

Entsorgungs- und Wirtschaftsbetrieb
E W L Landau in der Pfalz

Zusammenfassende Bewertung der
energetischen Potentialstudie
des Büros *iat*
für die
Kläranlage Landau-Mörtheim

Inhaltsverzeichnis

1	Bestandsaufnahme	3
2	Analyse des Energieverbrauches	4
2.1	Aufnahme aller wichtigen Energieverbraucher, geordnet nach Anlagenteilen	4
2.2	Gegenüberstellung Energieverbrauch und Energieerzeugung.....	4
2.3	Bewertung der Energieeffizienz	7
3	Potenzialanalyse	8
3.1	Ermittlung der Energieeffizienzpotenziale und der Nutzung Erneuerbarer Energien .	8
3.2	Einspar- und Versorgungsziele	9
4	Optimierungsmaßnahmen und Fahrplan zur Umsetzung	9
4.1	Übersicht über die wichtigsten bereits durchgeführten Maßnahmen zur Energieeinsparung und Effizienzsteigerung.....	9
4.2	Beschreibung möglicher Energieeinspar- und Energieeffizienzmaßnahmen.....	10
4.2.1	Optimierung Zulaufpumpwerk:.....	10
4.2.2	Optimierung Rücklaufschlammumpwerk:	12
4.2.3	Optimierung Rezirkulationspumpe:	13
4.2.4	Optimierung Belüftung Belebung:	14
4.2.5	Anpassung der Pumpe beim Voreidicker:	14
4.2.6	Erneuerung Blockheizkraftwerk (BHKW):.....	15
4.2.7	Batteriespeicher	15
4.3	Zusammenfassung erwartete Energieeinsparungen	16
4.4	Erwartete Einsparung oder Mehraufwand an Betriebskosten bei bezogenen Energieträgern und THG-Emissionen	17

1 Bestandsaufnahme

An die Kläranlage Landau-Mörlheim waren in 2018 insgesamt 54.708 Einwohner angeschlossen. **Tabelle 1** enthält die mittleren Schmutzfrachten im kommunalen Abwasser im Zulauf zur Kläranlage Landau-Mörlheim in 2018.

Tabelle 1: Mittlere kommunale Abwasservolumenströme und Schmutzfrachten im Zulauf zur Kläranlage Landau-Mörlheim

		Kommunales Abwasser 2018	Anzahl der Werte
Parameter	Einheit	Mittelwert	
Q _d	[m ³ /d]	16.194	365
B _{CSB,Z}	[kg/d]	8.400	364
EW ₁₂₀	[E]	69.998	
B _{BSB5,Z}	[kg/d]	4.275	15
EW ₆₀	[E]	71.248	
B _{NH4-N,Z}	[kg/d]	444	363
B _{Nges,anorg,Z}	[kg/d]	470	363
B _{Pges,Z}	[kg/d]	91	364
EW _{1,8}	[E]	50.810	

Für die energetische Beurteilung der Kläranlage werden die mittleren Einwohnerwerte bezogen auf den CSB mit 70.000 E herangezogen. Die Kläranlage ist der Größenklasse 4 nach Anhang 1 der Abwasserverordnung (AbwV) zugeordnet. Gemäß Erlaubnisbescheid sind folgende Überwachungswerte einzuhalten:

CSB: 35 mg/l

BSB₅: 15 mg/l

N_{ges}: 14 mg/l

P_{ges}: 1 mg/l

Auf der Kläranlage Landau-Mörlheim stehen folgende Sanierungen an:

Zulaufpumpwerk:

- Die Schneckenpumpen haben das Nutzungsende (8 – 12 Jahre) mit einem Alter von rund 37 Jahren deutlich überschritten, die Korrosion der Schnecken ist erheblich fortgeschritten.
- Die Schnecken sind abgenutzt. Der Spalt zwischen dem Betontrog und Schnecke ist zu groß.
- Die Schnecken haben keine Drehzahlregelung, so dass der Betrieb der Pumpen nicht an die zu fördernde Wassermenge angepasst werden kann.

Rechenanlage:

- Die Filterstufenrechen haben das Nutzungsende mit einem Alter von rund 15 Jahren erreicht.

- Durch Fehlstellen im Rechen kann Grobgut in die weiteren Reinigungsstufen gelangen.
- Bei jeder Rechenreinigung gelangt verfahrensbedingt Rechengut in den Zulauf zum Sandfang.
- Die Rechen sollen durch Hakenumlaufrechen ersetzt werden, um zu verhindern, dass bei der Rechenreinigung Rechengut in die Kläranlage gelangt.
- Für einen besseren Betrieb des Rechens sollte der Wasserstand zulaufseitig erhöht werden.

2 Analyse des Energieverbrauches

2.1 Aufnahme aller wichtigen Energieverbraucher, geordnet nach Anlagenteilen

In folgender Tabelle sind die wichtigsten Energieverbraucher mit ihren Kenndaten zusammengestellt.

Tabelle 2: Wichtigste Stromverbraucher, KA Landau-Mörlheim

Anlagenteil	Verbraucher	Nennleistung Motor
Zulaufpumpwerk	Zulaufschnecke 1	45
	Zulaufschnecke 2	45
Sandfang	Gebälse Sandfang 1	11
	Gebälse Sandfang 2	11
Belebung	Gebälse 1	110
	Gebälse 2	110
	Gebälse 3	110
	Gebälse 4	110
	Gebälse 5	110
	Rezirkulationspumpe 1	7,6
	Rezirkulationspumpe 2	7,6
	Rührwerk 1.1 Deni Stufe	2,3
	Rührwerk 1.2 Deni Stufe	2,3
	Rührwerk 2.1 Deni Stufe	2,3
Rührwerk 2.2 Deni Stufe	2,3	
Rücklaufschlamm-pumpwerk	Rücklaufschlammpumpe 1.1	4
	Rücklaufschlammpumpe 1.2	4
	Rücklaufschlammpumpe 2.1	4
	Rücklaufschlammpumpe 2.2	4
Schlammfäulung	Faulturmumwälzung 1	11
	Faulturmumwälzung 2	11

2.2 Gegenüberstellung Energieverbrauch und Energieerzeugung

Die Energiebilanz für Strom ergibt sich in 2018 für die Kläranlage Landau-Mörlheim aus:

Strombezug:	501.852 kWh
Erzeugter Strom im BHKW:	1.315.149 kWh
<u>Einspeisung ins EVU-Netz:</u>	<u>- 90.740 kWh</u>
Summe Stromverbrauch:	1.726.261 kWh

Um einen Überblick über die Verteilung des Stromverbrauchs innerhalb der Kläranlage zu erhalten, wurden zwei unterschiedliche Wege beschritten:

1. Aufstellung einer Aggregatliste, in der alle wesentlichen Stromverbraucher der Kläranlage sowie die kontinuierlich dokumentierten Betriebsstunden erfasst sind.
2. Zusammenstellung der Ergebnisse der vorhandenen Leistungsmessungen an den Unterverteilungen der Kläranlage. Für viele Bereiche liegen Stromverbrauchsmessungen anhand von installierten Wandlern vor (siehe **Abbildung 1**). Die Ergebnisse dieser Messungen wurden ebenfalls zur Auswertung herangezogen.

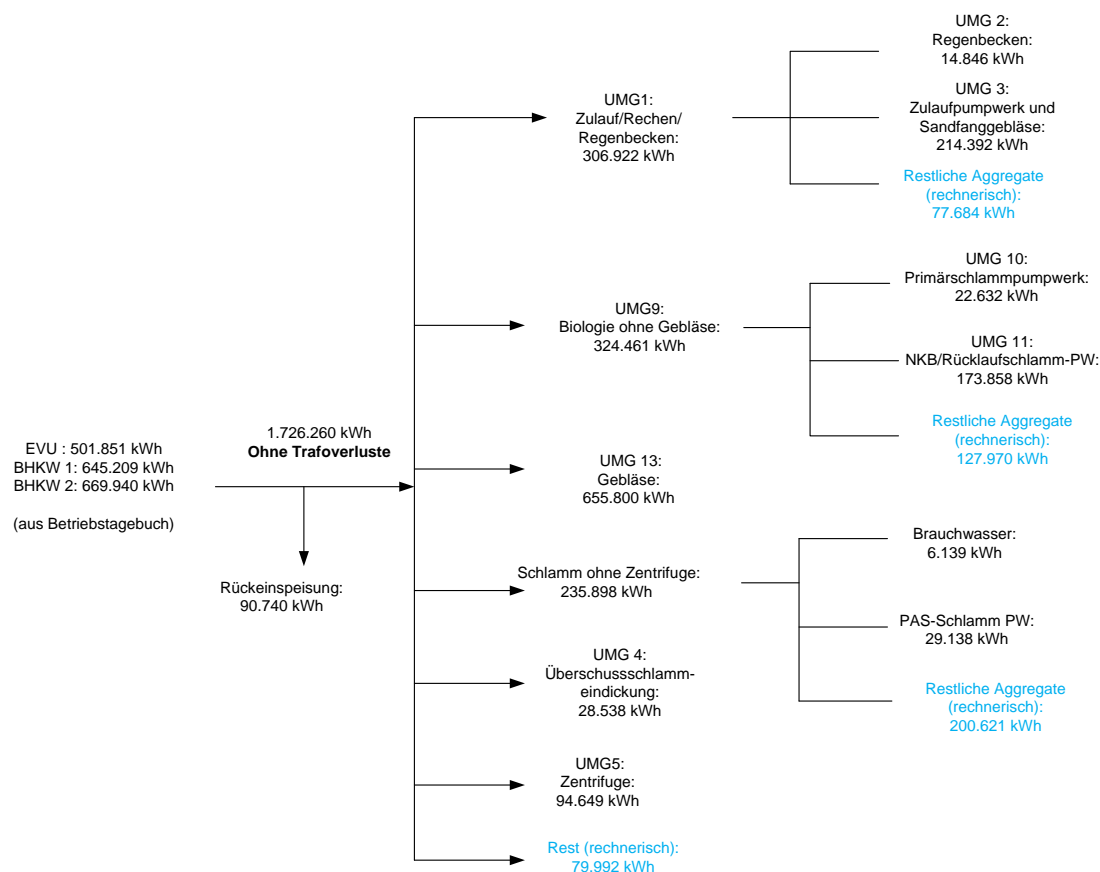


Abbildung 1: Schema Unterverteilungen Kläranlage Landau-Mörlheim

Die Ergebnisse sind in **Tabelle 3** für das Betriebsjahr 2018 zusammengefasst.

Tabelle 3: Stromverbrauch nach Verfahrensgruppen 2018

Verfahrensschritt	Stromverbrauch nach Aggregatliste	Leistungsmessung [MWh]
Regenüberlaufbecken	14.260	14.846
Zulaufhebewerk	151.264	214.392 ¹
Rechen, inkl. Rechenwaschgutpresse	7.400	
Sandfang, belüftet	84.980	
Vorklärung inkl. Primärschlammpumpe	32.390	22.693 ²
Biologie Belüftung/Gebläse	655.190	655.800
Biologie Umwälzung	37.479	
Rezirkulation	110.376	
Rücklaufschlamm	140.160	173.858
Nachklärung	16.519	
Überschussschlammverdickung inkl. Dünn- und Dickschlammpumpe	38.080	28.538
Schlammbehandlung	90.451	
Schlammwässerung	107.546	94.649
Zentralspeicher	14.845	
Sonstiges	158.704	
SUMME	1.659.645	

Der anhand der Aggregatliste geschätzte Stromverbrauch liegt für 2018 insgesamt bei etwa **1.659.645 kWh** und damit nur 66.616 kWh (-5%) unter der Summe aus Strombezug und erzeugtem Strom, so dass eine gute Übereinstimmung erreicht werden konnte.

Die Aufteilung des Stromverbrauches auf die unterschiedlichen Verfahrensstufen ist in **Abbildung 2** grafisch dargestellt.

Für die Belüftung der Belebung wird rund 40% des Gesamtstromverbrauches benötigt. Der zweitgrößte Verbraucher ist mit einem Anteil am Gesamtstromverbrauch von rund 9% das Zulaufpumpwerk. Auch das Rücklaufschlammumpwerk hat mit rund 8% einen hohen Anteil am Stromverbrauch der Kläranlage Landau-Mörlheim.

¹ Inkl. Sandfangbelüftung

² Primärschlammumpwerk

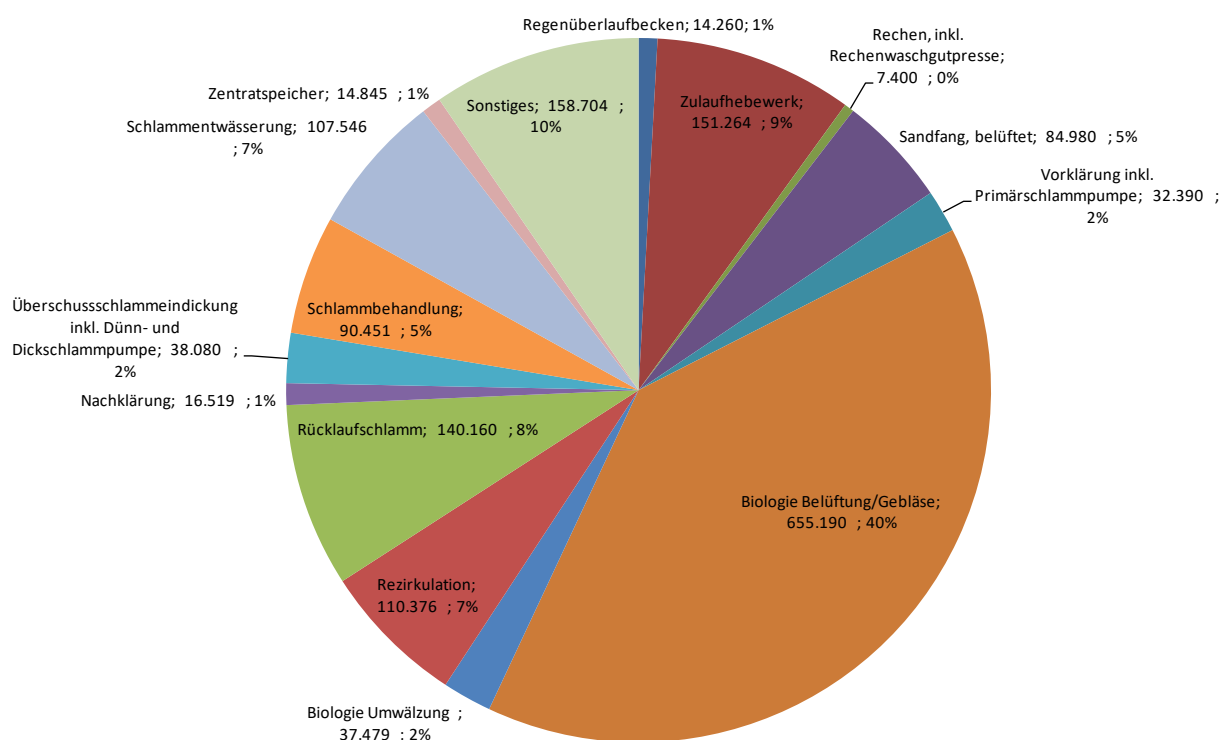


Abbildung 2: Aufteilung des Stromverbrauches

2.3 Bewertung der Energieeffizienz

In folgender Tabelle sind die Einsparpotenziale gemäß Berechnung der anlagenbezogenen Idealwerte nach DWA A 216 erkennbar.

Tabelle 4: Einsparpotenzial IST-Zustand

Verfahrensschritt	Stromverbrauch nach Aggregatliste	spez. Stromverbrauch	Anlagen-spezifischer Idealwert	Ist-Wert / anlagenspez. Idealwert	Einsparpotenzial
	kWh/a	kWh/(EW*a)	kWh/a	%	kWh/a
Regenüberlaufbecken	14.260	0,20			
Zulaufhebewerk	151.264	2,16	78.000	193,9%	73.264
Rechen, inkl. Rechengutpresse	7.400	0,11			
Sandfang, belüftet	84.980	1,21	56.700	149,9%	28.280
Vorklärung inkl. Primärschlammpumpe	32.390	0,46			
Biologie Belüftung/Gebläse	655.190	9,36	580.822	112,8%	74.368
Biologie Umwälzung	37.479	0,54	38.000		
Rezirkulation	110.376	1,58	55.188	200,0%	55.188

Rücklaufschlamm	140.160	2,00	37.000	378,8%	103.160
Nachklärung	16.519	0,24			
Überschussschlamm- eindickung inkl. Dünn- und Dick- schlammpumpe	38.080	0,54			
Schlammbehand- lung	90.451	1,29			
Schlamm entwässe- rung	107.546	1,54			
Zentralspeicher	14.845	0,21			
Sonstiges	158.704	2,27			
SUMME	1.659.645				312.260

Vor allem in Bereich der Belüftung und Pumpen ist ein großes Einsparpotenzial erkennbar. Theoretisch ist ein Stromverbrauch von 1.414.000 kWh/a bzw. eine Einsparungen von 312.260 kWh/a möglich.

3 Potenzialanalyse

3.1 Ermittlung der Energieeffizienzpotenziale und der Nutzung Erneuerbarer Energien

Im Zuge der Bestandaufnahme, Bilanzierung und Überrechnung der Kläranlage Landau-Mörlheim wurden die folgenden Energieeffizienzpotenziale identifiziert, die Höhe der Einsparungen sind in Kapitel 4 berechnet:

- **Zulaufpumpwerk:**
Durch Verringerung der Förderhöhe und Ersatz der vorhandenen Pumpen durch energieeffizientere Pumpen kann eine große Energieeinsparung realisiert werden.
- **Belebung:**
Ein Austausch der Drehkolbengebläse durch Turboverdichter verringert den Energiebedarf der Belüftung.
- **Rücklaufschlammumpwerk:**
Alle vier Rücklaufschlammumpen laufen parallel, die Rücklaufschlammengen ist sehr hoch und kann durch den Betrieb lediglich einer Pumpe pro Rücklaufschlammumpwerk bei Trockenwetter halbiert werden.
- **Rezirkulationspumpwerk:**
Die Rezirkulationspumpen sind kontinuierlich in Betrieb. In den unbelüfteten Phasen der

Nitrifikations-Denitrifikationsbecken ist eine Rückführung in die vorgeschaltete Denitrifikation nicht erforderlich. Durch eine Regelung der Pumpen in Abhängigkeit der Gebläse kann Energie eingespart werden.

- **Eigenstromerzeugung:**

Durch den Einbau eines neuen Grundlast-BHKWs mit ca. 180 kW_{el} könnte der elektrische Wirkungsgrad der Eigenstromerzeugung deutlich erhöht werden. Zusätzlich ist die Installation einer PV-Anlage denkbar, wobei dann die zusätzliche Stromerzeugung nur noch teilweise für den Eigenverbrauch genutzt werden kann.

- **Anpassung der Pumpe beim Voreindicker:**

Die Pumpe, die den eingedickten Primärschlamm aus dem Voreindicker in die Faulung fördert, ist auf Höhe des maximalen Wasserstandes im Voreindicker angebracht und muss daher den Schlamm Füllstand im Voreindicker über 3-4 m ansaugen. Diese Pumpe sollte auf Höhe des Bodens der VED versetzt werden. Dadurch kann der Schlamm mit einem höheren TS Gehalt in die Faulung gefördert werden und die zurzeit erforderliche Verdünnung entfällt. Da der Voreindicker rund drei Meter in die Erde ragt, ist ein Pumpenschacht für die Verlegung der Pumpe erforderlich.

- **Batteriespeicher:**

Mit den bisher beschriebenen Maßnahmen kann bereits rechnerisch bzw. bilanziell eine 100% Eigenversorgung der Kläranlage erreicht werden. Allerdings sind kurzfristige Stromspitzen oder die Trägheit der Netzbezugsregelung der Blockheizkraftwerke nicht berücksichtigt. Diese Energiespitzen können mit einem Batteriespeicher ideal abgefangen werden.

3.2 Einspar- und Versorgungsziele

Nach Tabelle 4 liegt das Einsparpotenzial bei rund 313 MWh/a und das Potenzial zur Erhöhung der Energieerzeugung bei 145 MWh/a (siehe Kapitel 4.2.6). Der Eigenversorgungsgrad bei Strom steigt durch diese Maßnahmen bilanziell auf 100%.

Durch den Einsatz eines Batteriespeichers kann der kontinuierliche Eigenversorgungsgrad oder eine stromnetz-abhängige Betriebsweise weiter erhöht werden.

4 Optimierungsmaßnahmen und Fahrplan zur Umsetzung

4.1 Übersicht über die wichtigsten bereits durchgeführten Maßnahmen zur Energieeinsparung und Effizienzsteigerung

In den letzten Jahren wurden bereits folgende Maßnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz auf der Kläranlage Landau-Mörlheim durchgeführt:

- Erneuerung der Blockheizkraftwerke (2010)

- Umbau der Belebung und Einbau neuer Streifenbelüfter Typ AeroStrip Q3,5-EU-18 (2012)
- Optimierung der Dämmung der Faultürme (2017)

4.2 Beschreibung möglicher Energieeinspar- und Energieeffizienzmaßnahmen

4.2.1 Optimierung Zulaufpumpwerk:

Beschreibung der Maßnahme:

Das Spaltmaß zwischen Schnecke und Betontrog hat sich aufgrund der Abnutzung über die Betriebszeit von rund 35 Jahren vergrößert, was zu einer größeren Rücklaufwassermenge führt. Der Wirkungsgrad der Pumpen hat sich entsprechend verringert. Das Zulaufpumpwerk wird bei Regenwetter sehr stark eingestaut, daher liegt die Förderhöhe zwischen rund 4,10 m bei Trockenwetter und bei Regenwetter im Mittel bei 2 m. Die kleinere Förderhöhe verringert zwar rechnerisch den Stromverbrauch der Pumpe. Da diese jedoch zu rund 2 m im Wasser steht, wirkt sie im Wasser wie ein Rührwerk. Daher wird Energie in die Umwälzung des Pumpensumpfes eingetragen und die Einsparung durch die kleinere Förderhöhe zum Teil wieder aufgehoben.

Der Motor ist mit einer Riemenübertragung mit dem Getriebe verbunden, diese Antriebsart hat einen Übertragungs- bzw. Energieverlust von rund 3-4 %, im Vergleich zu direkt gekoppelten Antrieben.

Aus dem Jahresstromverbrauch von rund 151 MWh und der Betriebszeit der Pumpen ergibt sich eine mittlere Leistungsaufnahme von 17 kW, die durch die Messung der Leistungsaufnahme³ der Pumpen in 2019 bestätigt wird. Der spezifische Stromverbrauch errechnet sich im Mittel zu 8,2 Wh/(m³*m) und liegt damit sehr deutlich über dem spezifischen Stromverbrauch von Schneckenpumpwerken nach DWA A 216 von 4,5-5,4 Wh/(m³*m).

Die vorhandenen Zulaufpumpen sollten durch Kompakttrog-Schneckenpumpen ersetzt werden, die einen besseren hydraulischen Wirkungsgrad haben und mit einem Motor der Effizienzklasse IE4 angetrieben werden. Der Motor sollte aus energetischer Sicht auch direkt mit dem Getriebe verbunden werden, um den Übertragungsverlust zu vermeiden.

Einsparungen:

Durch eine Verringerung des mittleren spezifischen Stromverbrauches von 8,2 auf 5,5 Wh/(m³*m) verringert sich der Stromverbrauch um 33 %. Die Einsparungen errechnen sich zu 0,33 * 151.000 kWh/a. Dies entspricht einer Einsparung von insgesamt rund 49.830 kWh/a bzw. 10.564 €/a.

Kosten:

Die Investitionskosten werden je nach Ausführung mit 250.000 € - 300 000€ abgeschätzt.

Bewertung und Hinweise:

³ Leistungsaufnahme bei Trockenwetter: 15,5 kW; Leistungsaufnahme bei Regenwetter 22 kW

Der Austausch der Schnecken ist bereits beschlossen. In der weiteren Planung sollen aber drei Varianten überprüft werden:

1. Austausch gegen Kompakttrogsschnecken

Die beiden vorhandenen, redundanten Schnecken werden gegen Kompakttrogsschnecken mit minimalen Spaltmaß ausgetauscht. Neue Entwicklungen bei Motoren und Getriebe werden berücksichtigt. Eine Anpassung an die Förderhöhe ist nicht möglich. Die Redundanz bleibt erhalten.

2. Einbau einer langen und einer kurzen Schneckenpumpe:

Grundsätzlich können zwei unterschiedlich lange Schneckenpumpen eingebaut werden. Die Länge der einen Schnecke entspricht der Länge der vorhandenen Schnecken, so dass mit dieser der Pumpensumpf regelmäßig leer gepumpt werden kann, um damit mögliche Ablagerungen im Pumpensumpf zu verhindern. Die zweite Schnecke ist von der Baulänge kürzer und hat ihren Tastpunkt rund 1 m über dem bisherigen Tastpunkt. Diese Schnecke sollte als Grundlastschnecke in Betrieb sein, so dass über die Verringerung der Förderhöhe um rund 25 % ein zweites, großes Einsparpotenzial realisiert wird. Wie hoch der Tastpunkt einer Zulaufschnecke gesetzt werden kann und wie oft die zweite Schnecke in Betrieb genommen werden sollte, um eine Ablagerung im Pumpensumpf zu verhindern, muss im Zuge der Planung ebenfalls ermittelt werden. Falls der dauerhafte Einstau des Pumpensumpfes bei Trockenwetter aufgrund der Ablagerungen nicht gewünscht ist, könnte die lange Schneckenpumpe auch bei Trockenwetter in Betrieb sein und die kurze Schnecke als Regenwetterschnecke in Betrieb genommen werden. Somit könnte zumindest bei hohen Zuflüssen Energie über die Verringerung der Förderhöhe und Vermeidung des Rührwerkeffektes eingespart werden. Die Redundanz wäre aber reduziert.

3. Erweiterung des Schneckenpumpwerkes um eine Trockenwetterschnecke

Der Betrieb von einer Trockenwetterschnecke und zwei redundanten Regenwetterschnecken würde zu einer hohen Energieeinsparung führen, da dadurch auch bei Trockenwetter die Pumpe mit einem guten Wirkungsgrad betrieben werden kann. Hierbei muss jedoch der bauliche Aufwand in der Planung ermittelt und die Mehrkosten der Einsparung gegenübergestellt werden.

Bei den Varianten 1 und 2 muss die Vorgabe der Schmutzfrachtberechnung berücksichtigt werden, da der Zulaufkanal als Stauraumvolumen in der Berechnung angesetzt ist. Untersucht werden sollte zudem die Möglichkeit die Schnecken bei Trockenwetter getaktet zu betreiben. Auch der Einsatz von FUs zur Regelung der Fördermenge ist in der Planung zu berücksichtigen.

Für den Betrieb der anschließenden Rechenanlage, die sanierungsbedürftig ist und ersetzt werden soll, wäre ein höherer Wasserstand vorteilhaft. Daher sollte eine Erhöhung der Förderhöhe bzw. des Sturzpunktes um rund 20 cm überprüft werden. Die Einsparungen würden sich geringfügig verringern.

Die Umsetzung dieser Maßnahme ist notwendig, um den spezifischen Gesamtstromverbrauch von 23 kWh/(E*a) zu erreichen. Ein Förderantrag ist bereits gestellt.

4.2.2 Optimierung Rücklaufschlammwerk:

Beschreibung der Maßnahme:

Jeder Straße, bestehend aus Vorklärung, Belebung und Nachklärbecken, ist ein Rücklaufschlammwerk zugeordnet. Jedes Rücklaufschlammwerk besteht aus zwei Schneckenpumpen, deren Aufstellwinkel variiert werden kann, so dass die Fördermenge zwischen 115 und 179 l/s pro Pumpe variiert. Derzeit laufen alle Pumpen parallel, was zu einem sehr hohen Rücklaufschlammverhältnis führt (mittleres Rücklaufschlammverhältnis 2,4 bis 3,8). Diese hohe Rücklaufschlammmenge belastet die Nachklärung hydraulisch.

Zukünftig sollten die Rückschlammumpen mit einem FU ausgestattet werden, so dass die Rücklaufschlammmenge auf 75% der Zulaufmenge geregelt werden kann.

Einsparungen:

Die Rücklaufschlammmenge wird nicht gemessen. Für die Berechnung der Einsparung wird von einem mittleren Rücklaufschlammverhältnis von 3 ausgegangen. Die Reduzierung des Rücklaufschlammverhältnisses von 3 auf 0,75 verringert die Rücklaufschlammmenge um 75% und den Stromverbrauch ebenfalls um 75 % bzw. um rund 105 MWh/a.

Die Einsparungen errechnen sich zu 22.300 €/a.

Kosten:

Für die Nachrüstung der Rücklaufschlammumpen mit FUs und der Programmierung der Regelung kann mit Kosten in Höhe von rund 25.000 € gerechnet werden.

Bewertung und Hinweise:

In 2012 wurde das Einlaufbauwerk der Nachklärbecken hydraulisch optimiert, um einen Schlammabtrieb zu verhindern, trotzdem werden weiterhin alle Rücklaufschlammumpen parallel betrieben, was weiterhin zu einer hohen hydraulischen Belastung der Nachklärung und möglicherweise zu einer unnötigen Trübung im Ablauf der Nachklärung führt. Die vom Betriebspersonal beschriebenen Probleme mit Schlammabtrieb bei Starkregenereignissen können durch eine Überwachung des Schlammspiegels und ggf. Zuschalten der 2. Pumpe gelöst werden.

Da die Kläranlage Landau-Mörlheim zweistraßig aufgebaut ist, kann in einer Straße getestet werden, wie sich die Reduzierung der Rücklaufschlammmenge auf den Ablauf und die Reinigungsleistung der Anlage auswirkt.

Falls der Schlamm nicht sicher zurückgehalten werden kann, könnte die Einlaufhaube ggf. angepasst werden, da der Einlauf mit 1,16 m über der Beckensohle vergleichsweise hoch liegt und die Geschwindigkeit im Einlaufbereich durch die Eintrittsfläche von rund 5 m² bei Q_m und einen Rückführverhältnis von 0,75 noch bei 19 cm/s liegt, besteht hier weiterhin Optimierungspotenzial.

Die vorhandenen Motoren der Schneckenpumpen könnten durch Motoren höherer Effizienz (IE4 bzw. IE 5) ersetzt werden, um das Einsparpotenzial zu vergrößern.

Die Umsetzung dieser Maßnahme dient der Erreichung des Förderzieles von 23 kWh/(E*a) und kann dort gefördert werden.

4.2.3 Optimierung Rezirkulationspumpe:

Beschreibung der Maßnahme:

In der Wand, die das vorgeschaltete Denitrifikationsbecken und das intermittierend belüftete Nitrifikations-Denitrifikationsbecken voneinander trennt, ist eine Rezirkulationspumpe pro Straße eingebaut. Diese Pumpe läuft kontinuierlich auf voller Leistung, auch wenn eine Rückführung nicht erforderlich ist oder aufgrund der Denitrifikationskapazität weniger Wasser zurückgeführt werden muss. Die Pumpen sind zudem mit jeweils einer Rückschlagklappe ausgestattet, die verhindern soll, dass bei Außerbetriebnahme der Pumpen Wasser über die Pumpe in das außenliegende Beckenteil und ggf. über eine Kurzschlussströmung direkt in den Ablauf der Belebung fließt. Diese Rückschlagklappe verursacht einen hohen Druckverlust und damit einen hohen Energieverbrauch. Der Druckverlust lässt sich anhand der Leistungsaufnahme der Pumpe und der Pumpenkennlinie zu ca. 90 cm abschätzen, die geförderte Wassermenge ergibt sich zu rund 230 l/s. Die Maßnahme sieht vor, dass die Rückschlagklappe bei geöffneter Stellung arretiert wird. Dadurch erhöht sich sowohl die geförderte Wassermenge als auch der Wirkungsgrad der Pumpe. Die Rezirkulationspumpen sollen daher mit einem FU nachgerüstet und in Abhängigkeit der Nitratkonzentration im vorgeschalteten Denitrifikationsbecken geregelt werden. Diese Regelung kann bspw. in einer Fuzzylogic-Regelung implementiert werden. Dabei sollen die Pumpen weiterhin kontinuierlich in Betrieb sein, um einen unkontrollierten Rücklauf über die Pumpe zu vermeiden. Falls lediglich ein Beckenteil außer Betrieb genommen werden soll, kann die Arretierung wieder gelöst werden.

Einsparungen:

Durch die Reduzierung der Förderhöhe und durch einen geregelten Betrieb der Rezirkulationspumpen kann rund 50% des derzeitigen Energieverbrauches eingespart werden. Die Einsparung errechnet sich somit insgesamt zu rund 55.000 kWh/a bzw. 11.660 €/a.

Kosten:

Die Kosten für die Arretierung der Rückschlagklappe, die Installation von NO₃-Sonden im Denitrifikationsbecken, die Nachrüstung mit FUs und die Programmierung können mit rund 30.000 € abgeschätzt werden.

Bewertung und Hinweise:

Vor Umsetzung der Maßnahme sollte im Rahmen der Planung untersucht werden, ob der Austausch der Rezirkulationspumpen durch kleinere effiziente Pumpen mit FU Regelung wirtschaftlich ist. Die Maßnahme erfordert zudem eine Anpassung der Programmierung. Auch hier kann die Auswirkung der Maßnahme zuerst in einem Becken ausgetestet werden.

Die Umsetzung dieser Maßnahme dient der Erreichung des Förderzieles von 23 kWh/(E*a) und kann dort gefördert werden.

4.2.4 Optimierung Belüftung Belebung:

Beschreibung der Maßnahme:

Der Stromverbrauch der Belüftung liegt unter Berücksichtigung von Drehkolbengebläsen bereits in einem sehr guten Bereich. Die Gebläse können jedoch durch Turbogebläse, die mit ca. 70% einen wesentlich besseren Wirkungsgrad als Drehkolbengebläse mit rund 60 % haben, ersetzt werden. Bei Umstellung auf antizyklische Belüftung reicht ein Turbogebläse, welches als Grundlastgebläse betrieben wird und abwechselnd ein Becken belüftet. Der Spitzenbedarf könnte mit den bestehenden Drehkolbengebläse abgedeckt werden. Für die Umstellung auf eine antizyklische Belüftung der beiden Belebungsbecken ist eine neue Steuerung der Gebläse erforderlich, die beispielsweise über eine Fuzzylogic-Regelung erfolgen kann.

Einsparungen:

Durch die Wirkungsgradsteigerung um 17% von 60 % auf 70% kann rund 17% des Stromverbrauches für die Belüftung eingespart werden. Dies entspricht einer Einsparung von rund 111.000 kWh/a bzw. 23.600 €/a.

Kosten:

Die Kosten für ein Grundlastgebläse können mit rund 60.000 € abgeschätzt werden.

Bewertung und Hinweise:

Die Umsetzung dieser Maßnahme dient der Erreichung des Förderzieles der Kommunalrichtlinie von 23 kWh/(E*a) und kann dort gefördert werden.

4.2.5 Anpassung der Pumpe beim Voreidicker:

Beschreibung Maßnahme

Die Primärschlammpumpe ist auf Höhe des maximalen Wasserstandes im Voreindicker (VED) angebracht und muss über 3-4 m ansaugen. Diese Pumpe sollte auf Höhe des Bodens der VED versetzt werden. Dadurch kann der Schlamm mit einem höheren TS-Gehalt in die Faulung gefördert werden und die zurzeit erforderliche Verdünnung entfällt. Da der VED rund drei Meter in die Erde ragt, ist ein Pumpenschacht für die Verlegung der Pumpe erforderlich.

Der TS-Gehalt des eingedickten Primärschlammes kann durch die Umsetzung der Maßnahme von derzeit rund 2,5 % auf 5% gesteigert werden. Dadurch wird die Fördermenge halbiert, was zu einer Reduzierung des Stromverbrauchs und zudem zu einer Reduzierung des Wärmebedarfs führt, da der Faulurm mit einer kleineren Schlammmenge beschickt wird. Zudem verringert sich die Faulschlammmenge um rund 25%, so dass sich der Stromverbrauch der Schlammmentwässerung ebenfalls verringert.

Einsparungen

Die Einsparungen errechnen sich für die Pumpe zu 50% des Stromverbrauches und damit zu 5.500 kWh/a. Die Einsparungen bei der Schlammwässerung liegen bei 26.900 kWh/a. Somit wird durch diese Maßnahme eine Stromeinsparung von 32.500 kWh/a bzw. 6.900 €/a erzielt. Neben den Stromeinsparungen wird vor allem auch mit nennenswerten Einsparungen im Betriebsablauf gerechnet.

Kosten

Die Umbaukosten werden aufgrund der örtlichen Verhältnisse und der Erfordernisse eines Pumpenschachtes mit 230.000 € grob abgeschätzt.

Bewertung und Hinweise:

Eine Förderung im Rahmen der Förderziele der Kommunalrichtlinie ist beabsichtigt.

4.2.6 Erneuerung Blockheizkraftwerk (BHKW):

Beschreibung Maßnahme

Die vorhandenen BHKW können durch ein neues BHKW mit einer Nennleistung von ca. 180 kW_{el} ergänzt werden. Dieses BHKW würde als Grundlast-BHKW laufen und hätte einen Bruttonennwirkungsgrad von etwa 40 % arbeiten. Somit könnte eine Erhöhung der Stromproduktion um 11% bzw. um rund 145.000 kWh/a erzielt werden.

Einsparungen

Durch die Erhöhung der Stromproduktion um 145.000 kWh/a kann der Strombezug um rund 30.700 €/a reduziert werden.

Kosten

Die Investitionskosten für ein neues BHKW einschl. Peripherie liegen bei ca. 220.000,- €.

Bewertung und Hinweise:

In Prinzip handelt es sich bei dieser Maßnahme um die anstehende Ersatzinvestition und damit wird lediglich ein Restbuchwert von rund 30% der Investitionskosten (ca. 60.000 €) fällig. Ein oder beide bestehenden BHKWs würden nicht zurückgebaut werden und könnten als Spitzenlast BHKW im Erdgas- oder Faulgasbetrieb weiterbetrieben werden, ohne die Ermäßigung bei der EEG-Umlage für das neue BHKW zu gefährden.

4.2.7 Batteriespeicher

Beschreibung Maßnahme

Durch einen Batteriespeicher, der den Stromverbrauch glättet, könnte der Eigenversorgungsgrad weiter erhöht werden. Ebenso kann die Netzbezugsregelung so gestaltet werden, dass ein ruhiger und betriebssicherer Betrieb der BHKWs erreicht wird. Insgesamt kann ein höherer Wirkungs-

grad der BHKWs erreicht werden. Hierfür eignet sich besonders ein Redox-Flow-Speicher der bezüglich Leistung und Kapazität unabhängig bemessen werden kann und auch keine Leistungsreduktion mit der Anzahl der Ladezyklen aufweist.

Einsparungen

Die Höhe der Einsparung kann nicht im Detail abgeschätzt werden. Neben den Stromeinsparungen wird aber wiederum mit nennenswerten Einsparungen im Betriebsablauf gerechnet.

Kosten

Die Investitionskosten für einen Batteriespeicher (Redox-Flow) einschl. Peripherie liegen bei ca. 130.000,- €.

Bewertung und Hinweise:

Die nachfolgend aufgeführte Maßnahme wird empfohlen, eine Förderung im Rahmen der Kommunalrichtlinie ist nicht möglich.

4.3 Zusammenfassung erwartete Energieeinsparungen

Durch die Umsetzung der Maßnahmen werden folgende Einsparungen erwartet:

- Umbau Zulaufpumpwerk inklusive Austausch Pumpen: 25.000 - 50.000 kWh/a
- Optimierung Rücklaufschlammwerk: 50.000 - 105.000 kWh/a
- Optimierung Rezirkulation: 25.000 - 55.000 kWh/a
- Optimierung Belüftung: ca. 111.000 kWh/a
- Anpassung der Pumpe beim Voreidicker: ca. 32.500 kWh/a

Im Vergleich zum Ist-Zustand mit einem Stromverbrauch von 1.726.261 kWh/a bzw. 24,7 kWh/(E*a) reduziert sich der Stromverbrauch auf rund 1.372.760 kWh/a bzw. 19,6 kWh/(E*a). Die Stromproduktion erhöht sich auf rund 1.460 MWh/a, so dass der Strombedarf bilanziell aufs Jahr bezogen komplett über die Eigenversorgung abgedeckt werden kann. Die weitergehende Eigenversorgung und der Ausgleich der Tagesspitzen kann durch den Einsatz eines Batteriespeichers abgedeckt werden.

Die förderfähigen Umsetzungskosten der beschriebenen Energiesparmaßnahmen können mit rund 650.000 € abgeschätzt werden. Diese sind dann mit 30% förderfähig.

Die Neuanschaffung eines BHKWs ist mit ca. 220.000 € und die Einbindung eines Batteriespeichers mit 130.000€ abzuschätzen.

4.4 Erwartete Einsparung oder Mehraufwand an Betriebskosten bei bezogenen Energieträgern und THG-Emissionen

Die Betriebskosten reduzieren sich insgesamt durch die Stromeinsparungen und können insgesamt mit rund 103.560 €/a abgeschätzt werden.

Die weiteren Einsparungen beim Betriebsaufwand als auch einer Bewertung der erreichbaren CO₂-Einsparungen wurden nicht berechnet.