

## **Hydraulischer Nachweis**

**Vorhaben: Hochwasserschutz Stegbruck**

**Gewässer: Altmühl, Gewässer I. Ordnung**

**Gemeinde: Stadt Herrieden, Lkr. AN**

**Vorhabensträger: Freistaat Bayern**

**Entwurfsverfasser: Wasserwirtschaftsamt Ansbach**

**Ansbach, den 25.06.2020  
Wasserwirtschaftsamt**

## Inhaltsverzeichnis

1. Hydrologische Grundlagen .....	2
2. Abflussdaten .....	3
3. Grundlagen für die hydraulische Berechnung .....	4
3.1 Auswirkungen auf umliegende Ortschaften .....	4
4. Bemessung Erdbauwerk und Stahlbetonmauer .....	5
4.1 Allgemeines .....	5
4.2 Äußere Erosion bei Überströmung .....	5
4.3 Hydraulischer Grundbruch und Erosionsgrundbruch .....	6
4.4 Freibord .....	6
4.5 Deichbaumaterial .....	6
4.6 Entwässerung des Binnenbereiches .....	6
5. Dimensionierung Oberflächenentwässerung .....	7
5.1 Schöpfwerk .....	7
5.2 Ableitung des Oberflächenwassers aus den Außeneinzugsgebieten .....	9



## 1. Hydrologische Grundlagen

### Oberirdisches Einzugsgebiet

Bis Fluss-km	Gewässer	Gewässerordnung	Einzugsgebiet [km²]
185,400	Altmühl	I. Ordnung	270,5

### Niederschlagsdaten

Für den Bereich Stegbruck ergeben sich gemäß der Niederschlagsstatistik des Deutschen Wetterdienstes (Kostr-DWD 2010R, Version 3.2) die folgenden Niederschlagshöhen:

### Niederschlagshöhen und Spenden für Stegbruck (Rasterfeld Spalte: 39 Zeile: 78)

Dauerstufe	hN 1 a	rN 1 a	hN 2 a	rN 2 a	hN 3 a	rN 3 a	hN 5 a	rN 5 a	hN 10 a	rN 10 a	hN 20 a	rN 20 a	hN 30 a	rN 30 a	hN 50 a	rN 50 a	hN 100 a	rN 100 a
5 min	5,1	171,6	7,3	243,2	8,6	285,1	10,1	337,9	12,3	409,5	14,4	481,1	15,7	523,0	17,3	575,8	19,4	647,4
10 min	8,1	135,7	10,9	182,5	12,6	209,8	14,7	244,3	17,5	291,1	20,3	337,9	21,9	365,2	24,0	399,7	26,8	446,5
15 min	10,1	112,2	13,4	148,7	15,3	170,0	17,7	196,9	21,0	233,3	24,3	269,8	26,2	291,1	28,6	318,0	31,9	354,4
20 min	11,5	95,7	15,1	126,2	17,3	144,1	20,0	166,6	23,7	197,2	27,3	227,7	29,5	245,6	32,2	268,1	35,8	298,6
30 min	13,3	73,9	17,6	97,7	20,1	111,6	23,3	129,2	27,5	153,0	31,8	176,8	34,3	190,7	37,5	208,3	41,8	232,1
45 min	14,9	55,1	19,9	73,6	22,8	84,5	26,5	98,2	31,5	116,7	36,5	135,3	39,5	146,1	43,2	159,8	48,2	178,4
60 min	15,8	43,9	21,4	59,4	24,7	68,5	28,8	80,0	34,4	95,6	40,0	111,1	43,3	120,2	47,4	131,7	53,0	147,2
90 min	17,4	32,2	23,0	42,6	26,3	48,7	30,4	56,3	36,0	66,7	41,7	77,1	44,9	83,2	49,1	90,9	54,7	101,3
2 h	18,6	25,9	24,2	33,7	27,5	38,2	31,7	44,0	37,3	51,8	42,9	59,6	46,2	64,2	50,4	69,9	56,0	77,8
3 h	20,5	19,0	26,1	24,2	29,4	27,2	33,6	31,1	39,2	36,3	44,9	41,5	48,2	44,6	52,3	48,4	58,0	53,7
4 h	21,9	15,2	27,6	19,2	30,9	21,4	35,1	24,3	40,7	28,3	46,4	32,2	49,7	34,5	53,8	37,4	59,5	41,3
6 h	24,1	11,2	29,8	13,8	33,1	15,3	37,3	17,3	43,0	19,9	48,6	22,5	51,9	24,0	56,1	26,0	61,8	28,6
9 h	26,6	8,2	32,2	10,0	35,6	11,0	39,8	12,3	45,4	14,0	51,1	15,8	54,4	16,8	58,6	18,1	64,3	19,9
12 h	28,4	6,6	34,1	7,9	37,5	8,7	41,7	9,6	47,3	11,0	53,0	12,3	56,4	13,0	60,6	14,0	66,3	15,3
18 h	31,3	4,8	37,0	5,7	40,3	6,2	44,6	6,9	50,3	7,8	56,0	8,6	59,3	9,2	63,5	9,8	69,2	10,7
24 h	33,5	3,9	39,2	4,5	42,6	4,9	46,8	5,4	52,5	6,1	58,2	6,7	61,6	7,1	65,8	7,6	71,5	8,3
48 h	42,8	2,5	49,9	2,9	54,0	3,1	59,2	3,4	66,3	3,8	73,3	4,2	77,4	4,5	82,6	4,8	89,7	5,2
72 h	49,4	1,9	57,2	2,2	61,8	2,4	67,6	2,6	75,5	2,9	83,3	3,2	87,9	3,4	93,7	3,6	101,5	3,9

Für Planungszecke sind die oben genannten Daten mit einem Toleranzbetrag in Abhängigkeit von der Jährlichkeit wie folgt zu erhöhen:

$$1 a \leq T \leq 5 a \Rightarrow \pm 10 \%$$

$$5 a \leq T \leq 50 a \Rightarrow \pm 15 \%$$

$$50 a \leq T \leq 100 a \Rightarrow \pm 20 \%$$



## 2. Abflussdaten

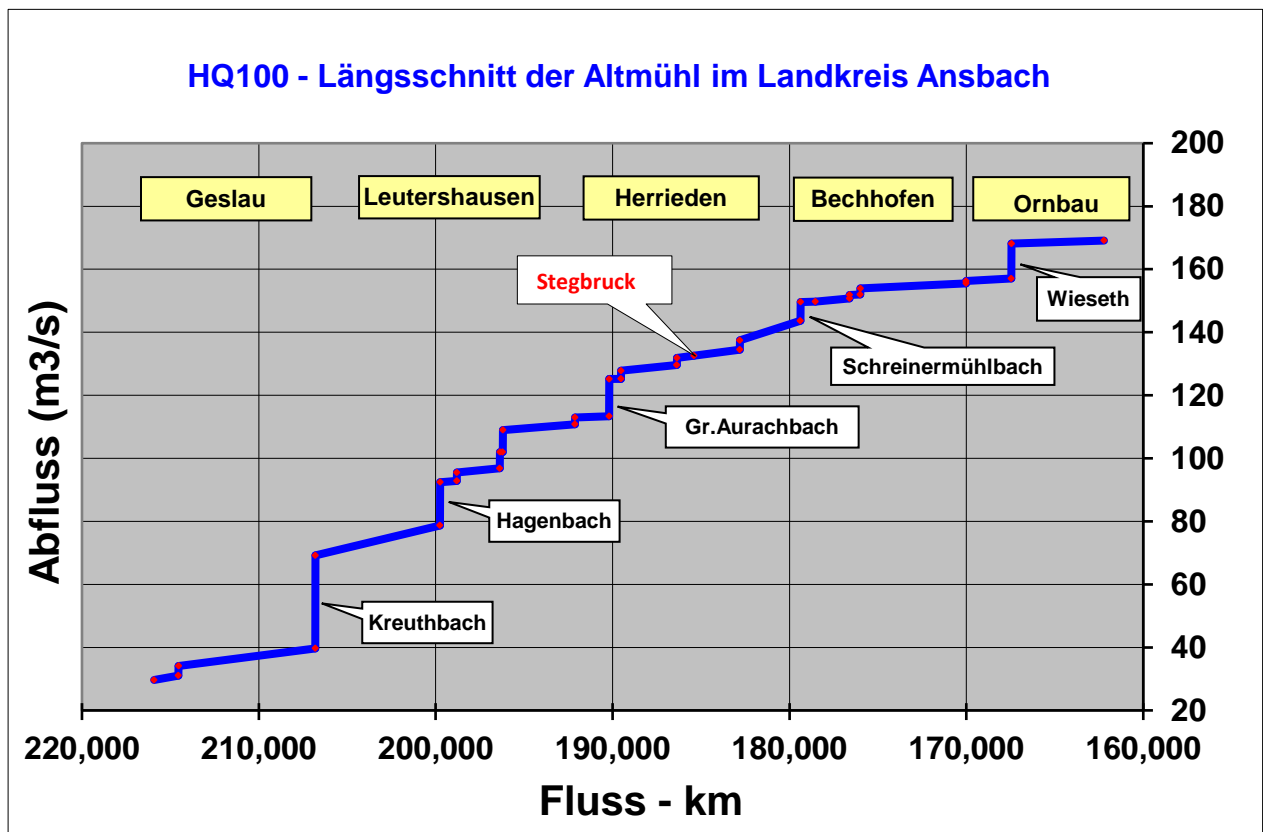
Für die Altmühl (Gewässer I. Ordnung) liegt ein hydraulischer Längsschnitt für HQ<sub>100</sub> vor:

Fluss-km	A <sub>Eo</sub> [km <sup>2</sup> ]	HQ <sub>100</sub> [m <sup>3</sup> /s]	HQ <sub>100+k</sub> [m <sup>3</sup> /s]	Einmündung	Ort
189,520	255,5	129	148,35	uh Käferbach	Neunstetten
186,370	261,1	131	150,65	oh Breitenauer Graben	Herrieden
186,360	268,3	133	152,95	uh Breitenauer Graben	Herrieden
182,810	276,6	136	156,40	oh Michelswieser B.	Herrieden
182,800	286,3	138	158,70	uh Michelswieser B.	Herrieden
179,380	306,8	144	165,60	oh Schreiner Mühlbach	Rauhenzell
179,370	326,9	149	171,35	uh Schreiner Mühlbach	Rauhenzell
178,530	327,4	150	172,5	Pegel	Thann
176,610	334,0	151	173,65	oh Hesselbach	Sommersdorf
176,600	344,0	152	174,80	uh Hesselbach	Sommersdorf

### Abflusstabelle der Altmühl bei Fkm 185,400 (A<sub>eo</sub> = 270,5 km<sup>2</sup>)

Abfluss [m <sup>3</sup> /s]	MNQ	MQ	MHQ	HQ <sub>5</sub>	HQ <sub>10</sub>	HQ <sub>50</sub>	HQ <sub>100</sub>	HQ <sub>1000</sub>	HQ <sub>100+k</sub>
	0,28	1,83	34,8	52,5	68,7	108,00	132,6	219,6	152,5

Schematische Darstellung der Hochwasserabflüsse eines HQ<sub>100</sub> im Bereich Stegbrucks



### **3. Grundlagen für die hydraulische Berechnung**

Zur Ermittlung und Festsetzung des Überschwemmungsgebietes an der Altmühl im Bereich Stegbruck wurde eine Wasserspiegelberechnung mit dem Berechnungsprogramm WSPWIN durchgeführt. Das eindimensionale hydrodynamisch-numerische Simulationsmodell WSPWIN bietet die Möglichkeit verschiedene wasserwirtschaftliche Untersuchungen im Bereich der natürlichen Fließgewässer durchzuführen. Das Programm gibt u. a. Aufschluss über die Überschwemmungsgrenzen, die Wassertiefen und die Abflussaufteilung in den Vorländern und im Flussschlauch.

Für die Planungszwecke im Entwurf wurde das Überschwemmungsgebiet im Bereich Stegbruck zusätzlich zweidimensional mit dem Programm HydroAS\_2D berechnet. Der Entwurf wurde auf Grundlage der neu berechneten Wasserspiegelhöhen dieser Berechnung aufgestellt.

#### **3.1 Auswirkungen auf umliegende Ortschaften**

Auf umliegende Ortschaften die ebenfalls direkt an der Altmühl liegen, sind keine nachteiligen Auswirkungen zu erwarten. Hier sind beispielsweise Mühlbruck und Herrieden zu nennen.

Um Auswirkungen abschätzen zu können, wurden zwei Wasserspiegelberechnungen miteinander verglichen. In einer zweidimensionalen Berechnung wurde das digitale Geländemodell, wie es dem derzeitigen Bestand entspricht, mit dem Abfluss eines hundertjährigen Hochwassers inkl. 15 % Klimafaktor (Bemessungsabfluss = 152,5 m<sup>3</sup>/s) beaufschlagt. In der zweiten Berechnung wurde derselbe Abfluss herangezogen, jedoch werden im digitalen Geländemodell die Maßnahmen zum Hochwasserschutz entsprechend dem vorliegendem Entwurf berücksichtigt.

Die Ergebnisse der beiden Berechnungen wurden miteinander verglichen und sind in nachfolgender Tabelle dargestellt.

<b>Vergleich der Wasserspiegellagen HWS Stegbruck</b>				
<b>Flusskilometer</b>	<b>Berechnung HQ100 + Klimafaktor [müNN]</b>	<b>Berechnung HQ100 + Klimafaktor + Hochwasserschutz[müNN]</b>	<b>Differenz [cm]</b>	<b>Bemerkung</b>
186+800	420,989	420,997	0,8	oh Mühlbruck
186+600	420,94	420,95	1	Mühlbruck
186+400	420,88	420,89	1	Mühlbruck
186+200	420,82	420,84	2	Mühlbruck
186+000	420,79	420,81	2	uh Mühlbruck
185+800	420,76	420,79	3	oh Stegbruck
185+600	420,71	420,73	2	Stegbruck, oberwasserseitiger Deich
<b>Brücke Stegbruck</b>				
185+400	420,55	420,55	0	Stegbruck, unterwasserseitiger Deich
185+200	420,50	420,50	0	uh Stegbruck
185+000	420,43	420,43	0	Herrieden, Höhe Lehrberger Straße
184+800	420,40	420,40	0	oh Brühlfeldgraben
184+600	420,36	420,36	0	uh Brühlfeldgraben

Aus den Berechnungen geht hervor, dass im Bereich der o. g. Ortschaften keine wesentlichen Auswirkungen auf den Wasserstand zu erwarten sind. Im Bereich des Ortsteils Stegbruck bleiben die berechneten Auswirkungen auf die Wasserspiegellage im Bereich von max. 3 cm. Dieser minimale Anstieg des Wasserspiegels liegt im Rahmen der Genauigkeit, mit der die Wasserspiegellagen und Geländehöhen bestimmt werden. Die hier zu erwartenden Auswirkungen sind im Entwurf in den Kronenhöhen der Deiche und Mauern berücksichtigt.

#### **4. Bemessung Erdbauwerk und Stahlbetonmauer**

##### **4.1 Allgemeines**

Der Deich und die Mauer sind nach den Grundsätzen der DIN 19712 bemessen. Nach DIN 19712 Tabelle 2, zählt Stegbruck zu der Objektkategorie „geschlossene Siedlung“ und besitzt somit das Schadenspotential „Hoch“. Die Klassifizierung des Deichs und der Mauer erfolgt nach DIN 19712 Tab. 1, danach sind Deich und Mauer in die Deichklasse I einzustufen. Daraus ergibt sich für die Hochwasserschutzanlagen eine Einstufung in die Geotechnische Kategorie 3 nach Tab. 4 DIN 19712.

##### **4.2 Äußere Erosion bei Überströmung**

Diesem Versagensfall wird durch eine widerstandsfähig ausgebildete Deichkrone mit einem Aufbau wie der eines Wirtschaftsweges sowie flachen landseitigen Böschungen mit gepflegter Grasnarbe entgegengewirkt. Die Hochwasserschutzmauer aus Stahlbeton ist an sich erosionsicher.



### **4.3 Hydraulischer Grundbruch und Erosionsgrundbruch**

Gemäß Baugrundgutachten vom 09.12.2016 der Firma Gartiser, Germann & Piewak, Ingenieurbüro für Geotechnik und Umwelt aus Bamberg stehen im Bereich der Eindeichung unterhalb des Oberbodens anstehende Tone, Schluffe, bindige Sande und Kiese an. Diese sind schwach durchlässig. Lokal wurden auch stark durchlässige Sande und Kiese angetroffen. Die Böden sind nach DIN 18300 in die Bodenklasse 3 und 5 einzuordnen. Um im Hochwasserfall eine Unterströmung des Deiches zu verhindern sind die stark durchlässigen Schichten mit einer Dichtung (Sporn) bis zu den stauenden Schichten zu durchstoßen. Im Bereich der Mauer sind stark durchlässige Schichten auszutauschen. Zudem wurden Auffüllungen bis zu einer Tiefe von 1,60 m festgestellt. Da diese die Tragfähigkeit beeinträchtigen können, sind diese abzutragen und gegen geeigneten Boden auszutauschen. Im Bereich der Anschulterung an den Straßendamm wird auf eine ausreichende Verzahnung zwischen dem Deich und dem Straßendamm geachtet. Gegebenenfalls ist das Planum für Deich und Mauer partiell durch Kalkzugabe zu verbessern.

Die Nachweise zur Tragfähigkeit und Standsicherheit gemäß DIN 19712 für die Hochwasserschutzanlagen werden im Rahmen der Ausführungsplanung geführt.

### **4.4 Freibord**

Der Freibord setzt sich zusammen aus dem rechnerisch ermittelten Freibord aus Windstau, Wellenaufbau und ggf. zusätzlich erforderlichen Kronenerhöhungen. Gemäß DIN 19712 Tab.3 ist für Deiche der Klasse I mit einer Bauwerkshöhe  $\leq 3,0$  m ein Mindestfreibord von 0,50 m erforderlich. Dieser wird bei beiden Deichabschnitten mit 0,72 m bzw. 0,68 m deutlich eingehalten. Es besteht somit Reserve für evtl. Setzungsvorgänge.

Für Hochwasserschutzwände wird nach DIN 19712 Tab.3 ein Mindestfreibord von 0,20 m empfohlen. Auch dieser wird mit 0,35 m sicher eingehalten. Auch hier besteht Reserve für evtl. Setzungsvorgänge.

### **4.5 Deichbaumaterial**

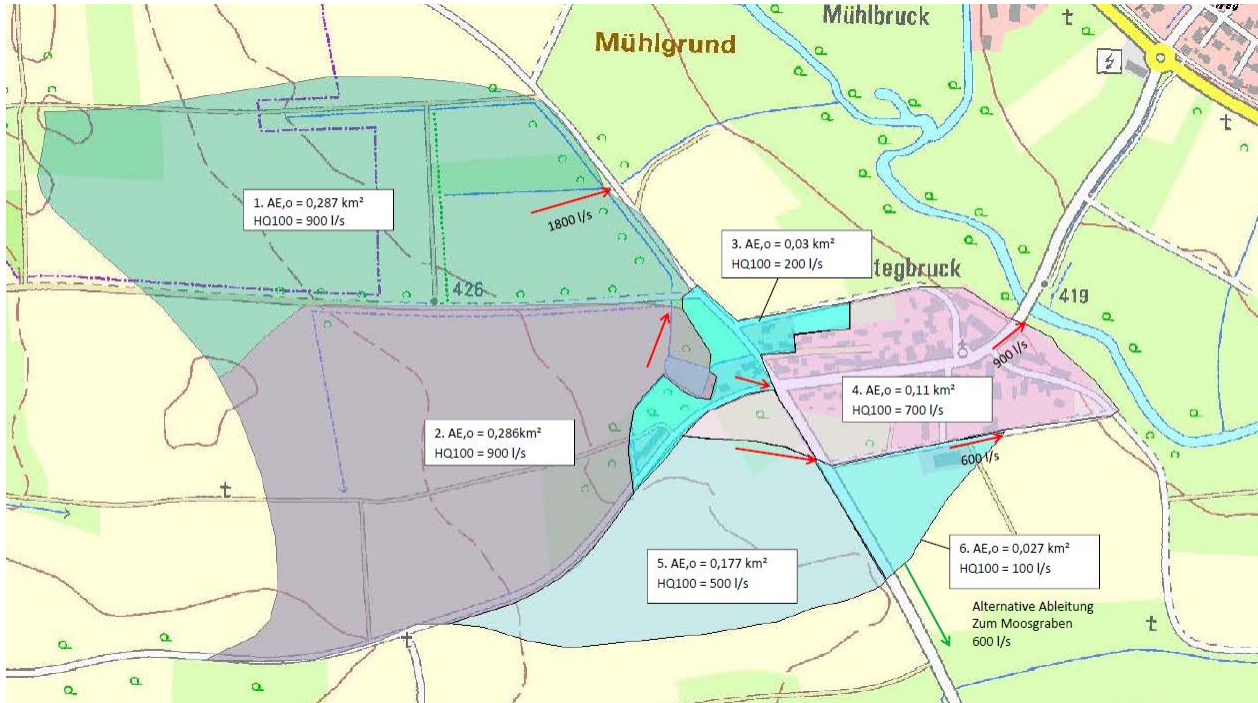
Im o.g. Baugrundgutachten wird empfohlen die Deich homogen aus schwach durchlässigen mineralischen Schichten ( $k_f \leq 10^{-8}$  m/s) herzustellen. Dabei ist auf den Einbauwassergehalt des verwendeten Materials zu achten. Bei zu hohen Wassergehalten ist eine Verbesserung mit hydraulischen Bindemitteln erforderlich. Zu Beginn der Arbeiten sind Eignungsversuche vorgesehen, in denen die Maßnahmen zur Bodenverbesserung festgelegt werden.

### **4.6 Entwässerung des Binnenbereiches**

Die Gebäude und Flächen sind an das städtische Kanalnetz angeschlossen.

## 5. Dimensionierung Oberflächenentwässerung

Übersicht der Einzugsgebiete bzw. Außeneinzugsgebiete Stegbrucks, Abflussangaben ohne Klimafaktor



### 5.1 Schöpfwerk

In vorliegendem Entwurf ist ein Schöpfwerk (Schöpfwerk) unterhalb der Straßenbrücke vorgesehen. Für jeden Deichabschnitt wird die Oberflächenentwässerung über Mulden und das Sickerwasser mit Entwässerungsleitungen einem Kanalschacht zugeführt und von da aus weiter über einen Kanal zum Schöpfwerk abgeleitet.

#### Sickerwasser:

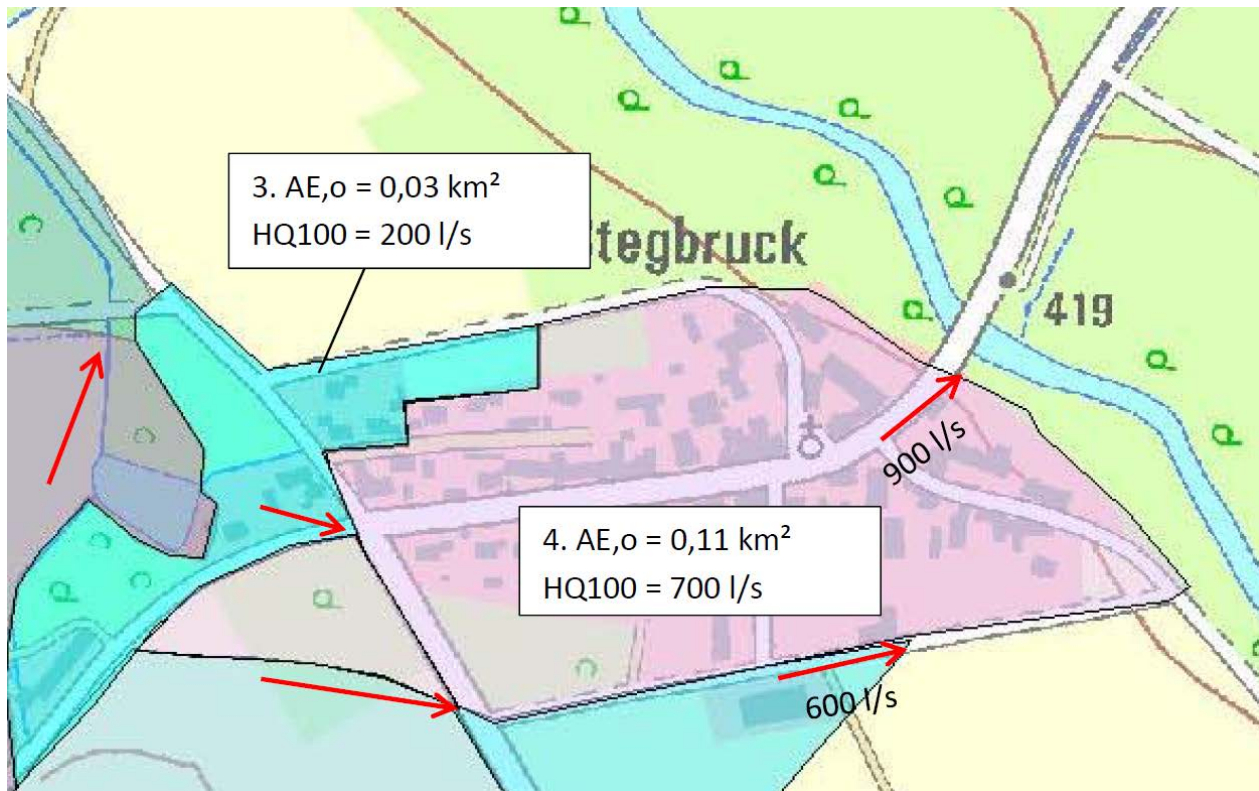
Zur Ableitung von Sickerwasser ist in der binnenseitigen Böschung beider Deichabschnitte ein Drainerohr DN 150 vorgesehen. Mit diesen Leitungen soll sichergestellt werden, dass im Hochwasserfall die Sickerlinie dauerhaft unterhalb des binnenseitigen Böschungsfußes gehalten wird. Zudem soll die unter der Entwässerungsmulde befindliche Filterpackung den binnenseitigen Grundwasserstand in der Höhe begrenzen. Laut geologischem Gutachten wurde in Stegbruck entlang der Deichtrasse bis auf den nordwestlichen Bereich kein Grundwasser angetroffen. Zudem werden stark durchlässige Schichten ausgetauscht. Daher ist im Hochwasserfall nur lokal und untergeordnet mit Qualmwasser zu rechnen.

Dieser Abfluss kann somit für die Schöpfwerksberechnung vernachlässigt werden.

#### Niederschlagswasser:



An Niederschlagswasser ist das im Bereich der Ortschaft Stegbruck sowie der auf der binnenseitigen Böschung abfließende Niederschlag abzuführen.



Aufgrund der in der jüngsten Vergangenheit stattgefundenen Starkregenereignisse in Herrieden, die teilweise sogar über dem Bemessungsregen lagen, wird ein 100-jährliches Regenereignis angesetzt. Vereinfachend wurde die Abflussmenge mit HQ-Schätzverfahren durchgeführt. Für das auf 14 ha reduzierte Einzugsgebiet ergibt sich aus den an das Schöpfwerk angeschlossenen Gebieten 3 und 4 (Anlaufzeit = 60 min, Formfaktor = 1,3 wegen hohem Anteil Siedlungsfläche, Gesamtabflussbeiwert = 0,47 bzw. 0,52, Niederschlagshöhe = 53 mm) eine Fördermenge von rund 900 l/s. Ein gleichzeitiges Auftreten dieses Regenereignisses mit einem  $HQ_{100}$ -Abfluss in der Altmühl wird als extrem unwahrscheinlich eingeschätzt. Bei noch selteneren Regenereignissen besteht die Möglichkeit zusätzlich mobile Pumpen in das Schöpfwerk einzustellen.

### Schachtbauwerk

Beide Entwässerungsleitungen münden in ein gemeinsames Schachtbauwerk. Dort sind zwei Pumpen mit einer Förderleistung von je 450 l/s vorgesehen. Die Pumpen fördern bei eingestautem Auslauf das im Schacht anfallende Wasser über eine Druckleitung in den Ableitungskanal des Regenwasserkanals, der in die Altmühl mündet.

## 5.2 Ableitung des Oberflächenwassers aus den Außeneinzugsgebieten

Für das Außeneinzugsgebiet 1 ergibt sich für einen 100-jährlichen Abfluss zzgl. Klimafaktor ca.  $1,0 \text{ m}^3/\text{s}$ . Der vorhandene Durchlass DN 800 für die Querung des Weges auf Fl.-Nr. 893 ist ausreichend groß dimensioniert. Jedoch muss der vorhandene Entwässerungsgraben auf Fl.-Nr. 884 aufgeweitet werden, um das hier anfallende Oberflächenwasser in Höhe von ca.  $600 \text{ l/s}$  ohne Ausuferungen abführen zu können.

Im weiteren Verlauf mündet der Graben in den Schwarzfeldgraben und der abzuleitende Abfluss im Graben erhöht sich um ca.  $1,0 \text{ m}^3/\text{s}$  aus dem Außeneinzugsgebiet 1. Demzufolge muss der Durchlass des Schwarzfeldgrabens auf Fl.-Nr. 904/1 unter der Gemeindeverbindungsstraße nach Hilsbach insgesamt  $2,0 \text{ m}^3/\text{s}$  fassen können. Der vorhandene Durchlass DN 600 ist folglich deutlich unterdimensioniert. Um die hydraulisch ungünstige Anströmung an diesem Durchlass zu verbessern wird bereits vor der Mündung in den Schwarzfeldgraben ein neuer Durchlass (Rahmen  $1,1 \text{ m} / 0,5 \text{ m}$ ) errichtet, welcher die ankommenden  $1,0 \text{ m}^3/\text{s}$  ableiten kann. Der vorhandene Durchlass wird ebenfalls durch einen Rahmen gleicher Größe ersetzt. Aufgrund der Höhenlage der Gräben und einer ausreichenden Überdeckung für die Straße von ca.  $1,0 \text{ m}$  werden statt Rohr- Rahmendurchlässe vorgesehen.

Der 100-jährlichen Abfluss zzgl. Klimafaktor aus den Außeneinzugsgebiet 5 und 6 ergibt sich zu ca.  $700 \text{ l/s}$ . Diese werden zunächst über einen herzustellenden ca.  $240 \text{ m}$  langen Graben auf den Grundstücken Fl.-Nr. 862/1 und 863 abgefangen und dann über einen Kanal DN 700 auf dem Grundstück Fl.-Nr. 860 sowie einem ebenso großen Durchlass im wasserseitigen Bereich des Hochwasserschuttors in Richtung Altmühl abgeführt. Für die Querung der Gemeindeverbindungsstraße nach Brünst wird wieder ein Rahmendurchlass  $1,1 \text{ m} / 0,5 \text{ m}$  erforderlich.

### Aufgestellt:

Ansbach, den 25.06.2020  
Wasserwirtschaftsamt Ansbach  
i.A.

N. Böhnemann  
Dipl. Ing. (FH)