

Integriertes Wasserbaukonzept für den Siegbogen an der Freusburgermühle (Flusskilometer 107,5 – 108,9)

***Begründung und Erläuterung der Maßnahmen –
Einordnung aller Maßnahmenteile***



U Plan GmbH
Stuttgarterstraße 3
44143 Dortmund
tel. 0231/5311055
fax 0231/5311057



Inhaltsverzeichnis

	Abschnitt	Seite
1.	Einführung	4
1.1	Veranlassung	4
1.2	Handlungsschwerpunkt und Kritik	4
1.3	Der Lachs als Bioindikator	5
1.4	Rechtliche Grundlagen	7
1.4.1	Verhältnis Wasser- zu Naturschutzrecht	7
1.4.2	Landeswassergesetz Rheinland-Pfalz	8
1.4.3	Wasserhaushaltsgesetz (WHG)	10
1.4.4	Landesfischereigesetz Rheinland-Pfalz (LFischG)	12
1.4.5	Bundesnaturschutzgesetz (Gesetz zur Neuregelung des Rechts des Naturschutzes und der Landschaftspflege)	12
2.	Ausrichtung des Konzeptes	13
3.	Die Rahmenbedingungen	13
3.1	Denkmalschutz: Die Freusburgermühle	13
3.2	Siegerländer Route der Industriekultur: Siegen - Betzdorf	17
3.3	Verändertes Abflussregime	19
3.3.1	Pegeltendenzen	20
3.3.2	Wasserherkunft	21
3.4	Rückzugsgewässer: Der Stau vor dem Freusburger Unterwehr	26
3.4.1	Die historische Auenentwicklung bis heute	26
3.4.2	Die Wirkung des Jung'schen Wehrs (Unterwehr)	31
3.4.3	Fazit aus Abflussregime und Auenzustand	34
3.4.4	Der Siegbogen als Strukturbereicherung und Rückzugsraum	35
3.5	Naherholung: Der Siegbogen als buchstäbliche NAHerholung	37
3.6	Bisherige Ansätze zur Fischdurchgängigkeit	38
3.7	Der Mühlgraben	43
4.	Das wasserbauliche und wasserwirtschaftliche Konzept	45
4.1	Fazit aus den Rahmenbedingungen	45
4.2	Notwendige Bausteine	45
4.3	Auslauf Turbinengraben	46
4.3.1	Strömungsanteile	46



4.3.2	Lachswanderung	48
4.3.3	Kein Lösungsansatz: Sohlschwelle	50
4.3.4	Kein Lösungsansatz: Rechen	52
4.3.5	Lösungsansatz Strömungsdissipation	52
4.4	Raugerinnepass am Jung'schen Wehr	55
4.4.1	Verbesserungswürdigkeit	55
4.4.2	Verbesserungsvorschlag	56
4.5	Stau vor dem Jung'schen Wehr	57
4.6	Durchgängigkeit bis zum Mühlengraben	58
4.6.1	Höhendifferenz	58
4.6.2	Kolkbemessung	60
4.6.3	Auffindbarkeit im Unterwasser	62
4.7	Abwärtsdurchgängigkeit an der Turbine	67
4.7.1	Rahmenbedingungen	67
4.7.2	Neue Technik zur Abwärtsdurchgängigkeit	67
4.8	Durchgängigkeit im Mühlengraben	69
4.8.1	Rahmenbedingungen	69
4.8.2	Aufweitungen als Ruhezone für die Gewässerfauna	69
4.9	Oberwehr	71
4.9.1	Diskussion der Durchgängigkeit an diesem Querbauwerk	71
4.9.2	Diskussion von Fischpässen	73
4.9.3	Temporärer Aufstieg	76
5.	Kosten	78
5.1	Kosten Turbinenauslauf	78
5.2	Kosten Umbau Raubettgerinne	79
5.3	Kosten Umbau Auslass Regenüberlauf	79
5.4	Kosten Aalabstieg	79
5.5	Kosten Kolkterasse	80
5.6	Kosten Aufweitungen	81
5.7	Gesamtkosten ohne Armaturen Turbinenrechen	81
6.	Schlussfolgerung	82



Integriertes Wasserbaukonzept für den Siegbogen an der Freusburgermühle (Flusskilometer 107,5 – 108,9) *Begründung und Erläuterung der Maßnahmen – Einordnung aller Maßnahmenteile*

1. Einführung

1.1 Veranlassung

Das 1998 in NRW initiierte Wanderfischprogramm sieht Langstreckenwanderer als anspruchsvolle Leitarten der Fließgewässerfauna und somit als Indikator für die ökologische Sanierung von Bächen und Flüssen. Die Sieg wurde dabei als Pilotgewässer ausgewählt. Da die Sieg auch das nördlichste Rheinland-Pfalz quert – vgl. Abb. 1 –, ergibt sich auch für dieses Bundesland auf den ersten Blick ein gewisser Handlungsdruck, seinerseits Maßnahmen zur Verbesserungen der Sieg zu planen und umzusetzen.



Abb. 1: Einzugsgebiet der Sieg, markiert der Freusburger Siegbogen¹

1.2 Handlungsschwerpunkt und Kritik

Größtenteils besteht die Programmatik des Wanderfischprogramms in der Wiederherstellung der Gewässerdurchgängigkeit. Das zweite Standbein, das NRW-Gewässerauenprogramm, erweist sich dabei jedoch als weit weniger ausgeprägt als die Forderung nach Durchgängigkeit. In NRW ist der erste Schritt schon fast 20 Jahre alt und wurde an der Sieg allein durch die notwendigen Ausgleichsmaßnahmen für den Bau der ICE-Strecke Köln – Frankfurt-Flughafen ergänzt. Da-

¹ Quelle: Land Nordrhein-Westfalen: Bestandsaufnahme NRW- Dokumentation der wasserwirtschaftlichen Grundlagen zu Rhein / Niederrhein / Sieg



mit ist die anfangs benannte und richtigerweise zu fordernde ökologische Sanierung noch weit entfernt und der bislang verfolgte Ansatz zu eindimensional. Zwei Sachverhalte dürften hierfür die Hauptgründe sein: Zum einen werden für Maßnahmen der Durchgängigkeit keine oder nur geringe Flächen benötigt, die in Zeiten der Energiemaisproduktion so knapp wie selten zuvor sind. Zum anderen macht das Wasserrecht, das die Ausübung von Staurechten regelt, reglementiert und überwacht, es einfacher, über Querbauwerke im Sinne der Durchgängigkeit zu entscheiden, als Flächen zu mobilisieren, über die ein wirkungsvolles Auenprogramm umgesetzt werden könnte. Aber wie bereits Abschnitt 1.3 zeigt, wird genau das nicht ausreichen, um gerade anspruchsvollen Fischarten und Wirbellosen eine in allen Dimensionen ökologische Sanierung von Fließgewässern anbieten zu können.

1.3 Der Lachs als Bioindikator

Der Lachs, mittlerweile aber mehr noch der Aal, sind empfindliche Indikatoren für ein ungestörtes Zusammenspiel von Süß- und Salzwasserlebensräumen. Allerdings sind die Einflussfaktoren dabei so zahlreich, dass die Zu- und Abnahme von Beständen beliebig vielen Faktoren zugeschrieben werden kann.

So begann mit der zunehmenden Diskussion über den Klimawandel auch eine Diskussion über die Chancen von Lachs und Aal in einem wärmeren Klima mit entsprechend höheren Temperaturen in den meisten Wasserkörpern, aber auch einem saureren Milieu im Meer (durch höhere Bindung von CO₂ über Kohlensäure).

Studien über den pazifischen Lachs in gänzlich unverbauten Gewässern legten auch dort stark schwankende Populationsdichten nahe, die in Übereinstimmung mit bestimmten Klimazuständen gebracht werden können. So wurden analog zu kalten Klimaepisoden hohe Ablagerungen aus den im Laichgebiet sterbenden Lachsen erbohrt, während in rekonstruierten wärmeren Klimaphasen nur geringe Ablagerungen gefunden wurden, was auf eine massiv geringere Populationsdichte verweist.

Unklar musste bleiben, ob dies anderen Meeresströmungen, dem wärmeren Salz- und/oder Süßwasser oder auch stärkeren Einträgen ins Wasser über erosive Prozesse bei ausgeprägteren Starkregen im wärmeren Klima zuzuschreiben ist.

Entsprechend werden aus Sicht der Nordwestpazifischen Lachsforschung integrierte Handlungsansätze gefordert²:

- Rückhalt von Wasser im Gewässerkorridor zur Stabilisierung von Flußpegeln und –tiefen in Trockenperioden (Rückzugskolke, -teiche und strecken);
- Durchgängigkeit der Gewässer;
- Zusammenschluss möglichst vieler Wasserkörper zu einem Netzwerk;

² BISSON, Pete. 2008. Salmon and Trout in the Pacific Northwest and Climate Change. (June 16, 2008). U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Climate Change Resource Center. <http://www.fs.fed.us/ccrc/topics/salmon-trout.shtml>



- Vergrößerung der Überschwemmungsflächen, um zu befürchtenden stärkeren Hochwässern im Winter oder mit der Schneeschmelze entgegen wirken zu können, damit die Schubkraft im Gewässerkorridor die Gewässerfauna nicht immer stärker dezimieren kann;
- Verhinderung von großen Stoffeinträgen durch Ufer-, Hang- und sonstige Erosion;
- Rückhaltung von Regenwasser;
- Aufforstung der Ufer, um durch Verschattung der Wassererwärmung durch das Klima entgegenwirken zu können;
- Anreicherung von Grundwasser zur Stabilisierung von Abflüssen bei Trockenperioden.

Es ist keineswegs vermessen, in der Forderung nach einem Netzwerk aus Hauptgewässer und zahlreichen Nebenarmen, Nebengewässern und Kleingewässern die Kernforderung in obigem Forderungskatalog zu sehen. Denn nur in einem vielfältigen Netzwerk bestehen möglichst oft gute Bedingungen für die Reproduktion möglichst vieler Arten. Besteht nur ein Gewässerkorridor, so treffen Jungfische weit häufiger auf Fressfeinde als in Klein- und Kleinstgewässern einer intakten Aue und es sinkt der Reproduktionserfolg rapide. Dies lässt sich sehr gut anhand von Daten von Auenprogrammen belegen, wo die Wiedereinrichtung des genannten Netzwerks aus Haupt- und zahlreichen Nebengewässern, zahlreichen Arten zu deutlich höheren Populationen verholfen hat³.

Im Endergebnis ist der Lachs damit zwar ein hochsensibler Bioindikator, nur ist letztlich unbekannt, für welche Aspekte in welchem Umfang. Gewässer wie die Sieg sind auch abseits der Querbauwerke

- so massiv durch Uferverbau, Eintiefung und Verschmälerung verändert,
- die Auen so stark zerstört,
- trotz der Erfolge der Abwasserreinigung durch Hormone, Nährstoffe und Metalle so verändert und belastet,
- in einigen Sommern mittlerweile so heiß und das Wasser dann so sauerstoffarm,
- die Artenzusammensetzung in Gewässern so verzerrt,

dass sich nicht feststellen lässt, welcher Faktor welchen Einfluss auf den Reproduktionserfolg einer Art hat.

Die Folgerung kann deshalb nur sein, nicht nur allein das Ziel der Durchgängigkeit zu verfolgen, sondern auf alle genannten Problemlagen zu reagieren. Ferner besteht bei Fokussierung auf den Lachs die Gefahr, dass Anforderungen der übrigen Gewässerfauna weniger stark berücksichtigt werden. Zudem ersetzt die stets gefährdete und aus nur wenigen Rückkehrern bestehende Lachspopulation nicht ein umfassendes Gewässerprogramm, das in allen oben genannten Aspekten Verbesserungen erreicht.

³ BUNZEL-DRÜKE, Margret: Die Reaktion von Fischen auf die Renaturierung der Lippeauen. In: STAAS, Stefan, PAULUSCH, Jan/ Bundesamt für Naturschutz: *Fischwanderung und die Bedeutung der Auenhabitate. Ergebnisse der Fachtagung vom 10. Juni 2010*. Bonn, 2010.



1.4 Rechtliche Grundlagen

1.4.1 Verhältnis Wasser- zu Naturschutzrecht

In der Auseinandersetzung um die Durchgängigkeit der Sieg als Vorranggewässer kann der Eindruck entstehen, Kernaufgabe des Wasserrechts wäre die Unterstützung des Naturschutzrechts, konkret hier beim Artenschutz (nämlich der Art »Lachs«).

Das ist aber weder rechtshistorisch plausibel noch rechtssystematisch. Allein der Blick auf die Ungleichbehandlung von Talsperren und Dükern unter Bundeswasserstraßen in Bezug auf Vorranggewässer zeigt, dass das Wasserrecht mehr und anderes regelt als allein den Artenschutz. Niemand würde auf die Idee kommen (und wenn, dann diese nicht durchsetzen können), die Fahrrinne des Rheins wieder durch Abriss aller Buhnen verlanden zu lassen, auch wenn dies für die Gewässerfauna ein immenser Gewinn wäre. Und niemand würde auf die Idee kommen (und wenn, dann diese nicht durchsetzen können), Talsperren wieder zu schleifen, da diese ein unverrückbares Wanderungshindernis für alle Arten der Gewässerfauna darstellen.

Die Beispiele zeigen, dass das Wasserrecht historisch einige Rechtsbereiche in sich vereinigt und zu koordinieren hat:

- § Energierecht, da die Wasserkraft viele Jahrhunderte lang neben Holz der Hauptenergieträger war und als Maschinenantrieb nur unzureichend durch Pferde (an Göpeln) ersetzt werden konnte, heute erweitert um die Geothermie; im Harz war zudem ein umfassendes System aus Kanälen, Stauen und Überleitungen als Wasserkunst für den Bergbau zu regeln – siehe unten;
- § Agrarrecht, da die Bewässerung von Wiesen früher für Düngung und Frostabbau im Boden unverzichtbar war, und heute die Dränung Voraussetzung ist, um Böden mit schweren Maschinen zum jeweils notwendigen Zeitpunkt bearbeiten zu können;
- § Wasserrecht im Wortsinne zum Schutz des Mediums Wasser als Trinkwasser und Grundwasser als Lebensgrundlage für Pflanzen und Tiere;
- § Verkehrsrecht, da vor Entwicklung und Ausbau der Eisenbahn Kanäle und schiffbare Flüsse die einzige Infrastruktur für Schwer- und Massentransporte darstellten und heute mit den Bundeswasserstraßen immer noch einen wichtigen Teil der Verkehrsinfrastruktur darstellen;
- § Fischereirecht, da in vielen Fällen die Fischerei mit der Einrichtung und dem Betrieb von Fischteichen einhergeht, welche wasserrechtlich zu regeln sind;
- § Hochwasserschutzrecht, durch Genehmigung von Talsperren, Deichen, Poldern und den Schutz von Überschwemmungsgebieten;
- § Ferner sind parallel zum Bergrecht umfassende Grundwasserabsenkungen zu regeln, zum Beispiel im Umfeld von Tagebauen, umgekehrt dann die Flutung von ausgenutzten Tagebauen.



Betrachtet man diese Regelungsdichte, so gibt das Wasserrecht eine Fokussierung auf den Artenschutz nicht wirklich her⁴. Das Wasserrecht kann seine Aufgabe zur Koordinierung aller Interessen an Wasserkörpern, die wie gezeigt immens sind und fast flächendeckend konkurrieren, nur erfüllen, wenn es eben genau diese Koordinierung leistet. Beginnt das Wasserrecht, sich als Umweltverträglichkeitsprüfung und Artenschützer zu begreifen, was aus Sicht des Naturschutzes natürlich sehr löblich wäre, so kollidiert es jedoch mit seiner eigenen Struktur und den sonstigen, ureigensten Aufgaben, und kann keine im Sinne des Wasserrechts gerechte Abwägung der Interessen mehr leisten.

1.4.2 Landeswassergesetz Rheinland-Pfalz

Das Landeswassergesetz für Rheinland-Pfalz⁵ gibt durch seine Regelungen einige Anstöße, die bisherigen Ansätze zur Durchgängigkeit der Sieg zu überdenken und konzeptionell neu auszurichten – was mit dem vorliegenden Konzept auch weiter verfolgt werden soll:

§ Gemäß § 61 LWG RP – Grundsätze – gibt in Absatz 2 vor: **»Bei der Sicherstellung eines geordneten Abflussverhaltens haben Maßnahmen der Wasserrückhaltung Vorrang vor abflussbeschleunigenden Maßnahmen«.**

§ Gemäß § 79 LWG RP – Ablassen aufgestauten Wassers – gibt vor: **»Aufgestautes Wasser darf nicht so abgelassen werden, dass Gefahren oder Nachteile für fremde Grundstücke oder Anlagen entstehen, die Ausübung von Wasserbenutzungsrechten und -befugnissen beeinträchtigt oder die Unterhaltung des Gewässers erschwert wird oder eine nachteilige Einwirkung auf den Naturhaushalt oder die Gewässerökologie zu befürchten ist.«.**

§ 61 LWG RP hat einen direkten Bezug auf das Jung'sche Wehr. Wird dieses zurückgebaut, so beschleunigt sich – wie gezeigt werden wird - der Abfluss in der Freusburger Siegschleife deutlich und Hochwasser kann sich weit weniger in der Aue ausbreiten. Insofern gibt das Landeswassergesetz hier vor, möglichst auf eine Absenkung der Wehrschwelle zu verzichten.

Noch eindeutiger ist § 79. Da das Jung'sche Wehr schon sehr lange betrieben wird – Abb. 2 zeigt den Zustand vor 1900 – würde ein Absenken des Staus und damit des Grundwassers eine Reihe von Fundamente destabilisieren. Setzungsschäden sind demnach zu erwarten. Weitere im LWG benannte Nachteile wäre die – im weiteren ebenfalls berechnete – höhere Sohlerosion in der Sieg, die zu einer noch stärkeren Verdriftung von Organismen bei Hochwasser führt. Entsprechend sollte ein Konzept dies berücksichtigen, um nicht von vornherein durch Missachtung gesetzlicher Bestimmungen und drohender Schäden angreifbar zu werden.

⁴ Vgl. REINHARDT, Michael: Zum Verhältnis von Wasserrecht und Naturschutzrecht. In: *NuR* (2009), Jg. 31 (Springer-Verlag), Seiten 517-525

⁵ Wassergesetz für das Land Rheinland-Pfalz (Landeswassergesetz - LWG- In der Fassung vom 22. Januar 2004 (GVBl. S. 53) - zuletzt geändert durch Gesetz vom 9. März 2011, GVBl. S. 47, BS 75-50

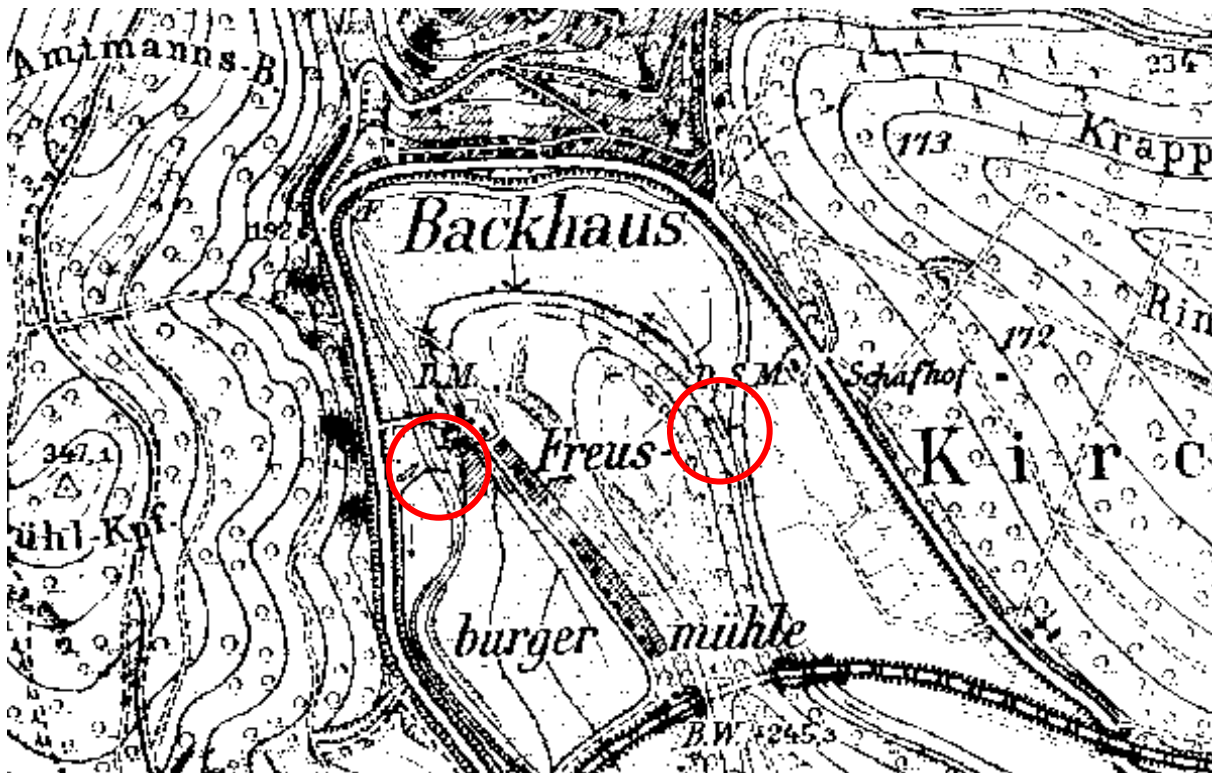


Abb. 2: Historische Situation in den 1890er Jahren, rot markiert die beiden Stauwehre

4 Setzungsempfindlichkeiten zur Variante 2 –ohne Vorbelastung-

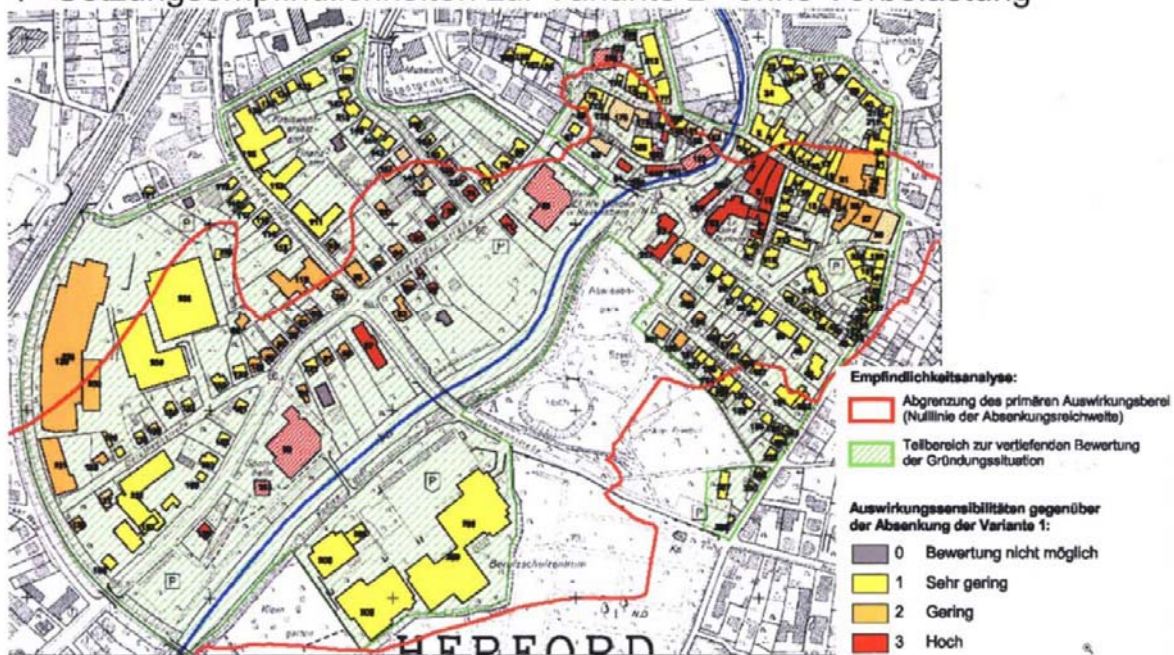


Abb. 3: Auszug aus einer Streitschrift⁶ zu hydrogeologischen Gutachten rund um die geplante Absenkung des Staus der Radewiger Mühle in Herford, hier zu Setzungsgefährdungen; im Ergebnis wurden Planungen im Umfang von 180.000 Euro wieder eingestampft⁷

⁶ POLSTER, Mathias: Das Radewiger Wehr

⁷ vgl. Neue Westfälische vom 25. April 2009: Das Radewiger Wehr bleibt erhalten



1.4.3 Wasserhaushaltsgesetz (WHG)

Das Wasserhaushaltsgesetz regelt die Wasserkraftnutzung in Bezug auf die Ziele der EU-Wasserrahmenrichtlinie. Es gilt nach den §§ 27 bis 35 WHG ein Verschlechterungsverbot und ein Gebot, einen guten Zustand zu erreichen, bei erheblicher Veränderung des Gewässers (heavily modified water bodies = HMWB), zumindest das ökologische Potenzial zu verbessern. Eine Wasserkraftnutzung ist so zu gestalten, dass sie diesen Zielen nicht entgegensteht.

Für die Sieg selbst hat das zuständige Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft, Ernährung, Weinbau und Forsten (MfULEWF) selbst eingeräumt⁸, dass die ökologischen Ziele der WRRL an der Sieg sich nicht werden erreichen lassen – vgl. Abb. 4:

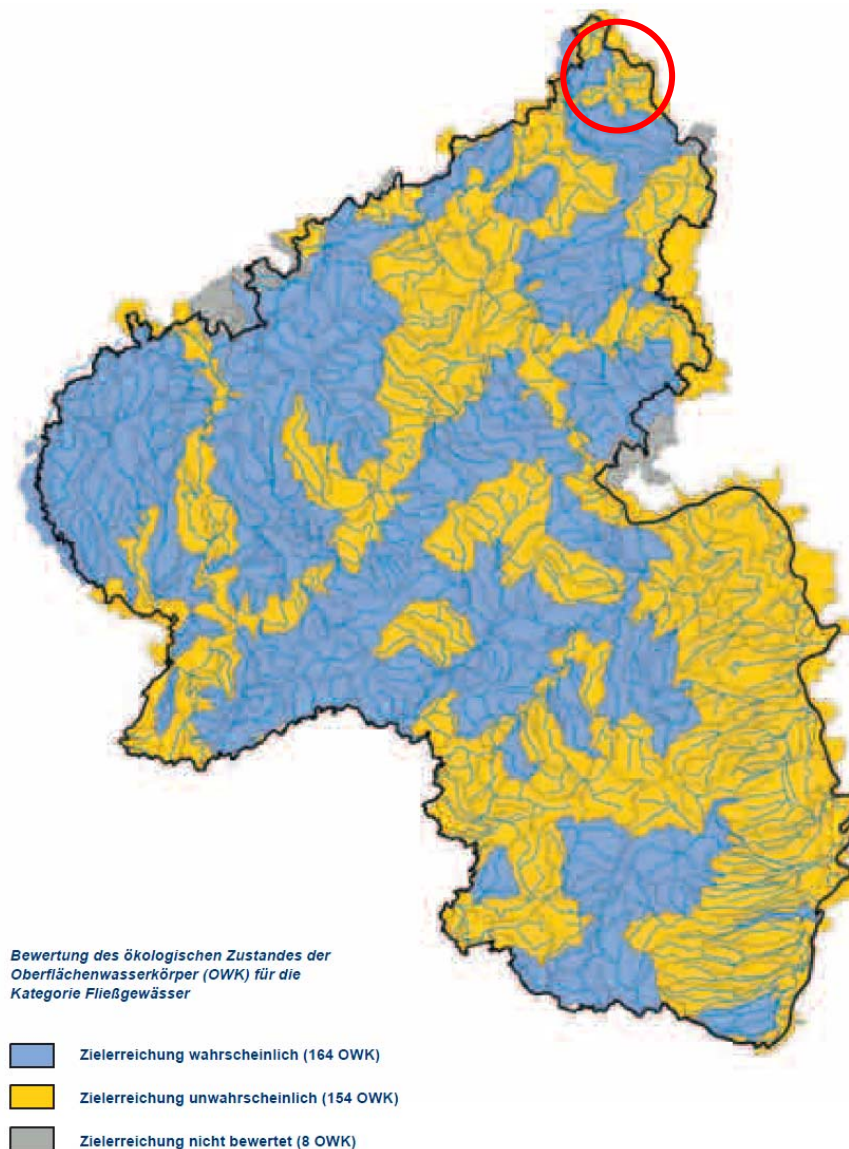


Abb. 4: Einzugsgebiete der Fließgewässer nach Erreichbarkeit der Ziele der EU-Wasserrahmenrichtlinie; die Sieg (um Freysburg) ist markiert: Quelle: siehe Fußnote 6

⁸ Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft, Ernährung, Weinbau und Forsten (MfULEWF) des Landes Rheinland-Pfalz: GEWÄSSER IN RHEINLAND-PFALZ: Die Bestandsaufnahme nach der Europäischen Wasserrahmenrichtlinie. Mainz 2005

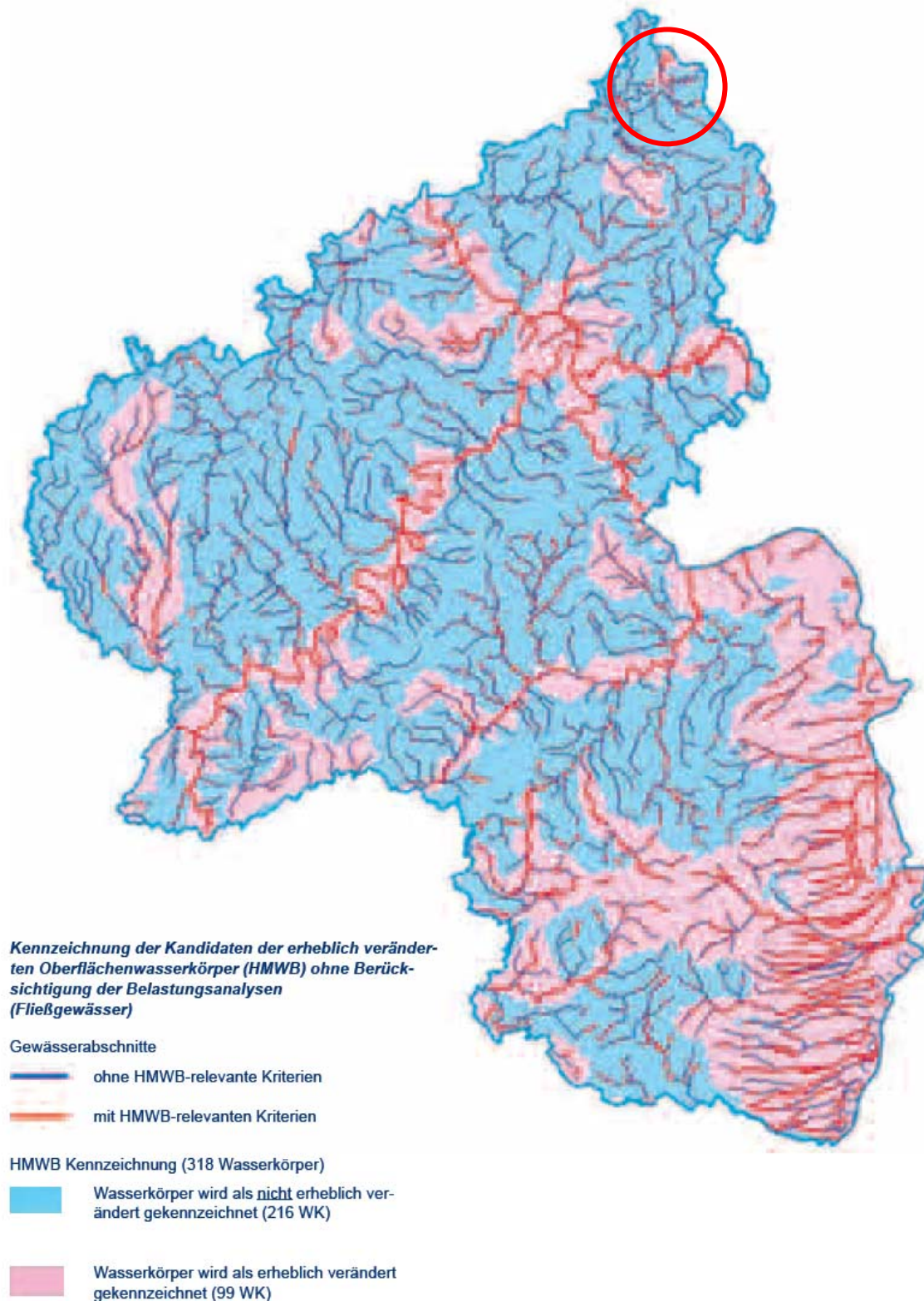


Abb. 5: Ersteinstufung der erheblich veränderten Gewässer; die Sieg weist immer wieder HMWB-relevante Abschnitte auf, es wurde aber auf eine Einstufung als HMWB verzichtet; Quelle: siehe Fußnote 6

Es ist demnach festzuhalten, dass die Wasserbehörden um die Schwierigkeiten in Bezug auf die Wiederherstellung weniger veränderter Fließgewässer wissen, aber



auf eine entsprechende Einstufung verzichtet haben. In Nordrhein-Westfalen gilt die Sieg bei gleichen Bedingungen als erheblich verändert – vgl. Abb. 33.

Dies führt zu einem Zielkonflikt:

Zum einen wurde die Sieg verändert, um Wasserkraft zu nutzen – und § 28 WHG regelt ausdrücklich die mögliche Einstufung des Gewässers als erheblich verändert, sofern diese Veränderung zum Zwecke **»der Stromerzeugung«** erfolgt ist. Des Weiteren wird auch bezweifelt, dass die Ziele der EU-WRRL sich erreichen lassen.

Zum anderen wird aber auf die Einstufung der mittleren Sieg als HMWB-Gewässer verzichtet, womit entsprechende Verbesserungsmaßnahmen ausgelöst werden, deren Effekt aber gleichzeitig von vornherein bezweifelt wird.

Ein integriertes Wasserwirtschaftskonzept kann dem nur entgehen, indem es substantielle Verbesserungen für die Durchgängigkeit schafft und gleichzeitig keine Verschlechterungen für die Umwelt z. B. bei Hochwasser bewirkt und auch die sonstigen örtlichen Nutzungen (z. B. Wohnen) nicht beeinträchtigt.

Gleichzeitig entsteht der Eindruck, dass unter dem Druck Nordrhein-Westfalens, ein Vorranggewässer für den Lachs zu präsentieren, die Sieg als solches hingenommen wurde, wohl wissend, dass hiermit nur schwer kalkulierbare Verpflichtungen in Bezug auf nicht erreichbare Ziele eingegangen wurden.

1.4.4 Landesfischereigesetz Rheinland-Pfalz (LFischG)

§50 des Rheinland-Pfälzischen Fischereigesetzes enthält eine Kann-Bestimmung zur nachträglichen Ausstattung von Querbauwerken mit Anlagen zum Fischwechsel. Das vorliegende Konzept sieht exakt die Prüfung vor, wie die Stauanlagen der Freusburgermühle für den Fischwechsel umgerüstet werden können. Dabei sind aber im Zuge der Verhältnismäßigkeit nicht nur die Interessen der Fischereiwirtschaft zu berücksichtigen, sondern auch aller anderen Nutzungen. Zudem verweist § 50 LFischG auch auf die einzuhaltende Verhältnismäßigkeit. Ist die Forderung für einen Fischwechsel mit unverhältnismäßigen Kosten verbunden, so hat sich die Allgemeinheit, hier das Land, entsprechend zu beteiligen. Die Frage der Verhältnismäßigkeit, wie groß ein Eingriff in die Stromerzeugung sein darf, um den Interessen der Fischereiwirtschaft gerecht zu werden, wird im LFischG nicht konkret geregelt, sondern ist situationsbezogen abzuwägen und zu entscheiden.

1.4.5 Bundesnaturschutzgesetz (Gesetz zur Neuregelung des Rechts des Naturschutzes und der Landschaftspflege)

Das neu geregelte Bundesnaturschutzgesetz stellt Fließgewässer grundsätzlich als Biotope unter Schutz, die nicht zerstört oder erheblich beeinträchtigt werden dürfen. Das hier vorgelegte Wasserwirtschaftskonzept sieht diese Vorgaben als selbstverständlich an und möchte entsprechende Verbesserungen für die Sieg (abseits statischer Einzelvorgaben) bewirken.



2. Ausrichtung des Konzeptes

Angesichts der in Bezug auf den Lachs, aber auch die andere Fließgewässerfauna, weit vielfältigeren Forderungen und Notwendigkeiten, abseits der reinen Gewässerdurchgängigkeit (als eine von acht Mindestmaßnahmen), sind auch bei einem Pilotgewässer die sonstigen Rahmenbedingungen bei einem wasserwirtschaftlichen Konzept zu berücksichtigen. Denn kein wasserwirtschaftliches Konzept kann gegen die sonstigen Nutzungen und Interessen wirksam durchgesetzt werden, jedes Gewässer ist eng mit seiner direkten Umgebung verzahnt.

Entsprechend ist das Wasserbaukonzept für den Freusburger Siegbogen so zu entwickeln,

- dass einerseits die Durchgängigkeit der Sieg hergestellt wird,
- dass andererseits aber auch Mängel abseits einer eingeschränkten oder fehlenden Durchgängigkeit im Bereich des Gewässers und seines Umfeldes zumindest ein Stück weit behoben werden und
- dass die bestehenden Qualitäten in diesem Bereich erhalten bleiben und ebenfalls gefördert werden.

Den Forderungen aus dem Unterlauf nach Verbesserungen ist damit Rechnungen zu tragen, umgekehrt haben sich die örtlichen Interessen und Bedingungen ebenso in einem Konzept wiederzufinden (Gegenstromprinzip).

3. Die Rahmenbedingungen

3.1 Denkmalschutz: Die Freusburgermühle

Die Freusburgermühle steht gleich für eine ganze Reihe geschichtlicher Epochen und ist zudem ein bedeutendes Baudenkmal:

- ☼ Als Bannmühle war sie über Jahrhunderte ein Teil der örtlichen Herrschaftsverhältnisse, sie hatte ein Monopol auf dem lokalen Mühlenmarkt;
- ☼ Gleichzeitig war eine Mühle Teil der Basisinfrastruktur der Nahrungsmittel- und Energieversorgung und damit von existenzieller Bedeutung für Freusburg und die nähere Umgebung;
- ☼ im 20. Jahrhundert wurde die Mühlfunktion eine Zeit lang noch über Subventionen aufrecht erhalten, in den 1970er Jahren wurde jedoch die gezielte Stützung lokaler Strukturen aufgegeben, womit auch die Mühle aufgeben musste; sie ist damit ein Denkmal für frühere dezentrale Strukturen und auch für deren langjährige Stützung aus politischen und strategischen Gründen.
- ☼ gleichzeitig wurde jedoch die Stromproduktion aufrecht erhalten, mit der die Mühle Teil der Infrastruktur zur Energieversorgung blieb, zuerst antizyklisch, da die Politik sich mit Kohle und Uran völlig anderen Energieträgern zuwandte;
- ☼ mittlerweile wird die Wasserkraft aber wieder als Teil der regenerativen Energien anerkannt, und dabei als nachhaltiger und moderner angesehen als Energie aus Kohle und Uran. Auch als dezentraler Stromproduzent passt sie wieder besser in die energiepolitische Landschaft, die sich durch Windräder



und Solaranlagen vielen dezentralen Stromeinspeisern geöffnet hat und öffnen musste.

- ☼ Dabei lässt sich diese gesamte Entwicklung auch am gesamten Bauensemble ablesen. Verschiedene Baustile zeugen von der genannten Entwicklung – vgl. Abb. 6:



Abb. 6: Fachwerk, leicht modernisierter Gründerzeitstil und Backsteinindustriebau mit Erhalt bzw. Anleihen an vorindustrieller Architektur

- ☼ auch an den Stau- und sonstigen wassertechnischen Anlagen finden sich die unterschiedlichsten Zeitepochen: Von der modernsten Wasserregulierung (schwimmergesteuerte Klappen) über ältere Zahnstangentechnik bis hin zu alten Spickpflasterversatz findet sich alles.





- ☼ Kernstück der Anlage ist eine Francis-Zwillingsturbine aus den 1920er Jahren. Eine sehr ähnliche, wenn auch weit größer bemessene Anlage ist das Kraftwerk Raffelberg in Mühlheim an der Ruhr – vgl. Abb. 7 und 8 an der Stadtgrenze zu Duisburg. Hier stehen die in etwa gleich alten Francisturbinen schon seit 25 Jahren unter Denkmalschutz. Die Anlage produziert nach wie vor Strom, mittlerweile auch mit moderner Technik und einem Fischpass ergänzt. Als Teil der Route der Industriekultur ist eine Aufgabe und auch nur eine deutliche Verminderung der Produktion nicht denkbar.



Abb. 7⁹/8¹⁰: Kraftwerk Raffelberg in Mühlheim/Ruhr. Die wie in der Freusburgermühle in den 1920er Jahren eingebauten Francis-Turbinen stehen mit dem Gesamtensemble unter Denkmalschutz; rechts im Bild oben der etwa zehn Jahre alte Fischpass; das Kraftwerk leistet ungefähr das 50-fache der Freusburger Mühle

⁹ Quelle: http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/3/31/Kraftwerk_und_Schleuse_Raffelberg.jpg. Dieses Werk wurde von seinem Urheber »Docfeelgood3« als gemeinfrei veröffentlicht. Dies gilt weltweit.

¹⁰ Quelle: http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/8/84/Wasserkraftwerk_Raffelberg_Oberwasser.JPG. Dieses Werk wurde von seinem Urheber »Docfeelgood3« als gemeinfrei veröffentlicht. Dies gilt weltweit.



Es ist damit lokales Interesse, die Mühle als Ensemble, als örtliches Gedächtnis der geschichtlichen Entwicklung und auch als Kraftwerk zu behalten, denn nur durch die fortgesetzte Funktion der Anlage lässt sie sich in dem Zustand erhalten, in dem sie bislang bewahrt wurde. Ein Denkmal, das nicht arbeitet, ist rasch dem Verfall ausgesetzt und überlebt nur durch Zuschüsse und Sondermittel, die in Zeiten der Eurokrise, Haushaltskrisen und kommunalen Zwangsbewirtschaftungen schon heute immer rarer zu erhalten sind. Entfallen die Einnahmen, so steht auch das Ensemble vor dem Verfall.

Das Bundesministerium für Umwelt erkennt selbst diesen Zusammenhang an¹¹: So wird zu kleinen Wasserkraftwerken festgestellt:

»Der Betrieb der Anlagen erfolgt häufig über mehrere Generationen. Darüber hinaus begründete sich der Bau von Querbauwerken in der Vergangenheit oft auch aus anderen Nutzungsinteressen als der reinen Energiebereitstellung. Erst mit den über die Wasserkraft zusätzlich erschlossenen Einnahmen war in der Vergangenheit eine Refinanzierung solcher Baumaßnahmen möglich.«

Das trifft auch voll und ganz für die Freusburger Mühle zu. Die Einnahmen werden für den Erhalt eines ganzen Ensembles von Betriebs-, Lager- und Wohngebäuden benötigt. Im gleichen Maße, wie die Stromerlöse sinken, müssten die Zuschüsse aus Denkmalschutzmitteln steigen, was, wie erwähnt, nicht zu erwarten ist.

Aus Sicht des Denkmalschutzes wären damit alle Wanderungshindernisse in der Sieg zu gewichten und erst die zu beseitigen, die keine Verknüpfung mit dem Denkmalschutz haben. Als Beispiel für Rheinland-Pfalz sei die Siegdeckelung in Betzdorf genannt.

¹¹ Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU): Die Nutzung der kleinen Wasserkraft in Deutschland im Spannungsfeld von Klima-, Natur- und Gewässerschutz. Berlin, Februar 2008.



3.2 Siegerländer Route der Industriekultur: Siegen - Betzdorf

Was im Ruhrgebiet zwischen Ruhr, Emscher und Lippe in zahlreichen Routen rund um alte Zechen, Kraftwerke, Hochöfen, Kanäle sowie Museen und Landmarken beschworen wird, führt im Siegerland direkt über den Freusburger Siegbogen: Ohne den Bergbau und die Verhüttung im Siegerland hätte der Druck, neue Energieträger zu erschließen, erst später eingesetzt und die Zechenlandschaft an Ruhr, Emscher und Lippe hätte sich ganz anders entwickelt. Es waren auch Siegerländer, die eine wichtige Rolle beim Start des Ruhrgebietes in die Industrialisierung gespielt haben.

Die Freusburgermühle ist ein Fixpunkt in einer Kulturlandschaft, die sich rundherum zeitweise massiv entwickelt hat, bis sich die Entwicklungsimpulse auf andere Regionen verlagerten und eine veränderte Landschaft hinterließen. Diese reichen von kleinen Strukturen wie Stollenmundlöchern über größere Strukturen wie die Umwandlung des Siegtals in eine Kette von Betrieben der Schwerindustrie bis zu deutlichen Landmarken wie die Niederscheldener Haldenlandschaft (vgl. Abb. 9 bis 11).

Abb. 9: Stollenmundloch am rechten Siegufer in Eiserfeld





Abb. 10: Schwerindustrie an der Sieg, hier zwischen Siegen und Eiserfeld



Abb. 11: Großformatige Landschaftsprägung: Halde der Niederscheldenerhütte

Ordnet man die Freusburgermühle in diese vielfach überformte Landschaft ein, so hebt sie nicht nur architektonisch hiervon ab, sondern auch strukturell: Während das Umfeld immer stärker überregionalen Impulsen folgte (und zuerst überregionale Impulse gab) und immer stärker von überregionalen Entwicklungen geprägt wurde (vgl. Abb. 12), blieb sie stets eine Einrichtung der dezentralen Energieerzeugung, sei es in direkter Nutzung der Wasserkraft für die Mühlesteine, sei es später zur Stromproduktion. Die Mühle bestand vor der Industrialisierung und sie besteht noch immer, nachdem die Industrialisierung wieder in den Hintergrund tritt, nicht ohne das Siegtal massiv geprägt zu haben.



Abb. 12: Das Siegtal in Eiserfeld, alte Wege sowie alte regionale Trassen wie neue überregionale Trassen

Die konkreten Folgen der vergangenen, aber nicht zu verleugnenden Industriekultur, sind noch in Bezug auf die Siegtal näher zu betrachten. Für die Mühle bleibt das Fazit, dass sie nun von einigen Akteuren als Sargnagel der ökologischen Entwicklung angesehen wird, während sie selbst die Industrialisierung überlebt hat und die Sieg schon nutzte, als diese ökologisch in einem viel besseren Zustand war. Die Mühle ist im Rahmen der Route der Industriekultur die ökologisch am meisten angepasste Nutzung der Sieg. Hieraus dürfte auch das Unverständnis der lokalen Bevölkerung gegenüber der Kritik und den Forderungen seitens des Lachsprogramms und dessen Vertretern resultieren.

3.3 Verändertes Abflussregime

Die Sieg wird zwar durch Talsperren beeinflusst. Doch so massiv diese in die Durchgängigkeit eingreifen, so sind zwei Faktoren zu nennen und zu dokumentieren, die weit stärker das Abflussregime verändert haben:

Zum einen zeigt die Pegelauswertung am Pegel Eitorf, der einen großen Teil des Siegeinzugsgebietes in seinem Abflussverhalten registriert, dass auch die Sieg einem Trend unterliegt, der sich an vielen anderen Pegeln in Nordrhein-Westfalen zeigt: Die Differenz zwischen Winter- und Sommerabflüssen wächst erheblich, die Abflüsse werden somit immer uneinheitlicher, Niedrigwasser im Sommer hält länger an (mit entsprechendem Stress für die Flussfauna) und die Winterhochwässer wirken immer erosiver auf das Flussbett ein.



Zum anderen wirkt sich die Umstellung der Fäkalienentsorgung von Latrinen auf die Abwasserkanalisation in den letzten 120 Jahren prägend auf die Abflussverhältnisse und Stoffströme im Sommer aus.

3.3.1 Pegeltendenzen

Der Pegel Eitorf zeigt in der Zeitspanne 1967/68 bis 2008/09, jeweils bezogen auf das hydrologische Winter- und Sommerhalbjahr klare Trends – vgl. Abb. 13 und 14.

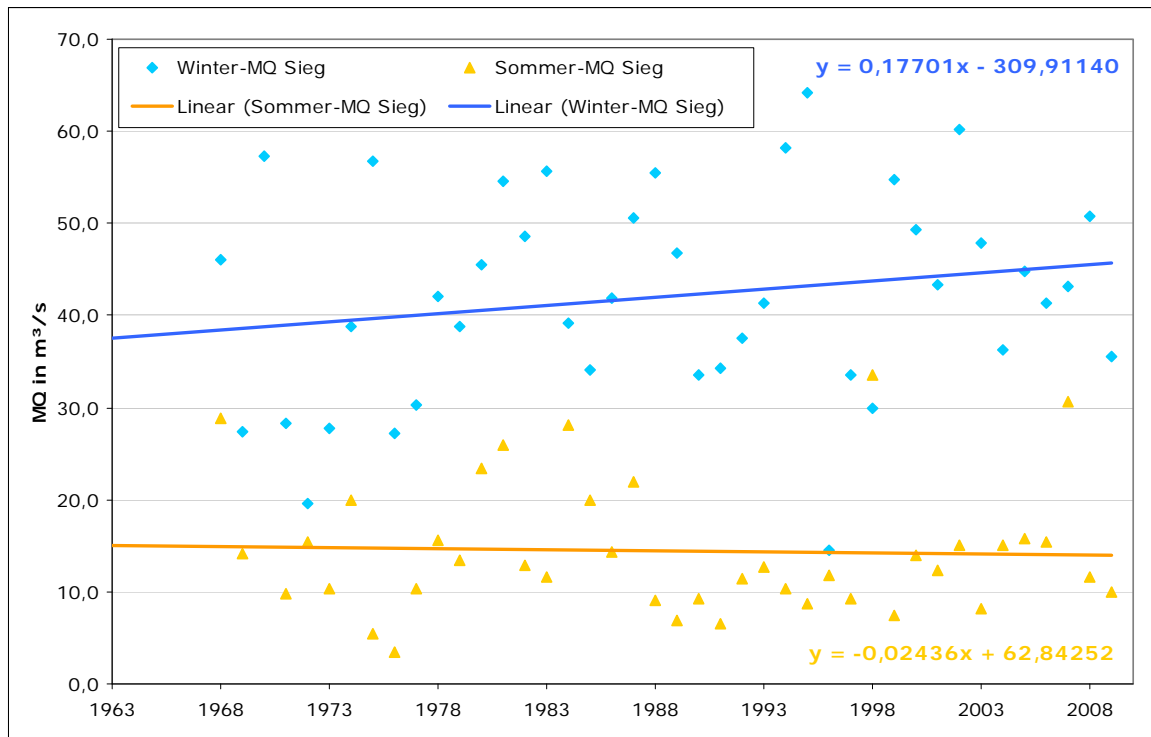


Abb. 13: Mittlere Abflussmengen je Sekunde vom 1.11.1967 bis 31.10.2009 (42 hydrologische Jahre, getrennt in Winter- und Sommerhalbjahr

Bei linearer Betrachtung hat der mittlere Abfluss im Sommer zwischen 1968 und 2009 um gut 5 % abgenommen. Zu berücksichtigen ist jedoch, dass 20 von den 22 Jahren von 1988 bis 2009 in einem Cluster niedriger Sommerabflüsse liegen, und lediglich zwei außergewöhnliche Jahre einen noch höheren Absinken der Mittelabflüsse verhindert haben.

Im Winter ist die Entwicklung noch auffälliger. Hier hat der mittlere Abflüsse zwischen 1968 und 2009 um über 14 % zugenommen. Das Verhältnis zwischen Winter- und Sommerabfluss hat sich deshalb im gleichen Zeitraum von 2,58 auf 3,11 erhöht.

Nimmt man die Verhältnisse beim Sommerabfluss zum Anlass, die Zeitreihen ohne Ausreißer zu betrachten, so streicht man aus den Zeitreihen die beiden höchsten und niedrigsten Werte (= 90%-Intervall der Messwerte).

Das Ergebnis ist Abb. 10 zu entnehmen und lässt noch deutlichere Trends erkennen:

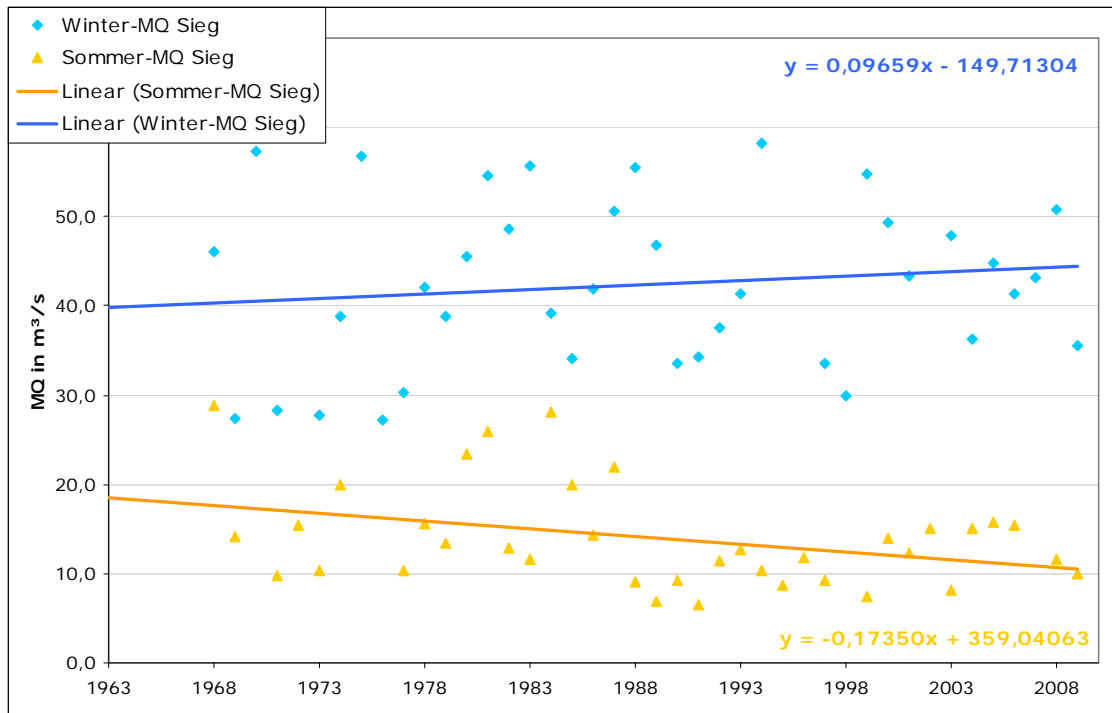


Abb. 14: Ausreißer-bereinigte Pegelreihe Eitorf (Sieg); der Wintertrend ist leicht weniger ausgeprägt, während der Sommertrend sich als massiv verstärkt erkennen lässt. Der mittlere Sommerabfluss hat sich ohne einzelne Dürre- und Regenjahre in gut 40 Jahren um 40% verringert.

Die Winterabflusserhöhung schrumpft von gut 14 % auf knapp 10 %, was für den mittleren Abfluss aber immer noch erheblich ist, während sich die Abnahme der Sommerabflüsse von 5 % drastisch auf über 40 % erhöht. Das Verhältnis von Winter- zu Sommerabfluss verdoppelt sich fast von 2,30 auf 4,23. Die Schere zwischen dem Winter und Sommer hat sich in diesem Zeitraum damit massiv aufgetan und letztlich ist die Sieg schon auf dem Weg, den die regionalen Klimaprognosen für weitere Klimaänderungen erwarten lassen, dass im Winter die Abflüsse zunehmen und im Sommer ab. Diese Bedingungen können nicht ohne Folgen für die Gewässerfauna bleiben, mit Wasser- und Sauerstoffmangel im Sommer bei Nahrungsüberangebot und verschärfter Hochwasserdynamik im Winter, mit höherer Verdriftung und Zerstörung von Rückzugsräumen an Ufer und in der Sohle.

3.3.2 Wasserherkunft

Abb. 15 zeigt die mittleren Jahresabflüsse von acht Kläranlagen, welche alle im Einzugsgebiet des Pegels Niederschelden und damit auch oberhalb des Freusburger Siegbogens liegen. Deutlich wird, dass im Jahresmittel damit rund ein Kubikmeter je Sekunde an aufbereitetem Abwasser an der Freusburgermühle vorbeifließt:

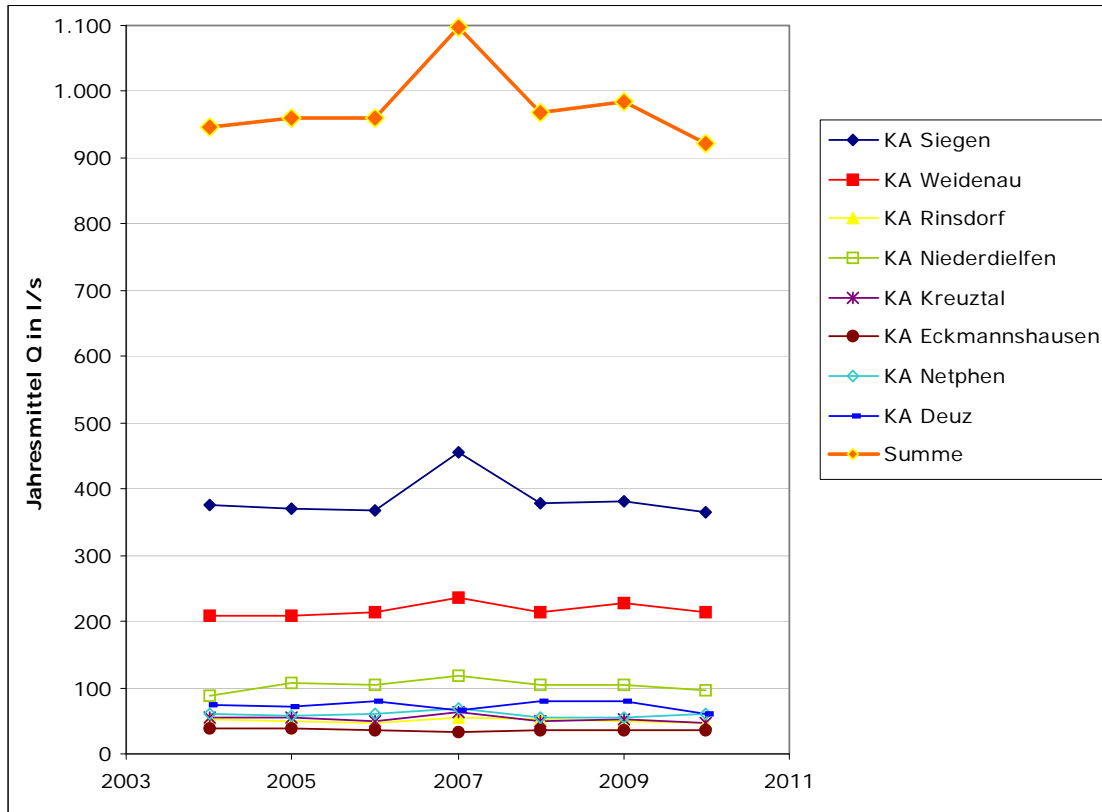


Abb. 15: Mittlere Jahresabflüsse der acht größten Kläranlagen oberhalb des Pegels Niederschelden, umgerechnet in l/s (Quelle Rohdaten: ELWAS-IMS)

Berechnet man den Abflusstrend der acht Kläranlagen aus den letzten 7 bis 10 Jahren,

- rechnet man einen Regenabfluss von 1 bis 2Qt heraus,
- der über 15 % des Jahres an den Kläranlagen mit gereinigt wird und
- zieht man ferner 25 Füllungen der bestehenden Regenüberlaufbecken im Einzug der Kläranlagen ab, da dieses Wasser ebenfalls mit über die Kläranlage abfließt,

so ergibt sich immer noch ein Trockenwetterabfluss von fast 750 l/s. Bei Regenwetter werden geregelt knapp 2 cbm je Sekunde in den Kläranlagen behandelt und danach in die Sieg geleitet.

Bei diesem lässt sich der Anteil des Fremdwassers noch variieren, mit 50 % mehr als im Mittel Anfang März (Zeit der höchsten Grundwasserstände) und 50 % weniger Anfang September (Zeit der geringsten Grundwasserstände) – vgl. Abb. 16.

Es ergibt sich damit der mittlere, saisonal bereinigte Trockenwetterabfluss von Abb. 17. In Abb. 18 und 19 ist anhand des trockenen Frühjahrs 2007 dargestellt, wie rasch der Abfluss der Sieg an den Trockenwetterabfluss der Kläranlagen konvergiert und wie hoch der Anteil des Trockenwetterabflusses am Gesamtabfluss wird, hierzu wurde Abb. 19 auch nochmals tabellarisch ausgewertet.

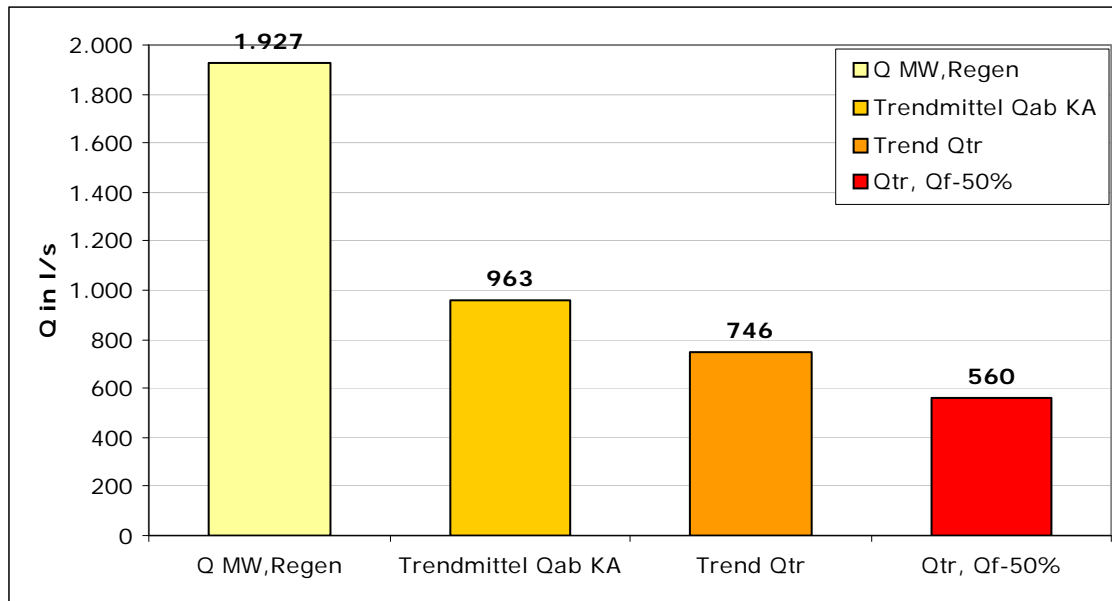


Abb. 16: Abflüsse der Kläranlage, hergeleitet aus dem Trendmittel des Trockenwetterabflusses. Durch Abzug von 50 % des Fremdwassers ergibt sich der sommerliche mittlere Trockenwetterabfluss. Durch Zuschlag der Q_t -Mengen, die an Regenwasser mitbehandelt werden, der mittlere Abfluss während 15 % des Jahres, an denen Niederschlag fällt bzw. noch über die Überlaufbecken in den Kläranlagen mitbehandelt wird.

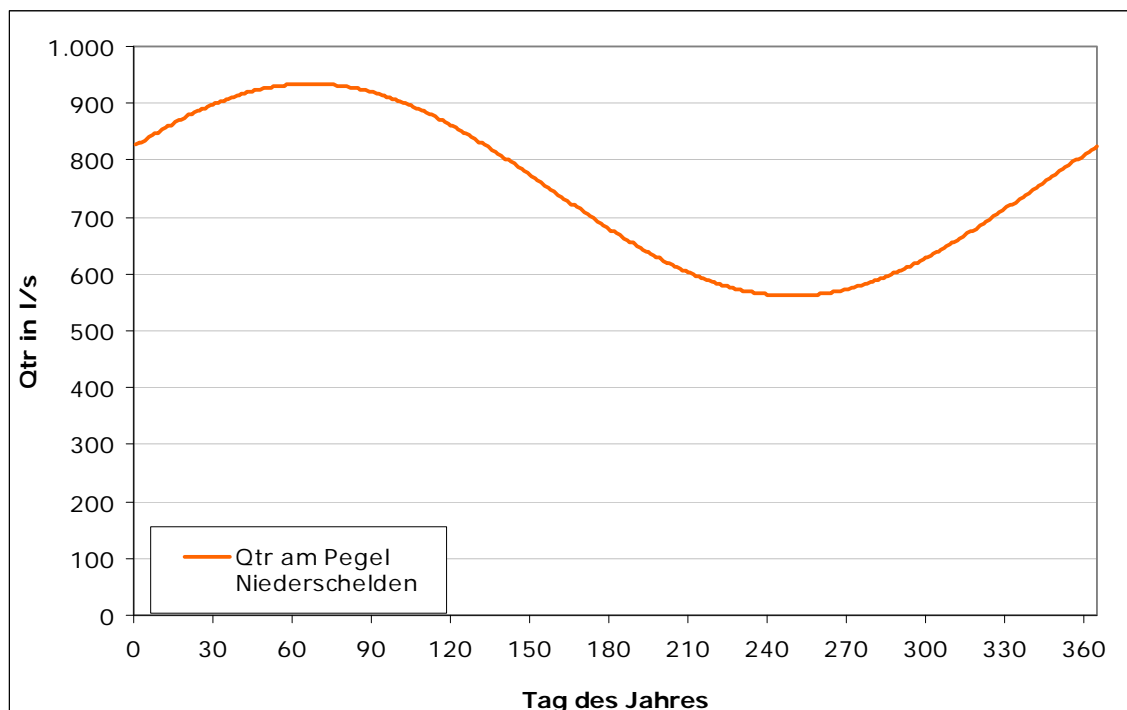


Abb. 17: Gesammelte Trockenwetterabflüsse am Pegel Niederschelden, es wird angenommen, dass der Fremdwasserabfluss im Kanalnetz im Mittel dem Schmutzwasserabfluss entspricht, bei Schwankung um $\pm 50\%$

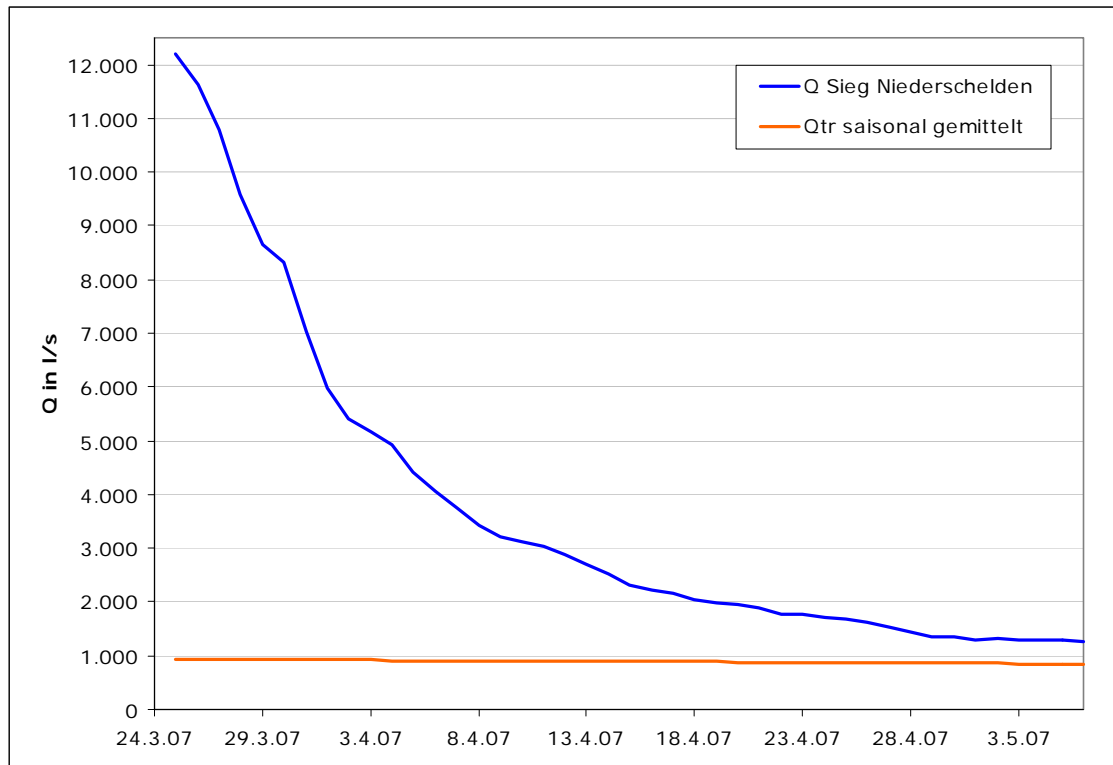


Abb. 18: Beispiel für die Annäherung des Siegabflusses an den saisonal gemittelten Trockenwetterabfluss aus den Kläranlagen oberhalb von Niederschelden – hier im trockenen Frühjahr 2007

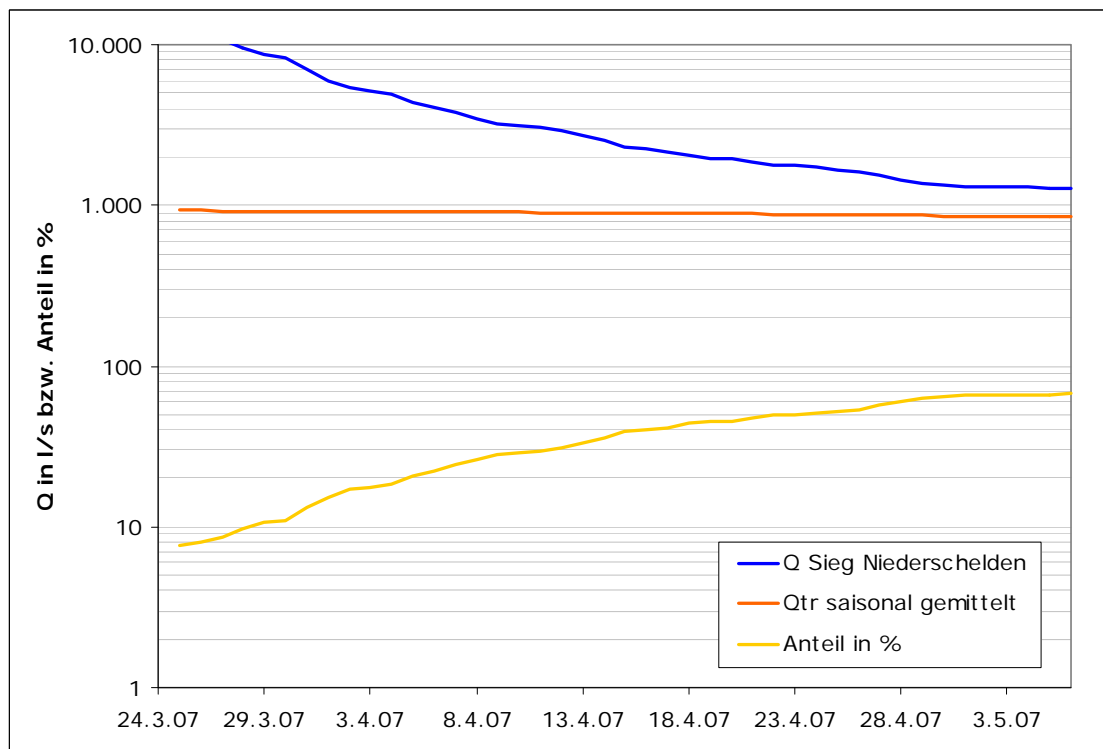


Abb. 19: Zunahme des Anteils des Trockenwetterabflusses am Gesamtabfluss, hier in logarithmischer Darstellung für das trockene Frühjahr 2007



Betrachtet man das Frühjahr 2007, so wuchs der Anteil des Trockenwetterabflusses am Gesamtabfluss jede Woche um 10 %:

	Datum	Qtr/ Qsieg
Startwert	25.3.07	7,6%
die ersten 10 %	29.3.07	10,7%
eine Woche später:	5.4.07	20,7%
weitere 6 Tage später	11.4.07	29,9%
weitere 5 Tage später:	16.4.07	40,0%
weitere 6 Tage später	22.4.07	50,1%
weitere 6 Tage später	28.4.07	59,9%
8 Tage später das Maximum	6.5.07	67,0%

Anteile zwischen 70 bis 80 % ergaben sich rechnerisch für den heißen Sommer 2003, rechnerisch ist der natürliche Abfluss im Einzugsgebiet damals auf 0,32 l/s x km² gesunken und wurde nur durch die Abgaben der Kläranlagen auf einem Niveau von über 1 l/s x km² gehalten.

Insgesamt ergibt sich bei Herausrechnen des Trockenwetterabflusses auch ein sehr starker Einfluss auf die Niedrigwasserstatistik des Pegels Niederschelden:

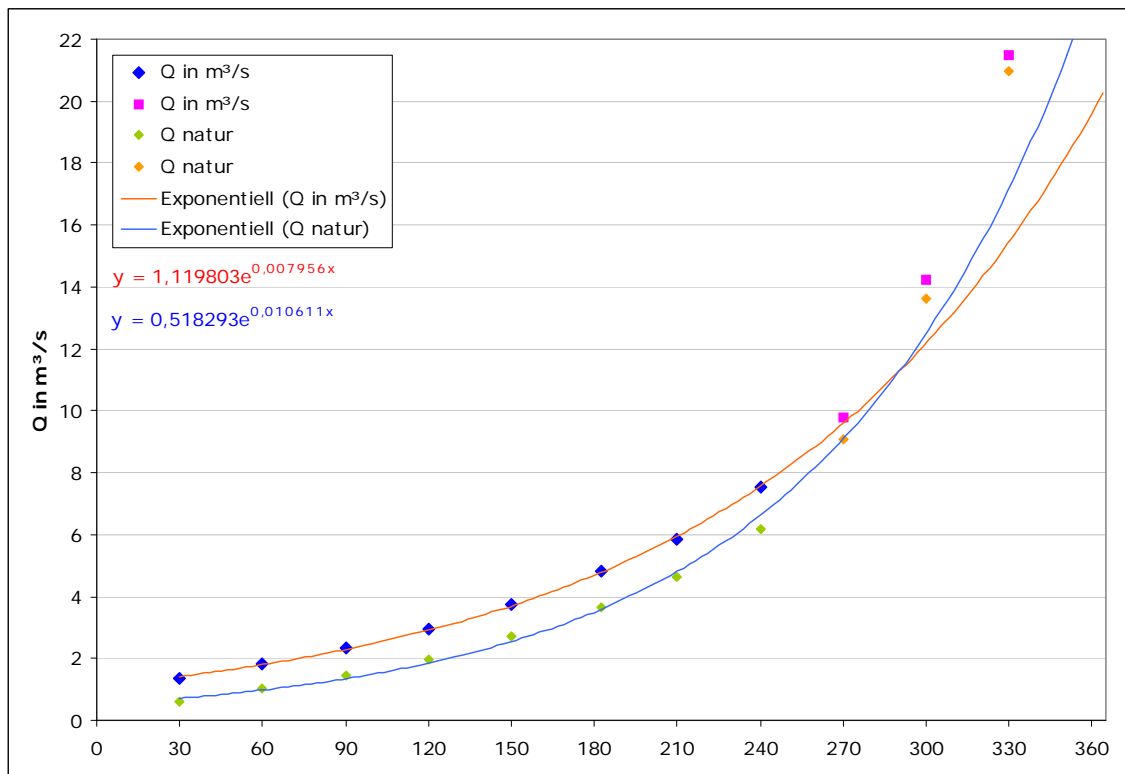


Abb. 20: Q_{xxx} am Pegel Niederschelden mit und ohne Trockenwetterabfluss; die Anpassungskurven beziehen sich auf den Q_{30} bis Q_{240} , darüber hinaus werden mehrfach exponentielle Kurven zur mathematischen Beschreibung benötigt



Einfluss und geeignete Maßnahmen dieser Veränderung des Abflussregimes, sind im Weiteren noch zusammen mit anderen Kennwerten und Rahmenbedingungen zu diskutieren. Festzuhalten bleibt, dass der Einfluss erheblich ist und bei aller Klärtechnik sich dennoch auch stofflich und insbesondere in Bezug auf das Temperaturregime im Gewässer auswirkt. Ein umfassenderes Fazit ist zusammen mit der Betrachtung der Auensituation zu ziehen – vgl. Abschnitt 3.4.3.

3.4 Rückzugsgewässer: Der Stau vor dem Freusburger Unterwehr

Der Siegbogen hat angesichts der Abflussentwicklung in den vergangenen Jahrzehnten oberhalb des Jungschen Wehrs (Unterwehrs), trotz des Eingriffs in die Durchgängigkeit der Sieg, gleich eine Reihe von Qualitäten, die der Fließgewässerfauna nützen, und die an anderen Flussabschnitten vollständig verloren gegangen sind. Vorauszuschicken ist hierbei noch eine Betrachtung der historischen Auenentwicklung und eine Beschreibung der Wirkung des Jung'schen Wehres.

3.4.1 Die historische Auenentwicklung bis heute

An praktisch allen Flüssen Deutschlands wurde die Vernetzung zwischen Fluss und Aue in starkem Ausmaß oder vollständig gekappt. Vernetzung meint die An- und Einbindung von Seitenarmen, Kies-, Sand- und Schotterbänken, Gräben, Tümpeln, Altwässern und Inseln mit dem Hauptgerinne. Je nach Abfluss wurden diese Strukturen in unterschiedlich langer Zeit vom Wasser erreicht, angegriffen, ggf. aber auch aufgebaut und waren entsprechend unterschiedlich direkt an das Hauptgerinne angeschlossen. Studien zur historischen Donau in Niederösterreich zeigen¹², wie hoch der Anteil dieser Strukturen war, die alle mit in das aquatische System und deren Fauna eingebunden waren. Abb. 21 illustriert mit einer Graphik dieser Untersuchung dieses Netz aus unterschiedlichen Biotopen, von denen die Minderheit der Durchgängigkeit als solcher diente, die Mehrheit der lokalen Vernetzung des umfangreichen Auensystems. Ein Großteil der Wasserflächen war entsprechend seicht, langsam oder überhaupt nur selten durchflossen.

Wie die Abb. 22 bis 24 zeigen ist von der ursprünglichen Aue, die auch an der Sieg trotz des höheren Fließgefälles als Netzwerk zu denken ist, in weiten Abschnitten so gut wie nichts erhalten. Damit fehlen der Sieg die zahlreichen Stillgewässerbewohner und –pflanzen, die sich in den Seitenstrukturen der Aue aufhalten und dort auch ausreichend Schutz finden, um Hochwasser zu überstehen. Ihr Fehlen wird angesichts der Kanalisierung der Sieg erst gar nicht mehr bemerkt und ihr etwaiges Auftreten dann allenfalls anthropogenen Eingriffen zugeordnet. Der Sieg mag es zwar an der Durchgängigkeit mangeln, ganz bestimmt mangelt es ihr aber an Flächen. Dadurch wird die Sieg heute schon gar nicht mehr als Rückgrat der Aue gedacht, sondern unter dem Stichwort der Durchgängigkeit nur als hindernisfreier Kanal.

¹² HOHENSINNER, Severin, Helmut HABERSACK, Mathias JUNGWIRTH, Gerald ZAUNER: Natürliche Charakteristik der Donau-Auen im Machland und hydromorphologische Veränderungen durch menschliche Eingriffe (1812 -1991). In: *Wissenschaftliche Mitteilungen des Niederösterreichischen Landesmuseums*, Jg. 17 (2005), S. 275-308. St. Pölten.

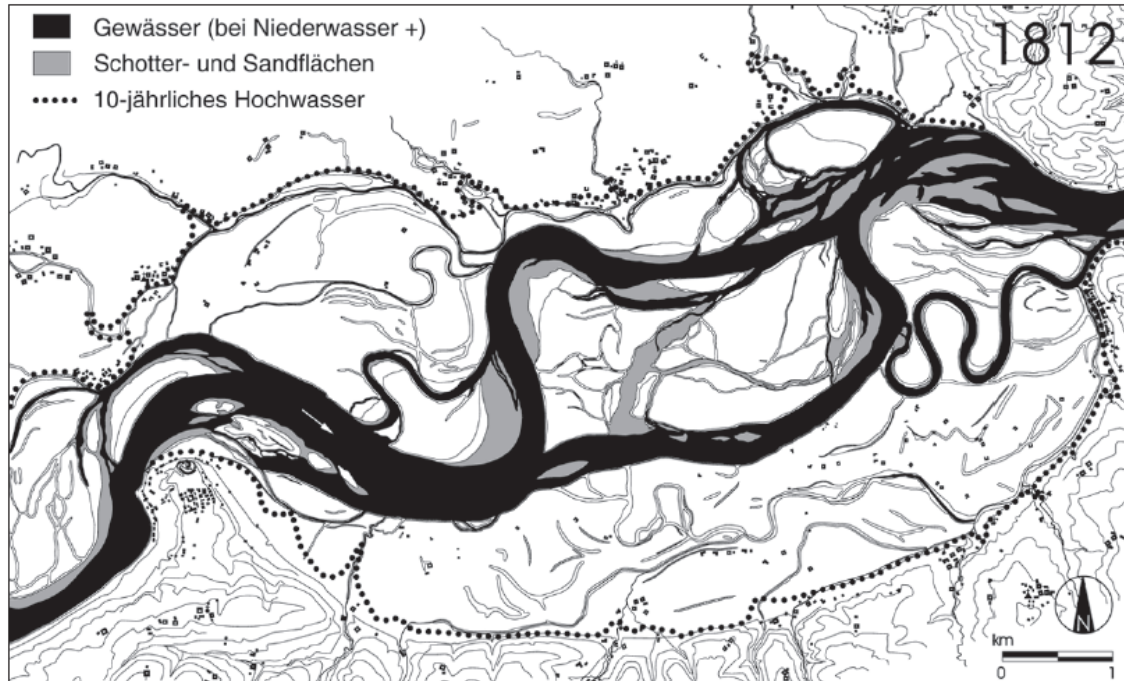


Abb. 21: Verflechtung von aquatischen und semiterrestrischen Strukturen in einer wenig vom Menschen beeinflussten Aue, hier am Beispiel der mittleren Donau des Jahres 1812 – Quelle vgl. Fußnote 12 dort Abb. 4a



Abb. 22: Sieg oberhalb von Niederschelden; das linke Ufer wird von einer Betonwand mit Geländer markiert, das rechte Ufer ist von Neoppythen besiedelt, Ufergehölze fehlen stellenweise auch dort, der Rest der früheren Aue wird als Grünland genutzt



Abb. 23: Auenverbau oberhalb von Mudersbach; auch hier ist mindestens ein Ufer aus Mauerwerk oder Beton, im Hintergrund ein Teil der Niederscheldenerhütte, die die Sieg in Teilen sogar überbaut hat



Abb. 24: Ackerbau in der Aue bei der Siedlung Freusburg, erkennbar hat der (Energie)Mais selbst ehemaliges Grün- und Auenland erobert; der Neophytenstreifen im Hintergrund zeigt an, dass der Maisanbau bis auf wenige Meter an die Sieg reicht



Selbst das größte, letztlich einzige Altwasser, ist dem Eingriff der Industrialisierung geschuldet: Um zwei Brücken in Schladern einsparen zu können, wurde ein Höhenrücken einfach gesprengt, um der Sieg über einen Wasserfall eine Abkürzung zu schaffen – vgl. Abb. 25 und 26. Dadurch wurde eine lange Siegschleife bis auf zwei kleine Durchlässe vom Hauptstrom abgeschnitten und ist so keiner Dynamik mehr unterworfen, auch wenn Hochwasser bis zum Ausgleich des Wasserspiegels noch eindringen kann. Der Höhensprung an der Sprengstelle wird bis heute von einem Wasserkraftwerk genutzt.

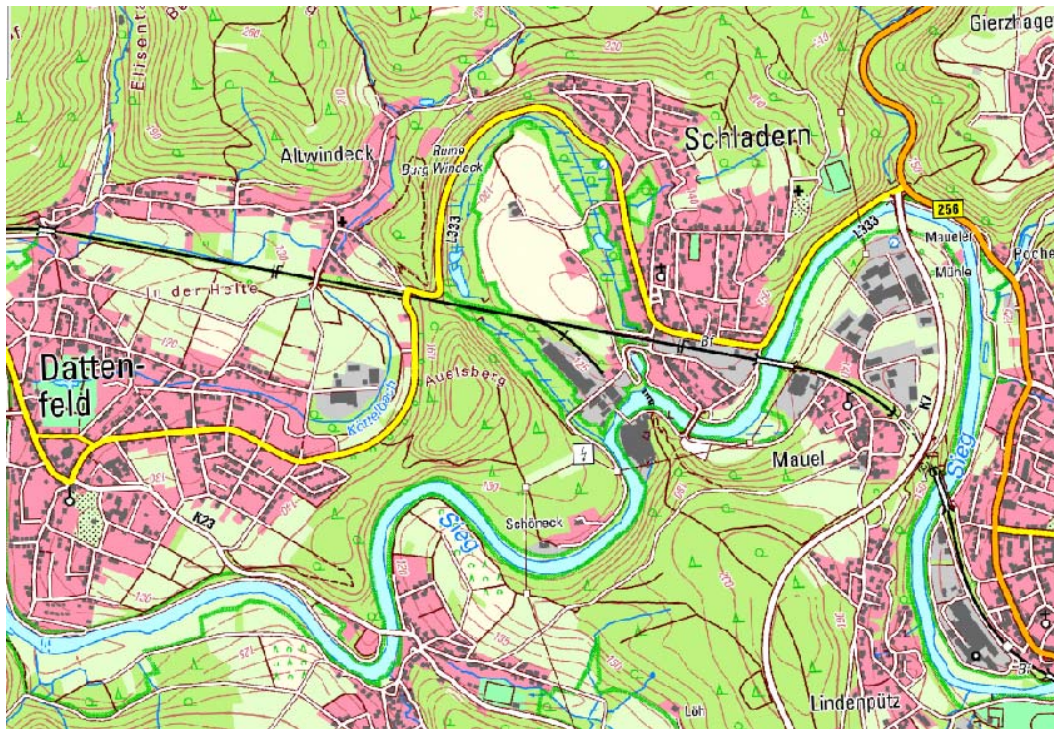


Abb. 25: Schladerner Siegbogen, der durch die Abkürzung zwischen Fabrik und Kraftwerk und die Bahnlinie abgeschnitten wurde

Der Siegbogen könnte mit Herstellung von Eisenbahnbrücken oder einer Erhöhung der Zahl der Durchlässe durchaus wieder als Umgehungs- und Hauptgerinne der Sieg genutzt werden. Denn bei größeren Hochwässern müssen die zusätzlich geschaffenen Durchlässe unter der Eisenbahn nicht die voll Kapazität an Wasser aufnehmen, dieses könnte weiterhin über den Wasserfall entlasten. Doch wurde der nach der Sprengung geschaffene Wasserfall mittlerweile als Hauptgewässer, auch für die Durchgängigkeit, akzeptiert und mit Aufstiegshilfen, Raugerinnen, vergleichbar mit dem am Jung'schen Wehr in Freusburg, versehen. Der Siegbogen wurde unter Naturschutz gestellt.



Abb. 26: Siegwasserfälle mit Aufstiegshilfen in Schladern¹³



Abb. 27: Altwasser des Schladerner Siegbogens¹⁴

¹³ Bildquelle: Regionale 2010 Agentur, Rhein-Sieg-Kreis, Stadt Hennef, Gemeinde Eitorf, Gemeinde Windeck, Stadt Siegburg: Memorandum - :gesamtperspektive Natur und Kultur quer zur Sieg: S. 33

¹⁴ Bildquelle: Regionale 2010 Agentur, Gemeinde Windeck, Rhein-Sieg-Kreis: Windeck: Siegwasserfall/historischer Industriestandort Kabelmetall-Werke/Bahnhof Schladern: Dokumentation der Wettbewerbsergebnisse



3.4.2 Die Wirkung des Jung'schen Wehrs (Unterwehr)

In einem Gutachten zur Herleitung einer Mindestabflussmenge im Siegbogen zwischen Ober- und Unterwehr sind 16 Querprofile der Sieg zwischen Turbinenauslauf und Oberwehr dokumentiert. 15 davon wurden aus dem Gutachten ausgelesen und in ein Wasserspiegellagemodell übertragen und mit verschiedenen Abflüssen beaufschlagt. Aus dem Pegel Niederschelden lässt sich trotz der Kürze der Zeitreihe zumindest der HQ2 ableiten, der als typische Winterbelastung herangezogen wurde – vgl. Abb. 28 mit Tabelle.

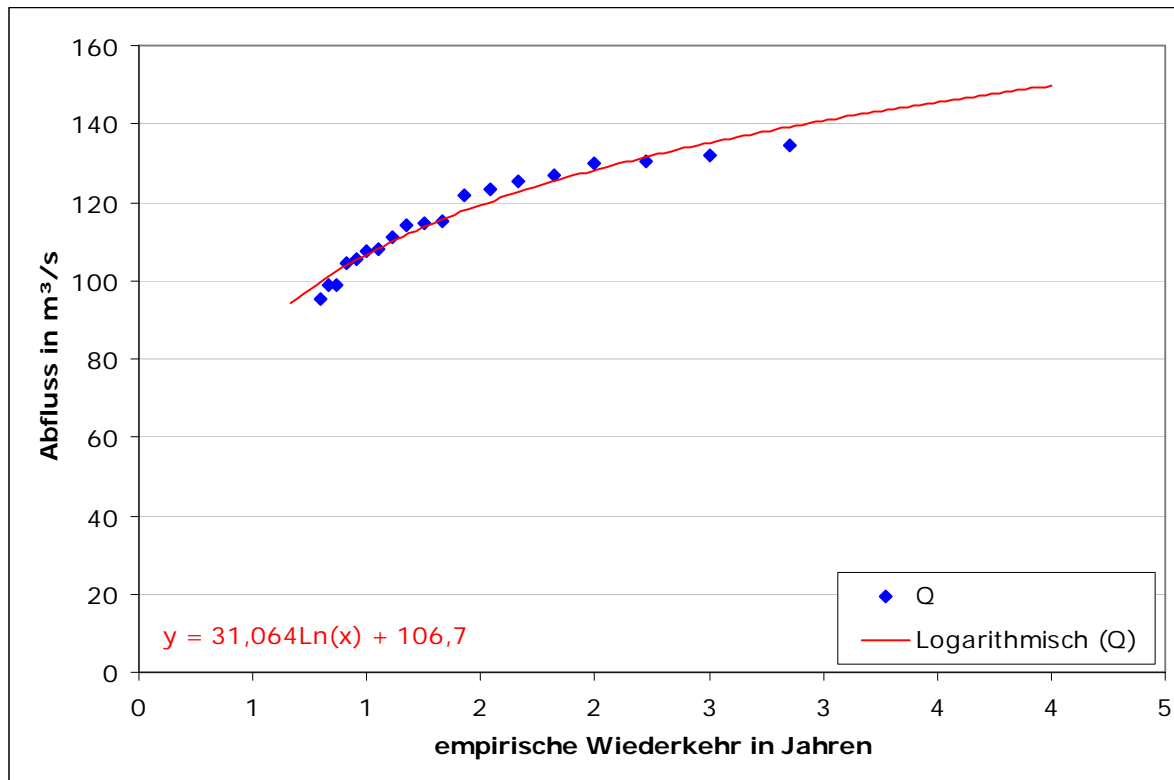


Abb. 28: Abflusswerte am Pegel Niederschelden für häufige Hochwässer, geordnet nach empirischer Eintrittswahrscheinlichkeit

Die Anpassung ist auch in passabler Übereinstimmung mit Daten, die sich direkt auch den empirischen Daten am Pegel Betzdorf ableiten lassen:

HQx	Q nach log-Anpassung	Q nach Ableitung von Betzdorf
HQ1	106,70	
HQ2	127,88	116,32
HQ3	140,48	
HQ5	156,35	161,35
HQ10	177,88	170,11

Rechnet man die steigende Tendenz der Winterabflüsse ein, so wurde mit 135 m³/s die Pegellage gerechnet, wovon noch 3,5 m³/s nicht über den Siegbogen gerechnet wurden, sondern über den Mühlgraben, so dass im Siegbogen der HQ2 weitgehend getroffen wird.



Es zeigt sich, dass mit dem Abriss bzw. der Verringerung des Jung'schen Wehrs um 1,10 m die Sieg beim HQ2 wieder in ihr schmales Bett gezwungen wird, während es heute bereits zu ersten Ausuferungen kommt.

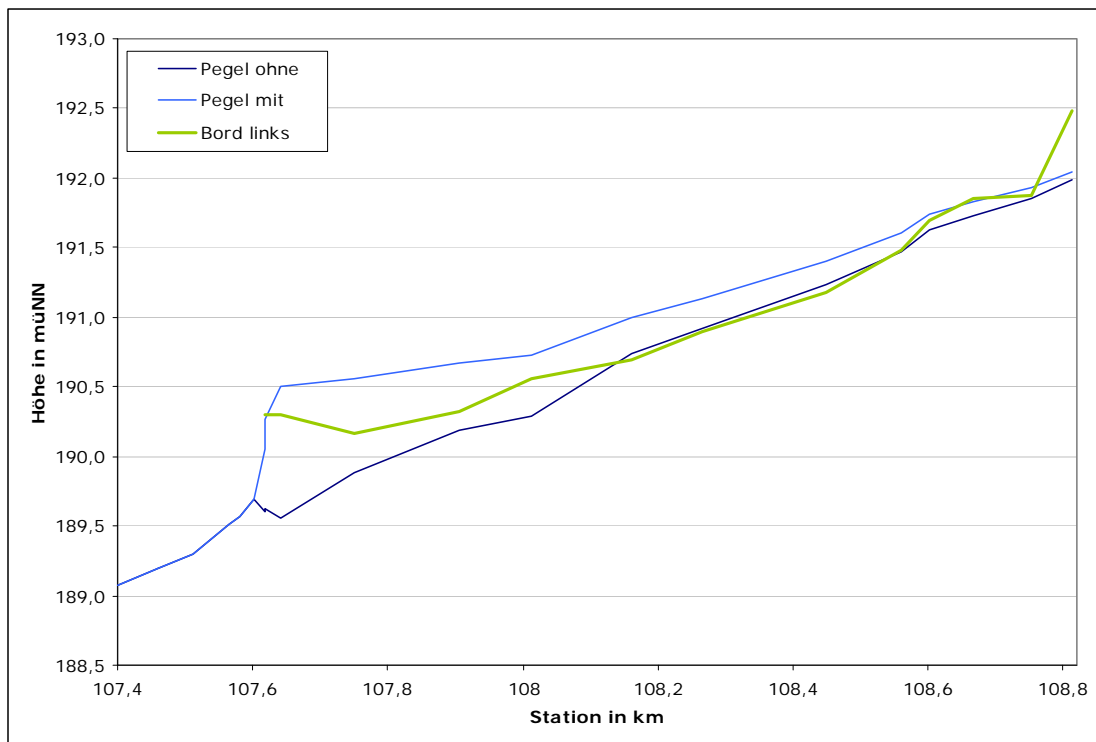


Abb. 29: Pegelentwicklung beim HQ2 im Siegbogen vor und nach Absenkung des Jung'schen Wehrs

Drastisch ist die Erhöhung der Fließgeschwindigkeit bei Hochwasser. Da nach einer Absenkung des Jung'schen Wehrs selbst Hochwasser bis zum HQ3 im Flussbett verbleibt, wird Spülwirkung durch eine erhöhte Fließgeschwindigkeit verschärft – vgl. Abb. 30. In einzelnen Profilen steigt die mittlere Fließgeschwindigkeit auf über 2,8 m/s.

Da die Energiehöhe quadratisch mit der Fließgeschwindigkeit steigt, steigt die energetische Leistung ebenfalls quadratisch. Abb. 31 zeigt die Zunahme der Leistung. Im Vergleich zum heutigen Zustand nimmt die Leistung auf einem halben Kilometer um 200 kW zu. Im Mittel für den ganzen Siegbogen steigt die Leistung um 50 % und erreicht an einigen Stellen nur durch die fließende Welle das Fünffache der Kraftwerksleistung.

Es zeigt sich, dass das Jung'sche Wehr diese massiven Erosionsgefahren derzeit noch bannt. Zwar ist das Wehr selbst dem menschlichen Wasserbau geschuldet, aber da, wie gesehen, ganze Siegbögen wie in Schladern und Dreisel begradigt wurden, ist das mittlere Gefälle der Sieg gestiegen, sind die Überschwemmungsflächen verkleinert worden und wird so das Flussbett bei Hochwasser durchgespült, so dass die Verluste an Individuen der Gewässerfauna durch Verdriftung stark ansteigen, zumal bei Hochwasser alle feineren Sedimente, die den Tieren scheinbaren Schutz gewähren, bei Hochwasser wieder abgetragen werden.

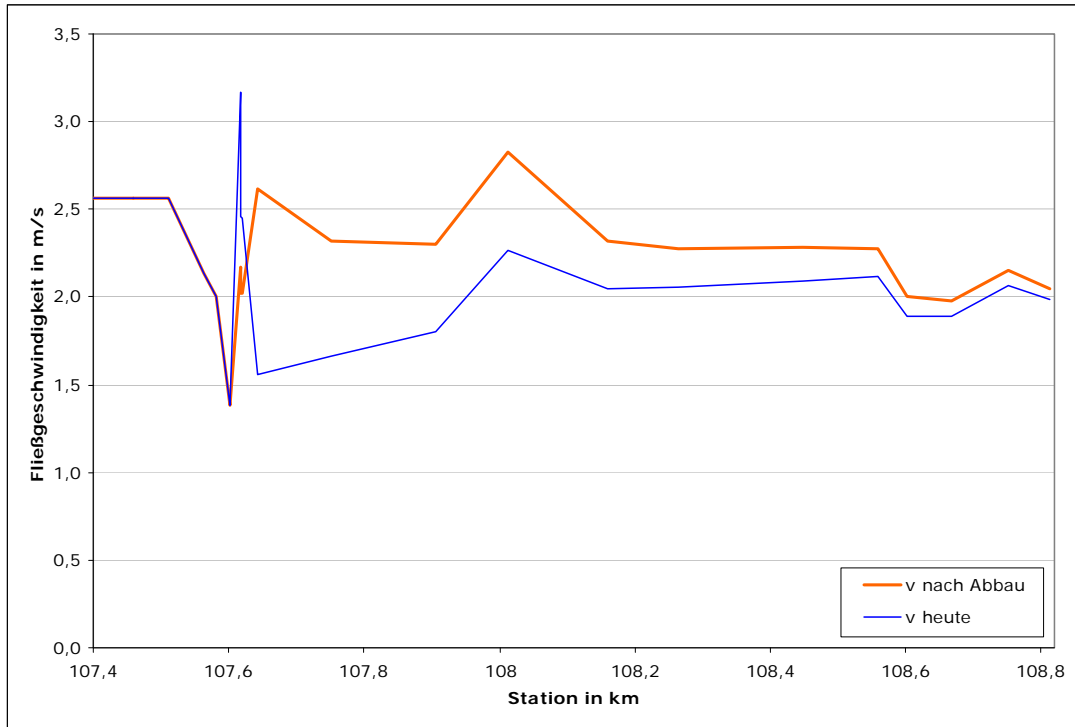


Abb. 30: Mittlere Fließgeschwindigkeit beim HQ2 heute und nach einer Absenkung des Jung'chen Wehrs um 1,10 m

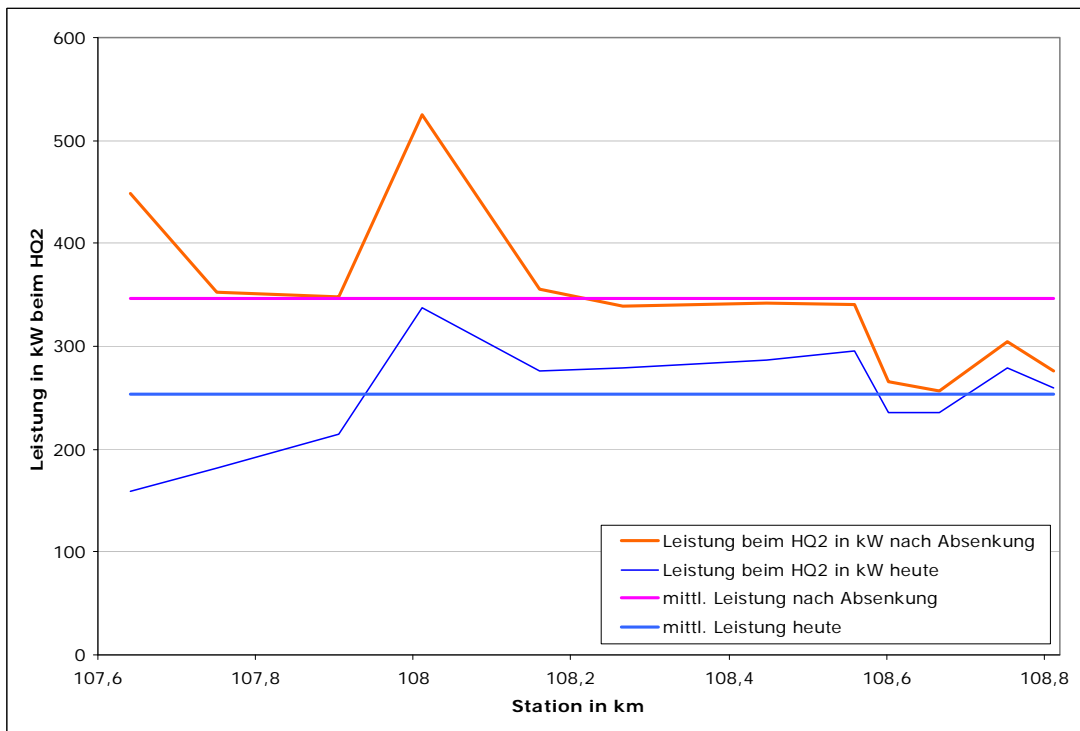


Abb. 31: Mittlere Leistung des HQ2 heute und nach Absenkung des Jung'schen Wehres. Hat ein HQ heute in der fließenden Welle bereits das Dreifache der Kraftwerksleistung (die dies nur mit dem Stau von 4,50 m erreicht), so steigt diese mit der Absenkung auf das Fünffache. Selbst bezogen auf einen Ausschnitt aus dem Fließquerschnitt von 0,3 x 1 m (entsprechend der Mindestfließtiefe) steigt die Leistung auf bis zu 3.300 Watt.

3.4.3 Fazit aus Abflussregime und Auenzustand

Die Sieg leidet ausgeprägt u.a. unter folgenden Entwicklungen:

- ◆ An der Sieg zeichnen sich die Abflussentwicklungen bereits ab, die im Zuge des Klimawandels als regionale Folgen prognostiziert werden: Steigende Winter- und sinkende Sommerabflüsse, bei einzelnen Jahren mit ausgesprochenen Extremen. So liegen die höchsten mittleren Sommerabflüssen auch in den beiden Jahrzehnten, in denen ansonsten deutlich unterdurchschnittliche Sommerabflüsse beobachtet wurden.
- ◆ Dabei wird der mittlere Sommerabfluss noch zu knapp 10 % durch Abflüsse aus den Kläranlagen gestützt. Trotz aller Erfolge beim Kläranlagenbau ist somit der nährstoffliche, hormonelle, temperaturbezogene und mikrobielle Einfluss auf die sommerliche Sieg nach wie vor erheblich.
- ◆ Auenflächen wurden in vielen Abschnitten bis an das Mittelwassergerinne hin verbaut oder anderweitige genutzt, so dass Abflüsse nur im Mittelwassergerinne abgeführt werden können.
- ◆ Zusammen mit den vermehrten Winterabflüssen wird die Sieg immer häufiger zu einem Schusskanal, der die Fauna, die ohne Aue dem Hochwasser weitgehend schutzlos ausgesetzt ist, immer stärker durch Verdriftung ausdünt. Die Sieg wird auf langen Abschnitten nicht umsonst als sehr arm an Gewässerstrukturen eingestuft – vgl. Abb. 32 und 34.
- ◆ Dadurch sind alle Strukturen, die diesen Schusskanal unterbrechen, nicht per se negativ, sondern die Faktoren und Strukturen, die den Schusskanal erzeugen.

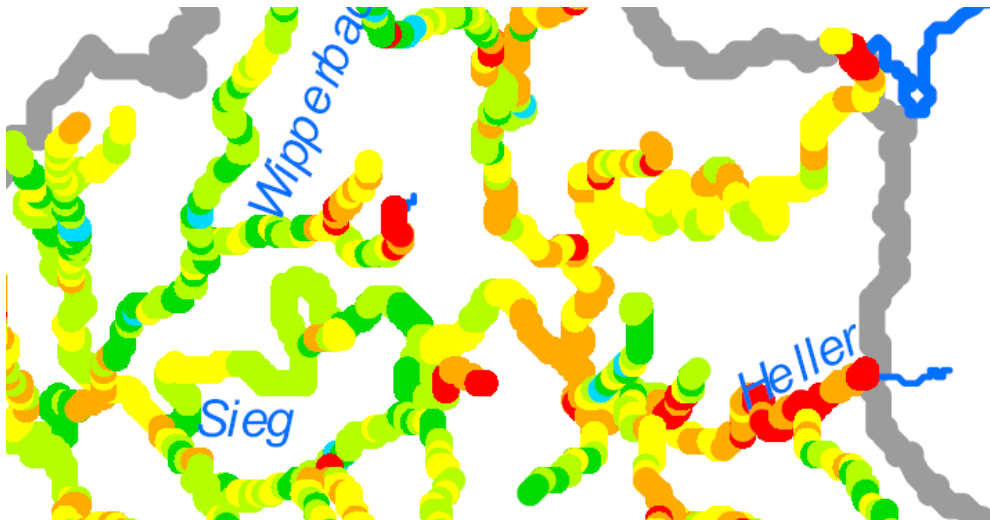


Abb. 32: Ausschnitt aus der Strukturgütekarte der Gewässer in Rheinland-Pfalz¹⁵. Die Sieg pendelt in den meisten Abschnitten zwischen deutlich verändert und vollständig verändert. Besonders interessant ist der miserable Zustand der Heller, wird diese doch als Laichgewässer des Lachses geführt; hier sind noch große Anstrengungen im Unterlauf der Heller nötig.

¹⁵ Landesamt für Umwelt, Wasserwirtschaft und Gewerbeaufsicht Rheinland-Pfalz: Hydrologischer Atlas Rheinland-Pfalz – Gewässerstrukturgüte. Mainz, November 2005.



Abb. 33: Ausschnitt aus den Planungsunterlagen zur Oberen Sieg¹⁶. Großteile des Gewässersystems sind erheblich bis vollständig verändert

3.4.4 Der Siegbogen als Strukturbereicherung und Rückzugsraum

Aus den bisherigen Untersuchungsdaten ergibt sich folgendes Bild über den Freusburger Siegbogen:

- Der Siegbogen wird bei Niedrigwasser über die Abgabe am Oberwehr von 50 l/s und über zwei kleinere Bäche von Norden her gespeist. Dadurch wird das gereinigte Abwasser der oberliegenden Kläranlagen an der Sieg über den Mühlgraben am Siegbogen weitgehend vorbeigeleitet; bei längeren Niedrigwasserperioden kann sich so eine bessere Wasserqualität in diesem Bereich aufbauen, auch und besonders im Rückstau des Jung'schen Wehres;
- Im Siegbogen wird bei Hochwasser die Fließgeschwindigkeit gegenüber anderen Gewässerabschnitten gedrosselt; dadurch bietet der Bereich für die Gewässerfauna mehr Möglichkeiten, sich gegen Verdriftung zu schützen oder sich bei Verdriftung ggf. der Hochwasserwelle wieder zu entziehen;
- Im Gegensatz zu zahlreichen Strecken konnten sich hier durch den Wechsel von Staustrecken und nur seicht durchflossenen Bereichen Inselstrukturen herausbilden; der Pflanzenbewuchs wird bei Hochwasser umgelegt und bietet Insekten und kleinen Fischen (und auch Sedimenten) guten Schutz vor Verdriftung – vgl. Abb. 34;

¹⁶ Umsetzung Wasserrahmenrichtlinie Umsetzung Wasserrahmenrichtlinie – Gewässerkooperation Siegen-Wittgenstein; Planungseinheiten Obere Sieg, Eder und Lahn. 2. Arbeitssitzung am 15. März 2011 im Kreishaus Siegen



Abb. 34: Strukturen im Freusburger Siegbogen, die andernorts oftmals fehlen

- Bei Hochwasser wird das Innere des Siegbogens vom Wasser erreicht – vgl. Abb. 35, womit zumindest partiell noch ein historisches Überflutungsregime besteht, das an anderen Stellen durch Ufermauern unterbunden wird.

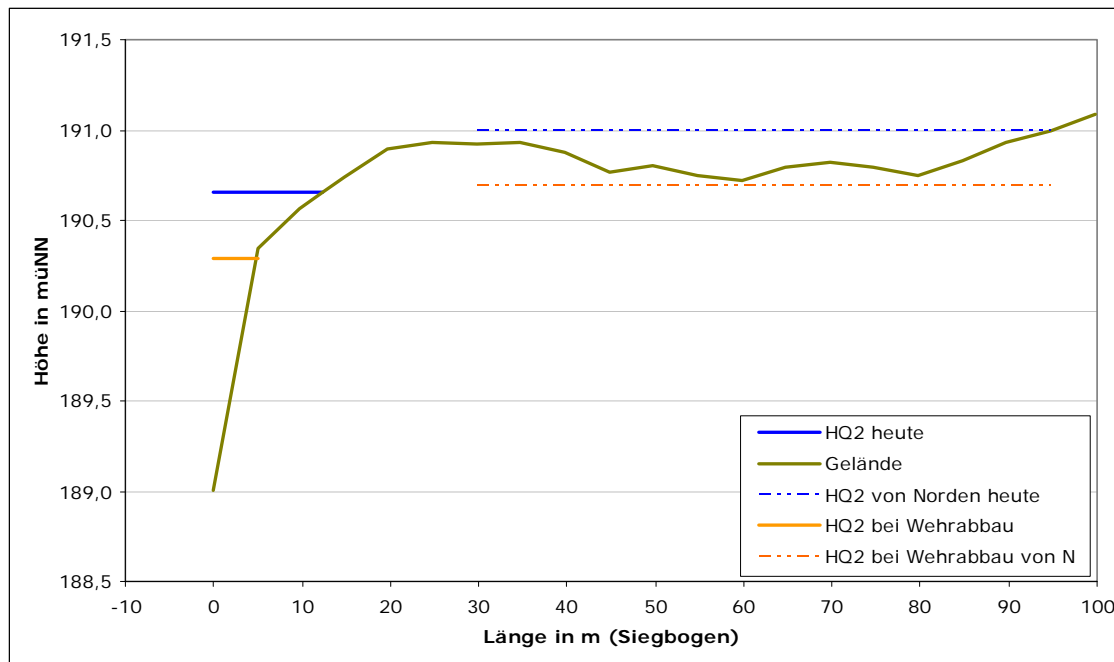


Abb. 35: Geländeschnitt zwischen Sieg und Mühlgraben in der Trasse des geplanten Fischaufstiegs



- ◆ Wird das Wehr abgebaut, so werden – hochgerechnet von Abb. 35 auf 500 m vergleichbares Profil – bereits beim HQ2 bis zu 7.000 cbm an Überflutungsvolumen vernichtet. Dadurch beschleunigt und erhöht sich die Hochwasserwelle weiter.
- ◆ Anhaltspunkt für die Beschleunigung sind die mittleren Fließgeschwindigkeiten vor und nach einem Abbau des Jung'schen Wehres: Durch die diskutierte Wehrabsenkung verkürzt sich die Durchflusszeit vom Oberwehr bis zum Turbinenauslauf von 599 auf 508 Sekunden beim HQ2 und damit um 1,5 Minuten. Der Siegbogen sorgt heute für eine Dämpfung von Hochwässern und durch die Überflutung auch für Laichmöglichkeiten für Fischarten wie den Hecht, die in anderen vermauerten Flussabschnitten keine Möglichkeit hierzu mehr haben.
- ◆ Der Siegbogen funktioniert damit wie Kiesbänke und Tümpel in einer klassischen Aue; diese werden ebenfalls nicht immer oder nur kaum durchflossen, sind beim Hochwasser aber voll gefüllt und Teil des Hauptabflusses. Bei Niedrigwasser wird für viele hundert Meter Wasser zurückgehalten.

3.5 Naherholung: Der Siegbogen als buchstäbliche NAHerholung

Würden allein an der Ruhr für den Kemnader Stausee 3 Millionen Kubikmeter Erdreich ausgebaggert, um dort einen Freizeitsee anzulegen, so gelten auch die extrem in Gewässer eingreifenden Talsperren wie Biggensee, Aggertalsperre oder Edersee als Erholungsgebiete. Die Erholungsfunktion ist – wenn auch in kleinerem Maßstab – am Freusburger Siegbogen gegeben: Bootfahren, Angeln, Schwimmen, Spazieren und die Mühle als Routenpunkte einer Radtour sind nur die gängigsten der derzeit ausgeübten Freizeitaktivitäten.



Abb. 36: Der Mühlgraben als Erfrischungsbecken für eine Sauna



3.6 Bisherige Ansätze zur Fischdurchgängigkeit

1998 wurde – vermutlich aufbauend auf die Einigung zwischen Wasserwirtschaftsbehörden und den Mühleneigentümern – am Jung'schen Wehr ein Raugerinnepass für die Fischdurchgängigkeit eingerichtet. Dieser wurde am 10. September 2011 aufgemessen, um zu prüfen, wie der Fischpass konkret funktioniert. Bezogen auf die gestalterische Qualität wäre Natur- und sogar Klinkermauerwerk für die Trennwand zum Hauptstrom angemessen gewesen, die L-Steine sind aber sicherlich kein Pluspunkt der Anlage – vgl. Abb. 37:



Abb. 37: Raugerinnepass bei Niedrigwasser; gut erkennbar die Öffnungsschlitze zwischen den Setzsteinen, die zwischen 0,05 und 0,50 m variieren; in einzelnen Reihen beträgt die maximale Schlitzbreite 30 cm.

Bereits auf den ersten Blick wird erkennbar, dass die Schlitzweite in einzelnen Setzsteinreihen die in den einzelnen Handbüchern angegebenen 0,4 bis 0,6 m für die örtlichen Leitarten unterschreitet. Gleichzeitig liegt das mittlere Gefälle über 5 %. Dadurch steigt die mittlere Geschwindigkeit im Pass. Durch mehrere Öffnungen in den Setzsteinreihen entstehen ferner schwächere Rückströmungen in den einzelnen Stufen, so dass ein Aufstieg hier insgesamt für viele Arten nur sehr mühsam wird zu bewerkstelligen sein – vgl. auch Abb. 31.



Abb. 38: Raugerinnepass bei etwa 60% der Mittelwassermenge; gut erkennbar die starken Turbulenzen in einzelnen Becken

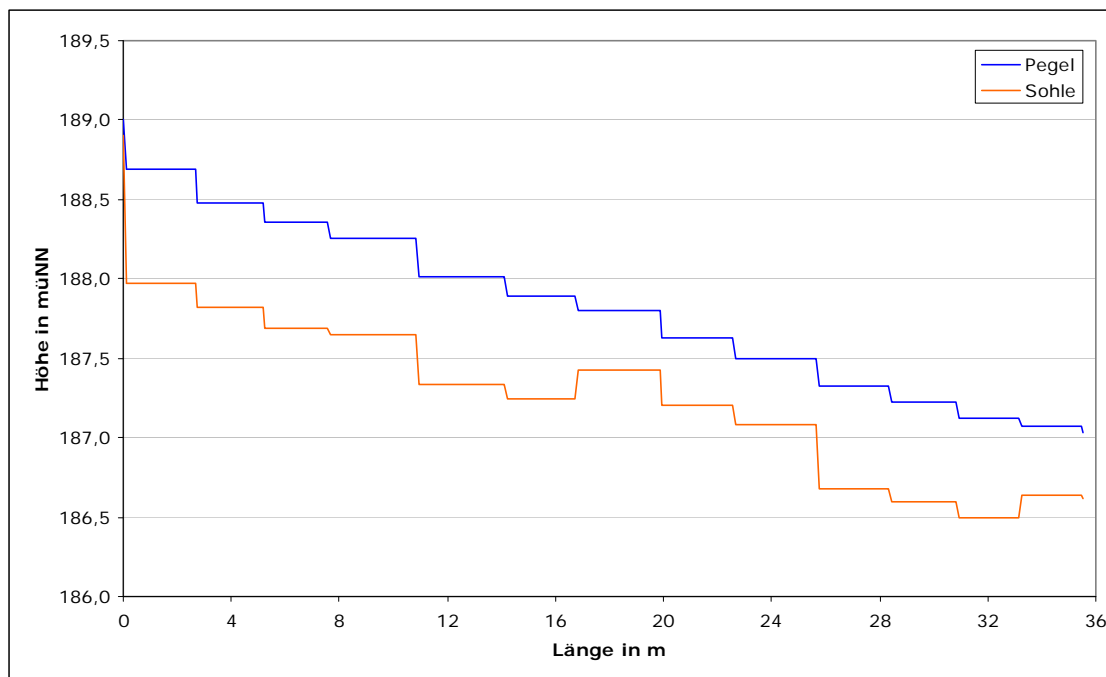


Abb. 39: Raugerinnepass am Aufmaßtag bei etwa 60% der Mittelwassermenge

Mit den Messdaten vom 10. September 2011 zeigt sich auch, dass der Raugerinnepass in Bezug auf Tiefe, ganz besonders aber in Bezug auf die Abstufung ebenfalls die mittlerweile entwickelten Vorgaben für Aufstiegsbauwerke nicht einhält – vgl. Abb. 40 und 41:

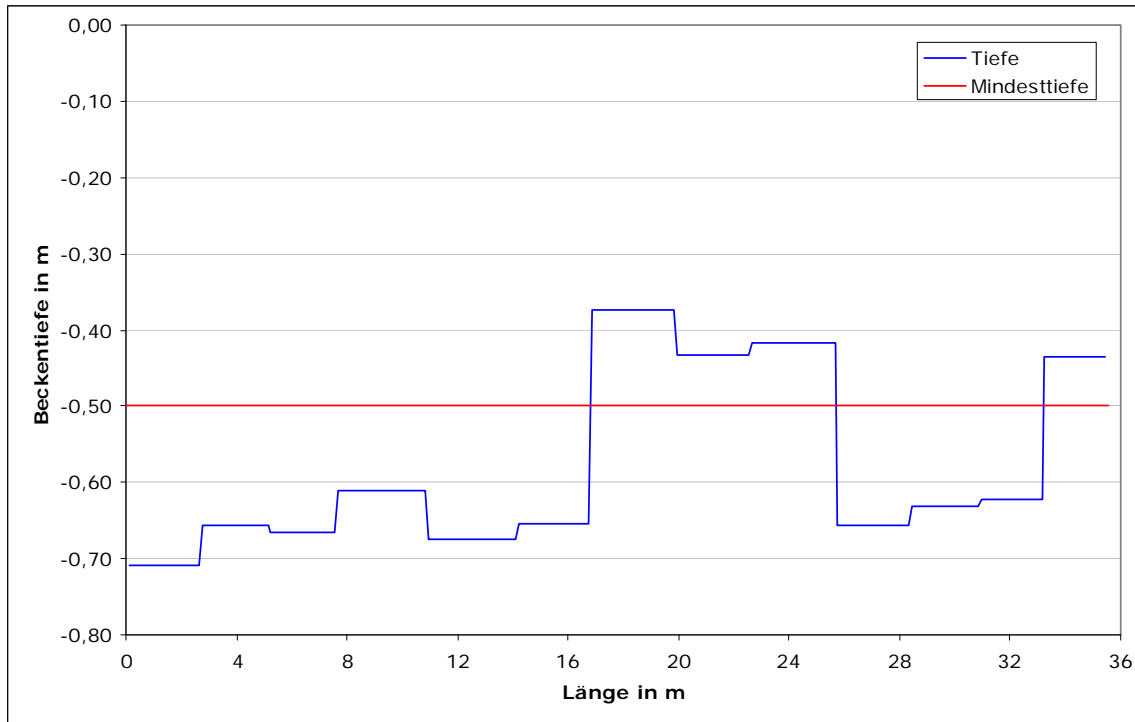


Abb. 40: Einzelne Beckentiefen des Raugerinnepasses am Aufmaßtag bei etwa 60% der Mittelwassermenge

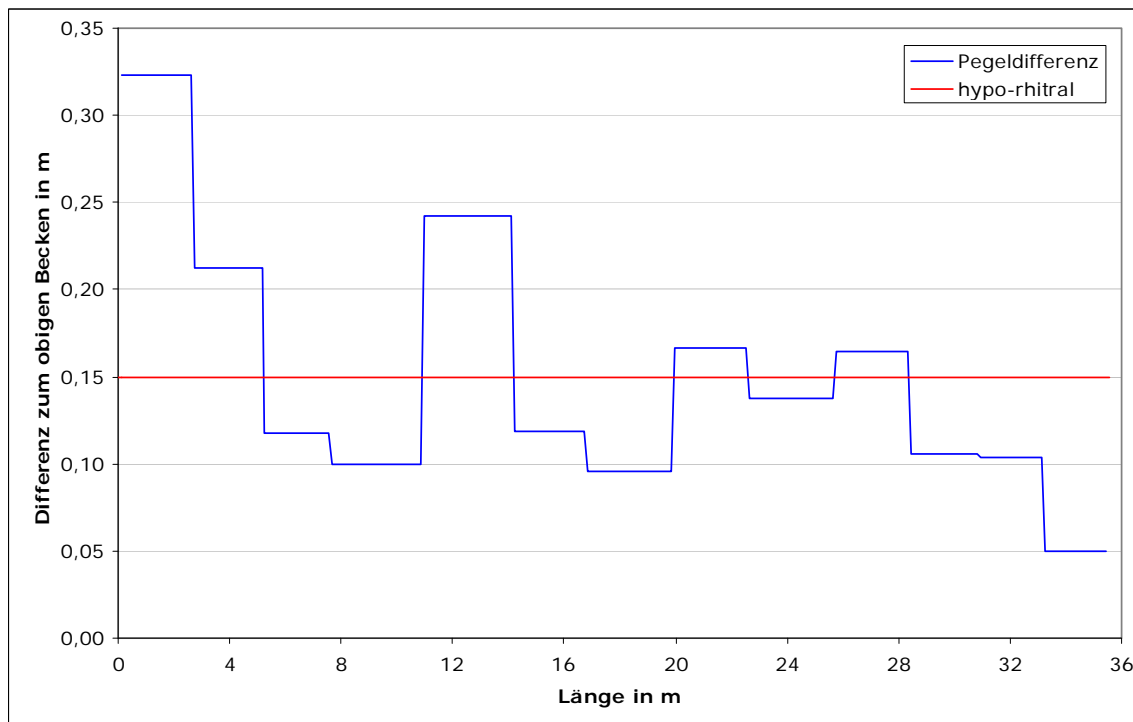


Abb. 41: Stufenhöhe jeweils zum oberen Becken; an fünf Stellen wird die mittlerweile als maximal gehandelte Stufenhöhe überschritten

Die Ergebnisse zeigen, dass die Aufstiegshilfe noch eine Reihe von Problemen aufweist und im Zuge einer besseren Durchgängigkeit ein Umbau notwendig wird. Angesichts der Tatsache, dass das Gerinne dreizehn Jahre lang nicht ernsthaft genutzt wurde, wird wohl auch nur ein Umbau helfen, hier eine grundlegende Verbesserung zu erreichen.



Umgekehrt haben diese Ansätze für eine Durchgängigkeit die Gebietskörperschaften sowie die Fachbehörden nicht davon abgehalten, weiterhin gegenteilig zu einer Durchgängigkeit zu handeln. So wird in der Gewässerstrukturgütekartierung des Landes NRW eine Verrohrung ebenso als Wanderungshindernis aufgenommen, wie ein Querbauwerk. Gleichwohl hat dies nicht verhindert, die Sieg in Betzdorf, und damit für die Gewässerfauna noch vor Erreichen der Freusburgermühle, vollständig zu verrohren – vgl. Abb. 42 bis 44:



Abb. 42: Die Sieg oberhalb der Verrohrung, quasi als Nachtrag zur Auenentwicklung: Die Sieg ist bereits voll begradigt, beiderseits ist die Sohlpflasterung erkennbar und die Verrohrung kündigt sich bereits über balkonartig über den Fluss gezogene Straßen an; bei Niedrigwasser wird die frühere Aue auch gleich noch als Stellplatz genutzt und ist deshalb auch vorsorglich gepflastert.

Es mag sicherlich städte- und verkehrliche Gründe gegeben haben, die Sieg in diesem Bereich zu kanalisieren. In Frage steht aber zum einen die tatsächliche Konsequenz der Bestrebungen zur Durchgängigkeit, wenn bestimmte Hindernisse erst gar nicht kartiert und damit sowieso nicht behoben werden. Zum anderen steht die Entscheidung in Frage, wie ein derartiges Gewässer, das gemäß Abb. 33 in NRW als durchgehend erheblich verändert eingestuft wird, als Vorranggewässer eingestuft werden konnte.



Abb. 43: Verrohrte Sieg, die an dieser Stelle auf den ökologischen Wert eines unterirdischen Regenrückhaltebeckens reduziert wurde, wobei an keiner Stelle dieser Bereich als Hindernis für die Durchgängigkeit dokumentiert wurde.



Abb. 44: Verrohrter Zusammenfluss zweier Vorranggewässer, hier von Sieg und Heller; die runde Lichtöffnung kann nicht verhindern, dass eine ökologische Situation wie unter einer Hochstraße geschaffen wurde.



3.7 Der Mühlgraben

Der Mühlgraben ist am Beginn und im Bereich des Turbinenzulaufs ein betoniertes Gerinne, dazwischen ein mit Schotter gesichertes Fließgerinne. Die Fließbreite liegt nach Luftbildauswertungen zwischen 6,50 und 7 m. Mit Daten vom Aufmaßtag bei einer Tiefe von 1,20 m liegt die mittlere Fließgeschwindigkeit damit in der Regel zwischen 0,53 und 0,59 m/s.

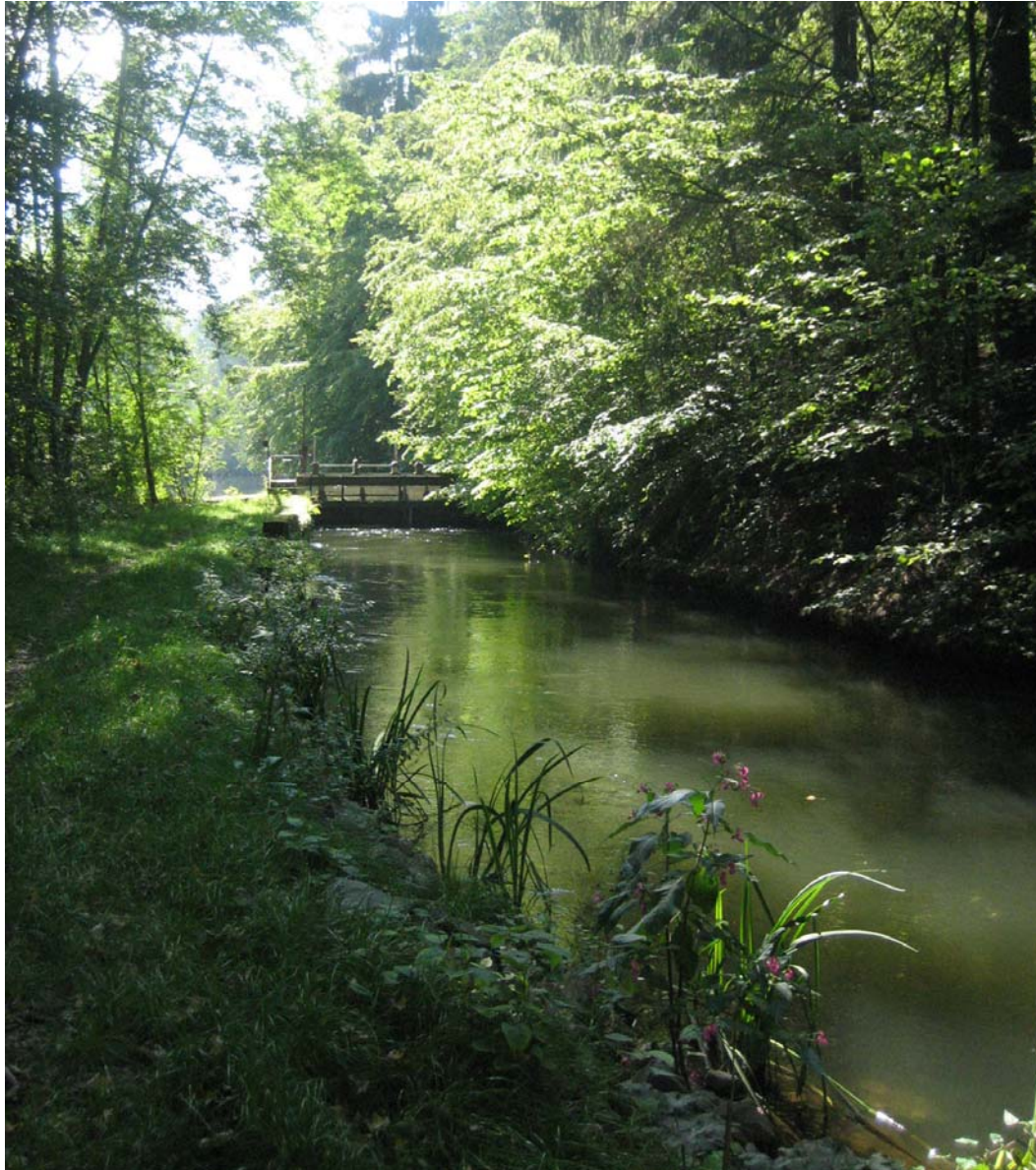


Abb. 45: Mühlgraben am Oberwehr

Obwohl ein künstlich angelegtes Gewässer fällt der Mühlgraben angesichts der Schussrinnenstruktur der Sieg zwischen Siegen und Freusburg im Mittel nicht hinter deren Strukturgüte zurück – vgl. hierzu nochmals die Abb. 22 und 23 sowie 42-44. Strukturdefizite im Bereich von Sohle und Ufer, die sich durch den Ausbau als Mühlgraben ergeben, steht eine intensive Beschattung auf langen Abschnitten gegenüber und Vegetation bis zur Wasserlinie, die auf dem Südufer nicht allein aus Springkraut und Knöterich besteht, sondern aus Birken, Farnen und weiteren Vertretern einer Waldvegetation – vgl. Abb. 46.



Abb. 46: Mühlgraben nach einem Drittel der Fließstrecke

Damit ist der Mühlgraben zur Herstellung einer Fischdurchgängigkeit durchaus geeignet, insbesondere wenn an verschiedenen Stellen auch noch auf das gleichmäßige Abflussprofil reagiert wird und der Graben als Gewässer in seiner Struktur noch aufgewertet wird.

Die Durchgängigkeit würde dann auch einem Pfad folgen, der dem heftigen Hochwasserstress, der mittlerweile in der Sieg herrscht, nicht ausgesetzt ist.



4. Das wasserbauliche und wasserwirtschaftliche Konzept

4.1 Fazit aus den Rahmenbedingungen

Die Rahmenbedingungen zeigen, dass die Verkürzung der Debatte auf den Lachs der örtlichen Situation nicht gerecht wird. Die Freusburger Mühle ist ein kulturgeschichtlich, architektonisch und für die örtliche Identität bedeutendes Ensemble mit weit längerer Tradition und Verwurzelung im Freusburger Siegbogen als beispielsweise das Kupferrohrwerk in Schladern, das in der Regionale starke Beachtung erfahren hat und mit einigem Aufwand wiederbelebt werden soll. Hierauf sollte der Wasserbau Rücksicht nehmen. Unsere Erfahrungen mit einer vergleichbaren Situation bei Haus Stapel (Havixbeck) sowie bei Haus Welbergen haben bestätigt, dass weder Ökologie noch Wasserbau sinnvoll zu betreiben sind, wenn sie die örtlichen Traditionen ignorieren. Denn ungewollte Strukturen werden dann vor Ort ignoriert und lassen sich nur mit unvergleichlich hohem Aufwand erhalten gegenüber örtlich angenommenen Strukturen, die sich dann weit höherer Pflege erfreuen.

Des Weiteren folgt aus der Situation der Sieg nicht automatisch, alle Siegbögen mit einem Abfluss in einer Mindesthöhe zu beschicken. Es sind gerade die Kiesbänke, die seichten Stellen, die wechselfeuchten Bereiche, die der Sieg am meisten fehlen. Den Fluss nun im Namen des Lachses noch weiter vernormen zu wollen, erscheint nicht die richtige Antwort auf den weitgehenden Verlust ökologisch wichtiger Strukturen in und an der Sieg. Es sind damit konzeptionelle Überlegungen auch und gerade über die Überlegungen des Gutachtens Gebler hinaus zulässig und im Sinne der genannten Mängel der Sieg wünschenswert.

Generell ist es baulich einfacher und verlängert die Zeit der Durchgängigkeit, wenn ein Gerinne zur Fischdurchgängigkeit nicht im Bereich des Hochwasserabflusses liegt. Ein derartiges Gerinne außerhalb der Hochwasserströmung muss weit weniger massiv gesichert sein, was nicht nur Kosten spart, sondern auch eine Feinjustierung erlaubt, da das Wasser hier keine Wucht entfalten kann wie in einem Raugerinnepass, wie er sich heute vor der Mühle findet.

4.2 Notwendige Bausteine

Um die Durchgängigkeit der Sieg zu verbessern und an einigen Stellen wieder herzustellen, sind konzeptionelle Aussagen zu insgesamt sieben Stellen und Abschnitten notwendig:

- ◆ **Auslauf des Turbinengrabens** – aufgrund der Frage der Lockströmung und damit der Entscheidung, welchen Weg Fische und Wirbellose wie oft für den Aufstieg suchen;
- ◆ **Aufstieg am Jungschen Wehr** – wird dessen Aufstiegshilfe, der Raugerinnepass, verbessert, so gelingt nicht allein dem Lachs der Aufstieg über das Jung'sche Wehr, sondern auch weniger leistungsfähigen Fischen. Dadurch entsteht eine grundsätzlich günstigere Situation als heute.
- ◆ **Stau oberhalb des Jung'schen Wehrs** – hier ist zu betrachten, wie sich der Klärüberlauf des RÜBs Freusburg auswirkt und wie hier Verbesserungen zu erzielen sind.



- **Verbindungsgerinne bzw. Fischpass zwischen der Sieg oberhalb des Jung'schen Wehrs und dem Mühlengraben;** der Bereich ist zentral, da hier die größte Höhe zu überwinden ist. Zudem ist zu erörtern, ob das seitlich einmündende Gerinne auffindbar ist.
- **Fischschutz direkt vor der Turbine,** wo sich heute bereits Grob- und Feinrechen befinden.
- **Mühlgraben als Umgehungsgerinne;** hier ist zu erörtern, wie sich die Struktur des Grabens verbessern lässt, so dass er eine höhere Strukturgüte erzielt als die heutige Sieg in langen Abschnitten;
- Am **Oberwehr** ist abschließend zu prüfen, ob hier ein weiterer Fischeaufstieg notwendig ist und wie hier eine Lösung aussehen könnte.

4.3 Auslauf Turbinengraben

4.3.1 Strömungsanteile

Vorab ist zu betrachten, welche Strömungen am Turbinenauslauf miteinander konkurrieren. Da dem Lachs uneingeschränkte Vorfahrt in der Sieg gegeben werden soll, kann er auch für diesen Vergleich herangezogen werden.

Der Pegel Niederschelden, dessen Daten über die vergangenen 20 Jahre verfügbar sind, vereinigt damit Vor- und Nachteil:

Nachteil ist die eher kurze Pegelreihe.

Vorteil ist die Tatsache, dass die Wetterphänomene der vergangenen Jahre, die auf bestimmte, über einige Jahrzehnte stabile Muster in der atmosphärischen Zirkulation in der Nordhalbkugel verweisen, in den Pegeldaten wiedergegeben und nicht durch Daten der 1970er oder 80er Jahre überlagert werden.

Da die Abflussspende je Quadratkilometer sich zwischen dem Pegel Niederschelden und Eitorf kaum verändert, kann auch der Pegel Eitorf als Vergleich mit herangezogen werden. Dies zeigt auch die extrem hohe Übereinstimmung für den Zeitraum des Pegels Niederschelden, wenn die früheren Werte der Zeitreihe Eitorf nicht berücksichtigt werden – vgl. Abb. 47. Entsprechend lässt sich die über 40 Jahre lange Zeitreihe von Eitorf auch noch vollständig als Vergleich heranziehen.

Zu prüfen ist anhand der Daten, welche Größe der Hauptstrom im Vergleich zum Abfluss aus der Turbine hat. Ausgedrückt wird dies in Prozent des Turbinenstroms. Mit den geplanten Maßnahmen aus Fischpass und Aalabwanderhilfe und intermittierendem Abschöpfen abwanderungswilliger Fische, beträgt der Hauptstrom mindestens 11,4 % des Turbinenstroms. Zieht man das Tagesmittel aus den Zeitreihen heran, so liegt langfristig der Hauptstrom nur eine Woche des IV. Quartals dauerhaft unter 50 % des Turbinenstroms – vgl. Abb. 48.

Allerdings ist die Durchgängigkeit konkret über alle Einzeltage auszuwerten, da das Mittel aus den Kalendertagen vieler Jahre langes Niedrigwasser kaschiert – vgl. Abb. 46. In Abschnitt 4.3.2 wird parallel versucht, Einflüsse auf die Lachswanderung zu ermitteln, um besser klären zu können, ob Lachse an Tagen, an denen die Strömungsverhältnisse zwischen Sieg und Turbinenauslauf ungünstig sind, überhaupt zu erwarten sind.

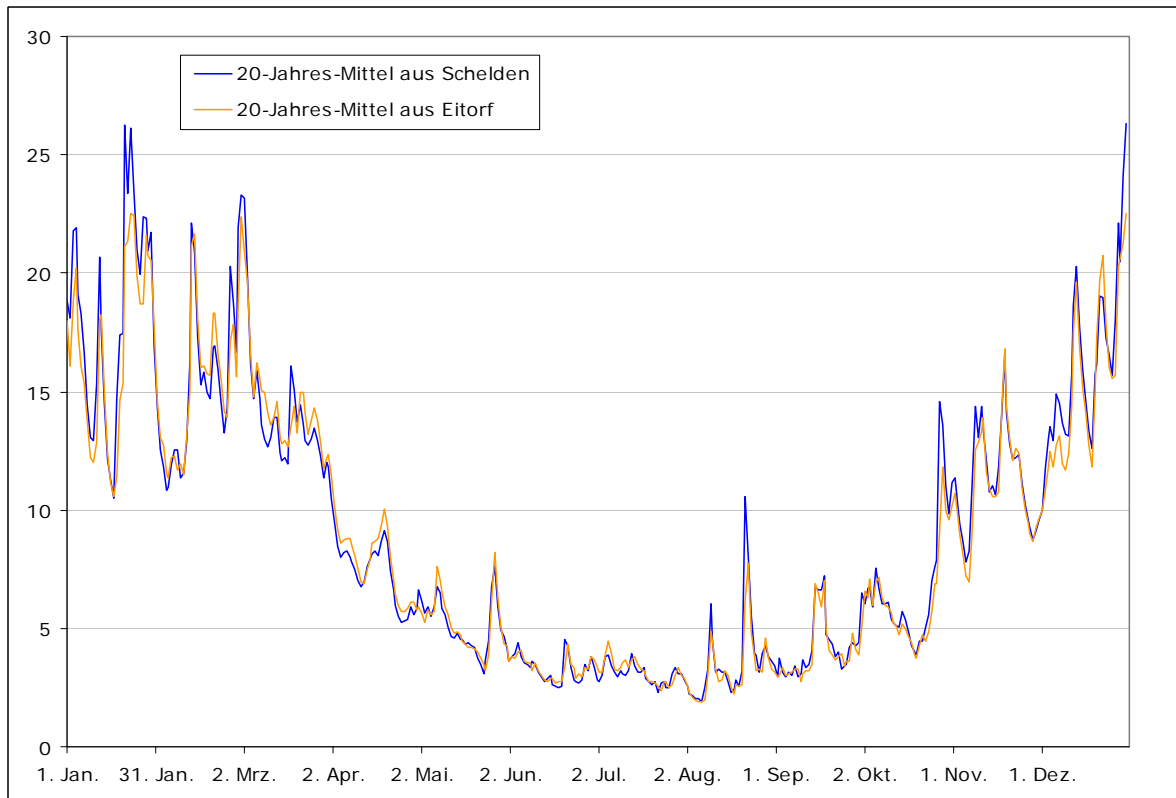
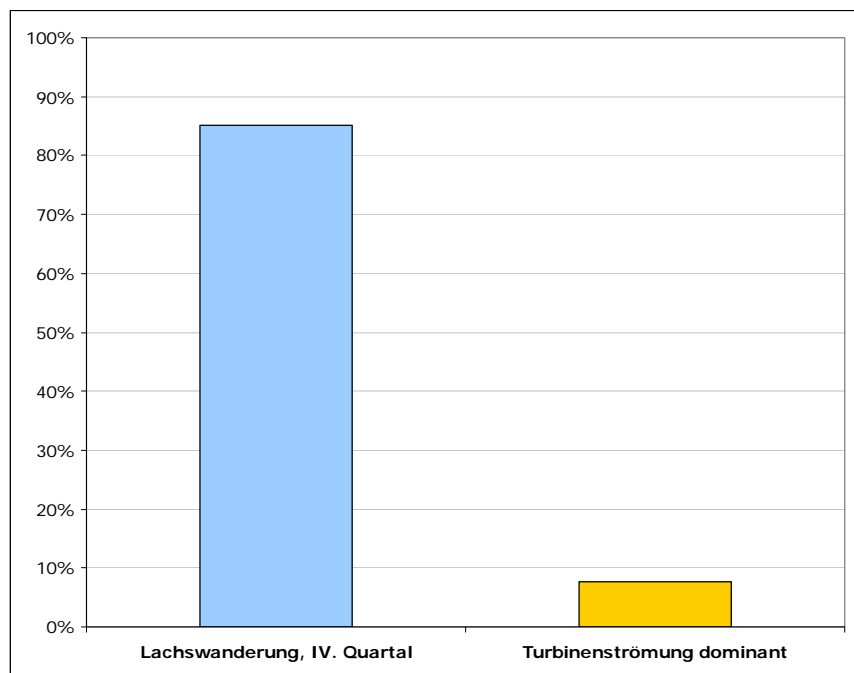


Abb. 47: Vergleich der Pegeldaten (Mittel des Abflusses je Kalendertag) Niederschelden und Eitorf, jeweils umgerechnet nach Einzugsgebiet auf Freusburg; die hohe Übereinstimmung im Zeitraum Nov 1989 bis Dez 2009 zeigt, dass beide Pegel für Freusburg verwendet werden können und damit auch Eitorf mit der doppelt so langen Zeitreihe (1.11.1967-31.12.2009) – alle Daten entnommen ELWAS-IMS des Landes NRW, eigene Berechnungen und Auswertungen.

Abb. 48: Kalendertagesmittel aus gut 20 Jahren zeigen einen Zeitraum von sieben Tagen im IV. Quartal, an dem dauerhaft der Turbinenabstrom dominiert. Konkrete Aussagen zur realen Dominanz von Turbinen- oder Hauptstrom sind jedoch erst Abb. 49 zu entnehmen.



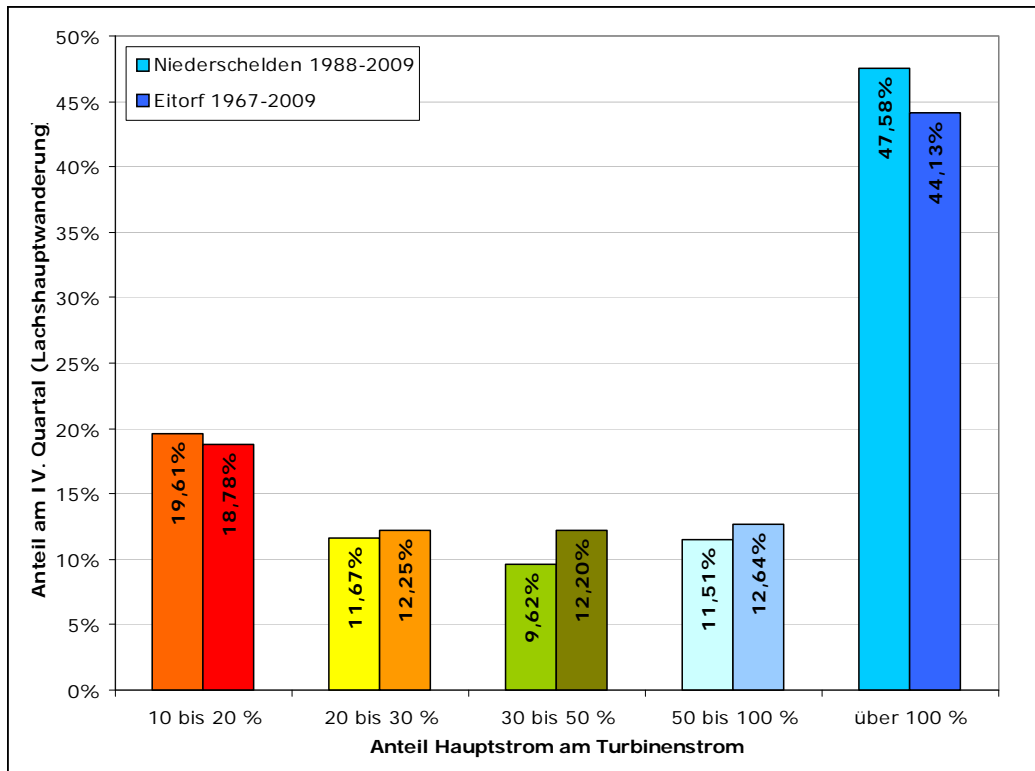


Abb. 49: Anteil des Hauptstroms am Turbinenabstrom im IV. Quartal

Über 30 % des Lachswanderungsquartals dominiert der Turbinenabstrom deutlich, über 20 % sogar sehr deutlich. Entsprechend notwendig sind Maßnahmen, den Hauptstrom für die Gewässerfauna deutlicher besser erkennbar machen. Umgekehrt lässt sich das Problem für die Lachswanderungszeit, aber auch über das gesamte Jahr, besser eingrenzen. Besonders notwendig ist die Verbesserung der Auffindbarkeit des Hauptstroms über 36 % des Jahres, bei 30 % in der Wanderungszeit der Lachse.

Zudem zeigt die Betrachtung der Lachsregistrierungen, dass die Wanderungszeit stark vom Rhein beeinflusst wird und in warmen und trockenen Sommern die Lachse später die Sieg erreichen, und dadurch dort das Sommerniedrigwasser bereits wieder überwunden ist – vgl. Abschnitt 4.3.2.

4.3.2 Lachswanderung

Durch die Kontrollstation in Buisdorf gibt es verlässliche Zahlen über die Lachse, welche die Sieg erreicht haben und von dort aus weiter in die Laichgewässer aufwandern. Abb. 50 zeigt die Verteilung der Lachse auf einzelne Monate, allerdings bereits in drei verschiedene Wanderungsverläufe unterschieden: In Jahren wie 2000 oder 2007 lag die Hauptwanderung im Oktober. In 2001 und 2002 waren im Oktober in etwa so viele Lachse unterwegs wie im November, während in den beiden Jahren 2003 und 2006 mit ausgeprägten Hitzeperioden die Lachswanderung ihren Höhepunkt erst im November hatte. Untermauert wird die Einteilung durch die Temperaturdaten von Juni bis August an den Stationen Köln und Freiburg, die als Haupteinflussparameter für die Wassertemperatur des Rheins herangezogen wurden.



Es zeigt, dass die Mitteltemperatur in den drei Sommermonaten analog zur unterschiedlichen Lachswanderung differiert – vgl. Abb. 51.

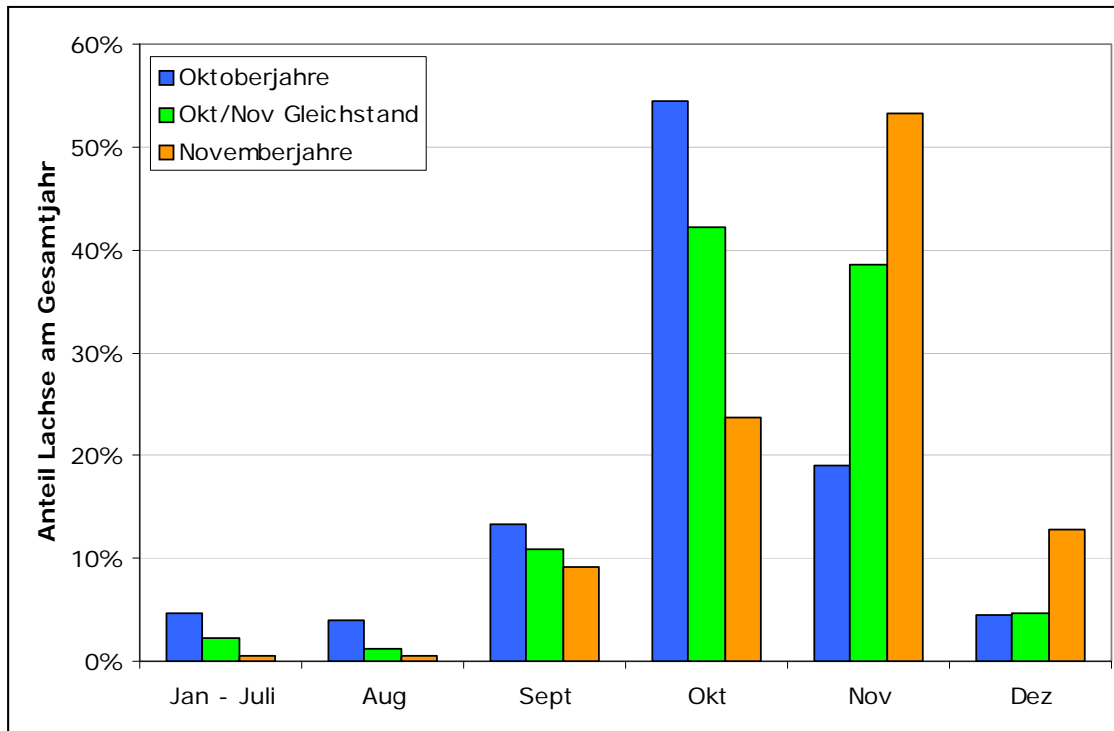


Abb. 50: Zeitliche Verteilung der wandernden Lachse in drei typischen Verläufen

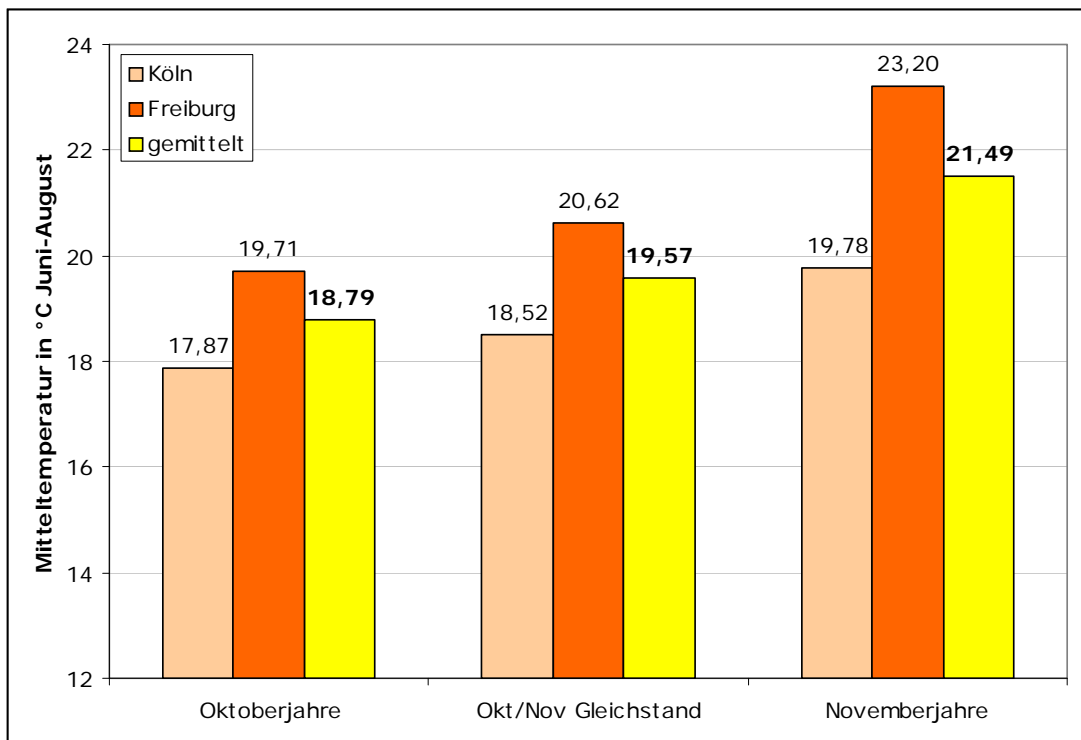


Abb. 51: Sommermitteltemperatur anhand der Rheinstädte Köln und Freiburg; gut erkennbar die Übereinstimmung einer höheren Sommertemperatur mit einer Verschiebung der Lachswanderung vom Oktober in den November an der Mündung der Sieg in den Rhein



Daraus lässt sich Folgendes ableiten:

Grundsätzlich wird erkennbar, dass die Lachswanderung sehr deutlich vom Rhein gesteuert wird. Dabei ist die Strömungsgeschwindigkeit nicht entscheidend, die Abflüsse im Rhein waren z. B. 2007 (typisches Oktoberjahr der Lachswanderung an der Siegmündung) doppelt so hoch wie 2003 (typisches Novemberjahr)¹⁷. Es ist vielmehr die Wassertemperatur, die die Lachswanderung steuert. Ist der Rhein stark aufgeheizt, sinkt die Sauerstoffverfügbarkeit und die tägliche Wanderleistung der Fische sinkt. Es zeigt sich, dass neben dem Sommerwetter auch thermische Kraftwerke und andere Kühlwassereinleiter den Lachs erkennbar beeinflussen, aber weit weniger im Fokus stehen, als die Wasserkraftwerksbetreiber.

In der Tendenz verbessert die Verzögerung des Lachsaufstiegs die Wanderbedingungen in der Sieg. Im November steigt die Wahrscheinlichkeit, dass Herbstregen die Siegabflüsse erhöht.

Insgesamt sind aber am Turbinenauslauf Maßnahmen notwendig, um die Gewässerfauna über den Siegbogen zu leiten.

4.3.3 Kein Lösungsansatz: Sohlschwelle

Untauglich wäre der Versuch, den Abfluss aus dem Turbinengraben durch eine Sohlschwelle praktisch zu einem Abfluss zu zwingen, wie er an Stauwehren entsteht. Denn will man das Kraftwerk nicht außer Funktion setzen, ist die Schwelle möglichst breit anzulegen, um möglichst geringen Rückstau zu verursachen – vgl. Abb. 52. Die Wirkung ist jedoch bezogen auf die Berechnung der Situation, wie sie am Messtag (10. September 2011) vorlag, kontraproduktiv – vgl. Abb. 53: Bei einer Sohlschwelle von 0,40 m Höhe entsteht ein unvollkommener Überfall, der die Fließgeschwindigkeit zwar um ca. 10 % erhöht. Dadurch können kräftige Fische aber weiter in den Turbinengraben einwandern und durch die Erhöhung der Fließgeschwindigkeit wird dieser Wanderweg noch verlockender und drängt sich Fischen noch deutlicher auf. Einzig am Turbinenauslauf wird mit einer Verlusthöhe von lediglich 1 cm die Stromgewinnung um nur 0,2 % reduziert, es wird aber im Sinne einer Fischsperre nichts gewonnen.

Eine Erhöhung der Schwelle führt zwar bei Bedingungen wie am Messtag mit Abflüssen von 5 cbm/s zu einem vollkommenen Überfall und einer Erhöhung der Fließgeschwindigkeit um über 60 %. Doch reicht eine Überfallhöhe von 35 cm kaum aus, um Lachse abzuhalten. Gleichzeitig steigt der Verlust für die Stromproduktion durch den Aufstau an der Schwelle von 0,2 % bei der 40 cm hohen Sohlschwelle auf dann 1 % bei einer 70 cm hohen Sohlschwelle. Das ist äquivalent zu einem Verlust von etwa 35 l/s an Durchfluss an der Turbine bei heutiger Pegeldifferenz. Dieser Verlust wäre verkraftbar, aber dennoch eine unwirksame Investition, insbesondere angesichts der Schwimmleistung des Lachses, der zudem noch stärker angelockt werden würde.

Damit ist dieser Ansatz als wirkungslos zu verwerfen.

¹⁷ INTERNATIONALE KOMMISSION ZUM SCHUTZ DES RHEINS (IKSR): Fischökologische Gesamtanalyse einschließlich Bewertung der Wirksamkeit der laufenden und vorgesehenen Maßnahmen im Rheingebiet mit Blick auf die Wiedereinführung von Wanderfischen – Bericht 167. Koblenz 2009 – Abflussdaten des Rheins dort im Anhang



Abb. 52: Gelb markiert die fiktive Lage einer Sohlschwelle im Turbinenauslauf

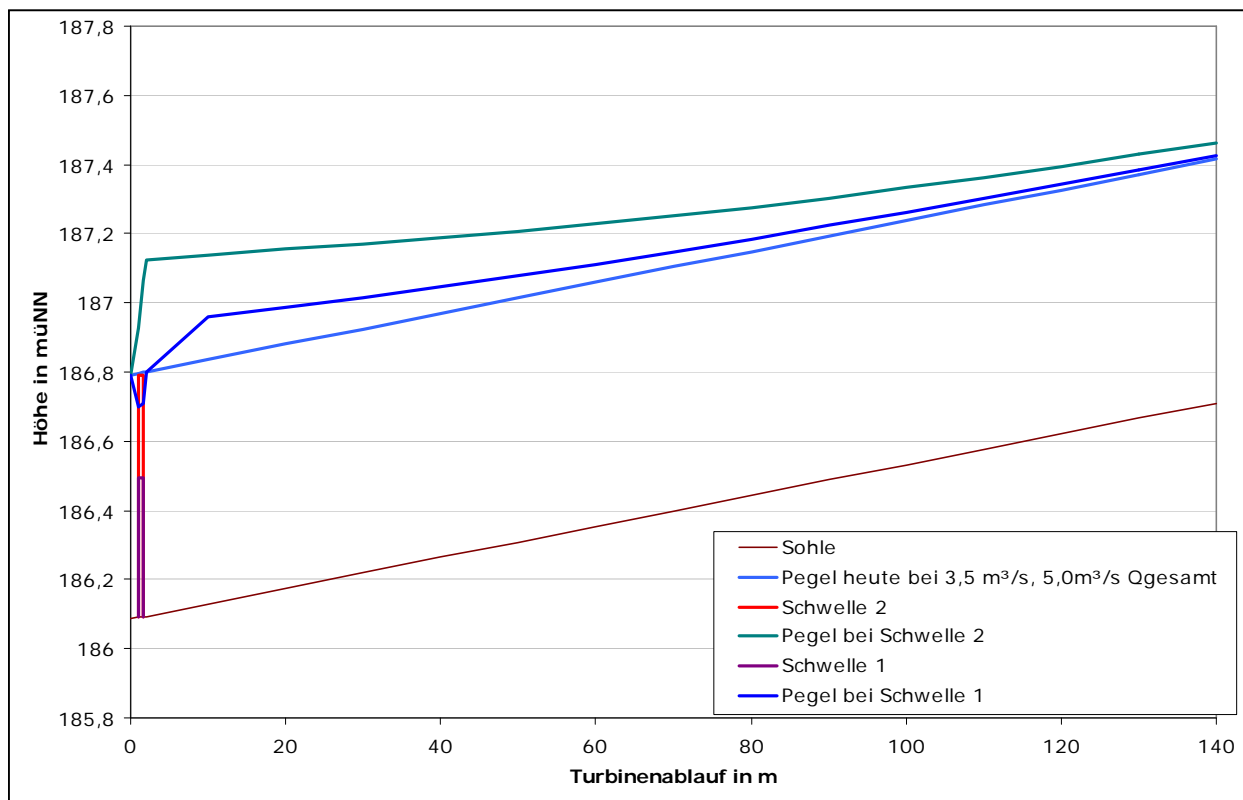


Abb. 53: Pegelentwicklung im Turbinenablaufgraben heute bei 5 m³/s Gesamt-abfluss, davon 3,51 m³/s im Turbinenablauf; alternativ mit einer 40 cm und 70 cm hohen Schwelle an der Mündung in die Sieg

4.3.4 Kein Lösungsansatz: Rechen

Zwar würden Rechen eine Einwanderung von Fischen in den Turbinenauslauf wirksam verhindern, aber auch erneut eine Abwanderung von Fischen, die vielleicht doch die Turbine überlebt haben oder als Jungfische eingewandert sind und dann über die Rechenbreite hinausgewachsen sind.

Insofern wird auch dieser Ansatz verworfen.

4.3.5 Lösungsansatz Strömungsdissipation

Als viel versprechend erscheint ein Ansatz, die Strömung aus dem Turbinenauslass aufzuspalten und zu verwischen, während die Strömung der Sieg verstärkt werden soll. Zudem soll die Strömungsverwirbelung so erfolgen, dass Fische auch keinen Anlass sehen, in so unruhige und unberechenbare Strömungen einzuschwimmen.

Abb. 54 stellt das Vorgehen dar.

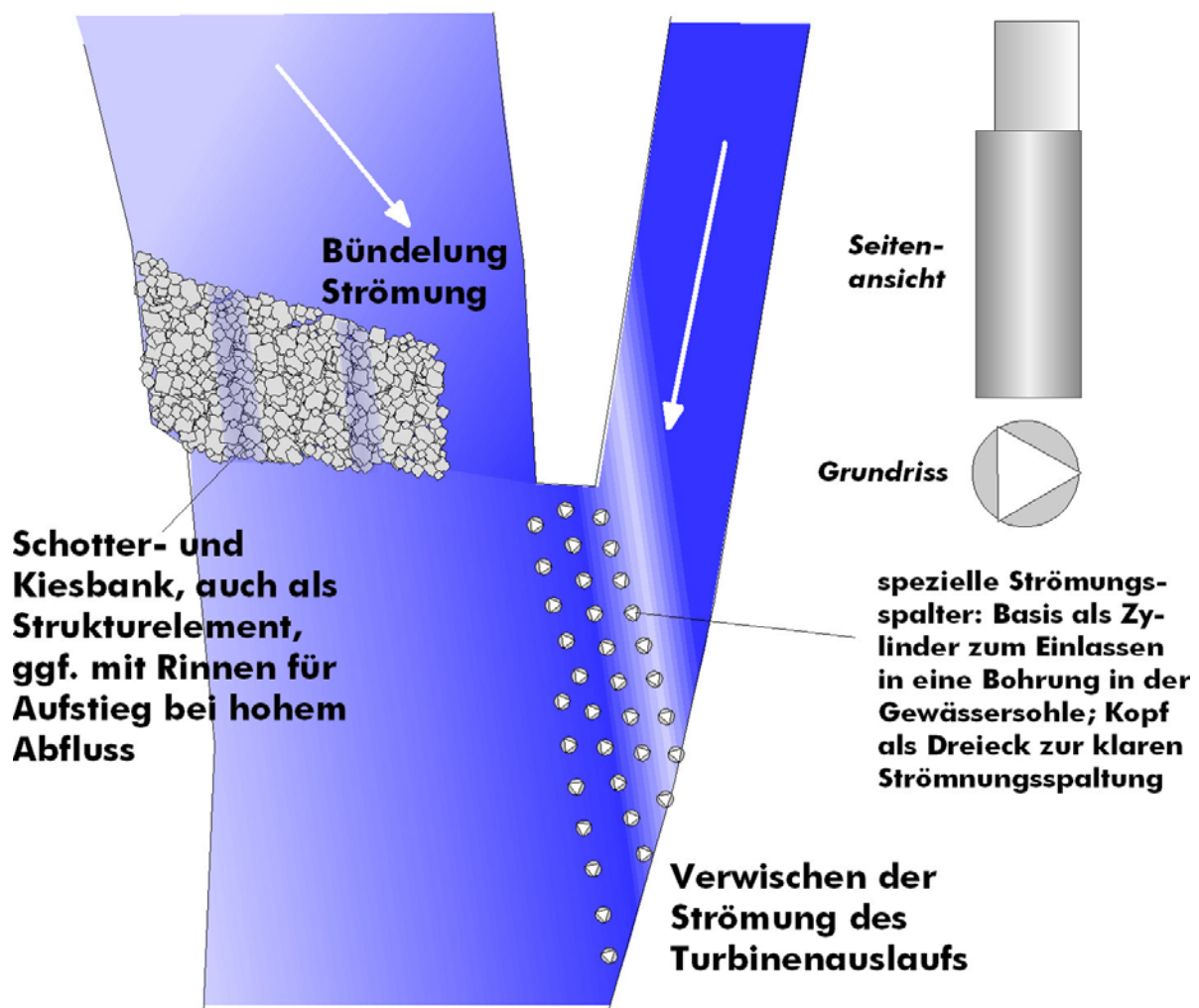


Abb. 54: Strömungsdissipation am Südende des Turbinengrabs bei Bündelung des Hauptstroms durch eine Buhne

Der Ansatz ist sehr effektiv: Selbst bei der ungünstigsten Abflussverteilung kann der Hauptstrom mit dem Turbinenabstrom konkurrieren, bereits bei wenigen Litern zusätzlich im Hauptstrom ist die Strömung dort stärker:

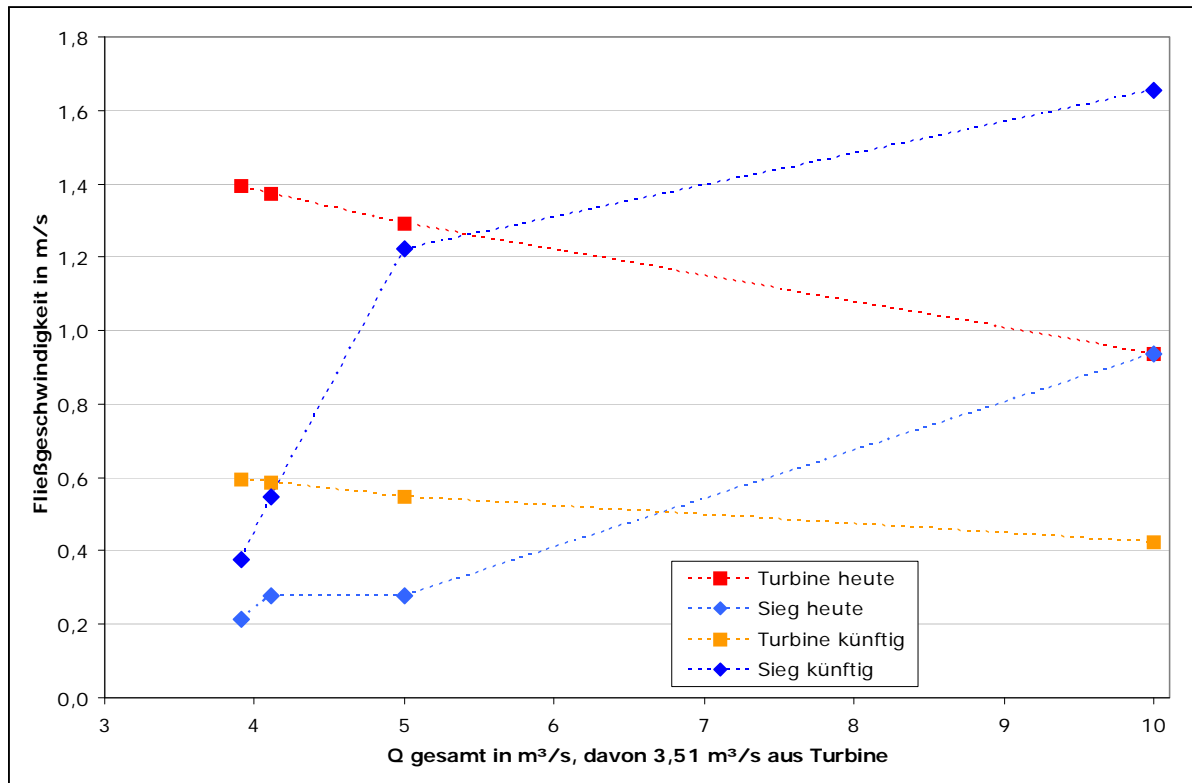


Abb. 55: Erhöhung der Strömung in der Sieg bei Minderung der Strömung aus dem Turbinenkanal; selbst ohne buhnenähnliche Schotterbank in der Sieg wird der Hauptstrom bei einem Gesamtabfluss von 6 m^3/s als Lockströmung konkurrenzfähig. Mit Buhne ist der Hauptstrom stets konkurrenzfähig und die meiste Zeit im Jahr sogar deutlich ausgeprägter.

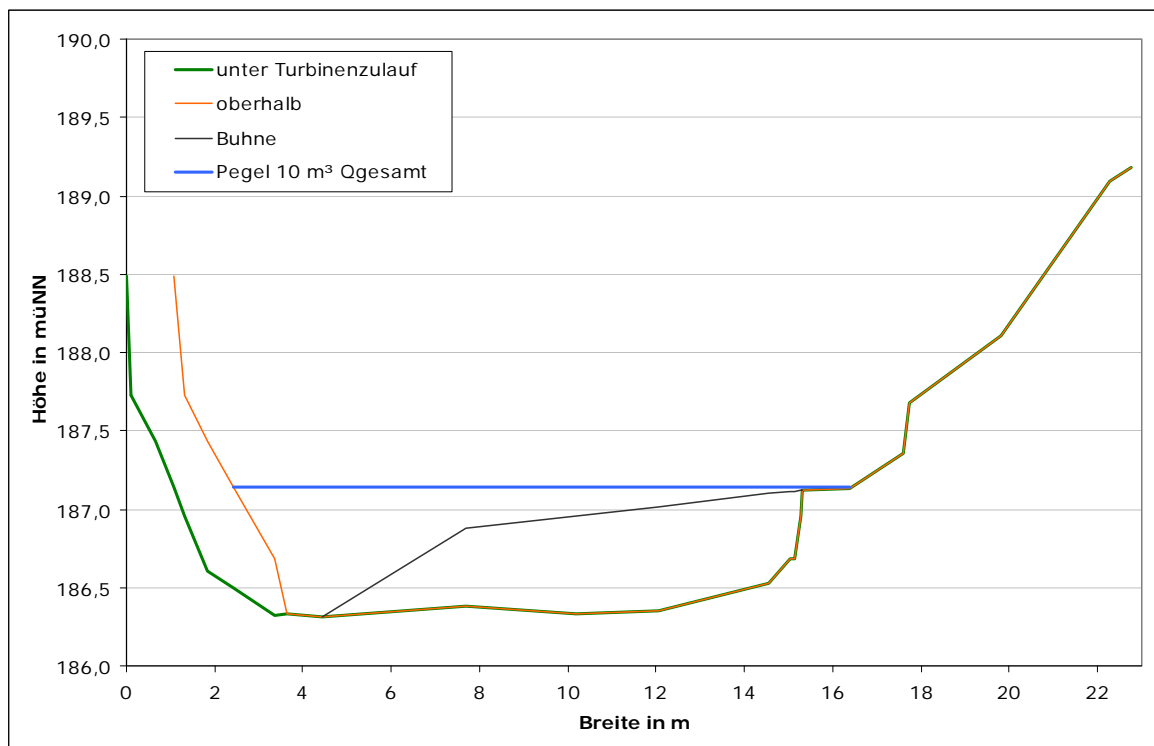


Abb. 56: Profile für das Rechenmodell mit buhnenähnlicher Schotterbank



Der Ansatz greift damit einen aktuell diskutierten Ansatz auf, an vergleichbarer Stelle ebenfalls die Lockströmung zu verbessern – vgl. auch Abb. 57. Da die Sieg – vom Jung’schen Wehr kommend –, dadurch die Hauptströmung signalisiert, steht einem Fischaufstieg bis zum bestehenden Raugerinne am Jung’schen Wehr nichts im Wege. Die Turbinenleistung muss mit dieser Lösung nicht angetastet werden, womit der Ansatz von allen Seiten akzeptiert werden könnte.

Denn die Schotterbank bietet einen zusätzlichen Lebensraum und stellt ein Strukturelement dar, das in der Sieg derzeit oftmals fehlt. Da die Lösung damit auch mit einer Strukturverbesserung einhergeht, ist sie voll im Sinne der EU-Wasserrahmenrichtlinie.

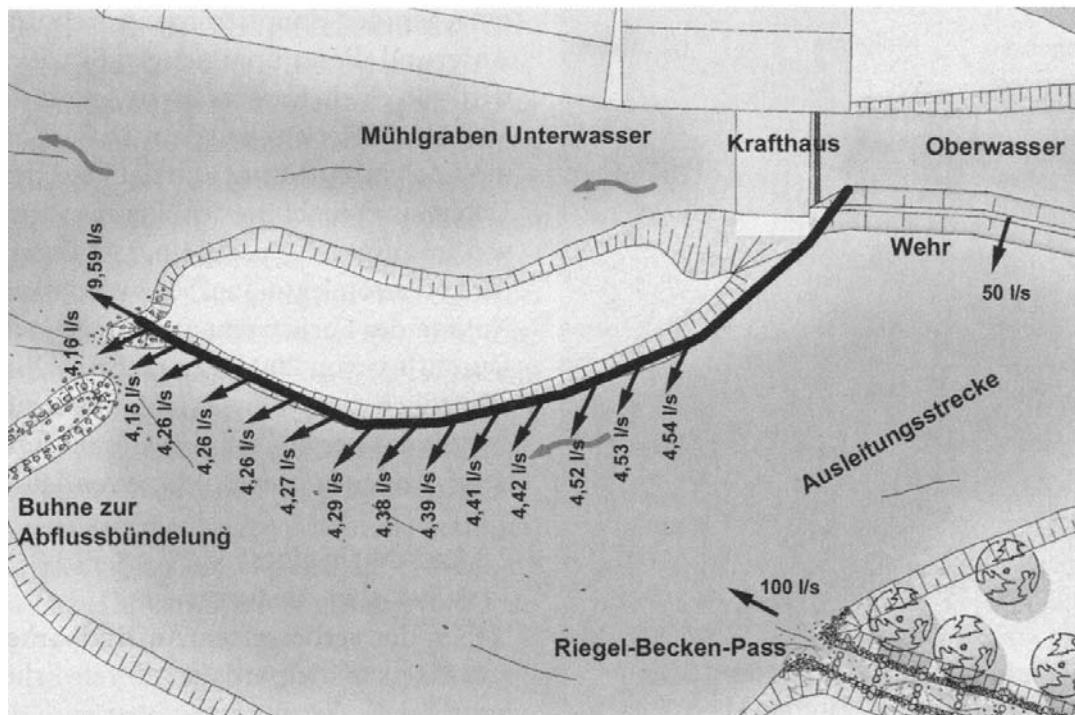


Abb. 57: Verwendung einer Bühne zur Bündelung der Lockströmung¹⁸. Einbau unter Anleitung und Betreuung der Uni Kassel an einer 30 kW-Anlage im hessischen Mittelgebirge.

¹⁸ Bild entnommen aus: SOBIREY, Axel: Optimierung der Auffindbarkeit von Fischaufstiegsanlagen. In: Wasserwirtschaft, Jg. 101, 7/8 2011, S. 66-69, Bild auf Seite 67.



4.4 Raugerinnepass am Jung'schen Wehr

4.4.1 Verbesserungswürdigkeit

Die Analyse des bestehenden Fischaufstiegs in Abschnitt 3.6 hat gezeigt, dass der Raugerinnepass künftig mit 400 l/s zwar eine ausreichende Wassermenge erhält, dass er aber durch das Mehrlückensystem deutlich weniger (oder gar keine) Rückströmungen aufweist, als zum Beispiel ein klassischer Slotpass – vgl. Abb. 58. Da die Becken zum Teil auch sehr kurz sind, wird auch das Schließen einzelner Lücken zwar helfen, aber kaum in ausreichendem Maße. Zudem wird damit auch wieder das hydraulische Gleichgewicht verändert.



Abb. 58: Mehrlückensystem des Raugerinnepasses, welches Beruhigungs- und Rückströmungen fast unmöglich macht. Schwimmschwache Fischarten haben praktisch keine Möglichkeit, dieses Gerinne aufwärts zu passieren.

Insgesamt geraten die Fische damit in eine fast 50 m lange Turbulenz, welche Lachse überwinden mögen, aber viele andere Fischarten, für die die Durchgängigkeit auch hergestellt werden soll, dürften hier Probleme haben. Zudem ist das Raugerinne nach Westen erst mit einem gewissen Abstand eingegrünt – vgl. Abb. 52. Damit ist der Pass ein komfortabler Jagdgrund für Fischreiher und Kormorane¹⁹.

¹⁹ Vgl. auch z. B. Rhein-Zeitung vom 17. Juli 2011: Fischbestand in der Nister ist bedroht; dort wird auf Befischungsergebnisse verwiesen, dass nicht allein die Durchgängigkeit entscheidend für das Wohl der Lachse ist, sondern Verschiebungen im Artenspektrum der Vögel (mehr Kormorane) rasch zu Verschiebungen im Artenspektrum von Fließgewässern führen



4.4.2 Verbesserungsvorschlag

Vorgeschlagen wird, bei Einsatz von 100 m² Fläche seitens der Eigentümer der Freusburger Mühle, den Pass nach Westen um 2 m aufzuweiten, in dem die Böschung um 2 m zurückgesetzt wird. Der vorhandene Grobschotter wird dann an der neuen Böschungskante wieder eingebaut. Damit wird Fläche gewonnen, um bessere Rückströmungs- und Beruhigungszonen zu schaffen. Durch Setzstangen in der neuen Böschung kann eine stärkere Überdeckung der Gewässerzone erreicht werden, um damit den Bereich auch gegen Reiher stärker abzusichern – vgl. Abb. 59.

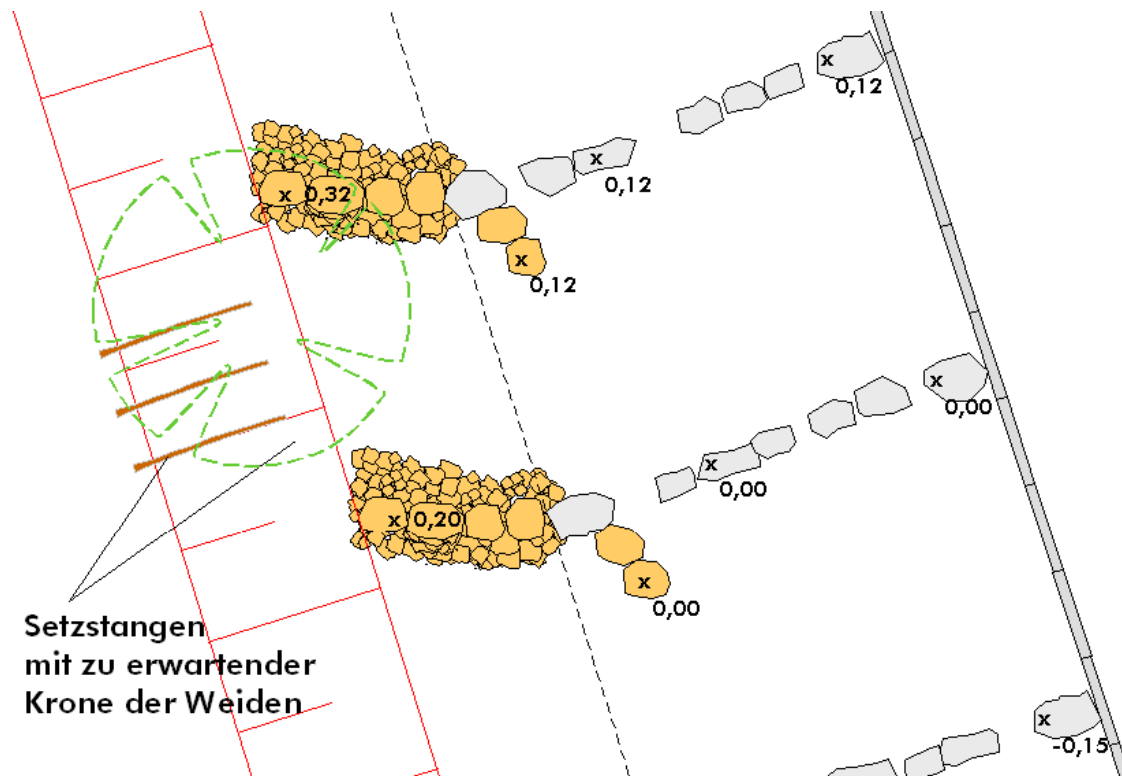


Abb. 59: Aufweitung nach Westen; rot die neue Böschung, gestrichelt schwarz die heutige Böschungsunterkante; beige die neuen Setzsteine und Schotterpackungen; alle Höhen sind relativ. In der Aufweitung werden die einzelnen Passstufen verlängert, durch Aufhöhung und Lückenlosigkeit wirken sie als Barrieren; durch Setzsteine unterhalb von Öffnungen im Gerinnepass entstehen von der Strömung abgeschirmte Bereiche, die Fischen effektivere Ruhezone bieten. Die Weiden, über Setzstangen rasch anwachsend, bieten als typische Weichholzaue den Fischen besseren Unterstand, als die heutige Situation. Müssen die Bereiche erreicht werden, lassen sich die Weiden problemlos zurückschneiden und übernehmen dann nach einem Jahr bereits wieder die gewünschte Funktion.

Mit den zusätzlichen Maßnahmen kann der Raugerinnepass ansonsten unverändert bleiben. Damit wird die damalige Investition auch nicht wieder zunichte gemacht, sondern in Wert gesetzt. Zudem wird auch im Sinne der Integration möglichst vieler Erkenntnisse versucht, diesen im Konzept gerecht zu werden.



4.5 Stau vor dem Jung'schen Wehr

Der Stau hat – wie bereits beschrieben – eine ganze Reihe von Vorteilen, die hier nicht nochmals wiederholt werden müssen. In Bezug auf die Durchgängigkeit wird kritisiert, dass in den Jung'schen Stau ein Regenüberlauf aus dem Kirchener Abwassernetz (Klärüberlauf eines RKBs/RÜBs) mündet. Grundsätzlich wird dieser Aspekt schon allein durch den Fischpass und die Aalabstiegshilfe entschärft. Dadurch steigt der Wasseraustausch bei Niedrigwasser in der Stauhaltung von heute 50 l/s auf 400 l/s auf das Achtfache. Bei 400 l/s und einer Querschnittsfläche von im Mittel 28 m² der Stauhaltung, wird etwaig eingeleitetes Abwasser selbst bei gleichmäßiger Verteilung in der Stauhaltung in spätestens 5 h über die Wehrschwelle wieder herausgedrückt. Damit erfolgt eine Belüftung, bevor Bakterien nach Ablauf der so genannten lag-Phase mit dem verstärkten Nährstoffabbau und der Sauerstoffzehrung begonnen haben. Die Einleitung ist demnach unkritisch, gerade durch künftige Elemente des integrierten Wasserwirtschaftskonzeptes.

Zusätzlich wird ein Umbau der Einleitung selbst vorgeschlagen: Wird längs zur Fließrichtung eingeleitet, so kommt es später oder gar nicht mehr zu einer völligen Vermischung von Einleitung und Wasser der Stauhaltung, vgl. Abb. 60.

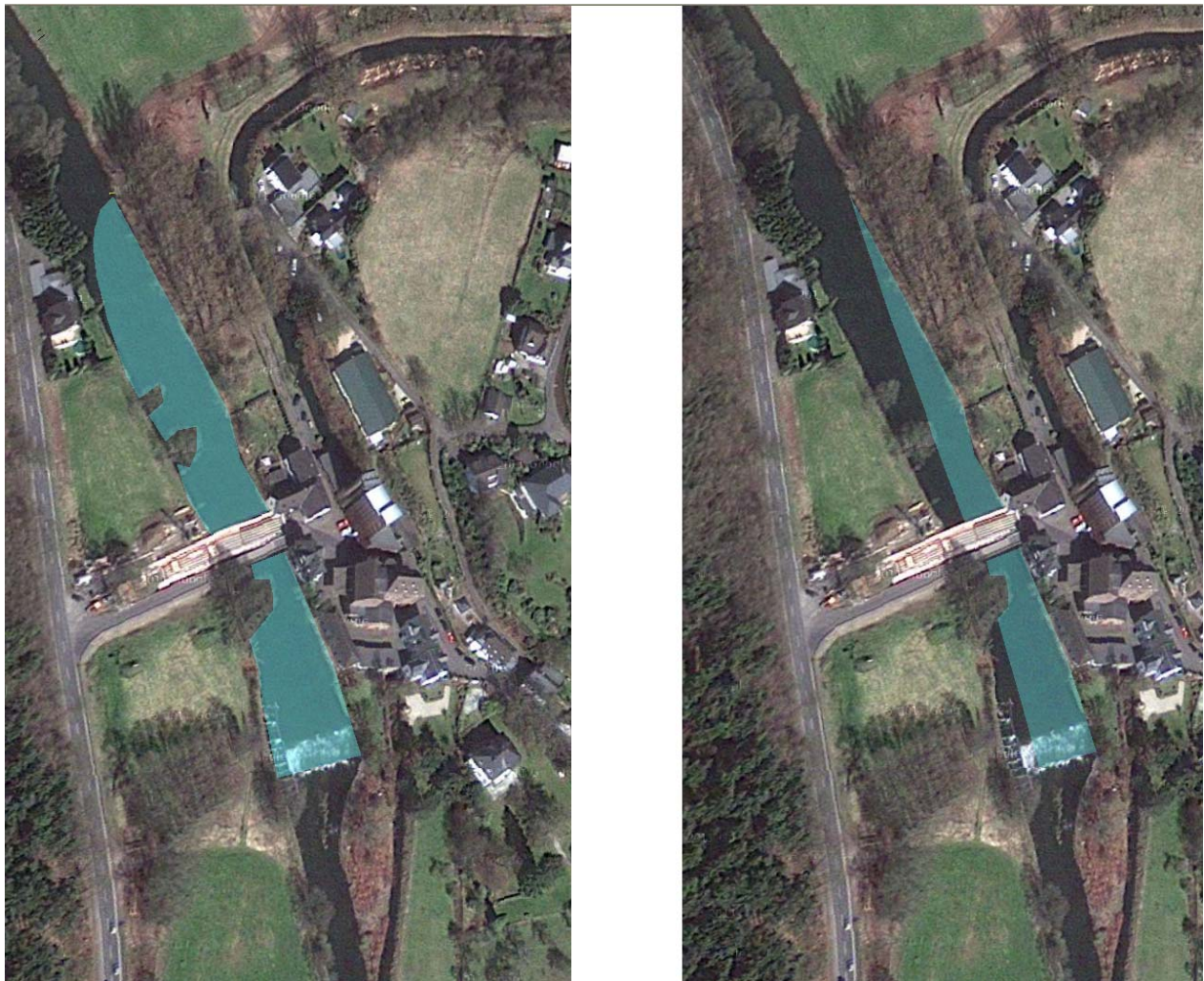


Abb. 60: Verbesserung des Regenüberlaufs von heute (links) bei Einleitung strikt längs zur Fließrichtung (rechts)



4.6 Durchgängigkeit bis zum Mühlengraben

Wie in Abschnitt 3.7 skizziert, ist der Mühlgraben mit einer mittleren Fließgeschwindigkeit von 0,45 m/s, im Hauptstrom bis 0,7 m/s und beim Aufmaß festgestellten Jungfischbeständen im Uferbereich, geeignet, Teil einer fischdurchgängigen Trasse zwischen Turbinenauslauf und Beginn des Mühlgrabens am Oberwehr zu werden.

Entsprechend war im ersten Schritt zu prüfen, welche Höhendifferenz auf einer möglichen Trasse zwischen dem Stau vor dem Jung'schen Wehr und dem Mühlengraben zu überwinden ist. Im zweiten Schritt war zu prüfen, ob sich eine Kolktrappe, die aufgrund ihres Verlaufs abseits der Sieg weit besser und aus flexibleren Materialien als der Raugerinnepass am Jung'schen Wehr anlegen lässt, errichten lässt, die auf der Trasse diese Höhe auch fischgerecht überwinden kann.

4.6.1 Höhendifferenz

Am Messtag, an dem bei einem Abfluss von etwa 5 m³/s die Höhendifferenz bis auf wenige Zentimeter maximal war, ergab sich das Aufmaß von Abb. 61:

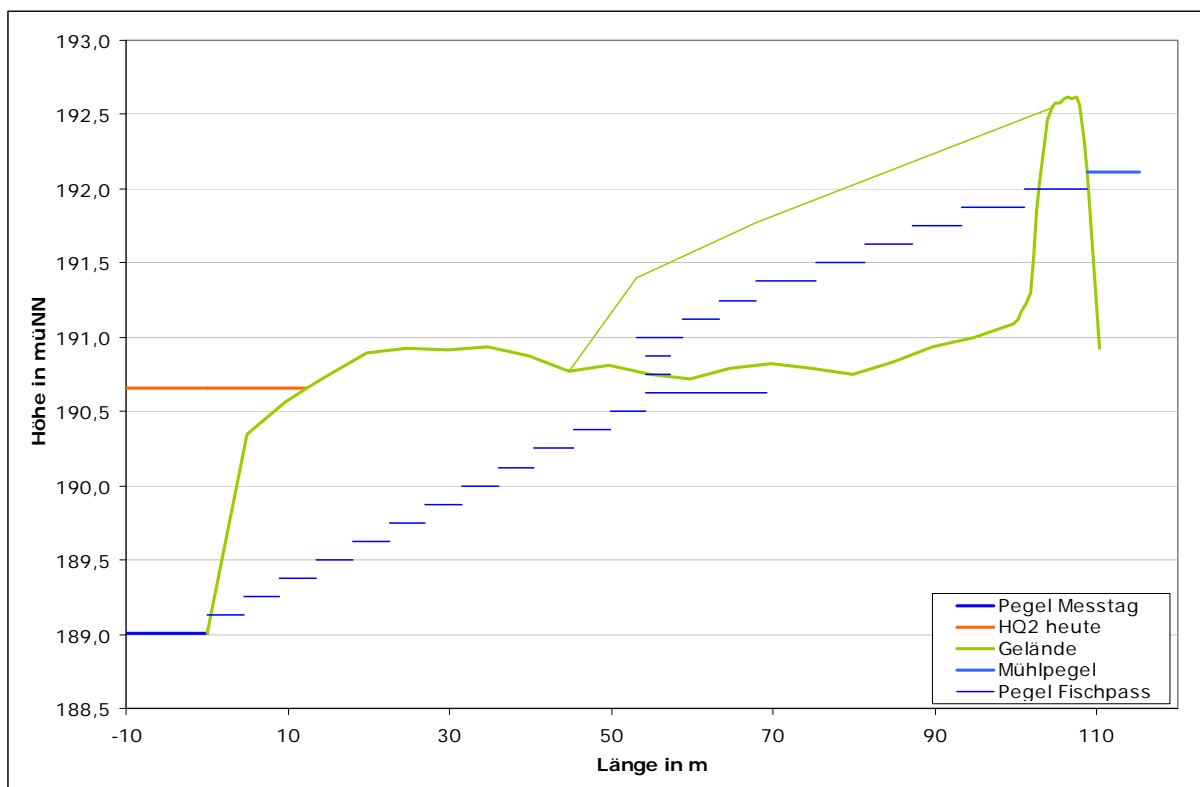


Abb. 61: Höhen entlang der Messachse von Abb. 62. Insgesamt sind in der meisten Zeit der Jahres gut 3,10 m zwischen Mühlgraben und der Sieg oberhalb des Jung'schen Wehres zu überbrücken; eine erste Vorstellung von der Abfolge fischdurchgängiger Kolke gibt die blaue Pegelkette.

Während der Pegel im Mühlgraben an dieser Stelle maximal 10 cm geringer ausfällt, kann die Sieg bei Hochwasser stärker ansteigen und die untersten 10 bis 12 Kolke fluten. Abgesehen von diesen kurzfristigen Schwankungen sind aber die 3,10 m zu überbrücken.



Abb. 62: Trassierung der fischgängigen Verbindung zwischen der Sieg und dem Mühlgraben; die Trasse bewegt sich in der Westhälfte zwischen Ackerfläche und dem RÜB der Stadt Kirchen und bewegt sich dann im Ostteil entlang einer künftigen Rampe hinauf zum Mühlgraben. Da die Trasse im Osten zum Mühlgraben ein Dreieck einschließt, besteht dort die Möglichkeit, bei der endgültigen Planung die Kolkterasse über Eck zu führen und damit die Trasse zu verlängern.

Die erhebliche Höhendifferenz sollte bei der Planung Anlass sein, einige Kolke über das Mindestmaß hinaus zu verlängern, um Fischen bessere Ruhephasen zu gönnen.



4.6.2 Kolkbemessung

Das Handbuch Querbauwerke des Landes NRW trifft klare Aussagen zur Mindestgröße von einzelnen Becken eines Fischpasses, für Freusburg ist die Sieg der Zone des Hypo-Rhithral zuzuordnen:

Tab. 10.2 Hydraulische Grenzwerte

Hydraulische Grenzwerte für beckenartige Fischpässe sowie für die Wanderkorridore von Rampen und Umgehungsgerinnen

Fließgewässerzone	Δh_{max} Rechnerischer max. Absturz (1)	v_0 maximale mittlere Geschwindigkeit im Becken	v_{wk} maximale mittlere Geschwindigkeit im Wanderkorridor (2)	Leitströmung bei MQ		Max. Leistung pro Wasservolumen des Fischpasses (Becken, Wanderkorridor)		Max. Leistung pro Wasservolumen des Ruhebeckens [W/m ³]
				v_{min}	v_{max}	p bei Q ₃₀	p bei Q ₃₃₀	
				[m/s]	[m/s]	[W/m ³]	[W/m ³]	
Epi-Rhithral	0,20	0,5	1,0	0,3	2,0	200	200	50
Meta-Rhithral	0,18	0,5	1,0	0,3	1,9	180	200	50
Hypo-Rhithral	0,15	0,5	0,9	0,3	1,7	150	200	50
Epi-Potamal	0,13	0,5	0,8	0,3	1,6	100	150	50
Meta-Potamal	0,10	0,5	0,7	0,3	1,4	80	100	50
Hypo-Potamal	0,09	0,5	0,6	0,3	1,3	60	80	50

Tab. 10.3 Geometrische Grenzwerte

Geometrische Grenzwerte für beckenartige Fischpässe sowie für die Wanderkorridore von Rampen und Umgehungsgerinnen

Relevante Fischarten	Dimension der Becken bzw. der Wasserkörper bei Q ₃₀ (lichte Abmessungen)				Minimale Schlitzweite für mindestens einen Schlitz pro Riegel, für technische bzw. naturnahe Bauweisen		Orientierungswert für den typischen kleinsten Abfluss im Fischpass aus hydraulischer Rechnung ohne Berücksichtigung der Leitwirkung ⁽⁶⁾	
	min. Wassertiefe unterhalb Trennwand	min. Schlitzhöhe (gilt nur für ⁽³⁾)	min. lichte Länge	min. lichte Breite	technische Bauweise	naturnahe Bauweise	technische Bauweise Q _{30A, min}	naturnahe Bauweise Q _{30A, min}
	h_u [m] ⁽⁴⁾	$t_{s, min}$ [m] ⁽⁴⁾	L [m]	b [m]	s [m] ⁽⁵⁾	s [m] ⁽⁵⁾	[m ³ /s]	[m ³ /s]
Bachforelle	0,4	0,2	1,5 - 1,9	1,0 - 1,2	0,15	0,2 - 0,4	0,1	0,2
Äsche, Döbel, Plötze, Hasel	0,45	0,2	2,0	1,4	0,17 - 0,3	0,4 - 0,6	0,15 - 0,25	0,35
Barbe, Brasse, Zander, Hecht, Lachs, Meerforelle, Huchen	0,5	0,3	2,8 - 4,0	1,8 - 3,0	0,3 - 0,6	0,6	0,4 - 1,0	0,5 - 0,55
Stör	0,8 - 1,0		5,0	3,0	0,8	0,8	0,7 - 1,5	1,2 - 2,0

Abb. 63: Vorgaben für Fischaufstiege im HANDBUCH QUERBAUWERKE (NRW)



Für den Fischaufstieg wurde deshalb von folgenden Bedingungen ausgegangen:

- Wasserspiegelbreite von 4,50 m, was bei schottergesicherter Sohle und einer Mindesttiefe von 60 cm zu einer Sohlbreite von 2,70 m führt.
- Die Mindestlänge der Kolke wurde auf 4,50 m gesetzt, damit abzüglich der Kolkswellen die Mindestlänge von 4 m gegeben bleibt;
- Vier Kolke sind deutlich länger, einer auf gut halber Strecke vom Unter- ins Oberwasser ist als Übergang in ein Feuchtgebiet geplant, um die Wasserqualität auf halber Strecke noch geringfügig zu verbessern;
- Zwei Brücken/Überwege sind geplant. Ein Überweg ist am Mühlgraben unverzichtbar, um den Mühlgraben unterhalten zu können; ein weiterer ist in der Nähe der Sieg als Ackerzufahrt notwendig. Entsprechend wird letzterer mindestens 3,50 m breit mit abbaubaren Geländern geplant, um eine Zufahrt auch für Maishäcksler zu gewährleisten.
- Insgesamt wird eine Abstufung des Pegels um jeweils 12,5 cm gewählt, um noch eine kleine Reserve für baubedingte Schwankungen zu haben und um nicht in den gleichen Fehler wie beim Raubettgerinne am Jung'schen Wehr zu verfallen.
- Mit einer Schwellenöffnung von 60 cm und scharfkantigen Holzeinbauten ist ein Abfluss von 300 l/s ausreichend, um die Kolktrappe durchgängig auch für Lachse zu gestalten:

Lachsvorgabe

Schlitzbreite	Beiwert	h_u	h_u	h_u/h_u	c	Q
0,60	0,55	0,600	0,50	0,83	0,550	249,1
0,60	0,55	0,620	0,50	0,81	0,570	271,2
0,60	0,55	0,625	0,50	0,80	0,575	276,9
0,60	0,55	0,634	0,50	0,79	0,583	286,8
0,60	0,55	0,636	0,50	0,79	0,583	288,2
[m]	[m]	[m]	[m]	[-]	[-]	[l/s]

In Abb. 61 sind die im Längsschnitt relevanten Aspekte bereits berücksichtigt.

In Abb. 64 ist die Kolktrappe einmal im Lageplan durchgespielt worden, um zu zeigen, dass dieser Ansatz auch umsetzbar ist.

Gesondert zu betrachten ist die Frage der Lockströmung und Auffindbarkeit des Fischpasses von unten wie von oben – vgl. Abschnitt 4.6.3 und 4.5.4.



Abb. 64: Skizzierung des Fischpasses mit allen Kolken zwischen Sieg und Mühlengraben über das örtliche Luftbild (Bildquelle: Google Maps); die endgültige Trasse wird noch etwa 5 m weiter nach Norden verlagert werden, um ausreichenden Abstand zum RÜB zu halten

4.6.3 Auffindbarkeit im Unterwasser

Die Durchgängigkeit muss nach den Kriterien des Landes NRW an 300 Tagen im Jahr gewährleistet sein. Da die Kolktrappe (ebenso wie der modifizierte Raugerinnepass am Jungschen Wehr) auch bei niedrigstem Niedrigwasser die Durchgängigkeit ermöglicht, ist zwischen dem Q1 und dem Q300 eine ausreichende Auffindbarkeit zu gewährleisten.

Aus den Pegelauswertungen ist dabei mit Abflüssen zwischen den 0 l/s (womit die Abflüsse aus der Kolktrappe konkurrenzlos sind) und gut 10 m³/s zu rechnen. Wird die Betrachtung bis zum Q330 hin erweitert, ist mit bis zu 17,5 m³/s zu rechnen – vgl. Abb. 65.

Bezogen auf diese Abflüsse und die daraus resultierenden Abflüsse im Profil, ergibt sich für die Kolktrappe eine stets stärkere Strömung als in der Sieg. Bis zum Q300 ist die Dominanz der Seitenströmung hoch bis sehr hoch, beim Q330 könnten allerdings Strömungsverstärker zum Einsatz kommen:

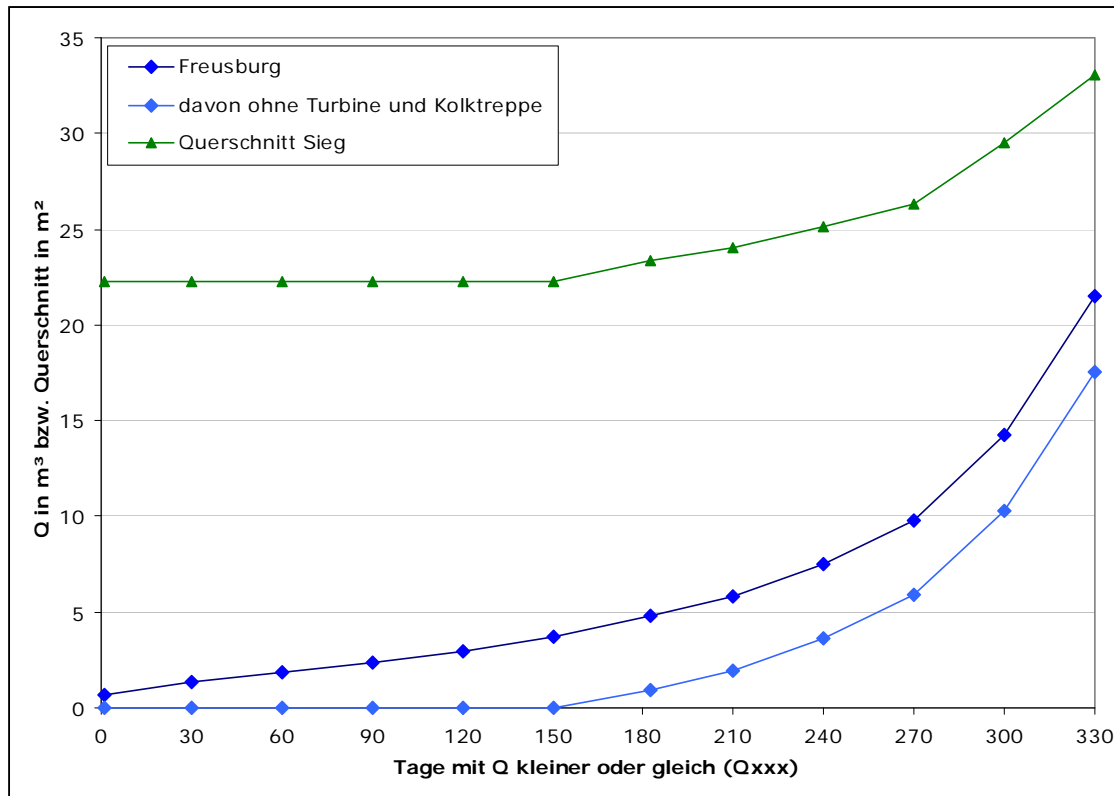


Abb. 65: Abflüsse der Sieg generell sowie am Einstieg der Kolktrappe und der zugehörige Fließquerschnitt

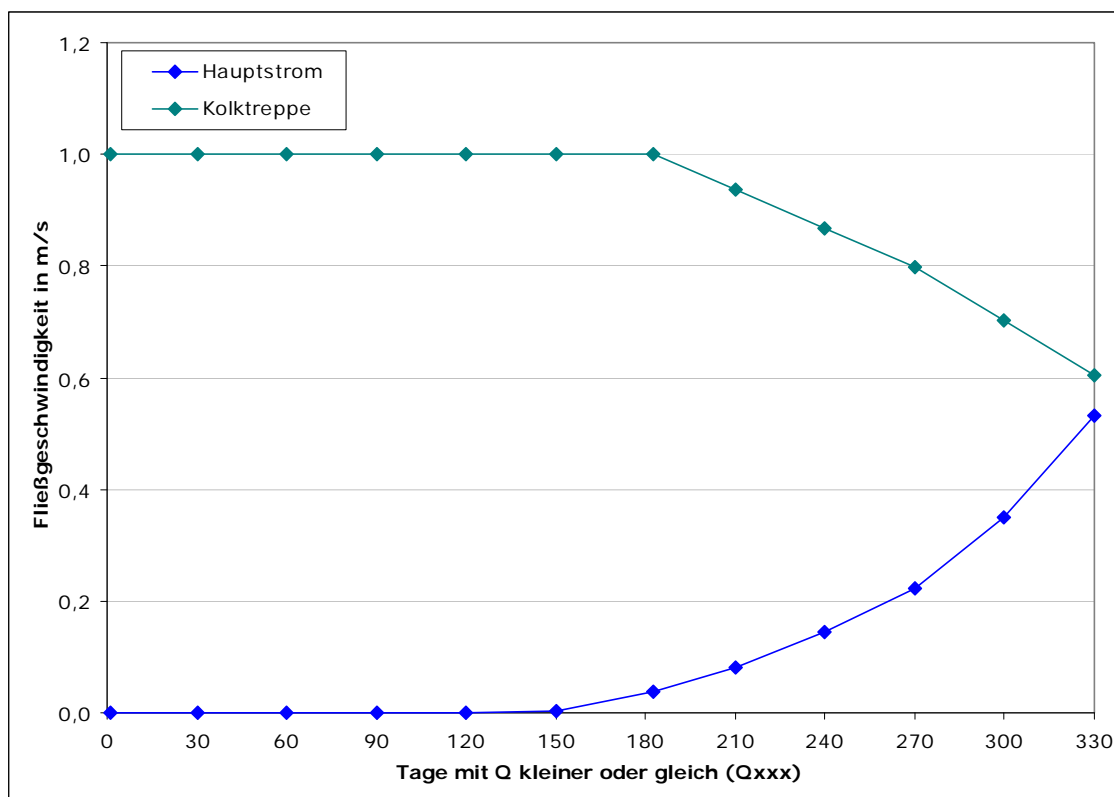


Abb. 66: Fließgeschwindigkeit am unteren Ende der Kolktrappe sowie in der Sieg an gleicher Stelle



300 Tage im Jahr dominiert damit die Strömung der Kolktrappe deutlich. Vergleichbare Seitenströmungen sind für Fische weit leichter aufzufinden als Fischpässe in der Nähe von turbulenten Wehrüberfällen, Turbinenauslässen oder Vergleichbarem.

Für den Fall, dass die Seitenströmung etwa ab dem Q300 nicht mehr als dominant genug angesehen wird, lässt sich hier eine Zusatzkonstruktion einbauen, die auch dem Oberwasser nutzt:

Mit steigendem Abfluss in der Sieg fließt auch der Turbine über den Mühlengraben mehr Wasser zu. Anhand des Mühlgrabenprofils wurde folgende Pegelentwicklung berechnet:

Abfluss	Q ohne Mühlgraben	Höhe über Wehr	Pegel	Pegel* Mühlgraben	Q Mühlgraben**
Q182=MQ	1,307	0,095	192,315	192,108	3.510,0
Q300	10,318	0,216	192,436	192,138	3.985,5
Q330	17,571	0,308	192,528	192,165	4.383,4

* am oberen Ende des geplanten Fischpasses

** weitgehend ohne Minderung am Einlaufschütz

Entsprechend besteht die Möglichkeit, bei stärkerem Abfluss aus dem Mühlgraben Wasser zu entnehmen, um damit eine Lockstrompumpe am Auslass des Fischpasses zu betreiben.

Werden die ermittelten Pegelwerte verwendet, so lässt sich über ein scharfkantiges Streichwehr von 3 m Länge folgende Wassermenge seitlich abschlagen:

Pegel* Mühlgraben	Abschlaghöhe	QStreichwehr, 3m
192,108	0,000	0,0
192,138	0,030	22,6
192,165	0,057	60,9

* am oberen Ende des geplanten Fischpasses

Diese Menge reicht aus, um über eine Transportleitung DN 250 am Ende selbst bei einer Leitung DN 100, Druck für Fließgeschwindigkeiten bis nahe 5 m/s aufzubauen, sofern die gesamte Leitung als Druckleitung ausgeführt ist:

Gefälle	Höhe Gefälle	Durchmesser	kb	v	QPrandtl
0,960%	1,056	0,250	0,0015	1,204	59,13
Verluste	0,998				
38,270%	0,765	0,125	0,0015	4,818	59,13
Summe	2,820				
	[m]	[m]	[m]	[m/s]	[l/s]

Mit solch hohen Fließgeschwindigkeiten lassen sich eine oder mehrere Lockstrompumpen betreiben, die ihr Wasser aus der Stauhaltung über einen Nebengraben beziehen. Es ist davon auszugehen, dass die Druckwassermenge sich so etwa auf



200 bis 250 l/s erhöhen lässt. Damit dominiert der Fischpass selbst beim Q330 den Abfluss in der Sieg – vgl. Abb. 67:

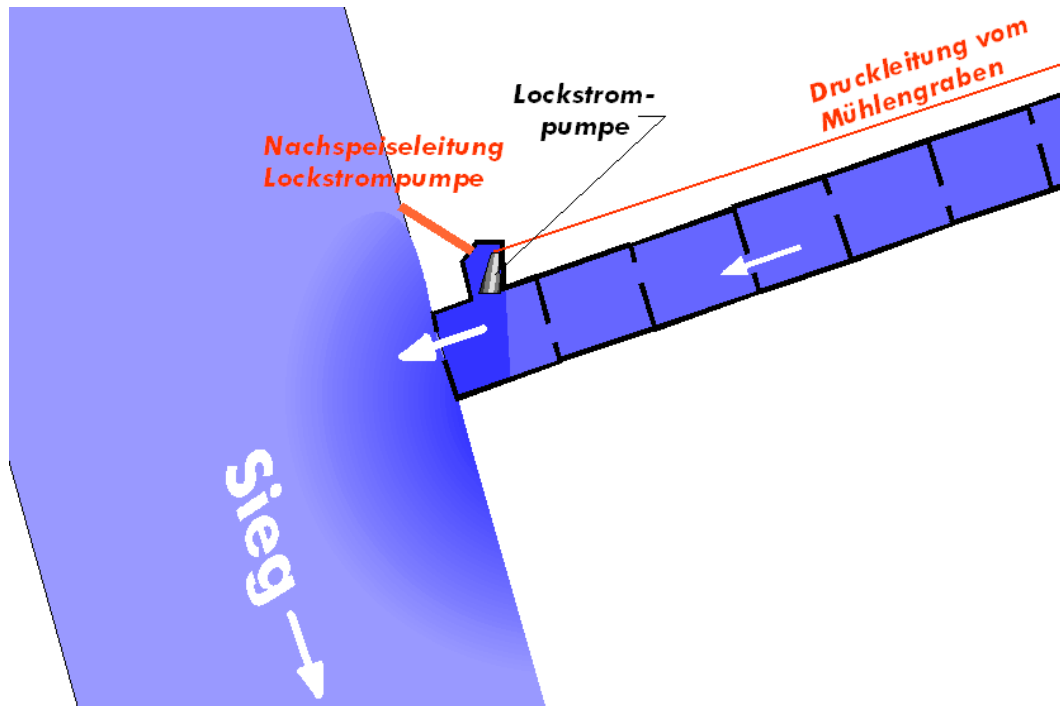


Abb. 67: Prinzip für den Einbau einer Lockstrompumpe mit Speisung ab dem Q300 aus dem Mühlengraben mittels zusätzlicher Druckleitung

Wie in Abb. 67 skizziert, ist der Einbau einer Lockstrompumpe denkbar, aber nicht unbedingt notwendig. Er zeigt aber, dass Wasser, das beim Q330 ergänzend zur Verfügung steht, aus Sicht der Gewässerökologie gewinnbringend eingesetzt werden kann.

Gleichzeitig zeigt die Abb. 69, wie weitreichend sich ein Seitenzustrom bemerkbar macht: Am Stauwehrkolk von Burg Vischering in Lüdinghausen wird über ein Rohr DN 150 eine Wassermenge von etwa 15 l/s eingeleitet. Trotz dieser geringen Menge lässt sich der Zufluss bis weit in den Kolk sichtbar verfolgen und ist damit für Fische zweifelsfrei massiv erkennbar. Konkret versuchen diese dort keinen Aufstieg, sondern nutzen den Zufluss im Sommer als Luftdusche, da dort die besten Sauerstoffverhältnisse gegeben sind.

Damit ist auch klar, dass sich ein Zufluss von 300 l/s, der das Zwanzigfache der dokumentierten Wirkungsmenge darstellt, entsprechend in der Sieg bemerkbar macht. Eine ausreichende Lockströmung steht damit außer Frage, zumal die Fische nicht allein durch die Strömung, sondern durch den höheren Sauerstoffgehalt des zufließenden und über 24 Stufen belüfteten Wassers angelockt werden.



Abb. 68: Beispiel für eine Kolkterrasse, hier an einem kleinen Gewässer mit entsprechend kleinen Niedrigwasseröffnungen in den einzelnen Kolk-schwellen; um auch hier Hochwassereinflüsse zu mindern, wurde rechts das Hochwassergerinne angelegt (im bisherigen Verlauf der Steinfurter Aa), links der Aufstiegsbereich mit den definierten Öffnungen in den Kolk-schwellen. Durch Öffnungsbreite und Zahl der Kolke lässt sich die Durchgängigkeit exakt austarieren



Abb. 69: Einleitung aus einem Rohr DN 150 im Umfang von etwa 12 bis 15 l/s; gut erkennbar an der dunklen Wasseroberfläche, wie weit die Strömung direkt in den Kolk reicht, um dann ins Unterwasser abzudrehen, wo sie immer noch identifiziert werden kann

4.7 Abwärtsdurchgängigkeit an der Turbine

4.7.1 Rahmenbedingungen

Der Ausstieg für Fische vom Mühlengraben in die Kolktrappe ist zwar möglich, aber schlechter auffindbar als umgekehrt der Einstieg am Jung'schen Stau in die Kolktrappe. Insofern sind zusätzliche Maßnahmen vor der Turbine notwendig, um die hier vom Oberwasser her auflaufenden Fische schadlos ins Unterwasser zu bringen.

4.7.2 Neue Technik zur Abwärtsdurchgängigkeit

Erreicht werden kann diese Abwärtsdurchgängigkeit durch Schonrechen vor der Turbine, sowie über Sohleinbauten zum Abfangen der Jungaale und z. B. Groppen sowie pegelnahen Schöpfrinnen zum Abfangen der Junglachse, Forellen etc.. Da die Fische nicht permanent in großer Zahl ankommen, kann intervallweise gearbeitet werden, z. B. gekoppelt mit Reinigungsintervallen der Rechenanlage.

Es ist von Dotationsmengen von 100 l/s auszugehen²⁰, die im Konzept grundsätzlich für diese Form der Technik – vgl. Abb. 70 und 71 – vorgesehen waren. Damit erreichen den Mittelstau, in welchem die Fischrutsche etwa am Brückenkopf der erst kürzlich ersetzten, alten Brücke enden sollte, die geplanten 400 l/s, die auch für das Raubettgerinne am Jung'schen Wehr benötigt werden.

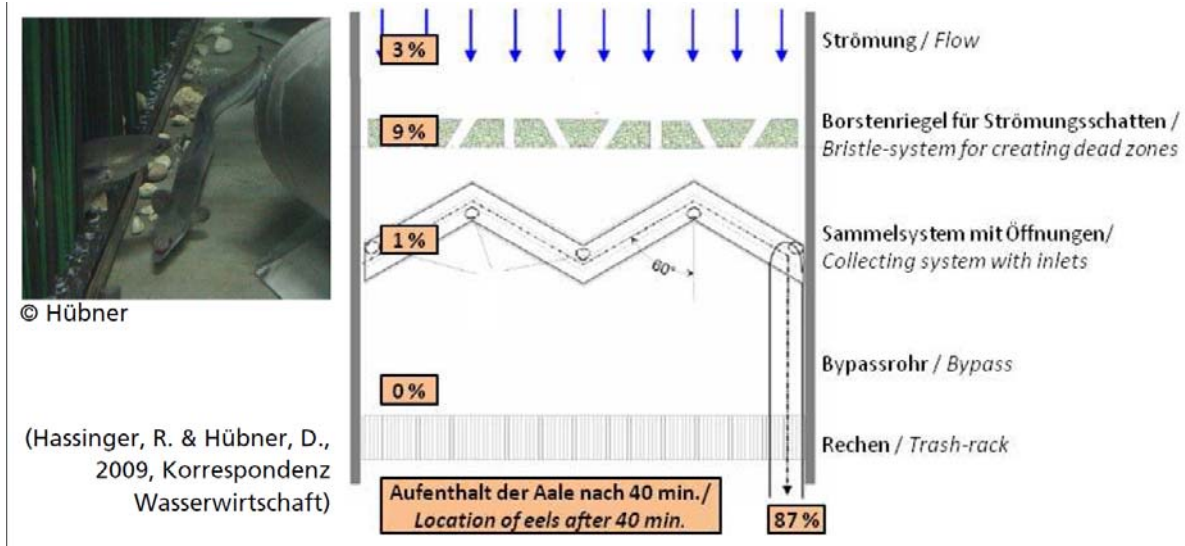


Abb. 70: Aalsohlschwelle mit vorgeschaltetem Strömungsschatten und Bypassrohr, welches lediglich bis 30 l/s an Wasserdotation benötigt; das Bypassrohr sollte in den Jung'schen Wehrstau münden, um dort die Wasserdotation von 300 auf dann 330 l/s zu bringen. Bildquelle: Hübner/KLAWA



Abb. 71: Fischschonrechen, der zwei Vorteile besitzt: Bei 12 mm Spaltweite wird kein größerer Aufstau erzeugt als bei konventionellen 20 mm Rechen; damit wird Ökologie und Wasserkraft gleichermaßen Rechnung getragen. Zudem lässt sich ein Schöpfblech vorschalten, über das abwandernde Fische, die oberflächennah schwimmen, vom Rechen abgehalten werden und über eine temporär beschickte Fischrutsche ebenfalls dem Stau vor dem Jung'schen Wehr zugeleitet werden können.

²⁰ GROSS, Wolfgang: Konzept des Fischschutzes und des Fischabstiegs an typischen Kleinwasserkraftanlagen. In: Wasserwirtschaft, Heft 7/8 2011 (101. Jahrgang), S. 57-60



4.8 Durchgängigkeit im Mühlengraben

4.8.1 Rahmenbedingungen

Messungen der Fließgeschwindigkeit in der jüngsten Vergangenheit wurden unseres Wissens an der Brücke der Straße »Auf dem Queckhahn« vorgenommen. Diese sind nicht repräsentativ, da an der Brücke weder das Gerinnesubstrat noch das Durchflussprofil mit dem im längsten Teil des Mühlengrabens identisch sind.

Die Pegelberechnungen, die mit dem Pegel der Sieg oberhalb des Oberwehrs übereinstimmen müssen, ergaben mittlere Fließgeschwindigkeiten von

- weniger als 0,46 m/s bis zum Q200 sowie von
- weniger als 0,52 m/s bis zum Q300.
- Selbst beim Q330 liegt der Wert bei maximal 0,57 m/s, wobei dann schon über einen höheren Abschlag am Oberwehr eine Drosselung der mittleren Fließgeschwindigkeit auf 0,55 m/s anzunehmen ist.

Wie bereits erwähnt, wurden Jungfische am Rand des Mühlengrabens beim Aufmaß festgestellt, so dass der Mühlengraben für die im Freusburger Siegabschnitt heimischen und naturtypischen Fischarten voll passierbar ist.

4.8.2 Aufweitungen als Ruhezonen und Jungfischhabitate

Ergänzend wird im oberen Drittel des Mühlgrabens eine parallele Aufweitungen eingeplant, um den Mühlengraben strukturell aufzuwerten. Hydraulisch lässt sich ein Querschnitt wie in Abb. 72 vorsehen, wobei Teile des Südufers hinter einem Wall liegen und bei Öffnung des Walls versumpfen:

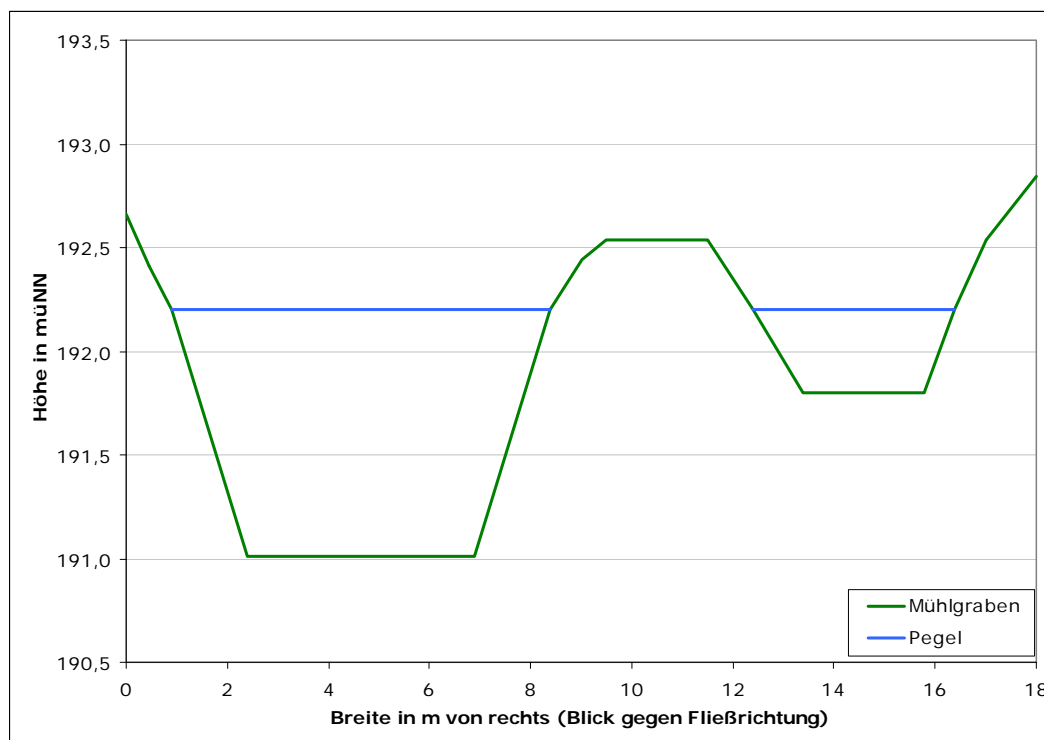


Abb. 72: Mühlengraben mit einer vorgesehenen Aufweitung, Blick gegen die Fließrichtung; die Aufweitungen erfolgen nach Süden



Die Aufweitungen sind durchströmt, um keine Ablagerungen und Eutrophierungen dort zu bewirken. Die Fließgeschwindigkeit dort ist mit im Mittel 0,21 m/s etwa halb so hoch wie im Mühlengraben, so dass dort zusätzliche Ruhezeiten für Fische entstehen:

	U benetzt	A [m ²]	r hydr	Gefälle	Manning	v	Q [l/s]
Aufweitung	4,198	1,280	0,3049	0,0439%	22	0,209	267,2
Mühlengraben	8,823	7,703	0,8730	0,0439%	22	0,421	3.242,7
Pegelschwankung auf ganzer Länge in m				0,002		Summe	3.510,0

In den sich zusätzlich bildenden, versumpfenden Flachwasserbereichen werden u.a. Jungfischbiotope entstehen.

Die Lage am und im Wal vermindert auch hier einen Jagddruck von Reiher und Kormoranen, da diese gewisse Freiflächen zum An- und Abflug bevorzugen.



Abb. 73: Der Ortsteil Freusburgermühle, der Mühlgraben und die geplante Aufweitung des Mühlgrabens durch Anlage eines Nebengerinnes mit Versumpfung der umliegenden Flächen in der ungefähren, künftigen Lage; die genaue Lage wird im Zuge des Antragsverfahrens bestimmt und eingemessen



4.9 Oberwehr

4.9.1 Diskussion der Durchgängigkeit an diesem Querbauwerk

Das vorliegende Konzept stellt mit seinen bisher vorgestellten Maßnahmen die volle Durchgängigkeit zwischen Unter- und Oberwasser der Freusburgermühle her. Wie im Detail nachgewiesen, werden Fehlleitungen der Gewässerfauna minimiert. Die Durchgängigkeit über den Mühlgraben ist zudem mit Flachwasserzonen und Nebengewässern angereichert und ist auf weiten Strecken dem Einfluss starker Hochwässer (und deren schädlichen Auswirkungen) entzogen. Die Durchgängigkeit ist letztlich über die Mindestforderung von 300 Tagen hinaus (zwischen dem Q30 und Q330) vollständig gewährleistet. Damit sind alle Vorgaben, die sich aus der EU-Wasserrahmenrichtlinie ableiten lassen, erfüllt, zumal nicht nur der Lachs profitiert, sondern auch weit weniger leistungsfähige Fischarten. Insofern ist damit der Planungsauftrag an dieser Stelle bereits erfüllt.

Dass an der Freusburgermühle die Diskussion in den vergangenen Jahren sich explizit auch noch um die Durchgängigkeit des Oberwehrs drehte, dürfte mit der örtlichen Geschichte der vergangenen 25 Jahre zusammenhängen.

Dabei bleibt festzuhalten, dass das Wasserrecht seine Koordinierungsfunktion zwischen Nutzinteressen und Entwicklung möglichst naturnaher Gewässer bisher dadurch erfüllt hat, indem die Durchgängigkeit an Querbauwerke versucht wurde zu erreichen. Die Forderung nach einer redundanten Durchgängigkeit über mehrere Wege wäre völlig neu und im Sinne der Koordinierungsfunktion nicht mehr ausgewogen. Da mit dem vorliegenden Konzept bereits Fische und Insekten unterschiedlichster Leistungsstärke berücksichtigt werden, gibt es auch keinen Handlungsbedarf, für einen Teil der Fauna ein gesondertes Bauwerk zu schaffen. Vielmehr müsste ein Fischpass, der nur auf der Begründung beruht, Fische, die im Mittelwasser den Abzweig zum Mühlgraben verfehlt haben, auch wieder für leistungsschwache Fische mit ausgelegt werden, was einen entsprechend hohen Aufwand auslöst.

Doch nicht allein, dass die Notwendigkeit für einen zweiten Fischpass sich im vorliegenden Konzept nicht erkennen lässt, mit einem Fischpass am Oberwehr wären auch deutliche Nachteile verbunden:

- Mit einem dauerhaft aktiven Fischpass wird weiter und in höherem Maße das aus hohen Mengen gereinigter Abwässer bestehende Niedrigwasser in die Siegschleife geleitet. Wie in Abschnitt 4.1 dargelegt ist es nicht im Sinne des Konzeptes, in allen Teilen der Sieg möglichst einheitliche Bedingungen zu schaffen. Entsprechend wird sogar auf Einstellung der bisherigen Mindestdotations von 50 l/s plädiert. Die beiden Klingen bzw. Seifen, die von Norden in den Siegbogen münden, könnten so mit ihrem wenigen, aber weit weniger belasteten Wasser diesen Bereich prägen. So würden Arten, insbesondere Insekten, die in der weitgehend einheitlich kanalisiertem Sieg – vgl. Abb. 22, 23, 42 bis 44 und 74 – keine Überlebenschance haben, hier ein Refugium finden. Das wird bei einem Fischpass mit seinem Mindestabfluss, der je nach Variante erheblich sein kann, wieder durchkreuzt.



Abb. 74: Siegkanalisierung in Siegen; das Ufer ist mit Wasserbaupflaster vermauert, selbst die Restaue zwischen Pflasterung und der links im Hintergrund erkennbaren Hochwasserschutzmauer wird nicht dem Gewässer überlassen, sondern als Gemüsebeet und zum Wäschetrocknen genutzt

- Die Fischtreppe wäre aufgrund der örtlichen Situation auf dem rechten Ufer anzulegen; damit steht die Fischtreppe im Prallbereich des Oberwehrs und ist entsprechend massiv anzulegen. Andernfalls bietet sich dem Hochwasser hier eine umfangreiche Angriffsmöglichkeit und Teile der angrenzenden Grundstücke könnten wieder dem Fließgewässer zufallen; dies ist zwar im Sinne einer Aufweitung der Aue wünschenswert, voraussichtlich wird sich dies im wasserrechtlichen Verfahren aufgrund der zu stark berührten Eigentumsrechte jedoch nicht durchsetzen lassen.
- Liegt das Verhältnis im Mühlengraben zwischen Turbinenzufluss und Abschlag in die Kolktrappe bei 12 : 1, maximal 14 : 1, so liegt das Verhältnis bei einem zusätzlichen Fischpass, der z. B. als Beckenpass angelegt wird, bei über 40 : 1, so dass der Pass für die Abwärtsmobilität keine Rolle spielt. Damit steht einer hohen Investition ein sehr begrenzter Nutzen gegenüber. Hinzu kommt, dass für Fischpässe für leistungsschwächere Fische zwar die Dotationsmenge auf unter 100 l/s begrenzt sein kann, dann aber die Kosten für das Bauwerk ungleich höher sind, als bei kürzeren Pässen mit dann aber weit höheren Dotationsmengen.

Angesichts dieser Nachteile würde eine weitere Dotationsmenge benötigt, die mit – wie beschrieben – erkennbar geringem Nutzen und negativen Auswirkungen verbunden wäre. Gegenüber den Dotationsmengen für den Fischabstieg am Turbinenrechen und für die Kolktrappe zwischen Mühlgraben und Sieg ist die

Dotationsmenge für einen Fischpass am Oberwehr vielfach weniger effektiv und zudem in einigen Aspekten ausgesprochen kontraproduktiv.

Insofern wird von einem Beckenpass am Oberwehr dringend abgeraten und er wird nicht in das vorliegende Konzept aufgenommen. Die hier eingesparten Mittel sollten effektiver an anderen Querbauwerken oder zum Erwerb von Uferflächen an der Sieg genutzt werden, um die Sieg abschnittsweise von ihrem kanalisierten Verlauf zu befreien. Um jedoch eine Vorstellung davon zu haben, wie hoch die hier nicht befürwortete Investition ausfallen müsste, werden einige Fischpassformen am Oberwehr durchgespielt.

4.9.2 Diskussion von Fischpässen

Die kritische Sicht auf einen Fischpass am Oberwehr wird noch unterstrichen, wenn konkrete derartige Aufstiegshilfen bezogen auf die örtliche Situation betrachtet werden. Durchgeplant wurden einerseits

- ◆ ein Beckenpass, auch für leistungsschwächere Fische,
- ◆ eine Kolkterappe, wie sie für die Verbindung zwischen Mühlgraben und Sieg vorgesehen ist und
- ◆ ein Mäanderpass, der die technisch kürzeste Form des Slotpasses darstellt.

Beim Beckenpass reicht eine Dotationsmenge von 80 l/s aus, wenn die Durchlassöffnungen auf 30 x 30 cm begrenzt bleiben und die Höhendifferenz zwischen jedem Becken auf 10 cm begrenzt wird. Eine Kolkterappe benötigt bei 30 cm Durchlassbreite einen Abfluss von 140 bis 150 l/s.

Der Mäanderpass ist eigentlich schon an dieser Stelle wieder auszuschließen – vgl. Abb. 75, da er mit Fließgeschwindigkeiten von bis zu 2 m/s Fischen unter 10 cm Länge trotz der sich bildenden Ruhezonenn kaum Aufstiegschancen lässt und die Schlitzpforte mit 10 cm Breite sehr schmal ist. Ansonsten ist zu erwarten, dass die Ruhezonenn bei einer Schlitzbreite von 30 cm kleiner ausfallen und die Fließgeschwindigkeiten noch höher liegen

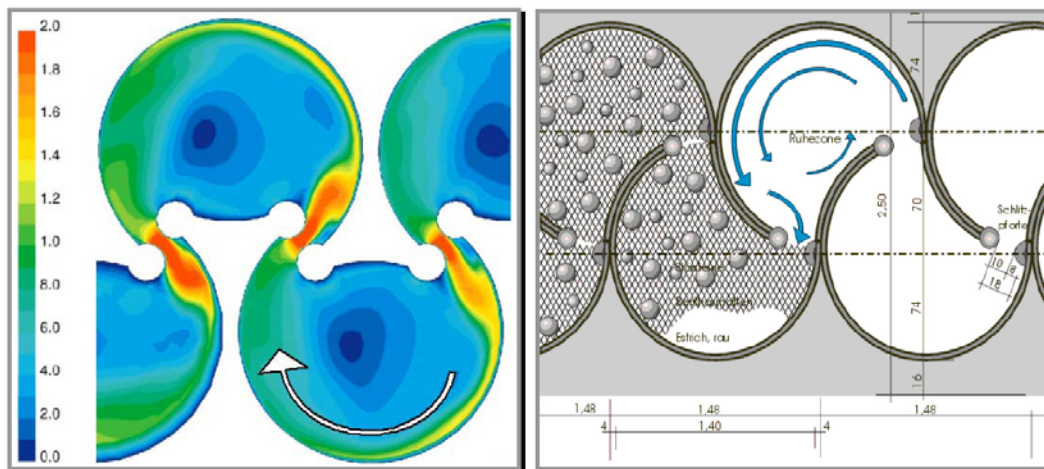


Abb. 75: Fließgeschwindigkeiten in m/s in einem Mäanderfischpass, Quelle siehe Fußnote²¹

²¹ ENDERLE BERATUNG: Fischaufstiegshilfen – eine Übersicht, hier S. 18ff

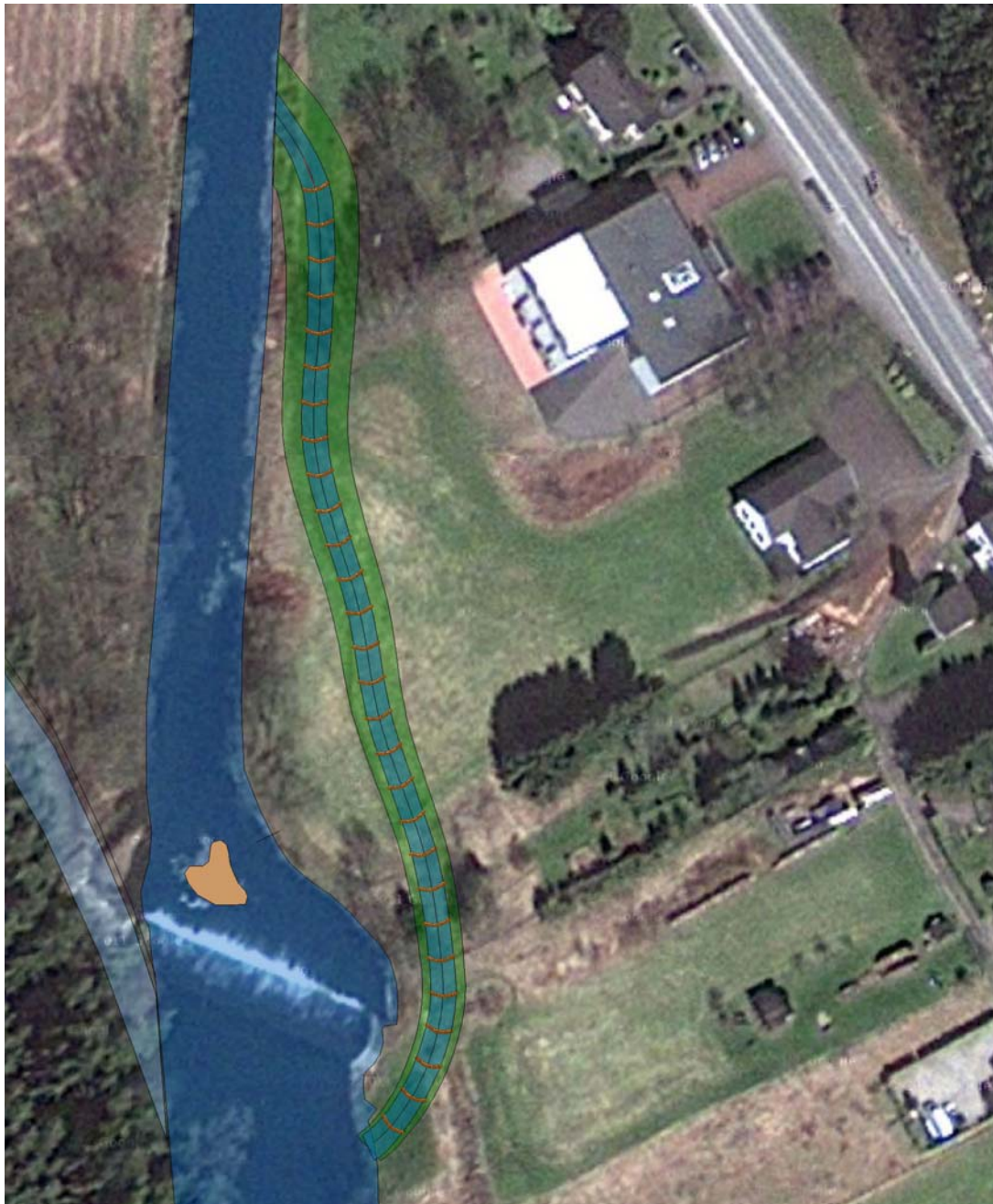


Abb. 76: Mindestlänge einer Kolktrappe; die Probleme sind leicht zu erkennen: Die Kolktrappe quert sieben Privatgrundstücke, darunter ein Betriebsgelände. Des Weiteren ist gut zu erkennen, wie Hochwasser auch diesen Weg nehmen würde, mit der Notwendigkeit für einen entsprechend aufwändigem Uferschutz oder hoher Schadensregulierung nach jedem Hochwasser.

Der Beckenpass ist im Gegensatz zur Kolktrappe technisch machbar und im Gegensatz zum Mäanderpass auch leichter für Fische zu passieren. Allerdings ist er durch die massive Konstruktion und die große Länge sehr teuer und aus den bereits genannten übrigen Gründen nicht zu empfehlen.



Abb. 77: Beckenpass in Anlehnung an das bestehende Ufermauerwerk mit Strömungsführung in einer Spitzkehre, damit der Einstieg am Fußpunkt der Wehrgleite liegt; das Ufermauerwerk wäre durch die Betonkonstruktion zu ersetzen;

Die geschätzten Kosten für den in Abb. 77 skizzierten Beckenpass belaufen sich auf die Summe, die für sämtliche anderen Maßnahmen anzusetzen ist. Dabei wird die Anlage länger als Mäander- oder Denilpässe. Es ist von einer 112 m langen Kaskade auszugehen, mittlere Seitenwandung 30 cm stark, erstellt in Ortbeton:

Fischtreppe Oberwehr

Position	Masse	Einheit	E.P.	G.P.
Baustelleneinrichtung, 4 %	1,000	psch	4,00%	12.605,04 €
Freischnitt Uferbereich	80,000	lfm	20,00 €	1.600,00 €
4 Kleine Kästen	35,000	m ³	700,00 €	24.500,00 €
24 größere Kästen bis 1,50 m Höhe	200,000	m ³	700,00 €	140.000,00 €
Öffnungen einbauen	25,000	Stück	250,00 €	6.250,00 €
Abriß Ufermauerwerk	45,000	m ³	110,00 €	4.950,00 €
Fundamentierung 16 Kästen	225,000	m ³	375,00 €	84.375,00 €
Aushub/ Abfuhr von Boden Ufer	500,000	m ³	40,00 €	20.000,00 €
Aushub Wiedereinbau von Boden	120,000	m ³	40,00 €	4.800,00 €
Schotterbett	300,000	m ³	32,00 €	9.600,00 €
Spundung/ Wasserhaltung	250,000	m ²	25,00 €	6.250,00 €
Kleinteile, Kleinpositionen	1,000	psch	12.801,05 €	12.801,05 €
Kostenschätzung netto				327.731,09 €
Kostenschätzung brutto				390.000,00 €

Insgesamt zeigt die Diskussion, wie deutlich weniger effektiv dieser Weg für eine Durchgängigkeit ist und bestätigt die Einschätzung von Abschnitt 4.9.1, eine derartige Maßnahme nicht in das Konzept aufzunehmen.



4.9.3 Temporärer Aufstieg

Die Abschnitte 4.9.1 und 4.9.2 beruhen auf der Feststellung, dass der Siegbogen aufgrund der hergestellten Durchgängigkeit über den Mühlgraben nicht für eine Durchgängigkeit benötigt wird und ökologisch sogar von einem nur temporären Durchfluss bei Wassermengen über $3,5 \text{ m}^3/\text{s}$ in der Sieg profitiert.

Ferner wurde nachgewiesen, dass an mindestens 300 Tagen im Jahr die Strömung aus der Kolktrappe, über welche die Durchgängigkeit zwischen Mühlgraben und Sieg hergestellt wird, als Lockströmung ausreicht, und an mindestens 330 Tagen, wenn eine Lockstropmpumpe zusätzlich eingebaut wird.

Damit sind die Anforderungen an eine Durchgängigkeit nach den anerkannten Regeln der Technik (z. B. Handbuch Querbauwerke NRW) erfüllt. Sofern einer der Akteure aber dennoch eine konkrete Durchgängigkeit am Oberwehr für einzelne Arten wünscht, z. B. für den Lachs als zusätzliche, redundante Maßnahme, so kann der Mäanderpass oder eine andere Form eines einfachen Fischpasses hier in Bezug auf die dafür möglichen Rahmenbedingungen diskutiert werden. Der Mäanderpass rückt hier ins Blickfeld, da dieser durch die kompakte Bauweise sehr steil und damit Platz sparend angelegt werden kann. Dies ist wie erwähnt der Grund, dass er für leistungsschwache Fische keine Option darstellt, aber für einen temporären Aufstieg der Lachse ausreichend wäre. Die Schlitzbreite wäre dann auf 30 cm zu erhöhen, zwischen den einzelnen Becken könnte die maximale Höhendifferenz von 15 cm ausgeschöpft werden und ggf. auch etwas darüber liegen. Insgesamt ist von einem Wasserbedarf dann von 250 bis 300 l/s auszugehen.

Da der Pass mit einem Sohlgefälle von 1 : 5 hergestellt werden kann, hat er einen Platzbedarf von lediglich 15 bis 20 m Länge am Oberwehr und lässt sich an der rechten Wehrwange einbauen. Abb. 78 zeigt den Mäanderfischpass von Godelheim bei Höxter in einer Übertragung auf die Verhältnisse in Freusburg in einer Luftbildmontage.

Da der Fischpass aufgrund der Redundanz zur Durchgängigkeit für alle Arten über den Mühlgraben nur der temporären Durchgängigkeit dient, ist der Zulauf im Oberwasser abzuschleubern und öffnet sich pegelgesteuert bei einem Abfluss von $5,0 \text{ m}^3/\text{s}$ in der Sieg:

0,40 m^3/s Kolktrappe und Fischrutsche
3,51 m^3/s Turbinenleistung
0,79 m^3/s Schwankungsreserve
<u>0,30 m^3/s Beschickung Mäanderpass</u>
5,00 m^3/s Abfluss = Öffnung Mäanderpass

Der Mäanderpass wird wieder geschlossen, wenn der Abfluss auf $4,21 \text{ m}^3/\text{s}$ abgesunken ist. Ab dem Q_{205} wäre damit mit einem Dauerbetrieb zu rechnen, so dass der Mäanderfischpass 160 Tage im Jahr betrieben werden kann. In Abstimmung zwischen den Fischereivertretern und den Kraftwerksbetreibern, könnte in Zukunft bei akuten Lachswanderungen und Fehlleitungen kurzfristig die Kolktrappe abgesperrt werden und das Wasser alternativ für den Mäanderpass verwendet werden – als pragmatischer Vorschlag zur Güte.



Abb. 78: Mäanderfischpass in einer Photomontage am Oberwehr

Bezogen auf die Kosten werden hier keine Berechnungen angestellt, da die Herstellung eines redundanten Systems der Durchgängigkeit nicht Aufgabe des vorliegenden Konzeptes ist. Bei Festlegung auf allein schwimmstarke Fische, womit auf besondere Einbauten für den Makrozoobenthos verzichtet werden könnte, ließen sich Kosten einsparen. Kosten treibend wirkt sich aus, dass das System voll im Hochwasser steht und entsprechend stabil und verankert ausfallen muss.

Um gerade dem Lachs eine zweite Aufstiegsmöglichkeit zu geben, ist ein Mäanderfischpass sicherlich eine geeignete Lösung, sind doch dessen Ergebnisse bezogen auf die Fischzählungen viel versprechend, hauptsächlich in der Gruppe der Fische ab 10 cm Länge.

Ob sich ein Akteur findet, der diesen zusätzlichen Fischaufstieg für einen Zeitraum von im Mittel 160 Tagen im Jahr umsetzen und damit auch finanzieren möchte, muss hier offen bleiben. Bei der Verwendung von Geldern für eine zweite Durchgängigkeit sollte aber nicht außer acht bleiben, dass neben der Durchgängigkeit die fehlenden Auen vermutlich das größere Problem für die Reproduktion vieler Arten darstellen. Fehlende Rückzugsräume für Jungfische und schwächere Arten vor Raubfischen und anderen Bedrohungen lassen sich nicht durch eine Gewässerdurchgängigkeit ersetzen und weiten ggf. gerade den Bewegungsspielraum der Raubfische aus. Insofern wird hier für eine Investition von Geldern in Auenflächen plädiert und ein Verzicht auf den Wunsch nach einem zweiten Aufstieg angeraten, selbst wenn eine Finanzierung hierfür gesichert wäre.



5. Kosten

Nachstehend werden für Kosten der genannten Maßnahmen überschlägig ermittelt, lediglich die Kosten für den Aalabstieg und die Schöpfrinne für abwandernde Lachse und Meerforellen sind durch das Einholen von Angeboten bei den Anbieterfirmen zu ermitteln. Die Kosten für die Lockstrompumpe wurden anhand vergleichbarer Edelmetallarmaturen (z. B. Abflussbegrenzer) geschätzt, diese Kosten sind ebenfalls noch mit der vermutlich einzigen Anbieterfirma im Detail auszuhandeln, zumal die Lockstrompumpe nicht unbedingt notwendig wird.

Sämtliche Kosten wurden leicht aufgerundet, um mit den Hauptmassen nicht berücksichtigte Nebenkosten für Kleinteile und unerwartete Leistungspositionen zu berücksichtigen.

5.1 Kosten Turbinenauslauf

Die Kosten am Turbinenauslauf sind durch den notwendigen, massiven Einbau in die Sohle geprägt und dadurch erhöht. Es wird davon ausgegangen, dass bei ausgeschalteter Turbine ein Damm zwischen Auslauf und Sieg geschüttet wird, der der Wasserhaltung und als Arbeitsraum dient:

Störelemente Turbinenauslauf

Position	Masse	Einheit	E.P.	G.P.
Baustelleneinrichtung, 4 %	1,000	psch	4,00%	2.601,81 €
Bohrung für 34 Störelemente	71,400	m	375,00 €	26.775,00 €
Arbeitsrampe HKS 0/45, später räumen	64,750	m ³	50,00 €	3.237,50 €
Abdichtung Westseite	60,000	m ²	30,00 €	1.800,00 €
Liefern und Einbau Störelemente	34,000	Stück	625,00 €	21.250,00 €
Ergänzen Schotterbett mit feinerem Schotter	20,000	to	36,00 €	720,00 €
Einbau von Grobschlag als Schotterbett	50,000	to	50,00 €	2.500,00 €
Holzpfostenreihen zur Sicherung von Schotter	20,000	lfm	127,50 €	2.550,00 €
Vorbohren für Pfosten	200,000	lfm	15,00 €	3.000,00 €
Kleinteile, Kleinpositionen	1,000	psch	3.212,75 €	3.212,75 €
	Kostenschätzung netto			67.647,06 €
	Kostenschätzung brutto			80.500,00 €



5.2 Kosten Umbau Raubettgerinne

Umbau Raubettgerinne

Position	Masse	Einheit	E.P.	G.P.
Baustelleneinrichtung, 4 %	1,000	psch	4,00%	1.018,10 €
Freischnitt Arbeitsräume	50,000	lfm	20,00 €	1.000,00 €
Aushub und Abfuhr von Boden	250,000	m ³	36,00 €	9.000,00 €
Aushub Grobschotter, lagern	50,000	m ³	25,00 €	1.250,00 €
Aushub Grobschotter, wieder einbauen	50,000	m ³	12,50 €	625,00 €
Liefern und Einbau großer Störblöcke	15,288	to	250,00 €	3.822,00 €
Liefern und Einbau einer Filterschicht 2/56	35,000	to	36,00 €	1.260,00 €
Nachliefern und Einbau von Grobschlag	75,000	to	45,00 €	3.375,00 €
Holzpfeilerreihen zur Sicherung von Schotter	13,000	lfm	127,50 €	1.657,50 €
Vorbohren für Pfeiler	150,000	lfm	15,00 €	2.250,00 €
Kleinteile, Kleinpositionen	1,000	psch	1.212,99 €	1.212,99 €
Kostenschätzung netto				26.470,59 €
Kostenschätzung brutto				31.500,00 €

5.3 Kosten Umbau Auslass Regenüberlauf

Hier wird davon ausgegangen, dass noch in der Böschung ein Umlenkschacht DN 1.800 eingebaut wird, von dem aus dann in anderem Winkel in die Sieg eingeleitet wird:

Umbau Regenüberlauf

Position	Masse	Einheit	E.P.	G.P.
Baustelleneinrichtung, 4 %	1,000	psch	4,00%	614,09 €
Wasserhaltung	120,000	h	5,00 €	600,00 €
Schotterung Schacht	2,700	m ³	36,00 €	97,20 €
Fundament Schacht	2,500	m ³	450,00 €	1.125,00 €
Aushub und Abfuhr/ Wiedereinbau von Boden	65,000	m ³	36,00 €	2.340,00 €
Liefern und Einbau Schacht	1,000	psch	5.000,00 €	5.000,00 €
Böschungsstück neu	1,000	psch	2.000,00 €	2.000,00 €
Holzpfeilerreihen zur Sicherung von Schotter	10,000	lfm	127,50 €	1.275,00 €
Spundverbau an der Sieg	80,000	m ²	20,00 €	1.600,00 €
Kleinteile, Kleinpositionen	1,000	psch	815,09 €	815,09 €
Mutterbodenarbeiten/ Wiederbegrünung	100,000	m ²	5,00 €	500,00 €
Kostenschätzung netto				15.966,38 €
Kostenschätzung brutto				19.000,00 €

5.4 Kosten Aalabstieg

Hier werden vorerst keine Kosten geschätzt, die Armaturen sind mit der einzigen Anbieterfirma auszuhandeln. Es wird angenommen, dass die Fischrutsche den gleichen Weg nimmt wie der Abschlag der ASK-Klappe. Bei einem Horizontalbohrverfahren für ein DN 300 Rohr sind 600 Euro brutto je Meter anzusetzen, für ein Verlegen im offenen Graben sind die Kosten hier vergleichbar. Bei 45 m Länge werden die Kosten hier mit leichter Aufrundung auf 27.500 Euro geschätzt. Hinzu kommen die Armaturen.



5.5 Kosten Kolktrappe

Hier wurden zwei Varianten, mit und ohne der Lockstromverstärkung ab dem Q300, gerechnet. Mit einzubeziehen waren zwei Brückenbauwerke, eines am Mühlgrabendammbau für die Ausleitung der Kolktrappe aus dem Mühlgraben, eines unweit der Sieg zur Bewirtschaftung der Acker- und Grünlandflächen in der Siegbogenaue:

ohne Nachspeiseleitung Lockstrompumpe

Kolktrappe Mittelwasser <-> Mühlgraben

Position	Masse	Einheit	E.P.	G.P.
Baustelleneinrichtung, 4 %	1,000	psch	4,00%	4.686,49 €
Kleine Brücke Beton Haubenprofil	6,078	m ³	825,00 €	5.013,94 €
Kleine Brücke Beton Fundament	6,720	m ³	450,00 €	3.024,00 €
Große Brücke Beton Haubenprofil	9,480	m ³	825,00 €	7.821,00 €
Große Brücke Beton Fundament	11,520	m ³	450,00 €	5.184,00 €
Aushub und Wiedereinbau von Boden	575,000	m ³	30,00 €	17.250,00 €
Aushub und Wiedereinbau von Boden an Brücken	71,300	m ³	50,00 €	3.565,00 €
Liefern und Einbau einer Filterschicht 2/56	256,667	to	36,00 €	9.240,00 €
Nachliefern und Einbau von Grobschlag	350,000	to	45,00 €	15.750,00 €
Holzpfostenreihen zur Sicherung von Schotter	250,000	lfm	127,50 €	31.875,00 €
Vorbereitende Rodungen	30,000	lfm	12,00 €	360,00 €
Spundverbau an der Sieg	80,000	m ²	20,00 €	1.600,00 €
Kleinteile, Kleinpositionen	1,000	psch	6.479,31 €	6.479,31 €
Mutterbodenarbeiten/ Wiederbegrünung	2000,000	m ²	5,00 €	10.000,00 €
Kostenschätzung netto				121.848,74 €
Kostenschätzung brutto				145.000,00 €

mit Nachspeiseleitung Lockstrompumpe

Kolktrappe Mittelwasser <-> Mühlgraben

Position	Masse	Einheit	E.P.	G.P.
Baustelleneinrichtung, 4 %	1,000	psch	4,00%	5.801,55 €
Kleine Brücke Beton Haubenprofil	6,078	m ³	825,00 €	5.013,94 €
Kleine Brücke Beton Fundament	6,720	m ³	450,00 €	3.024,00 €
Große Brücke Beton Haubenprofil	9,480	m ³	825,00 €	7.821,00 €
Große Brücke Beton Fundament	11,520	m ³	450,00 €	5.184,00 €
Aushub und Wiedereinbau von Boden	625,000	m ³	30,00 €	18.750,00 €
Aushub und Wiedereinbau von Boden an Brücken	71,300	m ³	50,00 €	3.565,00 €
Bettungssand	8,640	m ³	28,00 €	241,92 €
Aushub und Wiedereinbau von Boden Leitung	33,600	m ³	45,00 €	1.512,00 €
Liefern und Einbau Druckleitung DN 200	120,000	lfm	50,00 €	6.000,00 €
Ausleitungsarmatur	1,000	psch	7.500,00 €	7.500,00 €
Lockstrompumpe	1,000	psch	10.000,00 €	10.000,00 €
Liefern und Einbau einer Filterschicht 2/56	256,667	to	36,00 €	9.240,00 €
Nachliefern und Einbau von Grobschlag	350,000	to	45,00 €	15.750,00 €
Holzpfostenreihen zur Sicherung von Schotter	250,000	lfm	127,50 €	31.875,00 €
Vorbereitende Rodungen	30,000	lfm	12,00 €	360,00 €
Spundverbau an der Sieg	80,000	m ²	20,00 €	1.600,00 €
Kleinteile, Kleinpositionen	1,000	psch	7.601,93 €	7.601,93 €
Mutterbodenarbeiten/ Wiederbegrünung	2000,000	m ²	5,00 €	10.000,00 €
Kostenschätzung netto				150.840,34 €
Kostenschätzung brutto				179.500,00 €



5.6 Kosten Aufweitungen

Hier entstehen die höchsten Kosten allein dadurch, um die Flächen mit Gerät zu erreichen:

Aufweitungen Mühlgraben

Position	Masse	Einheit	E.P.	G.P.
Baustelleneinrichtung, 4 %	1,000	psch	4,00%	678,73 €
Freischnitt Arbeitsräume	100,000	lfm	40,00 €	4.000,00 €
Arbeitsrampe HKS 0/45, später räumen	50,000	m ³	50,00 €	2.500,00 €
Aushub und Wiedereinbau von Boden	200,000	m ³	40,00 €	8.000,00 €
Einbau von Grobschlag als Ufersicherung	15,000	to	50,00 €	750,00 €
Holzpfeilerreihen zur Sicherung von Schotter	10,000	lfm	127,50 €	1.275,00 €
Kleinteile, Kleinpositionen	1,000	psch	443,33 €	443,33 €
Kostenschätzung netto				17.647,06 €
Kostenschätzung brutto				21.000,00 €

5.7 Gesamtkosten ohne Armaturen Turbinenrechen

Mit den Kostenschätzungen ergibt sich damit folgende Bruttosumme ohne die Armaturen direkt vor dem Schonrechen und ohne den Rechen selbst, ansonsten aber für alle weiteren Arbeiten im Rahmen der zu schaffenden Durchgängigkeit:

Bruttokosten ohne Armaturen Turbinenrechen

Störelemente Turbinenauslauf	80.500,00 €
Umbau Raubettgerinne	31.500,00 €
Umbau Regenüberlauf	19.000,00 €
Umbau ASK-Ablauf als Fischrutsche	27.500,00 €
Kolkterrasse Mindestkosten	145.000,00 €
Aufweitungen Mühlgraben	21.000,00 €
Mindestkosten Durchgängigkeit	324.500,00 €
Kosten mit Lockstrompumpe	359.000,00 €



6. Schlussfolgerung

Eine Durchgängigkeit über den seit Jahren vorgeschlagenen Weg über den Mühlgraben ist möglich, die hierfür notwendigen Maßnahmen sind machbar und entsprechen voll und ganz den Zielen der EU-Wasserrahmenrichtlinie sowie den Ansprüchen der Fischerei und Anglerei. Gleichzeitig ist es Ziel des Konzeptes, auch alle anderen Nutzungsinteressen zu berücksichtigen. Auch diesen dürfte ausreichend Rechnung getragen werden, indem

- ◆ gegenüber anderen Varianten 7.000 cbm bereits für den Hochwasserschutz beim HQ2 erhalten bleiben und damit den Forderungen des WHGs auf Erhalt aller Retentionsflächen und –volumina nachgekommen wird.
- ◆ Auch der Denkmalschutz wird berücksichtigt, da das Ensemble in Bezug auf den heutigen Zustand nur vorsichtig ergänzt wird und größere Veränderungen unterbleiben.
- ◆ Dem Gebäudeschutz wird Rechnung getragen, da der Grundwasserspiegel durch die Kolkterrasse nur marginal beeinflusst wird, im Gegenzug aber eine Grundwasserabsenkung, wie bei einem Abbau des Jung'schen Wehrs zu erwarten, hier vermieden wird.
- ◆ Gleichzeitig werden die ökologischen Potentiale genutzt und gestärkt, die sich aus einer künftig wechselfeuchten und nur zeitweise voll durchflossenen Siegschleife ergeben, zumal die Speisung bei Niedrigwasser nur aus gering belasteten Nebengewässern erfolgt.
- ◆ Die Naherholung wird nicht beeinträchtigt und durch die Kolkterrasse sogar verbessert, da ein solches Bauwerk eine gewisse Attraktion darstellt und auch die Durchgängigkeit weit besser begreiflich werden lässt als ein Anbau an eine Wehranlage aus Beton

Dortmund/Freusburgermühle, den 02. Dezember 2011

Dr.-Ing. Gerold Caesperlein