

Kläranlagen als Flexibilitätsanbieter in Stromverteilnetzen. Was ist technisch machbar, ökonomisch sinnvoll und politisch zu steuern?

Michael Schäfer	Frank Huesker	<u>Dirk Salomon</u>
Technische Universität Kaiserslautern		Wupperverband
Paul-Ehrlich-Strasse 14		Untere Lichtenplatzer
67663 Kaiserslautern		Str. 100,
		42289 Wuppertal
+49 631 205 4643	+49 631 205 3685	+49 202 583 114
michael.schaefer@bauing.uni-kl.de	frank.huesker@bauing.uni-kl.de	sal@wupperverband.de

1. Einleitung

Laut aktuellen energiepolitischen Planungen und Deutschlands avisierten Ausbauziele wird der Anteil fluktuierender erneuerbarer Energien weiter steigen und so einen relevanten sowie zunehmenden Anteil der Grundlastversorgung einnehmen. Diese politisch und gesellschaftlich gewollte Entwicklung führt zu gesteigerten Herausforderungen für Netzbetreiber bei der Stabilisierung der Stromverteil- und -übertragungsnetze. Die volatile Energiemenge gerade aus Windkraft- und PV-Anlagen kann – im Zusammenhang mit der eingeschränkten Regelbarkeit der konventionellen Kraftwerke - zu Abweichungen von der traditionell guten Versorgungssicherheit in Deutschland führen.

Um diesen Herausforderungen zu begegnen, steht für den Betrieb von zukünftigen Stromverteilnetzen ein breites Spektrum an Flexibilitätsoptionen im Energiesystem zur Verfügung; unter anderem der bedarfsorientierte Betrieb regelbarer Stromerzeugungsanlagen, das Demand-Side-Management (DSM) sowie die Energiespeicherung (Forschungsradar Energiewende 2016). Wie lokale Flexibilitätsmärkte in Stromverteilnetzen im Modell funktionieren könnten, wurde jüngst vom Bundesverband neue Energiewirtschaft gezeigt (BNE 2016) oder auch in (Kornrumpf et al. 2016) vorgestellt.

Kläranlagen könnten aus Sicht der Autoren diese Flexibilität anbieten (siehe Kapitel 2). Aber wie sollte die Energiepolitik Stromverteilnetze steuern, auch um in diesen lokale Flexibilitätsmärkte zu etablieren und um nicht zuletzt das Anbieten dieser Flexibilität für Kläranlagenbetreiber wirtschaftlich zu gestalten?

2. Technische Potenziale und innovative Anlagenkonzepte

Im Forschungsvorhaben **arrivee** (www.erwas-arrivee.de) werden als Flexibilitätsanbieter (-dienstleister) Akteure wie kommunale oder zweckverbandliche Betreiber von Abwasserreinigungsanlagen mit anaerober Schlammstabilisierung sowie deren Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen (KWK-Anlagen) untersucht. Die Ergebnisse zeigen, dass aus technischer Sicht die benötigten Flexibilitätsoptionen für das Verteilnetz bereitgestellt werden können (vgl. Erbe et al. 2016, Hüesker et al. 2016 oder Schäfer et al. 2016). Es konnte gezeigt werden, dass Kläranlagen bereits heute einen gewissen Beitrag zur Stabilisierung der Stromübertragungsnetze in Form von Regelenergie leisten können. Auch die bisherigen Tests bei der Einbindung der Modellanlage in ein virtuelles Kraftwerk, also momentan bezüglich des Übertragungsnetzes, lassen eine Übertragbarkeit auf das Verteilnetz vermuten.

Eine durchgeführte Potenzialanalyse zeigt dabei, dass mit der bereits vorhandenen Infrastruktur eine Flexibilität von rund 143 MW_{el}, im optimierten Ist-Zustand bis zu 300 MW_{el} (beispielhaft: negative Regelenergie) deutschlandweit bereitgestellt werden kann (Schäfer et al. 2015). Zusammen mit einer optimierten Aggregatregelung sowie innovativer Technologie wird die vorhandene Flexibilität deutlich erhöht werden können. Für das Pilotgebiet nahe Wuppertal zeigen Simulationen, dass die Kläranlage technisch betrachtet einen sinnvollen Beitrag zur Stabilität des Verteilnetzes leisten kann (Kornrumpf et al. 2016). Das Nutzen dieser – vorhandenen - lokalen Netzstabilisierungspotentiale kann den konventionellen kostenintensiven Ausbau der Verteilnetze deutlich verringern. Um eine möglichst flächendeckende Übertragbarkeit zu erreichen, werden verschiedene Nutzungs- und Regelungskonzepte erarbeitet, die eine zukunftsfähige Betriebsweise für Kläranlagen am Schnittpunkt zwischen Wasser- und Energiewirtschaft ermöglichen.

Die realen Auswirkungen eines solchen Flexibilitätseinsatzes auf die Reinigungsleistung der Kläranlage wurden am Beispiel der Kläranlage Radevormwald des Wupperverbands erprobt. Die Ergebnisse zeigen, dass temporäre – am Bedarf der Übertragungs- und auch der Verteilnetze ausgerichtete - Abschaltungen von großen Verbrauchern auf der Kläranlage unter kontrollierten Bedingungen mit zuvor definierten Restriktionen zu keiner signifikanten Verschlechterung der Reinigungsleistung führen. Somit besteht kein grundsätzlicher Widerspruch zwischen der Abwasserreinigungsaufgabe und dem Anbieten von Flexibilität für die Kläranlage (Erbe et al. 2016). In einem weiteren Schritt wurden einzelne Regelbausteine der Kläranlage in ein virtuelles Kraftwerk eingebunden, um die Praktikabilität der zuvor theoretisch untersuchten Möglichkeiten auf ihren Einsatz heute in Übertragungsnetzen und zukünftige in Stromverteilnetzen zu überprüfen.

Im Bereich der Nutzung des Klärgases werden im Projekt **arrivee** nicht nur bestehende (Optimierungs-)Konzepte von Gasspeicher und KWK-Anlagen betrachtet, sondern auch vorhandene, jedoch noch nicht auf den Kläranlagen eingesetzte, mögliche Technologien analysiert. Beispielsweise wurden Power-to-Gas-Konzepte auf der Kläranlage untersucht. Hierbei wird mit Hilfe eines Elektrolyseurs Wasser zu Wasserstoff (H_2) und Sauerstoff (O_2) aufgespalten. Der dabei entstehende Wasserstoff kann für eine weitergehende Methanisierung verwendet oder zum Klärgas beigemischt und in vorhandenen BHKWs, zu einem gewissen Anteil, mitverbrannt werden. Der, üblicherweise, als Abfallprodukt entstehende O_2 könnte auf Kläranlagen sinnvoll genutzt werden (z.B. in der biologischen Stufe oder als Grundstoff einer Ozon-Spurenstoffelimination). Denkbar wäre ebenfalls ein Verkauf des Wasserstoffs oder der Einsatz eines speziellen Wasserstoff-BHKW. Die Synergieeffekte auf Abwasserreinigungsanlagen sind dabei äußerst vielfältig.

3. Wirtschaftliche Sinnhaftigkeit und politische Steuerungsinstrumente für Flexibilitätsdienstleistungen in Stromverteilnetzen

Die empirischen Erhebungen im sozialwissenschaftlichen Arbeitspaket von **arrivee**, insbesondere Forschungsinterviews und Praktikerworkshops, haben die Wahrnehmung der relevanten Akteure erfasst, dass für die Integration von Kläranlagenflexibilität in Stromverteilnetze noch wirtschaftliche Geschäftsmodelle und diesbezügliche politische Steuerungsinstrumente fehlen.¹ Der Einsatz von Kläranlagen als Stromspeicher in Zeiten von Überschussstrom im Verteilnetz wird beispielsweise durch die doppelte EEG-Umlagepflicht gehemmt. Für den Einsatz der Elektrolyseure im Rahmen der Power-to-Gas-Technologien sind höhere Investitionen der Kläranlagenbetreiber notwendig, die durch klare politische Zielstellungen, klare abwasserrechtliche Regelungen sowie finanzielle Fördermöglichkeiten unterstützt werden müssten. Die am Bedarf der Stromverteilnetze orientierte, flexible Fahrweise der Kläranlagen wird beispielsweise durch die an der momentanen Spitzenentnahmemengen-orientierten Netznutzungsentgeltsystematik blockiert.

Wie also könnten nach bisherigen Erkenntnissen die politischen Steuerungsinstrumente für Flexibilitätsanbieter in Stromverteilnetzen überarbeitet werden, so dass für die Nutzung der technologischen Möglichkeiten ökonomisch sinnvolle Geschäftsmodelle entstehen?

¹ Zur Methodik: Es wurden in 2015 und 2016 25 semi-standardisierte Experteninterviews mit Akteuren aus Politik, Verwaltung, Verbänden, Abwasser- und Energiewirtschaft geführt und zwei Praktikerworkshops mit insgesamt ca. 75 TeilnehmerInnen geführt. Für Auswertung wurde Anonymität zugesichert, was in diesem kurzen Artikel zu einer sehr vereinfachten Darstellung führt.

Grundsätzlich scheinen nach Wahrnehmung der Befragten die in 2016 getroffenen energiepolitischen Grundsatzentscheidungen auf Bundesebene (Stichworte Strommarktgesetz, Gesetz zur Digitalisierung der Energiewirtschaft, novellierte Anreizregulierungsverordnung) in die richtige Richtung gehen. So dürfte die Digitalisierung der Stromverteilnetze und aller angeschlossenen Prosumer -also Teilnehmern die neben dem Bezug von Energie auch einspeisen- auch auf dieser energiewirtschaftlichen Ebene neue Marktplätze schaffen, die dezentrale Flexibilitätsanbieter wie Kläranlagen und Flexibilitätsnachfrager wie Verteilnetzbetreiber erst direkt zusammenbringt. Durch digitale Plattformen (Peer-to-Peer, Blockchain u.a.) könnten regionale Systemdienstleistungsmärkte entstehen, und damit herkömmliche der Energiewirtschaft und deren Geschäftsmodelle herausfordern.² Kläranlagenbetreiber, die ihre energiewirtschaftlichen Flexibilitätspotentiale (Mengen, Zeiten) gut kennen, könnten hieran regional, in „ihren“ Verteilnetzen partizipieren.

Das neue Strommarktgesetz gebe nach den von uns erfassten Akteurswahrnehmungen - ganz grundsätzlich betrachtet - bezüglich seiner wettbewerblich orientierten Elemente wichtige Impulse für dezentrale Flexibilitätsanbieter. Hier wird v.a. - wie vom BMWi selbst - die Garantie der freien Strompreisbildung (insb. der Preisspitzen) angeführt. Jedoch müssten weitere politische Steuerungsinstrumente eingesetzt werden, damit dezentrale, regenerative, auch kommunalwirtschaftliche Akteure wie Kläranlagen ihre vorhandenen Potenziale zukünftig verstärkt einbringen können.

Ein diesbezügliches Instrument wäre demnach die Dynamisierung der Netzentgelt-systematik, wie auch vom Bundesverband Erneuerbare Energien vorgeschlagen (BEE 2015). Die Dynamisierung sei so zeitbezogen auszugestalten, dass systemdienliches Verhalten im Verteilnetz über geringere Netzentgelte belohnt wird. Über die weiter zu erwartende, verstärkte Einführung von Grundpreisen wäre parallel die solidarische Netzfinanzierung abzusichern. Als weitere Elemente des Strompreises könnten auch die Stromsteuer und die EEG-Umlage entsprechend dynamisiert werden, um die Wirtschaftlichkeit systemdienliches Verhalten flexibler Akteure zu stärken (siehe auch BEE 2015).

Die Anreizregulierungsverordnung des Bundes ist ein weiteres politisches Steuerungsinstrument, um die Rahmenbedingungen für die Investitionen von Netzbetreibern an die Anforderungen kommunalwirtschaftlicher Unternehmen in „Smart Grids“ anzupassen, wie beispielweise auch der Verband Kommunaler Unternehmen in seiner Stellungnahme zur Novellierung dieser Verordnung zu Protokoll gibt (VKU 2016).

² Die teilnehmende Beobachtung an Fachkonferenzen ist eine weitere wichtige Primärquelle für diese Recherchen: So waren im November 2016 auf dem Dena-Kongress alle Referenten des Panels zu lokalen Flexibilitätsmärkten der Auffassung, dass Systemdienstleistungsmärkte auf Verteilnetzebene sich in wenigen Jahren entwickeln werden.

Hierbei gehe es nach unseren Erkenntnissen um die Fortführung all jener Detailregelungen, die neben weiterhin notwendigen Netzausbauinvestitionen den Aufbau sogenannter intelligenter Betriebsweisen von Stromverteilnetzen („smart grids“) fördern.

Ein weiteres zentrales politisches Steuerungsinstrument wäre in diesem Kontext wie erwähnt die Einführung der Netzampel, einem Flexibilitätsmechanismus, der die Koordinierung der Markttrollen Netz und Vertrieb je Ampelphase leisten könnte, indem Netzzustände an Marktteilnehmer kommuniziert werden. Laut unseren Recherchen und der genannten BNE-Studie wäre insbesondere eine diesbezügliche Anpassung des § 14a Energiewirtschaftsgesetzes vorstellbar, was **arrivee** in seinen Handlungsempfehlungen entsprechend berücksichtigen wird.

Flexibilitätsanbieter wie Kläranlagen könnten dann nach unseren Recherchen profitieren, wenn im Rahmen der konkreten Ausgestaltungen des Ampelsystems Leistungszertifikate vergeben werden, damit als Baustein eines Demand-Side-Managements der Verzicht des Flexibilitätsanbieters auf bestimmte Leistungen vom Netzbetreiber marktförmig belohnt wird.

4. Fazit aus Sicht des arrivee Projektes

Die vorliegenden Ergebnisse zeigen, dass Kläranlagen mit anaerober Schlammstabilisierung schon jetzt ein erhebliches Potenzial an energiewirtschaftlicher Flexibilität anbieten können. Durch Einsatz von Technologien wie Elektrolyseuren kann das Potenzial weiter gesteigert werden. Damit können sie den nach verbreiteter Auffassung zunehmenden Bedarf an diversen Flexibilitätsoptionen, wie einleitend genannt u.a. der bedarfsorientierte Betrieb regelbarer Stromerzeugungsanlagen, das Demand-Side-Management sowie die Energiespeicherung bedienen. Die dargestellten politischen Steuerungsinstrumente sind nach unseren Erkenntnissen potentiell geeignet, die Rahmenbedingungen für Wirtschaftlichkeit und Einsatzfähigkeit der Kläranlagenflexibilität zu verbessern bzw. zu ermöglichen. Die derzeitigen rechtlichen und energiewirtschaftlichen Rahmenbedingungen stellen aber eher ein Hemmnis für Betreiber wasserwirtschaftlicher Anlagen dar.

Der primäre Daseinsvorsorgeauftrag der Wasserwirtschaft, insbesondere die Einhaltung vorgegebener Reinigungsstandards zu möglichst geringen Kosten, ist beim energiewirtschaftlichen Handeln dieses Sektors zu gewährleisten. Aus klimaschutzpolitischer Sicht ist die Nutzung bestehender kommunalen Infrastruktur und die energetische Nutzung ohnehin anfallender Ressourcen sinnvoll, wenn nicht sogar obligatorisch. Die Aufgabenstellung der Abwasserwirtschaft sollte entsprechend erweitert werden, um Rechtssicherheit zu schaffen. Wenn kommunale Unternehmen einen stabilisierenden Beitrag im Bereich der Stromverteilnetze liefern, kann dies zudem die Legitimität und Akzeptanz erhöhen sowie die Kosten der Energiewende

reduzieren. Nicht zuletzt die Kommunalpolitik sollte die Netzbetreiber und die Kläranlagen auf ihrem Hoheitsgebiet bei Erstellung von Klimaschutzplänen und Energiekonzepten entsprechend aktiv einbeziehen und unterstützen. Die Synergien durch integrierte Akteure der Kommunalwirtschaft, wie von im Energie- und Abwassersektor zugleich tätigen Unternehmen sollten im Fokus stehen.

Das Projekt „**arrivee**“ wird gefördert vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) im Rahmen der Fördermaßnahme ERWAS als Teil des Förderschwerpunkts Nachhaltiges Wassermanagement (Rahmenprogramm FONa). Die Autoren danken dem BMBF für seine finanzielle Unterstützung.

Literatur:

- AEE Forschungsradar Energiewende (April 2016): Metaanalyse - Flexibilität durch Kopplung von Strom, Wärme und Verkehr, Berlin.
- BDEW (2015): Diskussionspapier - Smart Grids Ampelkonzept – Ausgestaltung der gelben Phase.
- BEE (2015): Strommarkt-Flexibilisierung – Hemmnisse und Lösungskonzepte.
- Erbe, V.; Salomon, D.; Bidlingmaier, A. (2016): Kläranlagen als flexibler Baustein im Energienetz. In: Berichte aus der Siedlungswasserwirtschaft der TU München: Bedarfsgerechte Energiebereitstellung durch Kläranlagen als Baustein der Energiewende. 44. Abwassertechnisches Seminar, 14. Juli 2016 Ismaning.
- BNE (2016): Hintergrundpapier. bne-Vorschlag zur Einführung eines dezentralen Flexibilitätsmechanismus (online auf www.bne-online.de, erfasst am 30.11.16).
- Hüesker, Frank; Charles, Thomas; Kornrumpf, Tobias; Schäfer, Michael; Schmitt, Theo G. (2016): Kläranlagen als Flexibilitätsdienstleister im Energiemarkt. Korrespondenz Abwasser, Abfall (63) Nr. 4.
- Kornrumpf, T.; Meese, J.; Zdrallek, M.; Neusel-Lange, N.; Roch, M. (2016): Economic Dispatch of Flexibility Options for Grid Services on Distribution Level. Proceedings of the 19th Power Systems Computation Conference (PSCC 2016), June 20-24 2016 Genoa.
- Schäfer, M.; Gretzschel, O.; Knerr, H.; Schmitt, T.G. (2015): "Wastewater treatment plants as system service provider for renewable energy storage and control energy in virtual power plants – a potential analysis", In: Energy Procedia 2015, Vol. 73, S. 87 – 93, Elsevier Verlag, DOI: 10.1016/j.egypro.2015.07.566.
- Schäfer, M.; Gretzschel, O.; Schmitt, T. G.; Sinß, M. (2016): Die Kläranlage als Regelbaustein im Energienetz. Tagungsband zur 3. OTTI-Konferenz „Zukünftige Stromnetze für Erneuerbare Energien“, Berlin.
- Verband kommunaler Unternehmen (VKU) (2016): Stellungnahme zum Referentenentwurf für die Änderung der Anreizregulierungsverordnung, Berlin.