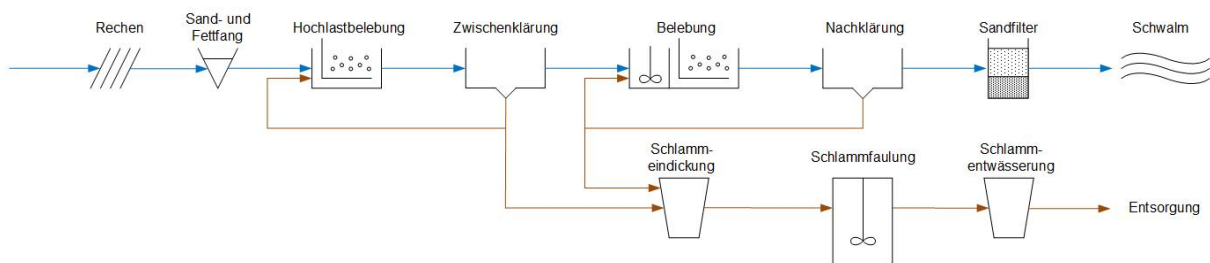


Vorlage der Verwaltung	Fachbereich: Umwelt, Verkehr, Abwasser	Datum: 02.03.2021	Genehmigungsvermerk
Tagesordnungspunkt 1.13	Bezeichnung der Vorlage: Mitteilung des FB 302 über Betriebsoptimierungen und Kosteneinsparungen auf der KA Wegberg		Datum: 11.03.2021
Vorlage-Nr: VO/0061/21			Bürgermeister: Gez. Stock
Zu beraten im:			
Ö/N	Datum	Gremium	
Ö	23.03.2021	Ausschuss für Klimaschutz, Umwelt, Verkehr und Tourismus	

1. Allgemeines

Zur Erläuterung der umgesetzten Energieeinsparungen auf der Kläranlage Wegberg wird zunächst die vorhandene Verfahrenstechnik beschrieben. Folgende Abbildung zeigt zum besseren Verständnis ein vereinfachtes Verfahrensschema der Kläranlage.



Das in der Kläranlage anfallende Rohabwasser erreicht nach dem Passieren der mechanischen Verfahrensstufen, dem Rechen und belüfteten Sand- und Fettfang, die sogenannte Hochlastbelebung. Hier wird das Abwasser mittels Oberflächenbelüftung mit Sauerstoff angereichert. In dieser Stufe werden erste Stickstoff- und Kohlenstoffbelastungen eliminiert. Der Vorteil dieser Stufe ist die Unempfindlichkeit gegenüber Stoßbelastungen und toxischen Inhaltsstoffen. Daher wirkt diese Reinigungsstufe auch als eine Art „Polizei Becken“, die die nachfolgenden Anlagenbereiche schützt. Die Hochlastbelebung besitzt eine eigene Nachklärung, da die Schlammströme mit der folgenden Belebungsstufe nicht vermischt werden dürfen.

Die nachfolgende Belebungsstufe besteht aus einer Denitrifikations- und anschließender Nitrifikationszone. Diese Zonen unterscheiden sich verfahrenstechnisch darin, dass die Denitrifikationszone nicht belüftet wird. Hier sorgen ausschließlich Rührwerke dafür, dass sich die Biomasse nicht am Beckenboden absetzt. Dieser Unterschied der beiden Zonen bewirkt unterschiedliche

Stoffwechsel, die die Mikroorganismen in den Becken zur Reinigung des Abwassers ausführen.

In der belüfteten Nitrifikation setzen die Mikroorganismen den im Abwasser gelösten Ammoniumstickstoff ($\text{NH}_4\text{-N}$) über Nitrit (NO_2) zu Nitrat (NO_3) um. Das am Ende der Nitrifikationszone angereicherte Nitrat wird über das Rezirkulationspumpwerk zurück in die vorgeschaltete Denitrifikationszone geleitet. Während der Denitrifikation wird das Nitrat in elementaren Stickstoff (N_2) umgewandelt, welches gasförmig in die Umwelt abgegeben wird.

Die Denitrifikationszone wird nicht belüftet, da für diesen Stoffwechsel kein ungebundener Sauerstoff (O_2) vorliegen darf. Wichtig sind hingegen die Existenz von sogenannten leicht abbaubaren Kohlenstoffverbindungen. Zu unserem Nachteil werden diese allerdings schon zum großen Teil in der Hochlastbelebung abgebaut und müssen daher im Zulauf der Denitrifikation über eine externe Kohlenstoffquelle wieder zu dosiert werden.

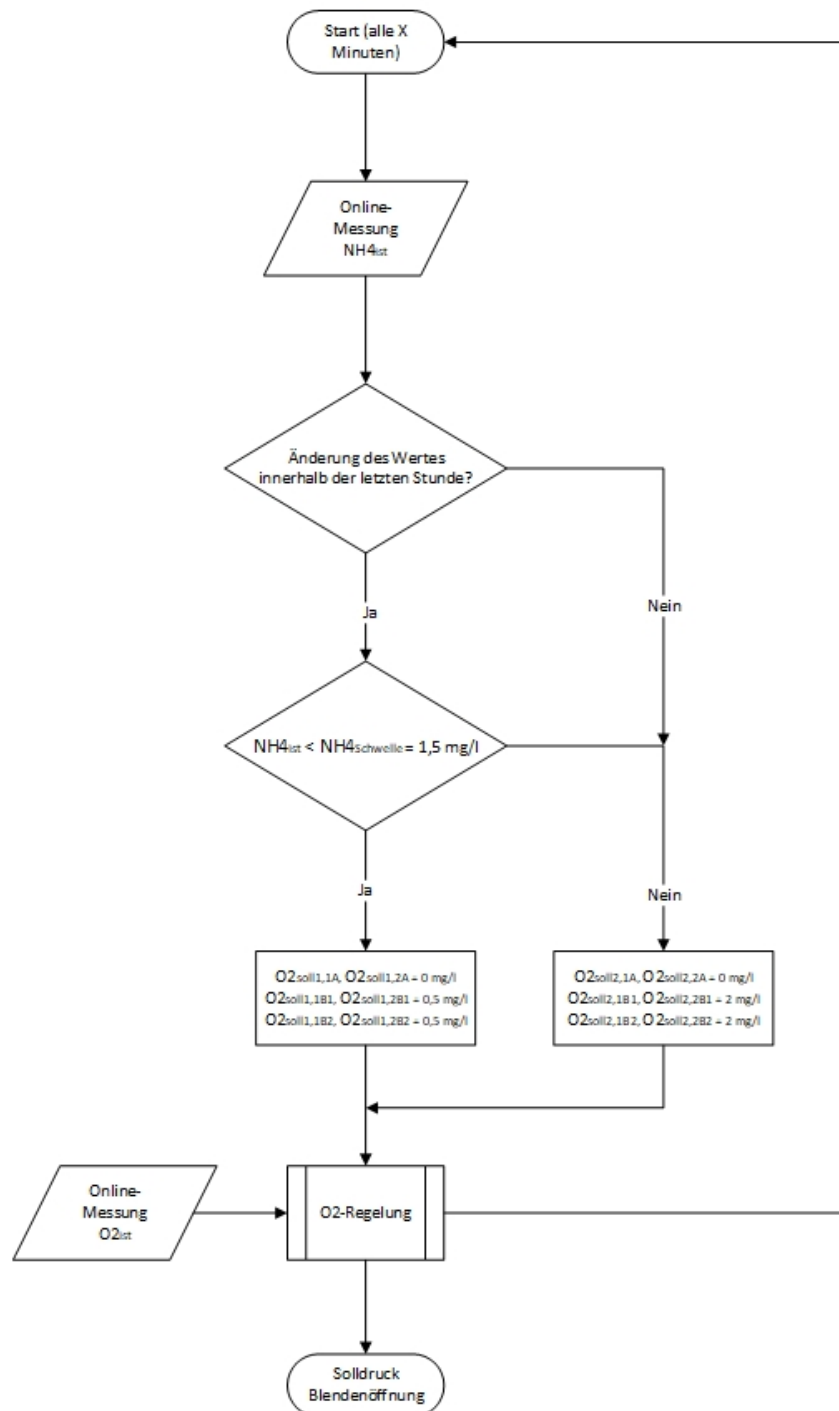
Im Anschluss an die Nitrifikation wird der belebte Schlamm, der die Mikroorganismen für die beschriebenen Stoffwechselvorgänge enthält, in der Nachklärung vom gereinigten Abwasser abgetrennt. Ein Teil des eingedickten Belebtschlammes wird als Rücklaufschlamm zurück in die Denitrifikation geleitet, damit immer ausreichend Mikroorganismen vorhanden sind. Der andere Teil gelangt als Überschussschlamm zur Schlammbehandlung, bestehend aus Schlammeindickung, Schlammfäulung und Schlammmentwässerung.

2. Betriebsoptimierung und Kosteneinsparungen

2.1. Anlagenteil Nitrifikation

Durch den Teilwegzug eines Indirekteinleiters wurde zu Beginn des Jahres geprüft inwieweit dadurch Energieeinsparungen erzielt werden können. Im ersten Schritt wurde die Sollsauerstoffkonzentration in den beiden Straßen der Belebung von 3,5 – 4 mg/l auf derzeit 0,7 – 2,5 mg/l reduziert. Die hohen Sauerstoffkonzentrationen waren in der Vergangenheit notwendig um die eingeleiteten Stoßbelastungen, die ohne Vorwarnung auftraten, abzufangen. Hätte dies nicht stattgefunden, wäre es regelmäßig zu Überschreitungen der Überwachungswerte gekommen.

Der nächste Schritt war die Umsetzung einer automatisierten Regelstrecke, die je nach Belastungszustand der Nitrifikation, die Sauerstoffkonzentration anpasst (siehe Regelstrecke).



Je nach einem parametrierbarem NH₄-Schwellenwert, dies ist der NH₄-Wert der im Ablaufstrom der Nitrifikation vorliegt, wird die Sollsauerstoffkonzentration angepasst.

Durch die umgesetzten Maßnahmen konnten im Vergleich zum Vorjahr 12 % elektrische Energie eingespart werden. Im Vergleich zum 5-Jahres Mittel (2015 – 2019) wurde eine Energieeinsparung von 3 % erreicht.

2.2. Anlagenbereich Hochlastbelebung

Im Anschluss an die Optimierung der Nitrifikation wurde nach weiteren Einsparungsmöglichkeiten gesucht. Aufgrund der geringeren Stoßbelastungen, die im Kläranlagenzulauf registriert wurden, hat die Verwaltung eine mögliche Außerbetriebnahme der A-Stufe geprüft. In Abstimmung mit der Bezirksregierung wurde diese Maßnahme Mitte August 2020 in Form eines Probetriebs umgesetzt.

Durch die Abschaltung können diverse Aggregate, wie die Oberflächenbelüfter, die Zwischenklärung, Überschussschlammumpen und Rücklaufschlammumpen außer Betrieb genommen werden. So konnte zum Vorjahr 18 % elektrische Energie eingespart werden. Auch zum 5-Jahres Mittel wurden 9 % eingespart.

Aufgrund der bisher positiven Resultate ist eine dauerhafte Außerbetriebnahme geplant. Ein dafür notwendiger Änderungsantrag ist bereits in Bearbeitung.

Weitere Auswirkungen hatte diese Maßnahme auf die gesamten Bereiche der Schlammbehandlung sowie auf den Anlagenteil Denitrifikation.

2.3. Anlagenteil Denitrifikation

In der Hochlastbelebung wurden kontinuierlich die im Kläranlagenzulauf enthaltenen leicht abbaubaren Kohlenstofffraktionen eliminiert. Da auch die Leistung der folgenden Denitrifikation von diesen Fraktionen abhängig ist, musste anschließend leicht abbaubarer Kohlenstoff in Form von Glycerin oder Essigsäure erneut dosiert werden.

Bereits im ersten Halbjahr wurde versucht diese künstliche Kohlenstoffquelle zu minimieren. Allerdings konnte nie vollständig auf diesen Betriebspunkt verzichtet werden, da sonst der Überwachungswert der Stickstoffkonzentration im Kläranlagenablauf nicht eingehalten werden konnte. Nachdem die Hochlastbelebung stillgelegt wurde stand aber der komplette leicht abbaubare Kohlenstoff der Denitrifikation zur Verfügung, womit auch der Einsatz der künstlichen Kohlenstoffquelle nicht mehr notwendig war.

Während im Jahr 2019 noch ca. 108.000 € für die Anschaffung der Kohlenstoffquelle ausgegeben wurde, konnten diese Ausgaben in 2020 auf 23.000 € reduziert werden.

Wie die Abschaltung der Hochlastbelebung hat auch die Reduzierung der externen Kohlenstoffquelle Auswirkungen auf die Schlammbehandlung.

2.4. Anlagenbereiche der Schlammbehandlung

Der Energieverbrauch der Schlammbehandlung, bestehend aus Schlammeindickung, Schlammfäulung und Schlammmentwässerung, ist direkt abhängig vom anfallenden Rohschlamm. Aufgrund des Wegfalls der Hochlastbelebung und insbesondere der externen Kohlenstoffquelle wurde der Rohschlammanfall um ca. 600 m³ pro Monat reduziert. Energetisch wurden in Bezug auf das Jahr 2019 ca. 14 % und zum 5-Jahres Mittel immer noch 11 % eingespart. Darüber hinaus werden, wegen des reduzierten Rohschlammanfalls, auch bei den Entsorgungskosten nochmal Einsparungen von 8 % zum 5-Jahres Mittel erzielt.

Nicht zu vernachlässigen ist allerdings auch die stark reduzierte Energiegewinnung durch das anfallende Klärgas. Aufgrund des verringerten Gasanfalls wurde auch weniger elektrische Energie im BHKW erzeugt. Da das Klärgas außerdem vorrangig

zur Aufheizung des Rohschlammstroms zum Faulturm und daher zur Gewinnung von thermischer Energie genutzt wird, wurde die Erzeugung von elektrischer Energie um 57 % reduziert. Dies resultiert darin, dass mehr elektrische Energie über den Energieversorger bezogen werden musste. Anlagenweit wurde aber weniger elektrische Energie verbraucht.

Eine mögliche Kompensation des geringeren Gasanfalls wird seit Anfang März 2021 getestet. Durch eine neue Regelung im Heizungskreislauf können nach ersten Erkenntnissen zusätzliche 500 – 700 kWh elektrische Energie pro Tag durch das BHKW gewonnen werden. Im besten Fall könnten nochmal ca. 40.000 €/a an Energiekosten eingespart werden.

2.5. Anlagenteil Sandfilter

Zum Teil der Sandfiltration gehört ein vorgeschaltetes Vorbelüfterbecken. Laut Planungsunterlagen soll der Filter als sauerstoffaktivierter Filter betrieben werden, um hier weitere Ammoniumfrachten abbauen zu können. Dies wurde damals aufgrund der geforderten Ablaufgrenzwerte als erforderlich eingestuft (klärtechnische Berechnung Seite 62).

Der laufende Betrieb hat aber gezeigt, dass die Ammoniumablaufwerte bereits nach der regulären Belegung eingehalten werden. Die Verwaltung hat entschieden, die Belüftung dieser Zone auf ein Minimum zu reduzieren. So konnten weitere Stromeinsparungen von 15 % im Vergleich zum 5-Jahres Mittelwert erzielt werden. Ein Vergleich zum Vorjahr ist nicht repräsentativ, da in 2019 der gesamte Anlagenteil aufgrund von Ertüchtigungsmaßnahmen für drei Monate außer Betrieb genommen wurde.

2.6. Energieanalysen

Alle Sofortmaßnahmen der im Zeitraum von 2018 – 2020 erstellten Energieanalysen für die Kläranlagen wurden umgesetzt. Die jährlichen Einsparungen betragen dadurch ca. 5.000 €.

In den kommenden Monaten stehen außerdem verschiedene „kurzfristige Maßnahmen“ vor der Umsetzung. Unter anderem die geförderte Maßnahme zur Ertüchtigung der Gebläse und Belüftereinrichtungen der Nitrifikation auf der Kläranlage Wegberg (siehe VO/0320/19-1). Die Aufstellung von Photovoltaikanlagen auf den Dächern der Kläranlagen soll in diesem Jahr gestartet werden. Es ist geplant den ersten Bauabschnitt in diesem Sommer abzuschließen.

Darüber hinaus wurden bereits erste alte Pumpen durch neue Pumpen mit Energieeffizienzmotoren ersetzt. Da die Pumpen des Rücklaufschlammumpwerkwerkes auf der KA Wegberg einen deutlichen Leistungsabfall, aufgrund von Verschleißerscheinungen zeigten, wurde bei der Neuanschaffung ein großer Aspekt auf den Energieverbrauch gelegt. Im Endeffekt konnte durch die Anschaffung von Pumpen mit Energieeffizienzmotoren eine Einsparung von ca. 1.200 € pro Jahr erreicht werden. Demgegenüber stehen zwar höhere Anschaffungskosten, die sich aber bereits nach 4,7 Jahren amortisieren. Die Einsparung bei einer prognostizierten Aggregatelebensdauer von 12 Jahren beträgt insgesamt ca. 8.750 €. Jährlich werden außerdem ca. 2 to CO₂ eingespart. Auf die Lebensdauer somit ca. 24 to gegenüber der Variante ohne Energieeffizienzmotor.

3. Zusammenfassung

Die nachfolgenden Diagramme geben einen Überblick über die Anlagenweit erreichten Energie-, Kosten- und CO₂-Einsparungen in 2020 im Vergleich zum Vorjahr 2019 und zum 5-Jahres-Mittelwert der Jahre 2015 – 2019.



Im Jahr 2020 konnten auf der Kläranlage Wegberg durch Anpassungen in der Regelungs- und Verfahrenstechnik diverse Energieeinsparungen erzielt werden. Die Sauerstoffregelung der Nitrifikation wurde angepasst, wodurch zum Vorjahr 12 % weniger elektrische Energie verbraucht wurde. Die größten Einsparungen konnten durch die Stilllegung der Hochlastbelebung sowie durch Veränderungen im Betrieb der Vorbelüftung erreicht werden. Zum 5-Jahres Mittelwert liegen die Einsparungen hier jeweils bei ca. 14 - 15 %. Auch bei der Schlammbehandlung konnten, aufgrund des geringeren Schlammanfalls Stromeinsparungen erreicht werden. Insgesamt konnten zum Vorjahr eine Stromeinsparung der Gesamtanlage von 10 % und zum 5-Jahres-Mittelwert von 7 % erzielt werden.

Auch bei den Kosten für Chemikalien konnten Einsparungen von 70 % zum Vorjahr und 64 % zum 5-Jahres-Mittelwert erreicht werden.

Die Klärschlammengen zur Entsorgung konnten resultierend aus den umgesetzten Maßnahmen ebenfalls gesenkt werden. Im Vergleich zu 2019 um 70 to und zum 5-Jahresschnitt um 198 to. Dies führt neben Einsparungen bei Stromverbrauch auch zu geringeren Entsorgungskosten.

Die CO₂-Emissionen konnten aufgrund der Energieeinsparungen um 66 to im Vergleich zu 2019 und um 44 to im Vergleich zum 5-Jahres-Mittelwert gesenkt werden.

Nachfolgende Tabelle listet die absoluten Kosteneinsparungen auf, die im Jahr 2020 durch die umgesetzten Maßnahmen erzielt wurden. Die Einsparungen durch die verminderten CO₂-Emissionen sind global zu betrachten und beruhen auf den im Jahr 2016 vom Umweltbundesamt aufgestellten Kostenansatz von 180 €/to CO₂.

	Einsparung im Jahr 2020 in Bezug auf:			
	Mittelwert 2015 - 2019		2019	
Stromverbrauch:	-	19.805 €	-	29.813 €
CO ₂ -Emission:	-	7.942 €	-	11.955 €
Kosten C-Quelle:	-	52.772 €	-	68.353 €
Klärschlammmenge:	-	20.691 €	-	7.315 €
Summe:	-	101.210 €	-	115.416 €

Auswirkung auf die Abwassergebühr

Die Kalkulation der Abwassergebühr hängt von vielen Variablen, wie den jährlichen konsumtiven Aufwendungen im Bereich der Abwasserbehandlung, den kalkulatorischen Abschreibungen, den Verzinsungen, dem Abwasseranfall und anderen Parametern ab. Daher lässt sich die exakte betragsmäßige Auswirkung der erzielten Einsparungen auf die Gebühr nur schwer vorhersagen. Zur Veranschaulichung können aber die letzten Jahre betrachtet werden. Hätte man in den Vorjahren jeweils ca. 100.000 € an Einsparungen im gebührenbelastenden Ergebnishaushalt erzielt, wären die Abwassergebühren jedes Jahr um ca. 0,05 – 0,07 € geringer ausgefallen.

Ausblick

Da die Maßnahmen für das laufende Haushaltsjahr 2021 direkt von Beginn an wirken, können die Einsparungen im Jahr 2021 wahrscheinlich nochmal übertroffen werden.

Insbesondere die erst kürzlich eingerichtete neue Heizungsregelung (siehe Abschnitt 2.4) lassen auf eine signifikante Kosteneinsparung hoffen. Auch die Ertüchtigung der Nitrifikation sollte für einen besseren Wirkungsgrad bei der Beckenbelüftung sorgen und somit zu weiteren Energieeinsparungen führen. Des Weiteren wird vom Betrieb hohen Wert daraufgelegt, in die Jahre gekommene Motoren, durch neue Energieeffizientere zu ersetzen.

Die Verwaltung wird die Politik über diese Entwicklungen auf dem Laufenden halten.

Beschlussvorschlag:

Der Ausschuss für Klimaschutz, Umwelt, Verkehr und Tourismus nimmt Kenntnis.

Unterschrift d. federführenden Fachbereichsleiters/Dezernenten		Gegenzeichnung d. beteiligten Fachbereichsleiter/Dezernenten
Gez. T. Reimann	FB 302	
Gez. F. Gaspers	FBL 302	
Gez. F. Thies	TB	