




# Vermessungsarbeiten an Pegelanlagen


 Handlungsempfehlung Pegel- und Datendienst



Baden-Württemberg



# Vermessungsarbeiten an Pegelanlagen

 Handlungsempfehlung Pegel- und Datendienst

<b>HERAUSGEBER</b>	LUBW Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg 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 projektbegleitender Arbeitsgruppe:  Hans-Georg Dick, Sebastian Mayer, Landesamt für Geoinformation und Landentwicklung Baden-Württemberg Ilona Greiner, Christoph Sommer, Regierungspräsidium Stuttgart Stefan Wild, Regierungspräsidium Karlsruhe Armin Hertle, Benno Schulz, Regierungspräsidium Freiburg Dietmar Lothar Müller, Thomas Sonntag, Regierungspräsidium Tübingen Thilo Seitz, I·S·T·W Planungsgesellschaft mbH Jörg Heimler, Holger Kauffmann, Martin Reil, Frank Rastetter, Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg
<b>REDAKTION</b>	Referat 43 – Hydrologie, Hochwasservorhersage Pegel- und Datendienst
<b>BEZUG</b>	Kostenlos als Download unter: <a href="http://www4.lubw.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/267733/">http://www4.lubw.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/267733/</a>
<b>STAND</b>	Juni 2017
<b>BERICHTSUMFANG</b>	60 Seiten

Nachdruck – auch auszugsweise – ist nur mit Zustimmung der LUBW unter Quellenangabe und Überlassung von Belegexemplaren gestattet.





<b>EINFÜHRUNG</b>	<b>5</b>
<b>1</b>	<b>AMTLICHER GEODÄTISCHER RAUMBEZUG</b>
<b>1.1</b>	<b>Definitionen</b>
1.1.1	Bezugssystem
1.1.2	Bezugsrahmen
1.1.3	Bezugsgrößen
1.1.4	Bundeseinheitliches Festpunktfeld
1.1.5	Länderspezifisches Festpunktfeld
1.2	Geodätische Bezugssysteme
1.2.1	Europäisches Terrestrisches Referenzsystem 1989
1.2.2	Deutsches Hauptdreiecksnetz
1.2.3	Deutsches Haupthöhennetz
1.3	Nachweis der Festpunkte
1.4	Höhenfestpunktfeld Baden-Württemberg
1.4.1	Realisierung
1.4.2	Art der Vermarkung
1.4.3	Historie der Höhenfestpunktfelder
1.4.4	Umrechnungsmöglichkeiten
1.4.5	Bereitstellung von Einzelnachweisen der Höhenfestpunkte
1.5	Satellitenpositionierungsdienst Baden-Württemberg
1.5.1	Allgemeines
1.5.2	SAPOS®-Daten, -Dienste und Genauigkeiten
<b>2</b>	<b>ANFORDERUNGEN PEGELVERMESSUNG</b>
2.1	Zum Pegelmessnetz
2.1.1	Anschluss an die amtlichen Lage- und Höhenbezugssysteme
2.1.2	Kontrollmessungen Hauptpunkte
2.1.3	Bestandsvermessung/Pläne
2.1.4	Aufnahme und Überprüfung von Profilen
2.2	Lage- und Höhengenaugigkeit bei der Einmessung der Pegelanlage

2.3	Hydraulische Pegelüberprüfung und Hochwassergefahrenkarten	28
2.3.1	Allgemeines	28
2.3.2	Kooperation	28
2.3.3	Hydraulische Modellierung	29
<b>3</b>	<b>VON DER PLANUNG BIS ZUM ERGEBNIS</b>	<b>30</b>
3.1	Allgemeines	30
3.2	Planungs- und Vergabephase	32
3.3	Ausführung	33
3.4	Bereitstellung der Ergebnisse	33
3.4.1	Stammdaten zur Vermessung	33
3.4.2	Pläne und Darstellungen	33
3.4.3	Gewässerprofildatenbank	34
<b>4</b>	<b>PILOTPEGEL</b>	<b>35</b>
<b>5</b>	<b>GLOSSAR</b>	<b>43</b>
<b>6</b>	<b>VERZEICHNISSE</b>	<b>49</b>
6.1	Tabellenverzeichnis	49
6.2	Abbildungsverzeichnis	49
6.3	Bilderverzeichnis	50
6.4	Literaturverzeichnis	51
<b>7</b>	<b>ANHÄNGE</b>	<b>52</b>
7.1	Formular „Nachweis Pegelvermessung“	53
7.2	Checkliste zur Vorbereitung von Vermessungsarbeiten an Pegelanlagen	55
7.3	„Pegelskizze Vermessungsumfang“ am Beispiel Hammereisenbach-Breg	57
7.4	Querschnittsdarstellung am Beispiel Stein-Kocher (Ausschnitt)	59
7.5	Längsschnittsdarstellung am Beispiel Stein-Kocher (Ausschnitt)	60

# Einführung

Vermessungen gehören zu den vielfältigen Standardaufgaben im Pegelwesen. Am Pegel eines stehenden oder fließenden Gewässers werden Wasserstände immer in Bezug auf Pegelnull gemessen. Erst durch den Anschluss des Pegelnullpunktes an das amtliche Höhenbezugssystem werden Wasserspiegel verschiedener Pegel vergleichbar.

Sowohl das Gewässerkundliche Messwesen als auch die Vermessung sind Ländersache. Landespegel sind Messanlagen von großer Bedeutung mit hohen Anforderungen an deren Ausfallsicherheit und vor allem an die Qualität der gewonnenen Daten für Wasserstand und Abfluss. Dabei werden Vermessungen an Pegelanlagen meist nicht bzw. nicht mehr durch eigenes Personal der Pegelbetreiber – die jeweiligen Landesbetriebe bei den vier Regierungspräsidien – durchgeführt, sondern vom Pegelbetreiber an Dritte vergeben.

Neue Anforderungen, technische Verbesserungen, veränderte konzeptionelle und organisatorische Rahmenbedingungen machen eine Überarbeitung der früheren Arbeitsgrundlage „Vermessungsarbeiten im Pegelwesen“ [LfU, 2002] erforderlich. Die vorliegende Handlungsempfehlung beschreibt die zeitgemäßen Anforderungen und praktischen Vermessungstätigkeiten im Pegelwesen. Sie richtet sich besonders an Vermessungsbüros sowie an Ingenieurbüros, die mit diesen Tätigkeiten seitens der Landes- oder Kommunalverwaltung beauftragt werden. Den Dienststellen der Wasserwirtschaftsverwaltung steht nun ein aktuelles Grundlagenwerk zur Verfügung. Sie sollen künftig von den Vermessungsergebnissen im Verwaltungsvollzug leichter profitieren können.

Die in der Handlungsempfehlung erläuterten Tätigkeiten wurden 2016 und 2017 an verschiedenen Pilotpegeln durchgeführt. Bei den Beschreibungen und Anwendungshilfen stand der praktische Nutzen für eine Vergabe der Vermessungsarbeiten im Vordergrund. Zudem wurde der Blick bei Vermessungen an Pegelanlagen darauf gerichtet, Synergieeffekte für die Fortschreibung der Hochwassergefahrenkarten zu erzielen.

# 1 Amtlicher geodätischer Raumbezug

## 1.1 DEFINITIONEN

Der einheitliche geodätische Raumbezug wird durch die an der Erdoberfläche dauerhaft vermarkten Festpunkte und durch den Satellitenpositionierungsdienst der deutschen Landesvermessung (SAPOS®) repräsentiert. Die vermarkten Festpunkte dienen insbesondere dort als Anschlusspunkte, wo die sogenannten SAPOS®-Dienste nicht verfügbar sind.

### 1.1.1 BEZUGSSYSTEM

Ein geodätisches Bezugs- oder Referenzsystem ist eine theoretische Konzeption, auf deren Grundlage die eindeutige Bestimmung der Positionen von Punkten im Raum (Georeferenzierung) möglich ist. Diese Konzeption beinhaltet alle Definitionen, Vereinbarungen, Parameter und Algorithmen, die zur Berechnung von Positionen notwendig sind.

### 1.1.2 BEZUGSRAHMEN

Ein geodätischer Bezugsrahmen ist die Realisierung eines Bezugssystems durch die Zuordnung von Koordinaten, Höhen und Schwerewerten zu dauerhaft vermarkten Festpunkten.

### 1.1.3 BEZUGSGRÖSSEN

Für die Festpunkte werden je nach Zweckbestimmung folgende geodätische Bezugsgrößen ermittelt:

- 3D-Koordinaten für die räumliche Position
- 2D-Koordinaten für die Lage
- physikalische Höhen und ellipsoidische Höhen
- Schwerewerte
- geopotentielle Koten
- vertikale Schweregradienten

### 1.1.4 BUNDESEINHEITLICHES FESTPUNKTFELD

Das bundeseinheitliche Festpunktfeld besteht aus:

- Geodätischen Grundnetzpunkten (GGP)
- Höhenfestpunkten 1. Ordnung (HFP 1.O.)
- Schwerefestpunkten 1. Ordnung (SFP 1.O.)
- Referenzstationspunkten (RSP)

### 1.1.5 LÄNDERSPEZIFISCHES FESTPUNKTFELD

Das bundeseinheitliche Festpunktfeld wird länderspezifisch durch weitere nachgeordnete Festpunktfelder verdichtet. In Baden-Württemberg sind das:

- Höhenfestpunkte 2. Ordnung
- Schwerefestpunkte 2. Ordnung
- Lagefestpunkte des Liegenschaftskatasters, bestehend aus dem Trigonometrischen Festpunktfeld (TP-Feld) und dem Aufnahmepunktfeld (AP-Feld)

## 1.2 GEODÄTISCHE BEZUGSSYSTEME

### 1.2.1 EUROPÄISCHES TERRESTRISCHES REFERENZSYSTEM 1989

Das Europäische Terrestrische Referenzsystem 1989 (ETRS89) ist ein dreidimensionales geozentrisches, erdfestes Bezugssystem. Koordinaten im ETRS89 können als dreidimensionale kartesische Koordinaten (X, Y, Z), als ellipsoidische Koordinaten (Breite, Länge, ellipsoidische Höhe) und als UTM-Koordinaten (East, North) bereitgestellt werden. UTM-Koordinaten werden in Baden-Württemberg vollständig in der Zone 32 (Mittelmeridian 9° östlich Greenwich) angegeben.

#### Überführung nach ETRS89/UTM

Bis Anfang 2018 werden alle Geobasisdaten vom derzeitigen Bezugssystem DHDN/GK überführt und dann ausschließlich im neuen Bezugssystem ETRS89/UTM geführt und bereitgestellt. Alle Anwender und Nutzer der Geobasisdaten müssen ab dieser Zeit in der Lage sein, diese Daten zu verarbeiten.

Zur Überführung der Geofachdaten wird das LGL auf seiner Internetseite die NTV2-Transformationsansätze kostenfrei bereitstellen:

- **BeTA2007** für ATKIS®-basierte Geofachdaten
- **BWTA2017** für ALKIS®-basierte Geofachdaten

### 1.2.2 DEUTSCHES HAUPTDREIECKSNETZ

Die Grundlage für das TP-Feld und das AP-Feld ist das Deutsche Hauptdreiecksnetz (DHDN). Die Punkte des AP-Feldes sind in der Lage von TP abgeleitet und besitzen daher keine Höheninformation.

### 1.2.3 DEUTSCHES HAUPTHÖHENNETZ

Die Höhenwerte des bundesweit einheitlichen Höhenbezugssystems beziehen sich auf den Nullpunkt des Amsterdamer Pegels (Normaal Amsterdams Peil – NAP). Die Höhenbezugsfläche der amtlichen Normalhöhenwerte wird auch als Normalhöhennull (NHN) bezeichnet. Das Deutsche Haupthöhennetz 1912 (DHHN12) wurde in Baden-Württemberg als sogenanntes „neues System“ 1979 eingeführt. Die derzeitige amtliche Realisierung des bundesweit einheitlichen Höhenbezugssystem Deutschlands, das Deutsche Haupthöhennetz 1992 (DHHN92), wird bundesweit spätestens zum 01.07.2017 durch die neue amtliche Realisierung des Deutschen Haupthöhennetzes 2016 (DHHN2016) abgelöst (Tabelle 1). Um den Übergang zwischen



den Realisierungen DHHN92 bzw. DHHN12 und DHHN2016 zu gewährleisten, stehen Transformationsmodelle zur Verfügung (siehe Kapitel 1.4.4).

### 1.3 NACHWEIS DER FESTPUNKTE

Der Nachweis der Festpunkte mit ihren geodätischen Bezugsgrößen erfolgt im Amtlichen Festpunkt-Informationssystem (AFIS) beim Landesamt für Geoinformation und Landentwicklung Baden-Württemberg (LGL). Die Lagefestpunkte TP und AP werden dagegen im Amtlichen Liegenschaftskataster-Informationssystem (ALKIS) von der zuständigen unteren Vermessungsbehörde geführt.

### 1.4 HÖHENFESTPUNKTFELD BADEN-WÜRTTEMBERG

#### 1.4.1 REALISIERUNG

Die Höhenfestpunkte (HFP) 1. Ordnung des DHHN mit ihren Höhen über NHN (Normal-Höhen-Null) machen das bundesweit einheitliche Höhenbezugssystem nutzbar (Realisierung). Ein Höhenbezugssystem wird festgelegt durch das Höhendatum (Ursprung und Maßstab) und die Höhenart (aktuell Normalhöhen) einschließlich der dazugehörigen physikalischen Konstanten und Parameter sowie Algorithmen zur Berechnung von Korrekturen. Das Feld der Höhenfestpunkte 1. Ordnung ist in Baden-Württemberg durch die Höhenfestpunkte 2. Ordnung verdichtet. Für die Nivellementpunkte der 3. Ordnung des bisherigen NivP-Feldes sind Höhen über NHN bestimmt. Diese Nivellementpunkte werden seit 2004 nicht mehr überwacht und erhalten.

#### 1.4.2 ART DER VERMARKUNG

Die HFP 1. Ordnung sind an standfesten Bauwerken, in Fels oder anderen geeigneten Punktträgern höhenstabil vermarktet. Die Höhe bezieht sich grundsätzlich auf die höchste Stelle der Vermessungsmarke. Die am häufigsten vorkommenden Vermarkungsarten sind Horizontal- und Vertikalbolzen in verschiedenen Ausführungen (siehe Abbildung 1).

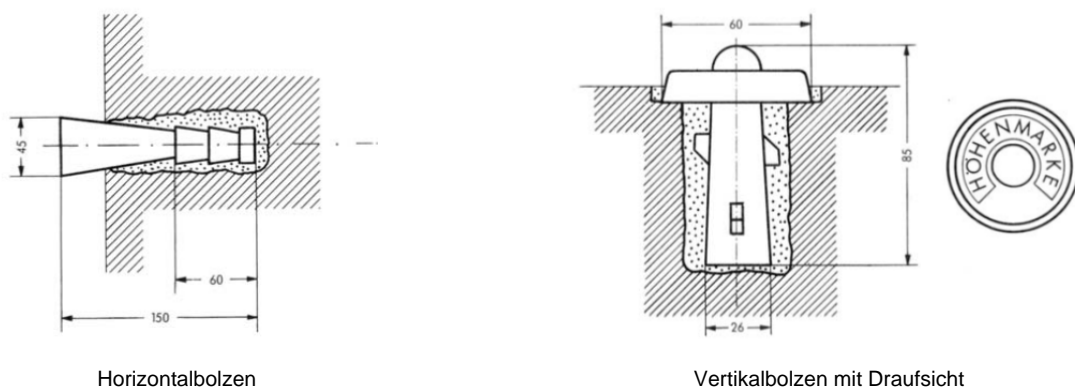


Abbildung 1: Ausführungsbeispiele für Horizontalbolzen (links) und Vertikalbolzen (rechts)

### 1.4.3 HISTORIE DER HÖHENFESTPUNKTFELDER

In Tabelle 1 sind die Höhenfestpunktfelder in Baden-Württemberg aufgeführt.

Tabelle 1: Höhenfestpunktfelder in Baden-Württemberg

Realisierung	NN-Höhen im „alten System“		Deutsches Haupthöhennetz 1912 („neues System“)	Deutsches Haupthöhennetz 1992	Deutsches Haupthöhennetz 2016
	Baden	Württemberg			
Bezeichnung der Höhen	Alte badische Höhen	Alte württembergische Höhen	Höhen über Normal-Null im DHHN12	Höhen über Normal-Höhen-Null im DHHN92	Höhen über Normal-Höhen-Null im DHHN2016
Höhenstatus	010	020	130	160	170
Gebrauchshöhen	1885-1979		1979-2017 amtliche Höhen bis 30.06.2017	2008-2017 amtliche Höhen bis 30.06.2017	Ab 01.07.2017 amtliche Höhen
Höhenbezugspunkt	Pegel Amsterdam				
Höhenanschlusspunkt	Berliner Sternwarte, NHP von 1879		Hoppegarten bei Berlin, NHP von 1912	Wallenhorst Kirche, REUN/UELN-Punkt	72 Datumpunkte des DHHN92 (zwangsfrei)
Höhenbezugsfläche	Normalnull (NN)		Normalnull (NN)	Quasigeoid GCG2011	Quasigeoid GCG2016
Höhenart	Nivellierte Höhen (keine Schwerereduktion)		Normalorthometrische Höhen	Normalhöhen	Normalhöhen

DHHN: Deutsches Haupthöhennetz; NHP: Normalhöhenpunkt; REUN/UELN: Vereinigtes Europäisches Nivellement-Netz

### 1.4.4 UMRECHNUNGSMÖGLICHKEITEN

#### Deutsches Haupthöhennetz 2016 (DHHN2016)

Die neue amtliche Realisierung des bundesweit einheitlichen Höhenbezugssystem Deutschlands ist das Deutsche Haupthöhennetz 2016 (DHHN2016). Ab dem 01.07.2017 sind neue Normalhöhen in Baden-Württemberg verfügbar.

- Die badischen und württembergischen NN-Höhen der Realisierung „altes System“ können zurzeit nur mit Korrekturwerten (Mittelwert pro TK25-Blatt) in die Realisierung DHHN12 überführt werden.
- Für die Höhen der Realisierung DHHN12 wird es 2017 eine Webanwendung für die Transformation in die Realisierung DHHN2016 geben.
- Die Höhen aus der Realisierung DHHN92 können mit der bundesweiten Webanwendung HOETRA2016 ([www.hoetra2016.nrw.de](http://www.hoetra2016.nrw.de)) in die Realisierung DHHN2016 transformiert werden.

### 1.4.5 BEREITSTELLUNG VON EINZELNACHWEISEN DER HÖHENFESTPUNKTE

Die Einzelnachweise von Höhenfestpunkten mit Höhenwert und Punktbeschreibung werden über den „LGL-Shop“ vertrieben. Das Entgelt für einen Einzelnachweis richtet sich nach der Richtlinie über Gebühren für die Bereitstellung und Nutzung von Geobasisdaten der Vermessungsverwaltungen der Länder der Bundesrepublik Deutschland.

### „LGL-Shop“

Der LGL-Shop kann über den Internetauftritt des Landesamts für Geoinformation und Landentwicklung mit einem Klick auf „LGL-Shop“ im Kopf der Startseite aufgerufen werden:

<https://www.lgl-bw.de>

## 1.5 SATELLITENPOSITIONIERUNGSDIENST BADEN-WÜRTTEMBERG

### 1.5.1 ALLGEMEINES

Betreiber des Satellitenpositionierungsdienstes der deutschen Landesvermessung (SAPOS®) sind die Länder der Bundesrepublik Deutschland. Sie sind für den Aufbau und den Betrieb der Referenzstationen und die Prozessierung der SAPOS®-Daten mit amtlicher Aussage (SAPOS®-Dienste) zuständig.

### 1.5.2 SAPOS®-DATEN, -DIENSTE UND GENAUIGKEITEN

SAPOS®-Daten sind Daten, die auf Referenzstationen als Satellitensignale empfangen und zusammen mit weiteren beschreibenden Daten (Metadaten) über die Referenzstationen den Nutzern in aufbereiteter Form und in verschiedenen Formaten zur Verfügung gestellt werden.

Der Echtzeitpositionierungsservice EPS dient der Koordinatenbestimmung unmittelbar zum Messzeitpunkt.

<b>Genauigkeit Lage</b>	0,3 - 0,8 m
<b>Genauigkeit ellipsoidische Höhe</b>	0,5 - 1,5 m

Der Hochpräzise Echtzeitpositionierungsservice HEPS dient ebenfalls der Koordinatenbestimmung unmittelbar zum Messzeitpunkt.

<b>Genauigkeit Lage</b>	1 - 2 cm
<b>Genauigkeit ellipsoidische Höhe</b>	2 - 3 cm

Der Geodätische Postprocessing-Service GPPS dient der Koordinatenbestimmung durch eine nachträgliche Auswertung.

<b>Genauigkeit Lage</b>	<= 1 cm
<b>Genauigkeit ellipsoidische Höhe</b>	1 - 2 cm

Die zu den einzelnen SAPOS®-Diensten angegebenen Genauigkeiten sind nur dann erreichbar, wenn die eingesetzten Endgeräte dem Stand der Technik entsprechen und am Standort der Anwendung eine ausreichende Empfangssituation der GNSS-Signale gewährleistet ist. Die beim GPPS angegebenen hohen Genauigkeiten erfordern zudem eine hinreichend lange Beobachtungsdauer.

# 2 Anforderungen Pegelvermessung

## 2.1 ZUM PEGELMESSNETZ

Im Rahmen des Gewässerkundlichen Dienstes (§ 76 Wassergesetz Baden-Württemberg) sollen Messanlagen des Hydrologischen Pegelmessnetzes der Oberflächengewässer (siehe Abbildung 2 und Bild 1) über einen möglichst langen Zeitraum genaue Daten liefern. Vermessungen der Pegel dokumentieren Zustand und Veränderungen im Pegelbereich oder führen den Nachweis über unveränderte Bedingungen am Standort.

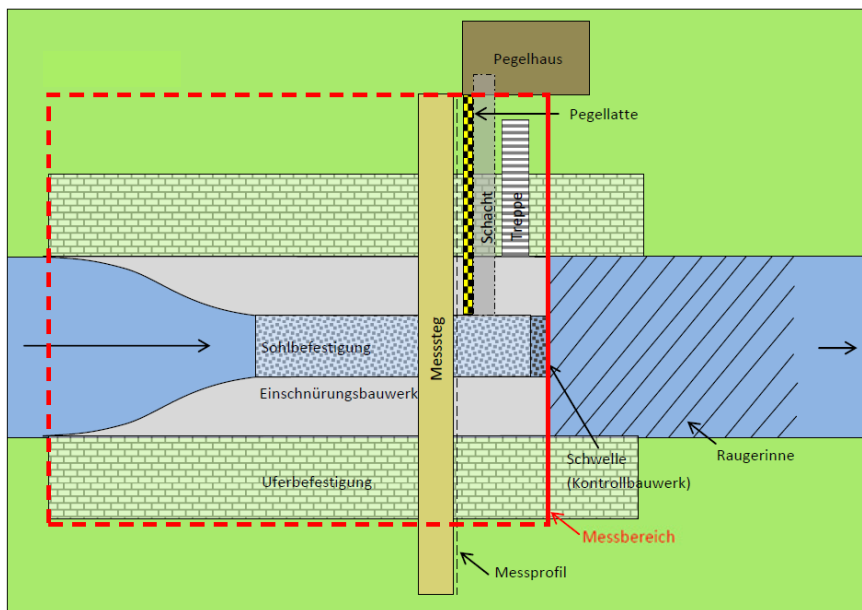


Abbildung 2: Bauliche Einrichtungen an einem Pegelstandort (prinzipiell mögliche Anordnung)



Bild 1: Hammereisenbach-Breg: Einschnürung, Seilkrananlage und Teilrampe (30.06.2016)

Die verschiedenen Vermessungsarbeiten im Pegelwesen sind in Tabelle 2 dargestellt. Sie können unterschiedliche Anlässe haben:

- Pegelneubau oder Pegelumbau [vgl. „Gestaltung von Pegelanlagen“, LUBW 2015]
- Unterhaltungs- oder Instandsetzungsarbeiten, z. B. an der Pegellatte oder am Messprofil [vgl. „Pegelbetrieb und Unterhaltung“, LUBW 2014]
- Kontrollen, z. B. Überprüfungen mit Blick auf mögliche Setzungen

Tabelle 2: Vermessungsarbeiten im Pegelwesen

Vermessungsarbeit	Anlass	Ausführung/Turnus
Anschluss an das amtliche Höhensystem	Pegelunterhaltung	mindestens alle 10 Jahre/bei Änderung des Höhen Bezugssystems
Kontrollmessungen Hauptpunkte	Pegelunterhaltung z. B. Austausch Pegellatte	mindestens alle 5 Jahre/bei Bedarf
Bestandsvermessung	Pegelneubau oder -umbau	bei Umgestaltungen im Pegelbereich
Aufnahme von Querprofilen	bauliche Instandsetzung, Überprüfungen	bei Bedarf
Überprüfung von Messprofilen	Pegelunterhaltung	mindestens alle 5 Jahre/bei Bedarf
Hydraulische Pegelüberprüfung	rechtliche und/oder fachliche Nachweisführung	bei Bedarf
Aufnahme weiterer Gewässerprofile	Erstellung bzw. Fortschreibung HWGK/ bei hydraulischer Pegelüberprüfung	bei Bedarf

Bei den in Tabelle 2 genannten Anforderungen in Bezug auf die Ausführung handelt es sich um Mindestanforderungen. Bei setzungsempfindlichen Standorten muss generell häufiger überprüft werden. Bei Bedarf bedeutet in diesem Kontext das anlassbezogene Handeln und die Qualitätssicherung bei erkanntem Handlungsbedarf am Pegelstandort.

#### 2.1.1 ANSCHLUSS AN DIE AMTLICHEN LAGE- UND HÖHENBEZUGSSYSTEME

Die lokale Einmessung der Pegelanlage und der sogenannten Hauptpunkte (Pegelfestpunkte, Pegelnullpunkt, Abflussnullpunkt, ggf. Abstichnullpunkt) ist an das Landessystem anzuschließen. So kann die Einmessung in einem Geographischen Informationssystem (GIS) oder CAD-System zusammen mit anderen Daten dargestellt werden. Hauptpunkte werden vom Pegelbetreiber oder in seinem Auftrag gesetzt bzw. ermittelt und überprüft.

Für den Lage- und Höhenanschluss ist eine „einfache Genauigkeit“ ausreichend, da selbst beim Vergleich mehrerer Pegelanlagen durch die große räumliche Entfernung der Anlagen zueinander ein Zentimeterfehler in der Höhenlage vernachlässigbar ist. Einfache Genauigkeit bedeutet **30 mm**, was mit dem HEPS-SAPOS-Dienst erreicht werden kann (siehe Kapitel 1.5.2).



Beim Anschluss an Höhenfestpunkte ist ein aktueller Auszug aus dem Höhenfestpunktverzeichnis des LGL zu verwenden und den Unterlagen beizufügen.

Der Anschluss an einem Höhenfestpunkt 1. oder 2. Ordnung (siehe Kapitel 1.4) ist anzustreben, aber nicht zwingend vorgeschrieben. Für den Höhenanschluss kann daher an einem Höhenfestpunkt 3. Ordnung mit einfachem Nivellement angeschlossen werden oder eine GNSS-Ausrüstung mit Zentimetergenauigkeit genutzt werden.

Bei einem Nivellement muss zwingend an einem Höhenfestpunkt angeschlossen und an einem anderen Höhenfestpunkt abgeschlossen werden. Ein An- und Abschluss am selben Höhenfestpunkt ist nicht zulässig. Die Höhe dieser beiden Festpunkte ist von der amtlichen Vermessung bekannt. Durch die Messung auf beide Punkte kann sowohl eine mögliche Änderung der amtlichen Festpunkte kontrolliert werden, als auch ein Fehler in der aktuellen Vermessung erkannt werden (Schleifenwiderspruch). Ist der Schleifenwiderspruch geringer als **10 mm**, kann er ausgeglichen werden. Bei einem größeren Fehler muss die Vermessung wiederholt werden.

Bei Vermessung mit einer GNSS-Ausrüstung erfolgt die Lage- und Höhenbestimmung über das System. Ein Anschluss an das amtliche Höhensystem wird dennoch empfohlen, ist aber nicht zwingend erforderlich.

Beim Höhenanschluss wird die Höhe zunächst eines Pegelfestpunktes bestimmt. Dieser Pegelfestpunkt bestimmt die Sollhöhe für die weitere Einmessung der Anlage sowie der weiteren Pegelfestpunkte (siehe Kapitel 2.1.2).

Die verwendeten Höhenfestpunkte sind mit einem geeigneten Foto (Nahaufnahme) zu dokumentieren (siehe Bild 2 und Bild 3).



Bild 2: Höhenfestpunkt als Horizontalbolzen (Beispiel)



Bild 3: Höhenfestpunkt als Vertikalbolzen (Beispiel)

Für den Lageanschluss kann an einem Aufnahmepunkt (AP) angeschlossen werden oder eine GNSS-Ausrüstung mit Zentimetergenauigkeit in der Lage genutzt werden. Der Anschluss an einem Trigonometrischen Punkt (TP) ist nicht zwingend vorgeschrieben.

Beim Lageanschluss wird die Lage von zwei Pegelfestpunkten bestimmt. Für die weiteren Vermessungen am Pegel (Lagebezug) werden diese Pegelfestpunkte als Anschluss genutzt.

Voraussichtlich erfolgt Anfang 2018 die Umstellung von Gauß-Krüger-Koordinaten nach ETRS89/UTM-Koordinaten, die folgendermaßen angegeben werden:

Bezeichnung:	Ostwert E (East)	Nordwert N (North)
Koordinaten:	32xxxxxx.xx	xxxxxx.xx

Beim Anschluss an Festpunkte ist ein aktueller Auszug aus dem Lagefestpunktverzeichnis des LGL zu verwenden und den Unterlagen beizufügen. Lagefestpunkte sind mit einem Foto (Nahaufnahme) zu dokumentieren (siehe Bild 4).



Bild 4: Beispiel für Lagefestpunkt (Aufnahmepunkt)

#### Informationen zur Gewässervermessung

Die LUBW stellt allgemeine Informationen zur Gewässervermessung, die Beschreibungen zu GPRO sowie den Zugang zur Fachanwendung über das Internet zur Verfügung:

<http://www4.lubw.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/249728/>

### 2.1.2 KONTROLLMESSUNGEN HAUPTPUNKTE

Die Hauptpunkte sind die Pegelfestpunkte, der Pegelnullpunkt, der Abflussnullpunkt und ggf. der Abstichnullpunkt. Sie dienen neben der Anschlussmöglichkeit für eine weitere Vermessung vor allem zur Fixierung der wesentlichen Elemente der Pegelanlage. Damit ist über die Kontrolle der Höhenlage weniger Punkte zueinander die Kontrolle der Unveränderlichkeit der gesamten Anlage gegeben. Bei Kontrollmessungen muss daher im Regelfall nicht neu an das Landessystem angeschlossen werden.

Die Hauptpunkte müssen durch Feinnivellement in der Höhe zueinander bestimmt werden. Dazu ist von dem Pegelfestpunkt die Höhe zu übertragen, der beim Höhenanschluss bestimmt wurde. Eine Höhengenaugigkeit von **2 mm** ist zwingend einzuhalten.

### Pegelfestpunkte

Pegelfestpunkte erhalten eine Nummer und sind im „Plan Pegelfestpunkte“ zu dokumentieren (siehe Abbildung 3). Um eine einheitliche Darstellung zu gewährleisten, wird für die Pegelfestpunkte in den Plänen ein einheitliches Symbol verwendet.

Für die Positionsangabe eines Pegels (Geodaten, Punktinformation, Lage Rechts-/Hoch-Wert) wird im Pegelwesen ein dafür bestimmter Pegelfestpunkt verwendet: der für die Lageangabe „maßgebliche Pegelfestpunkt“. Dies ist in aller Regel der Festpunkt, der dem Pegelhaus, der Pegellatte oder dem Gewässer am nächsten ist. Dieser „maßgebliche Pegelfestpunkt“ wird vom Pegelbetreiber festgelegt und im Plan Pegelfestpunkte eindeutig beschriftet.

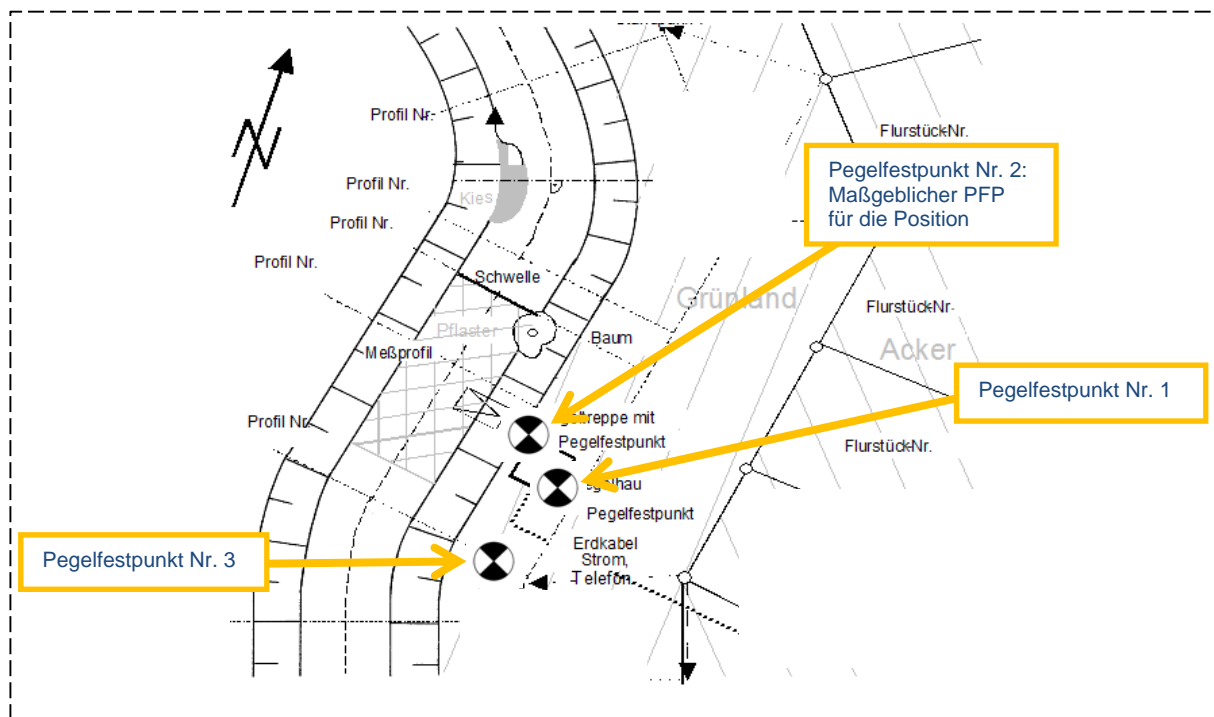


Abbildung 3: „Plan Pegelfestpunkte“ (fiktives Beispiel)



Pegelfestpunkte müssen in Bauteilen, an vor Ort einzubringenden Betonelementen oder in Fels so angebracht werden, dass ihre Höhenlage dauerhaft gesichert ist. Sie müssen jederzeit zugänglich sein, mindestens zwei sollen auch bei einem 5-jährlichen Hochwasser (HQ5) noch auffindbar sein. Da die Höhenlage der Punkte über Nivellement bestimmt wird, ist darauf zu achten, dass das Aufhalten mit einer Nivellierlatte auf einem Pegelfestpunkt (siehe Bild 5) nicht durch Bewuchs, Bauteile etc. beeinträchtigt werden kann. Bei dem Pegelfestpunkt in Bild 6 wird z. B. das Aufhalten einer Nivellierlatte durch die vorstehende Verschalung des Pegelhauses und die Stahlseile der Seilkrananlage (SKA) beeinträchtigt.



Bild 5: Positivbeispiel: Aufhalten einer Nivellierlatte auf einem Pegelfestpunkt



Bild 6: Negativbeispiel: Pegelfestpunkt unterhalb der Verschalung und der Stahlseile der SKA

## Pegelnullpunkt

Der Nullpunkt der Pegellatte wird als Pegelnullpunkt (PNP) bezeichnet. Der PNP ist so zu legen, dass er bei keinem natürlich auftretenden Wasserstand unterschritten werden kann. Die korrekte Vermessung des PNP ist daher meist nur bei Niedrigwasser möglich. Ist der PNP zum Zeitpunkt der Vermessung mehr als **50 mm** unter dem Wasserspiegel ist eine korrekte Bestimmung mit der geforderten Genauigkeit nicht mehr möglich. In den meisten Fällen müssen deshalb ersatzweise zwei Werte des untersten Lattensegmentes eingemessen werden. Über zwei Werte an einem Lattensegment kann die korrekte Montage des Lattensegmentes kontrolliert und die exakte Höhe des PNP rechnerisch ermittelt werden.

Die Pegellatte muss eine Bestimmung des Wasserstands über den gesamten an der Anlage auftretenden Bereich ermöglichen. Vielfach sind mehrere Segmente einer Pegellatte erforderlich. Pegellatten werden in unterschiedlichen Ausführungen verwendet (Senkrecht-, Schräg-, Treppenlatte). Um Abweichungen zwischen

den Pegellatten bzw. Segmenten möglichst ausschließen zu können, soll an jedem Segment mindestens ein Punkt eingemessen werden.

Ist der Unterschied zwischen dem niedrigsten und höchsten auftretenden Wasserstand am Pegel sehr groß oder sind die Lattensegmente vor Ort mit größerem Abstand zueinander angebracht, sind weitere Punkte an der Pegellatte zu bestimmen. Um das Aufhalten einer Nivellierlatte zu vereinfachen, können zur Bestimmung der Pegellatten Hilfen angebracht werden, z. B. an ganzen Dezimeterwerten angeschraubte Metall-Linsen (siehe Bild 7).



Bild 7: Rangendingen-Starzel: Angeschraubte Metall-Linsen auf einer Pegellatte (30.06.2016)

### **Abflussnullpunkt**

Der Abflussnullpunkt (ANP) bestimmt den Anfangspunkt der Abflusskurve. Auch für die Einrichtung der Messgeräte und den Pegelbau ist er eine maßgebende Größe.

Für den ANP ist die Höhe von entscheidender Bedeutung, da dieser die Höhe des Wasserspiegels im Pegelbereich beschreibt, ab dem kein Wasser mehr durch die Pegelanlage fließt. Der Abflussnullpunkt der Pegelanlage wird über die Pegelschwelle bzw. das Kontrollbauwerk bestimmt und liegt als tiefster Punkt im sogenannten Kontrollquerschnitt. Die Lage muss nachvollziehbar und bekannt sein. Eine Vermessung der Lage ist nicht zwingend notwendig, wenn diese ausreichend beschrieben ist.

Bei einer „klassischen“ Pegelschwelle (siehe Bild 8) als Kontrollquerschnitt lässt sich der ANP immer eindeutig bestimmen, da eine Oberkante an der Schwelle vorhanden ist und der tiefste Punkt der Kante bestimmt und vermessen werden kann.





Bild 8: Eyachmühle-Eyach: Standort mit klassischer Schwelle (28.03.2017)

Nach Pegelumbauten zur Herstellung der Durchgängigkeit (Fischaufstiegsanlage) muss jeder Einzelfall genau betrachtet werden.

Beim Pegel Beuron-Donau (siehe Bild 9) wurde beispielsweise die bisherige V-förmige Pegelschwelle beim Umbau im mittleren Bereich (grüne Markierung) auf einer Breite von ca. 3,5 m quer zur Fließrichtung entfernt. Als Bauweise zur Herstellung der Durchgängigkeit wurde eine Vollrampe mit Niedrigwasserrinne in Schüttsteinbauweise gewählt. In diesem Fall gibt es auch nach der Öffnung der Pegelschwelle quer zur Fließrichtung einen klar definierten Kontrollquerschnitt (rote Markierung). Zwischen den Steinen wird mit einer Nivellierlatte der tiefste Punkt gesucht und als ANP vermessen.

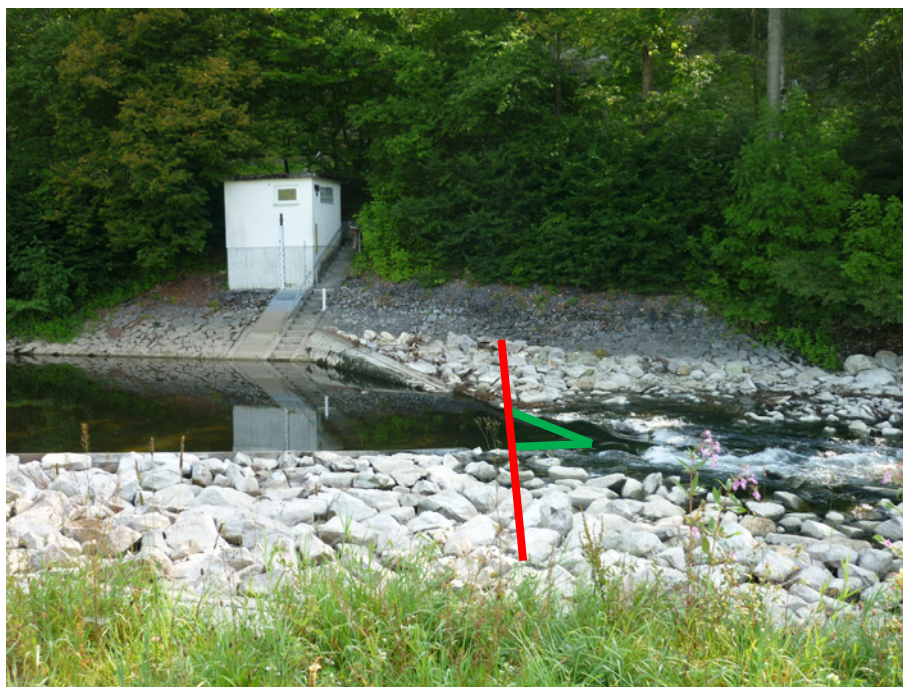
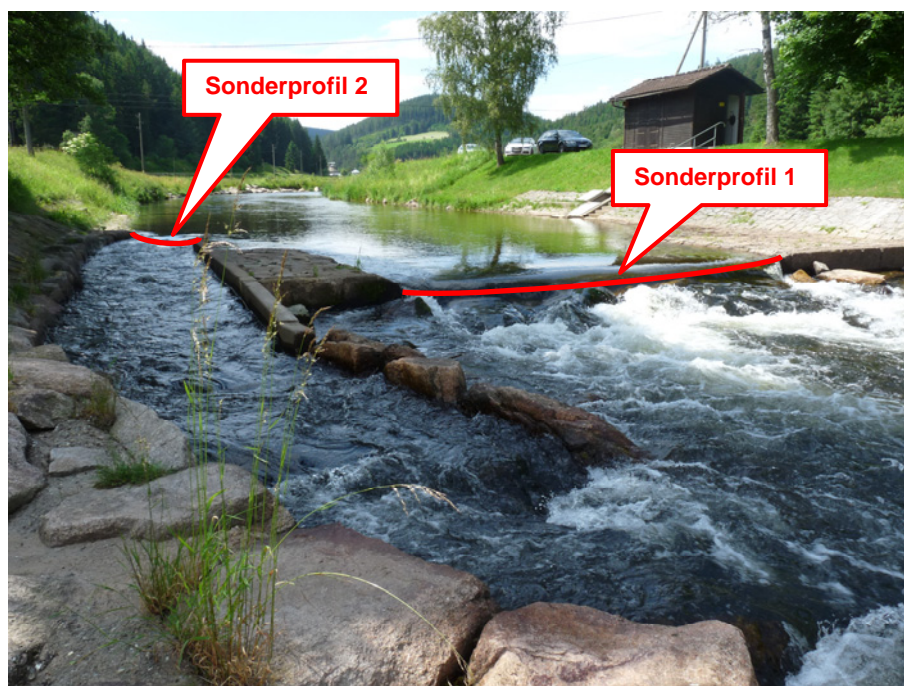


Bild 9: Beuron-Donau: Situation nach Umbau (17.08.2009)

Die „einfache“ Bestimmung des ANP nach Umbaumaßnahmen zur Wiederherstellung der Durchgängigkeit ist im Regelfall jedoch nicht so einfach möglich wie im Fall Beuron-Donau. Es muss ggf. näherungsweise bestmöglich abgeschätzt werden, wo der tiefste Punkt des Kontrollbauwerks ist. Kommen mehrere Stellen

bzw. Ebenen dafür in Frage, werden dort zunächst Sonderprofile festgelegt und dort jeweils der tiefste Punkt zwischen den Setzsteinen ermittelt. Der ANP kann erst im Nachgang zum Ortstermin im Zuge der Auswertung der Vermessungsergebnisse festgelegt werden. Durch den ermittelten tiefsten Punkt geht senkrecht zur Fließrichtung der Kontrollquerschnitt. In der Ergebnisdarstellung des Kontrollquerschnitts sind die Informationen aus den Sonderprofilen zusätzlich ggf. mit Höhenangaben darzustellen. Diese Vorgehensweise ist bei Vollrampen – ohne Kontrollwirkung der bisherigen oder nicht mehr vorhandenen Pegelschwelle – zu wählen.

Ist eine Teilrampe vorhanden, werden der tiefste Punkt auf der Schwelle (Sonderprofil 1) und der tiefste Punkt im Einlaufbereich der Teilrampe (Sonderprofil 2) bestimmt und verglichen. Der tiefere Punkt ist der ANP und das dortige Profil entspricht dem Kontrollquerschnitt (Beispiel Pegel Hammereisenbach-Breg, Bild 10.)



*Bild 10: Hammereisenbach-Breg: Kontrollbauwerk mit Teilrampe (30.06.2016)*

Rückstau aus dem Unterwasser beeinflusst die Wasserstands-Abfluss-Beziehung erheblich und somit auch den ANP. Erfolgt ein konstanter Einstau durch ein unterhalb der Pegelanlage liegendes Querbauwerk (Wehr), ist eine Profilaufnahme des Querbauwerks (Sonderprofil) erforderlich und der tiefste Punkt zusätzlich dort zu ermitteln.

Wird ein Pegel durch einen Vorfluter vorübergehend und ungleichmäßig durch Rückstau beeinflusst, kann es bei deutlich höheren Wasserständen – im Vergleich zum am Pegel ermittelten ANP – bereits dazu führen, dass kein Wasser mehr fließt. Der Fall ist zu dokumentieren. Der ANP wird im Zustand ohne Rückstaubeinflussung ermittelt. Eine besondere Ermittlung des ANP unter Berücksichtigung des zeitweisen Rückstaus macht in diesem Fall aber keinen Sinn.

## Abstichnullpunkt

Der Abstichnullpunkt (ASNP) dient zur Höhenkontrolle des eingesetzten Radar-Abstandsmessgeräts für die Wasserstandsmessung. In Abbildung 4 ist eine schematische Darstellung eines Radar-Abstandsmessgeräts mit Abstichnullpunkt dargestellt [vgl. Handlungsempfehlung „Pegelbetrieb und Unterhaltung“, LUBW 2014].

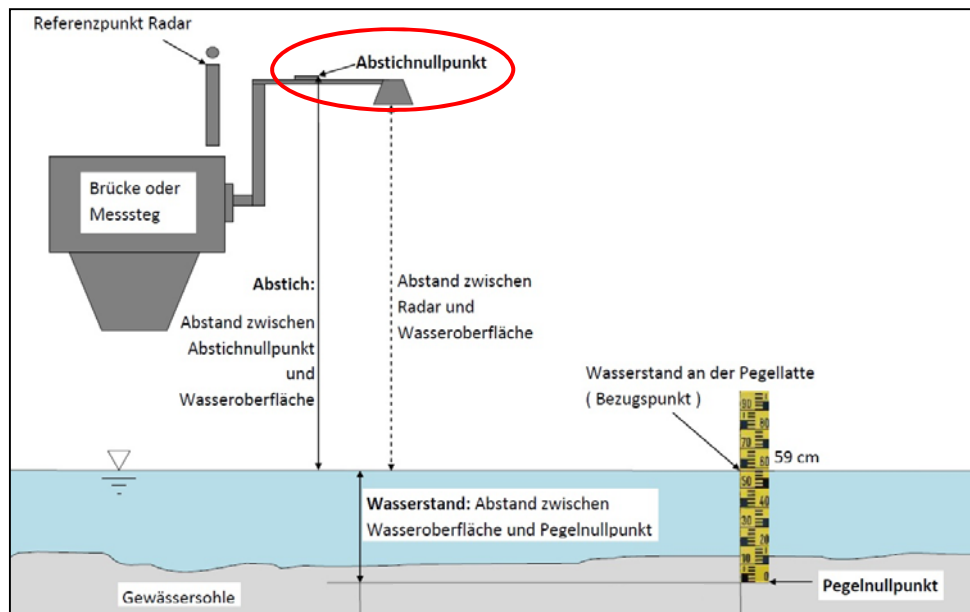


Abbildung 4: Schematische Darstellung eines Radar-Abstandsmessgeräts mit Abstichnullpunkt

### 2.1.3 BESTANDSVERMESSUNG/PLÄNE

Eine umfassende Bestandsvermessung erfolgt bei jedem Pegelneubau oder bei größeren Umbaumaßnahmen, insbesondere bei Änderungen der baulichen Einrichtungen im Gewässer wie bei der Wiederherstellung der Durchgängigkeit an Pegeln [siehe Handlungsempfehlung „Gestaltung von Pegelanlagen“, Kapitel 2.4.3]. Bei einer Bestandsvermessung werden im Regelfall alle Vermessungsarbeiten am Pegel zusammengefasst beauftragt und durchgeführt: vom Anschluss an das amtliche Lage- und Höhenbezugssystem über die Kontrollmessungen der Hauptpunkte bis zu sämtlichen Profilaufnahmen.

Wesentliches Ergebnis sind die „Bestandspläne“, die den tatsächlichen Zustand der Pegelanlage vor Ort nach Abschluss der Bautätigkeiten bzw. zum Zeitpunkt der Vermessung wiedergeben. Die Pläne und Unterlagen sind eindeutig zu kennzeichnen.

Vollständige Bestandspläne (Planunterlagen) umfassen:

- Dokumentation Lage- und Höhenanschluss
- Plan Pegelfestpunkte
- Lageplan
- Querschnitts- und Längsschnittsdarstellungen
- vereinbarte Detailpläne und Fotos



Die **Dokumentation des Lage und Höhenanschlusses** erfolgt über das Formular „Nachweis Pegelvermessung“, das die LUBW bereitstellt. Ein ausgefülltes Muster enthält die Anlage 7.1.

Einen **Plan Pegelfestpunkte** zeigt die Abbildung 3 in Kapitel 2.1.2. Die LUBW benötigt den aktuellen Plan der Pegelfestpunkte auch zur Nachvollziehbarkeit entsprechender Änderungen in den Stammdaten.

Im **Lageplan** (siehe Abbildung 5 und Abbildung 6) der Pegelanlage sind folgende Objekte darzustellen:

- Nordpfeil
- Einzeichnung der Fließrichtung (Pfeil)
- Verlauf der Böschungen, Sohlbefestigungen, Aus- und Einleitungen
- bauliche Anlagenteile der Pegelanlage wie Pegelhaus, Pegelschwelle oder Kontrollbauwerk, Rampe jeweils mit den wichtigsten Maßen
- Pegellatte(n) (als gelb-schwarz gestrichelte Linie(n)) und weitere messrelevante Einrichtungen, wenn vereinbart: z. B. Ausperlöffnung von pneumatischen Messgeräten, im Gewässer montierte Drucksonden, Messpunkte von Radar-Abstandsmessgeräten, Wandlerköpfe von Ultraschallanlagen
- Pegelfestpunkte, Pegelnullpunkt, Abflussnullpunkt und ggf. Abstichnullpunkt
- Anfang und Ende des „maßgeblichen Gewässerabschnitts“ der Pegelanlage
- Aufnahmestandorte der Fotos mit Blickrichtung
- Lage, Nummer und eindeutige Bezeichnung der aufgenommenen Querprofile bzw. Querschnitte. Hierbei ist auf eine aufsteigende Nummerierung in Fließrichtung zu achten. Anfang und Ende des aufgenommenen Profils (Pfeildarstellung) müssen die tatsächlichen Grenzen der Profilaufnahme abbilden. Die Entfernungen zwischen den Profilen sind anzugeben. Das Messprofil ist jeweils die „Station 0“.

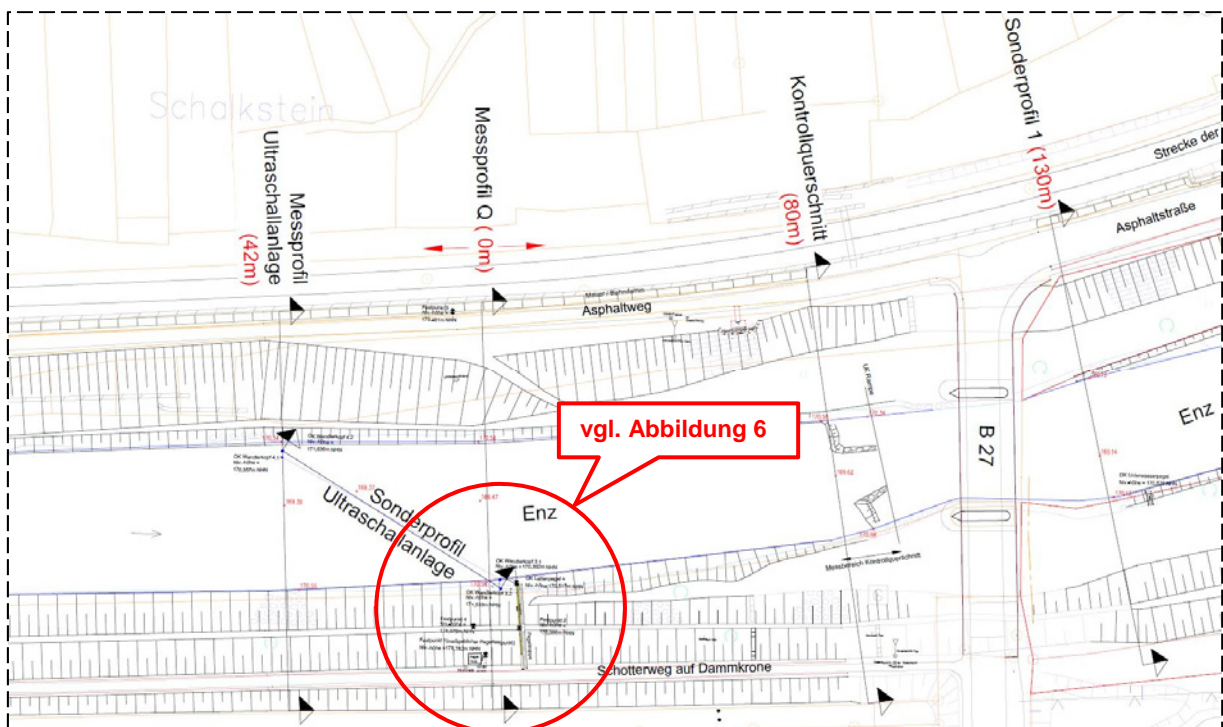


Abbildung 5: Auszug Lageplan (Besigheim-Enz)

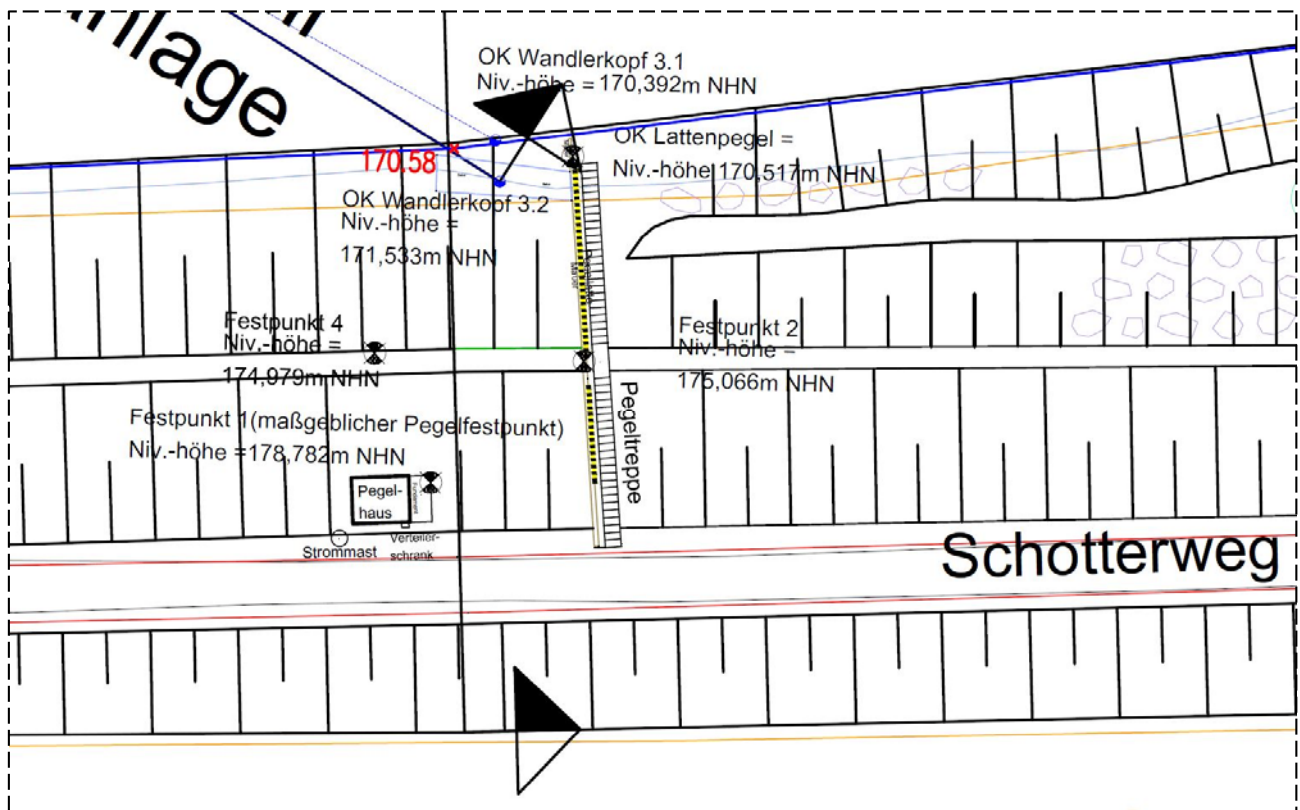


Abbildung 6: Detail-Auszug Lageplan (Besigheim-Enz)

Darüber hinaus kann es sinnvoll sein, weitere Objekte im Lageplan darzustellen:

- Flurstückgrenzen und Flurstücknummern der am Gewässer anliegenden Grundstücke bzw. Auszug aus dem automatisierten Liegenschaftskataster (ALK)
- Kilometrierung, Kilometer-/Hektometersteine (siehe Bild 11), Stationierung nach AWGN
- Überschwemmungsbereiche, Wasserschutzgebiete, Landschaftsschutzgebiete, Biotope o. ä.
- Verwaltungsgrenzen, Unterhaltungsgrenzen
- geeignete Karten wie z. B. die digitale Bundeswasserstraßenkarte
- sonstige für den Standort wichtige Informationen wie z. B. bestehende Stromleitungen

Die amtlichen Festpunkte (Lage und Höhe) können darüber hinaus in einem (weiteren) Übersichtslageplan dargestellt werden.





Bild 11: Kilometerstein 11 an der Kinzig

Der Planspiegel muss mindestens folgenden Angaben enthalten (siehe Abbildung 7):

- Auftraggeber
- Ersteller/Auftragnehmer
- Bezeichnung Pegel/Projekt
- Art des Plans/Darstellung
- Höhenstatus/System
- Maßstab
- Datum der Vermessung
- Name des Vermessers
- Bearbeitungsstand
- Name des Bearbeiters

Auftraggeber:	<b>LUBW</b>	
Auftragnehmer:	<b>Vermessungsbüro ...</b>	
Projekt:	<b>Pegel 57127 Besigheim - Enz</b>	
Darstellung:	<b>Lageplan</b>	
Höhenstatus/System:	<b>160 (DHHN92)</b>	Maßstab: <b>1 : 500</b>
Datum der Vermessung:	<b>30.03.2017</b>	Name des Vermessers: ...
Bearbeitungsstand:	<b>05.04.2017</b>	Name des Bearbeiters: ...
Sonstiges:	<b>z. B. Projektnummer, CAD-Dateiname</b>	

Abbildung 7: Musterplanspiegel (Mindestinhalt)

Die geforderten **Querschnitte und Längsschnitte** werden im nachfolgenden Kapitel 2.1.4 beschrieben.

Besondere **Detailpläne** werden spätestens beim Ortstermin vereinbart und im Formular Pegelnachweis aufgeführt.

Sind **Fotos** vereinbart, werden die Aufnahmestandorte mit Blickrichtung im Lageplan und ggf. in Detailplänen gekennzeichnet.

Die Anforderungen an die Bereitstellung der Pläne, Darstellungen und Vermessungsergebnisse für die LUBW sind in Kapitel 3.4 aufgeführt.

#### 2.1.4 AUFNAHME UND ÜBERPRÜFUNG VON PROFILEN

Die Anzahl der aufzunehmenden **Querprofile** hängt von der Gewässergröße sowie den spezifischen Standortbedingungen und baulichen Einrichtungen der Pegelanlage statt. Teilweise müssen Querprofile dicht aufeinanderfolgend aufgenommen werden. Der für den jeweiligen Pegel im Rahmen der Standortqualität individuell vor Ort festgelegte sogenannte „maßgebliche Gewässerabschnitt“ legt die Position des ersten und des letzten Querprofils (in Fließrichtung) fest. Innerhalb des maßgeblichen Gewässerabschnitts einer Pegelanlage sind folgende Querprofile zu vermessen [vgl. „Gestaltung von Pegelanlagen“, LUBW 2015, Kapitel 2.4.3]:

- Beginn des maßgeblichen Gewässerabschnitts
- Ende des maßgeblichen Gewässerabschnitts
- Beginn des Einschnürungsbereichs bzw. Pegelbereichs (Beginn Ufer-/Böschung-/Sohlverbau)
- Messprofil/Messprofile: Q (allgemein), Pegellatte, Messsteg, Seilkrananlage, Niedrigwasser-Messrinne, Ultraschallanlage o. ä. (siehe Abbildung 8 und Anlage 7.4)
- Kontrollquerschnitt: „klassische“ Pegelschwelle (Krone) oder der Kontrollquerschnitt des Kontrollbauwerks, das – eingeschränkt – die Rolle der früheren Pegelschwelle übernimmt
- Sonderprofile, z. B. besondere Querschnitte zur Ermittlung des ANP, Standorte von Hilfspegeln, Schräg-/Kreuzprofile von Ultraschallanlagen
- Zwischenprofile: Gewässerprofile bei Krümmungen, Vertiefungen, Aufweitungen, Gefällewechsel o. ä.
- Rampenprofile
- Bauwerksprofile (Brücken, Abstürze, o. ä.)

Im Planspiegel ist bei der Maßstabsangabe neben der Länge auch die Höhe anzugeben.

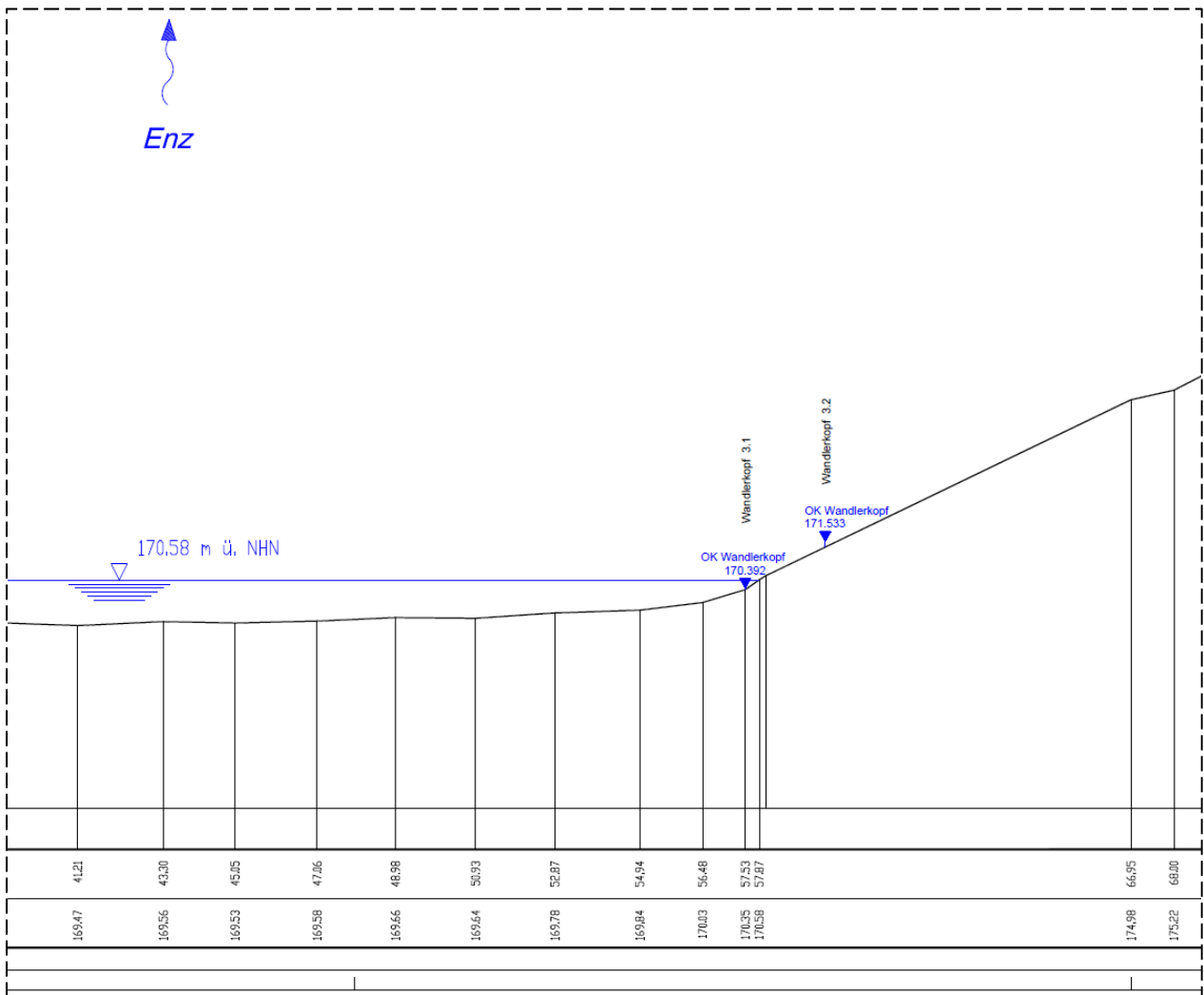


Abbildung 8: Auszug Querschnittsdarstellung (Besigheim-Enz)

**Längsschnitte** werden aus den aufgenommenen Querschnitten ermittelt. Ein Auszug ist in Anhang 7.5 dargestellt. Es wird zwischen der Darstellung des Talwegs und der Gewässermittelachse unterschieden. Im Regelfall wird der Talweg für die Darstellung Längsschnitts zu Grunde gelegt.

Im Längsschnitt sind folgende Informationen aufzunehmen:

- Darstellung des Talwegs des Gewässerbettes und/oder der Gewässermittelachse
- rechter und linker Böschungsfuß
- rechte und linke Böschungsoberkante
- Wasserspiegelanschnitt links und rechts zum Zeitpunkt der Vermessung
- Wasserstand am Tag der Vermessung abgelesen an der Pegellatte mit Datum und Uhrzeit (Stunde, Minute in MEZ) (Winterzeit)
- Brückenunterkanten und sonstige Hindernisse bei Hochwasser

In der Bestandsdokumentation sollen auch Angaben zu historischen Hochwasserständen, Hochwassermarken, Höhen von Geschwemmsellinien, Staumarken und Hektometersteinen aufgeführt sein.

## 2.2 LAGE- UND HÖHENGENAUGIGKEIT BEI DER EINMESSUNG DER PEGELANLAGE

Durch Geländepunkte wird das Gelände vor Ort bereits bei der Aufnahme vom Vermesser vereinfacht dargestellt. Diese Punkte sind repräsentativ für die Wiedergabe des Geländes aber nicht eindeutig reproduzierbar, sie können mit einer Genauigkeit von **50 mm** in der Lage und der Höhe aufgenommen werden.

Bei der Vermessung technischer Bauteile werden eindeutige Flächen und Kanten aufgenommen, deshalb müssen diese Punkte mit einer Genauigkeit von besser **20 mm** in der Lage und der Höhe aufgenommen werden. Um trotz dieser recht geringen Genauigkeitsanforderungen eine Vergleichbarkeit verschiedener Vermessungen gewährleisten zu können, müssen die Vermessungen über den Höhen- und Lageanschluss der Pegelanlage „verbessert“ werden, d. h. erforderliche Korrekturen vorgenommen werden. Nachfolgend wird der in der Vermessungsverwaltung dafür gängige Begriff „Verbesserung“ als „Korrektur“ bezeichnet.

Dazu muss der beim Höhenanschluss bestimmte Pegelfestpunkt bei der Einmessung der Pegelanlage in der Höhe mitbestimmt werden. Die Differenz zwischen dieser „lokalen“ Höhenbestimmung und dem Höhenanschluss ergibt die Höhenkorrektur an der gesamten Einmessung der Pegelanlage und der Festpunkte.

### Beispiel

Der Festpunkt wird beim Höhenanschluss mit einer Höhe von 111,11 m ü NHN bestimmt. Bei der Bestandsvermessung der Pegelanlage mit einem GNSS-System wird der Festpunkt mit einer Höhe von 111,10 m ü NHN bestimmt.

Somit muss an allen Höhenwerten der Bestandsvermessung der Pegelanlage eine Höhenkorrektur von +1 cm angebracht werden.

Die Pegelfestpunkte, die beim Lageanschluss bestimmt wurden, sind bei der Einmessung der Pegelanlage in der Lage ebenfalls einzumessen. Die Differenz zwischen dieser „lokalen“ Lagebestimmung und dem Lageanschluss ergibt entsprechend dem Vorgehen beim Höhenanschluss die Lagekorrektur an der gesamten Einmessung der Pegelanlage und der Festpunkte.

Werden der Lageanschluss und die Einmessung der Pegelanlage gemeinsam beauftragt bzw. bestimmt, entfällt dieser aufwändige Ausgleich. Es muss in diesem Fall nur zwischen An- und Abschluss der Vermessung ausgeglichen werden.

In nachfolgender Tabelle 3 sind zu den verschiedenen bei der Pegelvermessung anfallenden Aufgaben die geforderten Genauigkeiten und empfohlene Vermessungsmethoden aufgeführt.

Eine Empfehlung für zu verwendende Vermessungsgeräte wird bewusst nicht ausgesprochen. Die Vielfalt an Geräten am Markt und fortlaufende Weiterentwicklungen lassen dies nicht zu.

Tabelle 3: Messtechniken und Genauigkeiten

Aufgabe in Bezug auf die Pegelanlage	Genauigkeit Lage/Höhe	Empfehlung Vermessungsmethode	Alternative Vermessungsmethode
<b>Höhenanschluss</b>	besser <b>20 mm</b> in der Höhe	Nivellement-Höhenübertragung von zwei amtlichen Höhenfestpunkten	GNSS-Höhenanschluss mit längerer Beobachtungszeit und Verbesse- rungsdienst (z. B. SAPOS)
<b>Lageanschluss</b>	besser <b>20 mm</b> in der Lage	tachymetrischer Anschluss am amtli- chen Lagefestpunktfeld TP/AP	GNSS-Lageanschluss mit Verbes- serungsdienst (z. B. SAPOS)
<b>Höhenkontrolle der Hauptpunkte zueinander</b>	besser <b>3 mm</b> in der Höhe	Feinnivellement	KEINE
<b>Vermessung sonstiger Einzelpunkte (z. B. Oberkanten SKA-Stützen)</b>	besser <b>20 mm</b> in Lage  besser <b>5 mm</b> in der Höhe	tachymetrische Lagevermessung mit Lageanschluss über die Pegelfest- punkte, zusätzliche Nivellement- Höhenübertragung von den Pegelfest- punkten	GNSS-Vermessung mit Verbesse- rungsdienst (z. B. SAPOS), zusätzli- che Nivellement-Höhenübertragung von den Pegelfestpunkten
<b>Vermessung von befestigten Profilen (z. B. Mess-, Rampen-, Bauwerksprofile, Kontrollquer- schnitt)</b>	besser <b>20 mm</b> in Lage und Höhe	tachymetrische Profilvermessung mit Lage- und Höhenanschluss über die Pegelfestpunkte	GNSS-Vermessung mit Verbesse- rungsdienst (z. B. SAPOS)
<b>Vermessung von unbefestigten Gewässerprofilen im Zu- und Abströmbereich</b>	besser <b>50 mm</b> in Lage und Höhe	tachymetrische Profilvermessung mit Lage- und Höhenanschluss über die Pegelfestpunkte	GNSS-Vermessung

### Genauigkeiten

Je nach Vermessungsarbeit sind unterschiedliche Vorgaben zur Genauigkeit zu beachten. Es ist grundsätzlich zu beachten, dass die mit der vorhandenen Vermessungsausrüstung zu erreichende Genauigkeit deutlich besser als die geforderte Genauigkeit der Vermessungsaufgabe sein muss.

## 2.3 HYDRAULISCHE PEGELÜBERPRÜFUNG UND HOCHWASSERGEFAHRENKARTEN

### 2.3.1 ALLGEMEINES

Bei Landespegeln erfolgt die Ermittlung der Abflusswerte im Regelfall über eine aufgestellte Wasserstands-Abfluss-Beziehung, die als „Abflusskurve“ bezeichnet wird. Neben den Anforderungen an den Messstellenbetrieb und die Pegelunterhaltung werden mit Blick auf die Aufstellung, Prüfung und Verbesserung von Abflusskurven Anforderungen vor allem an die Anzahl und Qualität der Abflussmessungen gestellt. Sie sind die entscheidende Grundlage, um aus gemessenen Wasserständen (W) und Abflussmessungen verlässliche Abflussdaten (Q) zu ermitteln. Insbesondere geprüfte Abflusswerte sind Grundlage für alle wasserwirtschaftliche Fragestellungen und Entscheidungen, bei denen der Wasserhaushalt eine Rolle spielt.

Für die Erstellung von Abflusskurven sind stimmige Vermessungsergebnisse und Vermessungsunterlagen über den Pegelbereich unerlässlich. Ziel sind möglichst stabile und verlässliche Abflusskurven.

An jedem Pegel ist die Abflusskurve das Ergebnis einer Einzelfallbetrachtung. Sie verläuft an jedem Pegel – bedingt auch durch die unterschiedlichen Gewässerquerschnitte und Gefällesituationen – unterschiedlich und ist auch durch vorhandene Abflussmessungen nie gleichermaßen belegt. Je außerordentlicher das Hochwasser, desto weniger Messergebnisse liegen vor. Zu extremen Hochwasserereignissen gibt es zumeist keine Abflussmessungen. Um abzuschätzen, welche Abflüsse bei extremen Hochwasserereignissen auftreten können, werden Abflusskurven daher „nach oben extrapoliert“, wenn möglich auf der Basis von Stützstellen, die hydraulisch auf der Grundlage von Modellen berechnet wurden.

### 2.3.2 KOOPERATION

Die Abflusskurven sind auch die maßgebliche Grundlage zur Kalibrierung der hydrodynamisch-numerischen Hochwassermodelle (HN-Modelle), welche der Erstellung von Hochwassergefahrenkarten (HWGK) zu Grunde liegen.

Die HWGK liegen seit 2016 flächendeckend für Baden-Württemberg vor und weisen Überschwemmungsgebiete gemäß § 65 Wassergesetz Baden-Württemberg aus, welche direkt rechtliche Auswirkung auf die Betroffenen haben. Hieraus resultiert der Bedarf an einer stetigen Kooperation zwischen den Verantwortlichen des Messwesens im Landesbetrieb Gewässer (Pegelbetreiber) mit den HWGK-Verantwortlichen beim örtlich zuständigen Regierungspräsidiums und der zentralen HWGK-Projektgruppe sowie dem Pegel- und Datendienst der LUBW.

Geometrieänderungen am Gewässer im direkten Pegelbereich oder im näheren Umfeld eines Pegels wirken sich in aller Regel auf die Abflusskurve aus. Signifikante Änderungen der Abflusskurve können wiederum Auswirkungen auf die errechneten Überschwemmungsgebiete haben. In diesem Zusammenhang notwendige Prüfungen – insbesondere im Extrapolationsbereich der betroffenen Abflusskurve – werden in Kooperation zwischen den Verantwortlichen durchgeführt.

Im Rahmen der Fortschreibung der Hochwassergefahrenkarten sollen u. a. im Bereich der Pegelanlagen detaillierte HN-Modelle aufgebaut und sukzessive weiterentwickelt werden. Diese „Pegelmodelle“ werden gezielt für hydraulische Fragestellungen herangezogen. Neu erhobene Vermessungsdaten werden in bestehende Pegelmodelle eingearbeitet. Liegt noch kein abgestimmtes HN-Modell für den zu vermessenden Pegel vor, müssen die hydraulisch notwendigen Profile zusätzlich vermessen werden und ein Pegelmodell gemäß den gemeinsamen Anforderungen des Messwesens und der HWGK angestoßen werden.

Die notwendigen Vermessungsarbeiten werden innerhalb des Regierungspräsidiums zwischen den Landesbetrieben Gewässer und den Verantwortlichen HWGK festgelegt und im Beteiligungsprozess das Ergebnis „Pegelskizze Vermessungsumfang“ als Entwurf (siehe Kapitel 3.2) der LUBW zur Endabstimmung vorgelegt. Dabei dienen Beginn und Ende des maßgeblichen Gewässerabschnitts der jeweiligen Messstelle als Schnittstellen der beiden Vermessungsbereiche.

Die hydraulischen Modelle können darüber hinaus für weitere Anwendungszwecke herangezogen werden, z. B. um im Rahmen von Genehmigungsverfahren die Hochwasserneutralität nachzuweisen.

### **2.3.3 HYDRAULISCHE MODELLIERUNG**

Liegt bereits aus der HWGK-Erstellung ein verwendbares HN-Modell für den Pegel vor, können die neuen Vermessungsdaten für den maßgeblichen Gewässerabschnitt in dieses Modell eingebaut und mittels Vergleichsrechnungen die Auswirkungen quantifiziert und bewertet werden.

Für die Erstellung eines neuen vollständigen hydraulischen Pegelmodells muss der Vermessungsbereich über den maßgeblichen Gewässerabschnitt des Pegels hinaus auf mindestens ca. 1000 m nach Oberstrom und mindestens 500 m nach Unterstrom erweitert werden. Wird der Pegel bei höheren Abflüssen umläufig, muss der Modellbereich entsprechend erweitert werden. Gemeinsam mit den HWGK-Verantwortlichen im RP wird der zusätzliche Vermessungsumfang – Gewässerquerprofile im hydraulisch relevanten Bereich – festgelegt. Dazu werden die bereits vorliegenden Vermessungsdaten aus der GPRO-Datenbank abgezogen, auf Verwendbarkeit überprüft und gegebenenfalls ergänzt. Sind die vorliegenden Vermessungsdaten nicht verwendbar, ist der gesamte Bereich neu zu erheben. Es sind alle für die Hydraulik relevanten Bauwerke wie z. B. Brücken und Abstürze sowie örtliche Besonderheiten aufzunehmen, welche für eine vollständige 2D-HN-Modellierung des Gewässerabschnitts notwendig sind.

Nach Vorliegen der Vermessungsdaten kann ein Pegelmodell aufgebaut werden. Ziel hierbei ist es, die bestätigten Abflussmessungen am Pegel mit dem hydraulischen Modell nachzubilden und für den Extrapolationsbereich der Abflusskurve belastbare Aussagen auf Basis aktueller Vermessungsdaten treffen zu können. Dieses abgestimmte Pegelmodell wird im Rahmen einer gebietsweisen Fortschreibung in die HWGK übernommen.

Eine ausführliche Beschreibung und die Besonderheiten der HWGK-Vermessung finden sich in der Formatbeschreibung und im Leistungsverzeichnis GPRO. Die methodischen Anforderungen zur Modellerstellung und der hydraulischen Berechnung sind im Leistungsverzeichnis HWGK-Hydraulik-Fortschreibung definiert und werden stetig fortgeschrieben. Diese Dokumente sind auf der Homepage des Umweltministeriums unter [www.hochwasserbw.de](http://www.hochwasserbw.de) eingestellt.

# 3 Von der Planung bis zum Ergebnis

## 3.1 ALLGEMEINES

Vermessungsarbeiten an Landespegeln gehören zur wasserwirtschaftlichen Grundlagenermittlung. Die Notwendigkeit der Vermessungsarbeiten kann sich aus unterschiedlichen Anlässen und/oder aus den Anforderungen für den Turnus fachlicher Kontrollen ergeben. Diese sind in Kapitel 2.1, Tabelle 2 zusammengefasst.

Bei der Planung und Umsetzung der Vermessungsarbeiten kommt es auf eine enge Abstimmung der betroffenen Akteure an, um möglichst zeitnah die erforderlichen Vermessungsergebnisse im wasserwirtschaftlichen Vollzug nutzen zu können. Der Abstimmungsprozess dient insbesondere der Qualitätssicherung. Ziel ist es, dass wichtige wasserwirtschaftliche Ergebnisse auf möglichst aktuellen, einheitlichen, uneingeschränkt nutzbaren Vermessungsgrundlagen sowie einem abgestimmten Leistungsumfang beruhen.

In der nachfolgenden Tabelle 4 wurde bewusst auf eine Unterteilung zwischen dem Pegelbetreiber (Landesbetrieb Gewässer) und den Verantwortlichen HWGK beim örtlich zuständigen Regierungspräsidium verzichtet. Einer von beiden ist grundsätzlich Auftraggeber bzw. Vorhabenträger. Der Fokus der Tabelle liegt auf dem Abstimmungsbedarf der Akteure von der Planung, über die Ausführung bis zur Ergebnisbereitstellung. Dabei wird von einer „Bestandsvermessung“, der umfassenden Aufnahme von Querprofilen und/oder einer hydraulischen Pegelüberprüfung HWGK mit vielen Profilaufnahmen ausgegangen. Einfache Vermessungsarbeiten wie Kontrollmessungen oder Überprüfungen von Anschlüssen an das amtliche Höhensystem führt der Pegelbetreiber oft in Eigenregie durch und lässt das Ergebnis der LUBW zukommen (siehe „Formular „Nachweis Pegelvermessung“ in Anhang 7.1). Die einzelnen Phasen werden in den nachfolgenden Kapiteln erläutert, der operative Ablauf der Vermessungsarbeiten ist schematisch in Abbildung 9 dargestellt.

Tabelle 4: Abstimmung von Vermessungsarbeiten

		Beteiligte			
		UM	Regierungspräsidium	Vermessungsbüro	LUBW
Planungs- und Vergabephase	Bedarfsermittlung Pegelwesen und HWGK	X	X		X
	Gemeinsame Jahresliste zu vermessender Pegel				
	Vorbereitung, Festlegung des Leistungsumfangs		X	X	X
		Gemeinsamer Ortstermin <sup>1</sup>			
Auftragsvergabe			X	X	
Ausführung	Vermessungstermin		bei Bedarf	X	
	Aufbereitung der Ergebnisse		bei Bedarf	X	
Bereitstellung der Ergebnisse	Übermittlung der Daten an LUBW (Stammdaten, GPRO)		X	X	X
	Ggf. Nacharbeiten in Bezug auf Vollständigkeit und Plausibilität		X	X	
	Projektabschluss, Abnahme durch Auftraggeber		X	bei Bedarf	

<sup>1</sup> Ortstermin zur Abstimmung: empfohlen vor der Auftragsvergabe, spätestens durchzuführen vor Ausführung der Vermessungsarbeiten.



# Vermessungsarbeiten an Pegelanlagen

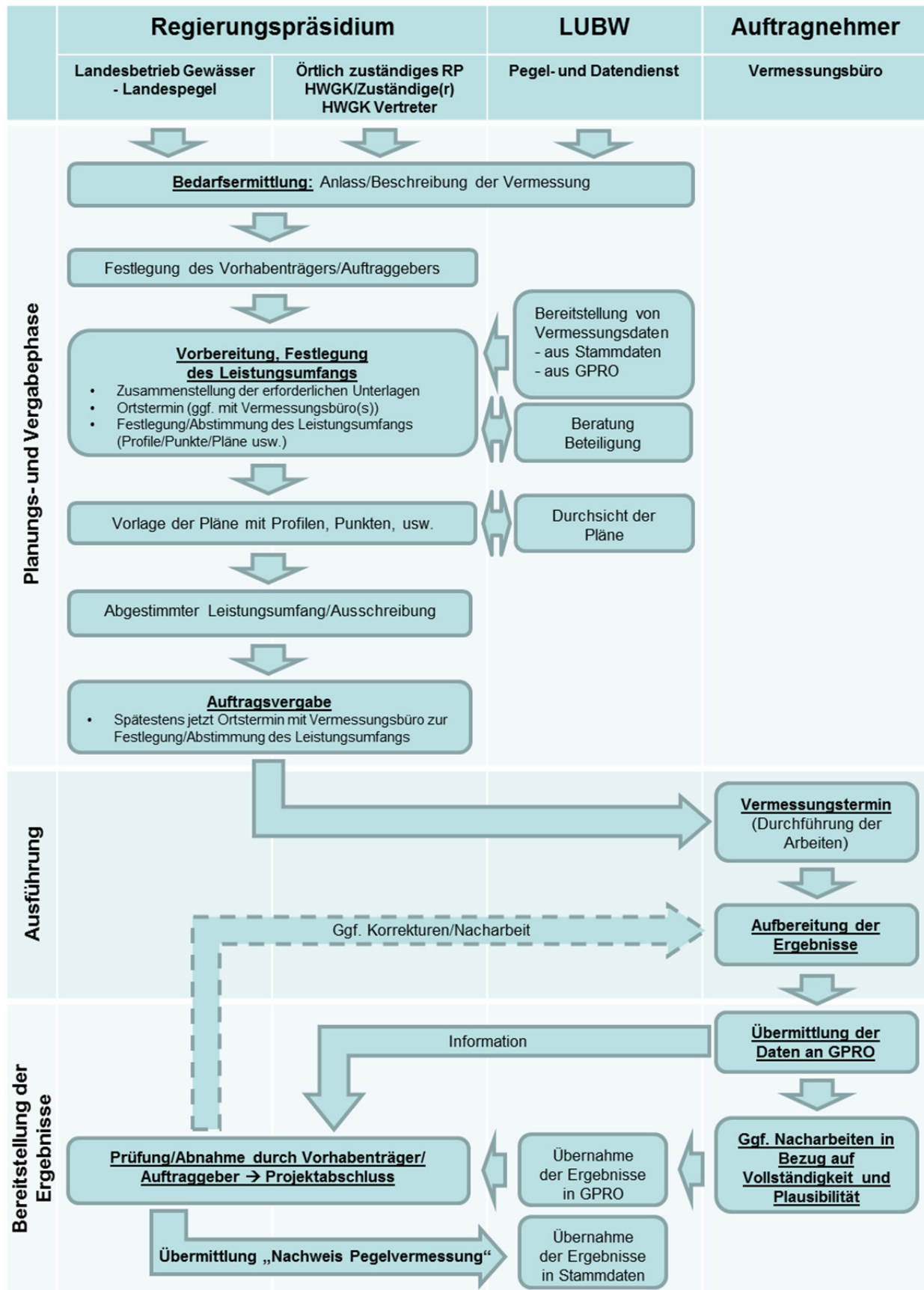


Abbildung 9: Ablaufschema „Vermessungsarbeiten an Pegelanlagen“

### 3.2 PLANUNGS- UND VERGABEPHASE

Im ersten Schritt wird jährlich der Vermessungsbedarf zwischen dem Pegelbetreiber (Landesbetrieb Gewässer beim jeweiligen Regierungspräsidium), der zentralen Projektleitung HWGK (RP Stuttgart) und dem Pegel- und Datendienst der LUBW abgestimmt. Dabei sind Anlass und Art (siehe Tabelle 2) der Vermessungsarbeit zu beachten, weil sich daraus die Zuständigkeiten für die Umsetzung der Vermessungsarbeiten ergeben. Wenn keine HWGK-Relevanz vorliegt, ist Auftraggeber von Vermessungsarbeiten der zuständige Pegelbetreiber (Landesbetrieb Gewässer).

Nach Abstimmung des Vermessungsbedarfs und Klärung der Zuständigkeiten liegt der Fokus auf der konkreten Festlegung des Umfangs der Vermessungsarbeiten. Für die Zusammenstellung der erforderlichen Unterlagen zur Vorbereitung der Auftragsvergabe müssen die Bestandspläne bzw. Planunterlagen (siehe Kapitel 2.1) der Pegelanlage beim Betreiber verfügbar sein. Dies gilt insbesondere für den „Plan der Pegelfestpunkte“ (siehe Abbildung 3). Sind diese Pläne nicht mehr oder nur teilweise vorhanden, ist dies bei der Festlegung des Leistungsumfangs entsprechend zu berücksichtigen. Eine weitere wichtige Quelle ist der pegelscharfe Auszug „Vermessung“ aus den Pegelstammdaten, der durch den Pegel- und Datendienst der LUBW bereitgestellt wird. Darüber hinaus können in der Gewässerprofilatenbank GPRO vorhandene Querprofile über das UIS-Berichtssystem (BRS) eingesehen und abgerufen werden.

Zur Vorbereitung der Vermessungsarbeiten ist ein Ortstermin durchzuführen, bei dem die notwendigen Anforderungen an die Pegelvermessung und pegelspezifische Details des Vermessungsumfangs für die Angebotseinholung bzw. Ausschreibung abgestimmt und dokumentiert werden. Es ist sinnvoll, diesen Ortstermin möglichst frühzeitig – noch in der Planungs- und Vergabephase – spätestens aber vor der Ausführung durchzuführen. Als Hilfestellung für die vorbereitenden Arbeiten und den Ortstermin wurde die in Anhang 7.2 aufgeführte Checkliste entwickelt.

Zentrales Zwischenergebnis für den Prozess der Festlegung des Leistungsumfangs ist die **„Pegelskizze Vermessungsumfang“** (siehe Anhang 7.3). Sie enthält Beginn und Ende der erforderlichen Vermessung, die Anzahl, Lage und Bezeichnung der notwendigen Querprofile sowie die pegelspezifischen Details, die für die Ausführung durch das Vermessungsbüro relevant sind. Bei Bedarf sind mehrere Skizzen erforderlich. Die Hauptpunkte sollen mit dargestellt werden. Fotos der Hauptpunkte sowie von Gewässerstellen, in die die Lagen der Profile eingezeichnet werden können, sind für die genaue Festlegung des Leistungsumfangs hilfreich. Die „Pegelskizze Vermessungsumfang“ wird innerhalb des örtlich zuständigen Regierungspräsidiums zwischen den Verantwortlichen für das Messwesen und für die HWGK abgestimmt und anschließend der LUBW zugeleitet.

Auf Grundlage der Aufstellungen können vergleichbare Angebote eingeholt und beauftragt werden. Spätestens vor Beginn der Vermessungsarbeiten ist der Vermesser vor Ort in die Örtlichkeit und die anstehenden Arbeiten durch den Pegelbetreiber einzuweisen.

Die Notwendigkeit einer hydraulischen Pegelüberprüfung wird gemeinsam zwischen den Verantwortlichen im zuständigen Regierungspräsidium – Messwesen und HWGK – festgelegt. Die hydraulische Berechnung wird zumeist getrennt von den eigentlichen Vermessungsaufgaben wie Höhen-, Lage- oder Querschnittsvermessung vergeben. In diesem Fall soll das für hydraulische Berechnungen beauftragte Büro ebenfalls am Ortstermin teilnehmen.

Eine gute Vorbereitung und Abstimmung der Vermessungsarbeiten zahlt sich im Ergebnis aus und trägt zur Datenqualität bei. Nach erfolgter Abstimmung des Leistungsumfangs kann die Ausführung vergeben werden.

### **3.3 AUSFÜHRUNG**

Die Ausführung erfolgt zumeist durch Dritte. Sofern geeignetes Personal vorhanden ist, können einfache Überprüfungen der Höhenlage mit Nivellierlatte und der Lagekoordinaten mit GPS auch durch den Pegelbetreiber selbst vorgenommen werden. Nach Pegelbaumaßnahmen müssen die notwendigen Vermessungsarbeiten direkt im Anschluss vorgenommen und die Ergebnisse an die LUBW übermittelt werden, um zeitnah eine neue Abflusskurve zu erstellen bzw. notwendige Änderungen auch in Bezug auf die Datenausgabe vornehmen zu können.

Bei der Aufnahme von Querprofilen (siehe Kapitel 2.1.4) fängt die Nummerierung am Profil „Beginn des maßgeblichen Gewässerabschnitts“ (Profil 1) an und wird stromabwärts fortgeführt. Des Weiteren muss die Profildarstellung in Fließrichtung gesehen von links nach rechts erfolgen. Beginn und Ende des maßgeblichen Gewässerabschnitts sollen so im Gelände gekennzeichnet werden, dass sie bei Neuvermessungen bzw. künftigen Überprüfungen wieder auffindbar sind (zusätzlich Foto der Markierung).

Es ist zu beachten, dass insbesondere Querprofilaufnahmen bei möglichst niedrigen Wasserständen bzw. in Niedrigwasserphasen stattfinden. Hierzu kann die Internet-Seite der Hochwasservorhersagezentrale Baden-Württemberg der LUBW („<http://www.hvz.lubw.baden-wuerttemberg.de/>“) eine Hilfe sein. Im Zweifel stimmt sich der beauftragte Dritte in Bezug auf den Zeitpunkt der Ausführung rechtzeitig mit dem zuständigen Regierungspräsidium ab.

Die Vermessungsarbeiten sollen möglichst am gleichen Tag begonnen und abgeschlossen werden.

### **3.4 BEREITSTELLUNG DER ERGEBNISSE**

#### **3.4.1 STAMMDATEN ZUR VERMESSUNG**

Pegelnullpunkt, Abflussnullpunkt, Abstichnullpunkt und Pegelfestpunkte werden mit dem maßgeblichen Gewässerabschnitt in den Pegelstammdaten geführt. Die bestehenden Informationen werden durch den Pegel- und Datendienst der LUBW, insbesondere über den Stammdaten-Auszug „Vermessung“, bereitgestellt. Die Vermessungsergebnisse für die Stammdaten werden durch den Pegelbetreiber mit dem Formular „Nachweis Pegelvermessung“ dem Pegel- und Datendienst, der diese Daten einpflegt, übermittelt.

#### **3.4.2 PLÄNE UND DARSTELLUNGEN**

Der Pegelbetreiber stellt sicher, dass die Ergebnisse der Vermessungsarbeiten zeitnah an die LUBW übermittelt werden. Die Anforderungen an die Bereitstellung von Plänen und Darstellungen für die LUBW sowie für den „Nachweis Pegelvermessung“ (siehe Anhang 7.1) sind in nachfolgender Tabelle 5 zusammengefasst. Alle Pläne benötigt die LUBW auch in Papierform (einfache Ausfertigung). Die digital übermittelten Pläne und Darstellungen werden ebenfalls in den Stammdaten bereitgestellt.

Tabelle 5: Anforderungen an die Bereitstellung von Plänen und Darstellungen für die LUBW

Plan/Darstellung/Dokument	Form/Format
Pegelskizze Vermessungsumfang	PDF-Datei
Dokument „Nachweis Pegelvermessung“	Papierfassung und PDF-Datei
Plan Pegelfestpunkte	Papierfassung und PDF-Datei
Lageplan	Papierfassung und PDF-Datei <b>und Shape-Dateien</b>
Detailpläne	Papierfassung und PDF-Datei
Messprofil, Kontrollquerschnitt, Sonderprofile	Papierfassung und PDF-Datei/Abgabe in GPRO
Sonstige Querschnittsdarstellungen	Abgabe in GPRO
Längsschnittsdarstellung(en)	PDF-Datei/Abgabe in GPRO

LUBW-Vordrucke und -Muster werden stetig weiterentwickelt. Die aktuellen Fassungen stehen den Pegelbetreibern über das Pegelinfo-Portal des Pegel- und Datendienstes zur Verfügung.

### 3.4.3 GEWÄSSERPROFILDATENBANK

Die Gewässerprofildatenbank GPRO bezeichnet ein Gesamtpaket für die Gewässervermessung. Es besteht aus einer EDV-Formatbeschreibung, einer zentralen Datenbank und einer Webanwendung zur Projektentwicklung von Profilvermessungen. Über die Datenbank stellt die LUBW sicher, dass die Vermessungsergebnisse für die betroffenen Wasserbehörden zugänglich sind bzw. den für die Qualitätsprüfungen zuständigen Stellen. So werden auch die Ergebnisse der Pegelvermessung aus der GPRO-Datenbank mit der Pegeldatenbank verknüpft.

Die zentrale Anwendung GPRO-Projektverwaltung unterstützt die Dienststellen des Landes Baden-Württemberg bei der Auftragsabwicklung von Vermessungen im und am Gewässer. Die Webanwendung übernimmt einen Großteil der hierbei notwendigen Bearbeitungsschritte:

- Hilfestellung bei der Vergabedokumentation durch den Auftraggeber mit der Definition des beauftragten Gebietes, den Anforderungen an die Vermessung und Vorgaben zur Datenübergabe
- Bereitstellung der Anforderungen und der Datensablonen für den Auftragnehmer
- automatisierte Prüfung der durch den Auftragnehmer hochgeladenen Daten auf Plausibilität und Vollständigkeit
- Präsentation der Ergebnisse zur Unterstützung des Auftraggebers bei der Endprüfung
- Übernahme der neuen Vermessungsdaten in die landesweite Datenhaltung
- Zentrale Bereitstellung für weitere Anwendungen

Die Kommunikation zwischen Auftraggeber und Auftragnehmer über den Stand der Arbeiten wird dabei durch die Protokollierung der Arbeitsschritte in der Anwendung unterstützt.

Die Beauftragung einer Gewässervermessung ist zwingend über die Anwendung GPRO-Projektverwaltung vorzunehmen, damit die erhobenen Daten in die landesweite Datenbank übernommen werden können.

## 4 Pilotpegel

Von Anfang 2016 bis Februar 2017 wurde das Projekt „Vermessungsarbeiten an Pegelanlagen“ in Zusammenarbeit mit Vertretern der Landesvermessung, der HWGK-Projektgruppe und der Landesbetriebe Gewässer der vier Regierungspräsidien (Pegelbetreiber) durchgeführt, mit folgenden Teilzielen:

- Einheitlichkeit der (künftigen) Vermessungsmethode und Anschluss an das amtliche Höhensystem
- qualitätsgesichertes, „offizielles“ Messprofil einschließlich der direkten Nutzungsmöglichkeit der digitalen Messprofilaufnahmen für die im Pegelwesen eingesetzten Fachanwendungen
- Erleichterung der Vermessungsvergaben für die Landesbetriebe bei den Regierungspräsidien
- Erleichterung der Abnahme von Vermessungsarbeiten
- Optimierung des hydrologischen/hydraulischen Prüfaufwands insbesondere bei Abflüssen/Zeitreihen
- Verbesserte Erkennung von Abweichungen in der Geometrie bei Neuvermessungen
- Optimierung des Mitteleinsatzes

Hierfür wurden Pilotpegel unterschiedlicher Größe und Art ausgewählt, mindestens einer in jedem Regierungsbezirk (siehe Tabelle 6 und Abbildung 10). Von April bis August 2016 fand für jeden Pilotpegel ein Ortstermin mit den Pegelbetreibern, der LUBW sowie Vermessungsbüros statt, um beispielhaft Umfang, Details und Vorgehensweise bei der Pegelvermessung festzulegen. Die Ergebnisse des Ortstermins wurden in Form von Protokollen, Skizzen („Pegelskizze Vermessungsumfang“) und Fotos dokumentiert. Auf dieser Basis konnten seitens der Pegelbetreiber – auf die Besonderheiten der jeweiligen Pegelanlage abgestimmte – Angebote eingeholt werden.

Die Erkenntnisse aus dem Projekt sind in diesem Leitfaden zusammengefasst.

Tabelle 6: Pilotpegel

Standort	Gewässer	Betreiber
Hammereisenbach	Breg	Regierungspräsidium Freiburg
Riegel	Leopoldskanal	Regierungspräsidium Freiburg
Wiesloch	Leimbach	Regierungspräsidium Karlsruhe
Besigheim	Enz	Regierungspräsidium Stuttgart
Stein	Kocher	Regierungspräsidium Stuttgart
Owingen	Eyach	Regierungspräsidium Tübingen



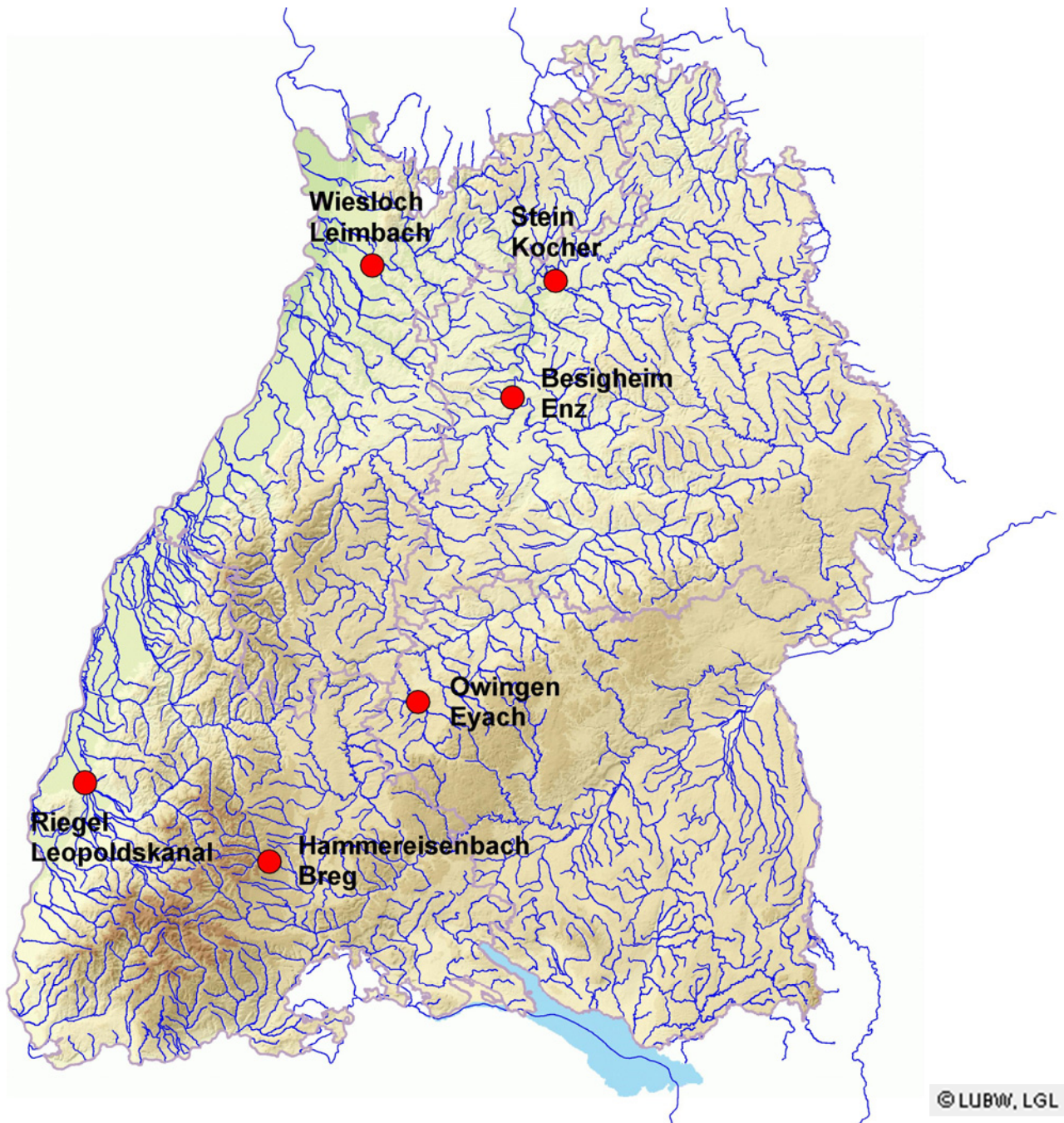


Abbildung 10: Pilotpegel „Vermessungsarbeiten an Pegelanlagen“

## **Hammereisenbach-Breg**

Die große Pegelanlage Hammereisenbach-Breg im Regierungsbezirk Freiburg hat derzeit eine Fischaufstiegsanlage in Form einer Teilrampe (siehe Kapitel 2, Bild 1 und Bild 10). Hier wurde eine umfassende Ortsbegehung durchgeführt, um die erforderliche Bestandsvermessung abzustimmen. Die Pegelvermessung wurde mit Nivellement und nicht mit GNSS durchgeführt.

## **Riegel-Leopoldskanal**

Der Pegel Riegel am ca. 12 km langen Leopoldskanal im Regierungsbezirk Freiburg (siehe Bild 12) stand nach Umbaumaßnahmen zur Wiederherstellung der Durchgängigkeit zur Vermessung an. Eine umfassende Ortsbegehung war erforderlich, um die erforderliche Bestandsvermessung im Detail abzustimmen. Die Pegelvermessung wurde mit Nivellement und nicht mit GNSS durchgeführt. Da beim Auffinden der Höhenmarken Probleme auftraten, musste der Anschluss an zwei verschiedenen Tagen durchgeführt werden.



*Bild 12: Riegel-Leopoldskanal (12.05.2016)*



## Wiesloch-Leimbach

Der Pegel Wiesloch-Leimbach (siehe Bild 13) im Regierungsbezirk Karlsruhe verfügt über eine V-förmige Schwelle. Die Wiederherstellung der Durchgängigkeit steht noch an. Es lagen bereits Ergebnisse aus einer Vermessung aus dem Jahr 2016 vor. Nach Überprüfung der Vermessungssituation vor Ort sowie der vorliegenden Unterlagen konnte auf eine weitere Vermessung vor einem Umbau verzichtet werden. Nach dem Umbau muss eine neue Bestandsvermessung durchgeführt werden.



Bild 13: Wiesloch-Leimbach (03.08.2016)

## Besigheim-Enz

Der Pegel Besigheim-Enz (siehe Bild 14) im Regierungsbezirk Stuttgart verfügt als einziger der Pilotpegel über eine Ultraschall-Anlage. Die örtlichen Rahmenbedingungen erforderten eine aufwändige Ortsbegehung und Detailabstimmungen im Nachgang. In Abbildung 11 ist die „Pegelskizze Vermessungsumfang“ für die Profile dargestellt. Es wurde von einer Vermessung mittels GNSS abgesehen. Insbesondere aufgrund der Ultraschall-Anlage mussten zusätzlich verschiedene „Sonderprofile“ aufgenommen werden.



Bild 14: Besigheim-Enz (20.04.2016)

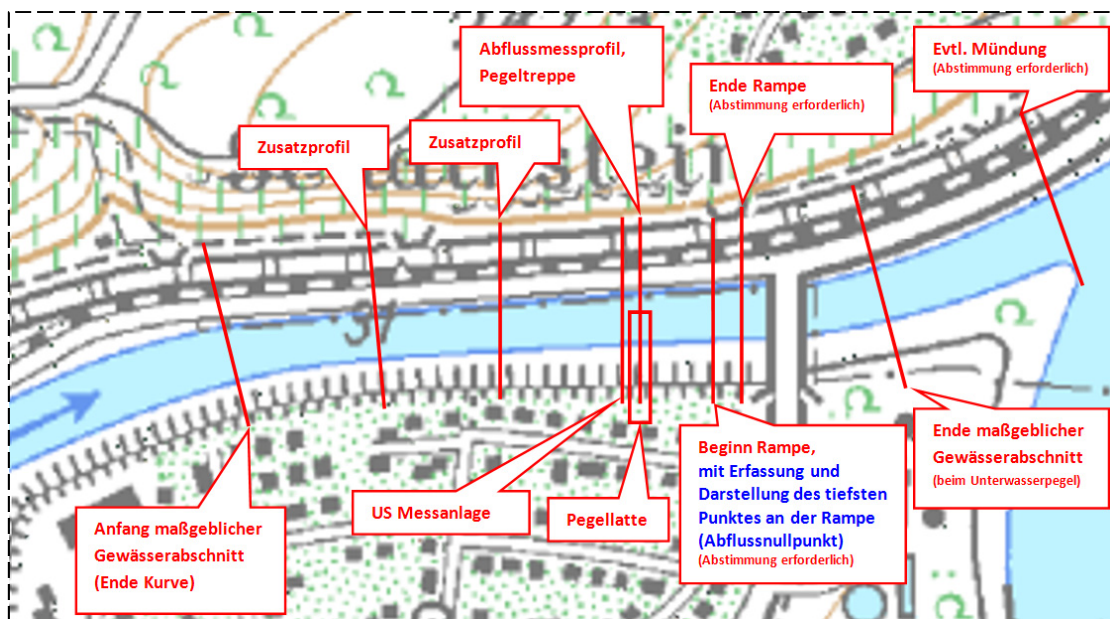


Abbildung 11: Besigheim-Enz: „Pegelskizze Vermessungsumfang“ (Profile)



## Stein-Kocher

Die große Pegelanlage Stein-Kocher (siehe Bild 15) im Regierungsbezirk Stuttgart wurde aufwändig umgebaut. Dies machte eine Bestandsvermessung erforderlich. Die „Pegelskizze Vermessungsumfang“ mit den erforderlichen Details wurde bei einem Ortstermin abgestimmt (siehe Abbildung 12 und Abbildung 13). Es wurde neben der Vermessung mit Nivellement auch eine Vermessung mittels GNSS durchgeführt. Eine Besonderheit am Pegel Stein-Kocher sind zwei über 40 m lange „Leitdämme“, die zusätzliche Querprofilaufnahmen bzw. längere Profile erfordern. Zudem musste ein „Hilfspunkt“ gesetzt werden.



Bild 15: Stein-Kocher: Vermessungsarbeiten mit Boot (20.04.2017)

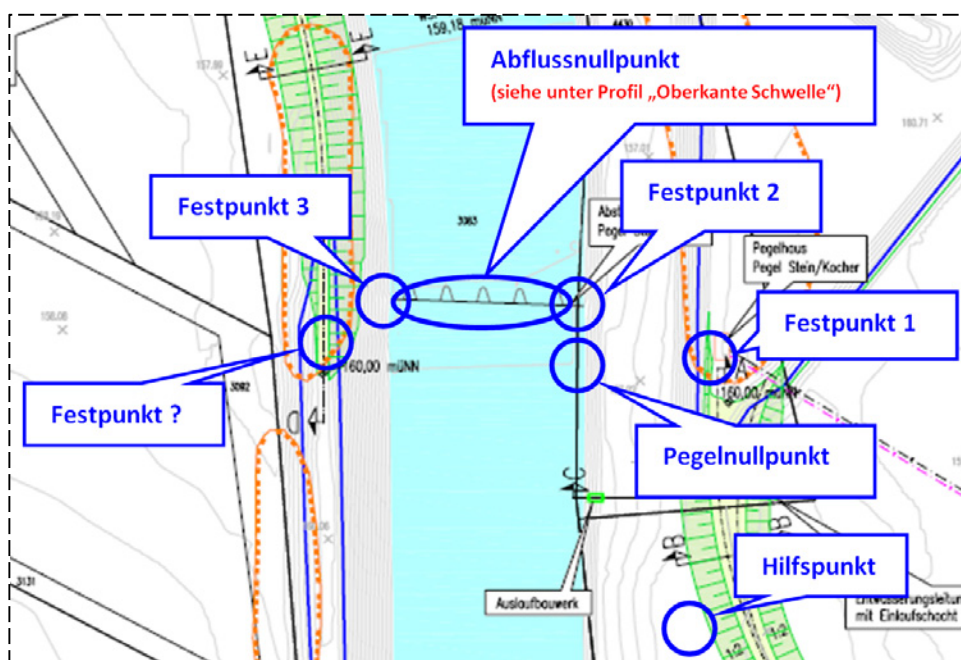


Abbildung 12: Stein-Kocher: „Pegelskizze Vermessungsumfang“ (Hauptpunkte)





## Owingen-Eyach

Der Pegel Owingen-Eyach (siehe Bild 16) im Regierungsbezirk Tübingen verfügt über eine raue Rampe in Form einer Vollrampe, die entsprechende zusätzliche Profilaufnahmen notwendig machen. Unmittelbar unterhalb des Pegels befindet sich eine Brücke, von der ebenfalls relevante Punkte aufzunehmen sind. Beim Ortstermin wurde festgestellt, dass – um repräsentative Vermessungsergebnisse zu erhalten – zunächst Unterhaltungsmaßnahmen durchzuführen sind. Nach Abschluss dieser Maßnahmen wurde eine Bestandsvermessung durchgeführt.



Bild 16: Owingen-Eyach (16.03.2017)

# 5 Glossar

<b>Abfluss (Q)</b>	Wasservolumen innerhalb einer bestimmten Zeit für eine bestimmte Stelle eines Fließgewässers, 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>Abflussnullpunkt (ANP)</b>	beschreibt die Höhe des Wasserspiegels im Pegelbereich, ab dem kein Wasser mehr durch die Pegelanlage fließt. Der Abflussnullpunkt wird über die Pegelschwelle bzw. das Kontrollbauwerk bestimmt und liegt als tiefster Punkt im sogenannten Kontrollquerschnitt
<b>Abstichnullpunkt (ASNP)</b>	dient zur Höhenkontrolle eines Radar-Abstandsmessgerätes, das den Abstand vom Radarsensor bis zur Wasseroberfläche über die Ermittlung der Laufzeit misst
<b>Aufnahmepunkt (AP)</b>	dem TP-Feld nachgeordnete Lagefestpunkte des Liegenschaftskatasters. Die unteren Vermessungsbehörden führen die Punktangaben der AP in ALKIS (Amtliches Liegenschaftskataster-Informationssystem). Das Aufnahmepunktfeld (AP-Feld) umfasst alle Aufnahmepunkte
<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>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>Bestandspläne</b>	Nachweise für die umgesetzte Baumaßnahme nach Abschluss meist in Form mehrerer Detailpläne, enthält alle baulichen Elemente und Leitungsverläufe
<b>BfG</b>	Bundesanstalt für Gewässerkunde
<b>CAD-System</b>	Computersystem (Rechner, Datenbank und Software), mit dem Konstruktionen, Pläne und Schnitte erstellt werden können [CAD = engl. Computer Aided Design]
<b>Deutsches Gewässerkundliches Jahrbuch (DGJ)</b>	Veröffentlichung hydrologischer Kenngrößen für ausgewählte Messstellen des (») Pegelmessnetzes gegliedert in zehn deutsche Teilbände; normiert gemäß eigener Aufstellungsrichtlinie der (») LAWA hauptsächlich in Tabellenform und als Graphiken, Erstveröffentlichung 1901, betroffene Gebiete für Baden-Württemberg: Donaugebiet, Hoch- 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>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>Fischaufstiegsanlage</b>	Anlage, die Fischen das Überwinden eines (») Querbauwerkes nach oberstrom ermöglicht
<b>Flussgebietsbehörde</b>	in Baden-Württemberg federführende Behörde insbesondere bei der Umsetzung der Maßnahmenprogramme und Bewirtschaftungspläne in einer Flussgebietseinheit bzw. einem Bearbeitungsgebiet, Flussgebietsbehörden sind die Regierungspräsidien (siehe § 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>geopotentielle Kote</b>	Potentialdifferenz zwischen dem Schwerepotential des Geoids und dem Schwerepotential eines Punktes
<b>Gewässerprofildatenbank (GPRO)</b>	zentrales Instrument bei der LUBW zur Datenhaltung von Gewässerprofilaufnahmen für wasserwirtschaftliche Zwecke

<b>Gewässerkundlicher Dienst</b>	umfasst mehrere Messnetze, um insbesondere Gewässerdaten zu ermitteln, zu verarbeiten und Erkenntnisse zu veröffentlichen. Das (») Pegelmessnetz ist Teil des gewässerkundlichen Dienstes (§ 76 Wassergesetz für Baden-Württemberg), der die Wasserbehörden bei der Erfüllung ihrer Aufgaben unterstützt
<b>GIS</b>	Computersystem (Rechner, Datenbank und Software), mit dem graphisch Geoinformationen in Form von Schaubildern, Karten oder Modellen erstellt werden können [GIS = Geographisches Informationssystem]
<b>GNSS</b>	Global Navigation Satellite System/Globales Satellitennavigationssystem, System zur Zeit- und Positionsbestimmung und Navigation mittels Satellitensignalen. Beispiele für Satellitensysteme sind GPS, GLONASS und GALILEO
<b>Hydrodynamisch-Numerisches (HN)-Modell</b>	Hydrodynamische Modelle beruhen auf den Grundgleichungen der Hydromechanik (Saint-Venant- oder Navier-Stokes-Gleichungen) und werden u. a. zur Berechnung von Wasserständen entlang Fließgewässern und Vorländern verwendet. Die Gleichungen werden mittels numerischer Verfahren gelöst
<b>Hektometerstein</b>	Marke oder Stein, mit dem die Gewässerlänge in 100 m-Schritten im Gelände signalisiert wird
<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>HWGK</b>	Hochwassergefahrenkarten weisen Überschwemmungsgebiete aus gemäß § 65 Wassergesetz für Baden-Württemberg
<b>hydraulisch</b>	Strömungsvorgänge des Wassers betreffend
<b>hydrologisch</b>	gewässerkundlich; die Abflussverhältnisse betreffend
<b>Kontrollbauwerk</b>	dient dazu, einen Fließwechsel von Strömen zum Schießen durch Gefällezunahme oder Einengung zu erreichen mit dem Ziel, eine stabile (») Abflusskurve zu ermöglichen; zu den Kontrollbauwerken zählen Pegelschwellen, Abstürze, Messwehre, Venturi-Messgerinne

<b>Längsprofil</b>	Darstellung des Längsgefälles eines Gewässers an Hand eingemessener Punkte
<b>LAWA</b>	Länderarbeitsgemeinschaft Wasser
<b>LGL</b>	Landesamt für Geoinformation und Landentwicklung Baden-Württemberg
<b>Maßgeblicher Gewässerabschnitt</b>	umfasst Kontrollquerschnitt, Einschnürungsstrecke, Übergangsbereiche einschließlich ggf. vorhandener Störbereiche nach Ober- oder Unterstrom, die die Funktionsfähigkeit des Pegels und insbesondere die (») Abflusskurve beeinflussen. Er wird spätestens begrenzt durch den beim (») HPM 5-Wert abgeschätzten Wasserstand. Zwangspunkte im relevanten Abschnitt wie z. B. Brücken oder markante Krümmungen können den maßgeblichen Gewässerabschnitt entsprechend reduzieren
<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>Nivellement</b>	Übertragung der Höhe von einem bekannten Punkt auf neu zu bestimmende Punkte
<b>Nivellementpunkt</b>	(amtlicher) Höhenfestpunkt
<b>Nivellierlatte</b>	Hilfsmittel zur Messung von Höhenunterschieden
<b>NQ</b>	Niedrigwasserabfluss eines Gewässers
<b>NW</b>	Niedrigwasser(stand)
<b>Oberflächenabfluss</b>	der Teil des Niederschlages, der auf der Landoberfläche in ein Oberflächengewässer abfließt
<b>Pegelanlage</b>	aus baulichen und messtechnischen Einrichtungen bestehende Anlage zum Messen des (») Wasserstands (W) bzw. zur Ermittlung des (») Abflusses (Q)
<b>Pegelfestpunkt</b>	dient der Sicherung der Höhenlage des (») Pegelnullpunkts (PNP). Der Festpunkt muss das senkrechte Aufsetzen der (») Nivellierlatte erlauben

<b>Pegellatte</b>	Referenz-Messgerät mit Zentimeter-Skalierung zum Ablesen des (») Wasserstands (W). Dient auch zur Überprüfung automatisierter Messgeräte der Pegelanlage. Der Wasserstand muss einwandfrei ablesbar und das Aufsetzen einer (») Nivellierlatte für das einwandfreie Bestimmen der Höhenlage möglich sein. Pegellattenteilstücke sollen eine Verstellmöglichkeit zur Berichtigung der Höhenlage haben
<b>Pegelschwelle</b>	quer zum Gewässer stehendes Kontrollbauwerk, um einen Fließwechsel vom Strömen zum Schießen durch Gefällezunahme zu erreichen
<b>Pegelmessnetz</b>	darunter wird das Hydrologische Messnetz (quantitatives Messnetz) der Landespegel oberirdischer Gewässer in Baden-Württemberg verstanden. Im Rahmen des (») gewässerkundlichen Dienstes werden zum Pegelmessnetz die Kenngrößen (») Wasserstand und (») Abfluss veröffentlicht
<b>Pegelnulldpunkt</b>	Nullpunkt der Pegellatte. Er ist so zu legen, dass er vom (») Wasserstand nicht unterschritten wird
<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>Rampe</b>	Bauwerk in verschiedenen Ausführungen (Vollrampe, Teilrampe etc.) 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>Schwerfestpunkt (SFP)</b>	Ausgangspunkt für die Objekt-(Einzel)vermessung der Schwere im Schwerfestpunktfeld. Schwerfestpunkte der Landesvermessung werden im amtlichen Nachweis der Schwerepunkte geführt. Schwerfestpunkte 1. Ordnung (SFP 1.O.) stellen als Deutsches Hauptschwerenetz (DHSN) den amtlichen Schwerebezugsrahmen dar. Verdichtung des bundeseinheitlichen Schwerfestpunktfeldes in Baden-Württemberg durch weitere Schwerfestpunkte der 2. Ordnung
<b>Schweregradient (vertikal)</b>	Änderung der Schwerebeschleunigung mit der Höhe. Er beträgt im Flachland durchschnittlich 0,3086 mGal pro Meter (3,086 $\mu\text{m/s}^2\text{m}$ )
<b>Schwerewert</b>	für einen Punkt bestimmter, von verschiedenen Einflüssen (z. B. Erdzeiten, Luftdruckschwankungen) befreiter Wert der Schwere



<b>Seilkrananlage (SKA)</b>	technische Vorrichtungen für gewässerkundliche Zwecke, die zumeist aus elektrischen, mechanischen und baulichen Teilen bestehen. An quer zur Fließrichtung verlaufenden Seilen können damit – über die gesamte Gewässerbreite und Gewässertiefe – Messgeräte wie Schwimmflügel bewegt werden, um qualifizierte Abflussmessungen vor allem bei Hochwasser zu ermöglichen
<b>Sohlbauwerk</b>	Bauwerk 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>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>Trigonometrischer Punkt (TP)</b>	Lagefestpunkte des Liegenschaftskatasters. Die unteren Vermessungsbehörden führen die Punktangaben der TP in ALKIS (Amtliches Liegenschaftskataster-Informationssystem). Das Trigonometrische Festpunktfeld (TP-Feld) umfasst alle Trigonometrischen Punkte
<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>Wasserstand (W)</b>	bei Pegeln: an der eingemessenen Pegellatte bzw. den zugeordneten Messgeräten abgelesener oder übertragener Parameter, Angabe in Zentimeter
<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

# 6 Verzeichnisse

## 6.1 TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle	Tabellenbezeichnung	Quelle
1	Höhenfestpunktfelder in Baden-Württemberg	LGL
2	Vermessungsarbeiten im Pegelwesen	LUBW
3	Messtechniken und Genauigkeiten	LUBW
4	Abstimmung von Vermessungsarbeiten	LUBW
5	Anforderungen an die Bereitstellung von Plänen und Darstellungen für die LUBW	LUBW
6	Pilotpegel	LUBW

## 6.2 ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung	Abbildungsbezeichnung	Quelle
1	Ausführungsbeispiele für Horizontalbolzen (links) und Vertikalbolzen (rechts)	LGL
2	Bauliche Einrichtungen an einem Pegelstandort (prinzipiell mögliche Anordnung)	LUBW
3	„Plan Pegelfestpunkte“ (fiktives Beispiel)	LUBW
4	Schematische Darstellung eines Radar-Abstandsmessgeräts mit Abstichnullpunkt	LUBW
5	Auszug Lageplan (Besigheim-Enz)	IngenieurTeam GEO
6	Detail-Auszug Lageplan (Besigheim-Enz)	IngenieurTeam GEO
7	Musterplanspiegel (Mindestinhalt)	LUBW
8	Auszug Querschnittsdarstellung (Besigheim-Enz)	IngenieurTeam GEO
9	Ablaufschema „Vermessungsarbeiten an Pegelanlagen“	LUBW
10	Pilotpegel „Vermessungsarbeiten an Pegelanlagen“	LUBW, LGL
11	Besigheim-Enz: „Pegelskizze Vermessungsumfang“ (Profile)	LUBW, LGL
12	Stein-Kocher: „Pegelskizze Vermessungsumfang“ (Hauptpunkte)	LUBW
13	Stein-Kocher: „Pegelskizze Vermessungsumfang“ (Profile)	LUBW

### 6.3 BILDERVERZEICHNIS

Bild	Bildbezeichnung	Quelle
<b>Titelbild</b>	Hammereisenbach-Breg: Vermessungsarbeiten	Axel Salzmann, Ingenieurbüro Salzmann
<b>1</b>	Hammereisenbach-Breg: Einschnürung, Seilkrananlage und Teilrampe (30.06.2016)	LUBW
<b>2</b>	Höhenfestpunkt als Horizontalbolzen (Beispiel)	LUBW
<b>3</b>	Höhenfestpunkt als Vertikalbolzen (Beispiel)	LUBW
<b>4</b>	Beispiel für Lagefestpunkt (Aufnahmepunkt)	LUBW
<b>5</b>	Positivbeispiel: Aufhalten einer Nivellierlatte auf einem Pegelfestpunkt	LUBW
<b>6</b>	Negativbeispiel: Pegelfestpunkt unterhalb der Verschalung und der Stahlseile der SKA	LUBW
<b>7</b>	Rangendingen-Starzel: Angeschraubte Metall-Linsen auf einer Pegellatte (30.06.2016)	LUBW
<b>8</b>	Eyachmühle-Eyach: Standort mit klassischer Schwelle (28.03.2017)	LUBW
<b>9</b>	Beuron-Donau: Situation nach Umbau (17.08.2009)	RPT, LUBW
<b>10</b>	Hammereisenbach-Breg: Kontrollbauwerk mit Teilrampe (30.06.2016)	LUBW
<b>11</b>	Kilometerstein 11 an der Kinzig	LUBW
<b>12</b>	Riegel-Leopoldskanal (12.05.2016)	LUBW
<b>13</b>	Wiesloch-Leimbach (03.08.2016)	LUBW
<b>14</b>	Besigheim-Enz (20.04.2016)	LUBW
<b>15</b>	Stein-Kocher: Vermessungsarbeiten mit Boot (20.04.2017)	IngenieurTeam GEO
<b>16</b>	Owingen-Eyach (16.03.2017)	LUBW

## 6.4 LITERATURVERZEICHNIS

*AdV (2014): Richtlinie für den einheitlichen geodätischen Raumbezug des amtlichen Vermessungswesens in der Bundesrepublik Deutschland, April 2014 (wird aktuell überarbeitet)*

*BKG (1998): FIG-Fachwörterbuch, Benennung und Definitionen im deutschen Vermessungswesen mit englischen und französischen Äquivalenten, Band 3: Grundlagenvermessung, 1998*

*I·S·T·W Planungsgesellschaft mbH, Ludwigsburg: Aufnahme und Abgabe von Vermessungsdaten an die Profildatenbank GPRO der LUBW – Hinweise für Vermesser, Januar 2014*

*LAWA (1997): Pegelvorschrift, Anlage C, Anweisung für das Festlegen und Erhalten der Pegel in ihrer Höhenlage, 1997*

*LfU (2002): Vermessungsarbeiten im Pegelwesen, Februar 2002*

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

*LUBW (2015): Gestaltung von Pegelanlagen, Messwesen und Durchgängigkeit, Juli 2015*

*MLR BW (2015): Verwaltungsvorschrift des Ministeriums für Ländlichen Raum und Verbraucherschutz für das Geodätische Festpunktfeld, Dezember 2015 (wird aktuell überarbeitet)*

# 7 Anhänge

- 7.1 Formular „Nachweis Pegelvermessung“
- 7.2 Checkliste zur Vorbereitung von Vermessungsarbeiten an Pegelanlagen
- 7.3 „Pegelskizze Vermessungsumfang“ am Beispiel Hammereisenbach-Breg
- 7.4 Querschnittsdarstellung am Beispiel Stein-Kocher (Ausschnitt)
- 7.5 Längsschnittsdarstellung am Beispiel Stein-Kocher (Ausschnitt)

## 7.1 FORMULAR „NACHWEIS PEGELVERMESSUNG“

LUBW Vordruck - Pegel- und Datendienst  
Stand Juni 2017



### Nachweis Pegelvermessung (Beispiel Besigheim-Enz)

Messstellen-Nr. - Pegelname - Gewässer: **57127 - Besigheim - Enz**

Betreiber der Messstelle: **RP Stuttgart, DS Heilbronn**

Auftragnehmer/Vermesser: ...

#### 1. Anlass der Arbeiten

Pegelneubau     Pegelumbau     Pegelunterhaltung     Austausch Pegellatte (Notiz Nr. 93)

Sonstiges: **Pilotprojekt „Vermessungsarbeiten an Pegelanlagen, Sonderfall Ultraschall-Anlage**

#### 2. Zu erledigende Vermessungsarbeiten

Anschluss an das amtliche Höhenbezugssystem (in dieses Formular eintragen)

Aufnahme Pegelnullpunkt (PNP), Abflussnullpunkt (ANP), Abstichnullpunkt (ASNP, nur bei Einsatz von Radar), Pegelfestpunkte (PFP) (in dieses Formular eintragen)

Aufnahme von Profilen (mit Abgabe in GPRO)

Sonstige Vermessungen: **Einmessung der Wandlerköpfe der Ultraschall-Anlage**

Pläne/Unterlagen (an LUBW: Papieraufbereitung, PDF-Datei und Lageplan zusätzlich als Shape-Datei):

Lageplan     Plan der PFP     Querprofil(e)     Längsprofil(e)

Sonstiges: **Detailplan mit Wandlerköpfen**

Bemerkungen: \_\_\_\_\_

#### 3. Angaben zur Messung

Datum: **15.11.2016**

Ausführung durch: ...

Höhenstatus (System):

**m NHN, Höhenstatus 160, DHHN92**

Nivellierinstrument:

**Leica DNA 03**

Serien-Nr.: **330132**

Nivellierlatte:

**Invarlatte GPCL2, Hersteller Leica**

Nivellierstrecke:

**2.201,83 m**

Nivellement-Unterlagen bei:

...

Sonstiges:

\_\_\_\_\_

#### 4. Ergebnisse

##### 4.1 Höhenfestpunkte (HFP)/Nivellementpunkte (Niv.-Punkte) des LGL, für den Anschluss des Pegels

1	2	3	4
HFP-/Niv.-Pkt-Nr.	Ortsangabe	Jahr	Höhe [ m NHN ]
<b>6920046</b>	<b>Hessigheimer Str. Turbinenhalle</b>	<b>2014</b>	<b>183.751</b>
<b>6920716</b>	<b>Rathaus Besigheim, Marktplatz 12</b>	<b>2012</b>	<b>194.056</b>
<b>6920028</b>	<b>Aiperturmstr. 2, Besigheim</b>	<b>2015</b>	<b>186.612</b>
Bemerkungen:			



**4.2 Pegelnullpunkt (PNP), Abflussnullpunkt (ANP), Abstichnullpunkt (ASNP), nur bei Einsatz von Radar)**

Eingemessen am: **15.11.2016**

	Höhe [ m NHN ]	Ortsangabe
<b>PNP</b>	<b>169.517</b>	<b>Unterkante 1 m Pegellatte am Ende der Pegeltreppe/Mauer links</b>
<b>ANP</b> <input checked="" type="checkbox"/> gemessen <input type="checkbox"/> geschätzt	<b>169.620</b>	<b>Beginn Rampe, tiefster Punkt in Mitte der Rampenoberkante</b>
<b>ASNP</b>		
Bemerkungen:	<b>Bestimmung des Abflussnullpunktes (ANP) per Satellitenpositionierungsdienst „HEPS“ in m NHN, HST 160, DHHN92 im Zuge der Gewässersohlenprofilaufnahmen am 30.03.2017.</b>	

**4.3 Pegelfestpunkte (PFP)/sonstige zu vermessende Punkte**

Eingemessen am: **15.11.2016**

	Nr.	Ortsangaben	Höhe [ m NHN ]	Lage (R-/H-Wert)		Maßgebl. PFP
PFP	1	Am Pegelhaus (Ostseite)	178.782	3510581.90	5429725.84	
	2	Pegeltreppe (Mitte)	175.066	3510588.72	5429731.58	
	3	Mauer (unterhalb Bahngleis)	179.461	3510573.06	5429796.84	
	4	Unterhalb Pegelhaus (neben Stange)	174.979	3510579.20	5429731.68	X
	5	Unterwasserpegel am Ende der Pegeltreppe/Mauer links	169.528	3510423.91	5430099.29	
Sonstige Punkte	3-1	OK Wandlerkopf rechts. unten	170.392	3510584.41	5429741.50	X
	3-2	OK Wandlerkopf rechts oben	171.533	3510584.66	5429739.63	
	4-1	OK Wandlerkopf links unten	170.357	3510538.55	5429765.52	
	4-2	OK Wandlerkopf links oben	171.636	3510538.57	5429766.82	
Bemerkungen zu PFP						
Bemerkungen zu sonstigen Punkten:		<b>30.03.2017 Einmessung der Wandlerköpfe 3.1+3.2 m NHN, HST160, DHHN92 per Dini 21 Serien Nr. 105966 mit Zeiss Strichodelatte, E = 160 m</b>				

**5. Richtigkeit der Angaben**

Vermessungstechnische Prüfung (Auftragnehmer)	Gewässerkundliche Prüfung (Auftraggeber)
Angaben/Besonderheiten zur Prüfung/Bemerkungen: <b>2. Vorabzug Lageplan wird überarbeitet.</b>	Auftraggeber: <b>LUBW in Abstimmung mit RP Stuttgart</b>
	Ausführung der Arbeiten gemäß „Pegelskizze Vermessungsumfang“/Auftrag <input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein
	Abweichungen/Bemerkungen: _____ _____
Schleifenwiderspruch: _____ [ mm ]	
<input type="checkbox"/> Die Richtigkeit der Angaben wird bestätigt	<input type="checkbox"/> Die Richtigkeit der Angaben wird bestätigt
Übermittlung der Vermessungsergebnisse erfolgt an <b>LUBW</b> am _____ durch _____	Übermittlung der Vermessungsergebnisse <b>an die LUBW</b> am _____ durch _____
_____ (Datum, Name, Unterschrift)	_____ (Datum, Name, Unterschrift)

## 7.2 CHECKLISTE ZUR VORBEREITUNG VON VERMESSUNGSARBEITEN AN PEGELANLAGEN

Pegel- und Datendienst  
Stand Juni 2017



# Checkliste zur Vorbereitung von Vermessungsarbeiten an Pegelanlagen

Bei Vermessungsarbeiten an Pegelanlagen sind pegel- und gewässerspezifische Besonderheiten zu beachten. Daher ist (mindestens) ein gemeinsamer Ortstermin der Beteiligten erforderlich, um die Vorgehensweise und die Details bei der Pegelvermessung festzulegen.

Die nachfolgende Checkliste dient der Vorbereitung notwendiger Vermessungsarbeiten.

### Finanzierung

- Wurde der Mittelbedarf angemeldet?
- Wurde die Mittelanforderung bestätigt?
- Liegt eine Projektfinanzierung vor?
- Liegt ein Rahmenvertrag mit einem Vermessungsbüro vor?

### Organisation

- Wer sind die Akteure und zu beteiligenden Personen?
- Ist eine Vorabklärung mit den HWGK-Verantwortlichen bereits erfolgt?
- Wann soll die Vermessung erfolgen?
- Ist eine Vorauswahl geeigneter Vermessungsbüros erforderlich?
- Ist eine räumliche und zeitliche Priorisierung mit anderen Vermessungsprojekten erforderlich?

### Bestandsaufnahme

- Wurde die Aktenlage überprüft?
- Stimmt die Aktenlage mit den Ergebnissen der Stammdaten zur Vermessung (LUBW) überein?
  - Liegt der aktuelle Stammdatenauszug zur Vermessung vor (LUBW)?
  - Ist ein Plan der Pegelfestpunkte vorhanden? Von wann?
  - Ist eine Bestandsvermessung vorhanden? Von wann?
- Liegen Informationen aus GPRO/Hochwassergefahrenkarten vor?
- Hat die inhaltliche Vorabstimmung mit dem Pegel- und Datendienst begonnen?
- Liegen verwendbare Fotos vor?
- Ist der „maßgebliche Gewässerabschnitt“ festgelegt?
- Ist der „maßgebliche Pegelfestpunkt“ festgelegt?
- Wo liegen die Messprofile (z. B. Seilkrananlage, Ultraschall)?
- Wo liegt der Abflussnullpunkt/Kontrollquerschnitt?
- Welche baulichen Einrichtungen sind vorhanden und machen eine Profilaufnahme erforderlich (z. B. Rampe, Fischaufstiegsanlage, Niedrigwasserrinne, Messsteg)?

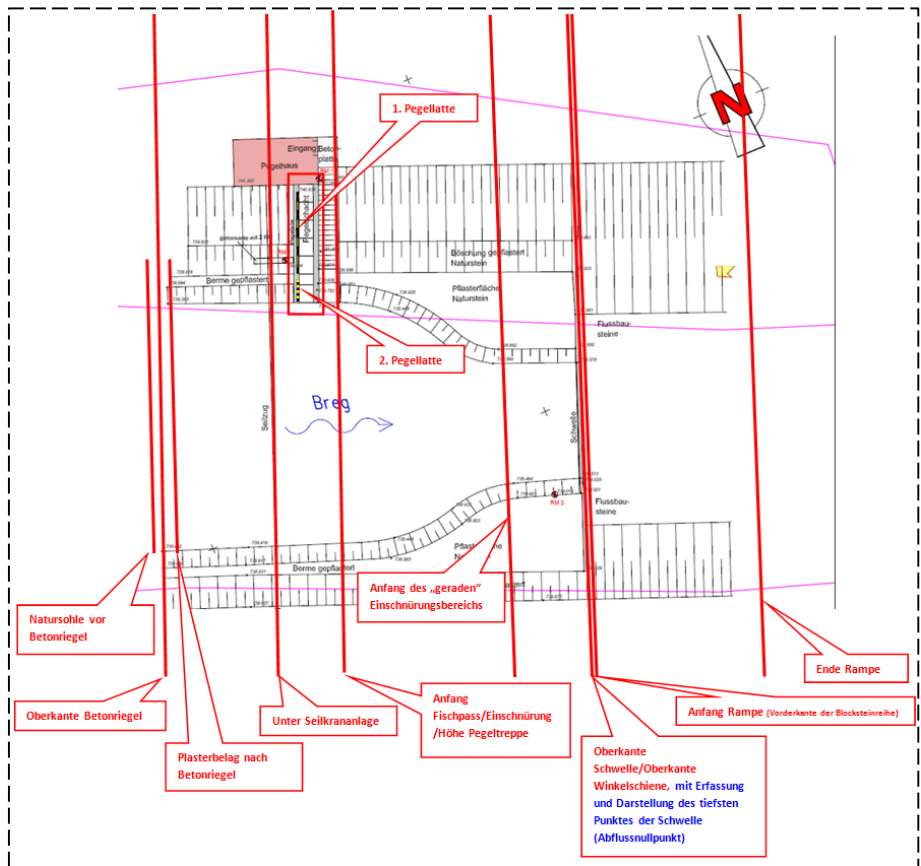
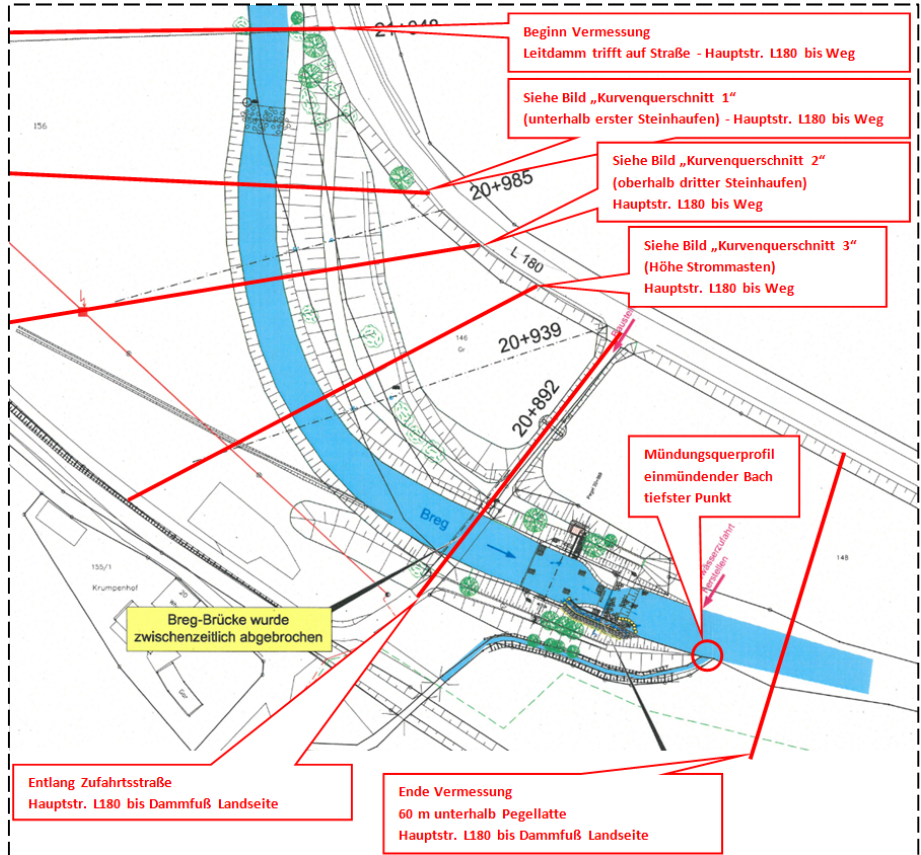
## Vermessungsarbeiten/Ortstermin

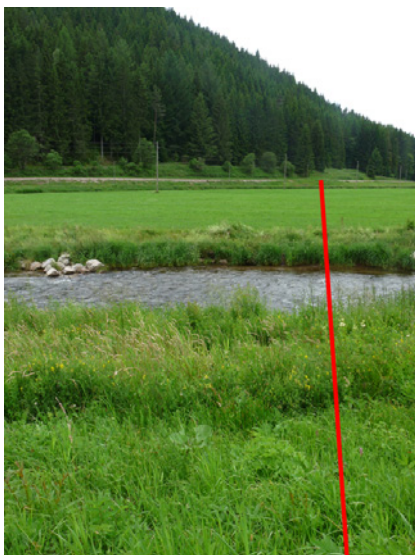
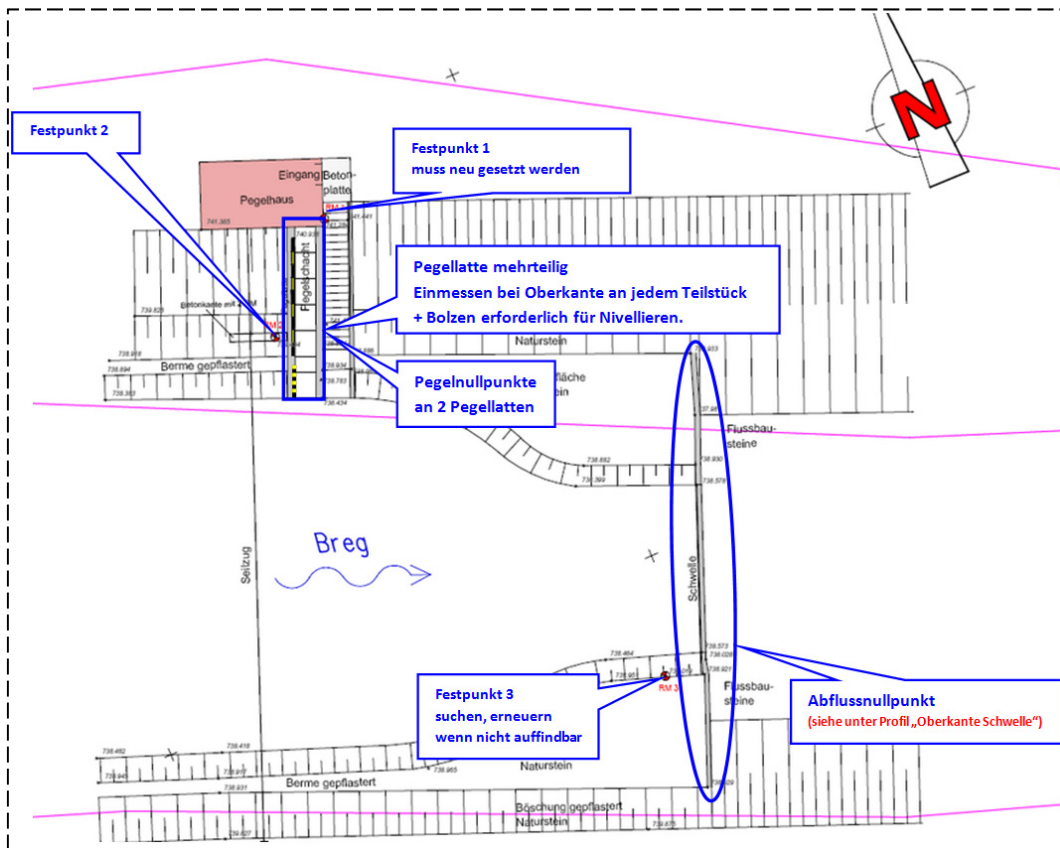
- Ist der Ortstermin vorbereitet (Termin, Akteure, Plan Pegelfestpunkte)?
- Welche Art der Vermessung ist vorgesehen (z. B. Nivellement, GNSS)?
- Welcher Höhenstatus (System) wird verwendet?
- Welche Vermessungsaufnahmen sind erforderlich?
  - Höhen- und Lageanschluss
  - Hauptpunkte
  - Zusätzliche Punkte (z. B. „Hilfspunkte“)
  - Messprofil, Kontrollquerschnitt
  - Zusätzliche Querschnittprofile (z. B. Sonderprofile)
  - Längsschnitt
- Welche Pläne/Darstellungen/Nachweise sind erforderlich?
  - Dokument „Nachweis Pegelvermessung“
  - Lageplan
  - Detailpläne (z. B. Pegelhaus)
  - Querschnittsdarstellung
  - Längsschnittsdarstellung
- Ist eine Fotodokumentation gewünscht?

## Festlegung der nächsten Schritte

- Wer erstellt die „Pegelskizze Vermessungsumfang“? Bis wann? Verteilung?
- Ist die inhaltliche Abstimmung mit dem Pegel- und Datendienst (LUBW) bzw. mit den HWGK-Verantwortlichen abgeschlossen?
- Sind vor Vermessungsdurchführung Vorarbeiten notwendig (z. B. Setzen von Festpunkten, Gehölz-pflegearbeiten oder sonstige Unterhaltungsarbeiten)? Bis wann?
- Was ist zusätzlich zu beachten (z. B. Boot von Pegelbetreiber zur Verfügung stellen)?
- Wer erstellt und übermittelt den „Nachweis Pegelvermessung“?
- Wann sollen die Vermessungsergebnisse an die LUBW übermittelt werden?

### 7.3 „PEGELSKIZZE VERMESSUNGSUMFANG“ AM BEISPIEL HAMMEREISENBACH-BREG

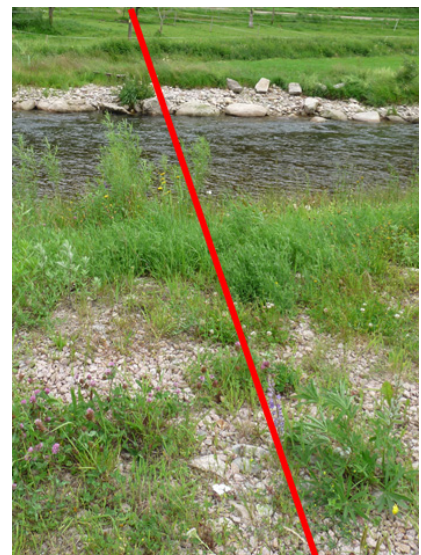




Position Kurvenprofil 1

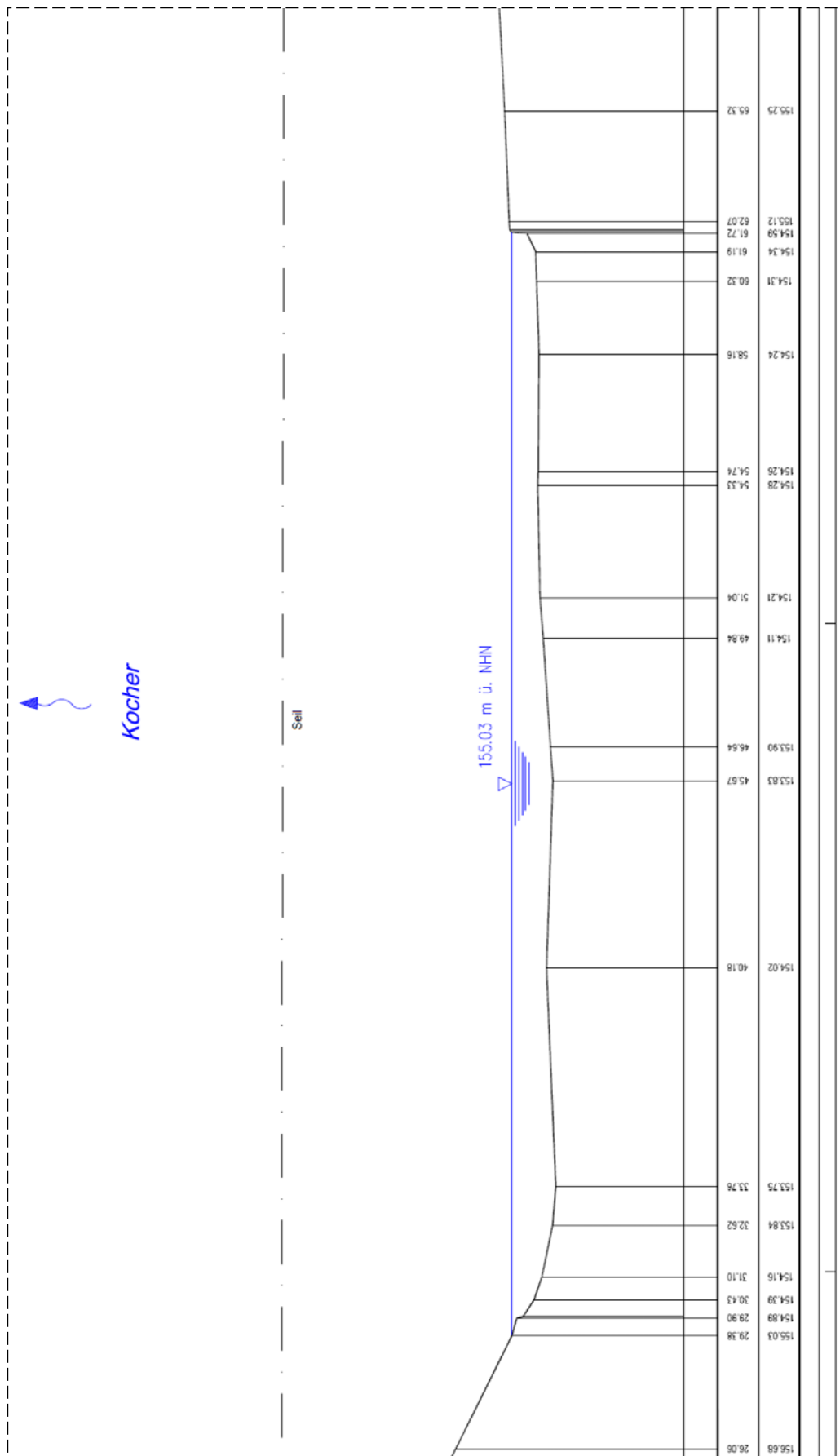


Position Kurvenprofil 2



Position Kurvenprofil 3

### 7.4 QUERSCHNITTDARSTELLUNG AM BEISPIEL STEIN-KOCHER (AUSSCHNITT)





## 7.5 LÄNGSSCHNITTDARSTELLUNG AM BEISPIEL STEIN-KOCHER (AUSSCHNITT)

