

# Gestaltung von Pegelanlagen

 Handlungsempfehlung Messwesen und Durchgängigkeit



Baden-Württemberg



# Gestaltung von Pegelanlagen

 Handlungsempfehlung Messwesen und Durchgängigkeit



|                       |  |
|-----------------------|--|
| <b>HERAUSGEBER</b>    | LUBW Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg<br>Postfach 10 01 63, 76231 Karlsruhe, <a href="http://www.lubw.baden-wuerttemberg.de">www.lubw.baden-wuerttemberg.de</a>   |
| <b>BEARBEITUNG</b>    | Pegel- und Datendienst der LUBW mit Unterstützung<br>Ingenieurbüro Winkler und Partner GmbH sowie projektbegleitender Arbeitsgruppe:<br>Jörg Heimler, Bernd Karolus, Bernhard Link, Martin Treis, Landesanstalt für Umwelt,<br>Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg<br>Armin Binder und Alexandra Neumayer, Ingenieurbüro Winkler und Partner GmbH<br>Reinhold Jörger, Regierungspräsidium Freiburg<br>Felix Künemund, Regierungspräsidium Freiburg<br>Ilona Greiner, Regierungspräsidium Stuttgart<br>Manfred Bleile, Regierungspräsidium Tübingen<br>Elisabeth Korb, Landratsamt Schwarzwald-Baar-Kreis<br>Harald Miksch, Landratsamt Karlsruhe |
| <b>REDAKTION</b>      | Referat 43 – Hydrologie, Hochwasservorhersage<br>Pegel- und Datendienst  |
| <b>BEZUG</b>          | Kostenlos als Download unter: <a href="http://www.lubw.bwl.de/servlet/is/6638/">http://www.lubw.bwl.de/servlet/is/6638/</a>  |
| <b>STAND</b>          | Juli 2015  |
| <b>BERICHTSUMFANG</b> | 114 Seiten   |

|  |           |
|--|-----------|
| <b>EINFÜHRUNG</b>  | <b>5</b>  |
| <b>1 ANFORDERUNGEN</b>   | <b>6</b>  |
| 1.1 Pegelkonzeption  | 6         |
| 1.2 Vorgehen beim Pegelneubau bzw. Pegelumbau                            | 7         |
| 1.3 Anforderungen an die Durchgängigkeit                                 | 8         |
| 1.4 Vereinbarkeit Messwesen und Durchgängigkeit                          | 8         |
| 1.5 Bauliche Einrichtungen einer Pegelanlage                             | 9         |
| <b>2 VON DER VORÜBERLEGUNG BIS ZUR INBETRIEBNAHME</b>                    | <b>11</b> |
| 2.1 Planerische Herangehensweise   | 11        |
| 2.2 Planungs-, Zulassungs- und Vergabephase                              | 15        |
| 2.2.1 Vorüberlegungen und Grundlagenermittlung                           | 15        |
| 2.2.2 Vorplanung / Entwurfsplanung                                       | 17        |
| 2.2.3 Genehmigungsplanung / Zulassung                                    | 19        |
| 2.2.4 Ausführungsplanung / Vergabe                                       | 22        |
| 2.3 Bauabwicklung  | 23        |
| 2.3.1 Baubeginn  | 24        |
| 2.3.2 Bauphase   | 25        |
| 2.4 Fertigstellung / Betrieb   | 27        |
| 2.4.1 Bauabnahme nach VOB  | 27        |
| 2.4.2 Wasserrechtliche Abnahme (Zulassungskontrolle)                     | 27        |
| 2.4.3 Inbetriebnahme der Pegelanlage aus Sicht des Messwesens            | 28        |
| 2.4.4 Funktionskontrolle Durchgängigkeit von Pegelanlagen                | 30        |
| <b>3 MESSWESEN</b>   | <b>31</b> |
| 3.1 Einsatzbereiche für Messverfahren zur Abflussermittlung              | 32        |
| 3.2 Kontrollbauwerk bzw. Einschnürung in Kombination mit Kontrollbauwerk | 34        |
| 3.3 Niedrigwasser(mess)rinne   | 35        |
| 3.4 Messbereich mit Messprofilen und Ufer- und Sohlbefestigung           | 36        |
| 3.5 Messsteg   | 37        |
| 3.6 Seilkrananlage   | 39        |
| 3.7 Pegelhaus, Pegeltreppe, Verbindungseinrichtungen                     | 39        |

|          |  |           |
|----------|--|-----------|
| <b>4</b> | <b>DURCHGÄNGIGKEIT BEI PEGELANLAGEN</b>                                | <b>42</b> |
| 4.1      | Ausgangssituation  | 42        |
| 4.2      | Gestaltungsempfehlungen  | 43        |
| 4.2.1    | Fischpassierbare Raugerinne  | 45        |
| 4.2.2    | Wanderkorridore  | 47        |
| 4.2.3    | Strömungsgünstiger Einbau von Störsteinen und Steinriegeln             | 48        |
| 4.2.4    | Sohlgestaltung im Raugerinne   | 50        |
| 4.2.5    | Durchwanderbarkeit der Pegelschwelle                                   | 50        |
| 4.2.6    | Sohlgestaltung oberstrom der Pegelschwelle/ im Messbereich             | 52        |
| <b>5</b> | <b>EVALUATION DURCHGÄNGIGER PEGELANLAGEN</b>                           | <b>54</b> |
| 5.1      | Auswahl der Projektpegel   | 54        |
| 5.2      | Projektergebnisse  | 56        |
| <b>6</b> | <b>GLOSSAR</b>   | <b>86</b> |
| <b>7</b> | <b>ANHANG</b>  | <b>92</b> |
| 7.1      | Checkliste zur Überprüfung der Messanlage                              | 92        |
| 7.2      | Checkliste für die Funktionskontrolle Durchgängigkeit von Pegelanlagen | 94        |
| 7.3      | Energieversorgung der Pegelanlage                                      | 101       |
| 7.4      | Blitzschutz der Pegelanlage  | 103       |
| 7.5      | Standsicherheit der Raugerinne   | 106       |
| 7.6      | Tabellenverzeichnis  | 109       |
| 7.7      | Abbildungsverzeichnis  | 110       |
| 7.8      | Bilderverzeichnis  | 111       |
| 7.9      | Literaturverzeichnis   | 113       |

# Einführung

Neben den Bereichen „Betrieb und Unterhaltung“ sowie „Messungen und Erhebungen“ gehört zu den praktischen Grundtätigkeiten im Pegelwesen der Bereich „Planung und Bau“. Als eine der Konsequenzen aus der Bestandsaufnahme des Hydrologischen Landesmessnetzes - AG Pegel - Konzeption 2020 - wurde Ende 2012 vereinbart, die früheren Arbeitsgrundlagen im Pegelwesen sukzessive zu überarbeiten.

Die vorliegende Handlungsempfehlung richtet sich an die Wasserbehörden, Pegelbetreiber sowie alle, die mit der Planung und Ausführung von Pegelneubau- bzw. Pegelumbauvorhaben beauftragt sind. Gerade bei Pegelumbauten zur Wiederherstellung der Durchgängigkeit wirken viele Beteiligte mit. Diese Handlungsempfehlung soll die Zusammenarbeit der Beteiligten erleichtern und die Abläufe transparenter machen. Der Prozess von den ersten Vorüberlegungen über die Bauausführung bis hin zum Abschluss einschließlich der Wiederinbetriebnahme bzw. den Nacharbeiten am Pegel wird daher Schritt für Schritt erläutert.

Die Anleitung löst die „LfU-Arbeitsanleitung Planung und Bau“ von 2002 ab. Der Untertitel zeigt die seither gestiegenen ökologischen Anforderungen an das Hydrologische Messnetz. Ziel jedes Pegelneubau- oder Umbauvorhabens ist eine intakte Messanlage, die für Fische und Makrozoobenthos durchwanderbar ist und gleichzeitig bei der künftigen Unterhaltung einen akzeptablen Mehraufwand aufweist. Durch die Ausdünnung des Messnetzes in den letzten Jahren ist eine Reihe von Landespegeln mittlerweile nicht mehr in Betrieb. Die Wiederherstellung der Durchgängigkeit ist auch beim Rückbau aufgehobener Pegel zu beachten.

Landespegel sind Messanlagen von großer Bedeutung. Die Anforderungen an die Pegel sind hoch. Gute Datenqualität und hohe Ausfallsicherheit stehen mehr denn je im Vordergrund. Zudem steigt das öffentliche Interesse an der Bereitstellung der gewonnenen Daten.

Pegelanlagen benötigen, um ihre Messfunktion erfüllen zu können, zumeist Kontrollbauwerke in Form von Schwellen. Pegelschwellen behindern in der Regel die ökologische Durchgängigkeit. Wie hydrologische und ökologische Anforderungen in der Praxis in Einklang gebracht werden können und was es dabei zu beachten gilt, zeigt diese Handlungsempfehlung auf. Grundlage dafür sind insbesondere Erkenntnisse aus dem 2013 / 2014 durchgeführten Projekt „Evaluation durchgängiger Pegelanlagen“, bei dem landesweit über zwanzig bereits durchgängig gestaltete Pegel nach einheitlichen Kriterien - Messwesen und Ökologie - untersucht wurden, um für künftige Vorhaben Empfehlungen zu entwickeln.

# 1 Anforderungen

## 1.1 Pegelkonzeption

Das Pegelmessnetz der oberirdischen Gewässer ist das älteste der gewässerkundlichen Messnetze in Baden-Württemberg. Die ersten Pegel wurden für Beobachtungen der Wasserstände Anfang des 19. Jahrhunderts errichtet. Abflussmessungen an Pegeln werden seit etwa 150 Jahren durchgeführt. Die Herausforderung in der Geschichte des Pegelwesens besteht seit über 200 Jahren darin, schrittweise die Messkonzeption den technischen und fachlichen Anforderungen ihrer Zeit anzupassen und dabei den organisatorischen, rechtlichen und finanziellen Rahmen zu berücksichtigen.

Pegel sollen als Messanlagen über viele Generationen möglichst genaue Daten liefern. Dabei kommt es darauf an, gleichbleibende Messbedingungen am Standort sicherzustellen. Nur so können sich ändernde Abflusskurven erkannt und auch mit Blick auf die Ursache beurteilt werden. Hydrologische und sonstige Änderungen - z.B. Effekte des Klimawandels - sollen darüber hinaus in größeren Einzugsgebieten bewertet werden können.

Dieser Empfehlung liegt die Konzeption 2020 – Sicherstellung des hydrologischen Messnetzes (2012) – für Landespegel zugrunde. Im Fokus steht besonders die hohe technische Ausfallsicherheit der Messanlagen für den Hochwasserfall. Gleichzeitig ist es Ziel, belastbare Messergebnisse möglichst ohne Datenlücken und aus den Messungen abgeleitete bzw. berechnete hydrologische Kenngrößen für die Messstellen und für die Einzugsgebiete bereitstellen zu können. Gründe für einen notwendigen Pegelumbau, d.h. Eingriffe in bestehende Anlagen sind:

- Instandhaltungs- oder Ertüchtigungsmaßnahmen an den baulichen oder messtechnischen Pegeleinrichtungen aufgrund von Hochwasserereignissen (z. B. Mai-Juni Hochwasser 2013) oder durch langjährigen Verschleiß
- Modernisierungsmaßnahmen, z.B. der Austausch oder Verbesserungen der Mess- und Gerätetechnik
- Wiederherstellung oder Verbesserung der Durchwanderbarkeit von Pegeln für Fische und Makrozoobenthos insbesondere zur Umsetzung der Ziele der WRRL

Durch Maßnahmen zur Herstellung der Durchgängigkeit darf die Eignung der Pegelanlage für die Ermittlung zuverlässiger Messdaten, insbesondere in Niedrigwasserzeiten, nicht beeinträchtigt werden.

Im Einzelfall muss ein aktiver Pegel aufgegeben und aufgrund der Bedeutung für das hydrologische Messnetz eine Ersatzmessstelle an geeigneter Stelle im Einzugsgebiet geschaffen werden. Bei Bedarf können auch bereits aufgehobene Pegel wieder in Betrieb genommen werden. Bei allen Pegelplanungen und Pegelbauten sind die Auswirkungen auf die spätere Unterhaltung in die Überlegungen von Anfang an einzubeziehen.



## 1.2 Vorgehen beim Pegelneubau bzw. Pegelumbau

Die nachfolgende Tabelle zeigt den empfohlenen Ablauf von Pegelbaumaßnahmen. Im Zuge eines wasserrechtlichen Verfahrens beteiligt die Zulassungsbehörde die Träger öffentlicher Belange und sonstige Fachbehörden. Die einzelnen Phasen werden in den nachfolgenden Kapiteln erläutert.

**Tabelle 1: Beteiligung und Abstimmung bei Pegelbaumaßnahmen**

|  |  | Beteiligte                                  |                                |                       |                                   |
|--|--|---|--------------------------------|-----------------------|-----------------------------------|
|  |  | Zulassungs-<br>behörde                      | Regierungspräsidium            |                       | Pegel- und<br>Datendienst<br>LUBW |
|  |  |   | Vorhabenträger<br>(mit Planer) | Fischerei-<br>behörde |                                   |
| Planungs-, Zulassungs-<br>und Vergabephase   | Vorüberlegung<br>Grundlagenermittlung<br>Kap. 2.2.1                | X   | X                              | X                     | X                                 |
|  | gemeinsamer vor-Ort-Termin   |   |                                |                       |                                   |
|  | Vorplanung/<br>Entwurfsplanung<br>Kap. 2.2.2                       | X   | X                              | X                     | X                                 |
|  | Ergebnisse der Vorplanung bzw. Entwurfsplanung an alle Beteiligten |   |                                |                       |                                   |
|  | Genehmigungsplanung<br>/ Zulassung<br>Kap. 2.2.3                   | X   | X                              | X                     | X                                 |
| Anhörung durch die Zulassungsbehörde         |  |   |                                |                       |                                   |
| Ausführungsplanung/<br>Vergabe<br>Kap. 2.2.4 | bei Bedarf   | X   | bei Bedarf                     | bei Bedarf            |                                   |
| Bauabwicklung                                | Baubeginn<br>Kap. 2.3.1  | X   | X                              | X                     | X                                 |
|  | Kenntnisgabe des Baubeginns an die Beteiligten                     |   |                                |                       |                                   |
|  | Bauphase<br>Kap. 2.3.2   | empfohlen                                   | X                              | X                     | bei Bedarf                        |
|  | Begleitende Bauüberwachung   |   |                                |                       |                                   |
| Herstellungskontrolle<br>Kap. 2.3.2          | empfohlen  | X   | X                              | X                     |                                   |
|  |  | gemeinsamer vor-Ort-Termin vor Bauabschluss |                                |                       |                                   |
| Fertigstellung / Betrieb                     | Bauabnahme nach<br>VOB<br>Kap. 2.4.1                               |   | X                              |                       |                                   |
|  | Wasserrechtliche<br>Abnahme<br>(Zulassungskontrolle)<br>Kap. 2.4.2 | X   | X                              | bei Bedarf            | bei Bedarf                        |
|  | (Wieder-) Inbetrieb-<br>nahme Messanlage<br>Kap. 2.4.3             |   | X                              |                       | X                                 |
|  | Weitere Kontrollen<br>Kap. 2.4.4                                   | bei Bedarf                                  | X                              | bei Bedarf            | bei Bedarf                        |

### **1.3 Anforderungen an die Durchgängigkeit**

Wesentlich für die Gestaltung einer durchgängigen Pegelanlage ist die Kenntnis der Zielfischarten, nach denen sich die Bemessung der Wanderwege auszurichten hat. Es wird davon ausgegangen, dass die Durchgängigkeit für aquatische Wirbellose (Makrozoobenthos) gewährleistet ist, wenn die Anforderungen für schwimmschwache, bodenorientiert wandernde Fischarten erfüllt sind.

Die Kenntnisse über die zu berücksichtigenden Fischarten sind bei der Fischereibehörde vorhanden. Die Fischereibehörde bestimmt anhand von Referenz-Fischzönosen (EG-Wasserrahmenrichtlinie, kurz WRRL), Ergebnissen abgeschlossener Fischbestandsuntersuchungen und eigenen Fachkenntnissen die Zielarten, an denen die Bemessung auszurichten ist. Die Fischereibehörde ist daher bereits in der Phase der Vorüberlegungen und Grundlagenermittlung (s. Kap. 2.2.1) einzubinden.

Die größte vorkommende Zielfischart wird als Maß für die Auslegung der Wassertiefe, der Breite der Durchlässe und des Raumbedarfs herangezogen. Aus den Anforderungen der schwimmschwächsten Art wird die maximal zulässige Fließgeschwindigkeit bestimmt. Bei Divergenz dieser Anforderungen können auch mehrere Wanderkorridore geplant werden, wenn die Rahmenbedingungen dafür gegeben sind und insbesondere das Wasserdargebot dafür ausreicht. So wird gewährleistet, dass möglichst das gesamte Artenspektrum und alle Altersstadien die Anlage durchwandern können.

Prinzipiell können für die durchgängige Pegelanlage zur Orientierung die Bemessungsgrundsätze und Gestaltungsregeln für an Pegeln geeignete Bauweisen des DWA-Merkblatts 509 (DWA 2014) oder der Handlungsempfehlung „Durchgängigkeit für Tiere in Fließgewässern – Teil 2“ (LUBW 2006) auch für die Wiederherstellung der Durchgängigkeit bei Pegelanlagen angewendet werden.

Stromaufwärts durchgängige Pegelanlagen mit Raugerinne (raue Vollrampe) sind prinzipiell auch für den Fischabstieg geeignet. Bei Teilrampen und ähnlichen Konstruktionen mit Absturz muss u. a. darauf geachtet werden, dass unterhalb des Absturzes eine ausreichende Wassertiefe vorhanden ist.

### **1.4 Vereinbarkeit Messwesen und Durchgängigkeit**

Ein wesentliches Ziel nach WRRL ist der gute ökologische Zustand der Fließgewässer. Dazu zählt auch die grundsätzliche wasserrechtliche Vorgabe zur Wiederherstellung bzw. zum Erhalt der Durchgängigkeit. Mit den dazu notwendigen Pegelumbauten wird meist in eine seit Jahrzehnten funktionierende Messanlage eingegriffen. Mit Veränderungen an der Pegelschwelle, im Messprofil oder im für den Pegel maßgeblichen Gewässerabschnitt entstehen oft neue Wasserstands-Abfluss-Beziehungen, d.h. neue Abflusskurven. Der Umbau kann auch zu einem erhöhten - teilweise auch erheblichen - Mehraufwand für die Unterhaltung führen.

Daher besteht ein Zielkonflikt zwischen bestmöglichen, vergleichbaren Messergebnissen einerseits und einem für aquatische Organismen uneingeschränkt durchwanderbaren Fließgewässer andererseits. In der Praxis gilt es, im gemeinsamen Abstimmungsprozess vor allem in Bezug auf das Wasserregime und die bauliche Gestaltung den besten Kompromiss zu finden und umzusetzen.

Wie hydrologische und ökologische Anforderungen in der Praxis in Einklang gebracht werden können und was es dabei zu beachten gilt, zeigt diese Handlungsempfehlung auf. Grundlage dafür sind insbesondere Erkenntnisse aus dem durchgeführten Projekt „Evaluation durchgängiger Pegelanlagen“, bei dem landesweit über zwanzig bereits durchgängig gestaltete Pegel nach einheitlichen Kriterien - Messwesen und Ökologie -

untersucht wurden, um für künftige Vorhaben Empfehlungen zu entwickeln. Die im Zuge dieses Projekts gewonnenen Erkenntnisse werden in den nachfolgenden Kapiteln vorgestellt. Die Projektergebnisse werden mit steckbriefartigen Beschreibungen der durchgängigen Pegelanlagen einschließlich der fachlichen Bewertungen in Kapitel 5.2 aufgeführt.

## **1.5 Bauliche Einrichtungen einer Pegelanlage**

Im Sinne dieser Handlungsempfehlung werden Einrichtungen zur Wiederherstellung der Durchgängigkeit wie Raugerinne (raue Vollrampe) der Pegelanlage zugerechnet.

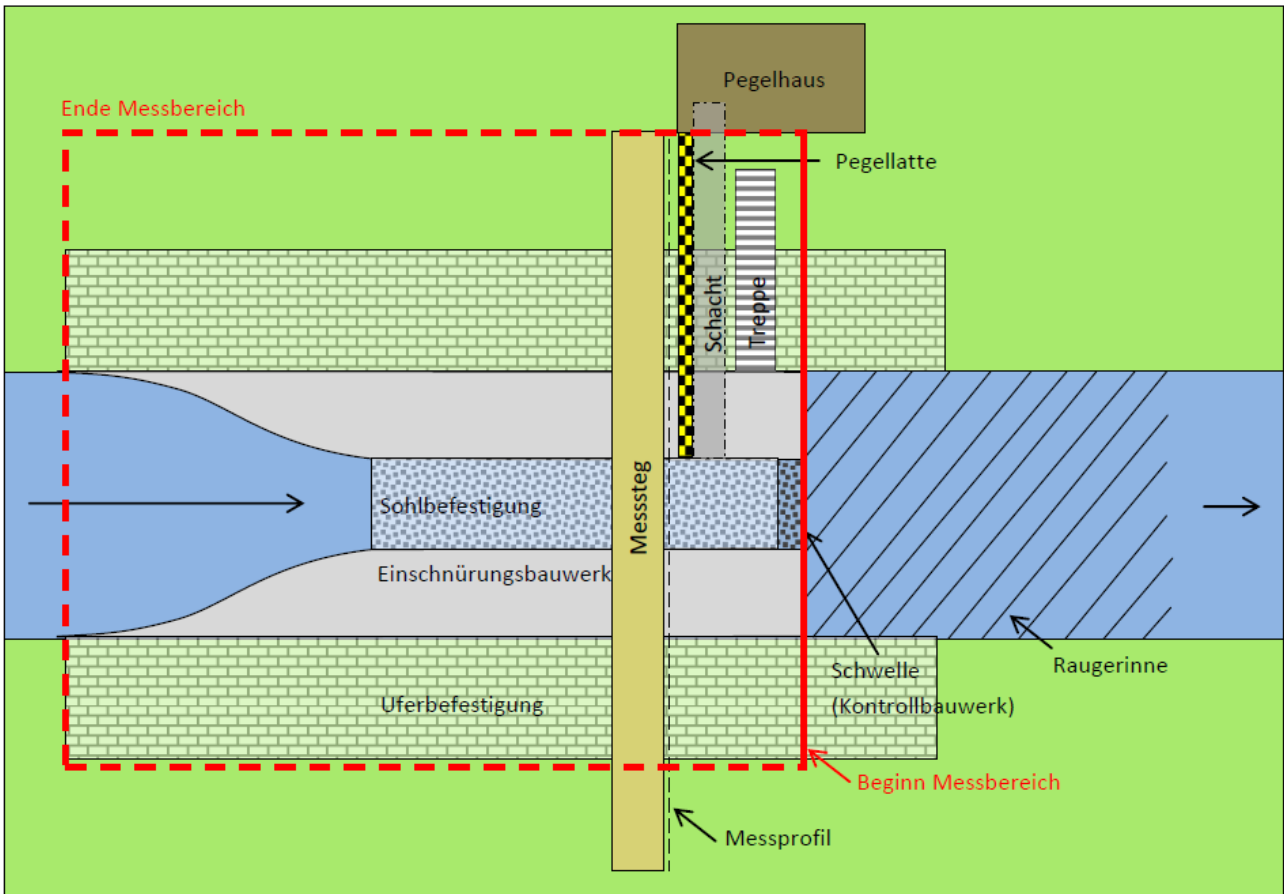
Zu den möglichen baulichen Einrichtungen einer Pegelanlage zählen demnach:

- Pegelhaus
- Pegeltreppe, Schächte, Verbindungsleitungen
- Pegelschwelle (Kontrollbauwerk)
- Einschnürungsbauwerk für Niedrigwasser
- Messbereich mit Messprofil sowie Sohl- und Uferbefestigungen
- Messsteg bzw. die Seilkrananlage
- Raugerinne oder ähnliches

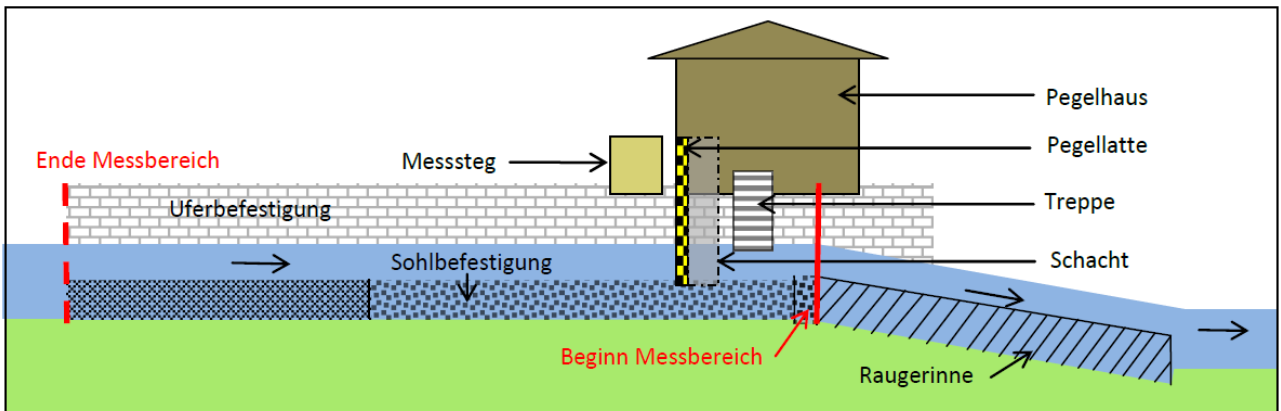
Pegel sind auf Langzeit angelegte Messanlagen. Daher ist bei der Gestaltung der Pegelanlage darauf zu achten, dass gleichbleibende Bedingungen für Messungen des Wasserstands (W) und des Abflusses (Q) gegeben sind. Die Höhe des gemessenen Wasserstands darf ausschließlich vom Abfluss am Standort und nicht von Einflüssen aus dem Unterwasser bestimmt sein. Damit wird die Voraussetzung geschaffen, dass sich – bei Einhaltung der Anforderungen an den Pegelbetrieb und an die Unterhaltung der Messanlage – durch qualifizierte Abflussmessungen eine stabile Abflusskurve (Wasserstands-Abfluss-Beziehung) einstellen kann.

Die Anforderungen an die Unterhaltung der Pegelanlage sind in der LUBW-Handlungsempfehlung „Pegelbetrieb und Unterhaltung“ erläutert einschließlich der dauerhaft erforderlichen Kontrollmaßnahmen für die einzelnen Einrichtungen.

Die Abbildungen 1 und 2 geben einen schematischen Überblick und zeigen – bis auf die Seilkrananlage – die maximal möglichen baulichen Einrichtungen einer Pegelanlage.



**Abbildung 1:** Bauliche Einrichtungen am Pegel (prinzipiell mögliche Anordnung)



**Abbildung 2:** Längsschnitt baulicher Einrichtungen am Pegel (prinzipiell mögliche Anordnung)

# 2 Von der Vorüberlegung bis zur Inbetriebnahme

## 2.1 Planerische Herangehensweise

Im Fokus der Planung müssen einerseits die baulichen Anlagen und andererseits die Messeinrichtungen des Pegels stehen. Zu den maßgeblichen Planungselementen gehören die Festlegung des Anforderungsprofils, die Standortsuche- und -auswahl sowie die Prüfung der Realisierbarkeit des Pegelbauvorhabens.

|                           | <b>Verdichtung/Ersatz</b><br>▼ | <b>Verbleib</b><br>▼            | <b>Streichung</b><br>▼     |
|---------------------------|--------------------------------|---------------------------------|----------------------------|
| <b>Vorhaben</b>           | <b>NEUBAU</b>                  | <b>UMBAU</b>                    | <b>AUFHEBUNG/RÜCKBAU</b>   |
| <b>Messstellennummer</b>  | <b>neu</b>                     | <b>meist unverändert</b>        | <b>unverändert, Archiv</b> |
| <b>Anforderungsprofil</b> | <b>neu</b>                     | <b>überprüfen bzw. anpassen</b> | <b>Archiv</b>              |
| <b>Standortwahl</b>       | <b>erforderlich</b>            | <b>entfällt</b>                 | <b>entfällt</b>            |
| <b>Standortqualität</b>   | <b>abschätzen</b>              | <b>überprüfen</b>               | <b>entfällt</b>            |
| <b>Realisierbarkeit</b>   | <b>prüfen</b>                  | <b>prüfen</b>                   | <b>prüfen (Rückbau)</b>    |

**Abbildung 3:** Messkonzeptionelle Varianten beim Pegelmessnetz

Bei der Konstellation „Neubau eines Landespegels“ lässt sich die Vorgehensweise bei der Planung am besten erläutern. Sinngemäß und bei Bedarf sind die einzelnen Prüfelemente auch beim Umbau und Rückbau von Landespegeln oder bei sonstigen Pegeln gemäß Abbildung 1 anzuwenden. Es wird schrittweise vorgegangen.

Im ersten Schritt wird das übergeordnete **Anforderungsprofil** als Teil der Messkonzeption festgelegt. Darüber hinaus können auch lokale Anforderungen eine Rolle spielen.

- **Grundlegende Anforderungen**

Hier geht es insbesondere um die konzeptionelle Zuordnung und die Aufgaben auf Messnetzebene der Oberflächengewässer (z.B. Landesmessnetz, Betriebspegel, Spezialpegel) sowie um die Festlegung der Pegelfunktionen in Bezug auf Niedrigwasser, Mittelwasser und Hochwasser. In aller Regel hat ein Landespegel alle drei Funktionen zu erfüllen.

- **Kenngrößen für Messungen**

Bei Messstellen an Fließgewässern werden zumeist sowohl der Wasserstand (W) als auch der Abfluss (Q) benötigt.

### ■ **Aufgaben des Pegels**

Zumeist hat ein Landespegel mehrere Aufgaben zu erfüllen, z.B. für den Hochwassermelddienst („HMO-Pegel“), für Veröffentlichungen im Deutschen Gewässerkundlichen Jahrbuch (DGJ), für Beobachtungen des Klimawandels (KLIWA) oder für die Aufgaben der Hochwasservorhersagezentrale (HVZ). Auch die Berücksichtigung bedeutsamer Quellen („Quellmessnetz“) oder die repräsentative Abdeckung kleiner Einzugsgebiete (EZG) spielen dabei eine Rolle. Messstellen können zusätzlich Spezialaufgaben erhalten, die sich vor allem aus der örtlichen Nutzungssituation (z.B. Donaumleitung) oder dem lokalen Hochwassermanagement ergeben können.

Nach Festlegung des Anforderungsprofils erfolgt im zweiten Schritt die **gezielte Suche geeigneter Standorte**. Die Standortwahl hat zentrale Bedeutung und erweist sich in der Praxis insbesondere in Verdichtungsräumen zumeist als limitierender Faktor. Geeignete Pegelstandorte müssen die Aufgaben und Funktionen des Pegels erfüllen können. Wenn die beste Standortalternative dem Anforderungsprofil nicht vollständig entsprechen kann, ist das Anforderungsprofil zu prüfen und ggf. dem Machbaren anzupassen. Für die Eignung des Messstandorts und die Abschätzung der Datenqualität gilt es, verschiedene Kriterien zu beachten.

- Stabile, möglichst unbeeinflusste Bedingungen am Pegelstandort mit guten Verhältnissen und Möglichkeiten für Messungen sind wichtige Voraussetzungen für belastbare Daten. Stellen mit anthropogenen Einflüssen wie Schwellbetrieb durch Kraftwerke oder Wasserentnahmen sind als Pegelstandorte ungeeignet.
- Benötigt wird ein stabiles Messprofil mit einem definierten Querschnitt. Eine gleichmäßige, parallele Anströmung auch in Ufernähe ist erforderlich. Oberhalb des Messprofils ist zu beachten:
  - strömender Abfluss, Froude-Zahl ( $Fr$ ) möglichst  $< 0,5$
  - keine Turbulenzen oder Wellenbildung
  - kein schießender Zufluss zum Pegel

Unterhalb des Messprofils ist ein schießender Abfluss vorteilhaft, weil so kein Rückstau in den Messbereich entstehen kann. Der negativen Auswirkungen des Fließwechsels auf die ökologische Durchgängigkeit muss durch geeignete Gestaltung der Pegelschwelle bzw. Rampenkronen begegnet werden (s. Kap. 4). Bei größeren Abflüssen (Hochwasser) ändern sich die hydraulischen Randbedingungen und es kann sich ein strömender Abfluss über der Pegelschwelle einstellen. In diesem Fall kann der Wasserstand des Messbereichs vom Unterwasser vor allem durch Rückstau beeinflusst werden.

Die Standortsuche und -prüfung erfordert eine intensive Gewässerbegehung. Momentaufnahmen vor Ort bei mittleren Abflussverhältnissen reichen nicht aus, um die Standorteignung in Bezug auf die hydraulischen Gegebenheiten insgesamt abzuschätzen. Die hydraulischen Verhältnisse bei Niedrigwasser und Hochwasser sind von besonderer Bedeutung und daher zu erkunden bzw. durch Befragungen der Anlieger sowie Auswertungen historischer Ereignisse zu ermitteln. Im Rahmen der Standortprüfung sollten ebenfalls hydraulische Berechnungen bezüglich der erforderlichen Leistungsfähigkeit des Pegels durchgeführt werden.

### **Bedeutung des Pegelstandorts**

Die Erfahrung zeigt, dass durch gravierende Standortnachteile entstehende Qualitätsverluste in der Praxis mittel- und langfristig weder durch zusätzliche Messungen noch durch erhöhte Unterhaltungsmaßnahmen ausgeglichen werden können.

Die im Zusammenhang mit den steigenden Anforderungen im Qualitätsmanagement eingeführte Checkliste für die Standortqualität eignet sich auch für die vorläufige Eignungsprüfung bei der Standortsuche.

Schließlich wird für geeignete Standorte die **Realisierbarkeit** des Vorhabens geklärt. Spätestens jetzt muss sichergestellt sein, dass die finanziellen Voraussetzungen für das Vorhaben und die Personalressourcen für die spätere Pegelunterhaltung vorliegen. Im Hinblick auf die Realisierbarkeit sind vor allem folgende Punkte für den geplanten Standort zu prüfen:

- Gewährleistung der Durchgängigkeit (s. Kap. 1.3 und Kap. 4)
- Eigentumsverhältnisse, Forderungen Dritter, Auflagen (z.B. Denkmalschutz, Naturschutz)
- tatsächliche Gewässerbenutzungen (z.B. Schwellbetrieb, Bootsverkehr, Wasserentnahmen, Einleitungen); Anfrage dazu bei der unteren Wasserbehörde ist erforderlich
- Erreichbarkeit, ausreichende Zugangsmöglichkeiten für Kontrollen, Messungen und Unterhaltungsmaßnahmen
- tatsächliche Platzverhältnisse für Pegelhaus, Messprofil, Messsteg, sonstige bauliche Einrichtungen sowie Verbindungsleitungen
- Aufwand bis zur Inbetriebnahme in Bezug auf flussbauliche Maßnahmen oder Gehölzpflegearbeiten; Verkrautungsanfälligkeit prüfen
- bestehende Versorgungs-/Stromleitungen (Leitungsbestand)
- Besonderheiten der Verkehrssicherungspflicht (z.B. bei Benutzung von Brücken für Messtätigkeiten), des Arbeitsschutzes oder des Blitzschutzes
- Möglichkeit der Stromversorgung, möglicher Anschluss an das Telefonnetz
- gutes Funksignal
- sonstige örtliche Gegebenheiten oder größere Widerstände, die sich auf den geplanten Betrieb auswirken können (innerorts insbesondere die Belange des Lärmschutzes)

### Herausforderung Pegelbaumaßnahme

Günstige Standortverhältnisse sind für einen Pegel maßgeblich, insbesondere für Messungen und Unterhaltungsmaßnahmen.

Neben den ökologischen Anforderungen sind in den letzten Jahren auch die Ansprüche an die Ausfallsicherheit der Messeinrichtungen und an die Datenqualität deutlich gestiegen. Beim Pegel- und Datendienst der LUBW werden die Arbeitsgrundlagen erarbeitet und fortgeschrieben. Die aktuellen Grundlagen, Empfehlungen und Checklisten wie zur „Standortqualität“ sind im UIS-Landesintranet auf dem Portal „Pegelinfo“ verfügbar.

Randbedingungen für einen Pegel können sich im Laufe der Zeit ändern. Daher wird bei Pegelumbauten die sogenannte **Standortqualität** eines Pegels einschließlich des Aufgabenprofils überprüft (vorher-nachher-Vergleich). Die dazu im Zusammenhang mit den steigenden Anforderungen im Qualitätsmanagement eingeführte Checkliste für die Standortqualität eignet sich auch für die vorläufige Eignungsprüfung bei Neubaumaßnahmen.

Sind mehrere Standorte für eine neue Pegelanlage gleichermaßen geeignet und wird die Umsetzung in Bezug auf die Realisierbarkeit gleich beurteilt, ist der kostengünstigste Standort unter Berücksichtigung des künftigen Unterhaltungsaufwands zu wählen.

Erst nachdem ein geeigneter Standort gefunden ist und die Prüfung der Realisierbarkeit für das Vorhaben abgeschlossen ist, werden die notwendigen baulichen Anlagen eines Pegels, die Messeinrichtungen und Messverfahren im Detail festgelegt (s. Kap. 2.4). Der Pegelbetreiber und der Pegel- und Datendienst der LUBW arbeiten bei allen Pegelbauvorhaben - Neubau, Umbau oder Rückbau - intensiv zusammen.

Pegelumbauten zur Wiederherstellung der Durchgängigkeit sind aufwändig und kostenintensiv. Anstatt des Umbaus kann im Einzelfall ein Neubau zweckmäßiger und wirtschaftlicher sein.



## 2.2 Planungs-, Zulassungs- und Vergabephase

Die unterschiedlichen Arbeitsschritte und Beteiligungen der Planungs- und Vergabephase werden nachfolgend beschrieben.

**Tabelle 2:** Planungs-, Zulassungs- und Vergabephase

|  |  | Beteiligte             |                                |                       |                                   |
|--|--|------------------------|--------------------------------|-----------------------|-----------------------------------|
|  |  | Zulassungs-<br>behörde | Regierungspräsidium            |                       | Pegel- und<br>Datendienst<br>LUBW |
|  |  |                        | Vorhabenträger<br>(mit Planer) | Fischerei-<br>behörde |                                   |
| Planungs-, Zulassungs- und<br>Vergabephase | Vorüberlegung<br>Grundlagenermittlung<br>Kap. 2.2.1                | X                      | X                              | X                     | X                                 |
|  | gemeinsamer vor-Ort-Termin   |                        |                                |                       |                                   |
|  | Vorplanung/<br>Entwurfsplanung<br>Kap. 2.2.2                       | X                      | X                              | X                     | X                                 |
|  | Ergebnisse der Vorplanung bzw. Entwurfsplanung an alle Beteiligten |                        |                                |                       |                                   |
|  | Genehmigungsplanung/<br>Zulassung<br>Kap. 2.2.3                    | X                      | X                              | X                     | X                                 |
|  | Anhörung durch die Zulassungsbehörde                               |                        |                                |                       |                                   |
|  | Ausführungsplanung/<br>Vergabe<br>Kap. 2.2.4                       | bei Bedarf             | X                              | bei Bedarf            | bei Bedarf                        |

### 2.2.1 Vorüberlegungen und Grundlagenermittlung

Die ersten Schritte der Planungsphase bestehen aus den Vorüberlegungen und der Grundlagenermittlung. Die Federführung liegt beim Vorhabenträger. Der Pegel- und Datendienst der LUBW, die Fischereiverwaltung und die Zulassungsbehörde sollen hier bereits entsprechend beteiligt werden. Die Fischereiverwaltung liefert die planungsrelevanten fischökologischen Anforderungen, bei der Zulassungsbehörde können gegebenenfalls für die Realisierbarkeit relevante Randbedingungen eingeholt werden.

Die „prioritären Strecken“ beim Erreichen der Durchgängigkeit als Bewirtschaftungsziel, so genannte Schlüsselbauwerke bzw. möglichst große durchgängige Kernbereiche im betrachteten Einzugsgebiet, legt das Regierungspräsidium als Flussgebietsbehörde fest. Die Vorgehensweise bei Pegelanlagen unterscheidet sich nicht gegenüber der bei Wasserkraftanlagen oder sonstigen baulichen Anlagen, die in einem Wasserkörper durchgängig zu machen sind.

In dieser Phase achtet die LUBW als Trägerin des Messnetzes darauf, dass nicht gleichzeitig mehrere Pegel im gleichen Einzugsgebiet umgebaut werden und noch eine ausreichende Einsatzbereitschaft des Messnetzes vor allem für den Hochwasserfall besteht. Zu berücksichtigen ist auch, dass Änderungen in Bezug auf die Messergebnisse nach dem Umbau eintreten können und sich dadurch der künftige Prüf- und Korrekturaufwand für die Datenbereitstellung erhöht.

Bevor in die tatsächliche Planung eingestiegen wird, sind möglichst konkret die Rahmenbedingungen für das Vorhaben festzulegen. Ziel ist es, den beauftragten Planer in die Lage zu versetzen, ein nachvollziehbares Planungsergebnis vorzulegen. Dies soll die Planungs- und Vergabephase zeitlich straffen, Fehlplanungen verhindern und den Abstimmungsprozess der Beteiligten erleichtern.

Bei den Vorüberlegungen spielt auch eine wichtige Rolle, welche Bedeutung dem betrachteten Pegel im Landesmessnetz zukommt und ob und welche Spielräume für Änderungen an der Pegelschwelle bestehen. Grundsätzlich gilt bei Pegelumbauten die Anforderung, dass der Pegel seine Aufgaben und Funktionen im Messnetz auch künftig weiterhin in vollem Umfang wahrnehmen können muss.

**Zu den notwendigen Grundlagen für die Vorüberlegungen zum Pegelbauvorhaben seitens des hydrologischen Messwesens zählen:**

- MNQ (30 Jahre oder jünger), ggf. Fließgeschwindigkeit ( $v_{\text{mittel}}$ )
- Mindestfließgeschwindigkeit ( $v_{\text{min}}$ ) bei Niedrigwasser (s. Kap. 3.1)
- Bemessungsgröße, meist  $HQ_{100}$
- bestehende Abflusskurve
- Messverfahren und Anforderungen in Bezug auf die Mess- und Gerätetechnik nach dem Umbau

Die Informationen werden durch den Pegelbetreiber bereitgestellt. In Bezug auf die statistischen Kenngrößen stimmt sich der Betreiber bei Bedarf mit der LUBW ab. Darüber hinaus wird rechtzeitig eine Prüfung der Standortqualität zur bestehenden Messanlage vom Pegelpersonal durchgeführt, um spezifische Besonderheiten der Örtlichkeit frühzeitig berücksichtigen zu können.

**In Bezug auf die ökologische Durchgängigkeit stehen folgende Überlegungen im Vordergrund:**

Die Fischereibehörde bestimmt die Zielarten, für welche die Durchgängigkeit am Standort wieder hergestellt werden soll anhand der Daten aus

- den Referenz-Fischzönosen (WRRL),
- den Ergebnissen abgeschlossener Fischbestandsuntersuchungen sowie den
- standortbezogenen Detailkenntnissen der Fischereibehörden.

Dabei werden sowohl die größten Arten wegen des Raumbedarfs als auch die kleinsten, schwimmschwächsten Arten im Hinblick auf die maximalen Strömungsgeschwindigkeiten berücksichtigt. Entsprechend der Ansprüche der Zielarten werden von der Fischereibehörde Vorgaben für die Planung gemacht vor allem im Hinblick auf:

- erforderliche Durchlassbreiten
- erforderliche Mindestwassertiefen
- maximal zulässiges Gefälle
- maximal zulässige Strömungsgeschwindigkeiten

Die Strömungsgeschwindigkeit soll vorgegeben werden als maximal zulässiger Wert in „Schnauzenhöhe“ der Zielart im Wanderkorridor.

Zu beachten ist die Größe des Gewässers im Hinblick auf die Abflüsse und die Gewässerbreite. Die Gewässergröße bzw. das Abflussregime stellt eine wichtige Information dar, weil bei großen Mittelwasserabflüssen im Regelfall ausreichende Wassertiefen im Wanderkorridor erreicht werden können. Die Gewässerbreite wirkt sich unmittelbar auf die Baukosten und den künftigen Unterhaltungsaufwand aus, beispielsweise wenn mit häufigen Räumungen zu rechnen ist.

Die vorgelegten Datengrundlagen müssen für den Planer belastbar sein. Änderungen der Datengrundlagen während der Planung führen in aller Regel zu teuren Umplanungen.

Die Vorüberlegungen sollen möglichst zwischen allen Betroffenen gemeinsam besprochen werden. Dies sind die Verantwortlichen des Messwesens (Pegelbetreiber), die Vertreter der Fischereiverwaltung sowie die LUBW (Pegel- und Datendienst), der beauftragte Planer und bei Bedarf die Zulassungsbehörde. Das Ergebnis ist zu dokumentieren. Auf die vereinbarten Vorüberlegungen ist im weiteren Verlauf des Vorhabens bzw. in den Planungsunterlagen eindeutig Bezug zu nehmen.

### **2.2.2 Vorplanung / Entwurfsplanung**

Auf Grundlage der in den Vorüberlegungen festgelegten Eckdaten werden im Rahmen der Vorplanung vom Planer/Vorhabenträger weitere Grundlagen ermittelt und unter deren Berücksichtigung eine oder bei Bedarf mehrere Varianten für den Pegelneu- bzw. Umbau untersucht. Weitere einzuholende **Grundlagen** sind:

#### **Gewässerbenutzung**

Es ist zu prüfen, ob bestehende Nutzungen, zum Beispiel Schwellbetrieb, Bootsverkehr, Wasserentnahmen, Einleitungen oder ähnliches den Pegelbetrieb beeinflussen können. Entsprechende Informationen können bei der unteren Wasserbehörde eingeholt werden.

#### **Leitungsbestand**

Es ist zu prüfen, ob Konflikte mit bestehenden Versorgungsleitungen auftreten können:

- Liegen Leitungen im Böschungsbereich und sind bei der Herstellung der Abfahrten ins Gewässer Sicherungsmaßnahmen vorzusehen?
- Sind seitliche Einleitungen (z.B. Drainagerohre etc.) vorhanden? Müssen diese eventuell verlegt werden?
- Befinden sich Freileitungen im Baubereich und sind evtl. erforderliche Sicherheitsabstände zu beachten?
- Liegen Leitungen im Pegelbereich und ist mit Problemen beim Aushub (Beschädigung der Leitungen) oder bei der Überdeckung der Leitungen zu rechnen?

## **Schutzgebiete**

Es ist zu prüfen, ob sich innerhalb des Baubereiches Schutzgebiete (z.B. Naturschutzgebiete, NATURA 2000-Gebiete, geschützte Biotope etc.) befinden. Wichtig ist dies im Hinblick auf die Zufahrt zum Gewässer insbesondere während der Bauphase. In diesem Zusammenhang ist die Notwendigkeit von Eingriffen in Gehölze zu prüfen, da grundsätzlich nur in naturschutzrechtlich festgesetzten Zeiten (Oktober bis Februar) in Gehölze eingegriffen werden darf. Ggf. müssen Gehölze bereits vor Beginn der Bauphase entfernt werden.

## **Fischschonzeiten**

Eingriffe in das Gewässer sind nur außerhalb der Laichzeiten der standorttypischen Fischarten zulässig.

## **Pegelunterhaltung**

Bei allen Pegelplanungen und Pegelbauten sind die Auswirkungen auf die spätere Unterhaltung in die Überlegungen von Anfang an einzubeziehen. Im Rahmen der Analyse des Pegel- und Datendienstes (AG Pegel - Konzeption 2020) wurde 2012 auch der Mehraufwand in Bezug auf die ökologischen Anforderungen betrachtet. Die Regierungspräsidien haben als Pegelbetreiber für die durchgängig gestalteten Pegel einen deutlichen Mehraufwand für den Betrieb und die Unterhaltung der Pegel zwischen 10 bis 30% im Vergleich zur Situation vor dem Umbau angegeben. Dies entspricht in etwa einem betrieblichen Mehraufwand von fünf Tagen pro Pegel und Jahr. Dieser Mehraufwand soll in den kommenden Jahren verifiziert werden.

Zum Unterhaltungsaufwand tragen meist mehrere Ursachen bei. Oft ist die geänderte Pegelschwelle im Rahmen der Routinekontrolle nach dem Umbau häufiger zu reinigen bzw. von Verklausung zu befreien. Die Wasserstände sind entsprechend häufiger zu kontrollieren und zu korrigieren. Hinzu kommen sonstige zusätzliche Arbeiten zur Pegel- und Gewässerunterhaltung. Darüber hinaus muss die Beseitigung von Schädigungen, die bei durchwanderbar gestalteten baulichen Anlagen z.B. nach Hochwasserereignissen auftreten, aus Mitteln der Pegelunterhaltung finanziert werden.

Der Aufwand für die Unterhaltung ist daher ein maßgeblicher Punkt bei der Planung und Ausführung der Baumaßnahme. Es ist darauf zu achten, dass der Zugang zur Pegelschwelle, zu Schächten und Verbindungseinrichtungen der Messsysteme und zur Rampe bzw. Fischaufstiegsanlage über Ufer bzw. Böschung einfach möglich ist. Alle notwendigen Unterhaltungsarbeiten in diesem Zusammenhang müssen mit vertretbarem Aufwand ausgeführt werden können und dabei den Aspekten des Arbeitsschutzes Rechnung tragen. In diesem Zusammenhang wird auf die Handlungsempfehlung „Pegelbetrieb und Unterhaltung“ (LUBW, 2014) verwiesen.

Der zusätzliche Unterhaltungsaufwand während des kontinuierlichen Pegelbetriebs, beispielsweise durch das regelmäßige Freiräumen der rauen Rampe, kann minimiert werden, wenn beim Bau die grundlegenden Prinzipien und Empfehlungen dieser Arbeitshilfe beachtet werden sowie bei der Bauausführung sorgfältig vorgegangen wird.

## **Vermessung und Baugrund**

Es ist zu prüfen, ob Probleme mit dem Baugrund bestehen und was bei den Vermessungsarbeiten berücksichtigt werden muss:

- Sind Baugrunduntersuchungen erforderlich mit Blick auf die Wasserhaltung und den Aufbau bzw. Aushubarbeiten zur Rampe?

- Stimmen die vorhandenen Bestandspläne? Müssen ältere amtliche Höhensysteme auf das aktuelle Höhensystem umgerechnet werden?

Im Rahmen der Vorplanung sollen folgende **Vorbemessungen** durchgeführt werden:

- Standsicherheit: Festlegung der erforderlichen Steingrößen und Schichtdicken (s. Anhang 7.5)
- Durchgängigkeit: Prüfen der zulässigen Fließgeschwindigkeiten und erforderlichen Wassertiefen

#### **Ende der Vorplanung**

Am Ende der Vorplanung muss eine Lösungsvariante ausgewählt werden, die eine Vorbemessung, eine Plandarstellung mit Lageplänen, sowie Quer- und Längsschnitte enthält.

Im zweiten Schritt wird auf Grundlage der Vorplanung die Entwurfsplanung zum Vorhaben erstellt. Die Ergebnisse werden den Beteiligten innerhalb des Regierungspräsidiums, der Zulassungsbehörde und der LUBW übermittelt. Ziel ist eine abgestimmte Entscheidung für die geeignetste Lösungsmöglichkeit.

Die Entwurfsplanung beschreibt die gewählte Lösungsvariante und enthält die dafür erforderlichen Unterlagen.

### **2.2.3 Genehmigungsplanung / Zulassung**

Dieser Schritt umfasst das Erstellen der Antragsunterlagen und die Abstimmung bzw. Begleitung des Zulassungsverfahrens.

#### **Genehmigungsplanung**

Die Genehmigungsplanung enthält den Erläuterungsbericht und die erforderlichen Pläne:

- Lageplan
- Längsschnitt
- Querschnitte
- ggf. Details

Folgende Punkte sind innerhalb der Genehmigungsplanung insbesondere zu behandeln:

- Grundstücksverhältnisse einschließlich Einverständniserklärungen der Anlieger
- Standsicherheit einschließlich Unterbau, Nachbettsicherung, Kolkmulde (s. Anhang 7.5)

- hydraulische Bemessungsnachweise einschließlich der Aspekte der Hochwassersicherheit für die gewählte Lösungsvariante bzw. für die relevanten Gestaltungselemente
- Auswahl und Dimensionierung des Baumaterials
- Mindestwassertiefe und Vorgaben zu Fließgeschwindigkeiten für Messwesen und Durchgängigkeit
- Energieversorgung und Blitzschutz (s. Anhang 7.3 und 7.4)
- Pegelunterhaltung

In der Vorplanung getroffene Absprachen und Festlegungen der Beteiligten sollen ebenfalls der Zulassungsbehörde vorgelegt werden, um zeitliche Verzögerungen zu vermeiden.

### **Wasserrechtliche Zulassung**

Die Errichtung und der Betrieb von Anlagen an Gewässern bedürfen nach § 28 WG einer Erlaubnis oder Bewilligung, wenn beispielsweise dadurch die ökologischen Funktionen des Gewässers beeinträchtigt werden können. Wesentliche Umgestaltungen an Fließgewässern benötigen darüber hinaus nach § 68 WHG einer Planfeststellung oder Plangenehmigung. Unterhaltungsmaßnahmen bedürfen dagegen keiner wasserrechtlichen Zulassung. Ob ein Vorhaben als Ausbau, Anlage am Gewässer oder Unterhaltung eingestuft werden muss, entscheidet die zuständige Zulassungsbehörde. In aller Regel ist dies die untere Wasserbehörde.

Der Vorhabenträger hat die Zulassungsbehörde rechtzeitig über vorgesehene Maßnahmen an Pegeln zu informieren, um das erforderliche Verfahren abzustimmen.

Antragsteller für die jeweils erforderliche Zulassung ist der Vorhabenträger für den Pegelumbau. Bei den Pegeln des Hydrologischen Landesmessnetzes ist dies der jeweilige Landesbetrieb beim Regierungspräsidium, welcher den Pegel als landeseigene Anlage betreibt. Pegel können an Gewässern erster Ordnung oder zweiter Ordnung liegen. Die LUBW ist Trägerin des Messnetzes gemäß § 76 Wassergesetz für Baden-Württemberg (WG). Bei nicht landeseigenen Pegeln können die Antragsteller Kommunen, Verbände oder Gewässernutzer, wie z.B. Wasserkraftbetreiber sein.

Die Zulassungsbehörde hört die Beteiligten, d.h. die Träger öffentlicher Belange und betroffene Private formal durch Versand der Genehmigungsunterlagen an.

Werden die Pegelraten von Dritten genutzt, dann sind diese Nutzer auf die Pegelmaßnahme mit der geänderten Messsituation rechtzeitig vor Baubeginn und nach der Fertigstellung zu informieren. Bei Bedarf müssen diese Nutzungen einer neuen Abflussdauerlinie angepasst werden. Werden Pegelraten für andere Zulassungen herangezogen, prüft die Zulassungsbehörde eine mögliche Anpassung, z.B. bei zugelassenen Wasserentnahmen oder der Steuerung von Stauanlagen.

In aller Regel wird der Unterhaltungspflichtige, d.h. die Kommune bei Gewässern zweiter Ordnung oder der Landesbetrieb Gewässer bei Gewässern erster Ordnung angehört, sofern diese nicht selbst Antragsteller sind (§ 32 Absatz 1 und 2 WG). Darüber hinaus werden die Fischereibehörde und die zuständige Naturschutzbehörde zur Stellungnahme aufgefordert. Sind private Anlieger (Lagerflächen, Zufahrten, etc.)

oder nicht unterhaltspflichtige Kommunen bei Vorhaben an Gewässern erster Ordnung betroffen, werden diese ebenfalls beteiligt.

Der Pegel- und Datendienst der LUBW ist kein Träger öffentlicher Belange, erhält jedoch bei Vorhaben an Landespegeln vom Regierungspräsidium und Vorhabenträger direkt die Planunterlagen und gibt in aller Regel gegenüber diesem seine Stellungnahme ab. Für einen möglichst reibungslosen Verfahrensablauf (s. Kap. 2, Tabelle 4) ist es vorteilhaft, die Stellungnahme der LUBW dem Genehmigungsantrag beizufügen.

#### **Verfahrenserleichterung**

Es wird empfohlen, schon im Rahmen der Vorüberlegungen und der Entwurfsplanung alle betroffenen Belange zu berücksichtigen und Einigung bezüglich der Umsetzung zu erzielen.

Generell ist zwischen einem Pegelneubau und dem Umbau oder Rückbau einer vorhandenen Pegelanlage zu unterscheiden.

Bei **Neubauten** ist das Ziel der Durchgängigkeit von vornherein zu berücksichtigen. Der Neubau eines Pegels benötigt in jedem Fall eine wasserrechtliche Zulassung durch die zuständige Wasserbehörde. Die Wasserbehörde entscheidet über die Art des Zulassungsverfahrens. Dabei spielen vor allem der Umfang der Maßnahme, die Auswirkungen und die möglichen Beeinträchtigungen Dritter sowie der Kreis der Betroffenen eine Rolle.

**Umbauten** mit dem Ziel der Herstellung der Durchgängigkeit stellen Eingriffe in eine bereits zugelassene, bestehende Pegelanlage dar. Grundsätzlich wird bei Umbauten ebenfalls eine wasserrechtliche Zulassung benötigt. Es gibt allerdings Fälle, bei denen die Durchgängigkeit mit vergleichsweise einfachen Unterhaltungsmaßnahmen erreicht werden kann:

- Maßnahmen an kleineren Fließgewässern mit geringem Absturz
- kleinere Schüttmaßnahmen zur Sohlanbindung
- Schaffung von kleinen Übergangsbereichen zwischen Ufer und Schwelle
- Austausch bzw. Ergänzung einzelner Störsteine
- Messprofile mit natürlicher Sohle mit geringem Änderungsbedarf an der Pegelschwelle
- sonstige Maßnahmen, die in Art und Umfang nicht von üblichen baulichen oder sonstigen Pflege- bzw. Unterhaltungsmaßnahmen an Pegeln abweichen

In diesen Fällen muss nicht zwingend ein wasserrechtliches Verfahren durchgeführt werden. Ob eine Umbaumaßnahme als Unterhaltungsmaßnahme eingestuft werden kann, ist mit der zuständigen Zulassungsbehörde im Vorfeld abzustimmen.

**Rückbaumaßnahmen** werden regelmäßig erforderlich, wenn Pegel dauerhaft außer Betrieb genommen werden bzw. keine Messfunktion mehr zu erfüllen haben. Landespegel fallen in diesem Fall aus dem aktiven Hydrologischen Messnetz als Teil des Gewässerkundlichen Dienstes (§ 76 WG) heraus.

Im Fall der Aufgabe einer Pegelanlage entscheidet die zuständige Wasserbehörde, ob bzw. in welchem Umfang der ursprüngliche Zustand im Gewässer wieder hergestellt werden muss. Der Wasserrechtsinhaber kann verpflichtet werden, die Anlage ganz oder teilweise auf seine Kosten zu beseitigen und den früheren Zustand wieder herzustellen oder andere geeignete Vorkehrungen zu treffen (§ 17 Absatz 1 WG, §§ 40 und 41 FischG). Ist eine Beseitigung aufgrund örtlicher Rahmenbedingungen nicht bzw. nicht vollständig möglich, sind regelmäßig die Voraussetzungen für einen möglichst naturnahen Zustand, insbesondere für die Durchgängigkeit zu schaffen. Das Querbauwerk kann beispielsweise so weit wie möglich abgesenkt und die verbleibende Höhendifferenz durch Sohlgleiten durchgängig gestaltet werden.

Beim Rückbau kann wie beim Umbau bei Eingriffen in das Gewässer eine wasserrechtliche Zulassung erforderlich sein. Einfache Rückbaumaßnahmen, die nicht über das übliche Maß sonstiger Unterhaltungsmaßnahmen hinausgehen, können ggf. auch im Rahmen der Unterhaltung durchgeführt werden. Art und Umfang der erforderlichen Maßnahmen werden von der zuständigen Wasserbehörde festgelegt.

#### **2.2.4 Ausführungsplanung / Vergabe**

Anschließend erfolgt die Detailplanung unter Berücksichtigung der wasserrechtlichen Auflagen (z. B. Wasserhaltung, Fischbestandsbergung, Schonzeiten). Hier sind der Vorhabenträger und der Planer gefordert. Die sonstigen Beteiligten werden bei Bedarf eingebunden. Im Einzelfall kann es sinnvoll sein, dass die Zulassungsbehörde zur Überprüfung ihrer Auflagen die Vorlage der Ausführungsplanung anfordert. In diesem Zusammenhang sind mehrere Punkte zu berücksichtigen.

#### **Vorarbeiten mit Blick auf die Baustelleneinrichtung**

- Fischereiberechtigten bzw. Fischereirechtspächter zwei Wochen vor Baubeginn schriftlich informieren
- Baustellenzufahrt sicherstellen
- Wasserhaltung (Gewässerumleitung, Fangedämme und Gewässer in Verrohrung u. ä.) klären; für die Wasserhaltung ist eine wasserrechtliche Erlaubnis erforderlich
- Fischschonzeiten für Arbeiten im Gewässer und Vogelbrutzeiten für Eingriffe in Gehölze beachten
- Fischbestandsbergung per Elektrofischung im Baustellenbereich klären; Elektrofischer beauftragen; förmlicher Antrag auf Erlaubnis bei der Fischereibehörde vier Wochen vor dem Befischungstermin erforderlich

#### **Störsteine / Steinschüttung**

- Bei der Planung und Ausschreibung ist auf das richtige Steinmaterial zu achten. Es muss frostsicheres und möglichst gewässertypisches Steinmaterial gewählt werden. Das Gewährleisten der Frostsicherheit hat Vorrang.



- Tetraederförmige Steine (s. Kap. 4) sind als Störsteine gut geeignet: die Anordnung und Position sind genau festzulegen. Es kann sinnvoll sein, gezielt Steinbrüche anzufragen, die solche Steine herstellen. Es handelt sich dabei oftmals um Reststeine, die für klassische Bauvorhaben nicht verwendet werden können.
- Bei Steinschüttungen ist gebrochenes, raues Material zu verwenden.

### Empfehlungen zu Ausschreibung / Vergabe einschließlich Vorgabe zu Störsteinen

- Referenzprojekte von Baufirmen einfordern: Ziel ist, für das Vorhaben geeignete Firmen zu gewinnen, die in diesem Bereich schon Erfahrung haben.
- Größe und Form der Störsteine und ggf. Bezugsquellen detailliert ausschreiben sowie die Begutachtung einer Materialprobe vor dem Einbau vorsehen.
- Zunächst (ggf. im Trockenen) einen exemplarischen Teilabschnitt der Rampe erstellen lassen, dabei ist die Länge des Abschnitts abhängig von der vorgesehenen Gesamtlänge der Rampe. Der Musterabschnitt soll geprüft und abgenommen werden. Es ist eine Position für eventuellen Komplettabriss des Musterabschnittes vorzusehen, für den Fall dass dieser den Anforderungen nicht genügt.
- Position für eventuelle Nacharbeiten vorsehen: die Arbeit mit unregelmäßig ausgeformten Natursteinen im Gewässerbereich erfordert spezifische Kenntnisse (vgl. Kap. 4.2.3) und besonders sorgfältige Ausführung, da die ausgewählten Steine teilweise einzeln gesetzt werden müssen. Erfahrene Bauleitung ist erforderlich. Notwendige Nacharbeiten sind in der Praxis keine Seltenheit und insbesondere dann, wenn sich das erwartete Abflussregime nicht einstellt, auch nicht vermeidbar.

## 2.3 Bauabwicklung

**Tabelle 3: Bauabwicklung**

|                                     |  | Beteiligte                                  |                                |                       |                                   |
|-------------------------------------|--|---|--------------------------------|-----------------------|-----------------------------------|
|                                     |  | Zulassungs-<br>behörde                      | Regierungspräsidium            |                       | Pegel- und<br>Datendienst<br>LUBW |
|                                     |  |   | Vorhabenträger<br>(mit Planer) | Fischerei-<br>behörde |                                   |
| <b>Bauabwicklung</b>                | Baubeginn<br>Kap. 2.3.1                        | X   | X                              | X                     | X                                 |
|                                     | Kenntnisgabe des Baubeginns an die Beteiligten |   |                                |                       |                                   |
|                                     | Bauphase<br>Kap. 2.3.2                         | empfohlen                                   | X                              | X                     | bei Bedarf                        |
|                                     |  |   | Begleitende Bauüberwachung     |                       |                                   |
| Herstellungskontrolle<br>Kap. 2.3.2 | empfohlen                                      | X   | X                              | X                     |                                   |
|                                     |  | gemeinsamer vor-Ort-Termin vor Bauabschluss |                                |                       |                                   |

### 2.3.1 Baubeginn

Mit Baubeginn ist der Pegel nur eingeschränkt einsatzbereit, in gewissen Fällen muss er gänzlich außer Betrieb genommen werden. Dies wird für die Öffentlichkeit auch im LUBW-Internet (Hochwasser-Vorhersage-Zentrale Baden-Württemberg) sichtbar. Wegen Pegelumbaus ist bei Pegeln, für die Abflussdaten (Q) zur Verfügung stehen müssen, „Q vorübergehend außer Betrieb“. Auch seitens des Regierungspräsidiums werden - bis wieder eine gültige Abflusskurve besteht - keine Abflüsse veröffentlicht.

Der Vorhabenträger sorgt dafür, dass allen Beteiligten (s. Musterablauf, Tabelle 1) der Baubeginn rechtzeitig mitgeteilt wird. Auf jeden Fall sind die zuständige Wasserbehörde, der Pegel- und Datendienst der LUBW, die Fischereiverwaltung und der Fischereiberechtigte über den Baubeginn zu informieren.

#### Setzen eines Hilfspegels

Neben der LUBW müssen auch andere auf den Ausfall von Messwerten reagieren können: z.B. Betreiber von Schleusen oder Hochwasserrückhaltebecken oder weitere auf aktuelle Messwerte angewiesene Gewässerbenutzer. Insbesondere technische Hochwassereinrichtungen müssen während der Bauphase bei Hochwasser anders gesteuert werden. Daher wird neben der eigentlichen Messstelle zusätzlich ein Hilfspegel benötigt. Der so genannte Hilfspegel (Lattenpegel) soll bereits mehrere Wochen vor dem Baubeginn gesetzt werden. Es ist erforderlich, die Wasserstände beider Pegel - Hilfspegel und von der Baumaßnahme betroffener Pegel („Baupegel“) – über einen längeren Zeitraum bei unterschiedlichem Wasserdargebot jeweils mit Datum und Uhrzeit möglichst gleichzeitig abzulesen und zu dokumentieren. Die Aufzeichnung beider Wasserstände ermöglicht die Rekonstruktion der Wasserstandsganglinie, um die entstehende Datenlücke bei den Wasserstandsdaten am Pegel während der Bauphase später schließen zu können.

In der Bauphase ist der Hilfspegel mindestens einmal am Tag abzulesen, bei größeren Schwankungen der Wasserstände auch mehrmals täglich. Nach Setzen des Hilfspegels ist vor dem Beginn und nach Beendigung der Baumaßnahme im unbeeinflussten Bereich jeweils eine Abflussmessung durchzuführen.

Die Koordination des Bauablaufs und hierbei auch die Ablesung des Hilfspegels soll zwischen Vorhabenträger bzw. Pegelbetreiber und beauftragten Dritten besprochen werden. Bei Bedarf sind auch weitere Teilnehmer einzuladen.

Folgende Kriterien sind bei der Standortsuche für den Hilfspegel zu beachten:

- Der Standort muss im unbeeinflussten Bereich liegen. Bei Bedarf kann er mehrere hundert Meter vom „Baupegel“ entfernt -möglichst oberstrom - liegen, so dass die abgelesenen Wasserstände nicht durch Rückstauereffekte oder Wellenschlag beeinflusst werden. Der ggf. deutlich größere Rückstaubereich durch den Baubetrieb sowie die bei Bedarf erforderliche Wasserhaltung in der Bauphase sind dabei zu berücksichtigen.
- Der Hilfspegel ist im Bereich eines definierten Fließquerschnittes zu setzen, damit mit Hilfe des Querschnittes und des Wasserstandes der Abfluss bestimmt werden kann. Die Anbringung soll gut sichtbar, parallel zum Ufer bzw. zur Fließrichtung erfolgen, damit exaktes Ablesen der Wasserstände möglich ist. Ggf. muss der Fließquerschnitt, in dem sich der Hilfspegel befindet, im Vorfeld vermessen werden.

- Mit dem Hilfspegel soll eine große Breite der zu erwartenden Wasserstände erfasst werden können. Beim Anbringen der Pegellatte ist zu beachten, dass keine negativen Wasserstände abgelesen werden können.
- Der Hilfspegel soll gut zugänglich sein (Reinigung der Pegellatte).

#### **Vollständigkeit der Wasserstandsdaten**

Wasserstandsaufzeichnungen müssen vollständig sein. Fehlt ein Tag, sind nach den Regeln des Deutschen Gewässerkundlichen Jahrbuchs für dieses Kalenderjahr/Hydrologische Jahr keine statistischen Berechnungen möglich und es fehlt ein komplettes Jahr in der statistischen Auswertung. Daher müssen entstehende Datenlücken bei Wasserständen infolge Pegelumbauten vollständig geschlossen werden.

### **2.3.2 Bauphase**

Die Bauphase soll bei Eingriffen in bestehende Pegel möglichst kurz sein, um die Einschränkungen für die Messungen und Messfunktionen so gering wie möglich zu halten. Totalausfälle der Pegelanlage sind unbedingt zu vermeiden. Das Wettergeschehen im Einzugsgebiet, die Wasserstände und die Abflusssituationen sind regelmäßig zu beobachten und zu dokumentieren, um den Hilfsbetrieb sicher zu stellen, das Schließen von Datenlücken zu ermöglichen (s. Kap. 2.3.1) und um rechtzeitig auf mögliche Gefährdungen durch Unwetter bzw. Überschwemmungen an der Baustelle reagieren zu können. Um mögliche Auswirkungen von Unwettern besser einschätzen zu können, soll ggf. zusätzlich ein im Oberlauf des Gewässers liegender Pegel herangezogen werden.

Baumaßnahmen an oder in Gewässern erfordern besondere Sorgfalt. Bauleitung und örtliche Bauüberwachung müssen auf bauliche Probleme schnell reagieren können. Gute Planung ersetzt nicht die Bauüberwachung. Auch gilt: selbst die beste Planung kann nicht ausschließen, dass bei der Umsetzung am Gewässer Ausführungsprobleme auftreten, die gewisse Veränderungen an der Gestaltung erfordern. Es ist dringend geboten, die vollständige Bauphase vor Ort durchgehend durch einen in der Herstellung durchgängiger Querbauwerke erfahrenen Bauleiter überwachen zu lassen (maßnahmenbegleitende Überwachung). Die Phase sollte zudem durch den zuständigen Pegelbetreuer beim Regierungspräsidium begleitet werden. Es empfiehlt sich, ggf. im Ingenieurvertrag eine Abrechnung der örtlichen Bauüberwachung auf Stundenbasis zu vereinbaren, da eine intensive Bauüberwachung einen hohen Aufwand bedeutet und entsprechend honoriert werden muss.

Bereits während der Bauphase können die Abnahme von Teilabschnitten und/oder ein Probetrieb sinnvoll sein. Bei Bedarf muss der Teilabschnitt abgerissen werden und ein Neuaufbau erfolgen. Der Probetrieb lässt Verbesserungspotential am Bauwerk frühzeitig erkennen. Er kann z. B. bei spezifischen Gestaltungselementen oder Einbauten mit schwieriger hydraulischer Nachweisführung angezeigt sein. Der Probetrieb soll vorher der Wasserbehörde mitgeteilt werden.

## **Herstellungskontrolle**

Zum Abschluss der Bauphase empfiehlt es sich für den Bauherrn, im Rahmen der Bauüberwachung die plangemäße Ausführung der Maßnahme und die Einhaltung der hydraulischen und technischen Vorgaben der Anlage zu überprüfen bzw. überprüfen zu lassen.

Die Herstellungskontrolle hat vor Bauabnahme nach VOB zu erfolgen, das heißt solange die Bagger noch vor Ort sind. Die Ergebnisse der Kontrolle sind zu dokumentieren. Die Dokumentation kann gleichermaßen für die VOB-Abnahme und die wasserrechtliche Abnahme herangezogen werden.

Die Herstellungskontrolle kann bei wasserbaulichen Vorhaben mit trockener Baugrube, wie z.B. bei Setzsteinbauweisen, vor der Inbetriebnahme (d.h. vor der Flutung) sinnvoll sein, um alle konstruktiven Details, welche später nicht mehr sichtbar sind, kontrollieren zu können. Nach der Herstellungskontrolle im Trockenen ist zusätzlich eine Kontrolle nach der Flutung erforderlich. So können noch Korrekturen in der fließenden Welle durchgeführt werden. Die Prüfung der hydraulischen und technischen Vorgaben soll analog der Methodik der Funktionskontrollen (Kap. 2.4.4, Anlage 7.1 und 7.2) durchgeführt werden. Die Herstellungskontrolle kann daher als erste Funktionskontrolle angesehen werden.

## **Bestandspläne**

Bestandspläne müssen den tatsächlichen Zustand vor Ort nach Abschluss der Bautätigkeiten wiedergeben. Sie sind - um spätere Verwechslungen zu vermeiden - als solche zu kennzeichnen, da sich die Ausführung von der Planungsunterlagen bzw. Bauplänen unterscheiden kann.

Bei den Bestandsplänen für Pegel handelt es sich um Detailpläne im Maßstab 1:250 und größer. Sie enthalten alle baulichen Einrichtungen (s. Kap 1.5) einschließlich der Leitungen und der Elektroinstallation mit den erforderlichen Neuvermessungen (s. Kap. 2.4.3). Bei Bedarf (Sonderbauweisen o.ä.) werden die notwendigen Unterlagen zwischen Vorhabenträger und LUBW im Vorfeld abgestimmt.

Die Bestandspläne werden der Pegelakte beigelegt. Falls in der wasserrechtlichen Zulassung festgelegt, sind Bestandspläne auch der Zulassungsbehörde zuzusenden.

### **Qualitätssicherung**

In Anlehnung an die DIN EN ISO 8402 werden darunter alle Maßnahmen und Prozesse verstanden, die während der Planungs-, Bau- und Kontrollphase eine ausreichende Qualität der entstehenden Bauwerke und Einrichtungen gewährleisten.

## 2.4 Fertigstellung / Betrieb

**Tabelle 4:** Fertigstellung / Betrieb

|                          |  | Beteiligte             |                                |                       |                                   |
|--------------------------|--|------------------------|--------------------------------|-----------------------|-----------------------------------|
|                          |  | Zulassungs-<br>behörde | Regierungspräsidium            |                       | Pegel- und<br>Datendienst<br>LUBW |
|                          |  |                        | Vorhabenträger<br>(mit Planer) | Fischerei-<br>behörde |                                   |
| Fertigstellung / Betrieb | Bauabnahme nach VOB<br>Kap. 2.4.1                                  |                        | X                              |                       |                                   |
|                          | Wasserrechtliche<br>Abnahme<br>(Zulassungskontrolle)<br>Kap. 2.4.2 | X                      | X                              | bei Bedarf            | bei Bedarf                        |
|                          | (Wieder-) Inbetrieb-<br>nahme Messanlage<br>Kap. 2.4.3             |                        | X                              |                       | X                                 |
|                          | Weitere Kontrollen<br>Kap. 2.4.4                                   | bei Bedarf             | X                              | bei Bedarf            | bei Bedarf                        |

### 2.4.1 Bauabnahme nach VOB

Die Bauabnahme gilt als Nachweis, dass das Vorhaben vertragsgemäß und entsprechend der Genehmigungsplanung (s. Kap. 2.2.3) durchgeführt wurde. Sie erfolgt durch den Vorhabenträger. Mit der Abnahme nach VOB beginnen die Gewährleistungsfristen zu laufen. Die Bauabnahme ist von der wasserrechtlichen Abnahme, von der Herstellungskontrolle und den Funktionskontrollen „Messanlage“ und „Durchgängigkeit“ zu unterscheiden.

Hält der Vorhabenträger die Baumaßnahme für abgeschlossen, teilt er dies umgehend dem zuständigen Pegelbetreuer (RP), der LUBW und den sonstigen Beteiligten mit. In aller Regel ist der gleiche Kreis zu informieren wie zu Baubeginn. Generell ist eine Fertigstellungsanzeige an die Zulassungsbehörde erforderlich.

Mit dem Abschluss der Baumaßnahmen - und damit auch der maßnahmenbegleitenden Bauüberwachung (s. Kap. 2.3.2) - ist die Frage verbunden, ob und welche sonstigen Überwachungsmaßnahmen im Nachgang notwendig werden. Der Bedarf eines biologischen Monitorings ergibt sich aus der wasserrechtlichen Zulassung, Monitoringprogramme sind individuell festzulegen und werden nicht weiter erläutert.

### 2.4.2 Wasserrechtliche Abnahme (Zulassungskontrolle)

Eine Zulassungskontrolle, d.h. die förmliche wasserrechtliche Abnahme, kann durch die zuständige Wasserbehörde angeordnet werden (WG § 78 Abs. 2). Sie wird in diesem Fall von dieser nach Vorlage der Fertigstellungsanzeige vor Ort gemeinsam mit dem Vorhabenträger durchgeführt.

Ist die Anlage plan- und bestimmungsgemäß ausgeführt und liegen der Zulassungsbehörde die erforderlichen Dokumentationen und Nachweise (u.a. Ergebnisse der Funktionskontrolle) vor, erteilt sie für den wasserrechtlichen Bereich einen Abnahmeschein. Die Ergebnisse der Herstellungskontrolle können dabei für die wasserrechtliche Abnahme herangezogen werden. Festgestellte Defizite müssen durch eine Anpassung des Bauwerks behoben werden.

### 2.4.3 Inbetriebnahme der Pegelanlage aus Sicht des Messwesens

In der Praxis lassen sich bei Pegelbauvorhaben unterscheiden:

- vorläufige Inbetriebnahme
- vollständige Inbetriebnahme

Damit nach Pegelumbauten der Pegel vor allem seine Funktion und Aufgabe im Hochwasserfall - zumindest vorläufig - wieder übernehmen kann, soll er baldmöglichst wieder in Betrieb genommen werden. Die vollständige Wiederinbetriebnahme des Pegels ist in diesem Fall nicht kurzfristig möglich, weil dafür mehrere aufeinander abgestimmte Maßnahmen verschiedener Akteure auch mit Blick auf die Pegelraten vor dem Umbau erforderlich sind.

Ein Pegel des Landesmessnetzes ist vorläufig einsatzbereit und eingeschränkt funktionstüchtig (Teilbetrieb), wenn

- alle Pegelbaumaßnahmen abgeschlossen sind,
- eines der beiden automatischen Wasserstands-Messsysteme funktioniert und mit der - ggf. neu eingemessenen - Pegellatte kalibriert wurde,
- die automatische Datenübertragung zur LUBW funktioniert und
- die arbeitstägliche Kontrolle der Wasserstandsdaten die Rohdaten verlässlich erscheinen lassen.

Der Pegel- und Datendienst der LUBW soll unmittelbar vom Pegelbetreiber informiert werden, wenn die (Hilfs-)Wasserstände am Pegel nicht mehr von Bautätigkeiten beeinflusst werden.

Die Funktionskontrolle mit Blick auf die „Messanlage Pegel“ findet im Rahmen einer vor-Ort-Begehung gegen Ende der Baumaßnahmen statt. Ziel ist, dass die Messanlage baldmöglichst wieder ohne Einschränkungen funktioniert und betriebsbereit ist. Verantwortlich für die Beauftragung der Funktionskontrolle ist der Vorhabenträger. Die Durchführung erfolgt grundsätzlich durch den Pegelbetreiber, bei Pegeln des hydrologischen Messnetzes mit Unterstützung der LUBW.

Im Sinne des Messwesens werden zum Erreichen der vollen Funktionstüchtigkeit alle Maßnahmen verstanden, die nach der Bautätigkeit erforderlich sind, bis die Pegelanlage im Routinebetrieb (wieder) ohne Einschränkungen funktioniert und Daten zum Pegel veröffentlicht werden können. Es dürfen gegen die vollständige Inbetriebnahme des Pegels keine Einwände seitens der LUBW, der Fischereibehörde oder des Pegelbetreibers bestehen.

Ein Pegel des Landesmessnetzes ist vollständig betriebsbereit und in vollem Umfang funktionstüchtig, wenn

- alle Vermessungsarbeiten abgeschlossen sind,
- die Bestandspläne nach Abschluss der Baumaßnahmen vorliegen einschließlich einem Längsschnitt für den maßgeblichen Gewässerabschnitt (s. auch Abbildung 3),

- das Anforderungsprofil des Pegels eingehalten wird und die Pegelstammdaten berichtigt sind,
- Messlücken beim Wasserstand, die ggf. während der Bauphase entstanden sind, geschlossen sind,
- mindestens drei Abflussmessungen bei unterschiedlichen Wasserständen durchgeführt sind,
- entsprechend der neuen Abflussmessungen eine brauchbare Abflusskurve in Abstimmung mit der LUBW aufgestellt ist,
- die Veröffentlichung von Rohdaten im Internet geklärt ist und
- die ersten Routinekontrollen ohne Beanstandungen verlaufen.

Zu den **Vermessungsarbeiten** gehören:

- das Einmessen des Pegelnullpunkts, des Abflussnullpunkts und bei Bedarf des Abstichnullpunkts
- das Einmessen der Festpunkte (mindestens 3)
- Hydraulische Pegelüberprüfung bei Pegelumbauten: die dafür erforderlichen Vermessungsnachweise sind Bestandteil der Nachweisführung
- für den Bestandsplan: die Vermessungsaufnahme von Profilen (s. Abbildung 4 mit Lage und [Positionsnummer]). Der Längsschnitt geht durch die Gewässermittelachse [1], die erforderlichen Querprofile sind grundsätzlich von der Sohle bis zum HPM5-Wert aufzunehmen. Aufnahmen von Querprofilen werden benötigt für
  - den maßgeblichen Gewässerabschnitt (Beginn [2] und Ende [10]),
  - die Pegelschwelle (Krone) bzw. das Ende des Messbereichs [8],
  - den Beginn des Einschnürungsbereichs [5],
  - den Beginn des Pegelbereichs bzw. Beginn des Messbereichs [4],
  - jedes Abflussmessprofil (hier: [6] Messung mit Stangenflügel und [7] mit Ausleger vom Messsteg), ggf. zusätzlich differenziert für Niedrigwasser-, Mittelwasser- und Hochwassermessungen,
  - den Bereich innerhalb der maßgeblichen Gewässerstecke bei Besonderheiten (hier [3] und [9]) wie Brückendurchlässen, Vertiefungen, Aufweitungen, Krümmungen o.ä.).

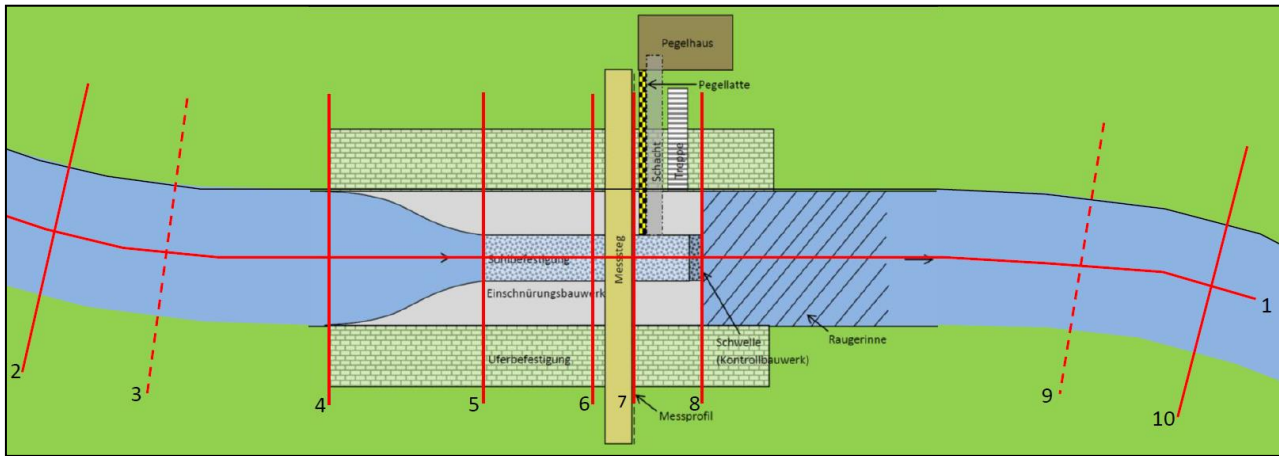


Abbildung 4: **Vermessungsarbeiten: erforderliche Querprofile im Bestandsplan**

Hydraulische Nachberechnungen können im Nachgang erforderlich werden, wenn es die Qualitätssicherung in Bezug auf die sich neu einstellende Abflusssituation erfordert.

Nach Abschluss bzw. vollständiger Inbetriebnahme werden die Stammdaten des Pegels bei der LUBW entsprechend geändert und die erforderlichen Anpassungen für die Veröffentlichungen von Pegeldaten vollzogen.

Der Pegelbetreiber nimmt unmittelbar nach Bauende die Routinekontrolle und die sonstigen Tätigkeiten zur Pegelunterhaltung wieder auf. Der Unterhaltungsaufwand ist zu beobachten, die Intensität eines Mehraufwands zu dokumentieren (z.B. im Beobachtungsblatt). Auftretende bauliche Schäden werden umgehend der LUBW mitgeteilt.

#### 2.4.4 Funktionskontrolle Durchgängigkeit von Pegelanlagen

Diese Funktionskontrolle prüft die Funktionsfähigkeit und Wirksamkeit in Bezug auf die Durchgängigkeit. Sie wird in Anhang 7.2 detailliert beschrieben. Bei der Funktionsprüfung Durchgängigkeit beeinflusst der vorhandene Abfluss maßgeblich das Ergebnis. Eine abschließende Beurteilung kann daher erst nach mehrmaliger Prüfung bei unterschiedlichen Abflüssen erfolgen. Das DWA-Merkblatt 509 (DWA 2014) fordert eine Durchgängigkeit zwischen den Abflüssen von Q30 bis Q330. Die Funktionsprüfung sollte daher mindestens bei leicht erhöhtem (MQ) sowie bei geringem Abfluss (MNQ) erfolgen. Eine kurze verbale Beschreibung der Abflüsse bzw. vorhandenen Wanderkorridore, ergänzt um aussagekräftige Bilder, ist daher für jede Funktionsprüfung unerlässlich.

Bei der Durchgängigkeit hat die Fischereiverwaltung die Fachaufsicht und nimmt die fischereifachliche Bewertung einschließlich der Gesamtbeurteilung der Durchgängigkeit vor. Neben der Fischereiverwaltung kann auch ein externer Fischereisachverständiger diese Funktionskontrolle durchführen. Verantwortlich für die Beauftragung der Funktionskontrolle ist der Vorhabenträger.

Für die Funktionskontrolle ist die Prüfung anhand der Methodik in Anhang 7.2 durchzuführen, um eine landesweit einheitliche Prüfung zu ermöglichen. Die Ergebnisse der Funktionskontrolle sind zu dokumentieren und der Zulassungsbehörde sowie der Fischereiverwaltung, bei Pegelanlagen auch dem LUBW Pegeldienst, zuzusenden. Diese Checkliste kann bereits im Zulassungsverfahren als Grundlage zur Festlegung von Vorgaben (s. Herstellungs- und Zulassungskontrolle) dienen.



# 3 Messwesen

Pegelanlagen in Baden-Württemberg werden in der Regel für systematische Messungen des Wasserstands und des Abflusses konzipiert. Dazu bedarf es verschiedener baulicher und messtechnischer Einrichtungen. Im Sinne des Messwesens müssen alle Einrichtungen als Kollektiv funktionieren. Ziel ist das bestmögliche Ergebnis für Wasserstand (W) und Abfluss (Q).

An fast allen Landespegeln erfolgt die Ermittlung der Abflusswerte über eine Wasserstands-Abfluss-Beziehung. Das Ergebnis wird als „Abflusskurve“ bezeichnet. An diesen Pegeln müssen in ausreichender Anzahl Abflussmessungen durchgeführt werden. Damit aus qualifizierten Abflussmessungen verlässliche Abflusskurven mit Gültigkeitszeiträumen erstellt werden können, müssen stabile hydraulische Bedingungen im Pegelbereich vorhanden sein.

Ertüchtigungs- oder Modernisierungsmaßnahmen für das Messwesen können einzelne oder mehrere der hier vorgestellten Einrichtungen betreffen. Umbaumaßnahmen zur Herstellung der Durchgängigkeit an Pegeln werden oftmals genutzt, um größere Ertüchtigungs- bzw. Modernisierungsmaßnahmen an den Messeinrichtungen durchzuführen.



**Bild 1:** Hammereisenbach-Breg Vielfalt der Pegleinrichtungen 2014-07-01

## Bemessungskonzept

Als Konsequenz aus den extremen Hochwasserereignissen an der Oder 1997, der Donau 1999 und der Elbe 2002 wurde für Baden-Württemberg ein in hohem Maße ausfallsicheres Pegelmessnetz bei vergleichbaren Ereignissen mit sofortiger Datenverfügbarkeit zur Hochwasserwarnung und Hochwasservorhersage gefordert. Die Grundlagen dazu wurden im Rahmen des Projekts „Hochwasserpegelmessnetz“, kurz „HPM5“ genannt, bis 2006 ermittelt. Im Ergebnis lassen sich folgende grundsätzliche Anforderungen für die Planung und den Pegelbau zusammenfassen:

- Noch bei einem 500-jährlichem Extremereignis soll ein Pegel Wasserstandsdaten automatisiert an die LUBW übermitteln können. Um dies zu erreichen, wurde der „HW 500 Richtwert“ oder auch „HPM5-Wert“ eingeführt. Liegt bei neuen Standorten das Pegelhaus (Eintrittshöhe) mit Datensammlern, Messgeräten sowie Elektroinstallation oberhalb des Wasserstandniveaus des HPM5-Werts, gilt die Anforderung an die Ausfallsicherheit als eingehalten.
- Zur Erhöhung der Betriebssicherheit werden zwei unterschiedliche und voneinander unabhängige Messsysteme zur Wasserstandserfassung (Haupt- und Redundanzsystem) sowie eine redundante Datenfernübertragung zur LUBW vorgesehen.
- Wasserbauliche Teile der Pegelanlage im Gewässer wie Messprofil, Kontrollbauwerk oder Einschnürungsbauwerk sind grundsätzlich nach dem Bemessungsabfluss mit der Jährlichkeit 100 (BQ 100) zu bemessen.

### 3.1 Einsatzbereiche für Messverfahren zur Abflussermittlung

Abflussbestimmung bedeutet, die Wassermenge innerhalb einer bestimmten Zeit für eine bestimmte Gewässerstelle zu ermitteln ( $Q$  mit Angabe in  $\text{m}^3/\text{s}$  bzw.  $\text{l/s}$ ). Dazu gibt es unterschiedliche Messverfahren, für welche die jeweiligen Voraussetzungen gegeben sein müssen. Im Regelfall wird die Fließgeschwindigkeit gemessen sowie der Gewässerquerschnitt. In Baden-Württemberg wird der hydrometrische Messflügel nach wie vor am häufigsten für Abflussmessungen an Pegelanlagen eingesetzt.

In Bezug auf die Mindestvoraussetzungen für den Einsatz in der Praxis können für die Messverfahren Richtwerte unter Berücksichtigung der Datenqualität angegeben werden. Andere Faktoren wie gerätespezifische Eigenschaften, besondere Standortfaktoren wie die Rauigkeit und die Erfahrung des Messpersonals sind darüber hinaus zu beachten. Durch technischen Fortschritt, insbesondere bei den neueren Verfahren, sind breitere Einsatzbereiche in den kommenden Jahren zu erwarten. Die Einsatzgrenzen für die Messverfahren (s. auch Kapitel 2.2.1) werden nachfolgend angegeben. Beim hydrometrischen Messflügel soll die Schaufel eine Umdrehung pro Sekunde nicht unterschreiten. Die Mindestwassertiefe muss jeweils im gesamten Messprofil einschließlich der Randbereiche vorhanden sein.

#### Kleinflügel an Stange

|                             |  |
|-----------------------------|--|
| Mindestfließgeschwindigkeit | (Steigung des Messflügels 50 mm)<br>$v_{\min} = 0,05 \text{ m/s}$ in beruhigten Randbereichen $0,025 \text{ m/s}$                            |
| Mindestwassertiefe          | (Durchmesser des Messflügels 30 mm und bei Vielpunktmessungen mindestens zwei Messpunkte in einer Lotrechten)<br>$h_{\min} = 0,07 \text{ m}$ |

### Universalflügel an Stange

|                             |  |
|-----------------------------|--|
| Mindestfließgeschwindigkeit | (Steigung des Messflügels 125 mm)<br>$v_{\min} = 0,125$ in beruhigten Randbereichen 0,07 m/s   |
| Mindestwassertiefe          | (Durchmesser des Messflügels 80 mm und bei Vielpunktmessungen mindestens zwei Messpunkte in einer Lotrechten)<br>$h_{\min} = 0,18$ m |

### Universalschwimmflügel

|                             |   |
|-----------------------------|---|
| Mindestfließgeschwindigkeit | (Steigung des Messflügels 250 mm)<br>$v_{\min} = 0,25$ m/s in beruhigten Randbereichen 0,125 m/s                                      |
| Mindestwassertiefe          | (Durchmesser des Messflügels 120 mm und bei Vielpunktmessungen mindestens zwei Messpunkte in einer Lotrechten)<br>$h_{\min} = 0,40$ m |

### Ultraschall/Doppler (gerätespezifisch)

|                    |  |
|--------------------|--|
| Mindestwassertiefe | Einsatz in Abstimmung mit LUBW<br>$h_{\min} =$ hersteller-/geräte-/gerinnespezifisch |
|--------------------|--|

### Ultraschall-Laufzeit (US) (gerätespezifisch)

|                       |                    |
|-----------------------|--------------------|
| Mindestwassertiefe    | $h_{\min} = 0,3$ m |
| Mindestgewässerbreite | $b_{\min} = 0,5$ m |

### Salzverdünnungsmethode

Einsatz in Abstimmung mit LUBW



**Bild 2:** Pforzheim-Würm Abflussmessung mit Messflügel 2014-03-04

### 3.2 Kontrollbauwerk bzw. Einschnürung in Kombination mit Kontrollbauwerk

Zu den Kontrollbauwerken zählen Pegelschwellen, Abstürze, Messwehre, Venturi-Messgerinne. Sie dienen in erster Linie dazu, einen Fließwechsel vom Strömen zum Schießen durch Gefällezunahme zu erreichen. So kann erreicht werden, dass sich kein Wasser aus dem Unterwasser über das Kontrollbauwerk in den Messbereich zurückstaut und eine belastbare Beziehung zwischen Wasserstand und Abfluss (stabile Abflusskurve) entstehen kann.

Häufigstes Kontrollbauwerk ist die Pegelschwelle. Sie soll möglichst in einen Gefälleknicke im Gewässerlängsschnitt gelegt werden. Ihre Lage legt den Abflussnullpunkt fest, erzeugt also eine kontrollierte Mindestwassertiefe im Abflussmessprofil. Sie sichert zudem die Sohle gegen Erosion bzw. Unterspülen und bildet den abschließenden Riegel der Pegelanlage im Gewässer.

Bei extremem Hochwasser ist die Pegelschwelle in der Regel hydraulisch unwirksam. In diesem Fall wirken sich Einflüsse wie Rückstau aus dem Unterwasser direkt auf die Abflusskurve aus.

Einschnürungsbauwerke treten immer in Kombination mit Kontrollbauwerken auf. Durch sie wird - rechtzeitig vor dem eigentlichen Kontrollbauwerk - der Gewässerquerschnitt sukzessive verengt. Sie werden zur Niedrigwasserbündelung benötigt, wenn das Gewässer bei seiner natürlichen Breite im Niedrigwasserfall nicht die erforderlichen Wassertiefen oder Mindestfließgeschwindigkeiten für die Abflussmessungen aufweist. Die Einschnürung unterstützt die Funktion des Kontrollbauwerks.



**Bild 3:** Tuttlingen-Elta Anrampung aus plattigen Steinen als Pegelschwelle bei NW 2014-06-30

## **Anforderungen und wichtige Hinweise**

- Wichtig ist ein dichter Sohlanschluss, der Unterläufigkeiten verhindert. Das Wasserdargebot muss vollständig über die Pegelschwelle abfließen, um messtechnisch erfasst werden zu können. Auftretende Unterläufigkeiten sind umgehend zu beseitigen.
- Pegelschwellen werden im Regelfall quer zur Fließrichtung eingebaut. Sie gibt es in sehr unterschiedlichen Ausführungen. Auch V-förmige Anordnungen sind möglich (s. Steckbrief Pegel Beuron/Donau, s. Kapitel 5.2). Üblich sind vor allem Stahlprofile, Betonschwellen und Natursteinriegel mit verfüllten Fugen.
- Einschnürungen gibt es in V-Form oder trompetenförmig. Es dürfen dadurch keine Querströmungen, Turbulenzen oder stehende Wellen im Messbereich erzeugt werden.
- Einschnürungs- und Kontrollbauwerke sind nach jedem Hochwasser auf Schäden zu prüfen.

### **3.3 Niedrigwasser(mess)rinne**

Die zunehmenden Niedrigwasserereignisse (Klimawandel) haben den Bedarf und die Anforderungen an belastbare Messergebnisse im Niedrigwasserbereich in den letzten Jahren deutlich erhöht. Bei Niedrigwasser bedeuten bereits wenige Zentimeter Unterschied im Wasserstand ein Mehrfaches an Zu- oder Abnahme beim Abfluss. Messrinnen für Niedrigwasser ermöglichen qualifizierte Messungen und Messergebnisse im Niedrigwasserbereich.

In der Niedrigwasser(mess)rinne werden die Abflussmessungen bei Niedrigwasser durchgeführt. Die Rinne stellt die für Messungen mit dem Messflügel benötigte Mindestwassertiefe bzw. Mindestfließgeschwindigkeit sicher. Das Messprofil für Niedrigwasser liegt oberhalb der Pegelschwelle. Es soll immer an der gleichen Stelle gemessen werden. Die Niedrigwasser(mess)rinne schließt mit einer Pegelschwelle (Endschwelle) als Kontrollbauwerk ab. Daher wird dieser Bauwerkstyp auch als „Kontrollbauwerk mit Niedrigwasser(mess)rinne“ bezeichnet.

## **Anforderungen und wichtige Hinweise**

- Die Höhe der Niedrigwassereinschnürung ist in Abhängigkeit zur Breite der Einschnürung so zu wählen, dass eine häufige Überflutung der beiden seitlichen Bermen vermieden wird, um dort Ablagerungen zu minimieren.
- Es ist nachzuweisen, dass für die ausgewählten Messverfahren die notwendigen Mindestwassertiefen und die notwendigen Mindestfließgeschwindigkeiten (s. Kap. 3.1) gewährleistet sind.
- Die Gerinnewandung ist in Trapezform ohne größere Unebenheiten auszubilden. Der Rinneneinlauf muss strömungsgünstig gestaltet werden.
- Die Mindestlänge der Niedrigwasser(mess)rinne muss so gewählt werden, dass sich spätestens am Messprofil eine parallele Anströmung für die Stichtagsmessung eingestellt hat.

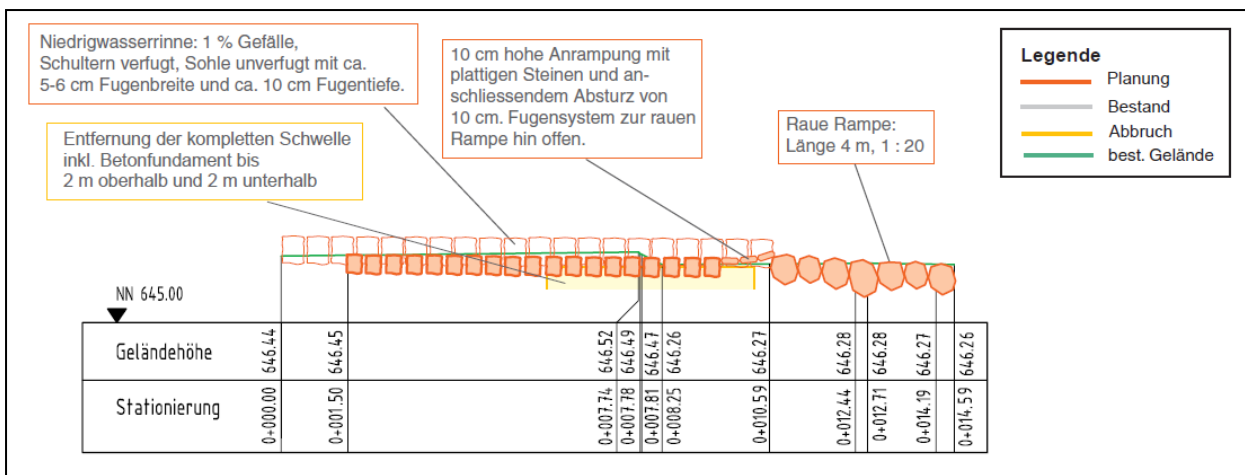


Abbildung 5: Anrampung aus plattigen Steinen als Pegelschwelle am Pegel Tuttlingen-Elta 2010-10

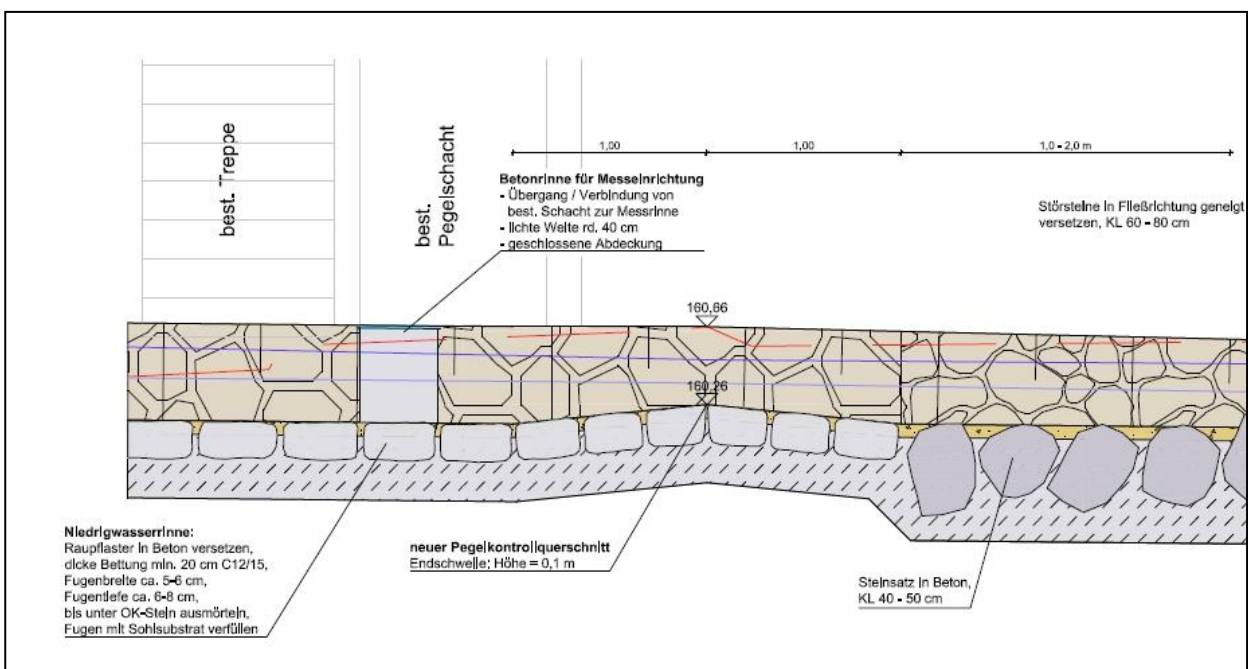


Abbildung 6: Genehmigungsplanung Anrampung aus plattigen Steinen als Pegelschwelle am Pegel Lahr-Schutter

### 3.4 Messbereich mit Messprofilen und Ufer- und Sohlbefestigung

Wenn das natürliche Gewässerprofil bzw. Abflussregime am Pegelstandort die notwendigen Voraussetzungen für Abflussmessungen unter vergleichbaren Rahmenbedingungen nicht erfüllt, sind baulich die Voraussetzungen für einen stabilen Messbereich zu schaffen. Meist werden in diesem Zusammenhang auch Baumaßnahmen zur Ufer- und Sohlbefestigung erforderlich. Messprofil, Messsteg und Messverfahren müssen aufeinander abgestimmt sein.

#### Anforderungen und wichtige Hinweise

- Im Idealfall können Wasserstand und Abfluss in nur einem Messprofil gemessen werden. Das Messprofil/ die Messprofile sollen rechtwinklig zu Fließrichtung verlaufen. Die Lage des Messprofils bzw. der Profile müssen im Detail bekannt sein, vermessen und in den Bestandsplänen dokumentiert werden und am Standort kenntlich gemacht werden.

- Die Sohle im Messbereich soll möglichst glatt sein, auch damit kein Geschiebe auflanden kann. Notwendige Pflasterungen müssen alle erforderlichen Messprofile für W und Q einschließen. Dies umfasst auch notwendige Uferbefestigungen, die zur Stabilisierung der hydraulischen Verhältnisse erforderlich sind.
- In das Böschungspflaster im Messbereich können so genannte Konsolsteine eingefügt werden, worauf die Flügelstange bzw. der Grundtaster des Schwimmflügels aufgesetzt werden kann.
- Der bestmögliche Messbereich wird im Rahmen der Standortauswahl individuell festgelegt. Auch bei hohen Abflüssen bis zum festgelegten BQ dürfen keine stehenden Wellen im Messbereich entstehen.
- Um gleichbleibende Rahmenbedingungen für Abflussmessungen sicherzustellen, sind regelmäßig Maßnahmen zur Gehölzpflege und Mäharbeiten sowie die Beseitigung von Ablagerungen oder Anlandungen erforderlich. Diese Unterhaltungsmaßnahmen beziehen sich nicht nur auf den Messbereich, sondern auf den zwischen LUBW und Pegelbetreiber im Rahmen der Standortqualität individuell festgelegten maßgeblichen Gewässerabschnitt bzw. das angrenzende Gewässerumfeld des Pegels. Im maßgeblichen Gewässerabschnitt sind Standortprobleme wie Baumaufwuchs, Strauchbildung, auftretende starke Unebenheiten, größere Steine u. ä. zeitnah zu beseitigen. Umfang und Turnus der regelmäßig durchzuführenden Arbeiten wie Gehölzpflege, Mäharbeiten und Beseitigung von Ablagerungen sind in Unterhaltungs- oder spezifischen Pflegeplänen für den Pegelstandort aufzustellen.
- Es ist eine parallele Anströmung vor und im Messbereich sicherzustellen. Quer- und Rückströmungen dürfen nicht auftreten. Dazu ist ein gerader und paralleler Uferverlauf - ohne in das Gewässerprofil hineinragende Teile - oberhalb des Messprofils erforderlich. Die Mindestlänge des geraden Uferverlaufs oberhalb des Messbereichs ist insbesondere abhängig von der Breite des Gewässers und dem Sohlgefälle.
- Der Messbereich und die erforderlichen Rahmenbedingung für die Messungen (s. Kap. 2.2) sind dem beauftragten Planer mitzuteilen. Nachzuweisen ist, dass Abflussmessungen mit den geplanten Geräten bzw. Methoden (s. Kap. 3.1) möglich sind.
- Das Messprofil soll frei von Wasserpflanzen sein, weil sie bei Abflussmessungen die Drehung der Flügelschaukel behindern sowie den Wasserstand und das Strömungsverhalten beeinflussen.

### 3.5 Messsteg

Sofern für den Pegel Abflüsse (Q) benötigt werden und mit Schwimmflügel am Ausleger oder Stangenflügel gemessen wird, sind ortsfeste Messstege zweckmäßig. Messstege können der Befestigung von Messeinrichtungen (Radar-Abstandsmessgerät) dienen und Routine- und Unterhaltungsarbeiten am Pegel erleichtern.

Alternativ, aber selten, werden mobile Messstege eingesetzt. Ihre Einsatzgrenze geht bis ca. 6 m Gewässer-/Gerinnebreite. Die nachfolgenden Punkte beziehen sich auf den ortsfesten Messsteg.

#### Anforderungen und wichtige Hinweise

- Ist eine geeignete Brücke bzw. Steg vorhanden und nutzbar, soll aus Kostengründen auf den Bau eines eigenen Messstegs verzichtet werden.

- Bei der Planung ist das mögliche Eigeninteresse Dritter (Gemeinden, Anlieger) in Bezug auf die Kostenbeteiligung und die Aufgaben bzw. Regelungen der Verkehrssicherungspflicht zu prüfen. Als Kostenfaktor ist zu beachten, dass bei öffentlich zugänglichen Stegen bei der statischen Berechnung die Lastannahmen für Brücken zugrunde zu legen sind.
- Der Messsteg soll den gesamten durchflossenen Querschnitt möglichst rechtwinkelig zur Fließrichtung in einem Feld überspannen. Pfeiler im Gewässer bedeuten deutliche Nachteile für Abflussmessungen.
- Die Unterkante des Messstegs soll den HPM5-Wert einhalten.
- Bei Verwendung eines Brückenauslegers beträgt die Mindestbreite des Messstegs 1 m.
- Die allgemeinen Bauvorschriften zur Arbeitssicherheit sind zu beachten (Rutsicherheit, Handlauf etc.).
- Es sind Bauweisen aus Metall, Holz oder Beton und auch Mischkonstruktionen möglich. Holz erfordert regelmäßig sorgfältige Unterhaltung aufgrund der Feuchtigkeit durch Gewässernähe. Metallkonstruktionen sind zwar deutlich teurer als Holzbauweisen, halten bei entsprechendem Korrosionsschutz (Verzinkung, Schutzanstrich) meist länger als 30 Jahre. Betonbauwerke bieten sich an, wenn der Steg auch dem öffentlichen Durchgangsverkehr dient und unabhängig von einer späteren Aufhebung des Pegels erhalten bleiben wird. Bei korrekter Ausführung (ausreichend abgedeckte Bewehrung etc.) kann bei Betonbauweise von einem geringen Unterhaltungsaufwand ausgegangen werden.
- Am Messsteg wird der Abstich-Messpunkt festgelegt und markiert, sofern der Wasserstand mittels Radar-Abstandsmessgeräten gemessen wird.



**Bild 4:** Möhringen-Krähenbach Messsteg 2012-02-03



### 3.6 Seilkrananlage

Ist die durch den Messsteg zu überspannende Gewässerbreite sehr groß, wird ein Messsteg schnell unwirtschaftlich. In diesem Fall ist eine Seilkrananlage vorzuziehen.

Seilkrananlagen sind technische Einrichtungen, die zumeist aus elektrischen, mechanischen und baulichen Teilen bestehen. Speziell an breiteren und tieferen Fließgewässern werden dadurch qualifizierte Abflussmessungen mit Schwimmflügeln möglich. Dies gilt insbesondere für Gewässer mit Fließgeschwindigkeiten von über 2 m/s, bzw. bei notwendigem Einsatz des 50 kg oder 100 kg Gewichtskörpers zum Messflügel. Seilkrananlagen werden in dieser Handlungsempfehlung nicht behandelt. Es wird auf die „LAWA-Pegelvorschrift“ bzw. das Nachfolgedokument der LAWA, die Angaben der Hersteller und in Bezug auf deren Funktionskontrolle auf die LUBW-Handlungsempfehlung „Pegelbetrieb und Unterhaltung“ verwiesen.

### 3.7 Pegelhaus, Pegeltreppe, Verbindungseinrichtungen

Pegelhäuser dienen der witterungsgeschützten und schonenden Unterbringung der Datensammler, Messgeräte für den Wasserstand, notwendigen Leitungen und sonstigen Geräteausstattung wie z.B. Reinigungsgeräte. Sie sollen die erforderlichen Arbeiten der Pegelbetreuer insbesondere zur Routinekontrolle, Eingabe der Handmesswerte und Pegelnotizen, Ausfüllen der Beobachtungsblätter etc. - auch im Hochwasserfall - ermöglichen. Im Pegelhaus sind die notwendigen Informationsmaterialien („Pegelordner“) bereitzuhalten.

Die Planung und Ausführung eines Pegelhauses hat daher die gewählte Mess- und Gerätetechnik für den Wasserstand, die Art der Energieversorgung, die Blitzschutzkonzeption (s. Anlagen) und die vorgesehenen Standorte und Verfahren für Abflussmessungen zu berücksichtigen. Im Pegelhaus kann beispielsweise die Seilkrananlage untergebracht sein. Bei den Einrichtungen ist der Platzbedarf für Betriebs-, Wartungs- und Montagearbeiten einzuplanen. Auf die Praktikabilität ist aufgrund der langfristig angelegten Pegelanlagen besonderer Wert zu legen. Vor allem ist auf das „Prinzip der kurzen Wege“ für die anstehenden Tätigkeiten vor allem im Rahmen der Routinekontrollen zu achten sowie auf die Erfordernisse des Arbeitsschutzes.

In den meisten Fällen schließt die Pegeltreppe unmittelbar am Pegelhaus an und führt zu den Pegellatten sowie zum Messprofil. Parallel zur Treppe verlaufen zumeist die Verbindungsschächte oder Kanäle für die Aufnahme der erforderlichen Leitungen (z. B. für Einperlsysteme, Blitzschutz). Vertiefende Hinweise zur Energieversorgung und dem Blitzschutz sind in den Anlagen 7.3 und 7.4 aufgeführt.

Sofern keine Pegelhäuser aufgestellt werden können, werden die Messgeräte in handelsüblichen Schaltschränken untergebracht.

#### Anforderungen und wichtige Hinweise

- Pegelhäuser haben keine repräsentativen Aufgaben. Maßgeblich sind die Funktionalität und eine an die notwendige Ausstattung angepasste Größe (mit/ohne Seilkrananlage). Das Erscheinungsbild soll durch ein dezentes, schlichtes Äußeres, möglichst passend zum Landschaftsbild, geprägt sein.
- Als grobe Richtgröße gilt für ein Pegelhaus ohne Seilkrananlage eine Grundfläche von ca. 1,5 m x 1,5 m und eine Mindesthöhe von 2,20 m. Bei Pegelhäusern mit Seilkrananlagen sind zu beachten: zusätzlicher Raumbedarf, spezifische Vorgaben der Hersteller, besondere Arbeitsschutzbeläge.
- Lage, Abmessungen und Ausstattung im Detail werden immer erst nach Festlegung des Messprofils festgelegt.

- Meist werden die Pegelhäuser in stabiler Holzbauweise erstellt. Es ist möglichst kein Beton oder Klinker zu verwenden, um der Schwitzwasserbildung im unbeheizten Pegelhaus vorbeugen.
- Ein freier, ungestörter Blick vom Pegelhaus zum Messbereich ist zweckmäßig. Öffnungsmöglichkeiten für natürlichen Lichteintritt sind sinnvoll. Ein Fenster mit Blick ins Oberwasser ist ideal, weil vor allem bei Abflussmessungen der anströmende Bereich insbesondere bei Hochwasser auf Treibgut u. ä. beobachtet werden kann.
- Pegelhaus und Zuwegung zur Anlage sollen möglichst hochwassersicher liegen. Die Oberkante des Betonsockels bzw. des Fundaments soll oberhalb des HPM5-Wertes liegen.
- Elektrisches Licht ist notwendig.
- Auf gute Belüftung auch im abgeschlossenen Zustand ist insbesondere aus Gründen der Arbeitssicherheit zu achten (Batteriedämpfe, Schimmelbildung o.ä.).
- Ein Plan mit Leitungen, Schaltern, Anschlüssen, Anordnung der Messgeräte, Wanddurchbrüchen etc. soll vorab erstellt werden. Damit lassen sich unliebsame Überraschungen - wie Platzprobleme beim Einbau - vermeiden.
- Bei Pegelhäusern mit Pegelschacht (Schwimmerpegel) ist eine Schachtabdeckung erforderlich. Um die Bildung von Feuchtigkeit zu reduzieren, sollen die Durchlässe für das Schwimmerseil klein gehalten werden.
- Balkone können seitens des Arbeitsschutzes gefordert sein. Es ist darauf zu achten, dass sie den Messbetrieb nicht beeinträchtigen.
- Die Pegeltreppe ist gegen Hinterspülen und Auskolkungen zu sichern und entsprechend zu gründen.
- Die Verbindungseinrichtungen müssen den Anforderungen von Hersteller (Mess- und Gerätetechnik) und LUBW entsprechen.
- Es sind geeignete Vorkehrungen zu treffen, um Beeinträchtigungen der Messeinrichtungen durch schädliche Nagetiere oder Insekten zu verhindern.



**Bild 5:** Rottweil-Neckar Pegelhaus, -treppe, Verbindungseinrichtungen 2014-06-30



**Bild 6:** Konstanz-Rhein Schaltschrank 2011-09-10



**Bild 7:** Wahlwies-Stockacher Aach Pegelhaus von innen 2011-10-11

# 4 Durchgängigkeit bei Pegelanlagen

In diesem Kapitel werden die Grundlagen sowie die möglichen Bauweisen und Gestaltungselemente zur (Wieder-)Herstellung der ökologischen Durchgängigkeit der betroffenen baulichen Pegeleinrichtungen in Baden-Württemberg erläutert.

Eine durchgängige Pegelanlage hat besondere Ansprüche zu erfüllen. Zum einen dürfen Messungen von Wasserstand und / oder Abfluss nicht beeinträchtigt werden, zum anderen muss die Durchgängigkeit über einen möglichst großen Zeitraum des Jahres gewährleistet sein. Das DWA-Merkblatt 509 (DWA 2014) fordert eine Durchgängigkeit zwischen den Abflüssen von Q30 bis Q330.

## 4.1 Ausgangssituation

Die in Kapitel 3 erläuterten „klassischen“ Bestandteile des Pegelbaus. Vor allem das Kontrollbauwerk (Pegelschwelle) und die Pflasterung im Messprofil haben im Regelfall folgende negative Auswirkungen auf die Durchgängigkeit:

- Pegelschwelle wirkt als Wanderhindernis, insbesondere für bodenorientierte Arten.
- Hohe Fließgeschwindigkeiten durch Fließwechsel (Übergang vom Strömen zum Schießen) auf der Schwellenkronen behindern vor allem schwimmschwache Fischarten.
- Geringe Wassertiefen durch Fließwechsel auf der Schwellenkronen bei niedrigen Abflüssen betreffen vor allem große Fischarten.
- Die natürliche Sohlstruktur wird durch den Absturz und die Pflasterung im Messprofil unterbrochen. Dies behindert vor allem bodennah wandernde schwimmschwache Fischarten und das Makrozoobenthos.

Ggf. ist der Fischabstieg durch geringe Wassertiefen unterhalb der Pegelschwelle beeinträchtigt (absteigende Fische prallen nach der Schwelle auf die Sohle).

**Tabelle 5:** Gewässerökologische Aspekte bei Pegelplanungen

|                                       | Durchgängigkeit                    | Feststofftransport                 | Sohlstruktur                |
|---------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|-----------------------------|
| <b>Kontrollbauwerk</b>                | unterbrochen/beeinträchtigt        | Sedimentation oberhalb             | unterbrochen (Absturz)      |
| <b>kein Kontrollbauwerk</b>           | geringe bis keine Beeinträchtigung | keine Beeinflussung                | keine Beeinflussung         |
| <b>naturnahe Sohle im Messprofil</b>  | keine Beeinflussung                | keine Beeinflussung                | keine Beeinflussung         |
| <b>befestigte Sohle im Messprofil</b> | beeinträchtigt                     | geringe bis keine Beeinträchtigung | unterbrochen (substratfrei) |

Aus ökologischer Sicht ist im Idealfall ein Pegel ohne Schwelle, d.h. ohne Kontrollbauwerk und mit natürlicher Sohle im Messprofil wünschenswert. Da eine Beeinflussung der Messergebnisse des Pegels durch das Unterwasser (Rückstau) sowie der Veränderung des Messprofils unterbleiben muss, ist eine Lösung ohne Kontrollbauwerk und mit vollständig natürlicher Sohle nur in Einzelfällen bei entsprechend geeigneten Standorten möglich (z.B. natürlicher Absturz mit stabiler Sohle, s. Kap. 2.1).

Als Beispiel für einen Pegel ohne Kontrollbauwerk wird auf den Steckbrief zum untersuchten Pegel Achstetten-Baierzer Rot im Kapitel 5 hingewiesen. Als gelungene Beispiele für einen durchgängigen Pegel mit Kontrollbauwerk gelten die Pegel Geislingen-Fils und der Pegel Lahr-Schutter. Beim Pegel Geislingen-Fils wurde die Pegelschwelle nachträglich mit einem Einschnitt versehen und im Unterwasser eine Rampe mit Niedrigwasserrinne angeschlossen. Beim neu errichteten Kontrollbauwerk des Pegels Lahr-Schutter wurden eine Niedrigwassermessrinne und ein anschließendes Raugerinne errichtet. Alle drei Pegel werden insgesamt als durchgängig angesehen.

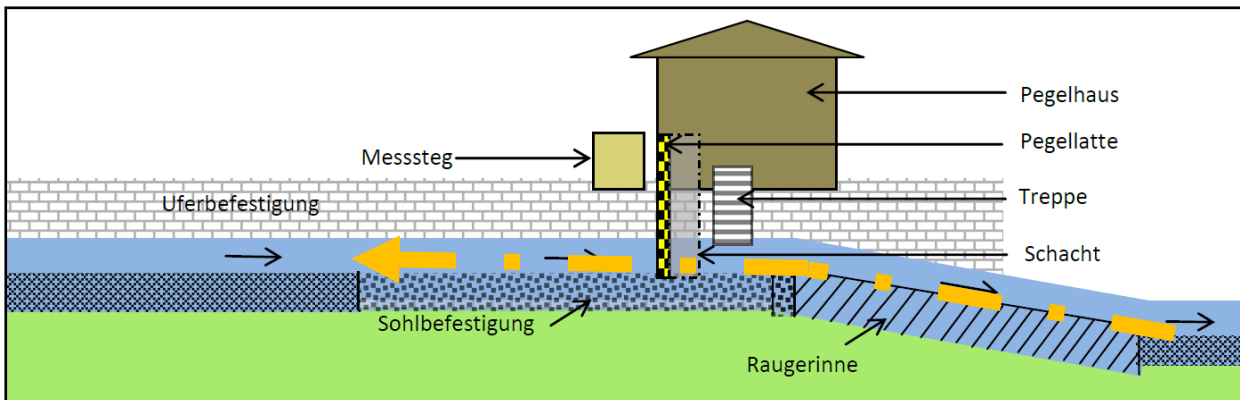
## 4.2 Gestaltungsempfehlungen

Die aus der Analyse bereits durchgängig gestalteter Pegel entwickelten Empfehlungen zielen auf einen Kompromiss zwischen den messtechnischen Anforderungen und den Anforderungen zur Durchgängigkeit ab. Der Schlüssel für einen gelungenen Pegelum- oder Neubau liegt dabei in der zielgerichteten Kombination von - ggf. modifizierten - Elementen des Pegelbaus mit Gestaltungselementen zur Wiederherstellung der Durchgängigkeit. Eine Standardlösung für den Umbau oder Neubau gibt es nicht. Es gilt, für den jeweiligen Pegelstandort und die Zielfischarten den besten Kompromiss zu finden. Die endgültige Entscheidung, welche Gestaltungsmöglichkeiten zum Tragen kommen, muss nach einem Abwägungsprozess getroffen werden.

Die **Grundsätze** der empfohlenen Bauweise werden hier überblicksmäßig aufgeführt und in den nachfolgenden Kapiteln näher erläutert. Dabei werden alle für Durchgängigkeit und Messtechnik erforderlichen Bestandteile der Pegelanlage im Gewässer von unterstrom nach oberstrom betrachtet:

- Als Bautyp ist ein **fischpassierbares Raugerinne** (raue Vollrampe) mit seitlich ansteigenden Seitenbereichen zu empfehlen.
- Je nach Abflusssituation am Standort ist für die Herstellung eines **Wanderkorridors** (oder mehrerer) eine Aufhöhung der Wassertiefen, z. B. für Großsalmoniden, durch Einbauten wie Störsteine oder Beckenstrukturen und eine Niedrigwasserrinne zur Einhaltung der erforderlichen Wassertiefen notwendig.
- **Strömungsgünstiger Einbau von Störsteinen** und Riegeln nach dem „WIEGNERSCHEM Prinzip“ verringert Verlegungen und somit die Gefahr von unerwünschten Rückstauwirkungen. Der Unterhaltungsaufwand wird reduziert und die Durchwanderbarkeit gesichert.
- Die Herstellung einer durchgängigen, möglichst **naturnahen Sohle** ist der Idealfall für die Durchwanderbarkeit für schwimmschwache, bodenorientierte Fischarten und das Makrozoobenthos. Im Messbereich müssen in Bezug auf die Pflasterung meist Kompromisse gemacht werden, um qualifizierte Messungen zu ermöglichen. Eine bautechnische Herausforderung ist die Sohlgestaltung in den Engpässen, z.B. am Einschnitt in die Pegelschwelle und an Querriegeldurchlässen.

- Da selten auf ein Kontrollbauwerk verzichtet werden kann, ist es im Regelfall erforderlich, die **Durchwanderbarkeit der Pegelschwelle** sicherzustellen. Wenn keine besonderen Gründe dagegen sprechen, ist an der Pegelschwelle ein Einschnitt vorzusehen, der insbesondere bei Niedrigwasser einen durchgängigen Wanderkorridor ermöglicht. Gleichzeitig bleibt die Pegelschwelle mit ihren Vorteilen für die Messung weitgehend erhalten.
- Insgesamt hat die **Stabilität** des Bauwerks höchste Priorität, ein Sicherheitsnachweis für die Rampe und die stabile Fußsicherung ist unverzichtbar (s. Anhang 7.5).

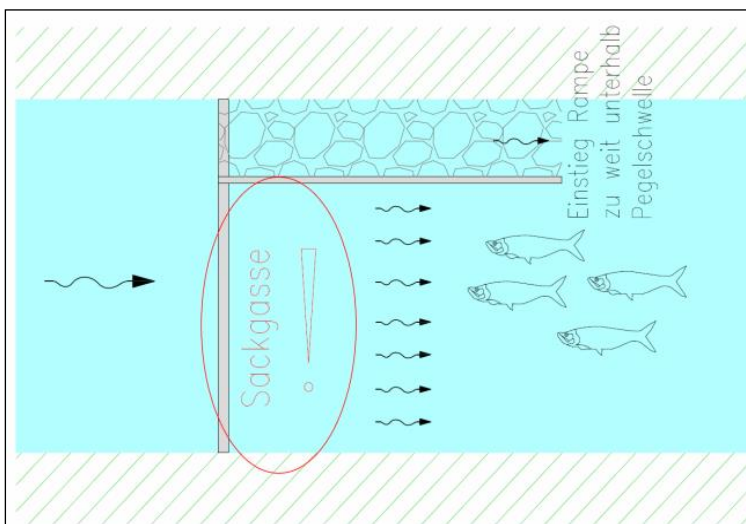


**Abbildung 7:** Längsschnitt: Durchgängige Pegelanlage

Andere Bautypen haben sich aus folgenden Gründen als nicht zweckmäßig erwiesen:

**Umgebungsgewässer und technische Fischaufstiegsanlagen** sind bei Pegelanlagen nicht geeignet, da dort keine Abflüsse ermittelt werden können bzw. die Messeinrichtung am Hauptgewässer „umgangen“ wird und damit keine ausreichende Messgenauigkeit vorhanden ist. Zudem wird die Funktion eines technischen Fischaufstiegs durch schwankende Oberwasserstände und dadurch schwankende Abflüsse beeinträchtigt. Die geforderte Funktion an 300 Tagen im Jahr (Q30 bis Q330) kann dadurch nicht gewährleistet werden. Technische Fischaufstiege sind außerdem in Bezug auf Geschwemmsel verlegungsanfällig und wartungsintensiv.

**Teilrampen** sind aufgrund der selektiven Auffindbarkeit (Sackgasseneffekt) und der Beeinträchtigung durch schwankende Abflüsse nicht zu empfehlen. Bei bestehenden Teilrampen kann die Auffindbarkeit ggf. durch entsprechende Leiteinrichtungen verbessert werden.



**Abbildung 8:** Sackgasseneffekt bei Teilrampen

#### 4.2.1 Fischpassierbare Raugerinne

In Baden-Württemberg strebt man an, die Durchgängigkeit an Pegelanlagen mit **Raugerinnen** über die gesamte Gewässerbreite (raue Vollrampen) als Ersatz für die bisher gebräuchlichen Abstürze herzustellen. Die Raugerinne stellen durchgängige Querbauwerke dar (LUBW 2006). Die Vorgaben zur Bemessung und Gestaltung des Raugerinnes sind im DWA Merkblatt 509 enthalten [DWA 2014].

Raugerinne können sehr unterschiedlich gestaltet werden. Wesentliche Konstruktionsmerkmale sind die Deckwerksbauweise sowie spezielle Einbauten wie Störsteine, Steinriegel oder Beckenstrukturen. Diese dienen insbesondere der Anhebung der Wassertiefe und der Reduzierung der Fließgeschwindigkeit. Welche Gestaltung am entsprechenden Standort geeignet ist, hängt vor allem von den Anforderungen der vorherrschenden Fischfauna ab und ist im Rahmen der Vor- bzw. Entwurfsplanung mit den Fischereisachverständigen abzuklären. Beispielsweise sind Beckenstrukturen beim Vorkommen großer Fischarten hilfreich, die große Wassertiefen benötigen (Lachs, Barbe o.ä.).

**Tabelle 6:** Übersicht der Bauweisen (<sup>1</sup>Einbauten sind Störsteine oder Steinriegel)

| Rampe bzw. Raugerinne | Deckwerksbauweise   | Einbauten <sup>1</sup>                   | Niedrigwasser-Wanderkorridor | Fallbeispiel (Kapitel 5)                                |
|-----------------------|---------------------|--|------------------------------|---|
| <b>Vollrampe</b>      | Setzsteinbauweise   | ohne Einbauten                           | nicht vorhanden              | Hausach/Kinzig<br>Hundersingen/Donau<br>Tuttlingen/Elta |
|                       | Setzsteinbauweise   | mit Störsteinen                          | vorhanden                    | Geislingen/Fils<br>Beuron/Donau                         |
|                       | Schüttsteinbauweise | ohne Einbauten                           | nicht vorhanden              | Ummendorf/Umlach<br>Mennigen/Ablach                     |
|                       | Setzsteinbauweise   | Beckenstruktur mit gesetzten Querriegeln | vorhanden                    | Ramsbach/Rench<br>Zell am<br>Harmersbach/Erlenbach      |
|                       | Mischbauweise       | Beckenstruktur mit gesetzten Querriegeln | vorhanden                    | Mosbach/Elz<br>Sennfeld/Seckach                         |
|                       | Mischbauweise       | Muldenrampe                              | nicht vorhanden              | Kocherstetten/Kocher                                    |
| <b>Teilrampe</b>      | Setzsteinbauweise   | mit Störsteinen                          | nicht vorhanden              | Hammereisenbach/Breg                                    |

##### ■ Schüttsteinbauweise

Die Schüttsteinbauweise besteht aus einer mehrlagigen Schüttung von verschiedenen großen Steinen. Die Stabilität der Bauweise wird über das Eigengewicht der Steine erreicht. Da für den Einbau der Steinschüttung keine trockene Baugrube erforderlich ist, ist diese Variante im Vergleich zur Setzsteinbauweise in der Regel kostengünstiger. Die Schüttsteinbauweise ist anfälliger für Erosion und Setzungen. Ihre mögliche Veränderlichkeit kann den Anforderungen des Messwesens auf ein stabiles Fließgewässerprofil im Gewässer entgegenstehen. Wegen ihrer im Vergleich zur Setzsteinbauweise niedrigeren hydraulischen Belastbarkeitsgrenze ist sie nur bei vergleichsweise geringem Gefälle anwendbar. Eine ausreichende Fußsicherung ist unbedingt erforderlich.

Notwendige Nachbesserungen bzw. Nachschüttungen können im Rahmen der Unterhaltung vergleichsweise einfach erfolgen, sofern das Gewässer gut zugänglich ist. Allerdings bedeutet jede Nachbesserung einen weiteren Eingriff in das Gewässer, bei dem wieder die jeweiligen Schonzeiten zu beachten sind.

Die Möglichkeiten zur Beeinflussung der Wassertiefen bzw. Gestaltung eines Niedrigwasser-Wanderkorridors sind gering und kann nur durch die Profilierung (muldenförmige Gestaltung) im Querprofil erfolgen. Bei Gewässern mit ausgeprägten Niedrigwasser-Perioden ist diese Bauweise daher nachteilig. Erfordert die hydraulische Belastung größeres Steinmaterial, ist die Setzsteinbauweise ggf. die praktikablere Lösung.

#### ■ **Setzsteinbauweise**

Die Setzsteinbauweise ist mit einer auf einer Filterschicht versetzten einlagigen Packung von etwa gleichgroßen Steinen aufgebaut. Die Stabilität der Bauweise wird primär durch den Verbund und die tiefe Einbindung der Einzelsteine im Deckwerk erreicht. Im Gegensatz zur Schüttsteinbauweise ist diese Bauweise hydraulisch belastbarer und dauerhafter. Eine ausreichend bemessene Fußsicherung ist auch hier zwingend erforderlich.

Da für die Herstellung des Deckwerkes in Setzsteinbauweise im Regelfall eine trockene Baugrube erforderlich ist, ist aufgrund der hierfür notwendigen Wasserhaltung die Variante der Setzsteinbauweise im Vergleich zur Schüttsteinbauweise zumeist teurer. Diese Bauweise eignet sich besonders, wenn zur Gewährleistung der erforderlichen Wassertiefen Beckenstrukturen, Störsteine und / oder eine Niedrigwasserrinne als Wanderkorridor erforderlich sind.

#### ■ **Mischbauweise**

Beide Bauweisen können miteinander kombiniert werden. Eine Mischbauweise ist beispielsweise eine geschüttete Rampe mit einer gesetzten Fußsicherung. Es können außerdem zur Strukturierung in eine geschüttete Rampe auch Störsteine eingebaut werden. Dabei muss besonders auf eine tiefe Einbindung der gesetzten Elemente geachtet werden, um eine ausreichende Stabilität zu gewährleisten. Bei bemessenen Störsteinrampen oder Beckenbauweisen, deren präzise Lage eine bestimmte Wassertiefe gewährleisten soll, gefährdet die Veränderlichkeit des Schüttsteindeckwerkes die Stabilität der gesetzten Elemente (Störsteine und Riegel).

Es ist immer frostsicheres **Steinmaterial** zu verwenden. Optimal ist gewässertypisches Material, das gleichzeitig frostsicher ist. Ist das nicht möglich, geht Frostsicherheit immer vor. Hier gilt: Funktionalität bzw. Langlebigkeit vor optischem Eindruck oder Hydrochemie.

Das **zulässige Gefälle** bei den Raugerinnen ergibt sich aus den Anforderungen der Zielfischarten. Der diesbezügliche Stand der Technik ist im DWA-Merkblatt 509 dargestellt. Als grobe Anhaltswerte können angenommen werden:

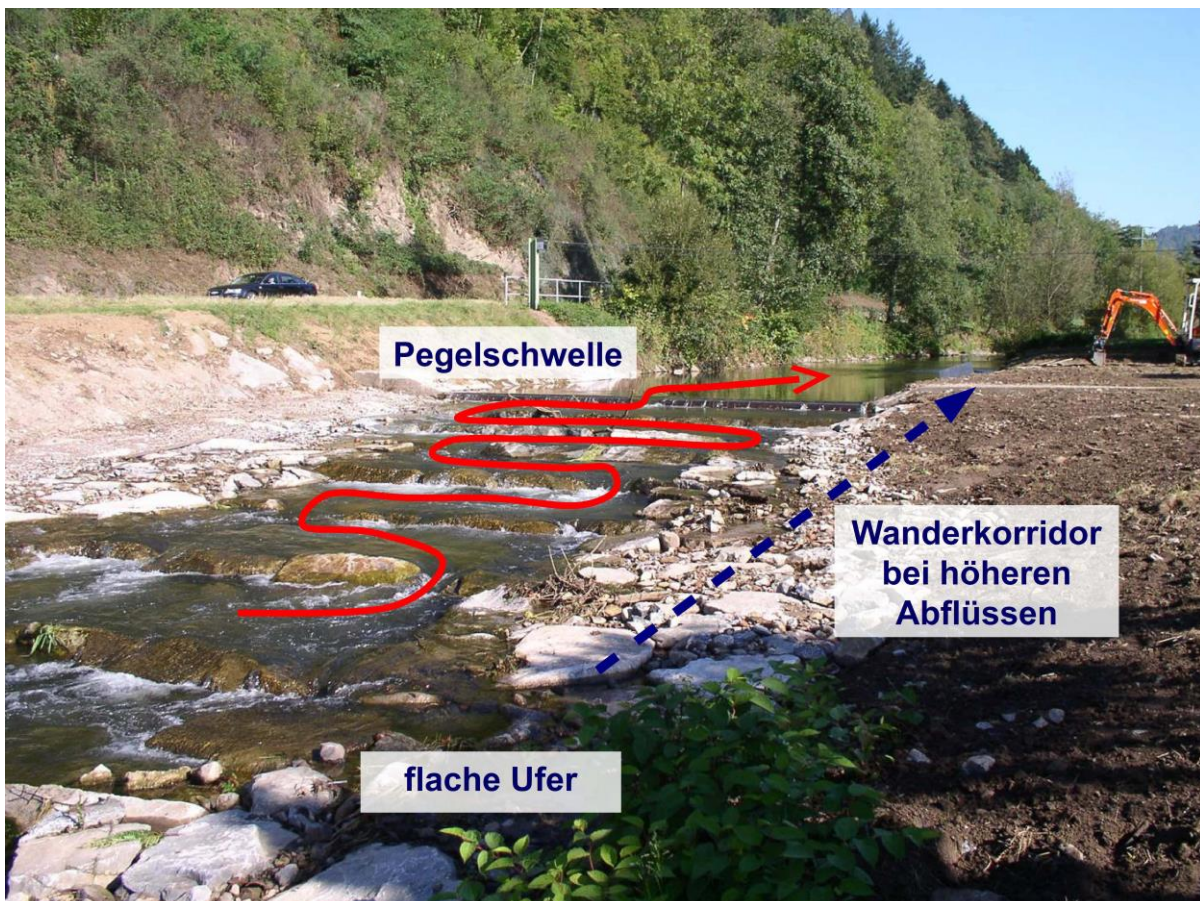
- in der Salmonidenregion nicht steiler als 1:20
- in der Cyprinidenregion maximal 1:25, besser 1:30 bis 1:40

Je geringer das Gefälle, desto größer sind die Handlungsspielräume bei nachträglichen Anpassungen, die aufgrund von Abweichungen bei der Bauausführung, unerwartet geringer Wassertiefen o.ä. erforderlich werden, und desto höher auch die Sicherheit, dass die Vorgaben eingehalten werden.



#### 4.2.2 Wanderkorridore

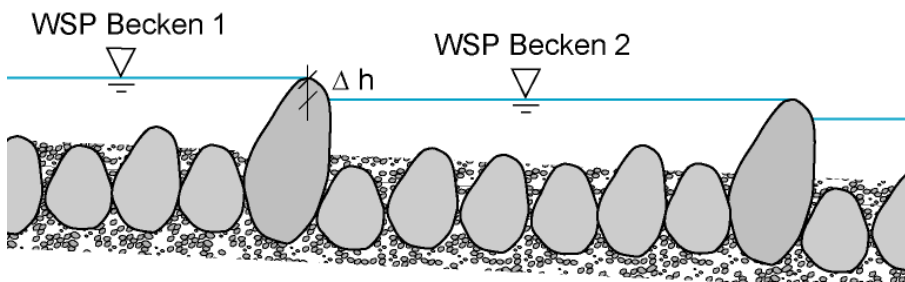
Der **Niedrigwasser-Wanderkorridor** dient dazu, die ökologisch geforderten Wassertiefen im Raugerinne auch bei Niedrigwasserabflüssen sicherzustellen. Hierzu wird in dem Raugerinne eine Niedrigwasserrinne als Wanderkorridor ausgebildet. Die Niedrigwasserrinne kann auch mit Störsteinen oder Riegeln gestaltet sein. Der Wanderkorridor verläuft durch den Schwellendurchstieg (Kapitel 4.3) und verbindet das Unterwasser über das Raugerinne mit dem Oberwasser. Bei steigenden Abflüssen können nach und nach die zum Ufer hin ansteigenden Außenbereiche des Raugerinnes die Funktion des Wanderkorridors, insbesondere für schwimmschwache Kleinfische und Juvenilstadien, übernehmen. Die Bemessung des Niedrigwasser-Wanderkorridors ist auf den gewässerspezifischen Niedrigwasserstand (z. B. MNQ) auszulegen.



**Abbildung 9:** Durchgängiger Pegel Erlenbach Zell a. H. mit Niedrigwasser-Wanderkorridor (rot)

**Beckenartige Raugerinne mit Querriegeln** sind vorteilhaft, wenn größere Wassertiefen erreicht werden müssen (z. B. bei Großsalmoniden). Durch die Beckenstruktur kann ein Niedrigwasser-Wanderkorridor angelegt werden. Das Prinzip der Beckenstrukturen ist, den Wasserstand im Becken auf einem gewünschten Niveau zu stauen und über sorgfältig bemessene Öffnungen den Abfluss ins nächste Becken zu leiten. Auch bei Niedrigwasser wird so eine ausreichende Wassertiefe gewährleistet.

Abhängig von der größten Fischart wird die Beckenlänge festgelegt und die Beckenbreite daran angepasst. Das Verhältnis von Beckenlänge zu Beckenbreite hat u. a. Auswirkungen auf die Turbulenz. Ist die Turbulenz zu groß, wird dadurch die Durchgängigkeit beeinträchtigt. Für die Bemessung wird auf die einschlägigen Leitfäden wie das Merkblatt DWA 509 verwiesen.



**Abbildung 10:** Wasserspiegeldifferenz bei Beckenstrukturen

Eine ausreichende Breite der Durchlässe im Wanderkorridor ist gerade für größere Fischarten wie Barbe und Lachs maßgeblich für die Passierbarkeit. Breitere Durchlässe verlegen nicht so schnell wie schmale und haben daher für die Unterhaltung Vorteile. Sie bewirken jedoch ein Absinken der Wassertiefe. Es gilt daher, bei niedrigeren Abflüssen ein ausgewogenes Verhältnis zwischen Wassertiefe und Durchlassbreite zu erzielen. Eine unzureichende Durchlassbreite wirkt selektiv und ist insbesondere im Hinblick auf größere Fische als nicht durchgängig zu bewerten.

#### 4.2.3 Strömungsgünstiger Einbau von Störsteinen und Steinriegeln

Die Verlegung bzw. Verklausung von Raugerinnen kann zur Einschränkung der Durchwanderbarkeit bis hin zum vollständigen Funktionsverlust führen. Zudem kann durch den damit verbundenen Rückstau die Messung beeinflusst werden. Raugerinne sollen daher wenig verlegungsanfällig ausgebildet werden. Durch den strömungsgünstigen Einbau der Riegel/Störsteine nach dem **WIEGNERSCHEM Prinzip** wird die Verlegungsanfälligkeit des Bauwerks erheblich reduziert und der Unterhaltungsaufwand vermindert.

Bei **Störsteinen** ist die Form und Lage der Blöcke so zu wählen, dass sie möglichst einen geringen Wasserwiderstand bei gleichzeitig sehr hoher Standsicherheit bieten. Sie begünstigen durch ihren großen „Fuß“ die Stabilität und reduzieren durch die Dreiecksform die Verlegungsanfälligkeit auf ein Minimum. Gleichzeitig wird die Fließgeschwindigkeit deutlich reduziert, und es entstehen hinter den Blöcken zusätzliche beruhigte Zonen.

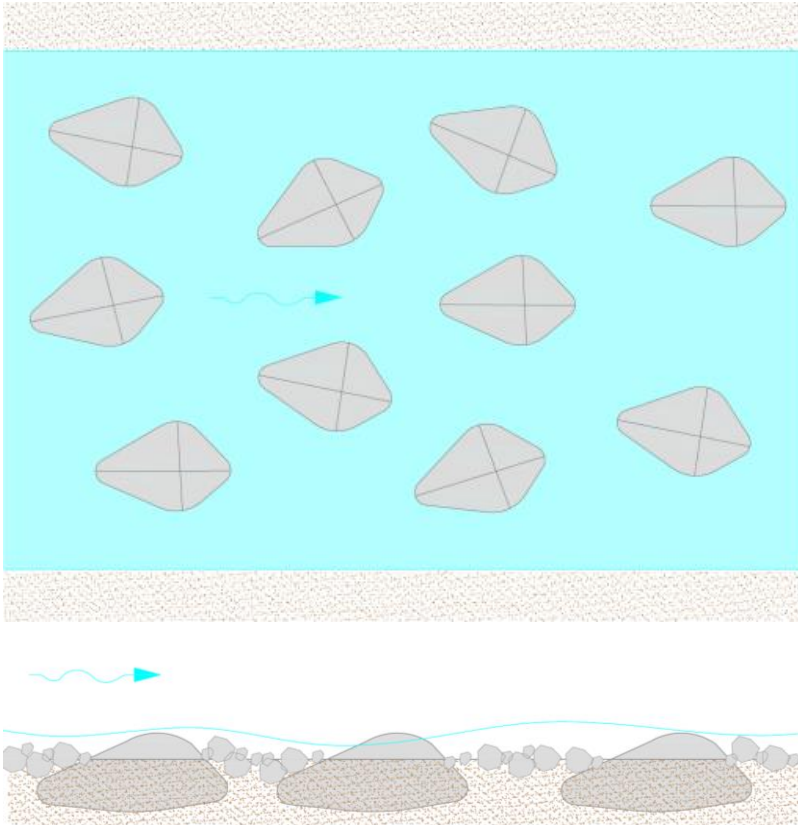


**Bild 8:** Geeignete Störsteine für den Einbau nach WIEGNER

Beim Einbau muss auf die tiefe Einbindung des „Steinfußes“ in die Sohle (mind. 2/3 der Steingröße) geachtet werden. Dadurch bleiben die Störsteine trotz der in die Strömung ragenden Steinspitzen stabil. Die Störsteine bzw. Steinriegel sind in Fließrichtung geneigt einzubauen und nicht mit Breitseiten bzw. senkrechten Kanten gegen die Strömung. Es ist auf schräge Anströmung der Steinflächen zu achten. Damit wird erreicht, dass Geschwemmsel daran entlang abgeführt wird und nicht hängen bleibt, bzw. bei höheren Abflüssen über die Steine fortgespült wird.

Die Durchlässe zwischen den Steinen müssen ausreichend groß sein, sich in Fließrichtung aufweiten und dürfen sich nicht verengen. Die Durchlässe müssen V-förmig sein, d.h. sich von der Gewässersohle bis zur Wasseroberfläche hin öffnen.

Durch den in regelmäßigem Abstand gegeneinander versetzten Einbau wird die Strömung schräg auf die nachfolgenden Blöcke gelenkt und Geschwemmsel aus der Rampe ausgetragen.

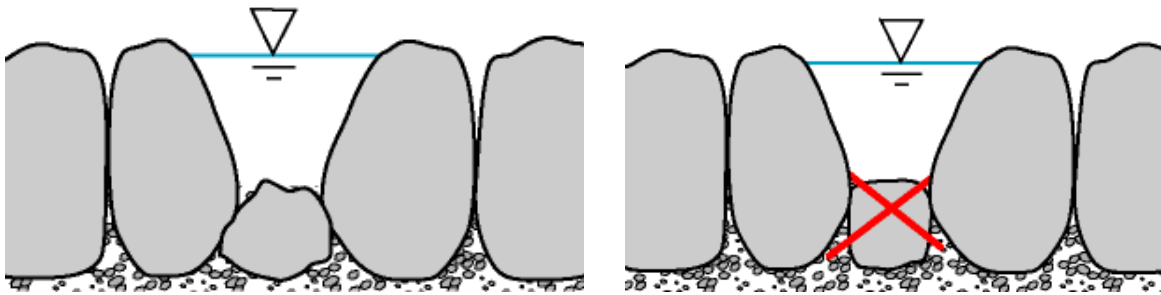


**Abbildung 11:** Draufsicht und Längsschnitt Störsteine nach WIEGNER

Bei **Querriegeln** (Beckenstrukturen) können nicht ausschließlich pyramidenförmige Steine verwendet werden, da ansonsten ein „dichter“ Abschluss des Riegels nicht möglich ist. Das WIEGNERSCHE PRINZIP kann trotzdem zur Anwendung kommen:

- Guter „Fuß“ der Riegelsteine und tiefe Einbindung für die erforderliche Stabilität
- Riegel in Fließrichtung geneigt, so dass Geschwemmsel darüber hinweg gespült werden kann
- V-förmige Öffnungen in den Querriegeln

Ein besonderes Augenmerk ist bei der Gestaltung der Öffnungen von Querriegeln bzw. Beckenstrukturen zu legen, da an der Engstelle für schwimmschwache Arten oft zu hohe Fließgeschwindigkeiten auftreten. Glatte „Schwellensteine“ an der Sohle der Öffnungen sind daher zu vermeiden. In den Öffnungen ist eine raue Sohle anzustreben, um im Nahbereich der Sohle geringere Strömungsgeschwindigkeiten und Bereiche mit Strömungsschatten zu erreichen.



**Abbildung 12:** Öffnung V-förmig mit rauem "Sohlstein" (links), keine glatten "Schwellensteine" (rechts)

#### 4.2.4 Sohlgestaltung im Raugerinne

Es ist im gesamten Raugerinne (inkl. Riegelöffnungen und Einschnitt der Pegelschwelle) die Herstellung einer durchgängigen, möglichst naturnahen Sohle anzustreben, um schwimmschwachen, bodenorientierten Fischarten die Durchwanderbarkeit zu ermöglichen.

Grundsätzlich wird in der Fachwelt davon ausgegangen, dass die Durchgängigkeit für aquatische Wirbellose (Makrozoobenthos) dann ebenfalls gewährleistet ist.

#### 4.2.5 Durchwanderbarkeit der Pegelschwelle

In Bezug auf die ökologische Durchgängigkeit spielen das Kontrollbauwerk bzw. die Durchwanderbarkeit der Pegelschwelle und des Messprofils eine maßgebliche Rolle. Ist ein Kontrollbauwerk vorhanden, liegt grundsätzlich eine Beeinträchtigung hinsichtlich der Durchwanderbarkeit vor (s. auch 4.1).

Um die Vorteile einer Pegelschwelle für die Wasserstandsmessung nicht aufzugeben, kann die Passierbarkeit der Pegelschwelle aufgrund der bisherigen Erfahrungen durch einen Einschnitt in die Pegelschwelle als Teil des Wanderkorridors erreicht werden. Der Einschnitt soll sohlgleich, d.h. möglichst mit durchgehender Sohle ohne Absätze an das Raugerinne anschließen (s. Bild 9 und 10).



**Bild 9:** Schenkenzell-Kinzig 2012-08-13



**Bild 10:** Ramsbach-Rench 2012-08-12

Ein einfaches „Anhängen“ des Raugerinnes an die Pegelschwelle ohne Eingriff in die durchgehende Sohlschwelle hat sich als nicht zielführend herausgestellt, da sich auf der Krone der Rampe im Anschluss an die Pegelschwelle in diesem Fall weiterhin ein Fließwechsel mit den genannten negativen Effekten (niedrige Wassertiefen, hohe Fließgeschwindigkeiten) einstellt (s. Bild 12). Den Fließwechsel - wenn auch nur in Teilbereichen - durch entsprechend hoch gesetzte Steine zu verhindern, ist keine geeignete Lösung. Dies erhöht die Verlegungsgefahr und somit die Beeinflussung des Messprofils durch Rückstau massiv (s. Bild 11).



**Bild 11:** Schwabsberg-Jagst 2015-05-28



**Bild 12:** Jagstzell-Jagst 2012-08-04

Die Bemessung des Einschnittes richtet sich nach den Ansprüchen der o.g. Zielarten. Auch hier gilt die Einhaltung der notwendigen Mindestwassertiefen, Durchlassbreiten und Fließgeschwindigkeiten. Der Einschnitt darf nicht zu groß sein, damit der Wasserstand im Messbereich die geforderte Mindestwassertiefe bei niedrigen Abflüssen erreicht. Diese Anforderung deckt sich mit der Erfordernis einer ausreichenden Mindestwassertiefe im Wanderkorridor der Fische. Der Einschnitt soll groß genug sein, um die Fließgeschwindigkeiten, die Verlegungsanfälligkeit und das Risiko einer Überlastung bei höheren Abflüssen möglichst gering zu halten. Eine V-förmige Gestaltung und abgerundete Kanten verringern das Verlegungsrisiko. Die bestmögliche Lösung muss im Einzelfall durch den Planer in Abstimmung mit den Beteiligten ermittelt werden.

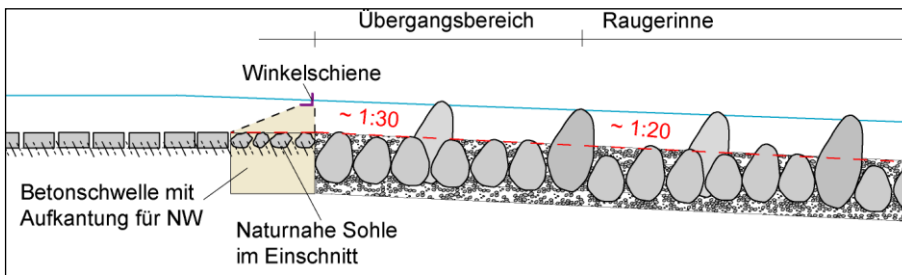
Beim Pegel Ewattigen-Wutach wurde beispielsweise wegen ganzjährig ausreichendem Abfluss die Winkelschiene über die gesamte Breite des Einschnürungsbereichs entfernt und der Absturz angerampt (s. Bild 13). Am Pegel Schenkzell-Kinzig wurde zur Gewährleistung der Wassertiefe im Niedrigwasserfall ein Einschnitt hergestellt (s. Bild 9).



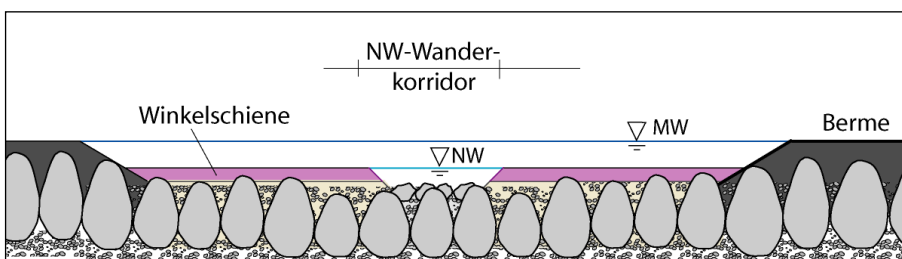
**Bild 13:** Ewattigen-Wutach 2015-05-18

Besonderes Augenmerk bei der Gestaltung des Durchstiegs durch die Pegelschwelle ist auf die Sohlgestaltung zu legen, da an der Engstelle bei einer glatten Sohle für schwimmschwache Arten oft zu hohe Fließgeschwindigkeiten auftreten. Sie muss daher so naturnah wie möglich ausgestaltet sein (analog Öffnungen in Querriegeln - s. Kapitel 4.2.1).

Es hat sich bewährt, bei Raugerinnen ohne Beckenstrukturen einen flach geneigten **Übergangsbereich** im unterstromigen Anschluss an die Pegelschwelle vorzusehen, bevor das eigentliche Raugerinnegefälle beginnt. Die Stör- und Riegelsteine des anschließenden Raugerinnes - das gilt vor allem für die Steine direkt unterhalb der Schwelle - dürfen nicht höher als die Pegelschwelle sein, da dies Anlagerungen durch Geschwemmsel begünstigt und die Niedrigwassermessung durch Rückstau beeinflussen kann. Im Übergangsbereich vor der Schwelle (Blick nach oberstrom) muss für den Niedrigwasserfall eine ausreichende Wassertiefe vorhanden sein, um auch für größere Fische die Durchwanderbarkeit zu gewährleisten. Bei Rampen in Beckenbauweise muss sich die Sohle des Beckens unterhalb der Pegelschwelle durch den Einschnitt in der Pegelschwelle hindurch bis in den Messbereich fortsetzen.



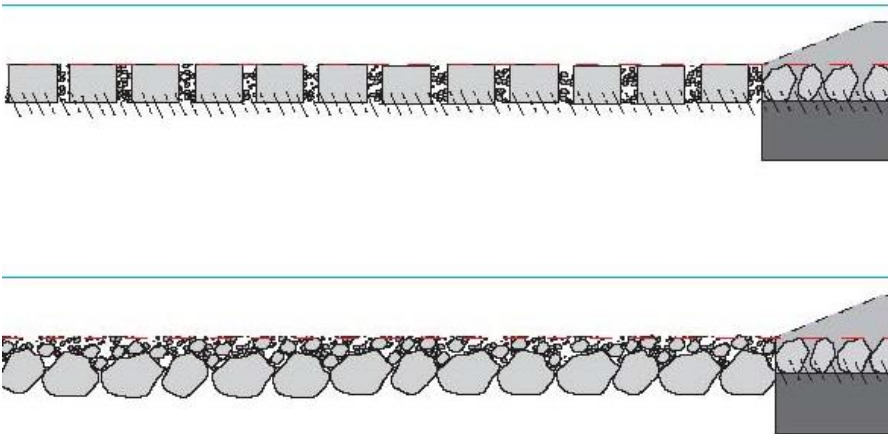
**Abbildung 13:** Übergangsbereich Pegelschwelle - Raugerinne mit Störsteinen



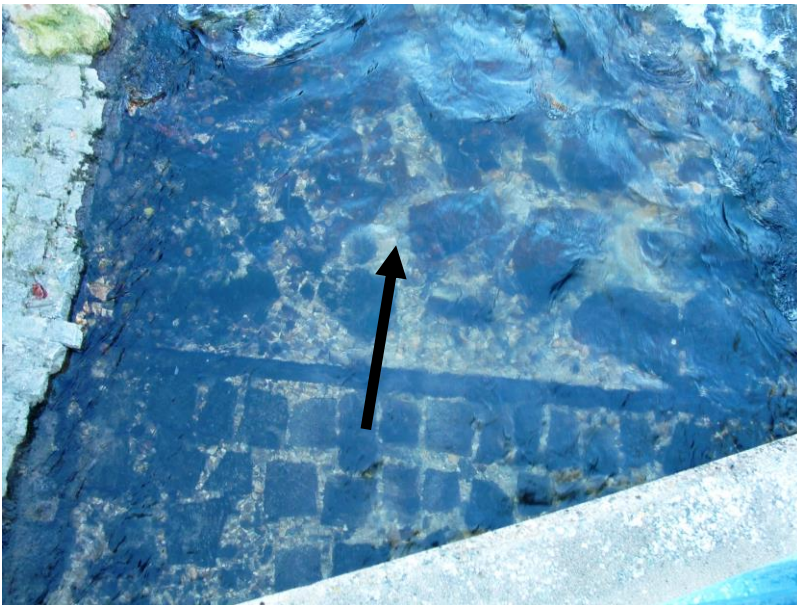
**Abbildung 14:** Querschnitt Einschnitt Pegelschwelle

#### 4.2.6 Sohlgestaltung oberstrom der Pegelschwelle/ im Messbereich

Eine Sohle mit natürlichem gewässertypischem Substrat ist auch im Messbereich gewässerökologisch vorzuziehen. Im Unterschied zur Rampe kann die Sohle **im Messbereich** glatter bzw. gleichmäßiger ausgeführt werden, da durch das geringe Gefälle im Regelfall geringere Fließgeschwindigkeiten auftreten. Sohlpflasterungen bzw. -befestigungen sollen vermieden werden. Kann aus messtechnischen Gründen nicht darauf verzichtet werden, gibt es zwei konstruktive Möglichkeiten, die entsprechend des natürlichen Geschiebetriebs zu wählen sind. Bei geringem Geschiebetrieb oder Erosionstendenzen kann die Sohlbefestigung in Setz- oder Schüttsteinbauweise hergestellt und anschließend mit dem natürlichen Geschiebe – gleichmäßig ohne Störkörper - überdeckt werden. Durch eine raue Sohlbefestigung wird eine erosionsstabile Geschiebeschüttung erreicht. Bei starkem Geschiebetrieb oder Auflandungstendenzen ist die Alternative dazu eine Pflasterung mit möglichst breiten, substratgefüllten Fugen.



**Abbildung 15:** Sohlgestaltung im Messbereich: Pflasterung mit groben, substratgefüllten Fugen (oben), Sohlbefestigung mit gewässertypischer Substratüberdeckung (unten)



**Abbildung 16:** Geislingen-Fils: Übergangsbereich im Bereich der Pegelschwelle (oben: Rampe mit Störsteinen und Sohlsubstrat, unten: breite Fugen des gepflasterten Messbereichs oberhalb der Pegelschwelle)

Auch oberstrom der Schwelle müssen eine ausreichende Wassertiefe und die maximal zulässige Fließgeschwindigkeit der Zielfischarten eingehalten werden. Durch das Einschnürungsbauwerk wird bei geringen Abflüssen eine größere Wassertiefe erreicht, was sich positiv auf die Durchwanderbarkeit auswirkt.

# 5 Evaluation durchgängiger Pegelanlagen

## 5.1 Auswahl der Projektpegel

Im Rahmen des Projekts „Evaluation durchgängiger Pegelanlagen“ wurden zwanzig Pegel ausgewählt und überprüft. Dabei wurde versucht, ein möglichst repräsentatives Spektrum der angewandten Bauformen darzustellen.

Die Pegelanlagen wurden auf ihre Funktionsfähigkeit untersucht. Bei den Begehungen wurden sowohl eine Bewertung des Pegels als Messanlage als auch eine Bewertung der ökologischen Durchgängigkeit nach festgelegten Kriterien vorgenommen.

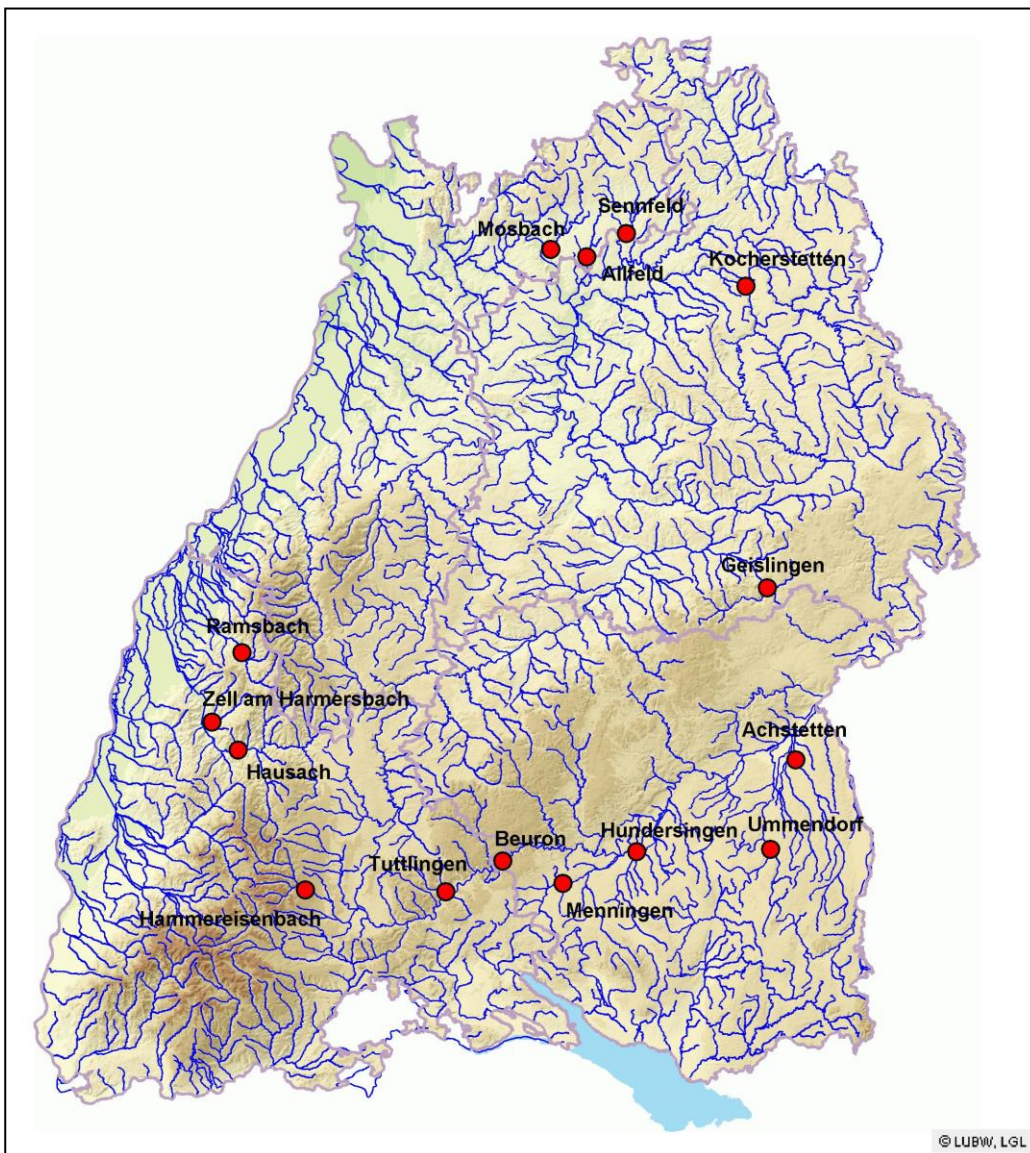


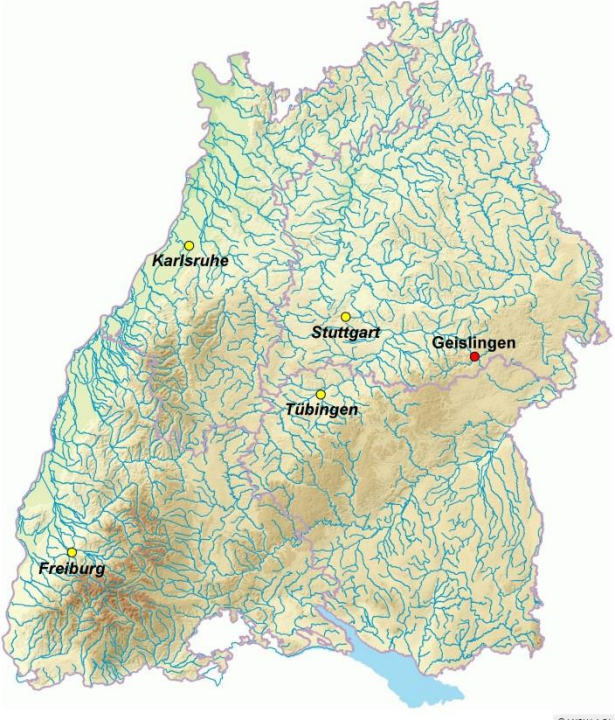

Abbildung 17: Übersichtskarte der Beispielpegel (rot: Pegelstandorte gemäß Tabelle 7)



**Tabelle 7:** Untersuchte Pegel der Regierungspräsidien, Datengrundlage MQ/MNQ: LUBW, Pegel- und Datendienst Mai 2014 [<sup>1</sup>Datengrundlage 1992-2010; <sup>2</sup>Lachswiederansiedlungsgebiet]

| Pegel<br>(mit Seitenverweis)                | MQ  | MNQ                              | Sohlbreite an<br>Pegelschwelle | Sohlgefälle | Fischregion                       |
|---|---|----------------------------------|--------------------------------|-------------|-----------------------------------|
|   | [m <sup>3</sup> /s]<br>1981-2010  | [m <sup>3</sup> /s]<br>1981-2010 | [m]                            | [%]         |                                   |
| <b>RP Stuttgart</b>                         |   |                                  |                                |             |                                   |
| Geislingen-Fils<br>(Seite 56)               | Vollrampe in Setzsteinbauweise mit Störsteinen                                |                                  |                                |             |                                   |
|   | 2,54  | 0,44                             | ca. 6                          | ca. 0,3     | Untere Forellenregion             |
| Kocherstetten-Kocher<br>(Seite 58)          | Vollrampe in Schüttsteinbauweise als Muldenrampe                              |                                  |                                |             |                                   |
|   | 17,1  | 3,24                             | ca. 33                         | ca. 0,07    | Barbenregion                      |
| <b>RP Freiburg</b>                          |   |                                  |                                |             |                                   |
| Ramsbach-Rench<br>(Seite 60)                | Vollrampe in Setzsteinbauweise als Beckenstruktur mit gesetzten Querriegeln   |                                  |                                |             |                                   |
|   | 3,55  | 0,68                             | ca. 4                          | ca. 0,5     | Äschenregion <sup>2</sup>         |
| Zell am Harmersbach-Erlenbach<br>(Seite 62) | Vollrampe in Setzsteinbauweise als Beckenstruktur mit gesetzten Querriegeln   |                                  |                                |             |                                   |
|   | 2,53  | 0,52                             | ca. 10                         | ca. 1       | Äschenregion <sup>2</sup>         |
| Hausach-Kinzig<br>(Seite 64)                | Vollrampe in Setzsteinbauweise ohne Einbauten                                 |                                  |                                |             |                                   |
|   | 16,5 <sup>1</sup>   | 2,62 <sup>1</sup>                | ca. 18                         | ca. 0,2     | Äschenregion <sup>2</sup>         |
| Tuttlingen-Elta<br>(Seite 66)               | Vollrampe mit Einschnürungsbauwerk  |                                  |                                |             |                                   |
|   | 0,93  | 0,16                             | ca. 8                          | ca. 0,6     | Äschenregion                      |
| Hammereisenbach-Breg<br>(Seite 68)          | Teilrampe in Schüttsteinbauweise mit Störsteinen                              |                                  |                                |             |                                   |
|   | 5,06  | 0,8                              | ca. 13                         | ca. 0,3     | Äschenregion                      |
| <b>RP Karlsruhe</b>                         |   |                                  |                                |             |                                   |
| Sennfeld-Seckach<br>(Seite 70)              | Vollrampe in Schüttsteinbauweise als Beckenstruktur mit gesetzten Querriegeln |                                  |                                |             |                                   |
|   | 2,46  | 1,06                             | ca. 8                          | ca. 3       | Äschenregion                      |
| Allfeld-Schefflenz<br>(Seite 72)            | Vollrampe in Schüttsteinbauweise als Beckenstruktur mit gesetzten Querriegeln |                                  |                                |             |                                   |
|   | 0,51  | 0,18                             | ca. 6                          | ca. 1       | Untere Forellen-<br>/Äschenregion |
| Mosbach-Elz<br>(Seite 74)                   | Vollrampe in Schüttsteinbauweise als Beckenstruktur mit gesetzten Querriegeln |                                  |                                |             |                                   |
|   | 2,05  | 0,36                             | 10                             | ca. 0,9     | Äschen-/Barbenregion              |
| <b>RP Tübingen</b>                          |   |                                  |                                |             |                                   |
| Beuron-Donau<br>(Seite 76)                  | Vollrampe in Setzsteinbauweise  |                                  |                                |             |                                   |
|   | 13  | 0,77                             | 20                             | ca. 2,5     | Äschenregion                      |
| Menningen-Ablach<br>(Seite 78)              | Vollrampe in Schüttsteinbauweise ohne Einbauten                               |                                  |                                |             |                                   |
|   | 1,33  | 0,36                             | 8                              | ca. 1       | Forellen-<br>/Äschenregion        |
| Hundersingen-Donau<br>(Seite 80)            | Vollrampe in Setzsteinbauweise ohne Einbauten                                 |                                  |                                |             |                                   |
|   | 27,2  | 6,15                             | ca. 30                         | ca. 0,2     | Äschen-/Barbenregion              |
| Ummendorf-Umlach<br>(Seite 82)              | Vollrampe in Schüttsteinbauweise ohne Einbauten                               |                                  |                                |             |                                   |
|   | 1,04  | 0,61                             | ca. 6                          | ca. 1,5     | Forellen-<br>/Äschenregion        |
| Achstetten-Baierzer Rot<br>(Seite 84)       | ohne Kontrollbauwerk  |                                  |                                |             |                                   |
|   | 3,41  | 1,86                             | 10                             | ca. 1,5     | Äschen-/Barbenregion              |

## 5.2 Projektergebnisse

| Pegel Geislingen-Fils   |  |                        |               |  |                               |   |  |                  |           |                               |         |                                 |                      |                       |                        |                        |                        |                   |         |                    |           |                    |                       |                      |             |                                 |        |                                     |      |
|---|--|------------------------|---------------|--|-------------------------------|---|--|------------------|-----------|-------------------------------|---------|---------------------------------|----------------------|-----------------------|------------------------|------------------------|------------------------|-------------------|---------|--------------------|-----------|--------------------|-----------------------|----------------------|-------------|---------------------------------|--------|-------------------------------------|------|
| Übersichtskarte Baden-Württemberg   | Kenndaten  |                        |               |  |                               |   |  |                  |           |                               |         |                                 |                      |                       |                        |                        |                        |                   |         |                    |           |                    |                       |                      |             |                                 |        |                                     |      |
|  <p><b>Abbildung 18:</b> Übersichtskarte Geislingen/Fils</p>  | <table border="0"> <tr> <td><b>Messstellen-Nr.</b></td> <td>1439</td> </tr> <tr> <td><b>Bearbeitungsgebiet</b></td> <td>Neckar</td> </tr> <tr> <td><b>Pegelbetreiber</b></td> <td>RP Stuttgart</td> </tr> <tr> <td><b>Landkreis</b></td> <td>Göppingen</td> </tr> <tr> <td><b>Entfernung zur Mündung</b></td> <td>36,8 km</td> </tr> <tr> <td><b>Größe des Einzugsgebiets</b></td> <td>45,6 km<sup>2</sup></td> </tr> <tr> <td><b>MQ (1981-2010)</b></td> <td>2,54 m<sup>3</sup>/s</td> </tr> <tr> <td><b>MNQ (1981-2010)</b></td> <td>0,44 m<sup>3</sup>/s</td> </tr> <tr> <td><b>Sohlbreite</b></td> <td>ca. 6 m</td> </tr> <tr> <td><b>Sohlgefälle</b></td> <td>ca. 0,3 %</td> </tr> <tr> <td><b>Fischregion</b></td> <td>Untere Forellenregion</td> </tr> <tr> <td><b>Größter Fisch</b></td> <td>Bachforelle</td> </tr> <tr> <td><b>Schwimmschwächster Fisch</b></td> <td>Groppe</td> </tr> <tr> <td><b>Lachswiederansiedlungsgebiet</b></td> <td>nein</td> </tr> </table> | <b>Messstellen-Nr.</b> | 1439          | <b>Bearbeitungsgebiet</b>                      | Neckar                        | <b>Pegelbetreiber</b>                   | RP Stuttgart   | <b>Landkreis</b> | Göppingen | <b>Entfernung zur Mündung</b> | 36,8 km | <b>Größe des Einzugsgebiets</b> | 45,6 km <sup>2</sup> | <b>MQ (1981-2010)</b> | 2,54 m <sup>3</sup> /s | <b>MNQ (1981-2010)</b> | 0,44 m <sup>3</sup> /s | <b>Sohlbreite</b> | ca. 6 m | <b>Sohlgefälle</b> | ca. 0,3 % | <b>Fischregion</b> | Untere Forellenregion | <b>Größter Fisch</b> | Bachforelle | <b>Schwimmschwächster Fisch</b> | Groppe | <b>Lachswiederansiedlungsgebiet</b> | nein |
| <b>Messstellen-Nr.</b>  | 1439   |                        |               |  |                               |   |  |                  |           |                               |         |                                 |                      |                       |                        |                        |                        |                   |         |                    |           |                    |                       |                      |             |                                 |        |                                     |      |
| <b>Bearbeitungsgebiet</b>   | Neckar   |                        |               |  |                               |   |  |                  |           |                               |         |                                 |                      |                       |                        |                        |                        |                   |         |                    |           |                    |                       |                      |             |                                 |        |                                     |      |
| <b>Pegelbetreiber</b>   | RP Stuttgart   |                        |               |  |                               |   |  |                  |           |                               |         |                                 |                      |                       |                        |                        |                        |                   |         |                    |           |                    |                       |                      |             |                                 |        |                                     |      |
| <b>Landkreis</b>  | Göppingen  |                        |               |  |                               |   |  |                  |           |                               |         |                                 |                      |                       |                        |                        |                        |                   |         |                    |           |                    |                       |                      |             |                                 |        |                                     |      |
| <b>Entfernung zur Mündung</b>   | 36,8 km  |                        |               |  |                               |   |  |                  |           |                               |         |                                 |                      |                       |                        |                        |                        |                   |         |                    |           |                    |                       |                      |             |                                 |        |                                     |      |
| <b>Größe des Einzugsgebiets</b>   | 45,6 km <sup>2</sup>   |                        |               |  |                               |   |  |                  |           |                               |         |                                 |                      |                       |                        |                        |                        |                   |         |                    |           |                    |                       |                      |             |                                 |        |                                     |      |
| <b>MQ (1981-2010)</b>   | 2,54 m <sup>3</sup> /s   |                        |               |  |                               |   |  |                  |           |                               |         |                                 |                      |                       |                        |                        |                        |                   |         |                    |           |                    |                       |                      |             |                                 |        |                                     |      |
| <b>MNQ (1981-2010)</b>  | 0,44 m <sup>3</sup> /s   |                        |               |  |                               |   |  |                  |           |                               |         |                                 |                      |                       |                        |                        |                        |                   |         |                    |           |                    |                       |                      |             |                                 |        |                                     |      |
| <b>Sohlbreite</b>   | ca. 6 m  |                        |               |  |                               |   |  |                  |           |                               |         |                                 |                      |                       |                        |                        |                        |                   |         |                    |           |                    |                       |                      |             |                                 |        |                                     |      |
| <b>Sohlgefälle</b>  | ca. 0,3 %  |                        |               |  |                               |   |  |                  |           |                               |         |                                 |                      |                       |                        |                        |                        |                   |         |                    |           |                    |                       |                      |             |                                 |        |                                     |      |
| <b>Fischregion</b>  | Untere Forellenregion  |                        |               |  |                               |   |  |                  |           |                               |         |                                 |                      |                       |                        |                        |                        |                   |         |                    |           |                    |                       |                      |             |                                 |        |                                     |      |
| <b>Größter Fisch</b>  | Bachforelle  |                        |               |  |                               |   |  |                  |           |                               |         |                                 |                      |                       |                        |                        |                        |                   |         |                    |           |                    |                       |                      |             |                                 |        |                                     |      |
| <b>Schwimmschwächster Fisch</b>   | Groppe   |                        |               |  |                               |   |  |                  |           |                               |         |                                 |                      |                       |                        |                        |                        |                   |         |                    |           |                    |                       |                      |             |                                 |        |                                     |      |
| <b>Lachswiederansiedlungsgebiet</b>   | nein   |                        |               |  |                               |   |  |                  |           |                               |         |                                 |                      |                       |                        |                        |                        |                   |         |                    |           |                    |                       |                      |             |                                 |        |                                     |      |
| Beschreibung Baumaßnahme  |  |                        |               |  |                               |   |  |                  |           |                               |         |                                 |                      |                       |                        |                        |                        |                   |         |                    |           |                    |                       |                      |             |                                 |        |                                     |      |
| <table border="0"> <tr> <td><b>Ausführungsjahr</b></td> <td>2013</td> </tr> <tr> <td><b>Bauart</b></td> <td>Vollrampe in Setzsteinbauweise mit Störsteinen</td> </tr> <tr> <td><b>Niedrigwasseranpassung</b></td> <td>Wanderkorridor (mit Niedrigwasserrinne)</td> </tr> </table> <p>Um die Abflusskurve des Pegels so wenig wie möglich zu beeinflussen, wurde die bestehende Pegelschwelle weitestgehend erhalten und Richtung Unterwasser eine Sohlgleite entwickelt. Im Bereich der NW-Rinne wurde die Schwelle mittig ca. 7 cm eingeschnitten um die erforderliche Mindestwassertiefe sicherstellen zu können.</p> <p>Als Bauart wurde eine Vollrampe mit Störsteinen und einem gestreckten Wanderkorridor in Rampenmitte gewählt, als Deckwerk eine Steinschüttung aus dem für diesen Gewässerabschnitt typischen Jurakalk.</p> | <b>Ausführungsjahr</b>   | 2013                   | <b>Bauart</b> | Vollrampe in Setzsteinbauweise mit Störsteinen | <b>Niedrigwasseranpassung</b> | Wanderkorridor (mit Niedrigwasserrinne) |  <p><b>Bild 14:</b> Geislingen-Fils 2013-08-19</p> |                  |           |                               |         |                                 |                      |                       |                        |                        |                        |                   |         |                    |           |                    |                       |                      |             |                                 |        |                                     |      |
| <b>Ausführungsjahr</b>  | 2013   |                        |               |  |                               |   |  |                  |           |                               |         |                                 |                      |                       |                        |                        |                        |                   |         |                    |           |                    |                       |                      |             |                                 |        |                                     |      |
| <b>Bauart</b>   | Vollrampe in Setzsteinbauweise mit Störsteinen   |                        |               |  |                               |   |  |                  |           |                               |         |                                 |                      |                       |                        |                        |                        |                   |         |                    |           |                    |                       |                      |             |                                 |        |                                     |      |
| <b>Niedrigwasseranpassung</b>   | Wanderkorridor (mit Niedrigwasserrinne)  |                        |               |  |                               |   |  |                  |           |                               |         |                                 |                      |                       |                        |                        |                        |                   |         |                    |           |                    |                       |                      |             |                                 |        |                                     |      |

## Bewertung Pegel/Messanlage

- vertretbare Einschränkungen durch Turbulenzen im Messprofil
- erhöhte Anfälligkeit der Messanlage durch Ablagerungen nicht zu erwarten, allerdings momentan noch keine ausreichende Betriebserfahrung
- stark verbesserte Situation in Bezug auf die Durchführung von Abflussmessungen; dies war in der Vergangenheit nur sehr eingeschränkt möglich
- eine belastbare Wasserstands-Abfluss-Beziehung ist noch nicht vorhanden aufgrund der besonderen Ausgangssituation in Bezug auf die Abflussdaten und der vergleichsweise geringen Zeitspanne nach dem Umbau

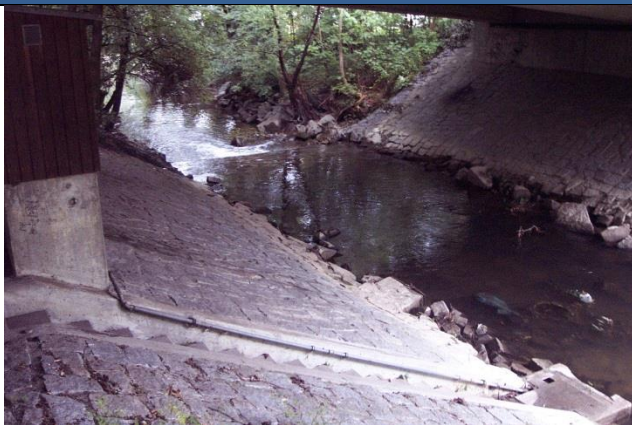
Das Ergebnis des Pegelumbaus wird seitens des Pegel- und Datendienstes und der Fischereiverwaltung als ausgesprochen gelungenes Beispiel für die Wiederherstellung der Durchgängigkeit angesehen.

## Bewertung der ökologischen Durchgängigkeit

|                               |                 |
|-------------------------------|-----------------|
| Auffindbarkeit                | uneingeschränkt |
| Mindestwassertiefe            | eingehalten     |
| Maximale Fließgeschwindigkeit | eingehalten     |
| Sohlanbindung                 | vorhanden       |

Aus ökologischer Sicht ist der Pegel ohne Einschränkungen durchgängig.

### Vor dem Umbau



**Bild 15:** Geislingen-Fils 2002-07-17

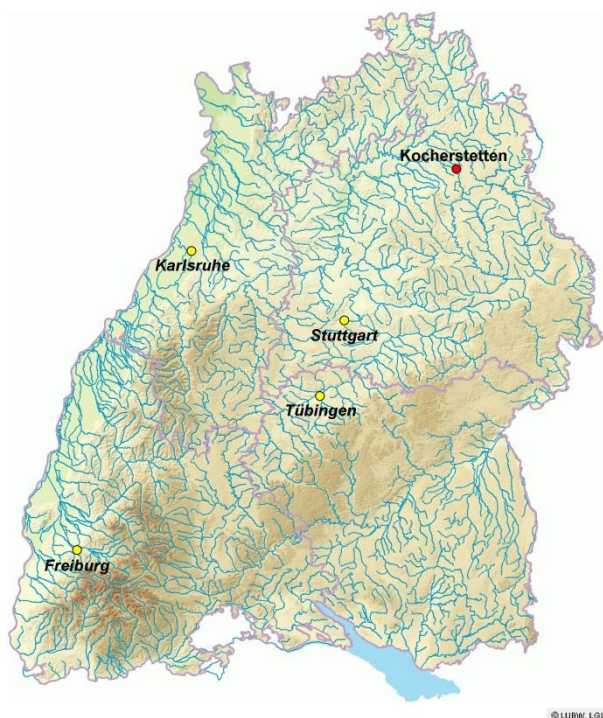
### Nach dem Umbau



**Bild 16:** Geislingen-Fils 2013-08-19

## Pegel Kocherstetten-Kocher

### Übersichtskarte Baden-Württemberg



**Abbildung 19:** Übersichtskarte Kocherstetten-Kocher

### Kenndaten

|                                     |                         |
|-------------------------------------|-------------------------|
| <b>Messstellen-Nr.</b>              | 3498                    |
| <b>Bearbeitungsgebiet</b>           | Neckar                  |
| <b>Pegelbetreiber</b>               | RP Stuttgart            |
| <b>Landkreis</b>                    | Hohenlohekreis          |
| <b>Entfernung zur Mündung</b>       | 61 km                   |
| <b>Größe des Einzugsgebiets</b>     | 1288,63 km <sup>2</sup> |
| <b>MQ (1981-2010)</b>               | 17,1 m <sup>3</sup> /s  |
| <b>MNQ (1981-2010)</b>              | 3,24 m <sup>3</sup> /s  |
| <b>Sohlbreite</b>                   | ca. 33 m                |
| <b>Sohlgefälle</b>                  | ca. 0,07 %              |
| <b>Fischregion</b>                  | Barbenregion            |
| <b>Größter Fisch</b>                | Barbe                   |
| <b>Schwimmschwächster Fisch</b>     | Groppe, Bachschmerle    |
| <b>Lachswiederansiedlungsgebiet</b> | nein                    |

### Beschreibung Baumaßnahme

|                        |  |
|------------------------|--|
| <b>Ausführungsjahr</b> | 2008   |
| <b>Bauart</b>          | Vollrampe in Schüttsteinbauweise als Muldenrampe |

**Niedrigwasseranpassung** keine

Die Pegelschwelle wurde beim Umbau nicht verändert. Zwischen der Rampe und der Pegelschwelle ist ein Sohlabsturz von wenigen cm vorhanden. Als Bauart wurde eine Vollrampe in Muldenbauweise mit Schüttsteindeckwerk gewählt.



**Bild 17:** Kocherstetten- Kocher 2014-06-18

**Bewertung Pegel/Messanlage**

- ➔ keine Einschränkungen in Bezug auf die Funktion der Messanlage
- ➔ die vor dem Umbau bestehende Wasserstands-Abfluss-Beziehung kann weiter genutzt werden

Seitens des Pegel- und Datendienstes ist dies eine akzeptable Lösung (keine Verschlechterung zur vorherigen Situation).

**Bewertung der ökologischen Durchgängigkeit**

|                               |                 |
|-------------------------------|-----------------|
| Auffindbarkeit                | uneingeschränkt |
| Mindestwassertiefe            | eingehalten     |
| Maximale Fließgeschwindigkeit | eingehalten     |
| Sohlanbindung                 | nicht vorhanden |

➔ Durchgängigkeit aufgrund der fehlenden Sohlanbindung für Kleinfischarten eingeschränkt.

Verbesserungsmöglichkeit: Eine Verbesserungsmöglichkeit besteht durch eine ufernahe Aufstiegsmöglichkeit und durch Verfüllen des Sohlabsturzes.

| <b>Vor dem Umbau</b> | <b>Nach dem Umbau</b> |
|----------------------|-----------------------|
|----------------------|-----------------------|

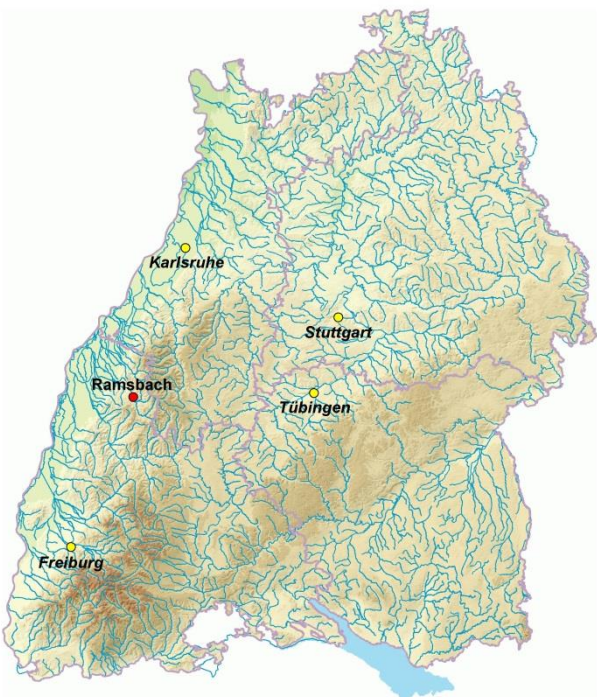


**Bild 18:** Kocherstetten- Kocher 2005-12-12




**Bild 19:** Kocherstetten- Kocher 2014-06-18

## Pegel Ramsbach-Rench

| Übersichtskarte Baden-Württemberg   | Kenndaten  |                        |      |                           |           |                       |             |                  |              |                               |          |                                 |                        |                       |                        |                        |                        |                   |         |                    |           |                    |              |                      |       |                                 |        |                                     |    |
|---|--|------------------------|------|---------------------------|-----------|-----------------------|-------------|------------------|--------------|-------------------------------|----------|---------------------------------|------------------------|-----------------------|------------------------|------------------------|------------------------|-------------------|---------|--------------------|-----------|--------------------|--------------|----------------------|-------|---------------------------------|--------|-------------------------------------|----|
|  <p style="text-align: right; font-size: small;">© LUBW, LGL</p> | <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 30%;"><b>Messstellen-Nr.</b></td> <td>3317</td> </tr> <tr> <td><b>Bearbeitungsgebiet</b></td> <td>Oberrhein</td> </tr> <tr> <td><b>Pegelbetreiber</b></td> <td>RP Freiburg</td> </tr> <tr> <td><b>Landkreis</b></td> <td>Ortenaukreis</td> </tr> <tr> <td><b>Entfernung zur Mündung</b></td> <td>38,14 km</td> </tr> <tr> <td><b>Größe des Einzugsgebiets</b></td> <td>108,32 km<sup>2</sup></td> </tr> <tr> <td><b>MQ (1981-2010)</b></td> <td>3,55 m<sup>3</sup>/s</td> </tr> <tr> <td><b>MNQ (1981-2010)</b></td> <td>0,68 m<sup>3</sup>/s</td> </tr> <tr> <td><b>Sohlbreite</b></td> <td>ca. 4 m</td> </tr> <tr> <td><b>Sohlgefälle</b></td> <td>ca. 0,5 %</td> </tr> <tr> <td><b>Fischregion</b></td> <td>Äschenregion</td> </tr> <tr> <td><b>Größter Fisch</b></td> <td>Lachs</td> </tr> <tr> <td><b>Schwimmschwächster Fisch</b></td> <td>Groppe</td> </tr> <tr> <td><b>Lachswiederansiedlungsgebiet</b></td> <td>ja</td> </tr> </table> | <b>Messstellen-Nr.</b> | 3317 | <b>Bearbeitungsgebiet</b> | Oberrhein | <b>Pegelbetreiber</b> | RP Freiburg | <b>Landkreis</b> | Ortenaukreis | <b>Entfernung zur Mündung</b> | 38,14 km | <b>Größe des Einzugsgebiets</b> | 108,32 km <sup>2</sup> | <b>MQ (1981-2010)</b> | 3,55 m <sup>3</sup> /s | <b>MNQ (1981-2010)</b> | 0,68 m <sup>3</sup> /s | <b>Sohlbreite</b> | ca. 4 m | <b>Sohlgefälle</b> | ca. 0,5 % | <b>Fischregion</b> | Äschenregion | <b>Größter Fisch</b> | Lachs | <b>Schwimmschwächster Fisch</b> | Groppe | <b>Lachswiederansiedlungsgebiet</b> | ja |
| <b>Messstellen-Nr.</b>  | 3317   |                        |      |                           |           |                       |             |                  |              |                               |          |                                 |                        |                       |                        |                        |                        |                   |         |                    |           |                    |              |                      |       |                                 |        |                                     |    |
| <b>Bearbeitungsgebiet</b>   | Oberrhein  |                        |      |                           |           |                       |             |                  |              |                               |          |                                 |                        |                       |                        |                        |                        |                   |         |                    |           |                    |              |                      |       |                                 |        |                                     |    |
| <b>Pegelbetreiber</b>   | RP Freiburg  |                        |      |                           |           |                       |             |                  |              |                               |          |                                 |                        |                       |                        |                        |                        |                   |         |                    |           |                    |              |                      |       |                                 |        |                                     |    |
| <b>Landkreis</b>  | Ortenaukreis   |                        |      |                           |           |                       |             |                  |              |                               |          |                                 |                        |                       |                        |                        |                        |                   |         |                    |           |                    |              |                      |       |                                 |        |                                     |    |
| <b>Entfernung zur Mündung</b>   | 38,14 km   |                        |      |                           |           |                       |             |                  |              |                               |          |                                 |                        |                       |                        |                        |                        |                   |         |                    |           |                    |              |                      |       |                                 |        |                                     |    |
| <b>Größe des Einzugsgebiets</b>   | 108,32 km <sup>2</sup>   |                        |      |                           |           |                       |             |                  |              |                               |          |                                 |                        |                       |                        |                        |                        |                   |         |                    |           |                    |              |                      |       |                                 |        |                                     |    |
| <b>MQ (1981-2010)</b>   | 3,55 m <sup>3</sup> /s   |                        |      |                           |           |                       |             |                  |              |                               |          |                                 |                        |                       |                        |                        |                        |                   |         |                    |           |                    |              |                      |       |                                 |        |                                     |    |
| <b>MNQ (1981-2010)</b>  | 0,68 m <sup>3</sup> /s   |                        |      |                           |           |                       |             |                  |              |                               |          |                                 |                        |                       |                        |                        |                        |                   |         |                    |           |                    |              |                      |       |                                 |        |                                     |    |
| <b>Sohlbreite</b>   | ca. 4 m  |                        |      |                           |           |                       |             |                  |              |                               |          |                                 |                        |                       |                        |                        |                        |                   |         |                    |           |                    |              |                      |       |                                 |        |                                     |    |
| <b>Sohlgefälle</b>  | ca. 0,5 %  |                        |      |                           |           |                       |             |                  |              |                               |          |                                 |                        |                       |                        |                        |                        |                   |         |                    |           |                    |              |                      |       |                                 |        |                                     |    |
| <b>Fischregion</b>  | Äschenregion   |                        |      |                           |           |                       |             |                  |              |                               |          |                                 |                        |                       |                        |                        |                        |                   |         |                    |           |                    |              |                      |       |                                 |        |                                     |    |
| <b>Größter Fisch</b>  | Lachs  |                        |      |                           |           |                       |             |                  |              |                               |          |                                 |                        |                       |                        |                        |                        |                   |         |                    |           |                    |              |                      |       |                                 |        |                                     |    |
| <b>Schwimmschwächster Fisch</b>   | Groppe   |                        |      |                           |           |                       |             |                  |              |                               |          |                                 |                        |                       |                        |                        |                        |                   |         |                    |           |                    |              |                      |       |                                 |        |                                     |    |
| <b>Lachswiederansiedlungsgebiet</b>   | ja   |                        |      |                           |           |                       |             |                  |              |                               |          |                                 |                        |                       |                        |                        |                        |                   |         |                    |           |                    |              |                      |       |                                 |        |                                     |    |

**Abbildung 20:** Übersichtskarte Ramsbach-Rench

| Beschreibung Baumaßnahme  |   |
|---|---|
| <p><b>Ausführungsjahr</b>            2010</p> <p><b>Bauart</b>                            Vollrampe in Setzsteinbauweise als Beckenstruktur mit gesetzten Querriegeln</p> <p><b>Niedrigwasseranpassung</b>    Wanderkorridor (mit Beckendurchlass)</p> <p>Die vorhandene Pegelschwelle mit Absturz (h= ca. 1 m) wurde aufgeschnitten. Vom oberen Becken in den Durchlass (b= 60 cm) durch die Schwelle wurde mit dem Steinmaterial des Beckenbodens eine möglichst durchgehende Sohle hergestellt. Die Betonplatte oberhalb der Schwelle wurde im Bereich des Durchlasses auf einer Breite von ca. 2 m aufgebrochen, mit Steinsatz rauer gestaltet und vertieft, um größere Wassertiefen zu erhalten.</p> |  <p style="text-align: center;"><b>Bild 20:</b> Ramsbach-Rench 2013-12-17</p> |

## Bewertung Pegel/Messanlage

- ➔ keine Einschränkungen in Bezug auf die Funktion der Messanlage
- ➔ eine geringfügige Anpassung (für  $W < 80\text{cm}$ ) der Abflusskurve war aufgrund des Eingriffs erforderlich
- ➔ keine Einbußen bei der Datenqualität durch den Pegelumbau

Seitens des Pegel- und Datendienstes ist dies eine akzeptable Lösung (keine Verschlechterung zur vorherigen Situation). Der Unterhaltungsaufwand für den Pegel wurde nur minimal erhöht.

## Bewertung der ökologischen Durchgängigkeit

|                               |                 |
|-------------------------------|-----------------|
| Auffindbarkeit                | uneingeschränkt |
| Mindestwassertiefe            | eingehalten     |
| Erforderliche Durchlassbreite | eingehalten     |
| Maximale Fließgeschwindigkeit | eingehalten     |
| Sohlenbindung                 | vorhanden       |

- ➔ Der Pegel wird für die standorttypische Fischfauna ohne Einschränkungen als durchgängig angesehen; lediglich für schwimmschwache Juvenilstadien könnten im Bereich der Pegelschwelle aufgrund der glatten Sohlstruktur Einschränkungen hinsichtlich der Durchwanderbarkeit bestehen.

Verbesserungsmöglichkeit: Eine Optimierung besteht in der Verbesserung der Sohlstruktur (zu glatt) im Bereich des Durchstiegs an der Pegelschwelle.

### Vor dem Umbau



**Bild 21:** Ramsbach-Rench 2010-04-20

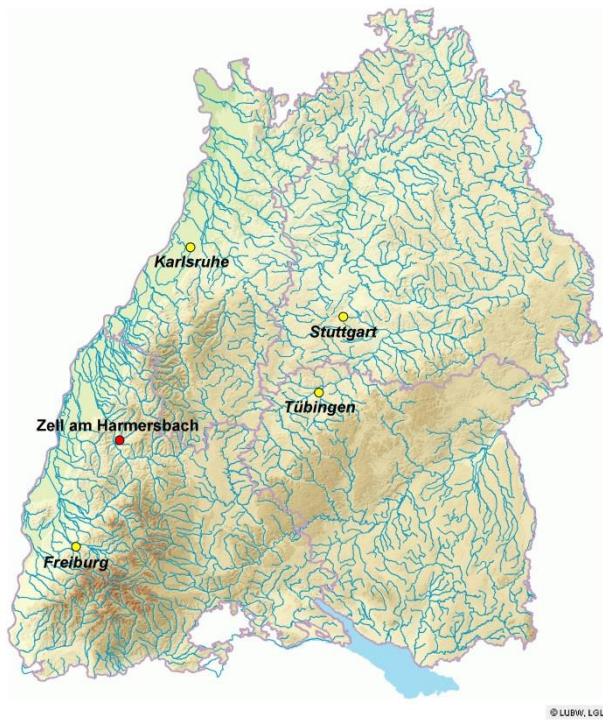
### Nach dem Umbau



**Bild 22:** Ramsbach-Rench 2011-07-12

## Pegel Zell am Harmersbach-Erlenbach

### Übersichtskarte Baden-Württemberg



**Abbildung 21:** Übersichtskarte Zell am Harmersbach-Erlenbach

### Kenndaten

|                                     |                        |
|-------------------------------------|------------------------|
| <b>Messstellen-Nr.</b>              | 44013                  |
| <b>Bearbeitungsgebiet</b>           | Oberrhein              |
| <b>Pegelbetreiber</b>               | RP Freiburg            |
| <b>Landkreis</b>                    | Ortenaukreis           |
| <b>Entfernung zur Mündung</b>       | 2,37 km                |
| <b>Größe des Einzugsgebiets</b>     | 103,19 km <sup>2</sup> |
| <b>MQ (1981-2010)</b>               | 2,53 m <sup>3</sup> /s |
| <b>MNQ (1981-2010)</b>              | 0,52 m <sup>3</sup> /s |
| <b>Sohlbreite</b>                   | ca. 10 m               |
| <b>Sohlgefälle</b>                  | ca. 1 %                |
| <b>Fischregion</b>                  | Äschenregion           |
| <b>Größter Fisch</b>                | Lachs                  |
| <b>Schwimmschwächster Fisch</b>     | Groppe, Bachneunauge   |
| <b>Lachswiederansiedlungsgebiet</b> | ja                     |

### Beschreibung Baumaßnahme

|                               |   |
|-------------------------------|---|
| <b>Ausführungsjahr</b>        | 2011  |
| <b>Bauart</b>                 | Vollrampe in Setzsteinbauweise als Beckenstruktur mit gesetzten Querriegeln |
| <b>Niedrigwasseranpassung</b> | Wanderkorridor (mit Beckendurchlass)  |

Die vorhandene Pegelschwelle mit Absturz (h= ca. 1,5 m) wurde aufgeschnitten. Die Einschnürung oberhalb wurde zurückgebaut. Vom oberen Becken in den Durchlass (b= 60 cm) durch die Schwelle wurde mit dem Steinmaterial des Beckenbodens eine möglichst durchgehende Sohle hergestellt. Die gepflasterte Sohle des Messbereichs oberhalb der Schwelle wurde im Bereich des Durchlass auf einer Breite von ca. 2 m aufgebrochen, mit Steinsatz rauher gestaltet und vertieft, um größere Wassertiefen zu erhalten.



**Bild 23:** Zell am Harmersbach-Erlenbach 2013-12-17



### Bewertung Pegel/Messanlage

- ➔ keine Einschränkungen in Bezug auf die Funktion der Messanlage
- ➔ eine signifikante Anpassung der Abflusskurve war aufgrund der Art des Eingriffs erforderlich
- ➔ keine Einbußen bei der Datenqualität durch den Pegelumbau

Seitens des Pegel- und Datendienstes ist dies eine akzeptable Lösung (keine Verschlechterung zur vorherigen Situation). Der Unterhaltungsaufwand für den Pegel wurde nur minimal erhöht.

### Bewertung der ökologischen Durchgängigkeit

|                               |                 |
|-------------------------------|-----------------|
| Auffindbarkeit                | uneingeschränkt |
| Mindestwassertiefe            | eingehalten     |
| Erforderliche Durchlassbreite | eingehalten     |
| Maximale Fließgeschwindigkeit | eingehalten     |
| Sohlanbindung                 | vorhanden       |

➔ Der Pegel wird ohne Einschränkung als durchgängig angesehen.

Verbesserungsmöglichkeit: Eine Optimierung besteht in der Verbesserung der Sohlstruktur (zu glatt) im Bereich des Durchstiegs an der Pegelschwelle sowie einer Abschrägung der Stahlschiene im Durchlassbereich.

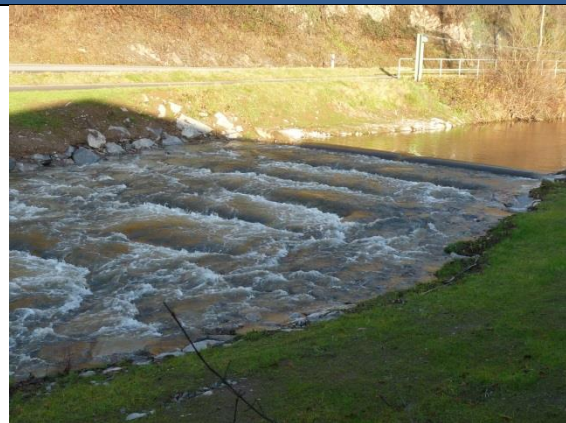
### Vor dem Umbau



**Bild 24:** Zell am Harmersbach-Erlenbach 2010-04-

24

### Nach dem Umbau



**Bild 25:** Zell am Harmersbach-Erlenbach 2011-02-09

## Pegel Hausach-Kinzig

### Übersichtskarte Baden-Württemberg

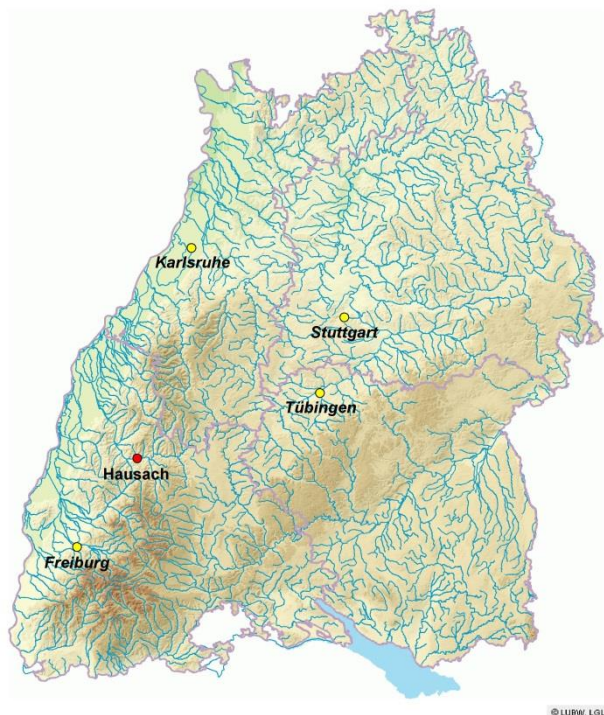


Abbildung 22: Übersichtskarte Hausach-Kinzig

### Kenndaten

|                                     |                        |
|-------------------------------------|------------------------|
| <b>Messstellen-Nr.</b>              | 47419                  |
| <b>Bearbeitungsgebiet</b>           | Oberrhein              |
| <b>Pegelbetreiber</b>               | RP Freiburg            |
| <b>Landkreis</b>                    | Ortenaukreis           |
| <b>Entfernung zur Mündung</b>       | 51,04 km               |
| <b>Größe des Einzugsgebiets</b>     | 672,47 km <sup>2</sup> |
| <b>MQ (1992-2010)</b>               | 16,5 m <sup>3</sup> /s |
| <b>MNQ (1992-2010)</b>              | 2,62 m <sup>3</sup> /s |
| <b>Sohlbreite</b>                   | ca. 18 m               |
| <b>Sohlgefälle</b>                  | ca. 0,2 %              |
| <b>Fischregion</b>                  | Äschenregion           |
| <b>Größter Fisch</b>                | Lachs                  |
| <b>Schwimmschwächster Fisch</b>     | Groppe, Bachneunauge   |
| <b>Lachswiederansiedlungsgebiet</b> | ja                     |

### Beschreibung Baumaßnahme

|                        |   |
|------------------------|---|
| <b>Ausführungsjahr</b> | 2010  |
| <b>Bauart</b>          | Vollrampe in Setzsteinbauweise ohne Einbauten |

**Niedrigwasseranpassung** keine

In die Pegelschwelle wurde beim Umbau eine knapp 1 m breite Lücke geschnitten. Vom Unterwasser in diesen Durchlass durch die Schwelle wurde mit dem vorgegebenen Steinmaterial der Rampe eine möglichst durchgehende Sohle hergestellt. Die Betonplatte des Messbereichs oberhalb der Schwelle wurde im Bereich des Durchlasses aufgebrochen, mit Steinsatz rauer gestaltet und vertieft, um größere Wassertiefen zu erhalten.



Bild 26: Hausach-Kinzig 2013-12-17

## Bewertung Pegel/Messanlage

- keine Einschränkungen in Bezug auf die Funktion der Messanlage
- eine signifikante Anpassung der Abflusskurve war aufgrund der Art des Eingriffs erforderlich
- keine Einbußen bei der Datenqualität durch den Pegelumbau

Seitens des Pegel- und Datendienstes ist dies eine akzeptable Lösung (keine Verschlechterung zur vorherigen Situation).

## Bewertung der ökologischen Durchgängigkeit

|                               |                 |
|-------------------------------|-----------------|
| Auffindbarkeit                | uneingeschränkt |
| Mindestwassertiefe            | eingehalten     |
| Maximale Fließgeschwindigkeit | eingehalten     |
| Sohlenbindung                 | vorhanden       |

- Der Pegel wird ohne Einschränkung als durchgängig angesehen.

Die geplante Beckenstruktur wurde nicht umgesetzt, weil die Wasserführung keine trockene Baugrube zugelassen hat. Außerdem waren strömungsbedingt sehr große Steine erforderlich, mit denen schwierig zu modellieren war. Verbesserungsmöglichkeit: Eine Optimierung besteht in der Verbesserung der Sohlstruktur (zu glatt) im Bereich des Durchstiegs an der Pegelschwelle.

### Vor dem Umbau



**Bild 27:** Hausach-Kinzig 2010-03-10

### Nach dem Umbau



**Bild 28:** Hausach-Kinzig 2011-04-05

## Pegel Tuttlingen-Elta

### Übersichtskarte Baden-Württemberg

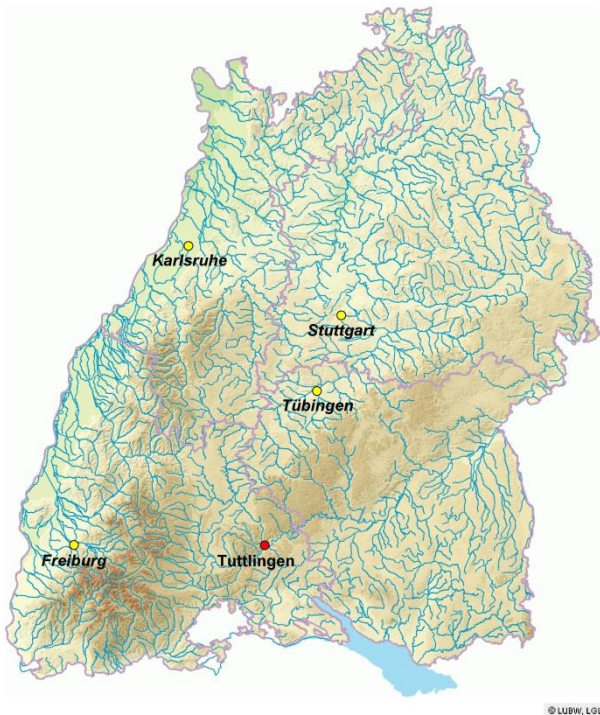


Abbildung 23: Übersichtskarte Tuttlingen-Elta

### Kenndaten

|                                     |                        |
|-------------------------------------|------------------------|
| <b>Messstellen-Nr.</b>              | 192                    |
| <b>Bearbeitungsgebiet</b>           | Donau                  |
| <b>Pegelbetreiber</b>               | DS Donaueschingen      |
| <b>Landkreis</b>                    | Tuttlingen             |
| <b>Entfernung zur Mündung</b>       | 0,65 km                |
| <b>Größe des Einzugsgebiets</b>     | 80,85 km <sup>2</sup>  |
| <b>MQ (1992-2010)</b>               | 0,93 m <sup>3</sup> /s |
| <b>MNQ (1992-2010)</b>              | 0,16 m <sup>3</sup> /s |
| <b>Sohlbreite</b>                   | ca. 8 m                |
| <b>Sohlgefälle</b>                  | ca. 0,6 %              |
| <b>Fischregion</b>                  | Äschenregion           |
| <b>Größter Fisch</b>                | Barbe                  |
| <b>Schwimmschwächster Fisch</b>     | Groppe                 |
| <b>Lachswiederansiedlungsgebiet</b> | Nein                   |

### Beschreibung Baumaßnahme

|                        |                                    |
|------------------------|------------------------------------|
| <b>Ausführungsjahr</b> | 2010                               |
| <b>Bauart</b>          | Vollrampe mit Einschnürungsbauwerk |

#### Niedrigwasseranpassung

Anstelle eines Kontrollbauwerkes wurde eine Niedrigwassermessrinne hergestellt, die ebenfalls als Niedrigwasserrinne der ökologischen Durchgängigkeit dient.



Bild 29: Tuttlingen-Elta 2014-06-30

## Bewertung Pegel/Messanlage

- ➔ keine Einschränkungen in Bezug auf die Funktion der Messanlage
- ➔ eine Anpassung der Abflusskurve war aufgrund der Art des Eingriffs erforderlich
- ➔ keine Einbußen bei der Datenqualität durch den Pegelumbau
- ➔ erhöhtes Geschiebeauftreten und daher ein erhöhter Wartungsaufwand auf Grund 3 Oberwasser ausgebauter Holzschwellen. Voraussichtlicher Rückgang, sobald sich der Geschiebehaushalt an die veränderte Situation angepasst hat.

Seitens des Pegel- und Datendienstes ist dies eine akzeptable Lösung (keine Verschlechterung zur vorherigen Situation).

## Bewertung der ökologischen Durchgängigkeit

|  |                 |
|--|-----------------|
| Auffindbarkeit   | uneingeschränkt |
| Mindestwassertiefe   | eingehalten     |
| Maximale Fließgeschwindigkeit                                  | eingehalten     |
| Sohlanbindung  | vorhanden       |
| ➔ Der Pegel wird ohne Einschränkung als durchgängig angesehen. |                 |

### Vor dem Umbau



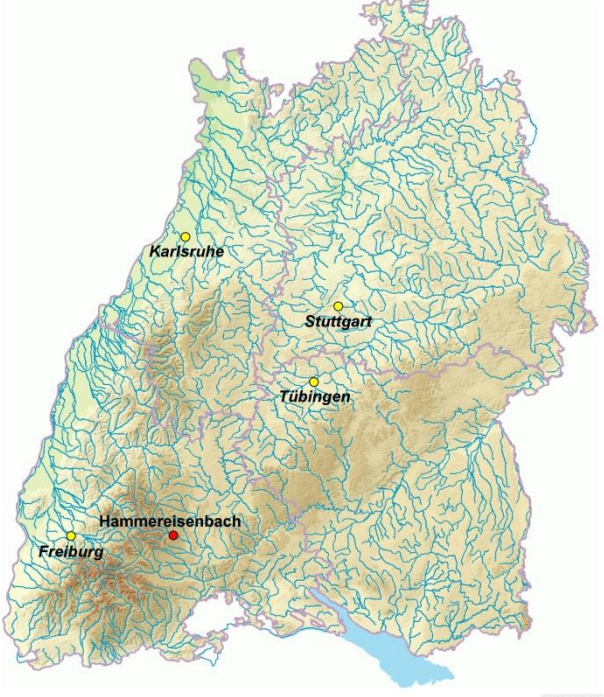

**Bild 30:** Tuttlingen-Elta 2008-11-12

### Nach dem Umbau



**Bild 31:** Tuttlingen-Elta 2011-11-10

## Pegel Hammereisenbach-Breg

| Übersichtskarte Baden-Württemberg   |   | Kenndaten    |                        |      |  |                           |       |  |                       |                   |  |                  |                        |  |                               |         |  |                                 |                        |  |                       |                        |  |                        |                       |  |                   |          |  |                    |           |  |                    |  |              |                      |  |             |                                 |  |        |                                     |  |      |
|---|---|--------------|------------------------|------|--|---------------------------|-------|--|-----------------------|-------------------|--|------------------|------------------------|--|-------------------------------|---------|--|---------------------------------|------------------------|--|-----------------------|------------------------|--|------------------------|-----------------------|--|-------------------|----------|--|--------------------|-----------|--|--------------------|--|--------------|----------------------|--|-------------|---------------------------------|--|--------|-------------------------------------|--|------|
|  <p style="font-size: small; text-align: right;">© LUBW, LGL</p>                       | <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 25%;"><b>Messstellen-Nr.</b></td> <td style="width: 50%;">1139</td> <td style="width: 25%;"></td> </tr> <tr> <td><b>Bearbeitungsgebiet</b></td> <td>Donau</td> <td></td> </tr> <tr> <td><b>Pegelbetreiber</b></td> <td>DS Donaueschingen</td> <td></td> </tr> <tr> <td><b>Landkreis</b></td> <td>Schwarzwald-Baar-Kreis</td> <td></td> </tr> <tr> <td><b>Entfernung zur Mündung</b></td> <td>20,8 km</td> <td></td> </tr> <tr> <td><b>Größe des Einzugsgebiets</b></td> <td>157,79 km<sup>2</sup></td> <td></td> </tr> <tr> <td><b>MQ (1992-2010)</b></td> <td>5,06 m<sup>3</sup>/s</td> <td></td> </tr> <tr> <td><b>MNQ (1992-2010)</b></td> <td>0,8 m<sup>3</sup>/s</td> <td></td> </tr> <tr> <td><b>Sohlbreite</b></td> <td>ca. 13 m</td> <td></td> </tr> <tr> <td><b>Sohlgefälle</b></td> <td>ca. 0,3 %</td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="2"><b>Fischregion</b></td> <td>Äschenregion</td> </tr> <tr> <td colspan="2"><b>Größter Fisch</b></td> <td>Bachforelle</td> </tr> <tr> <td colspan="2"><b>Schwimmschwächster Fisch</b></td> <td>Groppe</td> </tr> <tr> <td colspan="2"><b>Lachswiederansiedlungsgebiet</b></td> <td>nein</td> </tr> </table> |              | <b>Messstellen-Nr.</b> | 1139 |  | <b>Bearbeitungsgebiet</b> | Donau |  | <b>Pegelbetreiber</b> | DS Donaueschingen |  | <b>Landkreis</b> | Schwarzwald-Baar-Kreis |  | <b>Entfernung zur Mündung</b> | 20,8 km |  | <b>Größe des Einzugsgebiets</b> | 157,79 km <sup>2</sup> |  | <b>MQ (1992-2010)</b> | 5,06 m <sup>3</sup> /s |  | <b>MNQ (1992-2010)</b> | 0,8 m <sup>3</sup> /s |  | <b>Sohlbreite</b> | ca. 13 m |  | <b>Sohlgefälle</b> | ca. 0,3 % |  | <b>Fischregion</b> |  | Äschenregion | <b>Größter Fisch</b> |  | Bachforelle | <b>Schwimmschwächster Fisch</b> |  | Groppe | <b>Lachswiederansiedlungsgebiet</b> |  | nein |
| <b>Messstellen-Nr.</b>  | 1139  |              |                        |      |  |                           |       |  |                       |                   |  |                  |                        |  |                               |         |  |                                 |                        |  |                       |                        |  |                        |                       |  |                   |          |  |                    |           |  |                    |  |              |                      |  |             |                                 |  |        |                                     |  |      |
| <b>Bearbeitungsgebiet</b>   | Donau   |              |                        |      |  |                           |       |  |                       |                   |  |                  |                        |  |                               |         |  |                                 |                        |  |                       |                        |  |                        |                       |  |                   |          |  |                    |           |  |                    |  |              |                      |  |             |                                 |  |        |                                     |  |      |
| <b>Pegelbetreiber</b>   | DS Donaueschingen   |              |                        |      |  |                           |       |  |                       |                   |  |                  |                        |  |                               |         |  |                                 |                        |  |                       |                        |  |                        |                       |  |                   |          |  |                    |           |  |                    |  |              |                      |  |             |                                 |  |        |                                     |  |      |
| <b>Landkreis</b>  | Schwarzwald-Baar-Kreis  |              |                        |      |  |                           |       |  |                       |                   |  |                  |                        |  |                               |         |  |                                 |                        |  |                       |                        |  |                        |                       |  |                   |          |  |                    |           |  |                    |  |              |                      |  |             |                                 |  |        |                                     |  |      |
| <b>Entfernung zur Mündung</b>   | 20,8 km   |              |                        |      |  |                           |       |  |                       |                   |  |                  |                        |  |                               |         |  |                                 |                        |  |                       |                        |  |                        |                       |  |                   |          |  |                    |           |  |                    |  |              |                      |  |             |                                 |  |        |                                     |  |      |
| <b>Größe des Einzugsgebiets</b>   | 157,79 km <sup>2</sup>  |              |                        |      |  |                           |       |  |                       |                   |  |                  |                        |  |                               |         |  |                                 |                        |  |                       |                        |  |                        |                       |  |                   |          |  |                    |           |  |                    |  |              |                      |  |             |                                 |  |        |                                     |  |      |
| <b>MQ (1992-2010)</b>   | 5,06 m <sup>3</sup> /s  |              |                        |      |  |                           |       |  |                       |                   |  |                  |                        |  |                               |         |  |                                 |                        |  |                       |                        |  |                        |                       |  |                   |          |  |                    |           |  |                    |  |              |                      |  |             |                                 |  |        |                                     |  |      |
| <b>MNQ (1992-2010)</b>  | 0,8 m <sup>3</sup> /s   |              |                        |      |  |                           |       |  |                       |                   |  |                  |                        |  |                               |         |  |                                 |                        |  |                       |                        |  |                        |                       |  |                   |          |  |                    |           |  |                    |  |              |                      |  |             |                                 |  |        |                                     |  |      |
| <b>Sohlbreite</b>   | ca. 13 m  |              |                        |      |  |                           |       |  |                       |                   |  |                  |                        |  |                               |         |  |                                 |                        |  |                       |                        |  |                        |                       |  |                   |          |  |                    |           |  |                    |  |              |                      |  |             |                                 |  |        |                                     |  |      |
| <b>Sohlgefälle</b>  | ca. 0,3 %   |              |                        |      |  |                           |       |  |                       |                   |  |                  |                        |  |                               |         |  |                                 |                        |  |                       |                        |  |                        |                       |  |                   |          |  |                    |           |  |                    |  |              |                      |  |             |                                 |  |        |                                     |  |      |
| <b>Fischregion</b>  |   | Äschenregion |                        |      |  |                           |       |  |                       |                   |  |                  |                        |  |                               |         |  |                                 |                        |  |                       |                        |  |                        |                       |  |                   |          |  |                    |           |  |                    |  |              |                      |  |             |                                 |  |        |                                     |  |      |
| <b>Größter Fisch</b>  |   | Bachforelle  |                        |      |  |                           |       |  |                       |                   |  |                  |                        |  |                               |         |  |                                 |                        |  |                       |                        |  |                        |                       |  |                   |          |  |                    |           |  |                    |  |              |                      |  |             |                                 |  |        |                                     |  |      |
| <b>Schwimmschwächster Fisch</b>   |   | Groppe       |                        |      |  |                           |       |  |                       |                   |  |                  |                        |  |                               |         |  |                                 |                        |  |                       |                        |  |                        |                       |  |                   |          |  |                    |           |  |                    |  |              |                      |  |             |                                 |  |        |                                     |  |      |
| <b>Lachswiederansiedlungsgebiet</b>   |   | nein         |                        |      |  |                           |       |  |                       |                   |  |                  |                        |  |                               |         |  |                                 |                        |  |                       |                        |  |                        |                       |  |                   |          |  |                    |           |  |                    |  |              |                      |  |             |                                 |  |        |                                     |  |      |
| <b>Beschreibung Baumaßnahme</b>   |   |              |                        |      |  |                           |       |  |                       |                   |  |                  |                        |  |                               |         |  |                                 |                        |  |                       |                        |  |                        |                       |  |                   |          |  |                    |           |  |                    |  |              |                      |  |             |                                 |  |        |                                     |  |      |
| <p><b>Ausführungsjahr</b>      1997</p> <p><b>Bauart</b>                      Teilrampe in Schüttsteinbauweise mit Störsteinen</p> <p><b>Niedrigwasseranpassung</b></p> |  <p style="text-align: center;"><b>Bild 32:</b> Hammereisenbach-Breg 2014-06-30</p>   |              |                        |      |  |                           |       |  |                       |                   |  |                  |                        |  |                               |         |  |                                 |                        |  |                       |                        |  |                        |                       |  |                   |          |  |                    |           |  |                    |  |              |                      |  |             |                                 |  |        |                                     |  |      |

## Bewertung Pegel/Messanlage

- höherer Messaufwand aufgrund einer Beeinflussung der Niedrig- und Mittelwasserabflüsse
- eine Anpassung der Abflusskurve war aufgrund der Art des Eingriffs erforderlich
- keine Einbußen bei der Datenqualität durch den Pegelumbau

Seitens des Pegel- und Datendienstes ist dies eine akzeptable Lösung (keine Verschlechterung zur vorherigen Situation).

## Bewertung der ökologischen Durchgängigkeit

|                               |                         |
|-------------------------------|-------------------------|
| Auffindbarkeit                | kurzer Sackgasseneffekt |
| Mindestwassertiefe            | vertretbar              |
| Maximale Fließgeschwindigkeit | eingehalten             |
| Sohlenbindung                 | vorhanden               |

Die Durchgängigkeit des Pegels ist aufgrund des 6 m langen Sackgasseneffektes etwas eingeschränkt. Wird der Einstieg gefunden, ist das Raugerinne für alle Fische durchwanderbar.

Eine Verbesserung ist durch Herstellung von Leitanlagen zur besseren Auffindbarkeit des Raugerinnes möglich. Die Verbesserung des Pegelumbaus ist als aufwändig anzusehen.

### Vor dem Umbau



**Bild 33:** Hammereisenbach-Breg 2006-06-28

### Nach dem Umbau



**Bild 34:** Hammereisenbach-Breg 2014-06-30

## Pegel Sennfeld-Seckach

### Übersichtskarte Baden-Württemberg

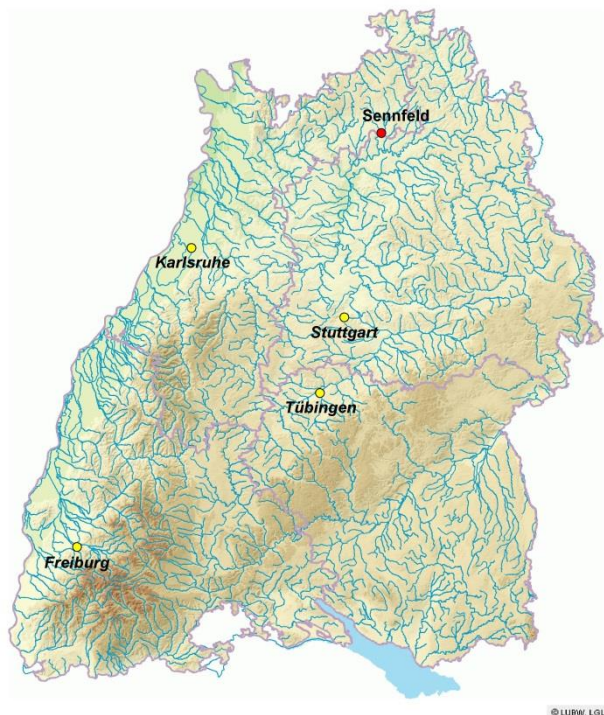


Abbildung 25: Übersichtskarte Sennfeld-Seckach

### Kenndaten

|                                     |                        |
|-------------------------------------|------------------------|
| <b>Messstellen-Nr.</b>              | 478                    |
| <b>Bearbeitungsgebiet</b>           | Neckar                 |
| <b>Pegelbetreiber</b>               | RP Karlsruhe           |
| <b>Landkreis</b>                    | Neckar-Odenwald-Kreis  |
| <b>Entfernung zur Mündung</b>       | 9,33 km                |
| <b>Größe des Einzugsgebiets</b>     | 212,53 km <sup>2</sup> |
| <b>MQ (1981-2010)</b>               | 2,46 m <sup>3</sup> /s |
| <b>MNQ (1981-2010)</b>              | 1,06 m <sup>3</sup> /s |
| <b>Sohlbreite</b>                   | ca. 8 m                |
| <b>Sohlgefälle</b>                  | ca. 3 %                |
| <b>Fischregion</b>                  | Äschenregion           |
| <b>Größter Fisch</b>                | Barbe                  |
| <b>Schwimmschwächster Fisch</b>     | Groppe                 |
| <b>Lachswiederansiedlungsgebiet</b> | nein                   |

### Beschreibung Baumaßnahme

|                               |   |
|-------------------------------|---|
| <b>Ausführungsjahr</b>        | 2007  |
| <b>Bauart</b>                 | Vollrampe in Schüttsteinbauweise als Beckenstruktur mit gesetzten Querriegeln |
| <b>Niedrigwasseranpassung</b> | Wanderkorridor (mit Niedrigwasserrinne)                                       |

Die Stahlschiene wurde entfernt und durch Steine ersetzt. Zwischen der Rampe und der Pegelschwelle ist ein Sohlabsturz von rund 5 cm vorhanden. Als Bauart wurde eine Vollrampe mit Querriegeln gewählt. Das Deckwerk wird in Setzsteinbauweise ausgeführt. Der erste Querriegel nach der Pegelschwelle ist nach einem Hochwasser nicht mehr vorhanden, wodurch eine hohe Wasserspiegeldifferenz an der Pegelschwelle entsteht.



Bild 35: Sennfeld-Seckach 2010-04-07



## Bewertung Pegel/Messanlage

- ➔ keine Einschränkungen in Bezug auf die Funktion der Messanlage, nach Umbau noch keine aktualisierte Abflusskurve vorhanden
- ➔ eine signifikante Anpassung der Abflusskurve war aufgrund der Art des Eingriffs erforderlich
- ➔ keine Einbußen bei der Datenqualität durch den Pegelumbau

Seitens des Pegel- und Datendienstes ist dies eine noch akzeptable Lösung in Bezug auf den Pegelumbau. In Bezug auf die Abflusskurve unbefriedigend. Der Unterhaltungsaufwand für den Pegel wurde nur minimal erhöht.

## Bewertung der ökologischen Durchgängigkeit

|                               |                   |
|-------------------------------|-------------------|
| Auffindbarkeit                | uneingeschränkt   |
| Mindestwassertiefe            | eingehalten       |
| Erforderliche Durchlassbreite | eingehalten       |
| Maximale Fließgeschwindigkeit | nicht eingehalten |
| Sohlanbindung                 | nicht vorhanden   |

➔ Durchgängigkeit aufgrund der zu geringen Mindestwassertiefe und der fehlenden Sohlenbindung derzeit stark eingeschränkt.

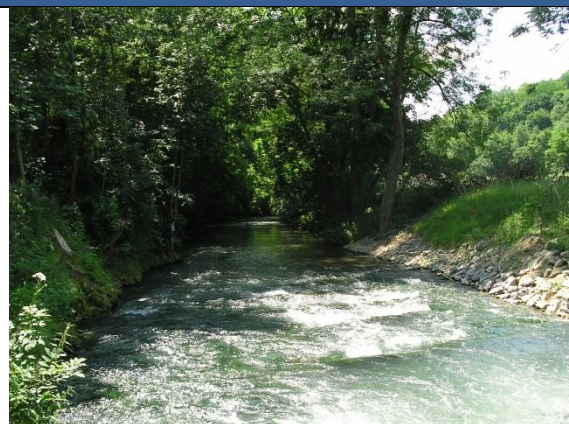
Verbesserungsmöglichkeit: Wiederherstellung des ersten Querriegels sowie einer Anbindung an die Pegelschwelle.

### Vor dem Umbau



**Bild 36:** Sennfeld-Seckach 2000-04-05

### Nach dem Umbau



**Bild 37:** Sennfeld-Seckach 2008-07-01

## Pegel Allfeld-Schefflenz

### Übersichtskarte Baden-Württemberg

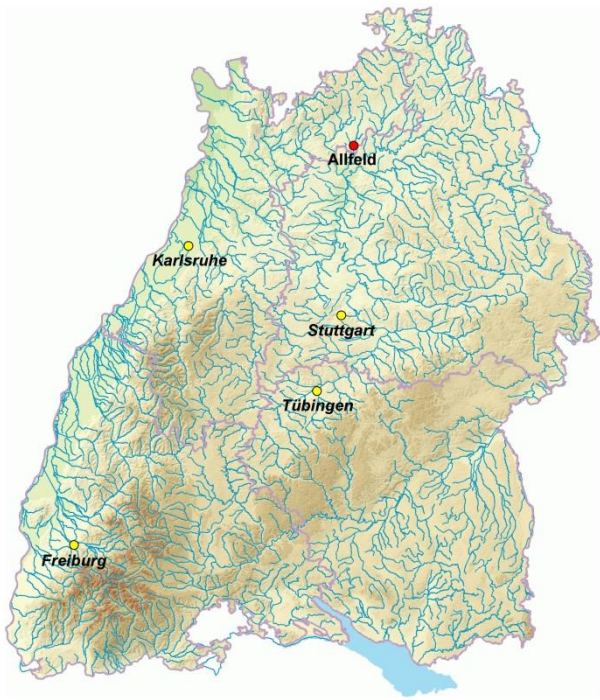


Abbildung 26: Übersichtskarte Allfeld-Schefflenz

### Kenndaten

|                                     |  |
|-------------------------------------|--|
| <b>Messstellen-Nr.</b>              | 4420                                   |
| <b>Bearbeitungsgebiet</b>           | Neckar                                 |
| <b>Pegelbetreiber</b>               | RP Karlsruhe                           |
| <b>Landkreis</b>                    | Neckar-Odenwald-Kreis                  |
| <b>Entfernung zur Mündung</b>       | 7,0 km                                 |
| <b>Größe des Einzugsgebiets</b>     | 59,54 km <sup>2</sup>                  |
| <b>MQ (1981-2010)</b>               | 0,51 m <sup>3</sup> /s                 |
| <b>MNQ (1981-2010)</b>              | 0,18 m <sup>3</sup> /s                 |
| <b>Sohlbreite</b>                   | ca. 6 m                                |
| <b>Sohlgefälle</b>                  | ca. 1 %                                |
| <b>Fischregion</b>                  | Untere Forellenregion/<br>Äschenregion |
| <b>Größter Fisch</b>                | Barbe                                  |
| <b>Schwimmschwächster Fisch</b>     | Groppe                                 |
| <b>Lachswiederansiedlungsgebiet</b> | nein                                   |

### Beschreibung Baumaßnahme

|                               |   |
|-------------------------------|---|
| <b>Ausführungsjahr</b>        | 2008  |
| <b>Bauart</b>                 | Vollrampe in Schüttsteinbauweise als Beckenstruktur mit gesetzten Querriegeln |
| <b>Niedrigwasseranpassung</b> | Wanderkorridor (mit Niedrigwasserrinne)                                       |

Die Pegelschwelle wurde beim Umbau nicht verändert. Das Betonwehr des Pegels wurde komplett abgebrochen und mit der Rampenkronenachse nachgebildet. Zwischen der Rampe und der Pegelschwelle ist ein Sohlabsturz von rund 5 cm vorhanden. Als Bauart wurde eine Vollrampe mit Querriegeln gewählt. Der erste Querriegel nach der Pegelschwelle ist nicht mehr vorhanden, dadurch entsteht eine hohe Wasserspiegeldifferenz an der Pegelschwelle.



Bild 38: Allfeld-Schefflenz 2009-03-05

## Bewertung Pegel/Messanlage

- ➔ keine Einschränkungen in Bezug auf die Funktion der Messanlage
- ➔ Anpassungen der Abflusskurve aufgrund des Eingriffs in die Pegelschwelle erforderlich
- ➔ nach Umbau noch keine gültige Abflusskurve vorhanden
- ➔ keine Einbußen bei der Datenqualität durch den Pegelumbau
- ➔ nur geringfügige Erhöhung des Unterhaltungsaufwands nach Umbau

Seitens des Pegel- und Datendienstes ist dies in Bezug auf den Pegelumbau eine akzeptable Lösung (keine Verschlechterung zur vorherigen Situation). Die Situation ist in Bezug auf die Abflusskurve unbefriedigend.

## Bewertung der ökologischen Durchgängigkeit

|                               |                            |
|-------------------------------|----------------------------|
| Auffindbarkeit                | uneingeschränkt            |
| Mindestwassertiefe            | nicht eingehalten (bei NQ) |
| Erforderliche Durchlassbreite | eingehalten                |
| Maximale Fließgeschwindigkeit | nicht eingehalten          |
| Sohlanbindung                 | nicht vorhanden            |

- ➔ Durchgängigkeit aufgrund der zu geringen Mindestwassertiefe und der fehlenden Sohlanbindung derzeit stark eingeschränkt.

Verbesserungsmöglichkeit: Wiederherstellung des ersten Querriegels sowie einer Anbindung an die Pegelschwelle. Im Juni 2014 wurden Verbesserungsmaßnahmen zur Wiederherstellung der ökologischen Durchgängigkeit am Pegel vorgenommen unter Berücksichtigung der Erkenntnisse aus dem Pilotprojekt (Verbesserungspotential). Eine neue Evaluierung war aus Zeitgründen innerhalb des Projektes nicht mehr möglich.

### Vor dem Umbau



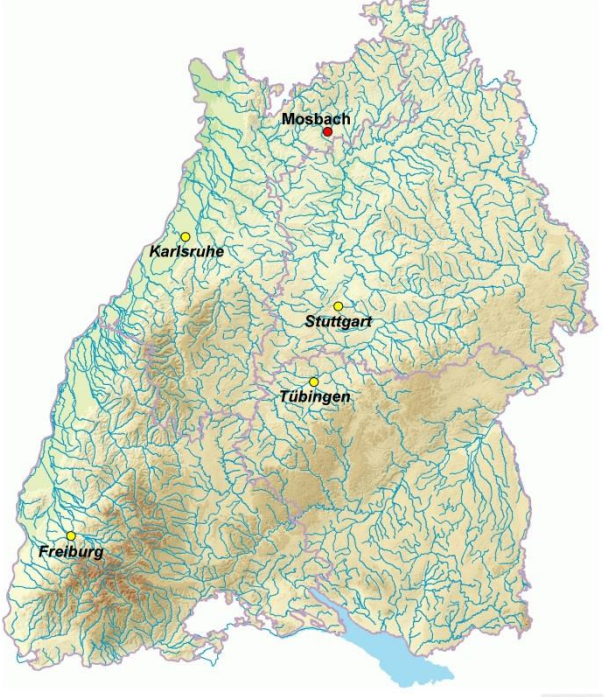
**Bild 39:** Allfeld-Schefflenz 2001-02-23

### Nach dem Umbau




**Bild 40:** Allfeld-Schefflenz 2010-04-07

## Pegel Mosbach-Elz

| Übersichtskarte Baden-Württemberg  | Kenndaten   |                        |      |                           |        |                       |              |                  |                       |                               |         |                                 |                        |                       |                        |                        |                        |                   |      |                    |           |                    |                      |                      |       |                                 |        |                                     |      |
|--|---|------------------------|------|---------------------------|--------|-----------------------|--------------|------------------|-----------------------|-------------------------------|---------|---------------------------------|------------------------|-----------------------|------------------------|------------------------|------------------------|-------------------|------|--------------------|-----------|--------------------|----------------------|----------------------|-------|---------------------------------|--------|-------------------------------------|------|
|  <p style="text-align: right; font-size: small; margin-top: 5px;">© LUBW, LGL</p> | <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="padding: 2px 5px;"><b>Messstellen-Nr.</b></td> <td style="padding: 2px 5px;">4421</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px 5px;"><b>Bearbeitungsgebiet</b></td> <td style="padding: 2px 5px;">Neckar</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px 5px;"><b>Pegelbetreiber</b></td> <td style="padding: 2px 5px;">RP Karlsruhe</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px 5px;"><b>Landkreis</b></td> <td style="padding: 2px 5px;">Neckar-Odenwald-Kreis</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px 5px;"><b>Entfernung zur Mündung</b></td> <td style="padding: 2px 5px;">2,33 km</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px 5px;"><b>Größe des Einzugsgebiets</b></td> <td style="padding: 2px 5px;">155,57 km<sup>2</sup></td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px 5px;"><b>MQ (1981-2010)</b></td> <td style="padding: 2px 5px;">2,05 m<sup>3</sup>/s</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px 5px;"><b>MNQ (1981-2010)</b></td> <td style="padding: 2px 5px;">0,36 m<sup>3</sup>/s</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px 5px;"><b>Sohlbreite</b></td> <td style="padding: 2px 5px;">10 m</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px 5px;"><b>Sohlgefälle</b></td> <td style="padding: 2px 5px;">ca. 0,9 %</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px 5px;"><b>Fischregion</b></td> <td style="padding: 2px 5px;">Äschen-/Barbenregion</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px 5px;"><b>Größter Fisch</b></td> <td style="padding: 2px 5px;">Barbe</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px 5px;"><b>Schwimmschwächster Fisch</b></td> <td style="padding: 2px 5px;">Groppe</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px 5px;"><b>Lachswiederansiedlungsgebiet</b></td> <td style="padding: 2px 5px;">nein</td> </tr> </table> | <b>Messstellen-Nr.</b> | 4421 | <b>Bearbeitungsgebiet</b> | Neckar | <b>Pegelbetreiber</b> | RP Karlsruhe | <b>Landkreis</b> | Neckar-Odenwald-Kreis | <b>Entfernung zur Mündung</b> | 2,33 km | <b>Größe des Einzugsgebiets</b> | 155,57 km <sup>2</sup> | <b>MQ (1981-2010)</b> | 2,05 m <sup>3</sup> /s | <b>MNQ (1981-2010)</b> | 0,36 m <sup>3</sup> /s | <b>Sohlbreite</b> | 10 m | <b>Sohlgefälle</b> | ca. 0,9 % | <b>Fischregion</b> | Äschen-/Barbenregion | <b>Größter Fisch</b> | Barbe | <b>Schwimmschwächster Fisch</b> | Groppe | <b>Lachswiederansiedlungsgebiet</b> | nein |
| <b>Messstellen-Nr.</b>   | 4421  |                        |      |                           |        |                       |              |                  |                       |                               |         |                                 |                        |                       |                        |                        |                        |                   |      |                    |           |                    |                      |                      |       |                                 |        |                                     |      |
| <b>Bearbeitungsgebiet</b>  | Neckar  |                        |      |                           |        |                       |              |                  |                       |                               |         |                                 |                        |                       |                        |                        |                        |                   |      |                    |           |                    |                      |                      |       |                                 |        |                                     |      |
| <b>Pegelbetreiber</b>  | RP Karlsruhe  |                        |      |                           |        |                       |              |                  |                       |                               |         |                                 |                        |                       |                        |                        |                        |                   |      |                    |           |                    |                      |                      |       |                                 |        |                                     |      |
| <b>Landkreis</b>   | Neckar-Odenwald-Kreis   |                        |      |                           |        |                       |              |                  |                       |                               |         |                                 |                        |                       |                        |                        |                        |                   |      |                    |           |                    |                      |                      |       |                                 |        |                                     |      |
| <b>Entfernung zur Mündung</b>  | 2,33 km   |                        |      |                           |        |                       |              |                  |                       |                               |         |                                 |                        |                       |                        |                        |                        |                   |      |                    |           |                    |                      |                      |       |                                 |        |                                     |      |
| <b>Größe des Einzugsgebiets</b>  | 155,57 km <sup>2</sup>  |                        |      |                           |        |                       |              |                  |                       |                               |         |                                 |                        |                       |                        |                        |                        |                   |      |                    |           |                    |                      |                      |       |                                 |        |                                     |      |
| <b>MQ (1981-2010)</b>  | 2,05 m <sup>3</sup> /s  |                        |      |                           |        |                       |              |                  |                       |                               |         |                                 |                        |                       |                        |                        |                        |                   |      |                    |           |                    |                      |                      |       |                                 |        |                                     |      |
| <b>MNQ (1981-2010)</b>   | 0,36 m <sup>3</sup> /s  |                        |      |                           |        |                       |              |                  |                       |                               |         |                                 |                        |                       |                        |                        |                        |                   |      |                    |           |                    |                      |                      |       |                                 |        |                                     |      |
| <b>Sohlbreite</b>  | 10 m  |                        |      |                           |        |                       |              |                  |                       |                               |         |                                 |                        |                       |                        |                        |                        |                   |      |                    |           |                    |                      |                      |       |                                 |        |                                     |      |
| <b>Sohlgefälle</b>   | ca. 0,9 %   |                        |      |                           |        |                       |              |                  |                       |                               |         |                                 |                        |                       |                        |                        |                        |                   |      |                    |           |                    |                      |                      |       |                                 |        |                                     |      |
| <b>Fischregion</b>   | Äschen-/Barbenregion  |                        |      |                           |        |                       |              |                  |                       |                               |         |                                 |                        |                       |                        |                        |                        |                   |      |                    |           |                    |                      |                      |       |                                 |        |                                     |      |
| <b>Größter Fisch</b>   | Barbe   |                        |      |                           |        |                       |              |                  |                       |                               |         |                                 |                        |                       |                        |                        |                        |                   |      |                    |           |                    |                      |                      |       |                                 |        |                                     |      |
| <b>Schwimmschwächster Fisch</b>  | Groppe  |                        |      |                           |        |                       |              |                  |                       |                               |         |                                 |                        |                       |                        |                        |                        |                   |      |                    |           |                    |                      |                      |       |                                 |        |                                     |      |
| <b>Lachswiederansiedlungsgebiet</b>  | nein  |                        |      |                           |        |                       |              |                  |                       |                               |         |                                 |                        |                       |                        |                        |                        |                   |      |                    |           |                    |                      |                      |       |                                 |        |                                     |      |

**Abbildung 27:** Übersichtskarte Mosbach-Elz

| Beschreibung Baumaßnahme  |   |      |               |   |                               |   |  |
|---|---|------|---------------|---|-------------------------------|---|--|
| <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="padding: 2px 5px;"><b>Ausführungsjahr</b></td> <td style="padding: 2px 5px;">2004</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px 5px;"><b>Bauart</b></td> <td style="padding: 2px 5px;">Vollrampe in Schüttsteinbauweise als Beckenstruktur mit gesetzten Querriegeln</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px 5px;"><b>Niedrigwasseranpassung</b></td> <td style="padding: 2px 5px;">Wanderkorridor (mit Niedrigwasserrinne)</td> </tr> </table> <p style="padding: 5px 0 0 0;">Die Stahlschiene der bestehenden Pegelschwelle wurde entfernt und die Oberkante der Rampe auf die Höhe der ehemaligen Stahlschiene gesetzt. Zwischen der Rampe und der Pegelschwelle ist ein Sohlabsturz von rund 5 cm vorhanden. Als Bauart wurde eine Vollrampe mit Querriegeln gewählt. Der erste Querriegel nach der Pegelschwelle ist nicht mehr vorhanden, dadurch entsteht eine hohe Wasserspiegeldifferenz an der Pegelschwelle.</p> | <b>Ausführungsjahr</b>  | 2004 | <b>Bauart</b> | Vollrampe in Schüttsteinbauweise als Beckenstruktur mit gesetzten Querriegeln | <b>Niedrigwasseranpassung</b> | Wanderkorridor (mit Niedrigwasserrinne) |  <p style="text-align: center; margin-top: 10px;"><b>Bild 41:</b> Mosbach-Elz 2013-07-03</p> |
| <b>Ausführungsjahr</b>  | 2004  |      |               |   |                               |   |  |
| <b>Bauart</b>   | Vollrampe in Schüttsteinbauweise als Beckenstruktur mit gesetzten Querriegeln |      |               |   |                               |   |  |
| <b>Niedrigwasseranpassung</b>   | Wanderkorridor (mit Niedrigwasserrinne)                                       |      |               |   |                               |   |  |

## Bewertung Pegel/Messanlage

- ➔ keine Einschränkungen bezüglich der Funktion der Messanlage. Nach Umbau noch keine aktualisierte Abflusskurve vorhanden
- ➔ Anpassung der Pegelabflusskurve ist aufgrund Eingriff in die Pegelschwelle erforderlich
- ➔ ob die Herstellung der Durchgängigkeit einen Einfluss auf die Datenqualität hat ist noch unklar. Der Unterhaltungsaufwand für den Pegel nur leicht erhöht.

Seitens des Pegel- und Datendienstes ist dies eine akzeptable Lösung (keine Verschlechterung zur vorherigen Situation).

## Bewertung der ökologischen Durchgängigkeit

|                               |                   |
|-------------------------------|-------------------|
| Auffindbarkeit                | uneingeschränkt   |
| Mindestwassertiefe            | eingehalten       |
| Erforderliche Durchlassbreite | eingehalten       |
| Maximale Fließgeschwindigkeit | nicht eingehalten |
| Sohlanbindung                 | nicht vorhanden   |

- ➔ Durchgängigkeit aufgrund der zu geringen Mindestwassertiefe und der fehlenden Sohlanbindung derzeit stark eingeschränkt.

Verbesserungsmöglichkeit: Wiederherstellung des ersten Querriegels sowie einer Anbindung an die Pegelschwelle.

### Vor dem Umbau



**Bild 42:** Mosbach-Elz 2003-06-11

### Nach dem Umbau



**Bild 43:** Mosbach-Elz 2005-10-15

## Pegel Beuron-Donau

### Übersichtskarte Baden-Württemberg

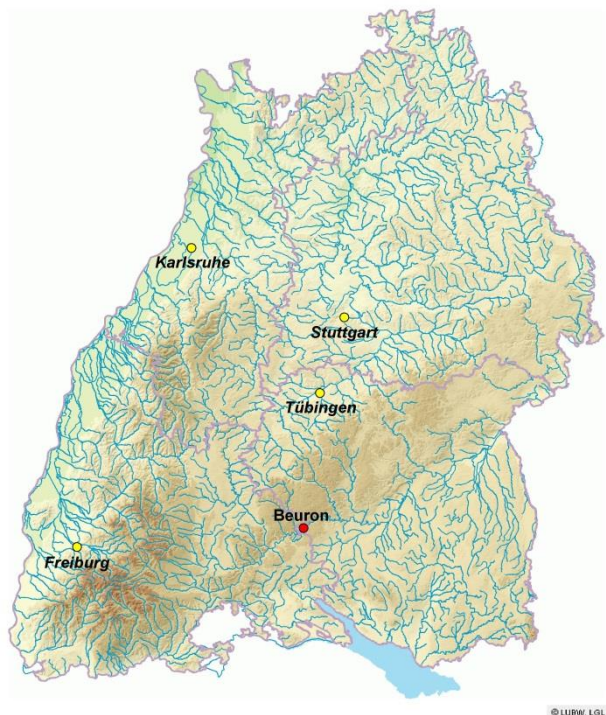


Abbildung 28: Übersichtskarte Beuron-Donau

### Kenndaten

|                                     |                         |
|-------------------------------------|-------------------------|
| <b>Messstellen-Nr.</b>              | 168                     |
| <b>Bearbeitungsgebiet</b>           | Donau                   |
| <b>Pegelbetreiber</b>               | RP Tübingen             |
| <b>Landkreis</b>                    | Sigmaringen             |
| <b>Entfernung zur Mündung</b>       | 2714,82 km              |
| <b>Größe des Einzugsgebiets</b>     | 1312,11 km <sup>2</sup> |
| <b>MQ (1981-2010)</b>               | 13 m <sup>3</sup> /s    |
| <b>MNQ (1981-2010)</b>              | 0,77 m <sup>3</sup> /s  |
| <b>Sohlbreite</b>                   | ca. 20 m                |
| <b>Sohlgefälle</b>                  | ca. 2,5 %               |
| <b>Fischregion</b>                  | Äschenregion            |
| <b>Größter Fisch</b>                | Barbe                   |
| <b>Schwimmschwächster Fisch</b>     | Groppe                  |
| <b>Lachswiederansiedlungsgebiet</b> | nein                    |

### Beschreibung Baumaßnahme

|                               |   |
|-------------------------------|---|
| <b>Ausführungsjahr</b>        | 2008                                    |
| <b>Bauart</b>                 | Vollrampe in Setzsteinbauweise          |
| <b>Niedrigwasseranpassung</b> | Wanderkorridor (mit Niedrigwasserrinne) |

Die Pegelschwelle wurde beim Umbau im mittleren Bereich auf einer Breite von ca. 3,5 m entfernt. Als Bauweise wurde eine Vollrampe mit Niedrigwasserrinne in Schüttsteinbauweise gewählt. Die Niedrigwasserrinne schließt im Bereich der ausgebauten Pegelschwelle an.



Bild 44: Beuron-Donau 2013-12-09

## Bewertung Pegel/Messanlage

- durch den geplanten Eingriff signifikante Anpassung der Abflusskurve erforderlich
- nach Umbau konnte zeitnah eine stabile Wasserstands-Abfluss-Beziehung erstellt werden
- durch die teilweise Beibehaltung der bestehenden Pegelschwelle in V-Form hat sich der Unterhaltungsaufwand in Bezug auf die Verklausung nur geringfügig erhöht, da ankommendes Geschwemmsel im Stromstrich in der Mitte der Rampe weitestgehend abgeschwemmt wird

Aus Sicht des Pegel- und Datendienstes erfolgreiche Maßnahme.

## Bewertung der ökologischen Durchgängigkeit

|                               |                   |
|-------------------------------|-------------------|
| Auffindbarkeit                | uneingeschränkt   |
| Mindestwassertiefe            | eingehalten       |
| Maximale Fließgeschwindigkeit | nicht eingehalten |
| Sohlenbindung                 | vorhanden         |

- Durchgängigkeit ist aufgrund der zu hohen Fließgeschwindigkeiten für schwimmschwache Fischarten nur eingeschränkt vorhanden.

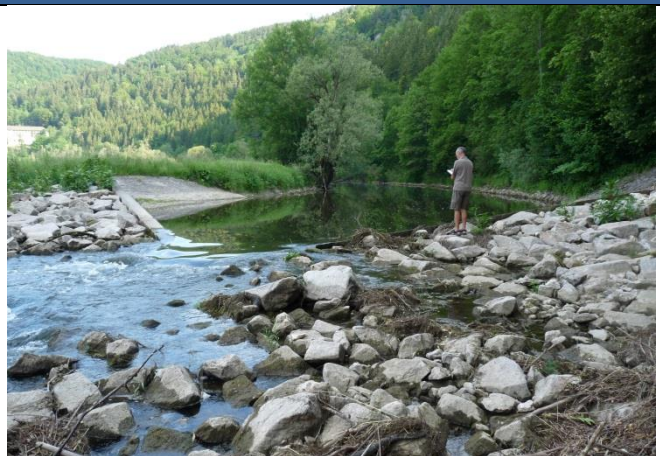
Verbesserungsmöglichkeit: Die ökologische Durchgängigkeit kann durch eine Verbreiterung der Niedrigwasserrinne sowie der Schaffung einer ufernahen Aufstiegsmöglichkeit verbessert werden.

### Vor dem Umbau



**Bild 45:** Beuron-Donau 2003-05-20

### Nach dem Umbau



**Bild 46:** Beuron-Donau 2011-06-22

## Pegel Menningen-Ablach

### Übersichtskarte Baden-Württemberg

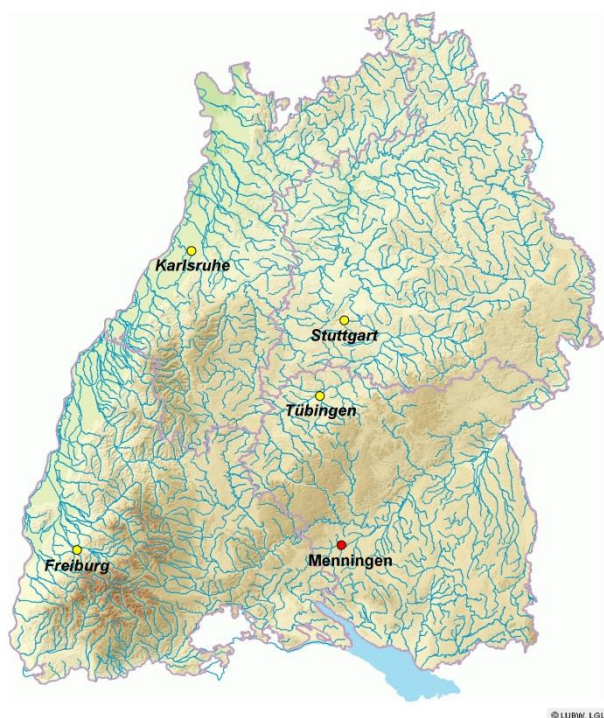


Abbildung 29: Übersichtskarte Menningen-Ablach

### Kenndaten

|                                     |                        |
|-------------------------------------|------------------------|
| <b>Messstellen-Nr.</b>              | 1151                   |
| <b>Bearbeitungsgebiet</b>           | Donau                  |
| <b>Pegelbetreiber</b>               | RP Tübingen            |
| <b>Landkreis</b>                    | Sigmaringen            |
| <b>Entfernung zur Mündung</b>       | 15,84 km               |
| <b>Größe des Einzugsgebiets</b>     | 218,7 km <sup>2</sup>  |
| <b>MQ (1981-2010)</b>               | 1,33 m <sup>3</sup> /s |
| <b>MNQ (1981-2010)</b>              | 0,36 m <sup>3</sup> /s |
| <b>Sohlbreite</b>                   | 8 m                    |
| <b>Sohlgefälle</b>                  | ca. 1 %                |
| <b>Fischregion</b>                  | Forellen-/Äschenregion |
| <b>Größter Fisch</b>                | Barbe                  |
| <b>Schwimmschwächster Fisch</b>     | Groppe                 |
| <b>Lachswiederansiedlungsgebiet</b> | nein                   |

### Beschreibung Baumaßnahme

|   |   |
|---|---|
| <b>Ausführungsjahr</b>  | 2012  |
| <b>Bauart</b>   | Vollrampe in Schüttsteinbauweise ohne Einbauten |
| <b>Niedrigwasseranpassung</b>   | keine   |
| <p>Der erste Umbau 2009 wurde 2012 nachgebessert. Die Pegelschwelle wurde beim Umbau nicht verändert. Als Bauweise wurde eine Vollrampe in Schüttsteinbauweise gewählt. Zwischen der Rampe und der Pegelschwelle besteht ein Sohlabsturz von wenigen Zentimetern.</p> |   |



Bild 47: Menningen-Ablach 2014-02-19



## Bewertung Pegel/Messanlage

- die verbesserte Anbindung der Rampe an die Pegelschwelle speziell in den Randbereichen führt zu einem deutlich erhöhten Unterhaltungsaufwand
- geringfügige Anpassung der Abflusskurve durch den Eingriff erforderlich
- Nachbesserungen bei der geschütteten Rampe in den letzten Jahren, da einige Steine sehr strömungsgünstig platziert mit der Folge von erhöhten Anlandungen durch Geschwemmsel

Aus Sicht des Pegel- und Datendienstes ist nach Umbau ein deutlich erhöhter Unterhaltungsaufwand festzustellen.

## Bewertung der ökologischen Durchgängigkeit

|   |                   |
|---|-------------------|
| Auffindbarkeit  | uneingeschränkt   |
| Mindestwassertiefe  | eingehalten       |
| Maximale Fließgeschwindigkeit   | nicht eingehalten |
| Sohlanbindung   | vorhanden         |
| → Durchgängigkeit ist aufgrund der zu hohen Fließgeschwindigkeiten für leistungsschwache Schwimmer nur eingeschränkt vorhanden. |                   |

Verbesserungsmöglichkeit: Die ökologische Durchgängigkeit kann durch eine Anbindung der Sohle an die Pegelschwelle verbessert werden.

### Vor dem Umbau



**Bild 48:** Menningen-Ablach 1999-10-28

### Nach dem Umbau



**Bild 49:** Menningen-Ablach 2014-02-19

## Pegel Hundersingen-Donau

### Übersichtskarte Baden-Württemberg

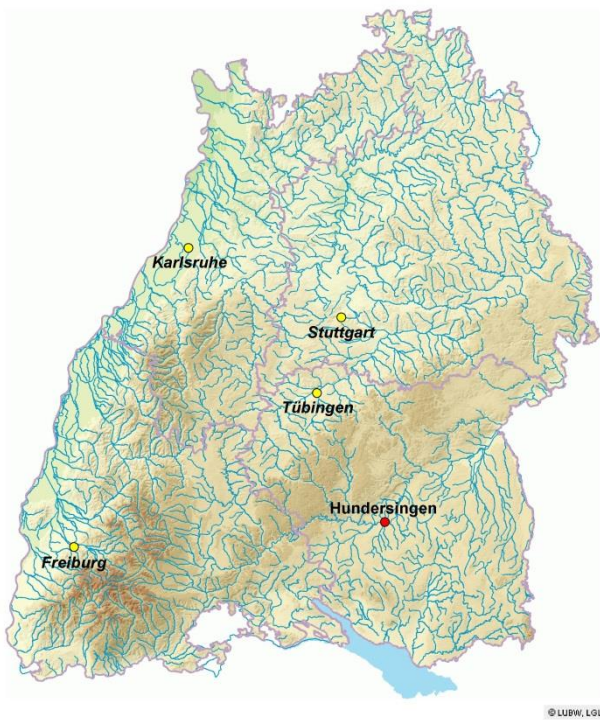


Abbildung 30: Übersichtskarte Hundersingen-Donau

### Kenndaten

|                                     |                         |
|-------------------------------------|-------------------------|
| <b>Messstellen-Nr.</b>              | 120                     |
| <b>Bearbeitungsgebiet</b>           | Donau                   |
| <b>Pegelbetreiber</b>               | RP Tübingen             |
| <b>Landkreis</b>                    | Sigmaringen             |
| <b>Entfernung zur Mündung</b>       | 2662,72 km              |
| <b>Größe des Einzugsgebiets</b>     | 2647,01 km <sup>2</sup> |
| <b>MQ (1981-2010)</b>               | 27,2 m <sup>3</sup> /s  |
| <b>MNQ (1981-2010)</b>              | 6,15 m <sup>3</sup> /s  |
| <b>Sohlbreite</b>                   | ca. 30 m                |
| <b>Sohlgefälle</b>                  | ca. 0,2 %               |
| <b>Fischregion</b>                  | Äschen-/Barbenregion    |
| <b>Größter Fisch</b>                | Barbe                   |
| <b>Schwimmschwächster Fisch</b>     | Bachschmerle            |
| <b>Lachswiederansiedlungsgebiet</b> | nein                    |

### Beschreibung Baumaßnahme

**Ausführungsjahr** 1990

**Bauart** Vollrampe in Setzsteinbauweise ohne Einbauten

**Niedrigwasseranpassung** keine

Die Pegelschwelle wurde beim Umbau nicht verändert. Als Bauweise wurde eine Vollrampe in Setzsteinbauweise gewählt. Zwischen der Rampe und der Pegelschwelle ist in Flussmitte ein Sohlabsturz vorhanden.



Bild 50: Hundersingen-Donau 2012-10-14

### Bewertung Pegel/Messanlage

- ➔ Durch die sehr weite Abflussbreite über die gesamte Rampenkronen wird die Pegelschwelle sehr häufig durch Geschwemmsel verlegt und kann nur durch großen maschinellen Einsatz unterhalten werden.
- ➔ Es sind dadurch sehr viele Abflussmessungen über das ganze Jahr hinweg erforderlich, um eine belastbare Abflusskurve vor allem für den Niedrigwasserbereich zu erhalten.

Nach dem Umbau ist ein deutlich erhöhter Unterhaltungsaufwand feststellbar.

### Bewertung der ökologischen Durchgängigkeit

|                               |                   |
|-------------------------------|-------------------|
| Auffindbarkeit                | uneingeschränkt   |
| Mindestwassertiefe            | eingehalten       |
| Maximale Fließgeschwindigkeit | nicht eingehalten |
| Sohlenbindung                 | vorhanden         |

➔ Durchgängigkeit ist aufgrund der zu hohen Fließgeschwindigkeiten und zu hohen Turbulenzen eingeschränkt.

Verbesserungsmöglichkeit: Die ökologische Durchgängigkeit kann durch eine Verringerung der Sohlneigung sowie die Verwendung abgerundeter / flacher eingebauter Steine verbessert werden. Die Verbesserung ist als aufwändig anzusehen.

#### Vor dem Umbau



**Bild 51:** Hunderingen-Donau vor 1990

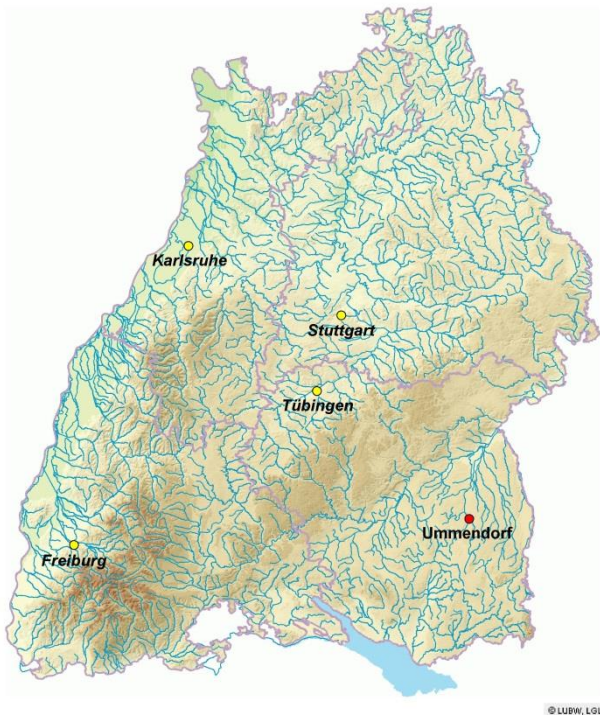
#### Nach dem Umbau



**Bild 52:** Hunderingen-Donau 2003-07-14

## Pegel Ummendorf/Umlach

### Übersichtskarte Baden-Württemberg



**Abbildung 31:** Übersichtskarte Ummendorf-Umlach

### Kenndaten

|                                     |                        |
|-------------------------------------|------------------------|
| <b>Messstellen-Nr.</b>              | 173                    |
| <b>Bearbeitungsgebiet</b>           | Donau                  |
| <b>Pegelbetreiber</b>               | RP Tübingen            |
| <b>Landkreis</b>                    | Biberach               |
| <b>Entfernung zur Mündung</b>       | 0,5 km                 |
| <b>Größe des Einzugsgebiets</b>     | 88,82 km <sup>2</sup>  |
| <b>MQ (1981-2010)</b>               | 1,04 m <sup>3</sup> /s |
| <b>MNQ (1981-2010)</b>              | 0,61 m <sup>3</sup> /s |
| <b>Sohlbreite</b>                   | ca. 6 m                |
| <b>Sohlgefälle</b>                  | ca. 1,5 %              |
| <b>Fischregion</b>                  | Forellen-/Äschenregion |
| <b>Größter Fisch</b>                | Bachforelle            |
| <b>Schwimmschwächster Fisch</b>     | Bachschmerle           |
| <b>Lachswiederansiedlungsgebiet</b> | nein                   |

### Beschreibung Baumaßnahme

|                               |   |
|-------------------------------|---|
| <b>Ausführungsjahr</b>        | 2012  |
| <b>Bauart</b>                 | Vollrampe in Schüttsteinbauweise ohne Einbauten |
| <b>Niedrigwasseranpassung</b> | ja  |

Die V-förmige Pegelschwelle wurde beim Umbau nicht verändert. Als Bauweise wurde eine Vollrampe in Schüttsteinbauweise gewählt. Zwischen der Rampe und der Pegelschwelle besteht ein Sohlabsturz von wenigen Zentimetern. Durch Modulation des Rampenkörpers wurde eine Konzentration bei Niedrigwasser in Gewässermittle erreicht.



**Bild 53:** Ummendorf-Umlach 2013-12-09

## Bewertung Pegel/Messanlage

- durch die Schüttung der Rauen Rampe vermehrt Verlegungen durch Geschwemmsel und damit Rückstau in den Messbereich der Pegelanlage; dadurch erhöhter Unterhaltungsaufwand
- Anpassungen der Abflusskurve an die neuen Verhältnisse im Bereich Niedrigwasser bis Mittelwasser erforderlich; . im Bereich Hochwasser weitere Nutzung der bisherigen Wasserstands-Abfluss-Beziehung möglich

Seitens des Pegel- und Datendienstes handelt es sich um einen gelungenen Umbau.

## Bewertung der ökologischen Durchgängigkeit

|                               |                   |
|-------------------------------|-------------------|
| Auffindbarkeit                | uneingeschränkt   |
| Mindestwassertiefe            | eingehalten       |
| Maximale Fließgeschwindigkeit | nicht eingehalten |
| Sohlanbindung                 | vorhanden         |

- Durchgängigkeit ist aufgrund der zu hohen Fließgeschwindigkeiten für schwimmschwache Fischarten nur eingeschränkt vorhanden.

Verbesserungsmöglichkeit: Die ökologische Durchgängigkeit kann durch eine Anbindung der Sohle an die Pegelschwelle verbessert werden.

### Vor dem Umbau



**Bild 54:** Ummendorf-Umlach 2004-12-02

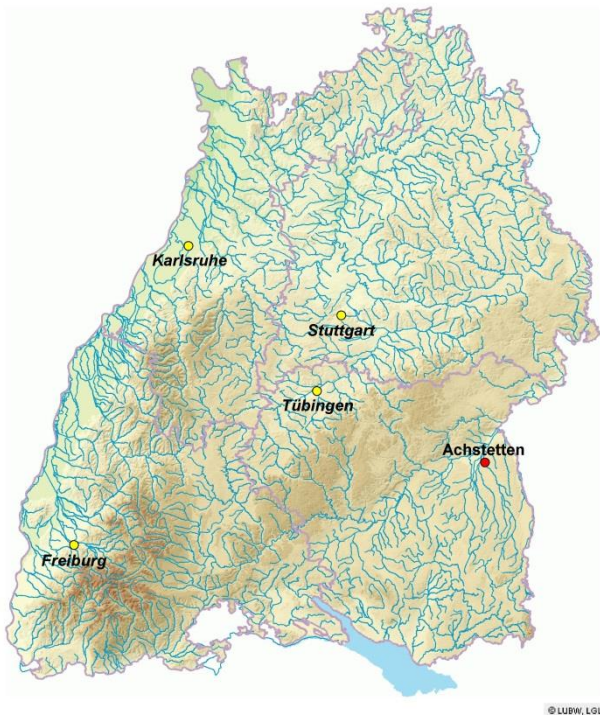
### Nach dem Umbau



**Bild 55:** Ummendorf-Umlach 2014-02-19

## Pegel Achstetten-Baierzer Rot

### Übersichtskarte Baden-Württemberg



**Abbildung 32:** Übersichtskarte Achstetten-Baierzer Rot

### Kenndaten

|                                     |                        |
|-------------------------------------|------------------------|
| <b>Messstellen-Nr.</b>              | 129                    |
| <b>Bearbeitungsgebiet</b>           | Donau                  |
| <b>Pegelbetreiber</b>               | RP Tübingen            |
| <b>Landkreis</b>                    | Biberach               |
| <b>Entfernung zur Mündung</b>       | 6,01 km                |
| <b>Größe des Einzugsgebiets</b>     | 264,23 km <sup>2</sup> |
| <b>MQ (1981-2010)</b>               | 3,41 m <sup>3</sup> /s |
| <b>MNQ (1981-2010)</b>              | 1,86 m <sup>3</sup> /s |
| <b>Sohlbreite</b>                   | 10 m                   |
| <b>Sohlgefälle</b>                  | ca. 1,5 %              |
| <b>Fischregion</b>                  | Äschen-/Barbenregion   |
| <b>Größter Fisch</b>                | Barbe                  |
| <b>Schwimmschwächster Fisch</b>     | Bachschmerle           |
| <b>Lachswiederansiedlungsgebiet</b> | nein                   |

### Beschreibung Baumaßnahme

|                               |                      |
|-------------------------------|----------------------|
| <b>Ausführungsjahr</b>        | 70er Jahre           |
| <b>Bauart</b>                 | ohne Kontrollbauwerk |
| <b>Niedrigwasseranpassung</b> | keine                |

Es handelt sich um keine Umbaumaßnahme. Aufgrund der örtlichen Verhältnisse konnte beim Bau der Messstelle in den siebziger Jahren auf eine Pegelschwelle verzichtet werden, insbesondere weil ein relativ hohes Gefälle und eine auch im Niedrigwasserbereich verhältnismäßig große Abflussmenge vorhanden sind. Eine Drahtsenkwalze mit Stich nach oberstrom wurde sohlgleich zur Stabilisierung eingebaut, wodurch gleichzeitig die kreuzende Abwasserleitung gesichert wurde.



**Bild 56:** Achstetten-Baierzer Rot 2013-11-12

### Bewertung Pegel/Messanlage

→ Die bestehende Wasserstands-Abfluss-Beziehung ist belastbar. Auch im Niedrigwasserbereich können qualitativ gute Abflussdaten erhoben werden, da die Baierzer Rot im Verhältnis zu anderen Gewässern viel Wasser führt (MQ 3,4 m<sup>3</sup>/s, MNQ 1,88 m<sup>3</sup>/s, 1980/2010).

### Bewertung der ökologischen Durchgängigkeit

|   |                 |
|---|-----------------|
| Auffindbarkeit  | uneingeschränkt |
| Mindestwassertiefe  | eingehalten     |
| Maximale Fließgeschwindigkeit                             | eingehalten     |
| Sohlanbindung   | vorhanden       |
| Pegel wird ohne Umbaumaßnahme als durchgängig eingestuft. |                 |

# 6 Glossar

|                                |   |
|--------------------------------|---|
| <b>Abfluss (Q)</b>             | Wasservolumen innerhalb einer bestimmten Zeit für eine bestimmte Gewässerstelle, Angabe in m <sup>3</sup> /s oder l/s gemäß DIN und (») DGJ, je nach wissenschaftlicher Auslegung häufig synonym als Durchfluss oder Zufluss bezeichnet   |
| <b>Abflussermittlung</b>       | Grundaufgabe der Hydrologie, den Parameter Q zu ermitteln; verschiedene Messmethoden (direkt, indirekt, mobil, stationär) möglich; häufigste Anwendung beim Pegelmessnetz in Baden-Württemberg ist der hydrometrische Flügel  |
| <b>Abflusskurve</b>            | durch regelmäßige Messungen der Wasserstände und Abflüsse entstehende Korrelation, die als Abflusskurve (auch: Schlüsselkurve) dargestellt wird. Unverzichtbar für Hochwasservorhersagen. Wasserstands (W) - Abfluss (Q) - Beziehungen ändern sich (z.B. durch Änderungen am Gewässer) und unterliegen der Qualitätssicherung |
| <b>anthropogen</b>             | durch den Menschen beeinflusst oder verursacht  |
| <b>aquatisch</b>               | den Lebensraum Wasser betreffend  |
| <b>aquatische Arten</b>        | im Wasser lebende bzw. vom Wasser abhängige Organismen  |
| <b>AWGN</b>                    | „Amtliches digitales wasserwirtschaftliches Gewässernetz“ im Maßstab 1:10.000, umfasst alle wasserwirtschaftlich relevanten Fließgewässer und alle stehenden Gewässer in Baden-Württemberg  |
| <b>Bauabnahme</b>              | Instrument für genehmigungspflichtige Baumaßnahmen, festgelegt in der rechtlichen Zulassung durch die zuständige Behörde  |
| <b>Bearbeitungsgebiet (BG)</b> | (inter)nationaler Teil einer (») Flussgebietseinheit ((») WG für Baden-Württemberg, Anlage 2 zu § 13b Absatz1 Satz 2)   |
| <b>Begleitfischarten</b>       | nach fiBS (fischbasierte Fließgewässerbewertung gemäß EG-Wasserrahmenrichtlinie) Fischarten mit einem Anteil von weniger als 1,0 % der Referenzzönose   |
| <b>Bemessungsabfluss (BQ)</b>  | Festlegung des Abflusses, den das Bauwerk unter Beachtung des technischen Regelwerks schadlos abführen können muss; Maßgebliche Grundlage für den Nachweis der Standsicherheit  |
| <b>Benthos, Benthon</b>        | Organismen, deren Lebensraum die Gewässersohle ist  |
| <b>Berme</b>                   | natürliche Uferzone oder künstliche Einrichtung innerhalb eines (») Gewässerbettes, bei Niedrigwasserabfluss trocken, bei Hochwasser überspült  |
| <b>Bestandspläne</b>           | Nachweise für die umgesetzte Baumaßnahme nach Abschluss meist in Form mehrerer Detailpläne, enthält alle baulichen Elemente und Leitungsverläufe  |
| <b>Bewirtschaftungsplan</b>    | neben dem (») Maßnahmenprogramm zentrales Element zum Erreichung der Bewirtschaftungsziele gemäß § 66 WG und nach Maßgabe §§ 82 bis 84 WHG  |



|  |   |
|--|---|
| <b>Bewirtschaftungsziel</b>                        | für oberirdische Gewässer Begriff gemäß § 27 (») WHG  |
| <b>BfG</b>   | Bundesanstalt für Gewässerkunde (»)   |
| <b>biologische Qualitätskomponenten</b>            | Organismengruppen zur Bewertung des (») ökologischen Zustands: (») Fischfauna, (») Makrozoobenthos, (») Makrophyten und (») Phytobenthos, (») Phytoplankton   |
| <b>Biota</b>                                       | im Sinne der (») EG-Richtlinie 2008/105/EG sind dies Fische, Weichtiere, Krebstiere und andere Lebewesen; in deren Gewebe dürfen bestimmte (») Umweltqualitätsnormen nicht überschritten werden   |
| <b>biotisch</b>                                    | auf lebende Organismen bzw. Lebensvorgänge bezogen  |
| <b>Biozönose</b>                                   | Lebensgemeinschaft  |
| <b>Cypriniden (Cyprinidae)</b>                     | Familie der Karpfenfische (wie z. B. Barbe, Brachse, Rotauge)   |
| <b>Deckwerk</b>                                    | Klassifikation bei (») Rampen nach Art der Einbauweise, klassisch wird zwischen (») Setzsteinbauweise und (») Schüttsteinbauweise unterschieden; oft wird auch die Kombination angewandt (gesetzte Querriegel)  |
| <b>Deutsches Gewässerkundliches Jahrbuch (DGJ)</b> | Veröffentlichung hydrologischer Kenngrößen für ausgewählte Messstellen des (») Pegelnetzes gliedert in zehn deutsche Teilbände; normiert gemäß eigener Aufstellungs-Richtlinie der (») LAWA hauptsächlich in Tabellenform und als Graphiken, Erstveröffentlichung 1901, BW ist bei drei Bänden bzw. Gebieten betroffen: Donaugebiet, Hochrhein- und Oberrhein, Main |
| <b>Durchgängigkeit</b>                             | (») hydromorphologische Qualitätskomponente: bezeichnet die Wanderungsmöglichkeit für Tiere in einem Fließgewässer; (») Querbauwerke (z. B. Stauwehre) unterbrechen die Durchgängigkeit, Bezeichnung der Wanderungsmöglichkeiten von Gewässerorganismen im Gewässerverlauf  |
| <b>EG-Richtlinie 2000/60/EG</b>                    | Richtlinie des Europäischen Parlaments und des Rates zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Wasserpolitik (Wasserrahmenrichtlinie)   |
| <b>EG-Richtlinie 2007/60/EG</b>                    | Richtlinie des europäischen Parlaments und des Rates über die Bewertung und das Management von Hochwasserrisiken (Hochwasserrisikomanagementrichtlinie)   |
| <b>Einzugsgebiet (EZG)</b>                         | Gebiet, aus welchem der gesamte (») Oberflächenabfluss einem bestimmten Punkt zufließt; ist dieser Punkt ein Pegel, wird das EZG als Pegeleinzugsgebiet bezeichnet  |
| <b>Fischabstiegsanlage</b>                         | Anlage, die Fischen das Überwinden eines (») Querbauwerkes nach unterstrom ermöglicht   |
| <b>Fischaufstiegsanlage</b>                        | Anlage, die Fischen das Überwinden eines (») Querbauwerkes nach oberstrom ermöglicht  |

|  |   |
|--|---|
| <b>Fischfauna</b>                            | Gesamtheit aller Fischarten; (») biologische Qualitätskomponente  |
| <b>Fischwanderhilfe</b>                      | im Sinne dieser Handlungsempfehlung eine Anlage zur Herstellung der Durchgängigkeit, die unter Berücksichtigung schwimmschwacher, bodenorientiert wandernder Fischarten auch die Durchgängigkeit für Makrozoobenthos ermöglicht |
| <b>Fischzönose</b>                           | (») Lebensgemeinschaft der Fische in einem bestimmten Lebensraum  |
| <b>Fließgewässertyp</b>                      | entsprechend der (») Typisierung vorgenommene biozönotische Gruppierung der von der (») WRRL erfassten Fließgewässer  |
| <b>Flussgebietsbehörde</b>                   | in Baden-Württemberg federführende Behörde bei der Umsetzung der (») WRRL in einem (») Bearbeitungsgebiet, Flussgebietsbehörden sind die Regierungspräsidien (s. § 83 (») WG für Baden Württemberg)                             |
| <b>Funktionskontrolle</b>                    | vor-Ort-Prüfung mit Blick auf den Erfolg der Baumaßnahme, hier mit Blick auf das Pegelbauvorhaben   |
| <b>Gewässerüberwachung</b>                   | Beurteilung des Gewässerzustands unter Berücksichtigung der (») Qualitätskomponenten für (») Oberflächengewässer bzw. des (») mengenmäßigen und (») chemischen Zustands beim (») Grundwasser                                    |
| <b>Gewässerunterhaltung</b>                  | umfasst die Pflege und Entwicklung von (») Oberflächengewässern; richtet sich nach den (») Bewirtschaftungszielen)  |
| <b>Herstellungskontrolle</b>                 | Prüfung der plangemäßen Ausführung der Maßnahme und die Einhaltung der hydraulischen und technischen Vorgaben vor der Bauabnahme nach VOB.  |
| <b>Hochwasserrisiko-managementrichtlinie</b> | (») EG-Richtlinie 2007/60/EG  |
| <b>Hochwasserrückhaltebecken</b>             | Stauanlage, deren Staubecken ganz oder teilweise dem vorübergehenden Rückhalt von Hochwasser dient  |
| <b>HPM 5</b>                                 | Richtwert für ein Wasserstandsniveau (HPM: Hochwasserpegelmessnetz), der bei Pegeln die Ausfallsicherheit der Datenübertragung und der Mess- und Gerätetechnik bei einem Extremhochwasser der Jährlichkeit 500 gewährleistet    |
| <b>HQ</b>                                    | Hochwasserabfluss eines Gewässers   |
| <b>HQ<sub>100</sub></b>                      | Hochwasserabfluss eines Gewässers, der an einem Standort im Mittel statistisch einmal in 100 Jahren erreicht bzw. überschritten wird (100-jähriges Hochwasserereignis)  |
| <b>HVZ</b>                                   | Hochwasservorhersagezentrale Baden-Württemberg, LUBW, Referat 43  |
| <b>hydraulisch</b>                           | Strömungsvorgänge des Wassers betreffend  |
| <b>hydrologisch</b>                          | gewässerkundlich; die Abflussverhältnisse betreffend  |

|   |   |
|---|---|
| <b>hydromorphologische Qualitätskomponenten</b> | (») Wasserhaushalt, (») Durchgängigkeit und (») Morphologie, bei der Bewertung des (») ökologischen Zustands zwingend zu berücksichtigen  |
| <b>juvenil</b>                                  | jugendlich, Kindheits- bzw. Jugendstadium eines Organismus vor der Geschlechtsreife   |
| <b>KLIWA</b>                                    | Kooperationsvorhaben „Klimaveränderung und Konsequenzen für die Wasserwirtschaft“ der Länder Baden-Württemberg, Bayern und Rheinland-Pfalz sowie dem Deutschen Wetterdienst   |
| <b>Kontrollbauwerk</b>                          | dient dazu, einen Fließwechsel von Strömen zum Schießen durch Gefällezunahme oder Einengung zu erreichen; zu den Kontrollbauwerken zählen Pegelschwellen, Abstürze, Messwehre, Venturi-Messgerinne mit dem Ziel, eine stabile (») Abflusskurve zu ermöglichen |
| <b>Längsprofil</b>                              | Form des Laufes eines Fließgewässers im Längsschnitt  |
| <b>LAWA</b>                                     | Länderarbeitsgemeinschaft Wasser  |
| <b>Leitfischarten</b>                           | nach fiBS (fischbasierte Fließgewässerbewertung gemäß EG-Wasserrahmenrichtlinie) Fischarten mit einem Anteil von mehr als 4,9 % der Referenzzönose  |
| <b>Makrophyten</b>                              | Wasserpflanzen (Gefäßpflanzen, Moose, Armleuchteralgen und Großalgen), die als einzelnes Individuum mit bloßem Auge erkennbar sind; zusammen mit (») Phytobenthos (») biologische Qualitätskomponente   |
| <b>Makrozoobenthos</b>                          | mit dem bloßen Auge erkennbare wirbellose Tiere, die auf oder in der Gewässer-<br>sohle leben; (») biologische Qualitätskomponente  |
| <b>Maßnahmenprogramm</b>                        | zentrales Element der Bewirtschaftungsplanung zum Erreichung der Bewirtschaftungsziele gemäß § 66 WG und nach Maßgabe §§ 82 bis 84 WHG; enthält die erforderlichen grundlegenden oder ergänzenden Maßnahmen   |
| <b>Messstelle</b>                               | Ort im Gewässer, an dem chemische und physikalisch-chemische Kenngrößen gemessen werden, Pegel für oberirdische Gewässer oder Grundwasser werden den Messstellen zugerechnet  |
| <b>MNQ</b>                                      | mittlerer vieljähriger Niedrigwasserabfluss eines Gewässers, jahresbezogener Mittelwert der niedrigsten Tagesabflüsse über einen bestimmten Beobachtungszeitraum  |
| <b>MQ</b>                                       | mittlerer (») Abfluss eines Gewässers   |
| <b>NATURA 2000</b>                              | Schutzgebiete zur Erhaltung europäisch bedeutsamer Lebensräume sowie seltener Tier- und Pflanzenarten (biologische Vielfalt) auf Grundlage der FFH- und der Vogelschutzrichtlinie   |
| <b>NQ</b>                                       | Niedrigwasserabfluss eines Gewässers  |
| <b>NW</b>                                       | Niedrigwasser(stand)  |

|  |   |
|--|---|
| <b>Oberflächenabfluss</b>                          | der Teil des Niederschlages, der auf der Landoberfläche in ein (») Oberflächen-gewässer abfließt  |
| <b>Oberflächengewässer-<br/>verordnung (OGewV)</b> | Oberflächengewässerverordnung des Bundes vom 20. Juli 2011 (BGBl. I S. 1429)", dient national insbesondere der Umsetzung der (») Wasserrahmenrichtlinie in Detailfragen   |
| <b>operative Überwachung</b>                       | dient einerseits der Zustandsbestimmung bei (») Wasserkörpern, die die (») Bewirtschaftungsziele/(») Umweltziele voraussichtlich nicht erreichen sowie andererseits der Erfolgskontrolle umgesetzter Maßnahmen zur Erreichung der Bewirtschaftungsziele/Umweltziele, (») Gewässerbeurteilungsverordnung |
| <b>Pegelanlage</b>                                 | aus baulichen und messtechnischen Einrichtungen bestehende Anlage zum Messen des (») Wasserstands (W) bzw. zur Ermittlung des (») Abflusses (Q)   |
| <b>Qualitätskomponente</b>                         | unterschieden werden (») biologische, (») hydromorphologische und (») physikalisch-chemische Qualitätskomponenten   |
| <b>Querbauwerk</b>                                 | wasserbauliche Anlage quer zur Fließrichtung eines Gewässers, z. B. (») Wehr, die ein Wanderungshindernis darstellen und das Abflussregime beeinflussen kann  |
| <b>Querprofil</b>                                  | Form eines Fließgewässers im Querschnitt  |
| <b>Querverbau</b>                                  | gewässerbauliche Maßnahmen in Flüssen quer zum Gewässerlauf (z. B. Wehranlagen, Kraftwerke)   |
| <b>Raue Rampe</b>                                  | durchgängiges Bauwerk aus grobem, rauem Steinmaterial (») Raugerinne; orientiert sich am natürlichen Gefälle von Fließstrecken, um Sohleneintiefungen zu vermeiden bzw. den Niedrigwasserstand und die Gewässersohle anzuheben  |
| <b>Raugerinne</b>                                  | im Sinne des DWA-Merkblatts 509 Bezeichnung aller fischpassierbaren Bauwerke oder gerinneartigen Anlagen einschließlich (») rauer Rampen  |
| <b>Referenz-Fischzönose</b>                        | mit Blick auf die ökologische Zustandsbewertung als Maßstab für den sehr guten Zustand festgelegte (») Fischzönose heimischer Fischarten  |
| <b>Renaturierung</b>                               | Rückführung eines naturfernen Gewässers bzw. –abschnitts in einen möglichst naturnahen Zustand, vor allem durch Verbesserungen der (») hydromorphologischen Qualitätskomponenten (») Gewässerstruktur, (») Wasserhaushalt, (») Durchgängigkeit  |
| <b>Rückstau</b>                                    | morphologischer Parameter, in Bezug auf Pegel insbesondere im Messbereich mit negativer Auswirkung, da Messergebnisse für (») W bzw. (») Q verfälscht werden  |
| <b>Salmoniden (Salmonidae)</b>                     | Fische aus der Familie der Lachse (wie z. B. Bachforelle)   |
| <b>Sohlbauwerk</b>                                 | (») Querbauwerk zur Vermeidung der Sohlenerosion, das quer zur Fließrichtung über die ganze Breite des Fließgewässers angeordnet ist, Unterscheidung in Sohlenstufen (Absturz, Absturztreppe, Sohlenrampe, Sohlengleite) und Schwellen (Grundschwelle, Sohlenschwelle, Stützwehr)                       |

|                                  |   |
|----------------------------------|---|
| <b>Sohlstruktur</b>              | Gestalt des Gewässerbodens, (») Gewässerstruktur, (») Substrat  |
| <b>Standortqualität</b>          | Baustein des Qualitätsmanagements im Pegel- und Datendienst; standortspezifisch werden für Niedrigwasser, Mittelwasser und Hochwasser vorhandene Störeinflüsse erhoben und mit Blick auf mögliche Maßnahmen beurteilt |
| <b>typspezifische Fischarten</b> | nach fiBS (fischbasierte Fließgewässerbewertung gemäß EG-Wasserrahmenrichtlinie) Fischarten mit einem Anteil von 1,0 bis 4,9 % der Referenzzönose   |
| <b>Uferverbau</b>                | künstliche Bauwerke zur Uferverstärkung   |
| <b>Unterhaltung (Pegel)</b>      | regelmäßige Kontroll- und Wartungsarbeiten in Bezug auf die messtechnischen und baulichen Einrichtungen zur Sicherstellung der Funktionstüchtigkeit   |
| <b>Untersuchungsstelle</b>       | Ort oder Abschnitt im Gewässer, an dem (») biologische Qualitätskomponenten (Fische, Kleinlebewesen der Gewässersohle, Wasserpflanzen, freischwimmende Algen) beprobt werden  |
| <b>Wanderfische</b>              | Fische, die im Laufe ihres Lebens verschiedene Gewässer oder Gewässerregionen als Lebensraum nutzen und beim Wechsel zwischen den Lebensräumen größere Strecken zurücklegen   |
| <b>Wanderkorridor</b>            | Verbindungsweg von der Rampe über die (») Pegelschwelle bzw. (») Kontrollbauwerk nach oberstrom mit dem Ziel, für die Zielarten insbesondere bei Niedrigwasserabfluss die Durchwanderbarkeit zu gewährleisten         |
| <b>Wasserdargebot</b>            | bezeichnet die für eine bestimmte Zeit aus dem natürlichen Wasserkreislauf zur Verfügung stehende nutzbare Menge an Süßwasser   |
| <b>Wasserkörper (WK)</b>         | kleinster Bezugsraum nach (») WRRL; Nachweisraum für die (») Bewirtschaftungsziele  |
| <b>Wasserrahmenrichtlinie</b>    | (») EG-Richtlinie 2000/60/EG, (») WRRL  |
| <b>Wasserstand (W)</b>           | bei Pegeln: an der eingemessenen Pegellatte bzw. den zugeordneten Messgeräten abgelesener oder übertragener Parameter, Angabe in cm   |
| <b>Wehr</b>                      | (») Querbauwerk zur Regulierung des Wasserstands oder des Abflusses   |
| <b>WG</b>                        | Wassergesetz für Baden-Württemberg  |
| <b>WHG</b>                       | Wasserhaushaltsgesetz der Bundesrepublik Deutschland  |
| <b>WRRL</b>                      | (») Wasserrahmenrichtlinie  |
| <b>Zielfischart(en)</b>          | in einer bestimmten (») Fischregion heimische Fischart(en), nach denen sich die Bemessung der Fischwanderhilfen ausrichtet  |

# 7 Anhang

## 7.1 Checkliste zur Überprüfung der Messanlage

Die Funktionskontrolle mit Blick auf die „Messanlage Pegel“ findet im Rahmen einer Vor-Ort-Begehung gegen Ende der Baumaßnahmen statt. Ziel ist, dass die Messanlage baldmöglichst wieder ohne Einschränkungen funktioniert und betriebsbereit ist. Verantwortlich für die Beauftragung der Funktionskontrolle ist der Vorhabenträger. Die Durchführung erfolgt grundsätzlich durch den Pegelbetreiber, bei Pegeln des hydrologischen Messnetzes mit Unterstützung der LUBW.

Die Checkliste „Überprüfung Messanlage“ wurde von der LUBW entwickelt und dient der nachvollziehbaren Einschätzung des Erfolgs der Baumaßnahme. Sie gliedert sich in mehrere Teile:

- **Kerninformationen zum Pegel**  
Aus der Stammdatenbank der LUBW werden alle aktuellen Informationen insbesondere zu den Funktionen und den Aufgaben des Pegels dargestellt. Ergänzt werden qualitative Angaben zur Standortqualität und zur Abflusskurve.
- **Informationen zur Baumaßnahme und den Beteiligten**  
Diese Angaben werden von Seiten der Vorhabenträger bzw. Planer übernommen.
- **Ableich der Vorgaben zur geplanten Baumaßnahme mit den tatsächlichen Gegebenheiten**  
In Kurzform werden die bereits in der Planung genannten eindeutigen Vorgaben aufgeführt (s. u.a. Kap. 2.2) und deren Einhaltung (eingehalten/nicht eingehalten) vor Ort geprüft.
- **Abschätzung der Auswirkungen mit Bezug auf Wasserstand, Abfluss und Unterhaltung**  
Bei Pegeln geht es um kontinuierliche Messungen mit dezentral geregelten Unterhaltungsarbeiten (s. Kap. 1.3; LUBW-Handlungsempfehlung „Betrieb und Unterhaltung“, April 2014). Dazu wird eine Abschätzung in Bezug auf den künftigen Betrieb vorgenommen (vertretbar/ noch vertretbar/ nicht vertretbar).

Wenn Handlungsbedarf besteht, wird dies auf der Checkliste vermerkt. Bei Bedarf wird die Funktionskontrolle nach Durchführung der erforderlichen Nacharbeiten wiederholt. Beispielhaft wird eine ausgefüllte Checkliste am Pegel Hausach-Kinzig dargestellt.

# Überprüfung Messanlage

Formular Stand 04/2015



|  |  |           |                        |               |                 |   |                       |                   |                |
|--|--|-----------|------------------------|---------------|-----------------|---|-----------------------|-------------------|----------------|
| Standort:  | Hausach  |           | Datum der Überprüfung: |               |                 |   |                       |                   |                |
| Gewässer:  | Kinzig   |           | 17                     | 12            | 2013            |   |                       |                   |                |
| Pegelnummer:   | 47419  |           |                        |               |                 |   |                       |                   |                |
| Größe des Einzugsgebietes:   | 672,47 km <sup>2</sup>   |           |                        |               |                 |   |                       |                   |                |
| Aufgaben des Pegels:   | DGJ  |           | HMO                    | x             | HVZ             | x   | FLIWAS                |                   | kleine EZG     |
|  | KLIWA  |           |                        | Quellmessnetz |                 |   |                       |                   |                |
| Bedeutung des Pegels:  | sehr hoch  |           | x                      | hoch          |                 | hoch mit Einschränkungen                          |                       |                   |                |
| Funktion des Pegels:   | x  | NW-Pegel  | x                      | MW-Pegel      |                 | x   | HW-Pegel              |                   |                |
| Beurteilung der Standortqualität:  | x  | vorhanden |                        |               | nicht vorhanden |   |                       |                   |                |
| Bisherige Abflusskurve:  | RPF 1  | x         | belastbar              |               |                 | gering belastbar                                  |                       |                   | ohne Bewertung |
| Planung:   | Ingenieurbüro  |           |                        | Umsetzung:    |                 | Ingenieurbüro                                     |                       |                   |                |
| Baumaßnahme:   | Einschneiden der Winkelschiene; Rauhe Rampe mit angedeuteten Becken (vier Becken) in der Mitte und einem trichterförmigen Becken in der Sohle oberhalb der Pegelschwelle |           |                        |               |                 |   |                       |                   |                |
| <b>Beteiligte:</b>   |  |           | <b>Funktion:</b>       |               |                 | <b>Dienststelle/Dritte:</b>                       |                       |                   |                |
| Mustermann, Musterfrau   |  |           |                        |               |                 | LUBW / IWP  |                       |                   |                |
| Mustermann, Musterfrau   |  |           |                        |               |                 | RPF, RPS  |                       |                   |                |
| Mustermann, Musterfrau   |  |           |                        |               |                 | LRA   |                       |                   |                |
| <b>1</b>   |  |           |                        |               |                 | <b>Vorgaben in Bezug auf</b>                      |                       |                   |                |
|  |  |           |                        |               |                 | eingehalten                                       | teilweise eingehalten | nicht eingehalten |                |
| 1.1  | Rauigkeit  |           |                        |               |                 | x   |                       |                   |                |
| 1.2  | Störsteine   |           |                        |               |                 | x   |                       |                   |                |
| 1.3  | Ausführung der Pegelschwelle   |           |                        |               |                 | x   |                       |                   |                |
| 1.4  | Niedrigwasserrinne   |           |                        |               |                 | -   |                       |                   |                |
| 1.5  | Messtechnik  |           |                        |               |                 | x   |                       |                   |                |
| Sonstige Vorgaben: keine   |  |           |                        |               |                 |   |                       |                   |                |
| Erkenntnisse: Aus wirtschaftlichen Gründen wurde ohne Wasserhaltung gebaut und somit auf die exakte Umsetzung der Beckenstruktur unterhalb der Pegelschwelle verzichtet. Im Unterwasser wurde höher gebaut als in der Planung vorgesehen.  |  |           |                        |               |                 |   |                       |                   |                |
| <b>2</b>   |  |           |                        |               |                 | <b>Abschätzung der Auswirkungen: Wasserstand</b>  |                       |                   |                |
|  |  |           |                        |               |                 | vertretbar  | noch vertretbar       | nicht vertretbar  |                |
| 2.1  | Abdeckung des Wasserstands Bereichs auf der Pegellatte bei NW  |           |                        |               |                 | x   |                       |                   |                |
| 2.2  | Beeinflussung auf Wasserstandsmessung - Hauptsystem  |           |                        |               |                 | x   |                       |                   |                |
| 2.3  | Beeinflussung auf Wasserstandsmessung - Redundanzsystem  |           |                        |               |                 | x   |                       |                   |                |
| 2.4  | Beeinflussungen auf Messungen  |           |                        |               |                 | x   |                       |                   |                |
| Sonstige Punkte: keine   |  |           |                        |               |                 |   |                       |                   |                |
| Erkenntnisse: die Auswirkungen der Baumaßnahme auf den Wasserstand werden als vertretbar eingeschätzt  |  |           |                        |               |                 |   |                       |                   |                |
| <b>3</b>   |  |           |                        |               |                 | <b>Abschätzung der Auswirkungen: Abfluss</b>      |                       |                   |                |
|  |  |           |                        |               |                 | vertretbar  | noch vertretbar       | nicht vertretbar  |                |
| 3.1  | Turbulenzen im Messbereich   |           |                        |               |                 | x   |                       |                   |                |
| 3.2  | Beeinflussung in Bezug auf die Abflussmessungen bei NW   |           |                        |               |                 | x   |                       |                   |                |
| 3.3  | Beeinflussung in Bezug auf die Abflussmessungen bei MW   |           |                        |               |                 | x   |                       |                   |                |
| 3.4  | v <sub>min</sub> für NW  |           |                        |               |                 | x   |                       |                   |                |
| Sonstige Punkte: keine   |  |           |                        |               |                 |   |                       |                   |                |
| Erkenntnisse: die Auswirkungen der Baumaßnahme auf den Abfluss werden als vertretbar eingeschätzt  |  |           |                        |               |                 |   |                       |                   |                |
| <b>4</b>   |  |           |                        |               |                 | <b>Abschätzung der Auswirkungen: Unterhaltung</b> |                       |                   |                |
|  |  |           |                        |               |                 | vertretbar  | noch vertretbar       | nicht vertretbar  |                |
| 4.1  | Anbringung der Pegellatte für den Routinebetrieb (Ablesbarkeit, Anbringung, Zugang)  |           |                        |               |                 | x   |                       |                   |                |
| 4.2  | Zugänglichkeit der Messanlage (z.B. Zugang zu Pegelschacht, Druckpegel)  |           |                        |               |                 | x   |                       |                   |                |
| 4.3  | Abschätzung für das Freihalten der Baumaßnahme von Ablagerungen  |           |                        |               |                 | x   |                       |                   |                |
| 4.4  | Aufwand für Wartung der Anlage zur Herstellung der Durchgängigkeit   |           |                        |               |                 | x   |                       |                   |                |
| Sonstige Punkte: keine   |  |           |                        |               |                 |   |                       |                   |                |
| Erkenntnisse: Im Unterwasser wurde höher gebaut, als in der Planung vorgesehen. Somit liegt in der Anfangsphase ein erhöhter Beobachtungsaufwand hinsichtlich Ablagerungen durch die Baumaßnahme vor. Der Umbau hat wahrscheinlich keine Auswirkungen auf die Pegelunterhaltung. |  |           |                        |               |                 |   |                       |                   |                |
| Sonstige Auswirkungen: keine   |  |           |                        |               |                 |   |                       |                   |                |
| Erforderliche Maßnahmen: Abflusskurve hat sich im NW+MW erheblich verändert, eine neue Kurve RPF 2 wurde erstellt  |  |           |                        |               |                 |   |                       |                   |                |
|  |  |           |                        |               |                 | Protokollant/<br>Protokollantin:                  | Mustermann            |                   |                |

## 7.2 Checkliste für die Funktionskontrolle Durchgängigkeit von Pegelanlagen

Funktionsprüfungen der Durchgängigkeit sollen nur bei Raugerinnen und Fischwanderhilfen durchgeführt werden, welche entsprechend der genehmigten Planung ausgeführt wurden und anschließend ordnungsgemäß unterhalten werden. Dies bedeutet, dass notwendige Unterhaltungsarbeiten, wie z. B. die Reparatur von Umlagerungen durch ein Hochwasser im Raugerinne sowie die Beseitigung von Verstopfungen von Wanderkorridoren oder Ablagerungen im Messgerinne, vorab durchzuführen sind.

Aufgrund der vielfältigen ökologischen Zusammenhänge kann die fischereifachliche Beurteilung der Maßnahme im Hinblick auf die Wiederherstellung der Durchwanderbarkeit nur durch einen Fischereisachverständigen (Mitarbeiter der Fischereiverwaltung oder externer Fischereisachverständiger) vorgenommen werden. Zur Vereinheitlichung und für die Vergleichbarkeit wurde eine Checkliste erstellt, die bei der Dokumentation der Funktionsprüfung hilfreich sein kann. Es wird davon ausgegangen, dass die Durchgängigkeit für aquatische Wirbellose (Makrozoobenthos) gewährleistet ist, wenn die Anforderungen für schwimmschwache, bodenorientiert wandernde Fischarten erfüllt sind.

In Bezug auf die Anforderungen an das Bauwerk im Hinblick auf die Durchgängigkeit werden zunächst die Fischregion einschließlich lokaler Besonderheiten und damit die einzuhaltenden hydraulischen und geometrischen Randbedingungen durch die Fischereiverwaltung festgelegt, um auf dieser Basis anschließend identifizierte Qualitätskriterien zu prüfen und zu bewerten. Diese Festlegungen sind in der Checkliste zu dokumentieren.

Bei der Funktionsprüfung Durchgängigkeit beeinflusst der vorhandene Abfluss maßgeblich das Ergebnis. Eine abschließende Beurteilung kann daher erst nach mehrmaliger Prüfung bei unterschiedlichen Abflüssen erfolgen. Das DWA-Merkblatt 509 (DWA 2014) fordert eine Durchgängigkeit zwischen den Abflüssen von  $Q_{30}$  bis  $Q_{330}$ . Die Funktionsprüfung sollte daher mindestens bei leicht erhöhtem - (MQ) sowie bei geringem Abfluss (MNQ) erfolgen. Eine kurze verbale Beschreibung der Abflüsse bzw. vorhandenen Wanderkorridore, ergänzt um aussagekräftige Bilder, ist daher für jede Funktionsprüfung unerlässlich.

Die zum Zeitpunkt der Funktionsprüfung bestehenden Wanderkorridore sollen in eine Schemaskizze, einem Aufriss oder Luftbild der Anlage eingezeichnet werden. In den markierten Wanderkorridoren sind die Stellen, an denen die ausgewählten Parameter geprüft werden, einzuzeichnen. Beispielsweise soll bei Raugerinnen mit Beckenstrukturen jeder einzelne Durchlass im Wanderkorridor geprüft werden.

Bei der Überprüfung der Durchgängigkeit werden regelmäßig folgende Aspekte berücksichtigt:

- Auffindbarkeit / Sackasseneffekt (insb. relevant bei Teilrampen)
- Mindestwassertiefe
- maximale Strömungsgeschwindigkeit
- Sohlstruktur
- Untersuchung auf Sohlspünge
- minimale Durchlassbreite (insbesondere bei Beckenstrukturen)
- maximale Wasserspiegeldifferenzen (zulässiges  $\Delta h$ ) zwischen Beckenstrukturen
- Verlegungsanfälligkeit des Wanderkorridors (insbesondere bei Durchlässen)
- Fischabstieg
- Betriebssicherheit



### **Auffindbarkeit/Sackgasseneffekt**

Bei Teilrampen oder Beckenpässen (nicht über die gesamte Gewässerbreite), die weit unterhalb der Pegelschwelle münden, entsteht durch eine konkurrierende Lockströmung ein sogenannter Sackgasseneffekt (s. Kap. 4.2, Abbildung 8). Die Fische wandern gegen die Hauptströmung bis unter die Pegelschwelle und suchen dort nach einer Aufstiegsmöglichkeit; den unterwasserseitigen Einstieg in die Fischaufstiegsanlage verpassen viele Fische. Die Auffindbarkeit ist mit Einschränkungen möglich, wenn eine ausreichende Lockströmung vorhanden ist und der Einstieg nicht zu weit unterstrom der Pegelschwelle liegt. Ist dies nicht der Fall, ist die Auffindbarkeit stark eingeschränkt und die Anlage damit nicht durchgängig. Je kleiner der Abfluss über die Fischaufstiegsanlage im Verhältnis zum gesamten Abfluss ist, desto geringer ist die Lockströmung ausgeprägt und desto schlechter ist letztlich die Auffindbarkeit der Fischaufstiegsanlage. Je länger die Sackgasse ist, desto stärker ist der Effekt. Bei Raugerinnen oder Beckenpässen über die gesamte Gewässerbreite ist in der Regel die Auffindbarkeit uneingeschränkt.

### **Mindestwassertiefe**

Eine ausreichende Wassertiefe im Wanderkorridor ist für größere Fischarten wie z. B. Barbe und Lachs maßgeblich für die Passierbarkeit. Kritische Bereiche finden sich häufig im Messbereich direkt oberstrom der Pegelschwelle sowie bei der Pegelschwelle selbst. Auch im Wanderkorridor innerhalb des Raugerinnes können je nach Abflusssituation kritische Bereiche vorhanden sein. Bei Niedrigwasserabflüssen wird diese Situation noch verstärkt.

Die gemessene Wassertiefe wird mit den Anforderungen der Zielfischarten verglichen. Wird die Mindestwassertiefe unterschritten, ist die Durchgängigkeit nicht gegeben.

### **Maximale Strömungsgeschwindigkeit**

Bei Auftreten zu hoher Strömungsgeschwindigkeiten im Wanderkorridor kann die Durchgängigkeit für schwimmschwache Kleinfischarten und Juvenilstadien eingeschränkt sein. Die für die jeweilige Fischart maßgebliche Strömungsgeschwindigkeit wird im Wanderkorridor auf "Schnauzenhöhe" des Fisches gemessen. Hohe Strömungsgeschwindigkeiten treten häufig im Bereich von Durchlässen und über einer glatten Sohle auf.

Die Überprüfung erfolgt mit geeigneten Messflügeln / Messverfahren an den kritischen Stellen. Dies ist vor allem im Bereich der Pegelschwelle durchzuführen, kann jedoch auch im Messbereich oder im Raugerinne erforderlich werden. Durch optische Prüfung können diese kritischen Bereiche entlang der Wanderkorridore zunächst lokalisiert werden. Eine Überschreitung der zulässigen Wasserspiegeldifferenzen zwischen Beckenstrukturen (s.u.) lässt beispielsweise auf zu hohe Fließgeschwindigkeiten im Durchlass schließen. Die Überprüfung muss die Wanderkorridore für schwimmschwache Fische sowie für die sonstigen Zielfischarten berücksichtigen. Ist die maximal zulässige Strömungsgeschwindigkeit überschritten, ist die Anlage nicht durchgängig.

### **Sohlstruktur**

Die Gewässersohle im Wanderkorridor soll durchgehend rau sein und keine glatten Abschnitte ohne Sohlsubstrat aufweisen. Über glattem Untergrund sind die Strömungsgeschwindigkeiten häufig sehr hoch, so dass die Durchwanderbarkeit für schwimmschwache Fische hier eingeschränkt sein kann. Glatte Sohlen treten häufig im Bereich der Pegelschwelle auf, oder wenn in Durchlässen von Riegeln sohlebene Schwellensteine eingebaut werden. Breite Fugen zwischen glatten Steinen, in denen sich natürliches Sohlsubstrat ablagert, können die Durchgängigkeit verbessern. Eine schlechte Sohlstruktur wirkt selektiv bei der Durchgängigkeit. Eine entsprechende Beurteilung ist durchzuführen.

### **Untersuchung auf Sohlsprünge (Abstürze)**

Ein durchgehender Sohlanschluss von unterstrom der Pegelanlage bis oberstrom des Messbereichs ist erforderlich und daher zu prüfen. Sohlsprünge im Wanderkorridor stellen für schwimmschwache Fischarten Barrieren dar. Die Überprüfung muss jeweils die Wanderkorridore berücksichtigen. Bestehen große, nichtpassierbare Barrieren bzw. mehrere kritische Barrieren, ist keine Durchgängigkeit gegeben.

### **Verlegung des Wanderkorridors**

Insbesondere bei Raugerinnen mit Beckenstrukturen kann das Verlegen der Durchlässe die Durchgängigkeit behindern. Es ist daher zu beurteilen, inwieweit durch häufiges Verlegen diese Beeinträchtigung auftritt. Fehler beim Setzen von Steinen (senkrechte Kanten, parallele Durchlässe, in Fließrichtung enger werdende Durchlässe) fallen häufig durch ständiges Verlegen an diesen Stellen auf. Bei Bedarf müssen die Störsteine neu gesetzt werden (WIEGNERSCHEES Prinzip Kap. 4.2). Wird der Wanderkorridor sehr häufig verlegt, ist die Durchgängigkeit nicht gegeben.

### **Fischabstieg**

Bei Teilrampen, Verbindungsgewässern o. ä. an Pegelanlagen kann es dazu kommen, dass absteigende Fische über die Pegelschwelle abwandern. Wenn im Unterwasser der Pegelschwelle dabei keine ausreichenden Wassertiefen („Wasserpolder“) vorhanden sind, kann es zu Schäden bei den Fischen kommen, wenn sie im Unterwasser z. B. auf eine gepflasterte Sohle aufschlagen.

### **Ergänzende Prüfung bei Einbauten im Raugerinne z. B. bei Beckenstrukturen und dem Einschnitt in der Pegelschwelle**

#### **Minimale Durchlassbreite**

Eine ausreichende Breite der Durchlässe im Wanderkorridor ist gerade für größere Fischarten wie z. B. Barbe und Lachs maßgeblich für die Passierbarkeit. Breitere Durchlässe verlegen nicht so schnell wie schmale, bewirken jedoch ein Absinken der Wassertiefe. Es gilt daher, bei niedrigeren Abflüssen ein ausgewogenes Verhältnis zwischen Wassertiefe und Durchlassbreite zu erzielen. Eine unzureichende Durchlassbreite wirkt selektiv und ist daher insbesondere im Hinblick auf größere Fische als nicht durchgängig zu bewerten.

#### **Maximale Wasserspiegeldifferenz zwischen den Becken**

Bei Fischaufstiegsanlagen mit Beckenstrukturen bestimmt die Wasserspiegeldifferenz zwischen zwei Becken die im Durchlass auftretende Strömungsgeschwindigkeit. Ab einer Wasserspiegeldifferenz von 20 cm zwischen zwei Becken kann die Strömungsgeschwindigkeit im Durchlass bereits 2,0 m/s betragen und ist dann von schwimmschwachen Fischen nicht mehr zu überwinden.

Bei der Bewertung sind die Anforderungen der Zielfischarten zu prüfen. Maßgeblich sind zumeist die in den Durchlässen auftretenden Strömungsgeschwindigkeiten (s. DWA M 509).

#### **Turbulenz bei Beckenstrukturen (Beckenlänge und Beckenbreite)**

Abhängig von der größten Fischart wird die Beckenlänge festgelegt und die Beckenbreite daran angepasst. Das Verhältnis von Beckenlänge zu Beckenbreite hat u. a. Auswirkungen auf die Turbulenz, d.h. den Leistungseintrag in das Becken. Ist die Turbulenz zu groß, wird dadurch die Durchgängigkeit beeinträchtigt (s. DWA M 509). Der Nachweis über das Einhalten der maximal zulässigen Turbulenz bei der gewählten Beckengröße muss generell rechnerisch im Rahmen der Planung erbracht werden. Sie kann nachträglich nicht durch Messungen geprüft werden, die Überbelastung eines Beckens fällt allerdings durch starke Verwirbelungen, diffuse Strömungsrichtungen und „Weißwasser“ auf. In diesem Fall ist die Planung zu überprüfen.

### **Sonstige Einwirkungen**

Neben den genannten Parametern können an jeder Anlage individuelle Randbedingungen bestehen, die negative Auswirkungen auf die Durchgängigkeit haben. Diese können z. B. unzureichende Unterhaltung, starker Totholzeintrag und damit Verklausung oder immer wieder vorkommende Sedimentation sein. Diese Einwirkungen müssen individuell beschrieben und der Einfluss auf die Durchgängigkeit bewertet werden.

## Funktionskontrolle fischereifachliche Bewertung der Durchgängigkeit von Pegelanlagen

|   |                        |  |                        |                |                        |   |                         |
|---|------------------------|--|------------------------|----------------|------------------------|---|-------------------------|
| <b>Pegelname</b>  |                        |  |                        |                | <b>Pegelnummer</b>     |   |                         |
| <b>Gewässer</b>   |                        |  |                        |                | <b>Datum</b>           |   |                         |
| <b>Pegel -Wasserstand</b>   | [cm]                   |  |                        | <b>Abfluss</b> |                        |   | [m <sup>3</sup> /s]     |
| <b>Pegel-Stammdaten</b><br>[cm]   | <b>NW</b>              |  | <b>MNW</b>             |                | <b>MW</b>              |   | <b>HW<sub>2</sub></b>   |
|   | <b>HW<sub>10</sub></b> |  | <b>HW<sub>20</sub></b> |                | <b>HW<sub>50</sub></b> |   | <b>HW<sub>100</sub></b> |
| <b>Fischregion</b>  |                        |  |                        |                |                        |   |                         |
| <b>Zielfischarten</b>   |                        |  |                        |                |                        | maximal zulässige Fließgeschwindigkeit $V_{\max}$ | [m/s]                   |
|   |                        |  |                        |                |                        | minimal erforderliche Wassertiefe $W_{\min}$      | [cm]                    |
|   |                        |  |                        |                |                        | minimal erforderliche Durchlassbreite $B_{\min}$  | [cm]                    |
|   |                        |  |                        |                |                        | maximal zulässige Wasserspiegeldifferenz          | [cm]                    |
| <b>Fischereisachverständiger</b><br>- Name<br>- Funktion<br>- Dienststelle / Firma / Büro |                        |  |                        |                |                        |   |                         |

### Beschreibung der Pegelanlage (ankreuzen)

Vollrampe (VR)  Teilrampe (TR)  Sonstiges (S)  \_\_\_\_\_

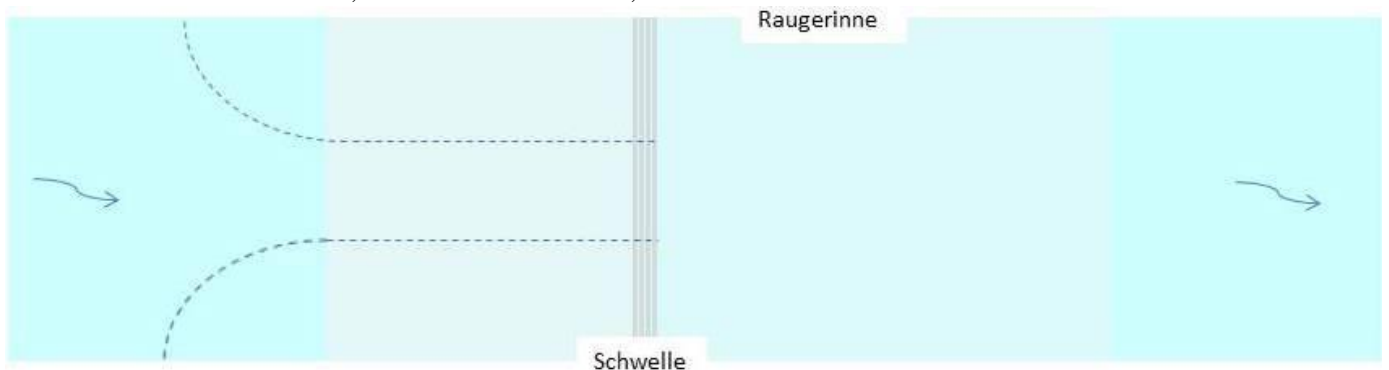
Raugerinne mit Störsteinen  Wiegnersches Prinzip wurde beachtet

Raugerinne mit Beckenstruktur  mit Einschnürungsbauwerk  mit Schwelle

### Draufsicht der Pegelanlage

bei Bedarf ändern / ergänzen z. B. Einschnürungsbauwerk, Störsteine oder Beckenstrukturen oder nur Teilrampe

Wanderkorridore einzeichnen, Messstellen markieren, Problemstellen notieren



### Auffindbarkeit bei Teilrampen und sonstigen Bauformen (Sackgasseneffekt) - Bewertung

Beurteilung (Länge Sackgasseneffekt [m]):

---

## Anforderungen im Wanderkorridor

**Wassertiefe [cm]** – Messung in den kritischen Bereichen im Wanderkorridor, diese in die Skizze eintragen M1, M2 etc.

| M1 | M2 | M3 | M4 | M5 | M6 | M7 | M8 | M9 | M10 |
|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|
|    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |

Beurteilung:

---

**Strömungsgeschwindigkeit [m/s]** – Messung mit geeignetem Messflügel in den kritischen Bereichen im Wanderkorridor auf "Schnauzenhöhe" des Fisches, diese in die Skizze eintragen V1, V2 etc.  
verwendetes Messgerät

| V1 | V2 | V3 | V4 | V5 | V6 | V7 | V8 | V9 | V10 |
|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|
|    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |

Beurteilung:

---

**Sohlstruktur und Untersuchung auf Sohlspünge** – visuelle Prüfung in den kritischen Bereichen im Wanderkorridor, Problemstellen in die Skizze eintragen P1, P2 etc.

Erläuterung:

P1 = \_\_\_\_\_

P2 = \_\_\_\_\_

Beurteilung:

---

**Verlegung des Wanderkorridors** – visuelle Prüfung und Erfahrung des Unterhaltungspflichtigen, Problemstellen in die Skizze eintragen PV1, PV2 etc.

aus Erfahrung verlegungsanfällig

Erläuterung:

PV1 = \_\_\_\_\_

PV2 = \_\_\_\_\_

Beurteilung:

---

## Ergänzende Prüfung bei Einbauten im Raugerinne z. B. bei Beckenstrukturen und dem Einschnitt in der Pegelschwelle

**Durchlassbreite [cm]** - Messung in den kritischen Bereichen im Wanderkorridor, diese in die Skizze eintragen B1, B2 etc.

| B1 | B2 | B3 | B4 |  |  |  |  |  |  |
|----|----|----|----|--|--|--|--|--|--|
|    |    |    |    |  |  |  |  |  |  |

Beurteilung:

---

**Wasserspiegeldifferenz zwischen den Becken [cm]** - Messung in den kritischen Bereichen im Wanderkorridor, diese in die Skizze eintragen D1, D2 etc.

|    |    |    |    |  |  |  |  |  |  |
|----|----|----|----|--|--|--|--|--|--|
| D1 | D2 | D3 | D4 |  |  |  |  |  |  |
|    |    |    |    |  |  |  |  |  |  |

Beurteilung:

---

**Turbulenz** - visuelle Prüfung, Problemstellen in die Skizze eintragen PT1, PT2 etc.  
Mangels Messbarkeit können hier nur qualitative Aussagen getroffen werden.

Erläuterung:

PT1 = \_\_\_\_\_

PT2 = \_\_\_\_\_

**Ergänzende Prüfung des Fischabstiegs bei Teilrampen, Umgehungsgewässern und technischen Fischaufstiegen** – Fischwanderhilfe in Skizze einzeichnen, Messung der Wassertiefe unterhalb des Absturzes

**Wassertiefe** = \_\_\_\_\_ cm

Beurteilung:

---

**Sonstige Einwirkungen auf die Durchgängigkeit (Beschreibung und Bewertung)**

Beurteilung:

---

**Gesamtbeurteilung der Durchgängigkeit**

Beurteilung:

---

Erläuterung:

---

---

---

Erstellt am \_\_\_\_\_ durch \_\_\_\_\_

### 7.3 Energieversorgung der Pegelanlage

Um die Ausfallsicherheit der Messsysteme und der Geräte zur Datenerfassung und -übertragung für die kontinuierlichen Wasserstandsaufzeichnungen auch im Hochwasserfall sicherzustellen, gilt bei der Energieversorgung grundsätzlich das Prinzip der Redundanz. Pegelneubauten sollen über Netzstromversorgung verfügen. Ziel ist es, bei Stromausfall eine gewisse Zeitspanne problemlos überbrücken zu können. Neben dem Anschluss an das Stromnetz können Solaranlagen oder Batterien bzw. Akkus eingesetzt werden.

Eine Netzstromversorgung mit Pufferakku garantiert in hohem Maße einen störungsfreien Betrieb der Messstation. Bei dieser Kombination dient der Netzstrom zum Laden des Akkus, der bei Stromausfall die Geräte versorgt. Zudem gewährleistet der Akku einen Geräteschutz vor Spannungsschwankungen und Spannungsspitzen im Netz. Es ist erforderlich, den Akku von Zeit zu Zeit zu erneuern. Bei dieser Stromversorgung dürfen nur Geräte zum Einsatz kommen, die auch über Gleichspannung versorgt werden können. Seilkrananlagen, ISDN-Telefone und a/b-Adapter für den Anschluss analoger Telekommunikationsgeräte können bisher nur mit Netzstrom betrieben werden.

Der Energiebedarf der Messgeräte und Datensammler ist generell so gering, dass auch eine Solaranlage mit Pufferakku als Stromversorgung ausreicht. Beim Einsatz von Solaranlagen ist zunächst die Standorteignung (Ausrichtung, Besonnungsdauer, jahreszeitliche bzw. tägliche Beschattungssituation, Bedarf eines Montagemasts, größere Leitungslängen, Blitzschutz) zu prüfen. Bei diesen Überlegungen muss auch der Unterhaltungsaufwand im Winter sowie die Diebstahlsicherheit bedacht werden.

Batterien oder Akkus sind überall einsetzbar, haben aber eine begrenzte Lebensdauer. Zur Aufwandsabschätzung gehören daher auch die Kosten für den in gewissen Abständen notwendigen Austausch. Energieversorgung mittels Batterie bzw. Akku kommt nur in Frage, wenn Kontrolle und Austausch der Batterien bzw. Akkus kontinuierlich durch den Pegelbetreiber sichergestellt werden kann.

Vor- und Nachteile der verschiedenen Möglichkeiten zur Energieversorgung sind genau abzuwägen. Die wichtigsten Kriterien sind in Tabelle 1 dargestellt. Als Richtschnur gilt: im Hinblick auf die Betriebssicherheit hat die Netzstromversorgung Vorrang, insbesondere wenn die Kosten für den Netzanschluss und Erstinstallation weniger als 5.000 € betragen.



**Bild 57:** Unterspeltach-Speltach Pegelhaus mit Solarmesssteg 2011-08-31

**Tabelle 8:** Vergleich der Möglichkeiten zur Energieversorgung

| Faktor  | Netzstrom   | Solaranlage   | Batterie/Akku  |
|---|---|---|--|
| <b>Ausfall Stromnetz</b>                              | abhängig,<br>Ausfallüberbrückung mit<br>Pufferakku  | unabhängig  | unabhängig   |
| <b>Wartung</b>  | wartungsarm   | wartungsarm   | regelmäßiger Austausch und<br>Laden erforderlich                                 |
| <b>Kosten (Zählergebühr,<br/>Stromverbrauch u.a.)</b> | hohe Kosten für Anschluss<br>und Erstinstallation; laufende<br>Kosten (Stromverbrauch)  | erhöhte Kosten,<br>wenn Mast zur Montage<br>erforderlich  | gering   |
| <b>Verfügbarkeit</b>                                  | mit Pufferakku sehr hoch  | hoch  | hoch   |
| <b>Blitzschutz</b>                                    | für die Zuleitung erforderlich  | Mast für Solarmodule<br>erfordert Blitzschutz,<br>ansonsten keine besonderen<br>Maßnahmen   | keine besonderen<br>Maßnahmen  |
| <b>Winterbetrieb</b>                                  | keine Einschränkungen   | erhöhtes Ausfallrisiko  | erhöhtes Ausfallrisiko   |
| <b>Sonstiges</b>                                      | einfacher Anschluss weiterer<br>elektrischer Geräte (z.B.<br>Heizung) erhöht<br>Langlebigkeit der<br>Messtechnik<br>Fehlerstromschutzschalter<br>für den Personenschutz<br>erforderlich<br>regelmäßige BGV-A3<br>Prüfungen erforderlich | nur für „Sonnen“-Standorte<br>geeignet;<br>Anfälligkeit gegen Diebstahl<br>/Vandalismus;<br>bei Schnee/Eis erhöhter<br>Wartungsaufwand;<br>regelmäßige Kontrolle des<br>Batteriezustands erforderlich | überall anwendbar;<br>regelmäßige Kontrolle des<br>Batteriezustands erforderlich |

Auch die Brennstoffzelle stellt eine Möglichkeit der Energieversorgung dar. Sie wird derzeit an einem Landespegel eingesetzt.



## 7.4 Blitzschutz der Pegelanlage

Blitzschutzmaßnahmen sind in die bauliche und gerätetechnische Planung einzubeziehen. Eine Nachrüstung von Blitzschutzeinrichtungen ist konstruktiv schwierig, aufwändig und zum Teil auch baulich nicht mehr möglich. Zielsetzung ist daher, ein für die Leitungsführungen, die Anordnung der Geräte und die Blitzschutzeinrichtungen wirksames Schutzkonzept zu erstellen. Es gilt Induktionsschleifen zu vermeiden, Einführungen in die Kabeltrasse zu minimieren und die zu schützenden Geräte auf die am besten geschützte Stelle zu konzentrieren.

Bei Messstellen, bei denen der Blitzschutz von anderen Objekten übernommen wird, z.B. durch elektrische Leiter über dem Pegel (Starkstromleitungen, Brücken) ist ein Gebäudeblitzschutz in Form von Blitzableitern nicht erforderlich. Auch ein geerdetes Metaldach kann die Funktion des Gebäudeblitzschutzes übernehmen.

Zum **Sachsenschutz** zählt der Schutz des Pegelhauses mit den Geräten. Die hölzernen oder teilweise auch gemauerten Pegelhäuser haben keine schirmende Wirkung. Somit handelt sich letztlich um einen Gerätebetrieb im Freien mit teilweise sehr niedrigen Spannungspegeln bei den eingesetzten Geräten. Als Sachschutz ist ein Überspannungsschutz für die unbemannt betriebenen Pegelstationen erforderlich.

Im Unterschied zum räumlich begrenzten Einfluss technischer Anlagen muss mit atmosphärischen Störungen überall gerechnet werden. Pegelstationen befinden sich meistens an der relativ niedrigsten Stelle im Gelände, also nicht in exponierter Lage für atmosphärische Entladungen bzw. mögliche Blitzeinschläge.

Stationen mit Seilkrananlagen bewirken eine Anhebung der Einschlagserwartung durch das gewässerüberspannte Tragseil, dessen Länge und erhöhte Lage. In der Regel ist es nicht möglich, eine Seilkrananlage mit großer Seillänge gegen Direkteinschläge zu schützen (Blitzkugelfverfahren nach DIN ISO/TS 32305-3). Die oft oberirdisch verlegten Zuführungen der Energieversorgung und des Fernmeldeanschlusses bewirken eine Ausweitung der wirksamen Einfangfläche für Blitze.

Auch wenn kein direkter Einschlag in eine Anlage oder in die angeschlossenen Leitungen erfolgt, können an nicht speziell geschützten elektronischen Geräten bereits Schäden eintreten. Entladungen in einigem Abstand erzeugen Längs- und Querspannungen in den zugeführten Leitungen, welche die Spannungsfestigkeit nicht speziell geschützter Eingänge bei weitem überschreiten können.

In Bezug auf den **Personenschutz** gilt: jeder, der ein Pegelhaus aufsucht und die dortigen Einrichtungen benützt, darf durch über angeschlossene Leitungen eindringende Überspannungen nicht gefährdet werden. Die hierfür notwendigen Schutzmaßnahmen müssen auch die Schutzmaßnahmen gegen Berührspannungen aus der Energieversorgung berücksichtigen. Dem Personenschutz ist durch Fehlerstromschutzschalter Rechnung zu tragen.

Ein weitergehender Personenschutz, bei dem die Pegelhäuser die Funktion einer Schutzhütte auch bei direktem Blitzeinschlag erfüllen, ist theoretisch möglich. Er wäre jedoch besonders aufwändig aufgrund der geringen Größe der Häuser, des kaum sicheren Abstands zur leitungsführenden Wand und zur Seilkrananlage. Darüber hinaus befinden sich Pegelhäuser oft unmittelbar neben Bäumen oder in Baumgruppen. Der absolute Schutz gegen abspringende Blitze würde daher eine gegenüber üblichen Anlagen nach VDE 0185 erweiterte und jeweils an die örtlichen Bedingungen individuell angepasste Blitzschutzanlage erfordern (Vervielfachungen und Isolation der Ableitungen, im Extremfall Blechverplankung).

Vor diesem Hintergrund und der DIN EN 62305-3 werden Pegelhäuser zu „Nicht - Schutzhütten“ erklärt und empfohlen, sie bei Gewitter sofort zu verlassen und das bereitstehende Kraftfahrzeug - als sicheren Aufenthaltsort – aufzusuchen. Es gilt der Grundsatz: ein Personenschutz ist grundsätzlich nicht erforderlich, wenn in der Nähe des Pegels ein entsprechend geschützter Ort oder ein Auto als Schutzraum vorhanden ist.

Das wirksame **Schutzkonzept** soll umfassen:

- Erstellung einer Erdungsanlage
- Einbau von Einrichtungen zum Überspannungsschutz in die Anschlussleitungen für Energieversorgung und Fernmeldeverbindungen
- Schutzmaßnahmen im Pegelhaus für Geräte und daran angeschlossene Leitungen für äußere Messsonden
- Erstellung des Gebäude-Blitzschutzes

Dabei gelten die einschlägigen VDE-Vorschriften für Stromversorgung und Blitzschutz in Gebäuden und für Geräte.

Die Erdungsanlage sorgt für ein einheitliches elektrisches Potential aller baulichen und gerätetechnischen Einrichtungen und dient der Ableitung elektrischer Ströme aus dem baulichen Blitzschutz. Alle für den Geräteschutz notwendigen Überspannungseinrichtungen in den zur Messstelle führenden Leitungen, alle Geräte und deren Schutzeinrichtungen sowie die Einrichtungen für den Gebäudeblitzschutz und alle aus Metall ausgeführten und sonstige blitzgefährdete Bauteile im Außenbereich (Geländer, Schachtabdeckungen, stählerne Pegelschwelle, Messstege, Messwehre, Seilkrananlage mit Gegenstütze, Leitungsendmaste) sind an die Erdungsanlage (Potentialausgleichsschiene) anzuschließen.

Der Fundamenterder wird als Ringerder ausgeführt. In Kabelgräben der Strom- Telefon- und Signalleitungen eingelegte Erder vergrößern die Ausdehnung der Äquipotentialfläche, schützen die Kabel und verbessern den Anschluss an den Untergrund. Die Länge derartiger Schirmleiter hängt von der Leitfähigkeit des Bodens ab (50 m bei gut leitendem Keuper oder feuchter Aue, 200 m bei trockenem Kies oder Fels). In jeder Ecke des Hauses wird der Leiter mit den Stahlmatten der Fundamentplatte verbunden. Eine so geerdete Bodenplatte bildet eine Äquipotentialfläche und dient damit ebenso wie eine in den Fußboden eingelegte Kupferfolie beim Personenschutz dem Schutz vor Schrittspannungen bei Blitzeinschlägen in der Nähe der Messstelle. Die Anschlussfahnen für die Verbindung mit dem Gebäudeblitzschutz, mit der Potentialausgleichsschiene, mit der Seilkrananlage und den sonstigen mit dem Erder zu verbindenden Bauteile sind in der Planung vorzusehen.

Erder in feuchten Böden sind einer erhöhten Korrosionsgefahr ausgesetzt. Zu verwenden ist rostfreier Bandstahl, kupferhaltige Materialien sind zu vermeiden.

Die Strom- und Telefonzuführung ist grundsätzlich in einem gemeinsamen Kabelgraben zu verlegen. Bei oberirdischer Zuführung sind ein Überspannungsschutz an den Endmasten und ein Anschluss der Masterdung an die Potentialausgleichsschiene zwingend erforderlich. Die Verlegung der Zuführungen vom Mast zum Pegelhaus erfolgt unterirdisch mit einem Erdkabel.

Der Überspannungsschutz in den Zuleitungen zur Messstelle hat die Aufgabe Spannungsspitzen von hoher Energie zu vermindern und so den Innenraum gegen außen abzuschirmen (Grobschutz). Die Kabeleinführungen, die Potentialausgleichsschiene und die Überspannungsschutzeinrichtungen für den Grobschutz sind möglichst eng bei einander anzuordnen und mit kurzen direkten Leitungen zu verbinden. Die Potentialausgleichsschiene ist möglichst nahe der Kabeleinführung anzuordnen, damit alle Adern ankommender Leitungen (Strom, Telefon, Messsignale) direkt beim Eintritt in das Haus an Überspannungsableiter angeschlossen werden können. Die Ableiter müssen gut zugänglich sein, damit ihre Überprüfung leicht möglich ist.

Zur Vermeidung der Induktion in die Leitungen sind diese in gemeinsamen, abgeschirmten Kabeltrassen (geerdete Metallkabelkanäle) zu führen. Nicht benutzte Adern und ein möglicherweise vorhandener Kabelschirm sind an beiden Enden an die Potentialausgleichsschiene anzuschließen. Es sind grundsätzlich Gerätegehäuse in abgeschirmter Ausführung zu verwenden. Da bei langen Signalleitungen die Gefahr der Induktion besteht, sind Pegelmessgeräte und Datensammler möglichst nahe neben einander zu montieren. Außerdem sollte ausreichend Platz vorhanden sein, um weitere Messgeräte in der Nähe des Datensammlers installieren zu können.

Der beschriebene Überspannungsschutz in den Zuleitungen vermindert zwar die Spannungsspitzen, beseitigt jedoch nicht die Spannungsspitzen geringerer Energie sowie sehr kurze Spannungsspitzen, die noch immer Geräteausfälle verursachen können. Daher sind elektronischen Geräte sind mit einem, auf das jeweilige Geräte abgestimmten Überspannungsfeinschutz (Feinschutz) zu versehen. Bei Geräten mit „CE-Zeichen“ ist der Feinschutz bereits im Gerät vorhanden.

Die Trennung der Schutzzonen für den Grob- und Feinschutz muss vollständig sein. Die Kabel der unterschiedlichen Schutzzonen dürfen nicht parallel geführt werden oder sich kreuzen.

Stromanschlüsse von Geräten Dritter (z.B. Wasserverbände, Kommunen) müssen über eine separate Sicherung und einen separaten Fehlerstromschutzschalter angeschlossen werden.

## 7.5 Standsicherheit der Raugerinne

Bei einer Pegelanlage ist die Stabilität einer Rampe aus zweierlei Gründen von höchster Priorität: Zum einen wird nur im unbeschädigten Zustand die Funktion gewährleistet. Zum anderen kann jede Veränderung im Unterwasser des Pegels die Wasserstands-Abfluss-Beziehung beeinflussen. Außerdem bedeutet jede Nachbesserung einen erneuten Eingriff in das Gewässer, den es zu vermeiden gilt. Daher muss auf die Standsicherheit bei Planung und Bau höchstes Augenmerk gerichtet werden. Dazu gehören die Auswahl der geeigneten – möglichst konservativen – Stabilitätsnachweise (z.B. Stabilität am Einzelstein, Filterstabilität) und eine sorgfältige Bauausführung und –überwachung.

Aufgrund der gegenseitigen Stabilisierung der Steine ist die Setzsteinbauweise widerstandsfähiger gegenüber Überströmung als die Schüttsteinbauweise (DWA Themenheft 2009).

Wesentliche Voraussetzung der Stabilität des Bauwerks ist außerdem eine ausreichend bemessene Nachbett- oder Kollsicherung.

Grundlagen für die Bemessung der Standsicherheit und der Funktionsfähigkeit der Rampe finden sich im LUBW Leitfaden "Durchgängigkeit für Tiere in Fließgewässern, Teil 2 - Umgebungsgewässer und fischpassierbare Querbauwerke" sowie im DWA Themenheft 2009 "Naturnahe Sohlgleiten".

Die Standsicherheit trägt maßgeblich zur Langlebigkeit des Pegelstandorts, der Qualität der Messergebnisse, sowie der Kosten für den Unterhaltungsaufwand bei. Der Standsicherheitsnachweis für die im Rahmen dieser Handlungsempfehlung betrachteten Rampen in Schüttstein- oder Setzsteinbauweise basiert auf der Überlegung, die aus dem Höhenunterschied Ober-/ Unterwasser resultierende Energie über die Rampe abzubauen. Relevant hierfür sind die Strömungsverhältnisse im Ober- und Unterwasser, sowie auf der Rampe.

Aufgrund der rauen Oberflächenstruktur auf dem Deckwerk der Rampe bildet sich ein heterogenes Strömungsbild, das bis heute nicht detailliert beschrieben werden kann. Daher werden für den Nachweis gemittelte und stark vereinfachte Betrachtungsweisen angesetzt, mit denen die erforderliche Rauigkeit und das Sohlgefälle in Abhängigkeit der hydraulischen Parameter (Fließgeschwindigkeit, Wassertiefen etc.) ermittelt werden können (DWA 2009).

Es müssen aufgrund der unterschiedlichen Versagensarten für alle Bauteile (Deckwerk, Unterbau und Nachbett) getrennte Nachweise geführt werden.

Maßgebliche Grundlage für den Standsicherheitsnachweis ist der **Bemessungsabfluss (BQ)**, den der Pegel maximal schadlos abführen können muss und bei dem die größten zu betrachtenden Fließgeschwindigkeiten und Belastungen des Deckwerkes auftreten. In der Regel wird hierzu der Abfluss eines Hochwasserereignisses mit einem bestimmten Wiederkehrintervall (Ansätze s. DWA Themen Naturnahe Sohlgleiten, 2009) herangezogen.

Nach Festlegung des Bemessungsabflusses erfolgt die **Bemessung des Deckwerks** (Steinstabilität). Es sind sowohl für Deckwerke aus Steinschüttungen als auch für Deckwerke mit Steinsatz Standsicherheitsnachweise zu führen.

In Abhängigkeit der Bauweise sind unterschiedliche Bemessungsverfahren anzuwenden.

- Ein Deckwerk in Setzsteinbauweise kann nach dem Berechnungsansatz von Hartung & Scheuerlein (DWA 2009, LUBW 2006) bemessen werden.
- Für das Deckwerk in Schüttsteinbauweise mit einem steileren Gefälle (1:20 und steiler) wird nach LUBW 2006 ein Berechnungsansatz nach Whittaker & Jäggi empfohlen.
- Für Raue Rampen in Schüttsteinbauweise, deren Gefälle flacher als 1:20 ist, wird der Berechnungsansatz nach Palt & Dittrich (DWA 2009) verwendet.
- Für Sohlgleiten mit Beckenstruktur gibt es aufgrund der schwierig bestimmbareren Strömungs- und Rauheitsgeometrie nur bedingte Berechnungsansätze. In DWA 2009 wird der Berechnungsansatz nach Aberle empfohlen. Da dieser jedoch die Korngrößenverteilung des gesamten Deckwerkes berücksichtigt, empfiehlt es sich die Riegel noch einmal detaillierter zu bemessen (DWA 2009).

Es findet neben der Überströmung des Deckwerkes auch eine Durchströmung der Rampe und des Untergrundes statt. Um den Untergrund vor Ausspülungen und Materialumlagerungen zu schützen, ist der Einbau eines **Unterbaus (Filters)** erforderlich.

Folgende Kriterien müssen für den Filter nachgewiesen werden:

- **Nachweis der mechanischen Wirksamkeit**  
Ist die Filterschicht mechanisch wirksam, ist sichergestellt, dass es zu keinem Bodenaustrag im Unterbau und dadurch zu schädlichen Setzungen des Deckwerkes auf Grund von Kornverlusten kommt. Die mechanische Wirksamkeit kann nach dem Kriterium von Terzaghi (DWA 2009, LUBW 2006) nachgewiesen werden.
- **Nachweis der hydraulischen Wirksamkeit**  
Mit Hilfe einer hydraulisch wirksamen Filterschicht, kann der anstehende Boden ohne schädlichen Druckanstieg entwässert werden. Die hydraulische Wirksamkeit kann gem. BAW 1989 (DWA 2009) nachgewiesen werden.
- **Nachweis der Suffusionssicherheit**  
Die Suffusionssicherheit muss für alle Filtermaterialien sichergestellt sein. Nachgewiesen werden kann die Suffusionssicherheit gem. BAW 1989, Anl. 2.4 und Schaefer 1995 (DWA 2009).

Die oben genannten Anforderungen müssen sowohl zwischen Untergrund und Filterschicht sowie auch zwischen Filterschicht und Deckwerk auf der Rampe und auch in daran anschließenden, befestigten Bereichen (Böschungen, Nachbett) erfüllt sein.

Bei geringen bis mittleren Abflüssen entsteht im Bereich des Rampenfußes (Gleitfuß) ein Fließwechsel, der eine erhöhte Belastung hervorruft. Bei höheren Abflüssen steigt auf Grund eines in diesem Fall entstehenden welligen Abflusses im Gewässerbett direkt unterhalb des Bauwerkes die Belastung. Daher sind der Fuß der Rampe sowie das anschließende Gewässerbett zu sichern. Diese sogenannte Nachbettsicherung ist grundsätzlich abhängig von den entstehenden Fließgeschwindigkeiten sowie vom anstehenden Sohlmaterial.

Als wirksame Form der Sicherung des Rampenfußes und der unterwasserseitig liegenden Gewässersohle hat sich eine **Kolkmulde mit Nachbettsicherung** bewährt.

- **Ausbildung und Bemessung der Kolkmulde mit Nachbett**

Die Kolkmulde kann nach Gebler bemessen werden (DWA 2009, LUBW 2006), der erforderliche Steindurchmesser der Nachbettsicherung nach einem Berechnungsansatz von Knauss (DWA 2009, LUBW 2006). In LUBW 2006 wird für die Bemessung der Schichtstärke der Nachbettsicherung der Ansatz nach Hassinger empfohlen.

- **Böschungssicherung Nachbett**

Die Böschung im Bereich des Nachbetts sollte ebenfalls mit Steinen der Sohlbefestigung bis ca. 2/3 der Böschungshöhe befestigt werden (DWA 2009). Der Übergang zum Vorland hin wird Steinen abnehmender Größe ausgeführt.

Bei der konstruktiven Gestaltung einer Rauen Rampe ist die Ausbildung der Rampenkrone zu berücksichtigen.

- **Ausbildung der Rampenkrone**

Die Rampenkrone kann sowohl mit wie auch ohne Kronenanhebung ausgeführt werden. Entfällt die Kronenanhebung, entsteht im Oberwasser eine Senkungslinie des Abflusses die zu Erosion der Sohle führen kann. Es ist daher bei einer nicht vorhandenen Kronenanhebung zu prüfen, ob die Gewässersohle im Bereich der Senkungslinie an die veränderten Verhältnisse angepasst werden muss. Wird die Rampenkrone mit Anhebung ausgeführt entsteht anstelle der Senkungslinie eine Staulinie und die Senkungslinie tritt erst als Folge der Überfallströmung aus. Die Anhebung der Krone kann über Bernoulli abgeschätzt werden. (DWA 2009). Für die konstruktive Ausbildung der Rampenkrone wird in LUBW 2006 der Ansatz nach Jambor empfohlen.

## 7.6 Tabellenverzeichnis

| <b>Tabelle</b> | <b>Tabellenbezeichnung</b>  | <b>Quelle</b> |
|----------------|---|---------------|
| 1              | Beteiligung und Abstimmung bei Pegelbaumaßnahmen  | LUBW          |
| 2              | Planungs-, Zulassungs- und Vergabephase   | LUBW          |
| 3              | Bauabwicklung   | LUBW          |
| 4              | Fertigstellung und Betrieb  | LUBW          |
| 5              | Gewässerökologische Aspekte bei Neubauplanungen   | LUBW          |
| 6              | Übersicht der Bauweisen ( <sup>1</sup> Einbauten sind Störsteine oder Steinriegel)  | LUBW          |
| 7              | Untersuchte Pegel/Kenndaten der Regierungspräsidien der Regierungspräsidien,<br>Datengrundlage MQ/MNQ: LUBW, Pegel- und Datendienst Mai 2014<br>[ <sup>1</sup> Datengrundlage 1992-2010, <sup>2</sup> Lachswiederansiedlungsgebiet] | LUBW          |
| 8              | Vergleich der Möglichkeiten zur Energieversorgung   | LUBW          |

## 7.7 Abbildungsverzeichnis

| Abbildung | Abbildungsbezeichnung  | Quelle         |
|-----------|--|----------------|
| 1         | Bauliche Einrichtungen am Pegel (prinzipiell mögliche Anordnung)   | LUBW           |
| 2         | Längsschnitt baulicher Einrichtungen am Pegel (prinzipiell mögliche Anordnung)   | LUBW           |
| 3         | Messkonzeptionelle Varianten beim Pegelmessnetz  | LUBW           |
| 4         | Vermessungsarbeiten: erforderliche Querprofile im Bestandsplan   | LUBW           |
| 5         | Anrampung aus plattigen Steinen als Pegelschwelle am Pegel Tuttlingen/Elta 2010-10   | LUBW           |
| 6         | Genehmigungsplanung Anrampung aus plattigen Steinen als Pegelschwelle am Pegel Lahr-Schutter   | LUBW           |
| 7         | Längsschnitt: Durchgängige Pegelanlage   | LRA SBK / LUBW |
| 8         | Sackgasseneffekt bei Teilrampen  | IWP            |
| 9         | Durchgängiger Pegel Erlenbach Zell a.H. mit Niedrigwasser-Wanderkorridor (rot)   | LUBW           |
| 10        | Wasserspiegeldifferenz bei Beckenstrukturen  | LRA SBK        |
| 11        | Draufsicht und Längsschnitt Störsteine nach WIEGNER  | IWP            |
| 12        | Öffnung V-förmig mit rauem „Sohlstein“ (links), keine glatten „Schwellensteine“ (rechts)   | LRA SBK        |
| 13        | Übergangsbereich Pegelschwelle – Raugerinne mit Störsteinen  | LRA SBK        |
| 14        | Querschnitt Einschnitt Pegelschwelle   | LRA SBK        |
| 15        | Sohlgestaltung im Messbereich: Pflasterung mit groben, substratgefüllten Fugen (oben), Sohlbefestigung mit gewässertypischer Substratüberdeckung (unten)   | LRA SBK        |
| 16        | Pegel Geislingen/Fils: Übergangsbereich im Bereich der Pegelschwelle (oben: Rampe mit Störsteinen und Sohlsubstrat, unten: breite Fugen des Gepflasterten Messbereichs oberhalb der Pegelschwelle) | RPF            |
| 17        | Übersichtskarte der Beispielpegel  | LUBW           |
| 18        | Übersichtskarte Geislingen-Fils  | LUBW           |
| 19        | Übersichtskarte Kocherstetten-Kocher   | LUBW           |
| 20        | Übersichtskarte Ramsbach-Rench   | LUBW           |
| 21        | Übersichtskarte Zell am Hamersbach-Erlenbach   | LUBW           |
| 22        | Übersichtskarte Hausach-Kinzig   | LUBW           |
| 23        | Übersichtskarte Tuttlingen-Elta  | LUBW           |
| 24        | Übersichtskarte Hammereisenbach-Breg   | LUBW           |
| 25        | Übersichtskarte Sennfeld-Seckach   | LUBW           |
| 26        | Übersichtskarte Allfeld-Schefflenz   | LUBW           |
| 27        | Übersichtskarte Mosbach-Elz  | LUBW           |
| 28        | Übersichtskarte Beuron-Donau   | LUBW           |
| 29        | Übersichtskarte Menningen-Ablach   | LUBW           |
| 30        | Übersichtskarte Hundersingen-Donau   | LUBW           |
| 31        | Übersichtskarte Ummendorf-Umlach   | LUBW           |
| 32        | Übersichtskarte Achstetten-Baierzer Rot  | LUBW           |



## 7.8 Bilderverzeichnis

| Bild | Bildbezeichnung   | Quelle  |
|------|---|---------|
| 0    | Titelbilder LUBW (Hauptbild Wittelbach-Schutter) 2013-12-17                         | LUBW    |
| 1    | Hammereisenbach / Breg Vielfalt der Pegeleinrichtungen 2014-07-01                   | LUBW    |
| 2    | Pforzheim-Würm Abflussmessung mit Messflügel 2014-03-04                             | LUBW    |
| 3    | Tuttlingen-Elta Anrampung aus plattigen Steinen als Pegelschwelle bei NW 2014-06-30 | LUBW    |
| 4    | Möhringen-Krähenbach Messsteg 2012-02-03  | LUBW    |
| 5    | Rottweil-Neckar Pegelhaus, - treppe, Verbindungseinrichtungen                       | LUBW    |
| 6    | Konstanz-Rhein Schaltschrank 2011-09-10   | LUBW    |
| 7    | Stockacher-Aach Pegelhaus Wahlwies von innen 2011-10-11                             | LUBW    |
| 8    | Geeignete Störsteine für den Einbau nach WIEGNER                                    | LRA SBK |
| 9    | Schenkencell-Kinzig 2012-08-12  | LRA SBK |
| 10   | Ramsbach-Rench 2012-08-12   | LRA SBK |
| 11   | Schwabsberg-Jagst 2015-05-28  | RPF     |
| 12   | Jagstzell-Jagst 2012-08-04  | LRA SBK |
| 13   | Ewattingen-Wutach 2015-05-18  | LRA SBK |
| 14   | Geislingen-Fils 2013-08-19  | RPS     |
| 15   | Geislingen-Fils 2002-07-17  | RPS     |
| 16   | Geislingen-Fils 2013-08-19  | LUBW    |
| 17   | Kocherstetten-Kocher 2014-06-18   | RPS     |
| 18   | Kocherstetten-Kocher 2005-12-12   | RPS     |
| 19   | Kocherstetten-Kocher 2014-06-18   | RPS     |
| 20   | Ramsbach-Rench 2013-12-17   | LUBW    |
| 21   | Ramsbach-Rench 2010-04-20   | LUBW    |
| 22   | Ramsbach-Rench 2011-07-12   | LUBW    |
| 23   | Zell am Harmersbach-Erlenbach 2013-12-17  | LUBW    |
| 24   | Zell am Harmersbach-Erlenbach 2010-04-24  | LUBW    |
| 25   | Zell am Harmersbach-Erlenbach 2011-02-09  | LUBW    |
| 26   | Hausach-Kinzig 2013-12-17   | LUBW    |
| 27   | Hausach-Kinzig 2010-03-10   | LUBW    |
| 28   | Hausach-Kinzig 2011-04-05   | LUBW    |
| 29   | Tuttlingen-Elta 2014-06-30  | LUBW    |
| 30   | Tuttlingen-Elta 2008-11-12  | LUBW    |
| 31   | Tuttlingen-Elta 2001-11-10  | LUBW    |
| 32   | Hammereisenbach-Breg 2014-06-30   | LUBW    |
| 33   | Hammereisenbach-Breg 2006-06-28   | LUBW    |
| 34   | Hammereisenbach-Breg 2014-06-30   | LUBW    |

|    |   |      |
|----|---|------|
| 35 | Sennfeld-Seckach 2010-04-07                                   | LUBW |
| 36 | Sennfeld-Seckach 2000-04-05                                   | LUBW |
| 37 | Sennfeld-Seckach 2008-07-01                                   | LUBW |
| 38 | Allfeld-Schefflenz 2009-03-05                                 | LUBW |
| 39 | Allfeld-Schefflenz 2001-02-23                                 | LUBW |
| 40 | Allfeld-Schefflenz 2010-04-07                                 | LUBW |
| 41 | Mosbach-Elz 2013-07-03  | LUBW |
| 42 | Mosbach-Elz 2003-06-11  | LUBW |
| 43 | Mosbach-Elz 2005-10-15  | LUBW |
| 44 | Beuron-Donau 2013-12-09                                       | RPT  |
| 45 | Beuron-Donau 2003-05-20                                       | RPT  |
| 46 | Beuron-Donau 2011-06-22                                       | RPT  |
| 47 | Menningen-Ablach 2014-02-19                                   | LUBW |
| 48 | Menningen-Ablach 1999-10-28                                   | RPT  |
| 49 | Menningen-Ablach 2014-02-19                                   | LUBW |
| 50 | Hundersingen-Donau 2012-10-14                                 | RPT  |
| 51 | Hundersingen-Donau vor 1900                                   | RPT  |
| 52 | Hundersingen-Donau 2003-07-14                                 | RPT  |
| 53 | Ummendorf-Umlach 2013-12-09                                   | RPT  |
| 54 | Ummendorf-Umlach 2004-09-12                                   | RPT  |
| 55 | Ummendorf-Umlach 2014-02-19                                   | RPT  |
| 56 | Achstetten-Baierzer Rot 2013-11-12                            | LUBW |
| 57 | Unterspeltach-Speltach Pegelhaus mit Solarmesssteg 2011-08-31 | RPS  |

## 7.9 Literaturverzeichnis

DIN EN ISO 772: Hydrometrie Begriffe und Symbole, November 2011

DIN EN ISO 4375: Hydrometrie –Seilkrananlagen für Messungen in Fließgewässern, März 2015

DIN 4049 (1 bis 3): Hydrologie (Teil 1:1992, Teil 2: 1990, Teil 3:1994)

DUBLING, U. (2009): Handbuch zu fiBS. Schriftenreihe des Verbandes Deutscher Fischereiverwaltungsbeamter und Fischereiwissenschaftler e. V., Heft 15

<http://www.lazbw.de/pb/Lde/668444>

DUBLING, U. & R. BERG (2001): Fische in Baden-Württemberg. Ministerium für Ernährung und Ländlichen Raum Baden-Württemberg, Stuttgart; 176 S.

DWA - Themen (2009): Naturnahe Sohlgleiten

DWA (2014): DWA-Merkblatt 509 Fischaufstiegsanlagen und fischpassierbare Bauwerke – Gestaltung, Bemessung, Qualitätssicherung, DWA Mai 2014

E. Korb, 2013: Entwicklung von Empfehlungen zur Herstellung der Durchgängigkeit an Pegeln (Masterarbeit, Uni Weimar)

LAWA (2014): Handlungsempfehlungen zu weiteren Verbesserung von Grundlagen und Qualität der Hochwasservorhersage an den deutschen Binnengewässern, Endfassung 21.4.2014

LAWA: Pegelvorschrift (1978): in Teilen fortgeführt: Stammtext (1997), Anweisung für das Festlegen und erhalten der Pegel in ihrer Höhenlage (1997); Messgeräte (Anlage D, 1998); Seilkrananlagen (Anlage G, 2004)

LAWA (1994) und Bundesminister für Verkehr: Richtlinie zur Aufstellung des Deutschen Gewässerkundlichen Jahrbuchs, 3. Auflage 1994

LfU (2005): Durchgängigkeit für Tiere in Fließgewässern – Leitfaden Teil 1 – Grundlagen, Heft 95 LfU Oktober 2005

LfU (1985): Handbuch Hydrologie Baden-Württemberg – die Hydrologischen Pegel des Landes Baden-Württemberg; Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft, Umwelt und Forsten Baden-Württemberg 1985

LfU, Pegel- und Datendienst (2006): Hochwasserpegelmessnetz HPM5 Projektschabschlussbericht, Juni 2006

LUBW (2006):– Durchgängigkeit für Tiere in Fließgewässern – Leitfaden Teil 2 – Umgehungsgewässer und fischpassierbare Querbauwerke, Heft 101 LUBW Juli 2006

LUBW (2014): Pegelbetrieb und Unterhaltung, Handlungsempfehlung Pegel- und Datendienst, April 2014

Ministerium für Umwelt- und Verkehr Baden-Württemberg (2004): Hochwassermeldeordnung – HMO, 8.12.2004

Ministerium für Umwelt- und Verkehr Baden-Württemberg (2004): Wasser-und Boden Atlas Baden-Württemberg

Morgenschweis, Gerd (2010): Hydrometrie, Theorie und Praxis der Durchflussmessung in offenen Gerinnen, Bergische Universität Wuppertal

NRW (20015): Handbuch Querbauwerke, MUNLV NRW 2005

R.-J. Gebler, 2009: Fischwege und Sohlgleiten - Band 1 (Verlag Wasser und Umwelt)

WG BW (2014): Wassergesetz für Baden-Württemberg, 3.12.2013

WHG (2009): Gesetz zur Ordnung des Wasserhaushalts (Wasserhaushaltsgesetz – WHG), 31. Juli 2009

WIEGNER, H. & F. HARTMANN (2005): Raugerinne als Fischwanderhilfe nach dem „Wiegnerschen Prinzip“- 17. SVK-Binnenfischereitagung Künzell-Fulda



