



## **GEMEINDE LOTTE**

Betreff: **Potenzialstudie der Pumpwerke in der Gemeinde Lotte**

**Studie**

Projekt Nr.: **100418**

# **Verbrauchsberechnung**



**1. Bestandserfassung**

**1.1 Stromverbrauch**

Tabelle 1: Ermittlung des Jahresenergieverbrauchs der Pumpwerke – Halen, Mühlengrund und Bahnhof

<b>PW Halen</b>						
Jahr	Volumenstrom Q [m³/a]	H <sub>man</sub> [m]	h <sub>pumpe</sub>	h <sub>Motor</sub>	h <sub>ges</sub>	Jahresenergieverbrauch E [kWh/a]
2017	83.387,00	37	0,60	0,91	0,55	15257,07
2018	91.055,00	37	0,60	0,91	0,55	16660,06
2019	70.435,00	37	0,60	0,91	0,55	12887,28
Mittlerer Wert	81.625,67	37	0,6	0,91	0,546	14934,81
<b>PW Mühlengrund</b>						
Jahr	Volumenstrom Q [m³/a]	H <sub>man</sub> [m]	h <sub>pumpe</sub>	h <sub>Motor</sub>	h <sub>ges</sub>	Jahresenergieverbrauch E [kWh/a]
2017	149.119,00	15	0,60	0,90	0,54	11183,93
2018	157.136,00	15	0,60	0,90	0,54	11785,20
2019	149.547,00	15	0,60	0,90	0,54	11216,03
Mittlerer Wert	151.934,00	15	0,6	0,9	0,54	11395,05
<b>PW Bahnhof</b>						
Jahr	Volumenstrom Q [m³/a]	H <sub>man</sub> [m]	h <sub>pumpe</sub>	h <sub>Motor</sub>	h <sub>ges</sub>	Jahresenergieverbrauch E [kWh/a]
2017	134.207,10	15	0,49	0,91	0,45	12189,70
2018	141.422,40	15	0,49	0,91	0,45	12845,05
2019	134.592,30	15	0,49	0,91	0,45	12224,69
Mittlerer Wert	136.740,60	15	0,49	0,91	0,4459	12419,81



Tabelle 2: Ermittlung der geförderten Abwassermenge einzelnen Pumpen beim PW Büren

	Laufzeit P1 [h]	Laufzeit P2 [h]	Laufzeit P3 [h]	P1		P2		P3	P1+P2+P3	
				Abwasser- menge bei Q <sub>p</sub> = 60 l/s (ges.) (50%) [m <sup>3</sup> /a]	Abwasser- menge bei Q <sub>p</sub> = 24 l/s (ges.) (50%) [m <sup>3</sup> /a]	Abwasser- menge bei Q <sub>p</sub> = 65 l/s (ges.) (50%) [m <sup>3</sup> /a]	Abwasser- menge bei Q <sub>p</sub> = 44 l/s (ges.) (50%) [m <sup>3</sup> /a]	Abwasser- menge bei Q <sub>p</sub> = 19 l/s (ges.) (100%) [m <sup>3</sup> /a]	geschätzte Abwasser- menge [m <sup>3</sup> /a]	gemessene Abwasser- menge [m <sup>3</sup> /a]
2017	552	435	628	59.630	23.852	50.936	34.480	42.986	211.884	214.309
2018	578	454	711	62.424	24.970	53.167	35.990	48.644	225.195	225.808
2019	678	347	603	73.173	29.269	40.649	27.516	41.271	211.879	206.519
Mittelwert	603	412	648	65.076	26.030	48.251	32.662	44.300	216.319	215.545

Tabelle 3: Ermittlung des Stromverbrauchs des Pumpwerks Büren

	P1		P2		P3	P1+P2+P3
	Q <sub>p</sub> = 60 l/s; H <sub>man</sub> = 10 m; η <sub>ges</sub> = 0,73; 50 % der Laufzeit	Q <sub>p</sub> = 24 l/s; H <sub>man</sub> = 15 m; η <sub>ges</sub> = 0,73; 50 % der Laufzeit	Q <sub>p</sub> = 65 l/s; H <sub>man</sub> = 12 m; η <sub>ges</sub> = 0,58; 50 % der Laufzeit	Q <sub>p</sub> = 44 l/s; H <sub>man</sub> = 17 m; η <sub>ges</sub> = 0,58; 50 % der Laufzeit	Q <sub>p</sub> = 19 l/s; H <sub>man</sub> = 15 m; η <sub>ges</sub> = 0,73; 100 % der Laufzeit	
Theor. Energieverbrauch [kWh/a]						
2017	2.205	1.323	2.845	2.729	2.385	11.488
2018	2.309	1.385	2.970	2.848	2.699	12.211
2019	2.706	1.624	2.271	2.178	2.290	11.068
Mittelwert	2.407	1.444	2.695	2.585	2.458	11.589

## 1.2 Spezifischer Stromverbrauch der Pumpwerke

Tabelle 4: Spezifischer Stromverbrauch der Pumpwerke

	PW Halen	PW Mühlengrund	PW Bahnhof	PW Büren
2017	11,3	3,8	4,2	2,5
2018	12,3	4,0	4,4	2,7
2019	9,5	3,8	4,2	2,5
Mittelwert	11,0	3,9	4,3	2,6



## 2. Optimierungsvorschläge

### 2.1 Energieverbrauch (Planung Stand)

#### 2.1.1 PW Halen

Tabelle 5: Ermittlung der theoretischen Laufzeiten

	FU-Steuerung der Pumpen				
	gemessene Abwassermenge [m <sup>3</sup> /a]	Q <sub>p</sub> = 12 l/s; H <sub>man</sub> = 25,0 m; η <sub>ges</sub> = 0,52; 60 % der Laufzeit		Q <sub>p</sub> = 14 l/s; H <sub>man</sub> = 30 m; η <sub>ges</sub> = 0,53; 40 % der Laufzeit	
		Abwassermenge bei Q <sub>p</sub> = 12 l/s (60%) [m <sup>3</sup> /a]	Laufzeit Pumpen [h]	Abwassermenge bei Q <sub>p</sub> = 14 l/s (40%) [m <sup>3</sup> /a]	Laufzeit Pumpen [h]
2017	83.387	50.032	1.158	33.355	662
2018	91.055	54.633	1.265	36.422	723
2019	70.435	42.261	978	28.174	559
Mittelwert	81.626	48.975	1.158	32.650	648

Tabelle 6: Theoretische Energieverbrauch

	Theor. Energie- verbrauch Q <sub>p</sub> = 12 l/s [kWh/a]	Theor. Energie- verbrauch Q <sub>p</sub> = 14 l/s [kWh/a]	Theor. Energie- verbrauch (ges.) [kWh/a]
2017	6.495	5.098	11.592
2018	7.092	5.566	12.658
2019	5.486	4.306	9.792
Mittelwert	6.357	4.990	<b>11.347</b>



**2.1.2 PW Mühlengrund und PW Bahnhof**

**Variante I**

**PW Bahnhof**

Tabelle 7: Ermittlung der theoretischen Laufzeiten

	Erneuerung der Pumpen				
	Abwassermenge bei $Q_p = 55$ l/s (gemessen, 90%) [m <sup>3</sup> /a]	$Q_p = 20$ l/s; $H_{man} = 20$ m; $\eta_{ges} = 0,49$ ; 70 % der Laufzeit		$Q_p = 40$ l/s; $H_{man} = 23$ m; $\eta_{ges} = 0,38$ ; 30 % der Laufzeit	
		Abwassermenge bei $Q_p = 20$ l/s (70%) [m <sup>3</sup> /a]	Laufzeit Pumpen [h]	Abwassermenge bei $Q_p = 40$ l/s (30%) [m <sup>3</sup> /a]	Laufzeit Pumpen [h]
2017	134.207	93.945	1.305	40.262	280
2018	141.422	98.996	1.375	42.427	295
2019	134.592	94.215	1.309	40.378	280
Mittelwert	136.741	95.718	1.329	41.022	285

Tabelle 8: Ermittlung theoretische Energieverbrauch

	Theor. Energie- verbrauch $Q_p = 20$ l/s [kWh/a]	Theor. Energie- verbrauch $Q_p = 40$ l/s [kWh/a]	Theor. Energie- verbrauch [kWh/a]
2017	10.353	6.580	16.933
2018	10.910	6.933	17.843
2019	10.383	6.599	16.981
Mittelwert	10.549	6.704	<b>17.252</b>

**PW Mühlengrund**

Tabelle 9: Ermittlung der theoretischen Laufzeiten bzw. theoretische Energieverbrauch

	Erneuerung der Pumpen			
	Abwasser- menge (gemessen) [m <sup>3</sup> /a]	$Q_p = 7$ l/s; $H_{man} = 14$ m; $\eta_{ges} = 0,42$ ; 100 % der Laufzeit		
		Abwassermenge bei $Q_p = 7$ l/s (100%) [m <sup>3</sup> /a]	Laufzeit Pumpen [h]	Theor. Energie- verbrauch bei $Q_p = 7$ l/s [kWh/a]
2017	14.912	14.912	592	1.342
2018	15.714	15.714	151	1.414
2019	14.955	14.955	143	1.346
Mittelwert	15.193	15.193	295	<b>1.367</b>



**Variante II**

**PW Bahnhof**

Tabelle 10: Ermittlung der theoretischen Laufzeiten bzw. theoretische Energieverbrauch

	Erneuerung der Pumpen			
	Q <sub>p</sub> = 30 l/s; H <sub>man</sub> = 16 m; η <sub>ges</sub> = 0,46; 100% der Laufzeit			
	Abwassermenge bei Q <sub>p</sub> (gemessen, 100 %) [m <sup>3</sup> /a]	Abwassermenge bei Q <sub>p</sub> = 30 l/s (100%) [m <sup>3</sup> /a]	Laufzeit Pumpen [h]	Theor. Energieverbrauch Q <sub>p</sub> = 30 l/s [kWh/a]
2017	134.207	134.207	1.243	12.604
2018	141.422	141.422	1.309	13.281
2019	134.592	134.592	1.246	12.640
Mittelwert	136.741	136.741	1.266	12.842

**PW Mühlengrund**

Tabelle 11: Ermittlung der theoretischen Laufzeiten

	Erneuerung der Pumpen				
	Abwassermenge (gemessen) [m <sup>3</sup> /a]	Q <sub>p</sub> = 37 l/s; H <sub>man</sub> = 16 m; η <sub>ges</sub> = 0,6		Q <sub>p</sub> = 52 l/s; H <sub>man</sub> = 17 m; η <sub>ges</sub> = 0,6; 100 % der Laufzeit	
		Abwassermenge bei Q <sub>p</sub> = 37 l/s (90%) [m <sup>3</sup> /a]	Laufzeit Pumpen [h]	Abwassermenge bei Q <sub>p</sub> = 52 l/s (10%) [m <sup>3</sup> /a]	Laufzeit Pumpen [h]
2017	149.119	134.207	1.008	14.912	80
2018	157.136	141.422	1.062	15.714	84
2019	149.547	134.592	1.010	14.955	80
Mittelwert	151.934	136.741	1.027	15.193	81

Tabelle 12: Ermittlung theoretische Energieverbrauch

	Theor. Energieverbrauch Q <sub>p</sub> = 37 l/s [kWh/a]	Theor. Energieverbrauch Q <sub>p</sub> = 52 l/s [kWh/a]	Theor. Energieverbrauch (ges.) [kWh/a]
2017	9.663	1.141	10.804
2018	10.182	1.202	11.385
2019	9.691	1.144	10.835
Mittelwert	9.845	1.162	<b>11.008</b>



**2.1.3 PW Büren**

Tabelle 13: Ermittlung theoretische Laufzeiten PW Büren

Erneuerung der Druckleitung; Erneuerung der P1 und P3; FU Regelung aller drei Pumpen					
	Abwasser- menge bei P2	Abwassermenge bei $Q_p = 51$ l/s (80%) [m <sup>3</sup> /a]	Laufzeit Pumpen [h]	Abwassermenge bei $Q_p = 68$ l/s (20%) [m <sup>3</sup> /a]	Laufzeit Pumpen [h]
2017	211.884	169.507	923	42.377	173
2018	225.195	180.156	981	45.039	184
2019	211.879	169.504	923	42.376	173
Mittelwert	216.319	173.055	943	43.264	177

Tabelle 14: Ermittlung theoretische Energieverbrauch PW Bahnhof

	Theor. Energie- verbrauch bei $Q_p = 51$ l/s [kWh/a]	Theor. Energie- verbrauch bei $Q_p = 68$ l/s [kWh/a]	gesamte Strom verbrauch [kWh/a]
2017	5.918	2.367	8.285
2018	6.290	2.516	8.806
2019	5.918	2.367	8.285
Mittelwert	6.042	2.417	<b>8.459</b>



## 2.2 Einsparpotential

### 2.2.1 Theoretischer Stromverbrauch

Tabelle 15: Theoretische Stromverbrauch (Ist Zustand) und Einsparung (Planung)

	PW Halen	PW Mühlengrund + PW Bahnhof (Variante I)	PW Mühlengrund + PW Bahnhof (Variante II)	PW Büren
Theor. Energieverbrauch Bestand [kWh/a]	14935 kWh/a	23815 kWh/a	23815 kWh/a	11589 kWh/a
Theor. Energieverbrauch Planung [kWh/a]	11347 kWh/a	18620 kWh/a	23849 kWh/a	8459 kWh/a
Einsparpotenzial [kWh/a]	3.587 kWh/a	5.195 kWh/a	-34 kWh/a	3.130 kWh/a
%	24,02%	21,81%	-0,14%	27,01%

### 2.2.2 Betriebskosten (Strom)

Tabelle 16: Energiekosten der betrachteten Pumpwerke

	PW Halen		PW Mühlengrund + PW Bahnhof			PW Büren	
	Bestand	Planung	Bestand	Planung (Variante I)	Planung (Variante II)	Bestand	Planung
gesamte Abwas- sermenge [m³/a]	81.626	81.626	151.934	151.934	151.934	216.319	216.319
Energieverbrauch [kWh/a]	14.935	11.347	23.815	18.620	23.849	11.589	8.459
Energiekosten (bei 0,21 €/kWh) [€]	3136,3	2382,9	5001,1	3910,2	5008,4	2433,7	1776,4
Energiekosten pro m³ Abwasser [€/m³]	0,0384	0,0292	0,0392	0,0257	0,0330	0,0113	0,0082





**2.2.3 CO2 Emissionen Einsparungen**

Tabelle 17: CO<sub>2</sub>-Einsparpotential für einzelne Pumpwerke

	PW Halen		PW Mühlengrund + PW Bahnhof			PW Büren	
	Bestand	Planung	Bestand	Planung (Variante I)	Planung (Variante II)	Bestand	Planung
Energieverbrauch [kWh/a]	14.935	11.347	23.815	18.620	23.849	11.589	8.459
CO <sub>2</sub> -Emissionen (bei 537 g/kWh) [t/a]	8,0	6,1	12,8	10,0	12,8	6,2	4,5
<b>Einsparpotential [t/a]</b>	<b>1,9</b>			<b>2,8</b>	<b>0,0</b>	<b>1,7</b>	

Tabelle 18: Gesamt CO<sub>2</sub>-Einsparpotential für aller betrachteten Pumpwerken

	Energieverbrauch [kWh/a]	CO <sub>2</sub> -Emissionen (bei 537 g/kWh, g) [t/a]	Einsparpotential [kWh/a]	Einsparpotential [t/a]	Einsparpotential [-]
Bestand	50.339	27,0			
Planung (Variante I bei PW Mühlengrund und PW Bahnhof)	38.426	20,6	<b>11.913</b>	<b>6,4</b>	<b>24%</b>
Planung (Variante II bei PW Mühlengrund und PW Bahnhof)	43.656	23,4	<b>6.683</b>	<b>3,6</b>	<b>13%</b>