

Klimaschutz-Teilkonzept „klimafreundliche Abwasserbehandlung“ für die Kläranlage Groß-Umstadt

Kurzfassung



aquadrat ingenieure

gesellschaft für wasserwirtschaft und informationssysteme mbH

Raiffeisenstraße 15, 64347 Griesheim



Inhaltsverzeichnis

1.	Ausgangssituation und Zielsetzung.....	1
2.	Beschreibung der Kläranlage Groß-Umstadt	1
3.	Vorgehensweise	3
4.	Ergebnisse	3
4.1.	Möglichkeiten für Energieeinsparungen	3
4.2.	Zukünftiger Energieverbrauch, CO₂-Emissionen und Energiekosten	5

Die Erstellung des Klimaschutz-Teilkonzepts wurde mit 50 % der Kosten im Rahmen der Klimaschutzinitiative des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) gefördert.

Projekttitel: Erstellung eines Klimaschutz-Teilkonzepts „klimafreundliche Abwasserbehandlung“ für die Kläranlage Groß-Umstadt
Projektlaufzeit: 01.09.2011 – 29.02.2012
BMU-Förderkennzeichen: 03KS2176



aquadrat ingenieure

gesellschaft für wasserwirtschaft
und informationssysteme mbH





1. Ausgangssituation und Zielsetzung

Kläranlagen sind häufig die größten kommunalen Energieverbraucher und bieten daher gute Ansatzpunkte für Energieeinsparungen und die Nutzung des Faulgases als erneuerbarer Energie. Beides führt unmittelbar zur Verminderung der Kohlendioxid-Emissionen und zur Verminderung der Kosten für den Strom- und Wärmebezug.

Die Kläranlage Groß-Umstadt hat eine Ausbaugröße von 35.000 Einwohnerwerte (EW). Sie verfügt über zwei Faulbehälter und ein Blockheizkraftwerk (BHKW) zur Strom- und Wärmeerzeugung. Sie kann damit schon heute einen Teil ihres Energiebedarfs durch eigene Produktion decken. Um weitere Einsparpotenziale zu ermitteln wurde das Ingenieurbüro **aquadrat ingenieure** beauftragt ein Klimaschutz-Teilkonzept „klimafreundliche Abwasserbehandlung“ für die Kläranlage zu erstellen. Die Erstellung des Klimaschutz-Teilkonzepts wurde im Rahmen der Klimaschutzinitiative mit 50 % der Kosten durch das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) gefördert.

2. Beschreibung der Kläranlage Groß-Umstadt

Die Abwasserreinigung der Kläranlage Groß-Umstadt besteht im Wesentlichen aus den folgenden Bauteilen (s. Abbildung 1):

- Zulaufpumpwerk mit 4 Schneckenpumpen
- zweistraßige Rechenanlage
- belüfteter Sandfang (2 x 290 m³)
- Vorklärbecken (1 x 520 m³)
- Zwischenpumpwerke I + II
- Belebungsbecken I (Umlaufbecken, 2.100 m³)
- Belebungsbecken II (Rundbecken, 1.900 m³)
- Belebungsbecken III (2 x 7-fach kaskadiertes Rechteckbecken, 7.100 m³)
- Nachklärbecken (2 x 1.930 m³)
- Gebläsestation mit 4 Drehkolbengebläsen
- Fällmittelstation

Hinzu kommen die Anlagenteile für die Schlammbehandlung und die Gasverwertung:



Kurzfassung

- Siebbandeindicker
- Voreindicker 210 m³
- Faulbehälter I, 1.500 m³
- Faulbehälter II, 500 m³
- Schlamm-speicher 600 m³
- Schlamm-entwässerungs-zentrifuge
- Zentrat-puffer-behälter 215 m³
- Schlamm-lager-platz
- Block-heiz-kraft-werk (50 kW_{el}; 100 kW_{th})
- (Gas-)Heiz-kessel 350 kW_{th}
- Gas-behälter 600 m³

Außerdem befinden sich auf dem Gelände neben den Betriebsgebäuden noch ein Regenüberlaufbecken (RÜB) mit zugehörigem Entleerungspumpwerk.



Abbildung 1: Luftbild der Kläranlage



3. Vorgehensweise

Zunächst wurden die verfügbaren Betriebsdaten der vergangenen Jahre hinsichtlich der vorliegenden Schmutzfrachten und der Abwassermengen ausgewertet. Die Energieverbrauchsdaten der Betriebstagebücher wurden durch zusätzliche Messdaten ergänzt. Hierfür wurden an den maßgeblichen Hauptverbrauchern ab Mitte Dezember 2011 zusätzliche Strommessungen installiert. Für nicht einzeln erfasste, kleinere Geräte wurde der Stromverbrauch anhand einer Betriebsstundenschätzung und der Motorkenndaten ermittelt. Während der Konzepterstellung sind außerdem mehrfach Anlagenbegehungen durchgeführt worden um relevante Details vor Ort abzuklären.

Die Energieeffizienz der Gesamtanlage und der einzelner Verfahrensstufen wurde durch den Vergleich der betrieblichen Daten mit bekannten Ziel- und Toleranzwerten bewertet. Anlagenteile mit Optimierungspotenzialen wurden anschließend hinsichtlich ihres Stromverbrauchs, der Betriebsweise und der Anlagentechnik detailliert betrachtet um geeignete Energiesparmaßnahmen ableiten zu können. Abschließend wurden für alle vorgeschlagenen Maßnahmen Kosten-Nutzen-Berechnungen durchgeführt und die Einzelmaßnahmen in geeigneten Maßnahmenpaketen gebündelt.

4. Ergebnisse

4.1. Möglichkeiten für Energieeinsparungen

Nachfolgend sind die wesentlichen Erkenntnisse über mögliche Einsparungen an den verschiedenen Verfahrensstufen aufgeführt. Insgesamt wurden 19 Einzelmaßnahmen ausgearbeitet. Die Einzelmaßnahmen wurden anschließend entsprechend ihrer Wirtschaftlichkeit und der baulichen und betrieblichen Zusammenhänge in fünf Maßnahmenpaketen zusammengefasst.

- **Zulaufhebwerk**

Die Auswertung der Verbrauchsdaten zeigt, dass die ständig laufende Schneckenpumpe 1 aufgrund ihrer sehr hohen Betriebsstundenzahl verschlissen ist. Durch die verstärkte Nutzung der weniger verschlissenen Schneckenpumpe 2 kann der Wirkungsgrad des Pumpwerks ohne umfangreiche Sanierung deutlich erhöht werden. Durch den Ersatz der vorhandenen Antriebsmotoren gegen moderne, besonders energieeffiziente (IE 3)-Motoren kann der Wirkungsgrad zusätzlich erhöht werden.



- **Sandfang**

Der Stromverbrauch des zweistraßigen Sandfangs resultiert vorwiegend aus der Sandfangbelüftung. Die Belüftungsintensität kann deutlich reduziert werden, wodurch zusätzlich eine verbesserte Sandabscheidung erreicht wird. Die bedarfsgerechte Zu- und Abschaltung der Belüftung in der nur bei Regenwasserzufluss benötigten zweiten Sandfangstraße führt zu weiteren Einsparungen.

- **Belüftung (Belebung)**

Die Belüftung der Belebungsbecken ist grundsätzlich der größte Stromverbraucher auf Kläranlagen. Meist beträgt der Anteil am Gesamtstromverbrauch rund 60 %. Entsprechend bedeutend ist es, hier eine möglichst hohe Effizienz zu erreichen. Eine deutliche Erhöhung der Effizienz kann durch einen Teil-Umbau der Belebungsanlage erzielt werden, bei dem auch das nicht benötigte Belebungsbecken I außer Betrieb genommen wird. Hierdurch ergeben sich gleichzeitig weitere Energieeinsparungen bei den internen Schlammkreisläufen und auch erhebliche betriebliche Vorteile.

- **Rührwerke (Belebung)**

Der Energieverbrauch der Rührwerke ist aufgrund der Beckenunterteilung in viele kleine Kaskaden mit jeweils eigenem Rührwerk konzeptbedingt vergleichsweise hoch. Zudem sind Geräte älterer Bauart im Einsatz, die über große, aber nicht erforderliche Leistungsreserven verfügen. Durch den oben genannten Umbau der Belebungsanlage entfallen die Rührwerke des Belebungsbeckens I und ein Teil der Rührwerke in Belebungsbecken III. Da diese Geräte altersbedingt in den nächsten Jahren erneuert werden müssen, können durch den vorgeschlagenen Umbau Ersatzbeschaffungen teilweise entfallen.

- **Rezirkulation und Rücklaufschlammförderung**

Durch die Außerbetriebnahme von Belebungsbecken I kann die Förderhöhe innerhalb der Schlammkreisläufe reduziert werden. Mit dem vorgeschlagenen Umbau der Belebungsanlage kann zudem die Förderleistung der Rezirkulationspumpen zukünftig besser an den Bedarf angepasst werden, was weitere Einsparungen ergibt.

- **Schlammeindickung**

Durch eine verbesserte Schlammeindickung kann der Wärmebedarf für das Aufheizen der kalten Rohschlämme auf die Faulbehältertemperatur von 37 °C reduziert werden. Dadurch kann der Wärmebedarf der Kläranlage zukünftig soweit reduziert werden, dass er voraussichtlich nahezu vollständig durch die Abwärme des mit Faulgas betriebenen Kläranlagen-BHKWs abgedeckt wird.

- **Faulung / BHKW**

Da bereits im ersten Faulbehälter (1.500 m³) ausreichend Faulraumvolumen vorhanden ist, ist der Betrieb des kleineren zweiten Faulbehälters nicht erforderlich. Der Energieverbrauch für den Betrieb des zweiten Faulbehälters kann eingespart werden. Durch eine verbesserte Durchmischung und eine gleichmäßigere Beschickung des ersten Faulbehälters kann der



Kurzfassung

Faulprozess optimiert und die Faulgasproduktion erhöht werden. Durch die Erneuerung des BHKWs kann zudem der Wirkungsgrad der Stromerzeugung erhöht werden.

▪ **Schlamm entwässerung**

Als Folge der Verbesserung der Schlammeindickung (s. o.) reduzieren sich zukünftig die zu entwässernden Schlamm mengen. Dadurch vermindern sich auch die Betriebszeit und der Stromverbrauch der Entwässerungszentrifuge und ihrer Nebenaggregate.

4.2. Zukünftiger Energieverbrauch, CO₂-Emissionen und Energiekosten

Abbildung 2 zeigt zunächst die mit den einzelnen Maßnahmenpaketen verbundenen Einsparungen bei CO₂ und externem Energiebezug (Strom und Erdgas). Zusätzlich sind die Gesamtkosten der Maßnahmen und die Amortisationsdauer angegeben. Die Amortisationsdauer wurde auf Basis der aktuellen Energiepreise (Stand Ende 2011) berechnet. Durch zukünftige Energiepreissteigerungen kann sich die Amortisationsdauer noch verkürzen.

Mit Abstand die größten Stromeinsparungen lassen sich durch den Umbau der Belebungsanlage unter „Belebung“ erzielen. Zur Reduzierung des Wärmeverbrauchs trägt vor allem eine möglichst weitgehende Eindickung des Primär- und Überschussschlamms bei. Entsprechende Maßnahmen sind unter den Sofortmaßnahmen und unter „Faulung / BHKW“ enthalten.

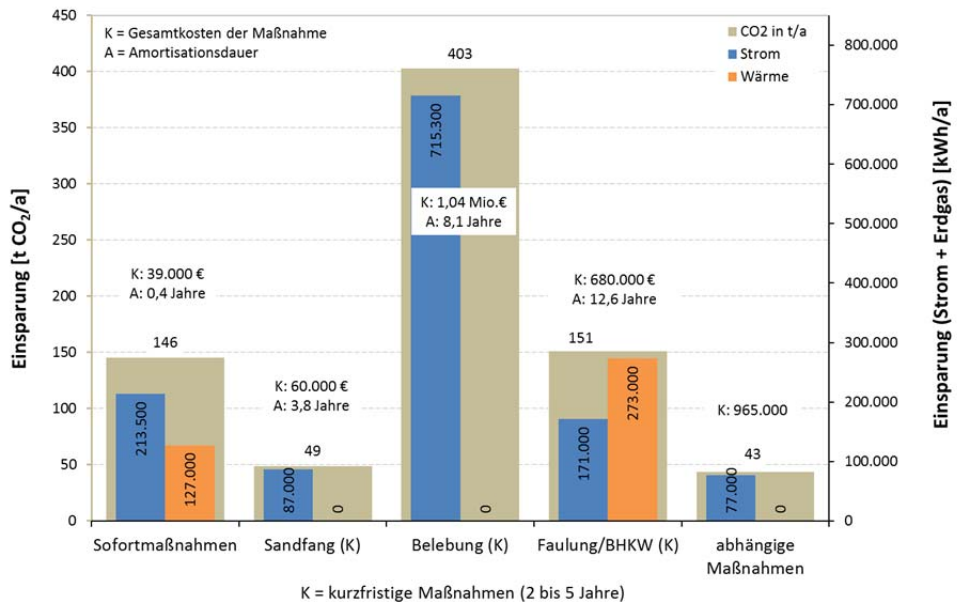


Abbildung 2: Energie- und CO₂-Bilanz der einzelnen Maßnahmenpakete



Kurzfassung

Abbildung 3 zeigt die Entwicklung des Stromverbrauchs und der Strom-Eigenerzeugung der Kläranlage Groß-Umstadt, wie sie sich nach Umsetzung der verschiedenen Maßnahmenpakete ergibt. Der Stromverbrauch kann allein durch verbrauchsseitige Optimierungen um bis zu 65 % gesenkt werden. Gleichzeitig kann die Eigenerzeugung mehr als verdoppelt werden (+ 112 %). Insgesamt wird dadurch der externe Strombezug der Kläranlage um fast 86 % (auf 210.000 kWh/a) reduziert. Bereits nach Umsetzung der kurzfristigen Maßnahmen wird eine Reduzierung um 82 % erreicht (auf 287.000 kWh/a).

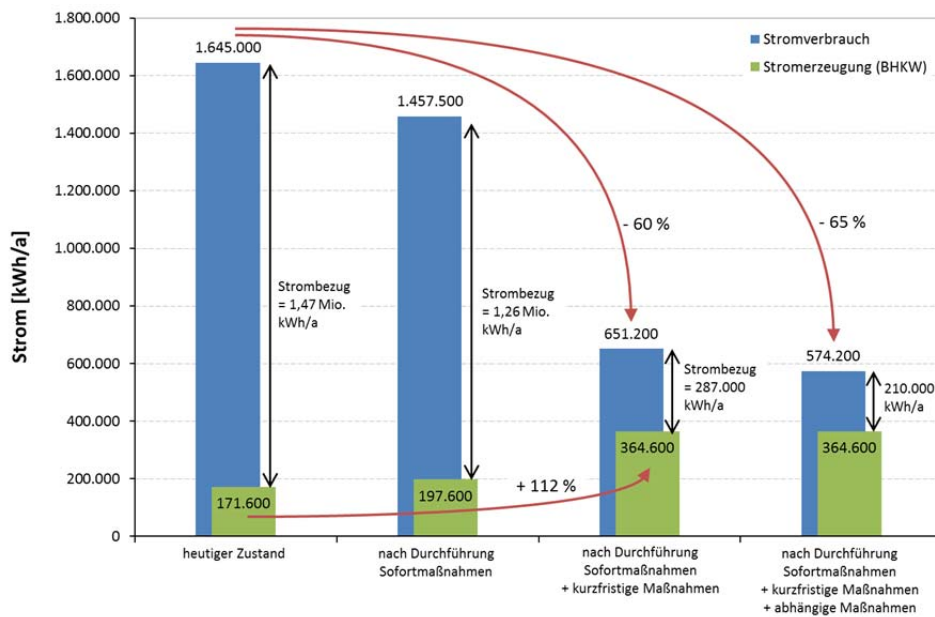


Abbildung 3: Entwicklung des Stromverbrauchs nach der Maßnahmenumsetzung

Da neben dem Stromverbrauch auch der Erdgasverbrauch deutlich reduziert werden kann, ist eine Verminderung der energiebedingten CO₂-Emissionen um bis zu 87 % erreichbar (Abbildung 4). Da die Bilanzierung des Wärmebedarfs auf Jahresmittelwerten basiert, kann erfahrungsgemäß aber nicht ausgeschlossen werden, dass einige Tage oder Wochen im Jahr mit Erdgas zugeheizt werden muss. Dieser Verbrauch ist aber insgesamt zu vernachlässigen.

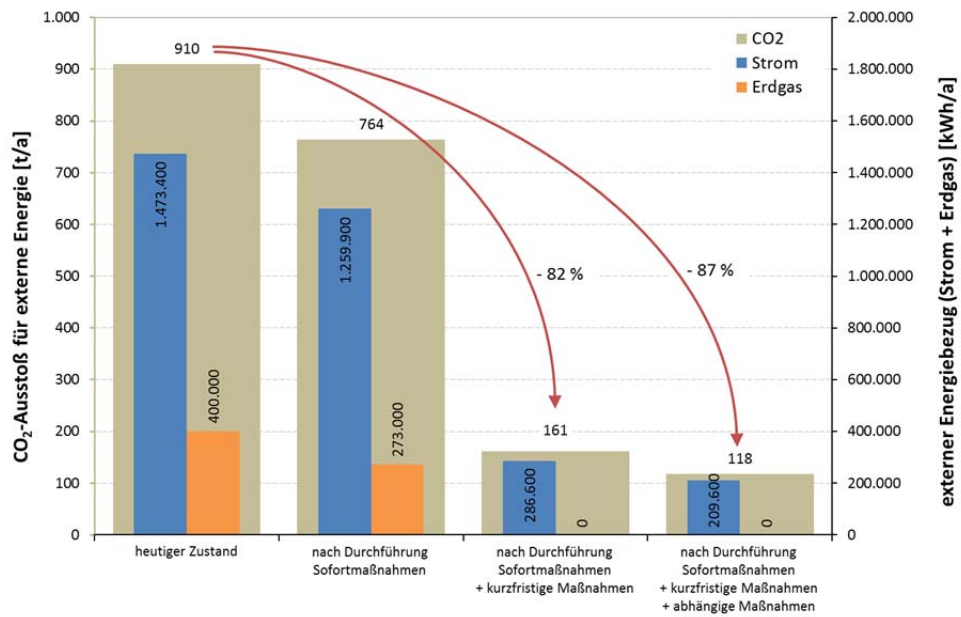


Abbildung 4: Entwicklung des CO₂-Ausstoßes und des Energiebezugs

In den vorgeschlagenen Maßnahmen sind auch Sanierungen und Ersatzbeschaffungen enthalten, die auch ohne energetische Optimierung allein aufgrund des Alters und des Abnutzungszustandes der Kläranlage in den nächsten Jahren erforderlich werden. Sie haben einen Anteil von über 40 % an den Kosten der kurzfristigen Maßnahmen. Die abhängigen Maßnahmen bestehen definitionsgemäß fast ausschließlich aus solchen Baumaßnahmen. Durch die Umsetzung der vorgeschlagenen Maßnahmen kann die Energieeffizienz der Kläranlage Groß-Umstadt sukzessive in den Bereich der energetischen Ziel- und Toleranzwerte überführt werden.

Neben den Energieeinsparungen kann durch die vorgeschlagenen Umbauten im Bereich der Belebung auch die Sicherheit der Grenzwerteinhaltung erhöht werden. Dieser Aspekt ist vor dem Hintergrund der bereits feststehenden Verschärfung der Reinigungsanforderungen bzgl. Phosphor (P_{ges}) nicht unerheblich.

Das Klimaschutz-Teilkonzept umfasst neben der Energieanalyse auch Vorschläge zur Erweiterung der Datenerfassung und –auswertung des Kläranlagen-Prozessleitsystems um energierelevante Parameter („Controlling-Konzept“). Durch diese Erweiterungen soll zukünftig eine kontinuierliche und sachgerechte Bewertung des Energieverbrauchs bereits durch das Betriebspersonal ermöglicht werden.

Griesheim, den 6. März 2012