

Universität für Bodenkultur Wien

University of Natural Resources and Applied Life Sciences, Vienna

Department für Wasser-Atmosphäre-Umwelt

Institut für Siedlungswasserbau, Industrierewasserwirtschaft und Gewässerschutz



Leitfaden:
**Optimierte Strategien der Instandhaltung von dezentralen
Pumpstationen**

Projektleiter: PD Dr. Thomas Ertl

Projektbearbeiter: Dipl.-Ing. Hanns Plihal

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	1
2. Zielsetzung und Aufgabenstellung	2
3. Zusammenfassung der Ergebnisse aus dem Endbericht	2
3.1 Dokumentation von Anlagendaten	2
3.2 Dokumentation und Nutzung von Betriebsdaten	3
3.2.1 Allgemeines	3
3.2.2 Aufzeichnung von Betriebsstörungen	4
3.2.3 Informationsgewinn durch Fernüberwachung	4
3.3 Kostenermittlung	5
3.3.1 Betriebskosten	5
3.3.2 Stromkosten/Stromverbrauch	8
3.4 Instandhaltungsstrategien	9
3.4.1 Allgemeines	9
3.4.2 Wartungsintervalle	10
3.4.3 <i>Instandhaltungsstrategien der Betreiber</i>	10
3.5 Planerische Aspekte bei Abwasserpumpstationen (APS)	11
3.5.1 Pumpendimensionierung	11
3.5.2 Schneideinrichtungen	13
3.5.3 Ausbildung des Pumpensumpfes	15
3.5.4 Zweckmäßige technische Ausstattung	16
3.6 Überprüfung und Abnahme von Abwasserpumpstationen	18
3.7 Optimierte Vorgehensweisen (Best Management Practices, BMP)	20
4. Literaturverzeichnis	21

1. Einleitung

„Bei der Erschließung des ländlichen Raumes mit Kanalisationen und zentralen Kläranlagen, ist besonders in flachen und hügeligen Gebieten die Ableitung der Abwässer alleinig durch Freispiegelkanäle oft nicht möglich. Als besondere Maßnahmen sind hierfür zum Teil eine große Anzahl an Abwasserpumpstationen bzw. Abwasserhebeanlagen notwendig.

„Pumpanlagen sind gelegentlich in Freispiegelsystemen erforderlich, um zu große Tiefenlagen zu vermeiden oder um tief liegende Gebiete zu entwässern.“ ÖNORM EN 752, (2008)

„Die Pumpanlage hat bei der Abwasserableitung ihre besondere Bedeutung dadurch, dass sie durch die Vermeidung zu großer Tiefenlagen die Wirtschaftlichkeit eines Entwässerungssystems verbessern kann.“ ATV-A 134, (2000)

Der Betriebssicherheit dieser Pumpanlagen wird ein wichtiger Stellenwert eingeräumt, da das Nichterkennen eines Ausfalls von Pumpen unter Umständen schwerwiegende Auswirkungen auf die Umwelt haben kann. So wurde z. B. in der Stadt Renningen, einer Kleinstadt etwa 15 km westlich von Stuttgart, der Ausfall von Pumpen eines Pumpwerkes vom 15. bis zum 19. Juli 2004 nicht erkannt, sodass ungeklärtes Abwasser aus dem Regenüberlaufbecken in den Rankbach überlief. Dabei entstand eine derart hohe Schadstoffkonzentration an Nitrit und Ammonium, dass viele Fische verendeten. Bei der nachträglichen Auswertung der Protokolle wurden viele Störfälle gefunden, die im Vorfeld aufgetreten sind, auf die aber anscheinend nicht eingegangen wurde. Daraufhin wurde der verantwortliche Stadtbaumeister aus Renningen wegen fahrlässigem Handeln vom Amtsgericht Leonberg zu einer Geldstrafe von 3600 Euro verurteilt (REKONEN, 2008). In Österreich ist die Instandhaltungspflicht im Wasserrechtsgesetz (WRG 1959) verankert.

§50 (1) „Sofern keine rechtsgültigen Verpflichtungen anderer bestehen, haben die Wasserberechtigten ihre Wasserbenutzungsanlagen einschließlich der dazugehörigen Kanäle, künstlichen Gerinne, Wasseransammlungen sowie Vorrichtungen in dem der Bewilligung entsprechenden Zustand und, wenn dieser nicht erweislich ist, derart zu erhalten und zu bedienen, dass keine Verletzung öffentlicher Interessen oder fremder Rechte stattfindet.“ WRG (2006)

In der praktischen Anwendung kommt es hier zum Einsatz unterschiedlicher Instandhaltungsstrategien. So ist z.B. laut Bestimmungen des AMTES DER OBERÖSTERREICHISCHEN LANDESREGIERUNG (2010), eine Inspektion von Sonderbauwerken (Pumpwerke, Regenbecken, Regenüberlauf etc.) durch eine wiederkehrende Kontrolle vor Ort in einem Intervall von 1 Monat gefordert. Bei Abwasserverbänden mit vielen kleinen Pumpstationen führt dies zu erheblichem Aufwand. Das ÖWAV Regelblatt 22 (1989), welches derzeit überarbeitet wird, schlägt kein fixes Wartungsintervall, sondern lt. Punkt 1.2.1 einen Zeitplan zur systematischen Überprüfung von Pumpwerken „je nach Bedeutung und Art der technischen Ausstattung“ vor. Das gab den Anstoß für genauere Untersuchungen in diesem Bereich.“ (SCHITTER, 2011)

Der Leitfaden wurde aus den Kernpunkten des Endberichts des Forschungsprojektes „Strategien zur Wartung von Abwasserpumpstationen im dezentralen Raum“ zusammengestellt, welches am Institut für Siedlungswasserbau, Industriewasserwirtschaft und Gewässerschutz, der Universität für Bodenkultur Wien durchgeführt wurde. Die im Leitfaden untersuchten Kanalisationsunternehmen wurden zur Anonymisierung mit den Buchstaben A bis D versehen.

Die Autoren bedanken sich herzlich bei den vier Betreibern des Projektes für die Bereitstellung ihrer Betriebsdaten als auch für die großzügige Verwendung ihrer Arbeitszeit bei Besichtigung und Fragen während der Untersuchungen. Weiters wird den Kanal- und Kläranlagen-Nachbarschaften (www.kan.at) und den Ämtern der Landesregierungen von Niederösterreich, Oberösterreich und der Steiermark für die Finanzierung dieses Forschungsprojektes gedankt.

2. Zielsetzung und Aufgabenstellung

Derzeit sind in Österreich viele Arbeiten des Kanalbetriebs (z. B. Reinigung, Inspektion, etc.) über festgelegte Intervalle geregelt. Dies gilt auch für die Wartung von Pumpwerken. Allerdings sind heute vielerorts auch schon Tendenzen zu erkennen, die weg von den fixen Intervallen hin zu einem bedarfsorientierten Ansatz führen. Mithilfe dieses innovativen Ansatzes wird es möglich, die Arbeitsabläufe sowie die finanzielle Planung des Kanalbetriebes gezielter und damit auch effizienter zu gestalten.

In diesem Leitfaden sollen mögliche Alternativen zur intervallmäßigen Wartung von Pumpwerken aufgezeigt und darauf basierend optimierte Wartungsabläufe vorgeschlagen werden. Das Hauptaugenmerk dieses Leitfadens wird hierbei auf Abwasserpumpwerke im ländlichen, klein strukturierten Raum gelegt.

Denn gerade hier kann die Inspektion bzw. Wartung von Pumpwerken nach festgelegten Intervallen für den Betreiber einen unverhältnismäßigen großen Arbeits- und Zeitaufwand darstellen und damit Kosten anfallen, die aufgrund von Betriebserfahrungen oftmals gar nicht notwendig wären.

Für die Ermittlung der aktuellen Praxis wurden im Juni und Juli 2010 vier Abwasserpumpwerksbetreiber aus den Bundesländern Niederösterreich, Oberösterreich und Steiermark vor Ort besucht. Die erforderlichen Daten für diesen Leitfaden wurden bei den Kanalisationsunternehmer vor Ort bereitgestellt bzw. per e-Mail übermittelt. Auf Wunsch von Ing. Brendli fand am 24.08.2010 im Amt der OÖ Landesregierung eine Besprechung statt, um zusätzliche Punkte in diesem Leitfaden zu berücksichtigen.

3. Zusammenfassung der Ergebnisse aus dem Endbericht

3.1 Dokumentation von Anlagendaten

„Im Sinne der Instandhaltungspflicht des §50 WRG und der dafür notwendigen Erfassung, Abbildung und Dokumentation der Anlagenteile der Wasserver- und Abwasserentsorgung, wird an dieser Stelle der Appell angebracht, eine entsprechende Dokumentation der Pumpstationen zu führen. Aufgrund der in diesem Projekt gemachten Erfahrungen mit der Datenauswertung und dem Versuch des Vergleiches von Pumpstationen wird hier kurz angeführt, welche Daten bei der Dokumentation der technischen Grundausrüstung von Pumpstationen angegeben werden sollten.

- *Name der Station (eventuell Nummerierung)*
- *Lageinformation (Adresse und Koordinaten)*
- *Baujahr der Station*
- *Angeschlossene EW*
- *Anzahl der eingebauten Pumpen mit Aufstellungsart (nass oder trocken)*
- *Pumpenkenndaten der einzelnen Pumpen (Leistung, Fördermenge, Einbaudatum)*
- *Beschreibung der zusätzlichen technischen Ausrüstung (Rührwerke, Belüftung, Fernwirkeinrichtung etc.)*

Zusätzlich sollten die Pläne der Pumpwerke vom Planer an den Betreiber weitergegeben und gespeichert werden.“ (SCHITTER, 2011)

3.2 Dokumentation und Nutzung von Betriebsdaten

3.2.1 Allgemeines

„Oft werden Aufzeichnungen von Wartungstätigkeiten nur für die Kostenverrechnungsstelle verwendet. Aber auch für den Betrieb und die Instandhaltung sind diese Aufzeichnungen von Interesse. Zu einer sinnvollen Kommunikation und Vernetzung bzw. der Weitergabe von Betriebsdaten der einzelnen Stellen eines Betriebes wird hier geraten.

Über die Möglichkeit einer digitalen Erfassung von Instandhaltungstätigkeiten und Arbeitszeiten sollte nachgedacht werden. Die nachträgliche Digitalisierung von handschriftlich geführten Wartungsprotokollen oder –heften zur besseren Auswertung scheitert lt. Angaben der Betreiber an zu geringen freien Kapazitäten.

Als mögliches Beispiel eines Kontroll- und Reinigungsblattes wird in der Vorschlag des AMTES DER OBERÖSTERREICHISCHEN LANDESREGIERUNG (2010) dargestellt.

Tabelle 1 – Kontroll- und Reinigungsblatt Pumpwerke (AMT DER OBERÖSTERREICHISCHEN LANDESREGIERUNG, 2010)

Kontroll- und Reinigungsblatt PUMPWERK											
Gemeinde/Verband					Jahr						
Pumpwerk				Strang		Blatt					
Technische Daten											
Betriebsstunden					Pumpenlauf	Stromaufnahme	Steuerung, Alarm	Rückschlagklappe	Schwimmstoffe	Ablagerungen	Anmerkung
					Datum	Pumpe 1	Pumpe 2	Pumpe 3	Summe	1	
Unterschrift										Datum	

Aus diesem Kontroll- und Reinigungsblatt, aber auch durch die Untersuchungen der Fallstudien ist ersichtlich, dass Aufzeichnungen von Betriebsstunden von Pumpen und der dazugehörigen Stromverbrauchszahlen eine einfache Weise darstellen, um durch deren Gegenüberstellung auf Probleme schließen zu können.

Auch wenn Stromkosten z.B. bei Gemeindepumpwerken nicht über den Betreiber (Abwasserverband oder Reinhaltverband) abgerechnet werden, sollte der Stromverbrauch zur möglichen Auswertung vom Betreiber dokumentiert werden.“ (SCHITTER, 2011)

3.2.2 Aufzeichnung von Betriebsstörungen

„Angelehnt an den ÖWAV Arbeitsbehelf 37 (2010) sollten Stör- bzw. Schadensfälle zur weiteren möglichen Auswertung den folgenden Bereichen zugeordnet werden:

- *Bau und betriebliche Einrichtung*
 - *Bauliche Schäden*
 - *Verstopfung / Verzopfung*
- *Maschinelle Ausrüstung (MA)*
 - *Pumpe*
 - *Verrohrung inkl. Armaturen*
 - *Event. Belüftung, Mischer, Rührwerk*
 - *Event. mechanische Reinigung (Rechen, Sand- und Schotterfang)*
- *Elektrotechnische und messtechnische Ausrüstung (EMSR)*
 - *Schaltanlage (Schaltschrank, Verteiler)*
 - *E-Installation*
 - *Messtechnik (Niveaumessung, MID,...)*
 - *Steuerung-Leitsystem*

Vergleicht man diesen Vorschlag mit der verwendeten Unterteilung (siehe Endbericht), sind einige Parallelen aber auch Unterschiede ersichtlich. Die Empfehlung des ÖWAV Arbeitsbehelf 37 (2010) ist in der Kategorisierung eindeutiger und sollte zur Dokumentation von Stör- bzw. Schadensfällen herangezogen werden.“ (SCHITTER, 2011)

3.2.3 Informationsgewinn durch Fernüberwachung

„Sind Pumpstationen mittels einer Fernüberwachungs- bzw. einer Fernwirkeinrichtung ausgerüstet, können durch Auswertung der übermittelten Daten, Informationen über den Betriebszustand gewonnen werden. Je nach Ausführungsart der Fernüberwachung werden unterschiedlich viele Daten ermittelt, übertragen und aufgezeichnet.

Es stellt sich die Frage für welche Daten es sinnvoll ist, diese zu übermitteln bzw. für weitere Auswertungen zur Verfügung zu haben und auf welche Daten verzichtet werden kann. Im Gespräch mit den Betreibern wurde klar der Wunsch nach Einfachheit und Vermeidung einer (meist wegen Zeitmangel) nicht genutzten Datenflut geäußert.

Durch den Einsatz einer reinen Alarmierungseinrichtung (=Minimalvariante einer Fernüberwachung), wie es Betreiber B für die meisten seiner Pumpstationen in Verwendung hat, werden folgende 3 Betriebsstörungen übermittelt:

- *Wasser-Max*
- *Pumpenstörung*
- *Akku- bzw. Netzstörung*

Diese Meldungen reichen aus, um auf Störsituationen reagieren zu können und so in weiterer Folge die Funktionalanforderungen aufrecht zu erhalten. Für einen Informationsgewinn bezüglich des Zustandes von Pumpen, Armaturen, etc. sind diese Daten bzw. Alarmmeldungen nicht ausreichend.

Aufgrund der Möglichkeiten der heutigen Nachrichtentechnik sind der Übertragung weiterer Daten fast keine Grenzen gesetzt. Auf eine Nutzbarkeit der Informationen sollte jedoch geachtet werden.

Folgende Störmeldungen werden mittels der Fernwirkeinrichtung von Betreiber A und Betreiber C zusätzlich übermittelt:

- *Ausgelöster Motorschutz (durch Thermo-Relais bzw. Thermo-Fühler)*
- *Messfehler (z.B.: Störung Niveaumessung, MID-Messfehler, falls vorhanden)*
- *Stromüberwachung (Störung bzw. High-Alarm)*
- *Pumpen – Laufzeitfehler*
- *Funkstörung*
- *Minimale Batteriespannung*

Darüber hinaus können durch die Betrachtung und Interpretation von visualisierten Ganglinien des Wasserstandes bzw. der Pumpenschaltzeiten wertvolle Informationen gewonnen werden. Je besser geschult bzw. je mehr Erfahrung das Betriebspersonal mit der Auswertung von Ganglinien hat, desto mehr Informationen können daraus gewonnen werden. Bei der Besichtigung von Betreiber C konnte aus den Ganglinien u.a. folgende Informationen gewonnen werden.

- *Verstopfung / Verzopfung*
- *Laufgradabnutzung aufgrund unterschiedlicher Pumpenlaufzeiten*
- *Störung Thermo-Schalters*
- *Fremdwassereintritte*

Durch eine eingebaute Durchfluss-Messung (z.B. MID), wie sie bei den untersuchten Betreibern aus Kostengründen nur bei übergeordneten Pumpstationen zu finden ist, kann bei Übertragung der Messdaten die tatsächlich geförderte Wassermenge und die aufgrund der Förderleistung der Pumpen errechneten Fördermenge gegenübergestellt werden. Durch Abweichung dieser, können bereits geringe Abnutzungen der Pumpe oder sonstige Probleme erkannt werden. Der Einsatz von Durchflussmessungen sollte hinsichtlich des entstehenden Informationsgewinnes nicht nur bei Hauptpumpwerken in Erwägung gezogen werden.“ (SCHITTER, 2011)

3.3 Kostenermittlung

„Bei der Art und Weise der Kostenrechnung eines Betriebes, sollte darauf geachtet werden, möglichst einfach und mit wenig Aufwand, sämtliche Kosten eines Pumpwerkes auflisten zu können. Dies bietet die Möglichkeit eines Vergleichs mit anderen gleichartigen Stationen und dem Erkennen eventueller Mängel.

Für die Kostenrechnung wird hier auf den Arbeitsbehelf „Kosten- und Leistungsrechnung der Siedlungswasserwirtschaft“ von HEISS und PILZ (2005) hingewiesen. Dabei werden die Kostenstellen Kanal, Kläranlage und Verwaltung unterschieden. Pumpwerke sollten als Teil des Kanals, jedoch als einzelne Kostenstellen behandelt werden. Bei den Kostenarten wird prinzipiell in Kapitalkosten und Betriebskosten unterschieden.“ (SCHITTER, 2011)

3.3.1 Betriebskosten

„Von Betreiber C konnte eine detaillierte Abrechnungsaufzeichnung über einen Zeitraum von 4 Jahren und mit einem Stichprobenumfang von 274 Pumpstationen ausgewertet werden. Dabei sind sämtliche Kosten, welche den Kostenstellen Pumpstationen zugeordnet wurden, berücksichtigt.

Aufgrund der Datenreihe der Aufzeichnungen kann der daraus errechnete Mittelwert, als Richtwert für Planer und Betreiber weitergegeben werden.

Ca. 1100 € wird im Durchschnitt für den Betrieb einer Pumpstation pro Jahr aufgewendet. Diese Summe beinhaltet die Kostenarten Wartung, Reinigung, Strom, zusätzliche Kosten und

Fernwirkanlage in den wie sie in Abbildung 1 gezeigten Anteilen. Unter „Zusätzliche Kosten“ fallen Neuanschaffungen von Pumpen oder Schaltschränken, Kleinmaterial, etc.

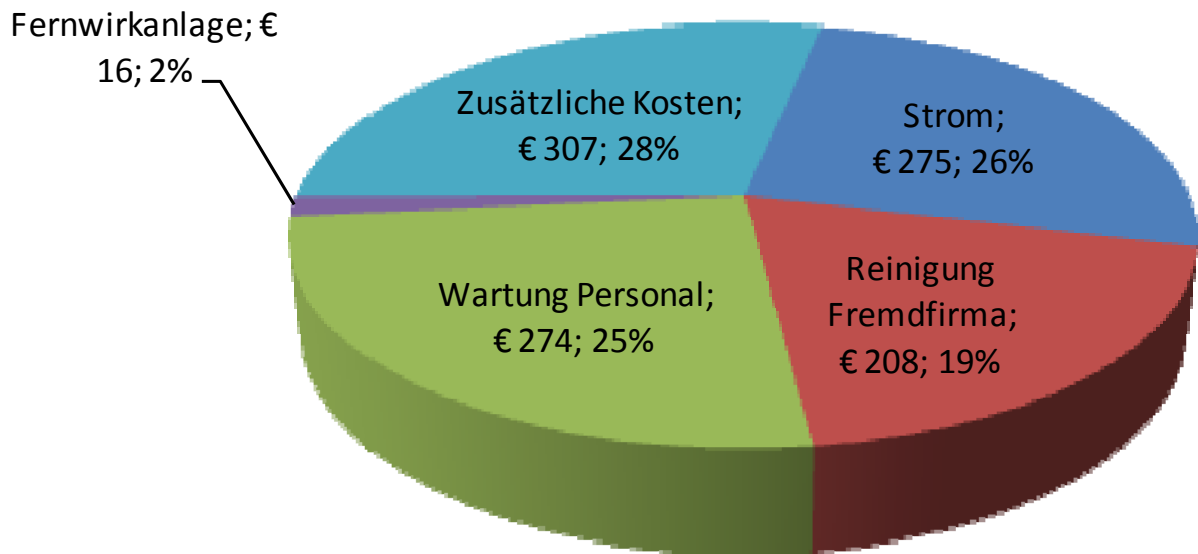


Abbildung 1 – Mittlere jährliche Kosten von Pumpstationen (n = 274; Gesamt: € 1080)

159 dieser Pumpstationen konnte aufgrund der dokumentierten Pumpenleistung in unterschiedliche Pumpwerksklassen (PW-Klassen) eingeteilt werden und sind in Abbildung 2 dargestellt. Daraus ist ersichtlich, dass mit steigender installierter Pumpenleistung auch die jährlichen Kosten ansteigen. Anteilsmäßig erhöhen sich dabei die Strom- und die Wartungskosten.

Es ergeben sich mittlere jährliche Kosten pro Pumpstation und Jahr von ca. 600 € für Stationen bis 2,4 kW Leistung, und steigen an auf ca. 2800 € für Stationen mit 10 bis 19,9 kW installierter Pumpenleistung.

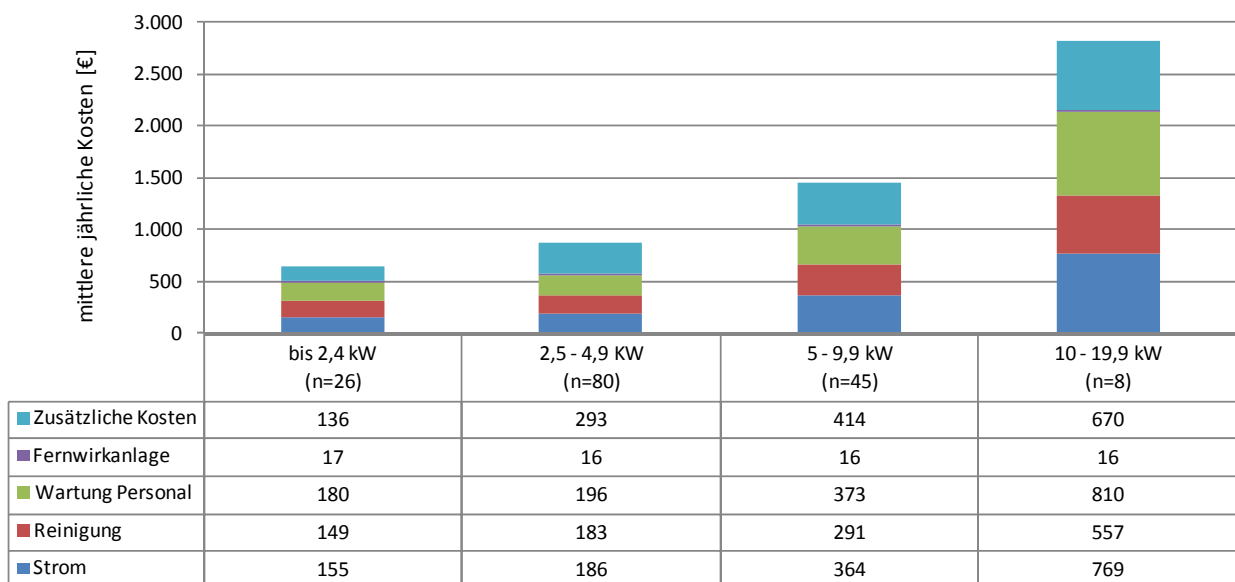


Abbildung 2 – Mittlere jährliche Kosten von Pumpstationen nach PW-Klassen

Ohne Strom- und zusätzlichen Kosten konnten die Pumpstationen der anderen Betreiber auch in die Auswertung aufgenommen werden. Insgesamt 313 Pumpstationen konnten aufgrund von Informationen über die installierte Pumpenleistung in Abbildung 3 gezeigte PW-Klassen eingeteilt werden. Dargestellt ist der Mittelwert der jährlichen Betriebskosten ohne Strom je Pumpstation. Es ergeben sich Kosten von ca. 320 € bei Stationen bis 2,4 kW bis zu Kosten von ca. 2900 € bei Stationen von 50 bis 250 kW installierter Pumpenleistung.

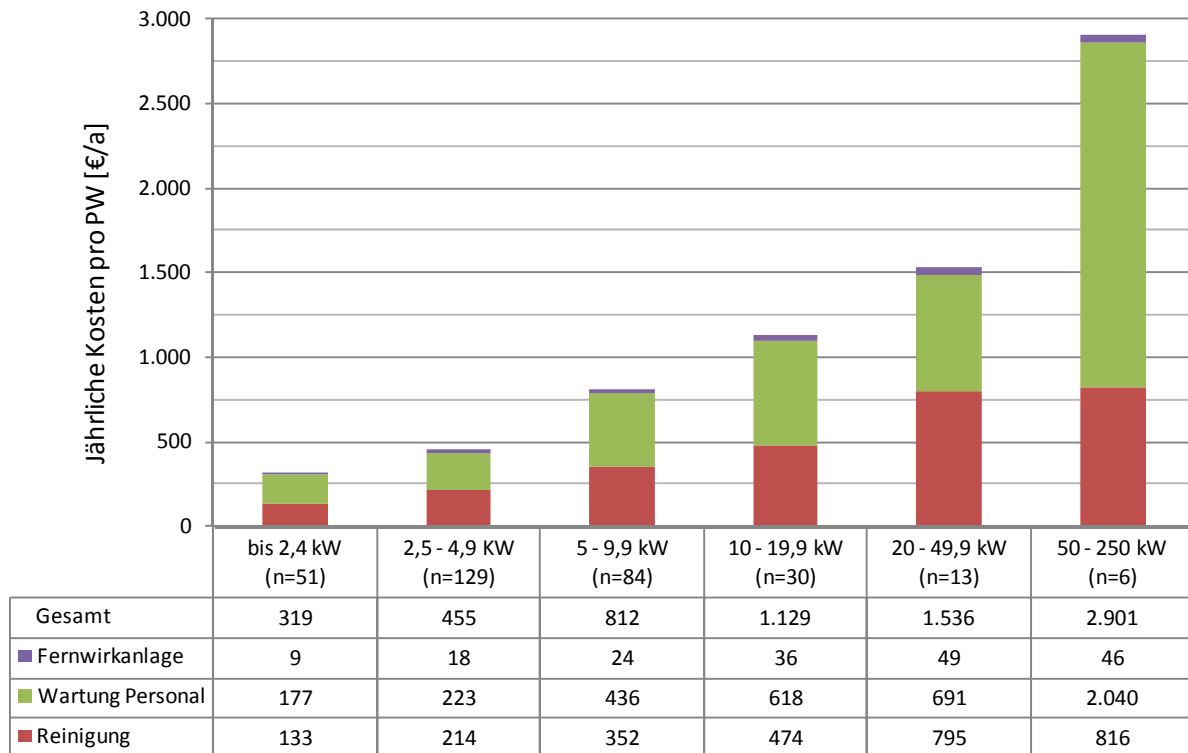


Abbildung 3 – Kostenartenaufteilung ohne Stromkosten

Bezüglich der verwendeten Aufteilung in Kostenarten wird hier noch auf eine Aufgliederung von Instandhaltungstätigkeiten in Unterprozesse nach BURKHARD (2003) lt. Abbildung 4 hingewiesen. Dies würde eine zusätzliche Aufgliederung der in dieser Arbeit verwendeten Wartungskosten in „Inspektion und Wartung“, „Schadensbehebung“ und „Stör- und Notfälle“ bedeuten. Bei der Auswertung der Tätigkeiten konnte eine ähnliche Unterteilung verwendet werden. Zur Kostenauswertung wäre diese Unterteilung jedoch zu detailliert gewesen.

Grundsätzlich ist bei einer Unterteilung in Unterprozesse darauf zu achten, möglichst Eindeutigkeiten zu schaffen. Die Erfahrung zeigt, dass unterschiedliche Mitarbeiter des Betriebspersonals für dieselben Tätigkeiten z. T. unterschiedliche Benennungen verwenden.“ (SCHITTER, 2011)

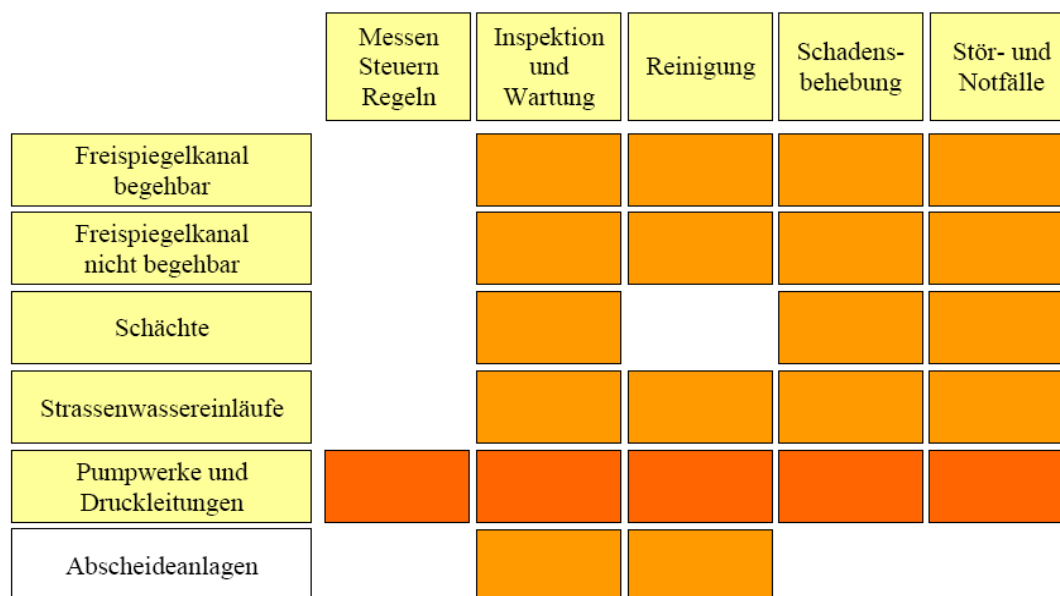


Abbildung 4 – Relevante Elemente und Unterprozesse der Benchmarking Studie (BURKHARD, 2003)

3.3.2 Stromkosten/Stromverbrauch

„Alle Pumpstationen deren Stromkosten bekannt waren, sind in Abbildung 5 gezeigtem Streudiagramm zusammengefasst. Darin und in weiteren Auswertungen im Endbericht ist ersichtlich, dass die meisten Pumpstationen Stromkosten von ca. 100 bis 800 € aufweisen.

Liegen die Stromkosten bei Pumpstationen über diesen Werten, sollte die Ursache dafür eruiert werden. Dafür wurden im Streudiagramm der Stromkosten unterschiedliche Bereiche eingefügt.

Im grünen Bereich befinden sich etwa 90% der Werte. Es wird angenommen, dass diese Werte, obwohl auch hier große Streuungen erkennbar sind, als übliche Stromkosten bzw. Stromverbrauch gesehen werden können. Der rote Bereich zeigt etwa 5% der Daten, welche die höchsten Werte aufweisen. Es wird empfohlen, die Ursachen dieser erhöhten Werte zu eruieren. Werte in diesem Bereich müssen nicht unbedingt Problemstationen sein. So weisen z.B. unterschiedliche Mischwasserpumpstationen eines Betreibers einen stark unterschiedlichen Energieverbrauch auf, da einige mit Entlastungsbauwerk ausgerüstet sind, während andere das gesamte Abwasser aus dem vorgeschalteten Speicherkanal ohne Entlastung pumpen müssen.

Als gelb gekennzeichnet, wurde ein Übergangsbereich eingefügt. Auch hier kann eine Ursachen-Analyse Sinn machen.“ (SCHITTER, 2011)

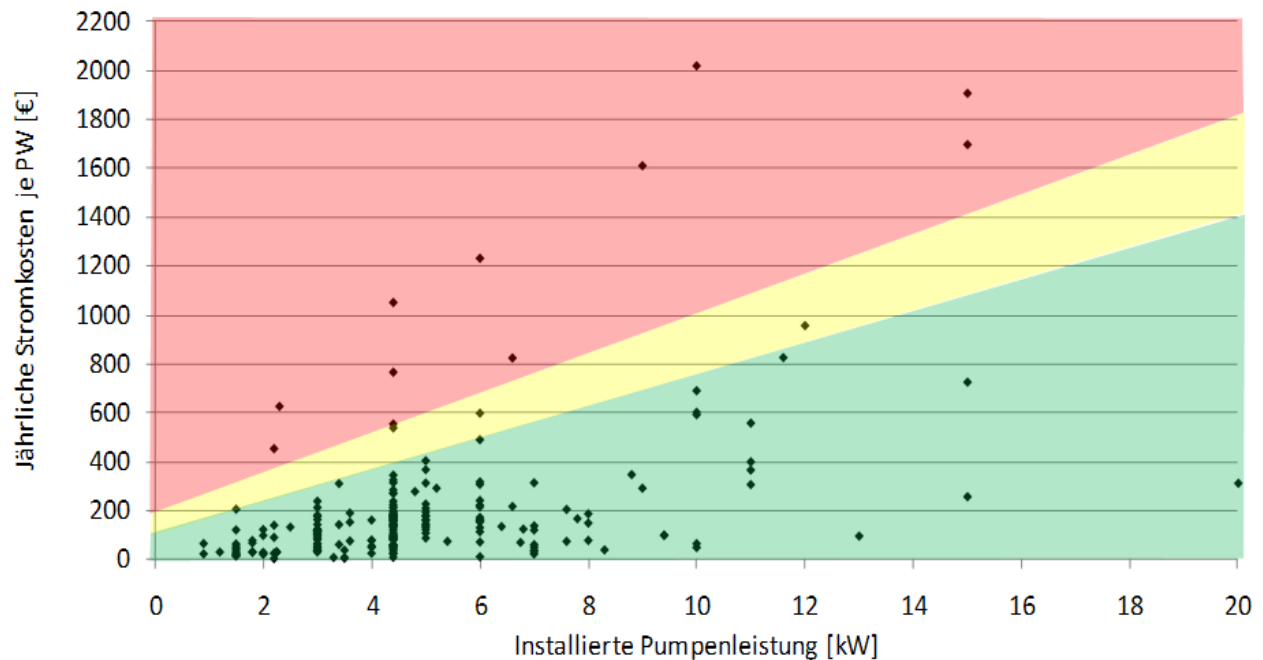


Abbildung 5 – Streudiagramm Stromkosten mit Kontrollbereichen (n = 216)

3.4 Instandhaltungsstrategien

3.4.1 Allgemeines

„Die Kontrolle und Wartung ist ein wesentlicher Bestandteil der erforderlichen Tätigkeiten bei der Instandhaltung von Abwasserpumpstationen (APS). Je nach Strategie des Betreibers wird zwischen kurativer Strategie (auf Störung reagierende Instandhaltung), präventiver Strategie (vorbeugende turnusmäßige Instandhaltung) und selektiver Strategie (vorbeugende zustandsabhängige Instandhaltung) unterschieden.

Bei der kurativen APS-Instandhaltung wird eine Reparatur erst nach Störung durchgeführt. Der Vorteil ist hier, dass die technische Nutzungsdauer der Pumpenteile optimal ausgenutzt wird. Nachteilig ist jedoch, dass dadurch z.B. hohe Folgeschäden entstehen können, eine Reparatur nicht vorausgeplant werden kann, ein hoher Ersatzteilbestand notwendig ist und lange ungeplante Stillstandszeiten entstehen.

Bei der präventiven Instandhaltung von APS erfolgt die Wartung und Kontrolle der APS im Normalfall nach einem bestimmten regelmäßigen Zeitplan. Vorteil dieser Strategie ist, dass dadurch weniger Folgeschäden entstehen und Stillstände der APS geplant werden können. Der Nachteil dieser Strategie ist zum einen, dass die technische Nutzungsdauer der Pumpenteile nicht optimal ausgeschöpft wird, da Teile der APS ausgetauscht werden, bevor diese ihre technische Nutzungsdauer erreicht haben, und zum anderen, dass hohe Kosten für die Instandhaltung der APS aufgewendet werden müssen.

Bei der selektiven Instandhaltung erfolgt eine Reparatur an der APS je nach Zustand. Die Vorteile dieser zustandsabhängigen Strategie sind, dass die technische Nutzungsdauer der Pumpe optimal ausgenutzt wird, die Wartung und Reparatur erst dann erfolgt, wenn dies erforderlich ist, dadurch weniger Folgeschäden entstehen, die Stillstände der APS geplant werden können und diese Strategie eine Prozessoptimierung ermöglicht. Nachteilig ist, dass dafür eine Zustandsüberwachung erforderlich ist, welche zusätzliche Kosten verursacht (siehe Tabelle 2).“ (PLIHAL et al, 2011)

Tabelle 2 – Instandhaltungsstrategien (PLIHAL et al, 2011)

Strategie	Vorteile	Nachteile
kurative Strategie auf Störung reagierende Instandhaltung	+ optimale Ausnutzung der Pumpenteile	- hohe Folgeschäden - hoher Ersatzteilbestand - lange ungeplante Stillstände
präventive Strategie vorbeugende turnusmäßige Instandhaltung	+ weniger Folgeschäden + geplante Stillstände	- technische Nutzungsdauer der Pumpenteile nicht optimal genutzt - hohe Kosten für Instandhaltung
selektive Strategie vorbeugende zustandsabhängige Instandhaltung	+ optimale Ausnutzung der technischen Nutzungsdauer der Pumpenteile + Wartung / Reparatur nach Zustand + weniger Folgeschäden + geplante Stillstände + Prozessoptimierung	- Aufwand für Fernüberwachung

3.4.2 Wartungsintervalle

„Die Häufigkeit der Überprüfung von Pumpwerken ist im ÖWWV Regelblatt 22 (1989) welches derzeit überarbeitet wird, „je nach Bedeutung und Art der technischen Ausstattung“ vorgesehen. Andere Vorschriften wie z.B. die Bestimmungen des AMTES DER OBERÖSTERREICHISCHEN LANDESREGIERUNG (2010), fordern eine Inspektion von Sonderbauwerken (Pumpwerke, Regenbecken, Regenüberlauf etc.) durch eine wiederkehrende Kontrolle vor Ort in einem Intervall von 1 Monat. Die Praktische Anwendung von Wartungsintervallen bei den untersuchten Betreibern gestaltet sich folgendermaßen:

- Alle 4 Betreiber reinigen Ihre Pumpstationen planmäßig ca. 2-mal pro Jahr.
- Zusätzlich der weiteren Kontroll-, Wartungs- oder Instandsetzungstätigkeiten ergeben bei Betreiber A im Median 6 Tätigkeiten pro Jahr und Pumpstation, bei Betreiber B 9,4 Tätigkeiten pro Jahr und APS und bei Betreiber C 3,8 Tätigkeiten pro Jahr und APS. Betreiber D kontrolliert seine 3 Hauptpumpwerke täglich und bei den restlichen Stationen ergeben sich lt. mündlicher Aussagen 2 bis 10 Tätigkeiten pro Jahr.
- Daraus ergeben sich durchschnittlich angewendete Zeitintervalle der Wartung von 1 bis 4 Monate. Dieses Zeitintervall von Vor-Ort Tätigkeiten, kann für verschiedene Pumpstationen allerdings zwischen 1 Tag und 1 Jahr schwanken. Grund dafür sind notwendige Tätigkeiten aufgrund von Störungen und Unterschiede in den folgend diskutierten Instandhaltungsstrategien.“ (SCHITTER, 2011)

3.4.3 Instandhaltungsstrategien der Betreiber

„Betreiber A hat durch die Einbindung der meisten seiner Pumpstationen in ein Fernwirksystem sowohl die Möglichkeit Informationen über den Zustand der Stationen zu erhalten, als auch die Möglichkeit Pumpen von der Ferne zu schalten bzw. Motorschutzschalter zu quittieren. Aufgrund dieser Einrichtungen ist es nicht notwendig, abgesehen der geplanten Reinigungseinsätze zusätzliche Kontrollen durchzuführen. Weitere Einsätze werden aufgrund der erhaltenen Informationen bzw. Alarmierungen getätigt. Dies entspricht einer Mischung aller 3 Instandhaltungsstrategien, mit Schwerpunkt auf eine zustandsorientierte und korrektive Instandhaltung.

Betreiber B kontrolliert seine Pumpstationen in einem mehr oder weniger gleichmäßigen Zeitintervall von 1 Monat. Zwar ist ein Großteil der Stationen mit einer Alarmierungseinrichtung ausgerüstet, was bei Störungen sehr wertvoll ist, jedoch können dadurch keine ausreichenden Informationen über den Zustand gewonnen werden um eine zustandsorientierte Wartung zu planen. Die praktizierte Instandhaltung entspricht einer präventiven vorausbestimmten Strategie.

Betreiber C hat durch das verwendete Funk-Fernwirksystem einen kontinuierlichen Informationsgewinn über den Zustand der Pumpstationen. Abgesehen von den regelmäßig durchgeführten Pumpwerksreinigungen werden aufgrund dieser erhaltenen Informationen die Wartungseinsätze geplant. Dies würde hauptsächlich einer zustandsorientierten Instandhaltungsstrategie entsprechen. Aufgrund der geringen Zeitkapazitäten werden jedoch nicht alle möglichen Informationen aus Ganglinien ermittelt. Dadurch verschiebt sich die Betriebsführung z.T. hin zum Reagieren auf Störmeldungen, was einer korrektiven Instandhaltungsstrategie entspricht.

Betreiber D praktiziert eine geplante vorausbestimmte Instandhaltungsstrategie bei den Hauptpumpwerken. Diese werden täglich kontrolliert und 1-mal im Monat gereinigt. Die restlichen Pumpstationen werden planmäßig 2-mal im Jahr gereinigt und ansonsten nur aufgrund Störungen aufgesucht. Das entspricht einer Mischung zwischen korrektiver und vorausbestimmter Strategie.“ (SCHITTER, 2011)

3.5 Planerische Aspekte bei Abwasserpumpstationen (APS)

3.5.1 Pumpendimensionierung

„Üblicherweise werden in der Planung viele Sicherheiten eingerechnet, so dass nur selten die Förderleistung oder die Förderhöhe erreicht werden. ... Möglicherweise treten sogar Betriebspunkte unter der sog. NPSH-Linie auf, die zur Kavitation mit Schäden am Laufrad und Gehäuse führen können. Vor allem erhöht sich der Energieverbrauch, weil die Pumpe nicht im optimalen Bereich betrieben wird.“ SEIBERT-ERLING (2010b)

„Eine Überdimensionierung führt dazu, dass jede Menge an elektrischer Energie vernichtet wird. Abbildung 6 zeigt ein Beispiel für die Energievernichtung bei Überdimensionierung einer Abwasserpumpe. Die optimale Anlagenkennlinie ist strichliert dargestellt und ergibt Q_{opt} . Wird jedoch statt der Fördermenge Q_{opt} aufgrund von Sicherheitszuschlägen Q_{soll} benötigt, so muss die Fördermenge gedrosselt werden und es stellt sich die durchgehende Anlagenkennlinie ein. Zu erkennen ist in der Abbildung, dass mit der Eindrosselung des Förderstroms Energie vernichtet wird. Für die Förderung von Q_{soll} könnte auch eine schwächer dimensionierte Pumpe installiert werden.“ (PLIHAL et al, 2011)

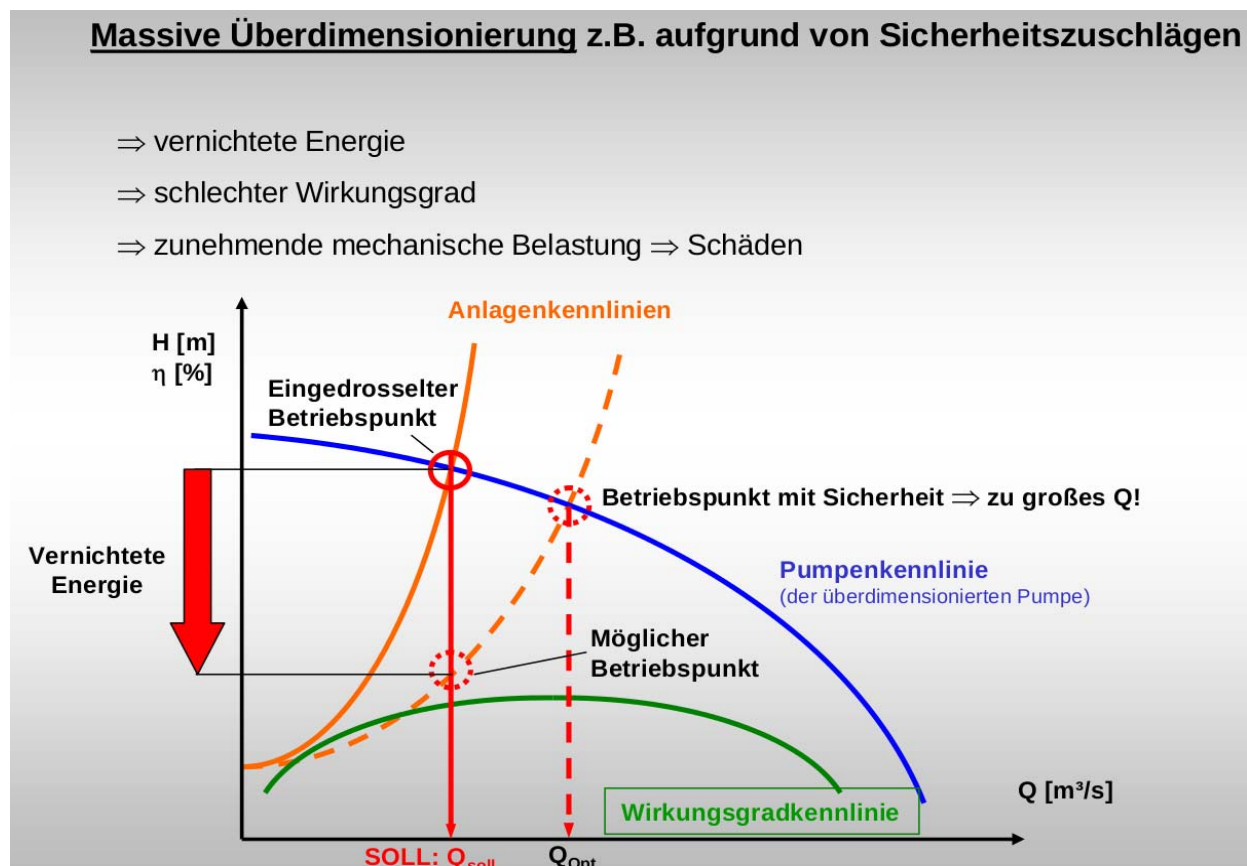


Abbildung 6 – Massive Überdimensionierung von Abwasserpumpen (JABERG, 2010)

„In der Untersuchung von SEIBERT-ERLING (2010b) wurden die Leistungsdaten von APS (elektrische Wirkleistung, Durchfluss, Förderhöhe) über einen längeren Zeitraum untersucht. Dabei stellte er fest, dass überwiegend deutlich kleinere Abwassermengen anfielen als es der optimalen Auslegung der Pumpe entspricht. Der energetisch optimale Betriebspunkt wurde daher auch nur selten erreicht. Bei der Auswertung der Häufigkeiten des spezifischen Energiebedarfes wurde die untersuchte Pumpe überwiegend in einem Bereich mit dem schlechtesten Wirkungsgrad betrieben (siehe Abbildung 7).“ (PLIHAL et al, 2011)

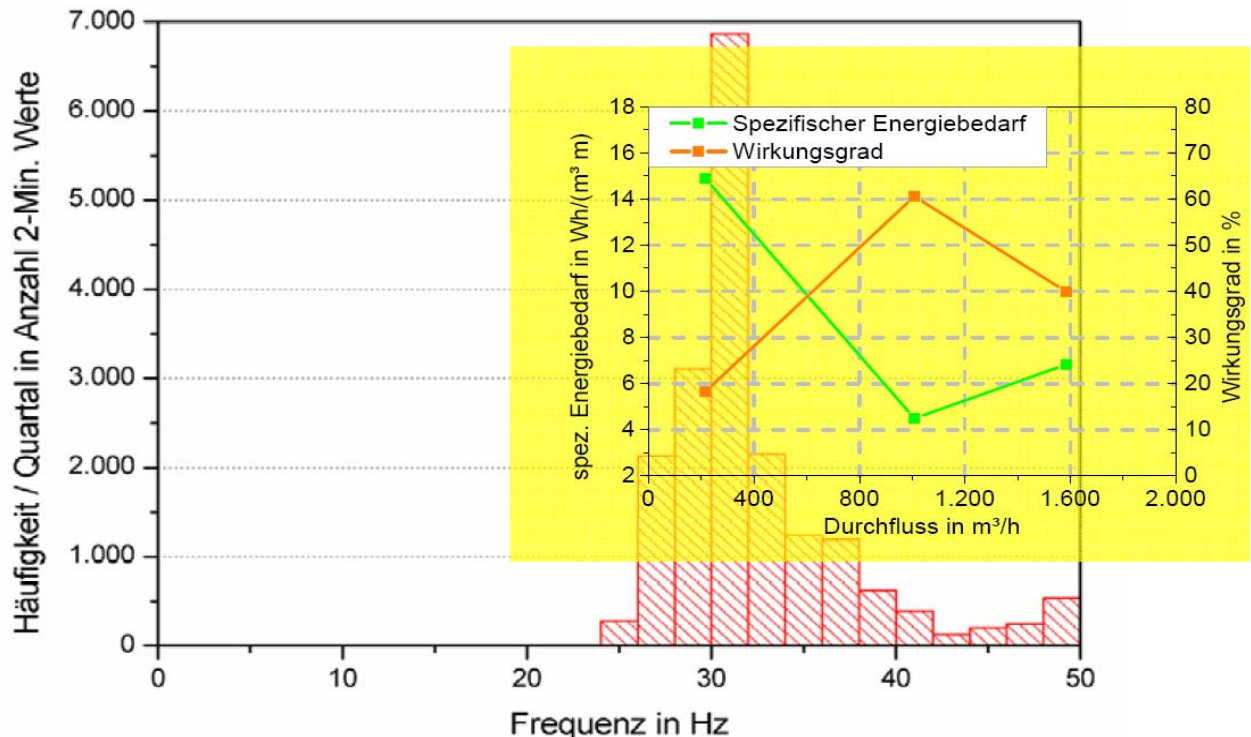


Abbildung 7 – Vergleich spezifischer Energiebedarf und Wirkungsgrad bei Abwasser-Pumpstationen (SEIBERT-ERLING, 2010a)

„Ein weiterer Nachteil der Überdimensionierung von Abwasserpumpen ist, dass dadurch die mechanische Belastung an der Pumpe zunimmt, was zu Schäden führt (Gleitringe werden z.B. früher defekt). Wird die Pumpe im optimalen Betriebspunkt betrieben, heben sich die Radialkräfte am Laufrad auf und es fallen keine mechanischen Belastungen an. Außerhalb des optimalen Betriebspunktes nehmen die Radialkräfte zu, die auch bei kleinen Pumpen (< 10kW) nennenswert sind.“ (PLIHAL et al, 2011) „Die Praxis zeigt, dass ca. 90% aller installierten Pumpen viel zu groß sind, und demzufolge arbeiten diese Pumpen alle im Bereich niedriger Teillast, wo der Wirkungsgrad sehr schlecht ist ... Noch schlimmer ist jedoch die Tatsache, dass bei Teillast die Radialkräfte und auch die Kavitation auf inakzeptable Weise zunehmen. Radialkräfte verursachen das altbekannte Versagen der Gleitringdichtungen, die viel öfter als notwendig ausgetauscht werden müssen; ebenso versagen die Lagerungen. Gleichzeitig zerstört die Kavitation Laufräder und Gehäuse.“ JABERG (2009)

Nach JABERG (2010) amortisieren sich in der Regel die Investitionen zur Reduktion der Energiekosten innerhalb von 2 bis 3 Jahren. Auch SEIBERT-ERLING (2010b) belegte dies in seiner Untersuchung. „Die neue Pumpe wird so ausgelegt, dass sie ihren energetischen Bestwert in dem am häufigsten auftretenden Lastbereich erreicht. Damit ergibt sich gegenüber der heutigen Situation eine Verbesserung des spezifischen Energieverbrauchs um ca. 10 Wh/m³ m. Unterstellt man, dass die Pumpe etwa zu einem Drittel der Zeit dort betrieben wird, dann ergibt sich ein Einsparungspotenzial von $10 \text{ Wh}/(\text{m}^3 \text{ m}) * 4,7 \text{ m} * 300 \text{ m}^3/\text{h} * 3.000 \text{ h} = 42.300 \text{ kWh/a}$. Mit den eingesparten Energiekosten von rd. 5.000 EUR/a amortisiert sich eine neue kleine Pumpe in kurzer Zeit.“ SEIBERT-ERLING (2010b)

„Entscheidend ist bei der Optimierung von APS, dass eine Gesamtbetrachtung der Anlage notwendig ist. Die einzelnen Anlagenteile können optimal ausgelegt sein und dennoch kann es zu einem erhöhten Energieverbrauch kommen, wenn die einzelnen Anlagenteile nicht kompatibel sind. Nach den Erkenntnissen von SÖRENSEN (2010) liegt das Einsparungspotenzial einer Anlage bei bis zu 70%. Diese Optimierung ist aber nur in Abstimmung mit dem Betreiber der APS durchzuführen. Abbildung 8 zeigt eine Schemadarstellung der Einsparungspotenziale von APS.“ (PLIHAL et al, 2011)

➤ Wo ist das größte Einsparungspotenzial??

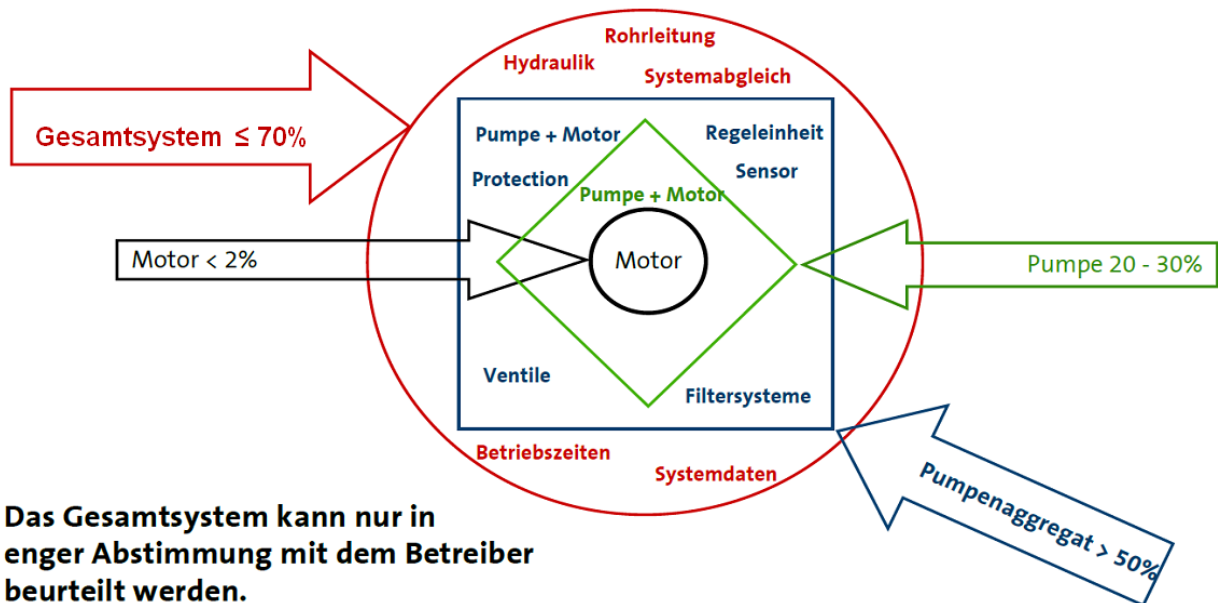


Abbildung 8 – Optimierung der Energieeffizienz (adaptiert nach SÖRENSEN, 2010)

3.5.2 Schneideinrichtungen

„In der Hauspumpstation werden Tauchpumpen mit Schneideinrichtungen (siehe Abbildung 9) eingesetzt. Das Schneidsystem sorgt dafür, dass Fehleinleitungen, wie Lappen oder Hygieneartikel sicher zerkleinert und abtransportiert werden.“ KÄMPF (2009a)



Abbildung 9 – Pumpensumpf mit Schneidradpumpe (KÄMPF, 2009a)

Schneideinrichtungen an Pumpen haben die Aufgabe vorhandene Feststoffe zu zerkleinern, sodass Pumpenverstopfungen vermieden werden. *„Bei den Pumpenverstopfungen durch Ansammlung von Faserstoffen sind zwei unterschiedliche Verstopfungsszenarien zu beobachten:*

- *Zum einen handelt es sich um Verstopfungen der Pumpenlaufrad-Kanäle. Hierbei führt ein Verspinnen bzw. Verdrillen von Faserstoffansammlungen zu einem zopfartigen Gebilde im Saugmund der Pumpe. Gelangt dieser „Zopf“ ins Laufrad führt dies zur Verstopfung eines oder mehrerer Laufradkanäle und damit meistens zu einem Pumpenausfall infolge der Mindestförderung. Dieses Szenario tritt in der Regel an Kreiselpumpen mit Zwei- oder Dreikanalrädern auf.*
- *Zum anderen kommt es zu den schon oben erwähnten Radseitenraum-Verstopfungen, bei denen sich Faserstoffe in den Spalten zwischen Laufrad und Schleißwänden ansammeln. Diese Faserstoffansammlungen können das Laufrad bis zum Stillstand abbremsen, bzw. nach Stillstand der Pumpe das Wiederaufstarten der Pumpe verhindern. Die Radseitenraumverstopfung ist vorrangig bei Kreiselpumpen mit Einschauflrädern aufgefallen.“ (KRÖBER, 2010)*

Beispiele für die oben genannten Pumpenverstopfungen zeigt Abbildung 10.



Abbildung 10 – Laufradverstopfung einer Abwasserpumpe (linke Abbildung) bzw. Verstopfungsszenarien durch zopfartige Gebilde (rechte Abbildung) (KRÖBER, 2010)

Eine mögliche Abhilfe um Pumpenverstopfungen vorzubeugen ist der Einbau von Schneideinrichtungen an Pumpen. In den Regelwerken sind zu diesem Thema folgende Bemerkungen zu finden: *„Pumpen mit freiem Kugeldurchgang von mindestens 40 mm oder mit Schneideinrichtung haben sich in der Praxis bewährt. ... Die Sammeldruckleitungen bestehen bei Verwendung von Pumpen ohne Schneideinrichtungen aus Rohren mit Mindestnennweite DN 65, bei Pumpen mit Schneideinrichtungen aus Rohren mit Mindestnennweite DN 32.“ (DWA-A 116-2, 2007)*

bzw.

„Bei Druckleitungen kleiner DN 80 müssen Pumpen mit Schneideeinrichtungen (nicht zu verwechseln mit den nicht zulässigen Küchenabfallzerkleinerern) eingesetzt werden, wobei ggf. deren Auswirkungen auf die Kläranlage zu beachten sind.“ (ATV-A 200, 2004)

Hintergrund des Hinweises dass „*ggf. Auswirkungen auf der Kläranlage zu beachten sind*“ ist, dass bei der Nachklärung der Schlamm aufgrund der Schneideeinrichtungen zu kompakt wird, was in weiterer Folge Betriebsprobleme verursachen kann.

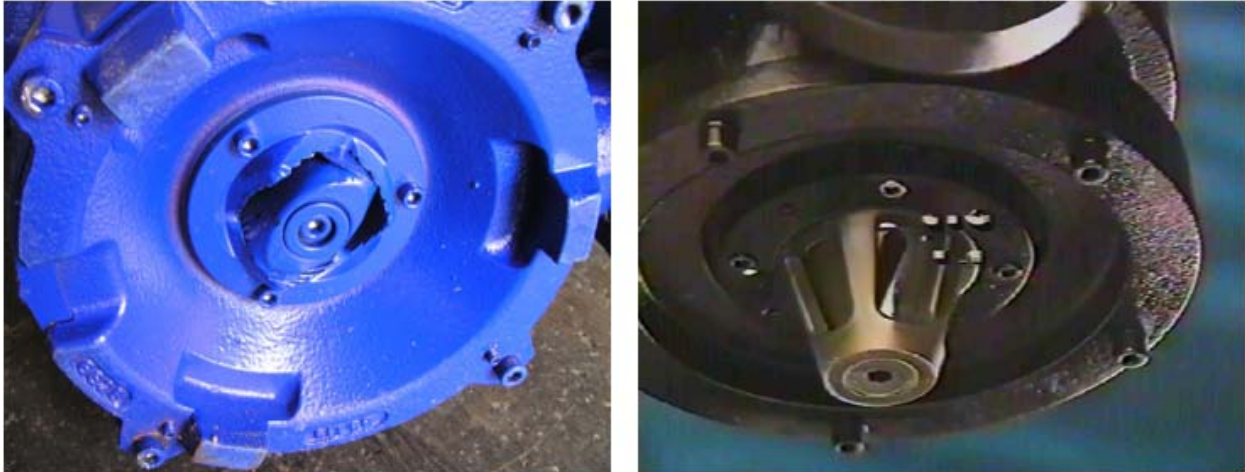


Abbildung 11 – Schneideinrichtung an Pumpen (ÖWAV, 2006)

3.5.3 Ausbildung des Pumpensumpfes

„Die Dimensionierung des Schachtpumpwerks errechnet sich nach dem verfügbaren Saugraumvolumen der APS. Empfehlenswert ist, das Saugraumvolumen etwas größer zu dimensionieren, um ev. Reserven bei Ausfall der Abwasserpumpstation zu haben. In diesem Zusammenhang ist die Schaltzahl der Pumpe zu ermitteln, die den Wert von 15/h nicht überschreiten soll, um Schäden am Motor der Pumpe zu vermeiden.“ (PLIHAL et al, 2011)

Zur Ausbildung der Pumpenschächte gibt es eine Vielzahl an Variationen. Nachfolgend wird ein Beispiel eines Pumpensumpfes gezeigt, der nachträglich adaptiert wurde, da Schmutzstoffe im Pumpensumpf liegen geblieben sind und durch die installierten Pumpen nicht wegbefördert werden konnten. Der Pumpensumpf verlegte sich mit der Zeit und ein erhöhter Reinigungsbedarf war erforderlich, um dieses Pumpwerk wieder in Betrieb nehmen zu können. Dass dies einen erhöhten Wartungsaufwand erforderte und damit die Lebenszykluskosten des Pumpwerks erhöhte, ist selbst erklärend.

Um die Verlegung des Pumpensumpfes zu verhindern, war eine Adaptierung erforderlich. Eine Profilierung im Bereich der Pumpen war erforderlich, damit die Schmutzstoffe den Pumpen optimal zugeführt werden konnten. Die Adaptierung des Pumpensumpfes zeigt Abbildung 12.



Abbildung 12 – Pumpensumpf nach Adaptierung (TORNOW, 2010)

3.5.4 Zweckmäßige technische Ausstattung

Basierend auf den Auswertungen bzw. Befragungen der drei Betreiber zu zweckmäßigen technischen Einrichtungen an APS können folgende Punkte zusammengefasst werden:

1. Schotter- bzw. Sandfänge sind vor APS sinnvoll, da diese wesentlich dazu beitragen, Abnutzungserscheinungen an Pumpen sowie Verstopfungen vorzubeugen.
2. Rührwerke sind bei den Betreibern kaum im Einsatz und wenn, dann werden diese bei einem Defekt ausgebaut und nicht mehr in Betrieb genommen.
3. *„Bezüglich dem Einbau von Wartungspodesten im Pumpensumpf einer APS können keine Empfehlungen für oder wider gegeben werden. Betreiber B hat diese vermehrt im Einsatz und ist damit sehr zufrieden. Betreiber C hat diese aufgrund der Gefahr von Verlegungen bei Überflutung bewusst nicht im Einsatz, und ist auch damit sehr zufrieden.“* (SCHITTER, 2011)
4. Bei Neuerrichtung von APS sollte der Schaltkastenbau gleich gestaltet werden um die Wartung, Störfallfindung, etc. für das Betriebspersonal zu vereinfachen.
5. Die Verwendung von einheitlichen Pumpen bei APS wird empfohlen, um einen Pumpenaustausch zu vereinfachen bzw. Ersatzteile zu vereinheitlichen.
6. Pumpen mit einem Einkanalrad als Laufrad neigen schon nach geringer Betriebsdauer zu vermehrten Verstopfungen. Daher ist den Freistromrädern trotz geringerem Wirkungsgrad der Vorzug zu geben.
7. Schneidwerkzeuge sind bei den Pumpen nur vereinzelt in Betrieb, sodass vom Einsatz eher abzuraten ist. Eine Untersuchung über die Wirksamkeit und Zweckmäßigkeit von

Schneideinrichtungen bzw. anderen zusätzlichen Einrichtungen an APS konnte nicht durchgeführt werden.

8. Aus der Literaturstudie geht hervor, dass trocken aufgestellten Pumpen gegenüber nass aufgestellten Pumpen der Vorzug zu geben ist, da diese wesentlich wartungs- und bedienungsfreundlicher sind. Ob sich eine trocken gegenüber einer nass aufgestellten Pumpe auch betriebswirtschaftlich rechnet, konnte nicht beantwortet werden.

„Eine Fernüberwachung ist besonders bei Pumpstationen mittlerer und übergeordneter Bedeutung im Versorgungsnetz eine nicht mehr wegzudenkende Einrichtung um auf Störmeldungen rasch reagieren zu können, und so die Versorgungssicherheit zu gewährleisten und in weiterer Folge den Gewässerschutz zu sichern. Weiters bietet eine Fernüberwachung durch Kenntnis des Ist-Zustandes von Pumpstationen die Möglichkeit einer zustandsorientierten Instandhaltungsstrategie.“ (SCHITTER, 2011) Die Frage wann eine Funk- bzw. GSM-Anlage zu installieren ist, hängt von vielen Rahmenbedingungen ab, die vorher abzuklären sind, wie z.B. die folgenden Punkte:

1. Wie viele APS sollen mit einer Funkanlage ausgestattet werden?

Nach der Dynamischen Kostenvergleichsrechnung (siehe Endbericht) macht eine Installation einer Funk-Anlage erst ab einer Anzahl von mindestens 18 APS Sinn, da sonst die Zeit bis zur Amortisation zu lange dauert. Je mehr APS installiert werden, desto schneller amortisiert sich eine Funkanlage. Wesentlich bei der Betrachtung ist auch die Entfernung zu den einzelnen APS. Je weiter diese entfernt sind (z.B. 20 Minuten Fahrzeit), desto schneller kann mit einer Kosteneinsparung gerechnet werden.

2. Ist eine GSM-Nutzung bei den jeweiligen APS überhaupt möglich?

Gerade in den ländlichen Gebieten ist die Netzabdeckung durch die heimischen GSM-Anbieter nicht immer gegeben bzw. teilweise gar nicht vorhanden. Dann stellt sich auch nicht mehr die Frage, ob eine GSM- oder eine Funkanlage installiert werden soll. Als Alternative zur Funkanlage kann noch überlegt werden, ob eine LWL-Anbindung nicht kostengünstiger ist bzw. die Nutzung einer Post-Leitung in Frage kommt.

3. Sind APS vorhanden, die mindestens bzw. öfter als 1 Mal pro Monat besichtigt und überprüft werden müssen bzw. die sehr störanfällig sind?

Die Dynamische Kostenvergleichsrechnung geht davon aus, dass eine Besichtigung der APS 1 Mal pro Monat erfolgt. Sind jedoch APS vorhanden, die öfter aufgesucht werden müssen, so rechnet sich relativ rasch eine GSM-Anlage, die wesentlich kostengünstiger ist als eine Funk-Anlage. Auch bei einer kleinen Anzahl an APS zahlt sich diese Anlage innerhalb weniger Jahre aus.

4. Sind APS vorhanden, in denen keine redundante Pumpe installiert ist?

Auch in diesem Fall kann es sinnvoll sein, APS mit einer Funk- bzw. GSM-Anlage auszustatten, um längere Ausfälle von APS vorzubeugen.

5. *„Durch zusätzliche Ausrüstung von SPS Bauteilen unter Einbindung einer entsprechenden Software, kann die Möglichkeit zur Fernwirkung geschaffen werden. Aufgrund der dadurch entstehenden Möglichkeiten der Fernwartung und wegen der immer günstiger werdenden Anschaffungs- und Erhaltungskosten solcher Systeme durch die rasche Entwicklung der Nachrichtentechnik in den letzten Jahren, sollte ein solcher Einsatz in Erwägung gezogen werden.“* (SCHITTER, 2011)

3.6 Überprüfung und Abnahme von Abwasserpumpstationen

„Nach Fertigstellung einer APS erfolgt die Abnahme und hierbei wird empfohlen, ein Abnahmeprotokoll zu erstellen. Ebenfalls sinnvoll ist es zu überprüfen, ob die Planungsdaten, welche die APS erfüllen soll, auch in der Praxis zutreffen. Ein Beispiel eines Abnahmeprüfungsprotokolls für APS, wie es derzeit in ersten Ansätzen vom Land OÖ verwendet wird, zeigt Tabelle 3. Im ersten Abschnitt der Tabelle werden die Planungsdaten der APS eingegeben, wie z.B. Länge der Druckleitung, Förderleistung, geodätische Förderhöhe etc., im zweiten Abschnitt die maschinelle Ausrüstung wie z.B. Stromaufnahme, Nennleistung der Pumpen usw. Im dritten Abschnitt der Tabelle folgt der Abnahmeversuch, in dem die Absenkung des Wasserspiegels überprüft wird sowie die Abnahme der Stromaufnahme vor und nach dem Start der Pumpe. Im vierten und letzten Teil der Tabelle erfolgt die Auswertung des Abnahmeversuches.

Die Auswertung des Abnahmeversuches dient einerseits der Plausibilitätsprüfung von APS und kann andererseits auch zur Überprüfung und Aufnahme von bestehenden APS herangezogen werden. Damit ist es möglich, Leistung und Energieverbrauch der APS untereinander zu vergleichen und zu verifizieren.“ (PLIHAL, 2011)

Im Einzelnen werden als Kontrolle folgende Punkte empfohlen:

- „Spannungsfreie Montage
- Endlagen- und Drehmomenteinstellung
- Pumpendrehrichtung
- Pumpenfolgeschaltung
- Drehzahlverstellung
- Entlüftung des Pumpengehäuses
- Dichtheit
- Geräusche
- Schwingungen
- Temperaturen
- Druckstöße
- RS-Klappenschlag
- MSR Technik
- Fernüberwachung und -steuerung
- Ersatzenergieversorgung

Unter voller Belastung sollten die Pumpen mindestens 2 Stunden getestet werden.

Steht zum Probelauf nicht genug Wasser zur Verfügung, erweist es sich als vorteilhaft, wenn das vorhandene Wasser über eine Umlaufleitung im Kreis gepumpt werden kann.


Für die Inbetriebnahme und den späteren Betrieb ist es notwendig, dass sich das Betriebspersonal schon während der Montage genaue Kenntnisse der Anlagentechnik erworben hat.

Nach der Funktionsprüfung kann das Pumpwerk in Betrieb genommen werden.

Dabei sind die Bedingungen der Druckleitungsinbetriebnahme zu beachten.

In der Anlaufphase (ca. 4 Wochen) empfiehlt es sich, den gesamten Betriebsablauf verstärkt zu überwachen, da erfahrungsgemäß in dieser Zeit Fehler an den Anlagenteilen vermehrt auftreten.“ NAUPOLD (2010)

Tabelle 3 – Beispiel eines Abnahmeprüfungsprotokolls für eine APS (BRENGLI, 2010)

Abnahmeprüfung PW						
Betreiber:		Stadtgemeinde yyy				1. Abschnitt
Pumpwerk:		www				
Projektdaten						
Angeschlossenen Einwohner:	46	EW	⇒	Q TW (m³/d):	9,20	
Länge der Druckleitung:	492,00	l/m		Fliesgeschw (m/s):	1,16	
Innendurchmesser DL:	51,40	mm		Men. Förderhöhe (m):	43,50	
Förderleistung lt. Projekt/Ausschreibung:	2,40	l/s		Reibungsgefälle (‰):	86,41	
Geodätische Förderhöhe:	26,80	m		spez. Speicherraum (l/EW):	152	
Reibungsverluste:	16,70	m				
Speicherraum des PW:	7	m³				
Stromaufnahme:	5,3	A	PW 1:			
Leistungsaufnahme Netz:	2,4	kW	PW 2:			
Oberfläche des PW:	3,14	m²	PW 3:			
Weitere Pumpwerke an gem. Druckleitung:	0	Stk	PW 4:			
	≈	≈	PW 5:			
			PW 6:			
			PW 7:			
			PW 8:			
Maschinelle Ausrüstung						
Förderpumpe (Daten aus der Kennlinie):	Stromaufn (A)	Nennleistung (kW)	Leist.Betr.punkt (kW)	Förderleistung (l/s)	Anzahl der Pumpen:	
Flygt MP 3068.170	4.80	2.40	2.63	2.40	2	
Rührwerk:	Stromaufn (A)	Nennleistung (kW)	Schaltniveau:			
Belüftung / Gebläse:	Stromaufn (A)	Nennleistung (kW)	Ein	Aus	max. Alarm	
			40,00 cm	25,00 cm	100,00 cm	
Sonstige Ausrüstung:	Stromaufn (A)	Nennleistung (kW)	Trockenlaufschutz			
			16,00 cm			
Abnahmeversuch:						
Datum:	Dienstag, 31. August 2010					
Anwesende:	DI rrr					
	zzz					
	nnn					
	Anm zum Pumpversuch (z.B. händ. Messung):					
Förderpumpe 1:	Wsp ein (cm)	Wsp aus (cm)	Absenkung (cm)	Anm:		
	95,00	85,00	10,00	händische Messung		
Dauer des Pumpversuches (Sekunden):	Wsp ein Anzeige (cm)	Wsp aus Anzeige (cm)	Absenkung (cm)	Anm:	RuheDruck	
99	90	80	10,00	autom. Messung	0,60 bar	
	Abweichung - Niveaumessung:			0,00	i.O.	
Zykluszähler um 1 erhöht ?	Zählerstand ein (kWh)	Zählerstand aus (kWh)	Verbrauch (kWh)		Betriebsdruck	
ja	61,18	61,26	0,08		2,20 bar	
	Stromaufnahme nach Start (A)	Stromaufnahme vor Stop (A)	Veränderung			
	4,20	4,20	0			
Förderpumpe 2:	Wsp ein (cm)	Wsp aus (cm)	Absenkung (cm)	Anm:		
	85,00	75,00	10,00	händische Messung		
Dauer des Pumpversuches (Sekunden):	Wsp ein Anzeige (cm)	Wsp aus Anzeige (cm)	Absenkung (cm)	Anm:	RuheDruck	
107	80	70	10,00	autom. Messung	0,60 bar	
	Abweichung - Niveaumessung:			0,00	i.O.	
Zykluszähler um 1 erhöht ?	Zählerstand ein (kWh)	Zählerstand aus (kWh)	Verbrauch (kWh)		Betriebsdruck	
ja	61,26	61,34	0,08		2,20 bar	
	Stromaufnahme nach Start (A)	Stromaufnahme vor Stop (A)	Veränderung			
	4,20	4,20	0			
Auswertung des Abnahmeversuches						
	Förderleistung (l/s)	Stromverbrauch (kWh/h)	Abw. Stromaufn (A)	Weitere Ausrüstung		
Förderpumpe 1:	3,17	2,91	0,60	Alarmierung	Funk / Blitzlicht	
Förderpumpe 2:	2,93	2,69	0,60	NotAus	✓	
Abweichungen:	0,24	0,22	0,00	Notstromanschluss	✓	
				Speicherraum	✓	
Anmerkungen:	Die händische Messung des Abstiches zeigte beim ersten Messversuch eine Differenz von 13 zu 10 cm zur Anzeige der Niveausonde; diese wurde bei den weiteren Messungen nicht mehr festgestellt - ? Messfehler? Die Daten wurden korrigiert!			überl. Zeitsteuerung	4 Stunden	
				Belüftung	keine	
Unterschriften:					

3.7 Optimierte Vorgehensweisen (Best Management Practices, BMP)

„Eine optimale Strategie für die Instandhaltung (Inspektion, Wartung, Instandsetzung und Verbesserung) von dezentralen Abwasserpumpstationen ist durch hohe Betriebsicherheit bei minimalem Ressourcenverbrauch definiert. Nachfolgend werden die wichtigsten Punkte zusammengefasst, welche zum Erreichen dieser Ziele beitragen können.

- *In Kapitel 3.5.4 zusammengefasste zweckmäßige technische Ausstattungen von Pumpwerken können positive Auswirkungen auf den Betrieb haben und zu einer Vereinfachung der damit verbundenen Instandhaltungstätigkeiten führen. Zwar konnte in dieser Arbeit keine wirtschaftliche Überprüfung zu allen diesen Punkten durchgeführt werden, jedoch sind die angeführten Punkte aus den Erfahrungen der Betreiber als zweckmäßig zu sehen.*
- *Aus Kapitel 3.4 geht hervor, dass eine selektive Instandhaltungsstrategie gegenüber den anderen Betriebsweisen einen klaren Vorteil hinsichtlich der Kosten aufweist. Da diese Strategie die Kenntnis des Zustandes voraussetzt, bedeutet das eine erforderliche Fernüberwachung der Pumpstationen.“ (SCHITTER, 2011)*
- Für eine vorbeugende zustandsabhängige Instandhaltung zur Wartung und Überwachung von APS ist die Auswertung und Interpretation der Ganglinien notwendig. Damit bekommt man schon erste Hinweise von Störungen bei APS. Beispiele zu den Ganglinien sind im Endbericht angeführt und stellen nur einen sehr kleinen Bereich der täglichen Praxis dar. Sinnvoll wäre auch die Archivierung sowie die Zuordnung der Ganglinien bei auftretenden Störungen an APS. Damit könnten „Musterganglinien“ zur Interpretation nachfolgender Störungsmeldungen bzw. untypische Ganglinienverläufe herangezogen werden.
- Zur Fernüberwachung von APS wurde eine Dynamische Kostenvergleichsrechnung (siehe Endbericht) durchgeführt sowie auch die Randbedingungen, die für die Neuerrichtung einer Fernüberwachung abzuklären sind, angeführt.
- Auch welche Daten bei Installation einer Fernüberwachung erforderlich und sinnvoll sind, wurden im Kapitel 3.2.3 und 3.5.4 zusammengefasst.
- *„Der zusätzliche Einsatz von SPS-Bauteilen bringt den Vorteil, Pumpen, Armaturen oder andere Aggregate von der Ferne aus schalten zu können. Dies kann dazu beitragen, Störungen zu beheben, ohne die Pumpstation Vor-Ort aufsuchen zu müssen. Das erfordert eine Möglichkeit der Fernwirkung.*
- *Für untergeordnete Pumpstationen ist es ausreichend, mit Hilfe von Alarmierungseinrichtungen auf Störungen reagieren zu können.“ (SCHITTER, 2011)*
- Zur Kontrolle und Überprüfung an APS empfiehlt sich ein Wartungsprotokoll, das als Hilfestellung dienen soll, um die Wartungsarbeiten standardisiert durchführen zu können.

4. Literaturverzeichnis

- AMT DER OBERÖSTERREICHISCHEN LANDESREGOERUNG (2010): Kanalwartung, Online im Internet: URL: http://www.land-oberoesterreich.gv.at/cps/rde/xchg/SID-2B078084-9A328B18/ooe/hs.xsl/27083_DEU_HTML.htm; Abruf am 29.03.2010
- ATV-DVWK-A 134 (2000): Arbeitsblatt ATV-DVWK-A 134, Planung und Bau von Abwasserpumpanlagen, ATV-DVWK-Regelwerk, GFA-Gesellschaft zur Förderung der Abwassertechnik e.V., Hennef
- ATV-A 200 (2004): Grundsätze für die Abwasserentsorgung in ländlich strukturierten Gebieten
- BRENDLI J. (2010): Excel-File zur Abnahmeprüfung von Pumpstationen; Land Oberösterreich
- BURKHARD R. (2003): Optimierung des Betriebes der Pumpwerke in Zürich, Wiener Mitteilungen Band 182, Wien
- DWA-A 116-2 (2007): Druckentwässerungssysteme außerhalb von Gebäuden
- HEISS R. und PILZ D. (2005): Kosten- und Leistungsrechnung der Siedlungswasserwirtschaft, Schriftenreihe [RFG] 2/2005, Wien
- JABERG H. (2009): Kreisel- und Verdrängerpumpen für normal- und hochviskose Flüssigkeiten – Anwendung und Auswahl; Vortrag im Rahmen der Praktikerkonferenz vom 20.04.-22.04.2009 in Graz
- JABERG H. (2010): Pumpen in der Verfahrenstechnik und Kraftwerkstechnik; Vortrag im Rahmen der Praktikerkonferenz vom 12.04.- 14.04.2010 in Graz
- KÄMPF A. (2009a): Kostengünstig und effizient – Die Vorteile der Druckentwässerung, wwt-Spezial (5/2009)
- KÄMPF A. (2009b): Abwasserpumpstationen – auf die richtige Planung und Einstellung kommt es an, Initiative CO₂ (09/2009)
- KRÖBER W. (2010): Typische Störungen von Abwasserpumpen, wwt – Spezial Pumpen (6/2010)
- LEONBERGER ZEITUNG (2008): Geldstrafe für Stadbaumeister, Artikel vom 20.09.2008
- MLUR – Ministerium für Landwirtschaft, Umweltschutz und Raumordnung des Landes Brandenburg (2003): Abwasserentsorgung in Brandenburg – Orientierungswerte Jahr 2003; Aufwand für die Abwasserableitung und Abwasserbehandlung
- NAUPOLD (2010): Abwasserpumpanlagen – Druckleitungen Inbetriebnahmen; DWA Seminar „Abwasserpumpanlagen“ am 23.06.2010 in Freiburg
- ÖNORM EN 752 (2008): Entwässerungssysteme außerhalb von Gebäuden, Europäisches Komitee für Normung, Brüssel
- ÖWAV (2006): Betrieb und Wartung von Pumpstationen; ÖWAV Seminar „Fortbildungskurs für das Betriebspersonal von Kanalisationsanlagen“
- ÖWAV-Arbeitsbehelf 37 (2010): Überprüfung des Betriebszustandes von Abwasserreinigungsanlagen (>50 EW), ÖWAV Regelwerk, Wien
- ÖWWV-Regelblatt 22 (1989): Kanalwartung und Kanalerhaltung, Regeln des Österreichischen Wasserwirtschaftsverbandes, Bohmann Druck und Verlag GmbH, Wien
- PLIHAL H., SCHITTER W. und ERTL T. (2011): Planerische Aspekte bei dezentralen Abwasserpumpstationen, Kanalmanagement 2011, Wiener Mitteilungen Wasser Abwasser Gewässer, Band 223, Wien

- REKONEN, D. (2008): Geldstrafe für Stadtbaumeister, Leonberger Kreiszeitung, 20.09.2008, Stuttgart
- SCHITTER W. (2011): Optimierte Strategien der Instandhaltung von dezentralen Abwasserpumpstationen, Diplomarbeit am Institut für Siedlungswasserbau, Industriewasserwirtschaft und Gewässerschutz; Universität für Bodenkultur Wien
- SEIBERT-ERLING G. (2010b): Verbesserung der Effizienz energieintensiver Aggregate auf Kläranlagen – Neue Ergebnisse aus der betrieblichen Praxis, ÖWAV Seminar „Energiemanagement in der Abwasserwirtschaft“ vom 13.10.2010
- STATISTIK AUSTRIA (2008): Jahresdurchschnittspreise und – Steuern 2008 für die wichtigsten Energieträger, Online im Internet: URL: http://www.statistik.at/web_de/statistiken/energie_und_umwelt/energie/preise_steuern/index.html, Abruf am 14. 12. 2010
- SÖRENSEN N. (2010): Energieeffizienzoptimierung und Monitoring-Systeme; Vortrag im Rahmen der Praktikerkonferenz vom 12.04.- 14.04.2010 in Graz
- TORNOW M. (2010): Abwasserpumpanlagen; DWA Seminar „Abwasserpumpanlagen“ am 23.06.2010 in Freiburg
- WRG (2006): Wasserrechtsgesetz 1959 BGBl. Nr. 215/1959 zuletzt geändert durch BGBl. Nr. 123/2006