



## Energieeinsparung in Kläranlagen durch verfahrenstechnische und betriebliche Optimierung

Dipl.-Ing. Andreas Baumann, Dipl.-Ing. Kai Klomen, DAR – Deutsche Abwasser-Reinigungs-Gesellschaft mbH, Wiesbaden

### ENERGIEVERBRAUCH UND EINSPARPOTENZIALE IN KLÄRANLAGEN

Für die Abwasser- und Schlammbehandlung in technischen Kläranlagen werden heute, abhängig von Anschlussgröße und Reinigungsverfahren, je Einwohner und Jahr zwischen 20 und 60 kWh elektrischer Energie eingesetzt. Damit sind Kläranlagen nennenswerte Großverbraucher, die rund ein Fünftel der gesamten Elektrizität der öffentlichen Gebäude und Anlagen einer Kommune benötigen.

Handlungsdruck zur Energieeinsparung ergibt sich zum einen aus wirtschaftlichen Gründen. So sind die Bezugskosten für Elektrizität, Heizöl und Heizgase in den letzten Jahren deutlich gestiegen und machen zusammen zwischen 15 und 20 % der Betriebskosten einer Kläranlage aus. Auf Grund zunehmender Ressourcenverknappung muss auch in Zukunft mit weiter steigenden Energiekosten gerechnet werden.

Die Energiekosten einer Kläranlage können durch folgende Maßnahmenpakete reduziert werden:

- Verringerung des Energieverbrauchs
- Erhöhung der Eigenenergiegewinnung
- Kosteneinsparungen durch Energiemanagement

Der sparsame und effiziente Umgang mit Energie ist jedoch nicht allein aus wirtschaftlichen, sondern auch aus ökologischen Gründen geboten. Bekanntlich trägt die Verbrennung fossiler Primärenergieträger zur Verstärkung des natürlichen Treibhauseffektes und damit zur globalen Erwärmung bei. Die Entlastung unserer Gewässer sollte mit möglichst geringen Belastungen in anderen Umweltbereichen erreicht werden.

### ANALYSE DER ENERGIESITUATION

Systematische Energieanalysen haben sich als geeignete Methode zur energetischen Verbesserung von Kläranlagen erwiesen. Die Vorgehensweise ist dem Benchmarking entlehnt, d.h. es werden Kennzahlen gebildet und diese mit Ideal- bzw. Toleranzwerten verglichen. Dies entspricht der sog. Grobanalyse für Energieanalysen nach dem Handbuch „Energie in Kläranlagen“ NRW, welches bereits im Jahr 1999 veröffentlicht wurde. Sofern nach der Grobanalyse Handlungsbedarf besteht, schließt sich daran i. d. R. eine Feinanalyse an, aus der sich dann konkrete Optimierungsmaßnahmen für einzelne Anlagenteile oder Prozessstufen ableiten lassen sollen. Nach der Umsetzung der einzelnen Maßnahmen steht abschließend eine Erfolgskontrolle. Einen Schwerpunkt zur Energieeinsparung bei vorhandenen Anlagen bilden verfahrenstechnische Maßnahmen, kombiniert mit Änderungen in den steuer- und rege-

lungstechnischen Anlagen. Sie betreffen vor allem die Regelung des Lufteintrages, die bedarfsgerechte Einstellung von Schlammalter und Feststoffgehalt in der Belebung oder die Reduzierung der Umwälzleistung in den Belebungsbecken.

Nach einer Studie der DWA (DWA, 2008) wird das energetische Einsparpotenzial aller kommunalen Kläranlagen in Deutschland auf ca. 1,1 TWh pro Jahr geschätzt, was dem Stromverbrauch von ca. 170.000 bis 200.000 Einwohnern, also einer Stadt wie Mainz oder Ludwigshafen, entspricht.

Das Thema „Energie“ nimmt in der Folge im Rahmen der Aktivitäten des rheinlandpfälzischen Ministeriums für Umwelt, Forsten und Verbraucherschutz einen hohen Rang ein. Mit der Studie „Steigerung der Energieeffizienz von Abwasseranlagen“ (MUFV Rheinland-Pfalz, 2007) steht Betreibern und Anlagenplanern ein geeignetes Instrument zur energetischen Bewertung und Verbesserung von Kläranlagen zur Verfügung. An-



lässlich der DWA Landesverbandstagung Hessen/Rheinland-Pfalz/Saarland im Mai 2009 wurde den Anlagenbetreibern und Ingenieurbüros mit der Vorstellung eines Zwischenberichtes zur Bearbeitung von Energieanalysen auf Kläranlagen ein weiteres Instrument an die Hand gegeben, welches Ende des Jahres 2009, als Grundlage für eine mögliche Förderung von Energieoptimierungsstudien durch das Land Hessen, offiziell eingeführt werden soll.

**EINFLUSS DER PLANUNG AUF DEN ENERGIEBEDARF EINER ANLAGE**

Zielstellung eines guten Kläranlagenplaners sollte es sein, den Energieverbrauch einer Kläranlage bereits im Planungsprozess durch geeignete Maßnahmen zu beeinflussen, um nachträgliche Optimierungen zu verringern. Die Beeinflussbarkeit ist – analog zu den Projektkosten – in den frühen Planungsphasen „Grundlagenermittlung“, „Vorplanung“, „Entwurfs- und Genehmigungsplanung“ am größten.

Dabei geht es nicht um die Einsparung von Energiekosten um jeden Preis, sondern um ganzheitliche energieeffiziente Lösungen. Der Begriff „Energieeffizienz“ bringt dabei bereits zum Ausdruck, dass Maßnahmen zur Energieoptimierung in einer angemessenen Kosten/Nutzen-Relation stehen müssen.

Neben der Wirtschaftlichkeit sind selbstverständlich auch die sichere Einhaltung der Überwachungswerte, eine hohe Betriebsstabilität der Kläranlage, die Handhabbarkeit der Prozessführung für das Betriebspersonal sowie Wartungsfreundlichkeit der Aggregate, arbeitssicherheitsrechtliche Gesichtspunkte und technische Regeln zu beachten und einzuhalten.

Bereits mit der Auswahl der Verfahrenstechnik zur Abwasser- und Schlammbehandlung wird der zukünftige Energieverbrauch einer Kläranlage maßgeblich

beeinflusst. Im Vergleich mit den weit verbreiteten Belebtschlammanlagen haben z.B. Tropf- und Tauchkörperanlagen oder modifizierte SBR -Verfahren einen geringeren Energieverbrauch. Ihr Einsatz ist insbesondere bei kleineren Anlagen zu prüfen.

Die Frage, ab welcher Ausbaugröße Faulungsanlagen wirtschaftlich betrieben werden können, ist seit Jahren Gegenstand verschiedenster Untersuchungen. Bei Ansatz aktueller Energiekosten dürfte die Wirtschaftlichkeitsgrenze heute deutlich unterhalb der häufig genannten Grenze von 50.000 Einwohnerwerten liegen. Belastbare Aussagen kann aber nur eine detaillierte Untersuchung jedes Einzelfalles liefern, welche die standortspezifischen Randbedingungen und die Entsorgungskosten für den Schlamm berücksichtigt.

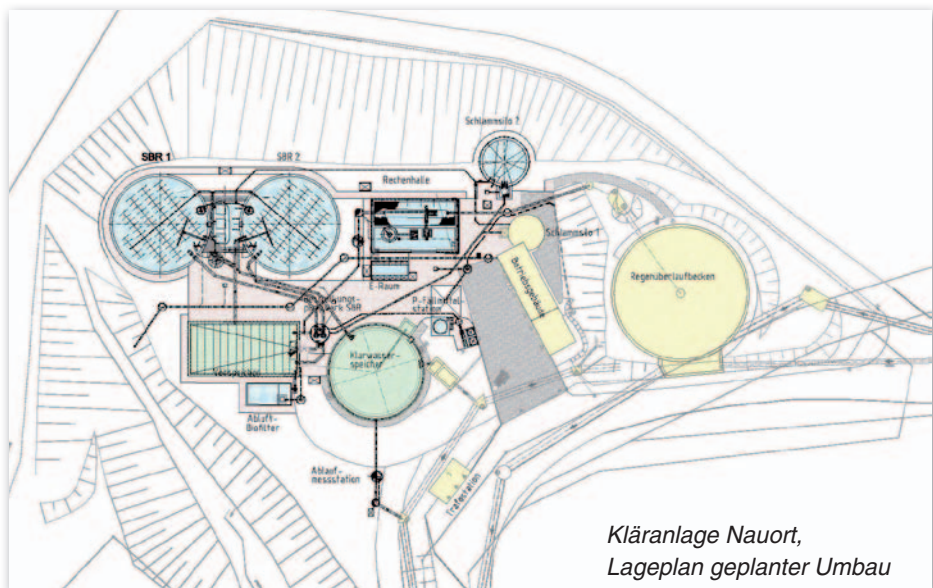
Im Zusammenhang mit notwendig werden der Erweiterungen oder Sanierungen sollte bei simultan-aeroben Stabilisierungsanlagen mit Ausbaugrößen > 10.000 EW eine Verfahrensumstellung auf getrennte anaerobe Schlammstabilisierung grundsätzlich geprüft werden.

Die Deutsche Abwasserreinigungsgesellschaft DAR – Ingenieurbüro für Umweltfragen verfügt als erfahrenes Ingenieurbüro für Kläranlagenplanungen über das erforderliche Wissen in Verfahrenstechnik, Ausrüstungstechnik und EMSR-Technik um diese komplexen Anforderungen zu erfüllen. Wesentlicher Aspekt ist dabei eine vertrauensvolle Zusammenarbeit zwischen den Planern und dem Anlagenbetreiber.

Anhand eines Fallbeispiels wird nachfolgend eine individuelle Lösung zur energetischen Optimierung im Rahmen der Planung für ein aktuelles Kläranlagenprojekt in Rheinland-Pfalz vorgestellt.

**FALLBEISPIEL KLÄRANLAGE NAUORT  
Anlagenbeschreibung**

Die Kläranlage Nauort im Westerwaldkreis muss bis zum 31.12.2009 ertüchtigt und saniert werden. Die Ausbaugröße wurde nach Auswertung der Betriebstagebücher und eines separaten Messprogramms (Fa. Tectraa, Kaiserslautern) in Abstimmung mit der Struktur- und Genehmigungsdirektion Nord (SGD-Nord) auf 3.000 EW festge-



*Kläranlage Nauort,  
Lageplan geplanter Umbau*



*Kläranlage Riol*

legt. Die künftigen Überwachungswerte für die Stickstoffverbindungen erforderten eine Auslegung für gezielte Denitrifikation.

**Auslegung mit verkürztem Schlammalter**

In Abstimmung mit der SGD wurde die als Belebtschlammanlage ausgeführte biologische Reinigungsstufe abweichend von den Empfehlungen des Arbeitsblattes A-131 mit 20 d Schlammalter anstatt 25 d bemessen. Geruchsprobleme durch den teilstabilisierten Schlamm sind nicht zu erwarten, da die vorhandene Kläranlage bereits mit einem niedrigeren Schlammalter betrieben wurde, ohne dass es zu Belästigungen kam.

Aufgrund des kleineren Schlammalters konnten das Reaktorvolumen der biologischen Reinigungsstufe verkleinert und Investitionskosten gespart werden. Der niedrigere Sauerstoffbedarf, welcher aus einer Abnahme der endogenen Atmung resultiert, führt gleichzeitig zu einer Reduzierung der Betriebskosten. Zusätzlich sind positive Auswirkungen auf den Schlammindex zu erwarten.

Wenngleich diese Vorgehensweise nicht generell verallgemeinert werden darf, zeigt das Beispiel Nauort dass es sinnvoll sein kann, die üblichen Anforderungen an die Schlammstabilisierung unter Berücksichtigung der konkreten örtlichen Randbedingungen in enger Abstimmung mit den Genehmigungs- und Fachbehörden kritisch zu hinterfragen.

#### Optimierung des Klarwasserabzuges

Da für den Umbau der Anlage bei laufendem Betrieb nur wenig Platz vorhanden ist und im Baugrund gewachsener Fels ansteht, wurde das SBR-Verfahren mit zwei flach gegründeten Reaktoren als technische und wirtschaftlich sinnvollste Verfahrensvariante ausgewählt. Das vorhandene Nachklärbecken wird zukünftig als Klarwasserspeicher genutzt. Als Alternative zu einer Entleerung des Klarwasserspeichers durch Pumpen wurde eine Neuverlegung

des Ablaufkanals in größerer Tiefe untersucht. Mittels Kostenvergleichsrechnung konnte nachgewiesen werden, dass die zusätzlichen Investitionskosten für den Umbau durch die Einsparungen für Pumpen und Abwasserhebung mehr als ausgeglichen werden.

#### Einsatz von energieeffizienten Elektromotoren

Im Rahmen der Entwurfsplanung wurde auch der Einsatz von hocheffizienten Elektromotoren der Energieeffizienzklasse IE2 (bisher: EFF1) überprüft und für die Gebläseantriebe in der Leistungsbeschreibung gefordert. Mittlerweile ist der Einsatz von hocheffizienten Motoren bei vielen Herstellern Standard. Dies beschreibt auch die aktuelle IEC Norm 60034-30, welche neue Normbezeichnungen eingeführt hat: IE1 (Standard Efficiency), IE2 (High Efficiency) und IE3 (Premium Efficiency), IE4 (Super Premium Efficiency).

Besonders sinnvoll ist der Einsatz von hocheffizienten Motoren bei Aggregaten mit hohem Leistungsbedarf und langen Betriebszeiten (z. B. Zulauf- und Zwischenhebwerke, Rührwerke oder Gebläse).

#### ZUSAMMENFASSUNG

Überlegungen zur Energieeffizienz einer Kläranlage sind bereits während der Pla-

nungsphase zu tätigen und dürfen nicht ausschließlich nachträglichen Optimierungsschritten überlassen werden.

Die sachgerechte Planung einer energieeffizienten Kläranlage erfordert eine ganzheitliche Herangehensweise sowie eine enge Kooperation mit dem Kläranlagenbetrieb.

Kanalsystem, Regenwasserbehandlung und Kläranlage sollten zudem gemeinsam betrachtet werden.

Die Wirtschaftlichkeit der „Energieoptimierungsmaßnahmen“ ist im Rahmen einer Kostenvergleichsrechnung mit Empfindlichkeitsprüfung nachzuweisen. Dabei dürfen Maßnahmen zur Energiekosteneinsparung nicht zu Lasten der Prozess- und Betriebssicherheit durchgeführt werden. Der sichere und ordnungsgemäße Betrieb der Abwasser- und Schlammbehandlung hat weiterhin höchste Priorität.

#### KONTAKT

Dipl.-Ing. Andreas Baumann  
DAR – Ingenieurbüro für Umweltfragen  
Deutsche Abwasser-Reinigungs-Gesellschaft mbH  
Adolfsallee 27/29  
65185 Wiesbaden  
Tel.: 0611/36096-45  
E-Mail: andreas.baumann@dar.de

## Kurzporträt

Die Deutsche Abwasser-Reinigungs-Gesellschaft Wiesbaden wurde im Jahre 1915 von Dr. Ing. Otto Mohr gegründet. Das Unternehmen kann für sich in Anspruch nehmen, eines der Ersten gewesen zu sein, das sich in Deutschland mit den technischen Problemen des Umweltschutzes befasst und Lösungen angeboten hat.

Der Hauptsitz der Ingenieurgesellschaft ist Wiesbaden mit weiteren Büros in Berlin,

Troisdorf (Büro Rhein-Sieg) und Lingenfeld (Büro Pfalz).

Die DAR ist national und international auf dem gesamten Gebiet der Siedlungswasserwirtschaft, des Umweltschutzes und der Arbeitssicherheit tätig. Das Leistungsspektrum ist umfangreich und beginnt mit der Beratungsleistung für Auftraggeber bis hin zu der vollständigen Planung und Realisierung von Bauvorhaben im Bereich abwassertechnischer Anlagen und Bau-

werken der Wasserversorgung sowie des Wasserbaus.

Im Bereich der „Kläranlagenplanung“ setzen die Ingenieure der DAR auf innovative und nachhaltige Verfahren zur Abwasser- und Schlammbehandlung. Weitere Schwerpunkte sind die Betriebs- und Energieoptimierung von bestehenden Anlagen sowie Beratungsleistungen für zukunftsweisende und kompetente Unterstützung bei Investitionsentscheidungen.

#### Büros:

Wiesbaden

Berlin

Pfalz

Rhein-Sieg



Ingenieurbüro für Umweltfragen  
**Deutsche Abwasser-Reinigungs-  
Gesellschaft mbH**

Adolfsallee 27/29  
65185 Wiesbaden  
Postfach 45 60  
65035 Wiesbaden  
Tel.: 0611/36096-0  
Fax: 0611/36096-12  
[http://www.dar.de/  
wiesbaden@dar.de](http://www.dar.de/wiesbaden@dar.de)

### Beratung - Planung - Bauleitung - Projektsteuerung

Abwasser - Wasser - Schlamm - Stadtentwässerung - Kanalisation - Infrastruktur - Wasserbau  
Technische Ausrüstung - Projektsteuerung - Betriebsbetreuung - Arbeitssicherheit - Analytik