

# Neue Wege zur Beschaffung und zum Verkauf von Energie für Abwasserbetriebe



Dr.-Ing. G. Seibert-Erling

Beitrag zum III. Norddeutschen Symposium „Energie auf Kläranlagen“ 2008 in Lübeck



john becker  
ingenieure

# NEUE WEGE ZUR BESCHAFFUNG UND ZUM VERKAUF VON ENERGIE FÜR ABWASSERBETRIEBE

G. Seibert-Erling, Kerpen

## 1 Einleitung

Zu Beginn der Elektrifizierung im 19. Jahrhundert wurden dem elektrischen Strom mystische Eigenschaften nachgesagt; es sei gar ein "ganz besonderer Saft". Ein Diebstahl konnte seinerzeit deshalb nicht bestraft werden, weil nach dem Strafgesetzbuch lediglich die unrechtmäßige Aneignung einer gegenständlichen Sache verfolgt wurde. Heute, mehr als 100 Jahre später, sind die physikalischen Eigenschaften des elektrischen Stroms weitgehend aufgearbeitet.

In den letzten 10 Jahren hat der Strom jedoch wieder neue magische Eigenschaften angenommen, die er entweder vorher nicht hatte oder die uns bislang verborgen geblieben sind. Ein wesentliches Merkmal ist die Herkunft, weil sie entscheidend zur Preisbildung beiträgt. Trotz identischer physikalischer Eigenschaften wie Strom, Spannung und Leistung zahlt der Endkunde heute einen unterschiedlichen Preis, je nachdem ob der Strom aus erneuerbaren Energien oder in einem Atomkraftwerk erzeugt wird. Weil der Strom aufgrund der physikalischen Gesetzmäßigkeiten den Weg des geringsten elektrischen Widerstandes nimmt, kann es durchaus vorkommen, dass jemand in der Nähe eines Atomkraftwerkes wohnt und beim Kauf von teurem Strom aus erneuerbaren Energien trotzdem mit dem „ungewollten“ billigen Atomstrom aus der Nachbarschaft beliefert wird. Dieses einfache Beispiel verdeutlicht das heutige energierechtliche Grundproblem, in einem Stromnetz über die ohnehin schon komplexen physikalischen Vorgänge hinaus klare kommerzielle Spielregeln für die Betreiber und Nutzer zu vereinbaren.

Mit der Einführung des Energiewirtschaftsgesetzes 1935 wurde die bis dahin dezentral gewachsene Energieversorgung eine staatliche Angelegenheit. Dieses Gesetz blieb bis 1998 in Kraft, war allerdings zuletzt heftig umstritten: Die einen sahen es als Garant einer sicheren und kalkulierbaren Stromversorgung, die anderen als Relikt der alten Reichspolitik und maßgebliches Hemmnis auf dem Weg zu einer marktwirtschaftlich orientierten Energieversorgung. Auf europäischer Ebene ist die Politik Anfang der 90er Jahre angetreten, die Energieversorgung umzukrempeln mit den Zielen, mehr Wettbewerb zu schaffen und vor allem den damals schon nicht ganz unbekanntem Klimaproblemen stärker gerecht zu werden. In der Folge wurde ein neues Energierecht geschaffen, welches die bis dahin gültigen gesetzlichen Regelungen an Umfang und Komplexität bei weitem übertrifft. Bis zum heutigen Tag erweckt das neu geschnürte Gesetzespaket leider nicht annähernd den Eindruck, in eine konvergente Phase der Stabilisierung und Konsolidierung einzutreten, sondern es tun sich im Gegenteil immer neue Lücken auf. Nach einem kürzlich erschienenen Zeitungsbericht ist es im derzeitigen gesetzlichen Rahmen sogar möglich, deutschen oder französischen Atomstrom mit Emissionszertifikaten derart zu veredeln, dass daraus Strom aus norwegischen Wasserkraftwerken wird [1].

Dass die Umgestaltung der Energiewirtschaft keine einfache Angelegenheit sein würde, hätte den Architekten der neuen rechtlichen und wirtschaftlichen Strukturen eigentlich klar sein müssen. Was sie aus heutiger Sicht sträflich unterschätzt haben, ist die Einflussnahme der auf ihre eigenen Vorteile bedachten Energiekonzerne. Den Stromkunden wurden von der Politik sinkende Preise durch mehr Wettbewerb versprochen. Die Konzerne hingegen interpretieren den freien Wettbewerb nach der sinngemäßen Umschreibung eines Politikers in der Weise, dass „sie nehmen, was sie kriegen können“. Die letzten Preissteigerungen für Strom lagen teilweise bei 30%, und weitere Erhöhungen sind bereits angekündigt.

Vor 100 Jahren waren die Menschen mit den seinerzeit noch weitgehend unbekanntem physikalischen Eigenschaften des Stroms in Erstaunen zu versetzen. Nachdem die alte Magie wissenschaftlich durchdrungen ist, gelingt es den Energiekonzernen heute, uns mit immer neuen Variationen ihrer Preispolitik zu verzaubern. Eines der zwischenzeitlich enttarnten Kunststücke ist der Stromhandel an der Leipziger Börse EEX. Diese wird den Kunden als die im Wettbewerb ermittelte Messlatte für den Strompreis verkauft. Tatsächlich wird dort nur eine geringe Menge des gesamten Handelsvolumens umgeschlagen; der mengenmäßig größte Teil der Stromlieferverträge wird nach wie vor über Direktverträge verkauft. Die Börse dient mehr oder weniger als der Spielball zur Preisfindung, auf die jedoch gezielt, beispielsweise durch Außerbetriebnahme großer Kraftwerke, Einfluss genommen wird.

Die Durchsetzung höherer Preise bei gleichzeitig schlechter werdender Qualität und abnehmender Versorgungssicherheit gelingt den als Oligopol agierenden 4 Energiekonzernen nicht zuletzt deshalb, weil sie sämtliche ihnen zur Verfügung stehenden Mittel zur Erhaltung ihrer Wirtschaftsmacht einsetzen. Als ein besonders wirkungsvolles Instrument hat sich die Besetzung politischer Schlüsselpositionen durch Interessenvertreter aus den eigenen Reihen erwiesen [2].

Die neuen magischen Eigenschaften des Stroms wurden überwiegend von Juristen geschaffen, was den für die Beschaffung der erforderlichen Energiemengen verantwortlichen Ingenieuren und Kaufleuten in Kommunen, Gewerbebetrieben und der Industrie die Arbeit nicht gerade erleichtert. Bei weiteren zu erwartenden jährlichen Preissteigerungen von mehr als 10 % wird für die Abwasserbetriebe die Schmerzgrenze überschritten. Es stellt sich die Frage, wie zukünftig mit den Energiekosten umzugehen ist und welche Möglichkeiten bestehen, die Kosten für die Beschaffung zu reduzieren oder zumindest deren Anstieg zu dämpfen. Für große Verbände liegt allein der jährlich zu zahlende Mehrbetrag im sechsstelligen Bereich. Speziell für die Kläranlagen als große Stromverbraucher verbleibt als wirksames Gegenmittel zunächst die Senkung des Verbrauchs durch Steigerung der Effizienz oder durch Steigerung der Stromproduktion aus dem selbst produzierten Klärgas.

Die Preissteigerungen beschränken sich nicht nur auf den Strom, sondern setzen sich bei den anderen Energien wie Gas und Öl nahtlos fort. Der Ölpreis hat in diesem Jahr erstmals in der Geschichte die Marke von 100 \$ pro Barrel überschritten. Die Kunden können von Steigerungsraten bei Gas und Öl von 10 % pro Jahr ausgehen. Mit der seit 2004 eingeleiteten Liberalisierung stehe auch hier neue Wege für Verkauf und Beschaffung offen.

Wie es insgesamt weitergehen soll, lässt sich aufgrund der in den nächsten Jahren zu erwartenden Umstrukturierung des Energiemarktes und der Ungewissheit bezüglich der anstehenden gesetzlichen Entscheidungen, z. B. der Novellierung des Erneuerbare Energien Gesetzes (EEG) nur schwierig voraussagen. Unter diesen Voraussetzungen kann es nicht das Ziel dieses Beitrages sein, eine eindeutige Empfehlungen zu geben, sondern die für die Kläranlagen sich ergebenden Möglichkeiten der Energiebeschaffung und des Verkaufs der produzierten Energien darzustellen und unter Berücksichtigung der technischen und rechtlichen Randbedingungen die Vor- und Nachteile zu bewerten.

## 2 Die Rolle der Abwasserbetriebe aus energiewirtschaftlicher Sicht

Der Abwasserreinigungsprozess nach den heute üblichen Verfahren erfordert einen hohen Energieaufwand, der überwiegend als elektrischer Strom zur Bereitstellung mechanischer Antriebsenergie benötigt wird. Im Abwasser ist allerdings auch Energie enthalten, einerseits in chemisch gebundener Form und andererseits als Wärme- und Lageenergie. Nachdem die Zeiten ungezügelter Energieverbrauchs dem Ende zugehen und bei drastisch steigenden Preisen auch bisher als unwirtschaftlich geltende Ressourcen plötzlich interessant werden, spielt auch für die Kläranlagen ein effizienter Umgang mit dem Strom und die möglichst vollständige Nutzung des anfallenden Klärgases eine immer wichtigere Rolle. Die Idealvorstellung einer energieautarken Kläranlage, die ihren Strom- und Wärmebedarf vollständig aus eigenen Ressourcen deckt, ist erst an wenigen Standorten realisiert [[3]. Durch die fortschreitende technische Entwicklung wird es zukünftig immer häufiger möglich sein, Energie in Form von Strom, Gas und Wärme abzugeben; die Energieautarkie tritt dabei in den Hintergrund. Es kommt viel stärker auf die Integration der Kläranlagen in kommunale Energieversorgungskonzepte an. Für diese neue Aufgabenstellung existieren noch keine standardisierten Konzepte. Hierzu bedarf es nicht nur technischer Lösungsvorschläge, sondern auch neuer Ideen für die Beschaffung und den Verkauf von Energie. Ansatzpunkte dafür ergeben sich durch die Strukturierung des Energiemarktes nach Leistungsbereichen bzw. dem energetischen Potenzial oder durch eine Zuordnung zu den relevanten Bereichen des neuen Energierechts.

### 2.1 Die bisherige energetische Situation der Kläranlagen

Für den Reinigungsprozess auf Kläranlagen wird der größte Teil der Energie zur Belüftung, zum Pumpen sowie zum Umwälzen von Abwasser und Schlamm verwendet. Als Antriebsenergie dient elektrischer Strom, der dazu in mechanische Energie umgewandelt wird. Selten kommen andere Antriebe wie Diesel- oder Gasmotoren zum Einsatz. Weiterhin wird im Bereich der Schlammbehandlung Wärme zur Aufheizung des Schlammes benötigt. Dieser Bedarf wird üblicherweise aus dem anfallenden Klärgas gedeckt, welches entweder direkt verheizt oder durch Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) mittels Blockheizkraftwerken zur kombinierten Strom- und Wärmeerzeugung eingesetzt wird. Bei geringem Wärmebedarf im Sommer wird auf vielen Anlagen ohne BHKW das Klärgas abgefackelt oder



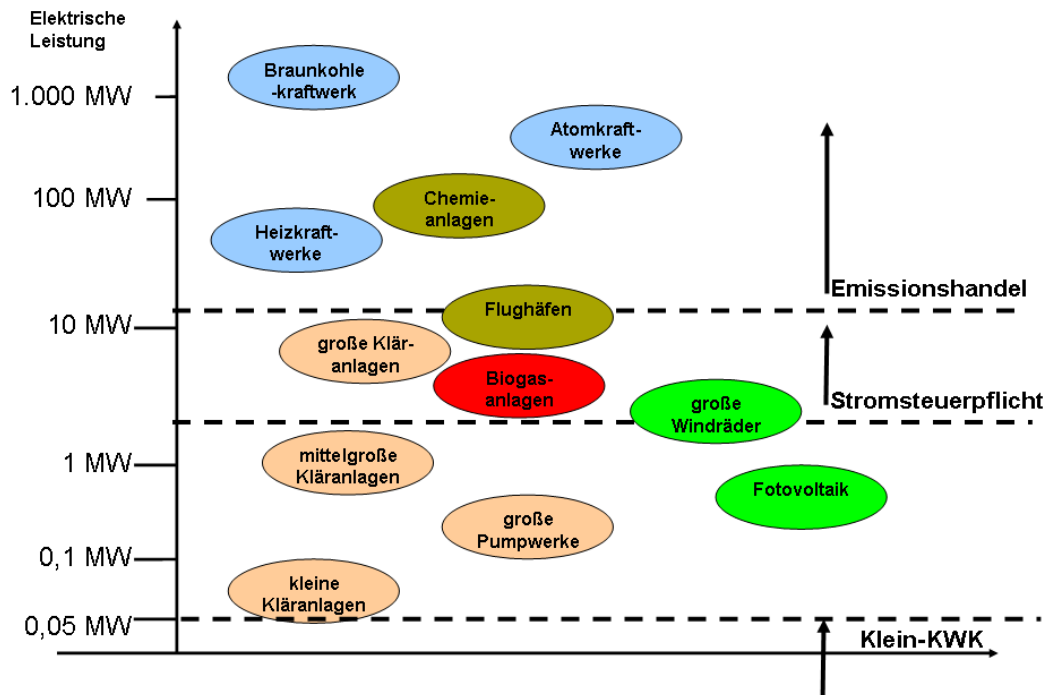


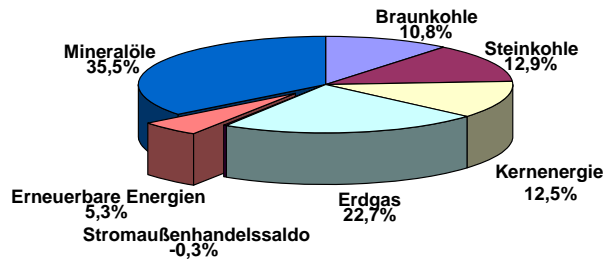
Bild 2: Einordnung von Energieanlagen nach Leistungsbereichen

Die Erfahrungen zeigen, dass die gesetzlichen Regelungen im Energiebereich meist für Anlagen ähnlicher Leistung zutreffend sind, unabhängig von der Branche oder der speziellen Anwendung. Auf horizontaler Ebene führt dies nicht selten dazu, dass Gesetze und Vorschriften auf einzelne Branchen zugeschnitten sind und damit unbeabsichtigte Folgen für andere Anlagen in dieser Leistungsklasse haben. Kläranlagen sind davon besonders betroffen, weil einige für Windkraft oder Biogasanlagen vereinbarte Vorteile, beispielsweise Zulagen zur Einspeisevergütung, bei ihnen nicht zutreffen und somit im direkten Wettbewerb ein finanzieller Nachteil entsteht. Es ist insbesondere nicht nachvollziehbar, wieso die Vergütung für Strom aus Klärgas nur etwa 6 - 7,5 ct/kWh beträgt, während der in Biogasanlagen erzeugte Strom bei einer deutlich höheren Grundvergütung und allen Zulagen am Ende mit fast 20 ct/kWh vergütet wird.

Zwar besteht grundsätzlich kein Wettbewerb um die Vergütung, weil die Netzbetreiber in beiden Fällen zur Abnahme des aus erneuerbaren Energien erzeugten Stromes verpflichtet sind. Der Wettbewerb entsteht jedoch um die für die Stromerzeugung notwendige Biomasse. Derzeit stellt sich die Situation so dar, dass auf den Kläranlagen noch reichliche Reserven für eine sog. Cofermentation von Biomasse zur Verfügung stehen [5]. Der daraus gewonnene Strom würde allerdings nur mit dem Satz für Klärgas vergütet. Wenn bei der technisch völlig gleichwertigen Vergärung in einer Biogasanlage nahezu die doppelte Einspeisevergütung gezahlt wird, ist es wenig verwunderlich, dass Biogasanlagen wie Pilze aus dem Boden schießen und auf der anderen Seite die vorhandenen Kapazitäten auf den Kläranlagen ungenutzt bleiben.

Eine weitere interessante Perspektive ergibt sich, wenn man die Rolle der Abwasserbetriebe in Bezug auf den Anteil an der Produktion von Strom aus erneuerbarer Energien betrachtet. Nach den aktuellen statistischen Erhebungen liegt der Anteil der Stromproduktion aus erneuerbaren Energien in Deutschland bei etwa 10%. Davon trägt die Stromproduktion aus Klärgas aufgrund statistischer Erhebungen etwa 1% bei. Diese Zahl ist jedoch nicht ganz korrekt, weil nach der Statistik nur der nach dem EEG eingespeiste Strom erfasst wird. Tatsächlich ist der Anteil und vor allem das Potenzial höher, weil immer mehr Betreiber den Strom wegen der unbefriedigenden Vergütungssituation für den Eigenverbrauch verwenden oder erst gar nicht das Stromerzeugungspotenzial aus Klärgas ausschöpfen.

## Primärenergieverbrauch 2006



## Stromerzeugung aus Erneuerbaren Energien

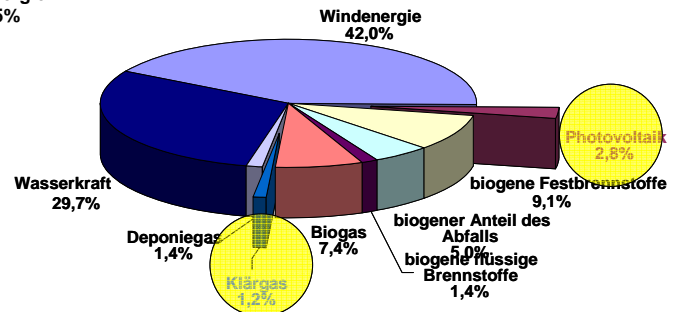


Bild 3: Energetische Situation in Deutschland (Bezugsjahr 2006)

Bezogen auf den gesamten Energieverbrauch ist der Anteil des Stroms aus Klärgas eigentlich kaum der Rede wert. Er ist aber immerhin etwa genauso groß wie die Menge an Solarstrom. Die Solarbranche steht aber ohne Frage deutlich höher im Kurs, sowohl im Ansehen bei der Bevölkerung als auch mit dem 5-6fach höheren Vergütungssatz nach dem EEG. Dabei fällt für beide Branchen die Energie quasi kostenlos an und muss lediglich in Strom umgewandelt werden. Das Klärgas muss gar klimaschädlich abgefackelt bzw. vernichtet werden, wenn es nicht genutzt wird. Unter diesen Voraussetzungen ist eine Bevorzugung der Solarbranche bzw. Fotovoltaik nur unter dem Aspekt des Aufbaus eines neuen Industriezweiges und der zu erwartenden Exportchancen nachvollziehbar. Wer als Abwasserbetrieb unter wirtschaftlichen Gesichtspunkten einen messbaren Beitrag zur Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien leisten will, sollte die seine Pflicht auf die Nutzung des Klärgases legen und die Photovoltaik als Kür ansehen. Es stehen allerdings keine Gründe entgegen, beides zu tun.

## 2.4 Das Energierecht heute und morgen

Die Neugestaltung des Energierechts wurde um 1990 eingeleitet. Dabei ging es zunächst um die Liberalisierung des Strommarktes und die Schaffung eines europaweiten Wettbewerbs. Die Forderungen nach einer stärkeren Berücksichtigung der Belange des Klimaschutzes führten vor allem in Deutschland zu einer Förderung des Einsatzes regenerativer Energien. Nach 15-jähriger Bauzeit ist ein komplexes Gebilde entstanden, welches auf den ersten Blick klar strukturiert ist und die Zuständigkeiten eindeutig regelt (Bild 4).

Die praktische Umsetzung der auf europäischer Ebene vorgegebenen Richtlinien verläuft aber auch heute noch schleppend. Lücken, Widersprüche und missverständlichen Auslegungen sind an der Tagesordnung und erfordern häufige Revisionen und Überarbeitungen.

Unter dem Eindruck der zur Jahreswende 2006/2007 veröffentlichten alarmierenden Zahlen und Prognosen zur globalen Erwärmung wurde von der Bundesregierung am 23.8.2007 in Meseberg die „Eckpunkte für ein integriertes Energie- und Klimaprogramm“ erarbeitet [6]. Insgesamt sind 29 Thesen aufgestellt und entsprechende Ziele formuliert worden, die ebenfalls rechtlich verankert werden müssen. Die für die Abwasserbetriebe relevanten Themenbereiche sind nachfolgend mit den jeweiligen Zielen und den ministeriellen Zuständigkeiten aufgelistet (Tabelle 1). Mit der Umsetzung ist bereits begonnen worden, was aus der Sicht des Klimaschutzes erfreulich ist. Hinsichtlich der Rechtslage wird man sich in den kommenden Jahren deshalb auf eine Reihe von Änderungen und Neuerungen einstellen müssen. Die zu erwartenden Änderungen und Ergänzungen sind in der entsprechend erweiterten Übersicht des Energierechts (Bild 5) dargestellt.

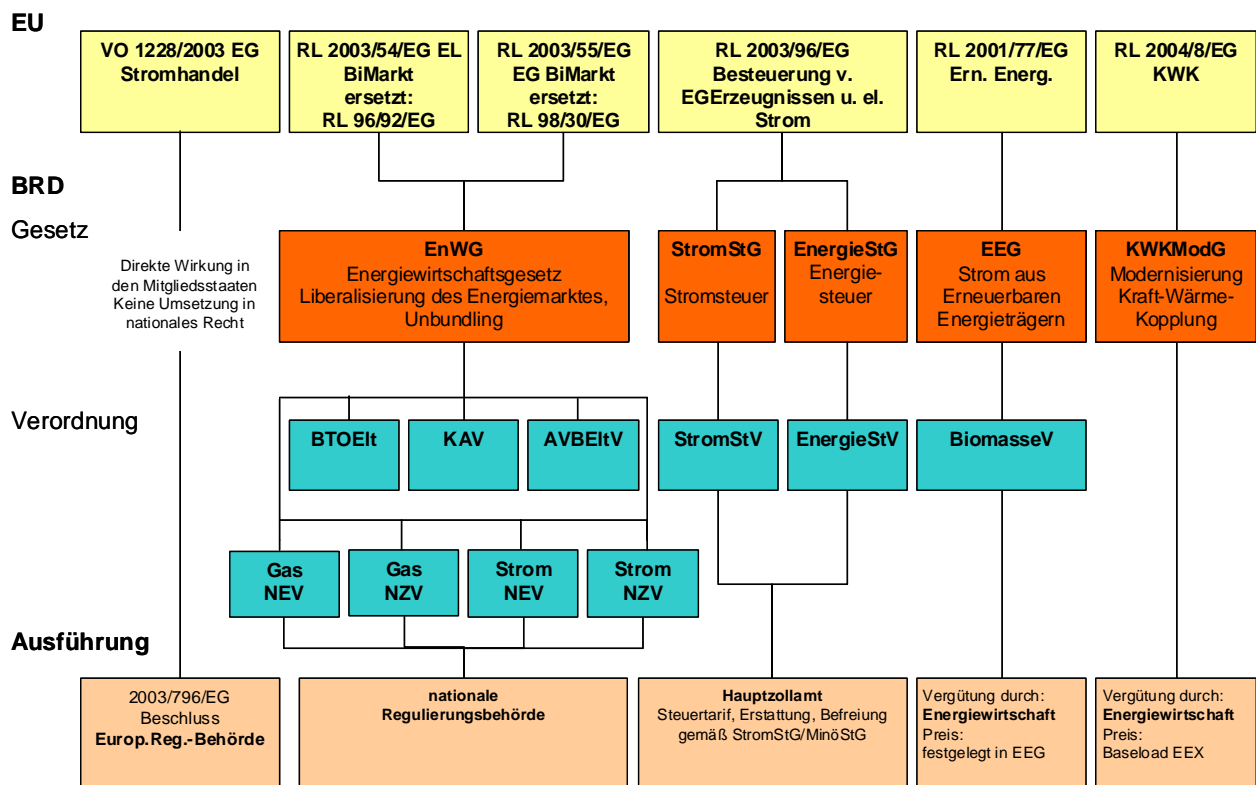


Bild 4: Energierecht heute (2008)

Tabelle 1: Meseberger Programm (auszugsweise die Thesen, die für Abwasserbetriebe relevant sind)

These	Bereich	Zuständigkeit
1	<b>Kraft-Wärme-Kopplung</b> Ziel: Verdopplung des Anteils von Strom aus KWK bis 2020 auf etwa 25%	BMWi
2	<b>Ausbau der erneuerbaren Energien im Strombereich</b> Ziel: Erhöhung von derzeit 13% auf 25 -30% bis 2020	BMU, BMWi, BMVBS
9	<b>Einspeiseregulung für Biogas in Erdgasnetze</b> Ziel: Erleichterung der Biogaseinspeisung, Dezentrale Nutzung von Biogas mittels KWK	BMWi, BMU
12	<b>CO2-Gebäudesanierungsprogramm</b> Ziel: Weiterentwicklung, stärkere Ausschöpfung von Einsparpotenzialen	BMVBS, BMF, BMBF, BMWi, BMU
14	<b>Erneuerbare-Energien Wärmegesetz (EEWärmeG)</b>	BMU, BMVBS

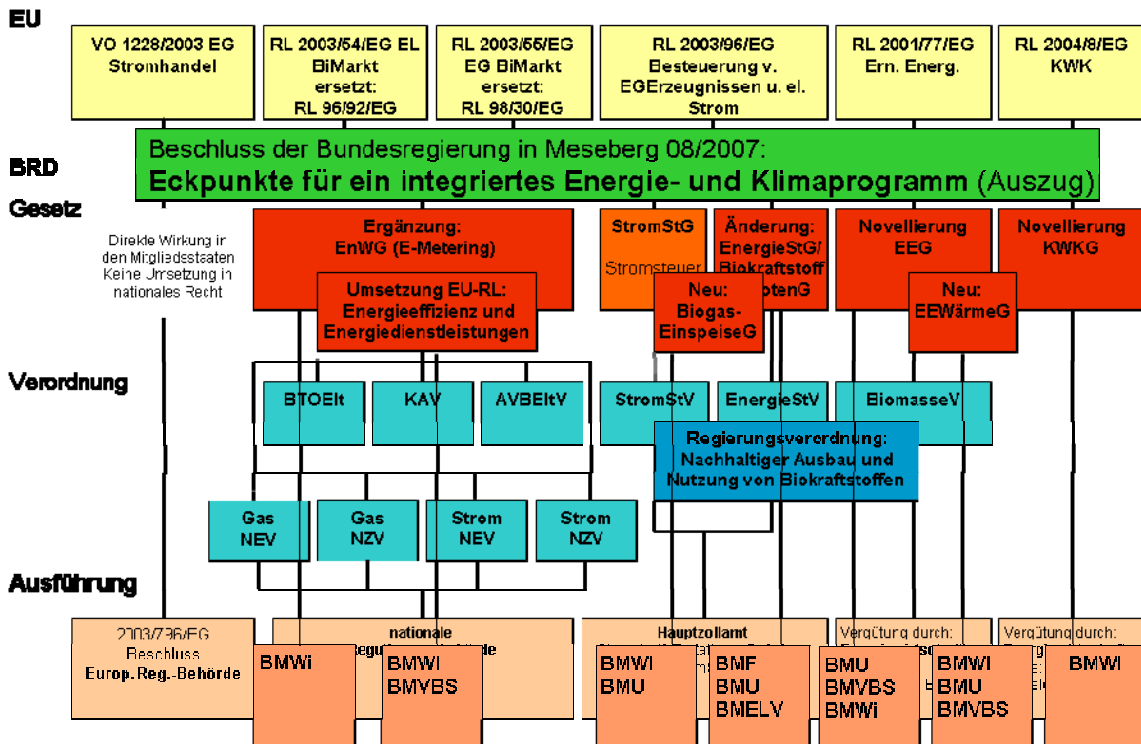


Bild 5: Energierecht im Umbau mit Angabe der „Baustellen“ und der jeweiligen Zuständigkeiten

### 3 Energiebeschaffung

Vor der Liberalisierung des Energiemarktes beschränkte sich die Beschaffung des Stroms wegen der Monopolstellung der Versorger auf den Abschluss des Liefervertrages für die benötigte Strommenge und die bereitgestellte Leistung. Die Beachtung besonderer rechtlicher Bestimmungen oder eine detaillierte technische Spezifizierung waren bis dahin nicht erforderlich. Es wurde mehr oder weniger der vom Energieversorger vorbereitete Vertrag unterzeichnet. Nach der Liberalisierung stellt sich die Situation gänzlich anders dar. Für die Beschaffung des Stroms sind folgende Bestimmungen zu beachten:

- das (europäische und nationale) Vergaberecht für die formale Durchführung der Beschaffung,
- das Energierecht für die Gestaltung der Verträge,
- die Verordnung über Allgemeine Bedingungen für die Elektrizitätsversorgung von Tarifkunden (AVBEktV) sowie weitere Verordnungen und Anschlussbedingungen für Sondertarifkunden.

#### 3.1 Vergaberecht

Rechtlich gesehen ist Strom eine Ware im Sinne von Artikel 28 des Vertrages zur Gründung der Europäischen Gemeinschaft (EGV). Bezugsverträge sind daher öffentliche Lieferverträge. Die Stromlieferung teilt sich grob in die Einspeisung bzw. den Bezug und die Durchleitung. Das von früher bekannte Rundum-sorglos-Paket besteht aus drei Einzelverträgen:

- den Liefervertrag für die reine Stromlieferung,
- den Netznutzungsvertrag für die Durchleitung,
- den Netzanschlussvertrag für die Einspeisung in das Netz.

Der vergaberechtliche Rahmen (Bild 6) wird abgesteckt durch die europäischen Vergaberichtlinien und das Gesetz gegen Wettbewerbsbeschränkungen. Von den darauf aufbauenden Vergabeordnungen ist für die Stromlieferung die VOL/A anzuwenden.

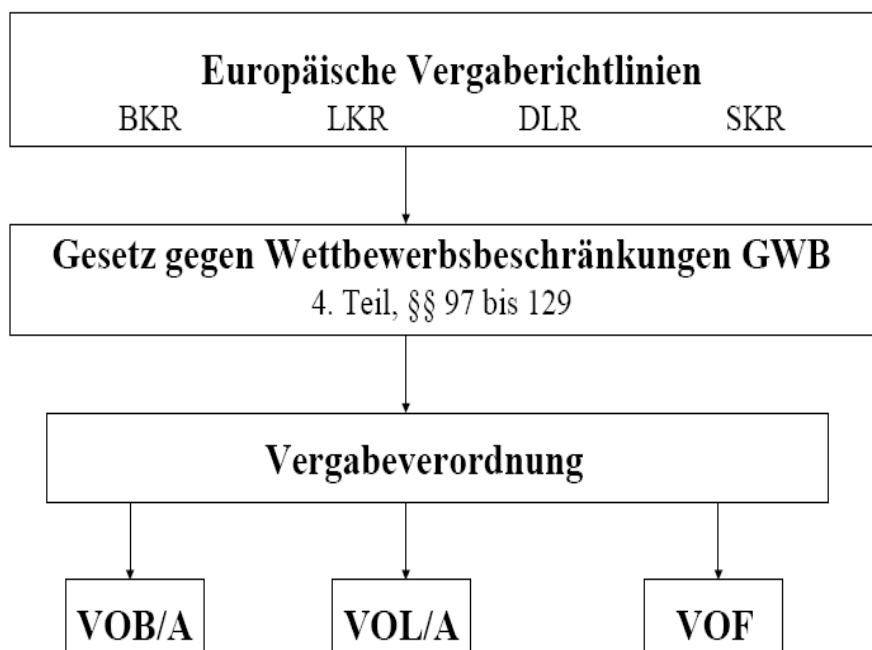


Bild 6: Rechtsrahmen für die Vergabe von Stromlieferverträgen (Quelle: Worm, BMU, 2005)

Eine Ausschreibung hat zwingend zu erfolgen, wenn befristete Verträge abgeschlossen werden, bei denen der Vertragswert über dem relevanten Schwellenwert liegt (in der Regel 200.000 €). Bei unbefristeten Verträgen ist eine Ausschreibung durchzuführen, wenn der Auftragswert über dem 48-fachen des monatlichen Zahlungsbetrages liegt. Die Verlängerung eines bestehenden Vertrages ohne Ausschreibung ist grundsätzlich unzulässig. Die Ausschreibung soll auf objektiven Kriterien für die Herstellung bzw. die Herkunft des Stroms aufbauen und die Eignung der Bieter angemessen berücksichtigen. Der Zuschlag hat vorrangig auf das Angebot mit dem niedrigsten Preis zu erfolgen oder bei Fragen der Wirtschaftlichkeit nach vorher bekannt zu gebenden Kriterien.

Bei der Beschaffung unterscheidet man im Wesentlichen zwischen der klassischen Vollversorgung und der strukturierten Beschaffung:

- Die klassische Vollversorgung entspricht den von früher gewohnten Vertragsmodellen mit dem Unterschied, dass die Leistung durch Ausschreibung dem Wettbewerb zu unterstellen sind. Die Erfahrungen der letzten Jahre zeigen allerdings, dass gerade bei großen Objekten wie Kläranlagen trotz europaweiter Ausschreibung oft nur ein einziges Angebot eingeht, vorzugsweise vom örtlichen Energieversorger oder Netzbetreiber. Nicht selten lag dann der Preis sogar deutlich höher als bei den vorangegangenen Vertragsverlängerungen. Die Schlussfolgerungen daraus bleiben dem geneigten Leser überlassen. Detaillierte Informationen zur Durchführung von Ausschreibungen und zur Bewertung von Ausschreibungsergebnissen finden sich in der nachfolgend angegebenen Literatur [7], [10], [9], [10], [11].
- Bei der etwas moderneren Form der strukturierten Beschaffung wird die gesamte benötigte Energiemenge in einzelne und auf die Verbrauchsscharakteristik möglichst gut angepasste Leistungspakete mit unterschiedlich langen Laufzeiten aufgeteilt. Üblicherweise wird ein langfristig laufendes Paket für die Grundlast mit möglichst günstigem Preis um flexible Zusatzpakete ergänzt, bei denen das Risiko für Preisschwankungen auf beide Vertragspartner verteilt wird. Aus der Sicht eines Abwasserbetriebes ist diese Art der Beschaffung ein neues und äußerst komplexes Betätigungsfeld.

Das notwendige Grundlagenwissen kann man sich aneignen, jedoch wird man mit der Durchführung der Beschaffung üblicherweise überfordert sein. Deshalb ist der Regelfall, sich hierzu eines am Strommarkt tätigen Händlers zu bedienen, mit dem man die Durchführung der Beschaffung dann abstimmt. Als Anhaltswert gilt, dass eine strukturierte Beschaffung ab einem Volumen von etwa 20 Mio. kWh/a interessant wird.

Für die Beschaffung von Gas gelten aufgrund der europäischen Richtlinien ebenfalls seit 2004 die Bedingungen eines liberalisierten Marktes. Man hätte also die Beschaffung schon längst im Wettbewerb durchführen können. Da sich der Markt sowohl auf der Angebots- als auch auf der Nachfrageseite noch nicht auf die neuen Randbedingungen eingestellt hat, ist die Umsetzung hier noch nicht in Gang gekommen. Erst für dieses Jahr ist die Vorstellung neuer Vertragsmodelle angekündigt [11], die sich mit den hier nur stichwortartig in den Raum geworfenen Fragen wie „Zwei-Vertrags-Modell“, Durchleitung, Verhandelbarkeit der Ölpreisbindung, etc. beschäftigen. Bei weiter steigenden Preisen und einer zunehmenden Bereitschaft der Kunden zu einem Anbieterwechsel wird der Markt sicherlich in Bewegung kommen. Vergaberechtlich wird man sich voraussichtlich an der zwischenzeitlich erprobten Praxis der Strombeschaffung orientieren.

Für die bisher weniger beachteten Energieformen Wärme und Kälte galt bisher, dass ein Markt überflüssig ist weil man sie bisher meist aus Strom und Gas selbst vor Ort erzeugt. Bedingt durch Nutzungsverpflichtungen, durch Mindestanforderungen an die Energieeffizienz und wegen steigender Preise kann dieses Feld jedoch zukünftig interessant werden, vor allem bei größeren Abnahmemengen. Zusätzlichen Auftrieb könnte dieser Zweig auch durch den Trend zum vermehrten Einsatz der Kraft-Wärme-Kopplung und der damit einhergehenden Dezentralisierung der Energieerzeugung erhalten. Die Regelungen für den direkten Verkauf von Wärme sind aus der Nah- und Fernwärmeversorgung bekannt. Die Entwicklung eines Marktes oder einer Wettbewerbsstruktur kann man sich derzeit kaum vorstellen. Wenn aber zukünftig nach Wärme aus regenerativen und aus fossilen Quellen unterschieden wird oder noch weitere indirekt wirkende Mechanismen wie die Bonusregelung für die Wärmenutzung bei Biogasanlagen erweitert werden, dann ergeben sich neue Perspektiven. Ein bewährtes technisch-kaufmännisches Modell für die Wärme- und Kälteversorgung ist das sog. Contracting, bei dem sich der Auftraggeber oder Bauherr eines Vertragspartners bedient, der ihm je nach Auftragsumfang alle mit der Versorgung zusammenhängenden Aufgaben (Finanzierung, Bau, Betrieb) abnimmt. Die Ausschreibung von Contracting-Verträgen ist gängige Praxis.

### **3.2 Stromlieferung**

Für die Stromversorgung von Kläranlagen wird aufgrund der hohen Leistungsbereitstellung und Abnahmemenge üblicherweise ein Sondertarifvertrag abgeschlossen. Die Preisstruktur dieses Vertrages (Bild 7) ist die Grundlage für die Ausschreibung der Stromlieferung. Für die dem Wettbewerb unterworfenen Anteile wird der Preis abgefragt und um die preislich feststehenden Steuern und Umlagen ergänzt; die Endsumme ergibt den Angebotspreis. In der Ausschreibung sind darüber hinaus sämtliche Leistungen zu berücksichtigen, die eine Stromlieferung „frei Betrieb“ gewährleisten. Dazu gehören vor allem der Abschluss des Netznutzungs- und ggf. des Netzanschlussvertrages, es sei denn dass der Auftraggeber diese Verträge bereits selbst abgeschlossen hat und die Stromlieferung darauf aufbauen kann. Diese konventionelle Art der Beschaffung hat sich in der Praxis bewährt, sieht man einmal davon ab, dass ein echter Wettbewerb kaum stattfindet. Zu den Details eines Ausschreibungsverfahrens wird auf die umfangreiche Fachliteratur verwiesen [7]. Hierzu werden außerdem regelmäßig Seminare angeboten.

Ein Nachteil dieser Beschaffungsform kann sich bei schwankenden Strompreisen aus der fixierten Vertragslaufzeit ergeben. Die Stromanbieter verweisen bei der Kalkulation ihrer Angebote auf die Preise der Börse EEX. Wenn der Zeitpunkt der Ausschreibung gerade in eine Hochpreisphase fällt, hat der Kläranlagenbetreiber dadurch bedingt erhebliche finanzielle Nachteile.

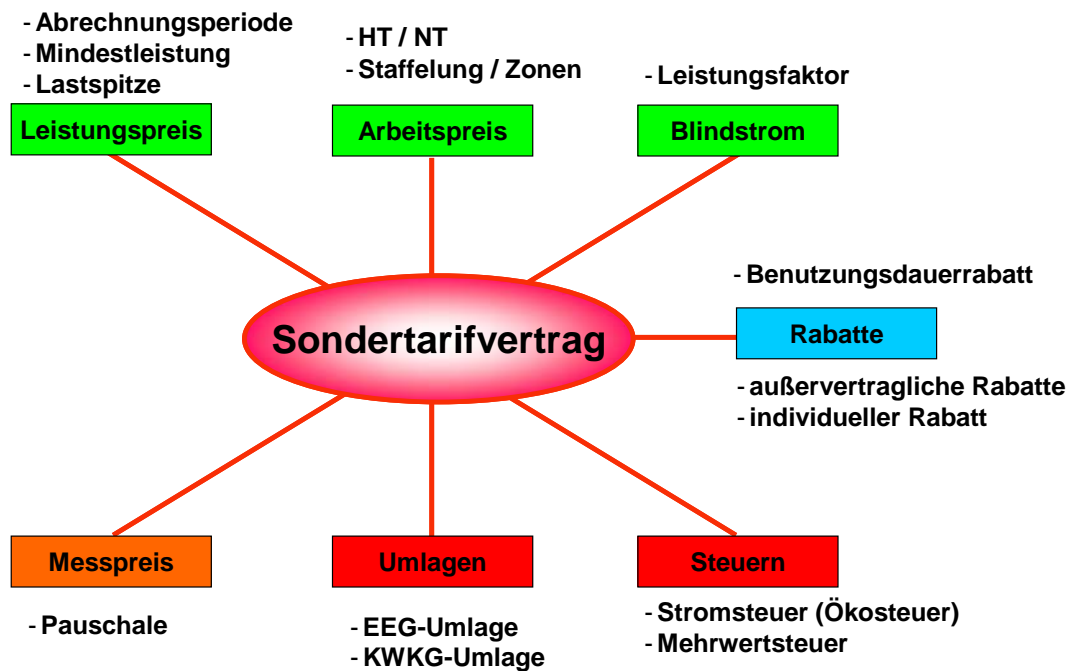


Bild 7: Preisstruktur der Stromlieferung eines Sondertarifvertrages

Als Alternative bietet sich daher die strukturierte Beschaffung an. Durch die Aufteilung der gesamten benötigten Strommenge in Leistungspakete mit Anteilen zu fixen Kosten und Paketen, die sich entweder am Börsenpreis orientieren oder von anderen den Strompreis beeinflussenden Faktoren abhängig sind (tageszeitliche Schwankungen, Windkraftanteil, etc.), wird das Preisrisiko zwischen dem Betreiber und dem Stromlieferanten aufgeteilt. Der erzielbare finanzielle Vorteil liegt nach Erfahrungen eines Wasserverbandes in NRW [ ] durchaus im Bereich von 5 - 10 % und damit etwa im gleichen Bereich, den man im Falle der Wahl des „glücklichen Zeitpunktes“ für eine konventionelle Ausschreibung erreichen kann. Gleichwohl sind Chance und Risiko bei einer strukturierten Beschaffung besser beeinflussbar. Nicht zu unterschätzen ist der vom Betreiber zu leistende Personalaufwand für die Bereitstellung von Informationen zur Charakterisierung des Verbrauchsverhaltens, u. a. die Erfassung von Lastganglinien, die Analyse der Ursachen von Spitzenlasten, etc.

Als Fazit der bisherigen Erfahrungen mit der Beschaffung bleibt am Ende die Feststellung, dass mangels eines echten Wettbewerbs auch in den nächsten Jahren von deutlich steigenden Preisen auszugehen ist. Die Nachvollziehbarkeit der Erhöhungen ist längst nicht mehr gegeben. Insofern ist es müßig darüber zu diskutieren, welche Beschaffungsstrategie die bessere ist. Besonders ärgerlich ist in diesem Zusammenhang, dass mit den steigenden Preisen auch noch Qualitätsverluste einhergehen. Für die Betreiber von Kläranlagen betrifft das vor allem die Verfügbarkeit der Stromversorgung, von der die ordnungsgemäße Funktion und die Reinigungsleistung der Kläranlage in hohem Maße abhängen.

Der Rechtsstreit um die vom Sturm Kyrill abgeknickten Hochspannungsmasten und die durch die Stromausfälle verursachten Schäden hat vor wenigen Monaten mit einem „Freispruch“ für die Energieversorger geendet. Für Schäden durch Stromausfälle ist in den AVBEltV verankert, dass bei Hausanschlüssen ein maximaler Schadenersatz von 2.500 EUR gezahlt wird. Für Sondertarifskunden wird keinerlei Haftung übernommen, sondern hier muss jeder Betreiber die aus Stromausfällen resultierenden Risiken selbst absichern. Dieser Klarstellung kann man noch den positiven Aspekt abgewinnen, dass sich die zuweilen kontroversen Diskussionen um die Erfordernis von Notstromaggregaten für Kläranlagen erübrigen. Allerdings sollten die Betreiber den finanziellen Mehraufwand für Vorsorgemaßnahmen bei anstehenden Vertragsverhandlungen mit ihrem Versorger auf die Tagesordnung setzen.

### 3.3 Gaslieferung

Der Gasbezug spielt bei Kläranlagen mengenmäßig eine untergeordnete Rolle, soweit nicht ein überdurchschnittlicher Wärmebedarf z. B. durch größere Bürogebäude auf dem Klärwerksgelände vorhanden ist. Weitere Gründe für den Bedarf an größeren Gasmengen sind der Betrieb einer Schlamm-trocknung/-verbrennung oder der gezielte Einsatz zur Stromerzeugung mit Blockheizkraftwerken.

Für alle genannten Verwendungszwecke ist charakteristisch, dass der Verbrauch im Jahresverlauf sehr stark schwanken kann, bei Bürogebäuden jahreszeitlich bedingt und bei einer Schlammverbrennung durch Aufheizbetrieb oder zur Stützfeuerung.

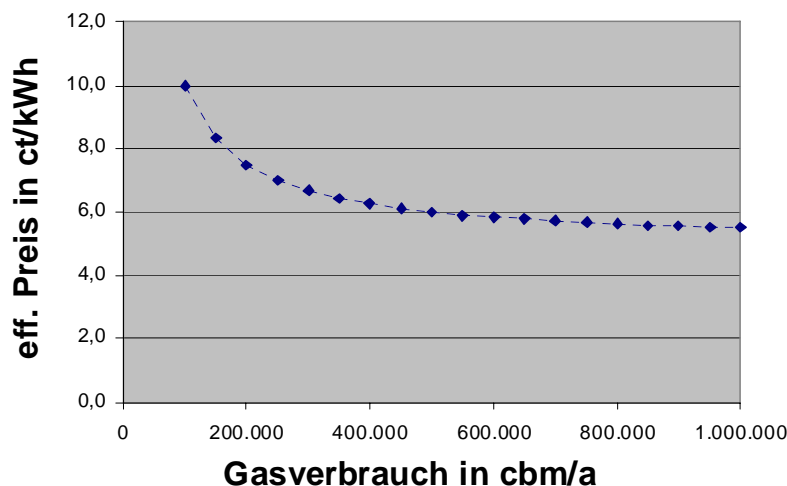


Bild 8: Effektiver Preis in Abhängigkeit der Bezugsmenge an Gas

Bei der im Gasmarkt üblichen Vertragsstruktur mit einem Arbeitspreis für die verbrauchte Menge und einem jährlichen Leistungspreis, der sich nach der höchsten Tagesmenge bemisst, teilen sich die Gesamtkosten oft je zur Hälfte für Vorhaltung und Verbrauch auf. Wenn gar der Erdgasanschluss nur als redundante Gasquelle für den Fall einer Störung der Klärgasproduktion betrieben wird, kann es durchaus vorkommen, dass ohne jeglichen Verbrauch nur Vorhaltekosten zu zahlen sind. Anhand der grafischen Darstellung des effektiven Preises in Abhängigkeit der verbrauchten Menge erkennt man leicht, dass es unter wirtschaftlichen Gesichtspunkten sinnvoll ist, zumindest soviel Gas zu verbrauchen, dass man aus der exponentiell ansteigenden Preiszone bei kleinen Verbrauchsmengen herauskommt. Sofern ein BHKW vorhanden ist, lohnt sich in jedem Fall die Nutzung zur Stromerzeugung. Die „Gewinnschwelle“ lässt sich mit wenigen einfachen Rechenschritten bestimmen. Außerdem wird bei der Nutzung von Erdgas in einem BHKW bei Einhaltung des geforderten Jahresnutzungsgrad von 70% die Energiesteuer (früher Mineralölsteuer) auf Antrag erstattet.

### 3.4 Wärme und Kälte

Über die Beschaffung von Wärme und Kälte macht sich im Abwasserbereich kaum jemand Gedanken. Wegen der gestiegenen Energiepreise und unter dem Gesichtspunkt der Energieeffizienz kann allerdings eine Analyse der Wärme- und Kälteerzeugung zu überraschenden Ergebnissen führen:

- Zwar wird der größte Anteil des Wärmebedarfs durch das eigene Klärgas gedeckt; oft genug ist jedoch gerade bei dezentralen Betriebsstellen wie Pumpstationen oder Funktionsgebäuden für Schlammwässerung o. ä. eine elektrische Beheizung installiert. Für Pumpstationen gibt es Beispiele aus der Praxis, nach denen der Verbrauch der installierten Elektroheizungen größer ist als der für die Förderung des Wassers. Ebenfalls kommt es vor, dass Heizkörper ganzjährig mit voller Leistung laufen, weil der Thermostat defekt oder falsch eingestellt ist.
- Der Bedarf für Kühlleistung wächst wegen steigender Sommertemperaturen ebenfalls an, beispielsweise zur Temperierung von Schaltwarten und Elektroräumen. Die Erzeugung erfolgt hier wie bei der Wärme zumeist aus Strom.

- Bei den großen energieintensiven Maschinen wie BHKW, Turboverdichter und Pumpen wird der Kühlleistungsbedarf meist durch Kühlwasser gedeckt. Der Wasserbedarf ist bei dauernd laufenden Maschinen teilweise erheblich.

Bei weiter steigenden Energiepreisen bietet sich der Einsatz alternativer Systeme zur Wärme- und Kälteerzeugung an. Für die Klimatisierung von Schaltwarten gibt es beispielsweise konfektionierte Lösungen, welche die Sonneneinstrahlung zur Kälteerzeugung verwenden. Die Investitionskosten sind nicht unbeträchtlich; über eine Lebensdauer von 10 – 15 ist eine Amortisierung erreichbar.

Bei der Beschaffung von Wärme und Kälte geht es insofern weniger um den Abschluss von Lieferverträgen, sondern um die Einsicht, dass die Erzeugung aus Strom für die oft nicht unerhebliche Anzahl von Bedarfsstellen in der Summe nicht vernachlässigbar ist und deshalb nach wirtschaftlich sinnvollen Alternativen gesucht werden sollte.

## 4 Energieverkauf

Grundsätzlich setzt der Energieverkauf eine Eigenproduktion oder vorhandene Energiepotenziale voraus, die größer sind als der für die jeweilige Energieart benötigte Eigenbedarf. Für die Kläranlagen stellt sich die energetische Situation nach dem aktuellen Stand der Technik so dar, dass sie trotz der nicht unbeträchtlichen Eigenproduktion mit einem Blockheizkraftwerk in den meisten Fällen weiterhin Strom aus dem Netz beziehen müssen. Bei der Wärme ergibt sich im Sommer ein Überschuss, welcher an die Atmosphäre abgegeben wird. Bei Anlagen ohne BHKW mit einer Klärgasnutzung im Heizkessel wird das nicht benötigte Klärgas bislang abgefackelt; der ungenutzte Anteil liegt dann bei rd. 30% - 60% der Gesamtmenge (Bild 9). Das Potenzial der im Abwasser enthaltenen Wärme ist bislang kaum genutzt, weil hierfür nach den bisherigen Energiekonzepten kaum externe Nutzer für Niedertemperaturwärme in örtlicher Nähe der Kläranlage vorhanden sind.

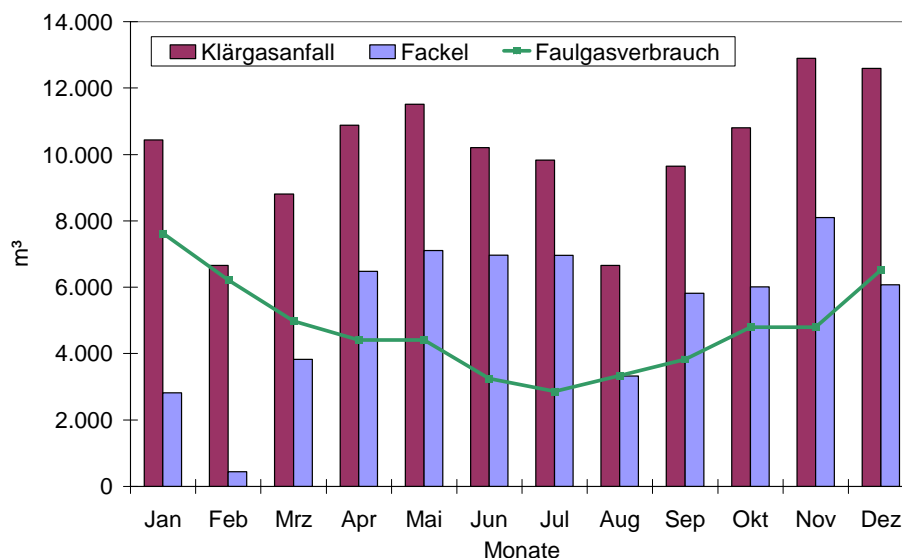


Bild 9: Klärgasnutzung bei einer Anlage mit einer Ausbaugröße von rd. 10.000 EW ohne BHKW

Auf den ersten Blick ist die Chance und Motivation für einen Energieverkauf somit gering. Wenn zukünftig allerdings Maßnahmen zur Effizienzsteigerung beim Stromverbrauch und zur Erhöhung der Klärgasproduktion z. B. durch Covergärung umgesetzt werden, können sich die Anteile deutlich verschieben. Wirklich interessant werden kann der Verkauf dadurch, dass der Energiepreis sich nicht nach der physikalischen Menge, sondern nach der Herkunft richtet. Sämtliche auf Kläranlagen verfügbare Energien (Klärgas, Abwasserwärme, Strom aus Klärgas) sind regenerativ. Dadurch sind sie höher zu bewerten als Energie aus fossilen Quellen. Es kann also durchaus einen Sinn machen, über Formen des Austausches gleichartiger oder sogar unterschiedlicher Energiearten nachzudenken.

Ein bekanntes Beispiel hierfür ist die sog. fiktive oder virtuelle Einspeisung des aus Klärgas erzeugten Stroms, um die Vergütung nach EEG zu erhalten. Im Gegenzug muss dann Strom aus dem Netz zum normalen Preis bezogen werden. Mit diesem „Umtausch“ haben viele Kläranlagenbetreiber vor weni-

gen Jahren einen finanziellen Vorteil erzielen können, der allerdings durch steigende Strompreise aufgezehrt ist. Wenn zukünftig zum Erreichen der Klimaziele erneuerbare Energien stärker gefordert und gefördert werden, sollte sich die Abwasserbranche Konzepte überlegen, wie sie ihre regenerativen Schätze vermarkten kann. Diese Ideen müssen dringend in die laufende politische Diskussion eingebracht und nach Möglichkeit in den neuen energierechtlichen Regelungen verankert werden. Die ersten Schritte hierzu sind gemacht, indem sowohl die DWA als auch die Allianz der öffentlichen Wasserwirtschaft (AöW) öffentlich Stellung zu dem Referentenentwurf des neuen EEG genommen [12] und u. a. gleiche Vergütung für Klärgas und Biogas gefordert haben. Auch wenn man von einem Markt sicherlich noch nicht reden kann, darf man die sich durch die Umsetzung der Vorgaben zum Klimaschutz ergebenden großen Chancen nicht entgehen lassen.

#### **4.1 Stromverkauf**

Einige Kläranlagen produzieren schon heute mehr Strom als sie selbst verbrauchen. Der Überschuss ergibt sich dabei aus einer besonders effizienten Betriebsweise des Reinigungsprozesses einerseits und der erhöhten Stromproduktion am Standort (Biogas, Windkraft, Solaranlagen) andererseits. Da es sich um Strom aus regenerativen Quellen handelt, kann dieser nach dem EEG eingespeist werden gegen die Zahlung der gesetzlichen Vergütung.

Alternativen hierzu ergeben sich zunächst durch Verhandlungen mit dem Netzbetreiber, der nach dem EEG zur Zahlung einer Mindestvergütung verpflichtet ist; vor dem Hintergrund einer erhöhten Nachfrage nach „grünem Strom“ darf allerdings die Frage erlaubt sein, ob der Netzbetreiber nicht zur Zahlung einer höheren Vergütung bereit ist. Wenn es - wie bereits eingangs dargestellt - den großen Energiekonzernen wert ist, Atomstrom mit Emissionszertifikaten zu Strom aus Wasserkraft zu veredeln, dann ist es doch einfacher und vor allem näher an der Wahrheit, für Strom aus Klärgas ein paar Cent mehr zu vergüten.

Eine bislang noch völlig unangetastete Option ist die mit dem neuen Energiewirtschaftsgesetz eingeführte Bildung von Areal- und Objektnetzen [13]. Diese vorwiegend für Chemiestandorte, Flughäfen oder größere Werksgelände eingeführte Regelung verschafft den Eigentümern oder Betreibern dieser Anlagen die Hoheit über die werksinternen Netze einschließlich der Eigenproduktion und bringt ihnen durch die Bündelung des Abnahmenvolumens und der Vermeidung netzabhängiger Kosten nicht unbedeutende finanzielle Vorteile. Es bleibt noch zu prüfen, ob diese Regelung auch für Abwasserbetriebe anwendbar ist.

#### **4.2 Gasverkauf**

Der Verkauf überschüssigen Klärgases setzt zunächst das Vorhandensein eines Anschlusses an ein Gasnetz voraus. Dabei gibt es zwei Möglichkeiten: Entweder es wird ein sog. Mikrogasnetz aufgebaut, in das Klärgas eingespeist und ohne Aufbereitung an die Verbraucher verteilt wird. Diese Variante hat sich bereits in der Praxis bewährt, beispielsweise um größere Energieverbraucher wie Schulen oder Schwimmbäder mit Klärgas zu versorgen, welches dort mit einem BHKW zur Strom- und Wärmeerzeugung genutzt wird.

Nach den Ideen der großen Politik liegt die Zukunft jedoch in der Einspeisung von Klär- oder Biogas in das Erdgasnetz. Das ist ohne Frage die sinnvollere Alternative, weil das Netz vorhanden ist und vor allem über riesige unterirdische Speicher verfügt, die Produktion und Bedarf ausgleichen können. Gegenüber der Windkraft, deren stark schwankender Anfall teilweise mit teurer Regelenergie kompensiert werden muss, wäre das ein großer Vorteil. Derzeit existieren etwa 5 Pilotanlagen, auf den die Biogaseinspeisung erprobt wird. Als vorläufiges Ergebnis ist bekannt, dass von den Gasnetzbetreibern sehr hohe Anforderungen an die Gasqualität gestellt werden. Wegen der hohen Aufbereitungskosten zur Druckerhöhung und Anreicherung steht die Wirtschaftlichkeit damit zunächst in Frage. Es ist allerdings auch schwierig nachvollziehbar, warum sich bei solchen Projekten um Nachkommastellen bei den Qualitätsparametern gestritten wird. Auffallend ist, dass an den Pilotprojekten die Energiekonzerne direkt oder indirekt beteiligt sind und möglicherweise mit hohen Standards den Zugang zum Gasnetz erschweren.

Eine Klärung der offenen Fragen ist in jedem Fall durch die Umsetzung der Meseberger Thesen auf den Weg gebracht. Das BMWi und das BMU sind mit dem Entwurf einer Einspeiseregelung für Biogas in Erdgasnetze beauftragt mit dem Ziel einer Erleichterung der Biogaseinspeisung und der dezentralen Nutzung von Biogas mittels Kraft-Wärme-Kopplung.

Auf die weiteren technischen Alternativen der Umwandlung des Gases in Wasserstoff und die Verwendung als Kraftstoff wird hier nicht eingegangen, weil diese Variante zwar interessant, aber nur für sehr große Anlagen wirtschaftlich ist. Die Möglichkeiten werden derzeit im Rahmen eines Pilotprojektes auf der Kläranlage Bottrop der Emschergenossenschaft untersucht.

### 4.3 Abgabe von Wärme und Kälte

„Heizen und Kühlen mit Abwasser“ ist der Titel einer von der Deutschen Bundesstiftung Umwelt herausgegebenen Broschüre [14], die unter der Leitung des schweizerischen Energieexperten Ernst Müller erarbeitet wurde. Die Technik zur Nutzung des Abwasserwärmepotenzials wurde in den 90er Jahren in der Schweiz vorangetrieben, vor allem die Entnahme aus Abwasserkanälen. Mit in der Sohle des Kanals eingebauten Wärmetauschern wird die Wärme entnommen und mittels einer Wärmepumpe auf ein nutzbares Temperaturniveau angehoben. Die über das gesamte Jahr in einem Bereich von nur 10 bis 20° Celsius schwankende Abwassertemperatur gewährleistet dabei hohe Jahresarbeitszahlen und damit einen energieeffizienten Betrieb der Anlage. Da eine Wärmepumpe ähnlich einem Kühlschrank stets eine warme und eine kalte Seite hat, kann sie im Sommer im „umgekehrten Betrieb“ auch zur Kühlung eingesetzt werden.

Das Interesse an solchen Projekten ist sehr groß, wenn man es an den Teilnehmerzahlen von Tagungen oder Seminaren zu diesem Thema misst. In der Schweiz ist bereits eine stattliche Anzahl von Anlagen in Betrieb; dort ist die Technik etabliert. In Deutschland wurden zwischenzeitlich im größeren Maßstab ca. 5 -10 Anlagen realisiert. Weitere Anlagen sind in Planung. Die Frage, ob der Bau einer solchen Anlage technisch machbar und wirtschaftlich interessant ist, wird üblicherweise im Rahmen einer Potenzialstudie untersucht. In NRW wird die Durchführung solcher Studien im Rahmen des im letzten Jahr erneut aufgelegten Förderprogramms zur Energieoptimierung im Abwasserbereich mit einem Anteil von 70% gefördert.

Dem großen Interesse an dieser Technik hat die DWA durch Einsetzung einer Arbeitsgruppe Rechnung getragen. Die dort vertretenen Fachleute erarbeiten derzeit das Merkblatt DWA-M 114 „Energie aus Abwasser“, welches voraussichtlich im Frühjahr 2008 als Gelbdruck erscheinen wird. Dort sind Fragen zur Wirtschaftlichkeit und zur Vertragsgestaltung behandelt. Auf Anfrage hat das BMU bestätigt, dass Abwasserwärme als regenerative Energie im Sinne des EEWärmeG gilt. In der Begründung zum Gesetzesentwurf war dies allerdings schon angemerkt.

## 5 Zusammenfassung und Ausblick

Energie hat unterschiedliche Seiten. Beschränkt man sich auf die für den menschlichen Verstand nachvollziehbaren drei Dimensionen in der Form eines Würfels, dann sind die 6 wichtigsten Aspekte

- die Nachhaltigkeit,
- der Klimaschutz,
- der Ressourcenschutz,
- die Effizienz,
- die Kosten bzw. Erlöse,
- die Versorgungssicherheit.



Diese Reihenfolge entspricht nach Auffassung des Autors den Prioritäten, nach denen Energiemaßnahmen zukünftig bewertet werden sollten. In einer Phase der energiepolitischen Umorientierung auf die Belange des Klimaschutzes und eines strukturellen Umbruchs der Energiewirtschaft mit dem Ziel einer stärkeren Dezentralisierung kann man aufgrund der äußerst langfristigen Investitionszyklen von etwa 25 Jahren im Energiebereich nicht davon ausgehen, dass sich neue Vorgaben unmittelbar auswirken, sondern der Umbau nur allmählich vonstatten gehen wird.

Wenn in einer solchen Phase Investitionsentscheidungen getroffen werden müssen, dann ist es geradezu sträflich, sich hier bei der Bewertung der Wirtschaftlichkeit auf die üblichen Methoden der Extrapolation für die Strompreise oder sonstige kostenrelevante Randbedingungen zu stützen. Diese Prognosen versagen deshalb, weil ihre Entwicklung von den anstehenden Veränderungen selbst abhängig ist.

Das gilt grundsätzlich auch für die Beschaffung und den Verkauf von Energie. Bei der Beschaffung sind die Möglichkeiten einer Einflussnahme derzeit beschränkt, weil nach wie vor die großen Energiekonzerne das Geschehen in der Hand haben und die Preise nach Belieben erhöhen. Nachdem aber zwischenzeitlich die privaten Kunden deutlich wechselfreudiger geworden sind und den Konzernen in Scharen weglaufen, setzt hier der Umdenkprozess ein.

Eine ebenfalls unterschätzte Entwicklung ist die Wettbewerbsfähigkeit der erneuerbaren Energien. Noch vor gar nicht allzu langer Zeit galt die Meinung, dass es noch Jahrzehnte dauert, bis dieses Ziel erreicht ist. Eine grobe Abschätzung des erwarteten Trends spiegelt sich in den degressiven Vergütungssätzen des EEG wieder, die etwa bei 5% pro Jahr liegen. Diese Prognosen werden aufgrund der günstigen Marktentwicklung beispielsweise bei Fotovoltaikanlagen sogar übertroffen. Auch BHKW-Anlagen erweisen sich zunehmend als konkurrenzfähig gegenüber der zentralen Energieerzeugung mit Kraftwerken.

Solange die Energiekonzerne ihren eigenen Kraftwerksstrom in Steigerungsraten verteuern, welche um das 3 – 5fache über der Preisdegression der erneuerbaren Energien liegen, leisten sie zu deren Wettbewerbsfähigkeit auf ihre Weise eigentlich den größten Beitrag.

### Literatur

- [1] Ökostrom aus dem Atomkraftwerk  
Pressebericht, [http://www.wdr.de/themen/wirtschaft/wirtschaftsbranche/energie/regenerative\\_energien/080107.jhtml](http://www.wdr.de/themen/wirtschaft/wirtschaftsbranche/energie/regenerative_energien/080107.jhtml)
- [2] Leuschner, U.:  
Kurzschluß, Wie unsere Stromversorgung teurer und schlechter wurde  
MV-Verlag, 2007
- [3] Gredigk, S.:  
Energieautarke Kläranlagen – Ansatzmöglichkeiten und Grenzen  
Langfassung und Vortrag auf der Fachtagung "Energieoptimierung in Kläranlagen",  
Essen, 21.09.98 und 18.05.99
- [4] Ziesemer, B.:  
Eine kurze Geschichte der ökonomischen Unvernunft  
Campus Verlag, 2007
- [5] Roos, H.-J.:  
Perspektiven der Co-Vergärung auf Kläranlagen  
1. Deutscher Wasser- und Energietag (E-world energy & water) Essen, 2007
- [6] BMU:  
Eckpunkte für ein integriertes Energie- und Klimaprogramm  
[http://www.bmu.de/files/pdfs/allgemein/application/pdf/klimapaket\\_aug2007.pdf](http://www.bmu.de/files/pdfs/allgemein/application/pdf/klimapaket_aug2007.pdf)
- [7] Specht, H.:  
Stromlieferverträge im liberalisierten Energiemarkt  
VDE Verlag, 2005
- [8] Wiebusch, B.:  
Energiebezug und -einspeisung aus Betreibersicht  
Fachtagung Ökoeffizienz, Kaiserslautern 2007
- [9] von der Hagen, H.:  
Make or buy – Einstieg in die Strukturierte Strombeschaffung als schrittweises Vorgehen auf  
Basis konfektionierter Stromprodukte  
emw, Heft 2/05
- [10] Beisheim, C. E., Edelmann, H. (Hrsg.):  
Unbundling, Handlungsspielräume und Optionen für die Entflechtung von EVU  
VWEW Energieverlag, 2006
- [11] e-world-2008, Essen  
Programmübersicht: Energieeinkauf in Industrie und Gewerbe

- [12] AöW – Allianz der öffentlichen Wasserwirtschaft  
Stellungnahme der AöW zum EEG-Entwurf vom 3.12.2007  
<http://aoew.de/presse.html?&detail=59&cHash=66e7926d50>
- [13] Riedel, M., Schroeder-Czaja, H., Jacobshagen, U.,:  
Objekt- und Arealnetze  
VWEW Energieverlag, 2007
- [14] Deutsche Bundesstiftung Umwelt et. al. (Hrsg.):  
Heizen und Kühlen mit Abwasser, Ratgeber für Bauherren und Kommunen  
Osnabrück, 2005
- [15] Nuon Deutschland GmbH, Düsseldorf  
Clever eingekauft – Wie Industriekunden vom Auf und Ab des Strompreises profitieren  
Energy, Heft 1/2004
- [16] Schäfer, P.:  
Herausforderung Preisentwicklung: Handelsnahe Stromlösungen für Weiterverteiler und industrielle Großkunden  
Vortrag auf der Konferenz Euroforum Düsseldorf, 2007
- [17] Günther, U., Reffel, F.:  
Strukturierte Beschaffung (zur Senkung der Energiekosten)  
Voraussetzungen, Prozesse und IT  
Vortrag auf der Hannover Messe 2006

Anschrift des Verfassers:

Dr.-Ing. G. Seibert-Erling  
john becker ingenieure  
Heppendorfer Straße 3  
50170 Kerpen  
Tel.: (02273) 5958-20  
E-Mail: [g.seibert-erling@wirberaten.de](mailto:g.seibert-erling@wirberaten.de)