

# arrivee

## KA-Flexibilität in der Praxis und in der Simulation

Abwasserreinigungsanlagen als Regelbaustein in intelligenten Verteilnetzen mit erneuerbarer Energieerzeugung

Poster-Download unter [www.erwas-arrivee.de](http://www.erwas-arrivee.de)



**Bild 1:** Kläranlage Radevormwald mit technischen Einheiten

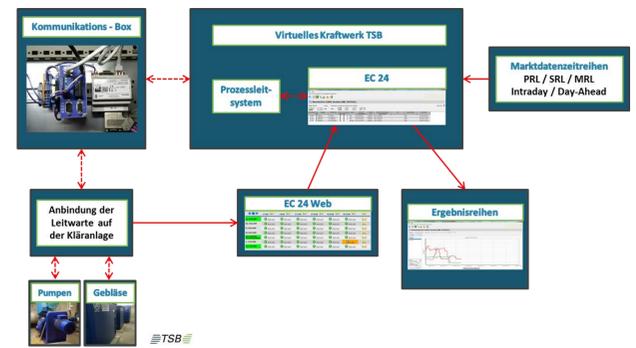
### Praxisversuche

Auf der Kläranlage Radevormwald (GK4) wurden mit realen Signalen aus dem SRL- und MRL-Markt für das Jahr 2014 Abschaltversuche durchgeführt. Dafür wurden vier technischen Einheiten (siehe Bild 1) in ein virtuelles Kraftwerk integriert. Die Auswirkungen der Eingriffe auf die Reinigungsleistung der Kläranlage standen dabei im Fokus.

### Virtuelles Kraftwerk

Ein virtuelles Kraftwerk wird durch den Zusammenschluss diverser kleiner, dezentraler Anlagen zu einer Anlage die am Energiemarkt eingesetzt werden kann.

Bei den Praxisversuchen hat die Transferstelle Bingen (TSB) das virtuelle Kraftwerk simuliert. Von hieraus erfolgten die Signale über eine Kommunikationsbox für die Schaltung der Aggregate auf der Kläranlage. Im Bild 2 sind die Kommunikationswege schematisch dargestellt.

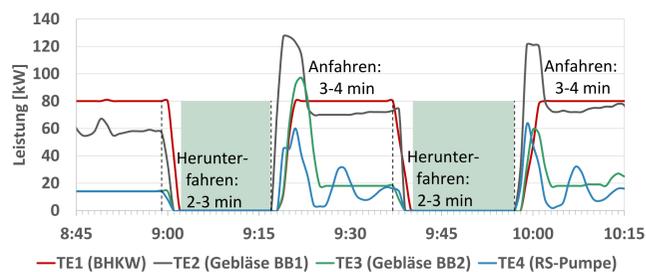


**Bild 2:** Beispielhaftes Schema einer Kommunikation der Steuerungssoftware

## Ergebnisse der Praxisversuche

### Doppelhöckertest

Damit Regelernergie angeboten werden kann, muss im Vorfeld eine Präqualifikation durchgeführt werden. Dabei sind vorgegebene Lastprofile in Form eines Doppelhubes abzufahren. Die Präqualifikation gilt als Nachweis über die Fahrplanteue einer Anlage und muss für jede technische Einheit (TE) einzeln durchgeführt werden. Der durchgeführte Doppelhöckertest (Bild 3) zeigt, dass alle ausgewählten TE auf der Kläranlage Radevormwald diese Vorgabe erfüllen.



**Bild 3:** Doppelhöckertest für alle technischen Einheiten

### Erkenntnisse für die Vermarktung

Die durchgeführten Versuche haben gezeigt, dass die Kläranlage mit ihren Aggregaten bis zu 200 kW positive und bis zu 80 kW negative Flexibilität bereitstellen kann. Diese Flexibilität kann mehrmals am Tag zur Verfügung gestellt werden. Durch die Restriktionen, die für den Erhalt der Reinigungsleistung der Kläranlage aufgestellt wurden, wird die Flexibilitätsbereitstellung nur geringfügig vermindert.

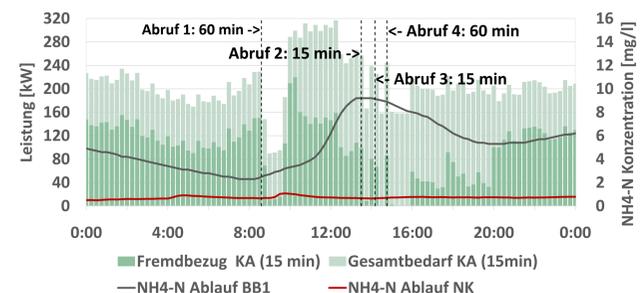
**Tabelle 1: Versuchsergebnisse mit SRL- und MRL-Signalen**

	SRL	MRL
Anzahl der Versuchstage	5	20
Anzahl der Abrufe (max. pro Tag*)	pos. 22 (12) neg. -	23 (4) 5 (2)
Summe der Abrufzeit (max. pro Tag*) in min	pos. 197 (123) neg. -	605 (150) 215 (90)
Regelleistung gesamt (max. pro Tag*) in kWh	pos. 346 (164) neg. -	708 (288) 273 (107)
Flexibilitätsbereitstellung in %	pos. 97 neg. -	82 100

\* Tag von 8:00 Uhr bis 16:00 Uhr

### Erkenntnisse für die Kläranlage

Die Ergebnisse aus den durchgeführten Versuchen haben gezeigt, dass durch die Einhaltung der vorgegebenen Restriktionen während der Marktsignale die Reinigungsleistung beibehalten wird. Dem Bild 4 kann entnommen werden, dass lange Marktsignale, die z. B. zum Abschalten der Gebläse für bis zu 60 min führen können, keinen signifikante Auswirkungen auf die NH<sub>4</sub>-N Ablaufwerte haben.

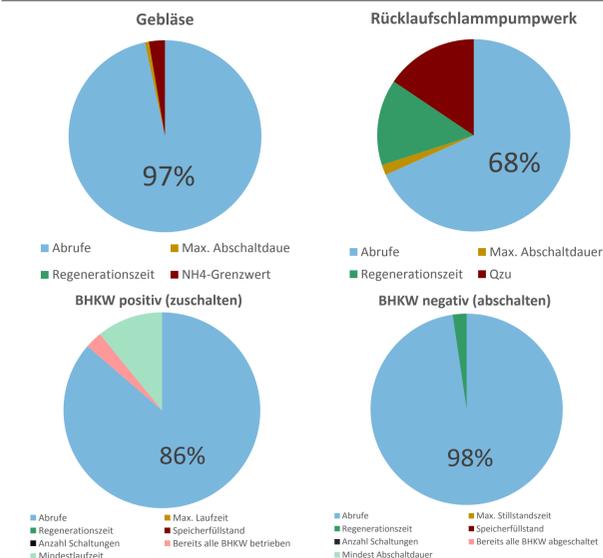


**Bild 4:** Regelernergie-Abrufe in Bezug zu NH<sub>4</sub>-N Ablaufwerte

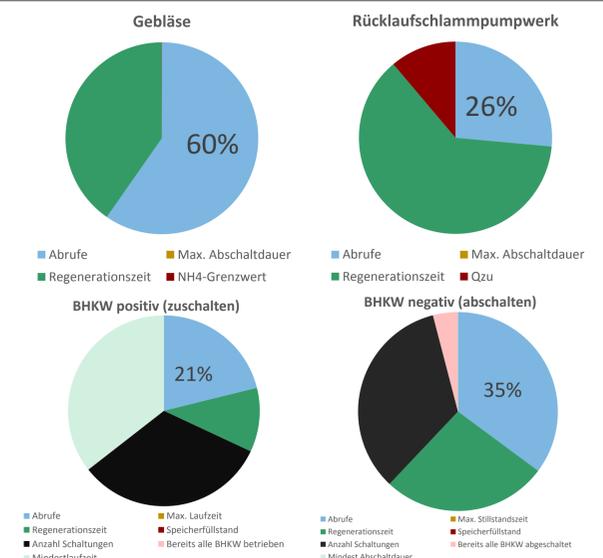
## Ergebnisse der Langzeitsimulation

### Flexibilisierter Betrieb über ein Jahr

Um den Einfluss einer Flexibilisierung des Kläranlagenbetriebs auf Reinigungsleistung, Energieproduktion und Fremdbezug über einen Zeitraum von einem Jahr zu beurteilen, wurde ein Simulationsmodell der Kläranlage aufgebaut. Für das Zu- und Abschalten einzelner Aggregate wurden Restriktionen eingebunden, um einen sicheren Betrieb der Kläranlage zu gewährleisten. Bild 5 und 6 zeigen, wie hoch die Anteile der bereitgestellten Flexibilität für die Abrufe der MRL und SRL für das Prognosejahr 2035 sind und welche Restriktionen die Flexibilisierung unterbunden haben. Der Flexibilisierungsanteil ist bei MRL im Vergleich zur SRL aufgrund der unterschiedlichen Dauer und Häufigkeit der Abrufsignale wesentlich größer. Die Simulationen zeigen, dass ausgewählte Aggregate sowie die KWK-Anlagen ohne nachteilige Beeinflussung der Reinigungsleistung für Regeleingriffe eingesetzt werden können.



**Bild 5:** Flexibilisierungsanteil MRL 2035



**Bild 6:** Flexibilisierungsanteil SRL 2035

