung ist hier noch eine ergänzende maschinelle Aufweitung notwendig.
- Die Nebengewässereinläufe werden auf den ersten 10 m gesichert. Dazu werden sowohl die Böschungen als auch die Sohle mit Wasserbausteinen belegt.

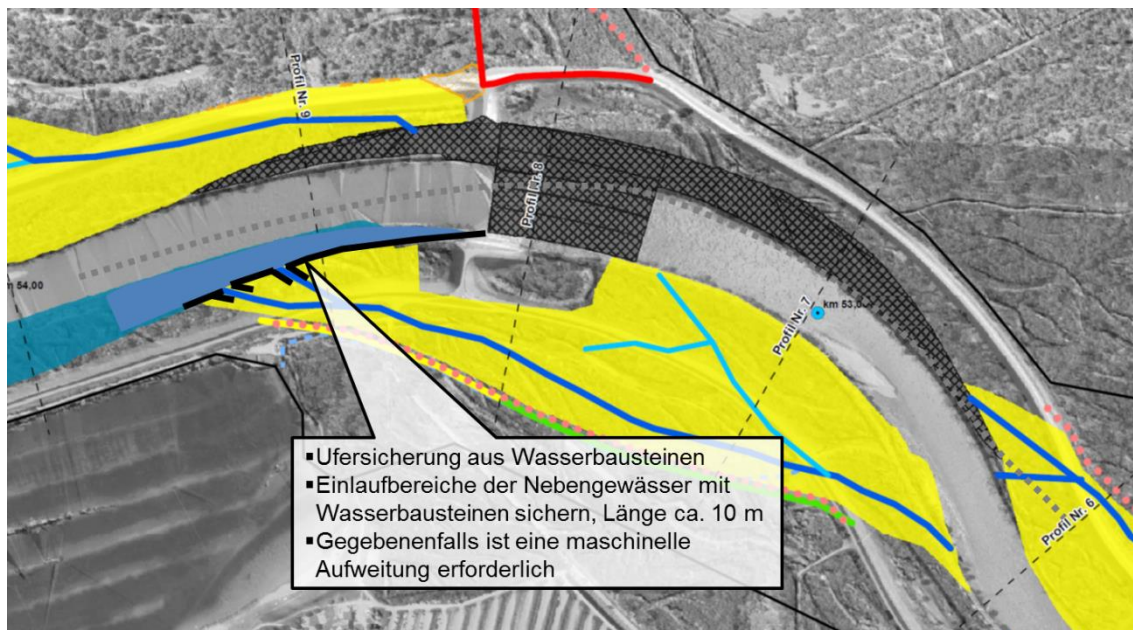


Abbildung 83: Abschnitt 3 - Sicherungsmaßnahmen im Bereich der Einläufe des Nebengewässers

Abschnitt 4

Die Abbildung 84 zeigt die erforderlichen Sicherungsmaßnahmen im Abschnitt 4:

- Die Uferböschung wird im Pralluferbereich durchgehend mit Wasserbausteinen gesichert.
- Vor dem Bau der Nebengewässer kann sich das rechtsseitige Ufer im Bereich der Einläufe eigendynamisch aufweiten. Eine ergänzende maschinelle Aufweitung ist hier voraussichtlich nicht erforderlich.
- Die Nebengewässereinläufe werden auf den ersten 10 m gesichert. Dazu werden sowohl die Böschungen als auch die Sohle mit Wasserbausteinen belegt.

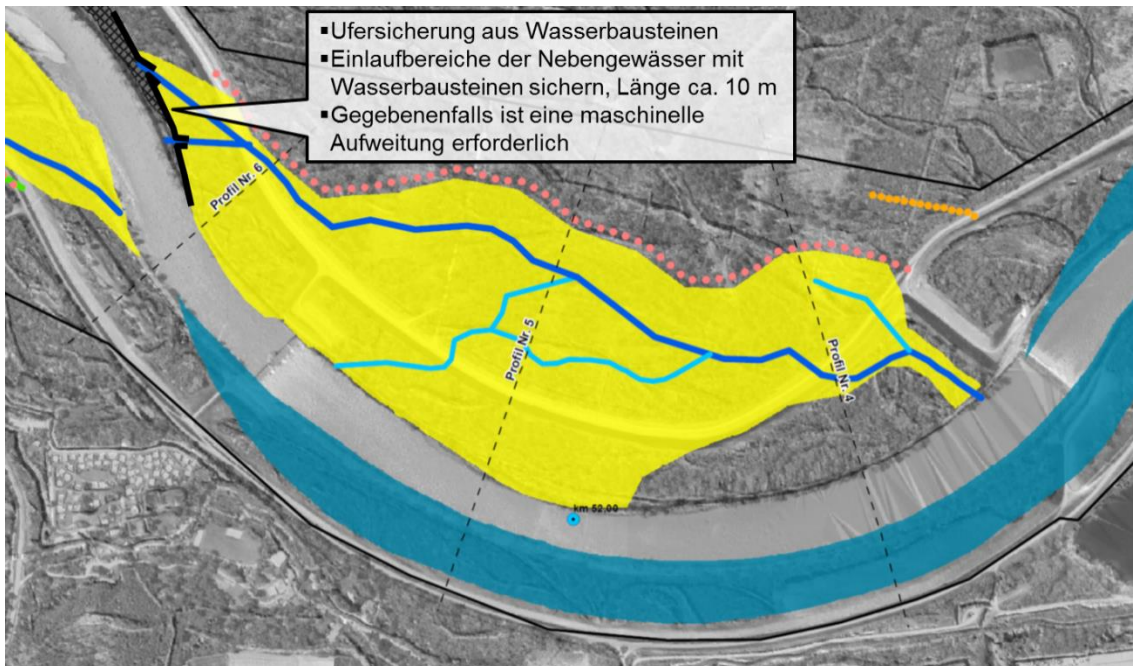


Abbildung 84: Abschnitt 4 - Sicherungsmaßnahmen im Bereich der Einläufe des Nebengewässers

5.4.12.6 Ufersicherung im Bereich der Zu- und Ablaufstrecken der Sohlrampen

Im unmittelbaren Bereich ober- und unterstrom der Sohlrampen muss das Ufer des Lechs gesichert werden. Dazu werden Wasserbausteine auf einer Filterschicht gesetzt. Die Böschungsneigung beträgt etwa 1:2. Die Ufersicherungen sind in den Lageplänen in den entsprechenden Anlagen A.3.3.1 und A.3.3.2 eingetragen.

5.4.12.7 Ufersicherung im Bereich der temporär verbleibenden Abstürze

Um die temporär verbleibenden Absturzbauwerke zu sichern, müssen die Ufersicherungen ober- und unterstrom auf einer Länge von jeweils etwa 50 m belassen werden. Oberstrom der Abstürze besteht auf der Uferseite, in der eine eigendynamische Seitenerosion zugelassen wird, die Gefahr, dass die Ufersicherung infolge der voranschreitenden Seitenerosion versagt. Deshalb wird die Ufersicherung in diesen Bereichen durch ein Steindepot (entsprechend der Ufersicherung zu den Sekundärauen, siehe Kapitel 5.4.12.2, Abbildung 79) ins Vorland verlängert. Siehe dazu den Lageplan zum Initialzustand in Anlage A3.1.1.

5.4.12.8 Lokale Lauffixierungen in den Abschnitten 6 und 7

Zwischen der Sohlrampe Fkm 50,4 und dem Hochablass muss die Breite des aufgeweiteten Lech auf 85 m begrenzt werden. Dadurch kann eine Verschlechterung der Grundwassersituation gegenüber dem Bezugszustand vermieden werden (siehe dazu auch Kapitel 5.4.1.2).

Die Begrenzung der eigendynamischen Seitenerosion des Lechs erfolgt durch den Einbau von lokalen Lauffixierungen. Dabei handelt es sich um Steindepots, die im Abstand von etwa 100 m angelegt werden. Diese werden bei entsprechender Aufweitung des Lechs aktiviert und sichern das Lechufer vor einer weiteren Aufweitung. Zwischen den Lauffixierungen wird das Ufer nicht gesichert. Eine birnenförmige Aufweitung des Lechs zwischen den Lauffixierungen ist zulässig. Die Steindepots sind so zu dimensionieren, dass diese durch die Aufweitung nicht zerstört werden.

Die Steindepots werden analog zu den buhlenartigen Strukturen im Übergang zu den Sekundärauen angelegt (siehe Kapitel 5.4.12.2). Die Länge der Steindepots wird mit 15 m gewählt, die Tiefe mit 3 m (siehe Abbildung 85). Bei einer Tiefe von 3 m sind in den Steindepots ausreichend viel Steine vorhanden, um das in den Abschnitten 6 und 7 vorhandene relativ hohe Ufer im Falle einer Aktivierung der Steindepots (die Aufweitung erreicht die Steindepots) vor einer weiteren Seitenerosion zu schützen. Die beim Rückbau der Ufersicherung anfallenden Steine können wiederverwendet werden.

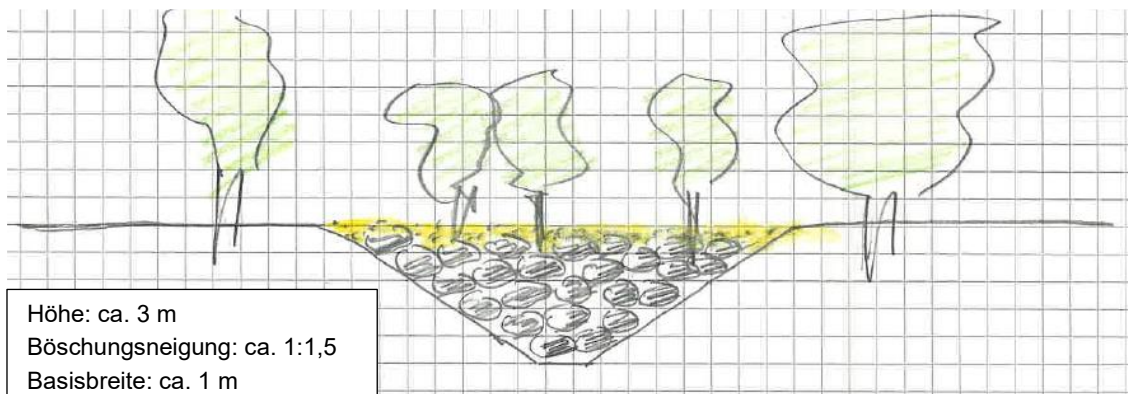


Abbildung 85: Steindepots als lokale Lauffixierungen

Im Abschnitt 6 werden die Lauffixierungen zusammen mit der Herstellung der Sekundärauen umgesetzt. Die Baustellenzufahrt kann dann über die bereits gerodete Fläche der Sekundäraue erfolgen.

Im Abschnitt 7 werden die Steindepots erst nach bereits erfolgter Aufweitung des Lechs errichtet. Die Zufahrt kann über den Uferbereich erfolgen. Auf eine Baustraße durch den Auwald kann somit verzichtet werden.

5.4.13 Rückverlegung von Wegen

Im Moment stellen die Deichhinterwege der lechbegleitenden Hochwasserschutzdeiche beidseitig des Lechs die Haupteerschließungswege in Nord-Süd-Richtung dar. Ergänzt werden diese durch lechnahe Uferwege, welche jeweils über die Querdeiche erreicht werden können.

Die Uferwege werden im Zuge des Rückbaus der Ufersicherung und bei Anlage der Sekundärauen zurückgebaut und stellen keine durchgehende Wegeverbindung mehr dar. Die Deichhinterwege werden in den Bereichen der Sekundärauen zurückgebaut.

Um die Erreichbarkeit der Waldparzellen und die Haupteerschließungswege in Nord-Süd-Richtung zu erhalten, werden deshalb bestehende Wege adaptiert und neue Wege angelegt. Dieses Wegenetz dient auch der Freizeit- und Erholungsnutzung (Rad- / Spazierwege) sowie zur Erreichbarkeit des Lechs für Zwecke wie Unterhalt und Monitoring durch die Wasserwirtschaftsverwaltung. Die Anpassung des Wegesystems basiert auf folgenden Planungsparametern:

- So weit möglich Wege erhalten und bestehende Wege nutzen/ausbauen;
- Für bestehende Wege die nicht auf Flächen im Eigentum des Freistaats Bayern verlaufen ist der Eintrag einer Grunddienstbarkeit oder der Erwerb der Wegfläche geplant.
- Für bestehende Wege die nicht auf Flächen im Eigentum des Freistaats Bayern verlaufen und bisher nicht als Radweg oder Ähnliches ausgewiesen sind, wird eine privatrechtliche Vereinbarung mit dem jeweiligen Grundstückseigentümer getroffen.
- Neuen Wegtrassen soweit möglich außerhalb von wertvollen Lebensräumen, insbesondere außerhalb von FFH-Lebensraumtypen
- Zielgerichtetes Fahren ermöglichen und damit Umwege vermeiden (v.a. für Fußgeher und Radfahrer von hoher Relevanz damit die Wege angenommen werden);
- Neue Wege werden nicht im Bereich der abgesenkten Sekundäraue angelegt;
- Ausreichenden Abstand zu neuen Nebengewässern einhalten, um spätere Sicherungsmaßnahmen an Nebengewässern zu vermeiden;
- LKW taugliche Erschließung der Rampen an beiden Ufern;

- Wege müssen nicht zwingend außerhalb des Abflussbereichs bei HQ₁₀₀ liegen;

Technische Festlegungen zur Ausgestaltung der Wege:

- Regelprofil 3,5 m (3 m + 2 x 0,25 m Bankett);
- LKW befahrbar;
- Oberflächengestaltung: wassergebundene Decke entsprechend der derzeit im Gebiet befindlichen Deichhinterwege;

Die zukünftigen Wegebeziehungen in Nord-Süd-Richtung sind im Gesamtlageplan für den prognostizierten Endzustand eingetragen (A3.1.2).

- Im Abschnitt 1 erfolgt die Wegeführung rechtsseitig in Zukunft über einen bestehenden Weg im östlichen Hinterland. Wenn erforderlich, erfolgt eine Anpassung dieses Weges an den oben festgelegten technischen Festlegungen. Linksseitig bleibt der Deichhinterweg bestehen.
- Im Abschnitt 2 erfolgt die Wegeführung linksseitig über den bestehenden Weg Mondscheingeräumt. Im unterstromigen Bereich wird der bestehende Weg in eine Hochwasserschutzanlage mit integriertem Weg umgebaut. Rechtsseitig bleibt der Deichhinterweg bestehen.
- Im Abschnitt 3 wird auf der rechten Seite entlang der Böschungsoberkante der Sekundäraue ein neuer Weg angelegt, welcher im oberstromigen Teil auch als Hochwasserschutzanlage fungiert. Linksseitig bleibt der Deichhinterweg bestehen.
- Im Abschnitt 4 links wird linksseitig entlang der Böschungsoberkante der Sekundäraue ein Weg angelegt. Im unterstromigen Teil fungiert dieser auch als Hochwasserschutzanlage. Rechtsseitig bleibt der Deichhinterweg bestehen.
- Im Abschnitt 5 werden keine Sekundärauen angelegt. Hier bleiben beidseitig die Deichhinterwege erhalten.
- Im Abschnitt 6 links wird die Sekundäraue nur bis zum Bestandsdeich angelegt, der Deichhinterweg bleibt entsprechend erhalten.
- Im Abschnitt 6 rechts wird der Weg in die Uferböschung der Sekundäraue integriert. Die Böschung, in der auch das Auslaufgerinne des Auensees geführt wird, wird dazu im Sinne einer Berme abgetreppt.

5.4.14 Sonstige Maßnahmen

5.4.14.1 Pegel Haunstetten

Der Pegel Haunstetten / Lech (Messstellen-Nr.: 12003500) befindet sich ca. 20 m oberstrom des geplanten Absturzes Fkm 50,4.

Linksseitig auf dem Querdeich ist ein Pegelhaus angeordnet. An den Böschungen zum Lech befindet sich eine Treppe und der Lattenpegel. Vom Pegelhaus ist ein Drahtseil für Abflussmessungen auf die rechte Seite über den Lech gespannt (siehe Abbildung 86).



Abbildung 86: Pegel Haunstetten bei Fkm 50,4

Durch die Verlegung des Lechs nach links sowie die Aufweitung und den Bau der Rampe 50,4, muss der Pegel zunächst zurückgebaut und neu errichtet werden.

Der neue Pegel wird an derselben Stelle, angepasst an die neuen Randbedingungen errichtet. Der Standort ist aus folgenden Gründen für einen Flusspegel geeignet:

- Vor der Rampe wird sich ein stabiler Abflussquerschnitt einstellen. Damit ist das Aufstellen einer exakten W-Q-Beziehung möglich.
- An der Rampe 50,4 wird es einen konzentrierten Abfluss im Flussschlauch und keine Umläufigkeit des Pegels bei Hochwasser geben.

- Die Kontinuität der Abflussreihe bleibt erhalten.

5.4.14.2 Düker Fkm 48,4

Im Bereich der Anbindung des Gießler Überlaufes verläuft bei Fkm 48,4 ein Trinkwasserdüker bestehend aus zwei Rohrleitungen DN500 der Stadtwerke Augsburg. Der Düker wurde 1977 hergestellt.

Der Düker steigt beidseitig des Lechs parallel zu den Uferböschungen nach oben. Eine Anpassung des Dükers ist nicht vorgesehen. Somit wird auf eine Aufweitung des Lechs im Bereich des Dükers teilweise temporär verzichtet. Siehe dazu den Lageplan in Anlage A3.2.7.

Wird der Düker erneuert, so ist dieser so zu gestalten, dass eine Aufweitung des Lechs in diesem Bereich ermöglicht wird. Diese Aufweitung ist Bestandteil der beantragten Maßnahmen.

Bis dahin wird im Bereich des Dükers auf die linksseitige eigendynamische Aufweitung verzichtet, d.h. die bestehende Ufersicherung wird nicht ausgebaut. Oberstrom des Dükers wird im Übergang zu den Weichen Ufern eine Ufersicherung in Form eines Steindepots eingebaut. Dieses hat eine Länge von etwa 70 m. Im Querschnitt entspricht das Steindepot den lokalen Lauffixierungen an den Abschnitten 6 und 7 (Kapitel 5.4.12.8, Abbildung 85).

Rechtsseitig wird als teilweise Kompensation eine maschinelle Aufweitung, analog zu den initialen Aufweitungen, bis zur luftseitigen Grenze des Uferweges durchgeführt.

5.4.14.3 Düker Fkm 52,7

Bei Fkm 52,7 kreuzt eine Trinkwasserleitung DN300 der Gemeinde Kissing den Lech. Gemäß den Bestandsplänen liegt die Oberkante der Rohrleitung bei ca. 490,95 mNHN auf der gesamten Länge zwischen den Hochwasserschutzdeichen.

Die mittlere Lechsohle liegt im Bezugs- sowie im Endzustand etwa bei 496,27 mNHN. Der Talweg liegt im Bezugszustand bei 493,09 mNHN. Im Endzustand dürfte der Talweg auch in diesem Bereich zu liegen kommen. Somit wird eine ausreichende Überdeckung des Dükers prognostiziert.

Im Verlauf der Leitung liegt linksseitig des Lechs die eigendynamische Aufweitung des Abschnittes 3, rechtsseitig liegt die Sekundäraue und das Nebengewässer des Abschnittes 3. Die Bestandsdeiche bleiben in diesem Bereich bestehen.

Somit sind keine Konfliktpunkte zwischen dem Düker und den geplanten Maßnahmen vorhanden. Die Entwicklung der Sohlagen in diesem Bereich ist zu beobachten, um eine ausreichende Überdeckung der Leitung sicherzustellen. Dies erfolgt ohnehin im Rahmen des Monitorings (siehe Kapitel 5.4.16).

5.4.14.4 Strommasten LVN Rampe 50,4

Im Bereich der geplanten Sohlrampe Fkm 50,4 kreuzt eine 110 kV Hochspannungsleitung der LEW Verteilnetze GmbH (LVN) den Lech (siehe Abbildung 87). Zwischen den Bestandsdeichen liegen drei Strommasten. Einer am rechten Ufer im Bereich der geplanten Sekundäraue (Nr. 67) und zwei am linken Ufer auf Höhe der geplanten Rampe (Nr. 68 und 69).

Im Oktober 2021 wurde die LVN im Rahmen einer Vorabstimmung von SKI über die prinzipielle Notwendigkeit einer Umlegung informiert und die prinzipielle Machbarkeit abgestimmt. Eine vorläufige Trassierung wurde im November 2023 von der LVN übergeben (siehe Abbildung 87).

Dabei werden die Masten Nr. 67, 68 und 69 durch Winkelabspannmasten ersetzt.

Der rechtsseitig des Lechs gelegene Mast Nr. 67 wird etwas nach Nordosten versetzt. Linksseitig des Lechs ist die Verlegung des Mastes Nr. 68, welcher dem Lech am nächsten ist, notwendig, da dieser in der Fläche der geplanten Rampe liegt. Der weiter entfernte Mast Nr. 69 wird nach Südost verlegt.

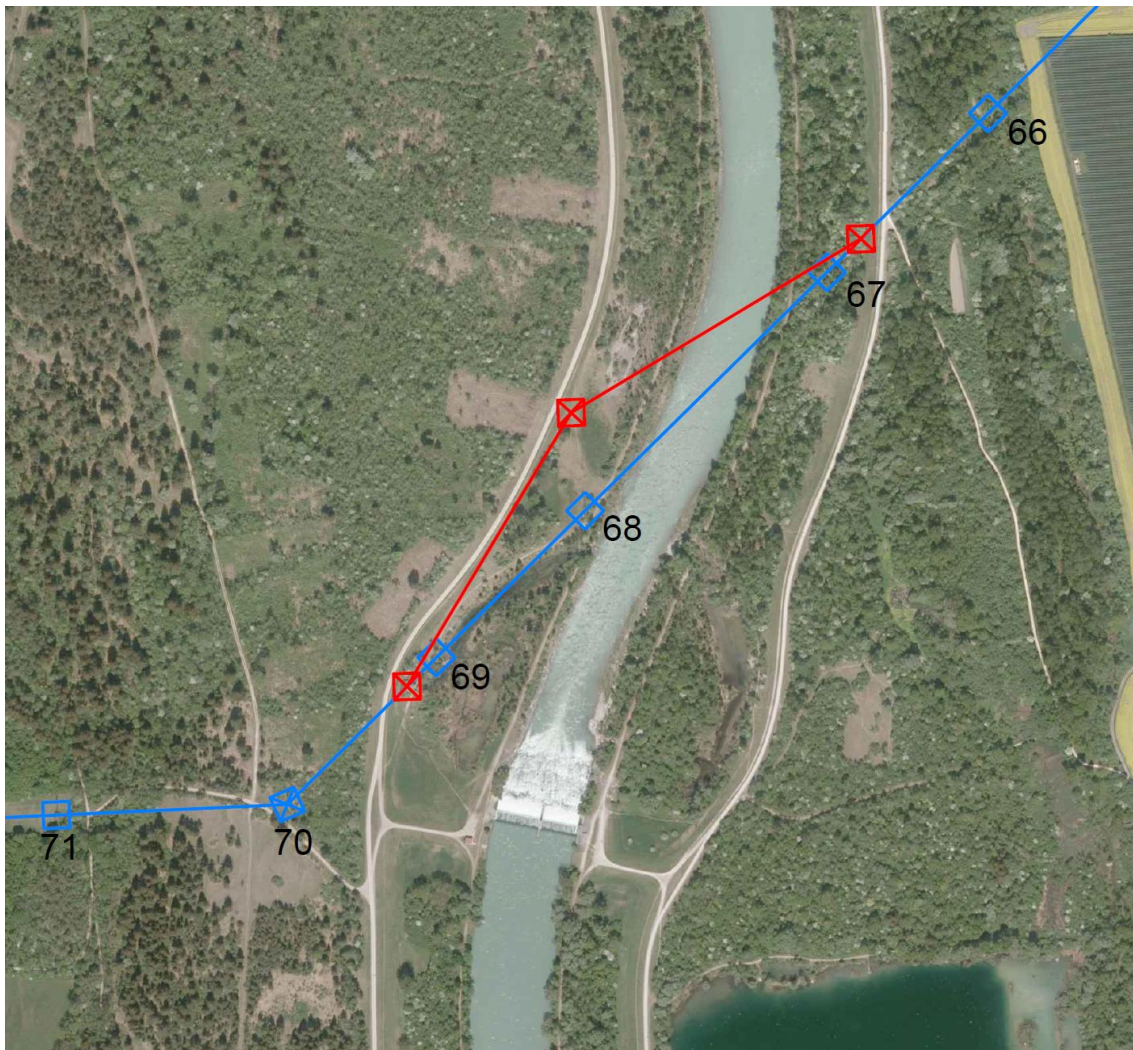


Abbildung 87: LVN 110 kV-Leitung

Die Umlegung der Leitungstrasse ist nicht Gegenstand der vorliegenden Genehmigungsplanung. Jedoch ist mit Beginn des Planfeststellungsverfahrens die enge zeitliche und organisatorische Abstimmung mit der LVN aufzunehmen, da die Verlegung der Strommasten die Voraussetzung für den Bau der Rampe ist. Siehe dazu auch die Ausführungen in Kapitel 9.2.

Von der LVN wird ein separates, förmliches Genehmigungsverfahren durchgeführt, welches dann als *Ersatzneubau der 110-kV-Freileitung Anlage 60001 (C6) Gersthofen – Haunstetten von Mast 67 (neu) bis Mast 69 (neu) im Nachgang zum Projekt „Licca liber“* bezeichnet wird.

5.4.14.5 Fkm-Steine

Flusskilometersteine werden von der Flussmeisterstelle in Absprache mit dem Wasserwirtschaftsamt Donauwörth bei Bedarf gesetzt.

5.4.14.6 Rückbau Grundwassermessstellen

Insgesamt müssen 35 Grundwassermessstellen zurückgebaut werden. Davon liegen 12 Grundwassermessstellen im Bereich der rückzubauenden Brunnen im Abschnitt 4. Der Rückbau dieser Messstellen wird nicht in diesem Wasserrechtsverfahren abgehandelt. Dies erfolgt in einem separaten Verfahren zusammen mit dem Rückbau der Brunnen. Siehe dazu auch die Ausführungen in Kapitel 9.2.

Der Rückbau der weiteren 23 Grundwassermessstellen (siehe Tabelle 33) ist folgendermaßen vorgesehen:

- Grundwassermessstellen, die innerhalb des späteren Lechbettes liegen, werden einfach entfernt.
- Grundwassermessstellen, die einen Stauer (Tonschicht) unterbrechen, werden überbohrt. Bis zur Staueroberkante wird das Bohrloch mit Zement-Bentonit-Suspension verpresst, oberhalb bis zur geplanten Geländeoberkante mit Kies aufgefüllt.
- Die restlichen Grundwassermessstellen werden bis 0,5-1 m unterhalb der geplanten Geländeoberkante entfernt und darunter mit Zement-Bentonit-Suspension verpresst.

Sofern Bohrprofile und Ausbaupläne bekannt sind, sind diese in der Anlage A3.8 zu finden. Die Lage der rückzubauenden Grundwassermessstellen ist im Lageplan in Anlage A3.1.2 eingezeichnet.

Tabelle 33: Rückbau Grundwassermessstellen

Pegelbezeichnung	Rechtswert	Hochwert	WSG	GW-Stockwerk	Tiefe [m]	Durchmesser [mm]	Planung	Art des Rückbaus
7013/2	644036,4	5354622,6	ja	Tertiär	12,06	50	Eigendynamik: Fkm 48,8, Sohle 483,7	direkt neben 7906/6; Verpressen oder gemeinsam überbohren
7906/6	644043,6	5354614,6	ja	Tertiär	26,63	50	Eigendynamik: Fkm 48,8, Sohle 483,7, Tonschicht bei -15,8m	Überbohren, bis -15,5 m Verpressen
2021/2	644380,0	5352586,6	ja	Quartär	3,82	50	Eigendynamik: Sohle 490 - 492,5	Bei Vorbereitung der Aufweitungsflächen Zug des Rohres
2001/1	644644,3	5351751,3	ja	Quartär	4,45	32	Sekundäraue, Abtrag ca. 1,5-2m	Verpressen
2001/4	644644,3	5351751,3	ja	Quartär	3,4	50	Sekundäraue, Abtrag ca. 1,5-2m	Verpressen
2032/1	644399,8	5351536,1	ja	Quartär	4,89	40	Sekundäraue, Abtrag ca. 1,5-2m	Verpressen
8040/1	644148,3	5350012,4	ja	Quartär	5,59	40	Sekundäraue, Abtrag 1m	Verpressen
8041/1	644129,8	5349840,6	ja	Quartär	5,97	40	Sekundäraue, Abtrag ca. 1m	Verpressen
8041/4	644129,8	5349840,6	ja	Quartär	5,2	50	Sekundäraue, Abtrag ca. 1m	Verpressen
7097/2	644239,2	5353240,3	ja	Quartär	5,1	50	Mechanische Aufweitung: Sohle ca. 490	Rückbau beim Abtrag
8098/2	643730,0	5348216,1	ja	Quartär	4,25	50	Mechanische Aufweitung: Sohle 503 - 504	Rückbau beim Abtrag
PV3-L-02	643993,0	5350819,8	ja	Tertiär	15,3	125	Rampe	Verpressen
PV3-L-03	643992,0	5350818,8	ja	Tertiär	14,5	125	Rampe	Verpressen
PV3-L-04	643973,0	5350818,8	ja	Quartär	6,5	125	Rampe	Verpressen
PV3-R-02	644164,7	5350766,1	nein	Tertiär	12	125	Sekundäraue, Rand	Verpressen
PV3-R-03	644165,4	5350764,9	nein	Tertiär	13	125	Sekundäraue, Rand	Verpressen
PV3-R-04	644184,4	5350765,2	nein	Quartär	5	125	Sekundäraue, Rand	Verpressen
PV6-L-02	644207,1	5353368,8	ja	Tertiär	20	125	Rampe	Verpressen
PV6-L-03	644205,6	5353368,2	ja	Tertiär	16	125	Rampe	Verpressen



Pegelbezeichnung	Rechtswert	Hochwert	WSG	GW-Stockwerk	Tiefe [m]	Durchmesser [mm]	Planung	Art des Rückbaus
PV6-L-04	644187,4	5353373,0	ja	Quartär	7	125	Rampe	Verpressen
PV6-R-02	644415,8	5353347,7	nein	Tertiär	15	125	Gelände unverändert, Ton bei -5,5m	Überbohren, bis -5,5m Verpressen
PV6-R-03	644416,3	5353346,5	nein	Tertiär	14	125	Gelände unverändert , Ton bei -6,5m	Überbohren, bis -6m Verpressen
PV6-R-04	644435,2	5353343,2	nein	Quartär	6,5	125	Gelände unverändert	Verpressen

5.4.15 Materialmanagement

Bei der Umsetzung der Maßnahmen fallen große Menge an Bodenaushub an, die zumindest zum Teil wiederverwendet werden können. In Tabelle 34 sind die Hauptmassen zusammengestellt. Dabei wird in den jeweiligen Abschnitten zwischen der linken und rechten Seite unterschieden. Dies ist dadurch begründet, dass z. B. auf der linken Seite des Lechs anfallende Massen nicht ohne Weiteres auf der rechten Lechseite wieder eingebaut werden können.

Grundsätzlich werden die anfallenden Massen soweit wie möglich im Projekt wiederverwendet. Da im Projektgebiet keine geeigneten Lagerflächen in den erforderlichen Größen zur Verfügung stehen, ist lediglich ein direkter Wiedereinbau möglich. Nachfolgend werden die in Tabelle 34 genannten Hauptmassen erläutert:

Ausbau Kies	Hauptquellen für die anfallenden Kiesmengen sind die Herstellung der Sekundärauen, der Aushub der Nebengewässer, der Rückbau der Deiche, der Bau der Sohlrampen sowie die maschinellen und initialen Aufweitungen des Lechs.
Ausbau WBS	Die ausgebauten Wasserbausteine stammen aus dem Rückbau der vorhandenen Ufersicherung.
Ausbau Schotter:	Der ausgebauten Schotter stammt aus dem Rückbau der Deiche, hier der Schottertragschicht.
Ausbau bindiges Material:	Das bindige Material stammt aus dem Rückbau der Deiche sowie bereichsweise aus den Sekundärauen.
Einbau Kies:	Die Wiederverwendung des Kiesel erfolgt als Kieszugabe in den Lech, für den Bau der Rampen sowie den rückverlegten Hochwasserschutzmaßnahmen.
Einbau WBS	Wasserbausteine werden für den Bau der Sohlrampen (<i>WBS Sohlrampen</i> , Riegel- und Beckensteine) sowie für die Sicherungsmaßnahmen (<i>WBS Sonstige</i>) benötigt.
Einbau Schotter	Der Einbau von Schotter erfolgt für Schottertragschichten auf Wegen.
Einbau bindiges Material	Bindiges Material wird für Geländemodellierungen sowie für die Abdichtung der Auslassgerinne der Grundwasserseen benötigt.

Tabelle 34: Zusammenstellung der Hauptmassen

Abschnitt	Ausbau				Einbau					
	Kies m³	WBS ^x to	Schotter m³	bind. Material m³	Kies m³	WBS ^x to	WBS ^x Sohlrampen to	WBS ^x Sonstige to	Schotter m³	bind. Material m³
A1 re	475.370	6.150	820	11.120	45.070	10.850				710
A1 li	85.600	11.420	100	1.030	23.740	42.890		23.620		
A2 re	23.130	13.190	110	1.400	21.000			12.970		
A2 li	228.130	3.670	1.300	23.540	26.540	10.410			610	100
A3 re	220.760	4.930	700	6.240	60.370	21.950	20.635		150	580
A3 li	190.710	5.730	120	1.680	15.940	12.890	20.635	5.570		
A4 re	22.020	13.500	240	2.960	18.080	1.520		13.570		
A4 li	286.030	5.360	1.540	15.190	33.880	6.110			100	
A5 re		6.500			14.480					
A5 li	6.460	2.200			6.460			5.250		
A6 re	555.180	18.360	720	5.230	151.830	17.090	30.165			40
A6 li	373.990	9.700	120	1.350	35.530	27.910	30.165			
A7 re	32.300	11.410			32.300	1.870				
A7 li	40.260	7.830			23.640	2.700				800
Summe	2.539.940	119.950	5.770	69.740	508.860	156.190	101.600	60.980	860	2.230

^x WBS = Wasserbausteine

Im Zuge der Entwurfsplanung wurde auf Basis des vorgesehenen Zeitplans zur Umsetzung der Maßnahmen (siehe Kapitel 5.6) ein erstes Konzept zur Wiederverwendung des anfallenden Aushubmaterials erstellt. Dies ist Grundlage für die Massen- und Kostenberechnung. Abschließende und endgültige Festlegungen hinsichtlich der Wiederverwendung der anfallenden Mengen sind derzeit aber nicht möglich, da der tatsächliche Zeitplan der Umsetzung der einzelnen Maßnahmen von der Entwicklung des Lechs abhängig ist. Somit erfolgt im Zuge der späteren Ausführungsplanungen eine weitere Optimierung des Wiedereinbaus von anfallendem Aushub. Hierbei ist zu berücksichtigen, dass je flexibler der Zeitplan für die Umsetzung der einzelnen Maßnahmen ist, desto größer wird der Anteil der wiederverwendbaren Massen.

Eine gewisse Unsicherheit besteht hinsichtlich der Wiederverwendung der aus den vorhandenen Ufersicherungen ausgebauten Wasserbausteinen. Diese sollen für erforderliche Sicherungsmaßnahmen am Lech bzw. an den Nebengewässern eingesetzt werden. Zwar wurden einzelne Schürfe und entsprechende Auswertungen im Bereich der vorhandenen Ufersicherung durchgeführt (siehe Kapitel 5.4.3), allerdings ist eine Übertragung der Erkenntnisse auf das gesamte Projektgebiet mit Unsicherheiten verbunden.

Auch nach einer Optimierung der wiedereingebauten Massen wird ein großer Teil des Bodenaushubs innerhalb des Projekts keine Verwendung finden. Dies betrifft insbesondere den anfallenden Kies. Über alle Abschnitte zusammen müssen etwa zwei Mio. m³ Kies abtransportiert werden. Im Rahmen der anschließenden Ausführungsplanungen wird eine geeignete Wiederverwendung des Kieses festgelegt. Denkbar wären andere Maßnahmen in der Wasserwirtschaftsverwaltung (z. B. Damm- und Deichbaumaßnahmen), Maßnahmen im Straßenbau, Verwendung als Betonzuschlagsstoff etc.

Der anfallende Oberboden wird im Sinne des Bodenschutzkonzeptes gesondert betrachtet. Hier sei auf die Aussagen im Landschaftspflegerischen Begleitplan (Anlage B1, Kapitel 4) verwiesen.

5.4.16 Monitoring

5.4.16.1 Flussmorphologie, Wasserspiegel und Sohlschubspannungen

Die Beobachtung der flussmorphologischen Entwicklung ist ein wesentlicher Bestandteil der Maßnahmen. Wie bereits in Kapitel 5.4.1.2 erläutert wurde, wird durch die Initialmaßnahmen im 1. Umsetzungspaket eine eigendynamische Entwicklung des Lechs angestoßen. Wenn die Entwicklung des Lechs – die Seitenerosion, die Anpassung der Sohle, die Sohlschubspannungen und die Wasserspiegel bei Hochwasser – fortgeschritten ist, dann können sukzessive die weiteren Maßnahmen umgesetzt werden: der Rückbau der Abstürze, die Rückverlegung der Deiche in den Abschnitten 1, 3 und 4 sowie anschließend die Sekundärauen mit den Nebengewässern. Siehe dazu auch die Erläuterungen zum Zeitplan für die Umsetzung der Maßnahmen in Kapitel 5.6. Zudem ist der Wasserspiegel bei kleinen bis mittleren Abflüssen zu beobachten. Dieser beeinflusst die Grundwasserspiegel und darf nicht zu niedrig liegen.

Ebenso wichtig ist das Monitoring hinsichtlich des Zeitpunkts und des Umfangs für erforderlichen Sicherungsmaßnahmen (siehe Kapitel 5.4.12). Z. B. müssen die vorhandenen Deiche durch Spundwände entlang des wasserseitigen Böschungsfußes gesichert werden, sobald der aufgeweitete Lech die vorgegebene Interventionslinie überschreitet.

Das Monitoring basiert auf folgenden Bestandteilen, die nachfolgend erläutert werden:

- Laserbathymetrische Fließgewässervermessung
- Auswertung der Fließgewässervermessung
- Zweidimensionale Hydraulische Berechnungen
- Begehungen

Fließgewässervermessung

Die durch die Initialmaßnahmen ausgelöste eigendynamische Entwicklung des Lechs lässt eine bereichsweise unterschiedliche Aufweitung des Lechs erwarten, Sohlformen in Form von Kiesbänken und korrespondierenden Kolken, Aufweitungen und Umlagerungen im Bereich der Nebengewässer, lokale Anlandungen oder Eintiefungen etc. Nur mit Hilfe einer flächigen Sohlaufnahme können diese Entwicklungen erfasst werden. Eine alternative terrestrische Sohlvermessung mit Abständen der Querprofile wie bei den bisherigen Messkampagnen von etwa 200 m wäre nicht zielführend.

Die laserbathymetrische Vermessung von Fließgewässern hat sich in den letzten Jahren deutlich verbessert [29]. Die Entwicklung leichter Laserscanner, die auf unbemannten Flugkörpern installiert werden, ermöglichen eine relativ geringe Flughöhe und unter anderem dadurch größere Eindringtiefen ins Wasser. Bezogen auf den Lech mit seinem relativ klaren Wasser ist zu erwarten, dass auch Bereiche mit Fließtiefen von mehreren Metern ausreichend genau abgedeckt werden können und keine kombinierten terrestrischen Vermessungen bzw. Echolotpeilungen notwendig sein werden. Aus jetziger Sicht erscheint die laserbathymetrische Vermessung die zu bevorzugende Methode zur Fließgewässervermessung zu sein. Als Alternative ist auch eine Echolotmessung denkbar. Insbesondere sei auf das Merkblatt des Bayerischen Landesamts für Umwelt *Grundlagen zu Flussaufnahmen und deren Dokumentation* [31] verwiesen.

Auswertung der Fließgewässervermessung

Nach jetzigem Stand sollten folgende Auswertungen erfolgen:

- Lech
 - Entwicklung der Aufweitung, z. B. Darstellung im Längsschnitt sowie in ausgewählten Querschnitten.
 - Prüfung, ob die Seitenerosion die Interventionslinie erreicht hat (siehe Kapitel 5.4.12.1). Wenn ja, dann müssen die entsprechenden Maßnahmen zur Sicherung der vorhandenen Deiche eingeleitet werden.
 - Entwicklung der mittleren Sohlhöhe.
 - Massenbilanzen, z. B. Ermittlung des Kieseintrags aus der Seitenerosion in den Lech; Darstellung z. B. in Form einer Massensummenlinie im Längsschnitt unter Berücksichtigung der zeitlichen Entwicklung.
 - Überprüfung der vorhandenen Sohlüberdeckungen der beiden Düker bei Fkm 48,4 und Fkm 52,7.
- Nebengewässer
 - Darstellung der Entwicklung: Gewässerbreite und Laufverlagerungen. Darstellung im Lageplan und in ausgewählten Querschnitten.
 - Entwicklung der mittleren Sohlhöhe.
 - Massenbilanzen, z. B. Ermittlung des Kieseintrags aus der Seitenerosion in den Lech; Darstellung z. B. in Form einer Massensummenlinie im Längsschnitt unter Berücksichtigung der zeitlichen Entwicklung.
- Sekundärauen
 - Darstellung von Umlagerungen – Erosionsbereiche und Anlandungen; Darstellung im Lageplan, z. B. in Form von Differenzkarten.

Zweidimensionale Hydraulische Berechnungen

Auf Basis der Ergebnisse der flächigen Vermessungen werden zweidimensionale hydraulische Berechnungen durchgeführt. Diese stellen die Grundlage dar für die Umsetzung folgender Maßnahmen:

- Deichrückverlegungen in den Abschnitten 1, 3 und 4: die Dimensionierung der rückverlegten Hochwasserschutzmaßnahmen erfolgt auf Basis der berechneten Wasserspiegel beim Bemessungshochwasserabfluss $HQ_B = 1.250 \text{ m}^3/\text{s}$.
- Rückbau Abstürze: Grundlage für den Rückbau ist die Reduzierung der berechneten Sohlschubspannungen infolge der Aufweitung des Lechs.
- Auflassung von Deichabschnitten (siehe Punkt 5.4.13)

Begehungen

Im Rahmen regelmäßiger Begehungen des Projektgebiets werden neuralgische Punkte begutachtet:

- Sicherungsmaßnahmen
- Ein- und Auslaufbereiche der Nebengewässer
- Sohlsicherung
- Sohlrampen

Häufigkeit

Maßnahme	Im Zeitraum der Umsetzung der Maßnahmen	Weitere Entwicklung des Lechs nach der Umsetzung der Maßnahmen
Flächige Vermessung inklusive Auswertung	<ul style="list-style-type: none"> ▪ alle 3 Jahre ▪ nach größeren Hochwasserereignissen ($\approx HQ_{10}$) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ alle 5 Jahre ▪ nach größeren Hochwasserereignissen ($\approx HQ_{10}$)
Hydraulische Berechnungen	<ul style="list-style-type: none"> ▪ bei Bedarf zur Dimensionierung der Bauwerke 	

Begehungen	<ul style="list-style-type: none"> ▪ jährlich ▪ nach größeren Hochwasserereignissen ($\approx HQ_{10}$) ▪ nach länger anhaltenden kleineren Hochwasserereignissen ($\approx HQ_1$) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ nach größeren Hochwasserereignissen ($\approx HQ_{10}$) ▪ nach länger anhaltenden kleineren Hochwasserereignissen ($\approx HQ_1$)
------------	---	---

Sonstiges

- Während Hochwasserereignissen ist die Überflutungssituation zu dokumentieren, z. B. mit Hilfe von Drohnentfliegungen.
- Dokumentation des Anfalls von Totholz bei Hochwasserereignissen.

5.4.16.2 Grundwasser und Grundwasserseen

Aufgabe des Monitorings (bzw. der Beweissicherung) für das Grundwasser sowie die Grundwasserseen ist es, die Wirkungen der umgesetzten Maßnahmen bei unterschiedlichen hydrologischen Situationen sachgerecht zu erfassen.

Das Monitoring umfasst folgende Zeiträume:

- Phase 1: die Bauzeit;
- Phase 2: den Zeitraum bis sich die prognostizierten Wirkungen einstellen;
- Phase 3: eine Langzeitbeobachtung, bei der in der Regel der Umfang der Beweissicherung reduziert werden kann.

Monitoring Grundwasser

Im Zuge des Monitorings werden Parameter im Ist- und im Endzustand erfasst, in denen durch die Umsetzung der Maßnahmen Veränderungen zu erwarten sind. Folgende Parameter sind Gegenstand der Beobachtung:

- Grundwasserstand
- Qualitätsparameter

Als Messtellen bzw. Messorte dienen Grundwassermessstellen und Entnahmebrunnen.

Mit dem Monitoring werden folgende Ziele verfolgt:

- Nachweis, dass die Auswirkungen (z.B. Grundwasserabsenkungen) sich im Rahmen der Prognose bewegen.
- Falls erforderlich Anpassung der Maßnahmen (z. B. der Entnahmen aus den Grundwasserseen).

Die Lage der Messstellen orientiert sich an den prognostizierten Aufhöhungen und Absenkungen des Grundwasserstands durch die geplanten Maßnahmen. Ein Messnetz wurde festgelegt. Dieses basiert auf bereits vorhandenen Grundwassermessstellen. Zudem wurden im Rahmen der Maßnahmen zur Baugrunduntersuchung zwei weitere Grundwassermessstellen hergestellt, eine weitere ist bei Mering geplant.

In räumlicher Sicht orientiert sich das Muster für Messstellen des Grundwasserstands an folgenden Vorstellungen:

- Anordnung entlang von Traversen, um die Parameter in Längs- und Querschnitten aufbereiten zu können.
- Positionierung von Messstellen in Bereichen mit großen Änderungen sowie außerhalb des Bereichs mit Änderungen (Änderungen $< \pm 5\text{cm}$).
- Positionierung von Messtellen am Rand von Bebauungen und in der Nähe von Wasserentnahmen.

Messstellen zur Erfassung der Auswirkungen auf Qualitätsparameter werden nach folgenden Kriterien festgelegt:

- Trinkwasserentnahmen:
 - Trinkwasserentnahme Kissing: Im Trinkwasserschutzgebiet des Brunnen Kissings wird eine Messstelle zur Erfassung von Qualitätsparametern festgelegt. Durch die Lage südöstlich des Weitmannsees und die zusätzliche Erfassung von Qualitätsparametern im Seewasser wird sichergestellt, dass der gesamte Zustrombereich des Brunnen Kissings durch Qualitätsmessungen kontrolliert wird.
 - Brunnen der SWA: swa_211 und swa_218 (Diese Brunnen werden in Bezugs- und Endzustand im Hochwasserfall innerhalb von 50 Tagen von lechbürtigem Wasser erreicht): Die hierfür notwendigen Qualitätsmessstellen befinden sich entlang der östlichen Grenze des Trinkwasserschutzgebiets der SWA.
 - Weitere lechnahe Trinkwasserbrunnen in Abstimmung mit den SWA, da einige Brunnen bereits regelmäßig beprobt werden.

- Weitere Standorte lechnah um die Beeinflussung der Grundwasserqualität durch den Lech zu erfassen.

Durch die gezielte Anordnung von Messstellen im Zustrombereich ausgewählter Trinkwasserbrunnen (Trinkwasserschutzgebiete) sowie die Ergänzung weiterer Messstellen entlang des Lechs können potenzielle Schadstoffeinträge in die Trinkwasserschutzgebiete der SWA und des Brunnens Kissing frühzeitig erkannt werden.

Die Häufigkeit der Beprobung muss auf die Variabilität der Grundwasserverhältnisse abgestimmt werden.

- Bei „ruhigen“ Verhältnissen, d.h. außerhalb von Hochwasserphasen, ist eine halbjährliche Beprobung ausreichend
- Eine häufigere Probenahme ist in folgenden Fällen vorgesehen:
 - Im Hochwasserfall: Die Fließzeit zwischen Lech und den o.g. Brunnen liegt in diesem Fall teilweise deutlich unter 50 Tagen. Wir empfehlen eine Probenahme etwa alle zwei Wochen, zunächst bei Hochwässern mit einer Jährlichkeit von eins. Sobald vergangene Hochwässer gezeigt haben, dass keine Beeinträchtigungen zu erwarten sind, kann die Jährlichkeit, ab der Proben genommen werden, schrittweise erhöht werden.
 - Wenn sich der Lauf des Lechs wesentlich verändert (z. B. wenn Nebengewässer angelegt werden) empfehlen wir eine Probenahme etwa alle zwei Wochen an den nächstgelegenen Brunnen.
 - Wenn während der Bauzeit potenziell konfliktrträgliche Handlungen (s. Dokument zur Befreiung von der Schutzgebietsordnung) innerhalb der 50-Tagelinie eines Brunnens liegen, sollten Messungen monatlich durchgeführt werden. Bei außergewöhnlichen Lastfällen (z.B. Havarie einer Baumaschine) sollten Messungen täglich bis wöchentlich durchgeführt werden. Die Häufigkeit ist auf Eintragsort und –stoff abzustimmen.

50 Tage nachdem die Begründung für eine häufigere Probenahme entfallen ist, kann wieder auf eine halbjährliche Beprobung gewechselt werden.

Monitoring Grundwasserseen

Die Grundwasserseen werden genutzt, um die räumliche Ausdehnung von Grundwasserstandsänderungen zu begrenzen. Daher wird die Beobachtung um folgende Punkte ergänzt:

- Messung der Seewasserstände;

- Abflüsse aus den Seen können mit Hilfe von Wasserstandsmessungen an Überfallwehren ermittelt werden. Die dazu erforderliche Wasserstands-Abfluss-Beziehung ist nach Fertigstellung der Wehre zu ermitteln.

Eine Überprüfung der Wasserqualität in den Seen wird durchgeführt. Es ist aber zu erwarten, dass sich die Wasserqualität infolge der Maßnahmen gegenüber dem Bezugszustand nicht verändern wird. Durch die unmittelbare Lage am Lech ist die Wasserqualität durch lechbürtiges Wasser geprägt. Dies gilt sowohl für den Bezugs- als auch den Endzustand.

Übersicht und Lage der Messstellen

Alle Messstellen (mit Ausnahme der Qualitätsmessstellen an Trinkwasserbrunnen) sind in Anlage A3.9 verzeichnet, siehe dazu auch die Aufstellung der Messstellen in Tabelle 35

Tabelle 35: Art und Anzahl der Messstellen im Beweissicherungsprogramm

Art der Messstelle	Phase 1	Phase 2	Phase 3
Grundwasserstand	3 (neu) + 43 (Bestand)	3 (neu) + 43 (Bestand)	3 (neu) + 43 (Bestand)
Grundwasserqualität	1 (neu) + 11 (Bestand) + TW- Entnahmen**	1 (neu) + 11 (Bestand) + TW- Entnahmen**	1 (neu) + 11 (Bestand) + TW- Entnahmen **
See-Wasserstand	3	3	3
See-Wasserqualität	3	3	-*

* Wenn sich in Phase 2 abzeichnet, dass keine Qualitätsveränderungen auftreten, kann auf ein Monitoring in Phase 3 verzichtet werden

** In Abstimmung mit den Stadtwerken Augsburg

5.4.17 Bastraßen und Baustelleneinrichtungsflächen

5.4.17.1 Bastraßen

Für die Bastraßen wird auf das zum jeweiligen Zeitpunkt vorhandene Wegenetz zurückgegriffen (siehe Anlage A3.7). Es handelt sich bei den Wegen i.d.R. um Wege nach Art. 3 Abs. 1 Nr. 4 BayStrWG. Ein Großteil dieser Wege trägt keine Eigennamen. Lediglich die Mittenwalder Straße und Zedlitzstraße im Bereich Hochzoll (Stadt Augsburg) sowie Auenstraße und Lechauenstraße in der Gemeinde Kissing sind Straßen nach Art. 3 Abs. 1 Nr. 3 BayStrWG.

Die Uferwege dienen als Bastraßen für den Rückbau der Ufersicherung und die initiale Aufweitung, werden im Zuge dessen aber auch sukzessive zurückgebaut. Ebenso werden für die in den Abschnitten 3 rechts, 4 links und 6 rechts der Sekundärauen entfallenden Deichhinterwege neue Wege angelegt, welche dann auch als Bastraßen zur Verfügung stehen. In den Abschnitten 1 rechts und 2 links wird kein neuer Weg angelegt, sondern Wege des bestehenden Wegenetzes genutzt.

Weitere Wege werden angelegt, um den zukünftigen Unterhalt an den Einlaufbereichen der Nebengewässer und an den Rampen sicherstellen zu können.

Im Abschnitt 7 rechts wird eine temporäre Bastraße in der Trasse des Trinkwasserdükers zwischen Deichhinterweg und Uferweg angelegt.

Ansonsten werden Bastraßen nur in den Bereichen neu errichtet, welche im Zuge des Baufortschritts beansprucht werden, wie etwa in den Sekundärauen und den Bereichen maschineller Aufweitungen. Diese Bastraßen werden jedoch nicht dargestellt, da diese im Zuge des Geländeabtrags ebenfalls zurückgebaut werden und da der genaue Bauablauf und damit die Trassierung zum jetzigen Zeitpunkt noch nicht feststeht. Dies hat keine Auswirkung auf die Bilanzierungen des Projektes.

Für die Baustraßen werden folgende Planungsgrundsätze berücksichtigt:

- Sperrungen werden (ausgenommen für den Bau der Rampen) hauptsächlich in den Monaten September bis März stattfinden.
- Beidseitige Sperrungen werden vermieden.
- Rechtsseitig des Lechs wird angestrebt, dass sich der Baustellenverkehr möglichst zügig vom Lech entfernt und über das Wegenetz entlang der intensiv genutzten landwirtschaftlichen Flächen nach Norden, Osten und Süden geführt wird.
- Der Radweg München - Augsburg als zielgerichtete Nord-Süd Verbindung linksseitig des Lechs wird über die gesamte Bauphase aufrechterhalten.
- Ausweichstellen sind bei Baustraßen erforderlich, die im Begegnungsverkehr befahren werden. Der Abstand beträgt etwa 200 m. Diese werden nach Möglichkeit in naturschutzfachlich geringwertigen Flächen errichtet. Die Festlegung erfolgt gemeinsam mit der ökologischen Baubegleitung bzw. im Zuge der Detailplanung.
- Wenn kleinräumige Umleitungen erforderlich sind, werden diese vor Ort gemeinsam mit der ökol. Baubegleitung festgelegt. Dabei werden in erster Linie bestehende Wege genutzt. Sollten diese verbessert werden müssen oder neue Wege angelegt werden müssen, werden dabei keine Rodungen durchgeführt und keine ökologisch hochwertigen Flächen (FFH-LRTs, § 30 Flächen, WP>10) beansprucht.
- Baustraßen in WSG Zone I sind i.d.R. nicht zulässig, deshalb wurde auf Benutzung des rechtsseitigen Deichhinterwegs vom Gießler Überlauf nach Norden verzichtet (kleinräumiges und kreisförmiges Wasserschutzgebiet Zone I um den Horizontalfilterbrunnen). Im Abschnitt 4 wird das WSG Zone I angepasst und liegt zukünftig westlich des neu anzulegenden Uferbegleitweges, sodass eine Befahrung hier möglich sein wird. Die Anpassung erfolgt im Zuge des Rückbaus dreier Brunnen durch die Stadtwerke Augsburg (siehe auch Kapitel 9.2). An der Rampe 50,4 ist eine randliche Befahrung durch das Wasserschutzgebiet Zone I aufgrund mangelnder Alternativen unvermeidbar. Da dieses Wasserschutzgebiet Zone I sehr weit gefasst ist und aufgrund der Strömungsrichtung des Grundwassers wird dies als unproblematisch eingeschätzt. Schutzmaßnahmen werden vorgesehen (siehe Anlage D1 Anhang C).
- Details wie z.B. Querungen von Fuß- und Radwegen, genaue Umleitungstrassen etc. werden im Rahmen der Ausführungsplanung (Baubeschreibung) bearbeitet.
- Auf eine Nutzung des Wegenetzes im westlichen Stadtwaldgebiet Richtung Haunstetten und Königsbrunn wurde bewusst verzichtet, da die Belastbarkeit der Brücken über die Stadtwaldbäche nicht ausreicht und weil es sehr viele Kreuzungspunkte mit dem Rad- und Fußgängerverkehr gibt. Zudem wurden hier auch umweltfachliche Gesichtspunkte (mögliche Beeinträchtigung von

Lebensraumtypen des Anhang I und Arten des Anhang II im Schutzgebiet) herangezogen.

- Alle neu anzulegenden Baustraßen werden anschließend als Wege benutzt und bleiben dauerhaft bestehen. Lediglich die Baustraße südlich des Gießler Überlauf, linksseitig des Lechs im Abschnitt 7 wird lediglich temporär benötigt.
- Um Staubentwicklung zu minimieren, wird für die Deckschicht von Baustraßen gewaschener Kies ohne Feinanteile, z. B. mit der Körnung 8/32 verwendet. Zudem sind die Baustraßen in besonders sensiblen Bereichen zu bewässern. Die Menge des dazu notwendigen Wassers wird mit wenigen Kubikmetern pro Tag abgeschätzt und ist somit unproblematisch. Siehe dazu auch die Ausführungen in Anlage B1, Maßnahme 3.2.16).
- Die Ausweichen werden nach Abschluss der Bauarbeiten wieder rückgebaut und die Flächen rekultiviert.

5.4.17.2 Abschätzung der Anzahl an Fahrten für den Materialtransport

Bei dieser Abschätzung werden die erforderlichen LKW-Fahrten für den Abtransport von anfallendem Kies bei der Herstellung der Sekundärauen betrachtet. Der Abschätzung liegen folgenden Annahmen zugrunde:

- Gerechnet wird in m³ gewachsenem Boden;
- Massen (Kies, Schotter, Oberboden bindiges Material) werden zusammengerechnet;
- Es werden die Massen betrachtet, welche aus dem Gebiet herausgefahren werden;
- Dichte gewachsener Boden 2,1 t/m³;
- 28-30 t/ LKW (Auflieger Kipper) entspricht ca. 14 m³/LKW;
- Unter einer Fahrt ist zu verstehen, dass ein LKW leer in das Gebiet hineinfährt und voll beladen wieder herausfährt;
- Die durchschnittlichen Fahrten pro Tag werden anhand der angenommenen Bauzeit in Jahren und jeweils 130 Werktagen je Winterhalbjahr ermittelt;
- Es wurden keine Massentransporte innerhalb des Gebietes berücksichtigt, diese Transporte werden untergeordnet sein;
- Allgemeiner Baustellenverkehr wurde nicht in die Fahrten eingerechnet.

Die Fahrten wurden für alle Abschnitte und aufgeteilt für das rechte und linke Lechufer getrennt ausgewertet (siehe Tabelle 36). Insgesamt sind ca. 175.000 Fahrten über die gesamte Bauzeit für den Massentransport erforderlich. Die Massen basieren auf

Auswertungen der vorhandenen digitalen Geländemodelle für den Ist- und den Planzustand und sind daher als sehr belastbar anzusehen.

Tabelle 36: Zusammenstellung Fahrten Massentransport

Abschnitt	Gesamtfahrten links	Gesamtfahrten rechts	Fahrten je Tag links	Fahrten je Tag rechts
1	6.860	32.314	23	38
2	18.330	1.220	45	4
3	14.719	17.151	40	39
4	21.453	1.245	44	6
5	255	1.255	2	9
6	27.540	30.830	44	39
7	1.370	257	5	2

Der Massenabtransport aus den neu anzulegenden Sekundärauen und maschinellen Aufweitungen erfordert bei Weitem die meisten Fahrten. Alle weiteren Maßnahmen sind untergeordnet. Im Durchschnitt ist mit bis zu 45 Fahrten je Werktag im Winterhalbjahr je Sekundäraue für Bauzeiten von ca. 4 bis 8 Jahren (Sekundäraue im Abschnitt 1 in zwei Bauphasen mit je 4 Jahren Bauzeit) zu rechnen. Geht man davon aus, dass die Anzahl der Fahrten schwanken kann, könnten zeitweise auch bis zu 80 Fahrten am Tag stattfinden, dafür sinken die Fahrten jedoch auch entsprechend in anderen Zeiträumen.

Linksseitig des Lechs findet der Transport in der Regel nach und von Süden her statt. Da es nur eine Hauptverkehrsachse auf dem jetzigen Deichhinterweg bzw. den später rückverlegten Wegen gibt, sind Ausweichstellen notwendig. Wo möglich werden Ausweichen von 25 m Länge alle 200 m angeordnet. Um eine Beanspruchung von FFH-LRT (insbesondere Trockenrasen) zu vermeiden, wird in hochwertigen Bereichen auf die Anlage von Ausweichen verzichtet und der Baustellenverkehr mittels technischer Lösungen geregelt (z.B. Ampeln, GPS-gestützte Regelungen oder Funk). Vor diesen Bereichen werden, wenn möglich, längere Ausweichen von 50 m Länge angeordnet. Der Transport nach Norden wird voraussichtlich nur für den Gießer Überlauf notwendig. Massentransporte werden nicht nach Norden aus dem Gebiet fahren.

Rechtsseitig findet der Transport der Hauptmassen nach Süden und nach Osten statt. Über das bestehende Wegenetz ist es jederzeit möglich, einen Ringverkehr einzurichten, sodass keine Ausweichen notwendig sind. Der Transport über die Mittenwalder- und Zedlitzstraße ist voraussichtlich nur für die Herstellung der Sekundäraue im Abschnittes 6 sowie die untergeordneten Maßnahmen im Abschnitt 6 und 7 notwendig.

5.4.17.3 Baustelleneinrichtungsflächen

Baustelleneinrichtungsflächen werden i.d.R. auf den später beanspruchten Flächen angeordnet, wie beispielsweise den Flächen der Sekundärauen (siehe Anlage A3.7). Im Zuge der Baulogistik kann eine Beanspruchung der Sekundärauenflächen als Zwischenlagerflächen für die abzutransportierenden Massen notwendig werden.

Für bestimmte Maßnahmen sind auch Flächen außerhalb der Maßnahmenflächen notwendig (siehe Anlage A3.7). Dies sind:

- Sohlsicherung Fkm 56,20 – Fkm 56,65
- Sohlrampe 53,4
- Sohlrampe 50,4
- Anbindung Gießer Überlauf
- Auslassbauwerke Weitmannsee und Auensee
- Deichrückverlegung Abschnitt 2
- Zusätzliche allgemeine Baulagerfläche: Parkplatz Weitmannsee (Teilbereich)

5.4.18 Sparten

Die betroffenen Bestandssparten müssen in den Bereichen der geplanten Maßnahmen umgelegt, tiefergelegt, zurückgebaut oder bauzeitlich gesichert werden. Die betroffenen Sparten und die notwendigen Anpassungen sind in Tabelle 37 zusammengefasst.

Tabelle 37: Spartenanpassungen

Bereich	Leitung und Spartenträger	Maßnahme
Abschnitt 1 Sekundäraue	2 Fernmeldeleitungen der LVN	Verlegung auf rückverlegten Weg
Abschnitt 2 Sekundäraue und Hoch- wasserschutz- anlage	1 stillgelegte Stromleitung der SWA 1 Fernmeldeleitung der SWA 1 Stromleitung 10kV der SWA	Rückbau der stillgelegten Leitung und Verlegung der Fernmeldeleitung auf rückverlegten Weg, bauzeitliche Sicherung und bei Bedarf Verlegung 10kV-Leitung
Abschnitt 3 DLRG Station	1 Stromleitung LVN 1 Wasserleitung Gemeinde Kissing	Sicherung der Sparten während der Bauzeit des

Bereich	Leitung und Spartenträger	Maßnahme
		Auslassbauwerkes Weitmannsee
Abschnitt 3 Sekundäraue	3 Fernmeldeleitungen der LVN 2 Fernmeldeleitungen von Vodafone	Verlegung auf rückverlegten Weg
Abschnitt 4 Sekundäraue	Wasserleitungen, Brunnen und Strom- und Fernmeldeleitungen der SWA	Rückbau
Abschnitt 6 Sekundäraue	4 Fernmeldeleitungen der LVN 1 Fernmeldeleitung von Vodafone	Verlegung auf rückverlegten Weg
Rampe 50,4	110kV Hochspannungsleitung der LVN 1 Stromleitung SWA	Sicherung des Strommastes in der Sekundäraue rechts des Lechs und Umlegung eines oder mehrerer Masten links des Lechs, Verlegung der Stromversorgung für den Pegel Haunstetten
Gießer Überlauf	1 Stromleitung 1kV der SWA	Bauzeitliche Sicherung und Herstellung der Spartenkreuzung im Zuge des Baus des Sielbauwerks

5.4.19 Anpassungsmaßnahmen infolge des Klimawandels

Auch im Hinblick auf ein bedingt durch die Klimaänderung geändertes Abflussregime des Lechs (siehe dazu auch Kapitel 4.3), können insbesondere aufgrund veränderter Niedrigwasserabflüsse Anpassungsmaßnahmen erforderlich werden. Dies betrifft unter anderem die Aufteilung der Abflüsse zwischen Hauptfluss und Nebengewässer sowie die Strukturierung der Gewässer (Sohle, Uferbereiche).

Das tatsächliche Ausmaß der Veränderung der Abflüsse in der Zukunft kann derzeit nicht abgeschätzt werden. Demzufolge können auch entsprechende Maßnahmen nicht geplant und somit derzeit auch nicht beantragt werden. Im Rahmen des Monitorings werden die Entwicklungen beobachtet. Falls erforderlich, werden in der Folge entsprechende Anpassungsmaßnahmen geplant und bei Bedarf einem gesonderten Rechtsverfahren unterzogen.

5.4.20 Umgang mit Unsicherheiten in der Prognose

In Kapitel 5.3.1 wurden die vorhandenen Prognoseunsicherheiten erläutert. Nachfolgend wird beschrieben, wie mit diesen Unsicherheiten umgegangen wird bzw. welche Konsequenzen diese auf einzelne Bausteine der Planung haben können.

Monitoring

Das Monitoring ist eine zentrale Maßnahme, um mit den Unsicherheiten der Prognose umzugehen. Die Ergebnisse des Monitorings bilden die Grundlage für gegebenenfalls erforderliche Anpassungen. Siehe dazu die Ausführungen in Kapitel 5.4.16.

Anpassung der Maßnahmen

Die nachfolgende Tabelle beinhaltet mögliche Anpassungen der Maßnahmen / Bausteine als Ergebnis der durch das Monitoring dokumentierten flussbaulichen Entwicklung des Lechs.

Tabelle 38: Mögliche Anpassung von Maßnahmen

Baustein	Maßnahme
Geschiebezugabe	<p>Mit einer Anpassung der Geschiebezugabe kann die flussmorphologische Entwicklung des Lechs gesteuert werden (siehe die Ausführungen in Kapitel 5.4.9):</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Erhöhung der Geschiebezugabe, wenn das Ausgleichsgefälle zu flach ist und die Sohlformen zu wenig ausgeprägt sind. ▪ Reduzierung der Geschiebezugabe, wenn das Ausgleichsgefälle zu steil ist.
Aufweitung Lech	<p>Die Aufweitung des Lechs ist maßgebend für die flussmorphologische Entwicklung. Insbesondere in den Abschnitten 6 und 7 wird die Aufweitung des Lechs durch den Einbau von lokalen Lauffixierungen gesteuert (siehe Kapitel 5.4.12.8). Im Abschnitt 7 erfolgt der Einbau der Lauffixierungen auf Basis der Ergebnisse des Monitorings.</p>
Deichsicherung	<p>Die eigendynamische Aufweitung des Lechs kann bis an die Fußpunkte der wasserseitigen Böschungen heranreichen. Die Sicherung der Deiche ist durch das Einbringen von Spundwänden vorgesehen (siehe Kapitel 5.4.12.1).</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Im Sinne einer worst-case-Betrachtung wird die ungünstigste Fallkonstellation betrachtet, nämlich das Erfordernis von Spundwänden über die gesamte Deichlänge im Bereich möglicher Aufweitungen des Lechs.

Baustein	Maßnahme
	<ul style="list-style-type: none"> Tatsächlich werden Spundwände nur dort eingebracht, wo die Aufweitung eine definierte Interventionslinie überschreitet.
Sohlrampen	Die beiden Sohlrampen bei Fkm 50,4 und 53,4 können durch eine Anpassung ihrer Oberkante an die flussmorphologischen Entwicklungen angepasst werden. Einzelne Riegel können nachträglich wieder zurückgebaut oder auch ergänzt werden. Es sei aber darauf hingewiesen, dass der bauliche Aufwand für solche Maßnahmen erheblich ist.
Anbindung Grundwasserseen	Die Wasserstände von Kuh-, Auen- und Weitmannsee steuern den Grundwasserspiegel im Projektgebiet (siehe Kapitel 5.4.10). Eine Anpassung der Steuerung der Seen als Antwort auf die Ergebnisse des Monitorings ist möglich.

Erforderliche Rechtsverfahren

Die in den Zeilen 1 bis 3 der Tabelle 38 genannten Bausteine bzw. deren Anpassung als Ergebnis des Monitorings der Entwicklung des Lechs, sind Bestandteil der im vorliegenden Verfahren beantragten Maßnahmen:

- Anpassung Geschiebezugabe;
- Einbau von Lauffixierungen zur Steuerung der Aufweitung des Lechs in den Abschnitten 6 und 7;
- Sicherung des wasserseitigen Böschungsfusses der Deiche.

Die Durchführung der beiden letztgenannten Maßnahmen in Tabelle 38 (Anpassung der Sohlrampen Fkm 53,4 und Fkm 50,4; Anpassung der Steuerung der Grundwasserseen) sind nicht Gegenstand des vorliegenden Verfahrens. Ob und in welchem Umfang diese Maßnahmen überhaupt notwendig werden, ist aktuell noch nicht mit Sicherheit absehbar. Dies wird sich abschließend erst im Zuge des Monitorings bestimmen lassen. Im Sinne der vorhandenen Unsicherheiten in der Prognose der Wirkungen der Maßnahmen wird darauf hingewiesen, dass die Durchführung dieser Maßnahmen technisch und umweltfachlich vor dem Hintergrund der Entwicklungen des Projekts „Licca Liber“ möglich ist und bleibt. Sollte die Erfordernis der Durchführung dieser Maßnahmen als Ergebnis des Monitorings erkannt werden, sind diese Maßnahmen entsprechend zu konkretisieren und in einem gesonderten Rechtsverfahren zu beantragen.

5.5 Ergänzende gewässerökologische Strukturierungsmaßnahmen

Zusätzlich zu den in Kap. 5.4 beschriebenen Maßnahmen werden eine Reihe von spezifischen Maßnahmen zur gewässerökologischen Strukturierung der neuen Nebengewässer und des Lechs vorgesehen. Diese dienen vor allem der zeitnahen Bereitstellung und Initiierung von geeigneten Habitatstrukturen für die Zielarten nach Errichtung der neuen Gewässer. Mittel- bis langfristig werden sich naturnahe, gewässerökologisch relevante Strukturen durch dynamische Prozesse selbst bilden und laufend verändern.

Zielarten für die Auswahl der Maßnahmen sind neben Groppe und Huchen noch Äsche, Barbe und Nase sowie als künftig potenziell vorkommende Art der Steingressling. Da im Zuge der Herstellung der Sekundäraue umfangreiche Fällungen vorgesehen sind, kommen bei den Strukturierungsmaßnahmen vor allem Wurzelstöcke, Holzpiloten und Raubäume zum Einsatz.

Die ergänzenden gewässerökologischen Strukturierungsmaßnahmen umfassen:

- Kiesschüttung Uferrückbau am Lech / Initiale Aufweitung
- Kiesschüttung Innenbögen Lech
- Optimierung Querschnittgestaltung Nebengewässer
- Bautypen zur Strukturierung der Nebengerinne
 - Bautyp A: Buhnen aus Wasserbausteinen und Holzpiloten
 - Bautyp B: Buhne aus Raubäumen mit Holzpiloten
 - Bautyp C: Uferstrukturen aus Holzpiloten und Wasserbausteinen/Wurzelstöcken
 - Bautyp D: Raubäume am Ufer
 - Bautyp E: Strömungsteiler aus Raubäumen, mit Holzpiloten fixiert
 - Bautyp F: Einzelstrukturen in der Sohle und am Ufer (Pilotengruppen, Wurzelstöcke, Einzelsteine)
- Bautypen zur Strukturierung des Gießler Überlauf, der Auslaufgerinne der Grundwasserseen und der Altarme
 - Bautyp A bis Bautyp D und Bautyp F
 - Bautyp G: Wurzelstockreihe am Ufer
 - Bautyp H: Fischeinstände am Ufer
 - Bautyp I: Geschiebezugabe, Schütten von Schotterbänken

- Bautyp Strukturierung der Ufer des Lechs und der Einlaufbereiche zu den Nebennarmen
 - Bautyp J: Strukturierung Einlaufbereiche (Prallufer) zu den Nebengewässern
- Bautyp zur Strukturierung der Sekundärauenfläche
 - Bautyp K: Chevrons/Log Jams

Ergänzend zu den oben angeführten Maßnahmen werden in der Anlage A.7 auch noch das geplante gewässerökologische Monitoring sowie die gewässerökologischen Vorgaben für das Zeitfenster der Umsetzung des Vorhabens Licca liber angeführt. Hier sind die Laichzeiten der FFH- Schutzgüter Huchen (März/April) und Groppe (März bis Mai) ausschlaggebend, in denen keine Baumaßnahmen in der fließenden Welle umgesetzt werden sollen. Unter Berücksichtigung der Ei- und Larvalentwicklung sind daher Eingriffe in die Sohle und Maßnahmen mit relevanten Sedimenteinträgen im Zeitraum 01.03. – 15.06 zu vermeiden.

Die detaillierte Beschreibung der Maßnahmen kann der Anlage A.7 „Ergänzende gewässerökologische Strukturierungsmaßnahmen“ entnommen werden.

5.6 Zeitplan für die Umsetzung

5.6.1 Umsetzungspakete - Zeitplan

Die Abhängigkeiten zwischen den Maßnahmen hinsichtlich der Umsetzung zusammen mit der eigendynamischen Entwicklung des Lechs und dem erforderlichen Monitoring wurden in den jeweiligen Kapiteln bereits ausführlich erläutert. In Anlage A.6 ist ein Zeitplan für eine mögliche Umsetzung der Maßnahmen dargestellt. Der Zeitplan für die Umsetzung der Maßnahmen in den Paketen 2 bis 4 ist von der tatsächlichen eigendynamischen Entwicklung des Lechs abhängig. Eine wesentliche Rolle spielen dabei die Abflussverhältnisse, insbesondere die Anzahl der Tage mit relativ großen, bettbildenden Abflüssen. Die Maßnahmen des Umsetzungspakets 1 können in Abhängigkeit der erforderlichen vorgezogenen naturschutzfachlichen Maßnahmen (Maßnahmen zur Lebensraumverbesserung für Fledermäuse) unmittelbar nach der Planfeststellung umgesetzt werden.

Nachfolgend werden die Maßnahmen in den Umsetzungspaketen zusammengefasst. Innerhalb der Umsetzungspakete können die einzelnen Maßnahmenbausteine

weitgehend zeitlich unabhängig voneinander und teilweise auch parallel umgesetzt werden.

Umsetzungspaket 1

- Maßnahmen zur Lebensraumverbesserung für Fledermäuse
- Entfernung Ufersicherung, alle Abschnitte
- Sohlsicherung Fkm 56,20 – 56,65
- Maßnahmen Grundwasserseen (Ausleitungsbauwerke und Ausleitungsgewässer)
- Abschnitte 6 und 7
 - Sekundärauen
 - Lauffixierungen
 - CEF-Maßnahme Stillgewässer
- Abschnitt 2
 - Deichrückverlegung
 - Sekundäraue
 - Nebengewässer
- Sohlrampen
 - Rampe Fkm 53,4
 - Verlegung Strommasten
 - Rampe Fkm 50,4
- Abschnitt 1: Sekundäraue bis Deich
- Abschnitt 4: Sekundäraue bis Deich

Umsetzungspaket 2

- Rückbau Absturz 55,4
- Rückbau Absturz 54,4
- Rückbau Absturz 52,4
- Rückbau Absturz 51,4

Nach dem Rückbau der jeweiligen Abstürze können die Maßnahmen in den Abschnitten 1, 3 und 4 folgen.

Umsetzungspaket 3

- Abschnitt 1
 - Deichrückverlegung
 - Sekundäraue
 - Nebengewässer

Umsetzungspaket 4

- Abschnitt 4
 - Deichrückverlegung
 - Sekundäraue
 - Nebengewässer

Umsetzungspaket 5

- Abschnitt 3
 - Deichrückverlegung
 - Sekundäraue
 - Nebengewässer

Zusätzliche Anmerkungen zum Zeitplan

- Die Abfolge der Umsetzungspakete 3 bis 5 kann vertauscht werden.
- Die Umsetzung der Sekundärauen kann parallel zum Rückbau des Absturzes in dem jeweiligen Bereich erfolgen.
- Die Maßnahmen im Zusammenhang mit dem Gießer Überlauf sind losgelöst von allen anderen Maßnahmen zu sehen und können jederzeit durchgeführt werden.

5.6.2 Randbedingungen für die Umsetzung

Aus naturschutzfachlichen Gründen gelten folgende Einschränkungen bzw. Randbedingungen für den Bauablauf (detaillierte Angaben dazu können dem Bericht B1 Landschaftspflegerischer Begleitplan entnommen werden):

- Gemäß Anlage B1 (LBP) Ziffer 3.3.5 sind Maßnahmen zur Verbesserung der Lebensräume für Fledermäuse jeweils 5 Jahre vor dem Beginn von Eingriffen im Bereich des Auwälder erforderlich. Im Zeitplan der Anlage 6 ist dies berücksichtigt. Unabhängig davon kann vorher mit der Sohlsicherung Fkm 56.20 – 56,65 begonnen werden, ebenso mit der Entfernung der Ufersicherung in den für die eigendynamischen Aufweitung vorgesehenen Bereichen.

- Die Bauarbeiten erfolgen schwerpunktmäßig in den Monaten September bis März. In begründeten Fällen und/oder wenn keine relevanten Beeinträchtigungen von Schutzgütern zu erwarten sind, können Bauarbeiten in Abstimmung mit der ökologischen Baubegleitung und den zuständigen Naturschutzbehörden auch im Zeitraum April bis August durchgeführt werden.
- Im Bereich der Rampenbauwerke (inkl. maschineller Aufweitung) ist eine ganzjährige Bauzeit erforderlich.
- Regelarbeitszeiten: Montag – Sonntag 07:00 Uhr bis 18:00 Uhr
- Keine Rodungen/Baumfällungen zur Brutzeit (1. März bis 31. August) außer Einzelbäume/Gehölze mit Zustimmung der ökologischen Baubegleitung, sofern sichergestellt ist, dass die Erfüllung von artenschutzrechtlichen Verbotstatbestände auszuschließen ist.
- Fällung von potenziellen Biotopbäumen (Altbäume der Laubbaumarten Eichen, Eschen, Pappeln, Silberweiden), welche aufgrund des Vorhandenseins von Höhlen und Nischen für Fledermäuse ausschließlich im September/Okttober/November (je nach Witterung) geschlägert werden.
- Keine künstliche Beleuchtung des Baufelds oder von Baueinrichtungsflächen; Ist für die Arbeiten eine Beleuchtung erforderlich (Dämmerungszeiten), so beschränkt sich diese auf den Einsatz der Arbeitsbeleuchtung der Baumaschinen. Im Ausnahmefall wird eine „insektenfreundliche Beleuchtung“ gemäß dem Stand der Technik eingesetzt. Vorzugsweise werden warmweiße LEDs als Leuchtmittel eingesetzt, die keinen bzw. einen geringen Ultraviolett- und Blauanteil im Lichtspektrum besitzen.

5.7 Ausnahmegenehmigung von Regelungen der Wasserschutzgebietsverordnungen

Die geplanten Maßnahmen (siehe dazu die vorangegangenen Kapitel) liegen zum Teil in folgenden Wasserschutzgebieten:

- Trinkwasserschutzgebiet Augsburg
- Trinkwasserschutzgebiet Kissing

Als Ergebnis einer Prüfung wurde festgestellt, dass für einige Punkte der beiden Wasserschutzgebietsverordnungen die Erstellung von Ausnahmegenehmigungen erforderlich sind, um das Projekt umsetzen zu können. Hierzu wird auf die beiden Anlagen D1 (Trinkwasserschutzgebiet Augsburg) und D2 (Trinkwasserschutzgebiet Kissing) verwiesen.

6 Auswirkungen des Vorhabens

6.1 Hauptwerte des Lechs

Die Hauptwerte des Lechs werden durch die Maßnahmen nicht verändert.

6.2 Wasserbeschaffenheit

Lech

Infolge der Maßnahmen wird sich die Wasserbeschaffenheit des Lechs nicht verschlechtern. Die erhöhte Dynamik wird tendenziell das Selbstreinigungspotenzial erhöhen und damit die Wasserbeschaffenheit verbessern.

Grundwasserseen

Die Maßnahmen bewirken einen erhöhten Eintrag von Grundwasser in die Grundwasserseen (Weitmann-, Auen- und Kuhsee). In Verbindung mit den neuen Auslassbauwerken am Weitmann- und Auensee sowie der angepassten Steuerung am Kuhsee (siehe Kapitel 5.4.10) besteht ein erhöhter Wasserdurchsatz in den Seen und dadurch ein erhöhter Wasseraustausch. Dies führt zu einer Verbesserung der Wasserqualität.

6.3 Überschwemmungsgebiet und Hochwassersituation

6.3.1 Hydraulisches Modell

Im Rahmen der Planungen wurden hydraulische Berechnungen mit einem zweidimensionalen hydrodynamisch numerischen Modell (nachfolgend als *2d-Modell* bezeichnet) durchgeführt. Die Erstellung des 2d-Modells erfolgte im Zuge der weiterführenden Untersuchungen. Insbesondere sei hier auf den Bericht Hydraulik – Modelaufbau und -anpassung verwiesen [13]. Der Bericht beinhaltet alle wesentlichen Informationen zur Modellerstellung, zur Kalibrierung, Validierung und zur Sensitivitätsuntersuchung. Der Bericht ist zudem in Anlage A4.1 abgelegt.

Das 2d-Modell wurde einerseits als Planungswerkzeug verwendet. Die Ergebnisse der Berechnungen dienen zur iterativen Optimierung der Planung. Zum anderen wurden mit Hilfe des 2d-Modells die Auswirkungen der Planung für das Überschwemmungsgebiet sowie die Hochwassersituation erfasst. Zudem liefert das 2d-Modell Eingangsdaten für das Grundwassermodell (siehe Kapitel 6.4).

6.3.2 Überschwemmungsgebiet

Im Bezugszustand ist das Überschwemmungsgebiet durch die beidseitig des Lechs verlaufenden Hochwasserschutzdeiche definiert, siehe linkes Bild der Abbildung 88. Durch die Rückverlegung der Deiche in Verbindung mit der Veränderung der Wasserspiegel infolge der Maßnahmen wird sich das Überschwemmungsgebiet verändern. Die Überschwemmungsfläche bei HQ₁₀₀ im prognostizierten Endzustand ist im rechten Bild der Abbildung 88 dargestellt.

In der Verordnung über die Festsetzung eines Überschwemmungsgebiets des Lechs in der Stadt Augsburg vom 08.06.1973 [35] sind in § 2 Abs 1 VO Verbotstatbestände festgelegt: *Es ist verboten, im Überschwemmungsgebiet Anlagen und Anpflanzungen, die nicht der Benutzung, der Unterhaltung oder dem Ausbau des Gewässers dienen, zu errichten, durchzuführen oder wesentlich zu verändern (Art 61 Abs. 2 Satz 1 BayWG).*

Da alle geplanten Maßnahmen im Sinne des § 2 Abs 1 VO dem Gewässer Ausbau dienen, sind keine Ausnahmen nach § 2 Abs. 2 VO erforderlich.

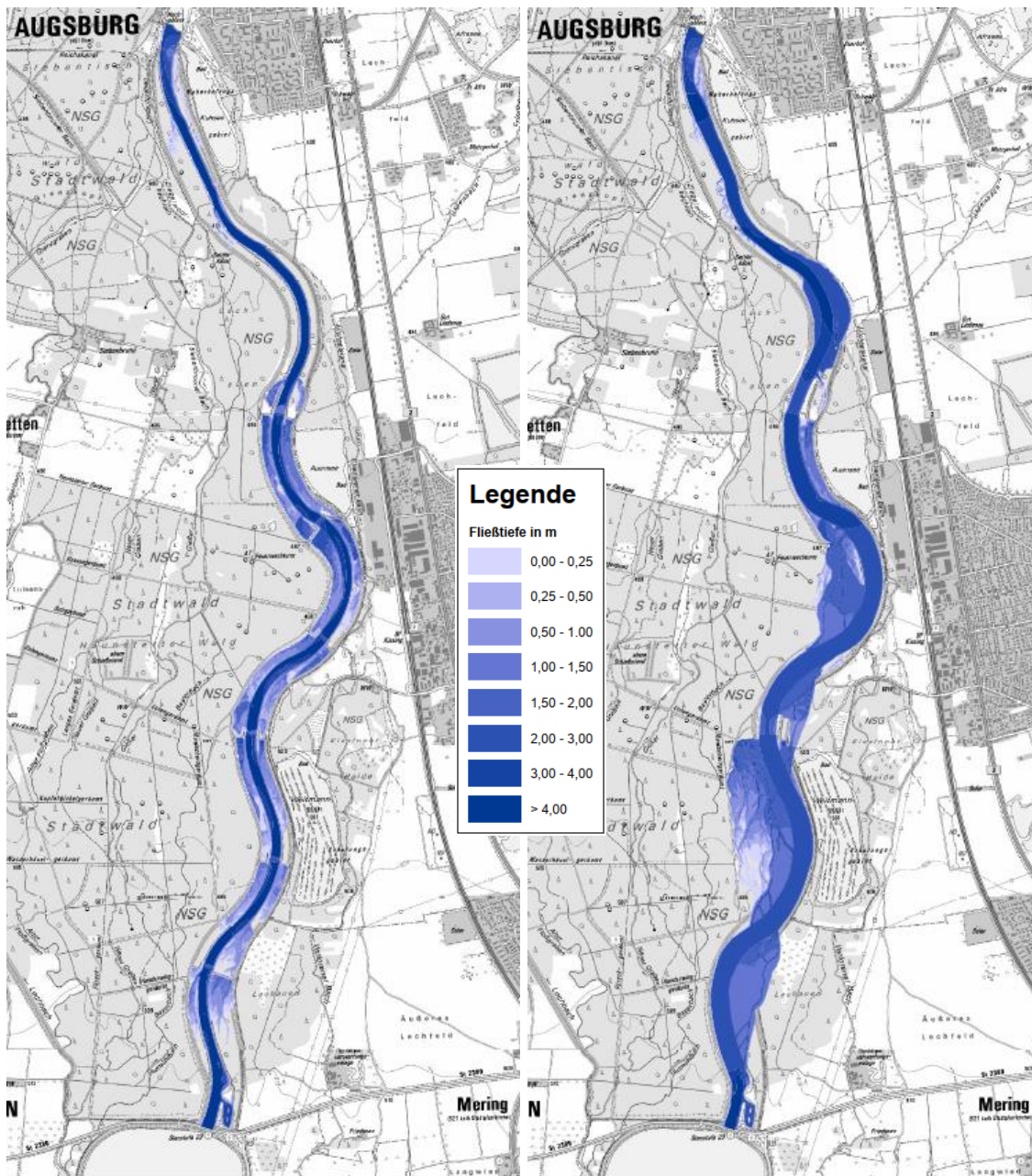


Abbildung 88: Berechnetes Überschwemmungsgebiet und Fließtiefen im Bezugszustand (links) und im prognostizierten Endzustand (rechts)

Das Überschwemmungsgebiet bei HQ_{100} ist im gesamten Projektgebiet in einer Übersicht im Maßstab 1:25.000 für den Bezugs- und Endzustand in Anlage A4.2 dargestellt. Die entsprechenden Fließtiefen für die beiden Zustände sind in einem größeren Maßstab (1:5.000) zusammen mit der Flurkarte im Hintergrund (Grundstücke mit Flurstücksnummern) in den Anlagen A4.3, A4.4 und A4.5 dargestellt.

6.3.3 Hochwassersituation

Die Hochwassersituation für die Siedlungen am Lech wird durch die geplanten Maßnahmen nicht verschlechtert. Für Anlieger haben die Maßnahmen keine negativen Auswirkungen.

6.3.3.1 Bemessungshochwasser

- Der Wasserspiegel beim Bemessungshochwasserabfluss ($HQ_B = 1.250 \text{ m}^3/\text{s}$, siehe Kapitel 5.4.8.1) liegt im Endzustand tendenziell niedriger als im Bezugszustand.
- Die zurückverlegten Deiche bzw. Hochwasserschutzmaßnahmen werden für denselben Bemessungsabfluss ausgelegt, wie die bestehenden Deiche ($HQ_B = 1.250 \text{ m}^3/\text{s}$). Ebenso entspricht der Freibord der rückverlegten Anlagen mit 0,6 m dem Mindestfreibord im Bezugszustand (siehe Kapitel 5.4.8).
- Lediglich im Bereich des zurückgebauten Absturzes bei Fkm 51,4 ist im Bereich des rechtsseitigen Deiches der Wasserspiegel im geplanten Endzustand etwas höher als im Bezugszustand. Der Freibord nimmt auf bis zu 0,4 m ab. Der Deichkrone wird im Rahmen des Unterhalts angepasst. Der betroffene Deichabschnitt hat eine Länge von ca. 200 m. Siehe dazu das Kapitel 5.4.8.1.

6.3.3.2 Extremes Hochwasserereignis – Resilienz

Im Längsschnitt der Abbildung 89 sind die berechneten Wasserspiegel bei einem $HQ_{1.000}$ ($1.450 \text{ m}^3/\text{s}$) sowohl im Bezugs-, als auch im geplanten Endzustand eingetragen. Zudem sind die entsprechenden Wasserspiegel für den Bemessungshochwasserabfluss ($1.250 \text{ m}^3/\text{s}$) dargestellt.

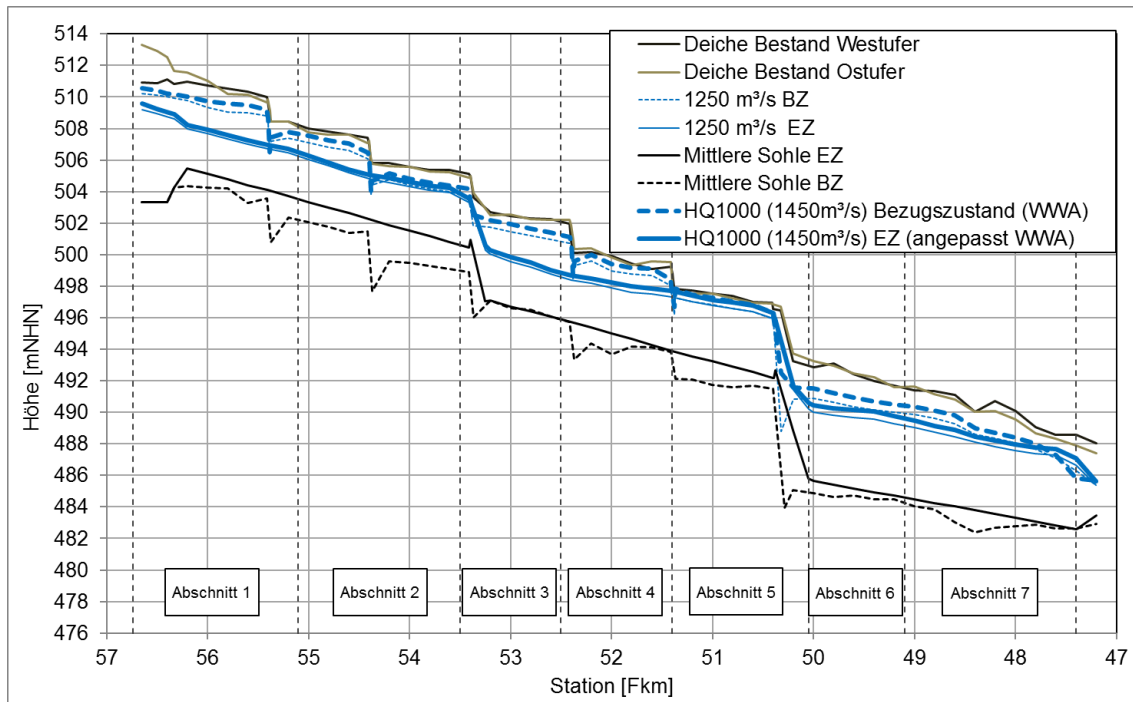


Abbildung 89: Wasserspiegel bei einem extremen Hochwasserereignis

Im Sinne einer systemischen Resilienz Betrachtung können folgende Aussagen getroffen werden.

Situation im Bezugszustand

Im Bezugszustand steigt der Wasserspiegel zwischen den Deichen deutlich an. Beidseits des Lechs kann es zu unkontrollierten Deichbrüchen kommen.

Situation im geplanten Endzustand

- Bis auf die Bereiche oberstrom der geplanten Sohlrampen (Abschnitte 2 und 5) wird der Wasserspiegel bei HQextrem gegenüber dem Bezugszustand deutlich abgesenkt.
- Infolge der größeren Breite des Lechs, des erhöhten Abflusses über die Sekundärauen sowie der Nebengewässer sind die Wasserspiegelanstiege bei großen bis extremen Hochwasserereignissen im Endzustand gegenüber dem Bezugszustand deutlich geringer.
- Die Gefahr von Deichbrüchen bei vorhandenen Deichen nimmt somit gegenüber dem Istzustand deutlich ab.
- Durch das bereichsweise offene Deichsystem kann infolge eines Deichbruchs ausströmendes Wasser wieder in den Lech zurückfließen.

- Etwaige Ausuferungen im Bereich der Geländemodellierungen sind mengenmäßig so gering, dass keine größeren Überschwemmungsflächen entstehen.
- Die neu geplanten Hochwasserschutzanlagen werden auch bei einem HQextrem nicht überströmt. Darüber hinaus sind diese überströmbar ausgebildet.

Insgesamt wird im geplanten Endzustand die Resilienz bei Extremhochwasserereignissen gegenüber dem Bezugszustand deutlich erhöht.

6.4 Grundwasser und Grundwasserleiter

Die Auswirkungen der geplanten Maßnahmen auf das Grundwasser wurden mit Hilfe eines Grundwassermodells untersucht. Detaillierte Angaben zum Modellaufbau, zur Kalibrierung, zum Modelleinsatz und den Berechnungsergebnissen können dem Bericht in Anlage A5.1 zusammen mit den weiteren Anlagen zur Darstellung der Berechnungsergebnisse entnommen werden. Nachfolgend werden die wesentlichen Inhalte des Berichts und insbesondere die Ergebnisse zusammengefasst.

6.4.1 Modellaufbau, Kalibrierung und Validierung

Das Grundwassermodell Licca Liber wurde in den Jahren 2018 und 2019 im Rahmen der Weiterführenden Untersuchungen entwickelt. Das Grundwassermodell wurde in der Modellsoftware Feflow aufgebaut und sowohl stationär als auch instationär kalibriert. Zur Validierung des Modells wurde ein Modelltest anhand des Hochwassers im August 2005 durchgeführt.

Um die Auswirkungen von Licca Liber auf das Grundwasser vergleichen zu können, wurde zunächst ein Bezugszustand erarbeitet, der verschiedene Grundwasser-Verhältnisse im Istzustand abbildet. Dieser Bezugszustand dient als Referenz für Vergleiche mit dem End- sowie Initialzustand von Licca Liber.

6.4.2 Modelleinsatz

Optimierung der Planung im Rahmen der Weiterführenden Untersuchungen

Das prognosefähige Grundwassermodell wurde zunächst zur Optimierung der Planung eingesetzt. Z. B. wurde die Höhe der beiden Sohlrampen derart optimiert, dass dadurch keine Verschlechterung der Hochwassersituation erfolgt. Ebenso wurde die Aufweitung des Lechs zwischen der Sohlrampe Fkm 50,4 und dem Hochablass auf eine Breite von etwa 85 m begrenzt. Bei einer größeren Breite würde die damit einhergehende Anhebung der Lechsohle zu hohe Grundwasserstände bewirken.

Eine wesentliche Erkenntnis des Modelleinsatzes war, dass eine Anpassung der Regulierung der drei Grundwasserseen rechtsseitig des Lechs – Weitmannsee, Auensee und Kuhsee – erforderlich ist. Die Regulierung erfolgt derart, dass sich für Kissing und Hochzoll keine Verschlechterungen der Grundwassersituation einstellt. Dazu werden am Weitmann- und Auensee neue Ausleitungsbauwerke sowie Ausleitungsgerinne vorgesehen. Am Kuhsee sind keine zusätzlichen baulichen Maßnahmen erforderlich. Siehe dazu die Ausführungen in Kapitel 5.4.10.

Grundwasserstände

Im Rahmen der Objektplanung wurde das Grundwassermodell weiterentwickelt. Die umfassendste Änderung betrifft den Betrachtungszeitraum: Das Grundwassermodell betrachtet nun einen Zeitraum von etwa zwei Jahren. Diese umfasst neben niedrigen, mittleren und außergewöhnlich hohen Grundwasserständen (HW_{100}) auch den Zeitraum eines häufigen Hochwassers. Die Auswertung der Berechnungsergebnisse erfolgt an einzelnen Pegeln sowie flächig über das Aussagegebiet. Beispielhaft zeigen die nachfolgenden Abbildungen die Veränderung der Grundwasserstände bei niedrigen, mittleren und einem 100-jährlichen Hochwasserereignis im Lech für den Endzustand (Differenz Endzustand – Bezugszustand). Weitere Differenzkarten für End- und Initialzustand sind Anlage A5.1 (Bericht Grundwassermodell) sowie den Anlagen A5.2 bis A5.9 zu entnehmen.

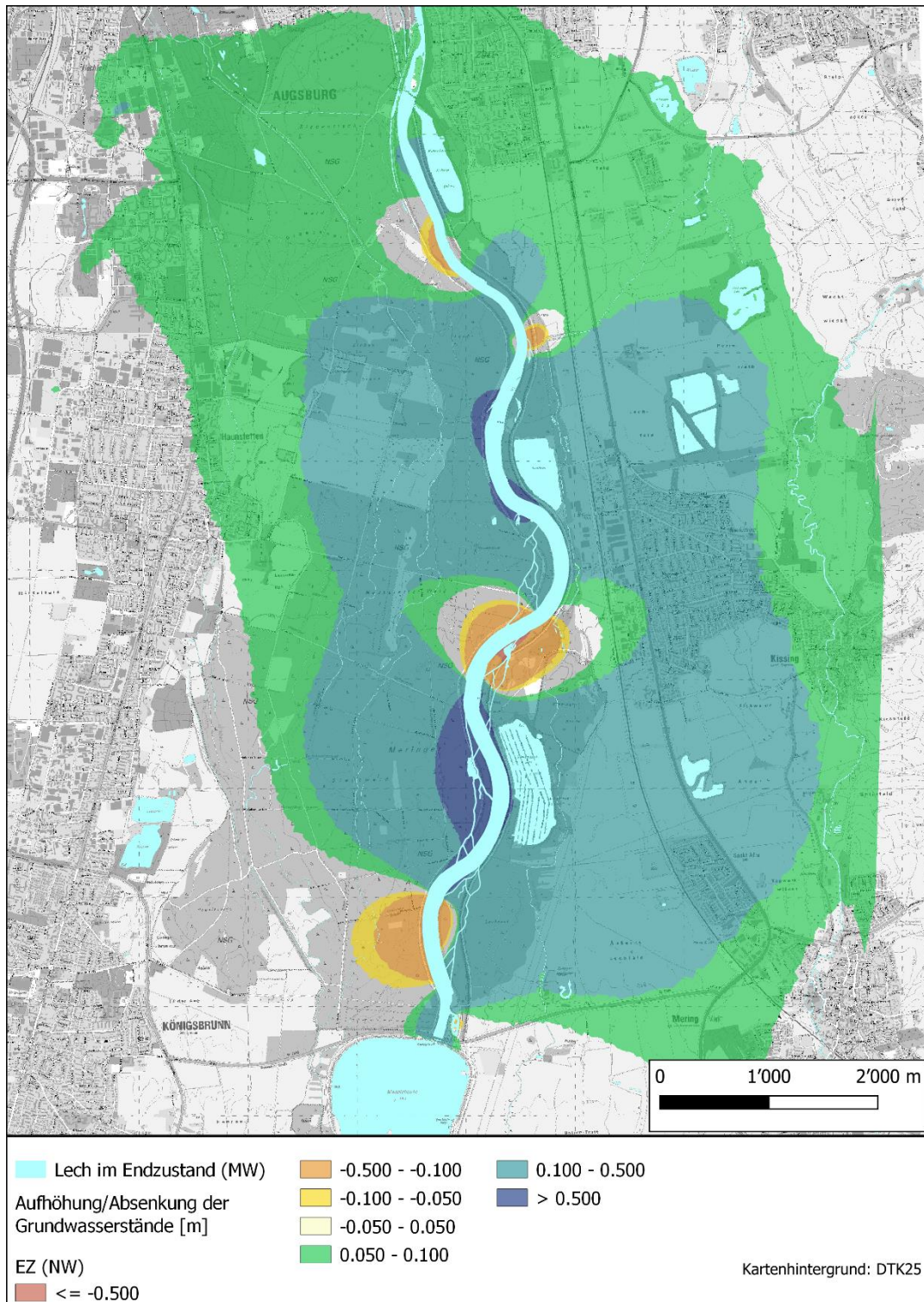


Abbildung 90: Aufhöhung/Absenkung der maximalen Grundwasserstände bei niedrigen Grundwasserständen (NW) im Endzustand

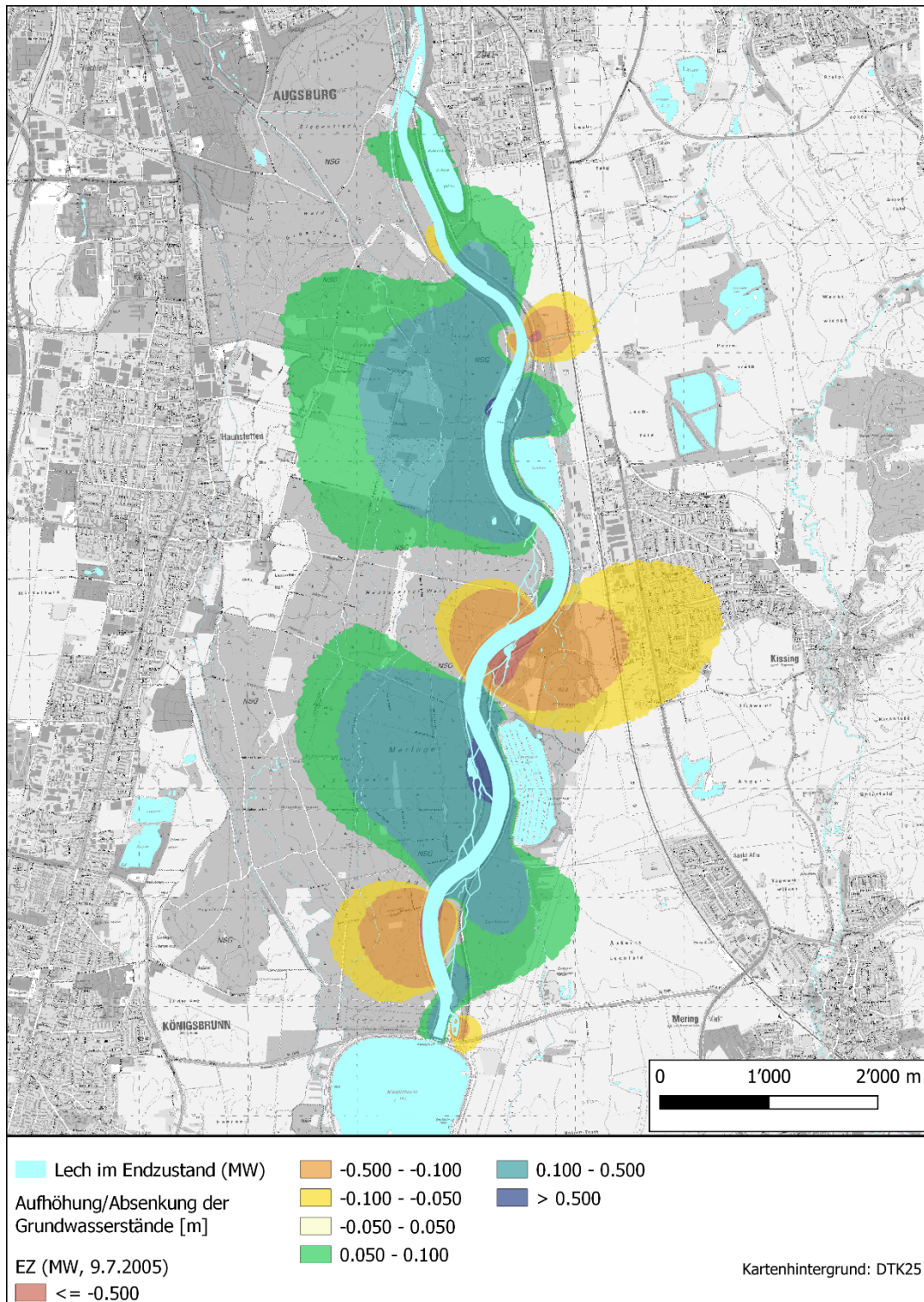


Abbildung 91: Aufhöhung/Absenkung der maximalen Grundwasserstände bei mittleren Grundwasserständen (MW) im Endzustand

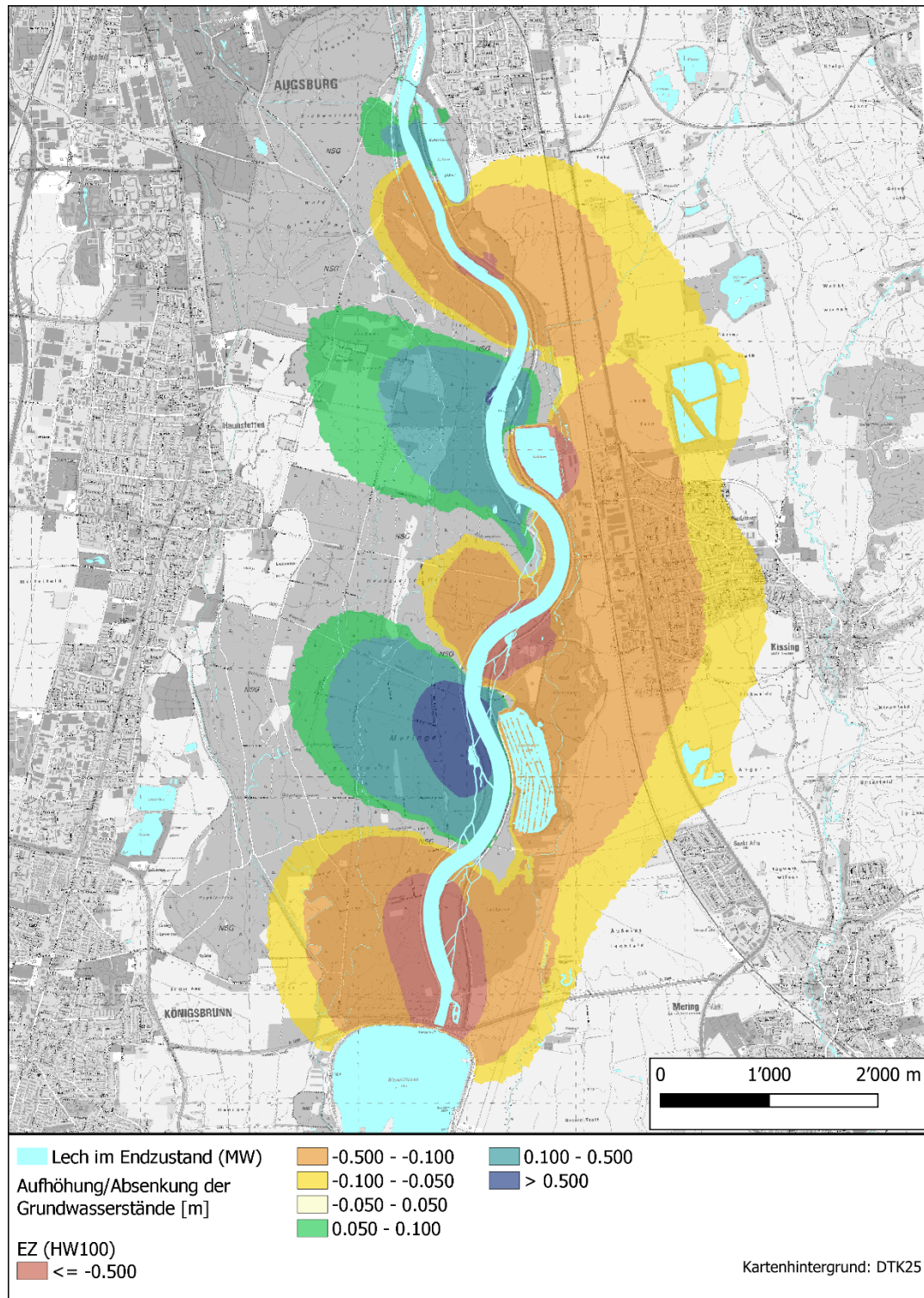


Abbildung 92: Aufhöhung/Absenkung der maximalen Grundwasserstände bei hohen Grundwasserständen (HQ₁₀₀) im Endzustand

Hinsichtlich der Grundwasserstände kann folgendes Fazit gezogen werden:

- Eine weitere Eintiefung des Lechs und damit eine Absenkung des Grundwasserspiegels wird unterbunden.
- Bis zu mittleren Grundwasserverhältnissen stabilisieren sich die Grundwasserspiegel auf einem höheren Niveau gegenüber dem Bezugszustand. Dies ist positiv hinsichtlich der Trinkwasserentnahme der Stadtwerke Augsburg sowie der Gemeinde Kissing zu bewerten, da das nutzbare Wasserdargebot verbessert wird.
- Kuh-, Auen- und Weitmannsee profitieren in Niedrigwasserphasen von Licca liber durch die im Vergleich zum Bezugszustand höheren See-Wasserspiegel. Bei mittleren Verhältnissen bleiben die See-Wasserspiegel in etwa gleich, während die Wasserspiegel im Hochwasserfall im Vergleich zum Bezugszustand abgesenkt werden.
- Im Fall von Hochwasserereignissen im Lech werden die Spitzen im Grundwasser reduziert. Es sind keine erhöhten Grundwasserstände in Kissing, Königsbrunn, Augsburg Haunstetten und Augsburg Hochzoll zu erwarten.
- Für einige Gebäude im Stadtwald (Siebenbrunn/Hugenottenweg) ergibt sich eine leichte Erhöhung des Grundwasserstands durch Licca liber. Die Auswertungen deuten darauf hin, dass sich nach Umsetzung von Licca liber keine völlig neuen Betroffenheiten für bestehende Keller ergeben (siehe dazu die Anlagen A5.10 bis A5.15). An diesen Standorten werden Grundwassermessstellen für das Monitoring eingerichtet.
- Im Initialzustand ist im Bereich des Krankenhauses Haunstetten bei HQ₁₀₀ eine Anhebung des Grundwasserspiegels von wenigen Zentimetern möglich. Das Krankenhaus besitzt lediglich einen so genannten Kriechkeller sowie einen Rohrgang. Der maximale Grundwasserspiegel bei HQ₁₀₀ liegt mit 497,18 mNHN 4 cm unter der Oberkante der Bodenplatte des Rohrgangs (497,22 mNHN) und 93 cm unter der Bodenplatte des Kriechkellers (498,11 mNHN). Im geplanten Endzustand verändert sich der Grundwasserstand am Krankenhaus Haunstetten bei einem hundertjährigen Hochwasser im Vergleich zum Bezugszustand nicht. Somit ergeben sich für das Krankenhaus Haunstetten insgesamt keine Verschlechterungen.

Einzugsgebiete der Trinkwasserbrunnen

Aus der instationären Berechnung werden Strom- und Pfadlinien für die betrachteten Zustände abgeleitet und dargestellt (siehe Anlage A5.1). Daraus können folgende Schlussfolgerungen gezogen werden:

Das Einzugsgebiet des Trinkwasserbrunnens Kissings verändert sich durch Licca liber nicht. Die Einzugsgebiete der Trinkwasserbrunnen im Stadtwald bleiben auch weitgehend gleich. Während die geplanten Maßnahmen im Endzustand eher zu positiven Verlagerungen der Brunnen-Einzugsgebiete führen, ähneln die Ergebnisse des Initialzustands in Bezug auf die Einzugsgebiete den Ergebnissen des Bezugszustands. So erhalten Trinkwasserbrunnen im Initialzustand im Hochwasserfall Wasser aus Ausuferungsflächen des Lechs, während diese Brunnen im Bezugszustand Wasser aus Bereichen mit lechbürtigem Qualmwasser beziehen. Bei mittleren und niedrigen Grundwasserverhältnissen sind die Einzugsgebiete qualitativ lagegleich. Zusätzlich wurde untersucht, ob sich aus einer höheren Entnahme an einigen lechnahen Trinkwasserbrunnen andere Erkenntnisse ableiten lassen. Es kann nachgewiesen werden, dass dies nicht der Fall ist.

Bemerkung zum Rückbau von Trinkwasserbrunnen: Im Abschnitt 4 befinden sich drei Trinkwasserbrunnen der Stadtwerke Augsburg. Diese werden zusammen mit den vorhandenen Leitungen zurückgebaut. Es handelt sich um die Brunnen 211, 215 und 216. Eine Auswertung von Betriebsdaten belegt, dass die Entnahmen an den Brunnen in rückläufig sind und durch den geplanten Bau eines neuen Tertiärbrunnens durch die Stadtwerke (über-)kompensiert werden.

6.5 Natur und Landschaft

Die Auswirkungen des Vorhabens auf Natur und Landschaft sind in den Anlagen B1 Landschaftspflegerischer Begleitplan, B2 UVP-Bericht, B3 Spezielle Artenschutzrechtliche Prüfung und B4 FFH-Verträglichkeitsstudie dargestellt.

Der Bau der Maßnahmen besitzt aufgrund der Flächenbeanspruchung, der Lärmimmissionen, der visuellen Beeinträchtigung und der vorübergehenden Zerschneidungswirkung nachteilige Auswirkungen auf Natur und Landschaft. Durch eine Vielzahl von Vermeidungs-, Verminderungs- und Kompensationsmaßnahmen werden die Wirkungen dieser Beeinträchtigung reduziert.

Nach Abschluss der Bauarbeiten kann sich der Lech eigendynamisch von einem stark anthropogen geprägten Gewässer hin zu einem dynamisch geprägten, furkierenden Flusssystem mit autotypischen Lebensräumen der Weichen Au entwickeln. Im Bereich der Sekundäraue mit ihren Nebengewässern werden wieder autotypische Lebensräume der Weichen Au mit einer entsprechenden Hochwasserdynamik, autotypischen Grundwasserverhältnissen und einer höheren Resilienz gegenüber Klimaextremen entstehen. Dieses strukturreiche Lebensraummosaik stellt für viele Tier- und Pflanzenarten einen hochwertigen Lebensraum dar.

Auch aus Sicht der Natur und Landschaft leistet das geplante Vorhaben einen wesentlichen Beitrag zur Wiederherstellung einer naturnahen Flusslandschaft des Lechs und seiner angrenzenden Aue und stellt eine deutliche Verbesserung gegenüber dem Ist-Zustand dar.

Durch das Vorhaben werden in Summe daher deutlich positive Wirkungen auf Natur und Landschaft erwartet.

6.6 Wohnungs- und Siedlungswesen

Das Vorhaben und seine Baustelleneinrichtungsflächen liegen außerhalb des Siedlungsgebiets und somit nicht auf Flächen, die für Wohnen oder Arbeiten von Relevanz sind.

Für einige Gebäuden im Stadtwald (Siebenbrunn/Hugenottenweg) und weitere einzelne Gebäude ergibt sich eine leichte Erhöhung des Grundwasserstands durch Licca liber. Die Auswertungen deuten darauf hin, dass sich nach Umsetzung von Licca liber keine völlig neuen Betroffenheiten für bestehende Keller ergeben (siehe dazu die Anlagen A5.10 bis A5.15). Darüber hinaus sind keine erhöhten Grundwasserstände in Kissing, Königsbrunn, Augsburg Haunstetten und Augsburg Hochzoll zu erwarten.

Für sonstige Auswirkungen infolge von verkehrsbedingten Immissionen infolge des Baustellenverkehrs sei auf den Bericht zur Umweltverträglichkeitsprüfung in Anlage B2, Kapitel 8.1 verwiesen.

6.7 Öffentliche Sicherheit und Verkehr

Die Maßnahmen haben keine Auswirkungen auf die öffentliche Sicherheit.

Ebenso haben die Maßnahmen keine Auswirkungen auf den überregionalen Verkehr. Im regionalen Verkehr kann es während den Baumaßnahmen durch Baustellenfahrzeuge zu Beeinträchtigungen kommen.

Im Bereich des Stadtwaldes wird der Rad- und Fußverkehr durch die Maßnahmen neu geregelt. Die Hauptverbindungen in Nord-Süd-Richtung werden links- und rechtsseitig des Lechs aufrechterhalten. Während der Baumaßnahmen kann es zu Umleitungen und zu temporären Einschränkungen kommen.

6.8 Anlieger und Grundstücke

Die Andienung von Privatgrundstücken im Abschnitt 1 ist auch nach Umsetzung der geplanten Maßnahmen über den bestehenden und dann neuen Unterhaltsweg möglich. In den anderen Abschnitten ist dies nicht relevant.

Bezüglich der leichten Erhöhung des Grundwasserstands für einige Gebäuden im Stadtwald (Siebenbrunn/Hugenottenweg) und weitere einzelne Gebäude sei auf die Ausführungen in Kapitel 6.6 verwiesen.

6.9 Landwirtschaft

Eine direkte Betroffenheit von landwirtschaftlichen Flächen auf Fremdgrund ist durch die baulichen Maßnahmen nicht gegeben. Auch die (geringfügigen) Änderungen des Grundwasserhaushalts (siehe Anlage 5) lassen keine relevanten Auswirkungen auf landwirtschaftliche Nutzungen erwarten. In jenen kleinräumigen Bereichen, in denen Absenkungen von bis zu 30 cm prognostiziert werden (z.B. südlich Auensee) bleiben diese Absenkungen angesichts des aktuell schon großen Flurabstands ohne relevante Auswirkungen (siehe dazu auch Anlage B2 - Bericht zur UVP, Kap. 8.2.1.2). Ohne Maßnahmen von Licca liber würde sich der Grundwasserspiegel weiter absenken und damit mit hoher Wahrscheinlichkeit zu einer mittel- bis langfristig Abnahme der Grundwasserverfügbarkeit im Gebiet führen.

6.10 Bestehende Rechte

6.10.1 Fischerei

Hinsichtlich der Fischerei sind keine negativen Auswirkungen zu erwarten. Vielmehr wird sich eine Verbesserung der Situation einstellen:

- Die geplanten Maßnahmen stellen eine deutliche Aufwertung der Fischhabitate (z. B. Laichplätze, Rückzugsräume bei Hochwasser) im Lech gegenüber dem Ist-Zustand dar.
- In der Bauphase ist temporär mit Einschränkungen der Fischerei durch die Bauarbeiten zu rechnen (Erreichbarkeit, Trübungen).
- Es ist davon auszugehen, dass die Fischbiomasse zunehmen wird.

- Der aufgeweitete Lech mit seinen zu erwartenden Sohlformen (alternierende Kiesbänke mit korrespondierenden Kolken) und den naturnahen Uferbereichen wird ein hochattraktives Gewässer für die Fischerei.
- Mit den etwa 8 km langen Nebengewässern entstehen weitere für die Fischerei nutzbare und hoch attraktive Gewässerabschnitte.
- Im Weitmann- und Auensee ist durch den erhöhten Durchsatz eine verbesserte Wasserqualität (v.a. in Hinblick auf geringere Wassertemperaturen in Zeiten der Klimakrise) und damit eine Verbesserung für die Fischerei zu erwarten. Zudem stehen mit den Ausleitungsgewässern zwei neue ständig dotierte Gewässer für die Fischerei zur Verfügung.

6.10.2 Lechstaustufe 23

6.10.2.1 Energieerzeugung

Im Bescheid des Landratsamts Aichach-Friedberg vom 26.11.1975 zur Errichtung der Lechstaustufe 23 [22] ist u. a. der Ausbauabfluss von 142,5 m³/s zusammen der zugehörigen Ausbaufallhöhe von 9,5 m geregelt.

- Infolge der geplanten Maßnahmen ändern sich die Hauptwerte des Lechs nicht. Dies gilt auch für alle Abflusszustände im Bereich der Lechstaustufe 23.
- Bei Abflüssen im Bereich des Ausbauabflusses wird ein Anstieg des Wasserspiegels in einer Größenordnung von etwa 20 cm erwartet. Die Auswirkungen auf die Energieerzeugung werden bei einer Fallhöhe von etwa 10 m als gering eingestuft. Die im Bescheid angegebene Fallhöhe von 9,5 m wird nicht eingeschränkt, da der zugehörige Unterwasserstand von 506,75 mNHN nicht überschritten wird. Siehe dazu auch die Ausführungen in Kapitel 5.4.4.

Somit ergeben sich keine negativen Auswirkungen auf die Energieerzeugung an der Lechstaustufe 23.

6.10.2.2 Fischaufstiegsanlage

Der für die Fischaufstiegsanlage maßgebende Wasserspiegel bei Q_{30} bzw. bei MNQ wird im geplanten Endzustand, also insbesondere nach Umsetzung der Sohlrollierung, um ca. 43 cm höher liegen als im Istzustand. Die Fischaufstiegsanlage wird somit uneingeschränkt weiterhin funktionieren. Siehe dazu die Ausführungen in Kapitel 5.4.4.

6.10.3 Hochablass

Der Hochablass ist Teil von Augsburgs historischer Wasserwirtschaft. Als Bestandteil des Augsburger Wassermanagementsystem wurde der Hochablass am 6. Juli 2019 in die Welterbeliste der UNESCO aufgenommen (Quelle: <https://wassersystem-augsburg.de/de/objekte/hochablass-lechwehr>, Stand 21.11.2023)

Die geplanten Maßnahmen haben keine Auswirkungen auf die Abflussverhältnisse im Bereich des Hochablasses (km 47,0). Somit bestehen weder Auswirkungen auf die Energieerzeugung am Wasserkraftwerk noch auf die Ausleitung in den Kanal und damit in die weiterführenden Stadtbäche.

6.10.4 Betrieb der Kanuslalomstrecke (*Olympiastrecke*)

Mit Bescheid vom 11.08.2008 wird die zusätzliche Ausleitung am Hochablass von bis zu 10 m³/s Wasser aus dem Lech über den Einlaufkanal zum Hauptbach und Neubach in den Hauptstadtbach und dann in das Gerinne der Kanuslalomstrecke.

Da wie bereits in Kapitel 6.10.3 erläutert wurde, die Abflussverhältnisse am Hochablass infolge der Maßnahmen nicht verändert werden, haben diese auch keinen Einfluss auf die Ausleitung von Lechwasser zum Betrieb der Kanuslalomstrecke.

6.11 Einordnung der Maßnahme im Rahmen des Klimaschutzes (KSG)

Die Umsetzung des Vorhabens ist mit temporären Maßnahmen verbunden, die im Zuge der Bauausführung unvermeidbar zu Emissionen führen. Hierzu zählen insbesondere Materialbereitstellungen, großflächige Erdbewegungen und Transporte per LKW ins Projektgebiet und aus diesem heraus (siehe dazu die Angabe der bei der Umsetzung der Maßnahmen anfallenden und benötigten Massen an Material in Kapitel 5.4.15). In den Bereichen der geplanten Sekundärauen fallen erhebliche Mengen an kiesigem Bodenmaterial an, die nicht vollständig innerhalb des Projektgebiets wiedereingebaut werden können. Der Abtransport dieser Massen verursacht zusätzliche Fahrbewegungen und damit verbundene CO₂-Emissionen (siehe die Abschätzung der dafür erforderlichen LKW-Fahrten in Kapitel 5.4.17.2).

Ebenso sind im Bereich der zukünftigen Sekundärauen großflächige Waldrodungen erforderlich, wodurch die Speicherung von Treibhausgasen zwischenzeitlich reduziert wird. Durch diese Rodungen wird jedoch ermöglicht, die Flächen der zukünftigen Sekundärauen durch Bodenabtrag abzusenken und folglich einen Anschluss an das Grundwasser sowie regelmäßige Auenüberflutungen sicherzustellen. Nur so können die Randbedingungen für einen intakten Auwald gewährleistet werden, der dann ein

hohes Speichervermögen für Treibhausgase besitzt. Der Wegfall von Waldbiotopen wird nach Maßgabe des BayWaldG und des BNatSchG kompensiert, vgl. dazu insbes. die Ausführungen in den Anlagen B1 und B2. Die kurzfristigen Verluste von – überwiegend wirtschaftlich genutzten Nadelforsten – werden mittel- und langfristig durch die Entwicklung eines natürlichen Auwaldes aufgewogen.

Mittel bis langfristig überwiegen die positiven Wirkungen der Maßnahme für den Wasser- und Klimahaushalt. Durch die Wiederanbindung von Auenbereichen, die Entstehung der Sekundärauen und die Verbesserung der Gewässerstruktur wird die Retentions- und Verdunstungsleistung der Flussaue gestärkt. Die Stabilisierung der Flusssohle wirkt einer weiteren Absenkung des Grundwasserspiegels entgegen und unterstützt die natürliche Grundwasserneubildung sowie die Sicherung der Trinkwasserversorgung. Zusätzlich fördern eigendynamische Entwicklungsprozesse die Ausbildung standorttypischer Vegetationsstrukturen, wodurch eine dauerhafte Kohlenstoffbindung in Biomasse erfolgt bzw. dauerhaft gewährleistet wird.

In der Summe bewirken die Maßnahmen mittel- bis langfristig positive Wirkungen für den Klimahaushalt: die Maßnahmen tragen zu einer Reduzierung der Treibhausgasemissionen bei. Insbesondere sind hier auch die sehr negativen Effekte der Entwicklung des Lechs zu beachten, falls keine Maßnahmen erfolgen und der Lechabschnitt weiterhin so bewirtschaftet werden würde, wie in den letzten Jahrzehnten (Nullvariante, siehe Kapitel 5.1.3).

Zudem ist zu berücksichtigen, dass das gewonnene Kiesmaterial einen hochwertigen Rohstoff für die Bauwirtschaft darstellt. Es ersetzt Material, das andernfalls aus externen Abbaustätten gewonnen und möglicherweise über deutlich längere Transportstrecken herangeführt werden müsste. Die Materialverwertung im Sinne einer Substitution eines sonstigen Kiesabbaus mindert somit indirekt den Bedarf an neuem Rohstoffabbau und vermeidet zusätzliche Emissionen außerhalb des Projektgebiets.

7 Rechtsverhältnisse

7.1 Unterhaltungspflicht in den vom Vorhaben berührten Gewässerstrecken

Die Unterhaltungspflicht liegt für große Teile des Projektgebiets beim Freistaat Bayern. Bedingt durch die vorhandenen Anlagen – Hochablass und Lechstaustufe 23 – verbleiben Teilstrecken des Lechs in der Unterhaltungspflicht der jeweiligen Anlagenbetreiber.

Unterhaltungspflicht der Stadt Augsburg (Betreiberin Hochablass)

- Derzeit erstreckt sich die Unterhaltungspflicht der Stadt Augsburg als Betreiberin des Hochablasses von Fkm 46,0 bis Fkm 49,0 (siehe Kapitel 4.12).
- Bedingt durch die rechtsseitige Sekundäraue im Abschnitt 6 wird die Grenze für den Unterhalt von Fkm 49,0 nach Fkm 48,9 verschoben (siehe auch Tabelle 39). Die Unterhaltungspflicht im Lech zwischen dem Hochablass bei Fkm 47,0 und Fkm 48,9 verbleibt somit bei der Stadt Augsburg. Dies betrifft das Flussbett des Lechs zusammen mit den Ufersicherungen entlang des Lechs.
- Für die bestehenden Deiche verbleibt die Grenze für den Unterhalt allerdings bei Fkm 49,0 (siehe dazu auch das nachfolgende Kapitel 7.2 in Verbindung mit dem Bauwerksverzeichnis in Anlage C4).

Unterhaltungspflicht Uniper (Betreiberin Lechstaustufe 23)

- Derzeit erstreckt sich die Unterhaltungspflicht der Uniper als Betreiberin der Lechstaustufe 23 von Fkm 55,8 bis Fkm 60,7 (siehe Kapitel 4.12).
- Bedingt durch die Maßnahmen wird die Grenze für die Unterhaltungspflicht für das Flussbett des Lechs von Fkm 55,8 nach Fkm 55,2 (unterstromige Grenze der Sohlsicherung Fkm 56,20 bis Fkm 56,65) verschoben. Der Unterhalt für die Sohlsicherungsmaßnahme obliegt somit Uniper (siehe auch Tabelle 39).
- Die Unterhaltungspflicht für die Ufersicherung endet auf der orographisch linken Seite bei Fkm 56,4. Hier beginnt die Aufweitung des Lechs.
- Auf der orographisch rechten Seite endet die Unterhaltungspflicht für die Ufersicherung bei Fkm 56,3 mit dem Beginn der Sekundäraue.
- Siehe dazu auch das nachfolgende Kapitel 7.2 in Verbindung mit dem Bauwerksverzeichnis in Anlage C4.

Tabelle 39: Unterhaltslast im Projekttraum für das Flussbett des Lechs nach Umsetzung der Maßnahmen

Fkm von	Fkm bis	Unterhalt	Bemerkung
56,200	56,700	Uniper	Staustufe 23
48,900	56,30	Freistaat Bayern	
47,000	48,900	Stadt Augsburg	Hochablass

7.2 Unterhaltungspflicht an den durch das Vorhaben betroffenen und den zu errichtenden baulichen Anlagen

Im Bauwerksverzeichnis (Anlage C4) sind alle Bauwerke mit der Benennung der künftigen Unterhaltsverpflichtung aufgeführt.

Die nachfolgende Tabelle 40 enthält eine zusammenfassende Wiedergabe der Unterhaltungspflicht an den Bauwerken.

Tabelle 40: Übersicht über die künftige Unterhaltungspflicht an den Bauwerken

Bauwerk	Unterhaltungspflicht
Sohlrampe Fkm 53,4	Freistaat Bayern
Sohlrampe Fkm 50,4	Freistaat Bayern
Sekundärauen, mit Sicherungsmaßnahmen	Freistaat Bayern
Nebengewässer, mit Sicherungsmaßnahmen	Freistaat Bayern
Vorhandene Deiche, Fkm 47,0 bis 49,0	Stadt Augsburg
Vorhandene Deiche und rückverlegte Hochwasserschutzmaßnahmen, Fkm 56,45 bis 49,0	Freistaat Bayern
Weitmannsee: Auslaufbauwerk und Auslaufgerinne, temporäres Sielbauwerk	Freistaat Bayern
Auensee: Auslaufbauwerk und Auslaufgerinne	Freistaat Bayern
Kuhsee	Stadt Augsburg
Anbindung Gießer Überlauf mit Sielbauwerk	Stadt Augsburg
Sohlrollierung Fkm 56,65 bis Fkm 56,20	Uniper
Wege	Freistaat Bayern

Die Unterhaltungspflicht für alle vorhandenen Sparten und Leitungen im Projektgebiet (siehe Kapitel 4.6) bleibt unverändert bei den jeweiligen Spartenträgern.

7.3 Notwendige öffentlich-rechtliche Verfahren

Die vorgesehenen Maßnahmen gehen mit einer wesentlichen Umgestaltung des Gewässers einher und erfüllen somit gemäß § 68 Abs. 1 in Verbindung mit § 67 Abs. 2 WHG den Ausbautatbestand. Zudem muss nach dem Gesetz für die Umweltverträglichkeitsprüfung eine Umweltverträglichkeitsprüfung durchgeführt werden. Daher ist ein Planfeststellungsverfahren erforderlich, in dem alle öffentlich-rechtlichen Genehmigungen konzentriert sind.

7.4 Beweissicherungsmaßnahmen

Eine Beweissicherung bzw. ein Monitoring sind zum einen hinsichtlich der flussmorphologischen Entwicklung des Lechs nach Umsetzung der Initialmaßnahmen erforderlich. Zum anderen ist ein intensives Monitoring der Grundwasserverhältnisse durchzuführen. Für eine detaillierte Beschreibung der notwendigen Maßnahmen sei auf Kapitel 5.4.16 verwiesen.

7.5 Privatrechtliche Verhältnisse der durch das Vorhaben berührten Grundstücke und Rechte

Die Eigentumsverhältnisse zusammen mit dem getätigten Grunderwerb sowie den Grunddienstbarkeiten bzw. den privatrechtlichen Vereinbarungen sind in den Lageplänen der Anlagen C1 und C2 dargestellt. In Anlage C3 befindet sich ein Eigentümer- oder Grundstücksverzeichnis (im Erläuterungsbericht für die Genehmigungsplanung entfällt das Eigentümerverzeichnis).

8 Kostenzusammenstellung

Dieses Kapitel entfällt für den Erläuterungsbericht der Genehmigungsplanung.

9 Durchführung des Vorhabens

9.1 Bauzeitplan

Hinsichtlich des Zeitplans für die Umsetzung sei auf die Ausführungen in Kapitel 5.6 verwiesen.

9.2 Abstimmung mit anderen Vorhaben

Mit folgenden Vorhaben im Projektgebiet sind laufend Abstimmungen notwendig, siehe dazu auch die Übersicht in Tabelle 41:

- Fischeaufstieg Kuhsee mit Ausleitung Kuhsee: Der Kuhsee dient in Zukunft auch der Grundwasserregulierung. Der Auslass muss den Anforderungen der Grundwasserregulierung genügen (siehe Kapitel 5.4.10.4).
- Rückbau von drei Brunnen und Grundwassermessstellen: Der Rückbau der Brunnen im Abschnitt 4 erfolgt durch die Stadtwerke Augsburg. Im Rahmen des Rückbaus wird auch die WSG Zone I durch die Stadtwerke Augsburg angepasst und beginnt dann westlich des neu anzulegenden Uferbegleitweges.
- Versetzung von drei 110-kV-Strommasten der LEV im Bereich der Rampe Fkm 50,4: Die Umlegung der Strommasten steht im Zusammenhang mit dem Bau der Sohlrampe 50,4 (siehe Kapitel 5.4.2.3), wird aber in einem eigenen Verfahren planfestgestellt.
- Projekt Stadtwaldbäche (Bespannung Gießler) - Anbindung Gießler Überlauf: Abstimmung mit dem Projekt LIFE Stadtwaldbäche und dem Trinkwasserdüker der Stadtwerke Augsburg bei Fkm 48,4 (siehe dazu auch die Ausführungen in Kapitel 5.4.11.2).
- Umlegung von Sparten entsprechend Kapitel 5.4.18: Die Umlegung ist mit den jeweiligen Spartenbetreibern abzustimmen.

Tabelle 41: Übersicht über parallel laufende Maßnahmen / Planungen / Verfahren im Projektgebiet

Vorhaben, Bezeichnung	Vorhabensträger	Stand
Fischaufstieg Hochablass mit Ausleitung Kuhsee	Stadtwerke Augsburg	<ul style="list-style-type: none"> ▪ genehmigt ▪ Umsetzung im Jahr 2026 vorgesehen
Rückbau von 3 Brunnen und Grundwassermessstellen Tertiär	Stadtwerke Augsburg mit WWA Donauwörth	<ul style="list-style-type: none"> ▪ in Planung ▪ Umsetzung im Jahr 2027 vorgesehen
Versetzung von 3 Strommasten der 110-kV-Leitung im Bereich der Rampe bei Fkm 50,4	LVN (LEW Verteilnetz GmbH), im Auftrag des WWA Donauwörth	<ul style="list-style-type: none"> ▪ in Planung ▪ Einreichung Genehmigungsantrag Ende 2025 vorgesehen
Neubau Horizontalfilterbrunnen 830	Stadtwerke Augsburg	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Bau ist bereits erfolgt ▪ Antrag auf Genehmigung der Grundwasserentnahme ist für 2025 vorgesehen
Projekt Stadtwaldbäche (Bespannung Gießler)	Stadt Augsburg, Forstverwaltung	<ul style="list-style-type: none"> ▪ in Planung

Zudem sei hier auf den UVP-Bericht (Anlage B2), Kapitel 8.9.2 verwiesen. Hier werden übergeordnete Pläne und Programme erläutert. Konflikte mit der vorliegenden Planung bestehen nicht.

10 Literatur

- [1] Bayerisches Landesamt für Umwelt: 100 Jahre Wasserbau am Lech zwischen Landsberg und Augsburg, Schriftenreihe des bayerischen Landesamtes für Wasserwirtschaft, Heft 19 München, 1984.
- [2] Wasserwirtschaftsamt Donauwörth: Licca liber – Umsetzungskonzept, 2016.
- [3] Lehrstuhl und Versuchsanstalt für Wasserbau der TU München: Untersuchung der flussbaulichen Möglichkeiten zur Sanierung des Lechs – morphologische Grundlagenstudie. München, 2012.
- [4] Bauer, F.: Das flussmorphologische Verhalten des bayerischen Lechs. Schriftenreihe des bayerischen Landesamtes für Wasserwirtschaft, Heft 9, München, 1979.
- [5] Bewilligung der Zulassung des Schwellbetriebes zwischen den Lechstaustufen 18 und 23. Landratsamt Landsberg am Lech, 21.12.2012.
- [6] Landratsamt Aichach-Friedberg: Bescheid zum Absenken des Wasserspiegels in der Lechstaustufe 23 zum Betrieb der Kanustrecke am Eiskanal und Wiederaufstauen des Wasserspiegels in der Staustufe 23 außerhalb der Wettkampfzeiten. 08.10.2009.
- [7a] Amt für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten Augsburg: Managementplan FFH-Gebiet 7631-371 »Lechauen zwischen Königsbrunn und Augsburg« Fachgrundlagen, 2018.
- [7b] Amt für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten Augsburg: Managementplan FFH-Gebiet 7631-371 »Lechauen zwischen Königsbrunn und Augsburg« Maßnahmen, 2018.
- [7c] Amt für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten Augsburg: Managementplan FFH-Gebiet 7631-371 »Lechauen zwischen Königsbrunn und Augsburg« Fachbeitrag Fische, 2018.
- [8] Wasserwirtschaftsamt Donauwörth: Protokolle zum Flussdialog Licca liber I. https://www.wwa-don.bayern.de/fluesse_seen/massnahmen/liccaliber/flussdialog/index.htm.
- [9] BSMUG: Bewirtschaftungsplan für den bayerischen Anteil der Flussgebietseinheit Donau, Bewirtschaftungszeitraum 2016-2021, München, 2015.
- [10] Dußling, U.: Handbuch zu fiBS. Verband deutscher Fischereiverwaltungsbeamter und Fischereiwissenschaftler e.V., 2009.

- [11] Stadtwerke Augsburg: Online Magazin zum Thema Horizontalfilterbrunnen. <https://www.sw-augsburg.de/magazin/detail/horizontalfilterbrunnen-wieso-weshalb-warum/>
- [12] Stadtwerke Königsbrunn: Webseite. <https://www.koenigsbrunn-stadtwerke.de/wasserversorgung/>.
- [13] ARGE SKI – IB KuP – UIBK: Licca liber – Weiterführende Untersuchungen. München, 2020 (<https://www.wwa-don.bayern.de/fluesse-seen/massnahmen/liccaliber/index.htm>, Stand 07.12.2023)
- [14] DWA Merkblatt M-509: Fischaufstiegsanlagen und fischpassierbare Bauwerke – Gestaltung, Bemessung, Qualitätssicherung, 2014.
- [15] Seifert, K.: Fischaufstiegsanlagen in Bayern, Landesfischereiverband Bayern e.V. und Bayerisches Landesamt für Umwelt, München, 2016.
- [16] Stephan, U.: Kursunterlagen zur Dimensionierung bzw. zur Bemessung von Rampen, Wien, 2010 (<https://www.baw.at/wasserbau/kursunterlagen-rampen.html>, aufgerufen am 10.10.2022).
- [17] Hengl, M.; Stephan, U.: Beckenrampen – Dimensionierung und Stabilität bei Hochwasser. Zeitschrift Wasserwirtschaft 04/2022.
- [18] Hengl, M.; Stephan, U.: Aufgelöste Blockrampen von Fließgewässersohlen unter Berücksichtigung der Fischdurchgängigkeit. Mitteilungen der Versuchsanstalt für Wasserbau und Glaziologie der Eidgenössischen Technischen Hochschule Zürich, Heft 201, Zürich, 2006.
- [19] Sakosta GmbH: Abschlussbericht zur Historisch-genetischen Rekonstruktion Kampfmittel (HgR-Km), Projekt Licca liber, Abschnitt 1, München, 2021.
- [20] Sakosta GmbH: Vorläufiges Kampfmittelräumkonzept, Projekt Licca liber, Abschnitt 1, München, 2021.
- [21] Peterra Gesellschaft für Altlastenmanagement, Umwelt und Geotechnik mbH: Historische Erkundung von 13 Altlastenverdachtsflächen im Gebiet der Gemeinden Kissing und Ried, 2018.
- [22] Landratsamt Aichach-Friedberg: Bescheid zur Errichtung der Lechstaustufe 23 der Bayerischen Wasserkraftwerke AG, 26.11.1975.
- [23] E.ON Kraftwerke GmbH: Lechstaustufe 23, Wasserkraftanlage Merching, Fischaufstiegsanlage, Erläuterungsbericht. März 2014.
- [24] Bollrich G.: Technische Hydromechanik, Band 1. Verlag für das Bauwesen, Berlin 1996.

- [25] DIN 19712: Hochwasserschutzanlagen an Fließgewässern, Januar 2013.
- [26] Wasserwirtschaftsamt Donauwörth: Erläuterungsbericht zur Errichtung von Hochwasserschutzdämmen zwischen Fkm 57,4 und 47,0. Donauwörth, 12.10.1968.
- [27] Mandlbürger et. al: Fließgewässervermessung mittels UAV-basierter Laserbathymetrie im Produktiveinsatz. Zeitschrift Vermessung & Geoinformation, Heft 2/2022.
- [28] Bundesministerium (Ö) für Landwirtschaft, Regionen und Tourismus Sektion 1 – Wasserwirtschaft (Juli 2021), Leitfaden zum Bau von Fischaufstiegshilfen 2021
- [29] Bayerisches Landesamt für Umwelt (2021): Befischungsdaten 2021 im FWK_1_F127 (Staustufe 23 bis zum Hochablass)
- [30] Bayern-Atlas – historische Karten:
(https://geoportal.bayern.de/bayernatlas/index.html?lang=de&topic=zeitr&bgLayer=atkis&time=2008&layers=zeitreihe_tk&layers_timestamp=20081231,
aufgerufen am 19.01.2023).
- [31] Bayerisches Landesamt für Umwelt: Merkblatt Nr. 5.4/1, Grundlagen zu Flussaufnahmen und deren Dokumentation. Stand 02/2000.
- [32] Stadt Augsburg, Umweltamt, Untere Wasserrechtsbehörde: Bescheid zum zusätzlichen Ableiten von Wasser aus dem Lech in das Gerinne der Kanuslalomstrecke, 11.08.2008.
- [33] LAGA M20: Anforderungen an die stoffliche Verwertung mineralischer Reststoffe / Abfälle – Technische Regeln. Stand: 26.06.2003, zuletzt geändert am 10.03.2004. Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA), Mitteilung 20.
- [34] Ersatzbaustoffverordnung (EBV), Verordnung über Anforderungen an den Einbau von mineralischen Ersatzbaustoffen in technische Bauwerke, vom 9. Juli 2021 (BGBl. I S. 2970), in Kraft seit 1. August 2023.
- [35] Stadt Augsburg: Verordnung über die Festsetzung eines Überschwemmungsgebietes des Lechs in der Stadt Augsburg, 22.06.1973.