

Verbesserung der Energieeffizienz Grundlagen, Praxisbeispiele, Wirtschaftlichkeit

Dr.-Ing. Gerhard Seibert-Erling

Vortrag anlässlich des
„**20. KAN-Sprechertages**“
der ÖWAV Kanal- und Kläranlagen-Nachbarschaften
am 07./08.09.2011 in Pregarten (Österreich)



<http://penguinsforfree.com/comics/2011-02-24-New%20Fans.jpg>

1. Einleitung

„Die Forderung, nur noch Eier von freilaufenden Hühnern zu kaufen, führt nicht zwangsläufig zur Abschaffung der Käfighaltung! Vielmehr ist es erforderlich, mehr Raum für freilaufende Hühner bereit zu stellen.“ Mit diesem zutreffenden Vergleich kommentierte vor kurzem jemand die politische Forderung an die örtlichen Stadtwerke, zukünftig ausschließlich Strom aus regenerativen Quellen zu beschaffen. Weil die Flächen für freilaufende Hühner ebenso Beschränkungen unterliegen wie solche zur Energieerzeugung mit Windkraft- oder Solaranlagen, gelangt man unter Berücksichtigung eines endlichen Flächenvorrats zu der Einsicht, dass eine vollständige Umstellung sowohl der Eier- als auch der Energieversorgung langfristig nicht gelingen kann. Die interessante Frage ist nun, ob der (viel zu) hohe Verbrauch dem wie auch immer zu bestimmenden notwendigen(!) Bedarf entspricht. Hier wird niemand bestreiten, dass die Bevölkerung auch mit weniger Eiern und weniger Strom auskommen kann. Der Verbrauch ist in den vergangenen Jahrzehnten sehr häufig über die Produktionskapazitäten und Marketingstrategien definiert worden mit der Folge, dass zwischen dem notwendigen Bedarf und dem hinreichenden Verbrauch heute eine große Diskrepanz besteht.

Was hier für Eier und Strom dargestellt wurde, trifft in ähnlicher Weise auch für weitere wichtige Bereiche der menschlichen Grundversorgung zu. Der Klimawandel ist offensichtlich das Ergebnis einer überstrapazierten Erdatmosphäre; die Verbrennung des Großteils der fossilen Energien bedurfte nur einer kurzen Zeitspanne von 300 Jahren. Der Energieverbrauch auf der

gesamten Erde lag bis zum Beginn des industriellen Zeitalters in einem kaum messbaren Bereich. Heute liegt er weltweit bei einer Leistung von etwa 30 Terawatt (TW). Angesichts des beschränkten Vorrates an Öl und Gas wird er genauso schnell wieder abnehmen müssen, wenn nicht gleichwertiger Ersatz gefunden wird (Bild 1). Nach den Ereignissen in Fukushima ist nicht davon auszugehen, dass die Kernkraft diese Rolle übernimmt. Im Gegenteil: die Bundesrepublik Deutschland hat in einer unglaublichen politischen Kehrtwende den kurzfristigen Ausstieg aus der Kernenergie beschlossen. Bei den Staatsfinanzen erleben wir ebenfalls eine Periode kurzfristiger Entscheidungen über große Summen, weil in den westlichen Ländern das „Leben über die Verhältnisse“ zur Gewohnheit geworden ist und ganze Volkswirtschaften zunehmend in Bedrängnis bringt.

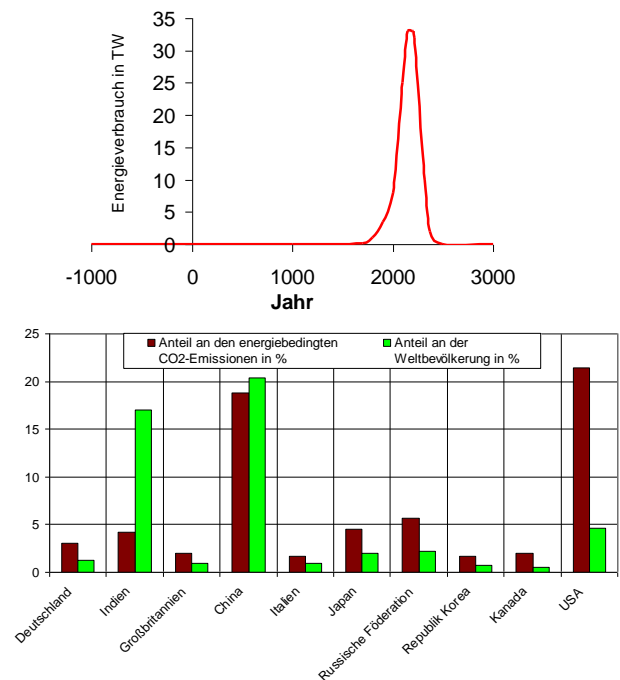


Bild 1: Weltweiter Energieverbrauch, gesamt und bevölkerungsspezifisch

2. Die Schlüsselrolle einer rationellen Energieversorgung

Der rationellen Energieversorgung, geprägt durch Einsparungen und die effiziente Nutzung der verfügbaren Energieträger, fällt bei der Lösung der globalen Probleme eine Schlüsselrolle zu. Wenn es nicht gelingt, hier eine durchgreifende Veränderung zu erzielen, dann schlittern wir nicht nur in eine Energiekrise mit schwierigeren Bedingungen für die gesamte Wirtschaft, sondern in der Folge werden die Klimaprobleme eskalieren und die finanziellen Folgen sind kaum zu übersehen. In dem kürzlich veröffentlichten Beitrag „Auf Reserve“ [1] werden die Zusammenhänge zwischen den beschriebenen Bereichen Energie, Klima und Staatsfinanzen im globalen Zusammenhang diskutiert. Der Beitrag schließt mit folgendem Fazit: „Wenn wir nicht von dem Glauben ablassen, dass die menschliche Gattung eine Art angeborenes Recht auf unbegrenztes Wachstum hat, und wenn wir nicht das tatsächlich vorhandene Potenzial der erneuerbaren Energien entdecken – und die entsprechenden Investitionen vornehmen – dürfen wir einer düsteren Zukunft entgegen gehen.“ Die Deutung dieses Appells darf allerdings nicht missverstanden werden. Das vom Autor benannte tatsächliche Potenzial der erneuerbaren Energien ist nicht eine Frage der Investitionen. Abgesehen davon, dass diese beträchtlich sein werden, ist dieses Vorhaben durch natürliche Grenzen limitiert. Heute schon spürbar sind die Folgen der Verknappung bei der Nahrungsmittelproduktion. Was auf der einen Seite für die Energieproduktion aus Biomasse genutzt wird, führt auf der anderen Seite zu Hungersnöten in den Entwicklungsländern. Weil sich außerdem die Finanzmärkte nach der Pleite bei den Hypo-

theken verstärkt im Nahrungsmittelbereich „engagieren“, entstehen neue und äußerst komplizierte Verquickungen von Kapital, Energie und menschlichen Grundbedürfnissen.

Eine Stabilisierung der Verhältnisse durch staatliche Lenkungsmaßnahmen allein wird nicht zum Erfolg führen. Ein Ergebnis der diesbezüglichen Bemühungen ist unser derzeitiges Umwelt- und Energierecht, welches sich von außen betrachtet zu einem Gestrüpp von Paragraphen entwickelt hat, das zwischenzeitlich ganze Kanzleien beschäftigt. Initiativen und positive Entwicklungen gehen nur noch selten von diesen Werken aus; sie beschäftigen sich immer häufiger mit der Regulierung und mit Einschränkungen.

Was bei allen Anstrengungen in diesem Zusammenhang viel zu wenig Beachtung findet, sind die Möglichkeiten zur Einsparung und Effizienzsteigerung. „Die Effizienz ist die größte Energiequelle“ und dass sich entsprechende Investitionen rechnen, ist nach Ansicht des Zentralverbandes Elektrotechnik (ZVEI) bei vielen noch nicht angekommen [2]. Das hängt in erster Linie mit dem im industriellen Zeitalter geprägten Verständnis des Leistungsbegriffes zusammen. Wachstum wird stets mit Herstellung, Produktion und Materialverbrauch in Verbindung gebracht und ist positiv besetzt. Einsparung oder Effizienzsteigerung wird mit Verzicht und Einschränkung assoziiert ist negativ besetzt. Während die Inbetriebnahme großer Solaranlagen Politiker und Repräsentanten magisch anzieht, verlaufen Energieeinsparungen in gleicher Höhe völlig lautlos. Allenfalls wird die Frage aufgeworfen, wer die Verantwortung für

den bislang erhöhten Verbrauch trägt. Dass für die Erzielung von Energieeinsparungen Know-how entwickelt werden muss und dass die praktische Umsetzung mit einer Arbeitsleistung verbunden ist, findet erst allmählich eine Akzeptanz. Das liegt vor allem daran, dass die im kaufmännischen und wirtschaftlichen Bereich üblichen Berechnungsgrundlagen darauf größtenteils nicht eingerichtet sind. Getrennte Haushalte für Investitions- und Betriebskosten, statische Abschreibungsregeln und ähnliche Randbedingungen sind oft unangenehme Begleiter bei energetischen Optimierungen. Ebenfalls steht die Honorarordnung für Architekten und Ingenieure (HOAI) in der Kritik, weil sie sich die Vergütung für Planungsleistungen in erster Linie an den Herstellkosten eines Objektes orientiert. Genau hier muss aber die Veränderung ansetzen, wenn der Energie- und der Materialverbrauch sinken sollen; das gilt im Großen und im Kleinen, global wie regional.

Wegweisend sollte eigentlich die neue Richtlinie 2006/32/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 5. April 2006 über Endenergieeffizienz und Energiedienstleistungen sein. Das Ziel der Richtlinie ist eine wirtschaftlichere und effizientere Endenergienutzung, einerseits durch Festlegung von Richtzielen, Fördermaßnahmen sowie des institutionellen, finanziellen und rechtlichen Rahmens zur Beseitigung vorhandener Markthindernisse und -unzulänglichkeiten, die der effizienten Endenergienutzung entgegenstehen und andererseits durch die Schaffung geeigneter Bedingungen für die Realisierung und die Förderung eines Marktes für Energiedienstleistungen und für die Bereitstellung von Energieeffizienzprogrammen und anderen

Energieeffizienzmaßnahmen für Endverbraucher. An der auf das Jahr 2008 befristeten Umsetzung wird demnach seit ca. 5 Jahren gearbeitet, ohne dass eine nationale Gesetzgebung zustande gekommen ist. Übrigens sind in der Richtlinie Schulen, Schwimmbäder und andere öffentliche Gebäude und Einrichtungen explizit erwähnt, obwohl die Kläranlage in der Regel der größte Einzelverbraucher in einer Kommune ist.

Vom Friedensnobelpreisträger Al Gore stammt im Zusammenhang mit dem Einsatz neuer Technologien folgendes Zitat: „Die Effizienz des gesunden Menschenverstandes kann insgesamt die größte Einsparung bewirken“ [3]. Die übergeordneten Ziele und die langfristig anzulegenden Maßstäbe werden sich an den verfügbaren Ressourcen (Öl- und Gasvorrat) und den sich durch die Nutzung ergebenden Umweltbelastungen (Emissionen, Flächenverbrauch) orientieren. Es wird sich ein neues Gleichgewicht einstellen, wobei Studien des Wuppertalinstituts davon ausgehen, dass in den Industrieländern der Verbrauch etwa auf ein Zehntel des heutigen Wertes sinken müsste [4]. Auf den ersten Blick erscheint diese Forderung utopisch. Bei nüchterner Betrachtung und unter der Maßgabe, dass dieses Ziel nicht in einem einzigen Schritt umgesetzt werden kann, sondern peu à peu in den nächsten Jahrzehnten zu erarbeiten(!) ist, kann dies durchaus als eine für jede Branche und sogar volkswirtschaftlich interessante Herausforderung begriffen werden.

3. Die spezielle Situation der Kläranlagen im energetischen Umfeld

Für Kläranlagen galt in den 90er Jahren die vollständige Eigenversorgung für Strom und Wärme

allein aus dem produzierten Klärgas als unerreichbar. Heute ist es nicht nur nachweislich möglich, eine Kläranlage bilanziell über ein Jahr gesehen ohne externe Energiezufuhr zu betreiben [5], sondern es werden sogar Überlegungen getätigt, wie man die Überschüsse ökologisch und wirtschaftlich sinnvoll vermarkten kann [6] [7].

Die zukünftigen Aufgaben erfordern neue Lösungsansätze, die über die singuläre Betrachtung eines Aggregates oder Objektes oder eines einzelnen Energieträgers hinausgehen. Surrile Ideen wie die Beschallung der Mikroorganismen mit klassischer Musik sind dabei wenig hilfreich [8]. Ein großes Potenzial steckt hingegen in Kombinations- oder Verbundlösungen mit dem Ziel, neben der effizienten Verwendung auch eine möglichst hohe Primärenergieausnutzung zu erreichen [9].

Dies führt zu der Frage, ob durch eine Einbindung einer Kläranlage in die regionale Infrastruktur eine vielleicht sogar sprunghafte Verbesserung gelingt. Aufgrund von Erfahrungen mit der Erarbeitung derartiger Konzepte und ersten Erfahrungsberichten über Ergebnisse umgesetzter Projekte ergeben sich eine Reihe von Vorteilen, insbesondere kann durch die Bündelung mehrerer Objekte der zeitlich schwankende Bedarf im täglichen oder sogar jahreszeitlichen Rhythmus ausgeglichen werden

Die Bedeutung derartiger Projekte kann nicht hoch genug eingeschätzt werden, weil sie beispielhaft für eine Dezentralisierung der Energieversorgung und eine neue kommunale Infrastruktur stehen – ein großes Aufgabenfeld für die örtlichen Versorger und ein entscheidender

Schritt zu mehr Unabhängigkeit von den großen Energiekonzernen [10]. Einschränkend ist allerdings darauf hinzuweisen, dass der Energieverbrauch oder die Energieproduktion der Kläranlagen, die sich bei ca. 1-2% des Gesamtverbrauchs einer Volkswirtschaft bewegen, viel zu klein ist, um einen Einfluss auf die Gesamtentwicklung auszuüben; noch dazu in einem Umfeld, welches durch eine intensive Lobbyarbeit geprägt ist [11].

Dennoch muss die Abwasserbranche weder ihr Licht unter den Scheffel stellen, sondern ist sogar aufgefordert, mit gutem Beispiel voranzugehen. In der bereits angeführten Untersuchung des ZVEI [2] wird interessanterweise eine Kläranlage als Beispiel aufgeführt mit dem Hinweis, dass „die öffentliche Hand eben nicht nur das preiswerteste Angebot annehmen soll, sondern auch ausdrücklich der Ausschreibungsvorschriften eine Vorbildfunktion habe“.

4. Energieeffizienter Betrieb von Kläranlagen

Es wird nicht bestritten, dass bei Kläranlagen schon seit jeher der Energieverbrauch thematisiert worden ist, vor allem in den Phasen energetischer Krisen wie etwa nach dem Ölschock 1973. Eine systematische und länderübergreifende Methodik hat sich jedoch erst zu Beginn der 90er Jahre ausgehend von einer schweizerischen Initiative etabliert. Für die Verbreitung im deutschsprachigen Raum war das vom nordrhein-westfälischen Umweltministerium herausgegebene Handbuch Energie in Kläranlagen NRW [11] richtungsweisend. Das zeitgleich aufgelegte Förderprogramm haben die meisten Kläranlagen für die Durchführung einer Energieanalyse in Anspruch genommen. Mit den

innerhalb von mittlerweile etwa 10 Jahren erzielten Ergebnissen hat sich der Kenntnisstand stetig vermehrt; vermisst wird allenthalben eine Neuauflage des Handbuchs.

Die Anpassung der methodischen Vorgehensweise und der Untersuchungsschwerpunkte erfolgt gerade im Rahmen der Erarbeitung des neuen DWA-Arbeitsblattes A216 „Energieanalysen“. Eine Anpassung der für die Bewertungsmaßgebenden energetischen Kennwerte (Ziel- und Toleranzwerte, Richt- und Idealwerte) ist nach aktuellem Kenntnisstand nicht vorgesehen. Eine Forderung wäre allerdings notwendig, einerseits weil der allgemeine technische Fortschritt zu einer höheren Effizienz der Aggregate beigetragen hat und andererseits weil das Erfahrungswissen aus den Energieanalysen durch Veröffentlichungen und Seminare als allgemein bekannt vorausgesetzt werden darf [13] [14]. Entsprechende Vorschläge liegen zwar auf dem Tisch [15] [16], jedoch wird die Diskussion darüber noch nicht aufgegriffen.

In diesem Punkt besteht offensichtlich ein größerer Diskussionsbedarf: Die Betreiber haben berechnete Sorgen, dass sie auch bei ungünstigen anlagenspezifischen Voraussetzungen zur Einhaltung der Werte verpflichtet werden, was in Einzelfällen möglicherweise nur mit unverhältnismäßig hohem Aufwand erreichbar ist. Weiterhin ergeben sich Unschärfen aus der Ermittlung der Kennwerte, beispielsweise durch die Verwendung unterschiedlicher Bezugsgrößen für die aktuelle Belastung. Ein weiterer Aspekt sind bestehende Differenzen zu den technischen Regeln zur Auslegung von Kläranlagen, vor allem in Bezug auf das Arbeitsblatt DWA-A131.

Am Beispiel der Belüftung von Kläranlagen lässt sich die Problematik verdeutlichen. Vom gesamten Energieverbrauch einer Kläranlage entfällt etwa die Hälfte auf die Belüftung, die heute überwiegend als Druckbelüftung ausgeführt ist.

Das Belüftungssystem lässt sich einteilen in die Druckluftherzeugung, die Verteilung bzw. das Rohrleitungssystem und die in den Becken eingebauten Belüfterelemente. Die auf der überwiegenden Zahl der untersuchten Kläranlagen vorgefundenen Verhältnisse im Bereich der Druckluftherzeugung zeigen, dass die Verdichter sowohl in ihrer gesamten Leistung als auch bezogen auf das einzelne Aggregate sehr schlecht auf den tatsächlichen Bedarf abgestimmt sind. Für die Luftverteilung ist in der Regel der Maximalwert der Auslegung zugrunde gelegt. Das hat einerseits Vorteile, weil infolge der großen Leitungsquerschnitte kaum Druckverluste auftreten. Wenn jedoch Luftmengenmessungen oder Regelorgane auf viel zu hohe Werte bemessen sind, dann leidet die Messgenauigkeit, und die Regeleigenschaften sind entsprechend schlecht. Angesichts der hohen Kosten für eine komfortable, aber durchaus sinnvolle Ausstattung muss man generell eine entsprechende Sorgfalt bei der Auslegung anmahnen.

Bei den Belüfterelementen gibt es in ähnlicher Weise Vor- und Nachteile infolge einer großzügigen Auslegung. Auf der einen Seite werden dadurch die einzelnen Elemente (Platten, Rohre, etc.) nur gering beaufschlagt, so dass eine hohe Effizienz beim Sauerstoffeintrag erreicht wird. Andererseits steigt das Risiko einer partiellen Schädigung durch zu geringe Beaufschlagung bei dauerhaft geringer Beanspruchung

exponentiell an. In der Folge wachsen die Belüfter zu, d. h. einige Schlitz/Löcher verstopfen und die Luft sucht sich den jeweils leichtesten Weg durch die noch freien Öffnungen. Insgesamt kommt es aber zu einer Schwächung, die sich durch einen stetigen Anstieg des Systemdrucks bemerkbar macht. Die eingetretene Schädigung ist in der Regel nicht reversibel, auch nicht durch den Einsatz von Reinigungsmitteln (Essigsäure, etc.). Bewährt hat sich eine dauerhafte „Pflege“ der Belüfter durch regelmäßige (tägliche!) Be- oder Entlastung nach Vorgaben des Herstellers. Wenn sich nach Inbetriebnahme herausstellt, dass die Beaufschlagung der Belüfter tendenziell im unteren Bereich liegt, sollte der „Spülzyklus“ unverzüglich aktiviert werden. Die Empfindlichkeit gegen eine Schädigung ist nach den vorliegenden Erfahrungen in den ersten Monaten am größten.

Vergleicht man die in den bisherigen Analysen, Erfahrungsberichten, Reihenuntersuchungen [17] und Leitfäden [18] oder Broschüren genannten Kennwerte, dann ergibt sich eine Spanne von etwa 7–14 kWh/(EW a) für einen energieoptimalen Betrieb (Bild 2). Die im nicht optimierten Zustand anzutreffenden Werte liegen bei 16– 22 kWh/(EW a) und damit in der Größenordnung der im Handbuch Energie NRW genannten Richtwerte.

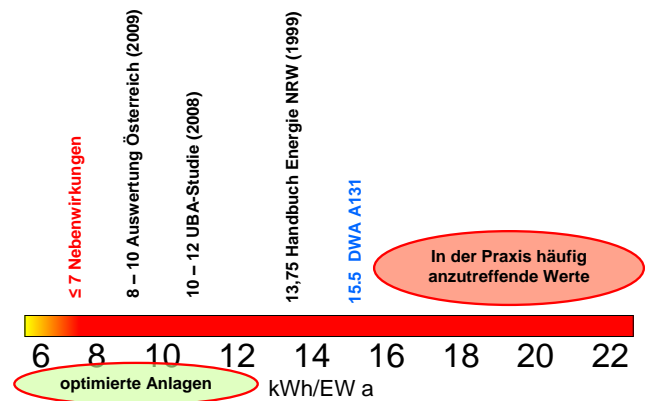


Bild 2: spezifische Energieverbrauchswerte für die Belüftung

Eine konventionelle Auslegung der Belüftung führt demnach zu Überkapazitäten, wie wir sie auch heute noch fast im Regelfall auf Kläranlagen vorfinden. Die Suche nach den Ursachen führt nicht nur in den technischen Bereich, sondern auch in das bereits weiter oben kurz angesprochene „Anreizsystem“ für eine energieeffiziente Planung nach der HOAI.

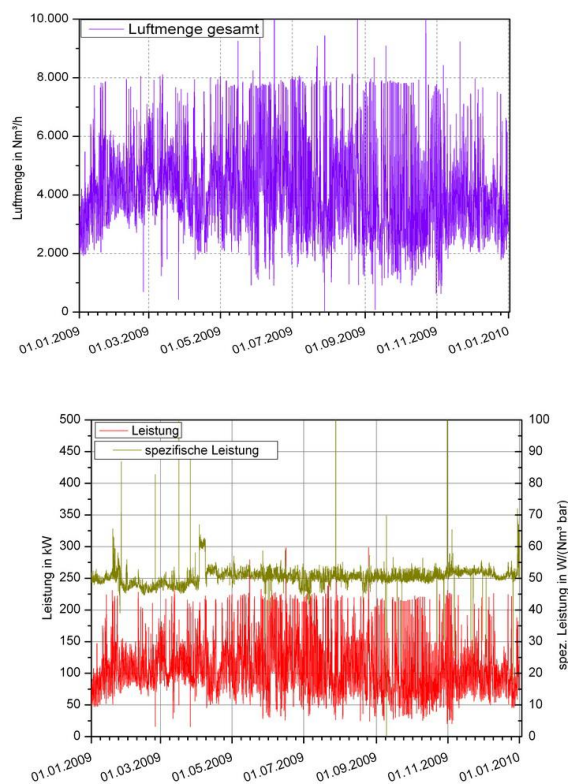
Die Bemessung nach A131 enthält eine Reihe von Faktoren, die durch die Auswertung von Belastungsdaten, durch Prognosen und Abschätzungen sowie Risikobewertungen ermittelt werden. Im Ergebnis liegt der ermittelte Luftbedarf deutlich höher als der sich auf der Anlage später einstellende mittlere Luftbedarf im Istzustand. Bei den eingesetzten Faktoren handelt es sich um Rechengrößen, die sich der Praxis nur schwierig verifizieren lassen. Aus eigenen Sonderuntersuchungen ist jedoch mittlerweile bekannt, dass die für die Durchführung der Berechnungen empfohlenen Werte überholt sind und nicht mehr dem Leistungsvermögen der heute üblicherweise eingesetzten Aggregate und Komponenten entsprechen. Die Wirkungsgrade der Verdichter haben sich um ca. 10 – 20 % verbessert, die Belüfter sind deutlich effizien-

ter und die Verluste im Rohrleitungssystem werden durch verbesserte Regelungskonzepte (Gleitdruckregelung) minimiert. Insofern ist durchaus nachvollziehbar, dass auf der überwiegenden Zahl der Anlagen mit einem gut funktionierenden neuen Belüftungssystem Verbrauchswerte zwischen 8 – 10 kWh/EW a erreicht werden.

Nicht selten basieren die guten Ergebnisse jedoch auf einer konventionellen Planung und stellen sich nur zufällig für eine begrenzte Dauer ein. Heiß gelaufene Gebläse, schwingende Regelungen und verschlissene können nach wenigen Betriebsjahren die Freude trüben. Es mangelt im Grunde an einer systematischen Vorgehensweise zur Auslegung aller beteiligten Komponenten auf einen insgesamt abgestimmten energieeffizienten Betrieb. Aus den Erfahrungen mit den durchgeführten Energieanalysen wurde daher für die Sanierung und Modernisierung von Kläranlagen eine Vorgehensweise entwickelt, die sich für die Auslegung von Belüftungssystemen zwischenzeitlich mehrfach bewährt hat und grundsätzlich auch auf andere Bereiche, vorzugsweise auch auf Pumpwerke, übertragbar ist.

Den Ausgangspunkt bildet eine umfassende Analyse der bestehenden Situation, die sich vorzugsweise in der erforderlichen Luftmenge abbildet. Diese kann entweder aus direkten Messungen oder durch Umrechnung aus den Betriebsdaten der Gebläse (Drehzahl, Frequenz, Leistung) gewonnen werden. Aus dem Zeitverlauf über ein Jahr lässt sich durch eine Analyse der Häufigkeiten eine repräsentative Belastung ableiten, welche jedoch zunächst das

bestehende System mit allen seinen Unzulänglichkeiten (schlechter Wirkungsgrad alter Gebläse, Alterung der Belüfter, suboptimale Regelung, etc.) abbildet. Dieses kann dann durch eine differenzierte Analyse der beteiligten Komponenten (Aufnahme der Gebläsekennlinien, Zustandsbewertung der Belüfter, Kennlinien der Regelarmaturen) verfeinert werden. Eine wichtige Rolle spielt dabei auch die Staffelung der Gebläse. Im ungünstigen Fall liegen die Schaltpunkte in dem Bereich mit der größten Häufigkeit, so dass es nicht nur zu einem ständigen Hin- und Herschalten kommt, sondern die Gebläse laufen dann oft im ungünstigen Bereich der Kennlinie (Bild 3). Unter Berücksichtigung der Leistungsdaten neuer Komponenten lässt sich nun auf umgekehrtem Weg eine an den Belastungszustand optimal angepasste Auslegung vornehmen.



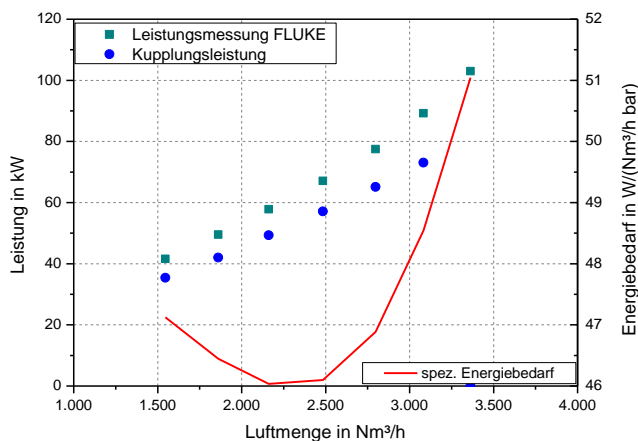
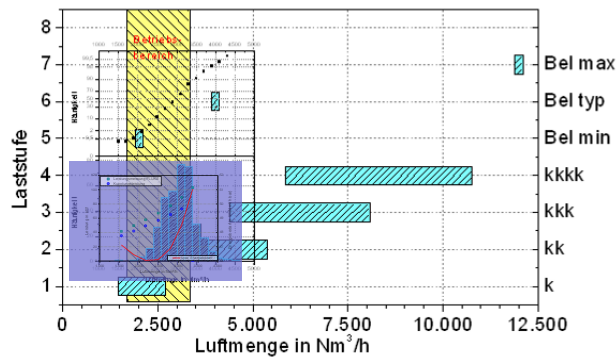
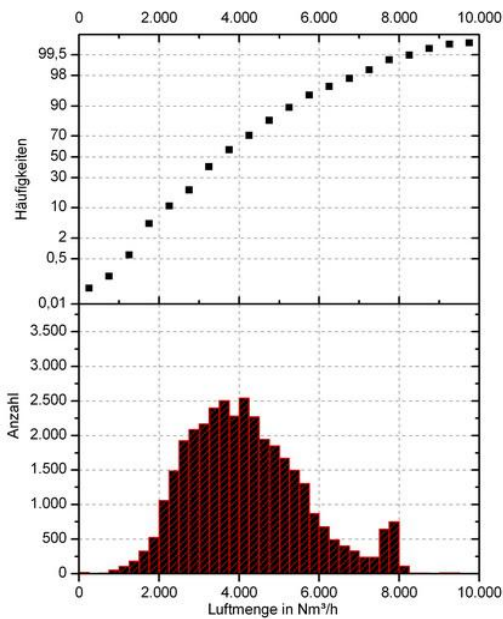


Bild 3: Analyse der Belastungsdaten des Belüftungssystems einer Kläranlage

Das Ergebnis einer so vorgenommenen Auslegung führt unter normalen anlagentechnischen Voraussetzungen zu einem durchaus brauchbaren Ergebnis, welches deutlich besser ausfällt als eine konventionelle Bemessung auf der Basis von angenommenen Belastungswerten. Was die Vorhaltung von Reserven betrifft, wird dringend empfohlen, diese nach dem im Istzustand notwendigen Bedarf zu beschaffen und für Prognosewerte lediglich Platz- oder Ausbaureserven vorzuhalten.

In nicht wenigen Fällen können Sonderprobleme auftreten, die sich einer standardisierten Abarbeitung verschließen und der Hinzuziehung eines erfahrenen Experten bedürfen. Typische Aufgabenstellungen dieser Art sind die Lokalisierung von Undichtigkeiten im Rohrleitungssystem oder der kombinierten Betrieb unterschiedlicher Gebläsearten (Turboverdichter, Drehkolbengebläse).

Ein kürzlich durchgeführtes Projekt betrifft die Modernisierung der Belüftung auf der Kläranlage Dormagen. Die beschriebene Vorgehensweise wurde angewendet. Dabei fiel der ungewöhnlich hohe Luftbedarf auf, der zunächst eine Undichtigkeit vermuten ließ. Weitere Untersuchungen offenbarten dann, dass ein erheblicher Anteil der erzeugten Druckluft auf die Belüftung eines ca. 50 m langen Verteilgerinnes vor den Belebungsbecken entfiel; gleichwohl konnte die genaue Menge nicht festgestellt werden. Nach sorgfältiger Datenauswertung und Abschätzung der Belastungsverhältnisse wurde folgendes Konzept entworfen und umgesetzt:

- Von den bestehenden alten Gebläsen (3x 2.900 m³/h, 75 kW und 3x 5.300 m³/h, 132 kW) werden zwei große Maschinen durch deutlich kleinere Aggregate mit 2.700 m³/h, 55 kW ersetzt. Die Entscheidung fiel aufgrund der geringen Einblastiefe von ca. 4,20m für Drehkolbengebläse. Turboverdichter erreichen bei diesen Druckwerten keine besseren spezifischen Werte.
- Die Zu- und Abluftsituation wurde für die neuen Gebläse geändert. Die Ansaugung erfolgt auf der von der Sonne abgewandten Seite der Gebläsestation; die Luft wird im geschlossenen System direkt auf den Luftfilter der sog. Gebläsestufe geführt. Dadurch wird gegenüber der konventionellen Ausführung ein Aufheizen der zur Motorkühlung verwendeten Ansaugluft vermieden.
- Die bestehende Rinnenbelüftung mit einfachen Injektoren wird ersetzt durch 15 Membranplattenbelüfter. Der zwingend erforderliche Umbau im laufenden Betrieb bei gefülltem Gerinne wurde durch Beschwe rung der Platten zur Auftriebskompensation und spezielle Führungen und eine Befestigung oberhalb der Wasserlinie ermöglicht. Wegen der im Vergleich zu den Belebungsbecken deutlich geringeren Einblastiefe wurden die Systeme entkoppelt und für die Rin nenbelüftung ein kleines Gebläse im Freien unmittelbar am Gerinne aufgestellt.

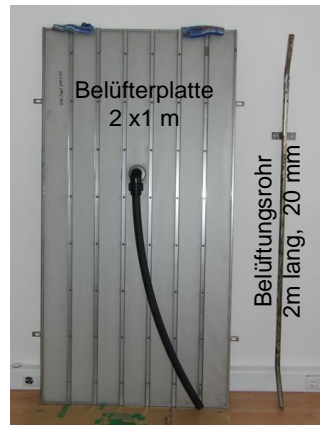


Bild 4: Komponenten der neuen Rinnenbelüftung (oben) und Gebläse für Belebung

Die bisherigen Betriebsergebnisse bestätigen die erwartete deutliche Energieeinsparung. Für die Rinnebelüftung wurde der ursprüngliche Energieverbrauch auf ca. 250.000 kWh/a geschätzt. Nach dem Umbau liegt er gerade noch bei etwa 20.000 kWh/a. Für die Gebläse der Belebung ist die Optimierungsphase noch nicht abgeschlossen. Aber auch hier ist eine signifikante Reduzierung zu erwarten. Auffällig ist, dass mit der neuen Konzeption mit direkter Ansaugung von außen die gesamte Wärmeentwicklung an den Aggregaten und im Gebläsehaus soweit zurückgegangen ist, dass die vorher betriebenen Abluftventilatoren ausgeschaltet bleiben können. Die Reduzierung des Stromverbrauchs resultiert dabei weniger aus der Motorleistung der Lüfter, sondern aus der vermiedenen Abwärme der Gebläse, die im optimalen Bereich der Aggregatekennlinie betrieben werden.

Die Wirtschaftlichkeit der Maßnahme wurde nachgewiesen. Die neue Rinnenbelüftung amortisiert sich nach ca. 2 Jahren. Bei den Gebläsen für die Belebung handelt es sich grundsätzlich um eine altersbedingte Ersatzbeschaffung, der eine Betrachtung des Energieverbrauchs eigentlich erübrigt. Die erzielbaren Einsparungen hätten sonst zu einer Amortisierung innerhalb von 3-4 Jahren geführt. Bei einer üblichen Abschreibung über 12-15 Jahre hätte sich sogar der Einsatz wesentlich teurerer Turboverdichter oder weiterer Reserveaggregate darstellen lassen. Nachdem sich gezeigt hat, dass die beiden neuen Gebläse bis auf wenige Spitzenlastfälle den Bedarf decken, besteht für eine weitere Nachrüstung derzeit kein Bedarf.

Die ursprüngliche Aufgabenstellung für die Ingenieurleistung sah lediglich vor, zwei vorhandene Gebläse durch moderne Turboverdichter zu ersetzen. Mit dem Blick auf den unüblich hohen Energieverbrauch der Kläranlage wurde als Alternative eine eingehende Analyse angeboten mit dem Hinweis, dass es hier weniger um die Beschaffung von zwei neuen Aggregaten, sondern eigentlich um den Energieverbrauch über die Lebensdauer der Gebläse (ca. 10 Jahre) geht. Die entsprechenden Gesamtkosten setzen sich dann zusammen aus 1/10 für die Beschaffung der Gebläse und 9/10 für die Energiekosten. Der Betreiber hat mit der Beauftragung einer über die Ersatzbeschaffung hinausgehenden Analyse eine Entscheidung getroffen, die ihm bei geringfügig höheren (einmaligen) Kosten für die Ingenieurleistung deutlich geringere (jährliche) Energiekosten garantiert.

5. Zusammenfassung und Ausblick

Die Reduzierung des Energieverbrauchs und die Steigerung der Effizienz werden in den kommenden Jahren eine dominierende Rolle bei der Umgestaltung der Energieversorgung spielen. Die entsprechenden Potenziale sind nach übereinstimmender Ansicht der Experten längst nicht ausgereizt; die hohen Energiepreise bieten zudem günstige Voraussetzungen für eine wirtschaftliche Umsetzung Energie sparender Modernisierungsmaßnahmen. Bislang konnte man den Eindruck gewinnen, dass die Aktivitäten zur Erzeugung von Energie aus erneuerbaren Quellen im Vordergrund stehen. Dabei sind Maßnahmen zur Einsparung und Effizienzsteigerung oft ökologisch sinnvoller und auch wirtschaftlich attraktiver. Sie sind hingegen wenig öffentlich-

keitswirksam und in einer produzierenden Leistungsgesellschaft unattraktiv. Der folgende Vergleich im Zusammenhang mit der im Beitrag diskutierten Optimierung der Belüftung soll das verdeutlichen.

In Deutschland werden etwa 10.000 Kläranlagen betrieben. Überschlägig betrachtet sind dann etwa 50.000 Gebläse im Einsatz. Nach zuverlässigen Auskünften der Markt führenden Hersteller werden davon jährlich etwa 2.500 Stück erneuert. Daraus resultiert ein durchschnittliches Alter der Aggregate von ca. 20 Jahren, was durchaus dem „gefühlten“ Wert entspricht. Bei einer durch Modernisierung zu erwartenden Reduzierung der Leistung um ca. 1 kW pro Gebläse, was mehr als realistisch ist, würde eine Dauerleistung von 50 MW eingespart. Das macht zwar nur 1/20 der Leistung eines Atomkraftwerkes aus. Andererseits entspricht das in etwa der Betriebsleistung des an der Nordseeküste für 250 Mio. EUR errichteten Offshore-Windparks „alpha ventus“. Zwar lassen sich für den gleichen Betrag nicht alle 50.000 Gebläse erneuern. Betrachtet man hingegen die spezifischen Kosten von 4.100 EUR/kW für den Windpark, dann steht diesem die Forderung gegenüber, für den gleichen Betrag durch höhere Effizienz eine gleich hohe Einsparung zu erzielen. Diese Herausforderung wäre für Betreiber und Hersteller durchaus akzeptabel und umsetzbar und im Vergleich auch aus ökologischer Sicht deutlich günstiger.

Die Abwasserbranche muss sich derzeit im energetischen Vergleich mit anderen kommunalen Einrichtungen und industriellen Anlagen nicht verstecken. Diese Position lässt sich aller-

dings nur halten, wenn neue ambitionierte Ziele formuliert werden. Für die Verbesserung der Effizienz ist noch genügend Spielraum vorhanden.

Literatur

[1] Klare, Michael T.: Auf Reserve, Beitrag in der Zeitschrift Le Monde diplomatique 17. Jahrgang (07), Juli 2011

[2] Giersberg, G.: „Effizienz ist die größte Energiequelle“, Beitrag in der Frankfurter Allgemeinen Zeitung, Ausgabe vom 4.4.2011

[3] Gore, Al: Wege zum Gleichgewicht, Fischer Taschenbuch Verlag, Frankfurt, Juni 1994, 3. Auflage, Okt. 2007

[4] Schmidt-Bleek, F.: Nutzen wir die Erde richtig? Die Leistungen der Natur und die Arbeit des Menschen, 4. Auflage, April 2008, Fischer Taschenbuch Verlag, Frankfurt

[5] Svardal, K.: Die energieautarke Kläranlage, ersch. in ÖWAV (Hrsg.): Kanal- und Kläranlagen-nachbarschaften 18 (2010), S. 33 - 46, ÖWAV (Eigenverlag) Wien 2010

[6] Seibert-Erling, G., Etges, T.: Neue Geldquellen - Energiekosten von Kläranlagen zwingen zum Umdenken, Entsorgung-Magazin, Mai 2007

[7] Seibert-Erling, G./Etges, T.: Wärmeüberschuss auf Kläranlagen – Stillschweigend vernichten oder intelligent nutzen, Beitrag zum DWA-Seminar am 01.10.2009, Berlin

[8] DIE WELT, Ausgabe vom 2.6.2010: „Mozart macht Mikroben im Klärwerk wieder munter“

[9] Seibert-Erling, G., Etges, T.: Energieverbundsysteme: Beispiele zur Abwärmenutzung, erschienen Cluster Umwelttechnologien NRW (Hrsg.): Rationelle (Ab)Wärmenutzung, S. 30 – 34, Düsseldorf 2010

[10] Held, Chr., Theobald, Chr. (Hrsg.): Kommunale Wirtschaft im 21. Jahrhundert, Rahmenbedingungen, Strategien und Umsetzungen, VWEW Energieverlag GmbH, Frankfurt 2006

[11] Seibert-Erling, G.: Die Kläranlage im Spannungsfeld energiepolitischer Ziele, gesetzlicher Regelungen und wirtschaftlicher Betriebsführung, Beitrag zur 41. Essener Tagung am 02.04.-04.04.2008, Essen

[12] Müller, E.A., Kobel, B., Pinnekamp, J., Seibert-Erling, G., Schaab, R., Böcker, K.: Handbuch Energie in Kläranlagen NRW, Hrsg.: Ministerium für Umwelt, Raumordnung und Landwirtschaft des Landes Nordrhein-Westfalen, Düsseldorf, 1999

[13] Seibert-Erling, G.: Energieanalysen als Instrumente zur Prozessoptimierung, Beitrag zur Fachtagung „Ökoeffizienz in der Wasserwirtschaft – Schwerpunkt Energieoptimierung von Kläranlagen“, am 19.11.2007, Kaiserslautern

[14] Kaste, A.; Müller, E. A.; Kobel, B.: Verfahrenstechnische Potentiale bestehender Kläranlagen - Auswertung von mehr als 100 Energieanalysen, Beitrag zur 39. Essener Tagung für Wasser- und Abfallwirtschaft.2006, erschienen in: Gewässerschutz, Wasser, Abwasser 202 Nr.39, S.13/1-13/12, Aachen 2006

[15] Seibert-Erling, G.: Energetische Übersicht aller Verfahrensstufen einer Kläranlage, Beitrag zur Fachtagung der VSA-Kommissionen „ARA“ und „Energie“ „Energieeffizienz in ARA“ des Verbandes Schweizer Abwasser- und Gewässerschutzfachleute am 29.10.2010, Zürich (Schweiz)

[16] Seibert-Erling, G.: Weiterentwicklung der energetischen Kennzahlen am Beispiel der Belüftung und der Schlammbehandlung, Beitrag zur 23. Norddeutschen Tagung für Abwasserwirtschaft und Gewässerentwicklung am 11.05.2011, Lübeck

[17] Lindtner, S.: Energieautarke Kläranlage – Wunschtraum oder Wirklichkeit? Erfahrungen aus der österreichischen Praxis, erschienen in KA Betriebsinfo 40 (2) Hennef 2010

[18] Haberkern, B., Maier, W., Schneider, U.: Steigerung der Energieeffizienz auf kommunalen Kläranlagen, Forschungsbericht, Hrsg.: Umweltbundesamt, März 2008

Anschrift des Verfassers

Dr.-Ing. G. Seibert-Erling

Augustinusstraße 9b

50226 Frechen

Mail: g.seibert-erling@setacon.de

Literaturangabe

Wenn Sie auf diesen Text oder Teile davon verweisen möchten, verwenden Sie bitte folgende Quellenangabe:

Seibert-Erling, G.: Verbesserung der Energieeffizienz Grundlagen, Praxisbeispiele, Wirtschaftlichkeit, erschienen in: Kanal- und Kläranlagen-Nachbarschaften, Buch 14, Folge 19, 20. KAN-Sprechertag in Pregarten 2011



setacon GmbH
Augustinusstrasse 9b
50226 Frechen
Telefon: (02234) 988095-0
Fax (02234) 988095-11
www.setacon.de

Copyright

Das Copyright der Veröffentlichung liegt bei setacon GmbH, Geschäftsführer Dr.-Ing. Gerhard Seibert-Erling, Augustinusstraße 9b, 50226 Frechen. Das Copyright bezieht sich auf die Grafiken, den Text sowie den elektronischen Quelltext zu Grafiken, Text und Vorlage insgesamt.

© setacon GmbH