

Ingenieurbüro Ederer
Dipl. Ing. FH BDB Michael Ederer
Am Hang 8
92699 Bechtsrieth

Projekt:
Teilprojekt:
Datum:

WKA Hartmannsreit
Hydraulik - Unterwasser
14.08.2024

Gesamtgefälle - Trapezgerinne

$\Delta H =$	$457,5 \text{ müNN} - 456,94 \text{ müNN} =$	0,56 m
$\Delta L =$	$60 + 74,6 + 9,5 + 12 + 27,5 =$	183,6 m
$I =$		0,31 %

Durchfluss am Tag der Messung (24.07.2024)

P-Turbine =	128,00 kW
Fallhöhe _{netto} =	$474,19 - 458,19 =$ 16 m
Q-Turbine = P-Turbine / (7,5 * Fallhöhe _{netto})	1,10 m ³ /s
Q-FAH =	0,175 m ³ /s
$\Sigma Q =$	1,278 m ³ /s

Plausibilitätskontrolle über Pegel Schönberg / gr. Ohe (Unterlieger)

Q (24.07.2024) =	1,46 m ³ /s
Umrechnungsfaktor (nach Angabe WWA) =	0,92
$\Sigma Q =$	1,343 m ³ /s

<u>Abweichung =</u>	<u>5,1 %</u>
---------------------	--------------

maximaler Turbinendurchfluss

Q _T =	1,7 m ³ /s
------------------	-----------------------

Ausgangstiefe bei Q = 1,10 m³/s (gemessen am 24.07.2024)

H = 457,42 müNN - 456,94 müNN =	0,48 m
---------------------------------	--------

Hydraulische Berechnung

Wasserspiegelberechnung

Eingaben

Ausgangstiefe oben h_o 0,55 m
Ausgangstiefe unten h_u 0,48 m
Sohlenbreite b 3,1 m
Neigung links 1 : 1
Neigung rechts 1 : 1
Sohlengefälle J_s 0,31 %
Rauigkeit k_s 25
Länge L 90 m
Abflussmenge Q 1,1 m³/s

Profil - Typ

☐ Rechteck
☒ Trapez
☐ U - Profil
☐ Kreis
☐ Ei

☐ Gefällsknick
☐ Rauigkeitswechsel
☐ Erweiterung / Verengung
☒ unten -> oben
☐ oben -> unten

Objekt

WKA Hartmannsreit

Einrichten...

PDF24 600x600dpi

Staukurve strömend

Berechnung

Resultate

Stationierung	Sohlenkote	Wsp - Kote	E.L. - Kote	Abflusstiefe	v
-29,000	457,030	457,491	457,514	0,461	0,670
-28,000	457,027	457,488	457,511	0,462	0,669
-26,000	457,021	457,483	457,506	0,463	0,667
-24,000	457,014	457,478	457,501	0,464	0,666
-22,000	457,008	457,473	457,495	0,465	0,664

zurück Einstellungen Berechnung / Druck Hilfe

Abflusstiefe bei stationäre Berechnung (Vergleich)

0,441 m v

neue Abflusstiefe am Saugrohr =

0,461 m

Wasserspiegeldifferenz (Vorher zu Neuer Situation)

WSP-Vorher (gemessen am 24.07.2024) = 458,19 m ü NN

Sohlentiefe = 457,5 m ü NN

Wassertiefe (Vorher) = 0,690 m

Wassertiefe (Neu-Mittelwert / 0,461 u. 0,441) = 0,451 m

Δ = 0,239 m

Q = 1,1 m³/s

Hydraulische Berechnung

Ermittlung k_s -Wert im Anbindungsbereich (Wiedereinleitung):

Wasserstand $h = 0,48$ m und Gefälle $I = 0,11$ % aus Bestandsaufmaß (24.07.2024) bekannt:

Abflussmenge / Abflusstiefe offene Profile

Eingaben

Gefälle J 1,1 ‰
Widerstandsbeiwert k_s 37
Sohlenbreite b 3,0 m
Neigung links 1 : 1
Neigung rechts 1 : 1

Abflussmenge Q 1,1 m³/s

offenes Profil

☐ Rechteck
☒ Trapez
☐ U-Profil

gesuchte Grösse

☐ Abflussmenge
☒ Abflusstiefe h_N

Objekt

WKA Hartmannsreit

Einrichten...

PDF24 600x600dpi

Berechnung

Resultate

Abflusstiefe	h_N	0,485 m	h_k	0,233 m	Wsp.-Breite	B	3,969 m
Energiehöhe	H	0,506 m	H_K	0,342 m	Benetzte Fläche	F	1,688 m²
Geschwindigkeit	v_N	0,651 m/s	v_k	1,460 m/s	Benetzter Umfang	P	4,370 m
					Schwerp. ab Wsp	z_s	0,231 m
					Wasserdruck	W	3,827 kN
					Froude - Zahl	Fr	0,319
					Schleppspannung		4,169 N/m²

zurück Abfluss strömend Berechnung / Druck Hilfe

k_s -Wert = 37

Abflusstiefe bei $Q_T = 1,70$ m³/s

Abflussmenge / Abflusstiefe offene Profile

Eingaben

Gefälle J 1,1 ‰
Widerstandsbeiwert k_s 37
Sohlenbreite b 3,0 m
Neigung links 1 : 1
Neigung rechts 1 : 1

Abflussmenge Q 1,7 m³/s

offenes Profil

☐ Rechteck
☒ Trapez
☐ U-Profil

gesuchte Grösse

☐ Abflussmenge
☒ Abflusstiefe h_N

Objekt

WKA Hartmannsreit

Einrichten...

PDF24 600x600dpi

Berechnung

Resultate

Abflusstiefe	h_N	0,626 m	h_k	0,309 m	Wsp.-Breite	B	4,253 m
Energiehöhe	H	0,655 m	H_K	0,450 m	Benetzte Fläche	F	2,271 m²
Geschwindigkeit	v_N	0,748 m/s	v_k	1,664 m/s	Benetzter Umfang	P	4,771 m
					Schwerp. ab Wsp	z_s	0,295 m
					Wasserdruck	W	6,575 kN
					Froude - Zahl	Fr	0,327
					Schleppspannung		5,136 N/m²

zurück Abfluss strömend Berechnung / Druck Hilfe

$H = 0,626$ m

Wasserspiegelberechnung

Eingaben

Ausgangstiefe oben h_o 0,55 m
Ausgangstiefe unten h_u 0,626 m
Sohlenbreite b 3,1 m
Neigung links 1 : 1
Neigung rechts 1 : 1
Sohlengefälle J_s 0,31 %
Rauigkeit k_s 25
Länge L 90 m
Abflussmenge Q 1,70 m³/s

Profil - Typ

☐ Rechteck
☒ Trapez
☐ U - Profil
☐ Kreis
☐ Ei

☐ Gefällsknick
☐ Rauigkeitswechsel
☐ Erweiterung / Verengung
☒ unten -> oben
☐ oben -> unten

Objekt

WKA Hartmannsreit

Einrichten...

PDF24 600x600dpi

Staukurve strömend

Berechnung

Resultate

Stationierung	Sohlenkote	Wsp - Kote	E.L. - Kote	Abflusstiefe	v
-55,800	472,923	473,514	473,545	0,591	0,780
-54,000	472,917	473,509	473,540	0,592	0,778
-52,000	472,911	473,504	473,534	0,592	0,777
-50,000	472,905	473,498	473,529	0,593	0,776
-48,000	472,899	473,493	473,523	0,594	0,775

zurück Einstellungen Berechnung / Druck Hilfe

Abflusstiefe bei stationäre Berechnung (Vergleich)

0,571 m v

neue Abflusstiefe am Saugrohr = 0,591 m

Wasserspiegeldifferenz (Vorher zu Neuer Situation)

WSP-Vorher (gemessen am 16.05.2008) = 458,29 m ü NN

Sohlentiefe = 457,5 m ü NN

Wassertiefe (Vorher) = 0,790 m

Wassertiefe (Neu Mittelwert / 0,571 u. 0,591) = 0,581 m

Δ = 0,209 m

Q = 1,7 m³/s

Ingenieurbüro Ederer
Dipl. Ing. FH BDB Michael Ederer
Am Hang 8
92699 Bechtsrieth

Projekt:
Teilprojekt:
Datum:

WKA Hartmannsreit
Hydraulik - Unterwasser
04.09.2024

Durchfluss am Tag der Messung (03.09.2024)

P-Turbine =	34,00 kW
Fallhöhe _{netto} =	16,22 m
Q-Turbine = P-Turbine / (6,0*Fallhöhe _{netto})	0,35 m ³ /s
Q-FAH =	0,175 m ³ /s
ΣQ =	0,524 m ³ /s

Plausibilitätskontrolle über Pegel Schönberg / gr. Ohe (Unterlieger)

Q (03.09.2024) =	0,606 m ³ /s
Umrechnungsfaktor (nach Angabe WWA)	0,92
ΣQ =	0,558 m ³ /s

<u>Abweichung</u>	<u>6,3 %</u>
-------------------	--------------

maximaler Turbinendurchfluss

Q _T =	1,7 m ³ /s
------------------	-----------------------

Fallhöhe (gemessen am 03.09.2024)

H = 461,72 müNN - 3,75 =	457,97 m
H = 474,25 müNN - 0,06 =	474,19 m
Δ =	16,22 m

Unterwasserstand am 03.09.2024

WSP =	457,97 m
Wassertiefe =	0,47 m

UK Saugrohr

457,74 m

maximale WSP-Absenkung

! 0,23 m

Hydraulische Berechnung

Abflusstiefe bei $Q_T = 0,30 \text{ m}^3/\text{s}$

Abflussmenge / Abflusstiefe offene Profile

Eingaben

Gefälle J: 1,1 ‰
Widerstandsbeiwert k_s : 37
Sohlenbreite b: 3,0 m
Neigung links 1: 1
Neigung rechts 1: 1

Abflussmenge Q: 0,3 m^3/s

offenes Profil

☐ Rechteck
☒ Trapez
☐ U-Profil

gesuchte Grösse

☐ Abflussmenge
☒ Abflusstiefe hN

Objekt

WKA Hartmannsreit

Einrichten...

PDF24 600x600dpi

Berechnung

Resultate

Abflusstiefe	hN	0,223 m	hk	0,100 m	Wsp.-Breite	B	3,445 m
Energiehöhe	H	0,232 m	HK	0,149 m	Benetzte Fläche	F	0,718 m^2
Geschwindigkeit	vN	0,417 m/s	vk	0,976 m/s	Benetzter Umfang	P	3,630 m
					Schwerp. ab Wsp	zs	0,109 m
					Wasserdruck	W	0,766 kN
					Froude - Zahl	Fr	0,292
					Schleppspannung		2,134 N/m^2

zurück

Abfluss strömend

Berechnung / Druck

Hilfe

H = 0,223 m

Wasserspiegelberechnung

Eingaben

Ausgangstiefe oben h_o : 0,55 m
Ausgangstiefe unten h_u : 0,223 m
Sohlenbreite b: 3,1 m
Neigung links 1: 1
Neigung rechts 1: 1
Sohlengefälle J_s : 0,31 ‰
Rauigkeit k_s : 25
Länge L: 90 m
Abflussmenge Q: 0,3 m^3/s

Profil - Typ

☐ Rechteck
☒ Trapez
☐ U - Profil
☐ Kreis
☐ Ei

☐ Gefällsknick
☐ Rauigkeitswechsel
☐ Erweiterung / Verengung
☒ unten -> oben
☐ oben -> unten

Objekt

WKA Hartmannsreit

Einrichten...

PDF24 600x600dpi

Berechnung

Resultate

Stationierung	Sohlenkote	Wsp - Kote	E.L. - Kote	Abflusstiefe	v
-0,600	456,942	457,164	457,173	0,222	0,406
0,000	456,940	457,163	457,171	0,223	0,405

zurück

Einstellungen

Berechnung / Druck

Hilfe

neue Abflusstiefe am Saugrohr =

0,222 m

Ingenieurbüro Ederer

Dipl. Ing. FH BDB Michael Ederer

Am Hang 8

92699 Bechtsrieth

Projekt:

Teilprojekt:

Datum:

WKA Hartmannsreit

Hydraulik - Unterwasser

04.09.2024

Wasserspiegeldifferenz (Vorher zu Neuer Situation)

WSP-Vorher (gemessen am 03.09.2024) = 457,97 m ü NN

Sohllentiefe = 457,5 m ü NN

Wassertiefe (Vorher) = 0,470 m

Wassertiefe (Neu) = 0,222 m

Δ = 0,248 m

Q = 0,3 m³/s

ACHTUNG Absenkung (0,248 m) größer als maximale WSP-Absenkung (0,230 m)

Saugrohr zieht Luft !

UK-Saugrohr = 457,740 m ü NN

WSP-Neu = 457,722 m ü NN

Δ = 0,018 m

Δ = 1,8 cm

Nach Hydraulik ergibt sich für niedrige Abflussmengen der Turbine ein kritischer Betriebszustand (Saugrohr zieht Luft)

Die Ergebnisse der hydraulischen Berechnung sind an viele Randbedingungen gekoppelt die bei realen Abflussereignissen stark abweichen und schwanken können.

Daher ist nach Fertigstellung des Rohrbaus zu einem größeren Fließquerschnitt eine Einregelung vor Ort notwendig. Bei diesen Maßnahmen kann sichergestellt werden dass die entsprechenden Wasserspiegel eingehalten werden!