

## TECHNISCHE BERECHNUNGEN

<b>Inhalt</b>	<b>Seite</b>
<b>1      <b>Hydraulische Berechnungen</b> .....</b>	<b>1</b>
1.1    Berechnungsgrundwerte .....	1
1.2    Niederschlagswerte .....	3
1.3    Einzugsgebiete .....	6
1.4    Hydraulische Bemessung der Regenwasserkanäle.....	8
1.5    Bemessung der Regenwasserrückhaltung .....	10
1.5.1  Ermittlung des geplanten RRB-Volumens.....	10
1.5.2  Bemessung der Drosseleinrichtung .....	12
1.5.3  Bemessung des Notüberlaufs .....	12

## TECHNISCHE BERECHNUNGEN

### 1 Hydraulische Berechnungen

#### 1.1 Berechnungsgrundwerte

Grundlage für die Hydraulischen Berechnungen sind die nachfolgend aufgeführten Grundwerte:

- a) Bemessungsregenspende gemäß KOSTRA DWD 2020 für die Dimensionierung der Kanalisation und Gräben inkl. dauerstufenspezifischem Toleranzwert (siehe Seite 3):

Wohngebiete	$r_{10(n=0,2)} =$	223,3 l/(s x ha)
	Toleranzwert=	21 %
	$r_{10(n=0,2, \text{inkl. Toleranz})} =$	270,2 l/(s x ha)

KOSTRA DWD 2020 Niederschlagsdaten für die Dimensionierung des RRB

(siehe Seite 3)

	$r_{10(n=0,2)} =$	263,4 l/(s x ha)
	Toleranzwert=	22 %
	$r_{10(n=0,2, \text{inkl. Toleranz})} =$	321,3 l/(s x ha)

- b) Regendauer

- für die Bemessung der Kanäle mit Befestigung > 50 %    D    =    10 min

- c) Regenhäufigkeit:

- für die Bemessung der Kanäle in Stadtzentren    n    =    0,2  
 - für die Dimensionierung des RRB    n    =    0,1

- d) Befestigungsgrad

- Hauptanlage (Annahme: Grundfläche = Dachfläche)    BF    =    100 %  
 - Nebenanlage (Parkflächen vermessen)    BF    =    100 %  
 - Verkehrsfläche (Planung)    BF    =    90 %

Hinweis: Eine vermessene Fläche ist zu 100 % befestigt.

Mit dem Abflussbeiwert wird das Verhältnis zwischen dem Teil eines Niederschlagsereignisses, der direkt zum Abfluss gelangt und dem Gesamtniederschlag beschrieben.

## TECHNISCHE BERECHNUNGEN

Abflussbeiwert (RRB)

- Mittlerer Abflussbeiwert ermittelt für das Baugebiet siehe Tabelle Einzugsgebiet

Dachfläche des Gebäudes (befestigte Flächen)  $\psi_M = 1,00$

Verkehrsflächen (befestigte Flächen)  $\psi_M = 0,69$

Hinweis: Verkehrsflächen setzen sich aktuell aus vermessenen und geplanten Flächen zusammen. Oberflächentypen sind Pflasterung und Schotterflächen

e) Rohrmaterial

Freigefällekanal PP

f) Mindestnennweite

DN 300

g) Betriebsrauheit

$k_B = 1,0 \text{ mm}$

Die Bemessungsgrundlagen wurden mit der Stadt Aurich abgestimmt.

Zur Ermittlung von Gelände- und Gewässerhöhen wurden Vermessungsarbeiten durchgeführt.

Die Ergebnisse sind im Lageplan – Bestand – dargestellt (Zeichnungs-Nr. 10027097-02-L-004).

# TECHNISCHE BERECHNUNGEN

## 1.2 Niederschlagswerte



### KOSTRA-DWD 2020

Nach den Vorgaben des Deutschen Wetterdienstes - Hydrometeorologie -

### Niederschlagshöhen nach KOSTRA-DWD 2020

Rasterfeld : Spalte 110, Zeile 84  
 Ortsname : Aurich (NI)  
 Bemerkung :

Dauerstufe D	Niederschlagshöhen hN [mm] je Wiederkehrintervall T [a]								
	1 a	2 a	3 a	5 a	10 a	20 a	30 a	50 a	100 a
5 min	6,8	8,4	9,4	10,7	12,6	14,5	15,7	17,4	19,7
10 min	8,6	10,6	11,8	13,4	15,8	18,2	19,8	21,8	24,8
15 min	9,7	11,9	13,3	15,2	17,8	20,5	22,3	24,7	28,0
20 min	10,5	13,0	14,5	16,5	19,4	22,3	24,3	26,8	30,5
30 min	11,8	14,6	16,3	18,5	21,7	25,1	27,2	30,1	34,2
45 min	13,2	16,3	18,2	20,7	24,3	28,1	30,5	33,7	38,3
60 min	14,3	17,7	19,7	22,4	26,3	30,4	33,0	36,5	41,4
90 min	16,0	19,7	22,0	25,0	29,4	33,9	36,8	40,7	46,2
2 h	17,3	21,3	23,8	27,1	31,8	36,6	39,8	44,0	50,0
3 h	19,3	23,7	26,5	30,2	35,4	40,8	44,4	49,0	55,7
4 h	20,8	25,6	28,6	32,6	38,3	44,1	47,9	53,0	60,1
6 h	23,2	28,6	31,9	36,3	42,6	49,1	53,4	59,0	67,0
9 h	25,8	31,8	35,5	40,4	47,5	54,7	59,5	65,7	74,6
12 h	27,9	34,4	38,4	43,6	51,2	59,1	64,2	70,9	80,6
18 h	31,0	38,3	42,7	48,6	57,1	65,8	71,5	79,0	89,7
24 h	33,5	41,3	46,1	52,5	61,6	71,0	77,2	85,3	96,9
48 h	40,3	49,6	55,4	63,1	74,0	85,4	92,8	102,5	116,4
72 h	44,8	55,3	61,7	70,2	82,4	95,0	103,3	114,1	129,6
4 d	48,4	59,6	66,6	75,8	89,0	102,6	111,5	123,2	139,9
5 d	51,3	63,3	70,7	80,4	94,4	108,8	118,3	130,7	148,4
6 d	53,9	66,4	74,2	84,4	99,1	114,2	124,1	137,1	155,7
7 d	56,1	69,2	77,3	87,9	103,2	119,0	129,3	142,8	162,2

#### Legende

- T Wiederkehrintervall, Jährlichkeit in [a]: mittlere Zeitspanne, in der ein Ereignis einen Wert einmal erreicht oder überschreitet
- D Dauerstufe in [min, h, d]: definierte Niederschlagsdauer einschließlich Unterbrechungen
- hN Niederschlagshöhe in [mm]

# TECHNISCHE BERECHNUNGEN

## KOSTRA-DWD 2020

Nach den Vorgaben des Deutschen Wetterdienstes - Hydrometeorologie -



### Niederschlagsspenden nach KOSTRA-DWD 2020

Rasterfeld : Spalte 110, Zeile 84  
 Ortsname : Aurich (NI)  
 Bemerkung :

Dauerstufe D	Niederschlagsspenden rN [l/(s·ha)] je Wiederkehrintervall T [a]									
	1 a	2 a	3 a	5 a	10 a	20 a	30 a	50 a	100 a	
5 min	226,7	280,0	313,3	356,7	420,0	483,3	523,3	580,0	656,7	
10 min	143,3	176,7	196,7	223,3	263,3	303,3	330,0	363,3	413,3	
15 min	107,8	132,2	147,8	168,9	197,8	227,8	247,8	274,4	311,1	
20 min	87,5	108,3	120,8	137,5	161,7	185,8	202,5	223,3	254,2	
30 min	65,6	81,1	90,6	102,8	120,6	139,4	151,1	167,2	190,0	
45 min	48,9	60,4	67,4	76,7	90,0	104,1	113,0	124,8	141,9	
60 min	39,7	49,2	54,7	62,2	73,1	84,4	91,7	101,4	115,0	
90 min	29,6	36,5	40,7	46,3	54,4	62,8	68,1	75,4	85,6	
2 h	24,0	29,6	33,1	37,6	44,2	50,8	55,3	61,1	69,4	
3 h	17,9	21,9	24,5	28,0	32,8	37,8	41,1	45,4	51,6	
4 h	14,4	17,8	19,9	22,6	26,6	30,6	33,3	36,8	41,7	
6 h	10,7	13,2	14,8	16,8	19,7	22,7	24,7	27,3	31,0	
9 h	8,0	9,8	11,0	12,5	14,7	16,9	18,4	20,3	23,0	
12 h	6,5	8,0	8,9	10,1	11,9	13,7	14,9	16,4	18,7	
18 h	4,8	5,9	6,6	7,5	8,8	10,2	11,0	12,2	13,8	
24 h	3,9	4,8	5,3	6,1	7,1	8,2	8,9	9,9	11,2	
48 h	2,3	2,9	3,2	3,7	4,3	4,9	5,4	5,9	6,7	
72 h	1,7	2,1	2,4	2,7	3,2	3,7	4,0	4,4	5,0	
4 d	1,4	1,7	1,9	2,2	2,6	3,0	3,2	3,6	4,0	
5 d	1,2	1,5	1,6	1,9	2,2	2,5	2,7	3,0	3,4	
6 d	1,0	1,3	1,4	1,6	1,9	2,2	2,4	2,6	3,0	
7 d	0,9	1,1	1,3	1,5	1,7	2,0	2,1	2,4	2,7	

#### Legende

- T Wiederkehrintervall, Jährlichkeit in [a]: mittlere Zeitspanne, in der ein Ereignis einen Wert einmal erreicht oder überschreitet
- D Dauerstufe in [min, h, d]: definierte Niederschlagsdauer einschließlich Unterbrechungen
- rN Niederschlagsspende in [l/(s·ha)]

# TECHNISCHE BERECHNUNGEN

## KOSTRA-DWD 2020

Nach den Vorgaben des Deutschen Wetterdienstes - Hydrometeorologie -



### Toleranzwerte der Niederschlagshöhen und -spenden nach KOSTRA-DWD 2020

Rasterfeld : Spalte 110, Zeile 84  
 Ortsname : Aurich (NI)  
 Bemerkung :

Dauerstufe D	Toleranzwerte UC je Wiederkehrintervall T [a] in [±%]								
	1 a	2 a	3 a	5 a	10 a	20 a	30 a	50 a	100 a
5 min	15	16	17	18	19	20	20	21	21
10 min	17	19	20	21	22	23	24	24	25
15 min	18	20	21	22	24	24	25	26	26
20 min	18	21	22	23	24	25	26	26	27
30 min	18	21	22	23	24	25	26	26	27
45 min	18	20	21	22	24	25	25	26	27
60 min	17	19	21	22	23	24	25	25	26
90 min	16	18	19	21	22	23	24	24	25
2 h	15	17	19	20	21	22	23	23	24
3 h	14	16	17	18	20	21	21	22	23
4 h	13	15	16	18	19	20	20	21	22
6 h	13	14	15	16	18	18	19	20	20
9 h	12	14	15	15	17	17	18	18	19
12 h	13	14	14	15	16	17	17	18	18
18 h	13	14	14	15	16	16	17	17	18
24 h	14	14	14	15	16	16	16	17	17
48 h	16	16	16	16	16	17	17	17	17
72 h	18	17	17	17	17	17	18	18	18
4 d	19	19	18	18	18	18	18	18	19
5 d	21	20	19	19	19	19	19	19	19
6 d	22	21	20	20	20	20	20	20	20
7 d	22	21	21	21	20	20	20	20	20

#### Legende

- T Wiederkehrintervall, Jährlichkeit in [a]: mittlere Zeitspanne, in der ein Ereignis einen Wert einmal erreicht oder überschreitet
- D Dauerstufe in [min, h, d]: definierte Niederschlagsdauer einschließlich Unterbrechungen
- UC Toleranzwert der Niederschlagshöhe und -spende in [±%]

**TECHNISCHE BERECHNUNGEN**
**1.3 Einzugsgebiete**

 Einzugsgebiete mit aktuellen Befestigungsgrad und Abflussbeiwert:

<b>Einzugsgebiet</b>	<b>Fläche</b>	<b>Befestigungsgrad</b>	<b>Abflussbeiwert</b>	<b>Abflusswirksame Fläche</b>
	[ha]	[%]	[-]	[ha]

Gebäudeflächen

E1	0,05	100	1,00	0,050
E2	0,12	100	1,00	0,120
E3	0,02	100	1,00	0,020
E4	0,006	100	1,00	0,006

<b>Summe</b>	<b>0,196</b>			<b>0,196</b>
--------------	--------------	--	--	--------------

<b>mittl. Abflussbeiwert</b>			<b>1,000</b>	
------------------------------	--	--	--------------	--

Verkehrsfläche

V1	0,08	100	0,75	0,0600
V2	0,01	90	0,75	0,0068
V3	0,02	90	0,75	0,0135
V5	0,03	90	0,75	0,0203
V6	0,01	90	0,75	0,0068
V7	0,04	90	0,75	0,0270
V8	0,02	90	0,75	0,0135
V9	0,05	100	0,75	0,0375
V10	0,03	100	0,60	0,0180
V11	0,01	100	0,60	0,0060
V12	0,03	100	0,60	0,0180
V13	0,02	100	0,75	0,0150

<b>Summe</b>	<b>0,350</b>			<b>0,242</b>
--------------	--------------	--	--	--------------

<b>mittl. Abflussbeiwert</b>			<b>0,692</b>	
------------------------------	--	--	--------------	--

Grünflächen/Graben	0,234	100	0,05	0,0117
--------------------	-------	-----	------	--------

<b>Gesamtsumme</b>	<b>0,780</b>			<b>0,450</b>
--------------------	--------------	--	--	--------------

<b>mittl. Abflussbeiwert</b>			<b>0,577</b>	
------------------------------	--	--	--------------	--

## TECHNISCHE BERECHNUNGEN

Die Aufteilung in Teileinzugsgebiete ist dem Lageplan – Planung (Zeichnungs-Nr. 10027097-02-L-004c) zu entnehmen.

Einzugsgebiete mit geplanten Befestigungsgrad und Abflussbeiwert:

<b>Einzugsgebiet</b>	<b>Fläche</b>	<b>Befestigungsgrad</b>	<b>Abflussbeiwert</b>	<b>Abflusswirksame Fläche</b>
	[ha]	[%]	[-]	[ha]
<u>Gebäudeflächen</u>				
E1	0,05	100	1,00	0,050
E2	0,12	100	1,00	0,120
E3	0,02	100	1,00	0,020
E4	0,006	100	1,00	0,006
<b>Summe</b>	<b><u>0,196</u></b>			<b><u>0,196</u></b>
<b>mittl. Abflussbeiwert</b>			<b><u>1,000</u></b>	
<u>Verkehrsfläche</u>				
V2	0,0100	90	0,75	0,0068
V3	0,0200	90	0,75	0,0135
V4	0,0200	90	0,75	0,0135
V5	0,0300	90	0,75	0,0203
V6	0,0100	90	0,75	0,0068
V7	0,0300	90	0,75	0,0203
V8	0,0200	90	0,75	0,0135
<b>Summe</b>	<b><u>0,140</u></b>			<b><u>0,095</u></b>
<b>mittl. Abflussbeiwert</b>			<b><u>0,675</u></b>	
<u>Potentialflächen für Nachverdichtung</u>				
V1	0,08	80	0,92	0,0589
V9	0,05	80	0,92	0,0368
V10	0,03	80	0,92	0,0221
V11	0,01	80	0,92	0,0074
V12	0,03	80	0,92	0,0221
V13	0,02	80	0,92	0,0148
<b>Summe</b>	<b><u>0,220</u></b>			<b><u>0,1621</u></b>
<b>mittl. Abflussbeiwert</b>			<b><u>0,737</u></b>	
Grünflächen/Graben/	<b><u>0,164</u></b>	100	0,05	<b><u>0,0082</u></b>
<b>Gesamtsumme</b>	<b><u>0,780</u></b>			

## TECHNISCHE BERECHNUNGEN

### 1.4 Hydraulische Bemessung der Regenwasserkanäle

Die hydraulische Bemessung der Regenwasserkanalisation erfolgt nach dem Zeitbeiwertverfahren.

#### Geltungsbereich

Die Berechnungsergebnisse sind in der Tabelle auf der nachfolgenden Seite zu entnehmen. Demnach sind innerhalb des Geltungsbereiches kreisrunde Rohre mit einer Nennweite von DN 300 – 400 erforderlich.



## TECHNISCHE BERECHNUNGEN

### 1.5 Bemessung der Regenwasserrückhaltung

Die Rückhaltung wird nach dem DWA-Regelwerk Arbeitsblatt 117, Ausgabe Dezember 2013 [1], angegebenen Berechnungsverfahren bemessen.

Die Berechnung erfolgt nach dem „einfachen Verfahren“ unter Berücksichtigung der Regenspense nach KOSTRA DWD 2020 [3] für ein 10-jähriges Regenereignis mit  $T = 10$  a inkl. des dauerstufenspezifischen Toleranzwertes.

#### 1.5.1 Ermittlung des geplanten RRB-Volumens

Einzugsgebiet:  $A_E = 0,78$  ha

Der Dauerstau entspricht der Sohle der Überflutungsfläche und ist mit 5,90 m NHN angesetzt.  
Stauhöhe  $\Delta h = 6,50$  m NHN – 5,90 m NHN = 0,60 m.

Volumenermittlung:

$$V_{RRB} = A_{\text{mittlere Wasserspiegel}} \times 0,60 \text{ m} = 456 \text{ m}^2 \text{ (CAD)} \times 0,60 \text{ m} = 274 \text{ m}^3$$

Das RRB-Volumen mit einer geregelten Drosselabflussspende von 2,0 l/(s\*ha) ergibt sich zu:

$$V_{\text{erf. gesamt}} = 232 \text{ m}^3$$

$$V_{\text{vorh.}} = 27 \text{ m}^3 > V_{\text{erf.}} = 232 \text{ m}^3$$

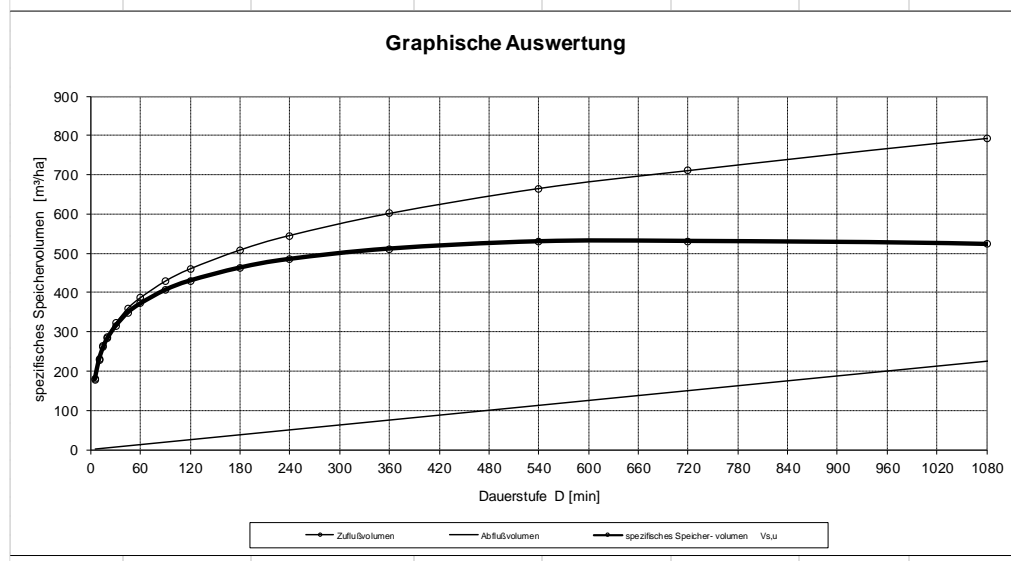


## TECHNISCHE BERECHNUNGEN

Bemessung von Regenrückhalteräumen nach DWA-A 117				
Einzugsgebietsfläche	$A_E$	0,780	ha	
Zusätzliche abflusswirksame Einzugsgebietsfläche	$A_{E,k}$	0,780	ha	
befestigte Fläche (Dach)	$A_{E,b,w}$	0,196	ha	
mittlerer Abflussbeiwert (Dach)	$y_{m,b,w}$	1,00	-	
befestigte Fläche (Verkehr)	$A_{E,b,v}$	0,350	ha	
mittlerer Abflussbeiwert (Verkehr)	$y_{m,b,v}$	0,69	-	
nicht befestigte Fläche	$A_{E,nb}$	0,234	ha	
mittlerer Abflussbeiwert	$y_{m,nb}$	0,05	-	
"undurchlässige" Fläche	$A_u$	0,450	ha	
vorgegebene Drosselabflussspende	$q_{Dr,k}$	2	l/(s*ha)	
Drosselabflussspende bezogen auf $A_u$	$q_{Dr,R,u}$	3,5	l/(s*ha)	
Fließzeit	$t_f$	15	min	
Überschreitungshäufigkeit	$n$	0,1	1/a	
Hilfsfunktion	$f_1$	0,99	-	
Abminderungsfaktor	$f_A$	1,00	-	
Zuschlagsfaktor	$f_Z$	1,20	-	

Dauerstufe D	Niederschlags- höhe $h_N$ für $n = 0,1/a +$ Tolerabzwert	Zugehörige Regenspende $r_{D,n}$	Zuflußvolumen	Drosselabfluß- spende $q_{Dr,R,u}$	Abflußvolumen	Differenz zwischen $r$ und $q_{Dr,R,u}$	spezifisches Speicher- volumen $V_{s,u}$
min	mm	l/(s*ha)	m³/ha	l/(s*ha)	m³/ha	l/(s*ha)	m³/ha
5	14,99	499,8	179	3,5	1,0	496,3	178
10	19,28	321,3	230	3,5	2,1	317,8	228
15	22,07	245,2	264	3,5	3,1	241,8	260
20	24,06	200,5	288	3,5	4,2	197,0	283
30	26,91	149,5	322	3,5	6,2	146,0	314
45	30,13	111,6	360	3,5	9,4	108,1	349
60	32,35	89,9	387	3,5	12,5	86,4	372
90	35,87	66,4	429	3,5	18,7	63,0	406
120	38,48	53,4	460	3,5	25,0	50,0	430
180	42,48	39,3	508	3,5	37,4	35,9	463
240	45,58	31,7	545	3,5	49,9	28,2	485
360	50,27	23,3	601	3,5	74,9	19,8	511
540	55,58	17,2	664	3,5	112,3	13,7	530
720	59,39	13,7	710	3,5	149,8	10,3	531
<b>1080</b>	<b>66,24</b>	<b>10,2</b>	<b>792</b>	<b>3,5</b>	<b>224,7</b>	<b>6,8</b>	<b>523</b>
1440	71,46	8,3	854	3,5	299,6	4,8	496
2880	85,84	5,0	1026	3,5	599,2	1,5	310
4320	96,41	3,7	1153	3,5	898,8	0,3	78
5760	105,02	3,0	1255	3,5	1198,3	-0,4	-177
7200	112,34	2,6	1343	3,5	1497,9	-0,9	-448
8640	118,92	2,3	1422	3,5	1797,5	-1,2	-727
10080	123,84	2,0	1480	3,5	2097,1	-1,4	-1027

erforderliches spezifisches Speichervolumen	$V_{s,u} = (r_{D,n} - q_{Dr,R,u}) * D * f_Z * f_A * 0,06 =$	531	m³/ha
erforderliches Rückhaltevolumen	$V = V_{s,u} * A_u =$	238,9	m³



## TECHNISCHE BERECHNUNGEN

### 1.5.2 Bemessung der Drosseleinrichtung

Für die Drosselung ist vorgesehen den Schacht-Nr. EJ05R0580a nachzurüsten.

Der Drosselabfluss erfolgt über eine mechanisch geregelte Drosseleinrichtung.

#### Vorbemerkung:

Der Abfluss aus dem Planungsgebiet wird durch ein Drosselbauwerk reguliert, welches dem RRB und Regenwasserkanal nachgeschaltet ist.

$$\begin{aligned}\max Q_{ab} &= Q_{B\text{-Plan } 173} \\ \max Q_{ab} &= A_{B\text{-Plan } 173} * q_{\text{Drosselabflussspende}} * \psi_{\text{Bestand}} \\ \max Q_{ab} &= 0,780 \text{ ha} * 2,0 \text{ l/(s x ha)} * 0,577 \\ \max Q_{ab} &= 0,90 \text{ l/s}\end{aligned}$$

Der Drosselabfluss aus dem Einzugsgebiet beträgt 0,90 l/s.

Der Drosselabfluss wird über eine mechanisch geregelte Drosseleinrichtung für geringe Abflüsse gewährleistet. Mit einer Wirbeldrossel für geringe Abflüsse z. B. von der Firma Biogest sind Abflüsse von 1 bis maximal 80 l/s einstellbar.

Die Anschlussnennweite beträgt DN 100.

Aufgrund der geringen Drosselöffnung ist für eine einwandfreie Funktion der Anlage eine regelmäßige Wartung erforderlich.

### 1.5.3 Bemessung des Notüberlaufs

Die in dem Drosselschacht vorgesehene Trennwand bildet in Höhe des Maximalstaus einen etwa 1,0 m breiten Notüberlauf.

Der Notüberlauf wird für  $Q_{r10(n=0,2)}$  nachgewiesen. Die Überfallkante liegt auf der Höhe des rechnerischen Maximalstaus + 6,50 m NHN.

Der Notüberlauf wird für die angeschlossene Fläche innerhalb des Geltungsbereiches berechnet:

## TECHNISCHE BERECHNUNGEN

$$Q_{N\ddot{U}} = A * \Psi_S * r_{10(n=0,2)}$$

$$Q_{N\ddot{U}} = \mathbf{0,122 \text{ m}^3/\text{s}} \quad (\text{siehe Abschnitt 1.4})$$

gewählt: Überfallbreite:  $b = 1,00 \text{ m}$

$$Q_{N\ddot{U}} = \frac{2}{3} * \mu * b * \sqrt{2g} * h_{\ddot{u}}^{3/2}$$

gewählt:  $\mu = 0,64$

Überfallform: scharfkantig mit Belüftung des Stahls

$$h = \left( \frac{3}{2} * \frac{Q}{\mu * \sqrt{2 * g * B}} \right)^{2/3}$$

daraus folgt:

$$h = 0,16 \text{ m}$$

$$WSP_{HHW} = 6,50 \text{ m NHN} + 0,16 \text{ m} = + 6,66 \text{ m NHN}$$

$$WSP_{HHW} = + 6,66 \text{ m NHN} < \text{UK Schachtdeckel} = + 6,70 \text{ m NHN}$$