GEMEINDE LOTTE

POTENZIALSTUDIE DER PUMPWERKE IN DER GEMEINDE LOTTE

– ERLÄUTERUNGEN –

Projekt: 100418

SCHRIFTLICHER TEIL

- **ERLÄUTERUNGEN**
- **VERBRAUCHBERECHNUNG**
- **KOSTENSCHÄTZUNG**
- **HYDROTECNISCHE BERECHNUNG**
- **ZUSAMMENFASSUNG**

April 2021

GEMEINDE LOTTE

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

Projekt Nr.: **100418**

ERLÄUTERUNGEN

Büro Rheinland-Pfalz:
Landauer Straße 109, 67434 Neustadt / Wstr.
Tel.: 0 63 21 / 91 81-0, Fax: 0 63 21 / 91 81 71
E-Mail info@ifa-consult.de

Büro Niedersachsen:
Auf der Riehe 11, 31555 Suthfeld
Tel./Fax: 0 57 23 / 7 98 02 45
www.ifa-consult.de

Inhaltsverzeichnis:

		Seite
1.	Anlass	5
2.	Allgemeine Grundlagen	6
2.1	Planungsunterlagen	6
2.2	Bestandserfassung (Ist–Zustand)	8
2.2.1	Abwasseranfall	10
2.2.2	Hydraulik	11
2.2.3	Energetische Bewertung	16
3.	Ergebnis der Überprüfung	19
4.	Optimierungsmöglichkeiten	21
4.1	PW Halen	21
4.2	PW Mühlengrund und PW Bahnhof	23
4.2.1	Variante I	23
4.2.2	Variante II	26
4.3	PW Büren	29
5.	Energetische Bewertung der empfohlenen Maßnahmen	31
5.1	Theoretischer Energieverbrauch	31
5.2	Einsparpotential	34
5.2.1	Theoretischer Stromverbrauch	34
5.2.2	Betriebskosten (Strom)	35
5.2.3	CO_2 Emissionen Einsparungen	35
6.	Maßnahmen und zugehörige Kostenbetrachtungen	37
6.1	PW Halen	39
6.1.1	Investitionskosten	39
6.1.2	Betriebskosten	39
6.1.3	Kostenbarwertbetrachtung	39
6.2	Pumpwerk Mühlengrund und Pumpwerk Halen	41
6.2.1	Investitionskosten	41
6.2.2	Betriebskosten	43
6.2.3	Kostenbarwertbetrachtung	43

6.3 PW Büren *45*

6.3.1 Investitionskosten *45*

6.3.2 Betriebskosten *45*

6.3.3 Kostenbarwertbetrachtung *46*

7. Maßnahmenkatalog 47

8. Zusammenfassung 49

10. Literaturangaben 50

1. Anlass

Die anfallenden Abwässer der Ortsteile „Halen“ „Wersen“ und „Büren“ der Gemeinde Lotte werden über ein Netzwerk von Druckleitungen und Freigefällekanälen bis zur Kläranlage (KA) „Wersen“ gefördert. Vom Pumpwerk (PW) „Halen“ wird das Abwasser über eine Druckleitung (Länge = ca. 3.085 m) bis zur KA „Wersen“ transportiert. Im Ortsteil „Wersen“ sind die Pumpwerke „Mühlengrund“, „Bahnhof“, und „Heuers Moor“ vorhanden. Das PW „Heuers Moor“ fördert das Abwasser aus einem Gewerbegebiet (siehe Bild 1) und wird bei dieser Studie nicht berücksichtigt. Das PW „Büren“ befindet sich im Ortsteil „Büren“.

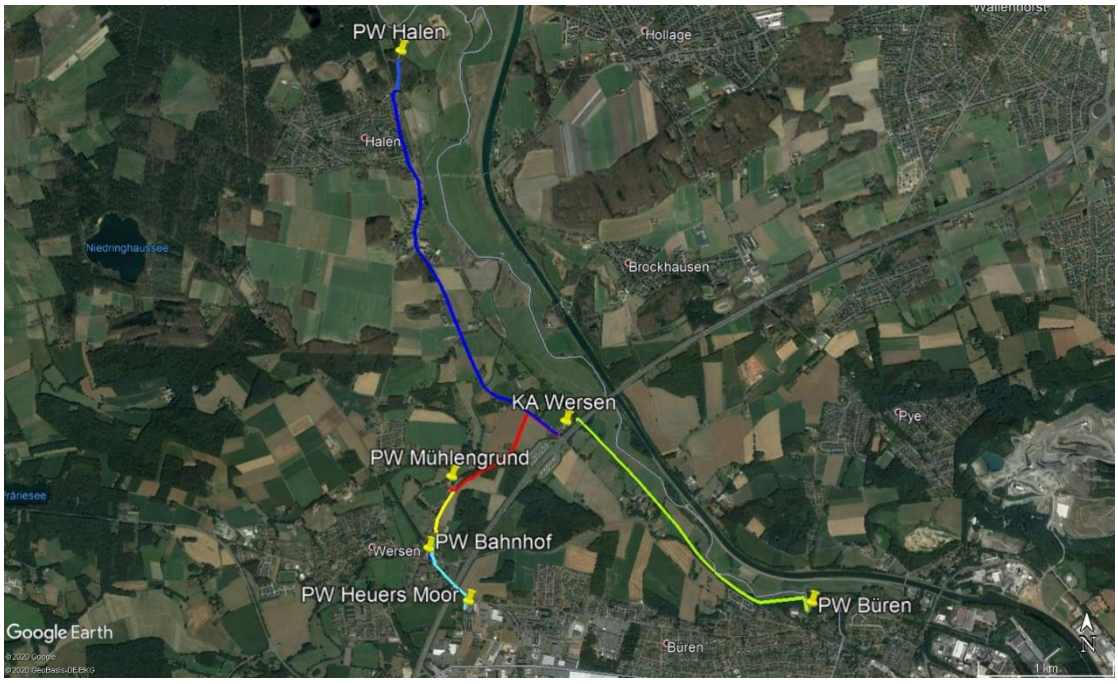

Bild 1: Luftaufnahme vom Betrachtungsgebiet [Quelle: GOOGLE EARTH]

Von dem Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit werden gutachterliche Untersuchungen zur Erstellung von Klimaschutzteilkonzepten, bei denen Möglichkeiten zur Reduktion des CO_2-Ausstoßes aufgezeigt werden, gefördert. Das Ingenieurbüro **i f a consult gmbh** wurde beauftragt eine Potenzialstudie zu erstellen, um eine Optimierungsmöglichkeit für die Abwasserableitung aus den Ortsteilen – Halen, Wersen und Büren zu untersuchen.

Ziel dieser Studie ist es die Bestandssituation zu erfassen, die Einsparpotentiale abzuschätzen und Optimierungsvorschläge zu erarbeiten.

2. Allgemeine Grundlagen

2.1 Planungsunterlagen

Für den Entwurf wurden von der Gemeinde Lotte folgende Unterlagen zur Verfügung gestellt und verwendet:

Allgemeine Unterlagen:

- Kanalisationspläne der Gemeinde Lotte – Bestandsplan SW-Netz, Ortsteile Wersen und Büren vom September 2017, Maßstab 1: 2.500, überreicht durch Gemeinde, August/ November 2020
- Pumpwerk Halen – LV-Auszug vom 2007, Bilddokumentation vom 2008, überreicht durch Ingenieurbüro Frilling + Rolfs Gmbh, Juni 2020
- Längsschnitte der bestehenden Druckleitung PW „Halen“, überreicht durch Gemeinde Lotte, Januar, 2019
- Bestandspläne der Druckleitung Halen, erstellt durch Fa: H.K.D. Gerberding Beton- und Tiefbau GmbH vom 2018
- Pumpwerk Mühlengrund, Wersen – LV-Auszug vom 2007, Bilddokumentation vom 2008, überreicht durch Ingenieurbüro Frilling + Rolfs Gmbh, Juni 2020
- Längsschnitte der Druckleitung – Mühlengrund, Wersen, erstellt durch Ing. – Büro Wieferig u. Frilling. Vechta, Maßstab 1:2000/200, überreicht durch Ingenieurbüro Frilling + Rolfs Gmbh, Juni 2020
- Anschreiben und Pumpendetails von der Fa. KSB über „Optimierung PW Bahnhof in der Gemeinde Lotte“ vom 2017, überreicht durch Ingenieurbüro Frilling + Rolfs Gmbh, Juni 2020
- Auswertung der Abwassermengen von 2015 bis 2016 von den Pumpwerken – Halen, Mühlengrund, Bahnhof und Büren, überreicht durch Ingenieurbüro Frilling + Rolfs Gmbh, Juni 2020
- Pumpenbetriebsstunden und MID Daten von den Pumpwerken – Halen, Mühlengrund, Bahnhof und Büren (monatlich) vom 2017 bis 2019, überreicht durch Gemeinde Lotte, Juli, 2020
- Längsschnitte der bestehenden Druckleitung PW „Büren“, erstellt durch Ing. -Büro Wieferig und Frilling. Vechta im Jahr 1985, Maßstab 1 :2000/200
- Systemskizze des Betrachtungsgebiet erstellt durch ifa consult, 2019

Weiterhin sind folgende Daten, die für die weitere Betrachtung von Relevanz sind, aus den überreichten Unterlagen entnommen, bzw. der **i f a consult gmbh** bekannt gegeben worden:

Vorhandene Pumpstationen und Fabrikate:

Pumpwerk	Fabrikat	P [kW]	$Q_{P, theo.}$ (ca.) [l/s]	$H_{man,P}$ (ca.) [m]
PW Halen	2 x Fa. Hidrostal D080-S03RE+DDM1X-M160	6,5	15,0	37,0
PW Mühlengrund	2 x Fa. KSB F Sewatec 100 250	7,5	30,0	13,0
PW Bahnhof	2 x Fa. Sulzer AFP 1033 50 Hz	16,9	51,1	16,8
PW Büren	P1 - 1 x Fa. KSB Sewatec D 100-251G 3 HZ 160M 04	11,0	53,0	11,2
	P2 - 1 x Fa. KSB Sewatec D 100-251	11,0	50,5	10,2
	P3 - 1 x Fa. KSB Sewatec K 100-250	7,50	42,0	10,2

Vorhandene Druckleitungen:

	Dimensionen	Innendurchmesser D_i [mm]	Länge [m]
PW Halen	Stat. 0 + 00 bis 0 + 764 km PVC-U DN 150	144,6	764
	Stat. 0 + 764 bis 2 + 835 km PE 180 x 16,4 mm SDR 11	147,2	2.071
	Stat. 2 + 835 bis 3 + 085 km PE 315 x 28,6 mm SDR 11	257,8	250
PW Mühlengrund	Stat. 0 + 00 bis 0 + 976 km PVC DN 250	253,2	976
	Stat. 0 + 976 bis 1 + 226 km PE 315 x 28,6 mm	257,8	250
	Stat. 1 + 226 bis 1 + 231 km PVC DN 250	253,2	5
PW Bahnhof	PE 250 x 22,7 mm	204,6	190
PW Büren	PVC DN 300	285,0	2.671

2.2 Bestandserfassung (Ist–Zustand)

Im Betrachtungsgebiet werden die Abwässer aus den PW Halen, PW Mühlengrund, PW Bahnhof und PW Büren der Kläranlage (KA) Wersen zugeführt. Die Entwässerung erfolgt im Trennsystem.

Die Druckleitung „Halen“ wurde teilweise in den vergangenen Jahren erneuert (PE 180 x 16,4 mm SDR 11, L= 2.321 m). Die erste Strecke vom PW Halen bis ca. Ortseingang mit einer Länge von ca. 764 m besteht aus PVC-Leitung (DN 150).

Vom Pumpwerk (PW) „Bahnhof“ wird das Abwasser unter der Bahnlinie Osnabrück – Bremen über eine Druckleitung (Länge = ca. 190 m), bis zum nächsten Freigefällekanal (DN 400; Länge = ca. 365 m) in den Mühlengrund Weg gefördert. Zudem fließt das Abwasser aus einem Pumpwerk „Heuers Moor“ zum Freigefällekanal. Das gesamte Abwasser wird mittels des Freigefällekanals bis zum PW Mühlengrund abgeleitet. Vom PW Mühlengrund wird das Abwasser mittels einer ca. 1.226 m langen Abwasserdruckleitung (PVC DN 250) direkt zur Kläranlage Wersen gefördert. Nach Aussage der Gemeinde Lotte kommt es im Regenwetterfall zeitweise zu Rückstauproblemen beim PW Mühlengrund.

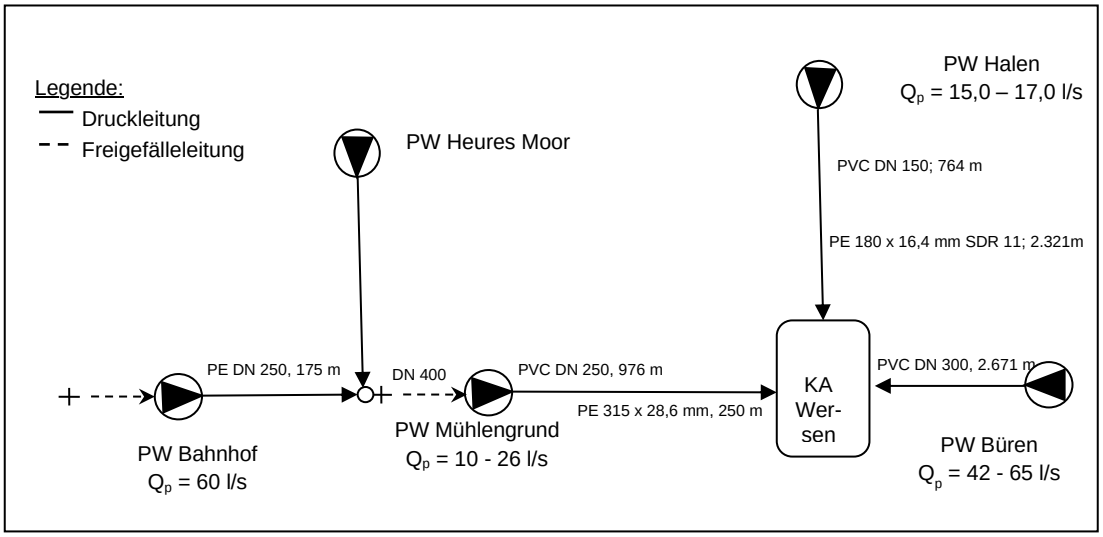

Bild 2: Systemskizze der zu betrachtenden Pumpwerke im Einzugsgebiet Kläranlage Wersen

Über das PW Büren wird das Abwasser aus dem Ortsteil „Büren“ abgeleitet. Die Druckleitung Büren (PVC DN 300, Länge = 2.671 m) verläuft in nordwestliche Richtung unter der Autobahn (A1) bis zur Kläranlage Wersen.

Nachfolgende Tabelle erfasst die Details über den betrachteten Pumpwerken:

Tabelle 1: Überblick an den betrachteten Pumpwerken:

	PW Halen	PW Mühlengrund	PW Bahnhof	PW Büren
Abwasser	aus Ortsteil Halen	aus PW Bahnhof + 12 Häuser+ PW Heuers Moor	aus Ortsteil Wersen	aus Ortsteil Büren
Pumpen	Fa. Hidrostal Q_P = 15,0 l/s	Fa. KSB Q_P = 30,0 l/s	Fa. Sulzer Q_P = 51,1 l/s	Fa. KSB Q_{P1} = 53,0 l/s Q_{P2}= 50,5 l/s Q_{P3} = 42,0 l/s
Messtechnik	MID vorhanden	MID vorhanden	keine MID vorhanden	MID vorhanden
Grad der Automatisierung	Frequenzumrichter	Stern - Dreieck	Stern - Dreieck	Stern - Dreieck
Baujahr - Bauwerk	1985 - 1987	1985 - 1987	1972	ca. 1986
Baujahr Pumpen	2008	1999	2008	2007 (P1) 2016 (P2) 1998 (P3)
Baujahr Druckleitung	1985 – 1987, teilweise erneuert	1985 – 1987, teilweise erneuert	1972	ca. 1986
Personalsituation	Personalintensiv auch im Notdienst	Personalintensiv auch im Notdienst	Personalintensiv auch im Notdienst	tägliche Kontrolle, vierteljährliche Reinigung
Wartungsaufwand	Wartungsintensiv	Wartungsintensiv	Wartungsintensiv	Normaler Wartungsaufwand

(Hinweis: Pumpen mit Frequenzumrichter (Drehzahlregelung) sind in der Lage eine definierte Förderwassermenge bei unterschiedlichen Gegendrücken in der Leitung zu erbringen)

2.2.1 Abwasseranfall

Für den theoretischen Abwasseranfall wird von einem Tagesverbrauch von 125 l/E x d je Einwohner ausgegangen. Die angeschlossenen Einwohner an die betrachteten Pumpwerke PW Halen (Ortsteil Halen), PW Mühlengrund um PW Bahnhof (Ortsteil Wersen) wurden aus dem Bericht „Wohnbau- und Gewerbeflächenkonzept für die Gemeinde Lotte 2019“ entnommen. Für das Pumpwerk Büren werden die angeschlossenen Einwohner durch die Gemeinde Lotte bekanntgegeben. Zur Bestimmung des Fremdwasseranteils wurde der theoretische Schmutzwasseranfall vom gemessenen maximalen Abwasserzufluss in der Kläranlage abgezogen. Der maximale Spitzenzufluss wird unter der Annahme eines 8-Stundenmittels berechnet. Die theoretischen Abwasseranfälle bzw. Spitzenzuflüsse werden herangezogen, um die notwendigen Fördermengen der jeweiligen Pumpwerke abzuschätzen.

Tabelle 2: Theoretischer Abwasseranfall der betrachteten Pumpwerke:

	Trockenwetter			Regenwetter				
	Angeschl. Einwohner (Annahme) [E]	SW-Anfall bei 125 l/(E*d) [m³/a]	Spitzen zufluß in 8h [l/s]	FW-Anfall [%]	FW-Anfall x % * SW [m³/a]	FW-Anfall [l/s]	AW-Anfall (SW + FW) [m³/a]	Gesamt abfluß [l/s]
PW Halen	1.355	61.822	5,9	59%	36.475	1,16	98.297	7,0
PW Mühlengrund + 12 Häuser + PW Heuers Moor+ PW Bahnhof	2.944	134.320	12,8	33%	44.326	1,41	178.646	14,2
PW Bahnhof	2.896	132.130	12,6	39%	51.531	1,63	183.661	14,2
PW Büren	4.515	205.997	19,6	71 %	146.258	4,64	352,255	24,2

Theoretisch wird für das PW Halen und PW Büren eine Abwassermenge von Q_{soll} = 7 l/s bzw. 25 l/s erwartet. Für die Pumpwerke Mühlengrund und Bahnhof ist theoretisch ein Q_{soll} Wert von 15 l/s ausreichend.

Um Ablagerungen in der Druckleitung zu vermeiden empfiehlt die DWA-A 116-3, dass mindestens einmal pro Tag die sogenannte Mindestfließgeschwindigkeit (siehe Tabelle 3) entweder bei der Abwasserförderung oder durch eine Druckluftspülung erreicht werden soll.

Tabelle 3: Mindestfließgeschwindigkeiten zur Vermeidung von Ablagerungen (gem. DWA-A 116-3)

Druckleitungen bis	Mindestfließgeschwindigkeiten (DWA-A 116-3) [m/s]
DN 100	0,70
DN 150	0,80
DN 200	0,9
DN 250	1,0
DN 300	1,0

Anhand der theoretischen Abwasseranfälle und der benötigten Fördermengen zur Erreichung der Mindestfließgeschwindigkeit wird für die betrachteten Pumpwerke nachfolgende Mindestfördermengen empfohlen:

Tabelle 4: Theoretische Mindestfördermengen und die empfohlenen Fördermengen zur Erreichung der Mindestfließgeschwindigkeit

Pumpwerk	theor. Fördermenge (mind.) [l/s]	Fördermenge zur Erreichung der Mindestfließgeschwindigkeit [l/s]
PW Halen	7,0	14,0
PW Mühlengrund	15,0	52,0
PW Bahnhof	15,0	30,0
PW Büren	25,0	64,0

2.2.2 Hydraulik

Zur hydraulischen Überprüfung der vorhandenen Pumpwerke wurden folgende Lastfälle angenommen:

- Druckleitung ist komplett mit Abwasser gefüllt,
- Berücksichtigung der Lufteinschlüsse an den Hochpunkten.

Die Berechnung und Überprüfung der vorhandenen Abwasserpumpen setzt sich aus der geodätischen Höhendifferenz und den Reibungsverlusten zusammen. Die Höhenkoten sind teilweise aus Google Earth entnommen worden. Es wird darauf hingewiesen, dass es zu Differenzen zwischen tatsächlichen und theoretischen Verhältnissen kommen kann. Als Betriebsrauheit wird für Druckrohrleitungen ein k_b - Wert von 0,25 mm angenommen. Die Berechnung der einzelnen Lastfälle erfolgt mit einem EDV-Programm.

Für örtliche Verluste (durch Schieber, Krümmer, etc.) in den Pumpwerken wird eine Verlusthöhe von 1,00 m angenommen.

PW Halen

Das PW Halen fördert den zu erwartenden Schmutzwasseranfall aus dem Ortsteil „Halen“. Die Förderung erfolgt mit Pumpen der Fa. Hidrostal. Auf dem nachfolgenden Bild ist der angenommene Leitungsverlauf der Druckleitung Halen dargestellt.

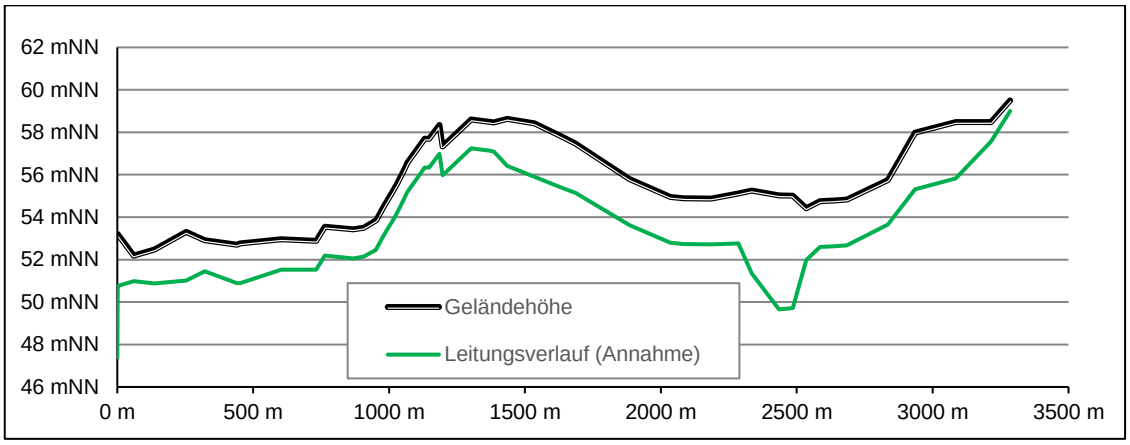

Bild 3: Anzunehmender Druckleitungsverlauf PW Halen

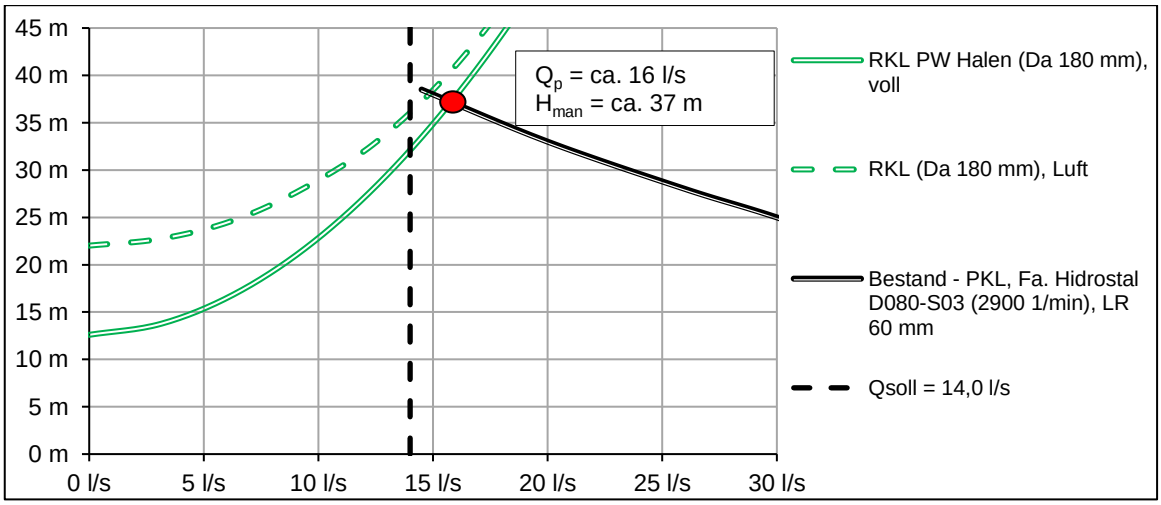

Bild 4: Rohr- und Pumpenkennlinie PW „Halen“

Ergebnis

Gemäß der Rohr- und Pumpenkennlinie sind die Pumpen für den theoretischen Abwasseranfall ausreichend. An dieser Stelle ist anzumerken, dass die Pumpenleistung (Q_p = ca. 16 l/s) über der empfohlenen Fördermenge (Q_{soll} = 14,0 l/s, siehe Tabelle 4) liegt. Die Pumpen des PW Halen sind mit Frequenzumrichtern ausgestattet und daher in der Lage, eine definierte Förderwassermenge bei unterschiedlichen Gegendrücken in der Leitung zu erbringen. Allerdings ist eine FU-Steuerung der vorhandenen Pumpen nicht möglich, weil der Betriebspunkt der Pumpen im

Grenzbereich liegt. Idealerweise sollte der Betriebspunkt einer Pumpe in der Mitte der Pumpenkennlinie liegen.

PW Mühlengrund

Das PW Mühlengrund erhält das Abwasser aus den PW „Bahnhof“ und PW „Heures Moor“. Zusätzlich wird das Abwasser aus ca. 12 Häusern an das PW „Mühlengrund“ abgeleitet. 90 Prozent des gesamten Abwassers beim PW Mühlengrund fallen beim PW „Bahnhof“ an. Die restlichen ca. 10 Prozent des Abwassers stammen aus dem PW „Heuers Moor“ und der 12 Häuser. Die Förderung erfolgt mit zwei Pumpen der Firma KSB.

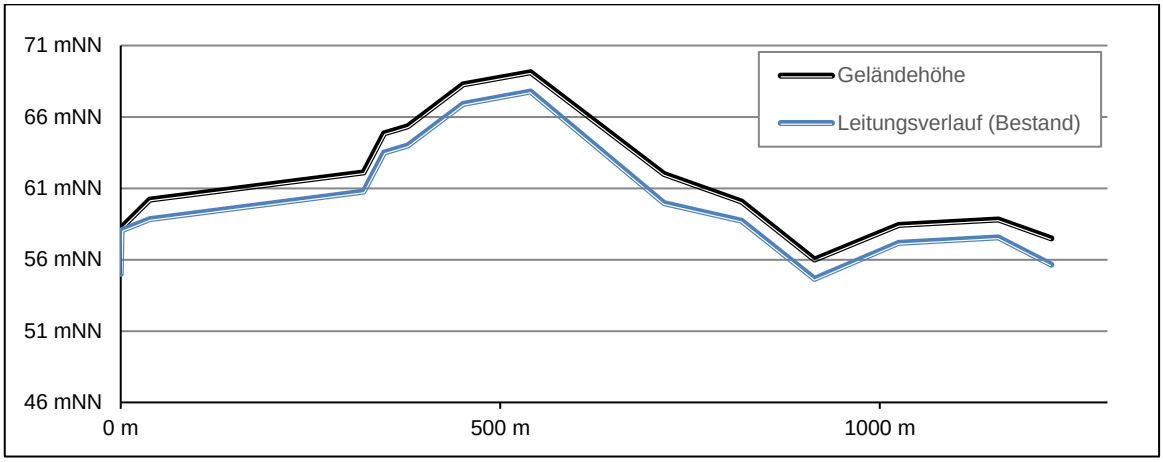

Bild 5: Anzunehmender Druckleitungsverlauf PW Mühlengrund

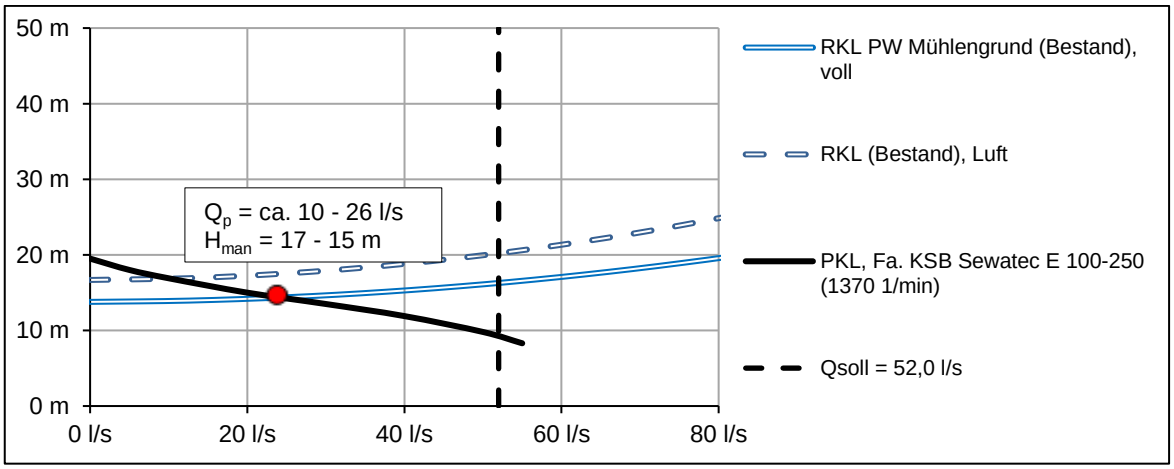

Bild 6: Rohr- und Pumpenkennlinie PW „Mühlengrund“

Ergebnis

Die Pumpen des Pumpwerks „Mühlengrund“ fördern im Bereich von Q_p = ca. 10 l/s – 26 l/s. Obwohl die Pumpen für den theoretischen Abwasseranfall ausreichend sind, sind sie nicht in der Lage, die empfohlene Fließgeschwindigkeit (v = ca. 1,0 m/s bei Q_p = 52 l/s) in der Druckleitung zu erbringen.

PW Bahnhof

Das anfallende Abwasser vom Ortsteil „Wersen“ wird an das PW Bahnhof abgeleitet. Beim PW Bahnhof sind Pumpen der Fa. Sulzer vorhanden.

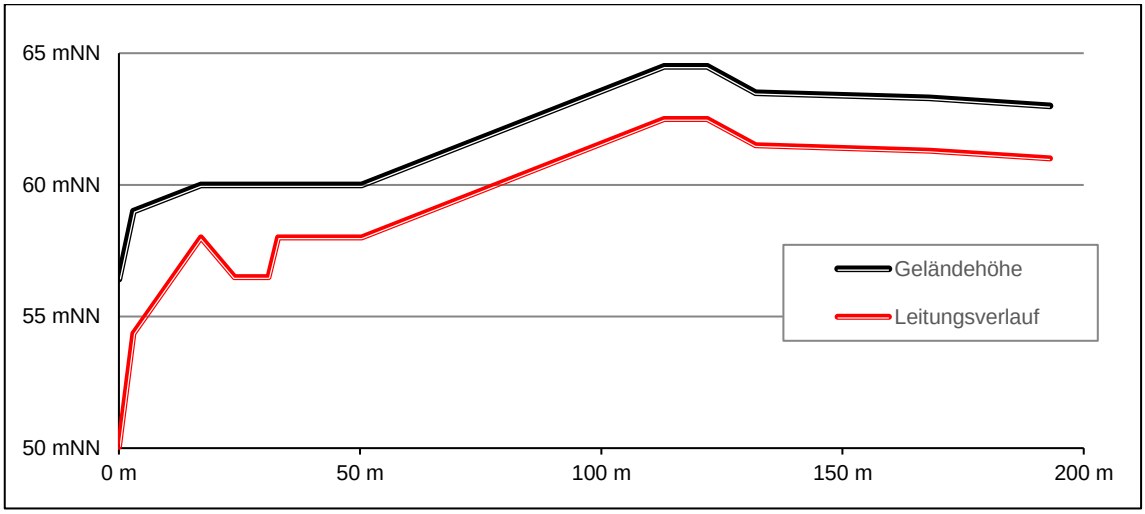

Bild 7: Anzunehmender Druckleitungsverlauf PW Bahnhof

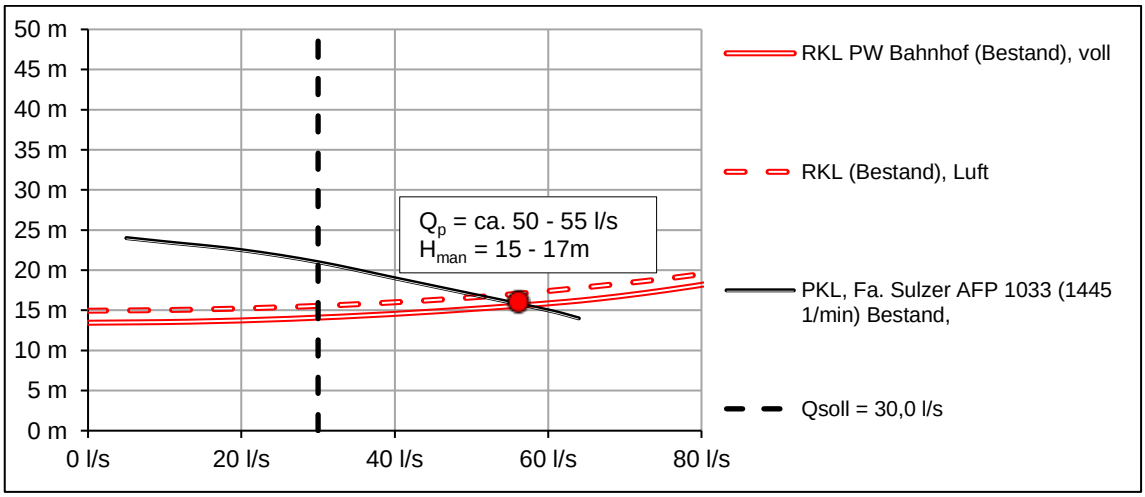

Bild 8: Rohr- und Pumpenkennlinie PW „Bahnhof“

Ergebnis

Gemäß der Rohr- und Pumpenkennlinie fördern die Pumpen des PW „Bahnhof“ Qp = 55 l/s. Im Hinblick auf das anfallende Abwasser und der empfohlene Abwassermenge zur Erreichung der Mindestfließgeschwindigkeit (siehe Tabelle 4) sind die Pumpen überdimensioniert und können optimiert werden. Auch hierzu anzumerken ist, dass der Betriebspunkt nicht mittig liegt.

Die maximale Fördermenge der Pumpen beim PW Mühlengrund beträgt ca. 50 % der max. Fördermenge des Pumpwerks Bahnhof auf ($Q_{p\ \text{Mühlengrund, max.}}$ = 26 l/s; $Q_{p;\ \text{Bahnhof, max.}}$ = 55 l/s). Die Überprüfung der Hydraulik der betrachteten Pumpwerke hat die Rückstauprobleme beim PW Mühlengrund bestätigt.

PW Büren

Beim PW Büren sind drei unterschiedliche Fabrikate der Fa. KSB eingebaut. Auf dem nachfolgenden Bild ist der Leitungsverlauf der Druckleitung Büren dargestellt.

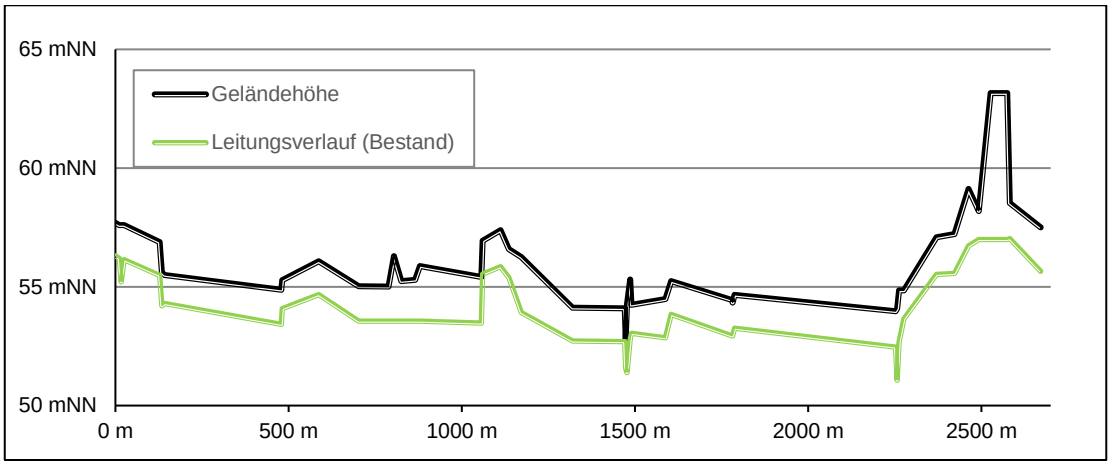

Bild 9: Anzunehmender Druckleitungsverlauf PW Büren

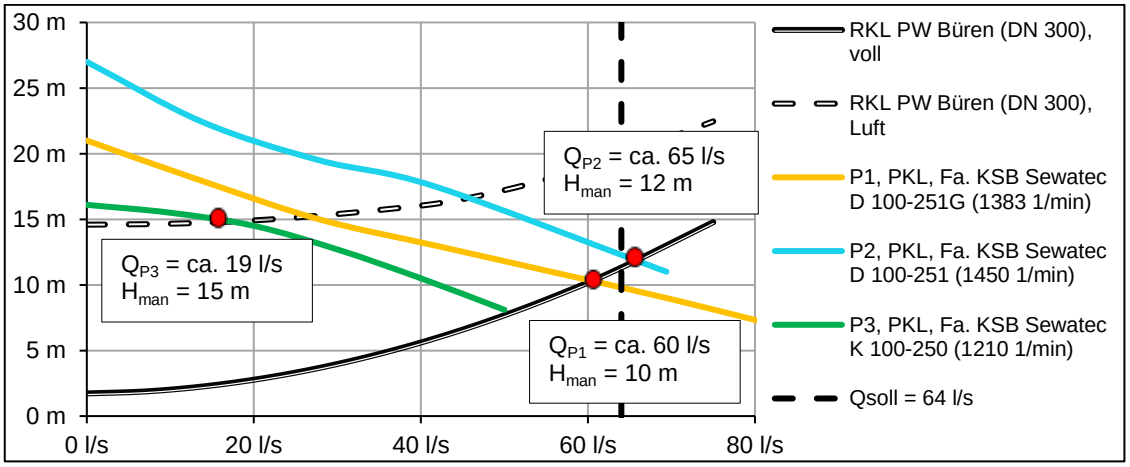

Bild 10: Rohr- und Pumpenkennlinie PW „Büren“

Ergebnis

Gemäß der Rohr- und Pumpenkennlinie ist die Pumpe 3 (Baujahr – 1998) für die Druckleitung nicht optimal ausgelegt. Sie fördert eine Fördermenge von Q_p = ca. 19,0 l/s in der Druckleitung mit Lufteinschlüsse (ohne Entlüfter). Die Fördermenge der Pumpe 2 (Baujahr 2016) und P1 (Baujahr 2007) beträgt ca. Q_p = 60,0 bis 65,0 l/s (ohne Luft). Die Pumpe 2 ist sowohl für den theoretischen Abwasseranfall als auch für die Erreichung der empfohlene Mindestfließgeschwindigkeit ausreichend.

Die Pumpen, P1 und P3, sind abgeschrieben. Es wird empfohlen, diese im Laufe der Zeit zu erneuern.

2.2.3 Energetische Bewertung

Für die Energetische Betrachtung wurden uns die gemessenen Abwassermengen, sowie die Betriebsstunden der Pumpwerke der letzten drei Jahre (2017-2019) von der Gemeinde Lotte übergeben.

Auf Grundlage der gemessenen Abwassermengen und der ermittelten manometrischen Höhen der Pumpen (siehe Kapitel 2.2.2) wurde der spezifische Stromverbrauch pro Einwohner und Jahr ermittelt und mit Vergleichszahlen für Abwasserhebewerke, gemäß DWA-A 216, verglichen. Nachfolgende Formel wurde zur Ermittlung des Stromverbrauchs verwendet:

$$E = \frac{Q h_{man} 2{,}7}{\eta_{pumpe} \eta_{Motor}}$$

Q	Volumenstrom [m³/a²]
h_{man}	Manometrische Höhe [m]
η_{pumpe}	hydraulischer Wirkungsgrad Pumpe
η_{Motor}	Wirkungsgrad Motor

PW Halen

Tabelle 5: Theoretisches Einsparpotential gem. DWA-A 216 – PW Halen

	Stromverbrauch [kWh/a]	Spezif. Stromverbrauch bei 1.355 E [kWh/E*a]	Vergleichswert (50 %) gem. DWA-A 216 [kWh/E*a]	Differenz [kWh/E*a]
2017	15.257	11,3	3,3	8,0
2018	16.660	12,3	3,3	9,0
2019	12.887	9,5	3,3	6,2
Mittelwert	14.935	11,0	-	7,7

Ergebnis:

Der mittlere Stromverbrauch pro Jahr liegt bei dem Pumpwerk Halen bei ca. **14.935 kWh**. Gemäß DWA-A 216 (Anhang B) liegt der spezifische Stromverbrauch bei 50 Prozent der in Deutschland untersuchten Abwasserhebewerke bei ca. 3,3 kWh/E*a., was einem spezifischen Stromverbrauch von ca. 11 kWh/E*a entspricht. Aus theoretischer Sicht kann hier durch entsprechende Optimierungen eine signifikante Menge an Energie eingespart werden.

PW Mühlengrund

Tabelle 6: Theoretisches Einsparpotential gem. DWA-A 216 – PW Mühlengrund

	Stromverbrauch [kWh/a]	Spezif. Stromverbrauch bei 2944 E [kWh/E*a]	Vergleichswert (50 %) gem. DWA-A 216 [kWh/E*a]	Differenz [kWh/E*a]
2017	11.184	3,8	3,3	0,5
2018	11.785	4,0	3,3	0,7
2019	11.216	3,8	3,3	0,5
Mittelwert	11.395	3,9	-	0,6

Ergebnis:

Beim Pumpwerk „Mühlengrund“ liegt der mittlere Stromverbrauch pro Jahr bei ca. **11.395 kWh**, der spezifische Stromverbrauch beträgt ca. 3,9 kWh/E*a. Eine Abweichung von ca.0,6 kWh/E*a im Vergleich zum Idealwert ist nicht als kritisch anzusehen.

PW Bahnhof

Tabelle 7: Theoretisches Einsparpotential gem. DWA-A 216 – PW Bahnhof

	Stromverbrauch [kWh/a]	Spezif. Stromverbrauch bei 2896 E [kWh/E*a]	Vergleichswert (50 %) gem. DWA-A 216 [kWh/E*a]	Differenz [kWh/E*a]
2017	12.190	4,2	3,3	0,9
2018	12.845	4,4	3,3	1,1
2019	12.225	4,2	3,3	0,9
Mittelwert	12.420	4,3	-	1,0

Ergebnis:

Beim Pumpwerk „Bahnhof“ liegt der mittlere Stromverbrauch pro Jahr bei ca. **12.420 kWh**, der spezifische Stromverbrauch beträgt ca. 4,3 kWh/E*a. D.h. es ergibt sich ein theoretisches Einsparvolumina von rund 20 %.

PW Büren

Zur Berechnung des Stromverbrauchs der einzelnen Pumpen beim PW Büren können die gemessenen Abwassermengen nicht verwendet werden, da jede Pumpe unterschiedliche Leistungen aufweisen. Die Laufzeiten und Förderleistung der Pumpen, gemäß der Hydraulik, wurden zur Berechnung der Abwassermenge verwendet, die weiterhin zur Bestimmung des Energiebedarfs herangezogen wurde.

Tabelle 8: Ermittlung der geförderten Abwassermenge einzelne Pumpen beim PW Büren

				P1		P2		P3	P1+P2+P2	
	Lauf-zeit P1 [h]	Lauf-zeit P2 [h]	Lauf-zeit P3 [h]	Abwasser-menge bei Qp = 60 l/s (ges.) (50%) [m³/a]	Abwasser-menge bei Qp = 24 l/s (ges.) (50%) [m³/a]	Abwasser-menge bei Qp = 65 l/s (ges.) (50%) [m³/a]	Abwasser-menge bei Qp = 44 l/s (ges.) (50%) [m³/a]	Abwasser-menge bei Qp = 19 l/s (ges.) (100%) [m³/a]	theo. berechnete Abwasser-menge [m³/a]	gemessene Abwasser-menge [m³/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
Mittel-wert	603	412	648	65.076	26.030	48.251	32.662	44.300	216.319	215.545

Tabelle 9 + 10: Theoretisches Einsparpotential gem. DWA-A 216 – PW Büren

	P1		P2		P3	
	Q_p = 60 l/s; H_{man} = 10 m; η_{ges} = 0,73; 50 % der Laufzeit	Q_p = 24 l/s; H_{man} = 15 m; η_{ges} = 0,73; 50 % der Laufzeit	Q_p = 65 l/s; H_{man} = 12 m; η_{ges} = 0,58; 50 % der Laufzeit	Q_p = 44 l/s; H_{man} = 17 m; η_{ges} = 0,58; 50 % der Laufzeit	Q_p = 19 l/s; H_{man} = 15 m; η_{ges} = 0,73; 100 % der Laufzeit	P1+P2+P3
	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

	Spezif. Stromver-brauch bei 4515 E [kWh/E*a]	Vergleichswert (50 %) gem. DWA-A 216 [kWh/E*a]	Differenz [kWh/E*a]
2017	2,5	3,3	-0,8
2018	2,7	3,3	-0,6
2019	2,5	3,3	-0,8
Mittelwert	2,6	3,3	-0,7

<u>Ergebnis:</u>

Der mittlere Stromverbrauch pro Jahr beim PW Büren liegt bei ca. **11.589 kWh**. Der mittlere spezifische Stromverbrauch liegt unter dem Idealwert und beträgt 2,6 kWh/E*a. Der Energieverbrauch ist gegenüber vergleichbaren Pumpwerken als gering zu bezeichnen.

3. Ergebnis der Überprüfung

Aus **hydraulischer Sicht** ist beim Pumpwerk Bahnhof sowie beim Pumpwerk Halen nicht mit Problemen zu rechnen. Die bekanntgegebene Leistung der Pumpen beim Mühlengrund ist jedoch für Lufteinschlüsse (ohne Entlüfter) in der Druckleitung nicht ausreichend ausgelegt. Beim PW Büren weisen zwei von drei Pumpen (P1 und P2) ausreichende Leistung auf. Die Pumpe P3 ist nicht in der Lage die erforderlichen Fördermengen in der Druckleitung zu erbringen und es wird daher empfohlen diese auszutauschen.

Nach Aussage der Gemeinde Lotte kann es bei dem PW Mühlengrund zu Rückstauereignissen, insbesondere bei Regenwetter, im Kanalnetz kommen. Tritt dieser Fall auf, wird durch Mitarbeiter der KA Wersen die Förderleistung beim PW Bahnhof reduziert, z.B. wird eine Pumpe zeitweise abgestellt. Sobald die Wasserspiegellage beim PW Mühlengrund gesunken ist, wird die Pumpe im PW Bahnhof wieder zugeschaltet. Die Ursache hierfür ist die höhere Förderleistung der Pumpen des PW Bahnhof im Vergleich zu den Pumpen des PW Mühlengrund (siehe Bilder 6 und 8), sowie das Alter der Pumpen im PW Mühlengrund. Im Laufe der Zeit ist mit einer Abnutzung der Pumpen zu rechnen und damit mit einem daher einhergehenden Leistungsrückgang der Pumpen. Bei der Erneuerung der Pumpen des PW Mühlengrund ist für die Planung ein gemeinsames Konzept für die Pumpwerke Mühlengrund und Bahnhof notwendig.

Aus energetischer Sicht verbraucht das PW Halen die höchste Energie von ca. 11,0 kWh pro Einwohner pro Jahr. Gemäß DWA – A- 216 liegt der Stromverbrauch bei 50 % der untersuchten Pumpwerke unter ca. 3,3 kWh/E/a. Das folgende Bild stellt einen Überblick über den Energieverbrauch jeder betrachteten Pumpstation dar. Das PW Halen verbraucht die höchste Energie um das anfallende Abwasser zu fördern. Eine Optimierungsmöglichkeit zur Energieeinsparung beim PW Halen besteht durch die Anpassung der Förderleistung der Pumpen, z:B. durch eine FU Steuerung.

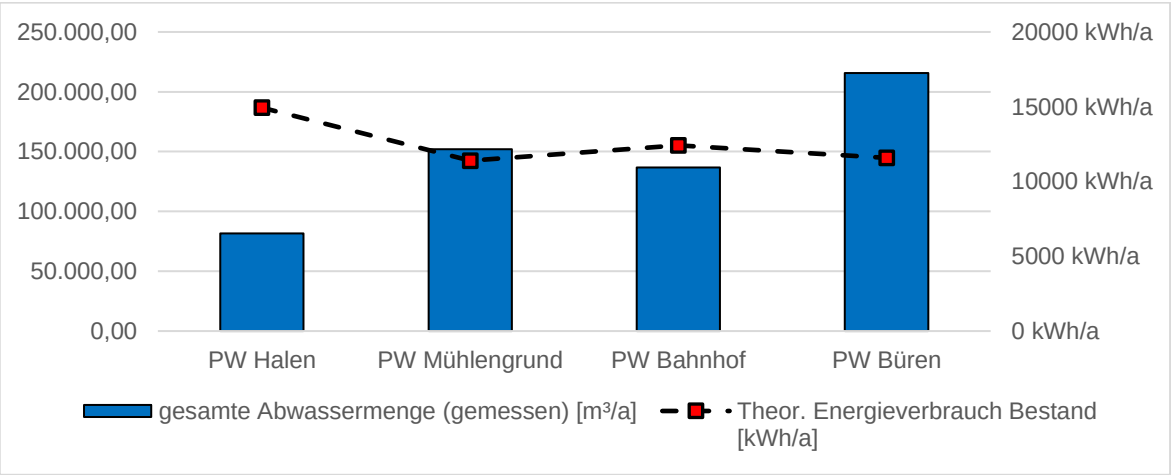

Bild 11: Vergleich des Energieverbrauchs der betrachteten Pumpwerke

Beim Pumpwerk Mühlengrund und dem Pumpwerk Bahnhof liegt der spezifische Stromverbrauch bei 3,9 bzw. 4,3 kWh/E/a. Unter Einbeziehung des Idealwertes wird deutlich, dass für den Ist-Zustand ein nur geringes theoretisches Einsparpotential besteht.

Beim Ist-Zustand verbraucht das PW Büren die geringste Energie für die Abwasserförderung. Der spezifische Stromverbrauch liegt unter dem Idealwert von 3,3 kWh/E/a. Es wird jedoch darauf hingewiesen, dass die Druckleitung Büren (PVC DN 300) im Laufe der Zeit erneuert werden muss. Es besteht eine Möglichkeit den Verlauf der neuen Druckleitung zu optimieren (z.B. unnötige Hoch-, und Tiefpunkten zu eliminieren) und damit den Energieverbrauch des Pumpwerks zu reduzieren.

4. Optimierungsmöglichkeiten

Im Rahmen dieser Studie wurden verschiedene Möglichkeiten zur Energieeinsparung untersucht und Vorschläge erarbeitet:

PW Halen

- Leistungsangepasste FU-Steuerung der Pumpen des PW Halen

PW Mühlengrund und PW Bahnhof

- Variante I:
  Die Variante I entspricht einem gemeinsamen Konzept für die Pumpwerke Mühlengrund und Bahnhof. Es wird eine Verbindungsleitung zwischen den Druckleitungen Mühlengrund und Bahnhof gebaut, damit eine durchgängige Druckleitung ab dem PW Bahnhof bis zur Kläranlage Wersen entsteht.

- Variante II:
  Unter der Beibehaltung des jetzigen Systems werden bei der Variante II die Pumpen des Pumpwerks Mühlengrund und des Pumpwerks Bahnhof durch neue FU steuerbare Pumpen ersetzt.

PW Büren

- Optimierung des Druckleitungsverlaufs und der Pumpen des Pumpwerks „Büren“

Es wurden bei dieser Studie immer dieselben Pumpenhersteller angefragt, die bereits in den Pumpwerken vorhanden bzw. eingebaut sind.

4.1 PW Halen

Für die erwartende Abwassermenge werden die Pumpen im PW Halen für zwei unterschiedliche Fördermengen von Q_p = 7,0 l/s und Q_p = 14 l/s ausgelegt (vgl. Kapitel 2.2.1). Da der Betriebspunkt der bestehenden Pumpen im Grenzbereich liegt, können die bestehenden Pumpen, trotz vorhandener FU-Steuerung, nicht heruntergeregelt werden. Für die zukünftige Erneuerung der Pumpen wird die FU-Steuerung entsprechend der Fördermengen empfohlen.

Um den Stromverbrauch zu verringern, werden Pumpen mit energieeffizienten Motoren, IE3 (Premium Effizienz) oder IE4 (Super Premium Effizienz), benötigt.

Für die Erneuerung der Pumpen wurde der gleiche Pumpenhersteller – Fa. Hidrostal angefragt. Vom Pumpenhersteller – Hidrostal wurde nachfolgende Pumpenfabrikate angeboten:

Typ: D03U-MHN3+DDM1X-M132

Die angebotenen Pumpen sind eine weiterentwickelte Version der vorhandenen Pumpen.

Auf Grundlage der Pumpenherstellerangaben wurden die Pumpenkennlinien mit der vorhandenen Rohrkennlinie verglichen.

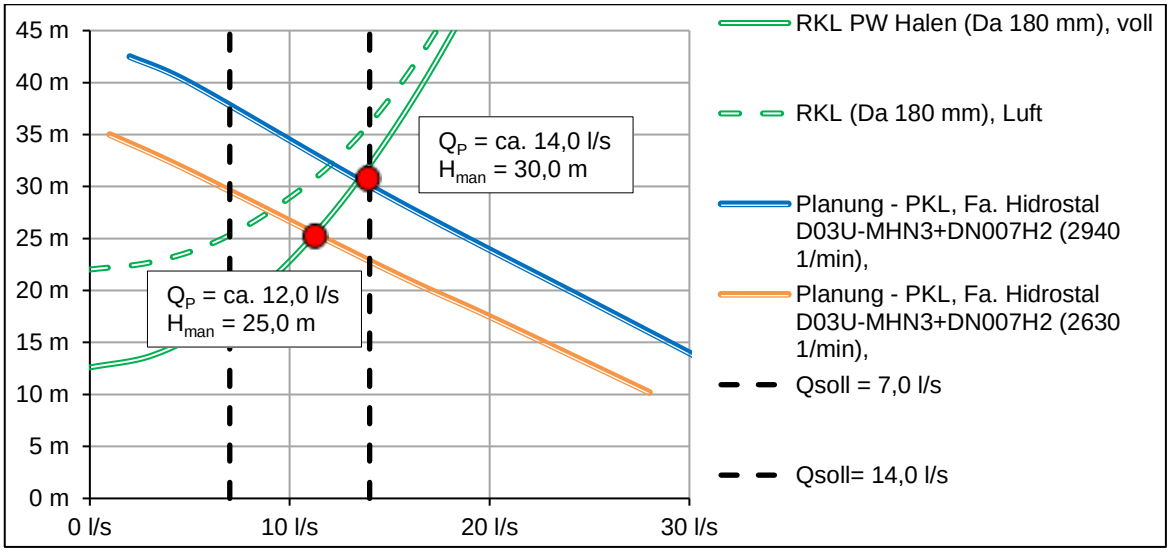

Bild 12: Rohr- und Pumpenkennlinie PW „Halen“ – neue Pumpe

<u>Ergebnis:</u>

Die Pumpen sind in der Lage die gewünschte Abwassermenge in der Druckleitung zu erbringen. Die Pumpen werden zwischen den Bereichen von Q_p = 12,0 l/s bis Q_p = 14,0 l/s eingestellt.

Die ausgewählten Pumpen weisen einen Kugeldurchgang von ca. 50 mm auf. Beim PW Halen sind auf der Saugseite der Pumpen eine Art Geröllfang, zum Schutz der Pumpen, bereits installiert.

In den nächsten Planungsschritten können weitere Pumpenhersteller zu einem Vergleich herangezogen werden, um die optimalen Pumpe für das Pumpwerk Halen auszuwählen.

4.2 PW Mühlengrund und PW Bahnhof

4.2.1 Variante I

Im Bestand wird das geförderte Abwasser aus PW „Bahnhof“ im PW „Mühlengrund“ gesammelt und weiter zur Kläranlage mittels des PWs „Mühlengrund“ transportiert. Die Pumpen im PW „Mühlengrund“ weisen kleinere max. Förderleistungen im Vergleich zu den Pumpen im PW „Bahnhof“ auf. Daher benötigen die Pumpen im PW „Mühlengrund“ länger um die Abwassermenge fördern zu können, was entsprechend höhere Betriebskosten zur Folge hat. Zudem muss das Abwasser, im Bestand, zweimal durch die Pumpen im PW Bahnhof und PW Mühlengrund angehoben werden. Auch dieses erhöht die Betriebskosten. Daher wird eine durchgängige Druckleitung ab dem PW Bahnhof bis zur KA Wersen als eine Optimierungsmöglichkeit untersucht. Die Verbindung der Druckleitungen Bahnhof und Mühlengrund erfolgt mit einer PE 100 280 x 25,4 mm Druckleitung (Länge = ca. 365 m). Durch den Bau der Verbindungsleitung entsteht eine durchgängige Druckleitung vom PW Bahnhof bis zur Kläranlage, an die das PW „Mühlengrund“ als seitliches Pumpwerk angeschlossen wird.

Die Druckleitung Mühlengrund im Bereich der „Achmer Straße“ wurde bereits im Jahr 2020 erneuert. Es ist vorgesehen die restliche Druckleitung auch im Laufe der Zeit zu erneuern, welche für die Optimierung des Systems betrachtet wird. Für die anstehende Erneuerung der Druckleitung Mühlengrund (L = ca. 976 m) wird der gleiche Durchmesser (PE 100 280 x 25,4 mm) angenommen.

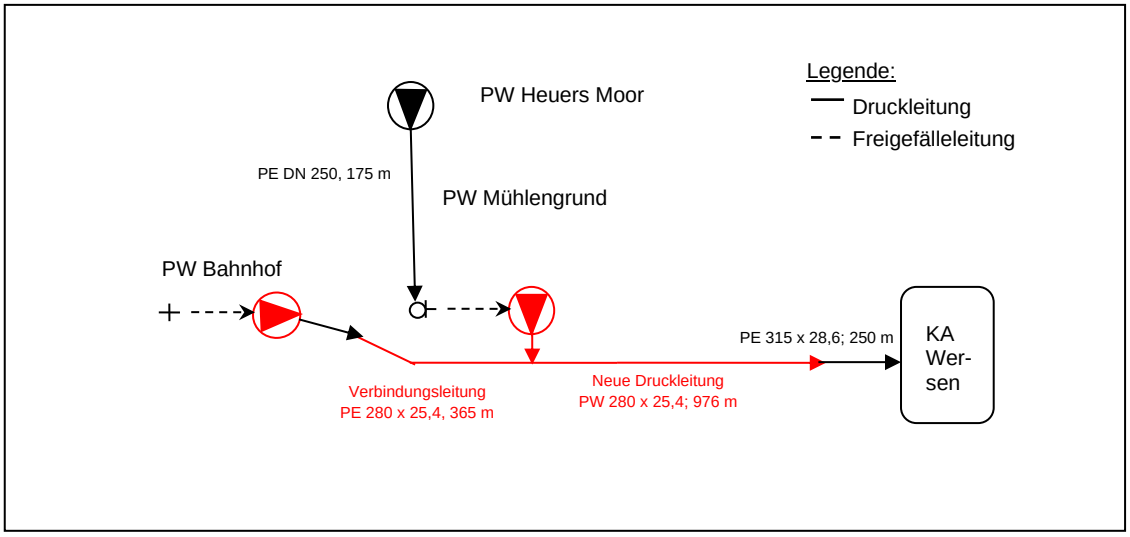

Bild 13: Systemskizze der zu betrachtenden Pumpwerke (Variante I)

Die Pumpen beim PW Mühlengrund und PW Bahnhof sind entsprechend anzupassen.

PW Bahnhof

Die bestehenden Pumpen des PW Bahnhof sind für die vorgeschlagene verlängerte Druckleitung nicht ausreichend. Daher müssen die Pumpen durch neue leistungsstärker Pumpen ersetzt werden. Um einen großen Zulaufmengenbereich abzudecken, wird empfohlen, die Pumpen mit Frequenzumrichtern auszurüsten. Durch eine FU-Regelung werden die Motoren drehzahlveränderbar betrieben, damit die Pumpen die gewählten unterschiedlichen Fördermengen fördern können. In Abhängigkeit des anfallenden Abwassers beim PW Bahnhof werden verschiedene Fördermengen der neuen Pumpen vorgeschlagen:

Tabelle 11: Förderleistung der Pumpen – PW Bahnhof

mindestens Fördermenge gemäß der Einwohnerzahl (siehe Tabelle 4)	Q_p = 15 l/s (Fließgeschwindigkeit zu wenig)
Förderleistung zur Erreichung der Mindestfließgeschwindigkeit in der neuen Druckleitung (PE 280 x 25,4 mm)	Q_p = 37 l/s

Es wurden Pumpenaggregate mit Drehzahlregelung bei dem Hersteller Fa. Sulzer angefragt. Nachfolgende Pumptypen wurden von der Fa. Sulzer angeboten:

Typ: ABS XFP 80C – 201G

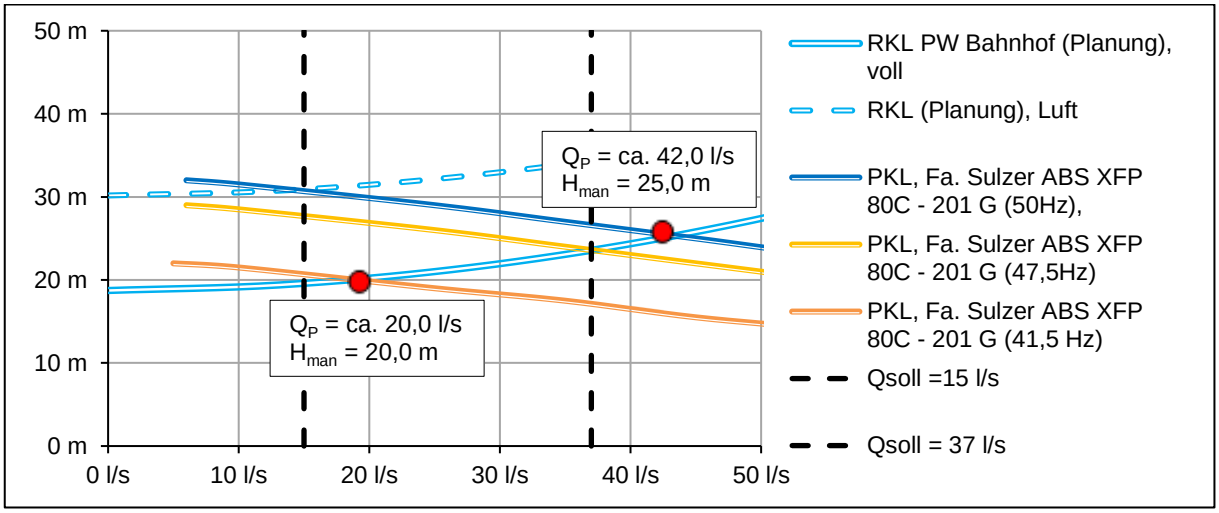

Bild 14: Rohr- und Pumpenkennlinie PW „Bahnhof“ – neue Pumpe

Ergebnis:

Die Pumpen werden im Bereich von Q_p = 20 l/s bis zur Q_p = 40 l/s eingestellt. Die Pumpen besitzen Reservekapazitäten und können bei 50 Hz bis zur Q_p = 45 l/s fördern.

In den nächsten Planungsschritten können weitere Pumpenhersteller zu einem Vergleich herangezogen werden, um die optimale Pumpe für das Pumpwerk Bahnhof auszuwählen.

PW Mühlengrund

Durch die Trennung des Abwassers vom Pumpwerk „Bahnhof“ kann das PW „Mühlengrund“ für kleinere Abwassermengen dimensioniert werden.

Zur Dimensionierung der Pumpen wurde die maximale Abwassermenge (ohne der Abwasseranfall aus dem PW Bahnhof) von 2017 bis 2019 berücksichtigt. Auf der Basis dieser Menge wurde der Spitzenabfluss unter der Annahme eines 8-Stundenmittels berechnet. Da die Mindestfließgeschwindigkeit in der Druckleitung durch den Betrieb der Pumpen des PWs Bahnhof erreicht wird, wurde die Fließgeschwindigkeit bei der Bestimmung der Fördermenge nicht betrachtet.

Tabelle 12: Theoretischer Abwasseranfall PW Mühlengrund

	maximal Abwasseranfall (2017 - 2019) [m³/a]	Spitzenzufluß in 8h (Annahme) [l/s]
Pumpwerk Mühlengrund	15.714	1,49

Tabelle 13: Empfohlene Förderleistung der Pumpen – PW Mühlengrund

Trockenwetter	Q_p = 2,0 l/s
Regenwetter	Q_p = 4,0 l/s

Für das PW „Mühlengrund“ können trockenaufgestellte sowie nassaufgestellte Pumpen verbaut werden.

Als Beispiel wurde eine energieeffiziente Tauchmotorpumpe von der Fa. KSB betrachtet:

Typ: KRTF 65-217/112XEG-S IE3

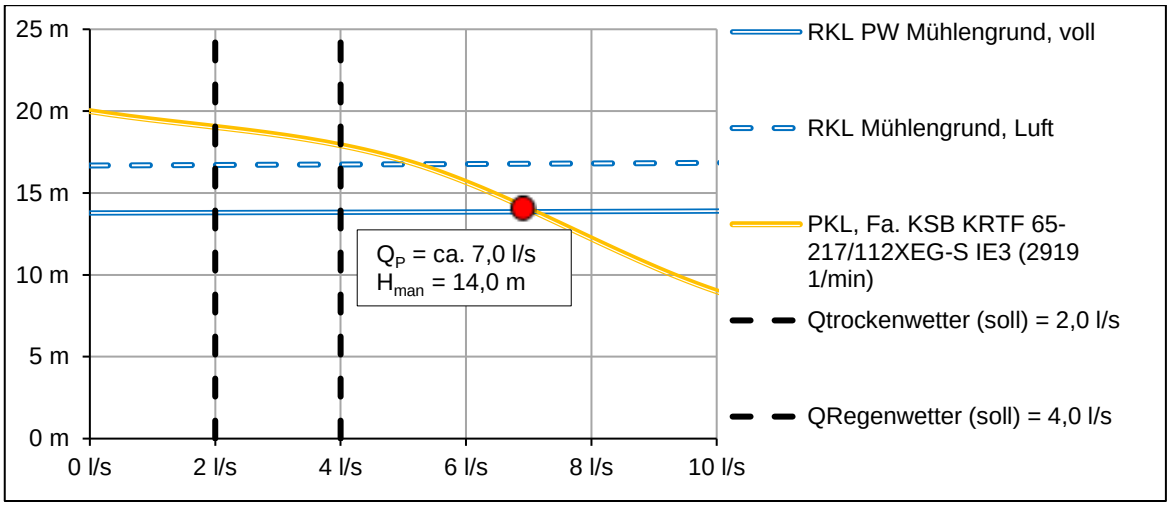

Bild 15: Rohr- und Pumpenkennlinie PW „Mühlengrund“ – neue Pumpe

Ergebnis:

Die betrachteten Tauchmotorpumpen sind für die reduzierte Abwassermenge beim PW „Mühlengrund“ ausreichend.

4.2.2 Variante II

Die Variante II beinhaltet, wie für den jetzigen Zustand, je eine Druckleitung vom PW Bahnhof und PW Mühlengrund. Da die Pumpen bei den beiden Pumpwerken nicht optimal ausgelegt sind (siehe Kapitel 2.2.2) und keine FU-Steuerungen vorhanden sind, wird empfohlen, die Pumpen durch neue energieeffizientere Pumpen zu ersetzen.

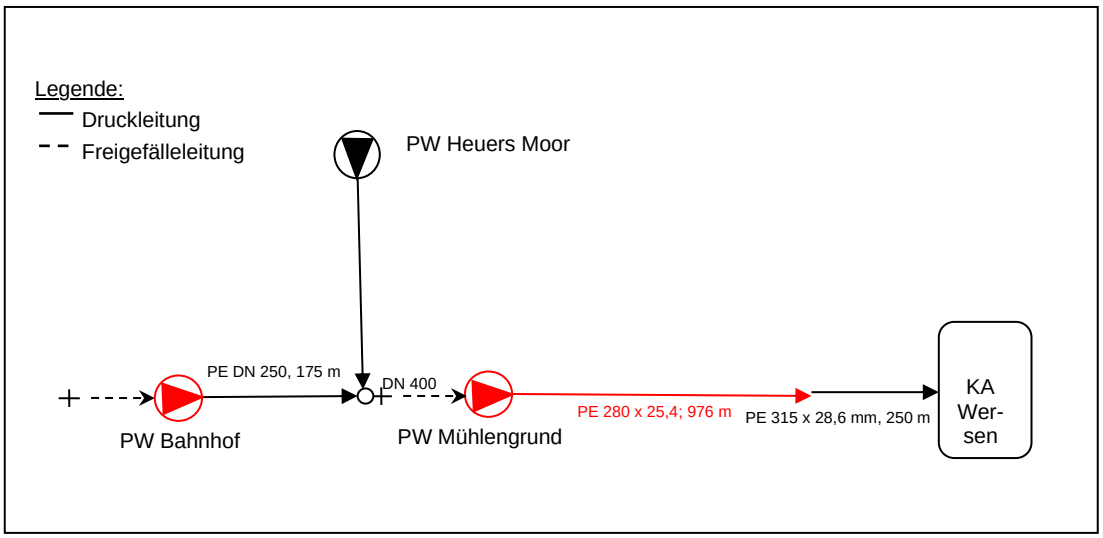

Bild 16: Systemskizze der zu betrachtenden Pumpwerke (Variante II)

PW Bahnhof

Für das PW Bahnhof wurde vom Pumpenhersteller- Sulzer nachfolgende Aggregat empfohlen:

Typ: ABS XFP 100G – CB1

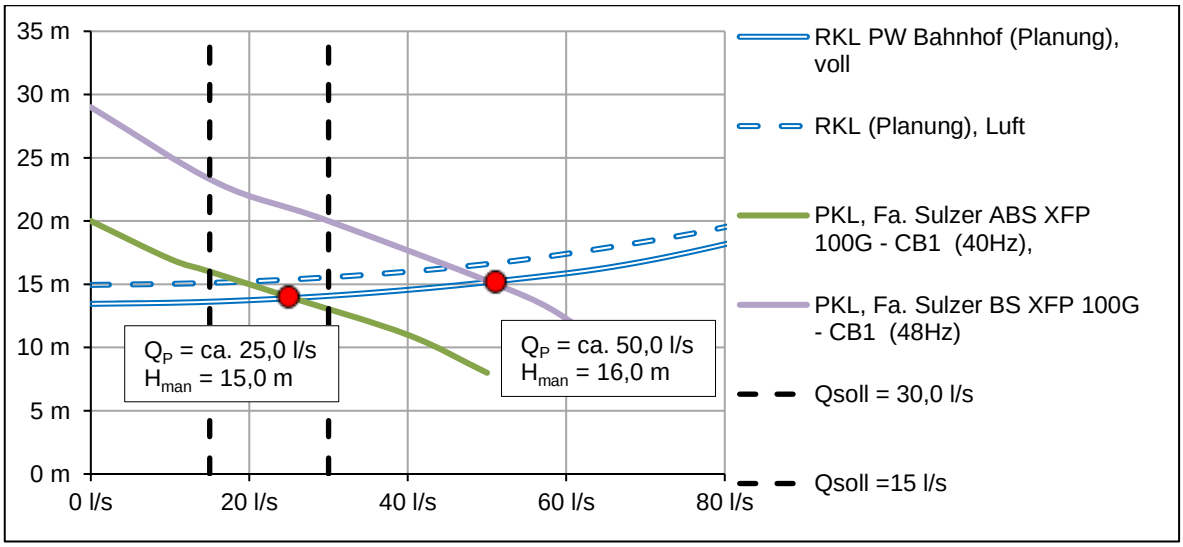

Bild 17: Rohr- und Pumpenkennlinie PW „Bahnhof“ – neue Pumpe, Variante II

Ergebnis:

Die angebotene Pumpe fördert im Bereich von Q_p = 25 l/s bis 50 l/s und ist daher sowohl für die zu erwartende Abwassermenge als auch für die Erreichung der Mindestfließgeschwindigkeit in der Druckleitung ausreichend. Der Förderbereich entspricht dem jetzigen Zustand. Für den normalen Betrieb kann die Pumpe für eine Förderleistung von Q_p = 30 l/s eingestellt werden.

PW Mühlengrund

Bei Variante II müssen die Pumpen beim PW Mühlengrund eine vergleichbare Förderleistung wie die Pumpen des PW „Bahnhof“ besitzen. Das heißt, die Pumpen müssen eine Förderleistung von maximal $Q_p \geq$ 50 l/s aufweisen. Damit werden die Rückstauprobleme, wenn die Pumpen des PW Bahnhof unter Volllast laufen, beseitigt.

Es wurden Pumpenaggregate mit Drehzahlregelung bei dem Hersteller Fa. KSB angefragt. Nachfolgende Pumptypen wurden von der Fa. KSB angeboten:

Typ: Sewatec E 100-317G 3EN 180L 04

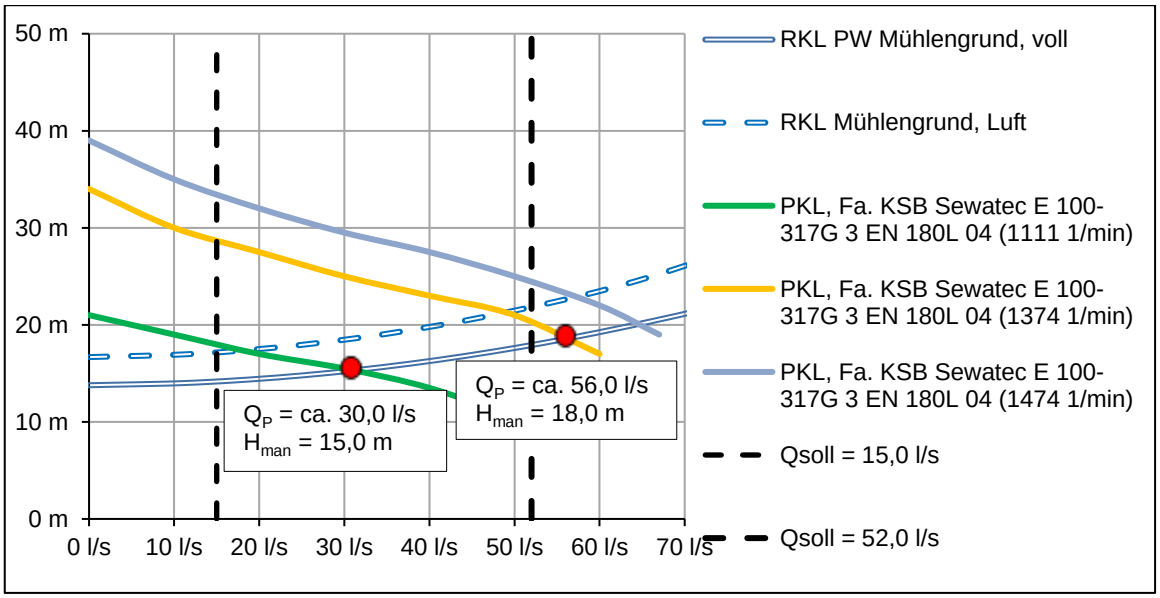

Bild 18: Rohr- und Pumpenkennlinie PW „Mühlengrund“ – neue Pumpe, Variante II

Ergebnis:

Die angebotene Pumpe kann im Bereich vom Q_p = 30 l/s bis 65 l/s geregelt werden. Die Pumpe weist vergleichbare Förderleistungen, wie die betrachtete Pumpe des PW „Bahnhof“, auf.

4.3 PW Büren

Im Bestand bestehen mehrere Tief- und Hochpunkte in der Druckleitung, die die Hydraulik des PW „Büren“ beeinflussen. Für die Planung der zukünftigen Druckleitung sollen diese Tief- und Hochpunkte vermieden werden. Dadurch wird die erforderliche manometrische Höhe, die die Pumpen fördern müssen, reduziert und damit Energie eingespart.

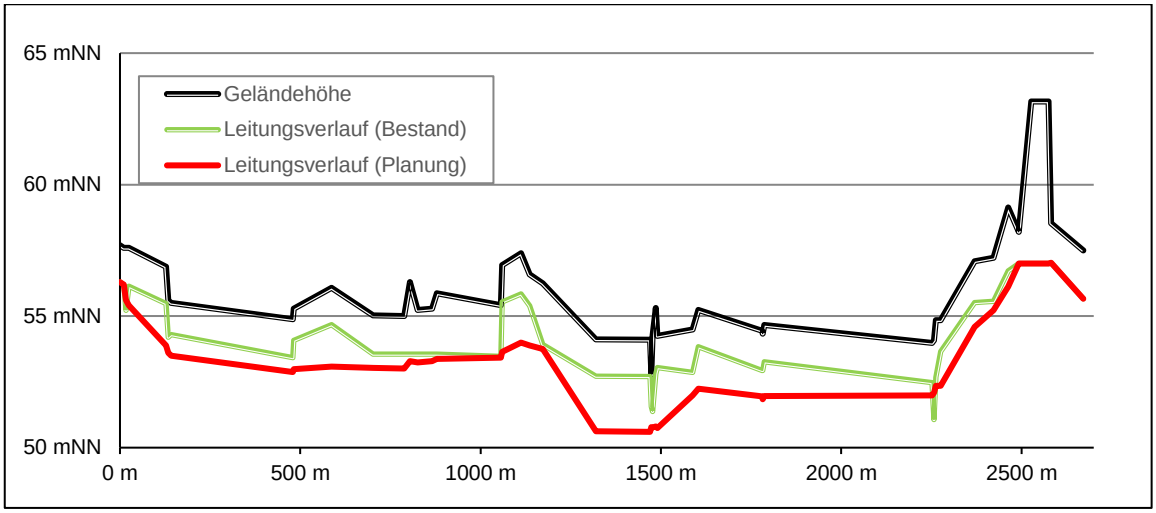

Bild 19: Vergleich des Druckleitungsverlaufs – Bestand vgl. Planung

Aufgrund des vergleichbaren Durchmessers der vorhandenen Druckleitung wird für die neue Druckleitung ein PE 100 RC 355 x 32,2 mm Rohr (Innendurchmesser = 290,6 mm), gemäß DIN 8074 / 8075, ausgewählt.

Gemäß der Überprüfung der Hydraulik der bestehenden Pumpen ist P2 (Baujahr – 2016) von den drei Pumpen ausreichend für die erwartende Abwassermenge beim PW Büren (siehe Kapitel 2.2.2). Laut dem Hersteller (Fa. KSB) ist P2 für FU-Betrieb geeignet. Daher wird für die Erneuerung der zwei alten Pumpen, P1 und P3, das gleiche Fabrikat wie P2 betrachtet:

Typ: Sewatec D 100-251

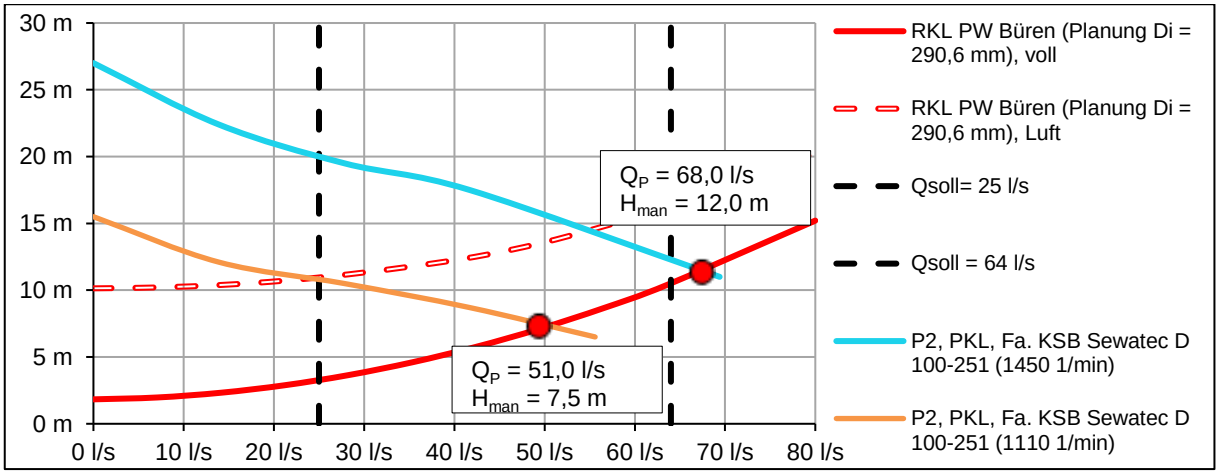

Bild 20: Rohr- und Pumpenkennlinie PW „Büren“ – neue Pumpe (P1 und P3) und neue Druckleitung

<u>Ergebnis:</u>

Die betrachtete Pumpe fördert eine Fördermenge von Q_p = 51,0 l/s bis 68,0 l/s, welche für die erforderlichen Fördermengen ausreichend sind. Durch die Steuerung wird die Pumpe für Trockenwetterfall Q_p = 51,0 l/s und für Regenwetterfall Q_p = 68,0 l/s eingestellt. Die maximale Förderleistung, wie im Bestand, wird beibehalten und nicht reduziert. Durch die Optimierung des Längsschnitts kann die Förderleistung, als Beispiel bei P2, bei ca. 5 Prozent erhöht werden.

Im Rahmen der weiteren Planung können die Pumpen optimiert werden.

5. Energetische Bewertung der empfohlenen Maßnahmen

5.1 Theoretischer Energieverbrauch

Der bestehende und der neue theoretische Energieverbrauch wurden miteinander verglichen. Der bestehende Energieverbrauch für die Pumpwerke Halen, Bahnhof und Mühlengrund wird nach der gemessenen Abwassermenge und den ermittelten manometrischen Höhen berechnet. Für das PW Büren wird der Energieverbrauch auf Grundlage der Laufzeiten der Pumpen und nach der Hydraulik ermittelt (siehe Kapitel 2.2.3).

Für die empfohlenen Maßnahmen werden die zukünftigen Änderungen der einzelnen Abwasserableitungssysteme berücksichtigt. Nachfolgende Daten wurden für die Ermittlung des theoretischen Energieverbrauchs des einzelnen Pumpwerks verwendet.

Tabelle 14: Ansätze für die Ermittlung des theoretischen Energieverbrauchs

	Trockenwetter				Regenwetter			
Pumpwerk	Förderleistung Q_p	Förderhöhe H_{man}	Wirkungsgrad gesamt n_{ges}	Anteil der Laufzeit	Förderleistung Qp	Förderhöhe Hman	Wirkungsgrad gesamt nges	Anteil der Laufzeit
	[l/s]	[m]	[.]	[%]	[l/s]	[m]	[.]	[%]
Halen	12,0	25,0	0,52	60	14,0	30,0	0,53	40
Mühlengrund								
*Variante I	7,0	14,0	0,42	100				
Variante II	37,0	16,0	0,60	90	52,0	17,0	0,60	10
Bahnhof								
Variante I	20,0	20,0	0,49	70	40,0	23,0	0,30	30
**Variante II	30,0	16,0	0,46	100				
Büren	51,0	7,5	0,58	80	68,0	12	0,58	20

Die Ermittlung des theoretischen Energieverbrauchs erfolgt auf Basis des Ansatzes gem. DWA-A 216, Anhang A.1.

* Bei einer Förderwassermenge von Q = 7 l/s macht eine Unterscheidung zwischen Trocken- und Regenwetter keinen Sinn. Der Regenwetteranteil ist bei der einer Förderung von Q = 7 l/s enthalten.

** Der Förderbereich der gewählten Pumpe liegt zwischen 25 – 50 l/s. Für den optimalen Betrieb wird die Pumpe auf Q = 30 l/s eingestellt, was der Fließgeschwindigkeit entspricht.

PW Halen:

Für das PW Halen wird von einer zukünftig gestuften Abwasserförderung ausgegangen. Diese Betrachtung dient der Vereinfachung. Durch die zukünftig vorgesehene FU-Steuerung der Pumpen sind in Abhängigkeit des anfallenden Abwassers und des manometrischen Förderdrucks weitere Abstufungen möglich.

Der geschätzte mittlere Energieverbrauch des Pumpwerks „Halen“ liegt beim E = **ca. 11.347 kWh/a.**

PW Mühlengrund:

Variante I (siehe Bild 13) **:**

Beim PW Mühlengrund wird durch die Trennung des Abwassers eine Reduzierung des anfallenden Abwassers von ca. 90 Prozent erwartet. Für die Ermittlung der Laufzeiten der neuen Pumpen wird von einer Abwasserförderung von ca. Q_p = 7 l/s ausgegangen (siehe Kapitel 4.3.2). Es sind keine FU-Regelungen der Pumpen vorgesehen.

Der geschätzte mittlere Energieverbrauch des Pumpwerks „Mühlengrund“ liegt bei **E = 1.367 kWh/a**.

Variante II (siehe Bild 16) **:**

Bei der Variante II wird das bestehende Druckleitungssystem beibehalten und die Pumpen durch neue FU steuerbare Pumpen ersetzt. Der theoretische Stromverbrauch wird für die Förderleistungen Q_p = 37 l/s und Q_p = 52 l/s ermittelt.

Der mittlere Energieverbrauch des Pumpwerks „Mühlengrund“ bei der Variante II beträgt **11.008 kWh/a.**

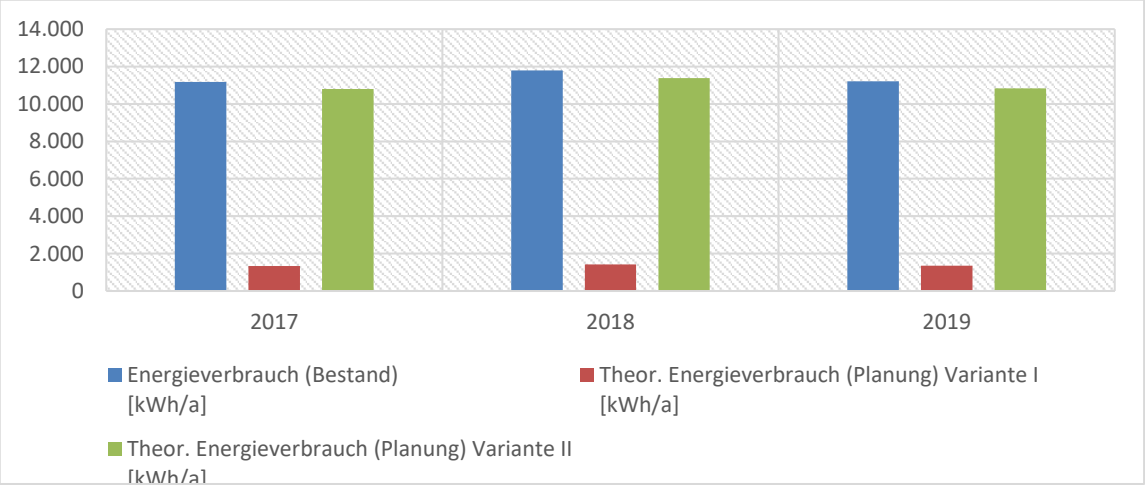

Bild 21: Vergleich des theoretischen Energieverbrauchs (Bestand, Variante I und Variante II)

Bei der Variante II wird für den Pumpenbetrieb vergleichbare Energie wie im Bestand verbraucht. Da es sich bei Variante I um eine Systemänderung handelt, kann eine entsprechende größere Menge an Energie beim Pumpwerk Mühlengrund eingespart werden.

PW Bahnhof:

Variante I (siehe Bild 13**:**

Für das PW Bahnhof wird, wie beim PW Halen, von einer zukünftig gestuften Abwasserförderung ausgegangen (siehe Kapitel 4.2.1). Die Förderleistungen von Q_p = 20 l/s und Q_p = 40 l/s werden für die Ermittlung der Laufzeiten betrachtet.

Der mittlere Energieverbrauch des Pumpwerks „Bahnhof“ beträgt **17.252 kWh/a.**

Variante II (siehe Bild 16)**:**

Für die Variante II wird eine mittlere Förderleistung von Q_p = 30 l/s, welche der empfohlenen Fördermenge gemäß Tabelle 4 entspricht, gewählt.

Die entsprechende mittlere Energieverbrauch liegt beim E = **ca. 12.842 kWh/a.**

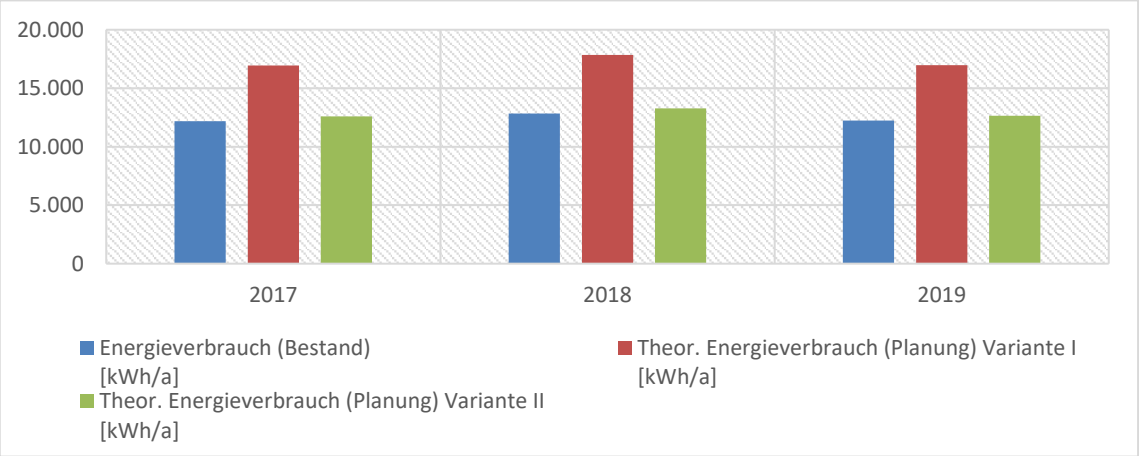

Bild 22: Vergleich des theoretischen Energieverbrauchs (Bestand, Variante I und Variante II)

Bei der Variante I (durchgängige Druckleitung vom PW Bahnhof bis zur KA Wersen) wird für das PW Bahnhof mehr Energie verbraucht gegenüber Variante II (Druckleitung vom PW Bahnhof bis PW Mühlengrund).

PW Büren:

Für den zukünftigen Betrieb des PW „Büren“ wird, gemäß der Hydraulik, von Förderleistungen von Q_p = 51,0 l/s bis 68,0 l/s ausgegangen. Die Förderleistung Qp = 68 l/s entspricht der jetzigen maximalen Fördermenge. Anhand dieser Förderleistungen ergeben sich die Laufzeiten der Pumpen.

Der geschätzte mittlere Energieverbrauch des Pumpwerks „Büren“ beträgt E = ca. **8.459 kWh/a**.

5.2 Einsparpotential

5.2.1 Theoretischer Stromverbrauch

Durch die Umsetzung der vorgeschlagenen Optimierungsmaßnahme könnte der gesamte Stromverbrauch für den Abwassertransport bei den Pumpwerken Halen und Büren reduziert werden.

Da die Pumpwerke Mühlengrund und Bahnhof voneinander abhängig sind, werden die beiden Pumpwerke als ein System betrachtet und das gesamte Einsparpotential berechnet. Beim PW Bahnhof sind für die Variante I (Planung) neue leistungsstärkere Pumpen notwendig, die das Abwasser bis zur Kläranlage Wersen fördern können. Daher ist beim PW Bahnhof ein höherer Stromverbrauch, im Vergleich zum Ist-Zustand, zu veranschlagen. Allerdings wird sich der Stromverbrauch beim Pumpwerk Mühlengrund durch die Abtrennung des Abwassers reduzieren. Insgesamt wird bei dieser Variante ca. 22 Prozent Energie eingespart.

Die Variante II entspricht dem jetzigen Abwassertransportsystem. Um die Rückstauprobleme beim PW Mühlengrund zu vermeiden, müssen die Pumpen beim PW Mühlengrund der Mindest-Förderleistung der Pumpen des PW „Bahnhof“ entsprechen. Bei dieser Variante wird ca. 0,2 Prozent mehr Energie im Vergleich zum Bestand benötigt.

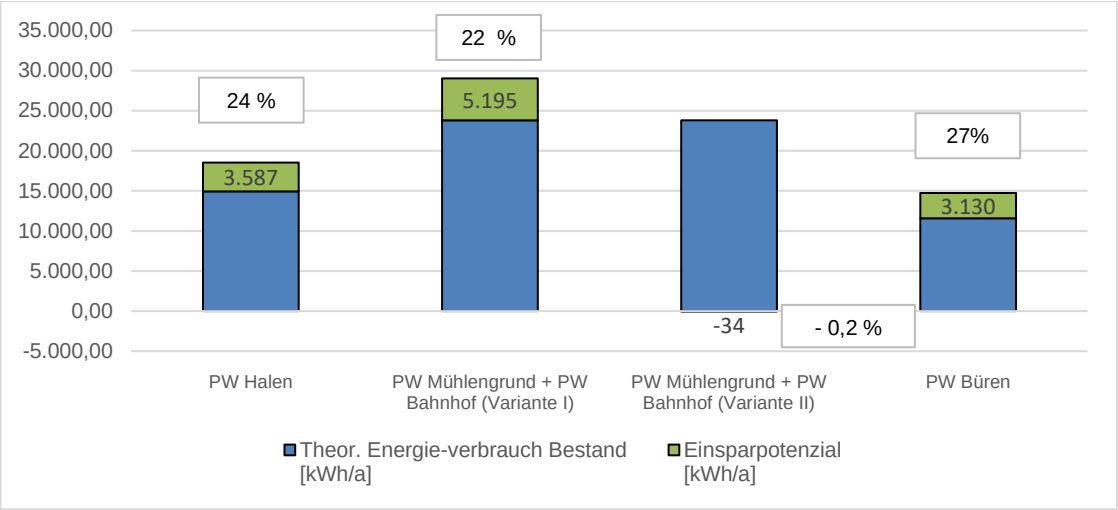

Bild 23: Theoretische Stromverbrauch (Ist Zustand) und Einsparung (Planung)

Beim Pumpwerk „Büren“ lässt sich durch ein entsprechende Steuerungskonzept und die Optimierung des Druckleitungsverlaufs der Energieverbrauch um rund 27 % (3.130 kWh/a) reduziert werden.

Insgesamt, bei der Betrachtung aller Pumpstationen, kann bei der Umsetzung der Variante I (PW Bahnhof und PW Mühlengrund), Ertüchtigung der Pumpwerke Halen und Büren + Erneuerung der Druckleitung Büren eine Einsparung des Energieverbrauches von ca. 24 Prozent (rd. 11.913 kWh/a), gegenüber dem Ist- Zustand, erzielt werden.

Bei der Umsetzung der Variante II (Beibehaltung der einzelnen Druckleitungen Bahnhof und Mühlengrund), Ertüchtigung der Pumpwerke Halen und Büren und Erneuerung der Druckleitung Büren ergibt sich ein Einsparpotential von ca. 13 Prozent (ca. 6.683 kWh/a).

5.2.2 Betriebskosten (Strom)

Als Betriebskosten wurden ausschließlich die anfallenden Stromkosten für den Pumpenbetrieb angenommen. Die Betriebskosten der geplanten Maßnahme wurden mit dem Ist-Zustand verglichen. Für die Ermittlung des Strompreises wird der aktuelle Preis von rund 0,21 €/kWh (netto) aus den Stromrechnungen der Stadtwerke Tecklenburger Land Energie GmbH für das Jahr 2020 verwendet. Es ergeben sich für den Pumpenbetrieb folgende Stromkosten:

Tabelle 15: Energiekosten der betrachteten einzelnen Pumpwerke

	PW Halen		PW Mühlengrund + PW Bahnhof			PW Büren	
	Bestand	Planung	Bestand	Planung (Variante I)	Planung (Variante II)	Bestand	Planung
gesamte Abwassermenge [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]	**0,038**	**0,0292**	**0,033**	**0,026**	**0,033**	**0,011**	**0,008**

5.2.3 CO_2 Emissionen Einsparungen

CO_2-Emmisionen ergeben sich indirekt durch den Energieverbrauch für den Pumpenbetrieb. Nach Angaben des Umweltbundesamt fielen im Jahr 2018 rund 537 g Kohlendioxid (CO_2) pro Kilowattstunde an.

Tabelle 16: CO_2-Einsparpotential durch die empfohlene Maßnahme 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_2-Emissionen (bei 537 g/kWh,) [t/a]	8,0	6,1	12,8	10,0	12,8	6,2	4,5
Einsparpotential [t/a]	1,9			2,8	0,0	1,2	

Tabelle 17: CO_2-Einsparpotential durch die empfohlene Maßnahme (gesamt)

	Energieverbrauch [kWh/a]	CO_2-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	**11.913**	**6,4**	**24%**
Planung (Variante II bei PW Mühlengrund und PW Bahnhof)	43.656	23,4	**6.683**	**3,6**	**13%**

Bei der Umsetzung der Maßnahmen der Variante I können für den Betrieb der betrachteten Pumpwerke ca. **11.913 kWh** an Energie pro Jahr eingespart werden. Dies entspricht einer CO_2-Emission Einsparung von ca. **6,4 Tonnen pro Jahr**. Ebenfalls wird bei der Umsetzung der Variante II insgesamt ca. **6.683 kWh** an Energie pro Jahr und **3,6 Tonnen** CO_2 Emissionen pro Jahr eingespart werden.

6. Maßnahmen und zugehörige Kostenbetrachtungen

Die Kostenbetrachtungen erfolgen für die nachfolgende Maßnahme:

- PW Halen
  - Leistungsangepasste FU- Steuerung der Pumpen des PWs Halen

- PW Mühlengrund und PW Bahnhof
  - Variante I : Durchgängige Druckleitung ab dem PW Bahnhof bis zur Kläranlage Wersen
    - Erneuerung der Pumpen des Pumpwerks Bahnhof (Bau-, Maschinen und Elektrotechnik)
    - Erneuerung der Pumpen des Pumpwerks Mühlengrund (Maschinen- und Elektrotechnik)
    - Verbindung der Druckleitungen – Mühlengrund und Bahnhof (L = ca. 365 m)
    - Erneuerung der Druckleitung Mühlengrund (L = ca. 976 m)

  - Variante II : Druckleitungssystem wie im Bestand
    - Erneuerung der Pumpen des Pumpwerks Bahnhof (Bau-, Maschinen und Elektrotechnik)
    - Erneuerung der Pumpen des Pumpwerks Mühlengrund (Maschinen- und Elektrotechnik)
    - Erneuerung der Druckleitung Mühlengrund (L = ca. 976 m)

- PW Büren:
  - Optimierung des Druckleitungsverlaufs und die Pumpen des Pumpwerks Büren

Bei den Pumpwerken Halen und Büren sind keine Systemänderungen vorgesehen. Für diese Pumpwerke werden nur die Betriebskosten zwischen dem Ist-Zustand und dem Planungs-Zustand verglichen.

Für die Pumpwerke Mühlengrund und Bahnhof sind zwei Varianten (mit und ohne Systemänderung) untersucht worden. Die vorgeschlagene Baumaßnahme für die beiden Varianten werden über eine Kosten-Nutzen-Analyse (LAWA) verglichen. Die Investitionskosten setzen sich zusammen aus den Kosten für die notwendigen baulichen Maßnahmen wie Verlegung der Verbindungsleitung, Erneuerung der Druckleitung und Demontage und Montage sowie für die entsprechende Maschinen- und Elektrotechnik. Es handelt sich hierbei ausschließlich um Orientierungspreise nach aktuellem Durchschnitt, so dass sich je nach der konjunkturellen Entwicklung Preisverschiebungen nach oben oder unten ergeben können. Die Kosten werden auf Grundlage von vergleichbaren Projekten angenommen. Die Baunebenkosten für Gutachten, Ingenieurgebühren etc. wurden bei der Kostenschätzung in Höhe von ca. 20 Prozent der Baukosten mitberücksichtigt.

Als Betriebskosten werden in die Betrachtungen die Transportkosten und Kosten, die für die Kontrolle und die Wartung der Anlagen zusätzlich anfallen, einbezogen. Zur Ermittlung der Stromkosten wird der Strompreis in Höhe von **netto 0,21 €/kWh** angesetzt. Es ergeben sich die jeweiligen Gesamtbetriebskosten pro Jahr.

Die Kostenbarwertermittlung der jährlichen Kosten (JK), netto über einen Zeitraum von 50 Jahren erfolgt nach nachfolgender Formel:

$$JK = IK/n + RW \cdot i + B \cdot r$$

Die jährlichen Kosten ermitteln sich folglich aus den Kosten für

- Abschreibung: Investitionskosten (netto) (IK) / Abschreibungssatz (n)
- Zinsen: Restwert (RW) · Zinssatz (i)
- Betriebskosten: Betriebskosten (netto) (B) · jährliche Preissteigerungsrate (r)

Der angenommene Zinssatz i beläuft sich auf 1,5 Prozent. Für die jährliche Preissteigerungsrate r wird von einem Wert von rund 2 Prozent ausgegangen. Die Abschreibungssätze ermitteln sich aus der LAWA-Richtlinie und werden für die Untersuchungen wie folgt angenommen:

Tabelle 18: Abschreibungssätze

	Abschreibung n [%]	Abschreibung n [Jahre]
Druckleitung, usw.	2,0	50
Baulich, Pumpwerke	2,0	50
M + E-Technik	6,7	15

Eine weitere Annahme, die für die Berechnungen übernommen worden ist, betrifft die nach dem Abschreibungszeitraum neu anfallenden Investitionskosten, die preislich je nach Zeitraum und Preissteigerungsrate gestiegen sind und um diese Spanne erhöht erneut anfallen und entsprechend in die Kostenbarwertermittlung einbezogen werden.

Die detaillierten Betrachtungen sind den nachfolgenden Kapiteln zu entnehmen.

6.1 PW Halen

6.1.1 Investitionskosten

Für das Pumpwerk Halen werden die Maschinen- und Elektrotechnik für die neue Pumpen sowie die FU-Steuerung der Pumpen berücksichtigt.

Die detaillierte Aufstellung ist der Kostenschätzung (Anlage 2) zu entnehmen.

Tabelle 19: Zusammenfassung Kostenschätzung – PW Halen

	Zusammenstellung der zu erwartenden Kosten	
I	Maschinentechnik	36.000,00 €
II	Elektrotechnik	11.000,00 €
	Summe Maschinen- und Elektrotechnik	47.000,00 €
	Baunebenkosten, ca. 20 %	9.400,00 €
	Mehrwertsteuer, 19 %	10.716,00 €
	Summe Baukosten + Baunebenkosten, brutto	**67.116,00 €**
	Unvorhergesehenes und Rundung, ca. 10 %	6.784,00 €
	Gesamtsumme, brutto	**73.900,00 €**

6.1.2 Betriebskosten

Die Betriebskosten wurden ausschließlich in Bezug auf die anfallenden Stromkosten für den Pumpenbetrieb und die zu erwartende jährliche Kostenersparnis, durch die Erneuerung der Pumpen, berücksichtigt (siehe Kapitel 5.2.2).

Tabelle 20: Zu erwartende Entsorgungskosten für das PW Halen

	Planung	**IST - Zustand**
Jährl. Stromkosten Abwasserförderung	2.383,00 €	3.136,00 €
Jährl. Wartungskosten Pumpen	480,00 €	480,00 €
Durchschnittl. jährl. Betriebskosten, netto	**2.863 €**	**3.616 €**

6.1.3 Kostenbarwertbetrachtung

Aus den Betriebskosten für den Ist- und Planungszustand lassen sich die Kostenbarwerte bzw. Jahreskosten ermitteln.

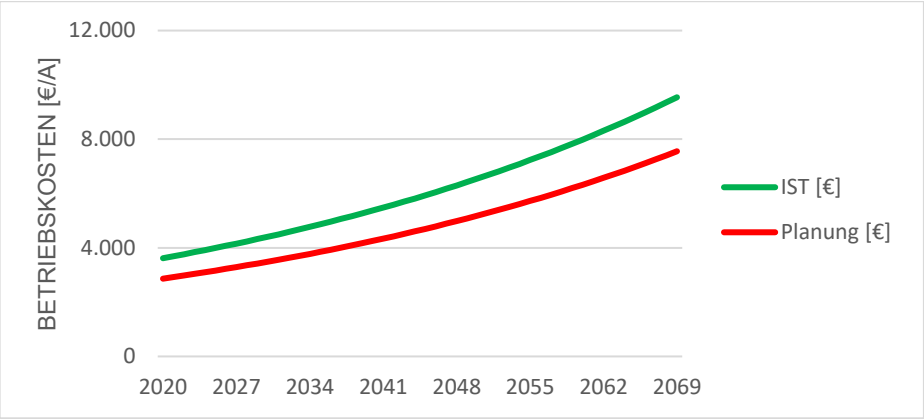

Bild 24: Jahresbetriebskostenentwicklung über 50 Jahre für den Ist-Zustand und bei der vorgeschlagenen Maßnahme des PW Halen

Die Betrachtung verdeutlicht, dass durch die Anpassung der neuen Pumpen des PW Halen, in Bezug auf das anfallende Abwasser, die Betriebskosten von ca. 64.000 € in 50 Jahren eingespart werden können. Da die Pumpen bereits 12 Jahre alt sind, müssen die Investitionskosten sowieso betrachtet werden. Durch die FU-Regelung der neuen Pumpen kann 24 Prozent Energie gegenüber dem Ist-Zustand und damit Energiekosten eingespart werden

6.2 Pumpwerk Mühlengrund und Pumpwerk Halen

6.2.1 Investitionskosten

Die erforderlichen Investitionskosten für die Erneuerung der Druckleitung Mühlengrund, Verbindung der Druckleitungen und Erneuerung der Pumpen beim PW Mühlengrund und PW Bahnhof wurden auf Grundlage von vergleichbaren Projekten angenommen. Die Baunebenkosten für Gutachten etc. wurden in die Betrachtungen mit rd. 20 % angenommen. Es ist mit nachfolgenden Kosten zu rechnen:

Tabelle 21: Zusammenfassung Kostenschätzung – PW Bahnhof und PW Mühlengrund

	Planung Variante I				**Planung Variante II**			
	Verbindung der DL und Erneuerung der DL Mühlengrund	**PW Bahnhof**	**PW Mühlengrund**	**Gesamt**	**Erneuerung der DL Mühlengrund**	**PW Bahnhof**	**PW Mühlengrund**	**Gesamt**
Summe Kosten Bautechnik, netto:	475.800,00 €	108.000,00 €	-	583.800,00 €	378.100,00 €	108.000,00 €	-	486.100,00 €
Summe Kosten M-Technik, netto:	-	64.000,00 €	33.000,00 €	97.000,00 €	-	60.000,00 €	57.600,00 €	117.600,00 €
Summe Kosten E-Technik, netto:	-	72.500,00 €	25.500,00 €	98.000,00 €	-	68.500,00 €	75.500,00 €	144.000,00 €
Investitionssumme netto:	475.800,00 €	244.500,00 €	58.500,00 €	778.800,00 €	378.100,00 €	236.500,00 €	133.100,00 €	747.700,00 €
Baunebenkosten, 20 %:	95.160,00 €	48.900,00 €	11.700,00 €	155.760,00 €	75.620,00 €	47.300,00 €	26.620,00 €	149.540,00 €
Mehrwertsteuer, 19 %:	108.482,40 €	55.746,00 €	13.338,00 €	177.566,40 €	86.206,80 €	53.922,00 €	30.346,80 €	170.475,60 €
Summe Baukosten + Baunebenkosten, brutto:	**679.442,40 €**	**349.146,00 €**	**83.538,00 €**	**1.112.126,40 €**	**539.926,80 €**	**337.722,00 €**	**190.066,80 €**	**1.067.715,60 €**
Unvorhergesehenes und Rundung, ca. 10 - 11 %:	68.557,60 €	35.854,00 €	8.462,00 €	111.873,60 €	54.073,20 €	34.278,00 €	19.933,20 €	107.284,40 €
Gesamtsumme, brutto:	**748.000,00 €**	**385.000,00 €**	**92.000,00 €**	**1.224.000,00 €**	**594.000,00 €**	**372.000,00 €**	**210.000,00 €**	**1.175.000,00 €**

Eine detaillierte Übersicht ist der Anlage 2 zu entnehmen.

6.2.2 Betriebskosten

Als Betriebskosten wurden ausschließlich die anfallenden Stromkosten für den Pumpenbetrieb angenommen (siehe Kapitel 5.2.2).

Tabelle 22: Zu erwartende Betriebskosten für das PW Mühlengrund und PW Bahnhof

	Planung Variante I			**Planung Variante II**		
	PW Bahnhof	**PW Mühlengrund**	**Gesamt**	**PW Bahnhof**	**PW Mühlengrund**	**Gesamt**
Jährl. Stromkosten Abwasser förderung	3.623,01 €	341,85 €	3.910,17 €	2.696,76 €	2.311,60 €	5.008,36 €
Jährl. Wartungskosten Pumpen	480,00 €	480,00 €	960,00 €	480,00 €	480,00 €	960,00 €
Durchschnittl. jährl. Betriebs-kosten, netto	**4.103,01 €**	**821,85 €**	**4.870,17 €**	**3.176,76 €**	**2.791,60 €**	**5.968,36 €**

6.2.3 Kostenbarwertbetrachtung

Aus den Investitions- und Betriebskosten für Variante I und II lassen sich die Kostenbarwerte bzw. Jahreskosten ermitteln.

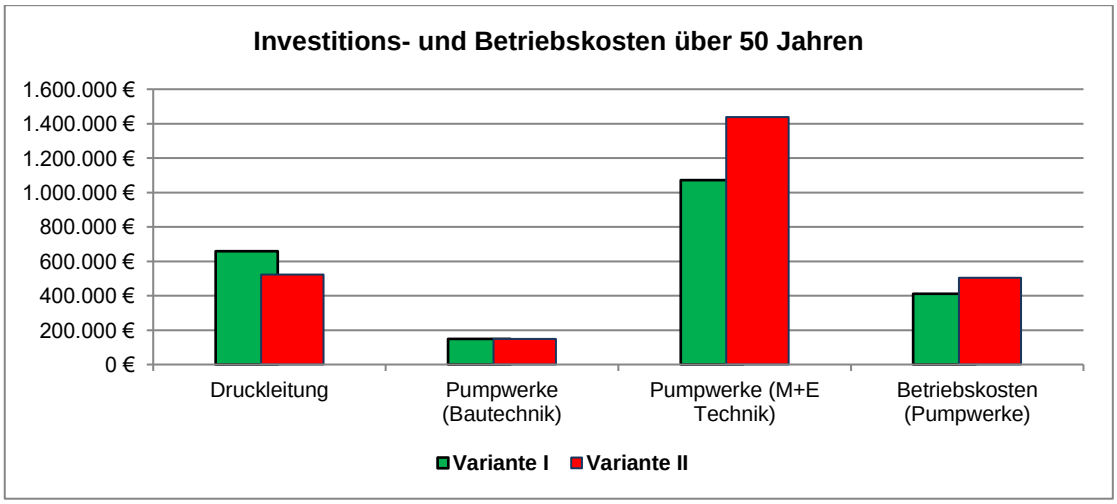

Bild 25: Vergleich der Investitions- und Betriebskosten Jahren für die Variante I und II – PW Mühlengrund und PW Bahnhof

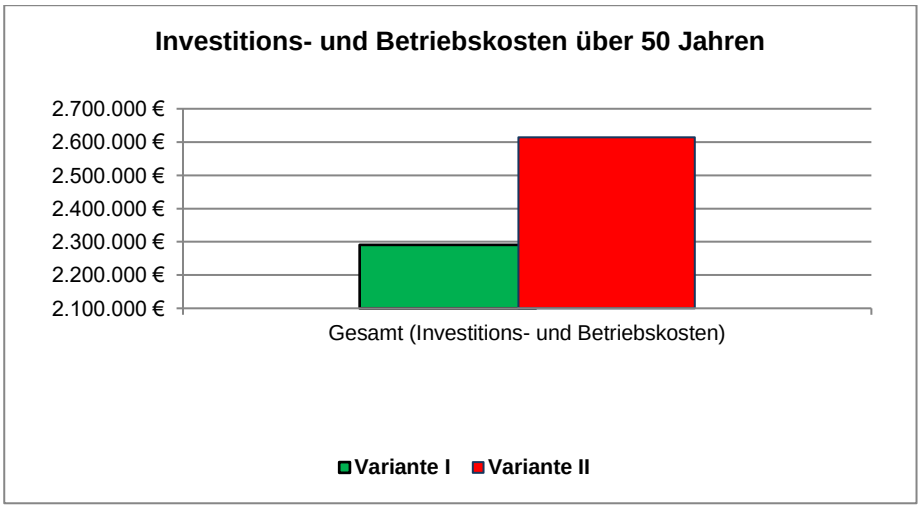

Bild 26: Gesamtkosten der Jahreskosten nach 50 Jahren für die Variante I und Variante II – PW Mühlengrund und PW Bahnhof

Durch die LAWA-Untersuchung wird verdeutlich, dass die Variante I aus Kostensicht günstiger als die Variante II ist. Weiterhin wird bei der Variante I deutlich weniger Energie als bei der Variante II verbraucht. Es wird daher die Umsetzung der Variante empfohlen.

6.3 PW Büren

6.3.1 Investitionskosten

Für das Pumpwerk Büren werden die erforderlichen Investitionskosten für die Erneuerung der Druckleitung sowie die Erneuerung der zwei Pumpen betrachtet. Die Kosten wurden auf Grundlage von vergleichbaren Projekten angenommen. Die Baunebenkosten für Gutachten etc. wurden in die Betrachtungen mit rd. 20 % angenommen. Es ist mit nachfolgenden Kosten zu rechnen:

Tabelle 23: Zusammenfassung Kostenschätzung – PW Büren

	Zusammenstellung der zu erwartenden Kosten	
A	**Erneuerung der Druckleitung Büren**	
I	Bautechnik	1.363.000,00 €
B	**Erneuerung der Pumpen**	
I	Maschinentechnik	62.000,00 €
II	Elektrotechnik	72.500,00 €
		134.500,00 €
	Summe Druckleitung + Pumpwerk	**1.497.500,00 €**
	Baunebenkosten, ca. 20 %	299.500,00 €
	Mehrwertsteuer, 19 %	341.430,00 €
	Summe Baukosten + Baunebenkosten, brutto	**2.138.430,00 €**
	Unvorhergesehenes und Rundung, ca. 10 %	213.870,00 €
	Gesamtsumme, brutto	**2.352.300,00 €**

Eine detaillierte Übersicht ist der Anlage 2 zu entnehmen.

6.3.2 Betriebskosten

Als Betriebskosten wurden ausschließlich der anfallenden Stromkosten für den Pumpenbetrieb und jährliche Wartungskosten für die Pumpen angenommen (siehe Kapitel 5.2.2).

Tabelle 24: Zu erwartende Entsorgungskosten für das PW Büren

	Planung	**IST - Zustand**
Jährl. Stromkosten Abwasserförderung	2.115,00 €	2.897,00 €
Jährl. Wartungskosten Pumpen	720,00 €	720,00 €
Durchschnittl. jährl. Betriebskosten, netto	**2.835 €**	**3.617 €**

6.3.3 Kostenbarwertbetrachtung

Aus den Betriebskosten für den Ist- und Planungszustand lassen sich die Kostenbarwerte bzw. Jahreskosten ermitteln.

Für den wirtschaftlichen Vergleich des Ist-Zustandes und der vorgeschlagenen Maßnahme beim Pumpwerk Büren werden aus den Betriebskosten Kostenbarwerte ermittelt und über einen Zeitraum von 50 Jahren miteinander verglichen. Einen Überblick über die Kostenentwicklung in 50 Jahren liefern die nachfolgenden Diagramme:

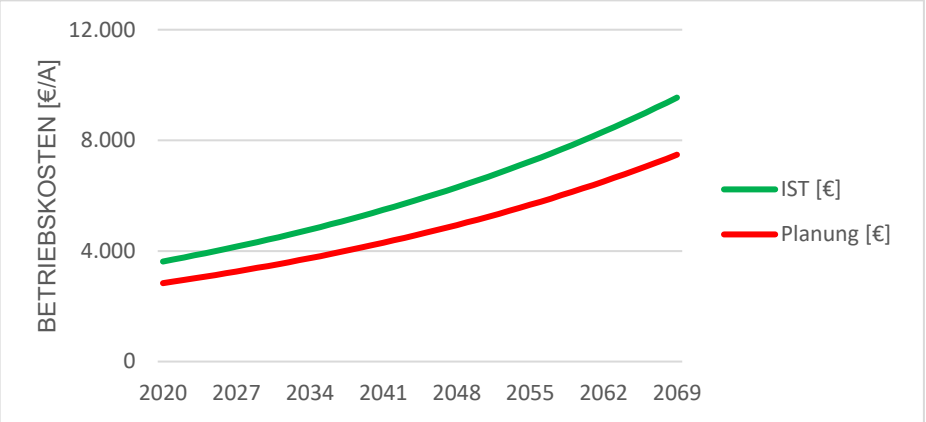

Bild 27: Jahresbetriebskostenentwicklung über 50 Jahre für den Ist-Zustand und bei der vorgeschlagenen Maßnahme des Pumpwerks Büren

Für die zukünftige Erneuerung der Druckleitung wird vorgeschlagen diese Variante umzusetzen, da durch die Optimierung des Höhenverlaufs der Druckleitung und der FU angepassten Pumpen wesentlich Energiekosten (rund 67.000 €) eingespart werden kann.

7. Maßnahmenkatalog

Bei den Pumpwerken der Gemeinde Lotte besteht nach den vorangegangenen Betrachtungen ein Optimierungsbedarf, so dass vorhandene Energieverbräuche und THG-Emissionen eingespart werden können. Es wird eine Umsetzung nach folgenden Prioritäten vorgeschlagen:

Priorität 1: Aufgezeigte Maßnahmen, mit Empfehlung diese kurzfristig, d.h. innerhalb von 2 bis 3 Jahren umzusetzen.
Priorität 2: Aufgezeigte Maßnahmen, mit Empfehlung diese mittelfristig, d.h. innerhalb von 3 bis 5 Jahren umzusetzen.
Priorität 3: Aufgezeigte Maßnahmen, mit Empfehlung diese langfristig, d.h. innerhalb von 10 Jahren umzusetzen.

Im Einzelnen ergeben sich für die Pumpstationen inklusive der zugehörigen Druckleitungen folgende Priorität stufen:

<u>PW Halen</u>

Priorität 2:

- Erneuerung der Pumpen beim PW Halen (Maschinen und Elektrotechnik)
  - Geschätzte Gesamtkosten (brutto): ca. 73.900,00 €

<u>PW Mühlengrund und PW Bahnhof</u>

Bei der Umsetzung der Variante I werden die Maßnahmen in nachfolgende Prioritäten zugeordnet:

Priorität 1:

- Erneuerung der Pumpen beim PW Bahnhof (Bau-, Maschinen und Elektrotechnik)
  - Geschätzte Gesamtkosten (brutto): ca. 385.000,00 €

Priorität 2:

- Verbindung der Druckleitungen – Mühlengrund und Bahnhof
  - Geschätzte Gesamtkosten (brutto): ca. 203.000,00 €
- Erneuerung der Pumpen beim PW Mühlengrund (Maschinen und Elektrotechnik)
  - Geschätzte Gesamtkosten (brutto): ca. 92.000,00 €

Priorität 3:

- Erneuerung der Druckleitung Mühlengrund
  - Geschätzte Gesamtkosten (brutto): ca. 594.000,00 €

Bei der Umsetzung der Variante II ergeben sich folgende Prioritätsstufen:

Priorität 1:

- Erneuerung der Pumpen beim PW Mühlengrund (Maschinen und Elektrotechnik)
  - Geschätzte Gesamtkosten (brutto): ca. 210.000,00 €

Priorität 2:

- Erneuerung der Pumpen beim PW Bahnhof (Bau-, Maschinen und Elektrotechnik)
  - Geschätzte Gesamtkosten (brutto): ca. 372.000,00 €

Priorität 3:

- Erneuerung der Druckleitung Mühlengrund
  - Geschätzte Gesamtkosten (brutto): ca. 594.000,00 €

<u>PW Büren</u>

Priorität 1:

- Erneuerung der Pumpen P1 und P3 (Maschinen und Elektrotechnik)
  - Geschätzte Gesamtkosten (brutto): ca. 211.300,00 €

Priorität 3:

- Erneuerung der Druckleitung - Büren
  - Geschätzte Gesamtkosten (brutto): ca. 2.141.100,00 €

Alle Aggregate, deren Motoren in den nächsten Jahren ausgetauscht werden sollen, sind mit Motoren der Effizienzklasse IE4 oder IE3 auszustatten. Durch den Austausch kann Energie eingespart werden.

8. Zusammenfassung

Zur Abwasserableitung wird ein Großteil der Energie durch die Abwasserpumpwerke verbraucht. Durch die Gemeinde Lotte und die beauftragte i f a consult gmbh wurde im Zuge des vorliegenden Klimaschutz-Teilkonzeptes, gefördert vom Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages, die bestehende Situation auf die Pumpwerke in der Gemeinde Lotte überprüft. Verschiedene Maßnahmen zur Verbesserung der bestehenden Situation wurden gemeinsam ermittelt (u.a. Alternative zum jetzigen Abwassertransport bei den Pumpwerken Mühlengrund und Bahnhof, Erneuerung der Druckleitung Büren und FU Steuerung der Pumpen entsprechend der Fördermengen etc.). Die Umsetzungen sind als kurz-, mittel- und langfristig, je nach der hydraulischen Situation sowie der Abschreibung der Anlagen, eingestuft.

Durch die vorgeschlagenen Maßnahmen bei den Pumpwerken Halen und Büren können rund 24 % bzw. 27 % Energie eingespart werden, bezogen auf den Ist – Zustand.

Bei den Pumpwerken Mühlengrund und Bahnhof wurden zwei Varianten untersucht. Bei Variante I wird eine Systemänderung des Abwassertransports bei den Pumpwerken Mühlengrund und Bahnhof vorgesehen. Die Variante II entspricht dem jetzigen Abwassertransport. Aus kosten- und energetischer Sicht ist die Variante I die wirtschaftlichere Variante, es kann eine Energieeinsparung von rund ca. 22 Prozent gegenüber dem Ist Zustand realisiert werden. Bei Variante II wird für den Pumpenbetrieb in etwa die gleiche Menge an Energie wie im Bestand benötigt.

Insgesamt können bei der Umsetzung der empfohlenen Maßnahmen (inkl. Variante I für PW Mühlengrund und Bahnhof) einen Stromverbrauch von ca. 11.913 kWh/a **(24 %)** eingespart werden. Dieses entspricht einer Einsparung von ca. 6,4 t/a CO_2-Emissionen.

Es wird eine stufenweise Umsetzung der Maßnahmen (siehe Kapitel 7) empfohlen.

Zur Überprüfung des Erfolges von den vorgeschlagenen Maßnahmen empfehlen sich nachfolgende Kontrollstrategien :

- Erfassung und Dokumentation des aktuellen Stromverbrauchs bei allen Pumpwerken
- Dokumentation von Wartung und Instandhaltungsarbeiten
- Vergleich mit anderen Anlagen

Aufgestellt: bi
i f a consult gmbh
Auf der Riehe 11 31555 Suthfeld
April 2021

Der Bauherr:
Gemeinde Lotte
.....
.....

(Datum, Unterschrift)

9. Literaturangaben

(1) Arbeitsblatt DWA-A 216, Energiecheck und Energieanalyse – Instrumente zur Energieoptimierung von Abwasseranlagen, Dezember 2015.

(2) Arbeitsblatt DWA – A 116-3 „Besondere Entwässerungsverfahren, Teil 3: Druckluftgespülte Abwassertransportleitungen – Entwurf“, 2011.

(3) Arbeitsblatt ATV – DVWK – A 134 „Planung und Bau von Abwasserpumpanlagen“, 2000.

(4) Arbeitsblatt DWA – A 118 „Hydraulische Bemessung und Nachweis von Entwässerungssystemen“, 2006.

(5) DIN EN 752 „Entwässerungssysteme außerhalb von Gebäuden“, 2008.

(6) Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA), „Leitlinien zur Durchführung dynamischer Kostenvergleichsrechnungen (KVR-Leitlinien)“, 1998.