

ENERGIEEFFIZIENZ BEI DER ABWASSERABLEITUNG UND -BEHANDLUNG

Einleitung

Im Oktober 2009 wurde vom Umweltbundesamt (UBA) das Hintergrundpapier „Energieeffizienz kommunaler Kläranlagen“ herausgegeben. Es handelt sich dabei um den Abschluss eines Forschungsschwerpunktes zur „Steigerung der Energieeffizienz auf kommunalen Kläranlagen“. In Nordrhein-Westfalen wird das Thema in Förderprogrammen wie dem Programm „Aktion Klimaplus – NRW-Klimakommune der Zukunft“ oder über Projekte und Maßnahmen des Innovationsfonds „Klimawandel in Nordrhein-Westfalen – innovative Maßnahmen einer Anpassungsstrategie“ vom Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz, MUNLV NRW, aufgegriffen.

Mit dem Förderbereich 2 des Investitionsprogramms Abwasser NRW werden zudem gutachterliche Untersuchungen zu Energiesparmaßnahmen öffentlicher Kläranlagen gefördert.

Vor diesem Hintergrund und der schlechten finanziellen Lage vieler nordrhein-westfälischer Kommunen ergibt sich ein gesteigertes Interesse an Energieeffizienz und Energiekostenminimierung. Zahlreiche Beratungsanfragen an die Kommunal- und Abwasserberatung NRW GmbH richten sich auf dieses Thema.

Ausgangssituation

Primäres Ziel von Abwasseranlagen ist die Ableitung, Behandlung und Einleitung des Abwassers in Gewässer nach den a. a. R. d. T. Fragen der Energieeffizienz sind nachgeordnet. Mit Blick auf die Zukunft gilt es, eine rechtskonforme Abwasserentsorgung bei gleichzeitiger Berücksichtigung der Energieeffizienz zu realisieren. Bisweilen scheinen sich diese Zielvorstellungen gegenseitig auszuschließen.

So ist bspw. die Festlegung eines Ammoniumüberwachungswerts von 4 mg/l und eines BSB₅-Überwachungswerts von 10 mg/l bei gleichzeitiger Reduktion des Energieverbrauchs ein Widerspruch. Ist folglich eine rechtskonforme Abwasserbeseitigung bei gleichzeitiger Steigerung der Energieeffizienz unvereinbar?

Um Energieeffizienzmaßnahmen richtig zu bewerten, sollte in der Betrachtung

- a. der Energieverbrauch von den Energiekosten entkoppelt werden,
- b. der Energieverbrauch auf eine vergleichbare Belastung bezogen werden,
- c. berücksichtigt werden, dass Energieeffizienz ein Sammelbegriff für unterschiedliche Lösungsansätze ist und
- d. die Abwasserbehandlung als vorrangiges Ziel betrachtet werden.

Energieverbrauch und Kosten

Vor dem Hintergrund niedriger Abwassergebühren werden geringe Investitions- und Betriebskosten gewünscht. Eine Steigerung der Energieeffizienz ist daher nicht zwangsläufig im Fokus des Interesses, da die Effizienzsteigerung in den meisten Fällen Investitionskosten verursacht. Jährliche Betriebskosten werden nach Maßnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz nur in den ersten ein bis zwei Jahren oder gar nicht gesenkt, obwohl der Energieverbrauch abnimmt. Dieses Phänomen ist dem kontinuierlichen Anstieg der Energiepreise geschuldet.

Bspw. könnten einer aufgrund von Maßnahmen erzielten Gesamtenergieeinsparung von 12% durchschnittliche Preisindexsteigerungen von 5,4% pro Jahr gegenüberstehen (vgl. Strompreisindexsteigerung für Mittelspannung des Verbands vki [Januar 2002 bis Januar 2010; <http://www.vik-online.de>]). Der maximale Preisanstieg auf Halbjahresbasis betrug 2008 sogar rund 25%.

Bei einem reinen Vergleich der Energiekosten wären die Maßnahmen aus dem vorstehenden Beispiel im Preisanstieg des Jahres 2008 untergegangen. Es wird deutlich, dass die Wirksamkeit von energieeffizienzsteigernden Maßnahmen nicht an den Jahreskosten festgemacht werden darf, sondern am Energieverbrauch.

Abhängigkeit Energieverbrauch und Belastung

Standardmäßig eingesetzte Optimierungsmaßnahmen wirken sich in der Regel positiv auf den Energieverbrauch aus. Allerdings kann es auch zu einer gleichzeitigen Steigerung des Energieverbrauchs und der Energiekosten kommen, wie folgende Beispiele zeigen:

- » Eine Anlage wurde modernisiert und erweitert: Die Kläranlage wurde bspw. um 10.000 EW vergrößert, wodurch eine andere Kläranlage aufgegeben werden konnte, sodass die Schmutzfracht auf der modernisierten Anlage erhöht wurde.
- » Die Anlage muss neue Grenzwerte bei der Einleitung einhalten, sodass mehr Schmutzfracht abgebaut oder zurückgehalten werden muss.
- » Durch eine gute Skisaison waren viele Übernachtungsgäste zeitweilig an die Kläranlage angeschlossen und erhöhten die Schmutzfracht.
- » Ebenso ist der neue Anschluss von Außengebieten, Industrie- neuansiedlungen u. Ä. eine mögliche Ursache für einen erhöhten Energieverbrauch.
- » Im Vergleichsjahr wurde sehr viel mehr Niederschlagswasser oder Fremdwasser durch die Kläranlage geleitet, wodurch die erlaubten Einleitkonzentrationen mit weniger Energieaufwand durch Verdünnung erreicht werden konnten.

Die Beispiele machen deutlich, dass der Energieverbrauch nicht ohne Berücksichtigung der Schmutzfracht und der behandelten Abwassermenge als Erfolgsgröße herangezogen werden kann. Um korrekte Vergleichszahlen zu erhalten, müssten Energieverbrauch und Schmutzfracht verglichen werden. Im Alltagsbetrieb einer Kläranlage lassen sich diese Vergleichszahlen nicht bestimmen, weil keine mengenproportionalen 24-h-Mischproben für die Auswertung zur Verfügung stehen. In der Literatur werden spezifische Energieverbräuche auf theoretische Einwohnerwerte bezogen, sodass Kennzahlen meist in kWh/EW · a angegeben werden. Die aus einem Einwohnerwert resultierende Belastung ist im DWA-Regelwerk definiert.


Die Probleme bei der Ermittlung der Schmutzfracht sind bekannt. Sie nehmen mit steigender Größenklasse der Kläranlagen ab. Kläranlagen der Größenklasse 5 mit mehr als 100.000 EW lassen sich im Vergleich verlässlicher auswerten, da Einzelereignisse vom Grundzustand überlagert werden. Steigerungen des Energie-

verbrauch, z.B. durch zusätzliche wasserrechtliche Anforderungen an den Bilanzen, sind jedoch auch bei den großen Kläranlagen sichtbar.

Für einzelne zusätzliche Verfahrensschritte sind nachstehend die spezifischen Energieverbräuche aufgeführt (Quelle: UBA, „Energieeffizienz kommunaler Kläranlagen“, 10/2009):

- » Nachgeschaltete Sandfiltration: rd. 5 kWh/EW · a
- » nachgeschaltete Membrananlage: rd. 13 kWh/EW · a
- » UV-Desinfektion: rd. 2,7 kWh/EW · a





Bei Optimierungskonzepten, die über mehrere Stufen zeitlich getrennt oder unter Änderung der Randbedingungen umgesetzt werden, ist der „Erfolgskontrolle“ eine besondere Beachtung zu schenken. Bei zusätzlichen Verfahrensschritten lassen sich z. B. Stromzähler in die Niederspannungsverteilungen einbauen, um den Verbrauch des zusätzlichen Verfahrensschritts getrennt ermitteln zu können. Die Steigerung der Energieeffizienz für die parallel optimierten und vorhandenen Verfahrensschritte lässt sich dann eindeutig zuordnen.

In der Praxis wird die Energieeffizienz gesteigert, in dem abgesehene und abgängige Anlagenteile durch effizientere Anlagenteile ausgetauscht werden. Eine maßnahmenbezogene Erfolgskontrolle wird in diesen Fällen häufig leider nicht durchgeführt.

Lösungsansätze zur Steigerung der Energieeffizienz

Zu den größten Energieverbrauchern gehören Verdichter/Gebläse für die Druckluftversorgung der Belebung. Die hierfür erforderlichen Motoren sind auch mit Energieklasse EFF1 erhältlich. Gegenüber Standardmotoren mit EFF3 verbrauchen EFF1-Motoren lastabhängig 2–8% weniger Strom. Die etwas teureren Motoren der Wirkungsklasse EFF1 eignen sich bei Aggregaten mit hoher Betriebsstundenanzahl pro Jahr oder hohen Betriebsstundenanteilen im Teillastbereich, worunter in der Regel auch kommunale Pumpwerke fallen. Einige Herstellerangaben geben sogar eine Reduktion des Energieverbrauchs von bis zu 10% an.


Eine andere, häufig bei Erweiterungen oder Erneuerungen auf Kläranlagen angewendete Steigerung der Energieeffizienz wird durch den Einsatz neuer Membranbelüfter erreicht. Standard-

Membranen aus EPDM werden nach 3–7 Jahren alterungsbedingt ausgetauscht, was erhebliche Wartungsaufwendungen bedeutet. Gelegentlich führt der Membranaustausch zum Komplettaustausch der Belüftung, weil die Hersteller die Befestigungssysteme oder Baugrößen änderten. Auf dem Markt gibt es diverse Anbieter hocheffizienter Membranen.

Ein weiterer Faktor zur Verringerung des Energieverbrauchs ist die Umwälz- bzw. Rührwerkstechnik. Auf Anlagen, die strömungstechnisch optimiert werden, kann die installierte Leistung, also die Anzahl der Rührwerke oder der Energieverbrauch, reduziert werden. In Belebungsbecken und Nachklärbecken werden in Modellansätzen auch Wechselwirkungen z. B. mit der Belüftung, den Rezirkulationspumpen oder dem Schlamm Spiegel berücksichtigt. Mit technischen Ergänzungen, einschließlich der Anpassung Steuerungstechnik, lässt sich in der Regel die eingesetzte Energie effizienter ausnutzen und eine Verringerung des Energieverbrauchs realisieren.

Eine weitere Möglichkeit ist die Modernisierung der Umwälztechnik in Faultürmen. Durch eine feste Pausenzeitsteuerung, die unabhängig von der Substratzufuhr, der Mindestlaufzeit zur Überwindung der Scherfestigkeit des Substrats und der erreichten Umwälzung gesteuert wird, kann der Energieverbrauch gesenkt werden. Durch Entwicklungen in der Landwirtschaft oder für Biogasanlagen stehen zudem bessere Umwälzaggregate für die Klärgasgewinnung zur Verfügung.

Die Mess-Steuer-Regel-Technik ist ein Bereich, der in den letzten 20 Jahren viele Neuerungen erfuh. So haben sich Frequenzumrichter bewährt, die eine Reduzierung des Energieverbrauchs im



Teillastbereich ermöglichen. In den Anlagen sind heute Online-Messgeräte eingebaut, leider nicht immer zur optimierten Regelung der Anlagen. Viele Energieoptimierungskonzepte, wie z. B. die Sauerstoffregelung über den Ammoniummesswert auf Kläranlagen, beruhen daher auf einer Erweiterung der MSR-Technik. Ein Bereich mit großem Potenzial zur Energieerzeugung liegt in der Klärschlammverwertung. Hier gibt es einige bekannte Verfahren zur Klärschlammbehandlung, die einen geringen Energieverbrauch aufweisen, wie z. B. die Klärschlammvererdung. Durch neue Techniken wie die Phosphatrückgewinnung, Mikrogasturbine, Pyrolyse oder OCR-Technik, die sich teilweise noch in frühen Entwicklungsstadien befinden, kann der Klärschlamm auch auf kleineren Kläranlagen um 20.000 EW energetisch oder stofflich effizienter weiterverwendet werden. Unter Effizienzsteigerung muss daher zunehmend auch die (Eigen-)Energieerzeugung verstanden werden.

Hier lässt sich auch die Wärmegewinnung aus Abwasserkanälen einordnen. Es bleibt allerdings abzuwarten, ob das Energiepotenzial im Abwasser flächig energetisch und wirtschaftlich sinnvoll genutzt werden kann.

Oberstes Ziel: Abwasserbeseitigung

Die Anforderungen an die Reinigung sind in den vergangenen Jahren gestiegen und werden im Hinblick auf einen „guten ökologischen Zustand der Gewässer“ weiter steigen. Die Optimierung der Energieeffizienz kann daher perspektivisch nur den energetischen und finanziellen Aufwand reduzieren, der aus erhöhten Schutzanforderungen an die Menschen und die Umwelt resultiert. Hierbei ist auch zu berücksichtigen, dass Stoffe wie DDT, PFT,

Phthalate, Arzneimittelrückstände u.v.m. erst spät in ihrer umweltschädigenden Wirkung erkannt wurden.

Für die Beseitigung dieser Abwasserinhaltsstoffe werden bei heutiger Verfahrenstechnik 20–100 kWh/EW · a zusätzlich zum bisherigen Verbrauch benötigt.

Um zukünftig die Kosten der Abwasserreinigung möglichst gering zu halten, sollten daher bereits heute die bekannten Möglichkeiten zur Steigerung der Energieeffizienz genutzt werden, um Ressourcen, Energie und Kapital zu schonen. Welche Möglichkeiten es hierzu gibt, werden wir in weiteren Beiträgen im Abwasserreport exemplarisch vorstellen.

Autor

Dipl.-Ing. Michael Bone

Kommunal- und Abwasserberatung NRW GmbH, Düsseldorf