

Kläranlagen im Energiemarkt der Zukunft –

Ergebnisse aus dem Verbundvorhaben

arrivee



Abwasserreinigungsanlagen als Regelbaustein
in intelligenten Verteilnetzen mit
erneuerbarer Energieerzeugung

10. Sitzung der VKU-Arbeitsgruppe Energieeffizienz in der Wasserwirtschaft, Berlin 8. März 2017

Dr. Frank Hüesker & Oliver Gretzchel, FG Siwawi TU Kaiserslautern

GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

 FONA
Nachhaltiges
Wassermanagement
BMBF



NaWaM
Nachhaltiges Wassermanagement



ERWAS

Inhalte

Grundlagen

Flexibilitätsoptionen

Kläranlagenkonzepte

Märkte für Flexibilität

Politische Rahmenbedingungen

Rechtliche Rahmenbedingungen

Grundlagen

Status Quo:

- KWK-Strom dient in der Regel der **Eigendeckung des Stromverbrauchs** für die Behandlung des zugeführten Abwassers und des anfallenden Überschussschlammes.

Projektziele:

- **Kläranlagen** mit anaerober Stabilisierung bieten mit den vorhandenen KWK-Anlagen und den zugehörigen Gasspeichern hervorragende technische Voraussetzungen, um **System- und Netzdienstleistungen für Verteil- (Spannungshaltung) und Übertragungsnetze** (Frequenzhaltung mit Hilfe von Regelernergie) zur Verfügung zu stellen.
- Überprüfung weiterer Anlagenkomponenten zur **Bereitstellung dieser Dienstleistungen** unter den Aspekten der Nachhaltigkeit und Wirtschaftlichkeit.
- Entwicklung einer Systemlösung zur **Integration von Kläranlagen mit separater, anaerober Schlammstabilisierung in ein Speicher- und Regelernergiekonzept.**

Flexibilitätsoptionen

Kläranlagenkonzepte

Märkte für Flexibilität

Politische Rahmenbedingungen

Rechtliche Rahmenbedingungen



Vorweg:

!!! Übergeordnetes Ziel = Abwasserreinigung !!!

Zusatzaufgabe: AbwVO Anh.1 B

(2) Abwasseranlagen sollen so errichtet, betrieben und benutzt werden, dass eine energieeffiziente Betriebsweise ermöglicht wird. Die bei der Abwasserbeseitigung entstehenden Energiepotenziale sind, soweit technisch möglich und wirtschaftlich vertretbar, zu nutzen.

»In der Wasserwirtschaft sehe ich großes Potenzial«

DEMAND-SIDE-MANAGEMENT Hannes Seidl, Geschäftsbereichsleiter bei der Dena, regt an, bei Energieaudits die Energieeffizienz und die Flexibilisierungspotenziale zu untersuchen

Herr Seidl, die Dena hat mit Unterstützung des Bayerischen Staatsministeriums für Wirtschaft in einem zweieinhalbjährigen Pilotprojekt untersucht, wie Demand-Side-Management (DSM) wirtschaftlich erfolgreich in Unternehmen eingesetzt werden kann. Was sind die wichtigsten Erkenntnisse?

Das Pilotprojekt hat aufgezeigt, dass es in vielen Unternehmen Potenziale für die Anpassung der Stromlast an die Erzeugung, das sogenannte Demand-Side-Management (DSM,) gibt. Auch Vermarktungswege für diese Potenziale sind bereits vorhanden. Die Erschließung von flexiblen Lasten in Unternehmen hängt aber stark von den Markt- und Rahmenbedingungen ab. Die Rahmenbedingungen sind immer noch sehr anspruchsvoll und auf Unternehmen der Energiewirtschaft, wie etwa Kraftwerksbetreiber, zugeschnitten und

Wie interessant ist DSM generell als Geschäftsfeld für kommunale Unternehmen?

Insbesondere im Bereich Wasserwirtschaft sehe ich große Möglichkeiten. Bei allem, was mit Pumpen zu tun hat, sei es für Trink- oder Abwasser. Auch die Rührwerke bei Kläranlagen lassen sich, solange es der biologische Prozess zulässt, bis zu einem gewissen Grad flexibilisieren. In Summe stecken da schnell ein paar Megawatt drin.

Gibt es weitere Anwendungsfelder in Sachen DSM für kommunale Unternehmen?

Auch die Flexibilisierung von KWK-Anlagen durch Power to heat ist ein wichtiges Potenzial für die Zukunft und wird eine Relevanz haben für die Kommunen. Diese werden sich ganzheitliche Strategien überlegen müssen, wie sie am effizientesten Wärme bereitstel-

ne Unternehmen hat und wie diese angelegt sind. Man benötigt im jeweiligen Prozess eine gewisse Flexibilität. Wenn der Prozess kontinuierlich durchläuft oder durchlaufen muss, fehlt die nötige Variabilität. Deshalb wird irgendwo in der Produktion ein gewisser Spielraum benötigt. Da lassen sich nicht alle Unternehmen einer Branche über einen Kamm scheren. Wir hatten einen Papierhersteller, die UPM GmbH, der sich sehr intensiv im Projekt eingebracht hat und auch eine große Einzelleistung von 25 MW vermarktet. Bei einem anderen Papierhersteller war eine Potenzialprüfung hingegen gar nicht gewollt und der Analyseprozess wurde rasch abgebrochen.

Welche Mindestgröße sollte eine flexible Last aufweisen und bei welchen Prozessen besteht ein hohes Vermarktungspotenzial?

Grundlagen

Flexibilitätsoptionen

Kläranlagenkonzepte

Märkte für Flexibilität

Politische
Rahmenbedingungen

Rechtliche
Rahmenbedingungen

... durch innovative Anlagentechnik

- Nutzung vorhandener Infrastruktur
→ Faulturm, BHKW, Gasspeicher



- Verwertung vorhandener Ressourcen
→ regeneratives CO₂ im Faulgas



- Optimierung der Flexibilitäts- und Speicheroptionen
→ Bessere Reaktion auf Situation in den Netzen



Grundlagen

Flexibilitätsoptionen

Kläranlagenkonzepte

Märkte für Flexibilität

Politische
Rahmenbedingungen

Rechtliche
Rahmenbedingungen

Datengrundlage:

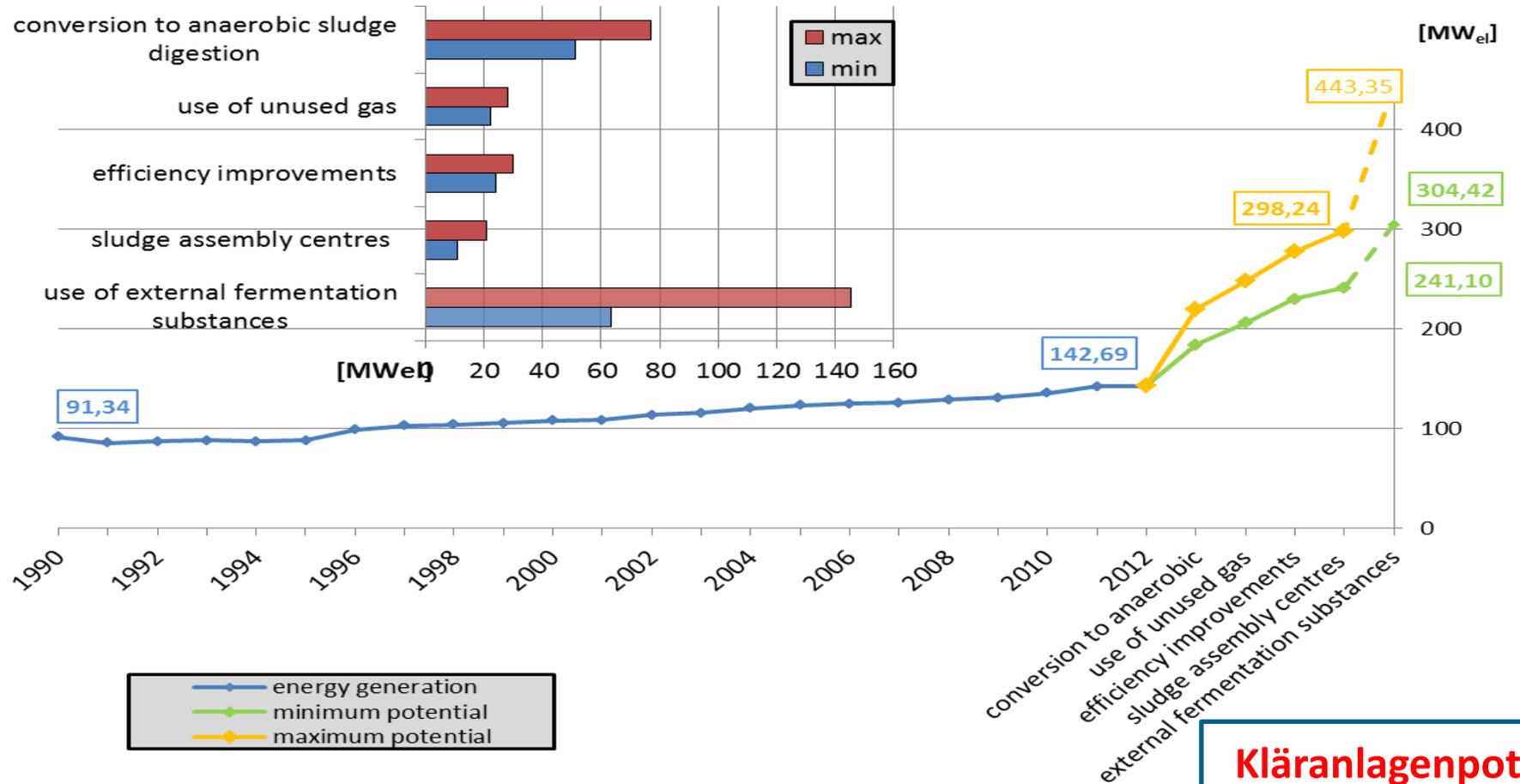
- **Bundesweite** Auswertung Kläranlagennachbarschaften
- Abgleich mit kommunalen Lageberichten
- Eigene Erhebungen TU KL und WiW
- → $EW_{\text{anaerob}} = 104,1 \text{ Mio. E}$

Potenzialermittlung für *Ist-Zustand* und *optimierter Bestand*:

- Ist-Zustand:
 - KWK-Bestand heute
- Optimierter Bestand:
 - Vollausrüstung mit KWK (BHKW, Gasturbine)
 - Steigerung der Energieausbeute (Repowering, Hoch-Last-Faulung, Betriebliche Optimierung, Desintegration)
 - Umstellung auf Faulung (> 10.000 E)
 - Ausnutzung von Kapazitätsreserven (Schlammbehandlungszentren 2.000 bis 10.000 E, Co-Vergärung)



- Grundlagen
- Flexibilitätsoptionen**
- Kläranlagenkonzepte
- Märkte für Flexibilität
- Politische Rahmenbedingungen
- Rechtliche Rahmenbedingungen



(Schäfer et al. 2015)

Kläranlagenpotenzial nur KWK (!): 300 MW_e → ca. 15% Anteil der neg. MRL

- Grundlagen
- Flexibilitätsoptionen**
- Kläranlagenkonzepte
- Märkte für Flexibilität
- Politische Rahmenbedingungen
- Rechtliche Rahmenbedingungen

Größenklasse	Leistung	(+) Flexibilität Zuschaltbare Energiemenge	(-) Flexibilität Abschaltbare Energiemenge
	[MW]	[MWh/d]	[MWh/d]
GK 1-3	2,17	13,94	17,86
GK 4	84,54	694,52	992,61
GK 5	128,28	977,13	1.135,88
Σ KWK-Anlagen	Σ 214,98	Σ 1.685,59	Σ 2.146,35
Σ NEA	Σ 98,01	Σ 48.34	0

Schäfer, M., Gretzschel, O.; Schmitt, T.G.; Taudien, Y. (2017): „Flexibilitätpotenziale deutscher Kläranlagen am Energiemarkt. Welchen Beitrag können Kläranlagen in Deutschland mit ihrer Stromproduktion leisten? Eine Bestandsaufnahme.“; wwv 3/2017

Die ermittelten Potenziale zeigen, dass Kläranlagen derzeit mit ihren KWK-Anlagen rund 215 MW_{eI} an flexibler Leistung bereitstellen können, die zukünftig auf bis zu 300 MW_{eI} ansteigen könnten.

Grundlagen

Flexibilitätsoptionen

Kläranlagenkonzepte

Märkte für Flexibilität

Politische Rahmenbedingungen

Rechtliche Rahmenbedingungen

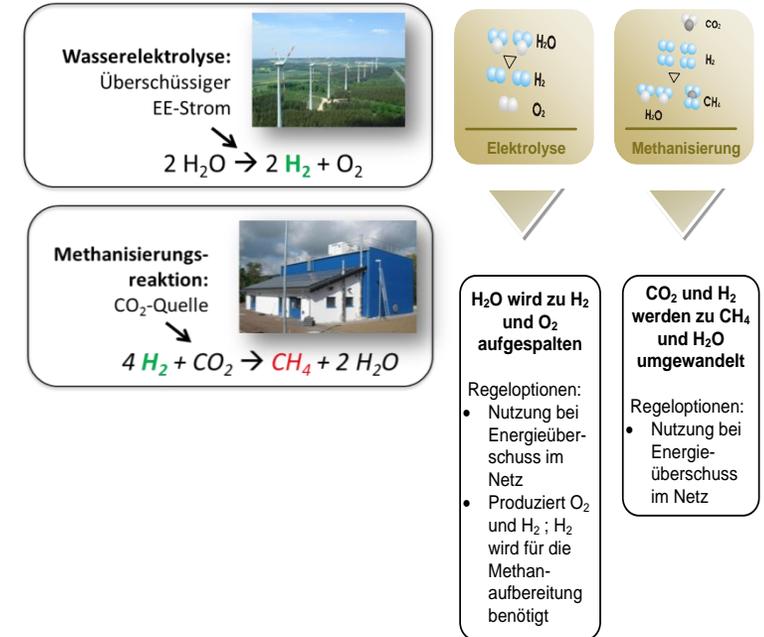
Datengrundlage und Annahmen:

- $EW_{\text{anaerob}} = 104,1 \text{ Mio. E (Status-Quo)}$
- CO_2 -Anteil im Faulgas 35%, Faulgasanfall 21,3 l/ (E·d)
- ca. 4.000 Vollbenutzungsstunden der Elektrolyse
- Zwischenspeicherung H_2

Potenzialermittlung für 100%-
Verwertung des CO_2 -Anteils im Faulgas

Flexibilitätpotenzial durch Elektrolyse:

- ca. 1.400 MW
- → ca. 9 fache heutige KWK-Leistung
- Speicherung von $4.000h \cdot 1.400 \text{ MW} = 5,6 \text{ TWh}$ EE-Strom in CH_4
- Langzeitspeicherung
- Realisierungszeitraum: ab ca. 60% EE-Strom im Netz



**Kläranlagenpotenzial:
Elektrolyse
→ ca. 70% Anteil der
neg. MRL**

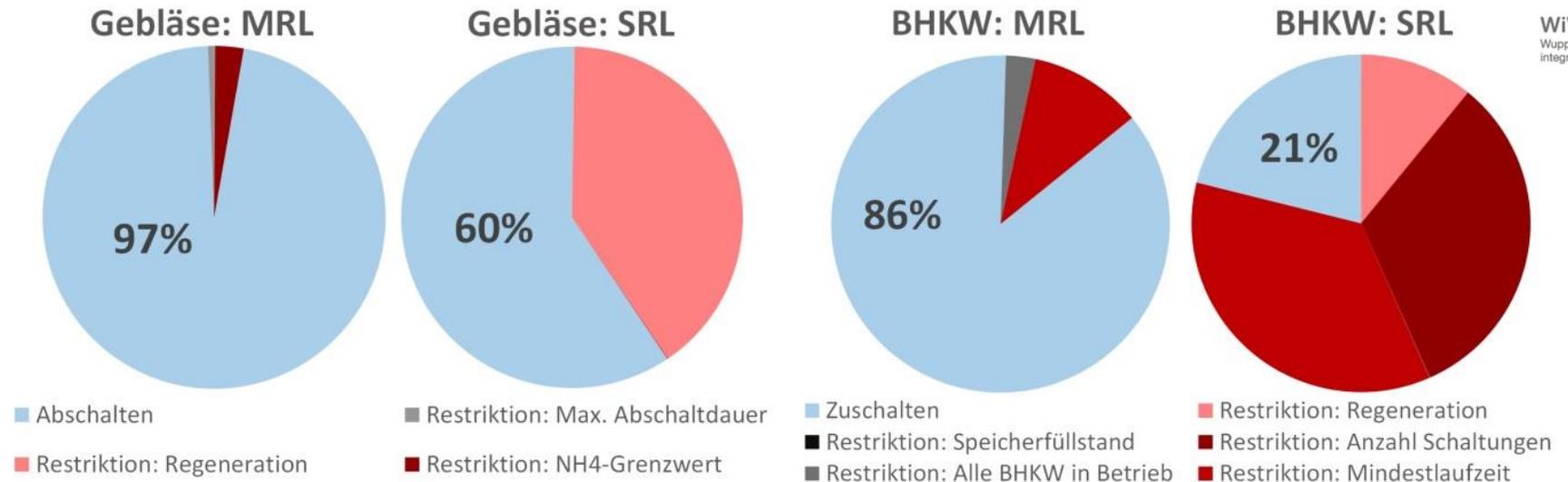
- Grundlagen
- Flexibilitätsoptionen
- Kläranlagenkonzepte**
- Märkte für Flexibilität
- Politische Rahmenbedingungen
- Rechtliche Rahmenbedingungen

Anlagenkonzepte in arrivee	- 0 - Status-Quo	Referenzkonzept: Die Kläranlage wird mit Fokus auf Eigenstromproduktion gefahren, keine flexible Interaktion mit dem der Energiewirtschaft.
	- I - Status-Quo-Flex	Der flexible Betrieb richtet sich auf den Anlagenbestand . Dabei werden sowohl die Potenziale der Anlagentechnik entlang des Abwasserfließweges als auch der KWK in Verbindung mit den entsprechenden Gasspeichern genutzt.
	- IIa - Druckluft	Die Bereitstellung negativer Flexibilität wird durch die Möglichkeit der Drucklufterzeugung erhöht. Diese wird gespeichert und kann anstatt der Belüftungsaggregate der Biologischen Stufe verwendet werden.
	- IIb - VPSA	Die Flexibilität wird durch die Erzeugung von Sauerstoff mittels VPSA erhöht. Dieser wird unter Druck gespeichert und kann dann zeitversetzt für die Belüftung der biologischen Stufe zu dosiert oder als Reinsauerstoffbelüftung verwendet werden. Ein weiterer Anwendungsbereich kann die Nutzung als Ausgangsprodukt für die Ozonherstellung zur Spurenstoffelimination. Dadurch kann Belüftungsenergie eingespart werden und ein zusätzliches Potenzial für positive Flexibilität wird gewonnen.
	- III - H ₂ -Nutzung	Dieses Konzept ergänzt den Anlagenbestand um den Baustein der Wasserelektrolyse zur Umwandlung von überschüssigem EE-Strom in speicherfähigen Wasserstoff. Der H₂ wird direkt auf der Anlage verwertet . Es bestehen folgende Optionen: H ₂ zu einem Anteil von 10% zum Klärgas beimischen; Zwischenspeicherung zur permanenten Beimischung zum Klärgas; Betrieb eines H ₂ -BHKW. Darüber hinaus kann der Sauerstoff einer weiteren Verwendung zugeführt werden. Verwertungspfade sind: Belüftung oder die Verwertung im Rahmen einer Ozonierung einer Spurenstoffelimination.
	- IV - H ₂ -Einspeisung	Bei diesem Konzept wird die Kläranlage zum Langzeitspeicher indem sie Überschussstrom in einen chemischen Energieträger (H ₂) umwandelt und ins Gasnetz einspeist . Der Sauerstoff kann auch hier wie in Konzept III auf der Kläranlage genutzt werden.
- V - Methanisierung	Dieses Konzept kombiniert den Baustein der Wasserelektrolyse mit dem Prozess der Methanisierung des anfallenden Faulgases in einem separaten Reaktor. In diesem erfolgt der Prozess des biologischen Methanisierung. Das entstehende hochreine Methan kann ins Gasnetz eingespeist werden. Im Gegensatz zur Wasserstoffeinspeisung bestehen für die Methaneinspeisung keine Einschränkungen.	

- Grundlagen
- Flexibilitätsoptionen
- Kläranlagenkonzepte**
- Märkte für Flexibilität
- Politische Rahmenbedingungen
- Rechtliche Rahmenbedingungen

Flexibilitätsbereitstellung Pilotanlage Radevormwald:

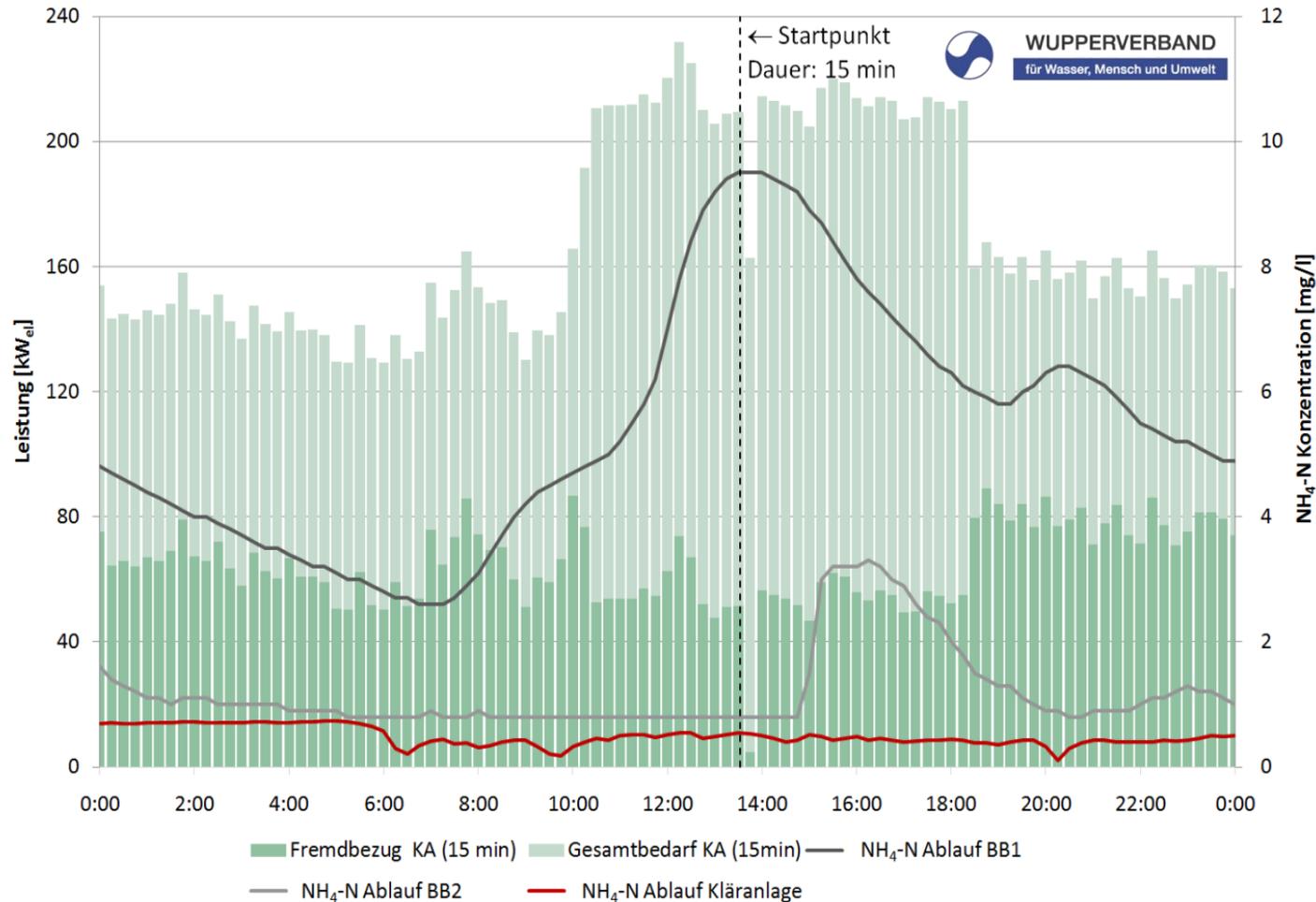
- Simulationsergebnisse zur Bereitstellung von pos. Flexibilität von Gebläsen und BHKW-Anlagen aufgrund Marktsignalen des Jahres 2014:



WiW
Wupperverbandsgesellschaft für
integrale Wasserwirtschaft mbH

- Kläranlagen können Flexibilität am Regelenergiemarkt anbieten
- Individuelle Restriktionen der Aggregate sichern hohe Reinigungsstandards!

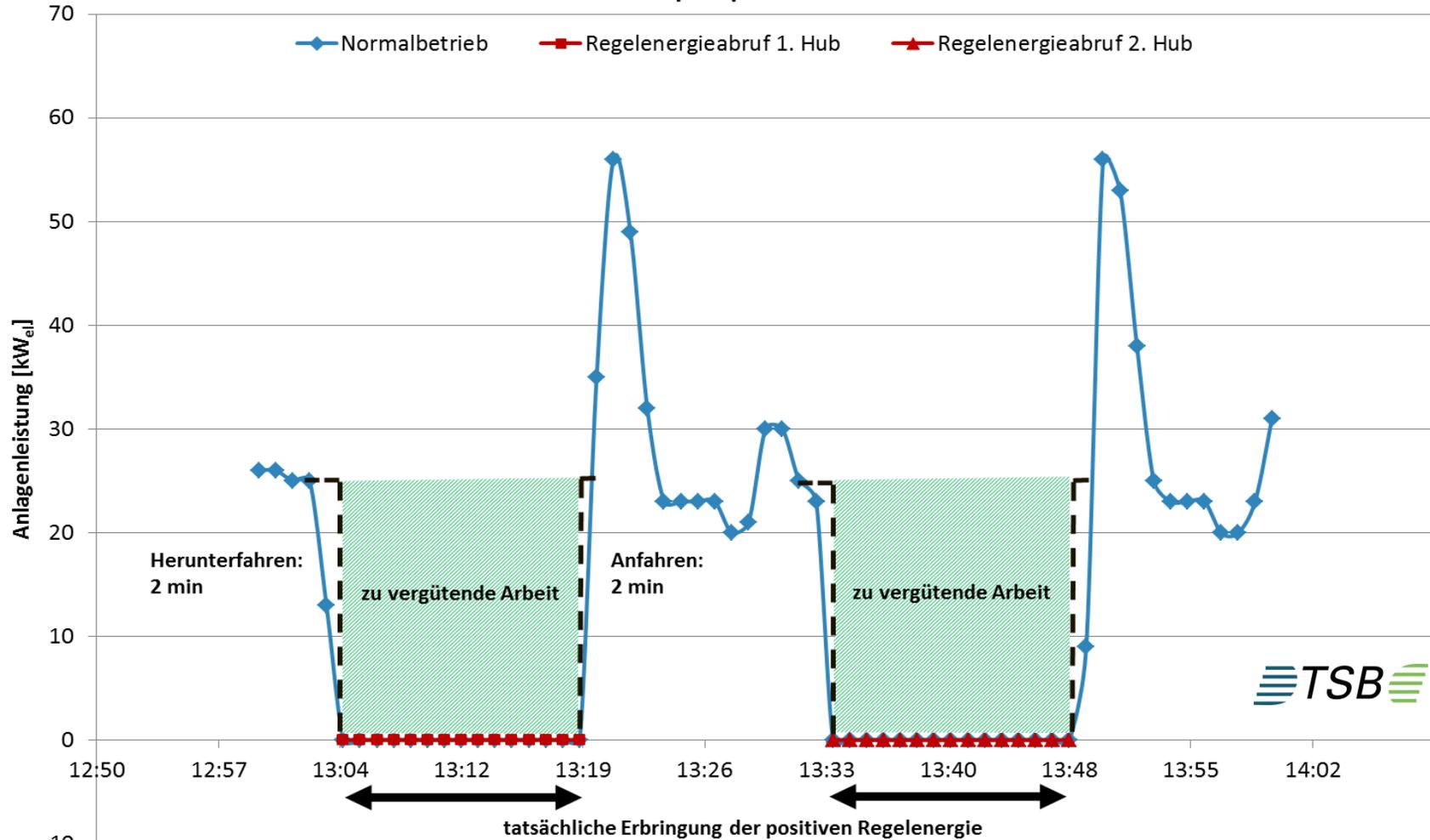
- Grundlagen
- Flexibilitätsoptionen
- Kläranlagenkonzepte**
- Märkte für Flexibilität
- Politische Rahmenbedingungen
- Rechtliche Rahmenbedingungen



- 15-min Aufruf während der höchsten Ammoniumkonzentration im Tagesverlauf:
- trotz Abschaltung der Gebläse keine Erhöhung der Gesamtablaufwerte festzustellen.

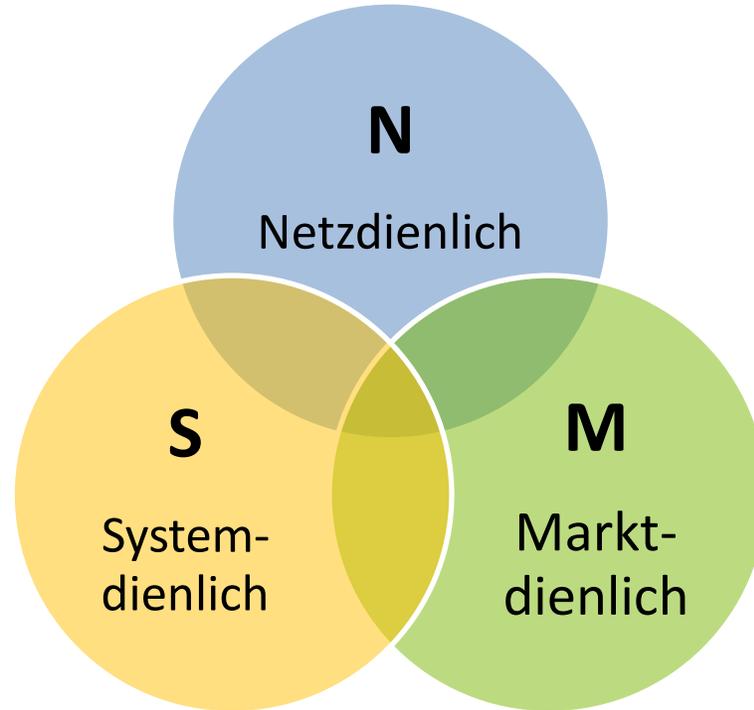
- Grundlagen
- Flexibilitätsoptionen
- Kläranlagenkonzepte**
- Märkte für Flexibilität
- Politische Rahmenbedingungen
- Rechtliche Rahmenbedingungen

Pos. RE-Abruf Rücklaufschlammumpen Radevormwald am 16. Januar 2017



Exemplarische Kennlinie eines benötigten Doppelabrufes zur Präqualifikation der Rücklaufschlammumpen der Kläranlage Radevormwald.

- Grundlagen
- Flexibilitätsoptionen
- Kläranlagenkonzepte
- Märkte für Flexibilität**
- Politische Rahmenbedingungen
- Rechtliche Rahmenbedingungen



Systemdienlicher Einsatz

Einsatzort: Übertragungsnetz
 Funktion: Frequenzhaltung (50 Hertz)
 Produkt: Regelleistung
 Markt: aktiv

Marktdienlicher Einsatz

Einsatzort: Spotmarkt der Strombörse
 Funktion: Verwertung EE-Überschüsse
 Produkt: Day-Ahead, Intraday
 Markt: aktiv

Netzdienlicher Einsatz

Einsatzort: Verteilnetz
 Funktion: Spannungshaltung, Betriebsmitteleffizienz
 Produkt: noch nicht definiert
 Markt: noch nicht aktiv



Anlagenkonzepte werden hinsichtlich ihrer Wirtschaftlichkeit unter Berücksichtigung unterschiedlicher Marktoptionen untersucht

(Gretzschel et al. 2015)

Die Kläranlage auf dem Weg zum integrierten Energiesystemdienstleister

Grundlagen

Flexibilitätsoptionen

Kläranlagenkonzepte

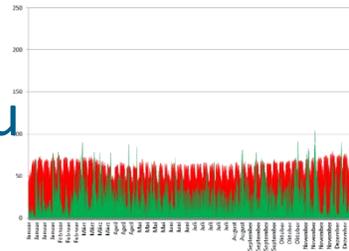
Märkte für Flexibilität

Politische Rahmenbedingungen

Rechtliche Rahmenbedingungen

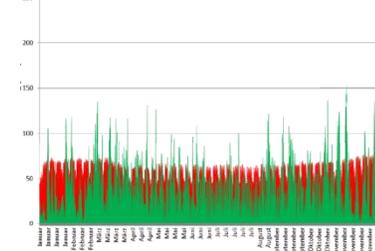
Flex-Potenzial

215 MW



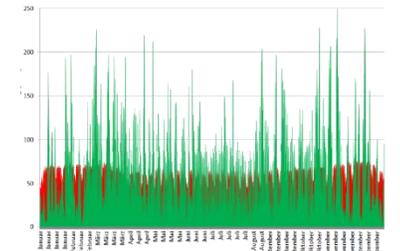
heute

300 MW



2030

1.400 MW



2045

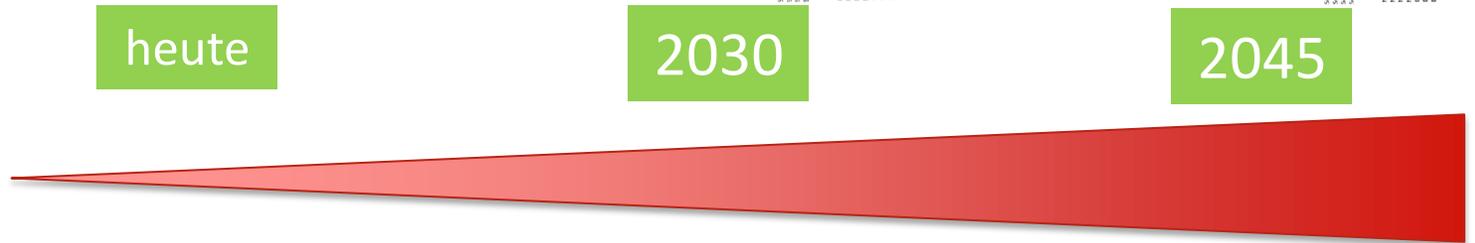
EE-Strom-Ausbau

Flexibilitäts- & Speicherbedarf

Erschließen von Flexibilitäts- und Speicheroptionen

Potenzialerhöhung

Funktionen



BHKW

ausgewählte Aggregate

Elektrolyse und Methanisierung

Umstellung & Optimierung Faulung

Re-Powering KWK

C-Ausschleusung ...

Effizienzsteigerung...

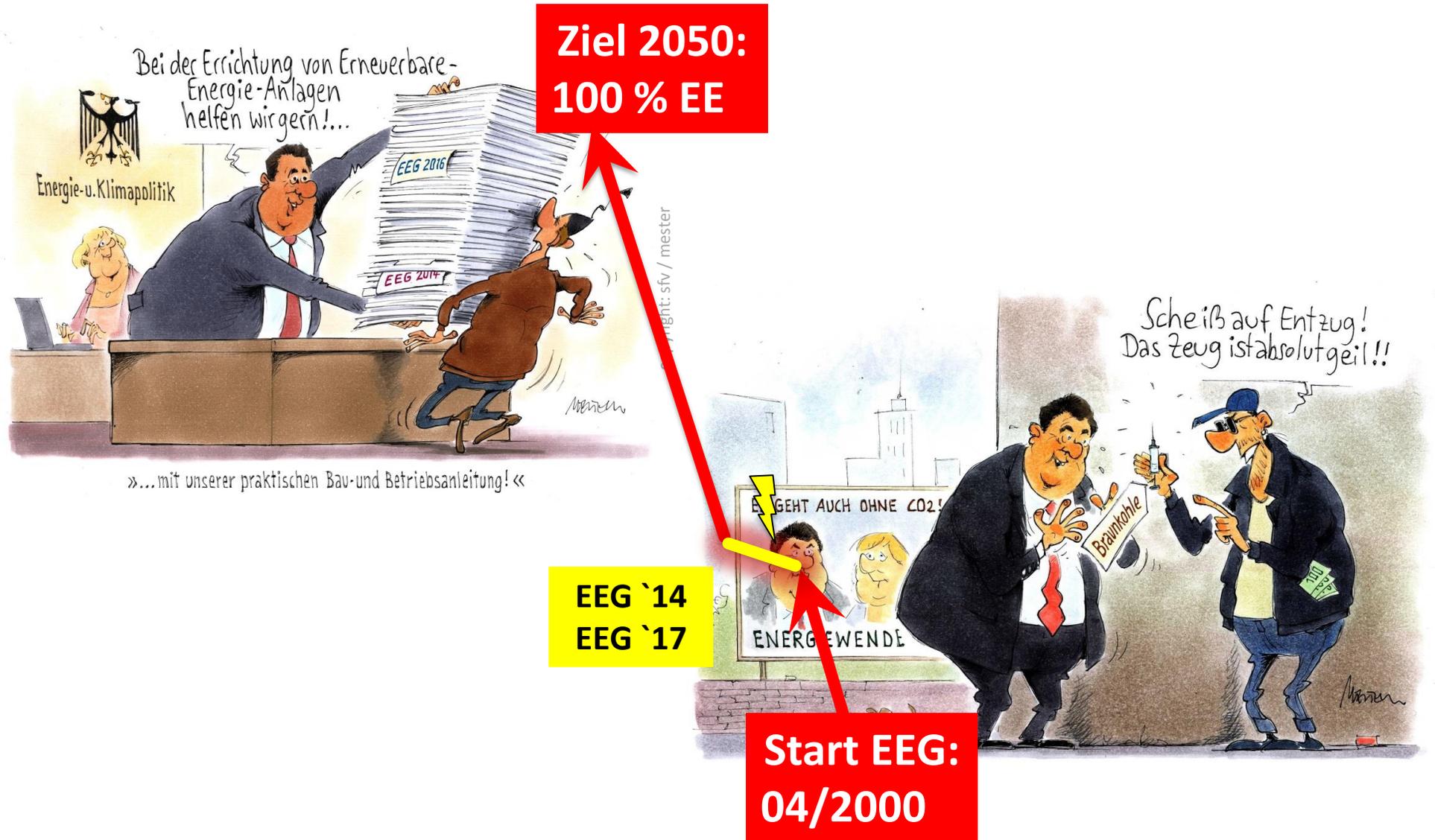
!! Abwasserreiniger !! +

- Energie-Netzdienstleister
- Stromproduzent
- Speichergasproduzent

+

- Nährstofflieferant
- Rohstoffproduzent
- Bioraffinerie

- Grundlagen
- Flexibilitätsoptionen
- Kläranlagenkonzepte
- Märkte für Flexibilität
- Politische Rahmenbedingungen**
- Rechtliche Rahmenbedingungen



**Ziel 2050:
100 % EE**

**EEG `14
EEG `17**

**Start EEG:
04/2000**

Grundlagen

Flexibilitätsoptionen

Kläranlagenkonzepte

Märkte für Flexibilität

**Politische
Rahmenbedingungen**

Rechtliche
Rahmenbedingungen

Was sie sind, wozu sie dienen, wie sie entstehen?

Nach: Institut für Zukunftsstudien und Technologiebewertung (Kosow/Gaßner): Methoden der Zukunfts- und Szenarioanalyse – Überblick, Bewertung und Auswahlkriterien, Berlin 2008.

- **Raum möglicher, alternativer zukünftiger Situationen inkl. Entwicklungspfad dorthin (IZT, S.9)**
- **keine Prognose = ausgewählter Ausschnitt Wirklichkeit**
- **basiert auf nicht falsifizierbaren Annahmen: Szenarien sind möglich oder wünschenswert**

Grundlagen

Flexibilitätsoptionen

Kläranlagenkonzepte

Märkte für Flexibilität

**Politische
Rahmenbedingungen**

Rechtliche
Rahmenbedingungen

Funktionen von Szenarien

1. **Explorative Funktion bzw. Wissensfunktion**
2. **Kommunikationsfunktion**
3. **Zielbildungsfunktion**
4. **Entscheidungsfindungs- / Strategiebildungsfunktion**

arrivee-Empirie:

Experten-Workshops

Forschungsinterviews

Primärquellen

Einbindung Projektpartner

Teilnehmende Beobachtung

Konferenzen

Grundlagen

Flexibilitätsoptionen

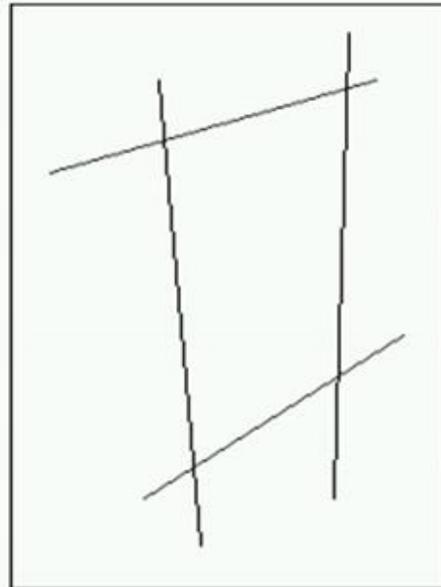
Kläranlagenkonzepte

Märkte für Flexibilität

**Politische
Rahmenbedingungen**

Rechtliche
Rahmenbedingungen

Phase 1



**Szenariofeld-
Bestimmung**

**Politische Rahmenbedingungen,
die aus Sicht des Kläranlagenbetreibers
maßgeblich sind für die Integration in
Energienmärkte (insb. Stromnetze) als
Flexibilitätsanbieter**

- **Zeitlich, örtlich, technisch**
- **Abgrenzung von technischer usw. Machbarkeit**

Grundlagen

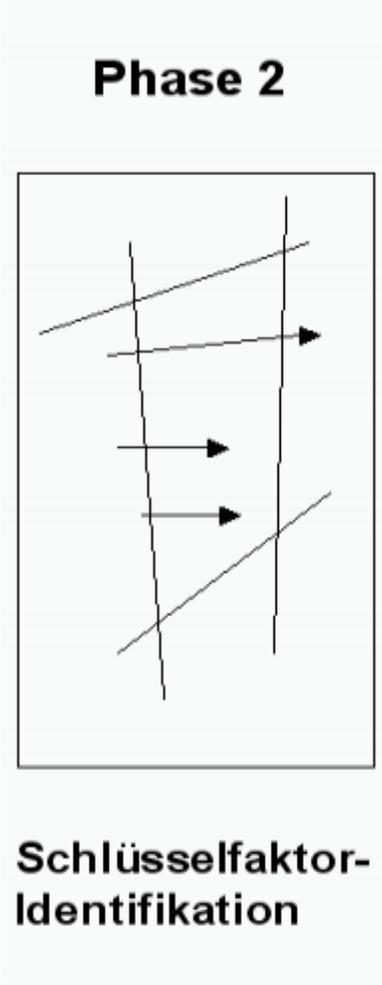
Flexibilitätsoptionen

Kläranlagenkonzepte

Märkte für Flexibilität

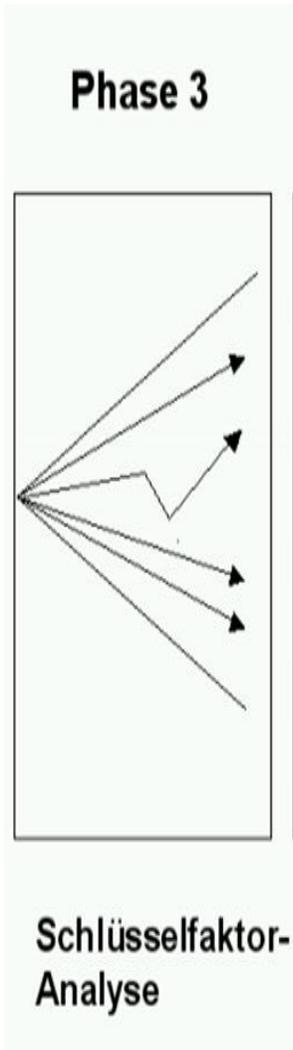
**Politische
Rahmenbedingungen**

Rechtliche
Rahmenbedingungen



Politikfeld	Schlüsselfaktor 1	Schlüsselfaktor 2
Energie	Stromverteilnetz	Strommarkt
Kommunal- wirtschaft	Kosten, Kalkulation, Anreize	Kommunalpolitik/ Organisationsform
Abwasser	Sektorkopplung	Reinigungsstandards

- Grundlagen
- Flexibilitätsoptionen
- Kläranlagenkonzepte
- Märkte für Flexibilität
- Politische Rahmenbedingungen**
- Rechtliche Rahmenbedingungen



Politikfeld	Positive und negative Ausprägung
Energie	
Stromverteilnetz	Betreiber fragt Flexibilität (nicht) nach
Strommarkt	Geschäftsmodelle für Anbieter (nicht) vorhanden
Kommunalwirtschaft	
Anreize	(Im-) Materielle Anreize gestiegen bzw. gesunken
Kommunalpolitik	integrativ-kommunalpoliti. vs. sektoral-autonom
Abwasser	
Sektorkopplung	explizite Erlaubnis vs. explizites Verbot
Reinigungsstandards	Erhöhen/ senken Flexibilitätspotential

Grundlagen

Flexibilitätsoptionen

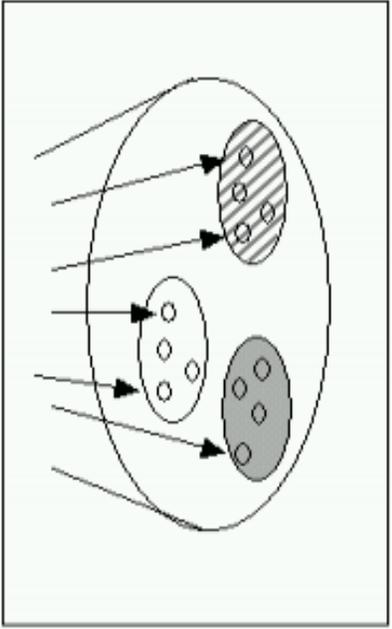
Kläranlagenkonzepte

Märkte für Flexibilität

**Politische
Rahmenbedingungen**

Rechtliche
Rahmenbedingungen

Phase 4



**Szenario -
Generierung**

Typ	Name
Referenz	Schwarz-rote Energiewendepolitik 2017
Policy 1	Stagnation infolge fehlender Anreize
Policy 2	Dynamisierung durch dezentrale Energiewende
Normativ	Kläranlagen als Flexibilitätsanbieter in Verteilnetzen

Grundlagen

Flexibilitätsoptionen

Kläranlagenkonzepte

Märkte für Flexibilität

**Politische
Rahmenbedingungen**

Rechtliche
Rahmenbedingungen

Potentielle Treiber zum Markt für Flexibilitäten:

- Klagen wg. Abschalt-Verordnung!
- Digitalisierung ermöglicht neue Geschäftsmodelle
- Agorastudie 2017 „Energiewende und Dezentralität“ = Neue Erzeugungsstruktur = neue Akteurskonstellation



Auswirkung auf
Kläranlagenbetreiber?

Zielstellung in arrivee: Stromverteilnetzbetreiber hat Anreize, Kläranlagenflexibilität zu nutzen.

Grundlagen

Flexibilitätsoptionen

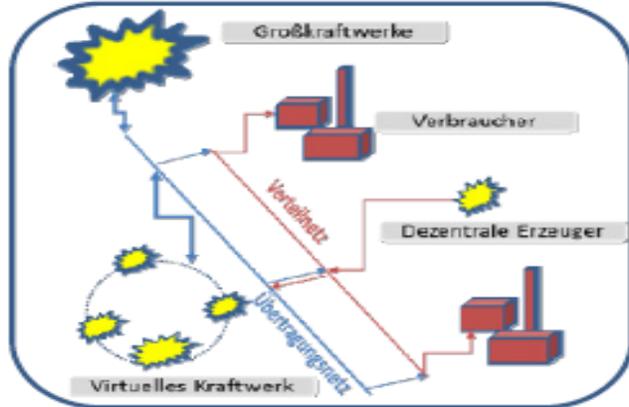
Kläranlagenkonzepte

Märkte für Flexibilität

**Politische
Rahmenbedingungen**

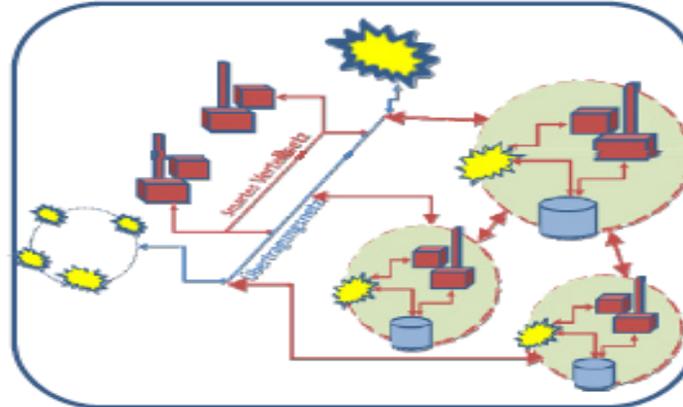
Rechtliche
Rahmenbedingungen

Integration dezentraler Erzeugung in bestehendes System



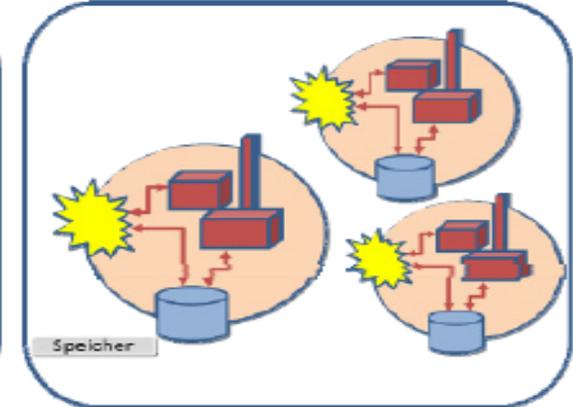
- Optimierung des Zusammenspiels zwischen Erzeugung und Vor-Ort-Verbrauch nicht angestrebt
- Netzstruktur weitgehend unverändert
- Netzkontrolle zentral (ÜNB)
- Poolen dez. Erzeuger (virtuelle steuerbare Großkraftwerke)

Dezentralisierung der Systemarchitektur



- Synchronisierung Erzeugung/Verbrauch vor Ort angestrebt zur Entlastung des Gesamtsystems
- Netzstruktur dezentraler/Interaktion der Netzebenen
- Netzkontrolle zunehmend auch dezentral (ÜNB+VNB)
- Zunehmende Verantwortung der VNB (Nachfrage-/Angebotssteuerung und Systemdienstleistungen)

Fragmentierung des Gesamtsystems



- Vollständige Synchronisierung Erzeugung/Verbrauch (Microgrid, Powerparks)
- Inselbildung/Autarke Systeme
- Teilnetzbetreiber übernehmen Netzkontrolle (Nachfrage- und Angebotssteuerung)
- Wirtschaftlichkeit übergeordneter Netzebene fraglich

Grundlagen

Flexibilitätsoptionen

Kläranlagenkonzepte

Märkte für Flexibilität

**Politische
Rahmenbedingungen**

Rechtliche
Rahmenbedingungen

Stromhändler: „Flexibilität an sich ist das Entscheidende in der Zukunft und Flexibilität hat keine Zielrichtung. Also es gibt keine Flexibilität, die für Netze gut wäre oder für Regelenergie. Flexibilität ist Flexibilität und wird in alle Märkte vermarktbar sein. Das ist das wofür jetzt eben die Rahmenbedingungen geschaffen werden müssen, dass Flexibilität nicht mehr behindert wird.“

Stromhändler zu Entgeltgestaltungen: „Die belohnen nur Grundlastverhalten. Wir müssen Netzentgelt-Strukturen umbauen. Dynamisieren oder auf einen stärkeren Grundpreis gehen oder was auch immer. Da gibt es verschiedene Konzepte und das muss angegangen werden.“



Auswirkung auf Kläranlagenbetreiber?

Zielstellung in arrivee: Stabile Rahmenbedingungen für Flexibilitätsanbieter. Systemdienstleistungsmarkt in Verteilnetzen.

Politische Rahmenbedingung 2027: Kosten, Kalkulation, Anreize

Grundlagen

Flexibilitätsoptionen

Kläranlagenkonzepte

Märkte für Flexibilität

**Politische
Rahmenbedingungen**

Rechtliche
Rahmenbedingungen

Referent Workshop: „Die energieautarke Kläranlage (NICHT bilanzielle Autarkie!) ist ein wichtiger Beitrag zur Energiewende. Würde die Kläranlage nun noch extern erzeugte Kosten Dritter durch ihr Angebot von Regelenergie abmildern, ließe sich dieser Beitrag zu Recht der Öffentlichkeit gut verkaufen.“ „Bei Kenntnis der energiemarktlichen Zusammenhänge sollte die Teilnahme an Regelenergiemärkten die Reputation kommunaler Entsorger stärker erhöhen als lediglich eine (bilanzielle) Autarkie.“



Auswirkung auf Kläranlagenbetreiber?

Zielstellung in arrivee: Energiewirtschaftliches Handeln der Kläranlage rechtlich unproblematisch und kommunalwirtschaftlich anerkannt.

Politische Rahmenbedingungen 2027: Kommunalpolitik/Organisationsform

Grundlagen

Flexibilitätsoptionen

Kläranlagenkonzepte

Märkte für Flexibilität

**Politische
Rahmenbedingungen**

Rechtliche
Rahmenbedingungen

Landesgemeindetag: „Wir müssen eine Offenheit in der Kommune erzeugen.“ „Es mag mehr kosten, die Abwassergebühren mögen steigen, aber der Umweltschutz verpflichtet uns einfach, die Chancen, die wir da haben, zu realisieren.“

Landesgemeindetag: „Es gibt natürlich oft die Situation, dass Kommunalparlamente Treiber sind und dass kommunale Unternehmen nicht so schnell erkennen was da eigentlich so an Chancen dahinter stehen.“



Auswirkung auf
Kläranlagenbetreiber?

Zielstellung in arrivee: Explizite kommunalpolitische Einbindung der Kläranlage in Klimaschutz- und Energiestrategien ist die Regel.

Politische Rahmenbedingungen 2027: Sektorkopplung

Grundlagen

Flexibilitätsoptionen

Kläranlagenkonzepte

Märkte für Flexibilität

**Politische
Rahmenbedingungen**

Rechtliche
Rahmenbedingungen

BMW: Aber das fände ich besser, als so eine generelle Förderung, wie Power-to-Gas ihr bekommt hier 5 Cent[?] für euren wiederausgespeicherten Strom, oder so etwas. Also wenn dann in irgendwelchen definierten Engpassregionen. Allerdings ist das, glaube ich, ganz schwierig klar zu definieren was eigentlich ein Engpass ist, bzw. was passiert wenn der Engpass irgendwann wieder beseitigt ist.“



Auswirkung auf
Kläranlagenbetreiber?

Landesgemeindetag: „Da müssten eben Erweiterungen des Rechtsrahmens erlaubt sein und nicht nur erlaubt, wir fortschrittlichen müssten dafür werben. Damit die Kollegen sich das zutrauen.“

Zielstellung in arrivee: Ausdrückliche politische Zielvorgaben und rechtliche Regelungen fördern intersektorales Handeln.

Politische Rahmenbedingungen 2027: Reinigungsstandards

Grundlagen

Flexibilitätsoptionen

Kläranlagenkonzepte

Märkte für Flexibilität

**Politische
Rahmenbedingungen**

Rechtliche
Rahmenbedingungen

Tisch Workshop:

Überwachungswerte abhängig von
Gewässerschutzzielen festgelegt (parameterspezifisch) -
> in diesem Rahmen Flexibilität berücksichtigt

Einführung 4. Reinigungsstufe begründet aus
gewässerökologischen und humantoxikologischen
Zielen – unabhängig von Energieflexibilität

Angepasster rechtlicher Rahmen Co-Vergärung (u.a.
EEG, Hygienevorschriften)

größere Substratbandbreite für Kläranlagen, die
Klärschlamm thermisch verwerten.

NH₄-N CSB mg/l
Frachten Konzentrationen

Auswirkung auf
Kläranlagenbetreiber?

Zielstellung arrivee: Prioritäre Gewässerschutzziele erreichen, dabei
energetische Kläranlageflexibilität erhalten.

Grundlagen

Flexibilitätsoptionen

Kläranlagenkonzepte

Märkte für Flexibilität

Politische
Rahmenbedingungen

**Rechtliche
Rahmenbedingungen**

- Diese Auslegung führt zu einer Benachteiligung von Elektrolyse-Anlagen, soweit die EEG-Umlage auf den eingespeisten Strom nicht entfällt, weil nicht (nachweislich) ausschl. EE-Strom für die Erzeugung des eingespeisten Wasserstoffs/Methans eingesetzt wird.
- Derzeit fehlt es vor allem an einer Möglichkeit nachzuweisen, dass es sich bei dem zur Wasserstoffproduktion eingesetzten Strom um eine Erneuerbare Energie im Sinne des EEG handelt. Physikalisch betrachtet stammt der eingesetzte Strom tatsächlich nicht (nachweislich) aus der Windkraftanlage. Der Nachweis, dass der Elektrolyseur mit dem Windstrom aus einer bestimmten Anlage betrieben wird, kann daher allenfalls kaufmännisch-bilanziell, v.a. mittels entsprechender Herkunftsnachweise erfolgen.

Grundlagen

Flexibilitätsoptionen

Kläranlagenkonzepte

Märkte für Flexibilität

Politische
Rahmenbedingungen

**Rechtliche
Rahmenbedingungen**

- Die stromsteuerrechtliche Behandlung von Stromspeichern ist derzeit (ebenfalls) im Fluss. Auch hier geht es im Wesentlichen darum, eine Doppelbesteuerung zu vermeiden, die mit Blick auf den Stromverbrauch in der Power-to-Gas-Anlage und die anschließende Produktion und den Verbrauch von Strom droht. Eine ausdrückliche stromsteuerrechtliche Privilegierung von Power-to-Gas-Anlagen gibt es bislang allerdings nicht.

Ergebnis Hemmnisse: Elektrolyseur als Stromspeicher?

Grundlagen

Flexibilitätsoptionen

Kläranlagenkonzepte

Märkte für Flexibilität

Politische
Rahmenbedingungen

**Rechtliche
Rahmenbedingungen**

- Die Einordnung als Stromspeicher erscheint allenfalls dann gerechtfertigt, wenn Wasserstoff bzw. Methan unmittelbar wieder verstromt werden können, etwa in einem am Standort befindlichen Wasserstoff-BHKW. Ob dies der Intention des Gesetzgebers entspricht, Power-to-Gas-Anlagen zu fördern, kann bezweifelt werden. Diese Frage muss daher als noch nicht abschließend geklärt angesehen werden.**

Grundlagen

- Kläranlagen können mit geringen Investitionen in die Lage versetzt werden einen **Beitrag zur bedarfsgerechten Entlastung und Stabilisierung von Stromnetzen** leisten. Sie verfügen dazu über ein **signifikantes Potenzial**.
- Kläranlagen mit Schlammfäulung sind **geeignete Standorte zur Umsetzung von Power-to-Gas-(to-Power-) Anlagen**. Dies ist jedoch abhängig von der örtlichen Situation der vorgelagerten Strom- und Gasnetze.
- Kläranlagen ermöglichen die **Kopplung von Sektoren der Ver- und Entsorgung** (Wasser/Abwasser – Energie/Strom/Gas).
- Kläranlagen sind technisch in der Lage ihre **Betriebsweise temporär** aufgrund externer (Strommärkte, Verteilnetze) sowie interner (Lastmanagement) Anforderungen **anzupassen, ohne den Klärprozess negativ zu beeinflussen**.

Flexibilitätsoptionen

Kläranlagenkonzepte

Märkte für Flexibilität

Politische Rahmenbedingungen

Rechtliche Rahmenbedingungen

Grundlagen

Flexibilitätsoptionen

Kläranlagenkonzepte

Märkte für Flexibilität

Politische Rahmenbedingungen

Rechtliche Rahmenbedingungen

- Kläranlagen können an **neuen Geschäftsmodellen der Energieversorgung** mit ihren **vorhandenen Flexibilitäten** partizipieren und profitieren.
- Kläranlagen können in spezifischen Anschlusssituationen **im Verteilnetz** dazu beitragen, dass **konventioneller Netzausbau entfallen/verzögert** werden kann.
- Die **Nutzung vorhandener Flexibilitäten** sollte durch die **Schaffung von Anreizsystemen** und **transparente, lösungsorientierte** (rechtliche & politische) **Rahmenbedingungen** gestützt werden.
- Die in arrivee verfolgten **Konzepte sind innovativ und gesellschaftlich relevant**: Vorhandene **Ressourcen** werden **energetisch effizient genutzt**, **technologisch innovativen Verfahren für dezentrale Energiemärkte der Zukunft** wird der Weg bereitet und die **gemeinwohlorientierte Kommunalwirtschaft** wird aktiv **in die Stabilisierung der Energiewende einbezogen**.

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

www.erwas-arrivee.de
siwawi.bauing.uni-kl.de

Frank Hüesker, Oliver Gretzschel, FG Siwawi TU Kaiserslautern



Zukunftsfähige Technologien und Konzepte für eine energieeffiziente und ressourcenschonende Wasserwirtschaft

Gretzschel, Oliver; Schäfer, Michael; Taudien, Yannick (2016): Flexibilität auf Kläranlagen -Anlagenkonzepte & Energiebilanzierung. Posterpräsentation. 44. Abwassertechnisches Seminar (ATS) 14.7.2016, Ismaning

Gretzschel, Oliver; Schäfer, Michael; Schmitt, Theo G.; Hobus, Inka (2015): arrivee - Abwasserreinigungsanlagen in intelligenten Verteilnetzen mit erneuerbarer Energieerzeugung. DWA Energietage 2015. Wuppertal

Hüesker, Frank; Charles, Thomas; Kornrumpf, Tobias; Schäfer, Michael; Schmitt, Theo G. (2016): *Kläranlagen als Flexibilitätsdienstleister im Energiemarkt*. In: Korrespondenz Abwasser, Abfall 2016 (63) Nr. 4, 299-304

Hüesker, Frank (2017): *Politized Nexus Thinking in Practise: Integrating Urban Utilities into Energy Markets*. Posterpräsentation. IRES Konferenz 14.-16.3.2017, Düsseldorf

Salomon, Dirk; Schäfer, Michael; Hüesker, Frank (2017): *Kläranlagen als Flexibilitätsanbieter in Stromverteilnetzen. Was ist technisch machbar, ökonomisch sinnvoll und politisch zu steuern?* Tagungsband zur 4. OTTI-Konferenz „Zukünftige Stromnetze für Erneuerbare Energien“, Berlin

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. Energy Procedia (73), 87 - 93

Schmitt, Theo G. (2016): Abwasserreinigungsanlagen als Regelbaustein in intelligenten Verteilnetzen mit erneuerbarer Energieerzeugung. Vortrag auf der ERWAS Status Konferenz am 2. und 3. Februar 2016, Essen

Steinmetz, Heidrun (2016): Wertstoff Abwasser. Antrittsvorlesung an der TU Kaiserslautern, Fachgebiet Ressourceneffiziente Abwasserbehandlung.