WALD + CORBE
Ingenieurbüro für Wasserbau, Wasserwirtschaft und Tiefbau

BERATENDE INGENIEURE

REGIERUNGSPRÄSIDIUM FREIBURG

Abteilung Umwelt

Rückhalteraum Wyhl / Weisweil

Hydraulischer Nachweis

Teil B

Einzelnachweise und Dimensionierungen

für den inneren Rückhalteraum und

die binnenseitigen Anpassungsmaßnahmen

Korrektur auf Seite 14 (16.08.2023)
Änderung Abb. 15 Seite 20 (19.12.2024)

Anlage 23 b

Inhaltsverzeichnis

1 Allgemeine Erläuterungen ... 1

2 Entnahme- und Durchlassbauwerke: Hydraulische Grundlagen ... 4

2.1 Bemessung als breitkroniges Wehr ... 4

2.2 Bemessung als Durchlass ... 5

2.3 Bemessung als scharfkantiges Schütz ... 7

3 Entnahmebauwerk (BW 6.82): Hydraulische Bemessung ... 9

4 Sohlschwelle (BW 6.822): Bestimmung der Abmessungen ... 15

5 Entnahmebauwerk (BW 6.65): Leistungsfähigkeit ... 17

6 Querdamm Wyhler Rheinstraße (BW 6.66): Durchlassbauwerke ... 19

7 Entnahmebauwerk 6.80: Leistungsfähigkeit ... 23

8 Umschließungsdamm (BW 6.801): Deckwerksdimensionierung ... 24

9 Querdamm Weisweiler Rheinstraße (BW 6.67): Durchlassbauwerke ... 25

10 Gewässersystem im inneren Rückhalteraum ... 29

10.1 Teilraum I ... 29

10.2 Teilraum II ... 35

10.3 Querdamm Weisweiler Rheinstraße ... 43

11 Grundwasserhaltung (BW 6.83 – BW 6.85): Brunnen ... 48

11.1 Förderrate ... 48

11.2 Geometrischer Nachweis ... 48

11.3 Hydraulischer Nachweis ... 51

11.4 Teufe des Bohrloches ... 53

11.5 Dimensionierung der Pumpen ... 53

11.6 Übersicht über die Brunnen ... 54

12 Grundwasserhaltung (BW 6.83 – BW 6.85): Abförderleitung ... 56

13 Grundwasserhaltung (BW 6.83 – BW 6.85): Einleitungsbauwerk ... 58

14 Pumpwerk Weisweil (BW 6.87) ... 59

15 Schließenbauwerk (BW 6.872) ... 64

16 Schlutenausbau (BW 6.876 – BW 6.879): Durchlassbemessung ... 66

17 Mühlbachdüker am Leopoldskanal (BW 6.051) ... 67

18 Fließgewässermodell der binnenseitigen Fließgewässer ... 71

18.1 Modellbereich ... 71

18.2 Hydraulisches Fließgewässermodell ... 72

18.3 Randbedingungen ... 73

18.4 Berechnungsvarianten 73
18.5 Berechnungsergebnisse 74

Quellenangaben 77

Anhang 1

Anhang

1 Allgemeine Erläuterungen

Die Flutung des Rückhalteraumes Wyhl/Weisweil erfolgt durch die drei Entnahmebauwerke 6.82, 6.65 und 6.80, die im Rheinseitendamm angeordnet werden. Aus der Geometrie der Entnahmebauwerke ergibt sich die maximale Leistungsfähigkeit, die sich bei Vollöffnung der Verschlussorgane einstellen kann.

Für die Festlegung des Steuerungskonzeptes muss geprüft werden, ob das in den Rückhalteraum einfließende Wasser über die Durchlassbauwerke in den Querriegeln abgeleitet werden kann. Da die Leistungsfähigkeit der Durchlassbauwerke von den jeweiligen Ober- und Unterwasserständen abhängig ist, sind die Vorgaben bezüglich der Wasserspiegellagen oberstrom der Querriegel bei der Bemessung zu berücksichtigen.

Die geforderten Wasserspiegellagen, die bei ökologischen Flutungen zu erreichen sind, orientieren sich an den Abflussverhältnissen an der freien Rheinstrecke zwischen Plittersdorf und Maxau. Durch das zukünftige Flutungsregime des Rückhalteraumes an den Einlaufbauwerken und die Steuerung der Durchlassbauwerke sollen in den einzelnen Auezonen für die Vegetationsperiode (01.04. bis 30.09.) typische Verhältnisse bezüglich Überflutungshöhe und -dauer nachgebildet werden. Aus dieser Steuerung, die sich an der Vegetationsperiode orientiert, ergeben sich die Überschreitungstage für das Gesamtjahr. Die Zielgrößen sind nachfolgend in **Tabelle 1** zusammengefasst:

Tabelle 1 **Angestrebte Wasserstände (für Vegetationszeit) an den Querriegeln bei ökologischen Flutungen**

Q_{Rhein}	Überschreitungstage		H_{OW} (Querriegel I)	H_{OW} (Querriegel II)
[m³/s]	01.04. – 30.09 [d] (Vegetationszeit)	01.01. – 31.12. [d] (Gesamtjahr)	[m+NN]	[m+NN]
4.500			175,15	171,70
3.000	< 1	< 1	174,20	170,90
2.700			174,01 (interpoliert)	170,68 (interpoliert)
2.600	1	1,5	173,95	170,60
2.400			173,65 (interpoliert)	170,23 (interpoliert)
2.330	3	4	173,55	170,10
2.100			173,13 (interpoliert)	169,72 (interpoliert)
2.010	10	12,5	172,85	169,45
1.800			172,36 (interpoliert)	169,00 (interpoliert)
1.710	27,5	35	172,15	168,80

Übersteigt die Entnahmerate aus dem Rhein bei voll geöffneten Entnahmebauwerken die Leistungsfähigkeit der Durchlassbauwerke an den Querriegeln, muss der Zufluss in den

Rückhalteraum gedrosselt werden. Dies geschieht durch Steuerung des Entnahmebauwerkes 6.65; die Entnahmebauwerke 6.82 und 6.80 werden ungesteuert betrieben.

Werden bei voll geöffneten Entnahmebauwerken die angestrebten Wasserstände an den Querriegeln bei Vollöffnung der Verschlussorgane nicht erreicht, sind sowohl am Querriegel I als auch am Querriegel II die Wasserstände zu regulieren. Hierzu wird in beiden Querriegeln jeweils ein Durchlass (Bauwerk 6.5 im Querriegel I und Bauwerk 6.81 im Querriegel II) mit einem steuerbaren Regelorgan ausgerüstet. Mit den Schützen werden oberstrom der Querriegel die Sollwasserstände eingestellt, die aus ökologischen Gründen anzustreben sind. Die übrigen Durchlassbauwerke in den Querriegeln werden ungesteuert betrieben.

Nachfolgend sind in Abhängigkeit des Rheinabflusses die maximalen Zu- und Abflussgrößen für den Teilraum 1 aufgetragen (Tabelle 2). Je nach Verhältnis zwischen Zu- und Abfluss wird festgelegt, ob am Bauwerk 6.65 oder am Bauwerk 6.5 gesteuert werden muss.

Tabelle 2 Zu- und Abflussgrößen am Querriegel I

Rhein-abfluss	max. Zufluss Teilraum I BW 6.82 und 6.65	max. mögl. Abfluss Teilraum I BW 6.065, 6.5 und 6.063	Vergleich	Steuerung	Minimum (max. $Q_{I, zu}$ / max. $Q_{I, ab}$)
Q_{Rhein}	max. $Q_{I, zu}$	max. $Q_{I, ab}$		Bauwerk	$Q_{I, zu} = Q_{I, ab}$
[m³/s]	[m³/s]	[m³/s]			[m³/s]
4.500	75,0	104,3	$Q_{I, zu} < Q_{QR\ I}$	BW 6.5	75,0
3.000	64,2	75,2	$Q_{I, zu} < Q_{QR\ I}$	BW 6.5	64,2
2.700	57,8	68,8	$Q_{I, zu} < Q_{QR\ I}$	BW 6.5	57,8
2.600	54,6	66,6	$Q_{I, zu} < Q_{QR\ I}$	BW 6.5	54,6
2.400	48,3	56,9	$Q_{I, zu} < Q_{QR\ I}$	BW 6.5	48,3
2.330	45,6	53,4	$Q_{I, zu} < Q_{QR\ I}$	BW 6.5	45,6
2.100	37,0	38,3	$Q_{I, zu} < Q_{QR\ I}$	BW 6.5	37,0
2.010	33,0	33,0	$Q_{I, zu} = Q_{QR\ I}$		33,0
1.800	23,8	20,1	$Q_{I, zu} > Q_{QR\ I}$	BW 6.65	20,1
1.710	15,8	14,6	$Q_{I, zu} > Q_{QR\ I}$	BW 6.65	14,6

Als Ergebnis dieser Betrachtung kann aus den Tabellen abgelesen werden, dass für Rheinwasserführungen Q_{Rhein} < 2.010 m³/s der Zufluss am Entnahmebauwerk 6.65 reduziert werden muss, um die im Rückhalteraum angestrebten Wasserspiegellagen zu erreichen. Bei Abflüssen Q_{Rhein} > 2.010 m³/s kann das Entnahmebauwerk 6.65 vollständig geöffnet werden und die gewünschten Wasserstände im Rückhalteraum werden über das Durchlassbauwerk 6.5 im Querriegel I eingestellt. Der tatsächlich am Querriegel I abströmende Abfluss QI, ab dient wiederum als Eingangsgröße für die Betrachtungen zum Teilraum II. Die Zu- und Abflussgrößen am Querriegel II sind in Tabelle 3 aufgeführt.

Tabelle 3 Zu- und Abflussgrößen am Querriegel II

Rhein-abfluss	max. Zufluss Teil-raum II ($Q_{I, ab}$ + max. $Q_{6.80}$)	max. mögl. Abfluss Querriegel II ($Q_{6.32}$ + $Q_{6.12}$+ $Q_{6.81}$+ $Q_{6.34}$)	Vergleich	Steuerung	Minimum (max. $Q_{II, zu}$ / max. $Q_{II, ab}$)
Q_{Rhein}	max. $Q_{II, zu}$	max. $Q_{II, ab}$			$Q_{II, zu} = Q_{II, ab}$
[m³/s]	[m³/s]	[m³/s]		Bauwerk	[m³/s]
4.500	218,0	226,0	$Q_{II, zu} < Q_{QR\ II}$	BW 6.81	218,0
3.000	136,2	164,5	$Q_{II, zu} < Q_{QR\ II}$	BW 6.81	136,2
2.700	114,8	147,9	$Q_{II, zu} < Q_{QR\ II}$	BW 6.81	114,8
2.600	106,6	142,4	$Q_{II, zu} < Q_{QR\ II}$	BW 6.81	106,6
2.400	90,3	113,9	$Q_{II, zu} < Q_{QR\ II}$	BW 6.81	90,3
2.330	84,3	103,9	$Q_{II, zu} < Q_{QR\ II}$	BW 6.81	84,3
2.100	65,0	73,5	$Q_{II, zu} < Q_{QR\ II}$	BW 6.81	65,0
2.010	56,5	61,5	$Q_{II, zu} < Q_{QR\ II}$	BW 6.81	56,5
1.800	33,1	37,3	$Q_{II, zu} < Q_{QR\ II}$	BW 6.81	33,1
1.710	22,9	27,0	$Q_{II, zu} < Q_{QR\ II}$	BW 6.81	22,9

Die hydraulischen Nachweise der einzelnen Entnahme- und Durchlassbauwerke, die in den **Kapiteln 3 bis 9** geführt werden, basieren auf den Bemessungsformeln, die in **Kapitel 2** vorgestellt werden, und hydraulisch-numerischen Strömungsberechnungen.

Die Ergebnisse der zweidimensionalen Strömungssimulation des IB Ludwig / 15 / können bei der Bauwerksdimensionierung nur im oberen Abflussbereich verwendet werden, da das 2D-Modell für die Betrachtung und Berechnung großflächiger Überflutungen im Rückhalteraum aufgestellt und geeicht wurde. Im unteren Abflussspektrum, wenn sich das Abflussgeschehen auf die einzelnen Gewässer aufteilt, werden die Ergebnisse des 2D-Modells insbesondere in Bauwerksnähe ungenau.

Um Detailinformationen über die Wasserstands-Abfluss-Beziehungen im Unterwasser der Entnahme- und Durchlassbauwerke zu erhalten, die für die Bemessung der Bauwerke von Bedeutung sind, wurden zusätzlich eindimensionale Strömungsmodelle aufgebaut (**Kapitel 10**). Mit deren Hilfe wurden die Unterwasserstände an den Bauwerken bei kleineren Abflussgrößen rechnerisch bestimmt.

2 Entnahme- und Durchlassbauwerke: Hydraulische Grundlagen

Bei der Berechnung der Leistungsfähigkeit der Entnahme- und Durchlassbauwerke sind unterschiedliche Betriebszustände zu unterscheiden.

2.1 Bemessung als breitkroniges Wehr

Bei niedrigen Ober- und Unterwasserständen werden die Entnahme- und Durchlassbauwerke in ihrer hydraulischen Wirkung breitkronigen Wehren gleichgesetzt, solange die Grenzabflusstiefe y_{gr} kleiner als die Stollenhöhe H ist (**Abbildung 1**).

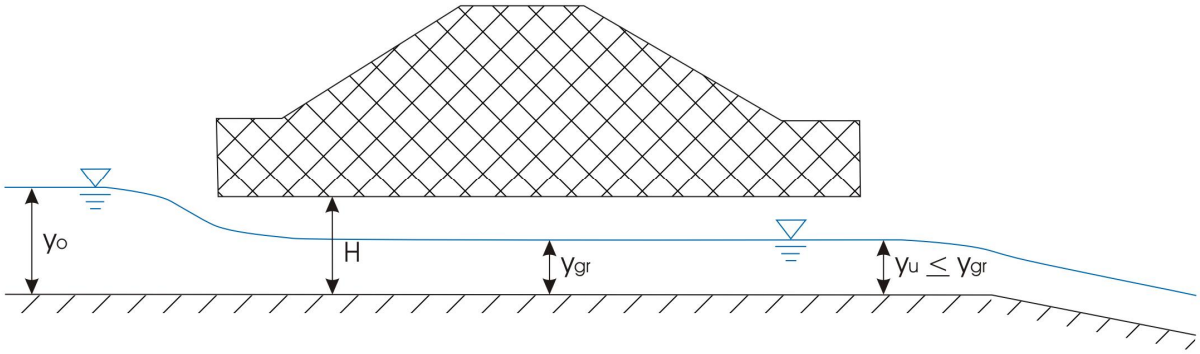


Abbildung 1 Bemessung als breitkroniges Wehr

Die Leistungsfähigkeit wird mit der Formel für den vollkommenen Wehrüberfall nach / 1 / ermittelt:

$$Q = \frac{2}{3} \cdot \mu \cdot B \cdot \sqrt{2 \cdot g} \cdot y_o^{3/2} \qquad (1)$$

Dabei gehen folgende Parameter in die Berechnung ein:

μ = 0,5	Überfallbeiwert für breitkronige Wehre nach / 1 /
B	lichte Bauwerksbreite
g	Erdbeschleunigung
y_O	Überfallhöhe als Differenz aus Oberwasserstand und Sohlhöhe

Steigt der Wasserspiegel im Unterwasser auf Werte von $y_u \geq 0{,}8 \cdot y_o$ an, bildet sich unvollkommener Überfall aus und die Leistungsfähigkeit des Bauwerkes geht zurück. Der Durchfluss berechnet sich dann unter Berücksichtigung des Abminderungsfaktors σ nach **Abbildung 2** zu

$$Q = \sigma \cdot \frac{2}{3} \cdot \mu \cdot B \cdot \sqrt{2 \cdot g} \cdot y_o^{3/2} \qquad (2)$$

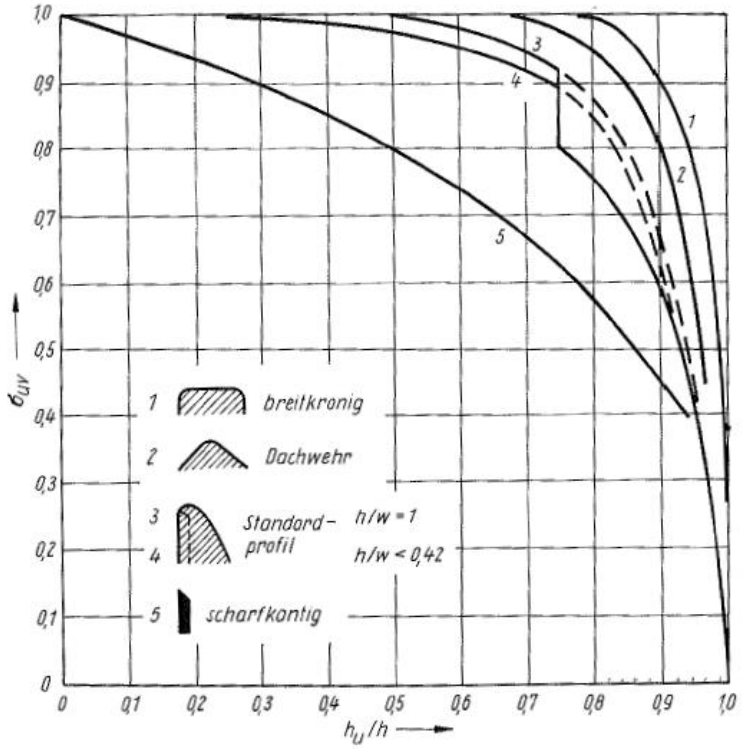


Abbildung 2 Abminderungsfaktor σ nach / 1 /

Da sich im Bauwerksbereich Grenzabfluss mit der Grenztiefe ygr einstellt, behalten die genannten Formeln ihre Gültigkeit, bis der Wasserspiegel die Decke des Durchlasses erreicht: y_{gr} = H. Aus der Grenzbedingung

$$y_{gr} = \sqrt[3]{\frac{Q^2}{B^2 \cdot g}} = H \qquad (3)$$

lässt sich der zugehörige Durchfluss ableiten. Bei höheren Durchflüssen wird das Bauwerk bei ungesteuerter Ausführung als Durchlass betrachtet. Im Übergangsbereich mit $y_{gr} \approx H$ ist mit kleineren Abweichungen der tatsächlichen Leistungsfähigkeit von der rechnerisch bestimmten Durchflusskapazität zu rechnen.

2.2 Bemessung als Durchlass

Nimmt der Durchfluss durch das Bauwerk zu, übersteigt ab einem bestimmten Wert die kritische Abflusstiefe y_{gr} die Höhe des Durchlasses H. Im Bauwerksbereich tritt Druckabfluss auf und das System wird hydraulisch als Durchlass behandelt. Je nach Höhe des Unterwasserstandes werden zwei Fälle unterschieden: Bei niedrigem Unterwasserspiegel mit $y_u < H$ ist die Wassertiefe am Austrittsquerschnitt gleich der Stollenhöhe H (**Abbildung 3).** Liegt der Unterwasserstand über der Decke des Durchlasses, stellt sich am Austrittsquerschnitt die Wassertiefe y_u ein (**Abbildung 4**).

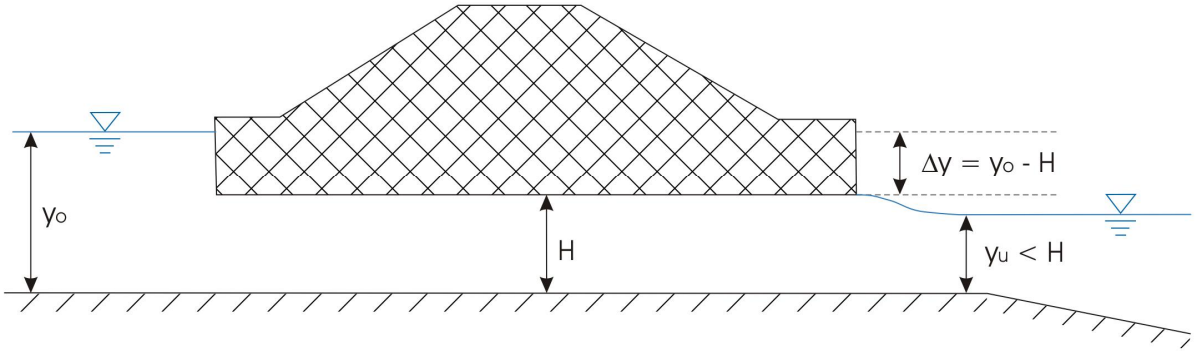


Abbildung 3 Bemessung als Durchlassbauwerk (y_u < H)

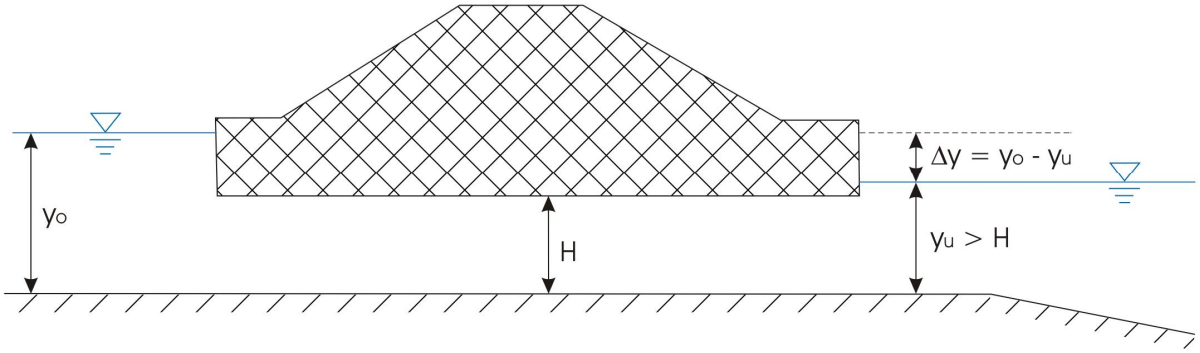


Abbildung 4 Bemessung als Durchlassbauwerk (y_u > H)

Bei der Berechnung der Leistungsfähigkeit werden die bisher vernachlässigten hydraulischen Verluste

$$h_v = \Delta y = \zeta_{ges} \cdot \frac{v^2}{2 \cdot g} \tag{4}$$

berücksichtigt. Setzt man in die Formel die Fließgeschwindigkeit $v = Q/A = Q/(B \cdot H)$ ein, lässt sich die Gleichung nach Q auflösen und man erhält:

$$Q = B \cdot H \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot g \cdot \Delta y}{\zeta_{ges}}} \tag{5}$$

Folgende Parameter gehen in die Formel ein:

B	lichte Bauwerksbreite
H	lichte Bauwerkshöhe
Δy	Wasserspiegeldifferenz am Austrittsquerschnitt
ζ_{ges} = 1,39	Gesamtverlustbeiwert Polder Altenheim (Modellversuch)

Für die Durchlassbauwerke im Polder Altenheim wurden Modellversuche durchgeführt und für die dort untersuchten Bauwerksgeometrien die Summe der Verlustbeiwerte zu ζ_{ges} = 1,39 ermittelt. Dieser Verlustbeiwert wird nun in guter Näherung für alle geometrisch ähnlichen Bauwerke angesetzt, da sie eine bessere Annahme darstellen als die Addition von Einzelverlusten aus der Fachliteratur.

Die genannten Formeln gelten insbesondere für die ungesteuerten Entnahme- und Durchlassbauwerke bei höheren Wasserführungen. Die steuerbaren Durchlässe werden dagegen nach **Kapitel 2.3** bemessen.

2.3 Bemessung als scharfkantiges Schütz

Bei den steuerbaren Durchlassbauwerken kann der Durchfluss mit einem verstellbaren Schütz reguliert werden, wenn die Grenzabflusstiefe y_{gr} größer als die Schützöffnung s ist ($y_{gr} > s$). Es wird zwischen freiem und rückgestautem Abfluss unterschieden. In **Abbildung 5** ist eine Systemskizze mit freier Abflussmöglichkeit im Unterwasser dargestellt.

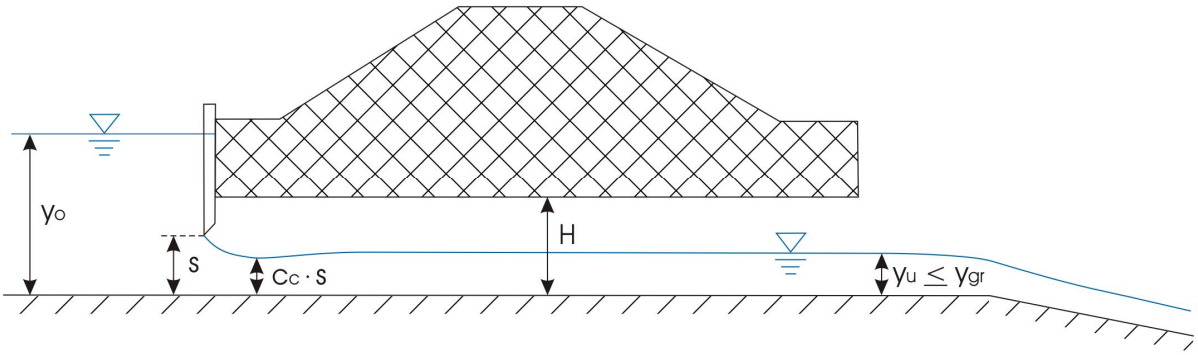


Abbildung 5 Bemessung als Freispiegelschütz mit freiem Abfluss

Freispiegelschütz mit freiem Abfluss

Bei Freispiegelschützen mit freiem Abfluss wird die Leistungsfähigkeit mit der Formel für scharfkantige Schütze ermittelt / 2 /:

$$Q = c_q \cdot s \cdot B \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot y_0} \tag{6}$$

Folgende Parameter gehen in die Berechnung ein:

c_q	Abflussbeiwert
s	Schützöffnung
B	lichte Bauwerksbreite
H	lichte Bauwerkshöhe
g	Erdbeschleunigung
y_O	Wassertiefe im Oberwasser

Zur Ermittlung des Abflussbeiwertes c_q wird zunächst in Abhängigkeit von s und y_0 der Kontraktionsbeiwert c_c für senkrechte Planschütze bestimmt. Es gilt / 2 /:

$$c_c = \frac{1}{1 + 0{,}64 \cdot \sqrt{1 - (s/y_0)^2}} \quad \text{und} \quad c_q = \frac{c_c}{\sqrt{1 + c_c \cdot s/y_0}} \tag{7}$$

Freispiegelschütz mit rückgestautem Abfluss

Wächst die Wassertiefe im Unterwasser des Durchlassbauwerkes über einen Wert y_2 an, stellt sich rückgestauter Abfluss ein / 1 /:

$$y_2 = y_1 \cdot \frac{1}{2} \cdot \left(\sqrt{1 + \frac{8 \cdot v_1^2}{g \cdot y_1}} - 1 \right) = \frac{c_c \cdot s}{2} \cdot \left(\sqrt{1 + \frac{16 \cdot y_0}{c_c \cdot s \cdot \left(1 + \frac{c_c \cdot s}{y_0}\right)}} - 1 \right) \tag{8}$$

Durch den Rückstau reduziert sich die Abflussleistung des Bauwerkes und es gilt:

$$Q = \kappa \cdot c_q \cdot s \cdot B \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot y_0} \tag{9}$$

Der Abminderungsfaktor κ ist dabei abhängig vom Ober- und Unterwasserstand am Bauwerk sowie der Schützöffnung und wird nach folgender Beziehung ermittelt:

$$\kappa = \sqrt{\left(1 + \frac{c_c \cdot s}{y_0}\right) \cdot \left\{ \left[1 - 2 \cdot \frac{c_c \cdot s}{y_0} \cdot \left(1 - \frac{c_c \cdot s}{y_2}\right)\right] - \sqrt{\left[1 - 2 \cdot \frac{c_c \cdot s}{y_0} \cdot \left(1 - \frac{c_c \cdot s}{y_2}\right)\right]^2 + \left(\frac{y_2}{y_0}\right)^2 - 1} \right\}} \tag{10}$$

3 Entnahmebauwerk (BW 6.82): Hydraulische Bemessung

Das geplante Entnahmebauwerk BW 6.82 liegt auf Höhe von Rhein-km 241,600 am rechten Flussufer. In Fließrichtung des Rheins gesehen ist es das erste der drei Entnahmebauwerke des Rückhalteraumes Wyhl/Weisweil. Die dort gültige Beziehung zwischen Abfluss und Wasserstand ist in **Abbildung 6** dargestellt.

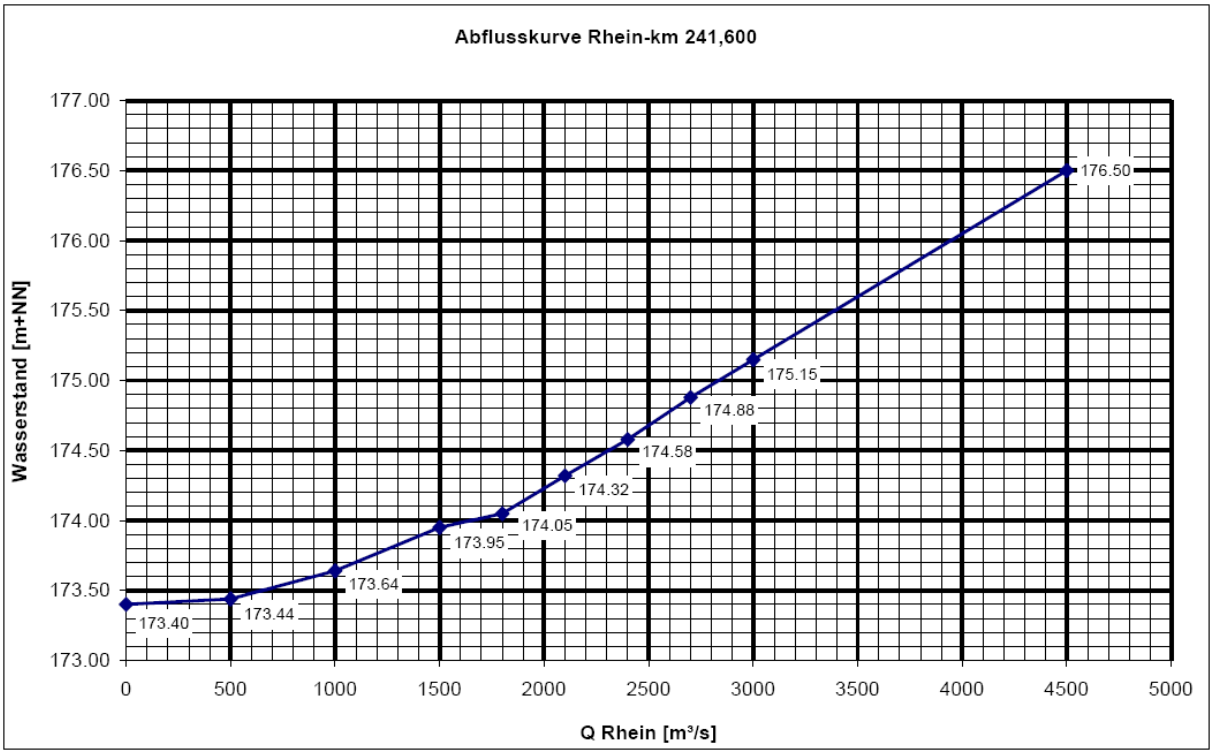


Abbildung 6 Abflusskurve bei Rhein-km 241,600

Um die Schluten im Rückhalteraum auch bei Niedrigwasserführungen im Rhein zu beschicken und um eine permanente Durchströmung des dortigen Gewässersystems zu erwirken, wird die Entnahmestelle für Q_{Rhein} < 1.550 m³/s vom existierenden Entnahmebauwerk 6.65 nach oberstrom an das Entnahmebauwerk 6.82 verlegt. Bei der Bemessung sind zwei Betriebsfälle zu betrachten, nach denen das neue Bauwerk zu gestalten ist:

1. **Normalbetrieb**: Die Summe der jährlichen Wasserentnahmen am Bauwerk 6.82 darf die bisher genehmigte Entnahmemenge am BW 6.65 nicht überschreiten. Hierfür sind die Abflüsse Q_{Rhein} < 1.550 m³/s relevant.

2. **Betrieb des Rückhalteraumes**: Bei $Q_{Rhein} \geq$ 1.550 m³/s beginnen die ökologischen Flutungen des Rückhalteraumes. Für diese Lastfälle ist die Leistungsfähigkeit des Entnahmebauwerkes auszulegen.

1. Normalbetrieb (Q_{Rhein} < 1.550 m³/s)

Im Normalbetrieb wird derzeit am Entnahmebauwerk 6.65 dauerhaft Wasser in den Rückhalteraum eingeleitet. Bei Abflüssen im Rhein von Q_{Rhein} < 1.550 m³/s werden bis zu Q_{Ent} = 2,0 m³/s entnommen. Die genehmigte Entnahmemenge soll zukünftig nicht mehr über das Entnahmebauwerk 6.65, sondern über das weiter oberstrom liegende Entnahmebauwerk 6.82 in den Rückhalteraum fließen.

Für die Dimensionierung wurde daher das Entnahmereglement (Textsammlung „Ausbau des Oberrheins zwischen Basel und Straßburg“, grüne Mappe) für die Rheinwasserentnahme bei Rhein-km 237,74 und Rhein-km 243,45 ausgewertet. Dabei wurde die Dauerlinie des Pegels Basel Rheinhalle zu Grunde gelegt, die auf der Zeitreihe von 1950 – 2001 basiert und die Unterschreitungsdauern am Eingang in die Kraftwerkskette anzeigt. Die Dauerlinie ist in **Abbildung 7** dargestellt.

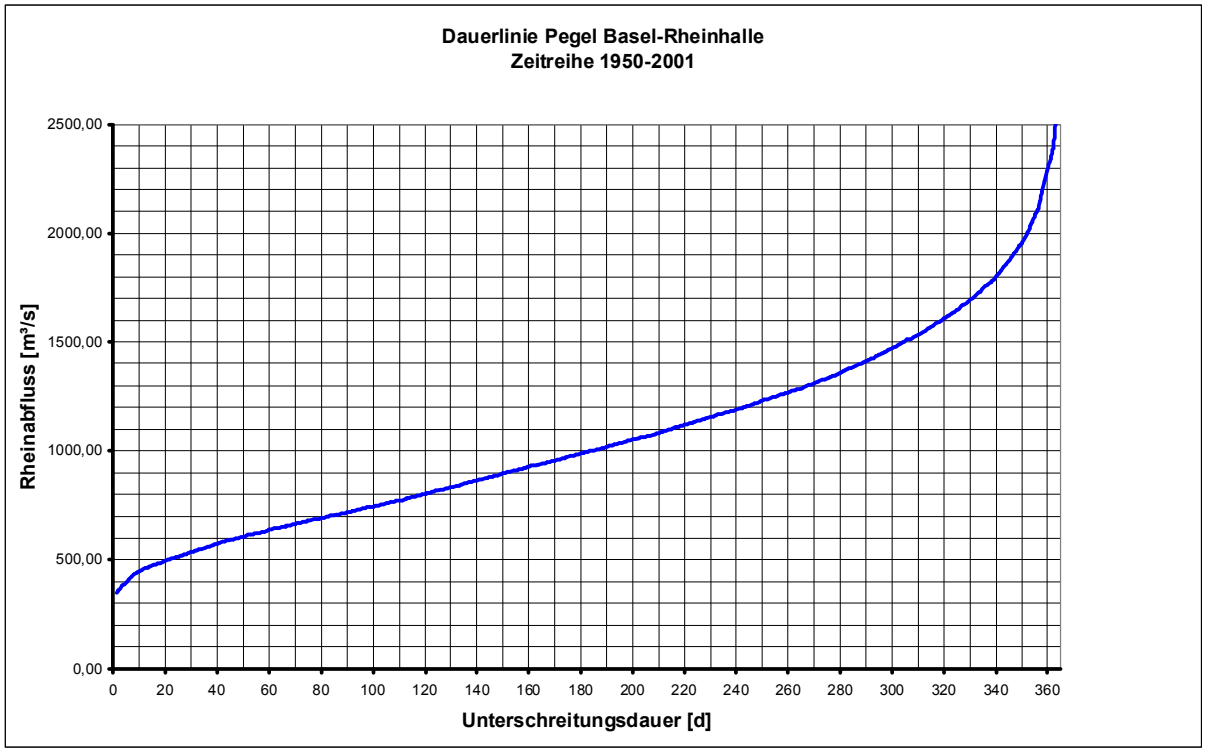


Abbildung 7 Dauerlinie Pegel Basel Rheinhalle (Quelle: RP Freiburg)

Durch Integration der genehmigten Rheinwasserentnahme unter Berücksichtigung der dem jeweiligen Abfluss zuzuordnenden Dauer konnte das jährliche Entnahmevolumen gemäß **Tabelle 4** bestimmt werden.

Tabelle 4 **Berechnung des bisher genehmigten Entnahmevolumens am BW 6.65**

Q_{Rhein} [m³/s]	Q_{Ent} [m³/s]	Dauer [d]	Entnahmevolumen [10³ m³]
0	0,5	1	
800	0,5	119	5.098
800	1,0	119	
1.400	1,0	287	14.515
1.400	2,0	287	
1.500	2,0	305	3.110
1.500	2,0	305	
1.550	2,0	312	1.210
Entnahmesumme			**23.933**

Das Entnahmereglement am geplanten Entnahmebauwerk 6.82 war auf das genehmigte Entnahmevolumen von ca. 23.900 x 10³ m³ abzustimmen. Um den Durchfluss durch das Entnahmebauwerk bei Niedrigwasserabflüssen zu kontrollieren, wurde im Unterwasser eine Schwelle mit einer Höhenkote der Oberkante von 173,00 m+NN und einer hydraulisch wirksamen Breite von B = 1,0 m angeordnet. Mit diesen Eingangsgrößen kann die neue Entnahmeregel für verschiedene Rheinwasserführungen nach Gleichung (1) ermittelt werden (**Tabelle 5**).

Tabelle 5 **Berechnung des geplanten Entnahmevolumens am BW 6.82**

Q_{Rhein} [m³/s]	WSP_{Rhein} [m+NN]	$Q_{6.82}$ [m³/s]	Dauer [d]	Entnahmevolumen [10³ m³]
0	173,40	0,4	1	
500	173,44	0,5	21	779
1.000	173,64	0,9	184	9.446
1.500	173,95	1,5	305	12.310
1.550	173,97	1,6	312	931
Entnahmevolumen				**23.466**

Das geplante Entnahmevolumen am Bauwerk 6.82 ist mit ca. 23.500 x 10³ m³ geringfügig kleiner als die bisherige Entnahmesumme am Bauwerk 6.65. In **Abbildung 8** sind die beiden Reglements graphisch aufbereitet.

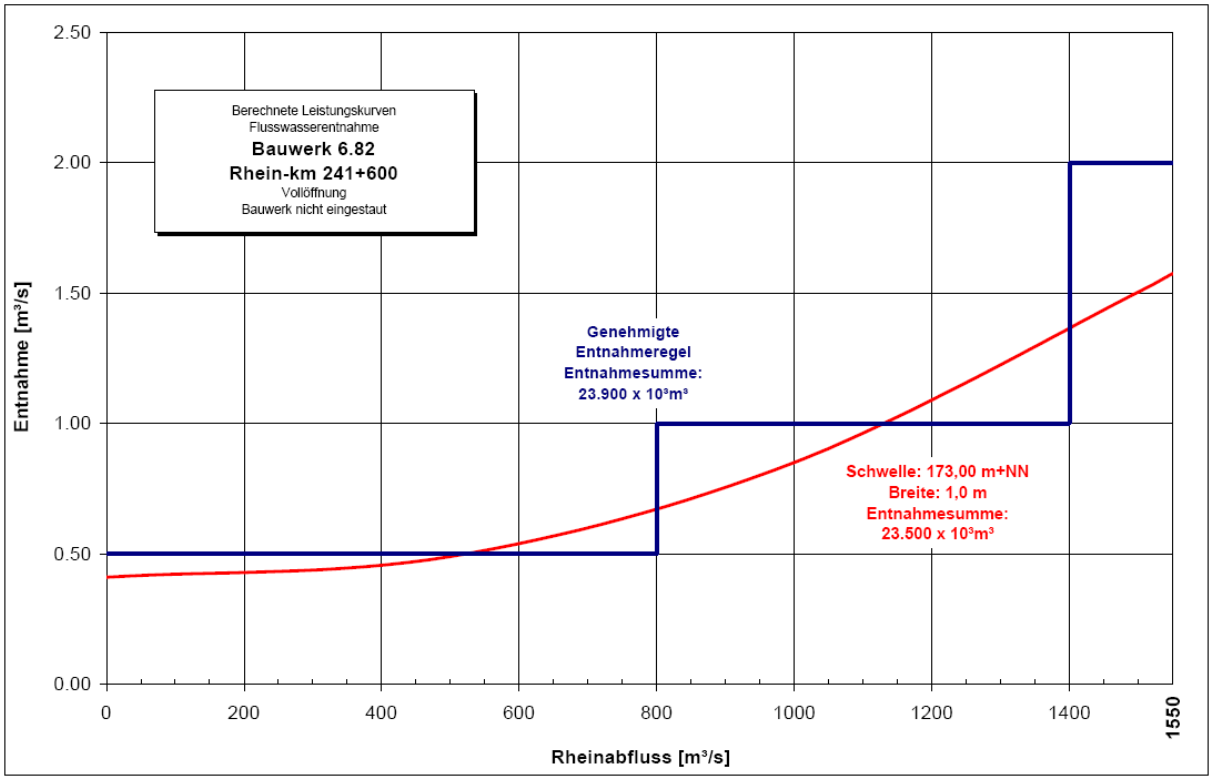


Abbildung 8 Gegenüberstellung genehmigte und geplante Entnahmeregel

Die blaue Treppenfunktion markiert die alte Entnahmeregel. Die rote Kurve aus dem Diagramm in **Abbildung 8** stellt die neue Entnahmeregel dar, die für den zukünftigen Betrieb des Bauwerkes 6.82 zur Genehmigung beantragt wurde.

2. Betrieb des Rückhalteraumes ($Q_{Rhein} \geq 1.550$ m³/s)

Bei Rheinwasserführungen von $Q_{Rhein} \geq 1.550$ m³/s beginnen die regelmäßigen (ökologischen) Flutungen des Rückhalteraumes. Da das Entnahmebauwerk 6.82 nicht gesteuert wird, nimmt der Durchfluss mit steigendem Wasserspiegel auf der Rheinseite kontinuierlich zu. Bei kleinen Wasserführungen liegt die Abflusskontrolle bei der Schwelle, die im Unterwasser des Entnahmebauwerkes angeordnet ist. Mit zunehmendem Durchfluss verliert die Schwelle an Wirkung und das Bauwerk übernimmt die Abflusskontrolle.

Eine hydraulische Überprüfung mit einem eindimensionalen hydrodynamisch-numerischen Strömungsmodell (1D-HN-Modell) hat gezeigt, dass die Schwelle bei Rheinabflüssen von $Q_{Rhein} \geq 3.000$ m³/s kaum Einfluss auf dass Abflussgeschehen nimmt.

Mit Hilfe des 1D-HN-Modells wurden daraufhin die Entnahmeraten Q_{Ent} ermittelt, die sich bei Betrieb des Rückhalteraumes als Durchflussgröße am Bauwerk 6.82 für Abflüsse zwischen 1.800 m³/s $\leq Q_{Rhein} \leq$ 3.000 m³/s einstellen. Die Ergebnisse sind in **Tabelle 6** zusammengefasst.

Tabelle 6 **Berechnete und interpolierte Entnahmeraten Q_{Ent} am BW 6.82 aus 1D-Modell**

Q_{Rhein} [m³/]	WSP $_{Rhein}$ (Abb. 6) [m+NN]	WSP $_{RHR}$ (ber.) [m+NN]	$Q_{6.82}$ [m³/s]
1.710			1,7 (int.)
1.800	174,05	173,75	1,8 (ber.)
2.010			3,1 (int.)
2.100	174,32	174,09	3,7 (ber.)
2.330			5,6 (int.)
2.400	174,58	174,27	6,2 (ber.)
2.600			8,3 (int.)
2.700	174,88	174,50	9,4 (ber.)
3.000	175,15	174,71	12,1 (ber.)

Auf Grund der beginnenden Ausuferungen im Unterwasser des Entnahmebauwerkes 6.82 kann das 1D-Modell als Werkzeug zur Bewertung der Strömungsverhältnisse im Teilraum I nicht mehr eingesetzt werden. Da die Schwelle im Unterwasser des Entnahmebauwerkes für $Q_{Rhein} \geq 3.000$ m³/s hydraulisch nicht mehr wirksam ist, kann die Leistungsfähigkeit für den Abflussbereich von Q_{Rhein} = 3.000 bis 4.500 m³/s nach den Grundsätzen aus **Kapitel 2** berechnet werden. In **Abbildung 9** sind die zugehörigen Leistungskurven zusammengestellt, die sich für die lichten Bauwerksabmessungen B x H = 3,0 x 1,8 m und den Verlustbeiwert für einen scharfkantigen Einlauf ζ_{ges} = 1,8 ergeben. Der eingetragene Wasserspiegel wurde den 2-dimensionalen Wasserspiegelberechnungen des IB Ludwig entnommen.

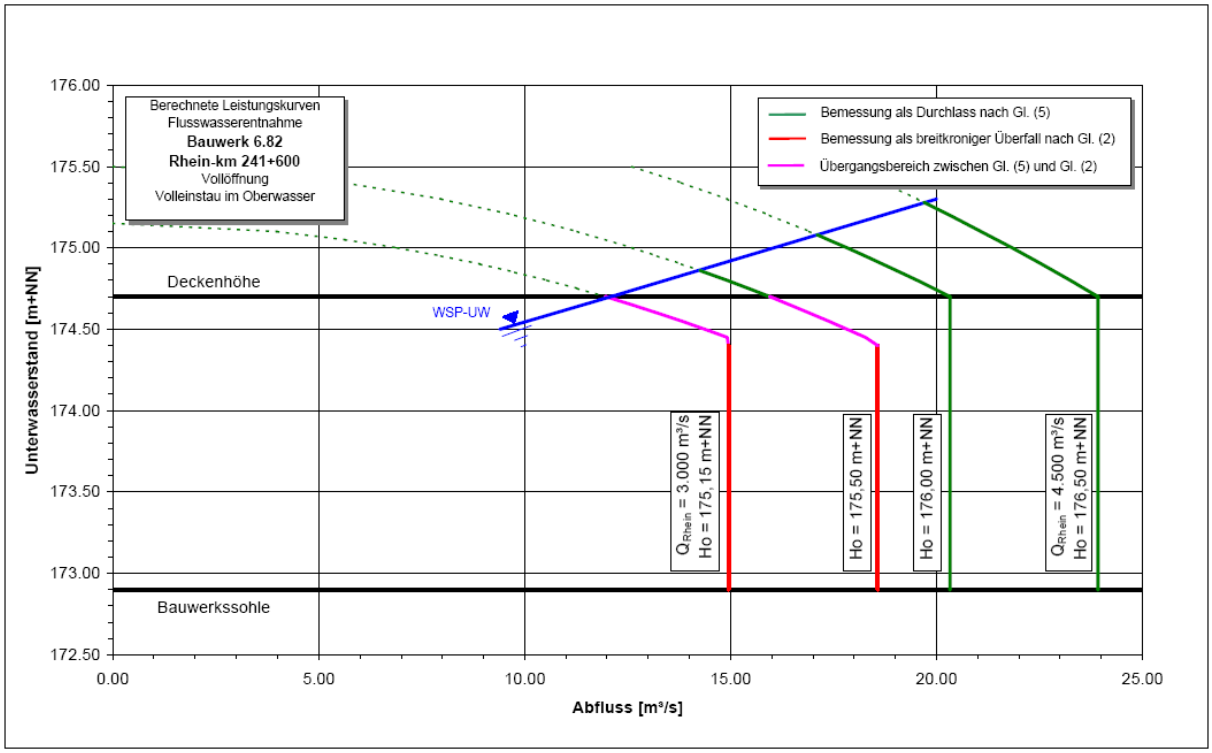


Abbildung 9 **Leistungskurven Q_{Ent} = f (UW-Stand) am BW 6.82**

Das Wertepaar für Q_{Rhein} = 3.000 m³/s bestehend aus Abfluss und Unterwasserstand, das aus **Abbildung 9** entnommen werden kann, passt sehr gut mit den Ergebnissen der numerischen Berechnung (vgl. **Tabelle 6**) überein. Die mit den Leistungskurven in **Abbildung 9** ermittelten Entnahmeraten für $Q_{Rhein} \geq$ 3.000 m³/s sind in **Tabelle 7** aufgeführt.

Tabelle 7 **Berechnete Entnahmeraten Q_{Ent} bei Hochwasserabflüssen entspr. Kapitel 1**

Q_{Rhein} [m³/s]	WSP $_{Rhein}$ [m+NN]	WSP $_{RHR}$ [m+NN]	$Q_{6.82}$ [m³/s]
3.000	175,15	174,70	12,0
4.500	176,50	175,27	19,8

Die Entnahmeraten für das gesamte Abflussspektrum am Bauwerk 6.82 sind in **Abbildung 10** graphisch aufbereitet und zusammengefasst. Für das Abflussspektrum zwischen Q_{Rhein} = 1.800 m³/s und Q_{Rhein} = 3.000 m³/s sind zusätzlich die sich im Bauwerk einstellenden Fließgeschwindigkeiten dargestellt, die sich aus den numerischen Berechnungen ergeben.

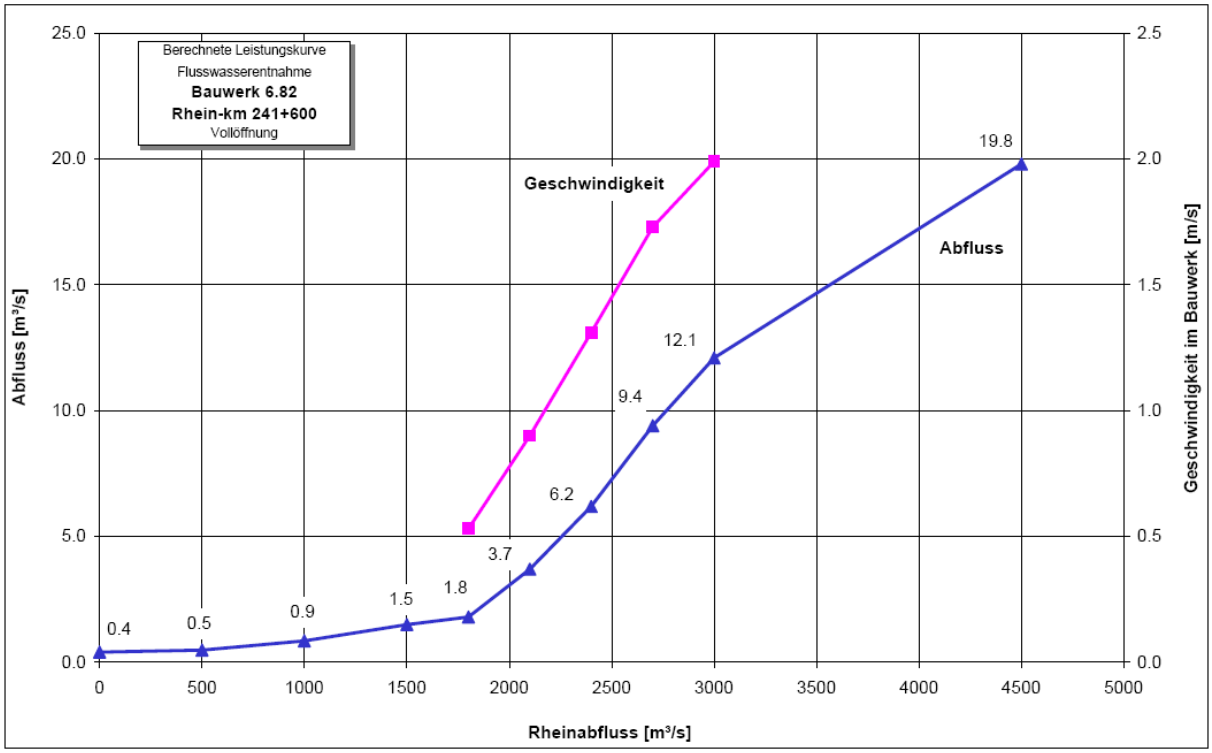


Abbildung 10 **Leistungskurven Q_{Ent} = f (Q_{Rhein})**

Setzt man als Grenzwert für die ökologische Durchwanderbarkeit des Bauwerks eine Fließgeschwindigkeit von 2,0 m/s an / 11 /, so ist diese, wie **Abbildung 10** zeigt, bis zu Rheinabflüssen von ca. Q_{Rhein} = 3.000 m³/s gegeben.

4 Sohlschwelle (BW 6.822): Bestimmung der Abmessungen

Festlegung der Abflussaufteilung

Gemäß der Stichtagsmessung vom 06.11.2003 beträgt die Summe der Abflüsse an den Bauwerken 6.021 und 6.26 im Ist-Zustand Q = 2,20 m³/s. Der korrespondierende Wasserstand im Unterwasser von Bauwerk 6.021 beträgt 173,03 m+NN. Der Abflussanteil durch Bauwerk 6.26 wurde zu Q = 0,71 m³/s bestimmt (**Abbildung 11**).

Die vorhandene Abflussaufteilung in den Rheinseitengraben und den Altrheinzug soll für den Bemessungswert von Q = 2,20 m³/s auch in Zukunft beibehalten werden. Der Abfluss, der durch das Entnahmebauwerk (BW 6.82) in den Rückhalteraum eingeleitet wird, strömt im Planzustand der Schlut (BW 6.821) zu und teilt sich an der Schwelle BW 6.822 folgendermaßen auf (**Abbildung 11**):

- Abfluss in den Rheinseitengraben in Richtung Bauwerk 6.26: Q = 0,7 m³/s
- Abfluss im Altrheinzug in Richtung Wyhler Rheinstraße: Q = 1,5 m³/s

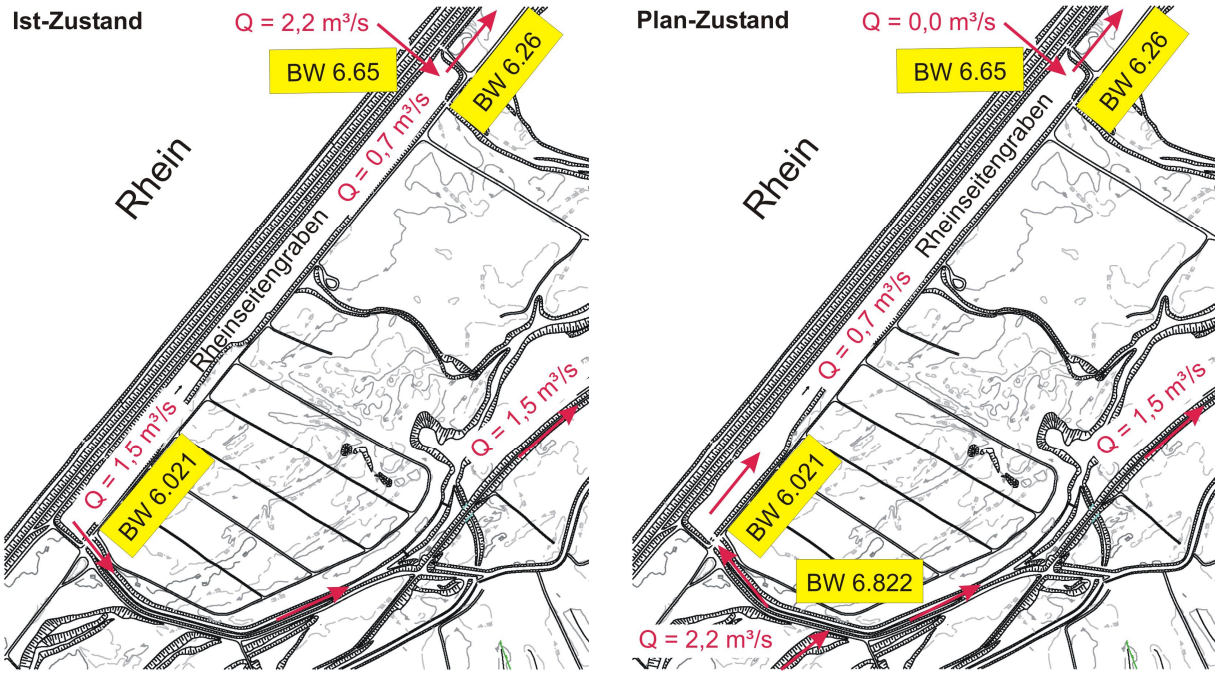


Abbildung 11 Abflussaufteilung am Bauwerk BW 6.822 im Ist- bzw. Plan-Zustand

Die zugehörigen Wasserspiegellagen im Altrheinzug (Grienwasser) wurden numerisch ermittelt. Die Vorgehensweise ist in **Kapitel 10** dokumentiert. Die Wasserspiegellängsschnitte des Grienwassers im Planungszustand können **Abbildung 29** und **Abbildung 30** entnommen werden.

Bemessung der Schwelle

Die Sohlhöhe im Bereich der geplanten Schwelle wird aus den vermessenen Querprofilen des Altrheins bei Station 7+775 und Station 7+355 (Vermessung Achse 19) interpoliert:

$H_{Sohle\ Altrhein(7+755)}$ = 172,48 m+NN und $H_{Sohle\ Altrhein(7+355)}$ = 172,05 m+NN

Der Abstand zwischen Station 7+755 und 7+355 beträgt gemäß der Vermessung von Achse 19 L = 582,40 m. Die Schwelle wiederum ist L = 167,42 m von Station 7+755 entfernt. Daraus ergibt sich eine Sohlhöhe im Bereich der Schwelle (BW 6.822) von

$$H_{Sohle,\ BW\ 6.822} = 172{,}48 - \left(\frac{172{,}48 - 172{,}05}{582{,}40} \cdot 167{,}42 \right) = 172{,}36\ \ m + NN$$

Die Breite der Schwelle wird der Breite des Altrheins am geplanten Standort gleichgesetzt. Aus den Befliegungsdaten wird der Wert B = 4,25 m abgelesen. Aus der Überfallformel nach Poleni in Gleichung (1) kann die gesuchte Überfallhöhe abgeleitet werden. Der Überfallbeiwert wird mit μ = 0,55 in Ansatz gebracht / 3 /.

$$y_o = \left(\frac{3 \cdot Q}{2 \cdot \mu \cdot B \cdot \sqrt{2g}} \right)^{2/3} = 0{,}36\ \ m$$

Unter der Maßgabe, dass der Wasserspiegel über der Schwelle näherungsweise demjenigen bei Bauwerk 6.021 im heutigen Zustand entspricht, ergibt sich die Schwellenoberkante zu:

$$OK_{Schwelle,\ BW\ 6.822} = WSP_{UW\ BW\ 6.021} - y_o = 172{,}67\ \ m + NN$$

5 Entnahmebauwerk (BW 6.65): Leistungsfähigkeit

Die Leistungsfähigkeit des Entnahmebauwerkes 6.65 bei Rhein-km 243,450 wurde in hydraulischen Modellversuchen / 14 / ermittelt. Das hydraulische Kennfeld des Bauwerkes bei Vollöffnung beider Schütze ist in Abbildung 12 dargestellt.

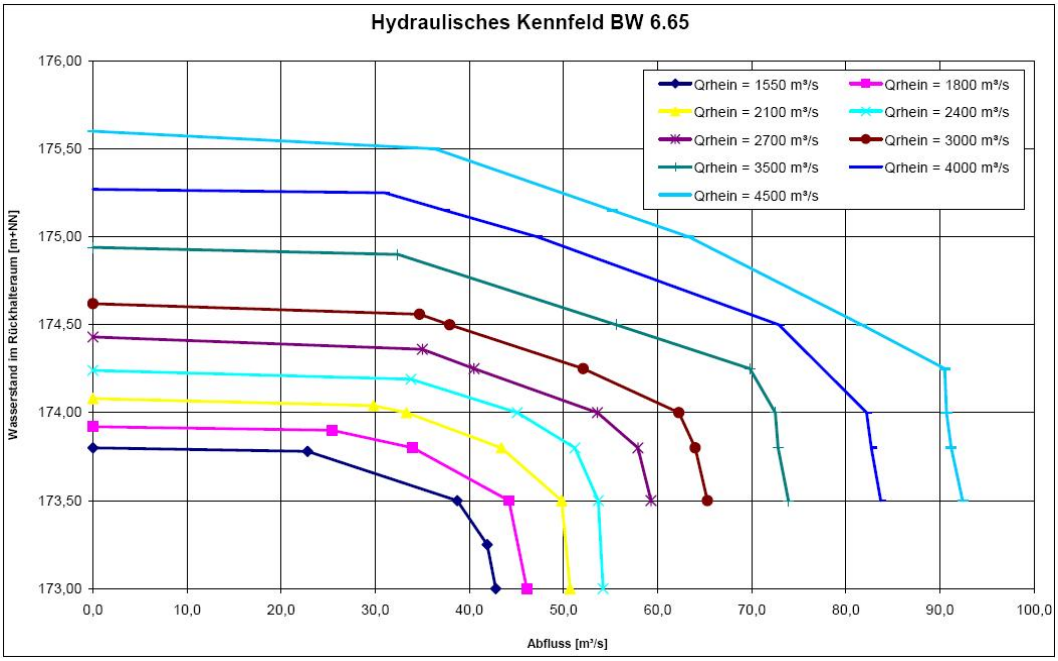


Abbildung 12 Hydraulisches Kennfeld des Entnahmebauwerkes 6.65 / 14 /

Wie aus **Kapitel 1** hervorgeht wird die Entnahmerate am Bauwerk 6.65 bei ökologischen Flutungen bis zu Rheinwasserführungen von Q_{Rhein} < 2.010 m³/s gedrosselt. Bei Abflüssen Q_{Rhein} > 2.010 m³/s werden die Verschlüsse vollständig geöffnet. Die rechnerisch ermittelten Abflussgrößen sind in **Tabelle 8** aufgeführt.

Tabelle 8 Entnahmeraten am Bauwerk 6.65 bei Hochwasserabflüssen

Q_{Rhein} [m³/s]	Entnahme max. $Q_{6.65}$ [m³/s]	Entnahme $Q_{6.65}$ ($Q_{I,\,ab}$ (Tab. 2) – $Q_{6.82}$ (Tab. 6)) [m³/s]	Schützöffnung s [m]
4.500	55,2 (/ **14** /)	55,2	3,00 (offen)
3.000	52,1 (/ **14** /)	52,1	3,00 (offen)
2.700	48,4 (/ **14** /)	48,4	3,00 (offen)
2.600	46,3 (/ **14** /)	46,3	3,00 (offen)
2.400	42,1 (/ **14** /)	42,1	3,00 (offen)
2.330	40,0 (/ **14** /)	40,0	3,00 (offen)
2.100	33,3 (/ **14** /)	33,3	3,00 (offen)
2.010	29,9 (/ **14** /)	29,9	3,00 (offen)
1.800	22,0 (/ **15** /)	18,3	~ 1,02
1.710	14,1	12,9	~ 0,65
1.550	0,0	0,0	0,00 (geschlossen)

Die genannten Daten stützen sich auf Modellversuche der Uni Karlsruhe / 14 / und Untersuchungen des IB Ludwig / 15 /. Im Abflussbereich beginnender ökologischer Flutungen zwischen $Q_{Rhein} \approx 1.550$ m³/s bis $Q_{Rhein} \approx 1.800$ m³/s kann aus den vorliegenden Ergebnissen jedoch keine eindeutige Wasserstands-Abfluss-Beziehung am Bauwerk 6.65 abgeleitet werden. Daher wird empfohlen, die prognostizierten Entnahmeraten im Betrieb zu überprüfen und gegebenenfalls die Steuerung der Anlage an die sich einstellenden Verhältnisse anzupassen. Die angegebenen Schützöffnungen können daher nur eine grobe Näherung darstellen. Bei Abflüssen $Q_{Rhein} < 1.550$ m³/s werden die Verschlussorgane geschlossen.

Der Teilraum I des Rückhalteraums Wyhl-Weisweil wird durch die beiden Entnahmebauwerke 6.82 und 6.65 gespeist. Das Diagramm in **Abbildung 13** zeigt die jeweiligen Zuflüsse und die Zuflusssumme abhängig von den Abflussverhältnissen im Rhein.

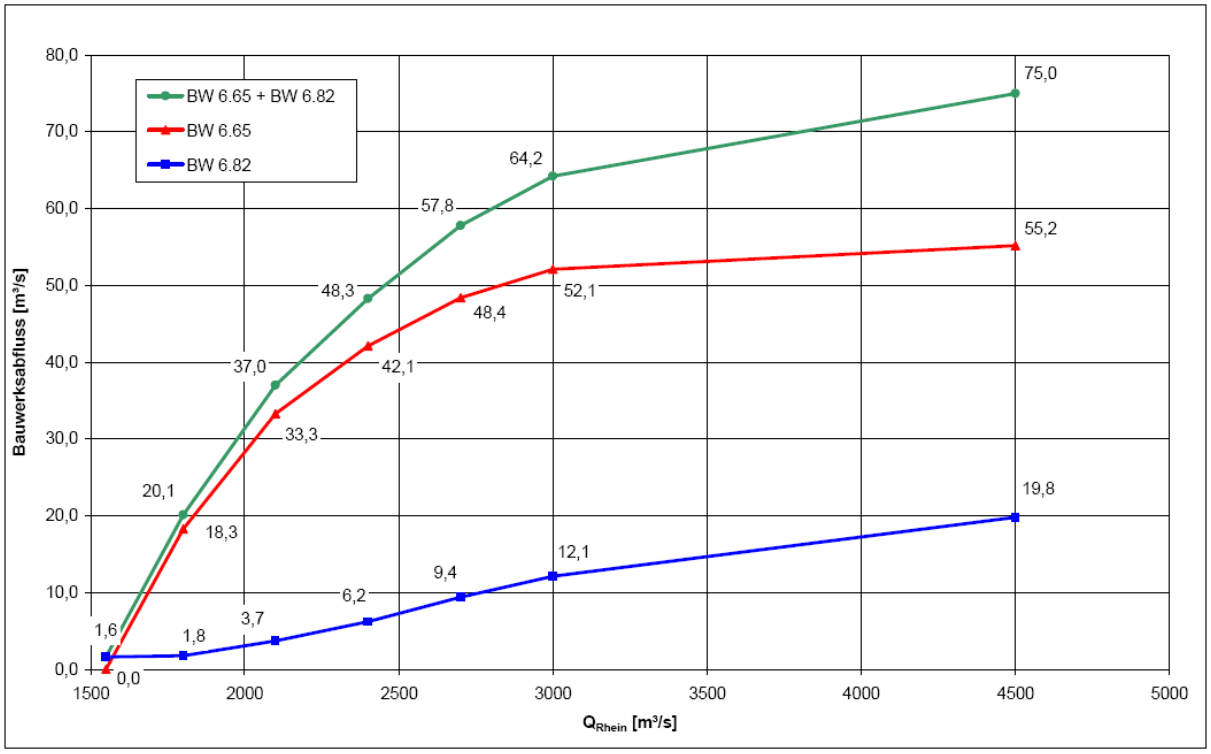


Abbildung 13 Abflusssumme BW 6.82 und BW 6.65 mit Steuerung am BW 6.65

Die Entnahme bei Rhein-km 243,450 bewirkt im Rhein eine Querströmung im Nahbereich des rechten Ufers. Das Geschwindigkeitsfeld, das sich bei Betrieb des Entnahmebauwerkes einstellt, wurde im Rahmen der physikalischen Modellversuchen zur Bauwerksoptimierung an der Universität Karlsruhe gemessen und im Modellbericht / 14 / dokumentiert. Eine Gefährdung der Schifffahrt kann auf Grund der Ergebnisse ausgeschlossen werden, da bei den untersuchten Abflusszuständen mit $Q_{Rhein} = 2.100$ m³/s und $Q_{Rhein} = 4.500$ m³/s im Abstand von 40 m zur Dammachse keine Querströmungskomponente gemessen wurde.

6 Querdamm Wyhler Rheinstraße (BW 6.66): Durchlassbauwerke

Der Teilraum I des Rückhalteraumes Wyhl-Weisweil wird im Nordosten durch den Querdamm Wyhler Rheinstraße (BW 6.66) begrenzt. Um das in den Teilraum I eingeleitete Wasser kontrolliert in den Teilraum II weiterleiten zu können, werden die vier Durchlassbauwerke 6.063, 6.5, 6.065 und 6.27 in den Dammkörper integriert.

Das bestehende Durchlassbauwerk 6.27 im Rheinseitengraben unter der „Nato-Rampe“ auf Höhe von Rhein-km 245,100 wird zukünftig bei Betrieb des Rückhalteraumes geschlossen, um die Funktion des unmittelbar unterhalb gelegenen Entnahmebauwerks 6.80 nicht zu beeinträchtigen. Es wird hier nicht weiter betrachtet.

Die Abflusskapazität der verbleibenden drei Durchlassbauwerke wurde rechnerisch bestimmt. Dabei wurden die in **Kapitel 2** beschriebenen hydraulischen Grundsätze angewandt. In den nachfolgenden Diagrammen in **Abbildung 14**, **Abbildung 15** und **Abbildung 16** sind die entsprechenden Leistungskurven der einzelnen Bauwerke graphisch aufbereitet.

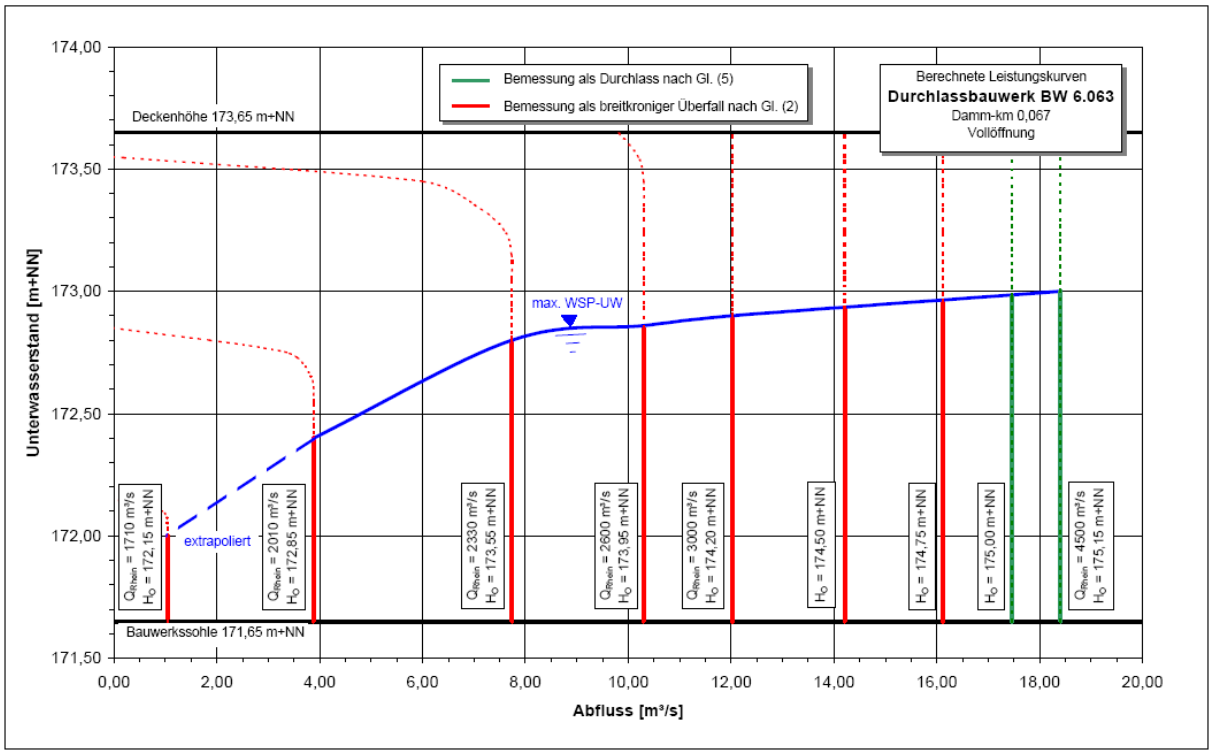


Abbildung 14 Leistungsfähigkeit des Durchlassbauwerkes 6.063 bei Vollöffnung

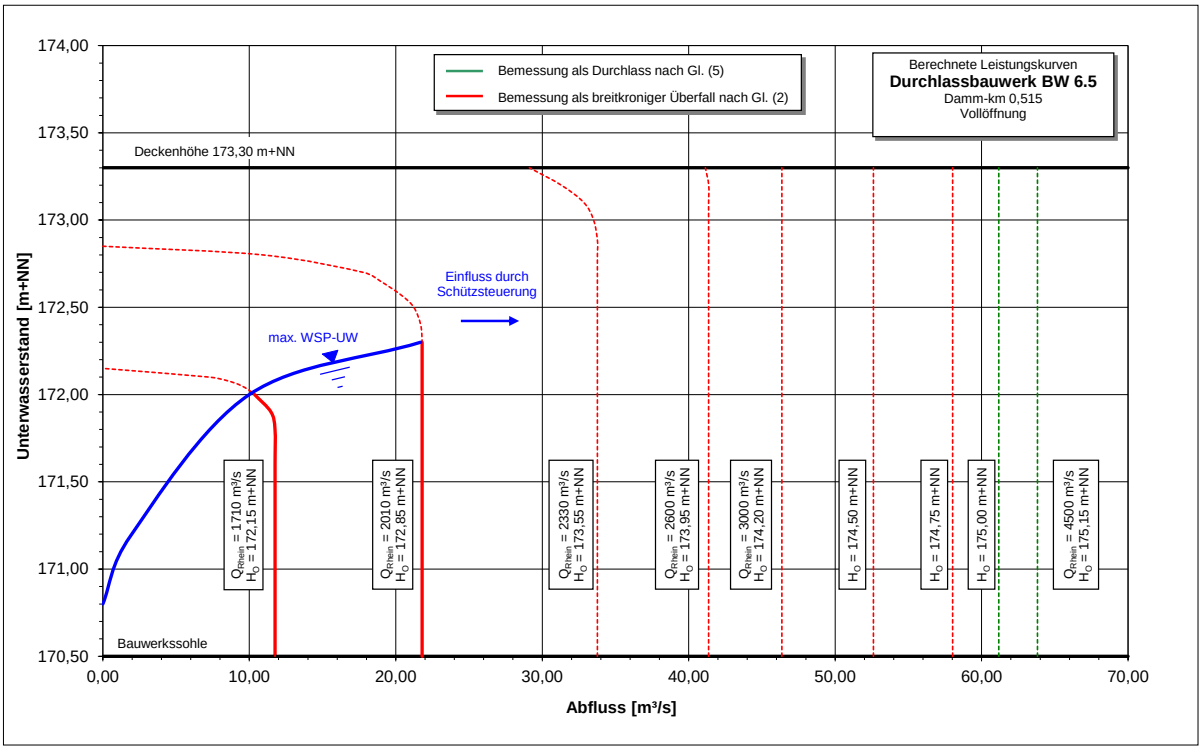


Abbildung 15 Leistungsfähigkeit des Durchlassbauwerkes 6.5 mit Berme bei Vollöffnung

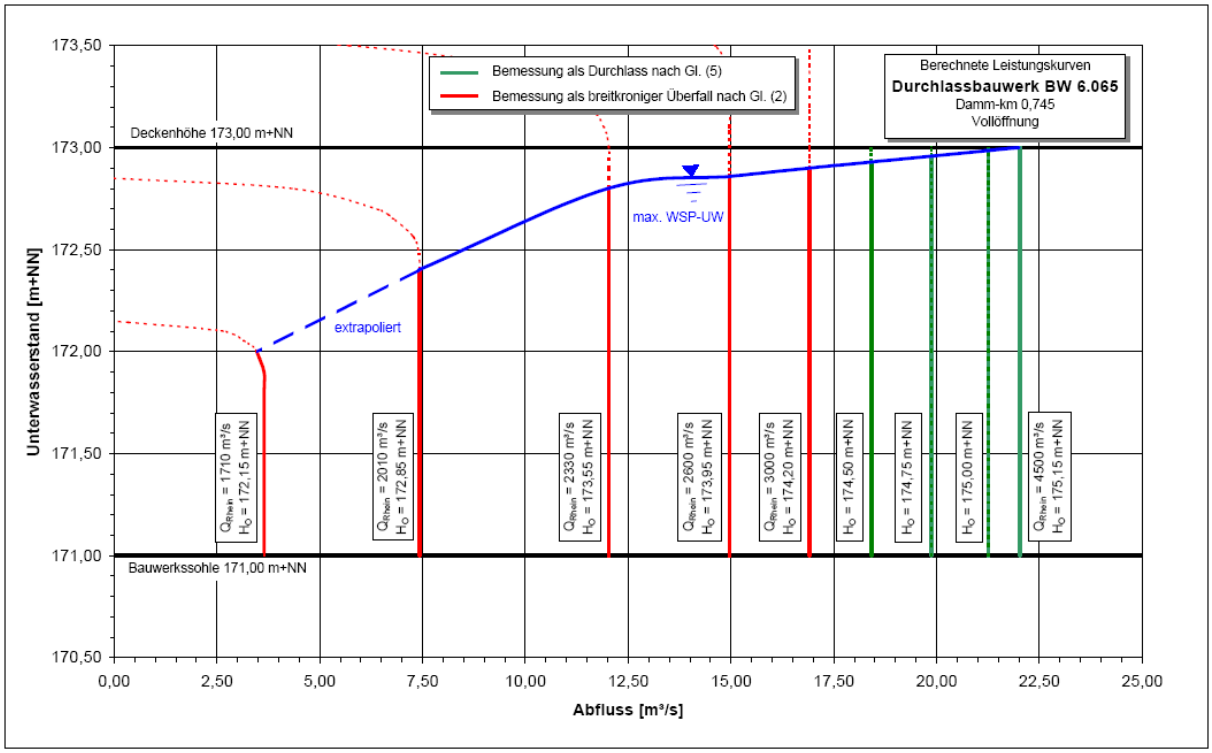


Abbildung 16 Leistungsfähigkeit des Durchlassbauwerkes 6.065 bei Vollöffnung

Aus dem Steuerungskonzept, das in **Kapitel 1** abgeleitet wurde, ergibt sich, dass im Abflussbereich Q_{Rhein} < 2.010 m³/s der Zufluss in den Teilraum I am Entnahmebauwerk 6.65 gedrosselt werden muss, um die geforderten Wasserspiegel oberstrom des Querriegels

einhalten zu können. Die Durchlassbauwerke 6.063, 6.5 und 6.065 sind in diesen Lastfällen komplett geöffnet.

Bei Rheinabflüssen Q_{Rhein} > 2.010 m³/s wird das Schütz am Entnahmebauwerk 6.65 vollständig hochgefahren und die Steuerung der Wasserspiegellage am Querriegel I wird über das Bauwerk 6.5 betrieben. Hierzu wird das Durchlassbauwerk 6.5 mit einem steuerbaren Schütz ausgerüstet. Seine Leistungsfähigkeit ist somit abhängig von der Schützstellung und den zugehörigen Wasserspiegellagen im Ober- und Unterwasser.

Da in Abhängigkeit des Rheinabflusses sowohl der Zufluss in den Teilraum I als auch die erforderlichen Wasserspiegellagen im Oberwasser der ungesteuerten Durchlassbauwerke 6.063 und 6.065 bekannt sind, kann für Q_{Rhein} > 2.010 m³/s die erforderliche Abflussleistung am Bauwerk 6.5 rechnerisch ermittelt werden. Aus den Werten lässt sich die zugehörige Schützstellung ableiten (**Tabelle 9**).

Tabelle 9 Zusammenstellung der Durchflüsse durch den Querdamm Wyhler Rheinstraße (BW 6.66)

			Zufluss	BW 6.063	BW 6.065	BW 6.5 $Q_{zu} – Q_{6.063} - Q_{6.065}$	BW 6.5 Steuerung
Q_{Rhein} [m³/s]	Ü-Tage [d]	H_{OW} [m+NN]	$Q_{I, ab}$ [m³/s]	$Q_{6.063}$ [m³/s]	$Q_{6.065}$ [m³/s]	$Q_{6.5}$ [m³/s]	s [m]
4.500		175,15	75,0	18,4	22,0	34,6	1,31
3.000	< 1	174,20	64,2	12,0	16,9	35,3	1,54
2.700		174,01	57,8	10,7	15,5	31,6	1,42
2.600	1	173,95	54,6	10,3	15,0	29,3	1,33
2.400		173,65	48,3	8,4	12,8	27,1	1,29
2.330	3	173,55	45,6	7,7	12,0	25,9	1,26
2.100		173,13	37,0	5,0	8,2	23,8	1,26
2.010	10	172,85	33,0	3,9	7,4	21,7	2,50 (offen)
1.800		172,36	20,1	1,9	4,7	13,5	2,50 (offen)
1.710	28	172,15	14,6	1,0	3,6	10,0	2,50 (offen)

Sowohl der Rheinabfluss als auch der geforderte Oberwasserstand korrelieren direkt mit der Anzahl der Überschreitungstage. Daher kann in **Tabelle 9** ein eindeutiger Zusammenhang zwischen den beiden Größen hergestellt werden.

Die Leistungskurven des Durchlassbauwerkes 6.5 sind für verschiedene Schützstellungen als Kurvenschar in **Abbildung 17** dargestellt. Die eingezeichnete Lage des Wasserspiegels zeigt, dass sich in allen Betriebszuständen freier Abfluss (vgl. **Kapitel 2.3**) am Bauwerk einstellen kann. Bei der Bemessung sind daher keine Rückstaueffekte zu berücksichtigen.

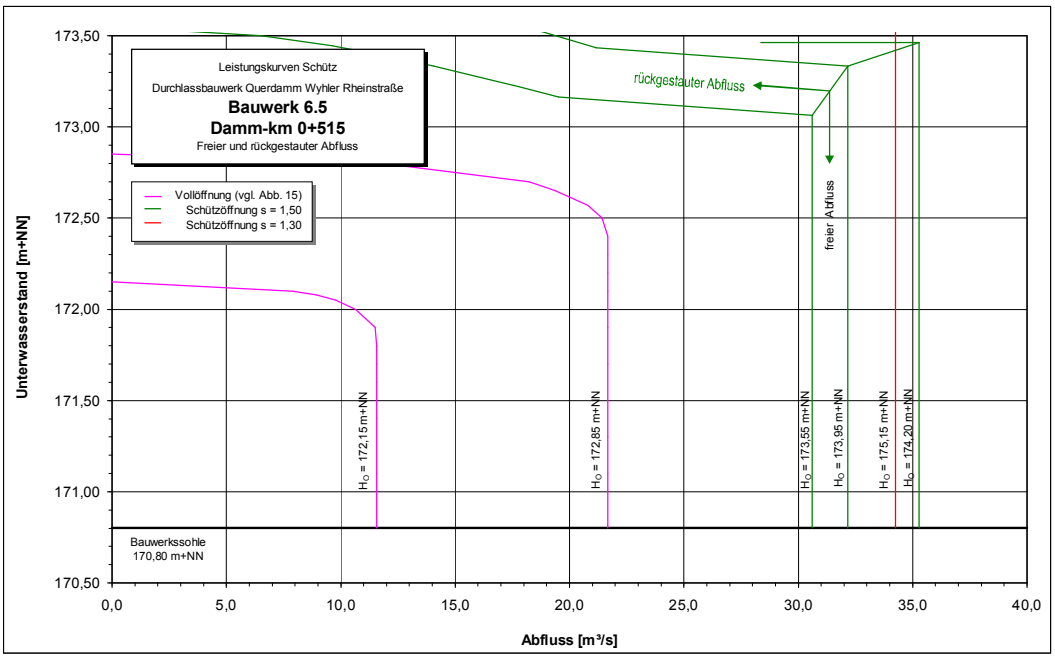


Abbildung 17 Leistungsfähigkeit des Durchlassbauwerkes 6.5 bei Steuerung

Im Diagramm markieren die durchgezogenen Linien unterhalb des eingezeichneten maximalen Unterwasserstandes den Bereich, der sich tatsächlich einstellen kann. Die gestrichelten Linien verdeutlichen die theoretische Wasserstands-Abfluss Beziehung, die sich bei stärkerem Einstau des Bauwerkes vom Unterwasser ergeben würde.

Die Zahlen aus **Tabelle 9** sind in **Abbildung 18** graphisch aufbereitet. Das Diagramm gibt eine Übersicht über die Leistungsfähigkeit der betrachteten Durchlassbauwerke im Querdamm Wyhler Rheinstraße.

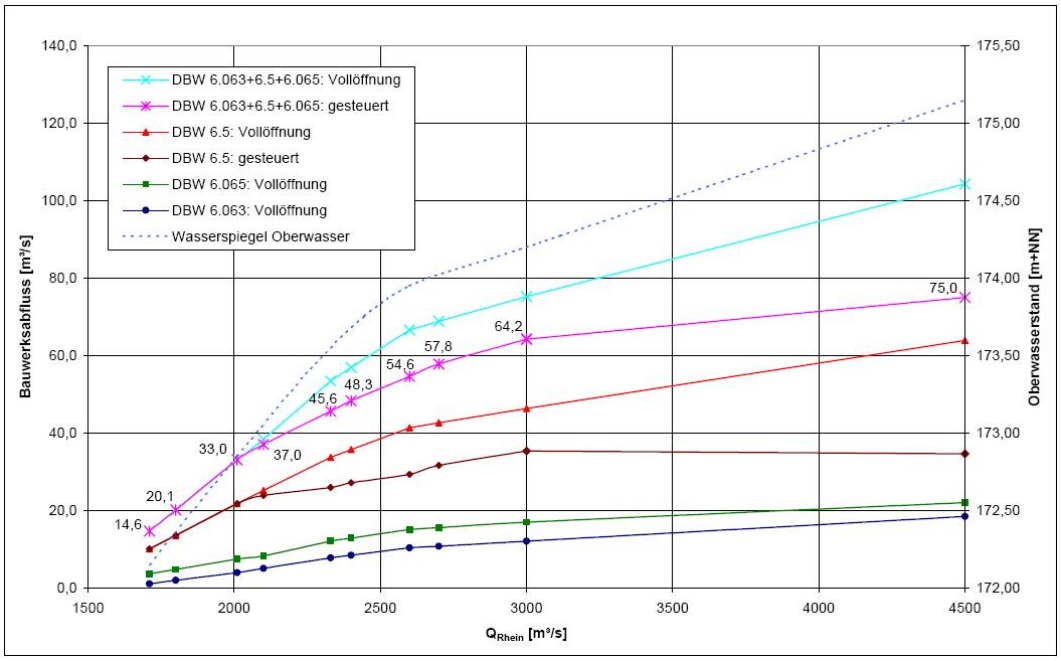


Abbildung 18 Leistungsfähigkeit der Durchlassbauwerke im Querdamm Wyhler Rheinstraße (BW 6.66)

7 Entnahmebauwerk 6.80: Leistungsfähigkeit

Die Leistungsfähigkeit des Entnahmebauwerkes 6.80 bei Rhein-km 245,230 wurde in hydraulischen Modellversuchen / 16 / für das Gesamtbauwerk einschließlich des Umschließungsdammes ermittelt. Das hydraulische Kennfeld ist in **Abbildung 19** dargestellt.

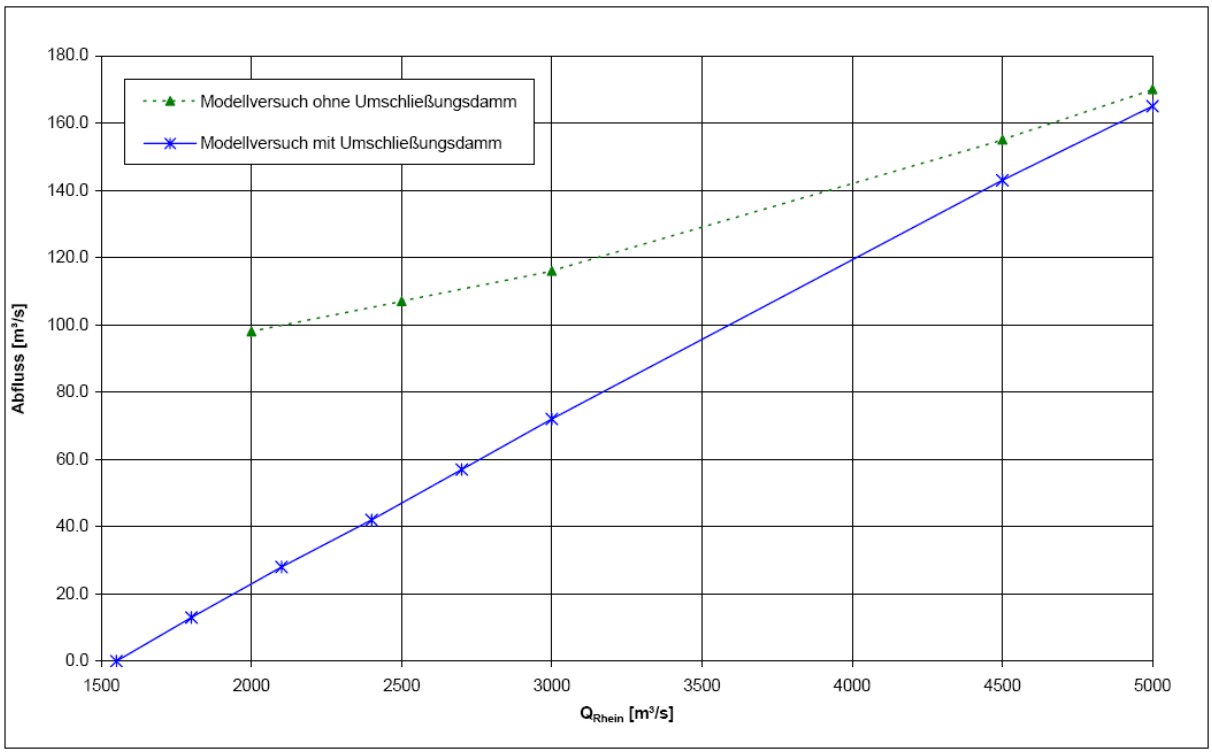


Abbildung 19 Leistungsfähigkeit des Entnahmebauwerkes 6.80 nach / 16 /

Die blau eingetragene Kurve stellt den Durchfluss durch das Entnahmebauwerk 6.80 bei Vollöffnung dar. Der Verlauf der grünen Kurve zeigt das Abflussverhalten, das sich ohne Umschließungsdamm darstellen würde.

Die Entnahme bei Rhein-km 245,230 bewirkt im Rhein eine Querströmung im Nahbereich des rechten Ufers. Das Geschwindigkeitsfeld, das sich bei Betrieb des Entnahmebauwerkes einstellt, wurde im Rahmen der physikalischen Modellversuchen zur Bauwerksoptimierung an der Universität Karlsruhe gemessen und im Modellbericht / 16 / dokumentiert. Durch den Bau des Umschließungsdammes können die Querströmungskomponenten im Nahbereich des Bauwerkes deutlich reduziert werden, wodurch sich der Flussabschnitt des Rheins, der durch die Querströmungskräfte beeinflusst wird, verkleinert / 16 /.

8 Umschließungsdamm (BW 6.801): Deckwerksdimensionierung

Das Deckwerk aus Mastix-Schotter ist ein sog. selbstragendes Deckwerk. Entsprechen ist nach / 12 / ein Gleitsicherheitsnachweis zu führen:

$$\eta_G = \frac{T_{res}}{T_w + F_{SD} + H'} = \frac{\dfrac{\tan\varphi'}{\tan\alpha}}{1 + \dfrac{\gamma_w}{\gamma'_D}\left(1 + \dfrac{y}{d_D}\right)} \geq 1{,}3$$

mit:
- η_G Gleitsicherheitsbeiwert
- T_{Res} Reibungskraft in der Gleitfuge
- T_W Schubkraft aus Überströmung
- F_{SD} Strömungskraft im Deckwerk
- H' Hangabtriebskraft des Deckwerks unter Auftrieb
- γ'_D Auftriebswichte des Deckwerkes, hier 11 kN/m³
- γ_W Wichte des Wassers
- α Neigung des Deckwerks [°], hier: tan α = 0,1
- φ' Reibungswinkel der maßgebenden Scherfuge, hier φ' = 25°
- d_D Stärke des Deckwerkes
- y mittlere Fließtiefe

Die mittlere Fließtiefe y wird mit der Normalabflusstiefe gleichgesetzt und über folgende Gleichung ermittelt:

$$y = \left(\frac{q}{k_{st} \cdot I_0^{1/2}}\right)^{3/5} = 0{,}24 \ m$$

mit:
- q spezifischer Abfluss [m²/s], hier: 165 m³/s / 180 m = 0,917 m²/s
- k_{st} Rauheitsbeiwert nach Strickler [$m^{1/3}$/s], hier: k_{st} = 32 aus Modellversuch
- I_0 Sohlgefälle [-], hier 1:10

Aus der oben angegebenen Formel für den Nachweis der Gleitsicherheit lässt sich die erforderliche Stärke des Deckwerkes ableiten:

$$erf.\ d_D = \frac{\gamma_w \cdot y}{\dfrac{\gamma'_D \cdot \tan\varphi}{\eta_G \cdot \tan\alpha} - \gamma_w - \gamma'_D} + 0{,}02 = 0{,}15 \ m$$

Bei der baulichen Umsetzung sind die konstruktiven Hinweise aus / 12 / zu beachten.

9 Querdamm Weisweiler Rheinstraße (BW 6.67): Durchlassbauwerke

Der Teilraum II des Rückhalteraumes Wyhl-Weisweil wird im Nordosten durch den Querdamm Weisweiler Rheinstraße (BW 6.67) begrenzt. Um das eingeleitete Wasser nach unterstrom weiterleiten zu können, stehen insgesamt fünf Durchlassbauwerke zur Verfügung.

Das bestehende Durchlassbauwerk 6.039 im Rheinseitengraben auf Höhe von Rhein-km 248,700 ist Bestandteil des Querdammes Weisweiler Rheinstraße. Bei Betrieb des Rückhalteraumes wird das Bauwerk künftig verschlossen, um die hydraulische Belastung des unterhalb gelegenen Rheinseitengrabens zu minimieren. Es wird hier nicht weiter betrachtet.

Von den verbleibenden vier Bauwerken werden die drei Anlagen 6.34, 6.12 und 6.32 als ungesteuerte Durchlassbauwerke ausgebildet. Das Bauwerk 6.81 wird steuerbar ausgeführt. Die jeweilige Abflusskapazität der Durchlassbauwerke wurde rechnerisch bestimmt. Dabei wurden die in **Kapitel 2** beschriebenen hydraulischen Grundsätze angewandt. In der nachfolgenden **Abbildung 20** sind die Leistungskurven für die baugleichen Durchlässe 6.34, 6.12 und 6.32 graphisch dargestellt.

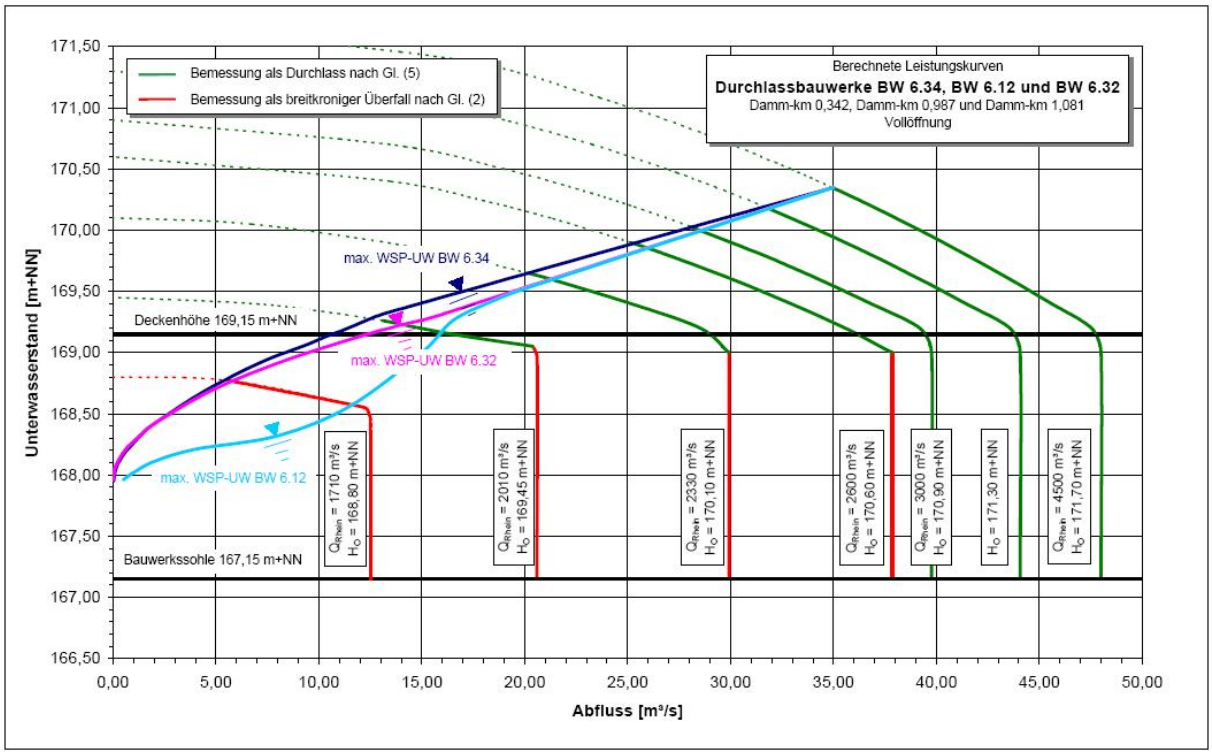


Abbildung 20 Leistungsfähigkeit der Bauwerke 6.34, 6.12 und 6.32 bei Vollöffnung

Die Schwellen im Unterwasser der Durchlassbauwerke (vgl. **Kapitel 10.3**), die bei Niedrigwasser den Abfluss regulieren, werden bei Flutung des Rückhalteraumes überstaut. Dann übernehmen die Durchlassbauwerke die Abflusskontrolle nach oberstrom.

Die Leistungsfähigkeit der einzelnen Bauwerke unterscheidet sich jedoch durch die unterschiedlichen Unterwasserstände. In **Abbildung 20** sind die Wasserspiegellagen unterstrom der Durchlassbauwerke eingetragen, die sich für kleine Abflüsse (ökologische Flutungen) aus den eindimensionalen Strömungsberechnungen (vgl. **Kapitel 10**) und für größere Abflüsse (Retentionsbetrieb) aus den zweidimensionalen Strömungsbetrachtungen des IB Ludwig / 15 / ergeben. Die gestrichelten Linien oberhalb des maximalen Wasserspiegels markieren den Verlauf der Leistungskurven, der sich theoretisch bei noch stärkerem Einstau vom Unterwasser einstellen würde.

Das Durchlassbauwerk 6.81 besitzt deutlich größere Abmessungen als die drei anderen Durchlassbauwerke. Es wird zur Steuerung des oberwasserseitigen Wasserspiegels und für den Probestau mit einem Schütz ausgerüstet. Die Leistungsfähigkeit des Bauwerkes bei Vollöffnung der Verschlussorgane ist in **Abbildung 21** dargestellt.

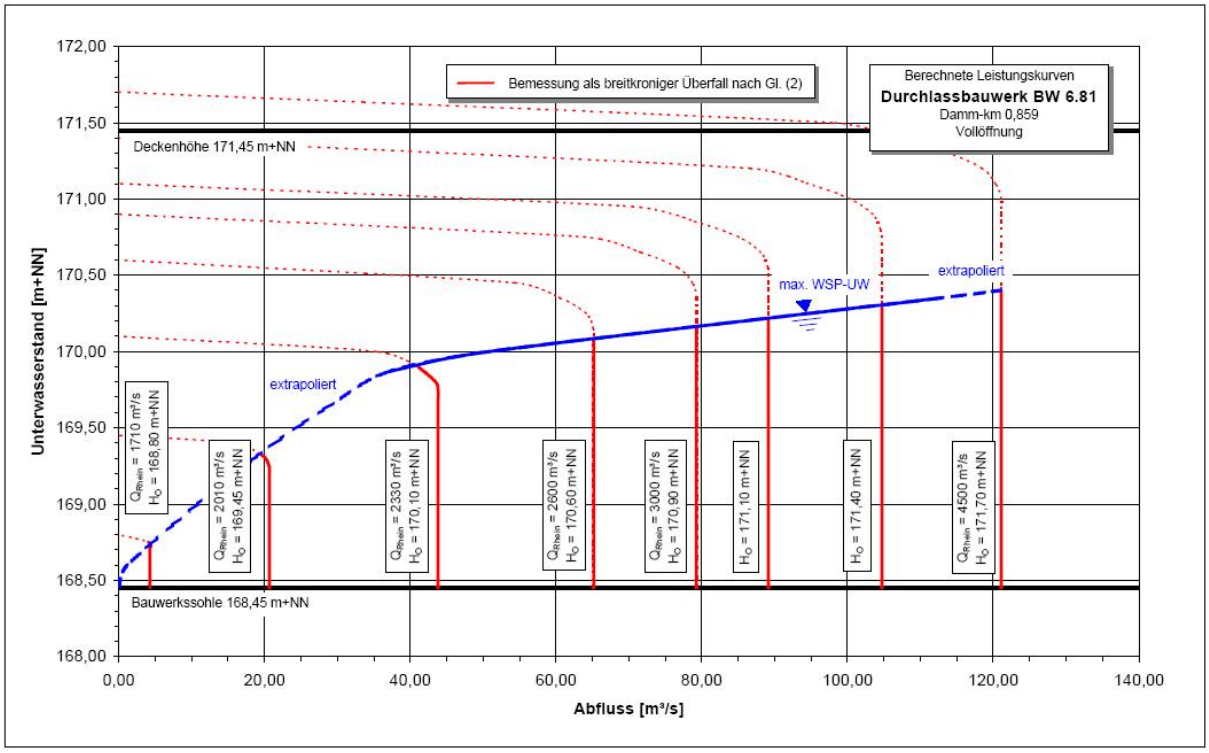


Abbildung 21 Leistungsfähigkeit des Durchlassbauwerkes 6.81 bei Vollöffnung

Die erforderliche Steuerung am Durchlassbauwerk 6.81 kann aus **Abbildung 22** entnommen werden, in der die Leistungskurven für verschiedene Schützstellungen als Kurvenschar enthalten sind.

Die durchgezogenen Linien markieren somit den Bereich, der sich tatsächlich einstellen kann, die gestrichelten Linien verdeutlichen die theoretische Wasserstands-Abfluss Beziehung, die sich bei stärkerem Einstau vom Unterwasser ergeben würde. Die eingezeichnete Lage des Wasserspiegels zeigt, dass sich bei fast allen Betriebszuständen freier Abfluss ausbildet. Die Wasserspiegel im Unterwasser, die für den Übergang zum rückgestauten Abfluss erforderlich sind, werden lediglich bei niedrigem Oberwasserstand und einer Schützstellung von s = 1,0 m erreicht.

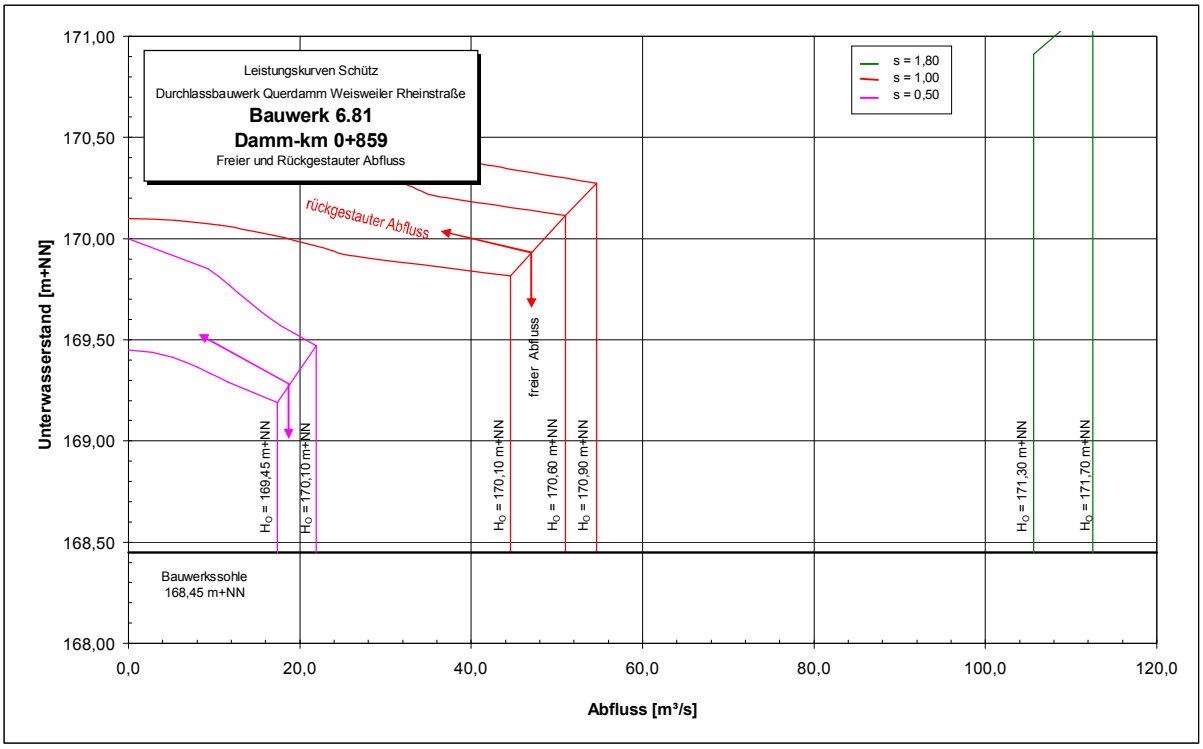


Abbildung 22 Leistungsfähigkeit des Durchlassbauwerkes 6.81, gesteuert

Die gesamte Leistungsfähigkeit der Durchlassbauwerke im Querdamm Wyhler Rheinstraße summiert sich aus den einzelnen Abflüsse an den vier betrachteten Bauwerken. Die Ergebnisse der hydraulischen Berechnungen sind in **Tabelle 10** zusammengefasst.

Tabelle 10 Zusammenstellung der Durchflüsse durch den Querdamm Weisweiler Rheinstraße (BW 6.67)

			Zu-fluss	BW 6.32	BW 6.12	BW 6.34	BW 6.81 $Q_{II,\,zu} - Q_{6.32} - Q_{6.12} - Q_{6.12}$	BW 6.81 Steuerung
Q_{Rhein} [m³/s]	Ü-Tage [d]	H_{OW} [m+NN]	$Q_{II,\,zu}$ [m³/s]	$Q_{6.32}$ [m³/s]	$Q_{6.12}$ [m³/s]	$Q_{6.34}$ [m³/s]	$Q_{6.81}$ [m³/s]	s [m]
4.500		171,70	218,0	35,0	35,0	35,0	113,0	1,81
3.000	< 1	170,90	136,2	28,5	28,5	28,2	51,0	0,93
2.700		170,68	114,8	26,6	26,6	26,0	35,6	0,67
2.600	1	170,60	106,6	26,0	26,0	25,2	29,4	0,56
2.400		170,23	90,3	22,5	22,5	21,5	23,8	0,50
2.330	3	170,10	84,3	21,3	21,3	20,2	21,5	0,47
2.100		169,72	65,0	16,1	17,5	14,7	16,7	0,42
2.010	10	169,45	56,5	14,0	16,0	12,5	14,0	0,40
1.800		169,00	33,1	8,3	12,9	7,5	4,5	0,17
1.710	28	168,80	22,9	5,8	11,6	5,3	0,2 ≈ 0	0,00

Die Zahlen aus **Tabelle 10** sind in **Abbildung 23** graphisch aufbereitet. Das Diagramm gibt eine Übersicht über die Leistungsfähigkeit der betrachteten Durchlassbauwerke im Weisweiler Rheindamm.

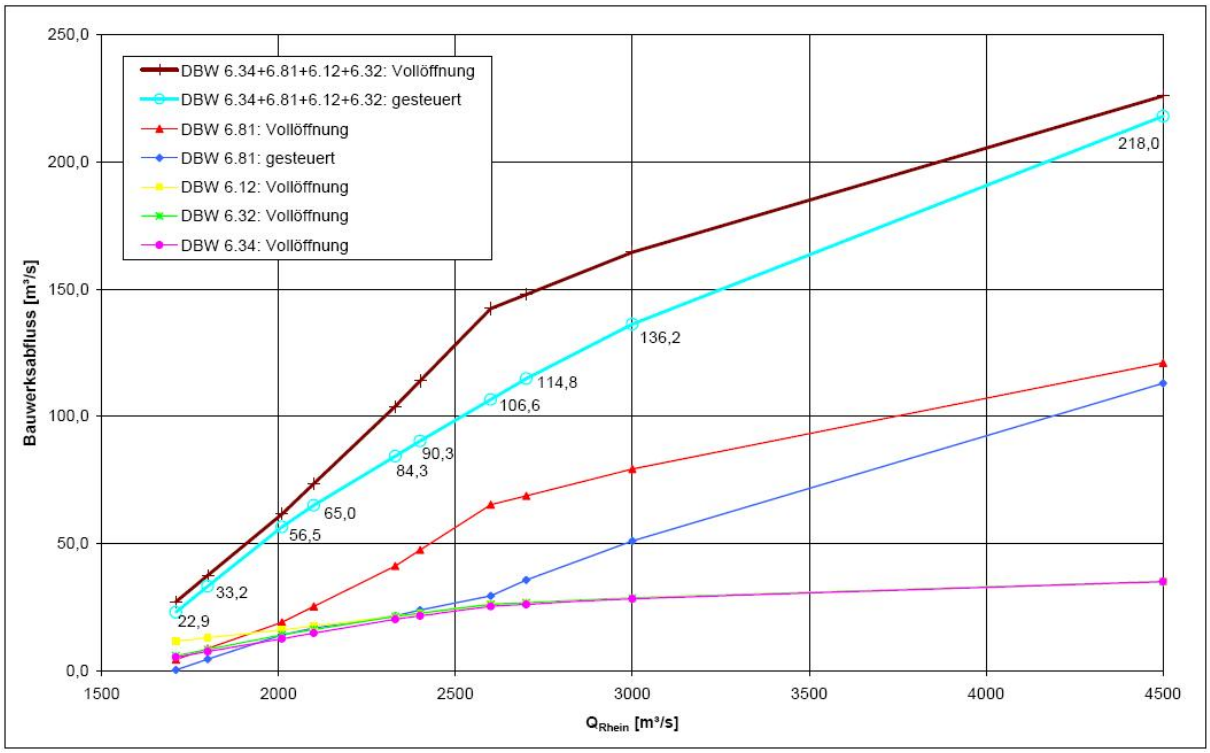


Abbildung 23 Leistungsfähigkeit der Durchlassbauwerke im Querdamm Weisweiler Rheinstraße (BW 6.67)

Die maximale Leistungsfähigkeit der vier Durchlassbauwerke im Querdamm Weisweiler Rheinstraße übersteigt mit $Q_{II,\,max}$ = 226 m³/s geringfügig das Leistungsvermögen der drei Einlaufbauwerke 6.82, 6.65 und 6.80, das bei einem zweihundertjährlichen Rheinhochwasser mit Q_{Rhein} = 4.500 m³/s etwa Q = 218 m³/s beträgt.

10 Gewässersystem im inneren Rückhalteraum

Im inneren Rückhalteraum werden Gewässerausbaumaßnahmen durchgeführt, wodurch außerhalb der Betriebszeiten des Rückhalteraumes die Abflussverhältnisse verbessert werden sollen. Für den sogenannten zukünftigen Normalzustand wurden die Wasserspiegellagen im Gewässersystem des inneren Rückhalteraumes mit einem eindimensionalen hydrodynamisch-numerischen Strömungsmodell (1D-HN-Modell) untersucht. Dabei wurden kleinere und mittlere Abflussverhältnisse betrachtet, die innerhalb der jeweiligen Gewässerquerschnitte abgeführt werden können. Abflusszustände, bei denen die Gewässer ausufern und der Rückhalteraum großflächig durchströmt wird, wurden vom IB Ludwig mit einem zweidimensionalen Strömungsmodell simuliert / 15 /.

Die numerischen Berechnungen wurden mit dem Programmsystem HEC-RAS durchgeführt, das durch das US Army Corps of Engineers (Institut for Water Recources in Davis / USA) zur Verfügung gestellt und permanent weiterentwickelt wird / 4 /. Mit diesem Programm zur eindimensionalen Strömungsberechnung wurden sowohl die vorhandenen bzw. geplanten Zusammenflüsse und Gewässerverzweigungen abgebildet als auch relevante Bauwerke wie Brücken und Durchlässe modelliert.

Als Eingangswerte wurden Querprofildaten aus der Gewässervermessung verwendet, mit denen die Geometrie der Gewässerläufe dargestellt wurde. Hydraulisch wirksame Bauwerke wurden als Sonderelemente eingefügt. Die Abflussdaten stammen im wesentlichen aus den Stichtagsmessungen an den Gewässern aus den Jahren 1997 und 1999.

Insgesamt wurden drei Teilmodelle aufgestellt. Dies entspricht der Anzahl an Teilräumen, in die der innere Rückhalteraum durch die Querdämme der Wyhler und der Weisweiler Rheinstraße gegliedert ist. Im Folgenden werden die einzelnen Modelle vorgestellt und die Ergebnisse der numerischen Simulationen erläutert und dokumentiert.

10.1 Teilraum I

Der Teilraum I des Rückhalteraumes Wyhl-Weisweil erstreckt sich vom neu zu errichtenden Entnahmebauwerk 6.82 bis zum Querdamm Wyhler Rheinstraße (BW 6.66). Seitlich wird das Gebiet durch den Hochwasserdamm IV im Südosten und den Rheinseitendamm im Nordwesten begrenzt.

Die Fläche wird durch das Grienwasser durchzogen, das im Südwesten an den Rheinseitengraben bzw. die ehemalige Kiesentnahme anschließt und im Nordosten durch das Durchlassbauwerk 6.5 den Querdamm Wyhler Rheinstraße passiert. Das Grienwasser wird durch die Brückenbauwerke 6.2, 6.3 und 6.4 überquert, die das Gewässer durch ihre engen Abflussquerschnitte aufstauen.

10.1.1 Kalibrierung (Ist-Zustand)

Das mathematische Modell des derzeitigen Ist-Zustandes umfasst das Grienwasser von km 7,825 im Oberwasser bis km 5,625 im Unterwasser. **Abbildung 24** zeigt eine Übersicht über das Modellgebiet.

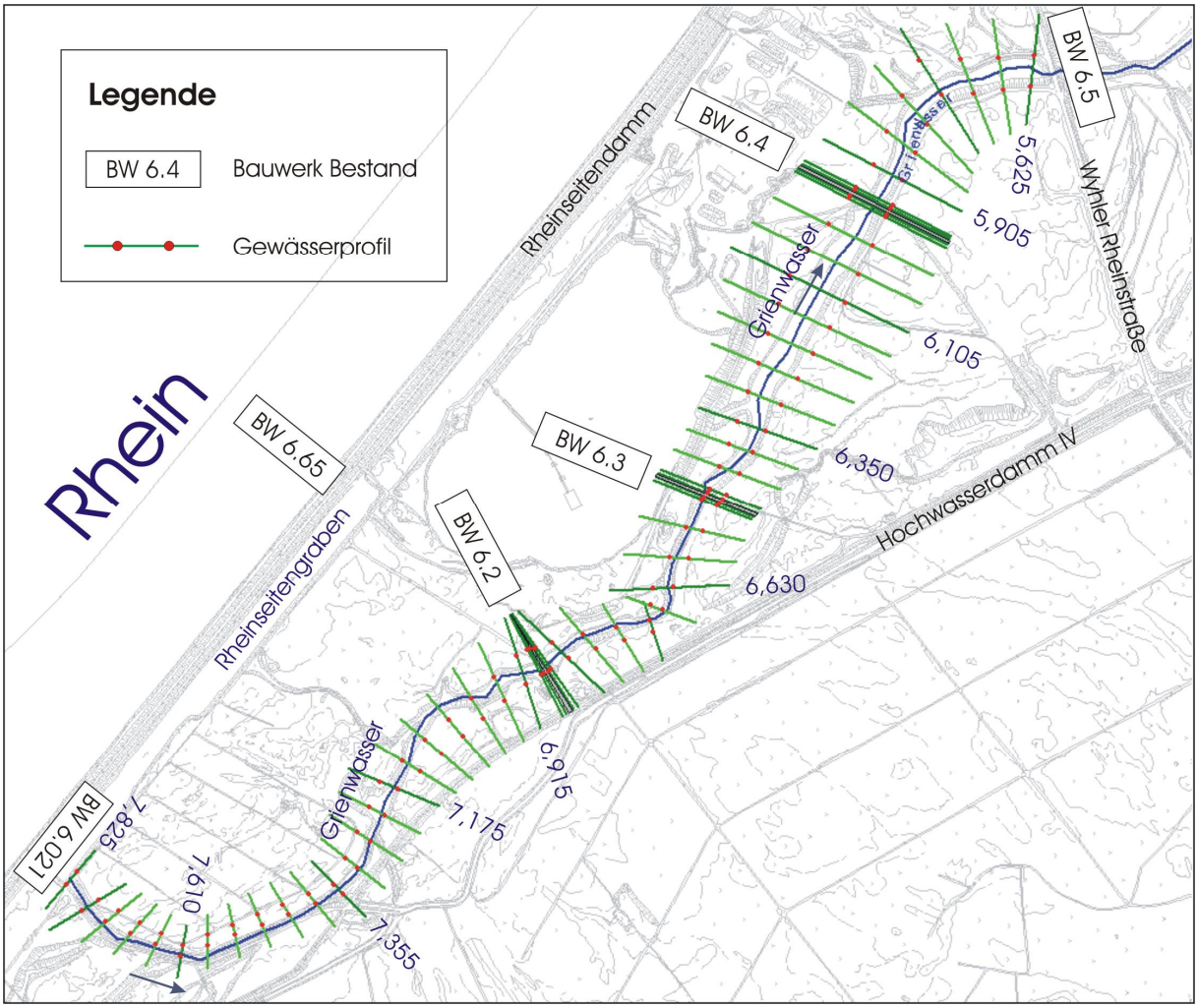


Abbildung 24 Gewässersystem im Teilraum I (Ist-Zustand)

Das Strömungsmodell wurde anhand der Wasserstände kalibriert, die im Rahmen der Gewässervermessung bei Q = 1,2 m³/s bzw. der Stichtagsmessung vom 21./22.07.1997 bei Q = 7,4 m³/s entlang des Grienwassers aufgenommen wurden. Als untere Randbedingung wurde der vom Abfluss abhängige Wasserstand bei km 5,625 vorgegeben (**Tabelle 11**).

Tabelle 11 Wasserstände im Grienwasser bei km 5,625

Abfluss Q	1,2 m³/s	1,8 m³/s	7,4 m³/s
Wasserspiegel	171,26 m+NN	171,35 m+NN	172,02 m+NN

Legt man den numerischen Berechnungen die Originaldaten aus der Gewässervermessung zu Grunde, weicht der simulierte Wasserspiegel (gestrichelte Linien in **Abbildung 26**) stellenweise deutlich von den Eichdaten ab. Beim Abfluss von Q = 1,2 m³/s beträgt die Differenz der berechneten und der gemessenen Wasserspiegellagen bis zu 0,20 m, steigt der Abfluss auf Q = 7,4 m³/s an, treten Unterschiede bis zu 0,40 m auf.

Bei der Ursachenforschung wurden u.a. die geometrischen Eingangsdaten auf Plausibilität geprüft. Die ausgeprägte V-Form der Profildaten wurde als unrealistisch eingeschätzt und auf die geringfügige Anzahl an Stützstellen zurückgeführt. Die betroffenen Datensätze wurden gemäß **Abbildung 25** angepasst.

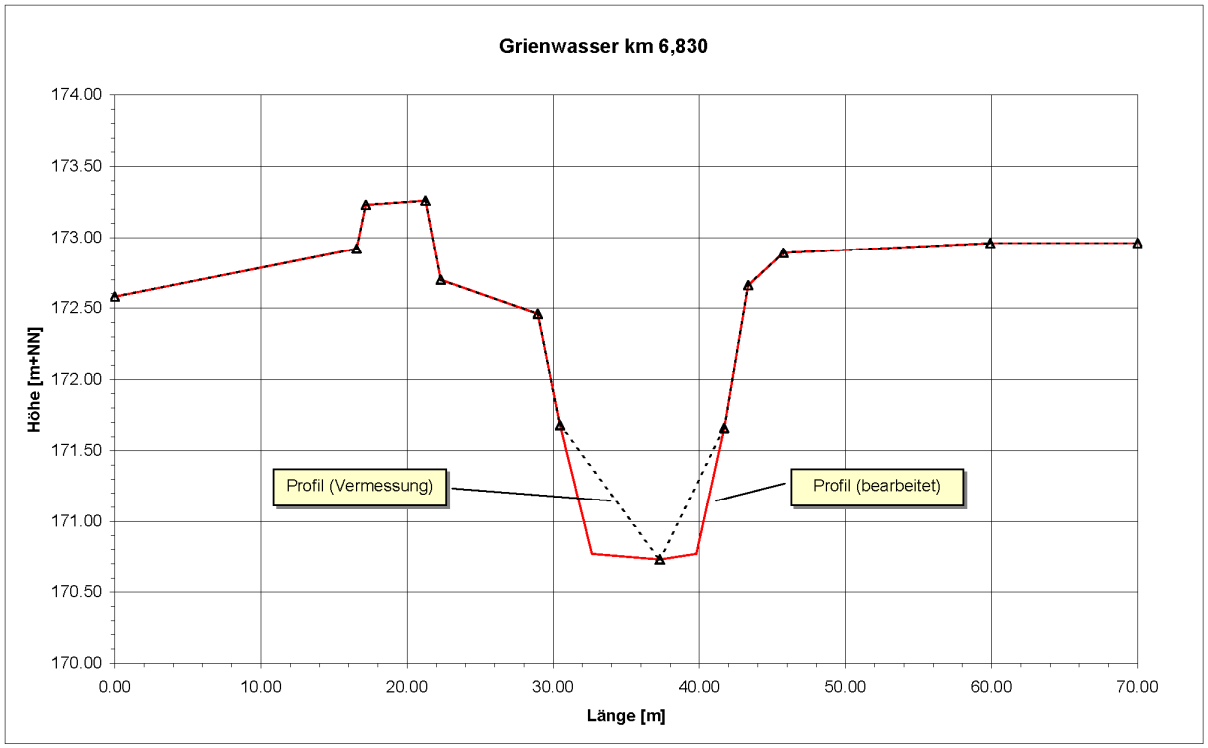


Abbildung 25 Anpassung der Querprofile in Teilbereichen des Grienwassers

Durch diese Veränderung der geometrischen Daten wurde eine wesentlich bessere Übereinstimmung der berechneten Wasserspiegellagen mit den Naturmessungen erzielt. Insbesondere die Datenreihe für den Abfluss von Q = 1,2 m³/s trifft die Vergleichswerte sehr gut. Die größten Abweichungen liegen unter 0,10 m (**Abbildung 26**).

Für die zweite Datenreihe mit einem Abfluss von Q = 7,4 m³/s liegen lediglich fünf Messdaten aus der Stichtagsmessung vom 21./22.07.1997 vor. Neben dem Startwasserspiegel, der für die numerische Berechnung vorgegeben wird, stimmen auch die Wasserspiegellagen an den Stationen km 6,485 und km 8,725 nahezu mit den Messwerten überein.

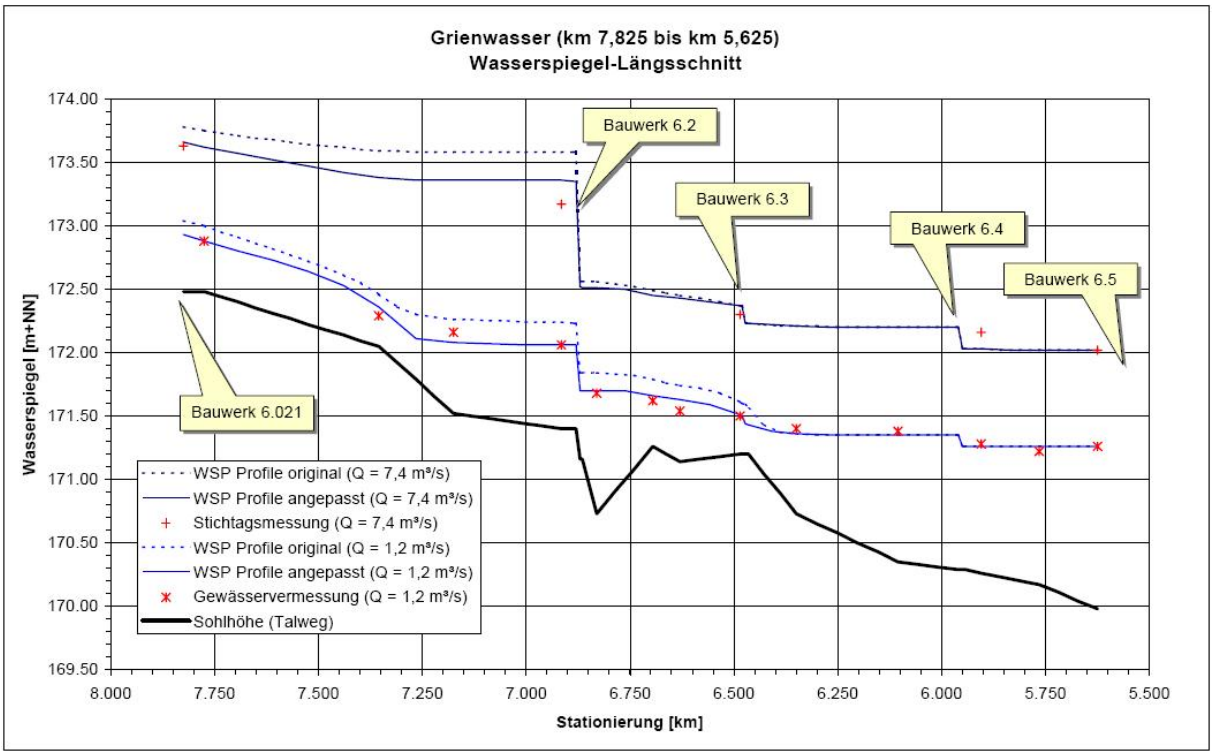


Abbildung 26 Kalibrierung des hydraulischen Strömungsmodells (1D-HN-Modell)

Die Differenz von etwa 0,20 m zwischen Rechnung und Messung bei Station km 6,915 könnte mit Ausuferungen auf der linken Gewässerseite in Zusammenhang stehen. Auf Grund der niedrigen Geländehöhen tritt das Gewässer in diesem Bereich über die Ufer. Dieser Effekt kann numerisch mit einem 1D-Modell nicht erfasst werden und führt zu einer Überschätzung des ermittelten Wasserspiegels im betroffenen Abschnitt.

10.1.2 Plan-Zustand

Im Plan-Zustand wird ein Altgewässer reaktiviert, das zukünftig das Entnahmebauwerk 6.82 mit dem Grienwasser verbinden wird. In dieser teilweise verlandeten Schlut wird ein durchgehendes Gerinne mit einer Länge von ca. 1.450 m und einer Mittelwasserbreite von mindestens 6,0 m hergestellt. Dazu werden Sohlerhebungen entfernt und gegebenenfalls Abgrabungen durchgeführt. Die Sohle des neuen Gewässers liegt auf ganzer Länge oberhalb des mittleren Grundwasserspiegels. Außerhalb der Betriebszeiten des Rückhalteraumes wird somit kein Grundwasser aufgenommen.

Die neue Schlut (BW 6.821) mündet bei km 7,628 in das Grienwasser. Über einen Berechnungsknoten wird der Zusammenfluss numerisch abgebildet. Der Zufluss in das Grienwasser wird an dieser Stelle so verteilt, dass etwa 2/3 des Abflusses nach Osten in das Grienwasser strömen und das restliche Drittel in westliche Richtung in den Rheinseitengraben gelenkt wird. Die in diesem Bereich geänderten Abflussverhältnisse werden in den Kapiteln 8.1.2 und 8.1.3 des Erläuterungsberichtes beschrieben. Die Abflussaufteilung erfolgt über eine fest eingebaute Sohlschwelle (BW 6.822), die für den Bemessungsabfluss von

Q = 2,2 m³/s ausgelegt wurde (**Kapitel 4**). Eine Übersicht über das geplante Gewässersystem ist in **Abbildung 27** gezeigt.

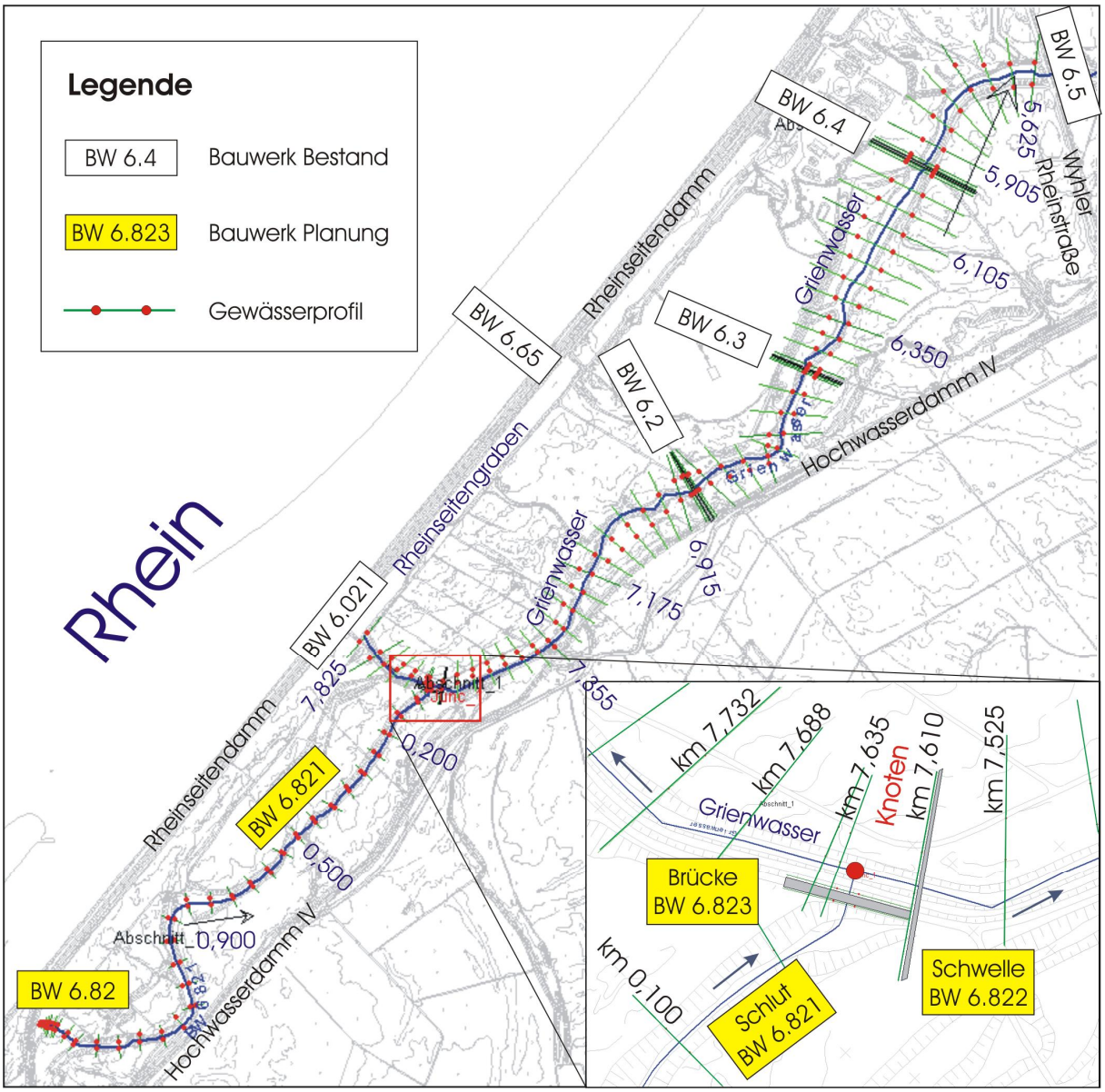


Abbildung 27 Gewässersystem im Teilraum I (Plan-Zustand)

Der Plan-Zustand wurde für die in **Tabelle 12** aufgeführten Abflussverhältnisse untersucht. Der Unterwasserstand im Grienwasser bei km 5,625 wurde rechnerisch mit dem numerischen Modell des Teilraumes II (vgl. **Kapitel 10.2**) bestimmt.

Tabelle 12 Randbedingungen für den Plan-Zustand im Teilraum I

Abfluss Schlut BW 6.821 km 1,387 bis km 0,010	0,500 m³/s	1,200 m³/s	2,200 m³/s
Abfluss Grienwasser km 7,610 bis km 5,625	0,330 m³/s	0,800 m³/s	1,470 m³/s
Abfluss Grienwasser km -7,635 bis km -7,825	0,170 m³/s	0,400 m³/s	0,730 m³/s
Grienwasser UW-Stand km 5,625	171,08 m+NN	171,18 m+NN	171,32 m+NN
Grienwasser UW-Stand km -7,825 (BW 6.021)	172,80 m+NN	172,90 m+NN	173,02 m+NN

Mit den genannten Randbedingungen wurden die Wasserspiegellagen in der Schlut (BW 6.821) und den beiden Gewässerstrecken des Grienwassers berechnet. Die Ergebnisse sind in **Abbildung 28**, **Abbildung 29** und **Abbildung 30** dokumentiert.

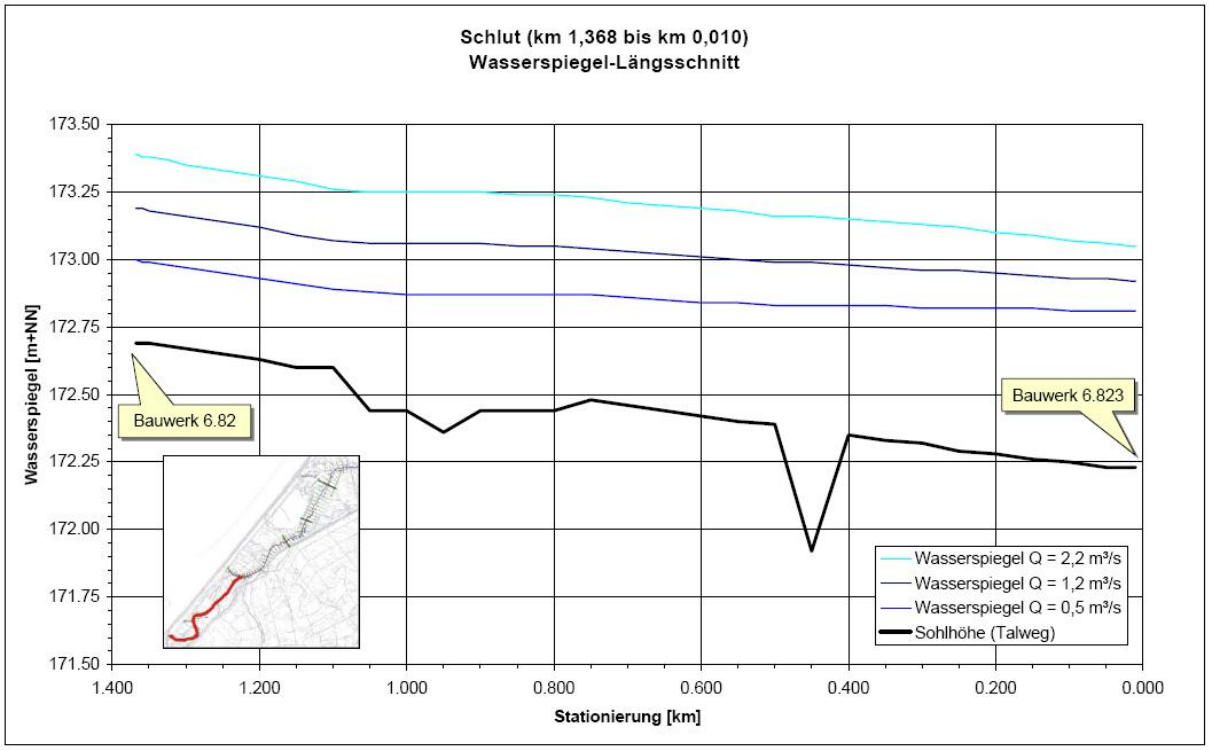


Abbildung 28 Wasserspiegel-Längsschnitt Schlut BW 6.821 (Plan-Zustand)

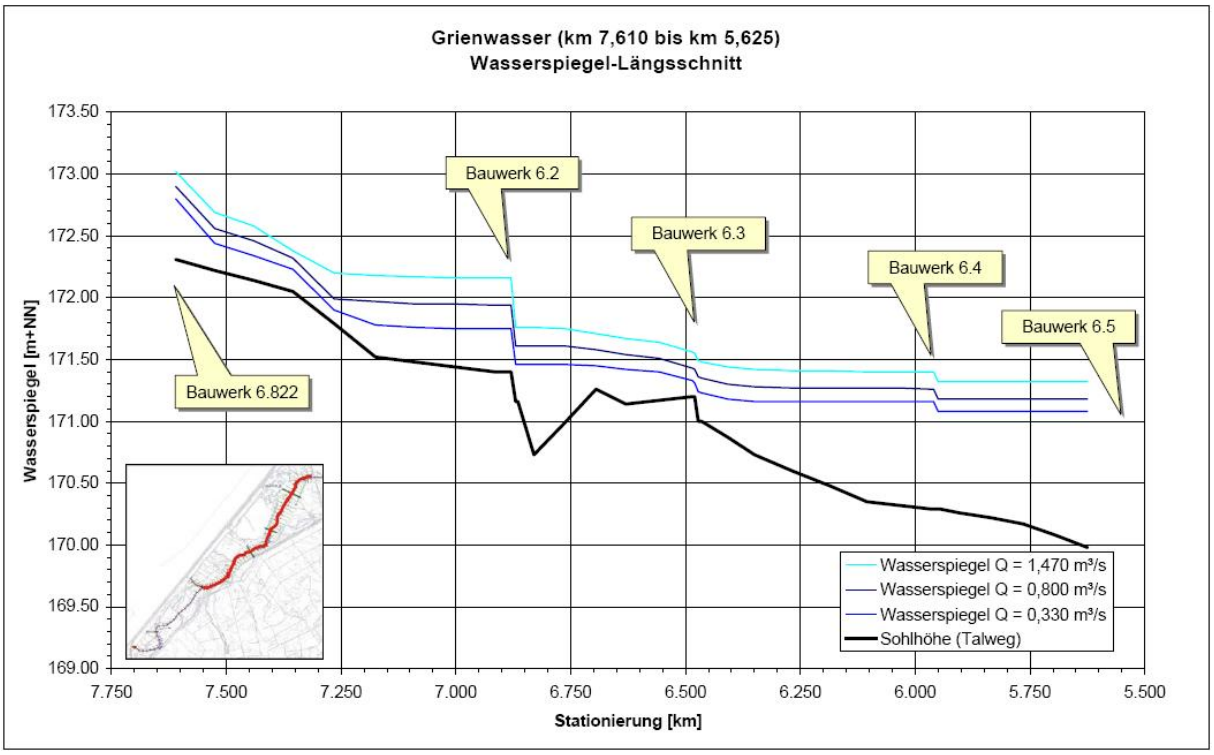


Abbildung 29 Wasserspiegel-Längsschnitt Grienwasser Teil 2 (Plan-Zustand)

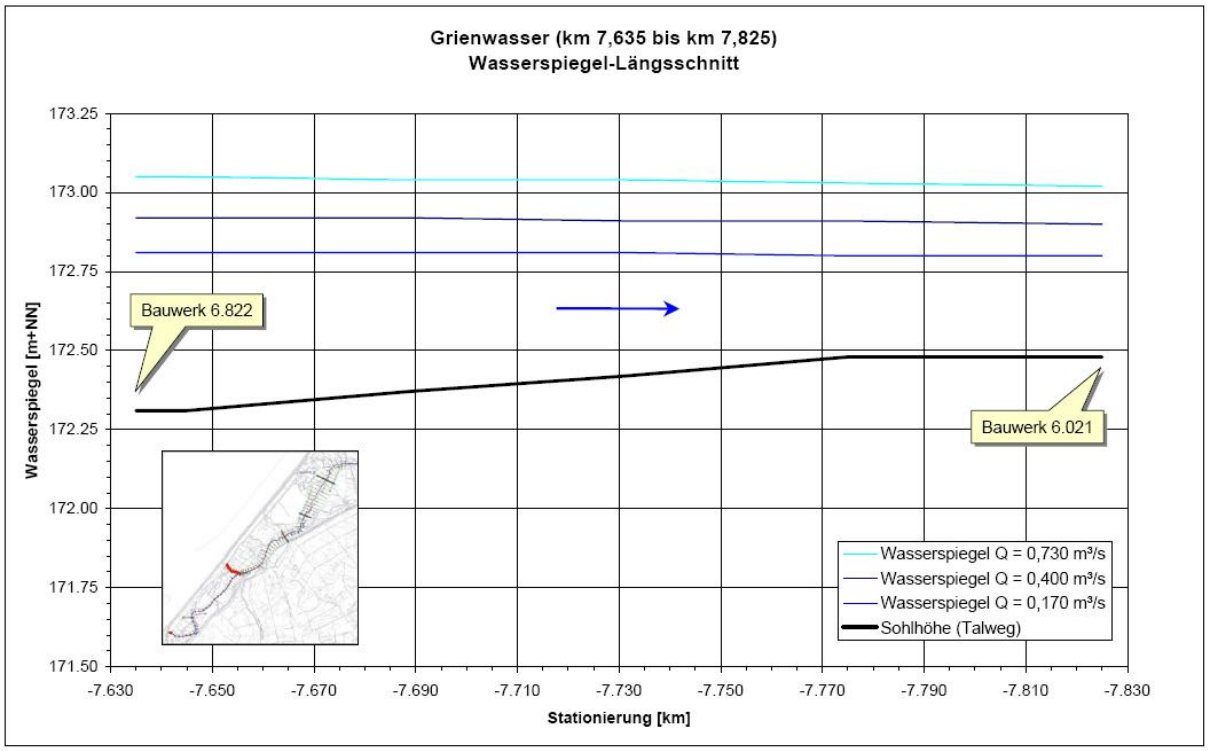


Abbildung 30 Wasserspiegel-Längsschnitt Grienwasser Teil 1 (Plan-Zustand)

Aus denn Berechnungen geht hervor, dass das Entnahmebauwerk 6.82 bei den hier betrachteten Durchflussmengen nicht vom Unterwasser rückgestaut wird. Der Abfluss wird durch die Schwelle im Bauwerk kontrolliert.

Die Abflussaufteilung auf das Grienwasser und den Rheinseitengraben am Bauwerk 6.822 ist im späteren Betrieb zu überprüfen und gegebenenfalls über die Steuerung des Wasserspiegels im Rheinseitengraben an die Verhältnisse anzupassen.

10.2 Teilraum II

Der Teilraum II des Rückhalteraumes Wyhl-Weisweil liegt zwischen den Querdämmen der Wyhler (BW 6.66) und der Weisweiler Rheinstraße (BW 6.67). Seitlich wird das Gebiet wie der Teilraum I durch den Hochwasserdamm IV im Osten und den Rheinseitendamm im Westen begrenzt.

Das Gebiet wird von mehreren Gewässern durchflossen. Neben dem Rheinseitengraben, der parallel zur luftseitigen Böschung des Rheinseitendammes verläuft, wird der Teilraum II außerhalb der Retentions- und Flutungszeiten über das Bauwerk 6.5 mit Wasser versorgt. Das Grienwasser verzweigt sich bei Bauwerk 6.6 in einen östlichen Arm, der weiterhin Grienwasser genannt wird, und einen westlichen Arm, der Rheiniggießen heißt. Der Rheiniggießen teilt sich später in die Hexenkehle, die Hansenkehle und den Meliorationsgraben. Das Gewässersystem im Teilraum II beinhaltet neben einigen Brücken, die den Abflussquerschnitt einengen, auch mehrere Rohrdurchlässe, die den Wasserspiegel jeweils nach oberstrom aufstauen.

10.2.1 Kalibrierung (Ist-Zustand)

Das mathematische Modell beinhaltet die Gewässer des Teilraumes II sowie die unterstrom des Querdammes Weisweiler Rheinstraße (BW 6.67) weiterführenden Wasserläufe (**Abbildung 31**). Die Abflussbedingungen in diesen Gewässerabschnitten wurde als untere Randbedingungen (**Tabelle 13**) vorgegeben. Ausgehend von Normalabflussverhältnissen im Stückerwasser und in der Zollgrundkehle berechnet das Programm die Wasserspiegellagen nach oberstrom bis zum Bauwerk 6.5 im Querdamm Wyhler Rheinstraße (BW 6.66).

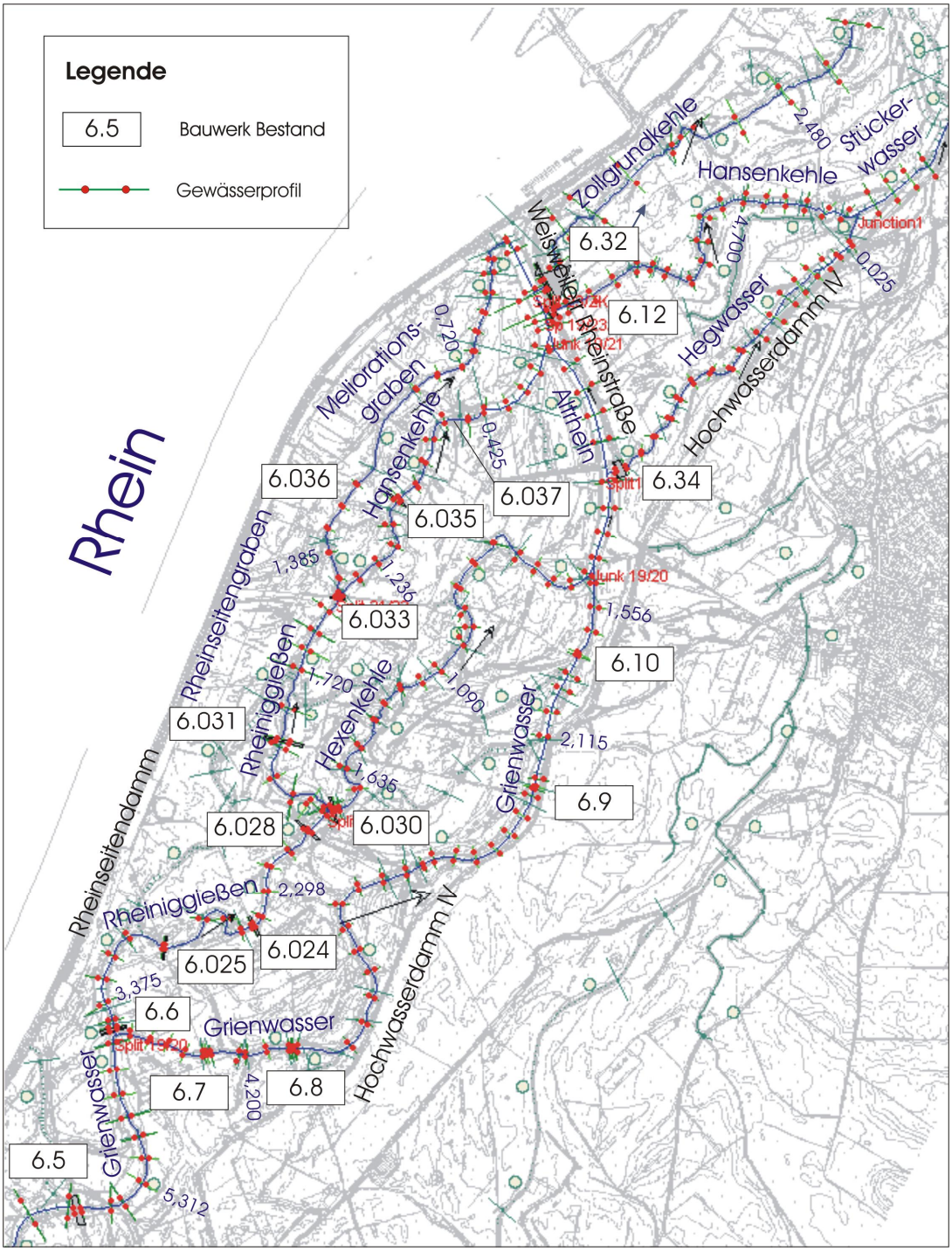


Abbildung 31 Gewässersystem im Teilraum II (Ist-Zustand)

Das Strömungsmodell wurde anhand der Wasserstände kalibriert, die im Rahmen der Stichtagsmessung vom 21./22.07.1997 entlang der Fließgewässer im Teilraum II aufgenommen wurden.

Tabelle 13 Randbedingungen für den Ist-Zustand

Gewässer	Stückerwasser (km 3,980)	Zollgrundkehle (km 2,310)
Randbedingung	Normalabfluss	Normalabfluss

Die Abflüsse in den einzelnen Gewässerabschnitten wurden ebenfalls aus den Angaben der Stichtagsmessung herausgegriffen. Die jeweiligen Werte sind in den nachfolgenden Wasserspiegel-Längsschnitten (**Abbildung 32**, **Abbildung 33**, **Abbildung 34** und **Abbildung 35**) enthalten.

Die berechneten Wasserspiegellagen und die Vergleichswerte aus der Stichtagsmessungen stimmen überwiegend sehr gut überein. Die Abweichung des Messpunktes im Rheiniggießen bei km 1,412 von der rechnerisch ermittelten Wasserspiegellage kann u.U. mit Ungenauigkeiten bei der Erfassung der Naturdaten begründet sein.

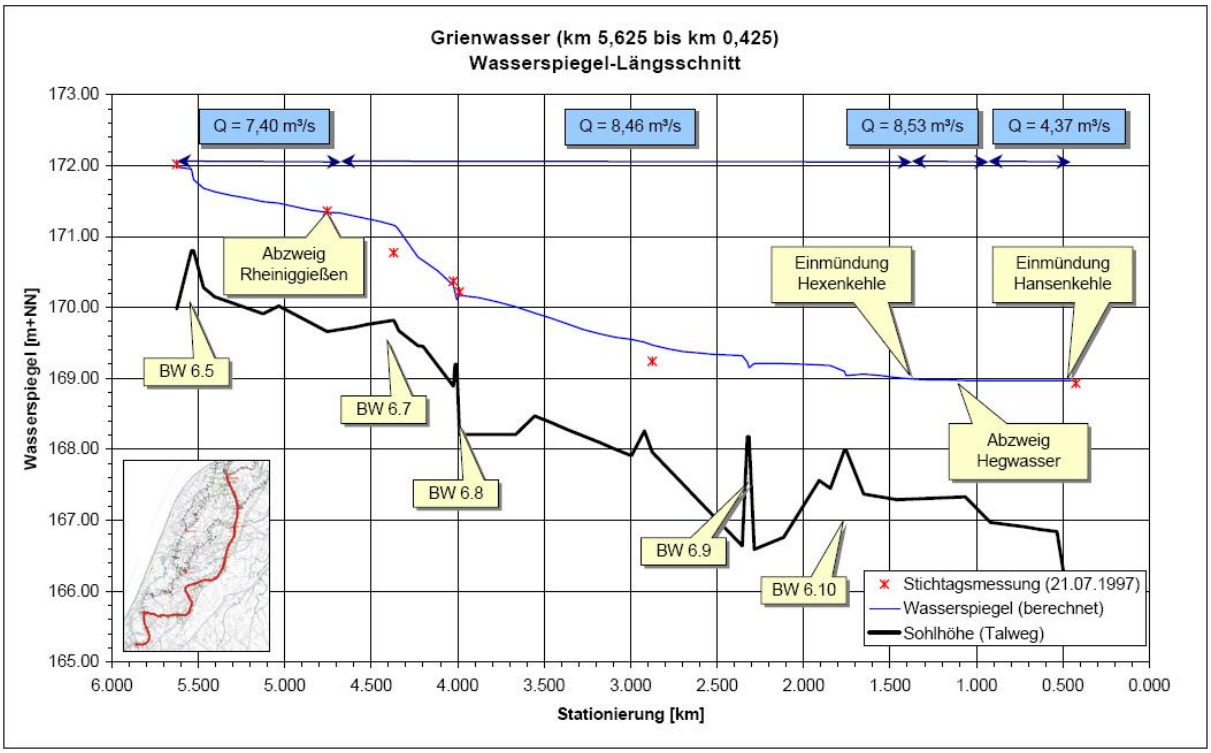


Abbildung 32 Wasserspiegel-Längsschnitt Grienwasser (Ist-Zustand)

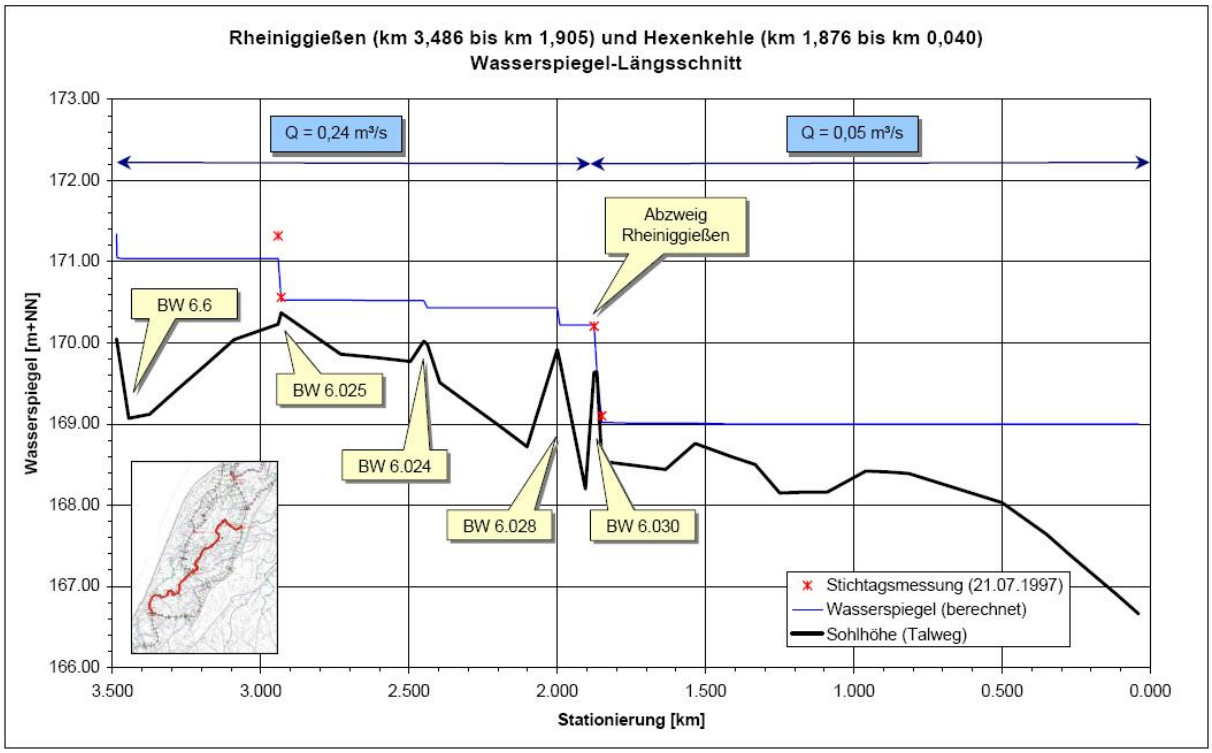


Abbildung 33 Wasserspiegel-Längsschnitt Rheiniggießen - Hexenkehle (Ist-Zustand)

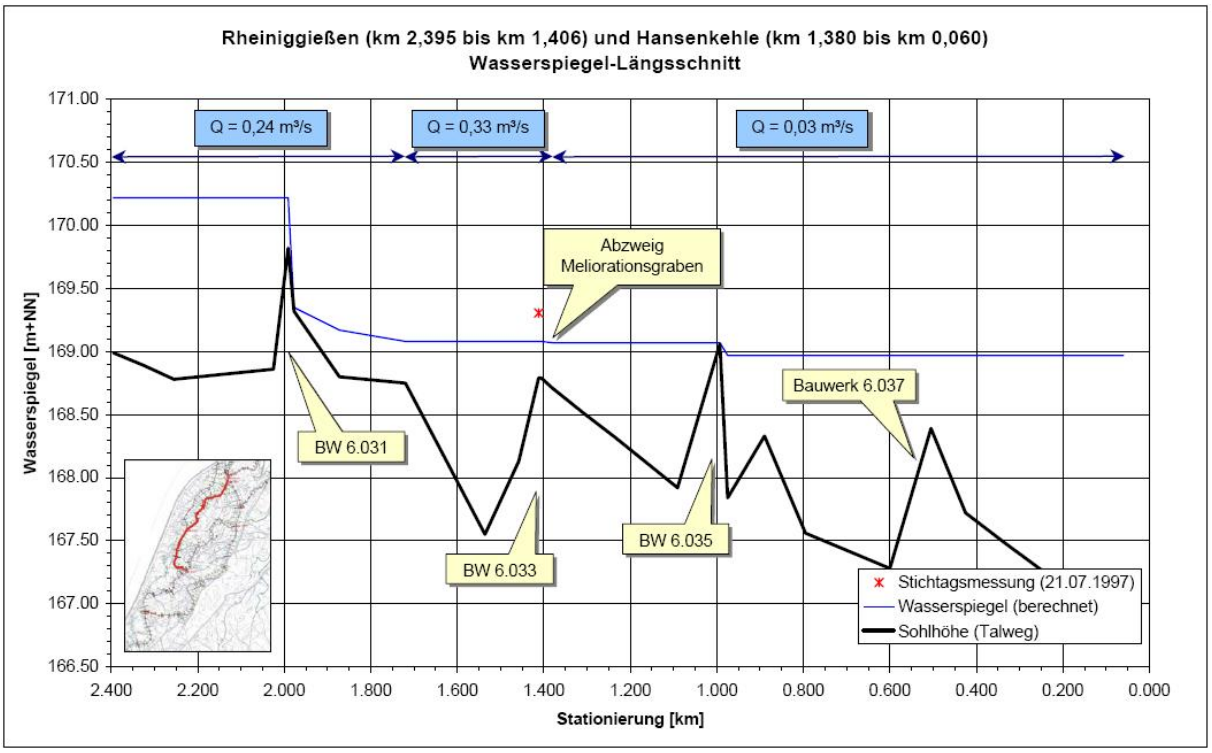


Abbildung 34 Wasserspiegel-Längsschnitt Rheiniggießen - Hansenkehle (Ist-Zustand)

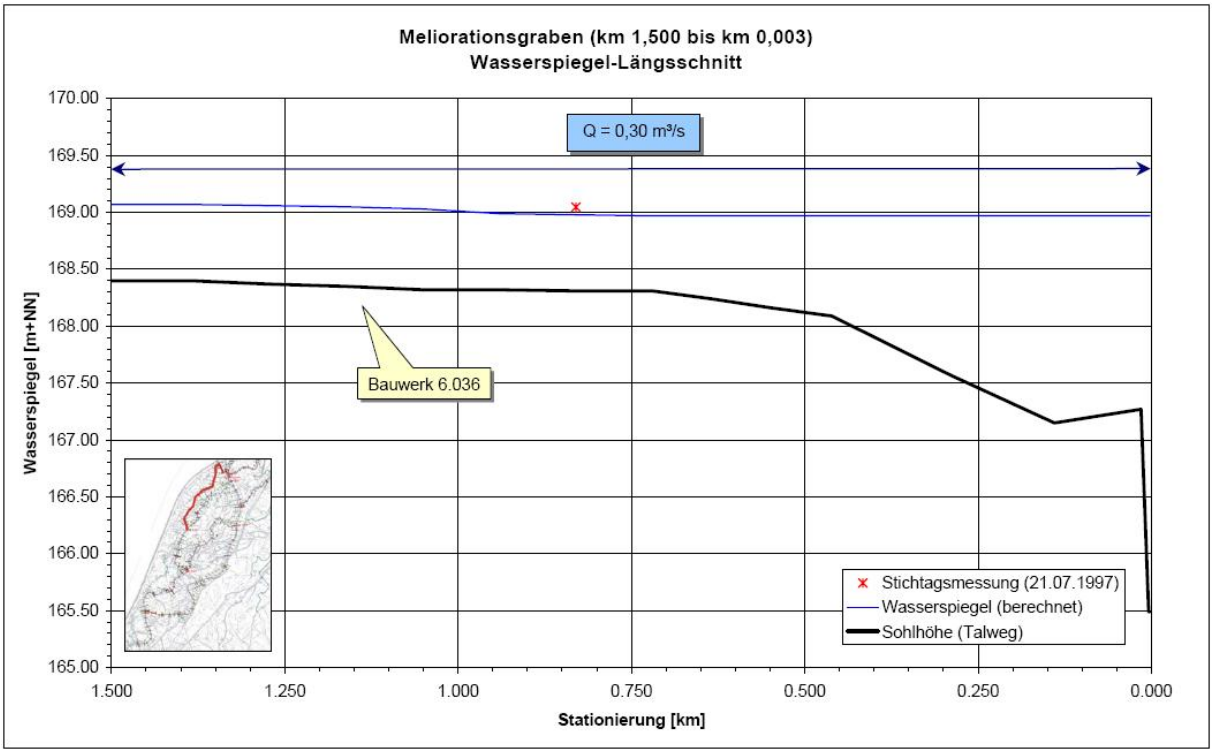


Abbildung 35 Wasserspiegel-Längsschnitt Meliorationsgraben (Ist-Zustand)

10.2.2 Plan-Zustand

Die Planungen zum Gewässerausbau im Teilraum II sehen vor, den „Durchgehenden Altrheinzug“ nach Westen in den Rheiniggießen und die Hansenkehle zu verlegen und das Grienwasser als Gießen zu reaktivieren. Daher wird zukünftig die Dauerwasserführung des Grienwassers durch eine Schwelle (BW 6.30) unterbunden, die unmittelbar unterstrom des Bauwerkes 6.6 angeordnet wird (**Abbildung 36**).

Die Hauptwasserführung findet dann über den Gewässerzug Rheiniggießen – Hansenkehle statt. Die von diesem Gewässerzug abzweigende Hexenkehle wird ebenfalls durch eine Schwelle (BW 6.32) abgetrennt. Die Schwellenhöhen wurden jeweils so festgelegt, das sie bei ökologischen Flutungen überströmt und die dahinter liegenden Gewässer nur in diesen Betriebszeiten durchflossen werden.

Die gewählten Wasserführungen, die den hydraulischen Untersuchungen zu Grunde liegen, zeigen exemplarisch die Strömungsverhältnisse in den Gewässern des Teilraumes II vor Beginn von flächenhaften Ausuferungen.

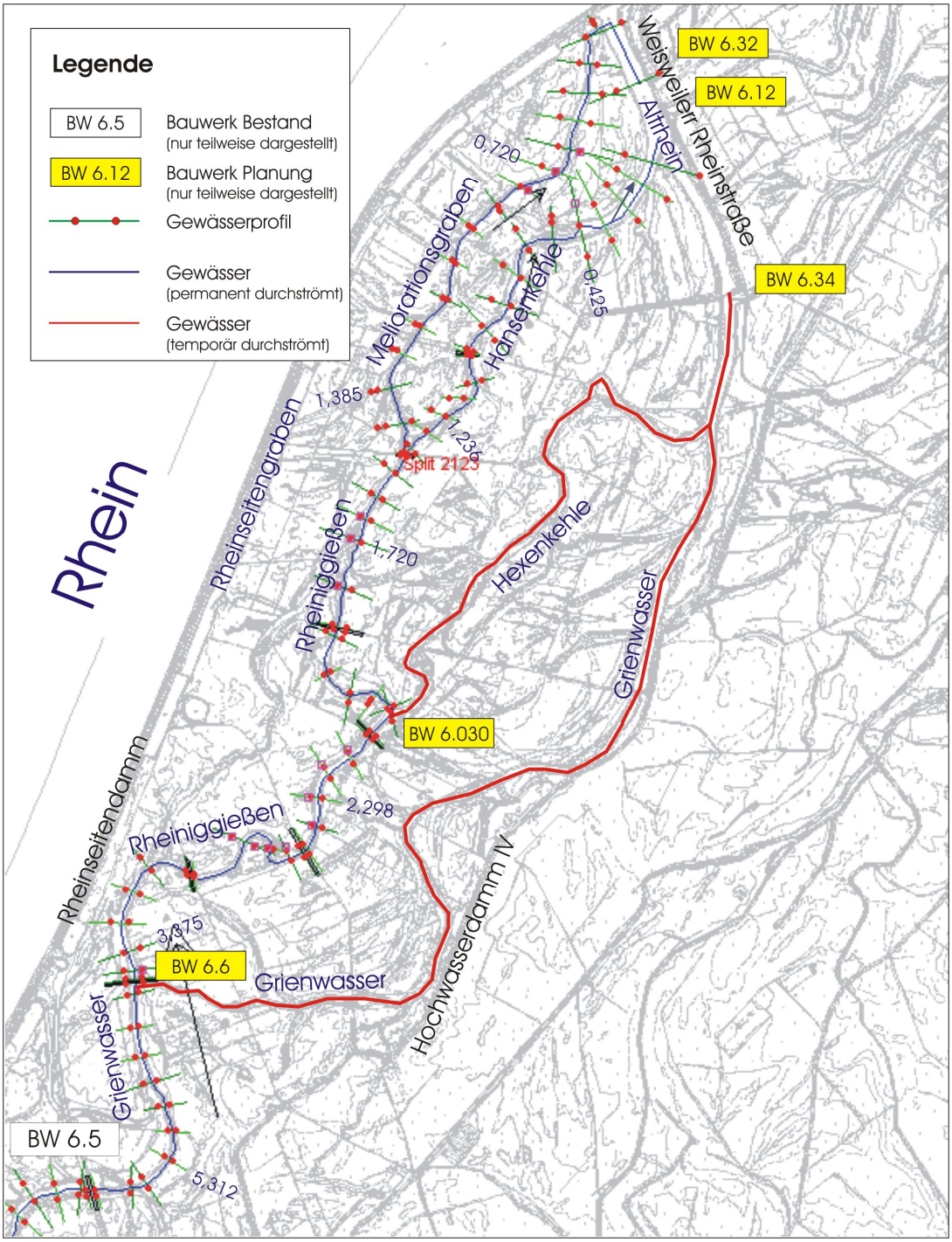


Abbildung 36 Gewässersystem im Teilraum II (Plan-Zustand)

Als untere Randbedingung für die Berechnung der Wasserspiegellagen in den Gewässerstrecken des Teilraumes II wurde der Wasserspiegel im Altrhein oberstrom des Querdammes der Weisweiler Rheinstraße angesetzt, der durch die Schwellen unterhalb der Bauwerke kontrolliert wird (vgl. **Kapitel 10.3**). Hierbei wird im Dauerzustand außerhalb der Betriebszeiten des Rückhalteraumes angestrebt, dass die Wasserspiegellagen im Altrheinzug niedriger sind als heute, um die Fließgeschwindigkeiten zu erhöhen und somit einer weiteren Schlammablagerung entgegen zu wirken. Die Ergebnisse sind in den **Abbildung 37**, **Abbildung 38**, **Abbildung 39** und **Abbildung 40** dokumentiert.

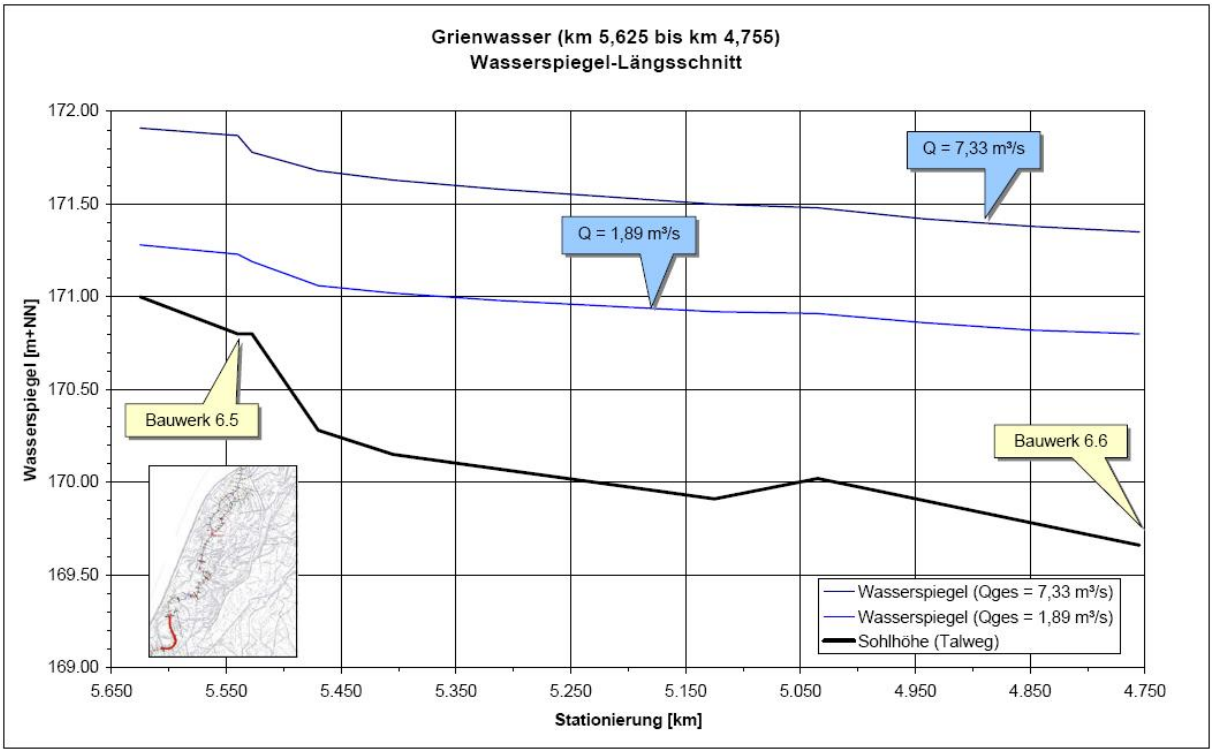


Abbildung 37 Wasserspiegel-Längsschnitt Grienwasser (Plan-Zustand)

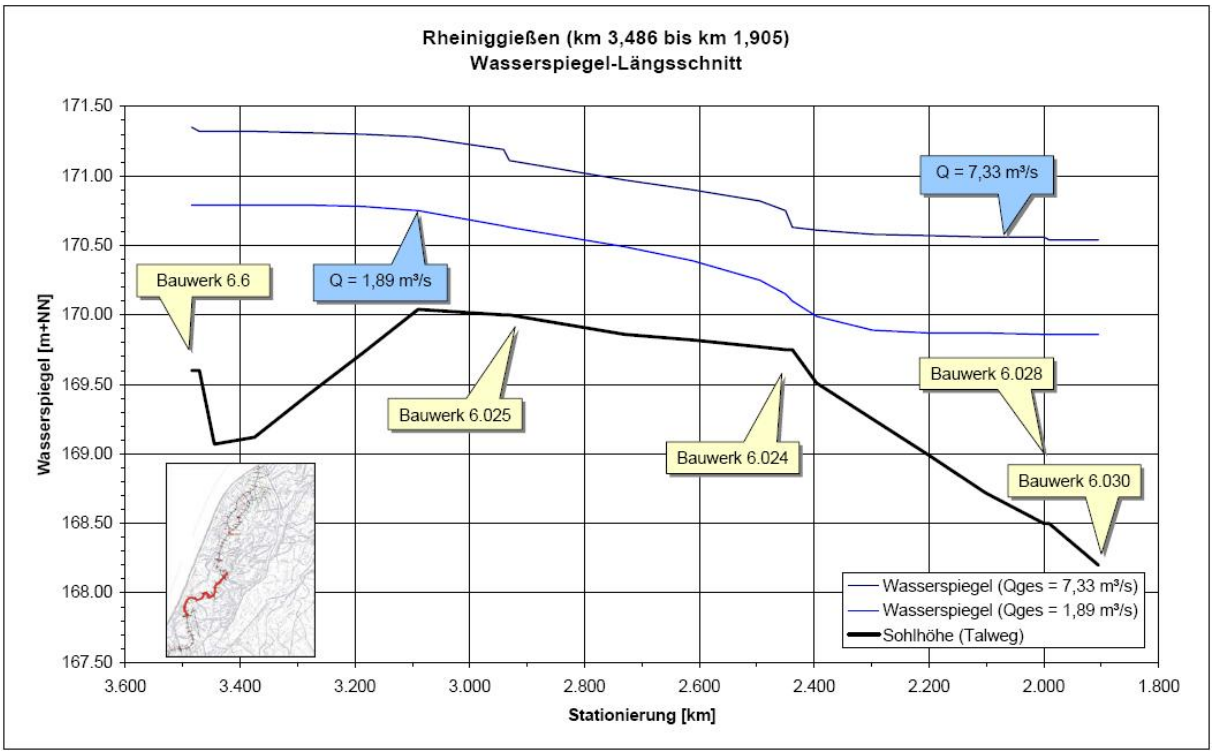


Abbildung 38 Wasserspiegel-Längsschnitt Rheiniggießen (Plan-Zustand)

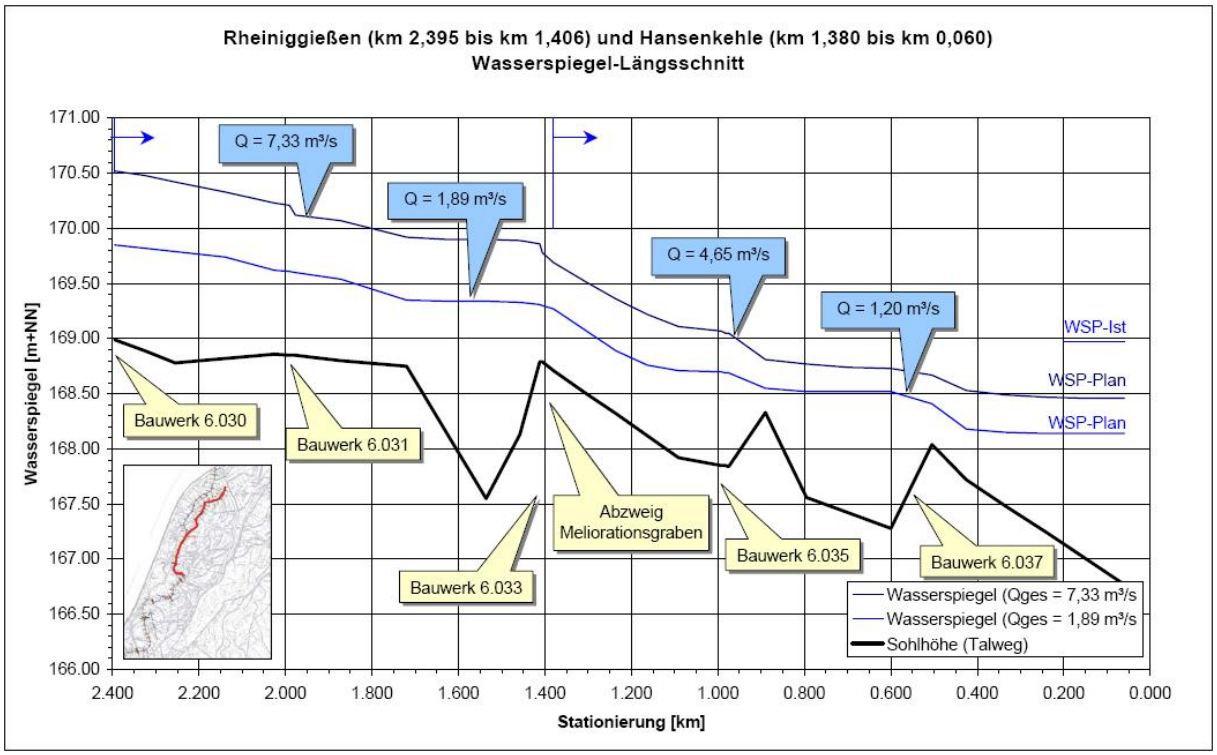


Abbildung 39 **Wasserspiegel-Längsschnitt Rheiniggießen u. Hansenkehle (Plan-Zustand)**
(Ist-Zustand siehe **Abbildung 34**)

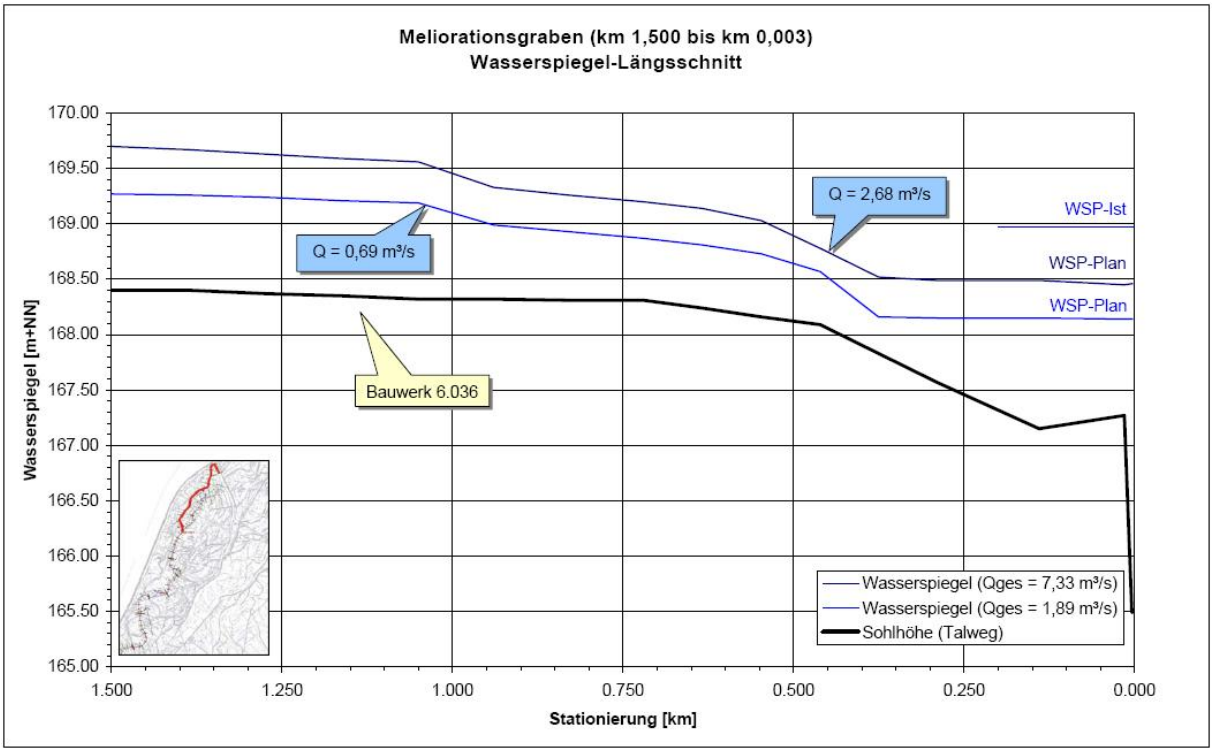


Abbildung 40 **Wasserspiegel-Längsschnitt Meliorationsgraben (Plan-Zustand)**
(Ist-Zustand siehe Abbildung 35)

Die niedrigeren Wasserspiegel oberstrom des Weisweiler Querdammes ziehen höhere Fließgeschwindigkeiten im Meliorationsgraben und der Hansenkehle nach sich. Dies führt zu einer besseren Durchströmung der Gewässer und wirkt Ablagerungstendenzen entgegen.

10.3 Querdamm Weisweiler Rheinstraße

Im heutigen Zustand erreicht der Zufluss aus dem Teilraum II den Querdamm Weisweiler Rheinstraße bei kleinen Abflüssen im Wesentlichen über das Grienwasser, welches in den Altrheinarm einmündet. Zukünftig wird der Hauptzustrom über die Hansenkehle und den Meliorationsgraben erfolgen. Das Gewässersystem ist in **Abbildung 41** dargestellt.

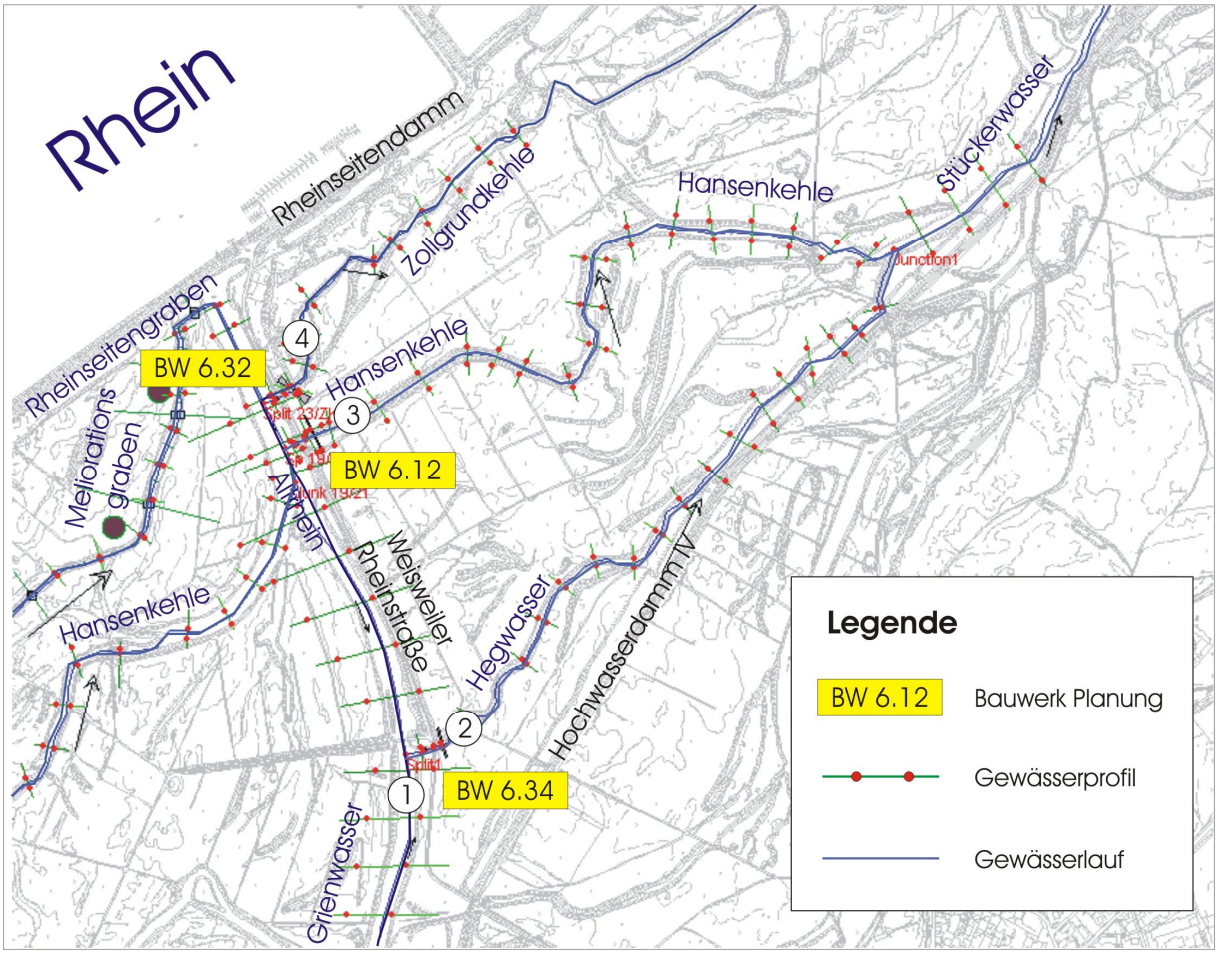


Abbildung 41 Strömungsmodell im Bereich des Querdammes Weisweiler Rheinstraße

Der Querdamm Weisweiler Rheinstraße wird an drei Durchlassbauwerken passiert und der Abfluss verteilt sich unterstrom des Dammes auf die Gewässer Hegwasser, Hansenkehle und Zollgrundkehle. Die Abflusswerte im derzeitigen System sind aus zwei Stichtagsmessungen vom 20.12.1999 und vom 14.03.2006 bekannt (**Tabelle 14**).

Tabelle 14 Abflussaufteilung am Querdamm Weisweiler Rheinstraße im Ist-Zustand

Nummer	Gewässer	Bauwerk	$Q_{4,0}$ (20.12.1999)	$Q_{2,84}$ (14.03.2006)
1	Grienwasser		3,840 m³/s	2,840 m³/s
2	Hegwasser	BW 6.34	0,400 m³/s	0,442 m³/s
3	Hansenkehle	BW 6.12	3,380 m³/s	2,072 m³/s
4	Zollgrundkehle	BW 6.32	0,060 m³/s	0,322 m³/s

Durch die Umgestaltungsmaßnahmen innerhalb des Teilraumes II und den Neubau der Durchlassbauwerke BW 6.34, BW 6.12 und BW 6.32 ändern sich die Abflussbedingungen. Der Wasserstand im Altrheinarm oberstrom des Querdammes Weisweiler Rheinstraße soll bei kleinen Abflüssen gegenüber dem heutigen Zustand abgesenkt werden (**Tabelle 15**). Um die Durchgängigkeit der Durchlassbauwerke sicherzustellen, soll eine Abflusstiefe von 20 cm innerhalb der Bauwerke nicht unterschritten werden. Um dieses Ziel zu erreichen, wurden planerisch Schwellen entwickelt, die unterstrom der Durchlassbauwerke angeordnet werden und den Wasserspiegel in den Bauwerken stützen.

Tabelle 15 Wasserspiegel oberstrom des Querdammes (Plan-Zustand)

$WSP_{0,5}$	$WSP_{2,84}$	$WSP_{4,0}$	$WSP_{11,0}$
167,96 m+NN	168,14 m+NN	168,20 m+NN	168,46 m+NN

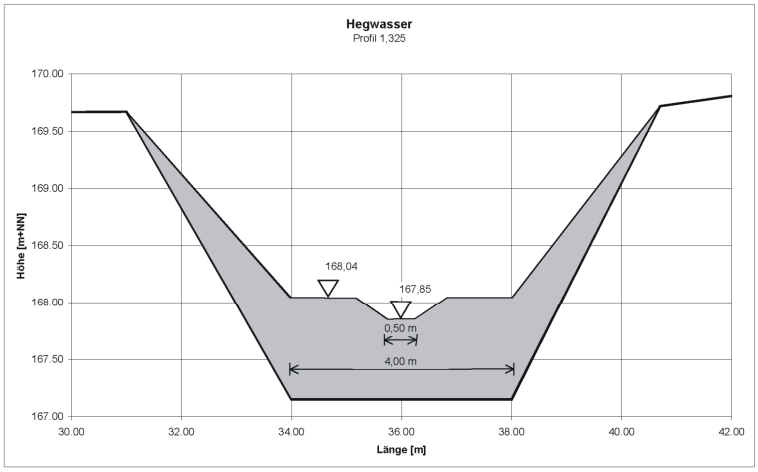
Die neue Abflussaufteilung wurde so konzipiert, dass der Abfluss an den drei Durchlassbauwerken im alten und neuen Zustand unverändert bleibt. Als maßgebender Zustand wurde der Zustrom aus dem Grienwasser mit $Q_{2,84}$ = 2,84 m³/s während der Stichtagsmessung am 14.03.2006 zu Grunde gelegt. Mit dieser Randbedingung ergab sich die in **Abbildung 42** gezeigte Geometrie der Schwellen.

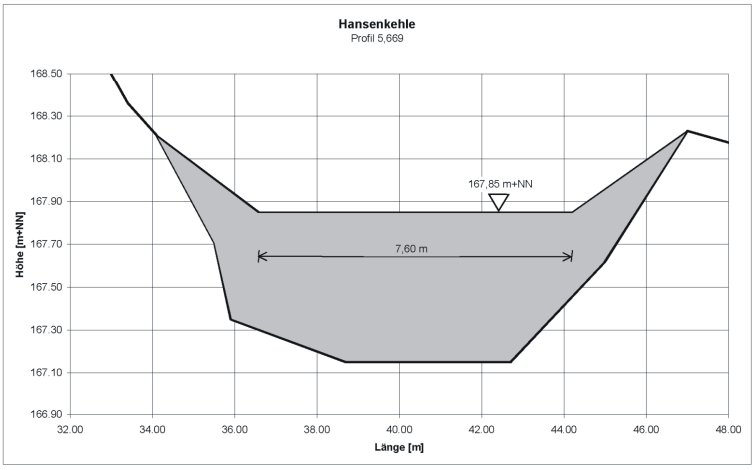
Oberstrom der Schwellen wird der Wasserspiegel bei Niedrigwasserabflüssen aufgestaut, um die Durchwanderbarkeit der Bauwerke zu gewährleisten. Die Abflüsse durch die einzelnen Bauwerke wurden mit dem Strömungsmodell rechnerisch ermittelt. Sie sind in **Tabelle 16** zusammengefasst.

Tabelle 16 Abflussaufteilung am Querdamm Weisweiler Rheinstraße im Plan-Zustand

Gewässer	Bauwerk	Schwelle	$Q_{0,5}$	$Q_{2,84}$	$Q_{4,0}$	$Q_{11,0}$
Hegwasser	BW 6.34	168,04 m+NN	0,040 m³/s	0,420 m³/s	0,650 m³/s	2,160 m³/s
Hansenkehle	BW 6.12	167,85 m+NN	0,440 m³/s	2,090 m³/s	2,780 m³/s	6,640 m³/s
Zollgrundkehle	BW 6.32	168,04 m+NN	0,020 m³/s	0,330 m³/s	0,570 m³/s	2,200 m³/s

Bei steigenden Abflüssen nimmt die Wirkung der Schwellen ab und die Leistungsfähigkeit der Durchlassbauwerke wird somit bei ökologischen Flutungen und im Retentionsfall nicht beeinträchtigt.





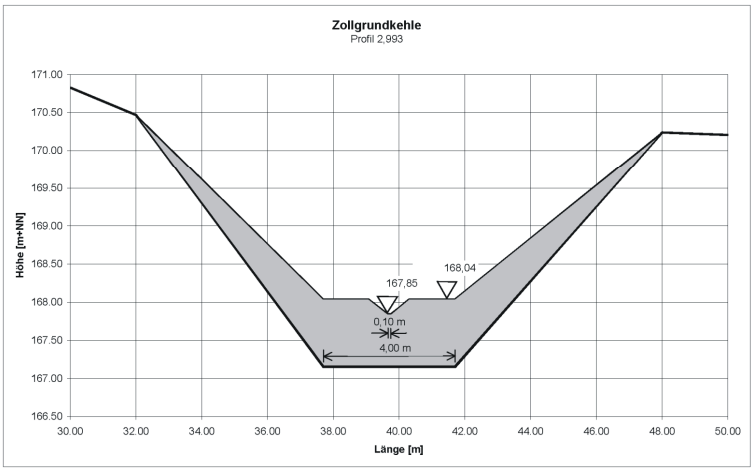


Abbildung 42 Geometrie der Schwellen zur Abflussregulierung

Die Ergebnisse der numerischen Simulation sind auch in Form von Wasserspiegel-Längsschnitten dokumentiert (**Abbildung 43**, **Abbildung 44** und **Abbildung 45**). Man erkennt den Aufstaueffekt, der durch die Schwellen, die unterstrom der Durchlassbauwerke liegen, erzeugt wird.

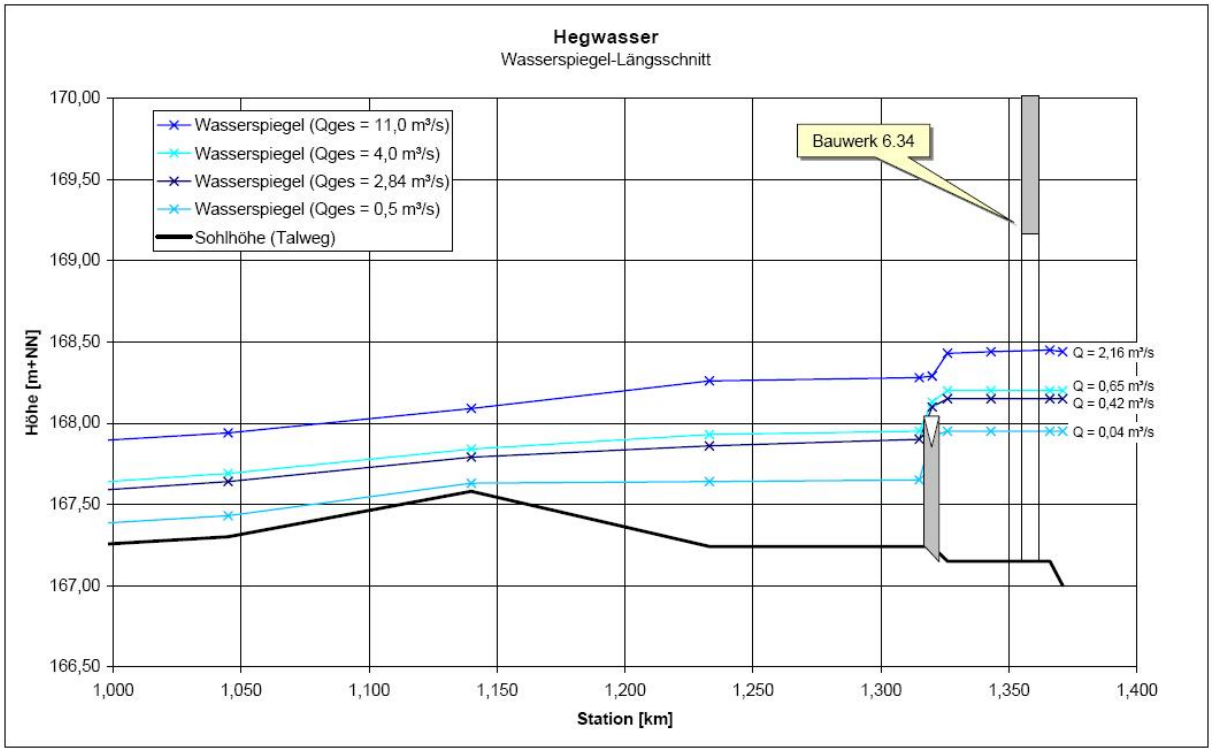


Abbildung 43 Wasserspiegel-Längsschnitt Hegwasser (BW 6.34 nach unterstrom)

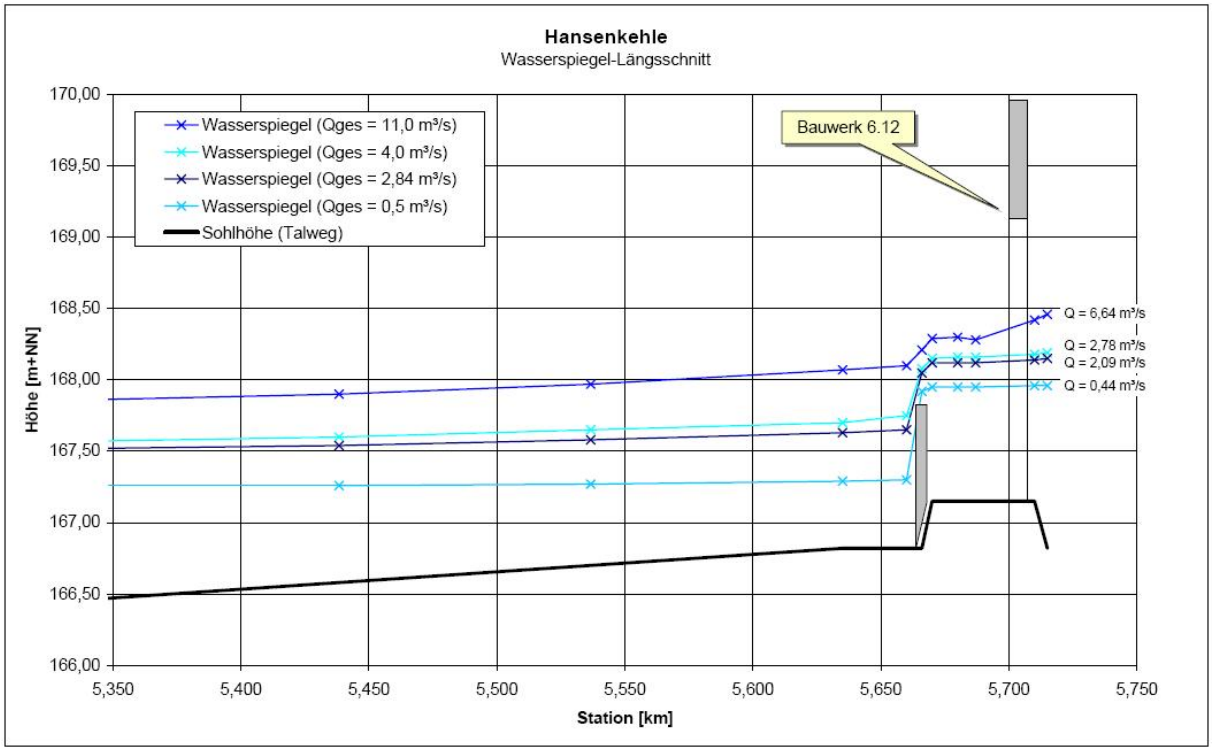


Abbildung 44 Wasserspiegel-Längsschnitt Hansenkehle (BW 6.12 nach unterstrom)

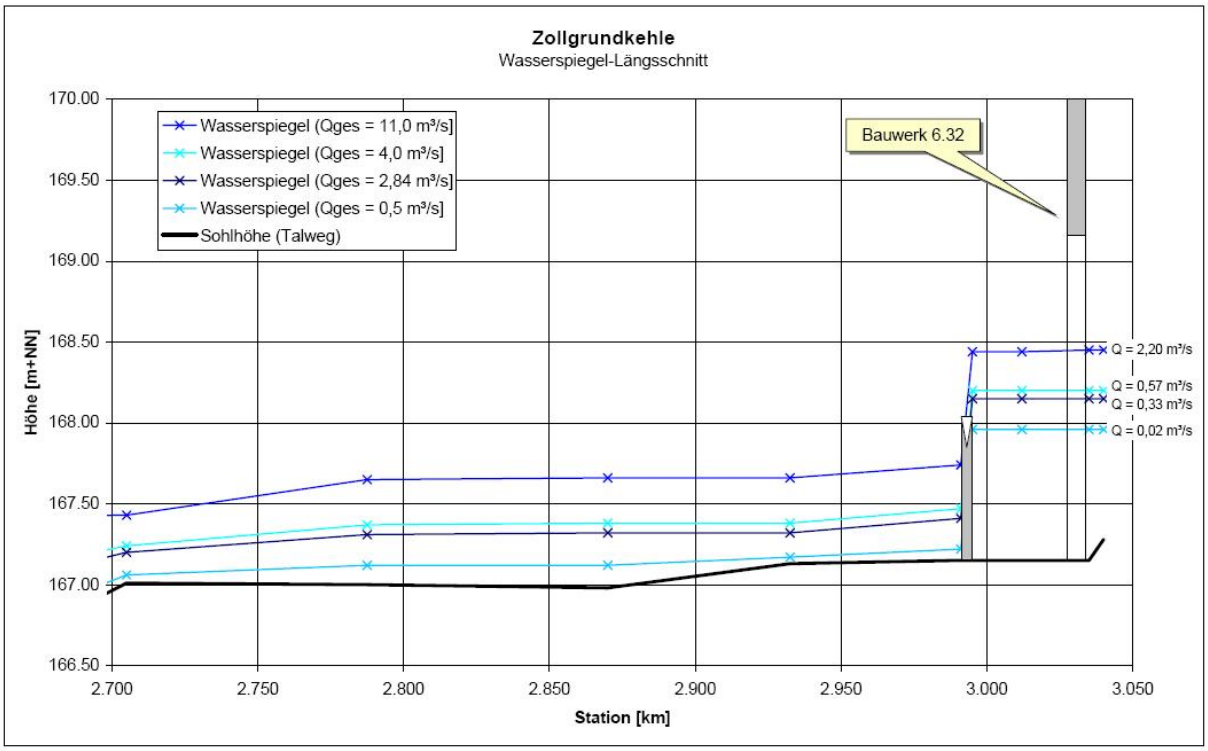


Abbildung 45 Wasserspiegel-Längsschnitt Zollgrundkehle (BW 6.32 nach unterstrom)

11 Grundwasserhaltung (BW 6.83 – BW 6.85): Brunnen

11.1 Förderrate

Die Förderrate der einzelnen Brunnen wurde für die einzelnen Standorte im Grundwassermodell (GW-Modell) der GELDNER Ingenieurberatung, Karlsruhe ermittelt. Für die Ortslage Wyhl und den Bereich Kuhwaide ist danach eine größere Förderrate je Brunnen erforderlich als in Weisweil. Für die hydraulische Bemessung wird die Förderrate aus dem Grundwassermodell um einen Sicherheitszuschlag von 20 % erhöht (**Tabelle 17**).

Tabelle 17 Leistungsfähigkeit der Einzelbrunnen

	Wyhl	Kuhwaide	Weisweil	Weisweil	Weisweil
Förderrate (Normalbetrieb) Q_B	100 l/s	100 l/s	65 l/s	50 l/s	40 l/s
Förderrate (Maximum) $Q_{B,\ max}$	120 l/s	120 l/s	78 l/s	60 l/s	48 l/s
Förderrate je Pumpe Q_P	50 l/s	50 l/s	32,5 l/s	25 l/s	20 l/s
max. Förderrate je Pumpe $Q_{P,\ max}$	60 l/s	60 l/s	39 l/s	30 l/s	24 l/s

Die Dimensionierung der Einzelbrunnen erfolgt in den folgenden Kapiteln getrennt nach den geometrischen und hydraulischen Anforderungen.

11.2 Geometrischer Nachweis

Der geometrische Nachweis der Brunnen wird mit der Förderrate Q_B je Brunnen bzw. der Pumpenleistung Q_P je Pumpe geführt.

Jeder Brunnen wird mit zwei identischen Pumpen gleicher Förderleistung ausgestattet. Die geometrische Abmessung der Pumpen ist ausschlaggebend für die Wahl des Filterrohrdurchmessers. Die Nennweite muss ausreichend dimensioniert sein, um zwei Pumpen innerhalb des lichten Querschnittes anordnen zu können. **Abbildung 46** zeigt eine Systemskizze mit den Durchmessern der Pumpen (d_p), des Filterrohres (Innendurchmesser d_i und Außendurchmesser d_a) sowie dem darauf abgestimmten Bohrdurchmesser d_b.

Die mindestens erforderlichen Durchmesser des Filterrohres werden in Abhängigkeit des Pumpendurchmessers d_p bestimmt. Der Rohrquerschnitt ist dabei so auszulegen, dass zwischen den beiden Pumpen ausreichend Freiraum besteht, um eine optimale Anströmung gewährleisten zu können.

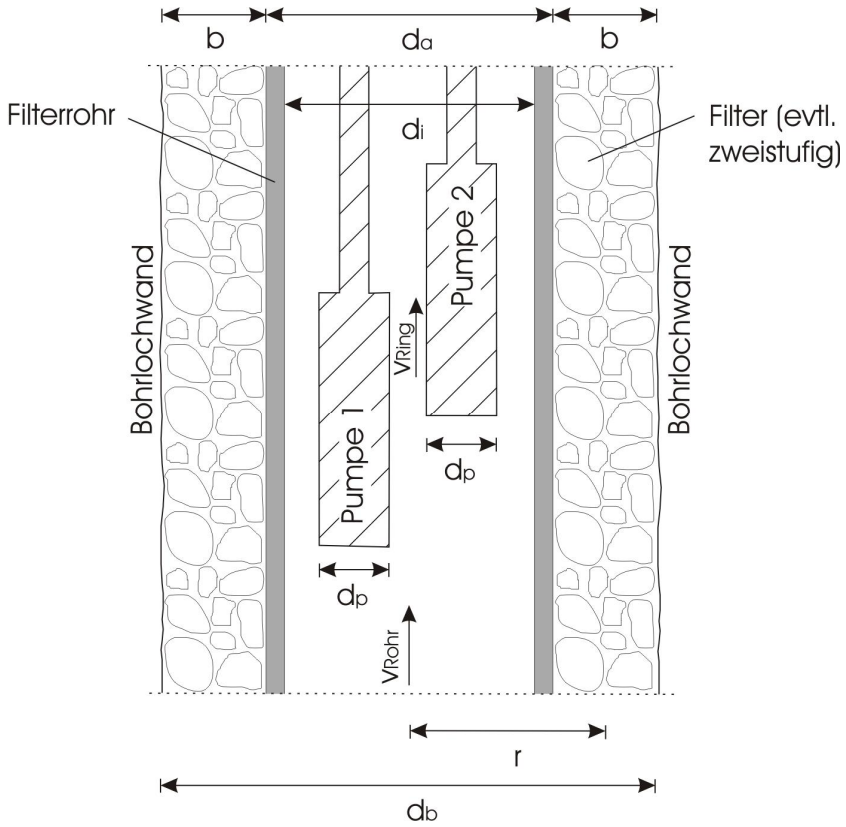


Abbildung 46 Anordnung der Pumpen im Filterrohr

Der Abstand zur Rohrwand bzw. zur benachbarten Pumpe sollte mindestens 5 bis 10 cm betragen. Die gewählten Größen sind in **Tabelle 18** zusammengefasst.

Tabelle 18 Abmessungen von Pumpen, Filterrohr und Bohrdurchmesser

	Q_P = 50 l/s	Q_P = 32,5 l/s	Q_P = 25 l/s	Q_P = 20 l/s
Pumpendurchmesser d_p	300 mm	270 mm	270 mm	270 mm
Filterrohr Innendurchmesser d_i	791 mm	791 mm	791 mm	791 mm
Filterrohr Außendurchmesser d_a	801 mm	801 mm	801 mm	801 mm
Bohrdurchmesser d_b	1500 mm	1500 mm	1500 mm	1500 mm
Ringraum b	350 mm	350 mm	350 mm	350 mm
Brunnenradius r = d_a / 2 + b / 2	575 mm	575 mm	575 mm	575 mm

Die Dimensionierung der Filterrohrlänge erfolgt nach dem Regelwerk der Deutschen Vereinigung des Gas- und Wasserfaches e.V. (DVGW). Im Arbeitsblatt W 118 „Bemessung von Vertikalfilterbrunnen“ / 13 / wird die Länge so bemessen, dass die horizontale Eintrittsgeschwindigkeit des Grundwassers in das Filterrohr beim Verlassen des Kornfilters einen kritischen Wert nicht überschreitet. Es gilt:

$$erf.L_F = \frac{Q_B}{\pi \cdot d_a \cdot v_{krit}}$$

Die kritische Geschwindigkeit wird mit v_{krit} = 0,0025 m/s angegeben und als gleichverteilt über den Umfang und die Höhe des Filterrohres angenommen. Mit diesem Wert lässt sich die Filterrohrlänge L_F berechnen. Die Ergebnisse sind in **Tabelle 19** für unterschiedliche Förderraten enthalten.

Tabelle 19 Dimensionierung der Filterrohrlänge nach DVGW W 118 / 13 /

	Förderrate Q_B = 100 l/s	Förderrate Q_B = 65 l/s	Förderrate Q_B = 50 l/s	Förderrate Q_B = 40 l/s
Filterrohrlänge erf. L_F (rechnerisch)	15,90 m	10,33 m	7,95 m	6,36 m
Filterrohrlänge L_F (gewählt)	16,00 m	11,00 m	8,00 m	7,00 m

In Abhängigkeit des verwendeten Filterrohrdurchmessers ergeben sich Fließgeschwindigkeiten im Filterrohr (v_{Rohr}) bzw. im Ringspalt zwischen Pumpe und Rohrwand (v_{Spalt}). Nach / 13 / gilt:

$$v_{Rohr} = \frac{4 \cdot Q_B}{\pi \cdot d_i^{\,2}} \qquad \text{bzw.} \qquad v_{Spalt} = \frac{4 \cdot Q_B}{\pi \cdot (d_i^{\,2} - 2 \cdot d_p^{\,2})}$$

Die Fließgeschwindigkeiten im Filterrohr dürfen bestimmte Grenzwerte nicht überschreiten. Die ermittelten Geschwindigkeitsgrößen und die zugehörigen Grenzwerte nach DVGW sind in **Tabelle 20** aufgeführt.

Tabelle 20 Nachweis nach DVGW W 118 / 13 /

	Förderrate Q_B = 100 l/s	Förderrate Q_B = 65 l/s	Förderrate Q_B = 50 l/s	Förderrate Q_B = 40 l/s	Maximalwert nach DVGW W 118
v_{Rohr}	0,20 m/s	0,13 m/s	0,10 m/s	0,08 m/s	1,0 m/s
v_{Spalt}	0,29 m/s	0,17 m/s	0,13 m/s	0,11 m/s	2,0 m/s

Die durchgeführte Bemessung garantiert, dass der geplante Vertikalfilterbrunnen auf Grund seiner geometrischen Abmessungen die notwendige Förderrate ableiten kann und die geforderten Grenzbedingungen bzgl. der Fließgeschwindigkeiten eingehalten werden. Jedoch bleiben der Wasserandrang und das Fassungsvermögen des Brunnens zu überprüfen. Der entsprechende Nachweis wird im folgenden Kapitel erbracht.

11.3 Hydraulischer Nachweis

Für den hydraulischen Nachweis wird die betrachtete Förderrate um 20 % auf $Q_{B,\,max}$ erhöht (**Tabelle 17**). Durch diesen Schritt wird sichergestellt, dass die Brunnen im Normalbetrieb noch nicht an ihrer Leistungsgrenze arbeiten. Die Brunnen werden konstruktiv so ausgebildet, dass Sauerstoffeintrag in die Förderleitung in allen Betriebszuständen ausgeschlossen wird, um einer Verockerung des Filters durch das geförderte Grundwasser vorzubeugen. Hierzu wird bei der Positionierung des Filterrohres zusätzlich zur maximalen Tiefe des Absenktrichters s_{max} ein Sicherheitszuschlag z der Mächtigkeit $z \geq 1{,}0$ m berücksichtigt (**Abbildung 47**).

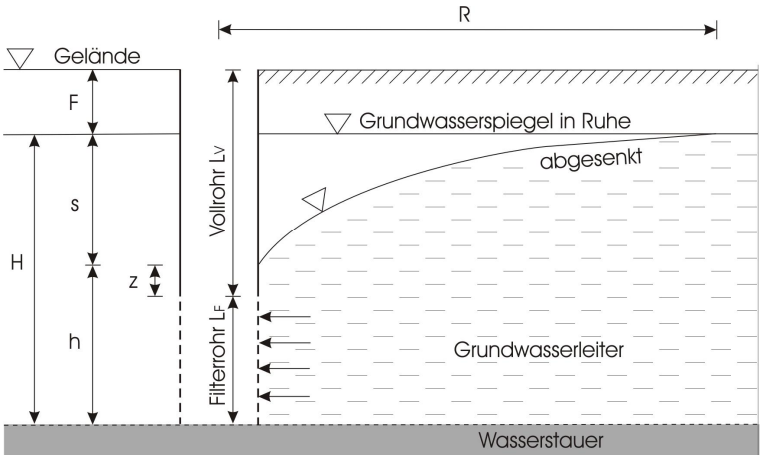


Abbildung 47 Bezeichnungen für die Brunnenbemessung (Prinzipskizze)

Die Bemessung erfolgt analog den Vorgaben für Brunnen mit gespannter Oberfläche. Das Wasser fließt dem Brunnen bei diesem Ansatz durch einen Grundwasserleiter mit konstanter Mächtigkeit m zu, die mit der gewählten Länge des Filterrohres L_F gleichzusetzen ist (**Tabelle 19**):

$$m = L_F$$

Der Wasserzufluss zum Brunnen kann dabei solange durch Pumpen gefördert werden, bis das Fassungsvermögen des Brunnens erreicht ist. Dieses stellt einen Grenzzustand dar, ab dem die Förderleistung nicht weiter gesteigert werden kann. Die Berechnungsformeln lauten (**Tabelle 21**):

Tabelle 21 Förderrate für vollkommene Einzelbrunnen bei gespanntem GW-Leiter

Fassungsvermögen Q_F (nach / 5 /)	$2 \cdot \pi \cdot r \cdot m \cdot \frac{\sqrt{k_f}}{15}$
Wasserzufluss Q_{zu} (nach / 5 /)	$\frac{2 \cdot \pi \cdot k_f \cdot m \cdot (H - h)}{\ln R - \ln r}$
Förderleistung Q	$\min(Q_F; Q_{zu})$

Entscheidend für die Ermittlung des Fassungsvermögens und des Wasserzuflusses sind Angaben zum Grundwasserleiter. Informationen über den Durchlässigkeitsbeiwert k_f und die Mächtigkeit H wurden von der GELDNER Ingenieurberatung, Karlsruhe zur Verfügung gestellt (**Tabelle 22**).

Tabelle 22 Bodenparameter (Quelle: GELDNER Ingenieurberatung, Karlsruhe)

Durchlässigkeitsbeiwert k_f	$5 \cdot 10^{-3}$ bis $1 \cdot 10^{-2}$ m/s
Hydraulisch wirksame Mächtigkeit H	~ 25 m

Die Reichweite R ist abhängig von der Tiefe s des Absenktrichters am Brunnen und dem Durchlässigkeitsbeiwert k_f des anstehenden Bodens. Die Tiefe s wiederum steht in Zusammenhang mit der Förderrate des Brunnens. Zur Berechnung der Reichweite R wird für einen vollkommenen Einzelbrunnen nach / 5 / folgende Formel verwendet:

$$R = 3000 \cdot s \cdot \sqrt{k_f}$$

In **Abbildung 48** ist eine Graphik dargestellt, die den Zusammenhang zwischen der Förderrate Q und der Absenkung s des Grundwasserspiegels im Bohrloch zeigt.

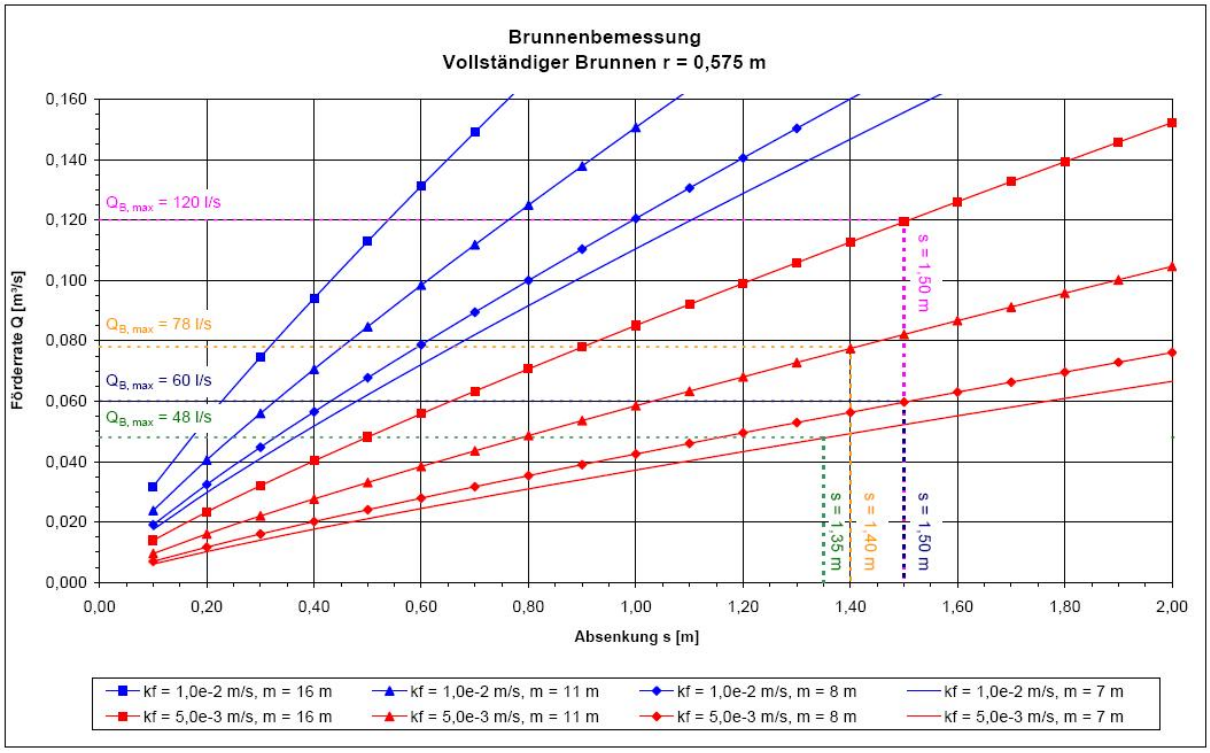


Abbildung 48 Absenkung s im Brunnen in Abhängigkeit der Förderrate Q

Aus dem Diagramm geht die größte Absenkung s hervor, die sich bei maximalem Pumpenbetrieb einstellt. Diese Größe wird benötigt, um die Teufe des erforderlichen Bohrloches zu bestimmen.

11.4 Teufe des Bohrloches

Das Bohrloch für den Vertikalfilterbrunnen muss soweit abgeteuft werden, dass ein sicherer und dauerhafter Betrieb gewährleistet werden kann. Die einzelnen Tiefen, die berücksichtigt werden müssen, sind in **Tabelle 23** zusammengefasst. Die Endtiefe ergibt sich aus der Summe der genannten Einzelwerte.

Tabelle 23 Teufe des Bohrloches

	Förderrate $Q_{B,\,max}$ = 120 l/s	Förderrate $Q_{B,\,max}$ = 78 l/s	Förderrate $Q_{B,\,max}$ = 60 l/s	Förderrate $Q_{B,\,max}$ = 48 l/s
Mittlerer Flurabstand F des GW-Spiegels	2 m ≤ F ≤ 4 m	2 m ≤ F ≤ 4 m	2 m ≤ F ≤ 4 m	2 m ≤ F ≤ 4 m
Tiefe des Absenktrichters s_{max}	1,50 m	1,40 m	1,50 m	1,35 m
Sicherheitszuschlag z	1,50 m	1,60 m	1,50 m	1,65 m
Filterrohrlänge L_F	16,00 m	11,00 m	8,00 m	7,00 m
Pumpengehäuse = Voll-rohr	2,00 m	2,00 m	2,00 m	2,00 m
Filterboden	1,00 m	1,00 m	1,00 m	1,00 m
Teufe des Bohrloches T	**24 m ≤ T ≤ 26 m**	**19 m ≤ T ≤ 21 m**	**16 m ≤ T ≤ 18 m**	**15 m ≤ T ≤ 17 m**

Die endgültige Teufe des Bohrloches wird im Rahmen der Ausführungsplanung nach den Probebohrungen für jeden einzelnen Brunnenstandort festgelegt.

11.5 Dimensionierung der Pumpen

Auf Grund der Unterschiede in der Förderleistung Q_P je Pumpe und der Förderhöhe H_{max} werden verschiedene Pumpentypen benötigt. In **Tabelle 24** sind beispielhaft Pumpen vom Hersteller KSB genannt, die den jeweiligen Anforderungen gerecht werden.

Tabelle 24 Gewählte Pumpentypen

	Wyhl	Kuhwaide	Weisweil	Weisweil	Weisweil
Förderleistung Q_P	50 l/s	50 l/s	32,5 l/s	25 l/s	20 l/s
Förderhöhe H_{max}	3,32 bar	1,88 bar	1,19 bar	2,27 bar	2,90 bar
Pumpe (z.B. Hersteller KSB)	UPA 250B – 150 / 2k	UPA 250B – 150 / 1d	UPA 200B – 130 / 1e	UPA 200B – 80 / 2g	UPA 200B – 80 / 2g

11.6 Übersicht über die Brunnen

In **Tabelle 25** bis **Tabelle 27** sind die Förderraten an den einzelnen Brunnenstandorten aufgeführt. Dabei werden die Förderraten sowohl für den Normalbetrieb als auch für den Maximalbetrieb genannt.

Tabelle 25 Brunnen Wyhl

Brunnen	Brunnen-gruppe	Lage	Förderrate Q_B (Normalbetrieb)	Sicherheits-zuschlag	Förderrate $Q_{B,\,max}$ (Maximum)
			[l/s]	[%]	[l/s]
B2	Wyhl	Wyhl	100	20	120
B3	Wyhl	Wyhl	100	20	120
B4	Wyhl	Wyhl	100	20	120
B5	Wyhl	Wyhl	100	20	120
B6	Wyhl	Wyhl	100	20	120
B7	Wyhl	Wyhl	100	20	120
B8	Wyhl	Wyhl	100	20	120
B9	Wyhl	Wyhl	100	20	120
B10	Wyhl	Wyhl	100	20	120
B11	Wyhl	Wyhl	100	20	120
B12	Wyhl	Wyhl	100	20	120
Σ			**1100**		**1320**

In Wyhl werden insgesamt 11 Brunnen mit einer Gesamtförderleistung im Normalbetrieb von 1100 l/s installiert.

Tabelle 26 Brunnen Kuhwaide

Brunnen	Brunnen-gruppe	Lage	Förderrate Q_B (Normalbetrieb)	Sicherheits-zuschlag	Förderrate $Q_{B,\,max}$ (Maximum)
			[l/s]	[%]	[l/s]
B20	Kuhwaide	Rheinstraße	100	20	120
B21	Kuhwaide	Kuhwaide	100	20	120
B22	Kuhwaide	Kuhwaide	100	20	120
B23	Kuhwaide	Kuhwaide	100	20	120
B24	Kuhwaide	Mühle	100	20	120
Σ			**500**		**600**

Im Bereich Kuhwaide werden insgesamt 5 Brunnen mit einer Gesamtförderleistung im Normalbetrieb von 500 l/s installiert.

Tabelle 27 Brunnen Weisweil

Brunnen	Brunnen-gruppe	Lage	Förderrate Q_B (Normalbetrieb)	Sicherheits-zuschlag	Förderrate $Q_{B,\ max}$ (Maximum)
			[l/s]	[%]	[l/s]
B4	Weisweil 2	Ortslage	40	20	48
B5	Weisweil 2	Ortslage	40	20	48
B6	Weisweil 2	Ortslage	40	20	48
B8	Weisweil 1	Haagmattenweg	65	20	78
B9	Weisweil 1	Haagmattenweg	65	20	78
B10	Weisweil 1	Haagmattenweg	65	20	78
B11	Weisweil 1	Köpfle	65	20	78
B13	Weisweil 2	Ortslage	65	20	78
B14	Weisweil 2	Ortslage	50	20	60
B16	Weisweil 2	Ortslage	50	20	60
B17	Weisweil 2	Ortslage	50	20	60
B20	Weisweil 1	Köpfle	65	20	78
B22	Weisweil 1	Köpfle	65	20	78
B23	Weisweil 1	Köpfle	65	20	78
Σ			**790**		**948**

In Weisweil werden insgesamt 14 Brunnen mit einer Gesamtförderleistung im Normalbetrieb von 790 l/s installiert.

12 Grundwasserhaltung (BW 6.83 – BW 6.85): Abförderleitung

Das geförderte Grundwasser wird über Leitungen zurück in den Rückhalteraum transportiert. Für diesen Zweck werden mehrere Leitungssysteme aufgebaut. Die Trassenführungen sind im Erläuterungsbericht beschrieben.

Die Dimensionierung der einzelnen Leitungsstränge erfolgt über die Vorgabe einer maximalen Fließgeschwindigkeit in der Abförderleitung. Um die örtlichen Verluste (Verlustbeiwert ζ aus **Tabelle 28**) und die Reibungsverluste (Reibungsbeiwert λ) klein zu halten, wird als Grenzbedingung

$$v \leq 2{,}5 \ m/s$$

formuliert. In die Berechnung der Verluste geht die Fließgeschwindigkeit v über die Geschwindigkeitshöhe $v^2/2g$ quadratisch ein.

Tabelle 28 Verlustbeiwerte

Lokaler Verlust	Formel	Quelle	Verlustbeiwert ζ [-]
Krümmer 90°	$\zeta = (0{,}051 + 0{,}12 \cdot d / r) \cdot (\beta / 60°)^{0{,}7}$	/ 6 /	0,25
Krümmer 45°	$\zeta = (0{,}051 + 0{,}12 \cdot d / r) \cdot (\beta / 60°)^{0{,}7}$	/ 6 /	0,15
Krümmer 0° – 45°	$\zeta = (0{,}051 + 0{,}12 \cdot d / r) \cdot (\beta / 60°)^{0{,}7}$	/ 6 /	0,10
Hosenrohr	aus Diagrammen	/ 7 /	0,80 bzw. 2,00
Vereinigung 90°	aus Diagrammen	/ 7 /	0,50 bzw. 1,00
Erweiterung	$\zeta = (1 - (A_1 / A_3))^2$	/ 7 /	0,30
Auslaufverlust		/ 8 /	1,00

Der Verlust Δh setzt sich über die gesamte Leitungsstrecke aus den Teilverlusten der einzelnen Strängen (Index i) mit Länge L und Durchmesser D zusammen. Sie werden über die Formel

$$\Delta h = \Sigma \left[\left(\lambda_i \frac{L_i}{D_i} + \Sigma \zeta_i \right) \cdot \frac{v_i^{\,2}}{2g} \right]$$

bestimmt. Über die Gleichung $Q = v \cdot A$ kann bei vorgegebener mittlerer Fließgeschwindigkeit v und bekanntem Abfluss Q die erforderliche Querschnittsfläche A der Leitung errechnet werden:

$$A = \frac{Q}{v}$$

Die maximale Abflussgröße pro Leitungsstrang nimmt vom Beginn der Teilstränge bis zum Einleitungsbauwerk kontinuierlich zu. Die Leitungsdurchmesser, die bei den auftretenden Abflüssen erforderlich werden, sind in **Tabelle 29** aufgeführt.

Die Leitungssysteme wurden durch numerische Berechnungen mit dem Programm EPANET der U.S. Environmental Protection Agency (EPA) hydraulisch nachgewiesen. Als geometrische Größen wurden dem Programm Länge und Durchmesser der einzelnen Leitungsabschnitte vorgegeben. Der jeweilige Durchfluss und die Verlustbeiwerte $\Sigma\zeta_i$ waren ebenfalls für jeden Teilstrang zu definieren / 9 /. Aus der Angabe der Wandrauhigkeit k_s = 0,25 mm wird über die Formel

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = 2{,}0 \cdot \lg\left(\frac{3{,}71}{k_s / D}\right)$$

der Reibungsbeiwert λ errechnet (Moody-Diagramm).

Tabelle 29 Leitungsdurchmesser in Abhängigkeit vom Durchfluss (Material PE 100)

Abfluss Q [l/s]	Innendurchmesser D [mm]	Außendurchmesser DA [mm]
Q < 62	177	200
62 ≤ Q < 120	247	280
120 ≤ Q < 152	278	315
152 ≤ Q < 192	313	355
192 ≤ Q < 245	353	400
245 ≤ Q < 382	441	500
382 ≤ Q < 481	495	560
481 ≤ Q < 605	555	630
605 ≤ Q < 769	626	710
769 ≤ Q < 976	705	800
976 ≤ Q < 1.524	881	1000

Das Programm EPANET berechnet aus diesen Eingangswerten für jeden Teilstrang die Fließgeschwindigkeit v und für jeden Knotenpunkt die Druckhöhe H. Aus den Ergebnissen (Anhang) lässt sich die Förderhöhe der einzelnen Pumpen ablesen, die im Betriebsfall überwunden werden muss.

13 Grundwasserhaltung (BW 6.83 – BW 6.85): Einleitungsbauwerk

Die beiden Einleitungsbauwerke in Wyhl und Weisweil haben die Aufgabe, das geförderte Grundwasser schadlos in den Rückhalteraum zu überführen. Die Bauwerke sind so konzipiert, dass bei maximalem Wasserstand im Rückhalteraum und bei Pumpenbetrieb mit normaler Förderleistung (100 %) gerade kein rückgestauter Abfluss auftritt.

Entsprechend werden die Breite und die Höhe der Überfallschwelle in den Einleitungsbauwerken festgelegt. Der Überfallbeiwert wird mit μ = 0,64 angenommen / 3 /. Aus der gängigen Überfallformel für Wehrbauwerke lässt sich aus den bekannten Größen die Überfallhöhe

$$h_{ü} = \left(\frac{3 \cdot Q_{Ab}}{2 \cdot \mu \cdot B \cdot \sqrt{2g}} \right)^{2/3}$$

bestimmen. Der Wasserspiegel im Einleitungsbauwerk ergibt sich anschließend aus der Summe von Schwellenhöhe und Überfallhöhe zu

$$H_{ELB} = H_{Schwelle} + h_{ü}$$

Die Bedingung für rückstaufreien Abfluss ist dann erfüllt, wenn der Wasserstand im Rückhalteraum niedriger ist als die Summe aus Schwellenhöhe und 80 % der Überfallhöhe:

$$H_{UW} \leq H_{Schwelle} + 0{,}8 \cdot h_{ü}$$

Die jeweiligen Bemessungsparameter und die berechneten Werte sind für die beiden Bauwerke in **Tabelle 30** zusammengefasst.

Tabelle 30 Bemessungsparameter für die Einleitungsbauwerke

	Wyhl	Weisweil
Abfluss Q_{Ab} im Normalbetrieb	1.500 l/s	335 l/s
max. WSP Rückhalteraum H_{UW}	175,15 m+NN	171,75 m+NN
Schwellenhöhe $H_{Schwelle}$	174,80 m+NN	171,60 m+NN
Schwellenbreite B	3,0 m	2,0 m
Überfallbeiwert μ	0,64	0,64
Überfallhöhe $h_{ü}$	0,42 m	0,20 m
WSP Einleitungsbauwerk H_{ELB}	175,22 m+NN	171,80 m+NN

14 Pumpwerk Weisweil (BW 6.87)

Das Gesamtkonzept zum Schutz vor ansteigendem Grundwasser umfasst neben dem Bau der beschriebenen Grundwasserhaltungsanlage Weisweil den teilweise Ausbau von Oberflächengewässern zwischen Weisweil und dem Hochwasserdamm IV und damit verbunden den Bau des Pumpwerkes Weisweil.

Das Pumpwerk Weisweil ist im Hochwasserdamm IV etwa bei km 11+470 geplant. Das Bauwerk ist notwendig, um einer Überlastung des Stückerwassers und im weiteren Verlauf des Mühlbachdükers entgegenzuwirken, da ein Rückstau am Mühlbachdüker nachteilige Auswirkungen auf die oberhalb am Mühlbach gelegene Wyhler Mühle hätte. Beide sind nicht geeignet, die großen, über die Flut zufließenden Wassermengen aufzunehmen.

Bemessungsabfluss

Zur Bemessung des Pumpwerkes werden die Lastfälle Retentionsbetrieb des Rückhalteraumes und Ökologische Flutungen betrachtet. Im Lastfall Retention werden nur die aus dem Betrieb des Rückhalteraumes resultierenden Belastungen angesetzt. Im Falle der ökologischen Flutungen wird zusätzlich ein Abschlag (0,5 m³/s, Angabe Gemeinde Weisweil) aus der Ortsentwässerung von Weisweil nach einem Starkregen berücksichtigt, um sicherzustellen, dass auch bei einer längerandauernden ökologischen Flutung eine Regenwasserentlastung aus der Ortslage am Pumpwerk bewältigt werden kann. In beiden Lastfällen ist der Abfluss um die Einleitungen aus der Grundwasserhaltungsanlage Weisweil (0,50 m³/s) zu erhöhen.

Da eine hydrologische Niederschlags-Abfluss-Untersuchung für die Einzugsgebiete von Wyhler – Graben (Einleitung aus der Regenwasserkanalisation Wyhl und Retentionsfläche zwischen Wyhl und Weisweil), Flut (nur grundwasserbürtiges Gewässer) und Endinger – Graben (Einzugsgebiet nördlicher Kaiserstuhl mit Rückhaltebecken nördlich von Endingen mit stetig abnehmendem Gewässerquerschnitt bis Weisweil) modelltechnisch nicht mit vertretbarem Aufwand durchzuführen war, werden die oben ermittelten Wassermengen pauschal um einen Sicherheitszuschlag von 20 % erhöht.

Rückgriffe auf ältere Untersuchungen im Zusammenhang mit der Gewässerentwicklung /Winski/ und Informationen von in Weisweil ansässigen sach- und ortskundigen Bürgern bestätigen die Richtigkeit dieses Ansatzes. Eine nachweisbare Hochwasserführung des Endinger – Grabens nach dem Zufluss des Wyhler – Grabens wurde hier nie beobachtet.

Wie **Tabelle 31** zeigt, ist für die Bemessung des Pumpwerkes der Retentionsbetrieb des Rückhalteraumes der maßgebende Lastfall. Die Bemessungswassermenge beträgt 6,40 m³/s.

Tabelle 31 Ermittlung des Bemessungsabflusses für das Pumpwerk Weisweil

	Lastfall Retention	Lastfall ökologische Flutung plus Starkregen
Abfluss Flut bei km 2,700	4,8 m³/s	2,8 m³/s
Einleitungen aus den GW-Entnahmebrunnen	0,5 m³/s	0,5 m³/s
Summe	**5,3 m³/s**	**3,3 m³/s**
Sicherheitszuschlag 20 %	1,1 m³/s	0,7 m³/s
Ortsentlastung aus Starkregenereignis	0,0 m³/s	0,5 m³/s
Summe = Bemessungswassermenge	**6,4 m³/s**	**4,5 m³/s**
Leistungsreserve 20 %	1,3 m³/s	(nicht maßgebend)
Auslegungswassermenge	**7,7 m³/s**	

Maschinentechnik

Im Rahmen der Vorplanung wurden verschiedene Varianten für die einzusetzende Maschinentechnik untersucht / 17 /. Diskutiert wurde neben der Verwendung von üblichen Propellerpumpen auch die Verwendung von Schrauben- und Schneckenpumpen. Als Vorzugsvariante hat sich die Verwendung von Schneckenpumpen herauskristallisiert, deren Vorteile zum einen in deren Fischverträglichkeit und zum anderen in deren Unempfindlichkeit gegen Schwemmgut liegen. Als weiterer Vorteil kann die aufgrund der hydraulischen Eigenschaften weitgehend selbstständige Abflussregelung angesehen werden, die einen Verzicht auf drehzahlgeregelte Motoren erlaubt. Dem steht als Nachteil der deutlich größere Baukörper gegenüber. In der Summe der untersuchten Aspekte hat sich im vorliegenden Fall die Verwendung von Schneckenpumpen als die günstigste Lösung herausgestellt.

Sicherheitskonzept

Gemäß DIN 1184, Teil 1 muss sichergestellt sein, dass das Schutzziel auch beim Ausfall einer Pumpe gewahrt bleibt. Dies kann entweder durch Installation einer Reservepumpe (n-1-Regel, Sicherheitskonzept 1) oder durch den Abschlag der nicht geförderten Wassermenge in ein Seitengewässer (Sicherheitskonzept 2) erreicht werden. Da das unterhalb des Schließenbauwerkes weiterführende Stückerwasser eine Leistungsfähigkeit von ca. 1,0 m³/s aufweist, wird für das Pumpwerk Weisweil das Sicherheitskonzept 2 weiter verfolgt.

Da in der Regel die Installation eines größeren Aggregates deutlich kostengünstiger ist als die Installation eines zusätzlichen Aggregates wurde untersucht, ob eine Überdimensionierung der installierten Pumpen zu einer kostengünstigeren Lösung führen kann.

Tabelle 32 Ermittlung der Pumpenanzahl Pumpwerk Weisweil

Bemessungs-wassermenge	6,40 m³/s					
Leistungszuschlag	0%			**20%**		
Anzahl Pumpen	Förderleistung je Pumpe	Förderleistung bei Ausfall einer Pumpe	Fehlende Förderleistung = Abfluss Stückerwasser	Förderleistung je Pumpe	Förderleistung bei Ausfall einer Pumpe	Fehlende Förderleistung = Abfluss Stückerwasser
2	3,20	3,20	3,20	3,84	3,84	2,56
3	2,13	4,27	2,13	2,56	5,12	1,28
4	1,60	4,80	1,60	**1,92**	**5,76**	**0,64**
5	1,28	5,12	1,28	1,54	6,14	0,26
6	1,07	5,33	1,07	1,28	6,40	0,00

Wie **Tabelle 32** zeigt führt die Installation von 6 Pumpen, die entsprechend dem Bemessungswert ausgelegt sind, bei Ausfall eines Aggregates zu einer Fehlförderleistung von rd. 1,1 m³/s. Bei einer Überdimensionierung jedes Aggregates um nur 20% kann schon mit nur 4 Pumpen eine größere Restförderleistung erreicht werden. Für die gewählten Schneckenpumpen bedeutet dies lediglich eine Vergrößerung des Schneckendurchmessers von DN 2000 auf DN 2500 mm. Eine Überdimensionierung der Pumpen führt somit zu einer erheblichen Reduktion des Baukörpers und der benötigten Maschinentechnik.

Auslegung des Pumpwerkes

Die Auswahl der Pumpengröße für eine Förderleistung von $Q_{P,\,min}$ = 1,925 m³/s kann anhand von **Tabelle 33** erfolgen.

Tabelle 33 Abmessungen und Leistungsfähigkeit von Schneckenpumpen (Hersteller Ritz-Atro)

				Fördermengen in l/s bei Aufstellwinkel von				
D [mm] d [mm]	Gangzahl	Blattlänge [m]	Drehzahl	30°	33°	35°	38°	40°
2300 1016	2 3	15 14,5	29	1285 1635	1159 1474	1060 1349	917 1167	809 1029
2400 1220	2 3	18 17,5	28	1502 1848	1355 1667	1237 1521	1068 1314	947 1165
2500 1220	2 **3**	**17,5**	**27**	**2010**	**1813**	**1654**	**1426**	**1263**
2600 1220	2 3	17,5 17,5	26	1716 2153	1547 1941	1414 1774	1220 1531	1079 1354
2700 1420	2 3	19 18	26	1985 2421	1789 2182	1636 1995	1417 1728	1259 1535

Aus Kostengründen wurde die kleinste Pumpe gewählt, die die geforderte Leistung erbringen kann. Zum Einsatz kommen daher vier Schneckenpumpen mit Durchmesser D = 2500. Jede dieser Pumpen fördert bei einer Drehzahl von 27 und einem Aufstellwinkel von 30° einen Abfluss von Q_P = 2,010 m³/s. Das Pumpwerk ist somit ausgelegt auf eine Förderrate von Q = 8,0 m³/s. Bei Ausfall einer Pumpe ergibt sich ein Entlastungsabfluss in die Flut von rd. 400 l/s. Ein Längsschnitt durch das Pumpwerk ist in **Abbildung 49** dargestellt.

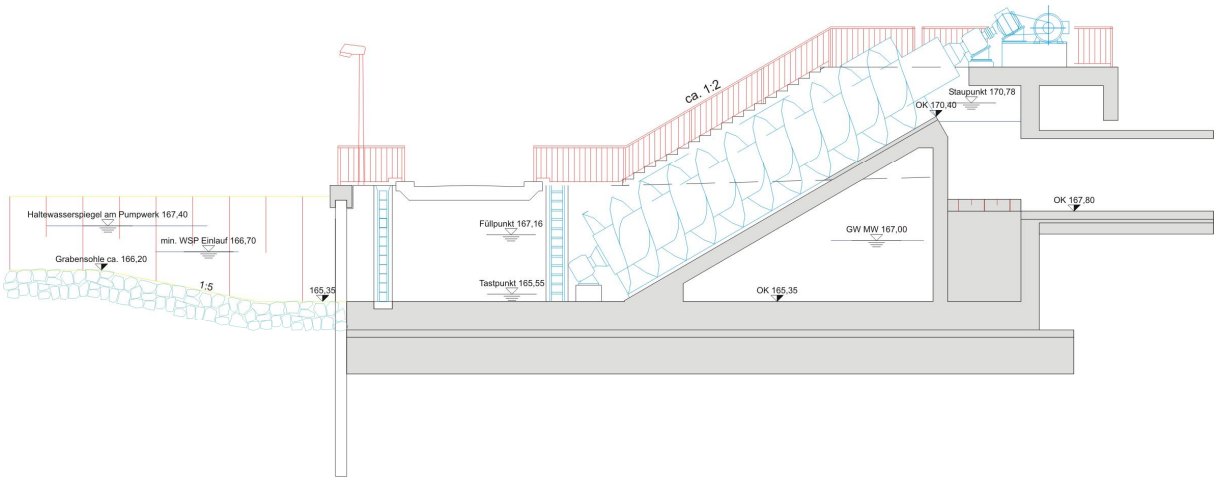


Abbildung 49 Pumpwerk Weisweil: Systemskizze

Die wichtigsten hydraulischen Parameter, die in die Bemessung und Dimensionierung des Pumpwerkes eingeflossen sind, sind in der nachstehenden **Tabelle 34** zusammengefasst und erläutert:

Tabelle 34 Pumpwerk Weisweil: Schaltpunkte

Schaltpunkt	Beschreibung	Wert
Sohlhöhe Zulauf	Sohlniveau im Pumpwerk am Fußpunkt der Schneckentrogpumpen.	165,35 m+NN
Tastpunkt	Niveauhöhe, bei der die Fördermenge der Schneckentrogpumpe gleich Null ist.	165,55 m+NN
Füllpunkt	Die Schneckentrogpumpe arbeitet bei maximaler Fördermenge, bestem Wirkungsgrad und größtmöglicher Leistungsaufnahme.	167,16 m+NN
Haltewasserspiegel	Wasserspiegel, der oberstrom des Pumpwerkes bei Flutung des Rückhalteraumes eingestellt wird.	167,40 m+NN
Sturzpunkt	Höhe der Überfallkante, über die das Wasser gefördert wird.	170,40 m+NN
Staupunkt	Niveauhöhe, welche die Schneckentrogpumpe maximal ohne Eintreten eines Rückstaus erreichen.	170,78 m+NN
Wasserspiegel im RHR	Wasserspiegellage im Rückhalteraum, die sich bei einem Rheinabfluss von Q_{Rhein} = 4.500 m³/s einstellt.	170,19 m+NN

Betrieb des Pumpwerkes

Steigt der Wasserspiegel oberstrom des Pumpwerkes bei ökologischen Flutungen des Rückhalteraumes oder im Retentionsbetrieb über den Haltewasserspiegel an, geht da Pumpwerk in Betrieb. Die Fördermenge wird so geregelt, dass der Wasserspiegel von 167,40 m+NN gehalten wird. Sinkt der Wasserspiegel unter diesen Wert, wird das Pumpwerk abgeschaltet.

Bei Pumpenbetrieb wird fast der gesamte Zufluss aus der Flut über das Pumpwerk in den Rückhalteraum gefördert. In das Stückerwasser fließt dann über das Schließenbauwerk lediglich die Mindestwasserführung von $Q_{SW,\ min}$ = 100 l/s, wodurch der Mühlbachdüker deutlich entlastet wird.

15 Schließenbauwerk (BW 6.872)

Das Schließenbauwerk bei km 2,700 in der Flut drosselt bei Betrieb des Pumpwerkes Weisweil den Abfluss in das Stückerwasser auf $Q_{SW,\,min}$ = 100 l/s. Um den Abfluss zu regulieren, ist im Schließenbauwerk eine Schütztafel angebracht.

Durch diese Maßnahme wird der Abfluss im Stückerwasser deutlich reduziert, was eine Absenkung des Wasserspiegels im Stückerwasser zur Folge hat. Dies wiederum bedingt eine verbesserte Exfiltration von Grundwasser in den Gewässerlauf und unterstützt somit die Bestrebungen, dem Grundwasseranstieg bei ökologischen Flutungen des Rückhalteraumes oder bei Retentionsbetrieb entgegenzuwirken. Weiter unterstrom wird der Mühlbachdüker am Leopoldskanal durch die Abflussregelung am Schließenbauwerk entlastet, so dass eine Überlastung des Dükers vermieden und somit ein Rückstau nach oberstrom verhindert wird.

Wenn das Pumpwerk in Betrieb geht, wird das Schütz aus seiner Normalstellung nach unten gefahren und verschließt den Durchlass in Richtung Stückerwasser. Der Abfluss der Flut wird über einen Zuleitungskanal zum Pumpwerk gelenkt. Lediglich die Mindestwasserführung von $Q_{SW,\,min}$ = 100 l/s fließt aus gewässerökologischen Gründen über drei schlitzartige Öffnungen in der Schütztafel in das Stückerwasser (**Abbildung 50**, linke Darstellung).

Bei Ausfall einer Pumpe des Pumpwerkes kann der rechnerische Maximalabfluss aus der Flut in Höhe von Q_{Flut} = 6,4 m³/s nicht vollständig über die verbleibenden drei Pumpen in den Rückhalteraum gefördert werden. In Folge dessen steigt der Wasserspiegel in der Flut über den Haltewasserspiegel von 167,50 m+NN an und die Schütztafel wird ab einem Wasserstand von 167,70 m+NN planmäßigen überströmt. Insgesamt werden in diesem außergewöhnlichen Lastfall bis zu $Q_{SW,\,max}$ = 400 l/s in das Stückerwasser eingeleitet, so dass der Wasserstand oberstrom des Schließenbauwerkes auf ca. 167,80 m+NN ansteigt (**Abbildung 50**, rechte Darstellung).

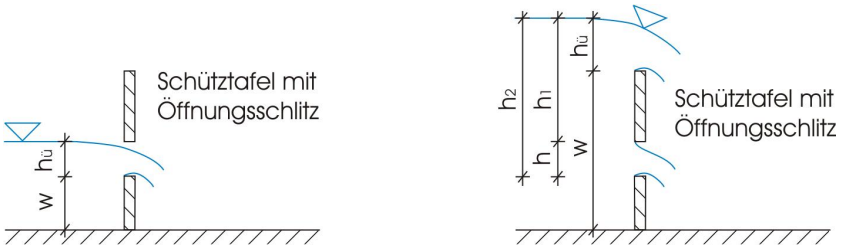


Abbildung 50 Prinzipskizzen zum Abfluss am Schließenbauwerk

Die Bemessung der drei Öffnungen in der Schütztafel erfolgt für den Lastfall der Mindestwasserabgabe in das Stückerwasser als überströmtes Schütz (scharfkantig, belüftet). Die Höhe des Spaltes wird mit h = 0,10 m festgelegt. Aus der Formel

$$Q = \frac{2}{3} \cdot c_q \cdot B \cdot \sqrt{2 \cdot g} \cdot h_{ü}^{\,3/2}$$

kann die erforderliche Breite der Öffnungen bestimmt werden / 2 /. Die Überfallhöhe wird dabei mit $h_ü$ = 0,10 m angesetzt und der Überfallbeiwert c_q berechnet sich nach / 2 / zu

$$c_q = 0{,}61 + 0{,}08 \cdot \frac{h_{ü}}{w} = 0{,}66$$

Die erforderliche Breite pro Öffnung beträgt demnach

$$B = \frac{1/3 \cdot Q_{SW,\ \min}}{2/3 \cdot c_q \cdot \sqrt{2 \cdot g} \cdot h^{3/2}} = 0{,}54\ \ m$$

Steigt der Wasserstand über den Haltewasserspiegel von 167,50 m+NN an, gelten für die schlitzartigen Öffnungen nicht mehr die rechnerischen Ansätze für überströmte Schütze, sondern es wird nach / 10 / die Formel zur Ermittlung des Ausflusses durch große Öffnungen mit μ = 0,64 / 3 / verwendet:

$$Q = \frac{2}{3} \cdot \mu \cdot B \cdot \sqrt{2 \cdot g} \cdot \left(h_2^{\ 3/2} - h_1^{\ 3/2} \right)$$

Kommt es zu einer Überströmung der Schütztafel, wird der Abflussanteil aus der Überströmung mit den oben genannten Ansätze für überströmte Schütze erfasst. Der Gesamtabfluss in das Stückerwasser ergibt sich in diesem Fall als Summe aus der Überströmung und dem Ausfluss durch die Öffnungen. Rechnerisch stellt sich der Abfluss $Q_{SW,\ max}$ = 400 l/s bei einem Wasserstand vor dem Bauwerk von 167,78 m+NN ein.

16 Schlutenausbau (BW 6.876 – BW 6.879): Durchlassbemessung

Im Bereich der Ortslage Weisweil werden einige Gewässer ausgebaut und reaktiviert. Einige Schluten, die durch Querriegel im Gelände vom heutigen Gewässersystem abgeschnitten sind, werden wieder an das Gewässernetz angeschlossen. Hierfür werden in die Querriegel ökologisch durchgängige Rohrdurchlässe eingesetzt. Im Retentionsbetrieb werden diese Schluten durchströmt. Die Abflussgrößen wurden durch die Geldner Ingenieurberatung, Karlsruhe mit Hilfe eines numerischen Grundwassermodells ermittelt.

Die Größe der Durchlässe wurde nach ökologischen Gesichtspunkten festgelegt. Für den Bau werden Maulprofile mit einer Höhe von h_{ges} = 1,69 m und einer Querschnittsfläche von A_{ges} = 2,88 m² vorgeschlagen. Durch das Einbringen einer Sohle aus natürlichem Substrat reduziert sich der Querschnitt auf den tatsächlich zur Verfügung stehenden Abflussquerschnitt A_{res} = 2,12 m².

Mit dem gewählten Maulprofil wurde der Nachweis geführt, dass in den Durchlässen beim größten auftretenden Abfluss die maximale Fließgeschwindigkeit von v_{max} = 1,0 m/s nicht überschritten wird (**Tabelle 35**).

Tabelle 35 Nachweis zur Einhaltung der maximal zulässigen Fließgeschwindigkeit

Gewässer	Station [km]	Sohlhöhe [m+NN]	Abfluss [m³/s]	v_{max} [m/s]	A_{res} [m²]	v_{vorh} [m²]
Schlut 1	0,462	167,92	0,26	1,00	2,12	0,17
Schlut 1	0,874	168,50	0,06	1,00	2,12	0,03
Schlut 3	0,225	167,54	0,61	1,00	2,12	0,55
Schlut 4	0,150	167,55	0,32	1,00	2,12	0,21

17 Mühlbachdüker am Leopoldskanal (BW 6.051)

Im Folgenden wird die Leistungsfähigkeit des Mühlbachdükers bestimmt, der bei km 0,974 des Mühlbaches den Leopoldskanal quert. Der Düker besteht aus 2 Rohren DN 1000. Im Zuge der Baumaßnahmen zum Hochwasserschutz Rheinhausen wird das Einlaufbauwerk umgebaut, um die Einlaufverluste am Düker zu reduzieren.

Der Durchfluss durch das Dükerbauwerk lässt sich unter Berücksichtigung der hydraulischen Verluste

$$h_v = \zeta_{ges} \cdot \frac{v^2}{2 \cdot g} = \Delta H$$

mit Hilfe der Formel $v = Q/A$ folgendermaßen ermitteln:

$$Q = \sqrt{\frac{2 \cdot g \cdot \Delta H}{\zeta_{ges}}} \cdot A$$

Als Eingangsgrößen werden bei der Berechnung die in **Tabelle 36** zusammengefassten Werte verwendet:

Tabelle 36 Eingangsgrößen zur Berechnung der Leistungsfähigkeit des Dükers

Düker	Sohlhöhe OW und UW	Abfluss Q_{max}	Rauhigkeit k	Rohrlänge L	Viskosität ν	Geschwindigkeit v = Q / A
2 x DN 1000	164,00 m+NN	5,86 m³/s	2,0 mm	98,50 m	$1{,}3 \cdot 10^{-3}$	3,73 m/s

Der Verlustbeiwert ζ_{ges}, der in die Berechnung eingeht, setzt sich aus dem Einlaufverlust ζ_E, dem Reibungsverlust ζ_R und dem Auslaufverlust ζ_A zusammen. Der Reibungsverlust wird mit Hilfe des Moody-Diagramms bestimmt, indem in Abhängigkeit der Reynolds-Zahl Re und des Verhältnisses k / D der Reibungsbeiwert λ abgelesen wird. Die Zahlenwerte können **Tabelle 37** entnommen werden. Der Rechenverlust, der maximal $h_{v,\ Rechen}$ = 0,01 m beträgt, kann bei der Aufstellung der Leistungskurven vernachlässigt werden.

Tabelle 37 Ermittlung des Verlustbeiwertes ζ_{ges}

ζ_E	Re = v · D / ν	k / D	λ	$\zeta_R = \lambda \cdot L / D$	ζ_A	ζ_{ges}
0,5	2.869.686	0,002	0,023	2,3	1,0	3,8

Der maximal zulässige Wasserspiegel im Oberwasser des Mühlbachdükers wurde zu 167,25 m+NN festgelegt. Die sich ergebenden Leistungskurven sind in **Abbildung 51** dargestellt.

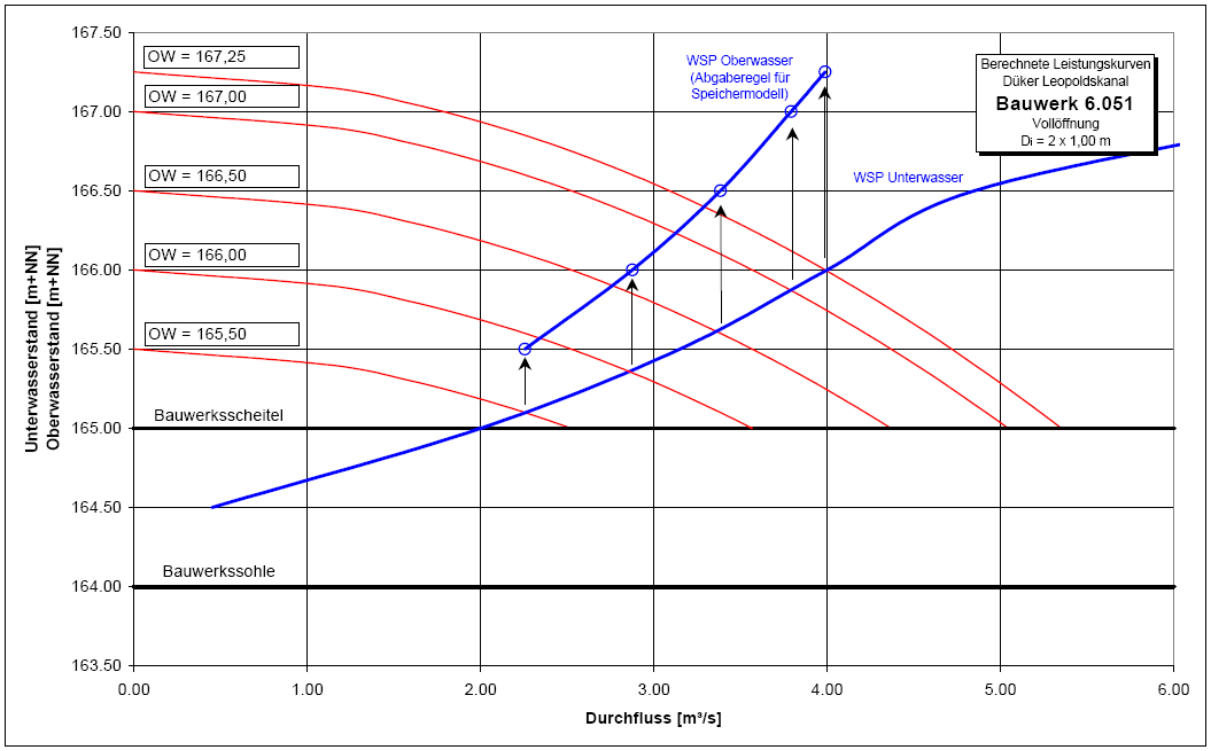


Abbildung 51 Leistungsfähigkeit des Mühlbachdükers

Aus den Schnittpunkten der Wasserstands-Abfluss-Beziehung im Unterwasser des Dükerbauwerkes und den rechnerisch ermittelten Leistungskurven lässt sich ein eindeutiger Zusammenhang zwischen Durchfluss, Unterwasserstand und zugehörigem Oberwasserstand herstellen. Die entsprechende Kurve ist in **Abbildung 51** als „WSP Oberwasser“ eingetragen.

Um eine Beziehung zwischen Zufluss zum Mühlbachdüker und Durchfluss durch das Bauwerk herstellen zu können, wurde ein Speichermodell aufgestellt. Dieses Modell berücksichtigt das Retentionsvolumen oberstrom des Leopoldskanals. Als Abgaberegel wird die in **Abbildung 51** dargestellte Kurve des Oberwasserstandes zu Grunde gelegt.

Mit den genannten Eingangsgrößen wurde die in **Abbildung 52** gezeigte Speicherinhaltslinie für den Mühlbach oberstrom des Leopoldskanals berechnet. Die beiden Kurven markieren den Verlauf der Speicherinhaltslinie für den Ist-Zustand und für den Plan-Zustand, der sich durch die Deichrückverlegung am Leopoldskanal vom Ist-Zustand unterscheidet.

In **Abbildung 53** sind die Wasserspiegel eingetragen, die oberstrom des Mühlbachdükers auftreten. Die in das Diagramm eingezeichnete Ausgleichskurve stellt die Wasserstands-Abfluss-Beziehung dar, über die jedem Oberwasserstand ein Zufluss zugeordnet werden kann. Damit liegt in **Abbildung 53** die Beziehung zwischen Oberwasserstand und Zufluss sowie in **Abbildung 51** die Beziehung zwischen Oberwasserstand und Durchfluss durch den Düker vor.

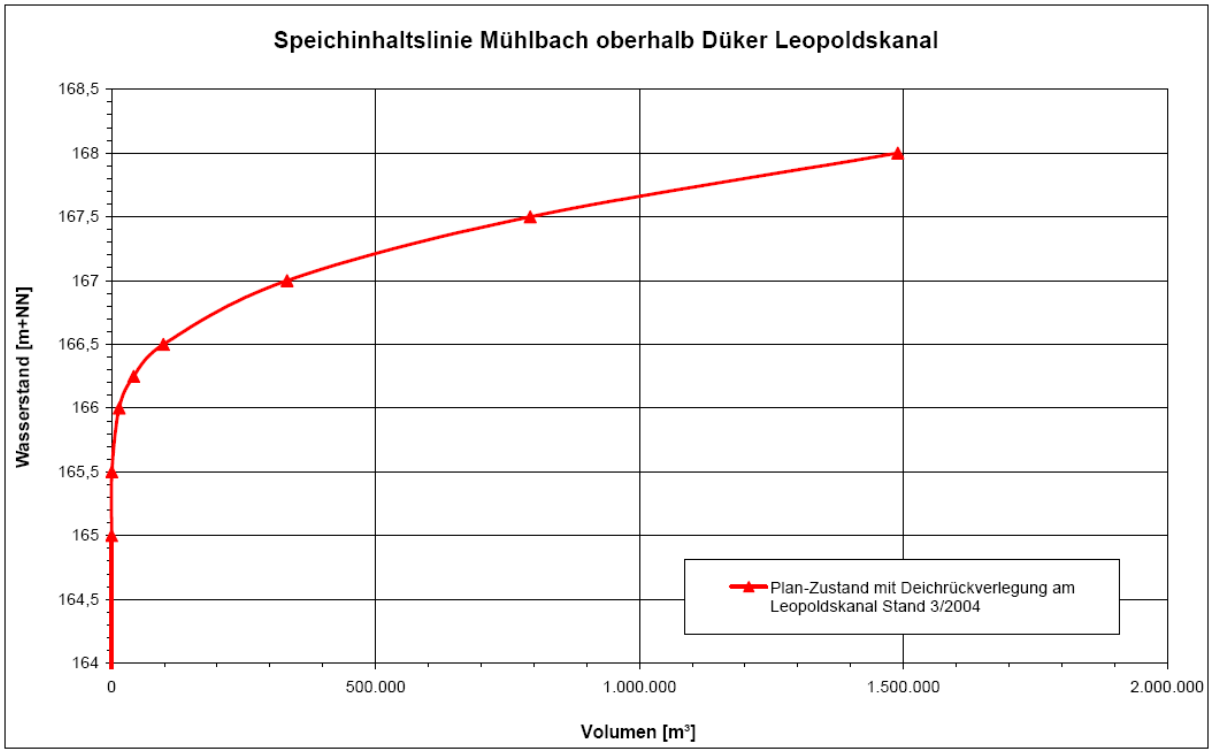


Abbildung 52 Speicherinhaltslinie des Mühlbaches oberstrom des Leopoldskanals

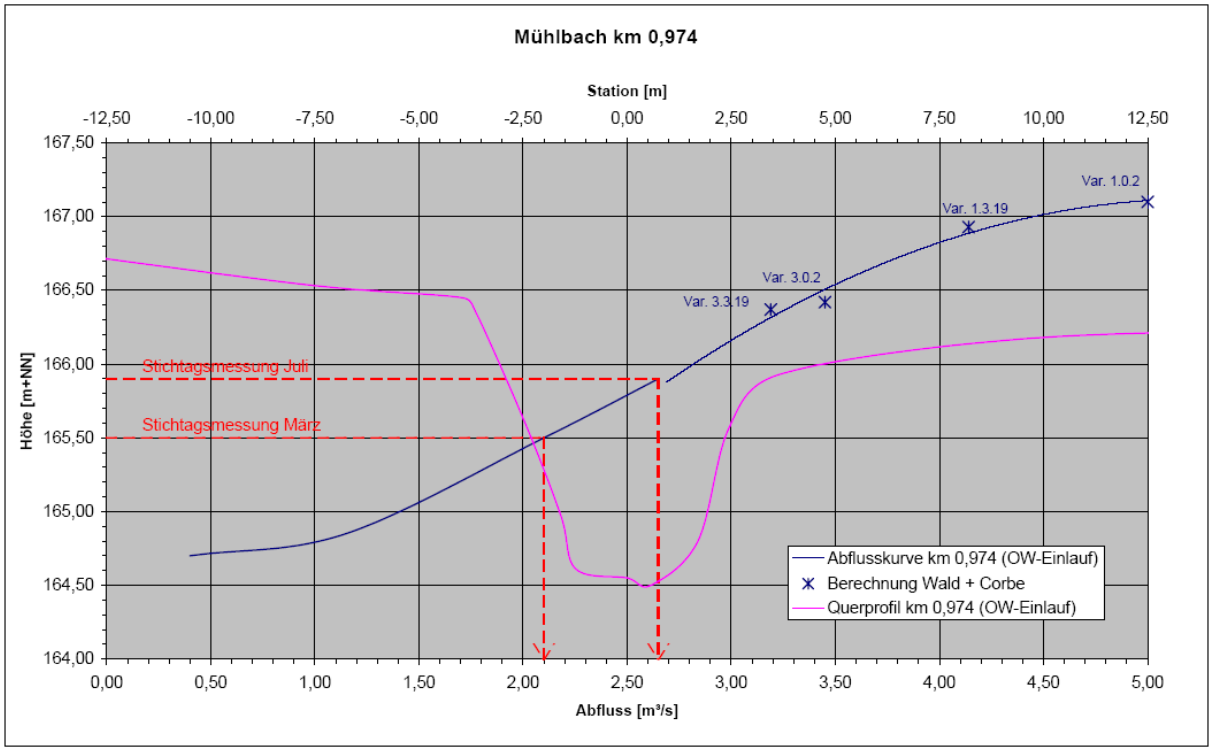


Abbildung 53 Wasserstände und Zuflüsse im Oberwasser des Mühlbachdükers

Die Abflusskurve in **Abbildung 53** zeigt, dass durch den Betrieb des Pumpwerkes Weisweil der Wasserspiegel oberstrom des Mühlbachdükers abgesenkt werden kann. Im Retentionsfall (Varianten 1.0.2 und 1.3.19) beträgt die Wasserspiegeldifferenz zwischen Ist- und Planzustand rechnerisch H = 0,17 m, bei ökologischen Flutungen (Varianten 3.0.2 und 3.3.19) liegt der Unterschied bei H = 0,05 m.

18 Fließgewässermodell der binnenseitigen Fließgewässer

Um die Wasserspiegellagen in den binnenseitigen Fließgewässern rechnerisch bestimmen zu können, wurde ein eindimensionales hydrodynamisch-numerisches Fließgewässermodell (1D-Modell) aufgebaut.

18.1 Modellbereich

Der Modellbereich umfasst die in **Tabelle 38** aufgeführten Gewässer in den genannten Abschnitten. Die Gewässerprofile mit den Querschnittsdaten, die als geometrische Grundlage in die Berechnung eingehen, wurden vom IB Breinlinger im Rahmen einer Gewässervermessung im Jahr 2001 aufgenommen. Am Mühlbach oberstrom der Mühle wurden zusätzlich Profildaten verwendet, die vom RP Freiburg zur Verfügung gestellt wurden wurden.

Tabelle 38 Im Strömungsmodell erfasste Fließgewässer

Gewässername	Abschnitt	Ist-Zustand	Plan-Zustand
	[km]	Vermessung	Maßnahmen
Flut	4,950 – 0,022	Breinlinger 2001	- km 4,50 – 3,64: Gewässerausbau - km 3,64 – 2,70: Schlammumlagerung
Mühlbach	13,317 – 3,773		- keine Maßnahmen
Mühlbach	3,773 – 0,974	Breinlinger 2001	- keine Maßnahmen
Wyhler Graben	2,276 – 0,001	Breinlinger 2001	- keine Maßnahmen
Endinger Graben	2,017 – 0,019	Breinlinger 2001	- keine Maßnahmen
Schlut 1 / Wanggießen	0,879 – 0,002	Breinlinger 2001	- km 0,88 – 0,00: Gewässerausbau
Schlut 2	0,214 – 0,064	Breinlinger 2001	- km 0,26 – 0,00: Gewässerausbau
Schlut 3	0,678 – 0,036	Breinlinger 2001	- km 0,70 – 0,00: Gewässerausbau
Schlut 4	0,295 – 0,010	Breinlinger 2001	- km 0,43 – 0,00: Gewässerausbau
Schlut 5	0,244 – 0,094	Breinlinger 2001	- keine Maßnahmen

In der Spalte Plan-Zustand sind die Maßnahmen aufgeführt, die im Zusammenhang mit dem Bau des Hochwasserrückhalteraums an den binnenseitigen Fließgewässern durchgeführt werden sollen. An der Flut und den Schluten 1 bis 4 ist ein Gewässerausbau geplant, der die Eintiefung bzw. die Aufweitung der vorhandenen Abflussquerschnitte umfasst.

An der Flut ist zusätzlich auf einer Länge von etwa 940 m vorgesehen, die Schlammschicht an der Sohle innerhalb des Gewässers umzulagern, so dass die Verbindung des Gewässers mit dem Grundwasserkörper wiederhergestellt wird. Als Leitbild für diese Maßnahme gilt die Revitalisierung des Taubergießen nördlich des Leopoldkanals.

18.2 Hydraulisches Fließgewässermodell

Die hydraulischen Berechnungen wurden mit dem im Büro Wald + Corbe vorhandenen mathematischen Fließgewässermodell „HYDRAIN“ durchgeführt. Es handelt sich hierbei um ein numerisches Modell, mit dem instationäre Abflussvorgänge (Ablauf von Hochwasserwellen) in verzweigten natürlichen und künstlichen Gewässersystemen simuliert werden können. Dieses Programm lässt sich auch für stationäre Berechnungen einsetzen.

Die Berechnung der instationären bzw. stationären Abflussvorgänge in den Oberflächengewässern basiert auf der numerischen Lösung der vollständigen St.Venant' schen Gleichungen, die mit einem impliziten Finite-Differenzen-Verfahren gelöst werden. Hierbei wird das gesamte Gewässersystem mit seinen Verzweigungen und Bauwerken in einem System erfasst, so dass gegenseitige Beeinflussungen (z. B. Rückstaueffekte) immer berücksichtigt sind.

Die Beschreibung des Gewässersystems erfolgt in Form von Knoten und Haltungen, wobei jeder Knoten einem vermessenen Querschnitt entspricht, der als Polygonzug oder als Regelprofil (Kreis, Trapez, Rechteck) eingegeben werden kann. Bei gegliederten Querschnitten mit bereichsweise unterschiedlichen Rauhigkeitsverhältnissen können unterschiedliche Rauhigkeitsbeiwerte (ks-Werte) berücksichtigt werden.

Es ist möglich, eine Reihe von Sonderfällen des Abflussgeschehens, wie z. B. Rückstaueffekte oder Fließumkehr nachzuvollziehen. Außerdem kann der Abfluss über Wehre und durch Schütze, sowie der Abschlag über seitliche Wehre erfasst werden. Das Programm berechnet auch Ausbordungen über die Ufer, wobei die Ausbordungsmengen entweder als "verlorene" Wassermengen betrachtet werden oder aber einem Speicher bzw. Retentionsraum zugeschlagen werden, der mit den Gewässern verbunden ist und über das Gewässersystem wieder entleert wird. Somit wird das ausgebordete Wasser wieder zeitverzögert in das Abflusssystem zurückgeführt. Dieser Retentions- oder Speicherraum muss durch eine Speicherinhaltslinie beschrieben sein. Der zeitliche Verlauf von Entleerung und Füllung des Speichers ergibt sich aus der Wasserspiegeldifferenz zwischen Speicher und Vorfluter.

Das Programm verlangt die Beschreibung der Randbedingung am Gebietsauslass. Diese kann in Form einer Schlüsselkurve (Abflusskurve), als Wasserstands- oder Abflussganglinie eingegeben werden. Damit besteht auch die Möglichkeit, ein Pumpwerk, das eine künstliche Vorflut darstellt, zu simulieren.

Die Einleitung von Hochwasserwellen aus anderen Gebieten oder aus versiegelten Flächen ist an jedem Knoten des Gewässernetzes möglich. Hierbei können diese Zuflusswellen im Programm mit Hilfe eines hydrologischen Ansatzes berechnet oder aber als bekannte Wellen eingelesen werden. Seitliche Zuflüsse werden somit entsprechend ihrer räumlichen und zeitlichen Verteilung in die Simulation einbezogen. Entsprechend können auch gezielte Ableitungen aus Gewässern erfasst werden.

Feste Wehrschwellen werden in der Berechnung als Kontrollbauwerke berücksichtigt, solange die Schwellen vom Unterwasser her nicht eingestaut sind. Sobald vom Unterwasser Einstau einsetzt, geht die Kontrolle an das Unterwasser über und die Schwellen werden nur noch als „Sohlunebenheiten“ in die Berechnung einbezogen. Dies wird von dem Berechnungsprogramm bei einer instationären Simulation in jedem Zeitschritt überprüft.

18.3 Randbedingungen

Die geometrischen Randbedingungen für das Fließgewässermodell basieren auf Querprofildaten, die im Jahr 2001 vom IB Breinlinger vermessen wurden. Die berücksichtigten Gewässerabschnitte sind in **Tabelle 38** zusammengefasst.

Die unterwasserseitige Randbedingung des hydraulischen Fließgewässermodells wird durch die Abflusskurve bei Station 0+974 des Mühlbaches oberstrom des Dükers gebildet. Die Kurve ist in **Abbildung 53** dargestellt.

Als weitere Randbedingung gehen die Abflüsse in den Fließgewässers in die Berechnungen ein. Die verwendeten Werte konnten dem Grundwassermodell entnommen werden, das von der Geldner Ingenieurberatung, Karlsruhe betrieben wird.

Das Grundwassermodell berechnet an jedem Knotenpunkt, der sich innerhalb eines Gewässerlaufes befindet, eine Abflussgröße. Dieser Wert ist bei Retentionsbetrieb oder ökologischen Flutungen abhängig vom Zufluss aus dem Grundwasserkörper in das jeweilige Gewässer (Exfiltration).

Die Abflussdaten wurden von der Geldner Ingenieurberatung tabellarisch für vier Abflussszenarien übergeben. Da das Grundwassermodell die instationären Fließ- und Austauschvorgänge nachvollzieht, wurden die Abflusswerte an jedem Berechnungsknoten zeitabhängig ermittelt. Aus den Datensätzen wurden an jedem Knoten die Maximalwerte herausgefiltert und als Abflussgröße für die eindimensionalen, stationären Strömungsberechnungen in das 1D-Modell eingegeben.

18.4 Berechnungsvarianten

Für die vier Grundvarianten, die in **Tabelle 39** beschrieben sind, wurden die Wasserspiegellagen numerisch berechnet. Zum einen wurde als Vergleichsvariante der Ist-Zustand des heutigen Systems betrachtet (Var. 1.0.2 und 3.0.2) und zum anderen wurde der Plan-Zustand (Var. 1.3.19 und 3.3.19) untersucht, wobei die Grundwasserhaltungen in den Orten Wyhl und Weisweil sowie der Ausbau der Flut und der Schluten 1 bis 4 berücksichtigt wurden.

Tabelle 39 Untersuchungs-Varianten (vgl. Geldner Ingenieurberatung, Karlsruhe)

Variante	Flutung	Hochwasser	Niederschlag	Bemerkung
Var. 1.0.2	Retentionsflutung	BHQ_{200} (1988)	BN (1983)	Vergleichsvariante im Ist-Zustand
Var. 1.3.19	Retentionsflutung	BHQ_{200} (1988)	BN (1983)	Retentionsflutung im Plan-Zustand
Var. 3.0.2	Ökolog. Flutung	HW (1987)	BN (1987)	Vergleichsvariante im Ist-Zustand
Var. 3.3.19	Ökolog. Flutung	HW (1987)	BN (1987)	Ökolog. Flutung im Plan-Zustand

Bei der Simulation der Retentionsflutung wurde davon ausgegangen, dass sich ein extremes Hochwasserereignis, in diesem Fall das zweihundertjährliche Bemessungshochwasser, mit einem Starkregenereignis überlagert. Insgesamt liegt der Berechnung des Zustandes Retentionsflutung eine relativ kurze, dafür jedoch steile Hochwasserwelle mit ausgeprägter Spitze zu Grunde (vgl. Geldner Ingenieurberatung, Karlsruhe).

Die Simulation einer ökologischen Flutung erfolgte anhand einer Hochwassersituation mit lang andauernden, hohen Wasserständen im Rhein, wobei extreme Spitzenwerte nicht erreicht werden. Das Hochwassergeschehen wurde mit einer mittleren hydrologischen Situation überlagert (vgl. Geldner Ingenieurberatung, Karlsruhe).

18.5 Berechnungsergebnisse

Die Berechnungsergebnisse sind in den **Anhängen B.1 bis B.9** graphisch aufbereitet. Die Darstellungen enthalten jeweils den Wasserspiegellängsschnitt, den Abflusslängsschnitt und die Änderungen der Wasserspiegellagen relativ zum Vergleichszustand (Ist-Zustand) der Gewässer im Modellbereich. Eine tabellarische Übersicht der gesamten Ergebnisse ist in **Anhang B.10** gegeben.

Flut

Da der Wasserspiegel in der Flut (**Anhang B.1.1 und B.1.2**) im Retentionsfall und bei ökologischen Flutungen durch den Gewässerausbau gegenüber dem Ist-Zustand um etwa 0,10 m bis 0,65 m absinkt, stellen sich bei Variante 1.0.2 die höchsten Wasserstände ein. Lediglich im Rückstaubereich des Mühlbachdükers nähern sich die Wasserspiegellagen des Planungs- bzw. Ist-Zustandes einander an, wobei der Wasserspiegel im Planungs-Zustand immer unter demjenigen des Ist-Zustandes bleibt.

Im Diagramm mit den Änderungen der Wasserspiegellagen wird dieser Zusammenhang ebenfalls verdeutlicht, die Differenzendarstellung weist lediglich negative Werte auf. Die aufstauende Wirkung des Schließenbauwerkes bei Flut km 2,700 wird in den beiden Planungsvarianten durch den um ca. 0,50 m ansteigenden Wasserspiegel hervorgehoben. Der Wasserspiegel am Schließenbauwerk wird durch die Steuerung des Pumpwerkes und der Schließenöffnungen auf einen konstanten Wert von 267,50 m+NN eingestellt.

Der Abflusslängsschnitt zeigt den Einfluss des geplanten Pumpwerkes Weisweil auf das Abflussgeschehen. Am Schließenbauwerk wird der Abfluss in der Flut durch den Pumpenbetrieb um bis zu etwa 5 m³/s reduziert, wodurch die Flut (Stückerwasser) unterstrom des Schließenbauwerkes entlastet wird.

Mühlbach

Die Ergebnisse der Berechnungen für den Mühlbach sind in den **Anhängen B.2.1 bis B.2.6** dargestellt. Von km 13,317 bis ca. km 9,500 sind kaum Auswirkungen auf das Abflussgeschehen durch den Betrieb des Rückhalteraumes festzustellen. Unterstrom von km 9,500 nimmt der Mühlbach bei Einstau des Rückhalteraumes vermehrt Grundwasser auf, was sich in einem Anstieg der Wasserspiegellagen bemerkbar macht.

Stromab der Wyhler Mühle ab ca. km 8,700 steigt der Wasserspiegel auf einer Länge von etwa 1300 m um bis zu knapp 30 cm an. Bis zur Ortslage Weisweil, die bei ca. km 6,000 beginnt, klingt dieser Anstieg auf einen Wert von etwa 5 cm ab. Innerhalb des Ortes kommt es zu keinen Ausuferungen. Unterstrom der Weisweiler Mühle (~ km 3,900) sinkt der Wasserspiegel in den Planungsvarianten gegenüber den Vergleichswerten bedingt durch die niedrigeren Wasserspiegel oberstrom des Mühlbachdükers um bis zu 15 cm ab.

Endinger Graben

Die Auswertung des Endinger Grabens (**Anhang B.3**) zeigt trotz zunehmender Abflussmengen im Retentionsfall nur einen minimalen Anstieg des Wasserspiegels um 2 bis 3 cm. Bei ökologischen Flutungen liegen die Wasserspiegel auf der gesamten Länge deutlich unter der Vergleichswerten. Es kommt zu keinen Ausuferungen.

Wyhler Graben

Am Wyhler Graben (**Anhang B.4**) sind im Retentionsfall keine Auswirkungen auf den Verlauf des Wassersiegels zu verzeichnen. Bei ökologischen Flutungen sinkt der Wasserspiegel um bis zu 6 cm ab. Es kommt zu keinen Ausuferungen.

Schlut 1

Bei Retentionsbetrieb des Hochwasserrückhalteraumes steigt der Wasserspiegel in der Schlut 1 (**Anhang B.5**) um wenige Zentimeter an, lokal macht dies bis zu 12 cm aus. Während der ökologischen Flutungen pendelt der Wasserspiegel zwischen km 0,800 und km 0,400 dagegen um den Referenzwert, zur Mündung hin fällt der Wasserspiegel um bis zu 10 cm. Es kommt zu keinen Ausuferungen.

Schlut 2

Der Wasserspiegel in der Schlut 2 (**Anhang B.6**) liegt im Hochwasserfall zukünftig deutlich unter dem derzeitigen Niveau. Durch die Ausbaumaßnahmen an den Gewässern nimmt der Wasserspiegel um bis zu 20 cm ab. Es kommt zu keinen Ausuferungen.

Schlut 3

Bis auf den Mündungsbereich wird die gesamte Schlut 3 (**Anhang B.7**) gegenüber der heutigen Situation entlastet. Zwischen km 0,600 und km 0,200 liegt der Wasserspiegel zukünftig um 15 bis 25 cm tiefer. Es kommt zu keinen Ausuferungen.

Schlut 4

Auch in der Schlut 4 (**Anhang B.8**) wird die Situation durch die Ausbaumaßnahmen an den Gewässern verbessert. Je nach Belastungsfall wird der Wasserspiegel um bis zu 20 cm reduziert. Es kommt zu keinen Ausuferungen.

Schlut 5

Die Schlut 5 (**Anhang B.9**) erfährt durch die Ausbaumaßnahmen ebenfalls eine deutliche Verbesserung. Der Wasserspiegel wird während der Einsatzzeiten des Rückhalteraumes um 35 bis 50 cm abgesenkt. Auf der linken Seite ufert die Schlut 5 aus.

Quellenangaben

Literatur

/ 1 / Bollrich, G.; Preißler, G.: Technische Hydromechanik, Bd. 1. 3., stark bearbeitete Auflage, Verlag für Bauwesen Berlin München, 1992.

/ 2 / Naudascher, E.: Hydraulik der Gerinne und Gerinnebauwerke. Springer Verlag, Wien – New York, 2. verbesserte Auflage, 1992.

/ 3 / Schröder, R. und Zanke, U.: Technische Hydraulik, Kompendium für den Wasserbau. 2. Auflage, Springer-Verlag Berlin Heidelberg New York, 2003.

/ 4 / Institut für Wasserwirtschaft und Kulturtechnik (TH Karlsruhe): HEC-RAS River Analysis System (V 3.0). Interaktive Kompaktanleitung, Juli 2002.

/ 5 / Schnell, W.; Vahland, R.; Oltmanns, W.: Verfahrenstechnik der Grundwasserhaltung. Teubner-Verlag, Stuttgart - Leipzig - Wiesbaden, 2. Auflage, 2002.

/ 6 / Heinemann, E.; Paul, R.: Hydraulik für Bauingenieure. Teubner-Verlag, Stuttgart – Leipzig, 1998.

/ 7 / Institut für Hydromechanik (TH Karlsruhe): Hydraulik von Rohrsystemen. Vorlesungsskript, Juli 2004.

/ 8 / Institut für Hydromechanik (TH Karlsruhe): Hydromechanik. Vorlesungsskript, September 1998.

/ 9 / United States Environmental Protection Agency (EPA): EPANET 2 Users Manual. Water Supply and Water Resources Division, National Risk Management Research Laboratory, Cincinnati, OH, 2000.

/ 10 / Institut für Strömungsmechanik und elektronisches Rechnen im Bauwesen (Universität Hannover): Strömungsmechanik für Bauingenieure. Vorlesungsskript, 2005.

Normen und Richtlinien

/ 11 / Deutsche Verband für Wasserwirtschaft und Kulturbau e.V. (DVWK): Fischaufstiegsanlagen – Bemessung, Gestaltung, Funktionskontrolle. DVWK-Merkblätter Heft 232, Hamburg: Parey, 1996.

/ 12 / Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg (LFU): Überströmbare Dämme und Dammscharten. Oberirdische Gewässer, Gewässerökologie Bd. 90, Karlsruhe, 2004.

/ 13 / Deutsche Vereinigung des Gas- und Wasserfaches e.V. (DVGW): Technische Regel Arbeitsblatt W 118, Bemessung von Vertikalfilterbrunnen. DVGW-Regelwerk, Bonn, Juli 2005.

Studien

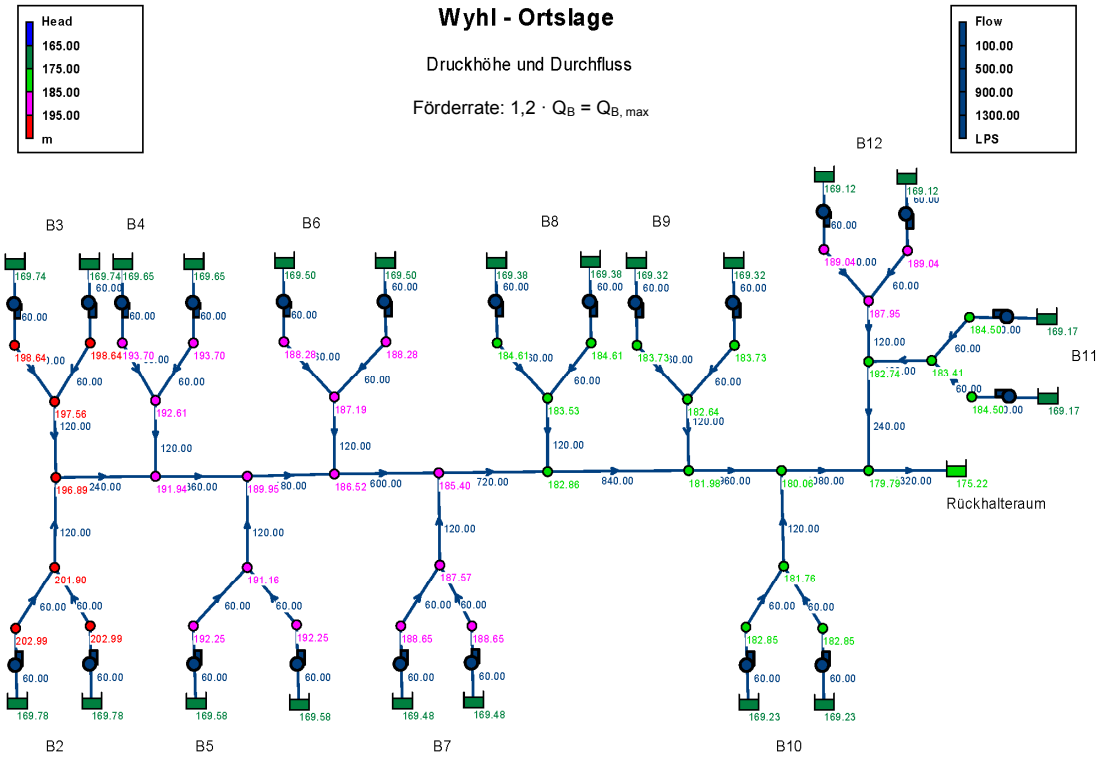
/ 14 / Institut für Wasserwirtschaft und Kulturtechnik (TH Karlsruhe): Hydraulische Modellversuche Bauwerk 6.65. Bericht, 1998.

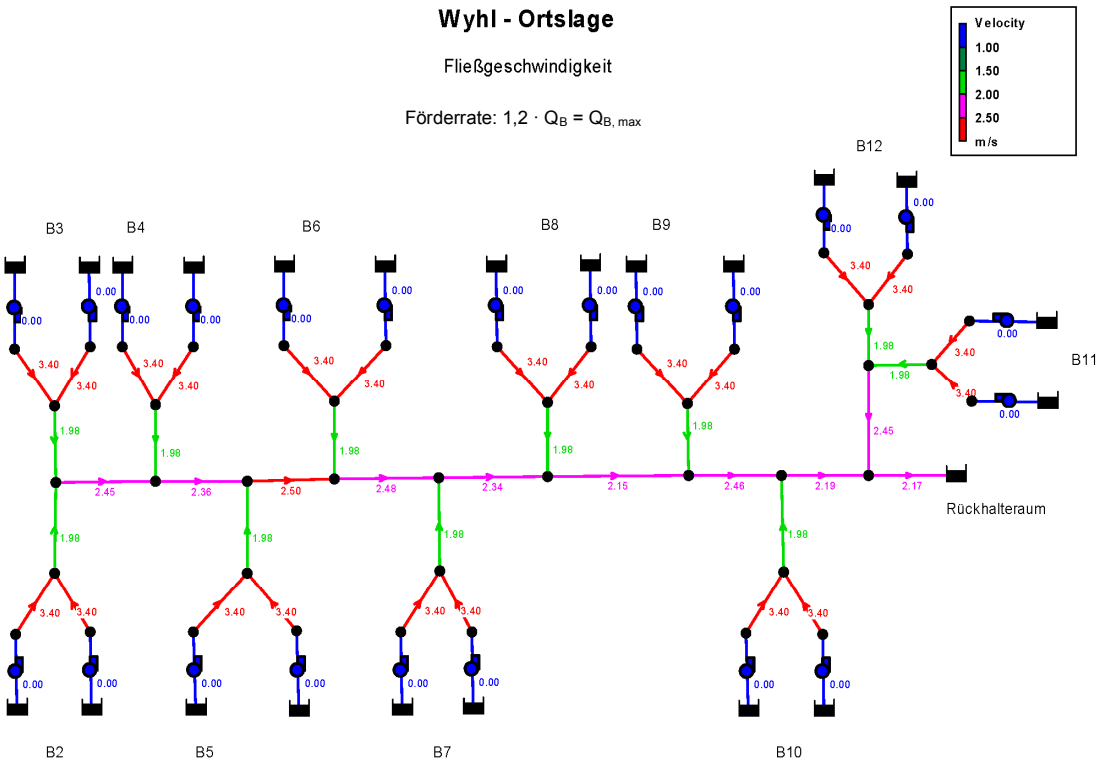
/ 15 / Ingenieurbüro Dr.-Ing. K. Ludwig: Zweidimensionale Strömungsberechnungen für den Rückhalteraum Wyhl/Weisweil. Erläuterungsbericht, Karlsruhe, 2002.

/ 16 / Institut für Wasserwirtschaft und Kulturtechnik (TH Karlsruhe): Hydraulische Modellversuche Entnahmebauwerk Polder Wyhl/Weisweil - Bauwerk A. Bericht, 1997.

/ 17 / IB Wald + Corbe: Rückhalteraum Wyhl/Weisweil, Binnenseitige Anpassungsmaßnahmen, Gemarkungen Weisweil und Rheinhausen, Vorplanung. Hügelsheim, Juli 2005.

Anhang

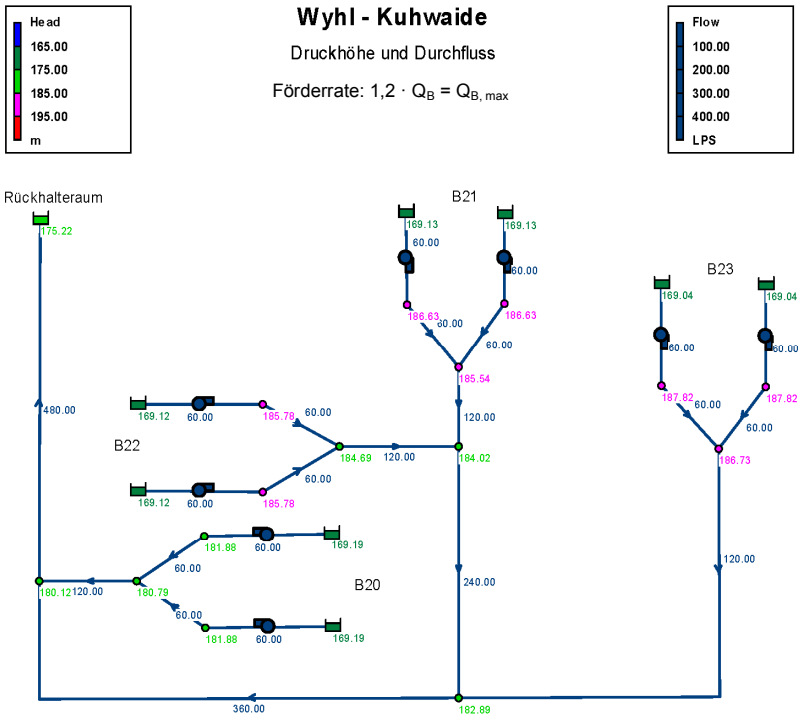

Wyhl - Ortslage
Druckhöhe und Durchfluss
Förderrate: 1,2 · $Q_B = Q_{B,max}$
Head
165.00
175.00
185.00
195.00
m
Flow
100.00
500.00
900.00
1300.00
LPS
B2
B3
B4
B5
B6
B7
B8
B9
B10
B11
B12
Rückhalteraum


Wyhl - Ortslage
Fließgeschwindigkeit
Förderrate: 1,2 · $Q_B = Q_{B,max}$
Velocity
1.00
1.50
2.00
2.50
m/s
B2
B3
B4
B5
B6
B7
B8
B9
B10
B11
B12
Rückhalteraum

Wyhl - Kuhwaide

Druckhöhe und Durchfluss

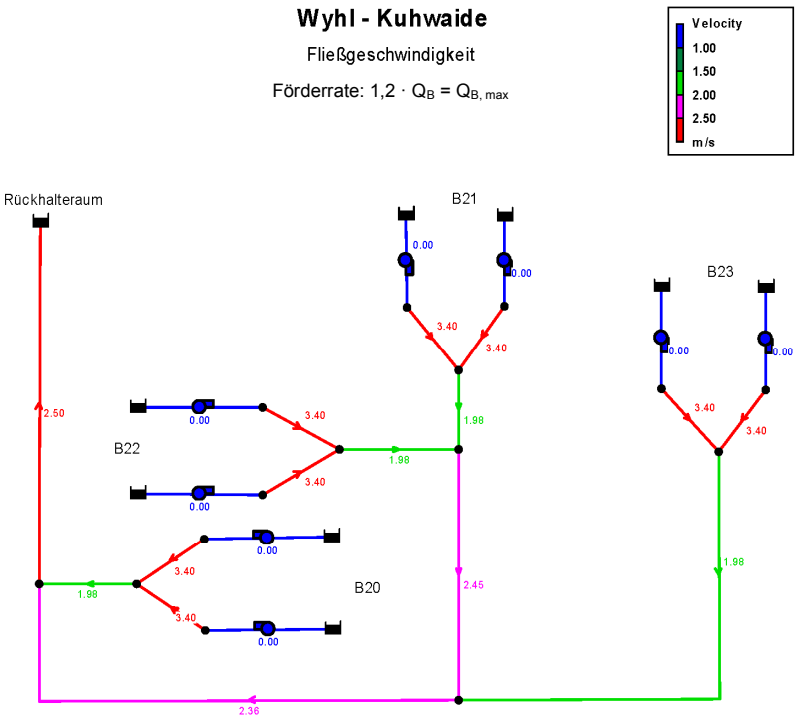
Förderrate: 1,2 · $Q_B = Q_{B,\,max}$

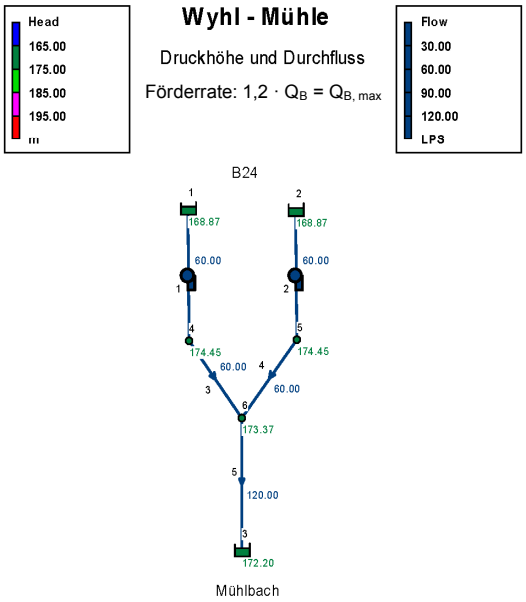


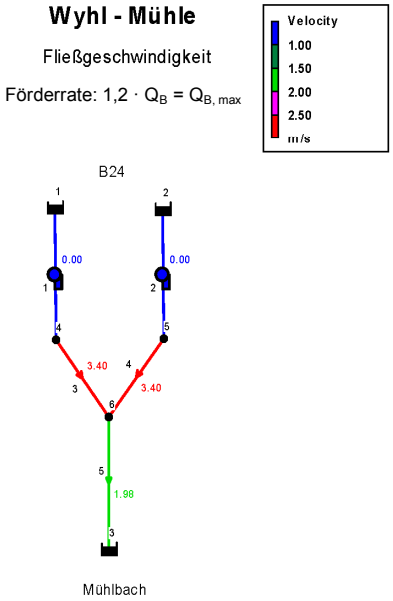
Wyhl - Kuhwaide

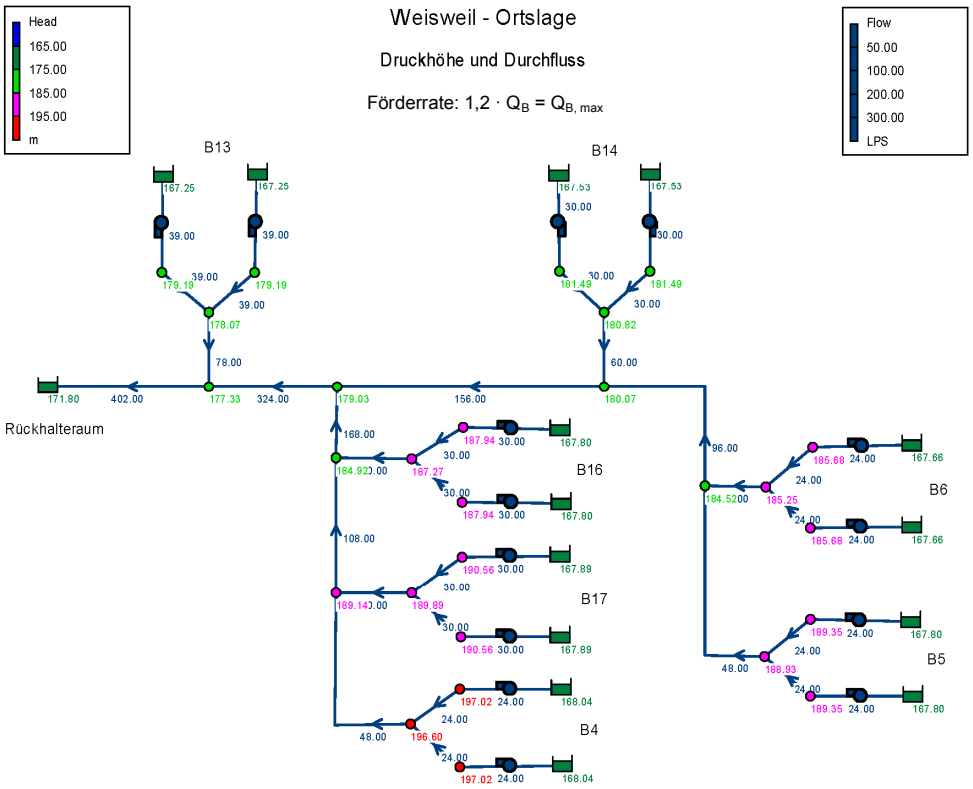
Fließgeschwindigkeit

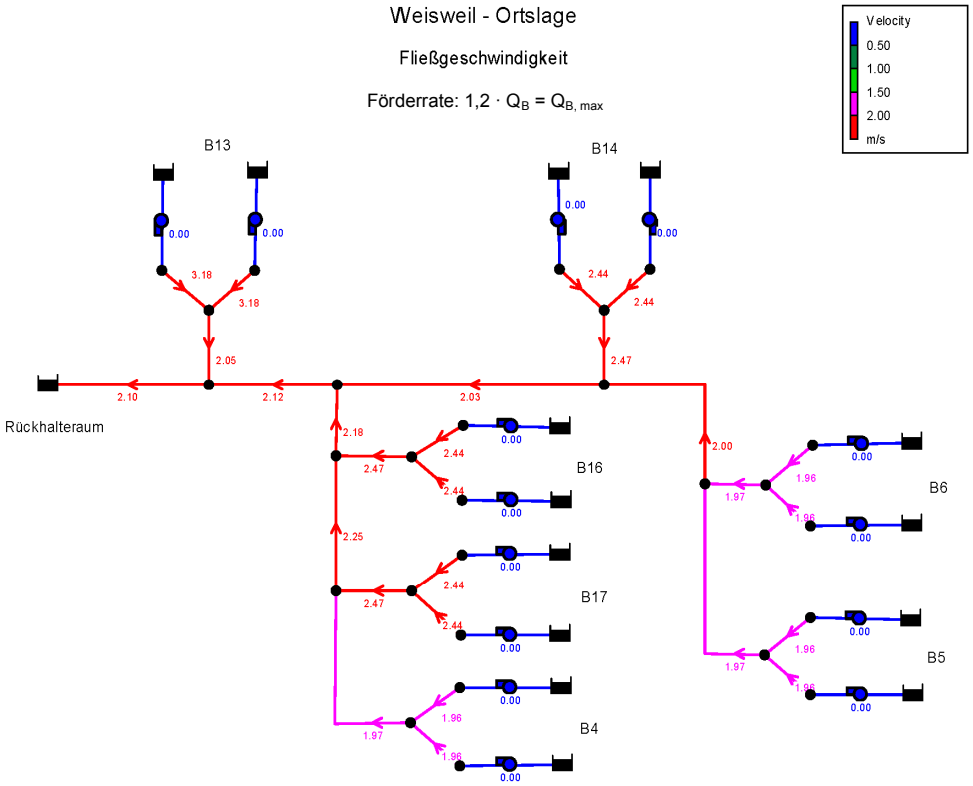
Förderrate: 1,2 · $Q_B = Q_{B,\,max}$

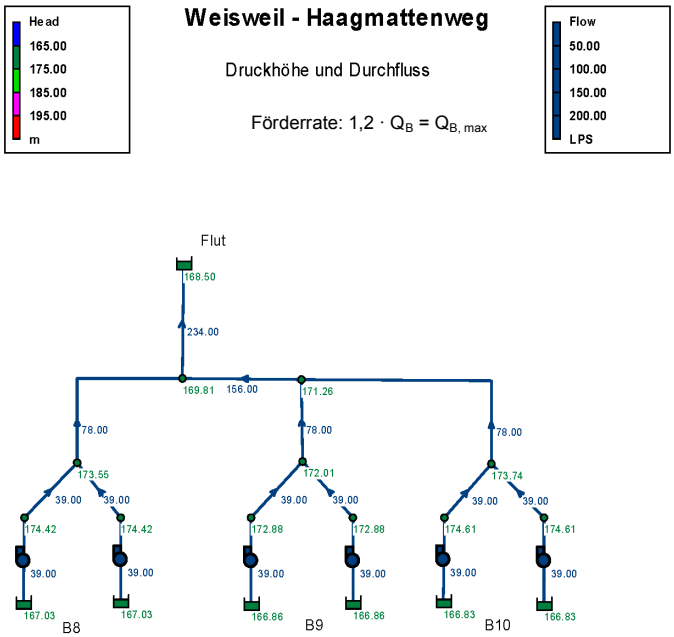


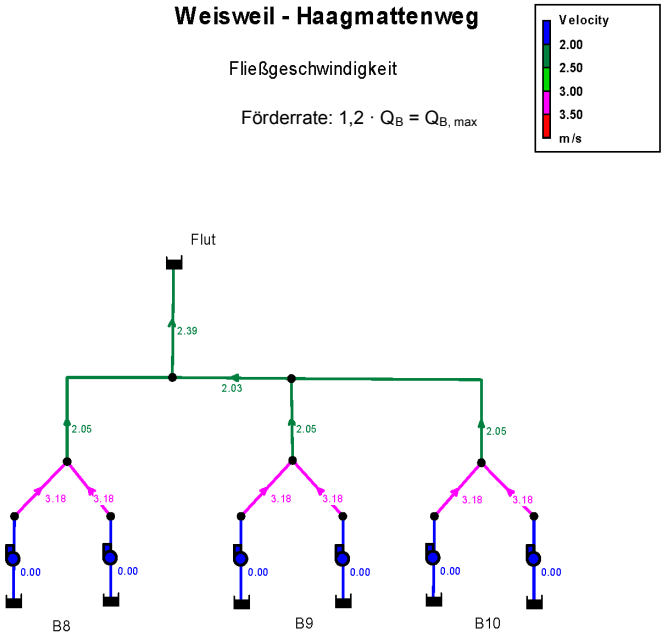

Wyhl - Mühle
Druckhöhe und Durchfluss
Förderrate: 1,2 · Q_B = $Q_{B, max}$
Head
165.00
175.00
185.00
195.00
m
Flow
30.00
60.00
90.00
120.00
LPS
B24
168.87
168.87
60.00
60.00
174.45
174.45
60.00
60.00
173.37
120.00
172.20
Mühlbach


Wyhl - Mühle
Fließgeschwindigkeit
Förderrate: 1,2 · Q_B = $Q_{B, max}$
Velocity
1.00
1.50
2.00
2.50
m/s
B24
0.00
0.00
3.40
3.40
1.98
Mühlbach


Weisweil - Ortslage
Druckhöhe und Durchfluss
Förderrate: 1,2 · Q_B = $Q_{B, max}$
Head
165.00
175.00
185.00
195.00
m
Flow
50.00
100.00
200.00
300.00
LPS
B13
B14
B16
B17
B6
B5
B4
Rückhalteraum


Weisweil - Ortslage
Fließgeschwindigkeit
Förderrate: 1,2 · Q_B = $Q_{B, max}$
Velocity
0.50
1.00
1.50
2.00
m/s
B13
B14
B16
B17
B6
B5
B4
Rückhalteraum

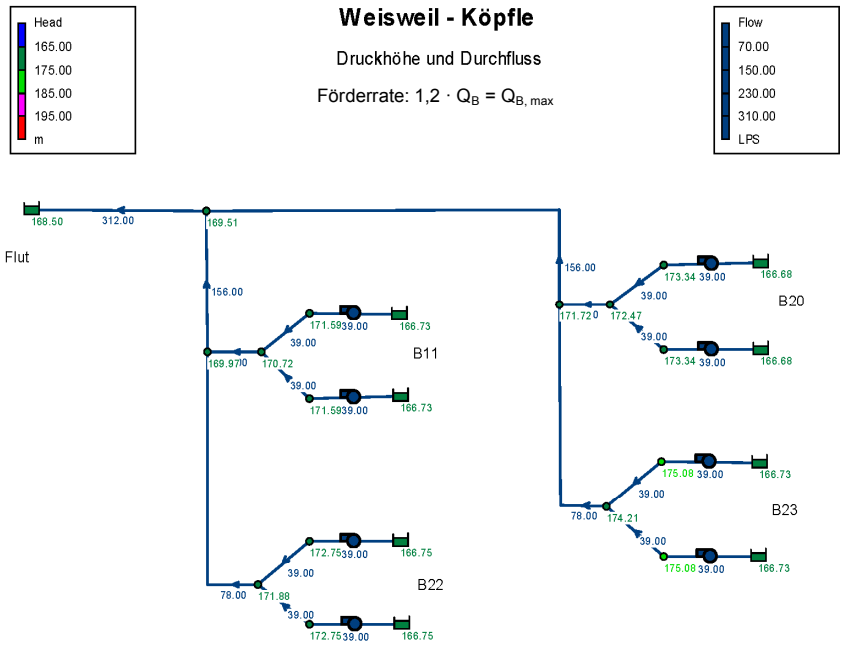

Weisweil - Haagmattenweg
Druckhöhe und Durchfluss
Förderrate: 1,2 · $Q_B = Q_{B,\,max}$
Head
165.00
175.00
185.00
195.00
m
Flow
50.00
100.00
150.00
200.00
LPS
Flut
168.50
234.00
169.81
156.00
171.26
78.00
78.00
78.00
173.55
172.01
173.74
39.00
174.42
174.42
172.88
172.88
174.61
174.61
167.03
167.03
166.86
166.86
166.83
166.83
B8
B9
B10


Weisweil - Haagmattenweg
Fließgeschwindigkeit
Förderrate: 1,2 · $Q_B = Q_{B,\,max}$
Velocity
2.00
2.50
3.00
3.50
m/s
Flut
2.39
2.03
2.05
3.18
0.00
B8
B9
B10

Weisweil - Köpfle

Druckhöhe und Durchfluss

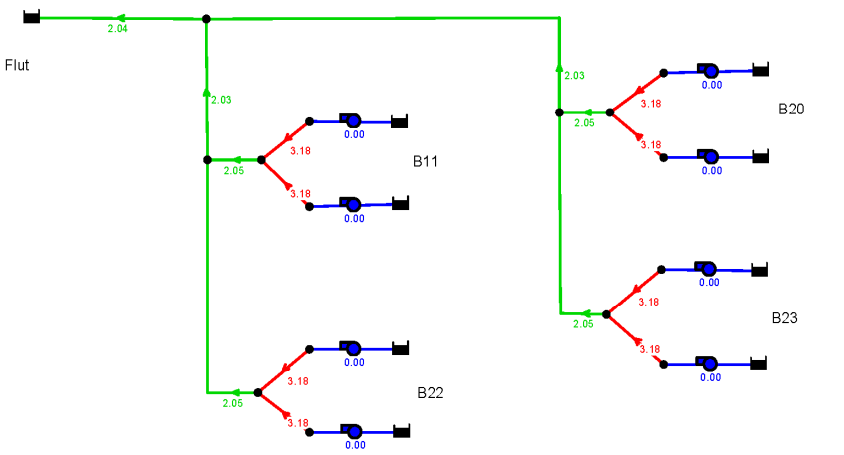
Förderrate: 1,2 · $Q_B = Q_{B,\,max}$

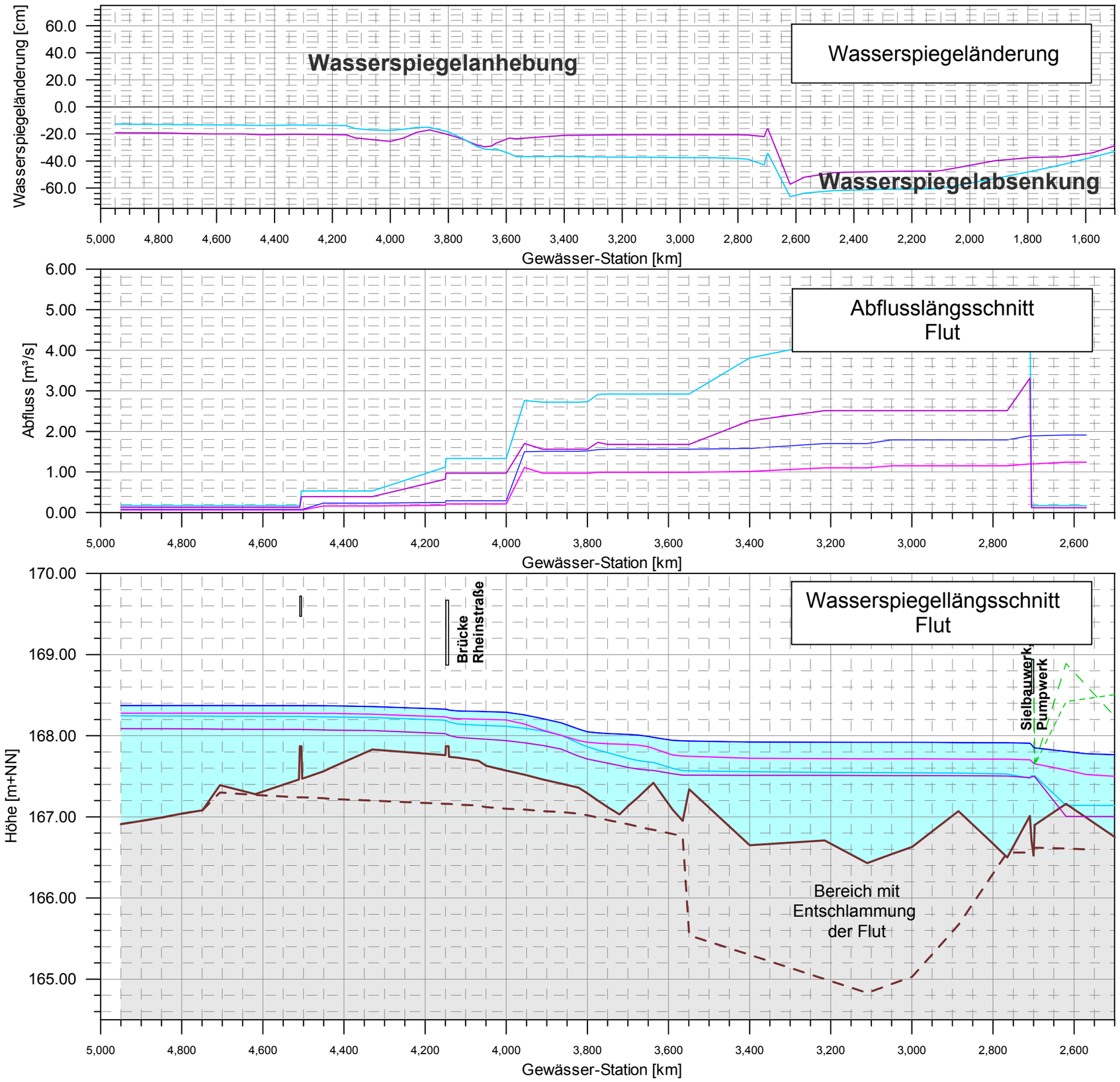


Weisweil - Köpfle

Fließgeschwindigkeit

Förderrate: 1,2 · $Q_B = Q_{B,\,max}$





Anhang B.1.1

Legende:

Wasserspiegeländerung

- Variante 1.3.19 mit Ausbau - Variante 1.0.2
- Variante 3.3.19 mit Ausbau - Variante 3.0.2

Wasserspiegel- und Abflusslängsschnitt

- Variante 1.0.2
- Variante 3.0.2
- Variante 1.3.19 mit Ausbau
- Variante 3.3.19 mit Ausbau
- rechtes Ufer - Bestand
- linkes Ufer - Bestand
- Gewässersohle Plan-Zustand
- Gewässersohle

WALD + CORBE
Ingenieurbüro für Wasserbau, Wasserwirtschaft und Tiefbau
BERATENDE INGENIEURE
Am Hecklehamm 18 76549 Hügelsheim Telefon (07229) 187600 Telefax (07229) 187677

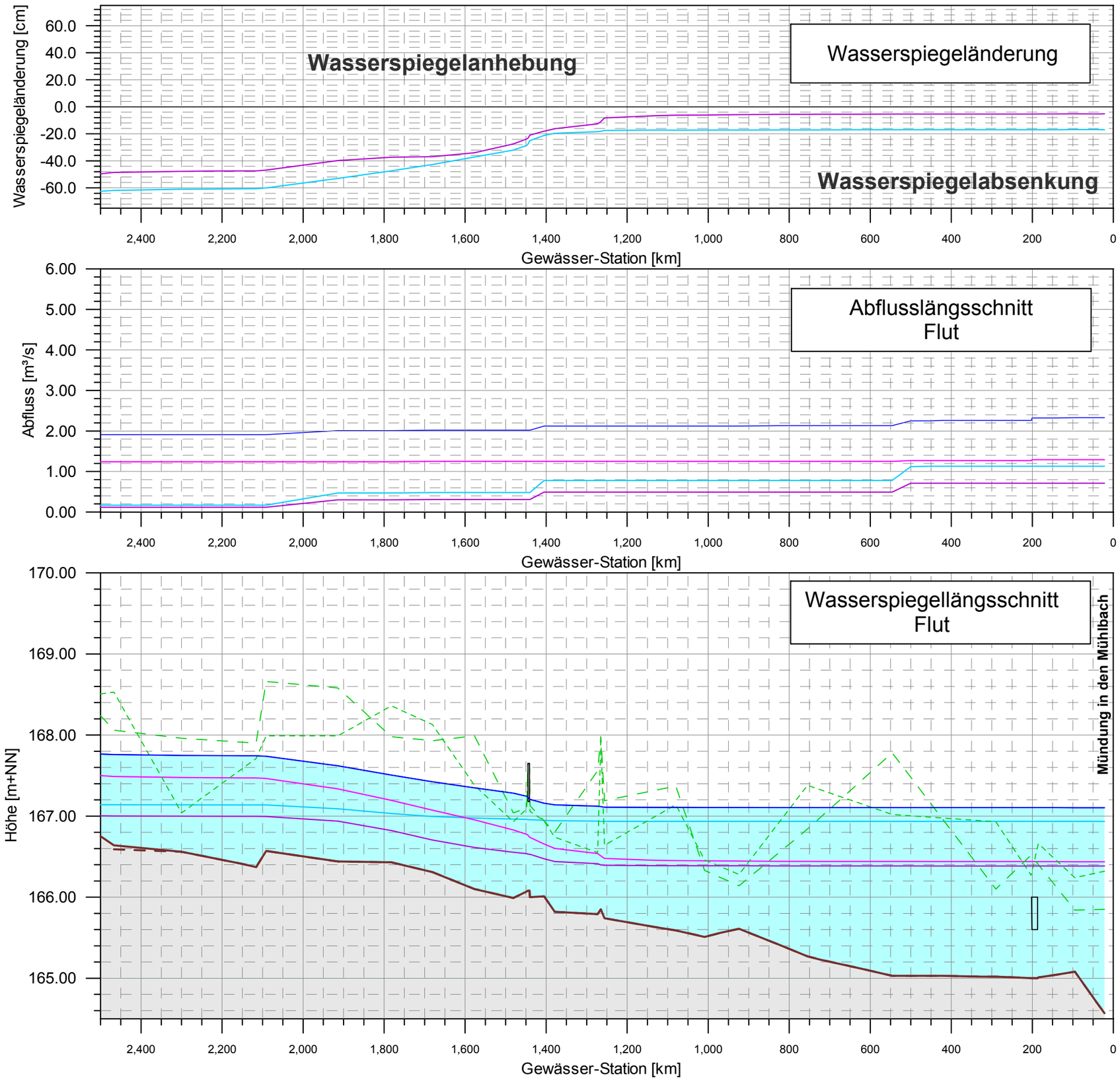
Regierungspräsidium Freiburg
Abteilung Umwelt

RÜCKHALTERAUM WYHL-WEISWEIL

Vergleich der Wasserspiegellagen
ökologische Flutung und Retentionsbetrieb

Flut
km 4+950 bis 2+500

Maßstab:	Höhe 1 : 50 Länge 1 : 10 000		Datum	Name
		Bearb.	Dez. 2006	Rei
		Gepr.		
Projektnr.:	102.06.085			
Zeichnung:	LS_Flut1.GRF			
Auftraggeber:		Ingenieurbüro: EDV - Ausdruck Ing.-Büro WALD + CORBE Hügelsheim		
Datum	Unterschrift	Datum		Unterschrift



Anhang B.1.2

Legende:

Wasserspiegeländerung

- Variante 1.3.19 mit Ausbau - Variante 1.0.2
- Variante 3.3.19 mit Ausbau - Variante 3.0.2

Wasserspiegel- und Abflusslängsschnitt

- Variante 1.0.2
- Variante 3.0.2
- Variante 1.3.19 mit Ausbau
- Variante 3.3.19 mit Ausbau
- rechtes Ufer - Bestand
- linkes Ufer - Bestand
- Gewässersohle Plan-Zustand
- Gewässersohle

WALD + CORBE
Ingenieurbüro für Wasserbau, Wasserwirtschaft und Tiefbau
BERATENDE INGENIEURE
Am Hecklehamm 18 76549 Hügelsheim Telefon (07229) 187600 Telefax (07229) 187677

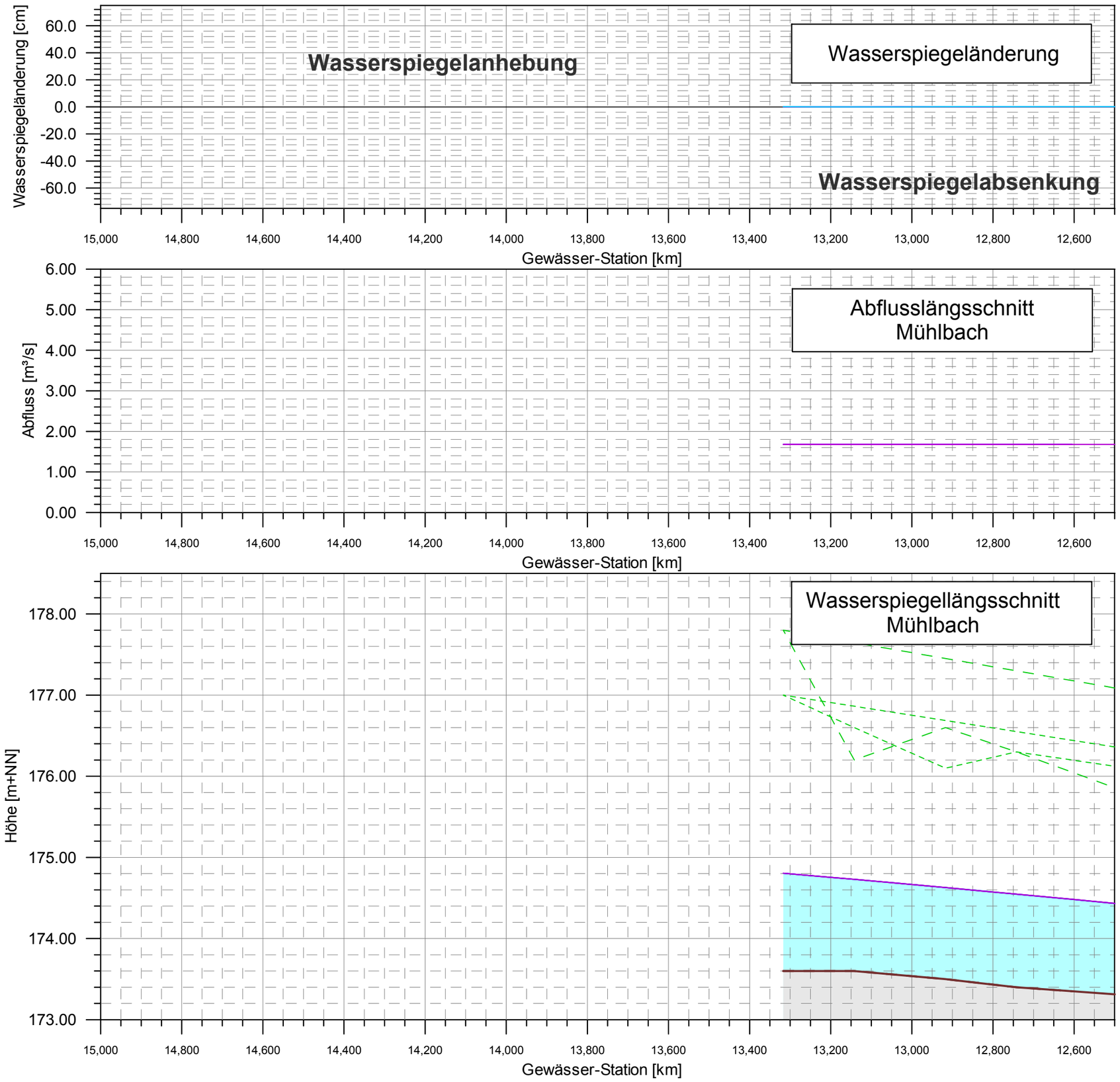
Regierungspräsidium Freiburg
Abteilung Umwelt

RÜCKHALTERAUM WYHL-WEISWEIL

Vergleich der Wasserspiegellagen
ökologische Flutung und Retentionsbetrieb

Flut
km 2+500 bis 0+022

Maßstab:	Höhe 1 : 50 Länge 1 : 10 000		Datum	Name
		Bearb.	Dez. 2006	Rei
		Gepr.		
Projektnr.:	102.06.085			
Zeichnung:	LS_Flut1.GRF			
Auftraggeber:		Ingenieurbüro: EDV - Ausdruck Ing.-Büro WALD + CORBE Hügelsheim		
Datum	Unterschrift	Datum		Unterschrift



Anhang B.2.1

Legende:

Wasserspiegeländerung

- Variante 1.3.19 mit Ausbau - Variante 1.0.2
- Variante 3.3.19 mit Ausbau - Variante 3.0.2

Wasserspiegel- und Abflusslängsschnitt

- Variante 1.0.2
- Variante 3.0.2
- Variante 1.3.19 mit Ausbau
- Variante 3.3.19 mit Ausbau
- rechtes Ufer - Bestand
- linkes Ufer - Bestand
- Gewässersohle Plan-Zustand
- Gewässersohle

WALD + CORBE
Ingenieurbüro für Wasserbau, Wasserwirtschaft und Tiefbau
BERATENDE INGENIEURE
Am Hecklehamm 18 76549 Hügelsheim Telefon (07229) 187600 Telefax (07229) 187677

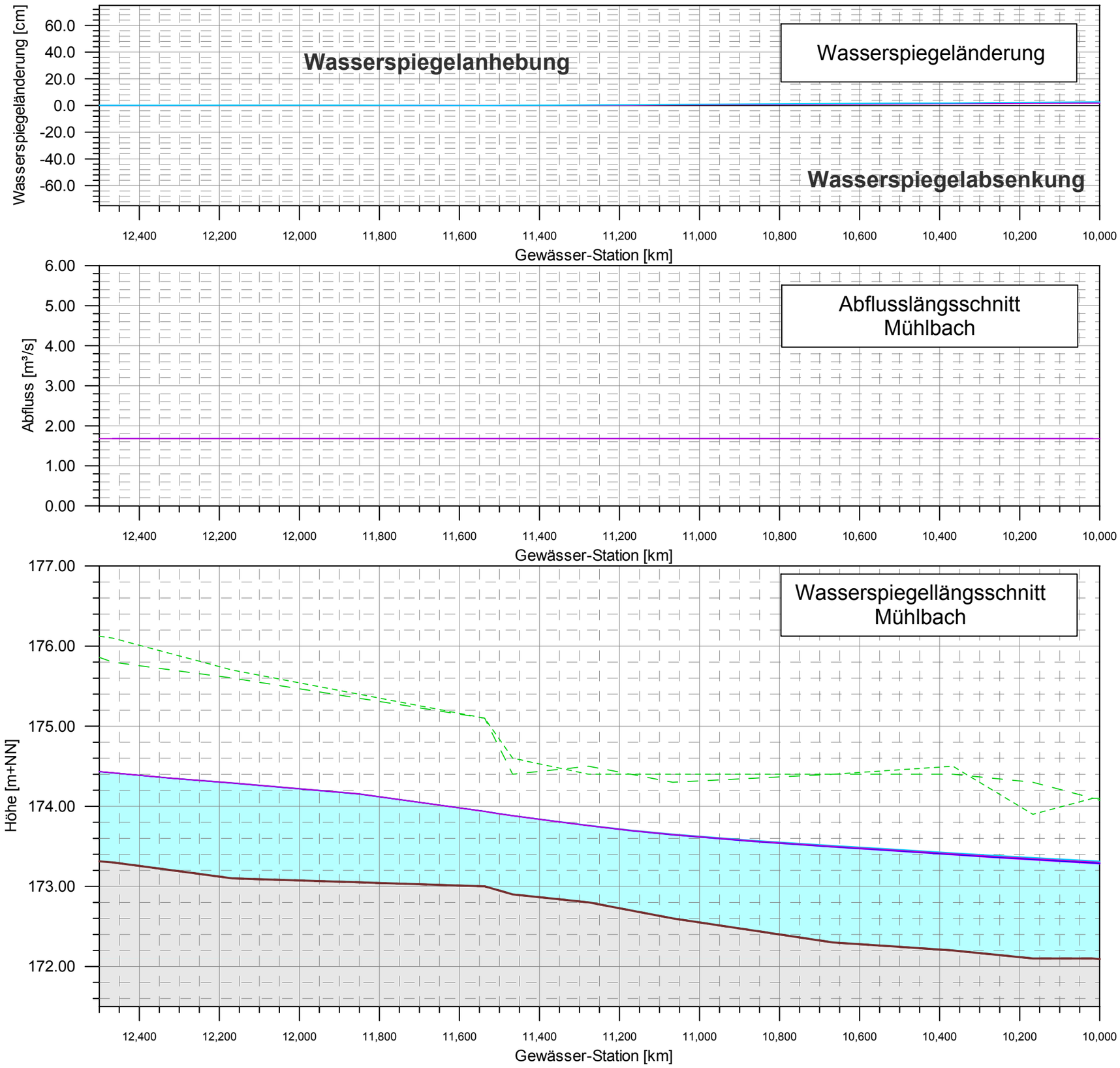
Regierungspräsidium Freiburg
Abteilung Umwelt

RÜCKHALTERAUM WYHL-WEISWEIL

Vergleich der Wasserspiegellagen
ökologische Flutung und Retentionsbetrieb

Mühlbach
km 15+000 bis 12+500

Maßstab:	Höhe 1 : 50 Länge 1 : 10 000		Datum	Name
		Bearb.	Dez. 2006	Rei
		Gepr.		
Projektnr.:	102.06.085			
Zeichnung:	LS_Muehl1.GRF			
Auftraggeber:		Ingenieurbüro: EDV - Ausdruck Ing.-Büro WALD + CORBE Hügelsheim		
Datum	Unterschrift	Datum		Unterschrift



Anhang B.2.2

Legende:

Wasserspiegeländerung

- Variante 1.3.19 mit Ausbau - Variante 1.0.2
- Variante 3.3.19 mit Ausbau - Variante 3.0.2

Wasserspiegel- und Abflusslängsschnitt

- Variante 1.0.2
- Variante 3.0.2
- Variante 1.3.19 mit Ausbau
- Variante 3.3.19 mit Ausbau
- rechtes Ufer - Bestand
- linkes Ufer - Bestand
- Gewässersohle Plan-Zustand
- Gewässersohle

WALD + CORBE
Ingenieurbüro für Wasserbau, Wasserwirtschaft und Tiefbau
BERATENDE INGENIEURE
Am Hecklehamm 18 76549 Hügelsheim Telefon (07229) 187600 Telefax (07229) 187677

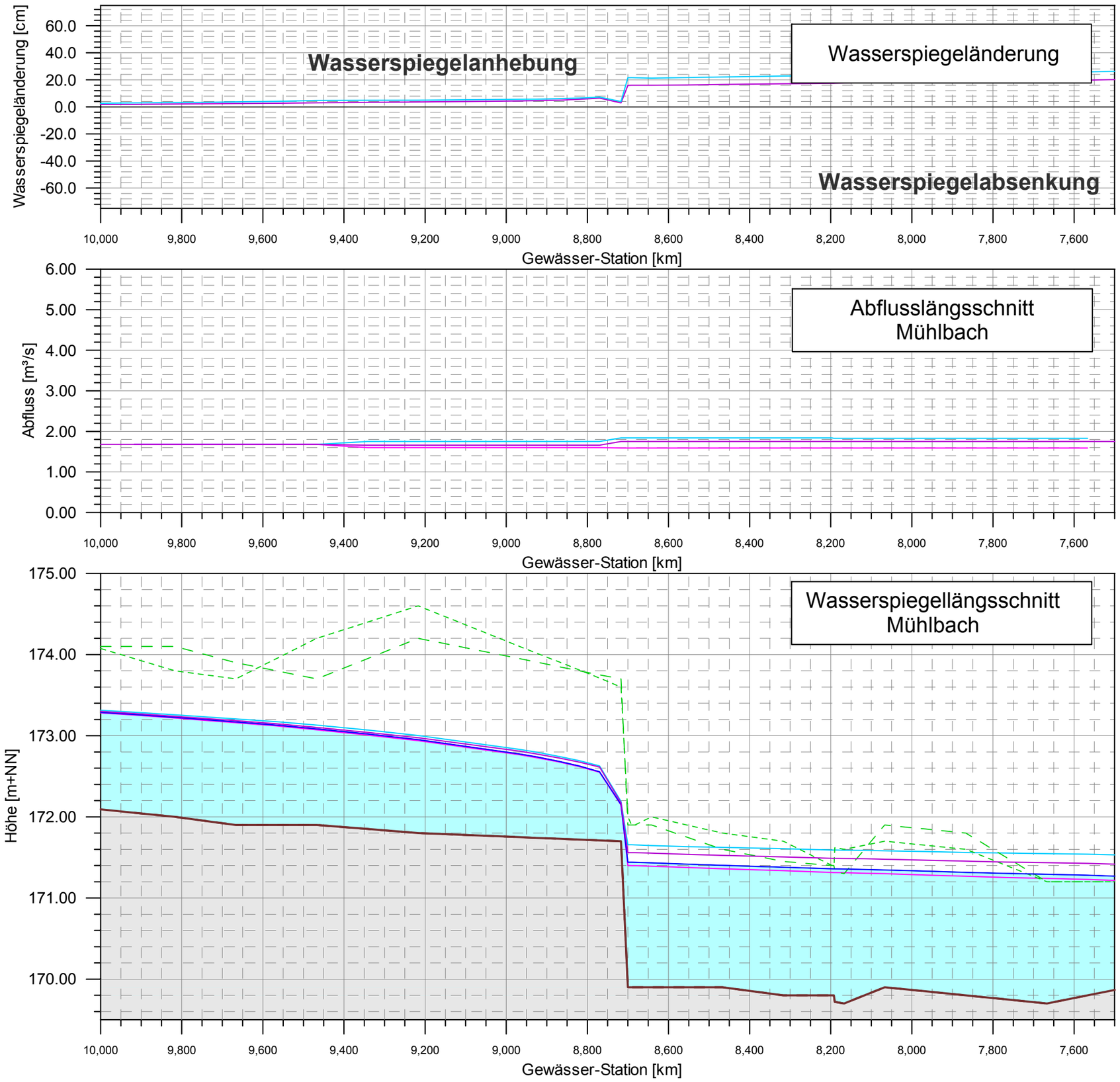
Regierungspräsidium Freiburg
Abteilung Umwelt

RÜCKHALTERAUM WYHL-WEISWEIL

Vergleich der Wasserspiegellagen
ökologische Flutung und Retentionsbetrieb

Mühlbach
km 12+500 bis 10+000

Maßstab:	Höhe 1 : 50 Länge 1 : 10 000		Datum	Name
		Bearb.	Dez. 2006	Rei
		Gepr.		
Projektnr.:	102.06.085			
Zeichnung:	LS_Muehl2.GRF			
Auftraggeber:		Ingenieurbüro: EDV - Ausdruck Ing.-Büro WALD + CORBE Hügelsheim		
Datum	Unterschrift	Datum		Unterschrift



Anhang B.2.3

Legende:

Wasserspiegeländerung

- Variante 1.3.19 mit Ausbau - Variante 1.0.2
- Variante 3.3.19 mit Ausbau - Variante 3.0.2

Wasserspiegel- und Abflusslängsschnitt

- Variante 1.0.2
- Variante 3.0.2
- Variante 1.3.19 mit Ausbau
- Variante 3.3.19 mit Ausbau
- rechtes Ufer - Bestand
- linkes Ufer - Bestand
- Gewässersohle Plan-Zustand
- Gewässersohle

WALD + CORBE
Ingenieurbüro für Wasserbau, Wasserwirtschaft und Tiefbau
BERATENDE INGENIEURE
Am Hecklehamm 18 76549 Hügelsheim Telefon (07229) 187600 Telefax (07229) 187677

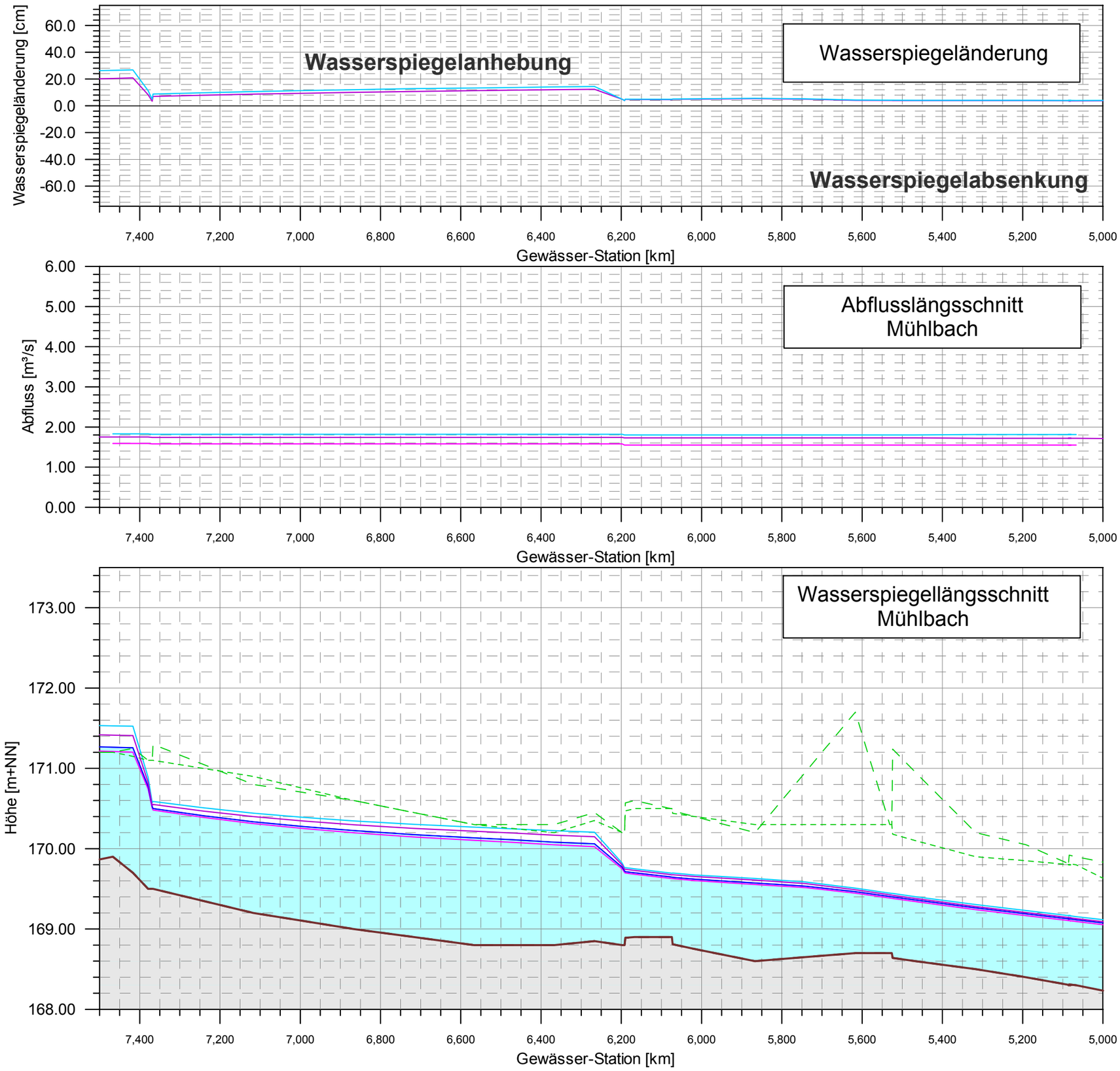
Regierungspräsidium Freiburg
Abteilung Umwelt

RÜCKHALTERAUM WYHL-WEISWEIL

Vergleich der Wasserspiegellagen
ökologische Flutung und Retentionsbetrieb

Mühlbach
km 10+000 bis 7+500

Maßstab:	Höhe 1 : 50 Länge 1 : 10 000		Datum	Name
		Bearb.	Dez. 2006	Rei
		Gepr.		
Projektnr.:	102.06.085			
Zeichnung:	LS_Muehl3.GRF			
Auftraggeber:		Ingenieurbüro: EDV - Ausdruck, Ing.-Büro WALD + CORBE, Hügelsheim		
Datum	Unterschrift	Datum		Unterschrift



Anhang B.2.4

Legende:

Wasserspiegeländerung

- Variante 1.3.19 mit Ausbau - Variante 1.0.2
- Variante 3.3.19 mit Ausbau - Variante 3.0.2

Wasserspiegel- und Abflusslängsschnitt

- Variante 1.0.2
- Variante 3.0.2
- Variante 1.3.19 mit Ausbau
- Variante 3.3.19 mit Ausbau
- rechtes Ufer - Bestand
- linkes Ufer - Bestand
- Gewässersohle Plan-Zustand
- Gewässersohle

WALD + CORBE
Ingenieurbüro für Wasserbau, Wasserwirtschaft und Tiefbau
BERATENDE INGENIEURE
Am Hecklehamm 18 76549 Hügelsheim Telefon (07229) 187600 Telefax (07229) 187677

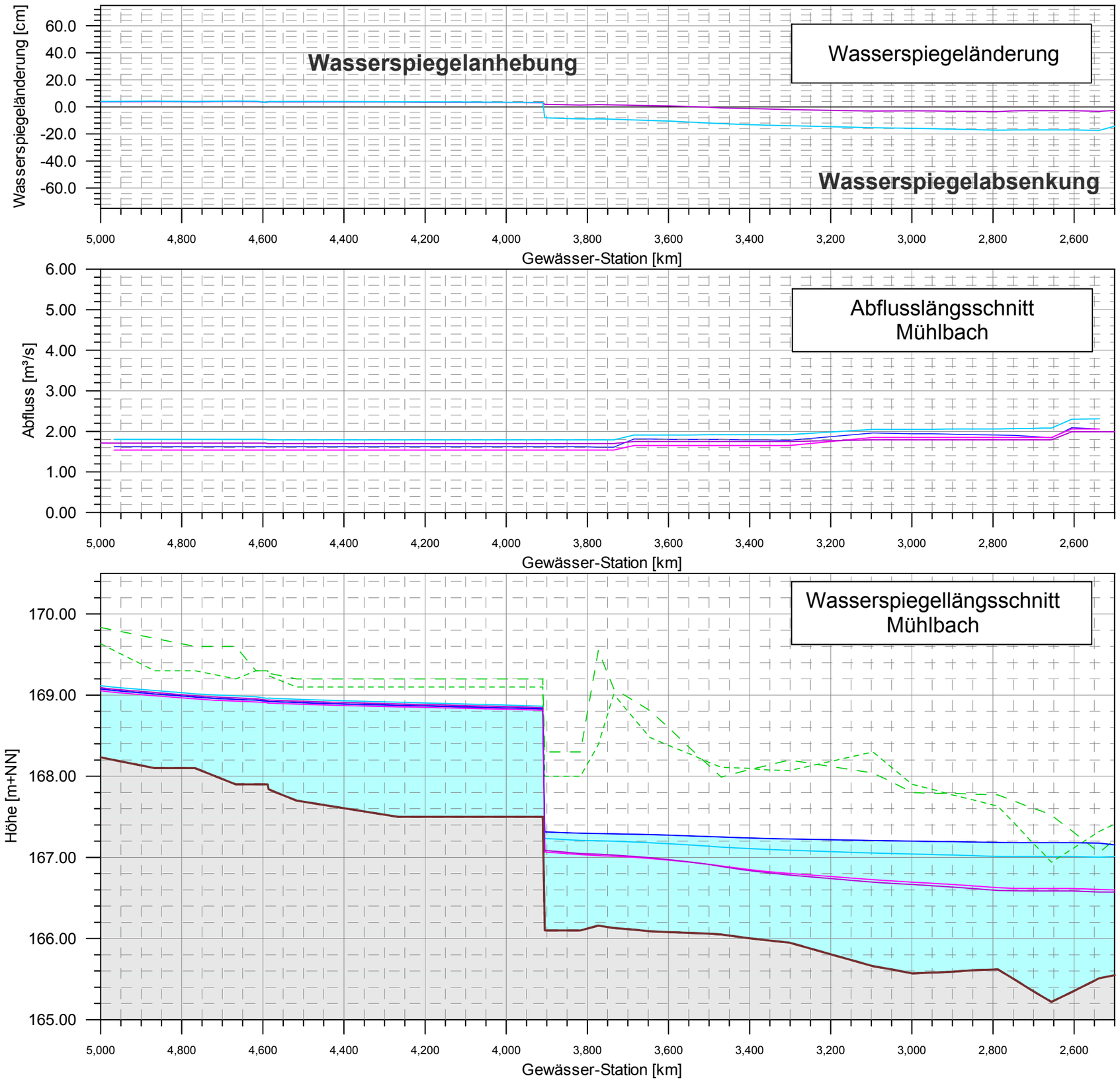
Regierungspräsidium Freiburg
Abteilung Umwelt

RÜCKHALTERAUM WYHL-WEISWEIL

Vergleich der Wasserspiegellagen
ökologische Flutung und Retentionsbetrieb

Mühlbach
km 7+500 bis 5+000

Maßstab: Höhe 1 : 50, Länge 1 : 10 000		Datum	Name
	Bearb.	Dez. 2006	Rei
	Gepr.		
Projektnr.: 102.06.085			
Zeichnung: LS_Muehl4.GRF			
Auftraggeber: Datum Unterschrift	Ingenieurbüro: EDV - Ausdruck, Ing.-Büro WALD + CORBE, Hügelsheim; Datum Unterschrift		



Anhang B.2.5

Legende:

Wasserspiegeländerung

- Variante 1.3.19 mit Ausbau - Variante 1.0.2
- Variante 3.3.19 mit Ausbau - Variante 3.0.2

Wasserspiegel- und Abflusslängsschnitt

- Variante 1.0.2
- Variante 3.0.2
- Variante 1.3.19 mit Ausbau
- Variante 3.3.19 mit Ausbau
- rechtes Ufer - Bestand
- linkes Ufer - Bestand
- Gewässersohle Plan-Zustand
- Gewässersohle

WALD + CORBE
Ingenieurbüro für Wasserbau, Wasserwirtschaft und Tiefbau
BERATENDE INGENIEURE
Am Hecklehamm 18 76549 Hügelsheim Telefon (07229) 187600 Telefax (07229) 187677

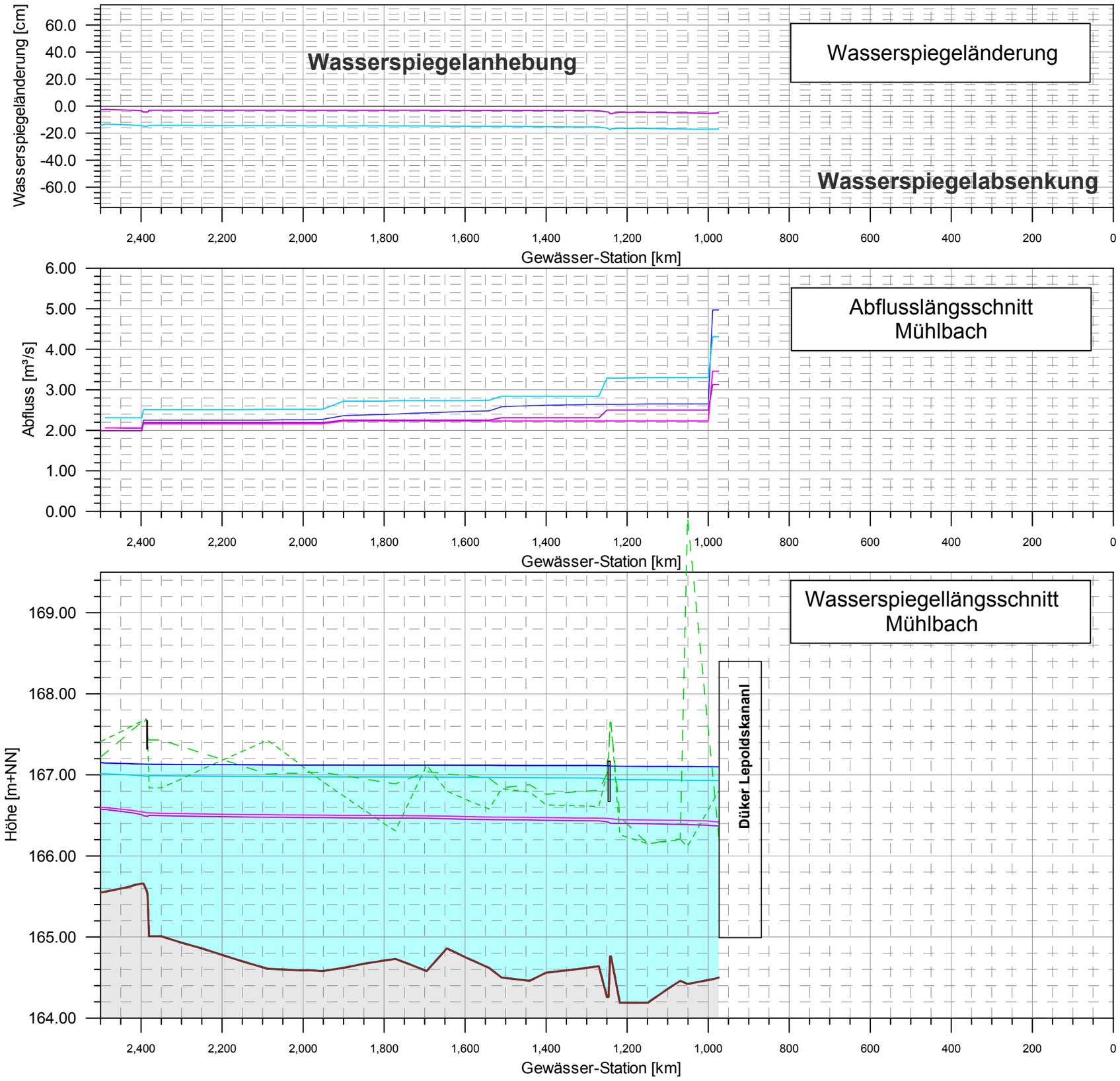
Regierungspräsidium Freiburg
Abteilung Umwelt

RÜCKHALTERAUM WYHL-WEISWEIL

Vergleich der Wasserspiegellagen
ökologische Flutung und Retentionsbetrieb

Mühlbach
km 5+000 bis 2+500

Maßstab:	Höhe 1 : 50 Länge 1 : 10 000		Datum	Name
		Bearb.	Dez. 2006	Rei
		Gepr.		
Projektnr.:	102.06.085			
Zeichnung:	LS_Muehl5.GRF			
Auftraggeber:		Ingenieurbüro: EDV - Ausdruck Ing.-Büro WALD + CORBE Hügelsheim		
Datum	Unterschrift	Datum		Unterschrift



Anhang B.2.6

Legende:

Wasserspiegeländerung

- Variante 1.3.19 mit Ausbau - Variante 1.0.2
- Variante 3.3.19 mit Ausbau - Variante 3.0.2

Wasserspiegel- und Abflusslängsschnitt

- Variante 1.0.2
- Variante 3.0.2
- Variante 1.3.19 mit Ausbau
- Variante 3.3.19 mit Ausbau
- rechtes Ufer - Bestand
- linkes Ufer - Bestand
- Gewässersohle Plan-Zustand
- Gewässersohle

WALD + CORBE
Ingenieurbüro für Wasserbau, Wasserwirtschaft und Tiefbau
BERATENDE INGENIEURE
Am Hecklehamm 18 76549 Hügelsheim Telefon (07229) 187600 Telefax (07229) 187677

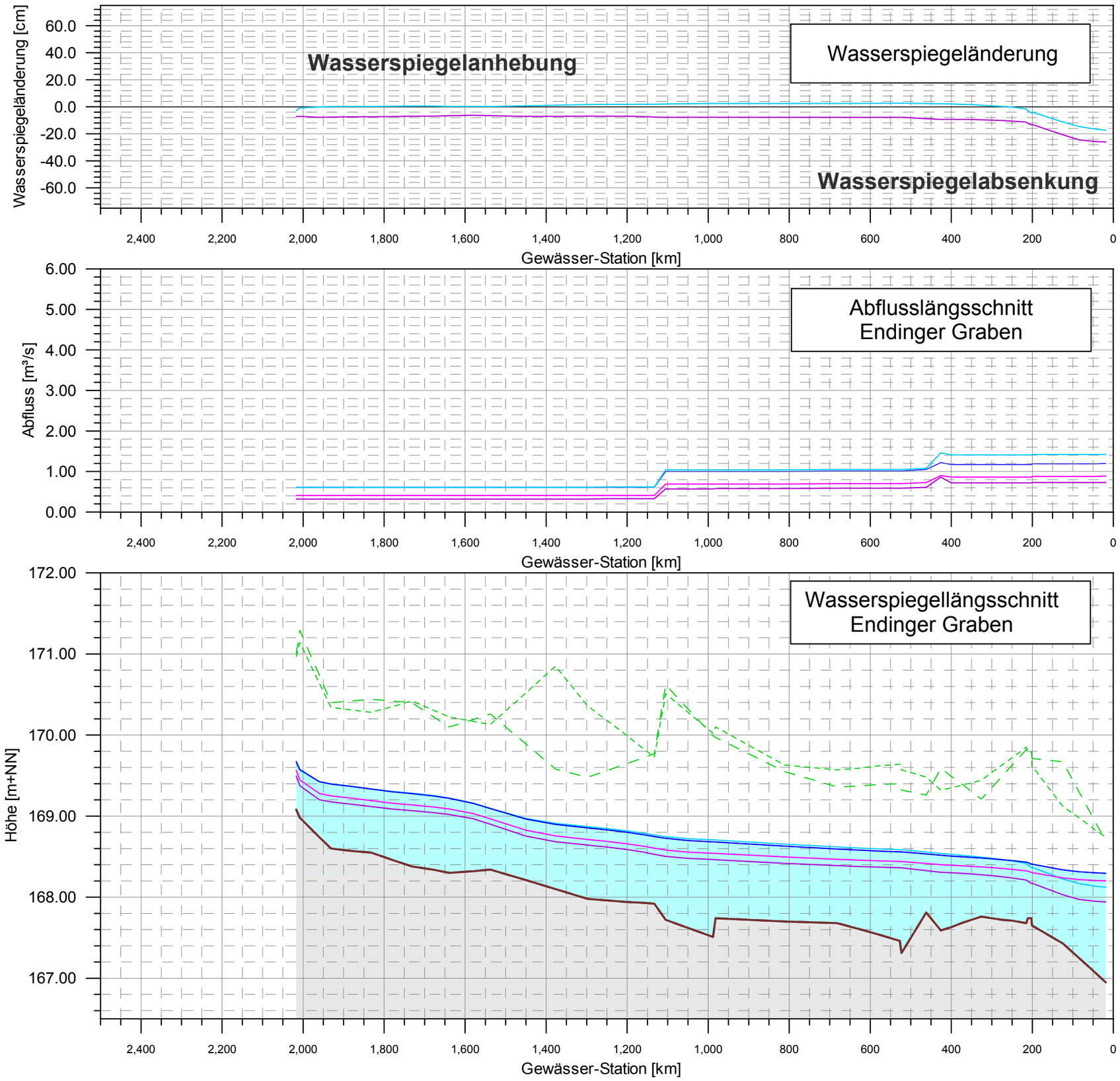
Regierungspräsidium Freiburg
Abteilung Umwelt

RÜCKHALTERAUM WYHL-WEISWEIL

Vergleich der Wasserspiegellagen
ökologische Flutung und Retentionsbetrieb

Mühlbach
km 2+500 bis 0+000

Maßstab:	Höhe 1 : 50 Länge 1 : 10 000		Datum	Name
		Bearb.	Dez. 2006	Rei
		Gepr.		
Projektnr.:	102.06.085			
Zeichnung:	LS_Muehl6.GRF			
Auftraggeber:		Ingenieurbüro: EDV - Ausdruck Ing.-Büro WALD + CORBE Hügelsheim		
Datum	Unterschrift	Datum		Unterschrift



Anhang B.3

Legende:

Wasserspiegeländerung

- Variante 1.3.19 mit Ausbau - Variante 1.0.2
- Variante 3.3.19 mit Ausbau - Variante 3.0.2

Wasserspiegel- und Abflusslängsschnitt

- Variante 1.0.2
- Variante 3.0.2
- Variante 1.3.19 mit Ausbau
- Variante 3.3.19 mit Ausbau
- rechtes Ufer - Bestand
- linkes Ufer - Bestand
- Gewässersohle Plan-Zustand
- Gewässersohle

WALD + CORBE
Ingenieurbüro für Wasserbau, Wasserwirtschaft und Tiefbau
BERATENDE INGENIEURE
Am Hecklehamm 18 76549 Hügelsheim Telefon (07229) 187600 Telefax (07229) 187677

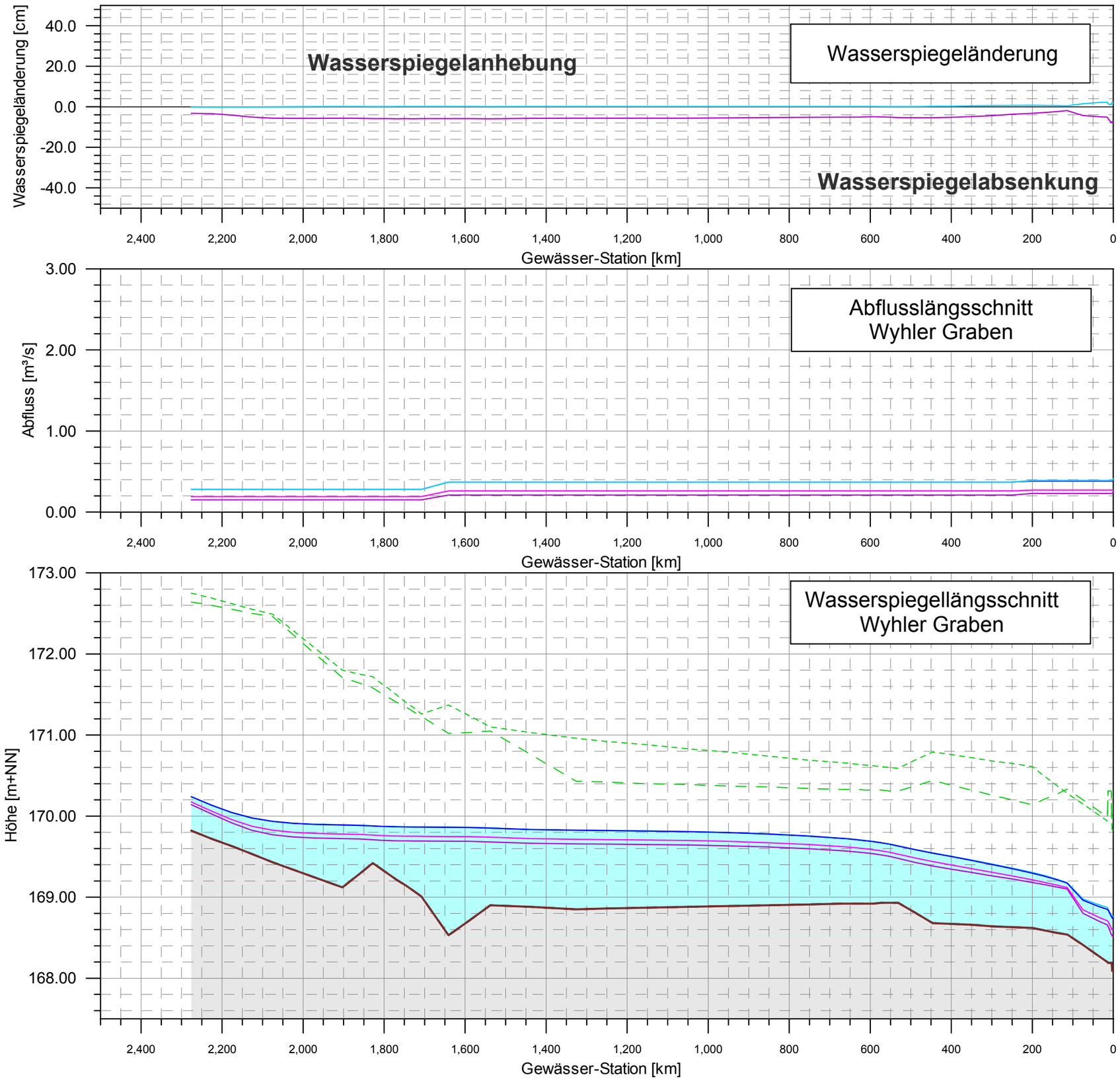
Regierungspräsidium Freiburg
Abteilung Umwelt

RÜCKHALTERAUM WYHL-WEISWEIL

Vergleich der Wasserspiegellagen
ökologische Flutung und Retentionsbetrieb

Endinger Graben
km 2+017 bis 0+000

Maßstab:	Höhe 1 : 50 Länge 1 : 10 000		Datum	Name
		Bearb.	Dez. 2006	Rei
		Gepr.		
Projektnr.:	102.06.085			
Zeichnung:	LS_Muehl3.GRF			
Auftraggeber:		Ingenieurbüro: EDV - Ausdruck Ing.-Büro WALD + CORBE Hügelsheim		
Datum	Unterschrift	Datum		Unterschrift



Anhang B.4

Legende:

Wasserspiegeländerung

- Variante 1.3.19 mit Ausbau - Variante 1.0.2
- Variante 3.3.19 mit Ausbau - Variante 3.0.2

Wasserspiegel- und Abflusslängsschnitt

- Variante 1.0.2
- Variante 3.0.2
- Variante 1.3.19 mit Ausbau
- Variante 3.3.19 mit Ausbau
- rechtes Ufer - Bestand
- linkes Ufer - Bestand
- Gewässersohle Plan-Zustand
- Gewässersohle

WALD + CORBE
Ingenieurbüro für Wasserbau, Wasserwirtschaft und Tiefbau
BERATENDE INGENIEURE
Am Hecklehamm 18 76549 Hügelsheim Telefon (07229) 187600 Telefax (07229) 187677

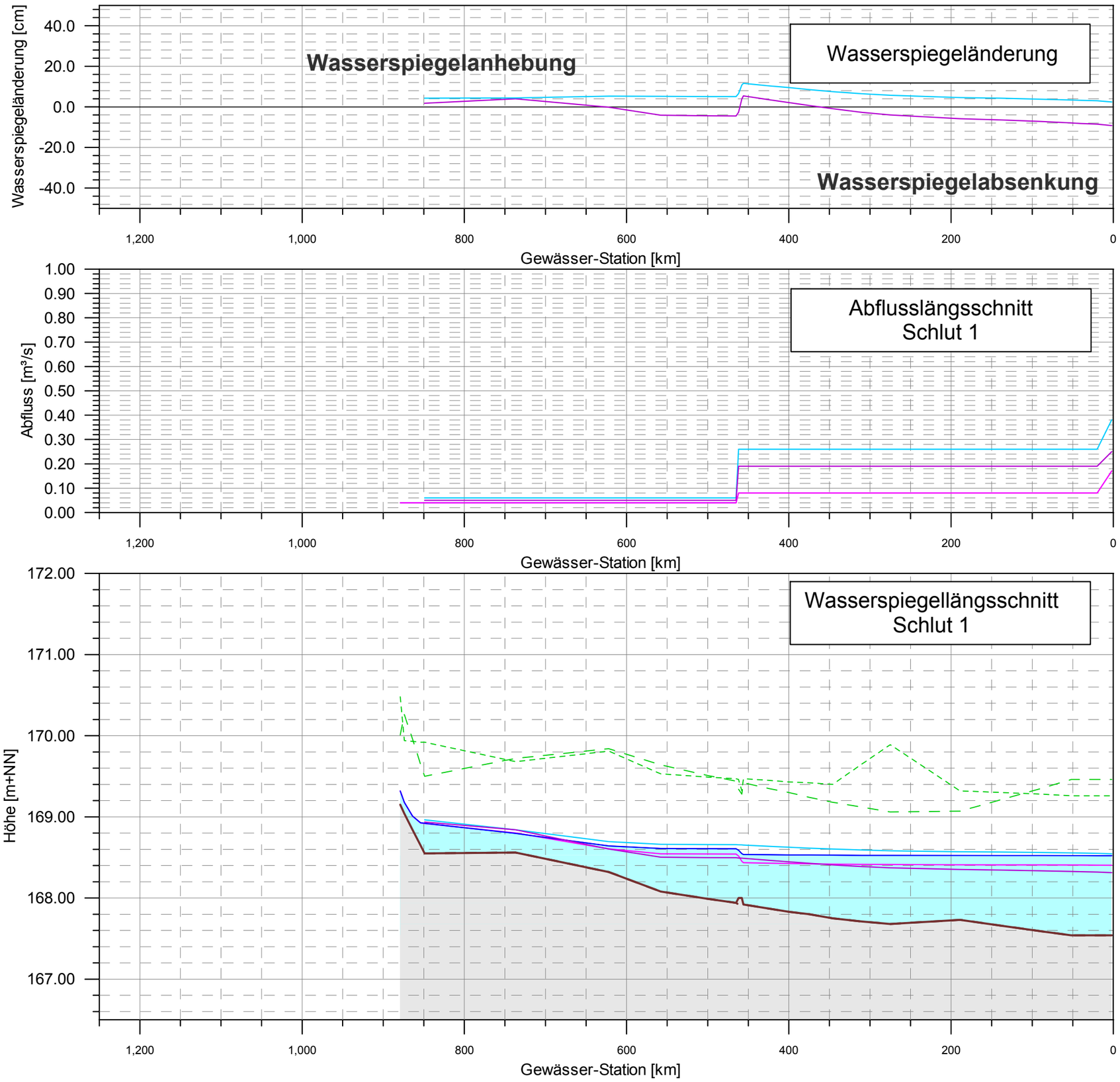
Regierungspräsidium Freiburg
Abteilung Umwelt

RÜCKHALTERAUM WYHL-WEISWEIL

Vergleich der Wasserspiegellagen
ökologische Flutung und Retentionsbetrieb

Wyhler Graben
km 2+276 bis 0+000

Maßstab:	Höhe 1 : 50 Länge 1 : 10 000		Datum	Name
		Bearb.	Dez. 2006	Rei
		Gepr.		
Projektnr.:	102.06.085			
Zeichnung:	LS_Wyhl.GRF			
Auftraggeber:		Ingenieurbüro: EDV - Ausdruck Ing.-Büro WALD + CORBE Hügelsheim		
Datum	Unterschrift	Datum		Unterschrift



Anhang B.5

Legende:

Wasserspiegeländerung

- Variante 1.3.19 mit Ausbau - Variante 1.0.2
- Variante 3.3.19 mit Ausbau - Variante 3.0.2

Wasserspiegel- und Abflusslängsschnitt

- Variante 1.0.2
- Variante 3.0.2
- Variante 1.3.19 mit Ausbau
- Variante 3.3.19 mit Ausbau
- rechtes Ufer - Bestand
- linkes Ufer - Bestand
- Gewässersohle Plan-Zustand
- Gewässersohle

WALD + CORBE
Ingenieurbüro für Wasserbau, Wasserwirtschaft und Tiefbau
BERATENDE INGENIEURE
Am Hecklehamm 18 76549 Hügelsheim Telefon (07229) 187600 Telefax (07229) 187677

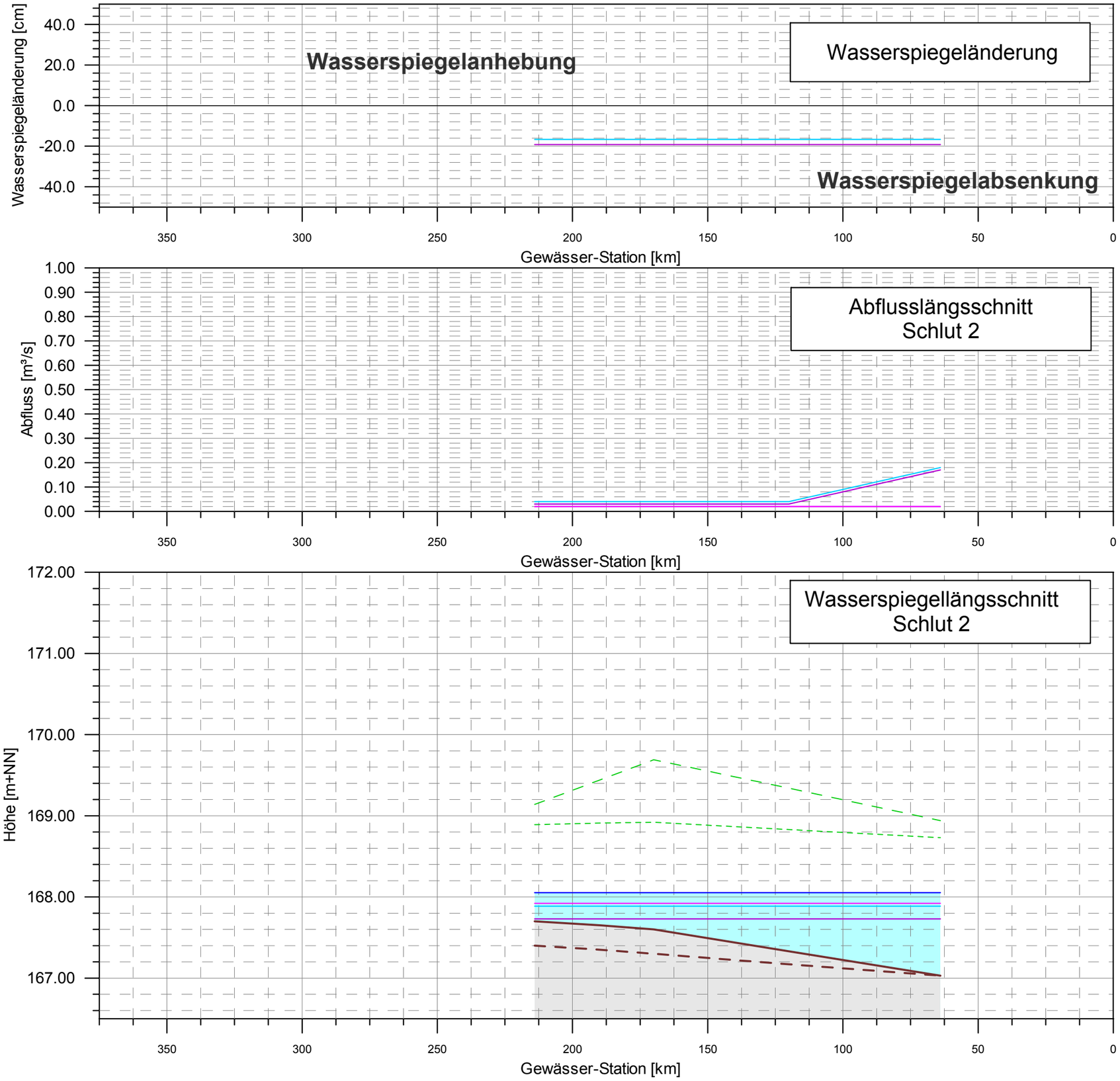
Regierungspräsidium Freiburg
Abteilung Umwelt

RÜCKHALTERAUM WYHL-WEISWEIL

Vergleich der Wasserspiegellagen
ökologische Flutung und Retentionsbetrieb

Schlut 1
km 0+879 bis 0+000

Maßstab:	Höhe 1 : 50 Länge 1 : 5 000		Datum	Name
		Bearb.	Dez. 2006	Rei
		Gepr.		
Projektnr.:	102.06.085			
Zeichnung:	LS_s1.GRF			
Auftraggeber:		Ingenieurbüro: EDV - Ausdruck Ing.-Büro WALD + CORBE Hügelsheim		
Datum	Unterschrift	Datum		Unterschrift



Anhang B.6

Legende:

Wasserspiegeländerung

- Variante 1.3.19 mit Ausbau - Variante 1.0.2
- Variante 3.3.19 mit Ausbau - Variante 3.0.2

Wasserspiegel- und Abflusslängsschnitt

- Variante 1.0.2
- Variante 3.0.2
- Variante 1.3.19 mit Ausbau
- Variante 3.3.19 mit Ausbau
- rechtes Ufer - Bestand
- linkes Ufer - Bestand
- Gewässersohle Plan-Zustand
- Gewässersohle

WALD + CORBE
Ingenieurbüro für Wasserbau, Wasserwirtschaft und Tiefbau
BERATENDE INGENIEURE
Am Hecklehamm 18 76549 Hügelsheim Telefon (07229) 187600 Telefax (07229) 187677

Regierungspräsidium Freiburg
Abteilung Umwelt

RÜCKHALTERAUM WYHL-WEISWEIL

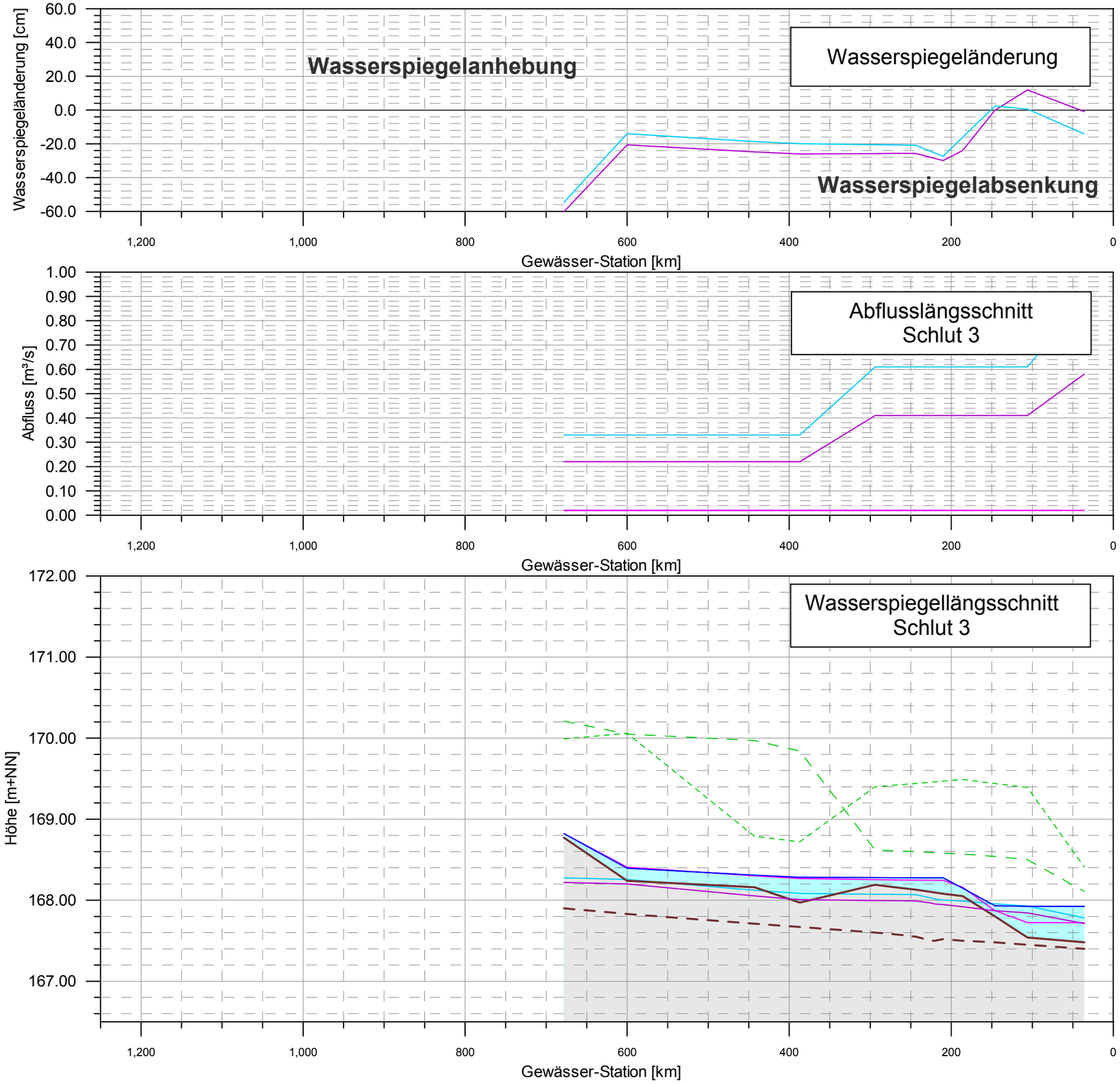
Vergleich der Wasserspiegellagen
ökologische Flutung und Retentionsbetrieb

Schlut 2
km 0+214 bis 0+064

			Datum	Name
Maßstab:	Höhe 1 : 50 Länge 1 : 1 500	Bearb.	Dez. 2006	Rei
		Gepr.		
Projektnr.:	102.06.085			
Zeichnung:	LS_s2.GRF			

Auftraggeber:
Datum Unterschrift

Ingenieurbüro:
EDV - Ausdruck
Ing.-Büro WALD + CORBE
Hügelsheim
Datum Unterschrift



Anhang B.7

Legende:

Wasserspiegeländerung

- Variante 1.3.19 mit Ausbau - Variante 1.0.2
- Variante 3.3.19 mit Ausbau - Variante 3.0.2

Wasserspiegel- und Abflusslängsschnitt

- Variante 1.0.2
- Variante 3.0.2
- Variante 1.3.19 mit Ausbau
- Variante 3.3.19 mit Ausbau
- rechtes Ufer - Bestand
- linkes Ufer - Bestand
- Gewässersohle Plan-Zustand
- Gewässersohle

WALD + CORBE
Ingenieurbüro für Wasserbau, Wasserwirtschaft und Tiefbau
BERATENDE INGENIEURE
Am Hecklehamm 18 76549 Hügelsheim Telefon (07229) 187600 Telefax (07229) 187677

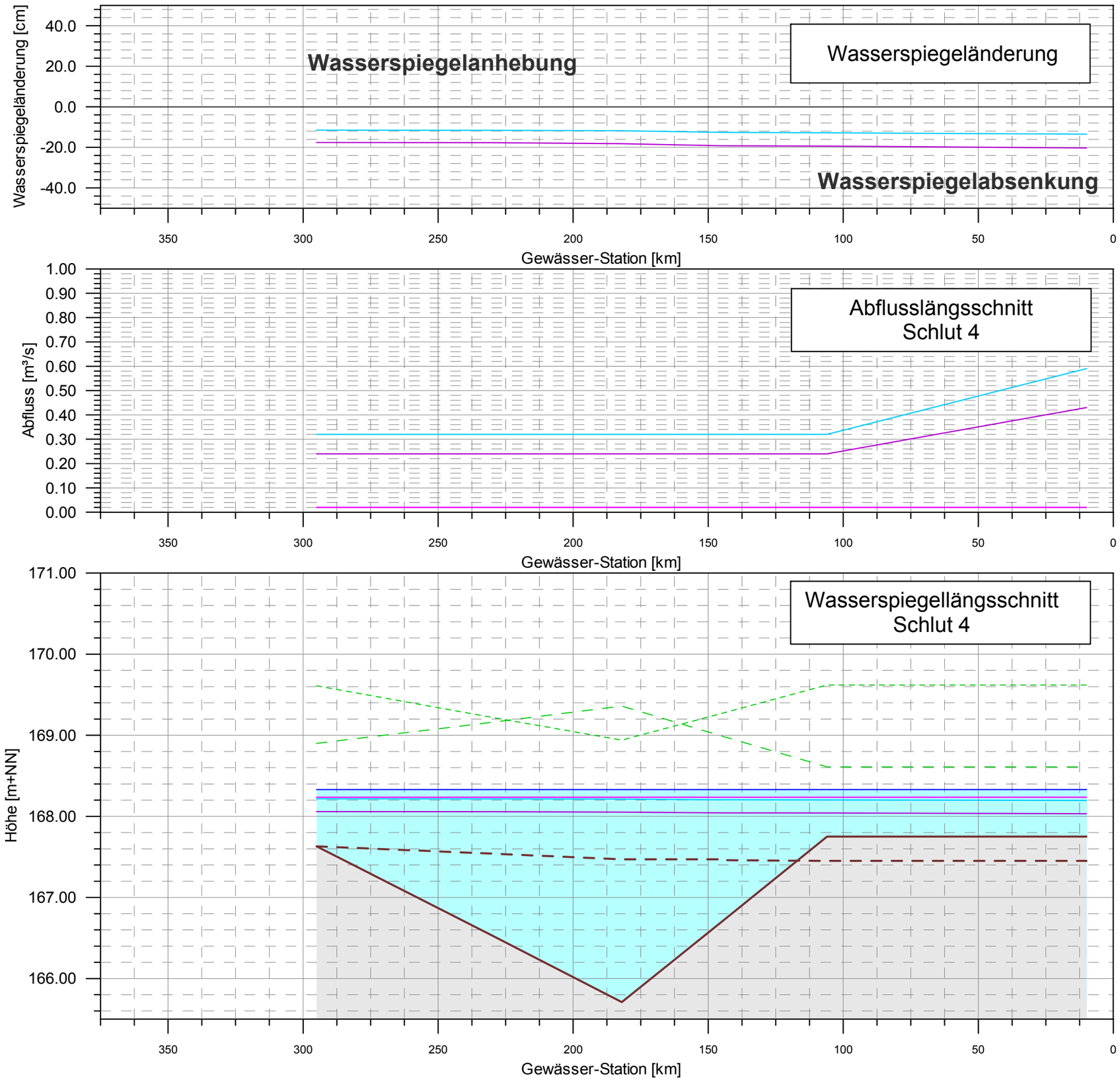
Regierungspräsidium Freiburg
Abteilung Umwelt

RÜCKHALTERAUM WYHL-WEISWEIL

Vergleich der Wasserspiegellagen
ökologische Flutung und Retentionsbetrieb

Schlut 3
km 0+678 bis 0+036

Maßstab:	Höhe 1 : 50 Länge 1 : 5 000		Datum	Name
		Bearb.	Dez. 2006	Rei
		Gepr.		
Projektnr.:	102.06.085			
Zeichnung:	LS_s3.GRF			
Auftraggeber:		Ingenieurbüro: EDV - Ausdruck Ing.-Büro WALD + CORBE Hügelsheim		
Datum	Unterschrift	Datum		Unterschrift



Anhang B.8

Legende:

Wasserspiegeländerung

- Variante 1.3.19 mit Ausbau - Variante 1.0.2
- Variante 3.3.19 mit Ausbau - Variante 3.0.2

Wasserspiegel- und Abflusslängsschnitt

- Variante 1.0.2
- Variante 3.0.2
- Variante 1.3.19 mit Ausbau
- Variante 3.3.19 mit Ausbau
- rechtes Ufer - Bestand
- linkes Ufer - Bestand
- Gewässersohle Plan-Zustand
- Gewässersohle

WALD + CORBE
Ingenieurbüro für Wasserbau, Wasserwirtschaft und Tiefbau
BERATENDE INGENIEURE
Am Hecklehamm 18 76549 Hügelsheim Telefon (07229) 187600 Telefax (07229) 187677

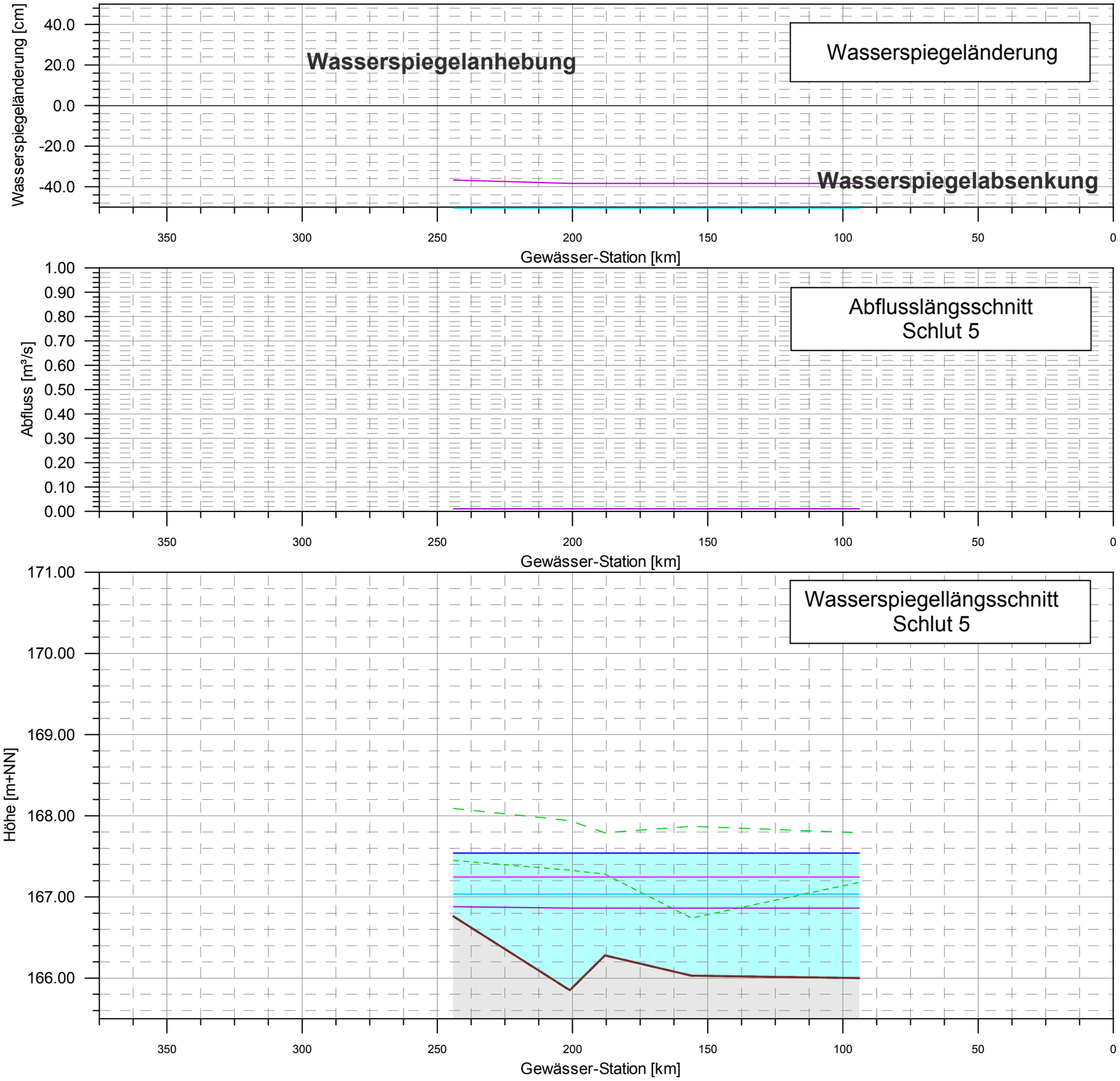
Regierungspräsidium Freiburg
Abteilung Umwelt

RÜCKHALTERAUM WYHL-WEISWEIL

Vergleich der Wasserspiegellagen
ökologische Flutung und Retentionsbetrieb

Schlut 4
km 0+295 bis 0+001

Maßstab: Höhe 1 : 50, Länge 1 : 1 500		Datum	Name
	Bearb.	Dez. 2006	Rei
	Gepr.		
Projektnr.: 102.06.085			
Zeichnung: LS_s4.GRF			
Auftraggeber:	Ingenieurbüro: EDV - Ausdruck, Ing.-Büro WALD + CORBE, Hügelsheim		
Datum Unterschrift	Datum Unterschrift		



Anhang B.9

Legende:

Wasserspiegeländerung

- Variante 1.3.19 mit Ausbau - Variante 1.0.2
- Variante 3.3.19 mit Ausbau - Variante 3.0.2

Wasserspiegel- und Abflusslängsschnitt

- Variante 1.0.2
- Variante 3.0.2
- Variante 1.3.19 mit Ausbau
- Variante 3.3.19 mit Ausbau
- rechtes Ufer - Bestand
- linkes Ufer - Bestand
- Gewässersohle Plan-Zustand
- Gewässersohle

WALD + CORBE
Ingenieurbüro für Wasserbau, Wasserwirtschaft und Tiefbau
BERATENDE INGENIEURE
Am Hecklehamm 18 76549 Hügelsheim Telefon (07229) 187600 Telefax (07229) 187677

Regierungspräsidium Freiburg
Abteilung Umwelt

RÜCKHALTERAUM WYHL-WEISWEIL

Vergleich der Wasserspiegellagen
ökologische Flutung und Retentionsbetrieb

Schlut 5
km 0+244 bis 0+094

			Datum	Name
Maßstab:	Höhe 1 : 50 Länge 1 : 1 500	Bearb.	Dez. 2006	Rei
		Gepr.		
Projektnr.:	102.06.085			
Zeichnung:	LS_s5.GRF			

Auftraggeber:
Datum Unterschrift

Ingenieurbüro:
EDV - Ausdruck
Ing.-Büro WALD + CORBE
Hügelsheim
Datum Unterschrift

Polder Wyhl-Weisweil

Zusammenfassung der hydraulischen Berechnungen

Anlage B.10

Knoten	Station	Sohle IST	Ufer (aus Modell)		Variante 1.0.2			Variante 3.0.2				Variante 1.3.19 mit Ausbau						Variante 3.3.19 mit Ausbau				
			links	rechts	WSP	Q	v		WSP	Q	v		Sohle	WSP	Δ WSP	Q	v	Sohle	WSP	Δ WSP	Q	v
	(m)	(m+NN)	(m+NN)	(m+NN)	(m+NN)	(m³/s)	(m/s)		(m+NN)	(m³/s)	(m/s)		(m+NN)	(m+NN)	(cm)	(m³/s)	(m/s)	(m+NN)	(m+NN)	(cm)	(m³/s)	(m/s)
Wanggiessen / Schlut 1																						
361	0+879	169,15	170,48	170,01	169,32	0,04	0,66	361	169,32	0,04	0,66											
360	0+874	169,04	169,94	170,26	169,18	0,04	0,51	360	169,18	0,04	0,51											
9360	0+864	168,84	169,93	169,96	169,01	0,04	0,47	9360	169,01	0,04	0,48											
8360	0+854	168,65	169,92	169,65	168,93	0,04	0,22	8360	168,92	0,04	0,23											
359	0+849	168,55	169,92	169,50	168,92	0,04	0,14	359	168,92	0,04	0,14	359	168,55	168,96	4	0,06	0,17	168,55	168,94	2	0,05	0,16
358	0+737	168,56	169,68	169,72	168,80	0,04	0,20	358	168,80	0,04	0,19	358	168,56	168,84	4	0,06	0,22	168,56	168,84	4	0,05	0,18
357	0+622	168,32	169,81	169,84	168,64	0,04	0,18	357	168,61	0,04	0,22	357	168,32	168,69	5	0,06	0,20	168,32	168,60	0	0,05	0,28
356	0+558	168,08	169,53	169,64	168,61	0,04	0,05	356	168,54	0,04	0,06	356	168,08	168,66	5	0,06	0,06	168,08	168,50	-4	0,05	0,09
9356	0+500	167,99	169,49	169,51	168,61	0,04	0,04	9356	168,54	0,04	0,05	9356	167,99	168,66	5	0,06	0,06	167,99	168,50	-4	0,05	0,07
8356	0+465	167,94	169,47	169,44	168,61	0,04	0,04	8356	168,54	0,04	0,05	8356	167,94	168,66	5	0,06	0,05	167,94	168,50	-4	0,05	0,07
1355	0+462	168,00	169,46	169,34	168,59	0,08	0,50	1355	168,52	0,08	0,56	1355	167,92	168,66	7	0,26	0,17	167,92	168,49	-3	0,19	0,16
1354	0+458	168,00	169,32	169,28	168,55	0,08	0,47	1354	168,45	0,08	0,60	1354	167,92	168,65	11	0,26	0,17	167,92	168,49	4	0,19	0,16
9355	0+456	167,92	169,47	169,42	168,54	0,08	0,09	9355	168,44	0,08	0,12	9355	167,92	168,65	12	0,26	0,23	167,92	168,49	5	0,19	0,25
9354	0+425	167,87	169,45	169,35	168,53	0,08	0,08	9354	168,43	0,08	0,11	9354	167,87	168,64	10	0,26	0,22	167,87	168,47	4	0,19	0,24
8354	0+400	167,83	169,43	169,30	168,53	0,08	0,08	8354	168,43	0,08	0,11	8354	167,83	168,63	9	0,26	0,22	167,83	168,45	2	0,19	0,24
7354	0+375	167,80	169,42	169,24	168,53	0,08	0,08	7354	168,42	0,08	0,10	7354	167,80	168,62	9	0,26	0,21	167,80	168,43	1	0,19	0,23
353	0+346	167,75	169,40	169,18	168,53	0,08	0,07	353	168,42	0,08	0,09	353	167,75	168,60	8	0,26	0,21	167,75	168,41	-1	0,19	0,23
9353	0+310	167,71	169,65	169,12	168,53	0,08	0,06	9353	168,41	0,08	0,08	9353	167,71	168,59	6	0,26	0,18	167,71	168,39	-3	0,19	0,20
352	0+275	167,68	169,89	169,06	168,53	0,08	0,06	352	168,41	0,08	0,07	352	167,68	168,58	6	0,26	0,16	167,68	168,37	-4	0,19	0,18
351	0+189	167,73	169,32	169,07	168,52	0,08	0,03	351	168,41	0,08	0,04	351	167,73	168,57	5	0,26	0,10	167,73	168,35	-6	0,19	0,11
9351	0+139	167,66	169,30	169,21	168,52	0,08	0,04	9351	168,41	0,08	0,05	9351	167,66	168,57	4	0,26	0,11	167,66	168,34	-6	0,19	0,12
8351	0+089	167,59	169,28	169,35	168,52	0,08	0,04	8351	168,41	0,08	0,05	8351	167,59	168,56	4	0,26	0,13	167,59	168,34	-7	0,19	0,14
350	0+052	167,54	169,26	169,46	168,52	0,08	0,05	350	168,41	0,08	0,06	350	167,54	168,56	3	0,26	0,14	167,54	168,33	-8	0,19	0,15
9350	0+040	167,54	169,26	169,46	168,52	0,08	0,05	9350	168,41	0,08	0,06	9350	167,54	168,55	3	0,26	0,14	167,54	168,32	-8	0,19	0,15
8350	0+020	167,54	169,26	169,46	168,52	0,08	0,05	8350	168,41	0,08	0,06	8350	167,54	168,55	3	0,26	0,14	167,54	168,32	-9	0,19	0,15
1350	0+002	167,54	169,26	169,46	168,52	0,17	0,10	1350	168,40	0,17	0,12	1350	167,54	168,55	2	0,38	0,21	167,54	168,31	-9	0,25	0,21
Schlut 4																						
327	0+295	167,63	169,61	168,90	168,33	0,02	0,00	327	168,24	0,02	0,00	327	167,63	168,22	-11	0,32	0,03	167,63	168,06	-18	0,24	0,03
9327	0+230	166,53	169,22	169,16	168,33	0,02	0,00	9327	168,24	0,02	0,00	9327	167,54	168,22	-12	0,32	0,05	167,54	168,06	-18	0,24	0,05
326	0+182	165,71	168,94	169,36	168,33	0,02	0,00	326	168,24	0,02	0,00	326	167,47	168,21	-12	0,32	0,08	167,47	168,05	-18	0,24	0,10
2326	0+150											2326	167,47	168,21		0,32	0,21	167,47	168,04		0,24	0,20
1326	0+145											1326	167,47	168,20		0,32	0,21	167,47	168,04		0,24	0,20
9326	0+145	166,70	169,27	168,99	168,33	0,02	0,00	9326	168,24	0,02	0,00	9326	167,46	168,21	-13	0,32	0,07	167,46	168,04	-19	0,24	0,08
325	0+106	167,75	169,62	168,61	168,33	0,02	0,01	325	168,24	0,02	0,01	325	167,45	168,20	-13	0,32	0,07	167,45	168,04	-19	0,24	0,07
1325	0+010	167,75	169,62	168,61	168,33	0,02	0,01	1325	168,24	0,02	0,01	1325	167,45	168,20	-13	0,59	0,13	167,45	168,03	-20	0,43	0,13
Schlut 2																						
302	0+214	167,70	168,89	169,14	168,05	0,02	0,01	302	167,92	0,02	0,01	302	167,40	167,89	-17	0,04	0,01	167,40	167,73	-19	0,03	0,01
8302	0+190	167,65	168,91	169,44	168,05	0,02	0,00	8302	167,92	0,02	0,01	8302	167,35	167,89	-17	0,04	0,01	167,35	167,73	-19	0,03	0,01
301	0+170	167,60	168,92	169,69	168,05	0,02	0,00	301	167,92	0,02	0,00	301	167,30	167,89	-17	0,04	0,00	167,30	167,73	-19	0,03	0,01
9301	0+120	167,33	168,83	169,34	168,05	0,02	0,00	9301	167,92	0,02	0,00	9301	167,17	167,89	-17	0,04	0,00	167,17	167,73	-19	0,03	0,00
300	0+064	167,03	168,73	168,94	168,05	0,02	0,00	300	167,92	0,02	0,00	300	167,03	167,89	-17	0,18	0,02	167,03	167,73	-19	0,17	0,02
Schlut 3																						
282	0+678	168,77	169,99	170,21	168,82	0,02	0,22	282	168,82	0,02	0,22	282	167,90	168,28	-55	0,33	0,12	167,90	168,22	-60	0,22	0,11
281	0+600	168,24	170,06	170,05	168,40	0,02	0,05	281	168,41	0,02	0,04	281	167,83	168,26	-14	0,33	0,15	167,83	168,20	-21	0,22	0,12
280	0+443	168,16	168,79	169,97	168,31	0,02	0,11	280	168,30	0,02	0,12	280	167,71	168,12	-19	0,33	0,25	167,71	168,05	-25	0,22	0,24
279	0+387	167,97	168,72	169,84	168,28	0,02	0,01	279	168,27	0,02	0,01	279	167,67	168,08	-20	0,33	0,09	167,67	168,01	-26	0,22	0,08

Polder Wyhl-Weisweil

Zusammenfassung der hydraulischen Berechnungen

Anlage B.10

Knoten	Station	Sohle IST	Ufer (aus Modell)		Variante 1.0.2			Variante 3.0.2				Variante 1.3.19 mit Ausbau						Variante 3.3.19 mit Ausbau				
			links	rechts	WSP	Q	v		WSP	Q	v		Sohle	WSP	Δ WSP	Q	v	Sohle	WSP	Δ WSP	Q	v
	(m)	(m+NN)	(m+NN)	(m+NN)	(m+NN)	(m³/s)	(m/s)		(m+NN)	(m³/s)	(m/s)		(m+NN)	(m+NN)	(cm)	(m³/s)	(m/s)	(m+NN)	(m+NN)	(cm)	(m³/s)	(m/s)
278	0+294	168,19	169,40	168,62	168,28	0,02	0,03	278	168,25	0,02	0,05	278	167,60	168,07	-20	0,61	0,09	167,60	168,00	-26	0,41	0,08
9278	0+270	168,16	169,42	168,61	168,28	0,02	0,03	9278	168,25	0,02	0,04	9278	167,58	168,07	-21	0,61	0,10	167,58	167,99	-26	0,41	0,09
8278	0+244	168,13	169,44	168,60	168,28	0,02	0,02	8278	168,25	0,02	0,03	8278	167,55	168,07	-21	0,61	0,10	167,55	167,99	-26	0,41	0,10
2278	0+225											2278	167,50	168,03		0,61	0,55	167,50	167,97		0,41	0,42
1278	0+220											1278	167,50	168,01		0,61	0,57	167,50	167,95		0,41	0,43
7278	0+210	168,08	169,47	168,58	168,28	0,02	0,03	7278	168,25	0,02	0,04	7278	167,52	168,00	-27	0,61	0,15	167,52	167,95	-30	0,41	0,15
277	0+186	168,05	169,49	168,57	168,15	0,02	0,29	277	168,16	0,02	0,25	277	167,50	167,99	-16	0,61	0,16	167,50	167,92	-24	0,41	0,21
9277	0+146	167,80	169,44	168,54	167,93	0,02	0,07	9277	167,87	0,02	0,22	9277	167,48	167,96	2	0,61	0,22	167,48	167,87	0	0,41	0,21
276	0+106	167,54	169,39	168,50	167,92	0,02	0,01	276	167,72	0,02	0,03	276	167,45	167,93	1	0,61	0,20	167,45	167,84	12	0,41	0,18
275	0+036	167,48	168,41	168,11	167,92	0,02	0,01	275	167,72	0,02	0,02	275	167,40	167,78	-14	0,89	0,53	167,40	167,71	-1	0,58	0,43
Schlut 5																						
254	0+244	166,76	167,45	168,09	167,54	0,01	0,00	254	167,25	0,01	0,00	254	166,76	167,04	-50	0,01	0,02	166,76	166,88	-37	0,01	0,08
253	0+201	165,85	167,33	167,94	167,54	0,01	0,00	253	167,25	0,01	0,00	253	165,85	167,03	-51	0,01	0,00	165,85	166,86	-38	0,01	0,00
252	0+188	166,28	167,28	167,79	167,54	0,01	0,00	252	167,25	0,01	0,00	252	166,28	167,03	-51	0,01	0,00	166,28	166,86	-38	0,01	0,00
251	0+156	166,03	166,74	167,87	167,54	0,01	0,00	251	167,25	0,01	0,00	251	166,03	167,03	-51	0,01	0,00	166,03	166,86	-38	0,01	0,00
250	0+094	166,00	167,18	167,79	167,54	0,01	0,00	250	167,25	0,01	0,00	250	166,00	167,03	-51	0,01	0,00	166,00	166,86	-38	0,01	0,00
Wyhler Graben																						
212	2+276	169,82	172,75	172,64	170,24	0,28	0,36	212	170,17	0,19	0,32	212	169,82	170,24	0	0,28	0,36	169,82	170,14	-3	0,15	0,30
9212	2+226	169,72	172,69	172,60	170,14	0,28	0,36	9212	170,06	0,19	0,33	9212	169,72	170,13	0	0,28	0,36	169,72	170,03	-3	0,15	0,31
8212	2+176	169,63	172,62	172,55	170,04	0,28	0,34	8212	169,96	0,19	0,32	8212	169,63	170,04	0	0,28	0,34	169,63	169,92	-4	0,15	0,30
7212	2+125	169,53	172,55	172,50	169,98	0,28	0,29	7212	169,87	0,19	0,28	7212	169,53	169,97	0	0,28	0,29	169,53	169,82	-5	0,15	0,27
211	2+075	169,43	172,49	172,46	169,94	0,28	0,24	211	169,83	0,19	0,22	211	169,43	169,93	0	0,28	0,24	169,43	169,77	-6	0,15	0,21
9211	2+025	169,34	172,29	172,24	169,91	0,28	0,19	9211	169,80	0,19	0,17	9211	169,34	169,91	0	0,28	0,19	169,34	169,74	-6	0,15	0,16
8211	1+975	169,25	172,09	172,02	169,90	0,28	0,15	8211	169,79	0,19	0,13	8211	169,25	169,90	0	0,28	0,15	169,25	169,73	-6	0,15	0,12
210	1+903	169,12	171,80	171,71	169,89	0,28	0,11	210	169,78	0,19	0,09	210	169,12	169,89	0	0,28	0,11	169,12	169,72	-6	0,15	0,08
9210	1+860	169,29	171,75	171,64	169,89	0,28	0,13	9210	169,77	0,19	0,12	9210	169,29	169,89	0	0,28	0,13	169,29	169,72	-6	0,15	0,11
209	1+828	169,42	171,72	171,58	169,88	0,28	0,16	209	169,77	0,19	0,16	209	169,42	169,88	0	0,28	0,16	169,42	169,71	-6	0,15	0,15
9209	1+808	169,35	171,64	171,52	169,87	0,28	0,15	9209	169,76	0,19	0,14	9209	169,35	169,88	0	0,28	0,15	169,35	169,70	-6	0,15	0,13
8209	1+788	169,28	171,57	171,46	169,87	0,28	0,13	8209	169,76	0,19	0,12	8209	169,28	169,87	0	0,28	0,13	169,28	169,70	-6	0,15	0,11
7209	1+768	169,21	171,49	171,40	169,87	0,28	0,12	7209	169,75	0,19	0,11	7209	169,21	169,87	0	0,28	0,12	169,21	169,70	-6	0,15	0,10
6209	1+748	169,15	171,41	171,35	169,87	0,28	0,11	6209	169,75	0,19	0,09	6209	169,15	169,87	0	0,28	0,11	169,15	169,69	-6	0,15	0,09
5209	1+728	169,08	171,34	171,29	169,87	0,28	0,10	5209	169,75	0,19	0,08	5209	169,08	169,87	0	0,28	0,10	169,08	169,69	-6	0,15	0,08
208	1+708	169,01	171,26	171,23	169,86	0,28	0,09	208	169,75	0,19	0,08	208	169,01	169,87	0	0,28	0,09	169,01	169,69	-6	0,15	0,07
207	1+641	168,53	171,37	171,02	169,86	0,37	0,07	207	169,75	0,26	0,06	207	168,53	169,86	0	0,37	0,07	168,53	169,69	-6	0,21	0,05
9207	1+590	168,71	171,24	171,03	169,86	0,37	0,10	9207	169,75	0,26	0,08	9207	168,71	169,86	0	0,37	0,10	168,71	169,69	-6	0,21	0,07
206	1+538	168,90	171,10	171,05	169,85	0,37	0,18	206	169,74	0,26	0,16	206	168,90	169,85	0	0,37	0,18	168,90	169,68	-6	0,21	0,15
9206	1+438	168,88	171,03	170,76	169,83	0,37	0,13	9206	169,72	0,26	0,12	9206	168,88	169,84	0	0,37	0,13	168,88	169,67	-6	0,21	0,11
205	1+326	168,85	170,96	170,43	169,83	0,37	0,09	205	169,71	0,26	0,08	205	168,85	169,83	0	0,37	0,09	168,85	169,66	-6	0,21	0,07
9205	1+250	168,86	170,92	170,42	169,82	0,37	0,10	9205	169,71	0,26	0,09	9205	168,86	169,82	0	0,37	0,10	168,86	169,65	-6	0,21	0,08
8205	1+150	168,87	170,88	170,40	169,82	0,37	0,11	8205	169,71	0,26	0,09	8205	168,87	169,82	0	0,37	0,11	168,87	169,65	-6	0,21	0,08
7205	1+050	168,88	170,83	170,39	169,81	0,37	0,11	7205	169,70	0,26	0,10	7205	168,88	169,81	0	0,37	0,11	168,88	169,64	-6	0,21	0,09
6205	0+953	168,89	170,79	170,37	169,80	0,37	0,12	6205	169,69	0,26	0,11	6205	168,89	169,80	0	0,37	0,12	168,89	169,63	-6	0,21	0,10
9204	0+853	168,90	170,74	170,36	169,78	0,37	0,14	9204	169,67	0,26	0,12	9204	168,90	169,78	0	0,37	0,14	168,90	169,62	-5	0,21	0,11
8204	0+753	168,91	170,69	170,34	169,75	0,37	0,16	8204	169,65	0,26	0,14	8204	168,91	169,76	0	0,37	0,16	168,91	169,60	-5	0,21	0,13
7204	0+673	168,92	170,66	170,33	169,73	0,37	0,18	7204	169,63	0,26	0,16	7204	168,92	169,73	0	0,37	0,18	168,92	169,57	-5	0,21	0,15
6204	0+653	168,92	170,65	170,33	169,72	0,37	0,19	6204	169,62	0,26	0,17	6204	168,92	169,72	0	0,37	0,19	168,92	169,57	-5	0,21	0,15
5204	0+633	168,92	170,64	170,33	169,71	0,37	0,20	5204	169,61	0,26	0,17	5204	168,92	169,71	0	0,37	0,19	168,92	169,56	-5	0,21	0,16

Polder Wyhl-Weisweil

Zusammenfassung der hydraulischen Berechnungen

Anlage B.10

Knoten	Station	Sohle IST	Ufer (aus Modell)		Variante 1.0.2			Variante 3.0.2				Variante 1.3.19 mit Ausbau						Variante 3.3.19 mit Ausbau				
			links	rechts	WSP	Q	v		WSP	Q	v		Sohle	WSP	Δ WSP	Q	v	Sohle	WSP	Δ WSP	Q	v
	(m)	(m+NN)	(m+NN)	(m+NN)	(m+NN)	(m³/s)	(m/s)		(m+NN)	(m³/s)	(m/s)		(m+NN)	(m+NN)	(cm)	(m³/s)	(m/s)	(m+NN)	(m+NN)	(cm)	(m³/s)	(m/s)
4204	0+613	168,92	170,63	170,32	169,70	0,37	0,21	4204	169,60	0,26	0,18	4204	168,92	169,70	0	0,37	0,20	168,92	169,55	-5	0,21	0,17
3204	0+593	168,92	170,62	170,32	169,69	0,37	0,22	3204	169,59	0,26	0,19	3204	168,92	169,69	0	0,37	0,22	168,92	169,54	-5	0,21	0,18
2204	0+573	168,93	170,61	170,32	169,67	0,37	0,23	2204	169,57	0,26	0,21	2204	168,93	169,67	0	0,37	0,23	168,93	169,52	-5	0,21	0,19
1204	0+553	168,93	170,60	170,31	169,65	0,37	0,24	1204	169,56	0,26	0,22	1204	168,93	169,66	0	0,37	0,24	168,93	169,50	-5	0,21	0,21
203	0+531	168,93	170,59	170,31	169,63	0,37	0,27	203	169,53	0,26	0,25	203	168,93	169,63	0	0,37	0,27	168,93	169,48	-5	0,21	0,23
9203	0+490	168,81	170,69	170,37	169,59	0,37	0,26	9203	169,48	0,26	0,24	9203	168,81	169,59	0	0,37	0,26	168,81	169,43	-5	0,21	0,23
202	0+446	168,68	170,79	170,44	169,54	0,37	0,25	202	169,44	0,26	0,23	202	168,68	169,55	0	0,37	0,25	168,68	169,39	-5	0,21	0,21
9202	0+400	168,67	170,76	170,38	169,50	0,37	0,25	9202	169,40	0,26	0,22	9202	168,67	169,50	0	0,37	0,25	168,67	169,35	-5	0,21	0,21
8202	0+350	168,66	170,72	170,32	169,45	0,37	0,25	8202	169,35	0,26	0,22	8202	168,66	169,46	0	0,37	0,25	168,66	169,30	-5	0,21	0,20
7202	0+300	168,64	170,68	170,26	169,40	0,37	0,25	7202	169,31	0,26	0,22	7202	168,64	169,41	1	0,37	0,25	168,64	169,26	-4	0,21	0,19
6202	0+250	168,63	170,65	170,20	169,35	0,37	0,25	6202	169,26	0,26	0,21	6202	168,63	169,36	1	0,37	0,25	168,63	169,23	-4	0,21	0,19
201	0+200	168,62	170,61	170,14	169,30	0,38	0,26	201	169,21	0,27	0,22	201	168,62	169,30	1	0,39	0,26	168,62	169,18	-3	0,23	0,20
9201	0+170	168,59	170,49	170,21	169,26	0,38	0,27	9201	169,18	0,27	0,23	9201	168,59	169,27	1	0,39	0,28	168,59	169,16	-3	0,23	0,21
8201	0+140	168,56	170,38	170,27	169,22	0,38	0,29	8201	169,15	0,27	0,24	8201	168,56	169,22	1	0,39	0,29	168,56	169,13	-2	0,23	0,22
2201	0+116	168,54	170,29	170,33	169,18	0,38	0,31	2201	169,12	0,27	0,25	2201	168,54	169,18	0	0,39	0,31	168,54	169,10	-2	0,23	0,22
200	0+114	168,54	170,28	170,33	169,17	0,38	0,31	200	169,12	0,27	0,25	200	168,54	169,18	0	0,39	0,32	168,54	169,10	-2	0,23	0,22
9200	0+075	168,41	170,15	170,20	168,96	0,38	0,37	9200	168,85	0,27	0,36	9200	168,41	168,98	2	0,39	0,37	168,41	168,80	-4	0,23	0,35
8200	0+035	168,27	170,01	170,06	168,88	0,38	0,32	8200	168,75	0,27	0,32	8200	168,27	168,90	2	0,39	0,32	168,27	168,70	-5	0,23	0,31
7200	0+015	168,20	169,94	169,99	168,85	0,38	0,30	7200	168,71	0,27	0,30	7200	168,20	168,87	2	0,39	0,29	168,20	168,66	-5	0,23	0,29
2200	0+013	168,19	170,31	170,31	168,84	0,38	0,53	2200	168,70	0,27	0,48	2200	168,19	168,86	1	0,39	0,53	168,19	168,64	-6	0,23	0,46
1200	0+005	168,19	170,31	170,31	168,76	0,38	0,60	1200	168,62	0,27	0,57	1200	168,19	168,77	1	0,39	0,61	168,19	168,54	-8	0,23	0,60
6200	0+004	168,19	169,93	169,93	168,76	0,38	0,40	6200	168,61	0,27	0,42	6200	168,19	168,78	2	0,39	0,39	168,19	168,54	-7	0,23	0,46
5200	0+003	168,09	169,83	169,83	168,74	0,38	0,22	5200	168,60	0,27	0,21	5200	168,09	168,76	2	0,39	0,22	168,09	168,52	-8	0,23	0,22
4200	0+002	168,09	169,83	169,83	168,74	0,38	0,22	4200	168,60	0,27	0,21	4200	168,09	168,76	2	0,39	0,22	168,09	168,52	-8	0,23	0,22
3200	0+001	168,09	169,83	169,83	168,74	0,39	0,23	3200	168,60	0,27	0,21	3200	168,09	168,76	2	0,41	0,23	168,09	168,52	-8	0,24	0,23
Endinger Graben																						
173	2+017	169,08	170,97	171,01	169,67	0,61	1,06	173	169,57	0,41	1,05	173	169,08	169,65	-3	0,61	1,16	169,08	169,49	-7	0,32	1,10
172	2+008	168,98	171,14	171,29	169,57	0,61	0,67	172	169,45	0,41	0,63	172	168,98	169,57	-1	0,61	0,68	168,98	169,38	-7	0,32	0,62
9172	1+960	168,74	170,64	170,74	169,43	0,61	0,42	9172	169,28	0,41	0,39	9172	168,74	169,42	0	0,61	0,42	168,74	169,20	-8	0,32	0,37
171	1+931	168,60	170,34	170,40	169,40	0,61	0,30	171	169,25	0,41	0,26	171	168,60	169,40	0	0,61	0,30	168,60	169,17	-8	0,32	0,24
9171	1+880	168,57	170,31	170,42	169,37	0,61	0,31	9171	169,22	0,41	0,27	9171	168,57	169,37	0	0,61	0,31	168,57	169,15	-7	0,32	0,25
170	1+832	168,55	170,28	170,44	169,33	0,61	0,33	170	169,19	0,41	0,29	170	168,55	169,34	0	0,61	0,32	168,55	169,12	-7	0,32	0,26
9170	1+780	168,46	170,35	170,42	169,30	0,61	0,29	9170	169,16	0,41	0,26	9170	168,46	169,30	0	0,61	0,29	168,46	169,09	-7	0,32	0,23
169	1+732	168,38	170,42	170,40	169,28	0,61	0,26	169	169,14	0,41	0,23	169	168,38	169,28	1	0,61	0,26	168,38	169,07	-7	0,32	0,21
9169	1+680	168,34	170,31	170,23	169,25	0,61	0,31	9169	169,11	0,41	0,26	9169	168,34	169,26	0	0,61	0,30	168,34	169,04	-7	0,32	0,24
168	1+639	168,30	170,22	170,10	169,22	0,61	0,36	168	169,09	0,41	0,31	168	168,30	169,22	0	0,61	0,36	168,30	169,02	-7	0,32	0,28
9168	1+580	168,32	170,17	170,19	169,16	0,61	0,40	9168	169,03	0,41	0,35	9168	168,32	169,16	0	0,61	0,39	168,32	168,97	-6	0,32	0,32
167	1+538	168,34	170,13	170,26	169,09	0,61	0,45	167	168,97	0,41	0,42	167	168,34	169,10	0	0,61	0,45	168,34	168,90	-7	0,32	0,40
9167	1+450	168,21	170,52	169,89	168,96	0,61	0,38	9167	168,83	0,41	0,35	9167	168,21	168,97	1	0,61	0,38	168,21	168,75	-7	0,32	0,33
166	1+377	168,10	170,85	169,58	168,90	0,61	0,32	166	168,76	0,41	0,28	166	168,10	168,91	1	0,61	0,31	168,10	168,68	-7	0,32	0,26
165	1+298	167,98	170,36	169,48	168,85	0,61	0,27	165	168,71	0,41	0,24	165	167,98	168,87	2	0,61	0,26	167,98	168,64	-7	0,32	0,22
9165	1+250	167,96	170,18	169,56	168,83	0,61	0,29	9165	168,69	0,41	0,26	9165	167,96	168,85	2	0,62	0,28	167,96	168,62	-7	0,33	0,24
8165	1+200	167,94	169,99	169,65	168,80	0,61	0,31	8165	168,66	0,41	0,28	8165	167,94	168,82	2	0,62	0,31	167,94	168,59	-7	0,33	0,26
7165	1+160	167,93	169,83	169,72	168,77	0,61	0,34	7165	168,63	0,41	0,30	7165	167,93	168,79	2	0,62	0,33	167,93	168,56	-7	0,33	0,29
164	1+133	167,92	169,73	169,77	168,75	0,61	0,36	164	168,60	0,41	0,33	164	167,92	168,77	2	0,62	0,35	167,92	168,53	-8	0,33	0,32
163	1+105	167,72	170,51	170,62	168,73	1,00	0,34	163	168,58	0,69	0,31	163	167,72	168,75	2	1,04	0,35	167,72	168,50	-8	0,57	0,30
9163	1+050	167,62	170,28	170,32	168,70	1,00	0,27	9163	168,56	0,69	0,24	9163	167,62	168,72	2	1,04	0,28	167,62	168,48	-8	0,57	0,22

Polder Wyhl-Weisweil

Zusammenfassung der hydraulischen Berechnungen

Anlage B.10

Knoten	Station	Sohle IST	Ufer (aus Modell)		Variante 1.0.2			Variante 3.0.2				Variante 1.3.19 mit Ausbau						Variante 3.3.19 mit Ausbau				
			links	rechts	WSP	Q	v		WSP	Q	v		Sohle	WSP	Δ WSP	Q	v	Sohle	WSP	Δ WSP	Q	v
	(m)	(m+NN)	(m+NN)	(m+NN)	(m+NN)	(m³/s)	(m/s)		(m+NN)	(m³/s)	(m/s)		(m+NN)	(m+NN)	(cm)	(m³/s)	(m/s)	(m+NN)	(m+NN)	(cm)	(m³/s)	(m/s)
162	0+988	167,51	170,02	169,99	168,68	1,00	0,22	162	168,54	0,69	0,18	162	167,51	168,71	2	1,04	0,22	167,51	168,46	-8	0,57	0,17
161	0+982	167,74	170,10	169,97	168,68	1,00	0,25	161	168,54	0,69	0,22	161	167,74	168,70	2	1,04	0,25	167,74	168,46	-8	0,58	0,21
160	0+812	167,70	169,63	169,55	168,63	1,00	0,25	160	168,50	0,69	0,21	160	167,70	168,65	2	1,04	0,26	167,70	168,42	-8	0,58	0,20
159	0+682	167,68	169,57	169,36	168,59	1,01	0,25	159	168,47	0,70	0,21	159	167,68	168,62	3	1,05	0,25	167,68	168,39	-8	0,59	0,20
9159	0+630	167,61	169,59	169,37	168,58	1,01	0,24	9159	168,46	0,70	0,20	9159	167,61	168,61	3	1,05	0,24	167,61	168,38	-8	0,59	0,19
8159	0+580	167,54	169,62	169,39	168,57	1,01	0,22	8159	168,45	0,70	0,18	8159	167,54	168,60	3	1,05	0,22	167,54	168,37	-8	0,59	0,17
158	0+527	167,46	169,64	169,40	168,56	1,01	0,21	158	168,44	0,70	0,17	158	167,46	168,59	3	1,05	0,21	167,46	168,36	-8	0,59	0,16
157	0+523	167,31	169,57	169,32	168,56	1,01	0,20	157	168,44	0,70	0,16	157	167,31	168,59	3	1,05	0,20	167,31	168,36	-8	0,59	0,15
156	0+462	167,81	169,48	169,26	168,53	1,05	0,33	156	168,42	0,73	0,29	156	167,81	168,56	2	1,08	0,32	167,81	168,33	-9	0,61	0,30
155	0+426	167,59	169,32	169,59	168,52	1,22	0,27	155	168,40	0,90	0,23	155	167,59	168,54	2	1,46	0,31	167,59	168,31	-9	0,86	0,25
9155	0+400	167,63	169,35	169,49	168,51	1,17	0,26	9155	168,39	0,86	0,22	9155	167,63	168,53	2	1,41	0,30	167,63	168,30	-9	0,72	0,21
8155	0+375	167,68	169,38	169,40	168,50	1,17	0,26	8155	168,39	0,86	0,22	8155	167,68	168,52	2	1,41	0,31	167,68	168,29	-9	0,72	0,22
7155	0+350	167,72	169,41	169,30	168,49	1,17	0,26	7155	168,38	0,86	0,23	7155	167,72	168,51	2	1,41	0,30	167,72	168,29	-9	0,72	0,22
154	0+326	167,76	169,44	169,21	168,48	1,17	0,26	154	168,37	0,86	0,23	154	167,76	168,49	1	1,41	0,31	167,76	168,28	-10	0,72	0,23
9154	0+300	167,74	169,54	169,35	168,47	1,17	0,28	9154	168,36	0,86	0,24	9154	167,74	168,48	1	1,41	0,33	167,74	168,27	-10	0,72	0,25
8154	0+275	167,72	169,63	169,49	168,46	1,17	0,29	8154	168,35	0,86	0,26	8154	167,72	168,47	0	1,41	0,35	167,72	168,25	-10	0,72	0,26
7154	0+250	167,71	169,72	169,63	168,45	1,17	0,31	7154	168,34	0,86	0,27	7154	167,71	168,45	0	1,41	0,37	167,71	168,24	-11	0,72	0,28
153	0+215	167,68	169,85	169,82	168,43	1,17	0,34	153	168,32	0,86	0,30	153	167,68	168,42	-2	1,41	0,41	167,68	168,21	-11	0,72	0,31
2154	0+211	167,74	169,79	169,79	168,43	1,17	0,51	2154	168,32	0,86	0,45	2154	167,74	168,40	-3	1,41	0,64	167,74	168,20	-12	0,72	0,49
1154	0+202	167,74	169,79	169,79	168,41	1,17	0,52	1154	168,30	0,86	0,46	1154	167,74	168,36	-4	1,41	0,68	167,74	168,17	-13	0,72	0,52
152	0+201	167,65	169,62	169,71	168,41	1,19	0,44	152	168,30	0,88	0,39	152	167,65	168,37	-4	1,42	0,56	167,65	168,17	-13	0,73	0,42
151	0+125	167,43	169,12	169,67	168,34	1,19	0,36	151	168,24	0,88	0,32	151	167,43	168,22	-11	1,42	0,52	167,43	168,03	-21	0,73	0,43
9151	0+085	167,25	168,98	169,30	168,31	1,19	0,30	9151	168,22	0,88	0,26	9151	167,25	168,17	-15	1,42	0,44	167,25	167,97	-24	0,73	0,33
8151	0+045	167,07	168,83	168,93	168,30	1,19	0,26	8151	168,21	0,88	0,21	8151	167,07	168,14	-16	1,42	0,38	167,07	167,95	-26	0,73	0,26
150	0+019	166,95	168,74	168,69	168,30	1,20	0,24	150	168,20	0,89	0,20	150	166,95	168,12	-17	1,42	0,35	166,95	167,94	-26	0,73	0,23
Flut																						
419	4+950	166,91	173,11	170,33	168,37	0,08	0,02	419	168,28	0,06	0,02	419	166,91	168,25	-13	0,17	0,05	166,91	168,09	-19	0,13	0,04
9419	4+900	166,95	172,22	170,22	168,37	0,08	0,02	9419	168,28	0,06	0,02	9419	166,95	168,24	-13	0,17	0,05	166,95	168,09	-19	0,13	0,04
8419	4+850	166,99	171,33	170,12	168,37	0,08	0,02	8419	168,28	0,06	0,02	8419	166,99	168,24	-13	0,17	0,05	166,99	168,09	-19	0,13	0,04
7419	4+800	167,04	170,45	170,01	168,37	0,08	0,02	7419	168,28	0,06	0,02	7419	167,04	168,24	-13	0,17	0,05	167,04	168,09	-19	0,13	0,05
133	4+749	167,08	169,54	169,90	168,37	0,08	0,02	133	168,28	0,06	0,02	133	167,08	168,24	-13	0,17	0,05	167,08	168,08	-19	0,13	0,05
132	4+706	167,39	169,46	169,85	168,37	0,08	0,03	132	168,28	0,06	0,02	132	167,30	168,24	-13	0,17	0,06	167,30	168,08	-20	0,13	0,07
131	4+619	167,28	169,35	169,45	168,37	0,08	0,01	131	168,28	0,06	0,01	131	167,27	168,24	-13	0,17	0,02	167,27	168,08	-20	0,13	0,03
9130	4+511	167,46	169,16	169,20	168,37	0,08	0,02	9130	168,28	0,06	0,01	9130	167,24	168,24	-13	0,17	0,03	167,24	168,08	-20	0,13	0,03
2130	4+509	167,87	169,72	169,72	168,37	0,08	0,06	2130	168,28	0,06	0,06	4130	167,24	168,24	-13	0,17	0,03	167,24	168,08	-20	0,13	0,03
1130	4+505	167,87	169,72	169,72	168,37	0,08	0,06	1130	168,28	0,06	0,06	3130	167,24	168,24	-14	0,53	0,09	167,24	168,08	-20	0,39	0,09
8130	4+503	167,47	169,15	169,18	168,37	0,08	0,02	8130	168,28	0,06	0,01	8130	167,24	168,24	-14	0,53	0,09	167,24	168,08	-20	0,39	0,09
130	4+451	167,56	169,06	169,06	168,37	0,23	0,06	130	168,28	0,16	0,06	130	167,23	168,23	-14	0,53	0,10	167,23	168,07	-21	0,39	0,10
418	4+430	167,61	169,54	169,50	168,37	0,23	0,04	418	168,28	0,16	0,04	418	167,22	168,23	-14	0,53	0,07	167,22	168,07	-21	0,39	0,06
129	4+330	167,83	169,58	169,80	168,36	0,23	0,11	129	168,27	0,16	0,10	129	167,20	168,23	-13	0,53	0,10	167,20	168,06	-20	0,39	0,10
128	4+150	167,76	169,18	169,20	168,33	0,25	0,10	128	168,23	0,18	0,10	128	167,16	168,19	-14	1,12	0,20	167,16	168,03	-21	0,82	0,19
2127	4+149	167,87	169,67	169,67	168,33	0,29	0,27	2127	168,23	0,21	0,25	4127	167,16	168,19	-14	1,33	0,25	167,16	168,02	-21	0,97	0,24
1127	4+142	167,87	169,67	169,67	168,32	0,29	0,28	1127	168,22	0,21	0,25	3127	167,16	168,17	-14	1,33	0,44	167,16	168,01	-21	0,97	0,41
127	4+141	167,74	169,54	169,40	168,32	0,29	0,23	127	168,22	0,21	0,21	127	167,16	168,17	-15	1,33	0,49	167,16	168,00	-22	0,97	0,46
9417	4+120	167,73	170,01	169,21	168,31	0,29	0,11	9417	168,21	0,21	0,10	9417	167,15	168,15	-16	1,33	0,26	167,15	167,98	-23	0,97	0,24
126	4+068	167,69	171,16	168,75	168,30	0,29	0,04	126	168,20	0,21	0,04	126	167,14	168,13	-17	1,33	0,12	167,14	167,96	-24	0,97	0,11
416	4+050	167,63	168,82	170,08	168,30	0,29	0,09	416	168,20	0,21	0,08	416	167,12	168,13	-17	1,33	0,13	167,12	167,96	-25	0,97	0,15

Polder Wyhl-Weisweil

Zusammenfassung der hydraulischen Berechnungen

Anlage B.10

Knoten	Station	Sohle IST	Ufer (aus Modell)		Variante 1.0.2			Variante 3.0.2				Variante 1.3.19 mit Ausbau						Variante 3.3.19 mit Ausbau				
			links	rechts	WSP	Q	v		WSP	Q	v		Sohle	WSP	Δ WSP	Q	v	Sohle	WSP	Δ WSP	Q	v
	(m)	(m+NN)	(m+NN)	(m+NN)	(m+NN)	(m³/s)	(m/s)		(m+NN)	(m³/s)	(m/s)		(m+NN)	(m+NN)	(cm)	(m³/s)	(m/s)	(m+NN)	(m+NN)	(cm)	(m³/s)	(m/s)
9126	4+000	167,57	168,82	169,64	168,29	0,29	0,06	9126	168,19	0,21	0,07	9126	167,10	168,12	-17	1,33	0,14	167,10	167,94	-25	0,97	0,14
8126	3+955	167,52	168,82	169,24	168,26	1,50	0,29	8126	168,14	1,11	0,33	8126	167,09	168,09	-17	2,76	0,30	167,09	167,91	-23	1,70	0,27
7126	3+910	167,46	168,81	168,85	168,21	1,51	0,31	7126	168,07	0,97	0,30	7126	167,07	168,06	-15	2,72	0,33	167,07	167,88	-19	1,56	0,28
6126	3+865	167,41	168,81	168,45	168,16	1,51	0,35	6126	168,01	0,97	0,32	6126	167,06	168,01	-15	2,72	0,41	167,06	167,84	-17	1,56	0,34
125	3+822	167,36	168,81	168,07	168,08	1,51	0,47	125	167,94	0,97	0,38	125	167,04	167,91	-17	2,72	0,61	167,04	167,75	-19	1,56	0,50
9125	3+800	167,29	168,75	168,24	168,05	1,52	0,36	9125	167,92	0,97	0,29	9125	167,02	167,86	-19	2,73	0,54	167,02	167,71	-21	1,56	0,41
8125	3+774	167,20	168,67	168,43	168,04	1,55	0,28	8125	167,91	0,99	0,23	8125	166,99	167,82	-21	2,91	0,52	166,99	167,69	-22	1,73	0,40
7125	3+750	167,12	168,60	168,61	168,03	1,56	0,23	7125	167,90	0,99	0,19	7125	166,96	167,79	-23	2,92	0,50	166,96	167,66	-24	1,68	0,37
124	3+721	167,03	168,52	168,83	168,02	1,56	0,19	124	167,90	0,99	0,15	124	166,93	167,75	-27	2,92	0,49	166,93	167,63	-26	1,68	0,37
9124	3+700	167,13	168,57	168,65	168,02	1,56	0,20	9124	167,89	0,99	0,17	9124	166,91	167,72	-29	2,92	0,44	166,91	167,61	-28	1,68	0,33
8124	3+675	167,24	168,62	168,43	168,01	1,56	0,22	8124	167,88	0,99	0,19	8124	166,88	167,69	-31	2,92	0,37	166,88	167,59	-29	1,68	0,27
7124	3+650	167,36	168,68	168,21	167,99	1,56	0,25	7124	167,87	0,99	0,25	7124	166,85	167,68	-32	2,92	0,28	166,85	167,58	-29	1,68	0,21
123	3+637	167,42	168,71	168,10	167,98	1,56	0,27	123	167,84	0,99	0,32	123	166,84	167,67	-31	2,92	0,24	166,84	167,57	-27	1,68	0,17
415	3+590	167,09	168,78	168,84	167,94	1,56	0,24	415	167,76	0,99	0,26	415	166,79	167,60	-34	2,92	0,50	166,79	167,53	-23	1,68	0,35
414	3+565	166,95	168,76	169,08	167,94	1,56	0,12	414	167,75	0,99	0,10	414	166,76	167,57	-37	2,92	0,30	166,76	167,51	-24	1,68	0,20
122	3+549	167,34	168,62	168,66	167,94	1,56	0,16	122	167,75	0,99	0,16	122	165,54	167,57	-37	2,92	0,12	165,54	167,51	-23	1,68	0,07
121	3+400	166,65	169,04	168,29	167,92	1,58	0,05	121	167,72	1,01	0,04	9121	165,30	167,56	-37	3,81	0,15	165,30	167,51	-21	2,26	0,04
413	3+215	166,71	169,18	168,82	167,92	1,70	0,07	413	167,72	1,10	0,07	9413	165,00	167,55	-37	4,18	0,14	165,00	167,51	-21	2,51	0,02
120	3+110	166,43	168,01	168,93	167,92	1,70	0,04	120	167,72	1,10	0,03	120	164,83	167,55	-37	4,18	0,13	164,83	167,51	-21	2,51	0,08
9120	3+050	166,54	168,20	168,68	167,92	1,79	0,05	9120	167,72	1,15	0,04	9120	164,94	167,54	-37	4,18	0,14	164,94	167,51	-21	2,51	0,08
119	2+999	166,63	168,36	168,47	167,92	1,79	0,06	119	167,72	1,15	0,05	119	165,03	167,54	-38	4,18	0,15	165,03	167,51	-21	2,51	0,09
9119	2+940	166,86	168,38	168,34	167,92	1,79	0,07	9119	167,71	1,15	0,06	9119	165,36	167,54	-38	4,18	0,15	165,36	167,51	-21	2,51	0,09
118	2+885	167,07	168,40	168,21	167,92	1,79	0,08	118	167,71	1,15	0,07	118	165,67	167,54	-38	4,18	0,16	165,67	167,51	-20	2,51	0,10
9118	2+800	166,67	168,39	168,66	167,91	1,79	0,06	9118	167,71	1,15	0,05	9118	166,30	167,53	-38	4,18	0,17	166,30	167,51	-21	2,51	0,10
412	2+765	166,50	168,39	168,85	167,91	1,79	0,05	412	167,71	1,15	0,04	412	166,56	167,53	-39	4,18	0,21	166,56	167,50	-21	2,51	0,13
117	2+709	167,01	168,04	168,21	167,91	1,89	0,21	117	167,70	1,20	0,20	117	166,56	167,48	-43	5,19	0,53	166,56	167,48	-22	3,31	0,34
2116	2+705	166,70	168,94	168,94	167,89	1,89	0,81	2116	167,69	1,20	0,69	4116	166,58	167,51	-38	0,17	0,02	166,58	167,49	-19	0,12	0,01
1116	2+700	166,52	168,76	168,76	167,86	1,89	0,69	1116	167,66	1,20	0,55	3116	166,60	167,51	-35	0,17	0,02	166,60	167,49	-17	0,12	0,02
116	2+697	166,90	167,69	167,65	167,85	1,89	0,25	116	167,66	1,20	0,24	116	166,62	167,51	-34	0,17	0,03	166,62	167,49	-16	0,12	0,02
411	2+620	167,16	168,46	168,89	167,81	1,91	0,32	411	167,58	1,24	0,38	411	166,61	167,14	-66	0,17	0,04	166,61	167,01	-57	0,12	0,04
9116	2+570	166,99	168,48	168,62	167,78	1,91	0,23	9116	167,52	1,24	0,26	9116	166,60	167,14	-64	0,17	0,04	166,60	167,00	-52	0,12	0,04
115	2+467	166,64	168,53	168,06	167,76	1,91	0,15	115	167,49	1,24	0,14	115	166,59	167,14	-62	0,17	0,03	166,59	167,00	-49	0,12	0,03
410	2+300	166,56	167,04	168,29	167,75	1,91	0,12	410	167,48	1,24	0,11	410	166,56	167,14	-61	0,17	0,03	166,56	167,00	-48	0,12	0,04
9115	2+250	166,51	167,37	168,31	167,75	1,91	0,10	9115	167,47	1,24	0,09	9115	166,51	167,14	-61	0,17	0,02	166,51	167,00	-48	0,12	0,03
8115	2+150	166,41	168,03	168,36	167,75	1,91	0,07	8115	167,47	1,24	0,07	8115	166,41	167,14	-61	0,17	0,02	166,41	167,00	-47	0,12	0,02
409	2+116	166,37	168,25	168,38	167,74	1,91	0,06	409	167,47	1,24	0,06	409	166,37	167,14	-61	0,17	0,01	166,37	167,00	-47	0,12	0,01
114	2+091	166,57	167,99	168,66	167,74	1,91	0,38	114	167,46	1,24	0,35	114	166,57	167,14	-60	0,17	0,09	166,57	167,00	-47	0,12	0,09
113	1+914	166,44	167,99	168,58	167,62	2,01	0,44	113	167,34	1,24	0,40	113	166,44	167,09	-53	0,47	0,23	166,44	166,94	-40	0,30	0,21
112	1+782	166,43	168,36	167,98	167,51	2,01	0,45	112	167,19	1,24	0,46	112	166,43	167,03	-47	0,47	0,24	166,43	166,82	-37	0,30	0,28
111	1+681	166,31	168,13	167,93	167,42	2,02	0,43	111	167,07	1,25	0,44	111	166,31	167,00	-43	0,48	0,19	166,31	166,70	-37	0,31	0,26
110	1+577	166,10	167,78	167,99	167,35	2,02	0,37	110	166,95	1,25	0,39	110	166,10	166,98	-37	0,48	0,14	166,10	166,61	-34	0,31	0,20
109	1+481	165,99	167,13	167,04	167,28	2,02	0,32	109	166,83	1,25	0,41	109	165,99	166,96	-32	0,48	0,13	165,99	166,55	-28	0,31	0,19
108	1+448	166,07	167,21	167,21	167,24	2,02	0,43	108	166,78	1,25	0,45	108	166,07	166,96	-29	0,48	0,14	166,07	166,54	-24	0,31	0,18
2107	1+445	166,08	167,65	167,65	167,23	2,02	0,69	2107	166,76	1,25	0,70	2107	166,08	166,96	-28	0,48	0,21	166,08	166,53	-23	0,31	0,27
1107	1+441	166,08	167,65	167,65	167,21	2,02	0,70	1107	166,74	1,25	0,72	1107	166,08	166,96	-25	0,48	0,21	166,08	166,53	-21	0,31	0,27
107	1+440	166,00	167,06	167,13	167,21	2,02	0,45	107	166,74	1,25	0,46	107	166,00	166,96	-25	0,48	0,14	166,00	166,53	-21	0,31	0,17
408	1+405	166,01	167,82	167,68	167,16	2,12	0,30	408	166,66	1,25	0,48	408	166,01	166,95	-21	0,78	0,18	166,01	166,47	-18	0,49	0,33
106	1+379	165,82	166,83	166,80	167,14	2,12	0,22	106	166,60	1,25	0,35	106	165,82	166,94	-20	0,78	0,11	165,82	166,44	-16	0,49	0,19

Polder Wyhl-Weisweil

Zusammenfassung der hydraulischen Berechnungen

Anlage B.10

Knoten	Station	Sohle IST	Ufer (aus Modell)		Variante 1.0.2			Variante 3.0.2				Variante 1.3.19 mit Ausbau						Variante 3.3.19 mit Ausbau				
			links	rechts	WSP	Q	v		WSP	Q	v		Sohle	WSP	Δ WSP	Q	v	Sohle	WSP	Δ WSP	Q	v
	(m)	(m+NN)	(m+NN)	(m+NN)	(m+NN)	(m³/s)	(m/s)		(m+NN)	(m³/s)	(m/s)		(m+NN)	(m+NN)	(cm)	(m³/s)	(m/s)	(m+NN)	(m+NN)	(cm)	(m³/s)	(m/s)
105	1+273	165,79	167,38	167,56	167,12	2,12	0,06	105	166,54	1,25	0,14	105	165,79	166,94	-19	0,78	0,03	165,79	166,41	-13	0,49	0,07
104	1+265	165,85	167,92	168,15	167,12	2,12	0,59	104	166,51	1,25	0,89	104	165,85	166,94	-18	0,78	0,27	165,85	166,40	-11	0,49	0,46
103	1+256	165,74	166,64	167,19	167,11	2,12	0,10	103	166,48	1,25	0,18	103	165,74	166,94	-18	0,78	0,04	165,74	166,39	-8	0,49	0,09
9103	1+130	165,63	166,95	167,35	167,11	2,12	0,06	9103	166,45	1,25	0,12	9103	165,63	166,93	-17	0,78	0,03	165,63	166,39	-7	0,49	0,05
407	1+080	165,59	167,07	167,42	167,11	2,12	0,05	407	166,45	1,25	0,11	407	165,59	166,93	-17	0,78	0,03	165,59	166,39	-6	0,49	0,05
102	1+009	165,51	167,14	166,32	167,11	2,12	0,04	102	166,45	1,25	0,05	102	165,51	166,93	-17	0,79	0,02	165,51	166,39	-6	0,49	0,02
9102	0+970	165,56	166,77	166,24	167,11	2,12	0,05	9102	166,45	1,25	0,07	9102	165,56	166,93	-17	0,79	0,02	165,56	166,39	-6	0,49	0,03
101	0+924	165,61	166,33	166,14	167,11	2,12	0,08	101	166,45	1,25	0,10	101	165,61	166,93	-17	0,79	0,03	165,61	166,39	-6	0,49	0,04
9101	0+824	165,41	167,13	166,55	167,11	2,13	0,04	9101	166,44	1,25	0,05	9101	165,41	166,93	-17	0,79	0,02	165,41	166,39	-6	0,49	0,02
406	0+755	165,27	167,69	166,84	167,11	2,13	0,03	406	166,44	1,25	0,04	406	165,27	166,93	-17	0,79	0,01	165,27	166,39	-6	0,49	0,02
8101	0+724	165,23	167,59	166,98	167,11	2,13	0,03	8101	166,44	1,25	0,04	8101	165,23	166,93	-17	0,79	0,01	165,23	166,39	-6	0,49	0,02
7101	0+624	165,12	167,27	167,43	167,10	2,13	0,03	7101	166,44	1,25	0,04	7101	165,12	166,93	-17	0,79	0,01	165,12	166,39	-6	0,49	0,02
405	0+546	165,03	167,02	167,78	167,10	2,13	0,04	405	166,44	1,25	0,04	405	165,03	166,93	-17	0,79	0,02	165,03	166,39	-5	0,49	0,02
9405	0+500	165,03	167,02	167,55	167,10	2,25	0,03	9405	166,44	1,27	0,04	9405	165,03	166,93	-17	1,13	0,02	165,03	166,39	-5	0,71	0,02
8405	0+450	165,03	167,03	167,29	167,10	2,25	0,03	8405	166,44	1,27	0,03	8405	165,03	166,93	-17	1,13	0,02	165,03	166,39	-5	0,71	0,02
5101	0+424	165,03	167,03	167,16	167,10	2,26	0,03	5101	166,44	1,27	0,03	5101	165,03	166,93	-17	1,13	0,02	165,03	166,39	-5	0,71	0,02
4101	0+324	165,02	167,04	166,65	167,10	2,26	0,03	4101	166,44	1,27	0,03	4101	165,02	166,93	-17	1,13	0,01	165,02	166,39	-5	0,71	0,02
404	0+290	165,02	167,04	166,48	167,10	2,26	0,02	404	166,44	1,27	0,02	404	165,02	166,93	-17	1,13	0,01	165,02	166,39	-5	0,71	0,01
9404	0+245	165,01	166,65	166,50	167,10	2,26	0,02	9404	166,44	1,27	0,02	9404	165,01	166,93	-17	1,13	0,01	165,01	166,39	-5	0,71	0,01
100	0+202	165,00	166,27	166,52	167,10	2,26	0,02	100	166,44	1,27	0,02	100	165,00	166,93	-17	1,13	0,01	165,00	166,39	-5	0,71	0,01
2404	0+201	165,00	166,25	166,25	167,10	2,32	0,05	2404	166,44	1,29	0,07	2404	165,00	166,93	-17	1,13	0,03	165,00	166,39	-5	0,71	0,05
1404	0+187	165,00	166,25	166,25	167,10	2,32	0,05	1404	166,44	1,29	0,07	1404	165,00	166,93	-17	1,13	0,03	165,00	166,39	-5	0,71	0,05
403	0+185	165,01	166,73	166,47	167,10	2,32	0,02	403	166,44	1,29	0,03	403	165,01	166,93	-17	1,13	0,01	165,01	166,39	-5	0,71	0,02
9403	0+145	165,04	166,71	166,28	167,10	2,32	0,02	9403	166,44	1,29	0,03	9403	165,04	166,93	-17	1,13	0,01	165,04	166,39	-5	0,71	0,02
402	0+095	165,08	166,68	166,04	167,10	2,33	0,03	402	166,44	1,29	0,04	402	165,08	166,93	-17	1,13	0,02	165,08	166,39	-5	0,71	0,02
9401	0+041	164,70	166,63	166,17	167,10	2,33	0,05	9401	166,44	1,29	0,07	9401	164,70	166,93	-17	1,13	0,03	164,70	166,38	-5	0,71	0,04
400	0+022	164,57	166,61	166,22	167,10	2,33	0,06	400	166,44	1,29	0,09	400	164,57	166,93	-17	1,13	0,04	164,57	166,38	-5	0,71	0,05
Mühlbach																						
655	13+317	173,60	177,00	177,80	174,80	1,68	0,35	655	174,80	1,68	0,35	655	173,60	174,81	0	1,68	0,35	173,60	174,80	0	1,68	0,35
9655	13+230	173,60	176,80	177,00	174,77	1,68	0,35	9655	174,77	1,68	0,35	9655	173,60	174,77	0	1,68	0,35	173,60	174,77	0	1,68	0,35
654	13+142	173,60	176,60	176,20	174,73	1,68	0,34	654	174,73	1,68	0,34	654	173,60	174,73	0	1,68	0,34	173,60	174,73	0	1,68	0,34
9654	13+030	173,55	176,35	176,40	174,68	1,68	0,35	9654	174,68	1,68	0,35	9654	173,55	174,68	0	1,68	0,35	173,55	174,68	0	1,68	0,35
653	12+917	173,50	176,10	176,60	174,63	1,68	0,36	653	174,63	1,68	0,36	653	173,50	174,63	0	1,68	0,36	173,50	174,63	0	1,68	0,36
9653	12+830	173,45	176,20	176,45	174,59	1,68	0,36	9653	174,59	1,68	0,36	9653	173,45	174,59	0	1,68	0,36	173,45	174,59	0	1,68	0,36
652	12+742	173,40	176,30	176,30	174,55	1,68	0,36	652	174,55	1,68	0,36	652	173,40	174,55	0	1,68	0,36	173,40	174,55	0	1,68	0,36
9652	12+605	173,35	176,20	176,05	174,48	1,68	0,36	9652	174,48	1,68	0,36	9652	173,35	174,48	0	1,68	0,36	173,35	174,48	0	1,68	0,36
651	12+467	173,30	176,10	175,80	174,42	1,68	0,36	651	174,42	1,68	0,36	651	173,30	174,42	0	1,68	0,36	173,30	174,42	0	1,68	0,36
9651	12+317	173,20	175,90	175,70	174,35	1,68	0,34	9651	174,35	1,68	0,34	9651	173,20	174,35	0	1,68	0,34	173,20	174,35	0	1,68	0,34
650	12+167	173,10	175,70	175,60	174,29	1,68	0,33	650	174,29	1,68	0,33	650	173,10	174,29	0	1,68	0,33	173,10	174,29	0	1,68	0,33
9650	11+852	173,05	175,40	175,35	174,15	1,68	0,36	9650	174,15	1,68	0,36	9650	173,05	174,16	0	1,68	0,36	173,05	174,16	0	1,68	0,36
649	11+537	173,00	175,10	175,10	173,94	1,68	0,45	649	173,94	1,68	0,45	649	173,00	173,94	0	1,68	0,45	173,00	173,94	0	1,68	0,45
9649	11+502	172,95	174,85	174,75	173,91	1,68	0,42	9649	173,91	1,68	0,42	9649	172,95	173,91	0	1,68	0,42	172,95	173,91	0	1,68	0,43
648	11+467	172,90	174,60	174,40	173,88	1,68	0,40	648	173,88	1,68	0,40	648	172,90	173,88	0	1,68	0,40	172,90	173,88	0	1,68	0,40
9648	11+372	172,85	174,50	174,45	173,82	1,68	0,39	9648	173,82	1,68	0,39	9648	172,85	173,82	0	1,68	0,39	172,85	173,82	0	1,68	0,39
647	11+277	172,80	174,40	174,50	173,76	1,68	0,38	647	173,76	1,68	0,38	647	172,80	173,76	0	1,68	0,38	172,80	173,76	0	1,68	0,38
9647	11+172	172,70	174,40	174,40	173,70	1,68	0,36	9647	173,70	1,68	0,36	9647	172,70	173,70	1	1,68	0,35	172,70	173,70	0	1,68	0,36
646	11+067	172,60	174,40	174,30	173,64	1,68	0,33	646	173,64	1,68	0,33	646	172,60	173,65	1	1,68	0,33	172,60	173,65	0	1,68	0,33

Polder Wyhl-Weisweil

Zusammenfassung der hydraulischen Berechnungen

Anlage B.10

Knoten	Station	Sohle IST	Ufer (aus Modell)		Variante 1.0.2			Variante 3.0.2				Variante 1.3.19 mit Ausbau						Variante 3.3.19 mit Ausbau				
			links	rechts	WSP	Q	v		WSP	Q	v		Sohle	WSP	Δ WSP	Q	v	Sohle	WSP	Δ WSP	Q	v
	(m)	(m+NN)	(m+NN)	(m+NN)	(m+NN)	(m³/s)	(m/s)		(m+NN)	(m³/s)	(m/s)		(m+NN)	(m+NN)	(cm)	(m³/s)	(m/s)	(m+NN)	(m+NN)	(cm)	(m³/s)	(m/s)
9646	10+867	172,45	174,40	174,35	173,56	1,68	0,32	9646	173,56	1,68	0,32	9646	172,45	173,57	1	1,68	0,31	172,45	173,57	1	1,68	0,31
645	10+667	172,30	174,40	174,40	173,49	1,68	0,30	645	173,49	1,68	0,30	645	172,30	173,51	1	1,68	0,29	172,30	173,50	1	1,68	0,30
9645	10+517	172,25	174,45	174,40	173,45	1,68	0,30	9645	173,44	1,68	0,31	9645	172,25	173,46	2	1,68	0,30	172,25	173,45	1	1,68	0,30
644	10+367	172,20	174,50	174,40	173,40	1,68	0,31	644	173,39	1,68	0,31	644	172,20	173,42	2	1,68	0,31	172,20	173,41	1	1,68	0,31
9644	10+267	172,15	174,20	174,35	173,37	1,68	0,30	9644	173,36	1,68	0,31	9644	172,15	173,39	2	1,68	0,30	172,15	173,37	1	1,68	0,30
643	10+167	172,10	173,90	174,30	173,34	1,68	0,29	643	173,33	1,68	0,30	643	172,10	173,36	2	1,68	0,29	172,10	173,35	2	1,68	0,29
9643	10+092	172,10	174,00	174,20	173,31	1,68	0,29	9643	173,31	1,68	0,29	9643	172,10	173,34	3	1,68	0,28	172,10	173,33	2	1,68	0,29
642	10+017	172,10	174,10	174,10	173,29	1,68	0,29	642	173,29	1,68	0,29	642	172,10	173,32	3	1,68	0,28	172,10	173,30	2	1,68	0,29
9642	9+917	172,05	173,95	174,10	173,26	1,68	0,31	9642	173,25	1,68	0,31	9642	172,05	173,29	3	1,68	0,30	172,05	173,27	2	1,68	0,30
641	9+817	172,00	173,80	174,10	173,23	1,68	0,33	641	173,22	1,68	0,33	641	172,00	173,26	3	1,68	0,32	172,00	173,24	2	1,68	0,33
9641	9+742	171,95	173,75	174,00	173,20	1,68	0,33	9641	173,19	1,68	0,33	9641	171,95	173,23	3	1,68	0,32	171,95	173,21	2	1,68	0,32
640	9+667	171,90	173,70	173,90	173,17	1,68	0,33	640	173,16	1,68	0,33	640	171,90	173,21	4	1,68	0,32	171,90	173,19	3	1,68	0,32
9640	9+567	171,90	173,95	173,80	173,13	1,68	0,35	9640	173,12	1,68	0,35	9640	171,90	173,17	4	1,68	0,33	171,90	173,15	3	1,68	0,34
639	9+467	171,90	174,20	173,70	173,08	1,68	0,37	639	173,07	1,68	0,38	639	171,90	173,13	5	1,68	0,35	171,90	173,10	3	1,68	0,36
9639	9+342	171,85	174,40	173,95	173,02	1,64	0,38	9639	173,01	1,60	0,37	9639	171,85	173,07	5	1,75	0,38	171,85	173,04	3	1,66	0,37
638	9+217	171,80	174,60	174,20	172,95	1,64	0,39	638	172,94	1,60	0,39	638	171,80	173,00	5	1,75	0,39	171,80	172,98	4	1,66	0,39
9638	8+967	171,75	174,10	173,95	172,78	1,64	0,44	9638	172,77	1,60	0,44	9638	171,75	172,83	6	1,75	0,44	171,75	172,81	4	1,66	0,43
2638	8+927	171,74	174,02	173,91	172,74	1,64	0,46	2638	172,73	1,60	0,45	2638	171,74	172,80	6	1,75	0,45	171,74	172,78	5	1,66	0,44
3638	8+870	171,73	173,91	173,85	172,68	1,64	0,48	3638	172,68	1,60	0,48	3638	171,73	172,75	6	1,75	0,48	171,73	172,73	5	1,66	0,46
4638	8+820	171,72	173,81	173,80	172,63	1,64	0,51	4638	172,62	1,60	0,51	4638	171,72	172,69	6	1,75	0,50	171,72	172,68	6	1,66	0,49
5638	8+770	171,71	173,71	173,75	172,56	1,64	0,56	5638	172,55	1,60	0,55	5638	171,71	172,63	7	1,75	0,54	171,71	172,61	6	1,66	0,52
637	8+717	171,70	173,60	173,70	172,15	1,63	1,17	637	172,15	1,59	1,16	637	171,70	172,19	4	1,84	1,20	171,70	172,17	3	1,75	1,19
1636	8+700	169,90	172,00	171,90	171,44	1,63	0,25	1636	171,40	1,59	0,26	1636	169,90	171,66	22	1,84	0,24	169,90	171,56	16	1,75	0,25
2636	8+691	169,90	171,90	171,90	171,44	1,63	0,20	2636	171,40	1,59	0,20	2636	169,90	171,66	22	1,84	0,20	169,90	171,56	16	1,75	0,20
3636	8+683	169,90	171,90	171,90	171,44	1,63	0,20	3636	171,40	1,59	0,20	3636	169,90	171,65	22	1,84	0,20	169,90	171,56	16	1,75	0,20
636	8+642	169,90	172,00	171,90	171,43	1,63	0,26	636	171,39	1,59	0,26	636	169,90	171,65	21	1,84	0,24	169,90	171,55	16	1,75	0,25
9636	8+555	169,90	171,90	171,75	171,42	1,63	0,25	9636	171,38	1,59	0,25	9636	169,90	171,63	22	1,84	0,23	169,90	171,54	16	1,75	0,24
635	8+467	169,90	171,80	171,60	171,40	1,63	0,24	635	171,36	1,59	0,25	635	169,90	171,62	22	1,84	0,22	169,90	171,53	17	1,75	0,23
9635	8+317	169,80	171,70	171,45	171,38	1,63	0,22	9635	171,34	1,59	0,22	9635	169,80	171,61	23	1,84	0,20	169,80	171,51	17	1,75	0,21
2634	8+197	169,80	171,40	171,40	171,36	1,63	0,26	2634	171,32	1,59	0,26	2634	169,80	171,59	23	1,84	0,26	169,80	171,49	17	1,75	0,26
1634	8+192	169,80	171,40	171,40	171,36	1,63	0,26	1634	171,31	1,59	0,26	1634	169,80	171,59	23	1,83	0,26	169,80	171,49	17	1,75	0,26
8635	8+190	169,72	171,62	171,32	171,36	1,63	0,20	8635	171,31	1,59	0,21	8635	169,72	171,59	23	1,83	0,19	169,72	171,49	18	1,75	0,20
634	8+167	169,70	171,60	171,30	171,36	1,63	0,20	634	171,31	1,59	0,20	634	169,70	171,59	23	1,83	0,19	169,70	171,49	18	1,75	0,19
9634	8+117	169,80	171,65	171,60	171,35	1,63	0,20	9634	171,31	1,59	0,21	9634	169,80	171,59	24	1,83	0,19	169,80	171,48	18	1,75	0,19
633	8+067	169,90	171,70	171,90	171,35	1,63	0,22	633	171,30	1,59	0,22	633	169,90	171,58	24	1,83	0,19	169,90	171,48	18	1,75	0,20
9633	7+967	169,85	171,65	171,85	171,33	1,63	0,22	9633	171,28	1,59	0,23	9633	169,85	171,57	24	1,83	0,20	169,85	171,47	18	1,75	0,21
632	7+867	169,80	171,60	171,80	171,32	1,63	0,23	632	171,27	1,59	0,23	632	169,80	171,56	25	1,83	0,21	169,80	171,45	19	1,75	0,22
9632	7+767	169,75	171,40	171,50	171,30	1,63	0,21	9632	171,25	1,59	0,22	9632	169,75	171,55	25	1,83	0,19	169,75	171,44	19	1,75	0,20
631	7+667	169,70	171,20	171,20	171,29	1,63	0,19	631	171,24	1,59	0,20	631	169,70	171,55	25	1,83	0,18	169,70	171,44	19	1,75	0,18
9631	7+567	169,80	171,20	171,20	171,28	1,63	0,22	9631	171,23	1,59	0,22	9631	169,80	171,54	26	1,83	0,20	169,80	171,43	20	1,75	0,20
630	7+467	169,90	171,20	171,20	171,26	1,63	0,25	630	171,21	1,59	0,26	630	169,90	171,53	26	1,83	0,22	169,90	171,41	20	1,75	0,23
9630	7+417	169,70	171,15	171,25	171,26	1,63	0,21	9630	171,20	1,59	0,22	9630	169,70	171,53	27	1,83	0,19	169,70	171,41	21	1,75	0,20
2629	7+379	169,50	171,10	171,10	170,78	1,63	1,02	2629	170,74	1,59	0,99	2629	169,50	170,89	11	1,83	1,14	169,50	170,83	8	1,75	1,09
1629	7+369	169,50	171,10	171,10	170,53	1,62	1,01	1629	170,51	1,58	0,99	1629	169,50	170,58	5	1,82	1,14	169,50	170,54	3	1,74	1,09
629	7+367	169,50	171,10	171,30	170,50	1,62	0,41	629	170,48	1,58	0,41	629	169,50	170,59	9	1,82	0,41	169,50	170,55	7	1,74	0,41
9629	7+242	169,35	171,00	171,05	170,41	1,62	0,37	9629	170,39	1,58	0,37	9629	169,35	170,51	10	1,82	0,37	169,35	170,47	8	1,74	0,37
628	7+117	169,20	170,90	170,80	170,34	1,62	0,34	628	170,31	1,58	0,34	628	169,20	170,44	11	1,82	0,33	169,20	170,40	9	1,74	0,33
9628	6+992	169,10	170,75	170,70	170,28	1,62	0,32	9628	170,25	1,58	0,32	9628	169,10	170,39	11	1,82	0,31	169,10	170,34	9	1,74	0,31

Polder Wyhl-Weisweil

Zusammenfassung der hydraulischen Berechnungen

Anlage B.10

Knoten	Station	Sohle IST	Ufer (aus Modell)		Variante 1.0.2			Variante 3.0.2				Variante 1.3.19 mit Ausbau						Variante 3.3.19 mit Ausbau				
			links	rechts	WSP	Q	v		WSP	Q	v		Sohle	WSP	Δ WSP	Q	v	Sohle	WSP	Δ WSP	Q	v
	(m)	(m+NN)	(m+NN)	(m+NN)	(m+NN)	(m³/s)	(m/s)		(m+NN)	(m³/s)	(m/s)		(m+NN)	(m+NN)	(cm)	(m³/s)	(m/s)	(m+NN)	(m+NN)	(cm)	(m³/s)	(m/s)
627	6+867	169,00	170,60	170,60	170,23	1,62	0,29	627	170,20	1,58	0,30	627	169,00	170,35	12	1,82	0,29	169,00	170,30	10	1,74	0,29
9627	6+717	168,90	170,45	170,45	170,18	1,62	0,27	9627	170,15	1,58	0,27	9627	168,90	170,30	13	1,82	0,27	168,90	170,25	11	1,74	0,27
626	6+567	168,80	170,30	170,30	170,14	1,62	0,25	626	170,10	1,58	0,25	626	168,80	170,27	13	1,82	0,24	168,80	170,22	11	1,74	0,24
9626	6+467	168,80	170,25	170,30	170,11	1,62	0,26	9626	170,08	1,58	0,26	9626	168,80	170,25	14	1,82	0,25	168,80	170,19	12	1,74	0,25
625	6+367	168,80	170,20	170,30	170,08	1,62	0,27	625	170,05	1,58	0,27	625	168,80	170,22	14	1,82	0,26	168,80	170,17	12	1,74	0,26
9625	6+267	168,85	170,35	170,45	170,06	1,62	0,31	9625	170,03	1,58	0,31	9625	168,85	170,21	14	1,82	0,29	168,85	170,15	12	1,74	0,30
2625	6+198	168,80	170,20	170,20	169,77	1,62	0,68	2625	169,75	1,58	0,66	2625	168,80	169,82	5	1,82	0,76	168,80	169,80	5	1,74	0,72
1625	6+192	168,80	170,20	170,20	169,72	1,61	0,67	1625	169,70	1,55	0,65	1625	168,80	169,76	4	1,80	0,75	168,80	169,74	4	1,73	0,72
8625	6+190	168,89	170,47	170,57	169,71	1,61	0,52	8625	169,70	1,55	0,52	8625	168,89	169,76	5	1,80	0,54	168,89	169,74	5	1,73	0,54
624	6+167	168,90	170,50	170,60	169,70	1,61	0,55	624	169,68	1,55	0,54	624	168,90	169,75	5	1,80	0,57	168,90	169,73	5	1,73	0,56
2624	6+078	168,90	170,50	170,50	169,65	1,61	0,54	2624	169,63	1,55	0,53	2624	168,90	169,70	5	1,80	0,56	168,90	169,68	5	1,73	0,56
1624	6+074	168,90	170,50	170,50	169,65	1,61	0,54	1624	169,63	1,55	0,53	1624	168,90	169,69	5	1,80	0,57	168,90	169,67	5	1,73	0,56
9624	6+072	168,81	170,44	170,47	169,65	1,61	0,50	9624	169,63	1,55	0,50	9624	168,81	169,70	5	1,80	0,52	168,81	169,68	5	1,73	0,51
8624	6+017	168,75	170,40	170,40	169,62	1,61	0,47	8624	169,60	1,55	0,46	8624	168,75	169,67	5	1,80	0,49	168,75	169,65	5	1,73	0,48
623	5+867	168,60	170,30	170,20	169,57	1,61	0,39	623	169,56	1,55	0,38	623	168,60	169,63	6	1,80	0,40	168,60	169,61	5	1,73	0,39
9623	5+742	168,65	170,30	170,95	169,53	1,61	0,46	9623	169,52	1,55	0,46	9623	168,65	169,59	5	1,80	0,48	168,65	169,57	5	1,73	0,47
622	5+617	168,70	170,30	171,70	169,47	1,61	0,59	622	169,45	1,55	0,58	622	168,70	169,51	4	1,80	0,61	168,70	169,49	4	1,73	0,61
2622	5+531	168,70	170,30	170,30	169,41	1,61	0,57	2622	169,39	1,55	0,57	2622	168,70	169,45	4	1,80	0,60	168,70	169,43	4	1,73	0,60
1622	5+526	168,70	170,30	170,30	169,40	1,61	0,57	1622	169,38	1,55	0,57	1622	168,70	169,44	4	1,80	0,61	168,70	169,42	4	1,73	0,60
9622	5+524	168,64	170,18	171,24	169,40	1,61	0,58	9622	169,38	1,55	0,57	9622	168,64	169,44	4	1,80	0,60	168,64	169,42	4	1,73	0,60
8622	5+467	168,60	170,10	170,95	169,36	1,61	0,57	8622	169,34	1,55	0,57	8622	168,60	169,40	4	1,80	0,59	168,60	169,38	4	1,73	0,59
621	5+317	168,50	169,90	170,20	169,26	1,63	0,55	621	169,24	1,55	0,54	621	168,50	169,30	4	1,81	0,57	168,50	169,28	4	1,72	0,56
9621	5+192	168,40	169,85	170,05	169,19	1,63	0,52	9621	169,17	1,55	0,52	9621	168,40	169,23	4	1,81	0,54	168,40	169,21	4	1,72	0,53
2620	5+080	168,30	169,80	169,80	169,12	1,63	0,49	2620	169,10	1,55	0,48	2620	168,30	169,16	4	1,81	0,52	168,30	169,14	4	1,72	0,51
1620	5+086	168,30	169,80	169,80	169,13	1,63	0,49	1620	169,11	1,55	0,48	1620	168,30	169,17	4	1,81	0,52	168,30	169,14	4	1,72	0,51
8620	5+084	168,31	169,81	169,92	169,13	1,63	0,50	8620	169,11	1,55	0,49	8620	168,31	169,17	4	1,81	0,52	168,31	169,14	4	1,72	0,51
620	5+067	168,30	169,80	169,90	169,12	1,63	0,50	620	169,09	1,55	0,49	620	168,30	169,15	4	1,81	0,52	168,30	169,13	4	1,72	0,51
9620	4+967	168,20	169,55	169,80	169,06	1,62	0,44	9620	169,04	1,54	0,44	9620	168,20	169,10	4	1,80	0,46	168,20	169,07	4	1,71	0,45
619	4+867	168,10	169,30	169,70	169,01	1,62	0,38	619	168,99	1,54	0,37	619	168,10	169,06	4	1,80	0,39	168,10	169,03	4	1,71	0,39
9619	4+817	168,10	169,30	169,65	169,00	1,62	0,39	9619	168,97	1,54	0,39	9619	168,10	169,04	4	1,80	0,41	168,10	169,01	4	1,71	0,40
618	4+767	168,10	169,30	169,60	168,98	1,62	0,41	618	168,96	1,54	0,40	618	168,10	169,02	4	1,80	0,42	168,10	168,99	4	1,71	0,42
9618	4+717	168,00	169,25	169,60	168,96	1,62	0,34	9618	168,94	1,54	0,33	9618	168,00	169,00	4	1,80	0,35	168,00	168,98	4	1,71	0,35
617	4+667	167,90	169,20	169,60	168,95	1,62	0,29	617	168,93	1,54	0,28	617	167,90	168,99	4	1,80	0,30	167,90	168,97	4	1,71	0,29
616	4+617	167,90	169,30	169,30	168,94	1,62	0,32	616	168,92	1,54	0,31	616	167,90	168,98	4	1,80	0,33	167,90	168,96	4	1,71	0,33
2616	4+592	167,90	169,30	169,30	168,93	1,62	0,41	2616	168,91	1,54	0,39	2616	167,90	168,96	3	1,80	0,45	167,90	168,94	3	1,71	0,43
1616	4+588	167,90	169,30	169,30	168,92	1,62	0,41	1616	168,90	1,54	0,39	1616	167,90	168,96	3	1,79	0,45	167,90	168,94	3	1,70	0,42
9616	4+586	167,84	169,24	169,27	168,92	1,62	0,30	9616	168,90	1,54	0,30	9616	167,84	168,96	4	1,79	0,32	167,84	168,94	4	1,70	0,31
8616	4+567	167,80	169,20	169,25	168,92	1,62	0,29	8616	168,90	1,54	0,29	8616	167,80	168,96	4	1,79	0,31	167,80	168,94	4	1,70	0,30
615	4+517	167,70	169,10	169,20	168,91	1,62	0,27	615	168,89	1,54	0,27	615	167,70	168,95	4	1,79	0,29	167,70	168,93	4	1,70	0,28
9615	4+392	167,60	169,10	169,20	168,89	1,62	0,25	9615	168,87	1,54	0,25	9615	167,60	168,93	4	1,79	0,27	167,60	168,91	4	1,70	0,26
614	4+267	167,50	169,10	169,20	168,87	1,62	0,24	614	168,86	1,54	0,23	614	167,50	168,91	4	1,79	0,25	167,50	168,89	4	1,70	0,24
5614	4+210	167,50	169,10	169,20	168,87	1,62	0,24	5614	168,85	1,54	0,23	5614	167,50	168,91	4	1,79	0,25	167,50	168,89	3	1,70	0,24
4614	4+160	167,50	169,10	169,20	168,86	1,62	0,24	4614	168,84	1,54	0,23	4614	167,50	168,90	4	1,79	0,25	167,50	168,88	3	1,70	0,25
3614	4+110	167,50	169,10	169,20	168,86	1,62	0,24	3614	168,84	1,54	0,23	3614	167,50	168,89	4	1,79	0,26	167,50	168,87	3	1,70	0,25
2614	3+960	167,50	169,10	169,20	168,84	1,62	0,25	2614	168,82	1,54	0,24	2614	167,50	168,87	3	1,79	0,26	167,50	168,85	3	1,70	0,25
1614	3+910	167,50	169,10	169,20	168,83	1,62	0,25	1614	168,81	1,54	0,24	1614	167,50	168,86	3	1,79	0,26	167,50	168,85	3	1,70	0,26
2613	3+905	166,10	168,00	168,30	167,31	1,62	0,30	2613	167,07	1,54	0,40	2613	166,10	167,24	-8	1,79	0,37	166,10	167,09	2	1,70	0,42
1613	3+870	166,10	168,00	168,30	167,31	1,62	0,31	1613	167,05	1,54	0,40	1613	166,10	167,23	-8	1,79	0,37	166,10	167,07	2	1,70	0,43

Polder Wyhl-Weisweil

Zusammenfassung der hydraulischen Berechnungen

Anlage B.10

Knoten	Station	Sohle IST	Ufer (aus Modell)		Variante 1.0.2			Variante 3.0.2				Variante 1.3.19 mit Ausbau						Variante 3.3.19 mit Ausbau				
			links	rechts	WSP	Q	v		WSP	Q	v		Sohle	WSP	Δ WSP	Q	v	Sohle	WSP	Δ WSP	Q	v
	(m)	(m+NN)	(m+NN)	(m+NN)	(m+NN)	(m³/s)	(m/s)		(m+NN)	(m³/s)	(m/s)		(m+NN)	(m+NN)	(cm)	(m³/s)	(m/s)	(m+NN)	(m+NN)	(cm)	(m³/s)	(m/s)
613	3+817	166,10	168,00	168,30	167,30	1,62	0,31	613	167,03	1,54	0,41	613	166,10	167,21	-9	1,79	0,38	166,10	167,05	1	1,70	0,45
534	3+773	166,16	168,39	169,55	167,29	1,61	0,20	534	167,02	1,54	0,27	534	166,16	167,21	-9	1,79	0,25	166,16	167,04	2	1,70	0,29
533	3+735	166,13	169,01	169,08	167,29	1,61	0,22	533	167,01	1,54	0,31	533	166,13	167,20	-9	1,79	0,27	166,13	167,03	2	1,70	0,33
9533	3+685	166,11	168,71	168,93	167,29	1,81	0,27	9533	167,00	1,65	0,36	9533	166,11	167,19	-9	1,90	0,32	166,11	167,01	1	1,75	0,37
532	3+646	166,09	168,48	168,81	167,28	1,81	0,29	532	166,99	1,65	0,40	532	166,09	167,18	-10	1,90	0,35	166,09	167,00	1	1,75	0,41
9532	3+600	166,08	168,38	168,60	167,27	1,80	0,30	9532	166,97	1,65	0,42	9532	166,08	167,17	-10	1,89	0,36	166,08	166,98	1	1,75	0,44
8532	3+550	166,07	168,28	168,36	167,27	1,80	0,32	8532	166,94	1,65	0,45	8532	166,07	167,16	-11	1,89	0,38	166,07	166,95	0	1,75	0,47
7532	3+500	166,06	168,17	168,13	167,26	1,80	0,33	7532	166,92	1,65	0,49	7532	166,06	167,14	-12	1,89	0,40	166,06	166,91	0	1,75	0,51
531	3+470	166,05	168,11	167,99	167,25	1,80	0,35	531	166,90	1,65	0,52	531	166,05	167,13	-12	1,89	0,42	166,05	166,89	-1	1,75	0,55
9531	3+410	166,01	168,10	168,07	167,24	1,79	0,30	9531	166,86	1,65	0,47	9531	166,01	167,12	-13	1,89	0,37	166,01	166,85	-1	1,75	0,51
8531	3+360	165,98	168,08	168,13	167,23	1,79	0,27	8531	166,83	1,65	0,44	8531	165,98	167,10	-13	1,89	0,34	165,98	166,82	-1	1,75	0,47
530	3+302	165,95	168,07	168,20	167,23	1,78	0,25	530	166,80	1,65	0,40	530	165,95	167,09	-13	1,89	0,30	165,95	166,79	-2	1,75	0,43
529	3+096	165,66	168,30	168,04	167,21	1,96	0,26	529	166,73	1,85	0,42	529	165,66	167,06	-15	2,00	0,31	165,66	166,70	-3	1,79	0,42
9529	3+050	165,62	168,11	167,93	167,20	1,95	0,25	9529	166,71	1,85	0,40	9529	165,62	167,06	-15	2,00	0,29	165,62	166,69	-2	1,79	0,40
528	2+999	165,57	167,90	167,80	167,20	1,94	0,23	528	166,70	1,85	0,38	528	165,57	167,05	-15	2,00	0,28	165,57	166,67	-2	1,79	0,38
9528	2+950	165,58	167,84	167,79	167,20	1,94	0,24	9528	166,68	1,85	0,39	9528	165,58	167,04	-15	2,00	0,28	165,58	166,66	-2	1,79	0,39
8528	2+900	165,59	167,77	167,79	167,19	1,93	0,24	8528	166,67	1,85	0,40	8528	165,59	167,04	-16	2,00	0,29	165,59	166,64	-3	1,79	0,40
7528	2+850	165,61	167,71	167,78	167,19	1,92	0,25	7528	166,65	1,85	0,42	7528	165,61	167,03	-16	2,00	0,30	165,61	166,62	-3	1,79	0,42
527	2+788	165,62	167,63	167,77	167,18	1,91	0,25	527	166,63	1,85	0,44	527	165,62	167,02	-16	2,00	0,31	165,62	166,60	-3	1,79	0,44
9527	2+745	165,49	167,41	167,69	167,18	1,90	0,09	9527	166,62	1,85	0,16	9527	165,49	167,02	-16	2,00	0,11	165,49	166,60	-2	1,79	0,15
8527	2+710	165,38	167,22	167,62	167,18	1,88	0,05	8527	166,62	1,85	0,09	8527	165,38	167,02	-16	1,99	0,07	165,38	166,60	-2	1,79	0,09
7527	2+680	165,29	167,07	167,57	167,18	1,86	0,04	7527	166,62	1,85	0,07	7527	165,29	167,02	-16	1,99	0,05	165,29	166,60	-2	1,79	0,07
526	2+656	165,22	166,94	167,52	167,18	1,84	0,03	526	166,62	1,85	0,05	526	165,22	167,02	-16	1,99	0,04	165,22	166,60	-2	1,79	0,05
9526	2+606	165,34	167,10	167,33	167,18	2,09	0,05	9526	166,62	2,06	0,09	9526	165,34	167,02	-16	2,19	0,06	165,34	166,60	-2	1,99	0,09
525	2+538	165,51	167,32	167,06	167,18	2,06	0,21	525	166,61	2,06	0,40	525	165,51	167,02	-16	2,19	0,29	165,51	166,58	-3	1,99	0,39
9525	2+488	165,56	167,44	167,27	167,15	2,06	0,28	9525	166,60	2,06	0,46	9525	165,56	167,01	-14	2,19	0,33	165,56	166,57	-2	1,99	0,46
8525	2+438	165,61	167,56	167,48	167,14	2,05	0,31	8525	166,57	2,06	0,53	8525	165,61	167,00	-14	2,19	0,37	165,61	166,54	-3	1,99	0,53
7525	2+428	165,62	167,59	167,53	167,14	2,05	0,32	7525	166,57	2,06	0,55	7525	165,62	166,99	-14	2,19	0,38	165,62	166,54	-3	1,99	0,55
6525	2+418	165,64	167,61	167,57	167,14	2,05	0,33	6525	166,56	2,06	0,57	6525	165,64	166,99	-15	2,19	0,39	165,64	166,53	-3	1,99	0,57
5525	2+408	165,65	167,64	167,61	167,14	2,05	0,33	5525	166,55	2,06	0,58	5525	165,65	166,99	-15	2,19	0,40	165,65	166,52	-3	1,99	0,59
4525	2+398	165,66	167,66	167,65	167,13	2,05	0,34	4525	166,54	2,06	0,60	4525	165,66	166,99	-15	2,19	0,41	165,66	166,51	-4	1,99	0,61
4524	2+394	165,66	167,67	167,67	167,13	2,25	0,38	4524	166,54	2,16	0,64	4524	165,66	166,98	-15	2,39	0,45	165,66	166,50	-4	2,19	0,69
3524	2+392	165,64	167,65	167,65	167,13	2,25	0,37	3524	166,54	2,16	0,63	3524	165,64	166,98	-15	2,39	0,45	165,64	166,50	-4	2,19	0,67
2524	2+388	165,59	167,69	167,69	167,13	2,25	0,37	2524	166,54	2,16	0,61	2524	165,59	166,98	-15	2,39	0,44	165,59	166,49	-4	2,19	0,66
1524	2+386	165,57	167,67	167,67	167,13	2,25	0,37	1524	166,53	2,16	0,60	1524	165,57	166,98	-15	2,39	0,44	165,57	166,49	-4	2,19	0,64
524	2+384	165,53	167,52	167,55	167,13	2,25	0,37	524	166,53	2,16	0,62	524	165,53	166,98	-15	2,39	0,44	165,53	166,49	-4	2,19	0,66
2523	2+380	165,01	166,84	167,43	167,13	2,25	0,15	2523	166,53	2,16	0,24	2523	165,01	166,98	-15	2,39	0,17	165,01	166,50	-3	2,19	0,25
1523	2+365	165,01	166,84	167,43	167,13	2,25	0,15	1523	166,53	2,16	0,24	1523	165,01	166,98	-15	2,39	0,17	165,01	166,50	-3	2,19	0,25
523	2+350	165,01	166,84	167,43	167,13	2,25	0,15	523	166,53	2,16	0,24	523	165,01	166,98	-15	2,39	0,17	165,01	166,50	-3	2,19	0,25
9523	2+300	164,93	166,95	167,35	167,13	2,25	0,14	9523	166,52	2,16	0,23	9523	164,93	166,98	-15	2,39	0,17	164,93	166,49	-3	2,19	0,24
8523	2+250	164,86	167,07	167,27	167,13	2,25	0,14	8523	166,52	2,16	0,21	8523	164,86	166,98	-15	2,39	0,16	164,86	166,49	-3	2,19	0,22
7523	2+200	164,78	167,18	167,19	167,13	2,25	0,14	7523	166,52	2,16	0,20	7523	164,78	166,98	-15	2,39	0,16	164,78	166,48	-3	2,19	0,21
6523	2+150	164,70	167,29	167,11	167,13	2,25	0,13	6523	166,51	2,16	0,19	6523	164,70	166,98	-15	2,39	0,15	164,70	166,48	-3	2,19	0,20
522	2+088	164,61	167,43	167,01	167,12	2,25	0,13	522	166,51	2,16	0,18	522	164,61	166,98	-15	2,39	0,15	164,61	166,48	-3	2,19	0,19
9522	2+050	164,60	167,29	167,02	167,12	2,26	0,12	9522	166,51	2,16	0,18	9522	164,60	166,97	-15	2,39	0,15	164,60	166,48	-3	2,19	0,19
8522	2+015	164,59	167,16	167,02	167,12	2,26	0,12	8522	166,51	2,16	0,18	8522	164,59	166,97	-15	2,39	0,15	164,59	166,48	-3	2,19	0,19
7522	1+985	164,59	167,04	167,03	167,12	2,26	0,11	7522	166,50	2,16	0,18	7522	164,59	166,97	-15	2,39	0,15	164,59	166,47	-3	2,19	0,19
521	1+952	164,58	166,92	167,03	167,12	2,27	0,11	521	166,50	2,16	0,18	521	164,58	166,97	-15	2,39	0,14	164,58	166,47	-3	2,19	0,18

Polder Wyhl-Weisweil

Zusammenfassung der hydraulischen Berechnungen

Anlage B.10

Knoten	Station	Sohle IST	Ufer (aus Modell)		Variante 1.0.2			Variante 3.0.2				Variante 1.3.19 mit Ausbau						Variante 3.3.19 mit Ausbau				
			links	rechts	WSP	Q	v		WSP	Q	v		Sohle	WSP	Δ WSP	Q	v	Sohle	WSP	Δ WSP	Q	v
	(m)	(m+NN)	(m+NN)	(m+NN)	(m+NN)	(m³/s)	(m/s)		(m+NN)	(m³/s)	(m/s)		(m+NN)	(m+NN)	(cm)	(m³/s)	(m/s)	(m+NN)	(m+NN)	(cm)	(m³/s)	(m/s)
9521	1+900	164,62	166,74	166,99	167,12	2,36	0,07	9521	166,50	2,23	0,12	9521	164,62	166,97	-15	2,59	0,09	164,62	166,47	-3	2,25	0,13
8521	1+850	164,67	166,57	166,95	167,12	2,38	0,05	8521	166,50	2,23	0,10	8521	164,67	166,97	-15	2,59	0,07	164,67	166,47	-3	2,25	0,10
7521	1+800	164,71	166,40	166,91	167,12	2,39	0,04	7521	166,50	2,23	0,08	7521	164,71	166,97	-15	2,59	0,06	164,71	166,47	-3	2,25	0,09
520	1+772	164,73	166,31	166,89	167,12	2,40	0,04	520	166,50	2,23	0,08	520	164,73	166,97	-15	2,59	0,05	164,73	166,47	-3	2,25	0,08
9520	1+735	164,66	166,70	166,96	167,12	2,42	0,04	9520	166,50	2,23	0,09	9520	164,66	166,97	-15	2,58	0,06	164,66	166,47	-3	2,25	0,09
519	1+695	164,58	167,12	167,04	167,12	2,43	0,05	519	166,50	2,23	0,11	519	164,58	166,97	-15	2,58	0,07	164,58	166,47	-3	2,25	0,12
518	1+645	164,86	166,80	167,01	167,12	2,45	0,07	518	166,49	2,23	0,22	518	164,86	166,97	-15	2,58	0,09	164,86	166,46	-3	2,25	0,23
9518	1+595	164,74	166,69	166,99	167,12	2,47	0,07	9518	166,49	2,23	0,20	9518	164,74	166,97	-15	2,58	0,09	164,74	166,45	-3	2,25	0,21
517	1+541	164,62	166,58	166,96	167,12	2,48	0,08	517	166,48	2,23	0,18	517	164,62	166,97	-15	2,58	0,10	164,62	166,45	-3	2,25	0,19
516	1+510	164,50	166,83	166,84	167,12	2,58	0,08	516	166,48	2,23	0,17	516	164,50	166,96	-15	2,68	0,12	164,50	166,45	-3	2,31	0,18
515	1+441	164,46	166,79	166,88	167,12	2,61	0,06	515	166,48	2,23	0,14	515	164,46	166,96	-15	2,68	0,07	164,46	166,44	-3	2,31	0,15
514	1+400	164,56	166,63	166,76	167,12	2,62	0,08	514	166,47	2,23	0,18	514	164,56	166,96	-16	2,68	0,09	164,56	166,44	-3	2,31	0,19
9514	1+330	164,60	166,62	166,79	167,12	2,63	0,08	9514	166,47	2,23	0,16	9514	164,60	166,96	-16	2,68	0,10	164,60	166,44	-3	2,31	0,17
513	1+270	164,64	166,61	166,81	167,12	2,64	0,09	513	166,47	2,23	0,15	513	164,64	166,96	-16	2,68	0,11	164,64	166,43	-3	2,31	0,16
512	1+250	164,26	167,01	167,01	167,11	2,64	0,35	512	166,46	2,23	0,41	512	164,26	166,95	-16	3,13	0,45	164,26	166,42	-4	2,50	0,47
4512	1+248	164,26	167,20	167,20	167,11	2,64	0,37	4512	166,46	2,23	0,42	4512	164,26	166,95	-17	3,13	0,46	164,26	166,42	-4	2,50	0,48
3512	1+246	164,26	167,20	167,20	167,11	2,64	0,43	3512	166,46	2,23	0,42	3512	164,26	166,94	-17	3,13	0,51	164,26	166,42	-4	2,50	0,48
2512	1+242	164,76	167,65	167,65	167,11	2,64	0,46	2512	166,46	2,23	0,59	2512	164,76	166,94	-18	3,13	0,60	164,76	166,40	-6	2,50	0,69
1512	1+240	164,76	167,65	167,65	167,11	2,64	0,34	1512	166,46	2,23	0,54	1512	164,76	166,94	-17	3,13	0,47	164,76	166,40	-6	2,50	0,65
511	1+218	164,19	166,26	166,48	167,11	2,64	0,08	511	166,45	2,23	0,17	511	164,19	166,94	-16	3,13	0,11	164,19	166,40	-5	2,50	0,20
510	1+149	164,19	166,15	166,15	167,11	2,65	0,12	510	166,44	2,23	0,15	510	164,19	166,94	-17	3,13	0,15	164,19	166,40	-5	2,50	0,18
9510	1+100	164,36	166,18	166,19	167,11	2,65	0,14	9510	166,44	2,23	0,19	9510	164,36	166,94	-17	3,13	0,19	164,36	166,39	-5	2,50	0,22
509	1+069	164,46	166,20	166,21	167,10	2,65	0,17	509	166,44	2,23	0,23	509	164,46	166,94	-17	3,13	0,22	164,46	166,39	-5	2,50	0,27
508	1+051	164,42	166,12	170,18	167,10	2,65	0,14	508	166,44	2,23	0,22	508	164,42	166,93	-17	3,13	0,22	164,42	166,39	-5	2,50	0,26
9508	1+010	164,46	166,48	168,08	167,10	2,65	0,11	9508	166,43	2,23	0,23	9508	164,46	166,93	-17	3,13	0,16	164,46	166,38	-5	2,50	0,27
8508	1+000	164,47	166,57	167,57	167,10	2,65	0,10	8508	166,43	2,23	0,23	8508	164,47	166,93	-17	3,13	0,15	164,47	166,38	-5	2,50	0,27
7508	0+989	164,48	166,67	167,01	167,10	4,97	0,18	7508	166,43	3,46	0,35	7508	164,48	166,93	-17	4,15	0,18	164,48	166,37	-5	3,13	0,34
6508	0+980	164,49	166,75	166,55	167,10	4,97	0,16	6508	166,42	3,46	0,29	6508	164,49	166,93	-17	4,15	0,16	164,49	166,37	-5	3,13	0,32
507	0+974	164,50	166,80	166,24	167,10	4,97	0,15	507	166,42	3,46	0,27	507	164,50	166,93	-17	4,15	0,15	164,50	166,37	-5	3,13	0,27