Geitz • Kusche • Kappich

Wiederherstellung der gewässerökologischen Durchgängigkeit an der Wasserentnahme der Papierfabrik Palm am Schwarzen Kocher in Aalen-Unterkochen

Ermittlung Mindestwassermenge Sohlgleite Wasserentnahme Palm

Erläuterungsbericht Stand: 29.03.2019

Auftraggeber:

Papierfabrik Palm GmbH & Co. KG
Neukochen 10
73432 Aalen

Tel.: +49 (7361) 577 - 188
Fax: +49 (7361) 577 - 298
E-Mail: a.dollinger@palm.de

Anerkannt:

Aalen, ...

.....
Hr. Dollinger

Planverfasser:

Landschaftsarchitekturbüro Geitz & Partner GbR
Freie Garten–/ Landschaftsarchitekten und Hydrologen
Geitz • Kusche • Kappich
Sigmaringer Straße 49
70567 Stuttgart – Möhringen

Tel.: 0711 / 217 491-0
Fax: 0711 / 217 491-49
E-Mail: info@geitz-partner.de

Aufgestellt:

Stuttgart, 29.03.2019

.....
Hr. Kappich

Inhaltsverzeichnis:

1 Vorbemerkungen 2
2 Verwendete Unterlagen 3
3 Bestand 4
3.1 Projektgebiet 4
3.2 Bestandsbeschreibung 6
3.3 Aktueller Zustand des Gewässers 11
3.3.1 Fließgewässertyp nach Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (4) 11
3.3.2 Gewässerstruktur 12
3.3.3 EG-Wasserrahmenrichtlinie 13
3.4 Brauchwasserentnahme Papierfabrik Palm 14
3.5 Hydrologie 14
4 Klärung der Fischzielarten 18
4.1 Historische Fischvorkommen 18
4.2 Fischreferenzen unterstrom Zusammenfluss Schwarzer und Weißer Kocher 20
4.3 Fischreferenzen oberstrom Einmündung Weißer Kocher 22
4.3.1 Bildeindrücke 23
4.3.2 Schüttung / Abflüsse 24
4.3.3 Gefälleverhältnisse 24
4.3.4 Geochemie 24
4.3.5 Morphometrie und Sohle 25
4.3.6 Hinweise zu Fischvorkommen 25
4.3.7 Zuordnung zu einer Fischregion 25
4.3.8 Fischzönotische Ausstattung Schwarzer Kocher 25
5 Ökohydraulische Bemessung der Naturnahen Sohlengleite 27
5.1 Literatur 27
5.2 Grundlagen 27
5.2.1 Topografische Randbedingungen: 27
5.2.2 Ökohydraulische Anforderungen 28
5.3 Ökohydraulische Vorbemessung 28

1 Vorbemerkungen

In den Jahren 2014/15 wurde durch die Stadt Aalen der Kocher im Bereich Breitwiesen in Unterkochen auf einer Länge von 680 m verlegt und naturnah umgestaltet. Hierzu liegt ein Planfeststellungsbescheid vom 12.04.2011 durch das Landratsamt Ostalbkreis zugrunde. Hintergrund der Planung war die geplante Erweiterung der Papierfabrik Palm. Im Rahmen der naturnahen Umgestaltung des Kochers wurde auch das bestehende Wehr zur Brauchwasserentnahme der Papierfabrik in eine Sohlgleite umgestaltet, mit dem Ziel, die gewässerökologische Durchgängigkeit in diesem Bereich wiederherzustellen. Die Fischereibehörde im Regierungspräsidium Stuttgart hat angemahnt, dass die gewässerökologische Durchgängigkeit an der neu gebauten Solgleite nicht gegeben ist. Die Papierfabrik Palm hat das immissionsschutzrechtliche und wasserrechtliche Genehmigungsverfahren für den Neubau einer Papiermaschine und Kläranlage kürzlich gestellt. Das Regierungspräsidium Stuttgart als Genehmigungsbehörde fordert im Rahmen des Verfahrens, dass gemäß §§ 33 und 34 WHG die Fa. Palm als Betreiber der Stauanlage die Herstellung der gewässerökologischen Durchgängigkeit und die Mindestwasserführung gewährleisten muss. Weiterhin sieht das Regierungspräsidium, dass im Rahmen des laufenden Planfeststellungsverfahrens eine Prüfung erfolgen muss, ob die gewässerökologische Durchgängigkeit gegenwärtig vorliegt.

Aus diesem Grund hat die Fa. Palm das Büro Geitz und Partner GbR, Stuttgart, beauftragt, die bestehende Sohlgleite zu begutachten, und Lösungsvorschläge für die Wiederherstellung der gewässerökologischen Durchgängigkeit zu erarbeiten. Hierbei sind die einzelnen Arbeitsschritte vereinbart:

- Definition der fischökologischen Anforderungen an das Bauwerk, sowie eine Defizitanalyse des bestehenden Bauwerks.
- Definition der erforderlichen Mindestwassermenge, um die gewässerökologische Durchgängigkeit der Sohlgleite zu gewährleisten.
- Erarbeitung von Lösungsvorschlägen für die Umgestaltung der bestehenden Sohlgleite.

Entsprechend den Abstimmungen mit dem Regierungspräsidium Stuttgart (Schreiben vom 15.3.2019), ist es für die jetzt anstehende öffentliche Bekanntmachung des Vorhabens ausreichend, die ersten beiden Punkte vorzulegen.

Das Büro Geitz und Partner GbR hat in Zusammenarbeit mit dem Gewässerbiologen Dr. Berthold Kappus, Züttlingen, mit nachfolgendem Bericht die ersten beiden Arbeitsschritte vorgelegt.

2 Verwendete Unterlagen

Für die Planung wurden nachfolgende Unterlagen verwendet und ausgewertet:

(1) IB Schlegel GmbH: Renaturierung des Kochers im Bereich „Breitwiesen“, Vorplanung 2009; Ausführungsplanung 2013 und 2014.

(2) Blasy+Mader GmbH: Überprüfung der Mindestwasserschwelle Papierfabrik Palm, Überprüfung Ablaufmenge vom 11.10.2016 (Stand 22.12.2016)

(3) BHM Ingenieure: Wasserrechtliche Genehmigungsplanung Kläranlage und Abwassereinleitung Papierfabrik Palm, Stand 19.02.2018

(4) Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA, 2003): Karte der biozönotisch bedeutsamen Fließgewässertypen Deutschlands.

(5) Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg (LUBW) (2016): Daten und Kartendienst der LUBW. (LUBW, http://rips-uis.LUBW.baden-wuerttemberg.de).

(6) Lott, B.H. (2002): Der Kocher von der Quelle bis zur Mündung.- Swiridoff Verlag

(7) Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg (LUBW) (2007): Abflusskennwerte in Baden-Württemberg - DVD; Karlsruhe.

(8) Regierungspräsidium Stuttgart (14.3.2019): Abflusstageswerte und -hauptwerte Pegel Weisser Kocher (Unterkochen); Schwarzer Kocher (Oberkochen) und Schwarzer Kocher (Stefansweiler Mühle).

(9) DVWK, Deutscher Verband für Wasserwirtschaft und Kulturbau e.V. (1996): Fischaufstiegsanlagen – Bemessung, Gestaltung, Funktionskontrolle.- Deutscher Verband für Wasserwirtschaft. Merkblätter, Heft 232, 110 S.

(10) Huet, M. (1949): Apercu des relations entre la pente et les populations piscicoles des eaux courantes.- Schweizerische Zeitschrift für Hydrologie 11, 3-4: 332-351.

(11) Jungwirth, M., Haidvogl, G., Moog, O. Muhar, S. & Schmutz, S. (2003): Angewandte Fischökologie an Fließgewässern. Facultas UTB, 547 S.

(12) Sieglin, H. (1895): Fischereiverhältnisse in Württemberg.- Württembergische Jahrbücher 1895, Heft 2, Stuttgart

(13) Regierungspräsidium Stuttgart (RPS) 2015): Begleitdokumentation zum BG Neckar (BW). Teilbearbeitungsgebiet 47 – Kocher.- https://rp.baden-wuerttemberg.de/Themen/WasserBoden/WRRL/TBG47/Seiten/Begleitdokumentation.aspx

(14) Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen (2008): Aalbewirtschaftungsplan – Flussgebietseinheit Rhein.- https://www.lfl.bayern.de/mam/cms07/ifi/dateien/aalbewirtschaftungsplan-rhein-gebiet.pdf

Geitz • Kusche • Kappich

3 Bestand

3.1 Projektgebiet

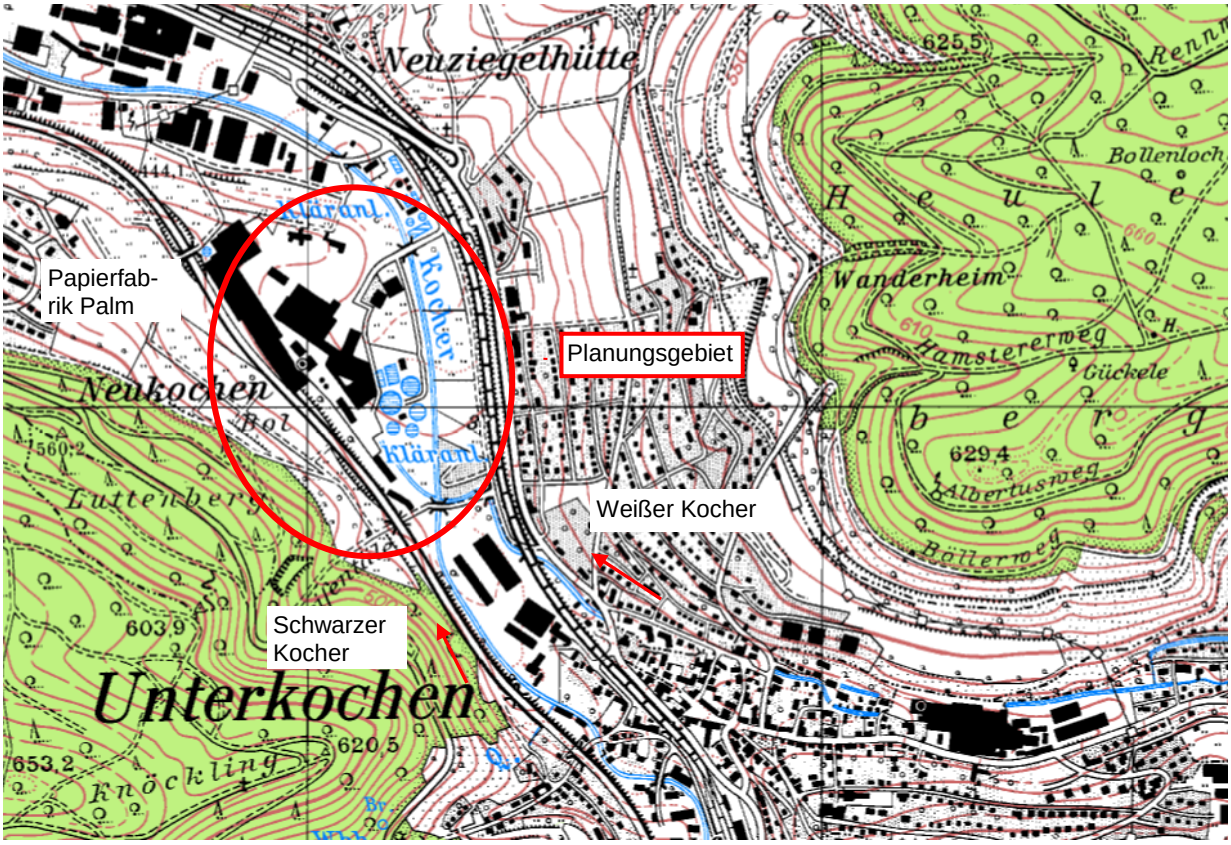

Abbildung 1: Ausschnitt aus der TK 25 mit Darstellung des Planungsgebiets. (unmaßstäblich).

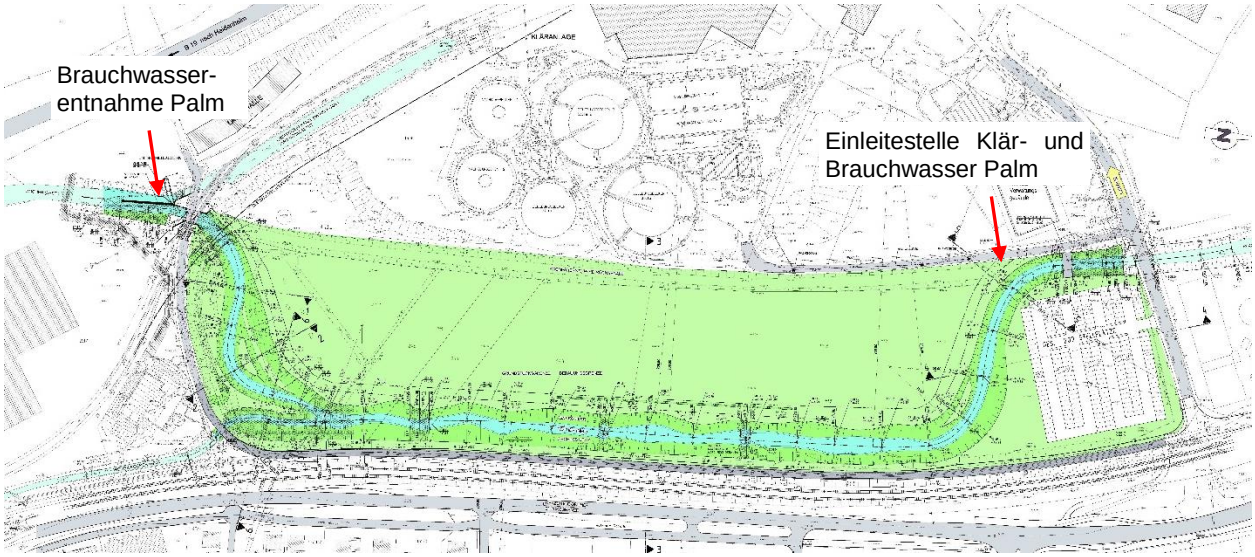

Abbildung 2: Übersichtslageplan Kocherrenaturierung (1) (unmaßstäblich, nicht genordet).

Die Papierfabrik Palm befindet sich zwischen den Ortslagen Unterkochen und Aalen (siehe Abbildung 1). In der Abbildung 1 ist noch die Situation vor Umgestaltung des Kochers dargestellt. Oberstrom der Papierfabrik Palm befindet sich am Schwarzen Kocher die Brauchwasserentnahme für die Papierfabrik. Unmittelbar unterstrom der Wehranlage mündete von Osten der weiße Kocher in den schwarzen Kocher. Unterstrom des Zusammenflusses verlief der Kocher vor Umgestaltung geradlinig durch die sogenannten Breitwiesen. Zwischen dem alten Kocherverlauf und der Bahnlinie beabsichtigt die Papierfabrik Palm eine neue Produktionshalle zu erstellen. Aus diesem Grund wurde, wie in Abbildung 2 erkennbar, der Kocher im Planungsbereich nach Osten in Richtung Bahngleise verlegt. Die Einmündung des weißen Kochers in den schwarzen Kocher wurde ebenfalls nach Osten verlegt. Weiterhin sind in der Abbildung 2 die bestehende Brauchwasserentnahme und die Wiedereinleitestelle des Brauchwassers der Fa. Palm dargestellt. Somit bestehen im Projektgebiet durch die Brauchwasserentnahme auf einer Strecke von ca. 620 m Restwasserbedingungen.

Im Rahmen der jetzt immissionsschutzrechtlich beantragten Um- und Neubauten der Papierfabrik Palm sollen auch die Kläranlage und somit die Wiedereinleitestelle des Brauchwassers verlegt werden (siehe Verwendete Unterlagen (3)). Wie in Abbildung 3 erkennbar, soll die neue Einleitestelle des Klär- und Brauchwassers der Fa. Palm direkt am unterstromigen Ende der bestehenden Sohlgleite erstellt werden. Somit reduziert sich die Ausleitungsstrecke am Schwarzen Kocher durch die Brauchwassernutzung Palm von heute ca. 620 m auf 63 m.

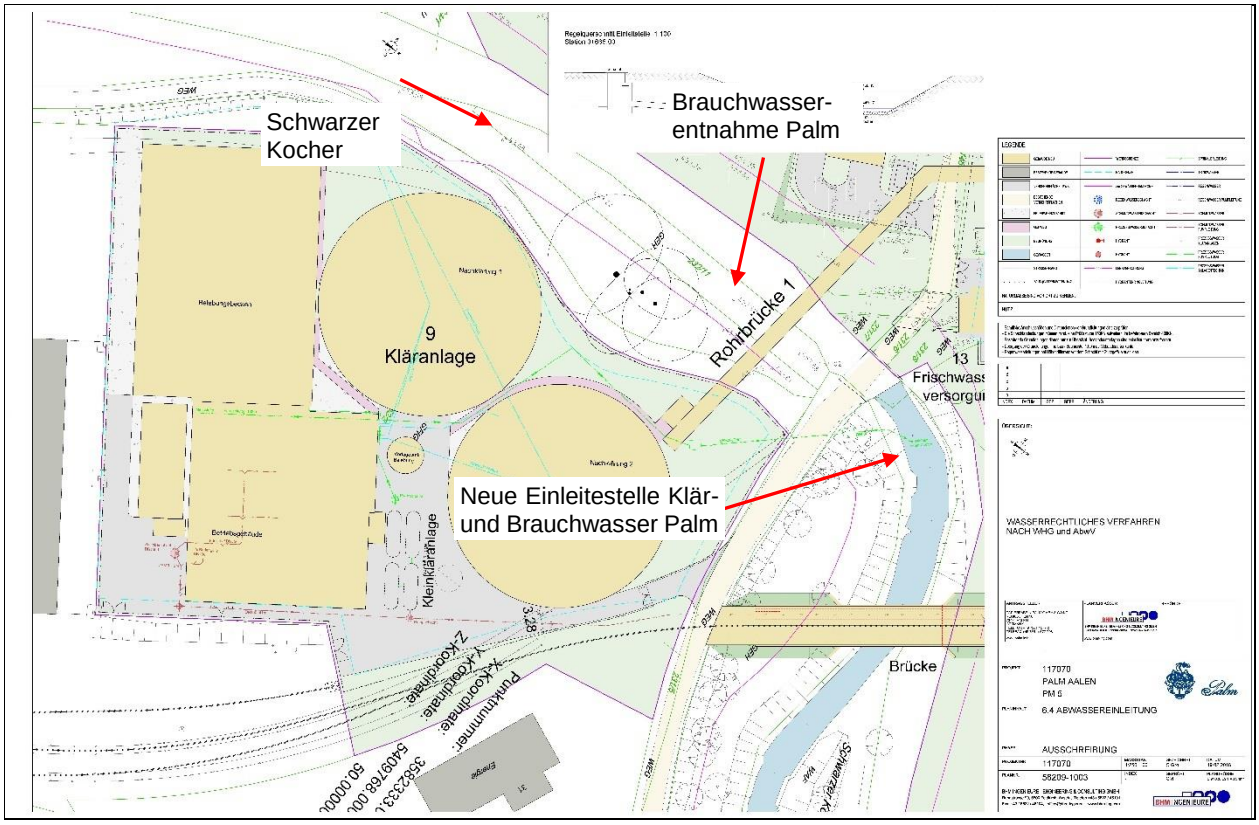

Abbildung 3: Neubau Kläranlage Palm, wasserrechtliche Genehmigungsplanung (3).

3.2 Bestandsbeschreibung

Da sich, wie in vorherigem Kapitel beschrieben, die Ausleitungsstrecke der Brauchwassernutzung Palm mit dem geplanten Umbau der Kläranlage auf 63 m und damit den eigentlichen Sohlgleitenbereich reduziert, können alle weiteren Betrachtungen ebenfalls auf diesen Bereich beschränkt werden.

Die Wehranlage der Brauchwassernutzung wurde 2014 in eine Sohlgleite mit einem Gefälle von 1:18,5 (1) umgestaltet. Im Planfeststellungsbescheid wird darauf hingewiesen, dass aufgrund des Vorkommens der Groppe die Sohlgleite auf ein Gefälle von 1:20 abzuflachen ist. Weiterhin ist den Planunterlagen (1) zu entnehmen, dass die Sohlgleite incl. Nachkolk eine Länge von 63 m aufweist und eine Wasserspiegeldifferenz bei Mittelwasser von 2,7 m überwindet. Die Sohlgleite ist als flächige Rampe aus Wasserbausteinen LMB 60/300, die in Beton verlegt, sowie mit Beton verklammert sind, ausgeführt. Laut Planunterlagen ist in diese flächige Rampe eine Niedrigwasserrinne mit einer Tiefe von 25 cm und einer Breite von 1 m eingelassen, die auf dem Rampenkörper einen leicht geschwungenen Verlauf aufweist. Die Fischereibehörde RP Stuttgart hat nach Fertigstellung der Kocherrenaturierung bemängelt, dass die gewässerökologische Durchgängigkeit der gebauten Sohlgleite am schwarzen Kocher im Bereich der Brauchwasserentnahme Papierfabrik Palm nicht zufriedenstellend ist für die Referenzfischarten im Gewässerabschnitt. Im Detail wird bemängelt, dass Abschnitte der Sohlgleite eine zu geringe Mindestwassertiefe aufweisen, teilweise zu hohe Wasserspiegeldifferenzen vorhanden sind, die die Fische nicht überwinden können.

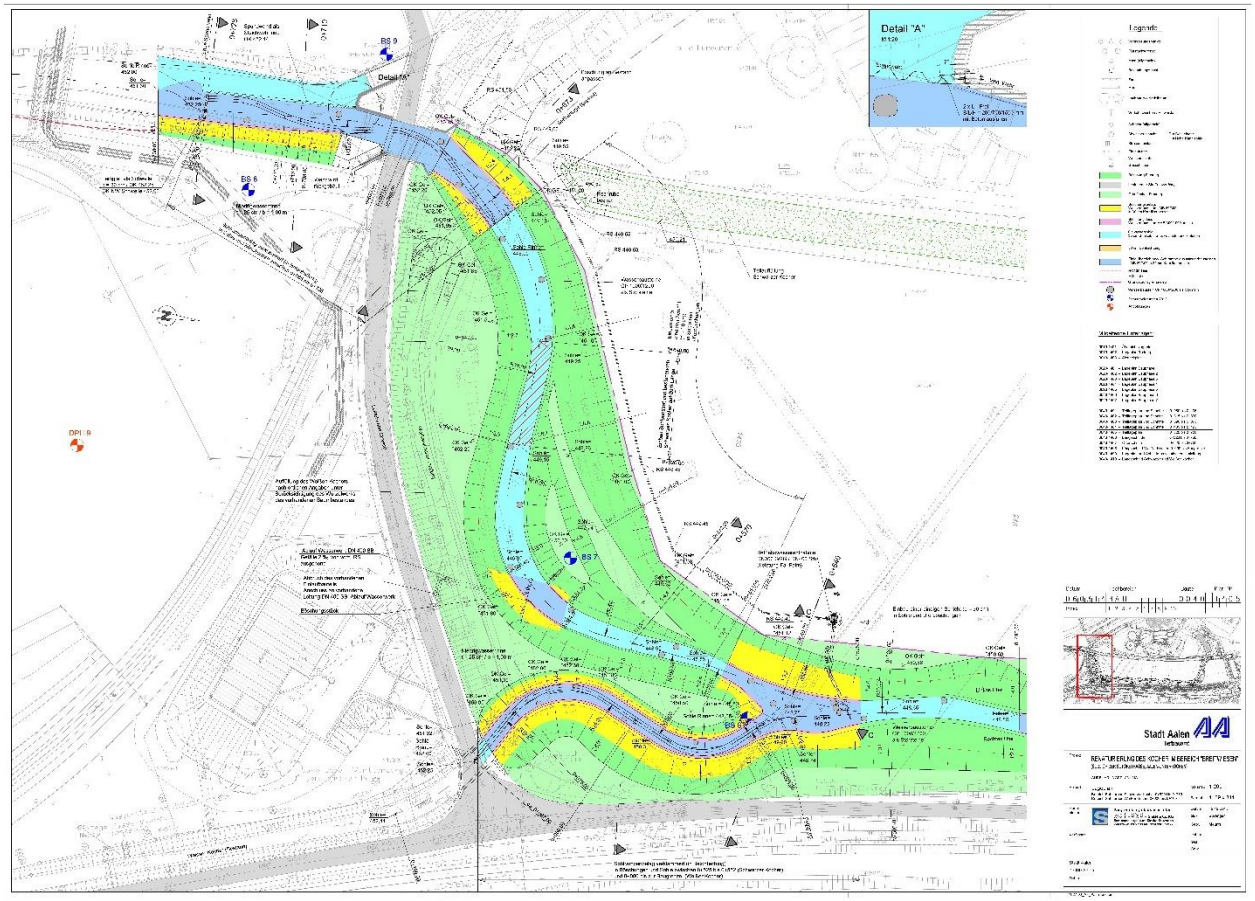

Abbildung 4: Detaillageplan Kocherrenaturierung mit Darstellung der Sohlgleite (1) (unmaßstäblich).

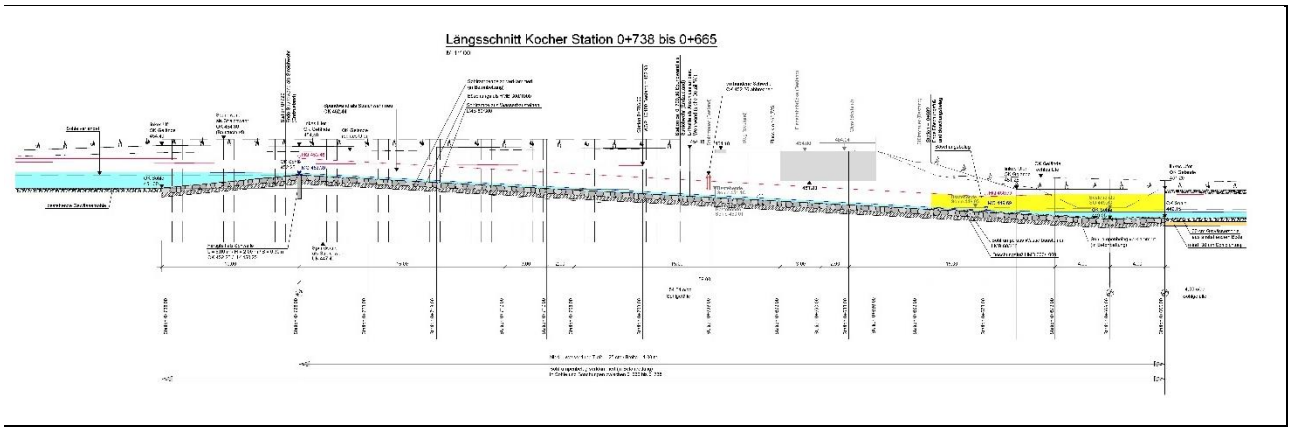

Abbildung 5: Längsschnitt Sohlgleite (1) (unmaßstäblich).

Am oberstromigen Ende der Sohlgleite befindet sich eine Mindestwasserschwelle, die garantieren soll, dass immer eine Mindestwassermenge von 70 l/s in das Mutterbett des Kochers abgegeben wird (siehe Abbildung 6). Bei einer Nachmessung der Mindestwassermenge (2), ergab sich bei einer ausgeprägten Niedrigwassersituation eine Restwassermenge im Mutterbett von 97 l/s. Laut wasserrechtlicher Genehmigung darf die Papierfabrik Palm im Maximum 195 l/s Wasser aus dem Kocher entnehmen (siehe Kap. 3.4).

Abbildung 6: Sohlgleite mit Mindestwasserschwelle an der Brauchwasserentnahme Papierfabrik Palm. Blick in Fließrichtung. (Aufnahme: Geitz und Partner, 2018).

In Abbildung 7 ist die Mindestwasserschwelle der Brauchwasserentnahme von unterstrom dargestellt. Es ist erkennbar, dass zur Steuerung der Mindestwassermenge in den Kontrollquerschnitt eine waagrechte Metallblende eingebaut wurde, die aus der Gewässersohle herausragt. Diese Metallschwelle schränkt die gewässerökologische Durchgängigkeit erheblich ein.

Abbildung 7: Mindestwasserschwelle an der Brauchwasserentnahme Papierfabrik Palm mit einer aus der Gewässersohle quer über den Betonausschnitt ragenden Metallblende. (Aufnahme: Geitz und Partner, Sept. 2018 bei Niedrigwasser).

Laut den Planunterlagen der Kocherumgestaltung (1) sind die Wasserbausteine der Sohlgleite in einer Betonbettung verlegt und mit Beton verklammert. Wie in Abbildung 8 und 7 erkennbar, sind aufgrund der verklammerten Bauweise der Sohlgleite keine ausreichenden Wassertiefen vorhanden, die eine Durchgängigkeit des Bauwerks ermöglichen.

Abbildung 8: Verlauf der Sohlgleite oberstrom der Gleisbrücke mit Blick entgegen der Fließrichtung. (Aufnahme: Geitz und Partner, Sept. 2018).

Abbildung 9: Blick von unterstrom auf die Sohlgleite (Aufnahme: Geitz und Partner, Sept. 2018).

Abbildung 10: Blick von unterstrom auf den Fuß der Sohlgleite (Aufnahme: Geitz und Partner, Sept. 2018).

In Abbildung 10 ist der Rampenfuß der Sohlgleite dargestellt. An dieser Stelle soll zukünftig rechtsufrig (im Bild links) die Einleitung der Kläranlage der Papierfabrik Palm mit Wiedereinleitung des Brauchwassers erfolgen.

3.3 Aktueller Zustand des Gewässers

3.3.1 Fließgewässertyp nach Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (4)

Der Fließgewässertyp nach LAWA (4) macht Vorgaben für die Biozönosen mit Fokus auf die Kleintiere des Gewässerbodens (Makrozoobenthos). Eine Typzuweisung wird lediglich für den Kocher incl. Schwarzer Kocher gegeben. Dieser wird, wie in Abbildung 11 dargestellt, dem Typ 7 „Grobmaterialreiche, karbonatische Mittelgebirgsbäche“ zugeordnet.

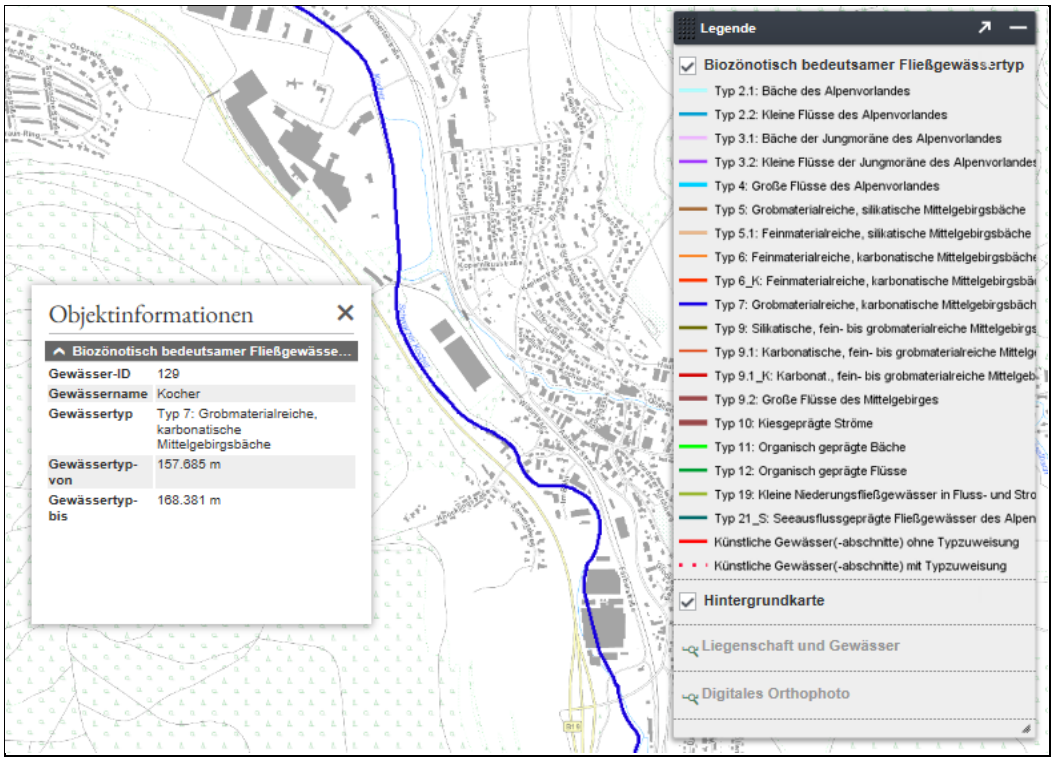

Abbildung 11: Fließgewässertypzuweisung des Kochers im Bereich Papierfabrik Palm (aus: http://udo.lubw.baden-wuerttemberg.de/public/pages/map/default/index.xhtml;jsessionid=94F8877259E82247E6B5199B30E6308B.public2)

3.3.2 Gewässerstruktur

Die Gewässerstrukturgüte ist im Planungsbereich als „stark verändert“ (Wertstufe 5) im siebenstufigen LAWA-Bewertungssystems bewertet (siehe Abbildung 12). Somit ist der unmittelbare und weitere Bereich um die zu bewertende und bereits ausgeführte Sohlgleite im Bereich des Zusammenflusses von Weisser und Schwarzer Kocher als strukturell stark überformt zu betrachten. Besonders die Hauptparameter „Längsprofil“ und „Querprofil“ sind mit Wertstufe 6 „sehr stark verändert“ als defizitär bewertet (bezieht sich auf den Zustand vor der Kocherrenaturierung).

Abbildung 12: Ergebnis der Gewässerstrukturkartierung des Untersuchungsbereiches (5)

3.3.3 EG-Wasserrahmenrichtlinie

Dem Bericht zum Teilbearbeitungsgebiet 47 Kocher (13) sind folgende planungsrelevante Punkte zu entnehmen:

- der Ökologische Zustand im Wasserkörper 47-01 ist mit „mäßig“, d.h. Klasse 3 von 5, angegeben; es besteht Handlungsbedarf um den Zustand „gut“ (Klasse 2) zu erreichen. Defizitär sind dabei alle drei biologischen Qualitätskomponenten, nämlich Fische, Makrophyten und Phytobenthos sowie Makrozoobenthos.
- Die Hydromorphologischen Qualitätskomponenten werden mit „nicht gut“, und damit ebenfalls mit Handlungsbedarf in den drei Feldern Durchgängigkeit, Mindestwasser und Gewässerstruktur bewertet.
- die Programmstrecke Hydromorphologie erstreckt sich bzgl. der Parameter Durchgängigkeit, Wasserkraft (Ausleitung / Brauchwasser (Wasserentnahme)) und Gewässerstruktur von der Mündung der Adelmannsfelder Rot (km 140,85) bis Aalen (km (160,9). Damit sind entsprechende Maßnahmen verbunden, die für die Zielerreichung des guten ökologischen Zustands im Wasserkörper 47-01 erforderlich sind.
- Die Durchgängigkeit ist wie folgt begründet: „Die Programmstrecke schafft ein durchgängiges Gewässersystem im Hauptgewässer Kocher (hoher und erhöhter Migrationsbedarf) und ermöglicht die Vernetzung mit den Seitengewässern Schlierbach und Aal. Weiterhin dient die Programmstrecke der wasserkörperübergreifenden Anbindung an den flussabwärts anschließenden Gewässerabschnitt des Kochers (WK 47-03) sowie der Anbindung der Lein (hoher und erhöhter Migrationsbedarf, WK 47-02).“
- Das Mindestwasserthema sieht folgendes vor: „Die Sicherstellung einer ausreichenden Restwassermenge von drei Ausleitungen zwischen Aalen-Fachsenfeld und Aalen-Hofen sowie einer Wasserentnahme auf der Gemarkung Unterkochen ist Voraussetzung für die Durchwanderbarkeit und Verbesserung der Lebensraumfunktion.“

- Folgende Maßnahme ist als Beitrag zur Umsetzung der EG-WRRL aus dem unmittelbaren Projektgebiet festgelegt: Madok 5350, Verbesserung Mindestabfluss am Kocher bei km 160,905 in Aalen-Unterkochen (vgl. RPS, 2015, Seite 18).

3.4 Brauchwasserentnahme Papierfabrik Palm

Laut Angaben der Papierfabrik Palm bestehen laut wasserrechtlicher Erlaubnis für die Brauchwasserentnahme nachfolgende Vorgaben. Die maximale Entnahmewassermenge ist begrenzt auf Q = 195 l/s, bzw. 702 m³/h, bzw. 16.848 m³/Tag. Auf Jahresbasis ist die Entnahme auf 5.072.658 m³ begrenzt. Laut der elektronischen Verbrauchserfassung hat die Papierfabrik Palm in der Vergangenheit nicht die volle zugelassene Wassermenge aus dem Kocher entnommen, sondern jährlich lediglich zwischen 3,4 und 3,8 Mio°m³. Nach Angaben der Firma wird über die Zeit kontinuierlich entnommen, so dass die tatsächlich entnommene Menge einem Abfluss von Q= 108-120 l/s entspricht. Für die Restwasserstrecke ist eine Mindestwasserabgabe von Q_{min} = 70 l/s zu gewährleisten.

Mit der Renaturierung des Kocherabschnitts im Jahr 2014 wurde über eine Mindestwasserschwelle sichergestellt, dass immer die Mindestmenge von 70l/s im schwarzen Kocher verbleibt. Die letzte Überprüfung dieser Mindestwasserschwelle im Jahr 2016 hat einen Mindestwassermenge von Q_{min} = 97 l/s ergeben (2).

Unterstrom der Einmündung des weißen Kochers befindet sich eine Notwasserentnahme der Papierfabrik, für den Fall, dass der schwarze Kocher zu wenig Wasser bringt. Die Notwasserentnahme unterliegt ebenfalls einer Mindestwasserregelung von 70 l/s als Mindestabfluss für den Kocher. Hierfür werden die Abflüsse des Weißen Kochers am Messpunkt Unterkochen und der gemessene Wert an der Mindestwasserschwelle im Schwarzen Kocher zur Berechnung herangezogen.

Die wasserrechtliche Genehmigung für die Wasserentnahme läuft 2020 aus und muss dann neu beantragt werden.

3.5 Hydrologie

Laut dem Regionalisierungsmodell der LUBW (7) sind am Schwarzen Kocher oberhalb der Einmündung des Weissen Kochers sind mit den in Tabelle 1 aufgeführten Hochwasserabflusskennwerte zu rechnen. Entsprechend (7) sollen für wasserbauliche Vorhaben zur Berücksichtigung des Klimawandels sogenannte Klimafaktoren berücksichtigt werden, mit denen die Abflusskennwerte multipliziert werden. Dies ergibt die in Tabelle 1 aufgeführten eigentlichen Bemessungsabflüsse.

Demnach ist im Planungsgebiet bei einem 100-jährlichen Ereignis mit einem Bemessungshochwasserabfluss von $HQ_{100,KF}$ = 27,08 m³/s zu rechnen.

Tabelle 1: Hochwasserabfluss-Kennwerte aus dem Regionalisierungsmodell der LUBW (7):

	Schwarzer Kocher oh. Weisser Kocher A_{eo} = 37,86 km²	Klimafaktor	Bemessungsabfluss Schwarzer Kocher
HQ_2	5,83 m³/s	1,5	8,75 m³/s
HQ_5	9,74 m³/s	1,45	14,12 m³/s
HQ_{10}	12,68 m³/s	1,4	17,75 m³/s
HQ_{20}	15,74 m³/s	1,33	20,93 m³/s
HQ_{50}	20,06 m³/s	1,23	24,67 m³/s
HQ_{100}	23,55 m³/s	1,15	27,08 m³/s

Für die ökohydraulische Dimensionierung der Sohlgleite sind die Mittel- und Niedrigwasserverhältnisse entsprechend nachfolgenden Aufstellungen relevant.

In Abbildung 13 sind die mittleren monatlichen Niedrigwasser- und Mittelwasserabflüsse für den Schwarzen Kocher im Bereich der Brauchwasserentnahme der Papierfabrik Palm dargestellt. Die Daten wurden entsprechend der Einzugsgebietsproportionalität aus den Abflusswerten des Pegels Stefansweiler Mühle (8) ermittelt. Es ist erkennbar, dass die höchsten mittleren monatlichen Mittelwasserabflüsse im März, und die niedrigsten mittleren Monatsabflüsse in den Monaten August/September auftreten.

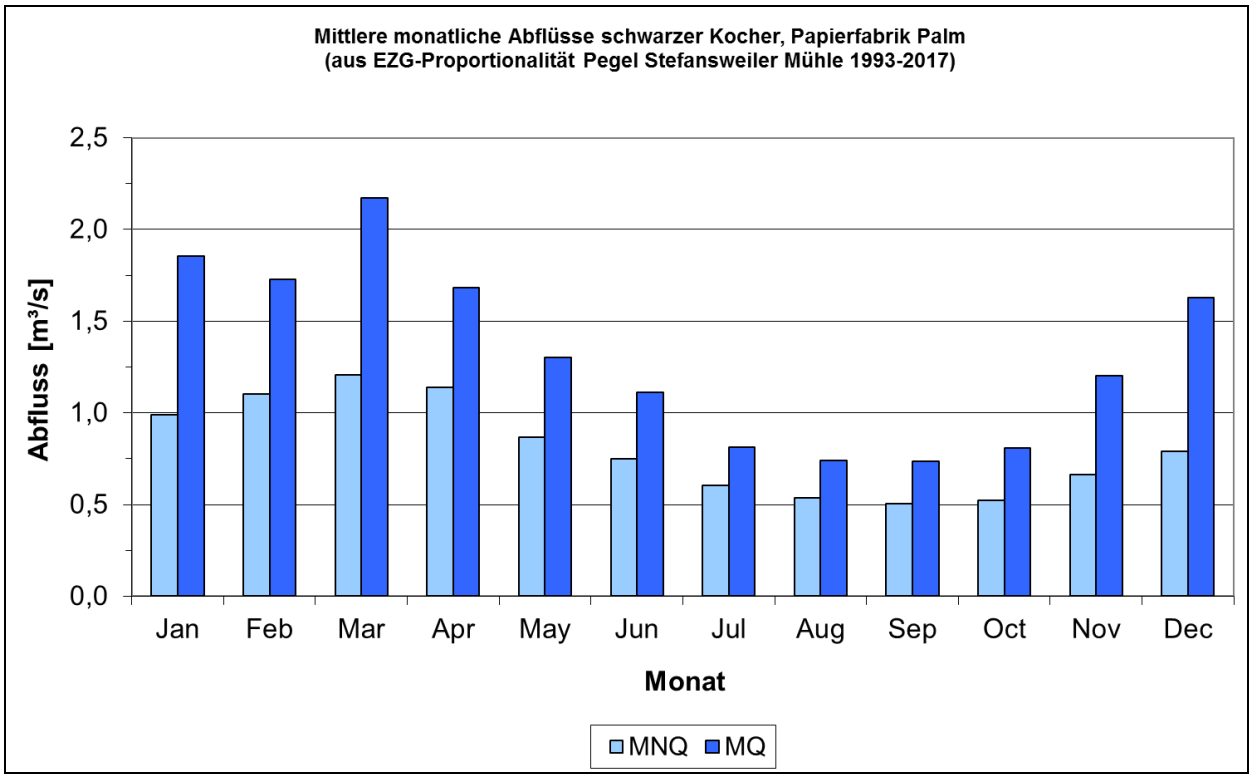

Abbildung 13: Mittlere monatliche Abflüsse mittleres Niedrigwasser und Mittelwasserabfluss des Schwarzen Kochers an der Papierfabrik Palm (8).

In Abbildung 14 sind die mittleren Abflussdauerlinien des Schwarzen Kochers an den Pegeln Oberkochen (A_{eo} = 10,1 km²) und Stefansweiler Mühle (A_{eo} = 26,3 km²) dargestellt. Der Schwarze Kocher im Bereich der Papierfabrik Palm weist ein Einzugsgebietsfläche von A_{eo} = 37,86 km² auf. Zwischen dem Pegel Stefansweiler Mühle und dem Standort Papierfabrik Palm befinden sich keine Zuflüsse, weshalb auf der sicheren Seite liegend die Dauerzahlen des Pegels Stefansweiler Mühle für die Dimensionierungen am Standort Papierfabrik Palm herangezogen werden. Da im Planungsabschnitt die Wasserentnahme der Brauchwasserentnahme Papierfabrik erfolgt, ist diese für den Planungsabschnitt abzuziehen. Auf der sicheren Seite liegend wird nicht die tatsächliche Entnahmemenge (108-120 l/s), sondern die erlaubte maximale Entnahmemenge von 195°l/s angesetzt. Ausgewählte Kennwerte sind in Tabelle 2 aufgeführt.

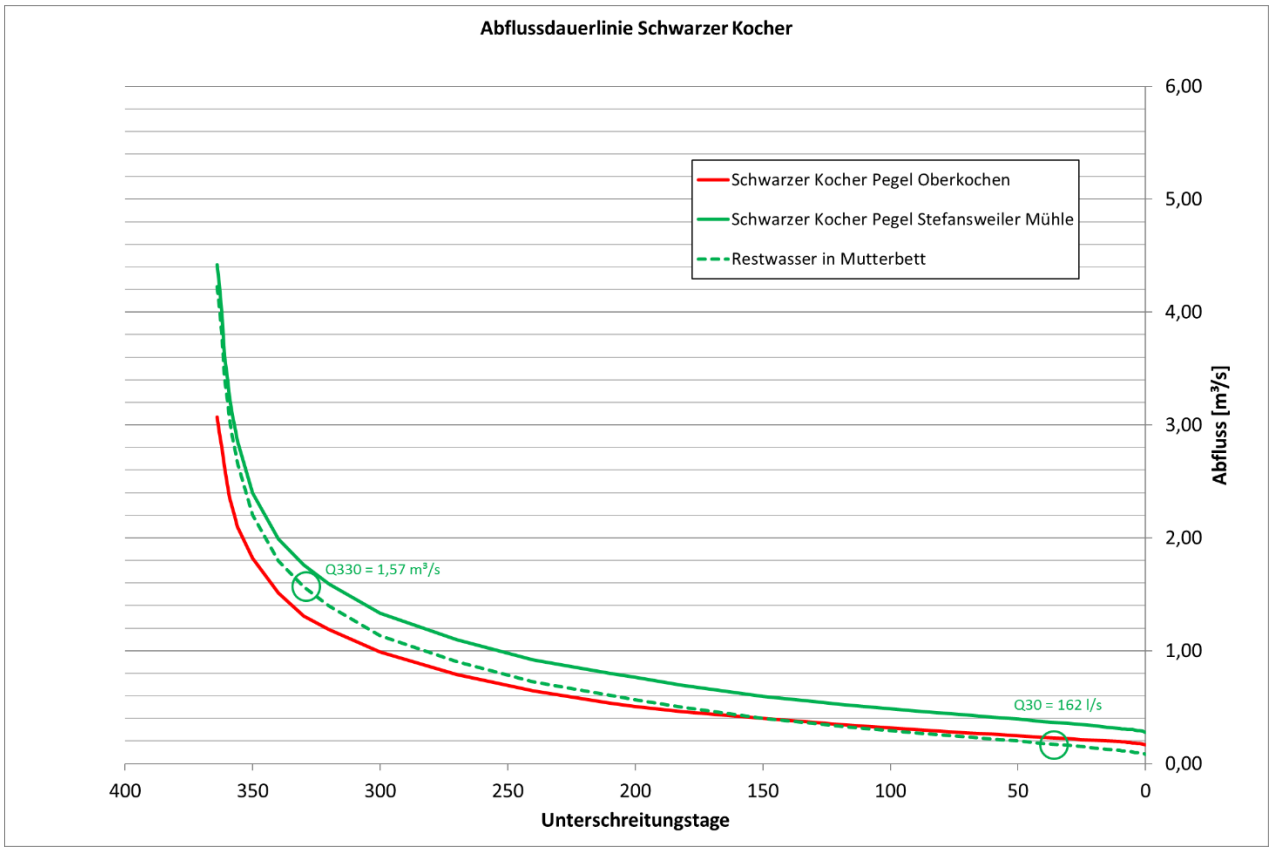

Abbildung 14: mittlere Abflussdauerlinie des Schwarzen Kocher an den Pegel Oberkochen und Stefansweiler Mühle, sowie Gewässerstelle Papierfabrik Palm und das Restwasser an der Papiermühle Palm (8).

Tabelle 2: Abflussdauerwerte des Schwarzen Kochers, Pegel Stefansweiler Mühle und Restwasserstrecke Papierfabrik.

	Quelle	Abflusskennwerte Schwarzer Kocher Pegel Stefanweiler Mühle	Abflusskennwerte Schwarzer Kocher Papierfabrik Palm, Restwasserstrecke
MNQ	(8)	0,276 m³/s	0,202 m³/s
Q_{30}	(8)	0,357 m³/s	0,162 m³/s
Q_{182}	(8)	0,694 m³/s	0,499 m³/s
MQ	(8)	0,911 m³/s	0,716 m³/s
Q_{330}	(8)	1,760 m³/s	1,565 m³/s

4 Klärung der Fischzielarten

4.1 Historische Fischvorkommen

Nach Sieglin (1895) werden folgende Fischarten für den Oberen Kocher genannt (siehe Tabelle 3):

- in Aalen sind Weißfische (als hauptsächlich) und Forellen (als seltener vorkommend) genannt
- in Unterkochen und Oberkochen sind nur noch Forellen (als hauptsächlich vorkommend) angegeben
- Bemerkenswert ist, dass über „lästige Anlagen und sonstige die Fischerei schädigende Verhältnisse“ berichtet wird: „Die Fabriken in Unterkochen verunreinigen das Wasser, hauptsächlich die Zellstofffabrik in Unterkochen“
- für den Weissen Kocher in Unterkochen sind nur Forellen (hauptsächlich) angegeben; auch hier werden die Abwässer einer Papierfabrik angeführt.

Anzumerken ist dabei, dass es sich um eine Umfrage des ersten Landesfischereisachverständigen vor rund 130 Jahren bei den fischereilichen Bewirtschaftern und um keine konkreten Erhebungen im Gewässer selbst handelte; Kleinfische und wirtschaftliche unbedeutende Fischarten sind demnach praktisch kaum erfasst, da diese wirtschaftlich von keinem Interesse waren. Es ist daher davon auszugehen, dass weitere Fischarten hier vorkommen.

Aktuelle Hinweise der Angelfischerei konnten keine gefunden werden. Informationen aus dem Fischartenkataster liegen den Bearbeitern keine vor.

Geitz • Kusche • Kappich

Tabelle 3: Historische Fischangaben im oberen Kochergebiet mit dem Kocher und dem Weissen Kocher (aus Sieglin, 1895).

Die Fischereiverhältnisse in Württemberg. II. 81

Flußgebiet und Fluß. Ort und Oberamt	Größe des Areals	Ertrag: Fischwass.-pacht ℳ	Ertrag: Nebeneinnahm. ℳ	Fische: hauptsächlich vorkommend	Fische: seltener vorkommend	Krebse	Eigentümer und Zahl der Berechtigten	Bemerkungen insbesondere über lästige Anlagen und sonstige die Fischerei schädigende Verhältnisse
A. Neckargebiet. (2. Kocher.)								
Fachsenfeld OA. Aalen	1 ha 82 a 1 qm	11*	—	—	W. F.	0	G. 1	Die Fabriken in Unterkochen verunreinigen das Wasser, hauptsächlich die Zellstoffabrik in U.-Kochen.
Hüttlingen mit	2½ km	—	—	—	W. A. F.	0	St. 1	Dsgl.
Parz. Niederalfingen	3 km	—	—	—	W. A. F.	0	St. 1	Dsgl.
Wasseralfingen OA. Aalen	2 ha 85 a 31 qm	1	—	W.	—	0	G. 1	Dsgl.
Aalen	3,9 km	5	—	W.	F.	0	G. 1	Dsgl.
Unterkochen OA. Aalen	4 km	109	—	F.	—	0	G. 1	Dsgl.
Oberkochen OA. Aalen	5 km	250	—	F.	F.	0	G. u. Kaplanei 2	D. Fischwasserpächter h. in seinem Weiher eine künstl. Fischbrutanstalt angebr.
30. Weißer Kocher.								
Unterkochen OA. Aalen	2 km	4,20	—	F.	—	?	G. 1	Abwasser d. Papierfabrik. — Der Fischzuchtverein für das Kochergebiet besitzt am Ursprung des weißen Kocher eine Fischzuchtanstalt.

II. 70 Die Fischereiverhältnisse in Württemberg.

Abkürzungen:

1. Der Stern * in Spalte „Ertrag" bedeutet, daß die dort angegebenen Zahlen noch den Ertrag aus angrenzenden Fischwassern mitenthalten.
   Das Fragezeichen ? bedeutet, daß eine Angabe nicht erlangt worden ist.
2. In der Spalte „Fische" bedeutet: A. Aal, Alr. Alraupe, Aes. Aesche, B. Barbe, Bs. Barsch, F. Forelle (Bachforelle), G. Grundel, Gr. Gruppe, H. Hecht, K. Karpfen, R. Rotauge, Sl. Schleie, S. Schuppfisch, W. Weißfisch, Z. Zander.
3. In der Spalte „Krebse" bedeutet: „1" das Vorkommen derselben, ohne daß eine nähere Angabe bezüglich der Menge gemacht wurde, „0" das Nicht-Vorkommen", „f" das seltene Vorkommen.
4. In der Spalte „Eigentümer und Zahl der Berechtigten" bedeutet: St. Staat, G. Gemeinde, P. Private. Die angehängte Ziffer bedeutet Zahl der Berechtigten.

4.2 Fischreferenzen unterstrom Zusammenfluss Schwarzer und Weißer Kocher

Die Fließgewässer in Baden-Württemberg werden in insgesamt 19 fischfaunistische Grundausprägungen unterteilt (Dussling, 2005), die dem Oberlauf (Rhithral), dem Unterlauf (Potamal) oder dem Übergangsbereich zugeordnet werden:

- 11 Rhithral
- 4 Übergangsbereich Rhithral-Potamal
- 4 Potamal.

Eine Fischartengemeinschaft ist für die Strecke unterhalb Einmündung Weißer Kocher bis Aalen zugewiesen. Weitere Hinweise gemäß aktualisierter Fischreferenz Baden-Württemberg (Fischereiforschungsstelle: FischrefBW2.0a 01_2019) sind in Tabelle 4 dargestellt.

- die am weitesten Kocher aufwärts gelegene Fischreferenz im Wasserkörper 47-01 ist die Referenz 3.
- sie reicht von der Rombach-Mündung in der Ortsmitte von Aalen bis zur Einmündung des Weißen Kochers.
- sie ist fischzönotisch dem salmonidengeprägten Mischtyp zugestellt.
- diesem Fischtyp werden 5 Leitarten zugeordnet mit Bachforelle, Groppe, Schmerle, Elritze und Döbel, die zusammen 87 % der relativen Zielartenzusammensetzung der Fischzönose stellen.
- Gründling, Barbe und Hasel sind mit 8,5 % als typspezifische Arten angegeben.
- hinzu kommen noch 7 Begleitarten.

Tabelle 4: Referenz-Fischzönosen im Oberen Kocher nach FFS (2019).

a) Einteilung nach Abschnitten

Referenz-Fischzönosen für das Fließgewässer Kocher im WK Nr. 47-01:

Zurück zur WK-Auswahl

Fischzönotische Grundausprägungen anzeigen

Schrift-Formatierungen der Arten: **fett** = Leitarten (> 4,9 %) normal = typspezifische Arten (1,0 - 4,9 %) *kursiv* = Begleitarten (< 1,0 %)

Referenz 1:

Unterhalb der Schlierbachmündung:

Referenz zu fiBS exportieren

Arten:	%-Anteil:
Elritze	**15,0**
Schmerle	**15,0**
Döbel, Aitel	**12,0**
Groppe, Mühlkoppe	**9,0**
Gründling	**9,0**
Hasel	**9,0**
Barbe	**7,5**
Bachforelle	**6,1**
Schneider	**6,1**
Aal	3,0
Nase	3,0
Äsche	2,0
Bachneunauge	*0,8*
Quappe, Rutte	*0,8*
Rotauge, Plötze	*0,8*
Barsch, Flussbarsch	*0,4*
Hecht	*0,4*
Dreistachliger Stichling (Binnenform)	*0,1*

Referenz 2:

Von der Schlierbachmündung bis zur Rombachmündung:

Referenz zu fiBS exportieren

Arten:	%-Anteil:
Elritze	**18,5**
Schmerle	**18,5**
Döbel, Aitel	**12,0**
Groppe, Mühlkoppe	**12,0**
Bachforelle	**9,0**
Gründling	**7,5**
Hasel	**7,5**
Barbe	4,0
Schneider	4,0
Aal	2,0
Nase	2,0
Äsche	*0,8*
Bachneunauge	*0,8*
Quappe, Rutte	*0,8*
Rotauge, Plötze	*0,4*
Hecht	*0,2*

Referenz 3:

Von der Rombachmündung bis zur Mündung des Weißen Kocher:

Referenz zu fiBS exportieren

Arten:	%-Antei
Bachforelle	**20,**
Groppe, Mühlkoppe	**20,**
Schmerle	**20,**
Elritze	**15,**
Döbel, Aitel	**12,**
Gründling	3,
Hasel	3,
Barbe	1,
Aal	*0,*
Äsche	*0,*
Bachneunauge	*0,*
Nase	*0,*
Schneider	*0,*
Quappe, Rutte	*0,*
Hecht	*0,*

b) Zuordnung der drei Referenzen zu fischzönotischen Typen

Referenz-Fischzönosen für das Fließgewässer Kocher im WK Nr. 47-01:

Zurück zur WK-Auswahl

Gültigkeiten der Referenzen anzeigen

Schrift-Formatierungen der Arten: **fett** = Leitarten (> 4,9 %) normal = typspezifische Arten (1,0 - 4,9 %) *kursiv* = Begleitarten (< 1,0 %)

Referenz 1:

RP-3: Cyprinidengeprägter Mischtyp

Referenz 2:

RP-2: Elritzen-Schmerlen-geprägter Mischtyp

Referenz 3:

RP-1: Salmonidengeprägter Mischtyp

c) Arteninventar und Belege

Potentiell natürliche Arten: *	Quellen: *
Aal	2
Bachforelle	2
Hecht	2
Nase	2
Quappe, Rutte	E
Äsche	E; N
Bachneunauge	E; N
Barbe	E; N
Barsch, Flussbarsch	E; N
Döbel, Aitel	E; N
Dreist. Stichling (Binnenform)	E; N
Elritze	E; N
Groppe, Mühlkoppe	E; N
Gründling	E; N
Hasel	E; N
Rotauge, Plötze	E; N
Schmerle	E; N
Schneider	E; N

*** Erläuterungen:**

1. Arten:

Für ***fett-kursiv*** hervorgehobene Arten ist die längszonale Gewässerdurchgängigkeit von besondere Relevanz

2. Quellenangaben:

E Experteneinschätzung
RP X Experteneinschätzung des Fischereireferenten aus dem zuständigen Regierungspräsidium (X = Stadtkürzel)
N Gesicherter Nachweis aus heutiger Zeit gemäß Fischartenkataster BW (FiaKa)

Anzahl belastbarer neuerer Datensätze, die Rückschlüsse auf den Fischbestand des Gewässers innerhalb des o.g. WK zulassen (FiaKa, Stand 07/2016): **>50**

Historische Referenzen über das Gewässer innerhalb des o.g. WK (weitere Informationen durch Anklicken der Quelle):
2: v. d. Borne, M. (1883)

Situation des Aals:

Der Kocher ist ab der Einmündung der Aal in Aalen (unterhalb der Frischwasserentnahme Papierfarik Palm) bis zur Einmündung in den Neckar als EU-Aalprogrammgewässer auf 160 km Länge ausgewiesen (NRW, 2008). „Der Aal wird für die ausgewählten Gewässerstrecken als ein relevanter Teil der Fischfauna der zugrunde liegenden Fließgewässer- bzw. Fischtypen nach WRRL genannt."

Abb.3: Karte zum Aalprogrammgewässer Kocher (aus NRW, 2008).

4.3 Fischreferenzen oberstrom Einmündung Weißer Kocher

Oberhalb der Einmündung des Weissen Kochers (Länge: 3,3 km) ist im Schwarzen Kocher (Länge: 7,7 km) in der Landesübersicht der Fischereiforschungsstelle keine Referenz genannt (FFS, 2019).

Hinweis: Für die Fischzönotische Grundausprägung aus dem Jahr 2009 ist hingegen eine Fischreferenz angegeben, und zwar R 2.1 „Grobmaterialreicher Salmonidentyp des Epirhithrals", d.h. der Oberen Forellenregion. Der Migrationsbedarf ist mit „normal" angegeben. Die Zuordnung zu Epirhithral wird von den Unterzeichnern als nicht zutreffend bewertet. Viel eher handelt es sich um einen metarhithralen Abschnitt mit hyporhithralen Merkmalen.

Da in der aktuelle Fischreferenz aus 01/2019 keine Fischartengemeinschaft aufgeführt ist (s.o.), wird nachfolgend daher eine eigene Fischreferenzzönose aufgestellt. Diese potenziell natürliche Referenz basiert auf folgender Vorgehensweise / Recherchen:

- Charakterisierung der Gewässerstrukturen (z.B. Gefälle, Sohlbeschaffenheit, Abflusssituation, Wasserführung usw.). Eine wesentliche Grundlage dazu ist die Auswertung vorhandener Informationen (Bilder….) zur Sohlstruktur und den Fließverhältnissen (Abb.3)
- Auswertung vorhandener Daten zu den Fischen
- Gleitender Übergang zur Referenz 3.

Geitz • Kusche • Kappich

4.3.1 Bildeindrücke

Abbildung 15_gibt in wenigen Ausschnitten Hinweise zu den Rahmenbedingungen im Schwarzen Kocher.

Unterkochen, feinmaterialreicher Kiesgrund	Unterkochen, feiner heller Kies am Uferbereich
168,659 km bei Flurstück 32/3; Feinkies bedeckt die Sohle	Höhe Kläranlage Oberkochen
	vor Unterkochen (Autor Freak-Line-Community, aus wikipedia.de)
200m nach dem Ursprung (Autor Freak-Line-Community, aus wikipedia.de)	

Abbildung 15: Bildeindrücke vom Schwarzen Kocher

Der Schwarze Kocher ist in zwei Abschnitte zu unterteilen:

- Abschnitt 1: Unterlauf bis Unterkochen (Einmündung Guttenbach)
- Abschnitt 2: Oberster Lauf (Quelle bis Unterkochen, Mündung Guttenbach).

4.3.2 Schüttung / Abflüsse

Der Schwarze Kocher entspringt einer Karstquelle, die als Quelltopf ausgebildet ist.

Folgende hydrologischen Kennwerte sind festzuhalten (Tab.3):

- Mittelwasserabfluß (MQ) Quelle: rund 700 l/s
- MQ Zusammenfluss mit Weißer Kocher: 1100 l/s

Tabelle 5: Hydrologische Angaben zum Schwarzen Kocher (aus www.wikipedia.de).

Quellhöhe	499,2 m ü. NN	
Quellschüttung	MNQ MQ MHQ	50 l/s 680 l/s 4 m³/s
Zusammenfluss	bei Unterkochen mit dem Weißen Kocher zum Kocher 48° 49' 13" N, 10° 7' 9" O	
Mündungshöhe	ca. 450 m ü. NN	
Höhenunterschied	ca. 49,2 m	
Sohlgefälle	ca. 6,4 ‰	
Länge	7,7 km	
Einzugsgebiet	37,961 km²[2]	
Abfluss am Pegel Gewässerknoten „oberhalb Weißer Kocher"[3] A_{E_0}: 37,86 km²	MNQ MQ Mq MHQ	287 l/s 1,062 m³/s 28,1 l/(s km²) 6,99 m³/s

4.3.3 Gefälleverhältnisse

Beim Kocher im Planungsgebiet handelt es sich um eine rhithrale Strecke (Fluß-oberlauf) mit stellenweise mittel-hohem Gefälle. Auf rund 8 km ist ein Gefälle von 6,4°‰ ausgebildet. Der Abschnitt unterhalb Guttenbach ist vom Abschnitt oberhalb davon zu differenzieren.

4.3.4 Geochemie

Die Quelle des Schwarzen Kocher ist eine Karstquelle mit Topf im Oberjura. Nach Lott (2002) entspringt die Quelle aus dem Hangschutt und den Bankkalken des Weißjura Beta. Es ist demnach eine karbonatische Zusammensetzung des Wassers mit hohem Kalkgehalt und viel Kohlendioxidaustrag gegeben.

4.3.5 Morphometrie und Sohle

Der Obere Kocher hat durch die vergleichsweise starke Quellschüttung bereits ab der Quelle ein breites Bett von rund 5-7 m. Dieses setzt sich fort bis zum Zusammenfluss mit dem Weißen Kocher. Das Profil des Schwarzen Kochers ist eher kastenförmig, die Sohle ist überwiegend kiesig-steinig, d.h. mineralischer, meist feinmaterialreicher Natur; darunter findet sich stellenweise auch grobes Material.

4.3.6 Hinweise zu Fischvorkommen

- historisch ist die Bachforelle für den Schwarzen Kocher in Unter- und Oberkochen auf „häufig vorkommend“ genannt (vgl. Tab.1).
- aktuelle Hinweise der Angelfischerei wurden keine gefunden.
- Informationen aus dem Fischartenkataster liegen keine vor.

4.3.7 Zuordnung zu einer Fischregion

Nach Huet (1949) und DVWK (1996) wird der Obere (Schwarze) Kocher mit einer Breite von 5-10 m und einem Gefälle von 6,4 ‰ der „Unteren Forellenregion“ (Metarhithral) zugeordnet (siehe auch Jungwirth et al., 2003). Stellenweise ist auch der Äschenregionscharakter (Hyporhithral) ausgebildet.

4.3.8 Fischzönotische Ausstattung Schwarzer Kocher

Der Schwarze Kocher im Unterlauf (Abschnitt 1; Strecke vom Zusammenfluss mit dem Weissen Kocher bis Unterkochen, Mündung Guttenbach) wird als Salmonidentyp des Metarhithrals (Untere Forellenregion) bewertet. Am Ähnlichsten ist der Typ R4 (Dussling, 2005).

Vor dem Hintergrund der obigen Beschreibung der Rahmenbedingungen wird als Prognose der Fischreferenzzönose im Schwarzen Kocher daher folgende Fischgemeinschaft angegeben (siehe Tabelle 6):

- 13 Fischarten sind potentiell im Planungsabschnitt anzugeben.
- die Bachforelle ist mit 33% Häufigkeit die dominierende Fischart.
- Als Leitarten werden definiert die Groppe (25%), Schmerle (20 %), Elritze (8%) und Döbel (5,5%) als häufigere Arten.
- Äsche, Gründling und Hasel sind typspezifische Arten mit unter 5% Häufigkeit, wobei die Äsche noch mit 4 % hervorzuheben ist und nahezu Leitfischstatus hat
- daneben sind fünf weitere sogenannte Begleitarten potentiell anzutreffen.

Tabelle 6: Prognose der Fischreferenzzönose für den Schwarzen Kocher im Projektgebiet.

Typ	Art	%
Leitart	Bachforelle	33
	Groppe	25
	Schmerle	20
	Elritze	8
	Döbel	5,5
Typspezifische Art	Äsche	4
	Hasel	1
	Gründling	1
Begleitart	Bachneunauge	0,5
	Quappe	0,2
	Barbe	0,2
	Nase	0,1
	Schneider	0,1

In nachfolgender ökohydraulischer Dimensionierung der gewässerökologischen Durchgängigkeit und Festlegung der erforderlichen Mindestwassermenge für das Bauwerk werden die nachfolgenden Arten als Bemessungsfische definiert:

- Bachforelle: aufgrund seiner Häufigkeit muss die Mindestwassermenge und das Bauwerk für diese Fischart sicher funktionieren.
- Groppe: aufgrund der Häufigkeit, sowie der geringen Leistungsfähigkeit der Fischart muss die Sohlgleite so ausgelegt sein, dass keine Sohlabstürze innerhalb des Bauwerks sind, sondern dass eine durchgängige und lückige Gewässersohle durch das gesamte Aufstiegsbauwerk gewährleistet wird.
- Döbel und Äsche besitzen aufgrund ihrer Größe besondere Ansprüche. Die Ansprüche dieser Arten sollen weitgehend berücksichtigt werden. Wie nachfolgende Bemessung zeigt, können aufgrund der bestehenden Rahmenbedingungen die Bemessungskriterien nicht vollständig eingehalten werden.

5 Ökohydraulische Bemessung der Naturnahen Sohlengleite

5.1 Literatur

Die ökohydraulische Bemessung erfolgt auf Grundlage der Empfehlungen in den folgenden Literaturstellen.

- Adam & Schwevers (2001): „Planungshilfen für den Bau funktionsfähiger Fischaufstiegsanlagen“, Bibliothek Natur & Wissenschaft Band 17, VNW – Verlag Natur & Wissenschaft Solingen.
- BAW (1989): „Merkblatt Anwendung von Kornfiltern an Wasserstraßen (MAK), Bundesanstalt für Wasserbau (BAW).
- DWA (2009): „Naturnahe Sohlgleiten“, DWA-Themenband.
- DWA (2014): „Fischaufstiegsanlagen und fischpassierbare Bauwerke – Gestaltung, Bemessung, Qualitätssicherung“, DWA-Merkblatt 509.
- LUBW (2006): „Durchgängigkeit für Tiere in Fließgewässern“, Leitfaden Teil 2 - Umgehungsgewässer und fischpassierbare Querbauwerke“, Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg.
- LUBW (2005): „Mindestabflüsse in Ausleitungsstrecken“, Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg.
- MUNLV (2005): „Handbuch Querbauwerke“, Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen.
- Pagliara & Chivaccini (2006): „Flow resistance of rock chutes with protruding boulders“, Journal of Hydraulic Engineering.
- Vogel, S. (2003): „Ansätze zur Bemessung rauer Rampen in aufgelöster Bauweise“, Mitteilungen Institut für Wasserwesen der Universität der Bundeswehr München, Heft 88/2003.
- Bollrich, G. (2000) „Technische Hydromechanik“, Verlag für Bauwesen, Berlin.
- Press, H. & Schröder, R. (1966): „Hydromechanik im Wasserbau“, Ernst Verlag, Berlin.

5.2 Grundlagen

5.2.1 Topografische Randbedingungen:

Wie bereits in Kap. 3.2 beschrieben, soll mit nachfolgender Dimensionierung die 2014 erstellte Sohlgleite ökologisch durchgängig gemacht werden. Aufgrund der geometrischen Randbedingungen (betonierte Sohlgleite, bestehendes Brückenbauwerk im Gleitenbereich) kann das bestehende Sohlgleitengefälle nicht verändert werden. Deshalb sind nachfolgende Randbedingungen für die ökohydraulische Bemessung anzusetzen:

- Wasserspiegeldifferenz: Δh = 3,00 m
- Länge Sohlgleite: l = 60 m
- Sohlengleitengefälle: I = 1:20

5.2.2 Ökohydraulische Anforderungen

Die hydraulischen und geometrischen Grenzwerte, die grundsätzlich für eine Durchwanderbarkeit der Fischaufstiegsanlage in der entsprechenden Fischregion erforderlich sind, sind hinreichend untersucht und in verschiedenen Publikationen veröffentlicht. Für die vorliegende Dimensionierung werden die in den folgenden Tabellen genannten Grenzwerte als Bemessungsgrundlage herangezogen.

Tabelle 7: Hydraulische und geometrische Grenzwerte für die Dimensionierung der Sohlgleite Papierfabrik Palm (Angaben aus DWA (2009), DWA (2014)).

Hydraulische Grenzwerte	**Bachforelle (Metarhithral)**	**Döbel (Hyporhithral)**	**Äsche (Hyporhithral)**
Maximale Wasserspiegeldifferenz zwischen Becken	0,16 m* / 0,20 m	0,15 m / 0,17 m	0,15 m / 0,17 m
Maximale mittlere Geschwindigkeit im Becken	ca. 0,5 m/s	ca. 0,5 m/s	ca. 0,5 m/s
Maximaler Energieeintrag pro Becken	200 W/m³	180 W/m³	180 W/m³
Geometrische Grenzwerte			
Min. Wassertiefe im Durchlass (mit NW Schwelle)	0,25 m / 0,28 m	0,40 m / 0,35 m	0,40 m / 0,28 m
Beckentiefe	0,3 m / 0,42 m	0,5 m / 0,7 m	0,5 m / 0,6 m
Minimale lichte Beckenlänge	1,8 m / 2,1 m	2,4-3 m / 1,8 m	2,4-3 m / 1,5 m
Minimale lichte Beckenbreite	1,0-2,0 m / 1,4 m	2,0-3,0 m / 1,2 m	2,0-3,0 m / 1,0 m
Minimale Durchlassbreite (für abflussarme Gewässer)	0,2-0,4 m / 0,21 m	0,4-0,6 m / 0,21 m	0,4-0,6 m / 0,30 m

* Farbige Hinterlegung gibt Herkunft der Quelle an

5.3 Ökohydraulische Vorbemessung

Grundsätzlich sind naturnahe Sohlengleiten und Fischaufstiegsanlage so zu bemessen, dass sie innerhalb des Abflussspektrums zwischen Q_{30} und Q_{330} für die Zielarten durchwanderbar sind.

Bei dieser Dimensionierung ist sowohl das Bauwerk, als auch die Mindestwassermenge festzulegen, weshalb nachfolgend verschiedene Varianten durchgerechnet werden. Danach ist anhand des vorhandenen Wasserdargebots und der weiteren Randbedingungen die optimale Variante auszuwählen.

Als feste Parameter werden definiert:

- Wasserspiegeldifferenz: Δh = 3,00 m
- Länge Sohlgleite: l = 60 m
- Sohlengleitengefälle: I = 1:20
- Lichte Beckenbreite (über Wassertiefe gemittelt): b=2,5 m
- Beckentiefe Tiefpunkt: 0,7-0,8 m

In Tabelle 8 sind die durchgerechneten Varianten der ökohydraulischen Vorbemessung aufgeführt. Entsprechend Tabelle 7 ist eine Wasserspiegeldifferenz von 15 cm oder kleiner einzuhalten, weshalb die Wasserspiegeldifferenzen 12cm, 14cm und 15 cm durchgerechnet wurden. Da die Sohlengleitenlänge aufgrund der topografischen Randbedingungen mit ca. 60m festgelegt ist, ändern sich bei unterschiedlichen Wasserspiegeldifferenzen die lichten Beckenlängen und die Riegelanzahl des Bauwerks. Weiterhin wurden diese Varianten dann mit unterschiedlichen Durchlassbreiten sowie unterschiedlichen Wassertiefen im Durchlass (0,3 und 0,4 m) kombiniert, und bei den einzelnen Varianten der erforderliche minimale Mindestabfluss, sowie der Mindestabfluss ermittelt, ab welchem der Energieeintrag in das Becken die Richtwerte von 180 W/m³ überschreitet.

Tabelle 8: Varianten der Ökohydraulischen Vorbemessung der Sohlgleite Papierfabrik Palm

Wasserspiegel-differenz je Riegel [cm]	Lichte Beckenlänge [m]	Riegelanzahl	Durchlassbreite [m]	Wassertiefe im Durchlass [m]	Mindestwasserabfluss Q [l/s]	Energieeintrag [W/m³]
12	2,1	25	0,3	0,3	149	81
12	2,1	25	0,3	0,3	330	179
12	2,1	25	0,4	0,4	265	144
12	2,1	25	0,4	0,4	330	179
14	2,4	22	0,3	0,3	161	82
14	2,4	22	0,3	0,3	355	180
14	2,4	22	0,4	0,4	286	145
14	2,4	22	0,4	0,4	355	180
15	2,7	20	0,3	0,3	167	79
15	2,7	20	0,3	0,3	380	179
15	2,7	20	0,4	0,4	296	139
15	2,7	20	0,4	0,4	380	179

Ergebnisse des Variantenstudiums:

- Die nicht variablen Parameter lichte Beckenbreite sind mit b=2,5 m so gewählt, dass die Literaturgrenzwerte umfänglich eingehalten werden.
- Der nicht variable Parameter Beckentiefe ist mit der maximalen Tiefe von t=0,7-0,8 m so gewählt, dass die Literaturgrenzwerte umfänglich eingehalten werden.
- Die gewählten Wasserspiegelvarianzen von 12-15 cm halten die Literaturgrenzwerte vollumfänglich ein.
- Die Varianten mit Wasserspiegeldifferenz 12 cm ergeben eine lichte Beckenlänge von 2,1 m. Damit sind die Anforderungen für die Bachforelle vollumfänglich eingehalten. Für Äsche und Döbel werden die Grenzwerte von DWA (2014) nicht eingehalten, entsprechend DWA (2009) werden sie eingehalten.
  Bei den Varianten mit Wasserspiegeldifferenz 14 und 15 cm werden die Anforderungen an die Beckenlänge mit 2,4 m bzw. 2,7 m vollumfänglich eingehalten.

- Mit den Durchlassbreiten von b=0,3 m werden die Grenzwerte von DWA (2009) vollumfänglich eingehalten, die Grenzwerte von DWA (2014) werden nur für die Bachforelle, nicht für Äsche und Döbel eingehalten. Mit den Durchlassbreiten von b=0,4 m werden die Grenzwerte vollumfänglich eingehalten.
- Mit den Wassertiefen im Durchlass von 0,3 m können die Grenzwerte für die Bachforelle vollumfänglich eingehalten werden, für die Äsche wird der Grenzwert nach DWA (2009) eingehalten, aber nicht nach DWA (2014). Für den Döbel wird der Grenzwert unterschritten. Mit Wassertiefen im Durchlass von 0,4 m werden die Grenzwerte vollumfänglich eingehalten.
- Bei den Durchlassbreiten und Wassertiefen von 0,3 m ergeben sich deutlich geringere Energieeinträge als bei der Variante mit Durchlassbreiten und Wassertiefen 0,4 m. D.h. bei Einhaltung der Durchlassabmessungen für Äsche und Döbel treten bereits bei Mindestwasserabflüssen sehr hohe Energieeinträge (139 – 145 W/m³) auf, die sehr schnell den Grenzwert überschreiten. D.h. das Abflussspektrum für die Funktionsfähigkeit des Bauwerks wird eingeschränkt.
- Die Erfahrung bei der Realisierung zahlreicher Aufstiegsbauwerke hat gezeigt, dass hohe Wasserspiegeldifferenzen (15 cm) sehr oft in der Praxis dazu führen, dass bei einzelnen Riegeln aufgrund von Bauungenauigkeiten höhere Wasserspiegeldifferenzen auftreten, als zugelassen.

Empfehlung der Umsetzung:

- Die Wasserspiegeldifferenzen sollten mit 12 cm so gering wie möglich gewählt werden, um zum einen der Mühlkoppe die besten Aufstiegsmöglichkeiten zu ermöglichen, da geringere Fließgeschwindigkeiten im Durchlass herrschen. Weiterhin bestehen in der Bauausführung geringere Probleme, dass die Grenzwerte für die Wasserspiegeldifferenz aufgrund von Bauungenauigkeiten nicht eingehalten werden können, d.h. je geringer die Wasserspiegeldifferenz, desto sicherer kann die gewässerökologische Durchgängigkeit sichergestellt werden.
- Da mit den Durchlassabmessungen von 0,4x0,4 m zwar die geometrischen Vorgaben für die Äsche und Döbel eingehalten werden, allerdings die hydraulischen Vorgaben (Energieeintrag) relativ schnell überschritten werden, wird empfohlen, die Durchlassabmessungen mit 0,3x0,3 m zu wählen. Bei dieser Variante wird bereits bei einem Abfluss in der Sohlgleite von 220 l/s die Mindestwassertiefe für die Äsche und Döbel (0,4 m) eingehalten, was einem Abfluss von $Q_{70.}$ D.h. bei Abflüssen die nur an 70 Tagen im Jahr unterschritten werden, werden die Kriterien für die Mindestwassertiefe eingehalten.
- Mit diesen Empfehlungen ergibt sich eine neu festzusetzende Mindestwassermenge auf der Sohlgleite von Q_{min} = 150 l/s bei einem Abfluss am Pegel Stefansweiler Mühle von Q_{30} = 357 l/s. Dies ergibt eine maximale mögliche Entnahmemenge an Brauchwasser bei diesem Abflussereignis von 207 l/s, was weitgehend den heute zugelassenen Entnahmewassermengen entspricht. Da bei geringeren Abflüssen wie Q_{30} die gewässerökologische Durchgängigkeit an Aufstiegsbauwerken nicht sichergestellt werden muss, muss für diese außergewöhnlichen Niedrigwassersituationen auch nicht die Mindestwassermenge von Q_{min} = 150 l/s auf der Sohlgleite sichergestellt werden. Es wird empfohlen, bei einem Q_0 =276 l/s am Pegel Stefansweiler Mühle eine Mindestwasserabgabe auf der Sohlgleite von Q_{min} = 70 l/s festzusetzen. Laut den hydrologischen Zahlen des Pegels Stefansweiler Mühle wäre dann eine Brauchwasserentnahme von 206 l/s möglich.