



# Energiemanagement bei AE

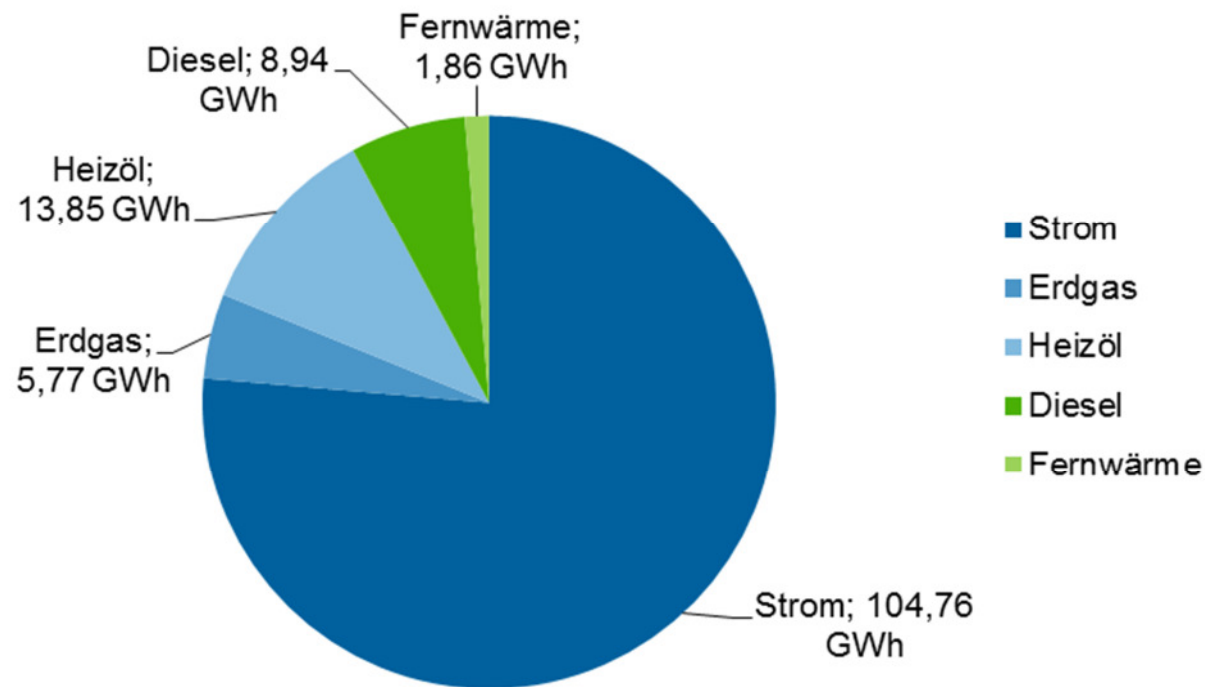
Überblick über energiebezogene Maßnahmen in der Abwasserentsorgung

# Agenda

---

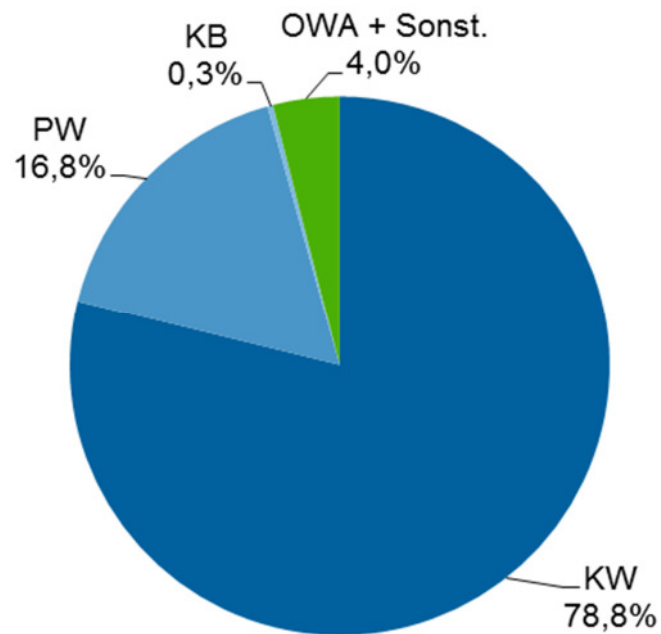
1. Energiebedarf AE
2. Energieeffizienz
3. Energieerzeugung
4. Regelenergie

## Energiebezug AE 2015

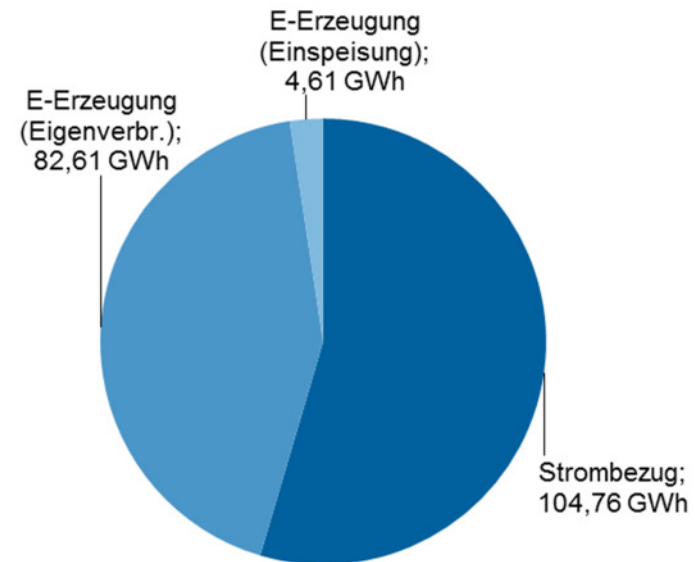


→ Elektrische Energie ist die entscheidende Größe im Energiebedarf!

## Elektroenergie AE 2015



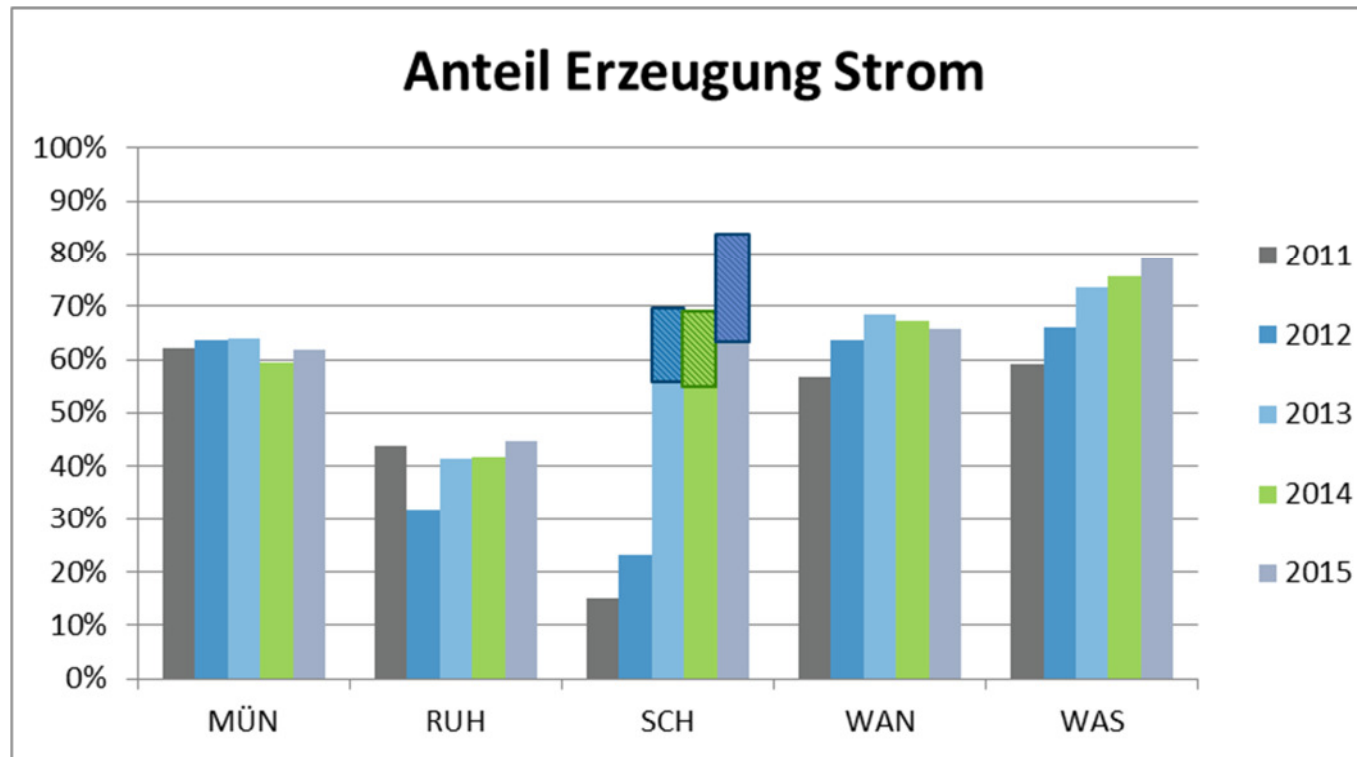
→ Klärwerke sind entscheidende Stromverbraucher!



→ Stromerzeugung ist neben dem Bezug ein entscheidender Parameter!

# Elektrische Energie

## Stromerzeugung der Klärwerke

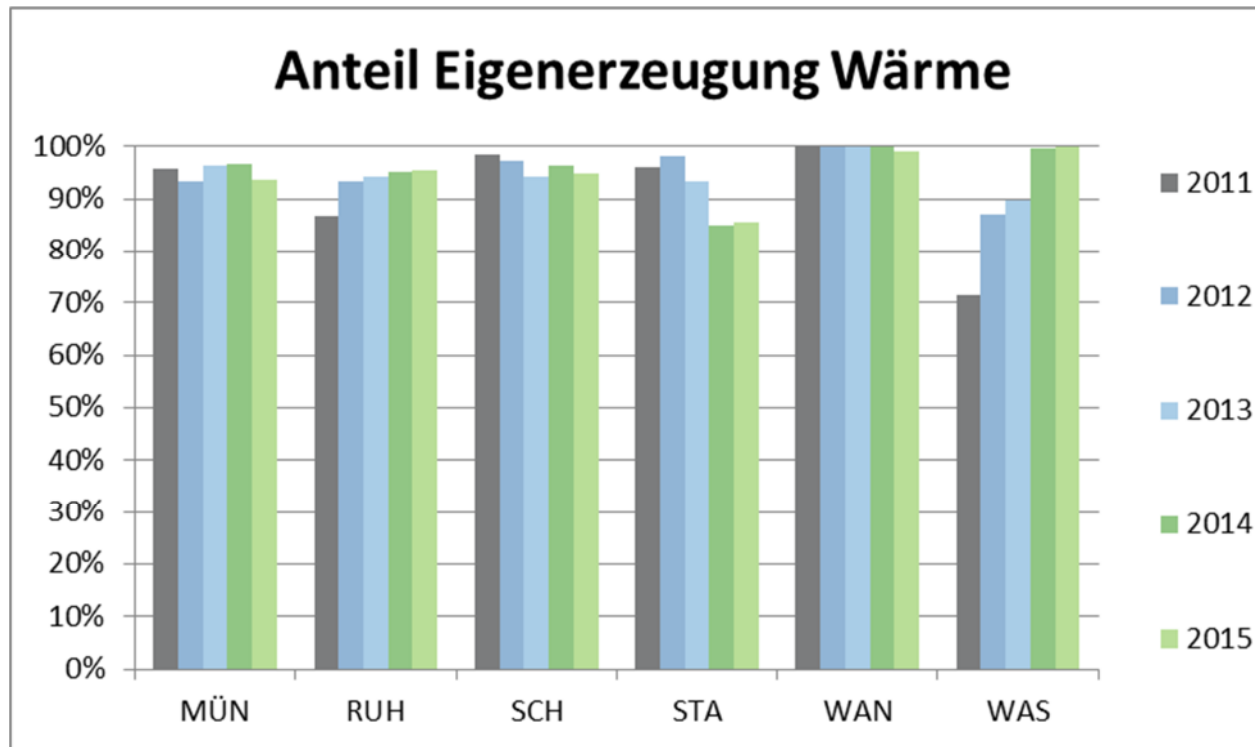


→ Steigende Stromerzeugung durch

→ Optimierung von Gasausbeute und Wirkungsgraden!

# Thermische Energie

## Eigenwärmeerzeugung der Klärwerke



→ Externer Wärmebedarf ist gering!



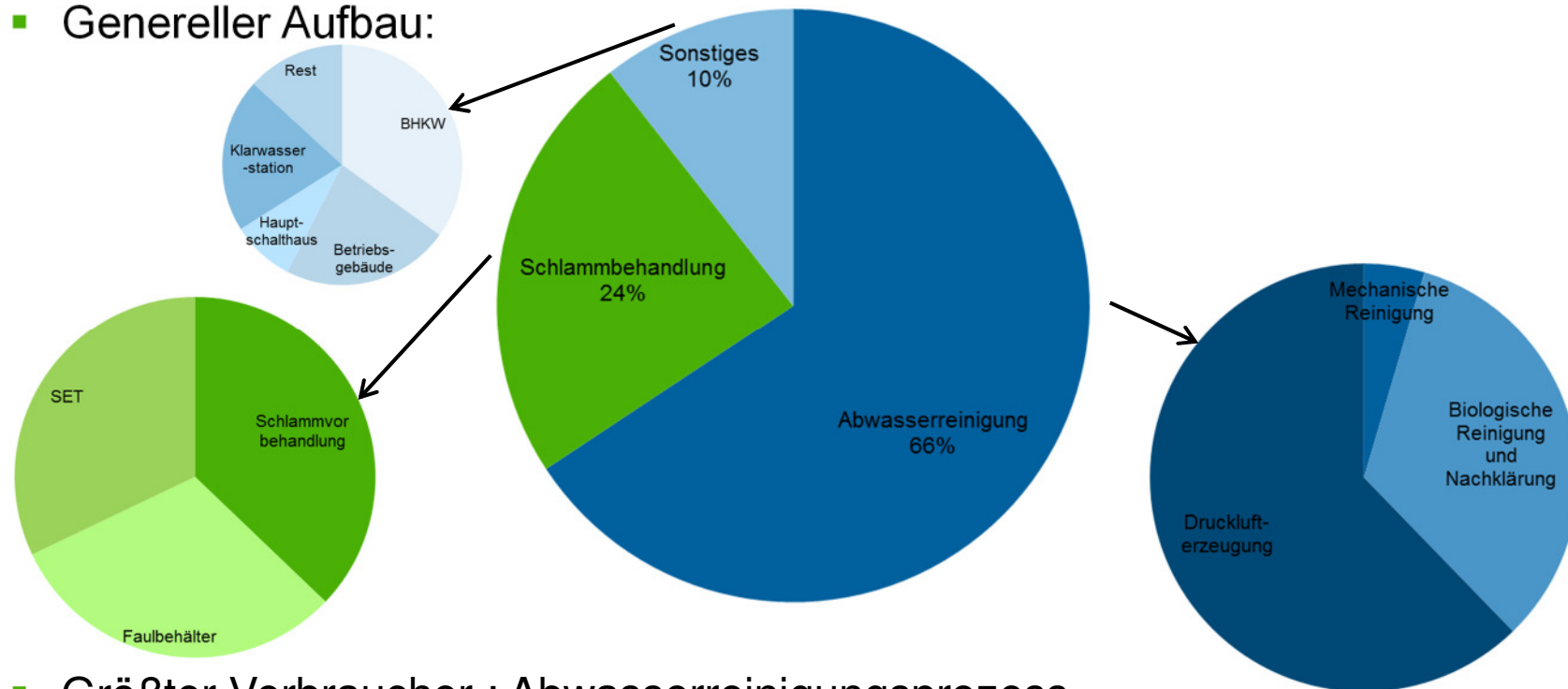
# Energieeffizienz

Optimierung des Energieverbrauchs in der Abwasserentsorgung

# Energieeffizienz

## Energieverbrauch der Verfahrensschritte im KW

- Genereller Aufbau:



- Größter Verbraucher : Abwasserreinigungsprozess
- Größter Verbraucher Abwasserreinigungsprozess: Druckluftherzeugung für die Belebung



# Energieeffizienz

## Systematische Erfassung von Aggregaten



- Energiedatenerfassungssystematik: Erfassen von größeren Einzelaggregaten (Monitoring, Vergleich, Optimierung)

# Arbeitsgruppe Optimierte Belüftung

## Bewertung Effizienz



- 2013 - 2015: Optimierungsmaßnahme KW Waßmannsdorf - Bivalente Zone
  - Reduktion der Stickstofffracht im Ablauf
  - Reduzierte und kontrollierte Belüftung spart Energie
- 2015-2016: Übertragen der Erfahrungswerte auf KW Münchehofe

# Energieeffizienz

## Schlammwässerung

### Erneuerung der Zentrifugen im KW Ruhleben

- 3-Straßen-Betrieb der Verbrennung mit je 2 Zentrifugen
- Erneuerung der Zentrifugen
  - 2011/2012: Probetrieb von 3 Zentrifugen (3 Hersteller)
  - 2012: Auswertung
  - 2012/2013 Installation von 6 neuen Zentrifugen



- **Steigerung TR um ca. 3% ( $\approx 26$  auf  $29$  % TR)**
- **Reduktion spez. Stromverbr. um 50 % ( $\approx 1 \text{ kWh/m}^3_{\text{Schl.}}$ )**
- **Reduktion des Heizölbedarfs:**  
**5,7 Mio. L (2010)  $\rightarrow$  1,3 Mio. L (2015)  $\triangleq$  - 77 %**



## Energieeffizienz

### Erneuerung der Bodenschlammräumer im KW Sch

- Umbau Nachklärung
    - Vorher: Bodenräumer (Zickert)
    - Einsatz von Kunststoffkettenräumer
  - Fertigstellung IV. Quartal 2014
  - Umbau von 24 rechteckigen Nachklärbecken
- 
- Alte Räumerei: ca. 645 MWh/a
  - Neue Räumerei: ca. 50 MWh/a
  - **Einsparung 595 MWh/a**










# Energieerzeugung

Überwachung und Optimierung der Eigenenergieerzeugung in der Abwasserentsorgung

# Stromerzeugung Klärwerke



-  BHKW
-  Wind
-  Mikrogasturbine
-  Turbo-Generator
-  Co-Substrate

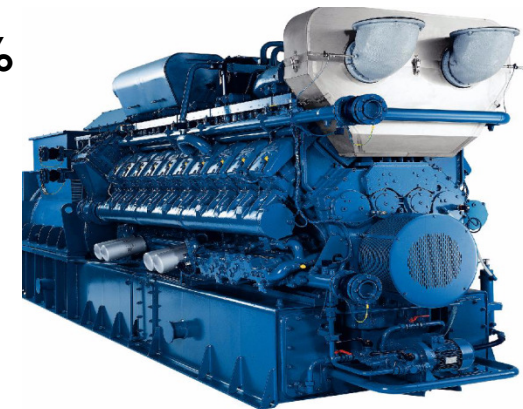
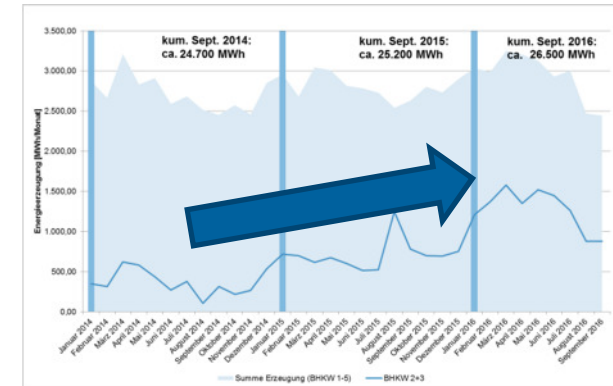
aus Faulgas, Dampf  
und Wind wurden 2015  
93 GWh Strom erzeugt

# Maßnahmen zur Steigerung der Eigenenergieerzeugung BHKW-Optimierung



## Optimierung der Faulgasnutzung im Klärwerk Waßmannsdorf

- 2012: Erneuerung von 3 Modulen
  - 2015: geplante Erneuerung von 1 BHKW und Zubau eines 5. Moduls
- 
- **Erhöhung des el. Wirkungsgrades von 37 auf 41 %**
  - **Leistung pro BHKW neu: 1.200 kW elektrisch**
  - **2013: Steigerung der Stromproduktion um etwa 2,2 GWh im Vergleich zu 2012**
  - **2016: Weitere Steigerung - Ergebnis Ende des Jahres**



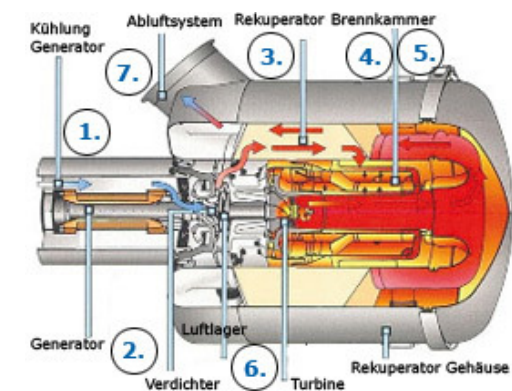
# Maßnahmen zur Steigerung der Eigenenergieerzeugung Einsatz einer Mikrogasturbine

## Optimierung der Faulgasnutzung im Klärwerk Schönerlinde

- Weitere Steigerung FG-Ausbeute nach Zubau einer Mikrogasturbine 12/2011
- nach positiver Erfahrung: Planung einer zweiten Mikrogasturbine (33% el. Wirkungsgrad)



- **2011: Inbetriebnahme 200 kW-Mikrogasturbine**
- **Energiegewinnung: ca. 1,3 GWh/a**
- **3/2015: Inbetriebnahme der 2. Mikrogasturbine**





# Maßnahmen zur Steigerung der Eigenenergieerzeugung 6 Megawatt Windkraft

*bei nachgewiesener  
Wirtschaftlichkeit*



- Drei Windräder mit je 2 Megawatt am Klärwerk Schönerlinde
  - 3-jähriger Planungs- und Genehmigungsprozess
  - Inbetriebnahme im Dezember 2012
  - Gesamtkosten 11,2 Mio. € bei nachgewiesener Wirtschaftlichkeit
- **6.700 t CO<sub>2</sub> werden jährlich vermieden**
- **Machbarkeitsstudien für die Errichtung weiterer Windenergieanlagen**

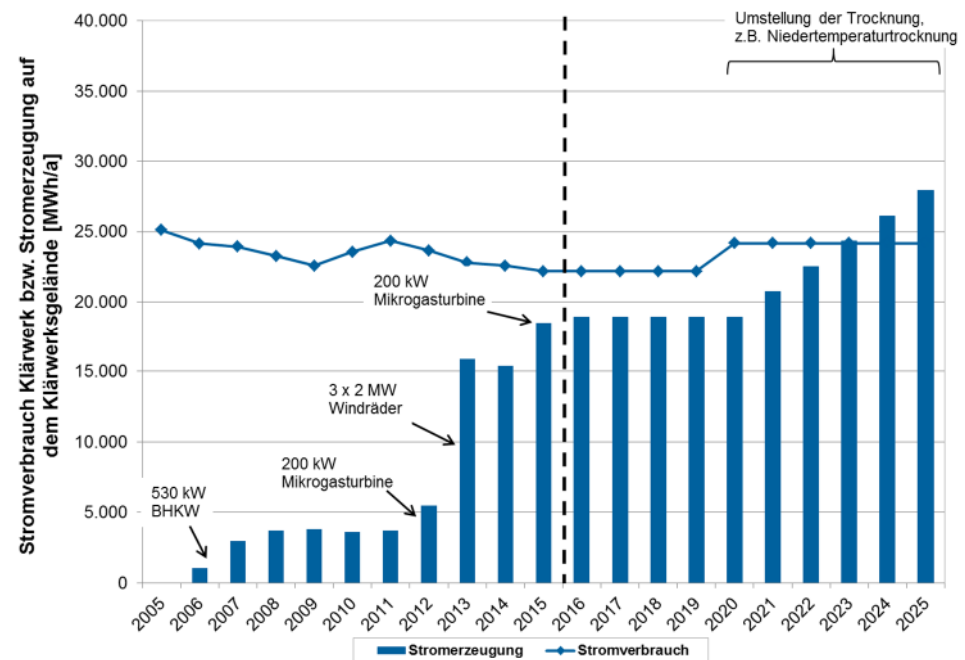
# Steigerung der eigenen Strom- und Gaserzeugung



Standort KW Schönerlinde - Zubau einer 2. Mikrogasturbine

- 56 % des Strombedarfs und 96 % des Wärmebedarfs aller Klärwerke werden heute aus dem erneuerbaren Energieträger **Klärschlamm** bzw. Klärgas erzeugt
- Beispiel: **Eigenerzeugung des Klärwerks Schönerlinde** wird sukzessive ausgebaut (BHKWs, Mikrogasturbinen, Windräder).

**Bereits heute versorgt sich das Klärwerk Schönerlinde zu etwa 90 % bilanziell selbst mit der benötigten Energie (Strom + Wärme).**





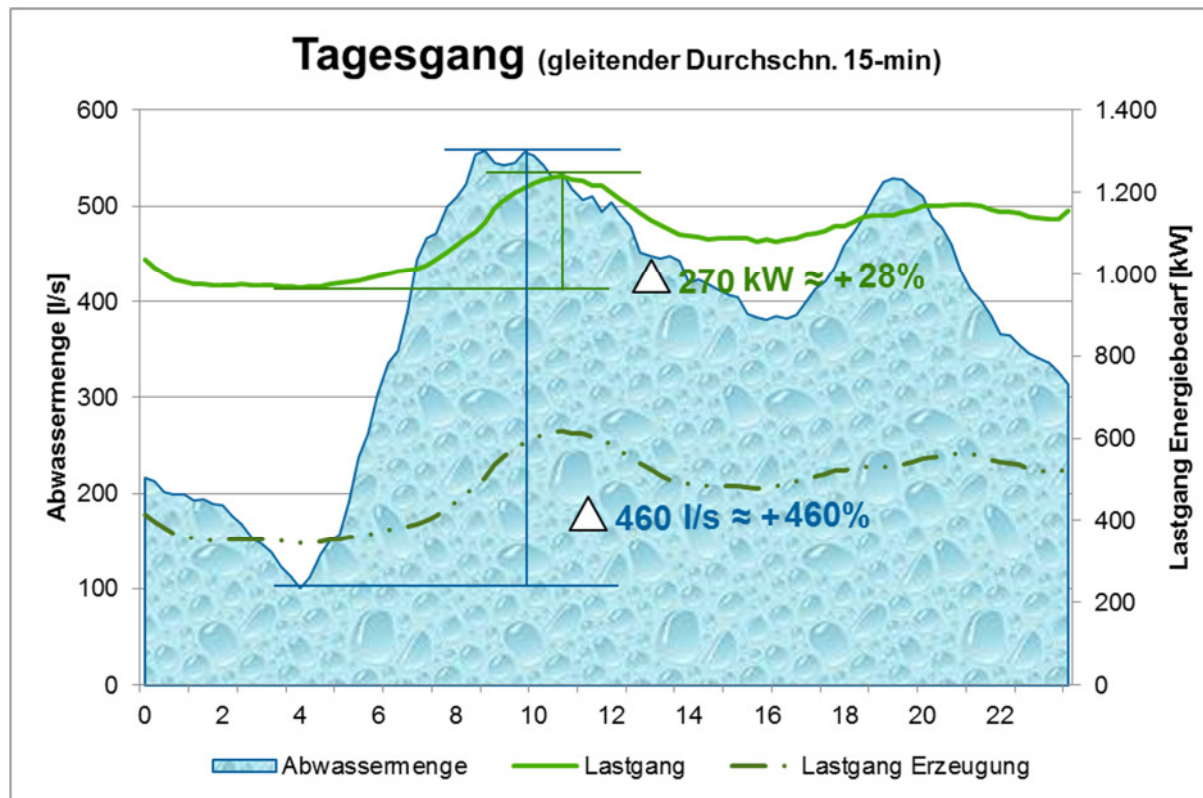
# Verschiebung von Lasten

Versuche zum Anpassen von Verbrauchs- und Bezugslasten

# Energiebedarf - KW Münchehofe

## Abwassermenge vs. Stromverbrauch

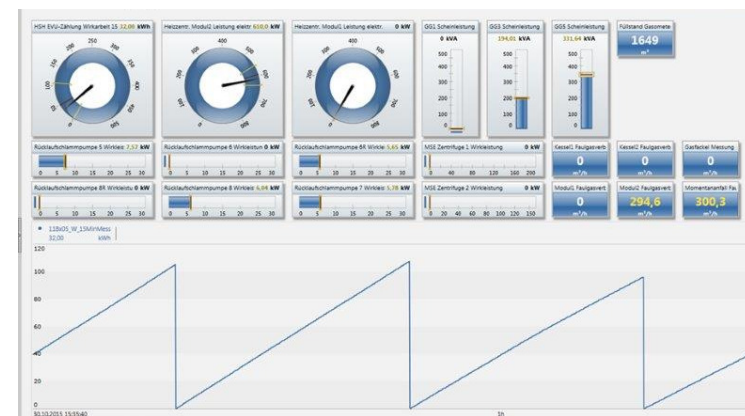
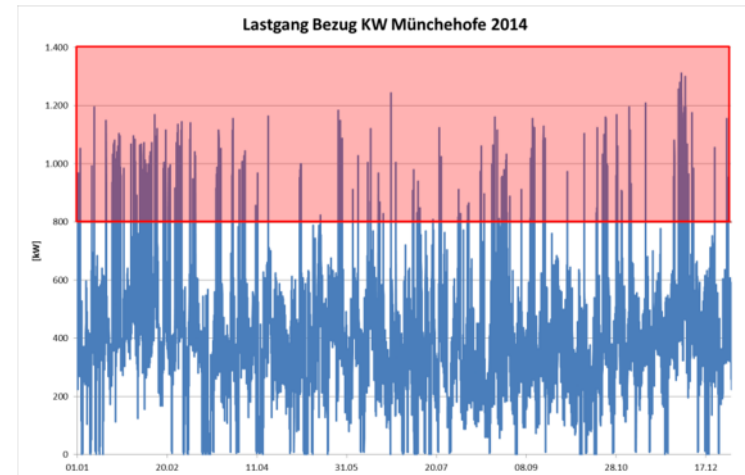
- Bei 4-facher Abwassermenge [l/s] im Zulauf des Klärwerks erhöht sich der Strombedarf um ca.  $\frac{1}{4}$ .



# Verschiebung von Lasten

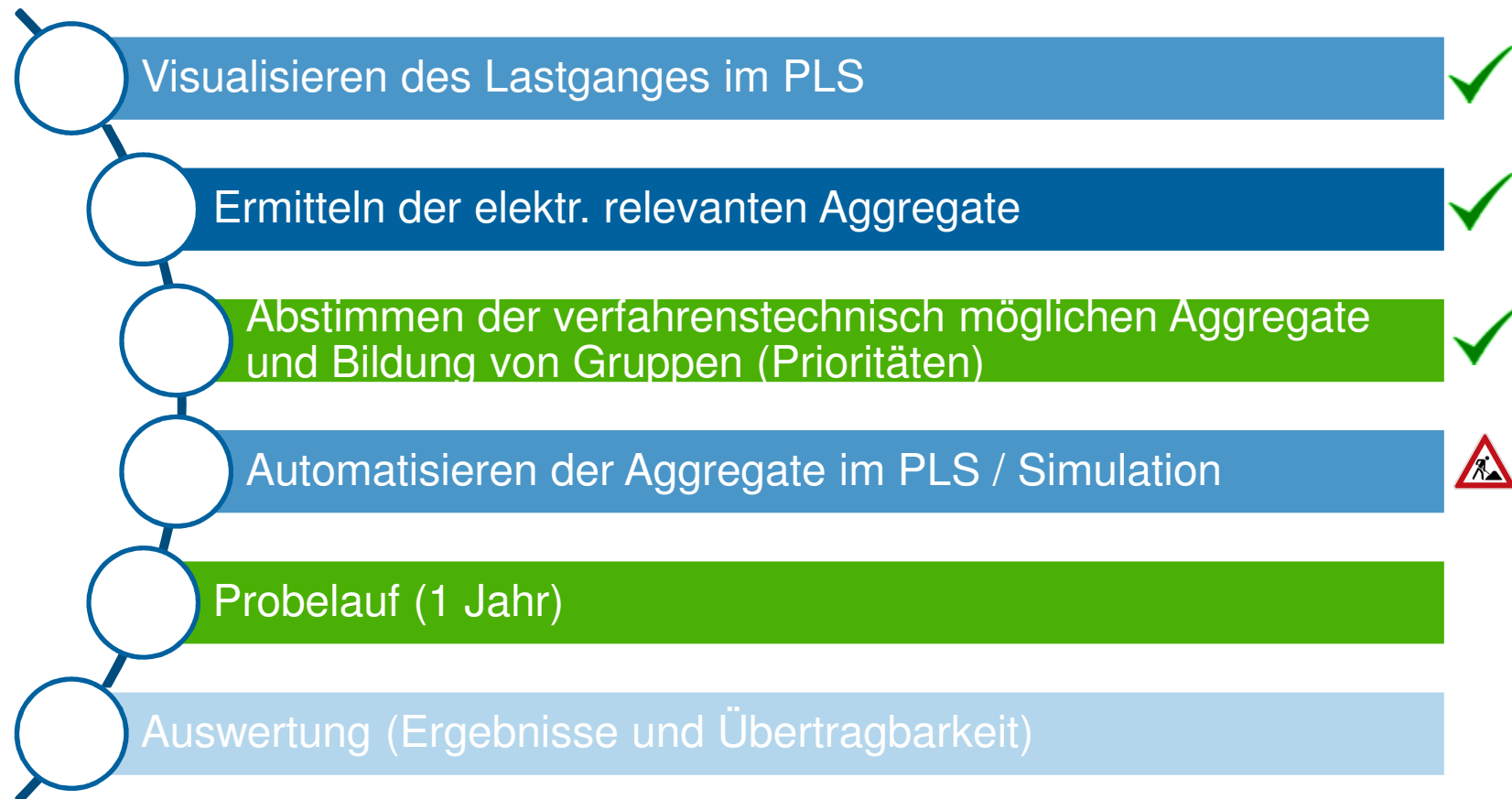
## Versuche zum Lastmanagement im KW Münchehofe

- Lastmanagement = Maßnahmen zur Anpassung und Optimierung des elektrischen Leistungsbezuges
- Methode: Flexibilisieren des Erzeuger und Verbraucher
- Ziel: Vergleichmäßigung des Lastganges
  - Vermeiden von Lastspitzen im Bezug
  - Reduzieren des Leistungspreises
  - Entlasten des Verteilnetzes
  - Erleichterung der Prognosen zur Netzauslastung (Erzeugung ↔ Nachfrage)
  - **Optimierung von Kosten, Verbrauch und Netzbelastung**



## Verschiebung von Lasten

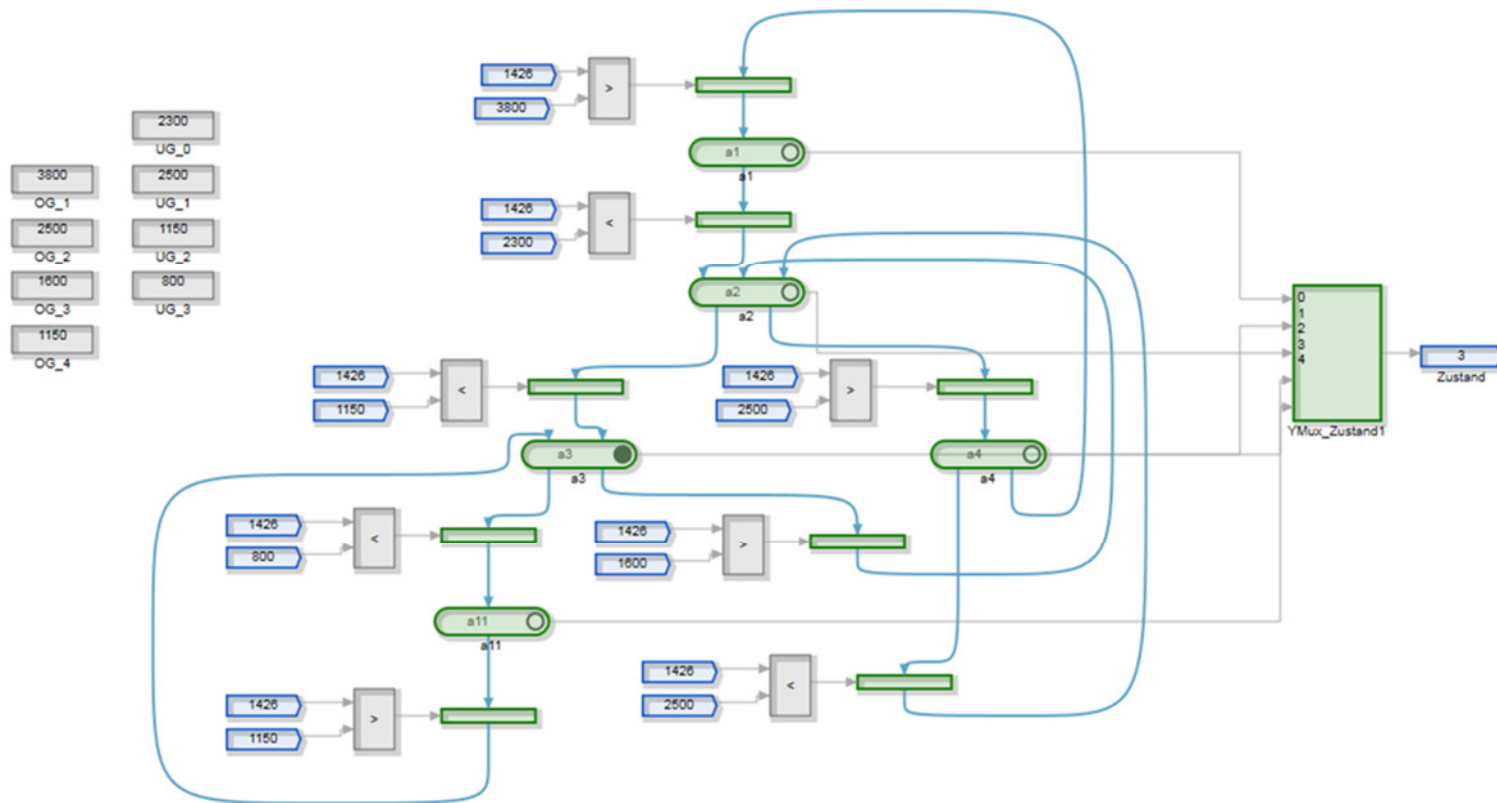
### Anpassen des Verbrauches und der Erzeugung



# Verschiebung von Lasten

## Simulation der Faulgasverwertung

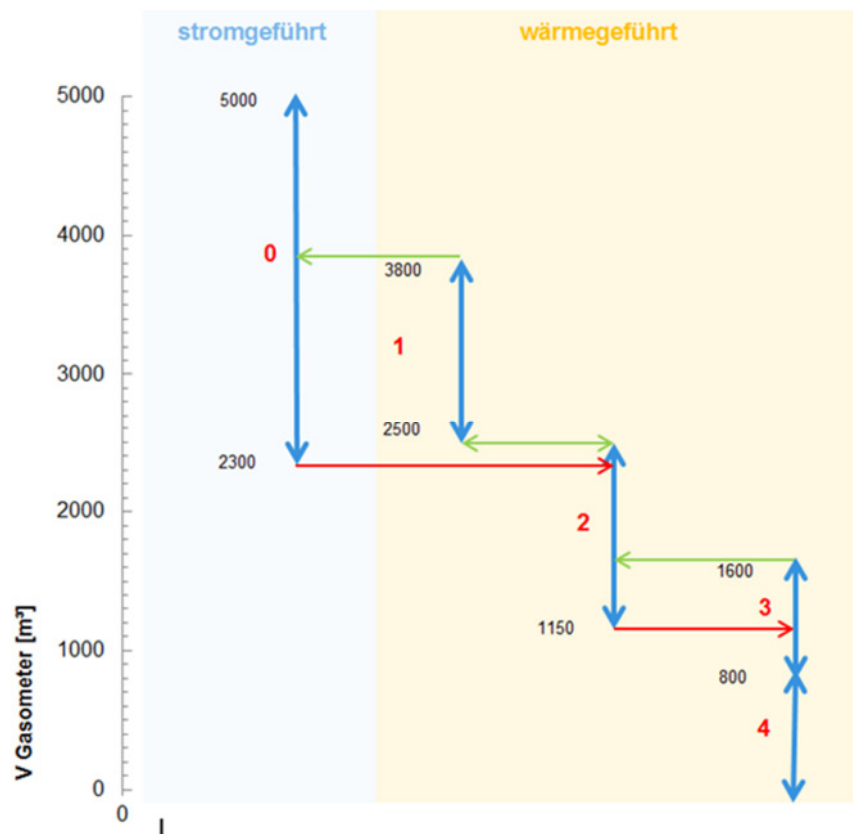
Abbilden der BHKW-Steuerung in einer Simulation mittels Petrinetz in Simba #



# Verschiebung von Lasten

## Simulation der Faulgasverwertung

Abbilden der realen Steuerung und Optimieren der Schaltpunkte

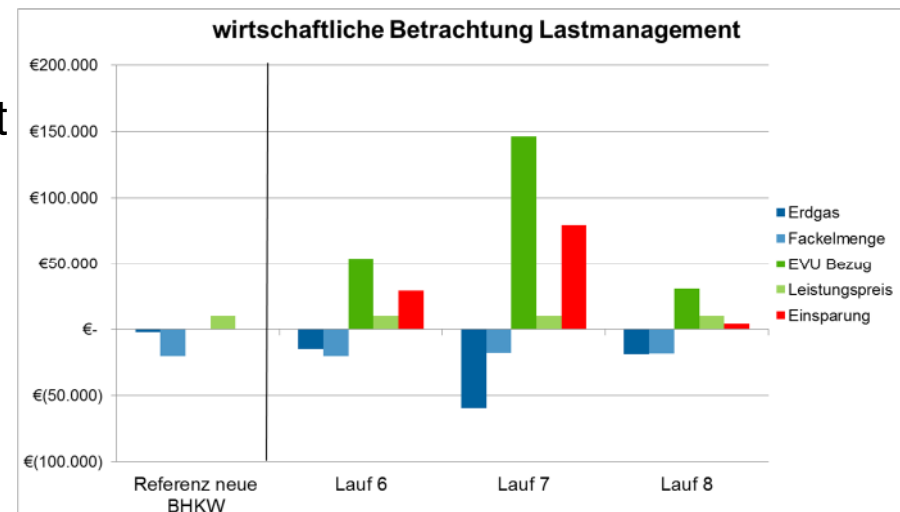




## Verschieben von Lasten

### Bewertung der Wirtschaftlichkeit

- Vorarbeit entscheidend!
  - Energieanalyse lag bereits vor
  - günstiger Automatisierungsgrad
  - gute energetische Erfassung der einzelnen Aggregate
- Sinnvolle Anpassungen der Steuerung für das Lastmanagement wurden gefunden.
- Wirtschaftlich ist eine Steuerung mit einer hohen Eigenstromerzeugung sinnvoller.



# Verschiebung von Lasten

## Speicherung

- Regelenergie durch Speichern von Energie

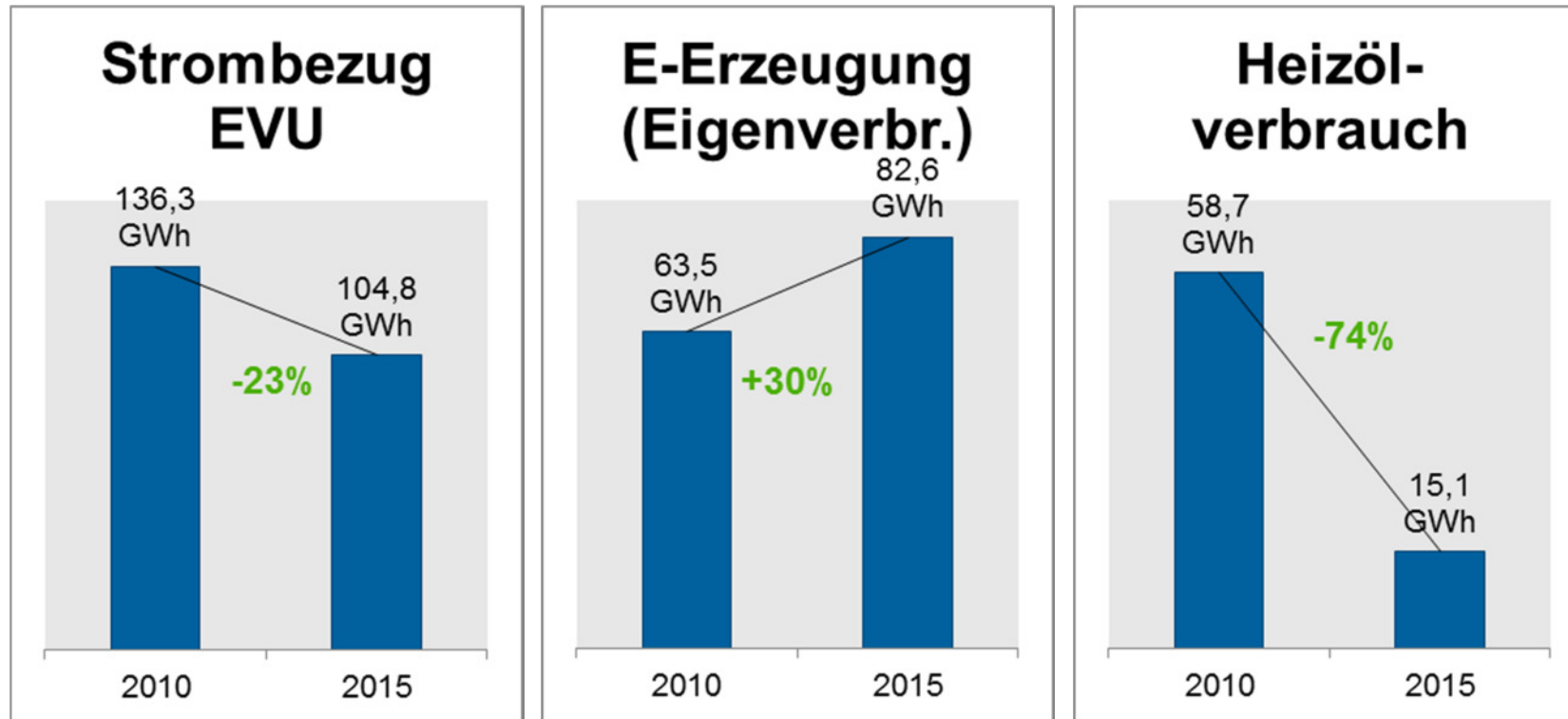
Speichermöglichkeiten:

- Gasspeicher (gasförmig / flüssig)
- Stromspeicher
  - Betrachtung eines Stromspeichers für das KW Sch  
→ Einsatz allein für erhöhte Eigenenergienutzung unwirtschaftlich
  - Betrachtung eines Stromspeichers für versch. Klärwerksstandorte  
→ Kombination des Speichers für Lastmanagement +  
Eigenenergieerhöhung (Relevanz Börse?) → im Rahmen eines  
Förderprojektes zu untersuchen
- Umwandeln von Faulgas in Biomethan (>95 % CH<sub>4</sub>)
  - Wirtschaftlichkeit in Schönerlinde für Teilstrom nach Schließung Trocknung  
denkbar- weiter zu untersuchen

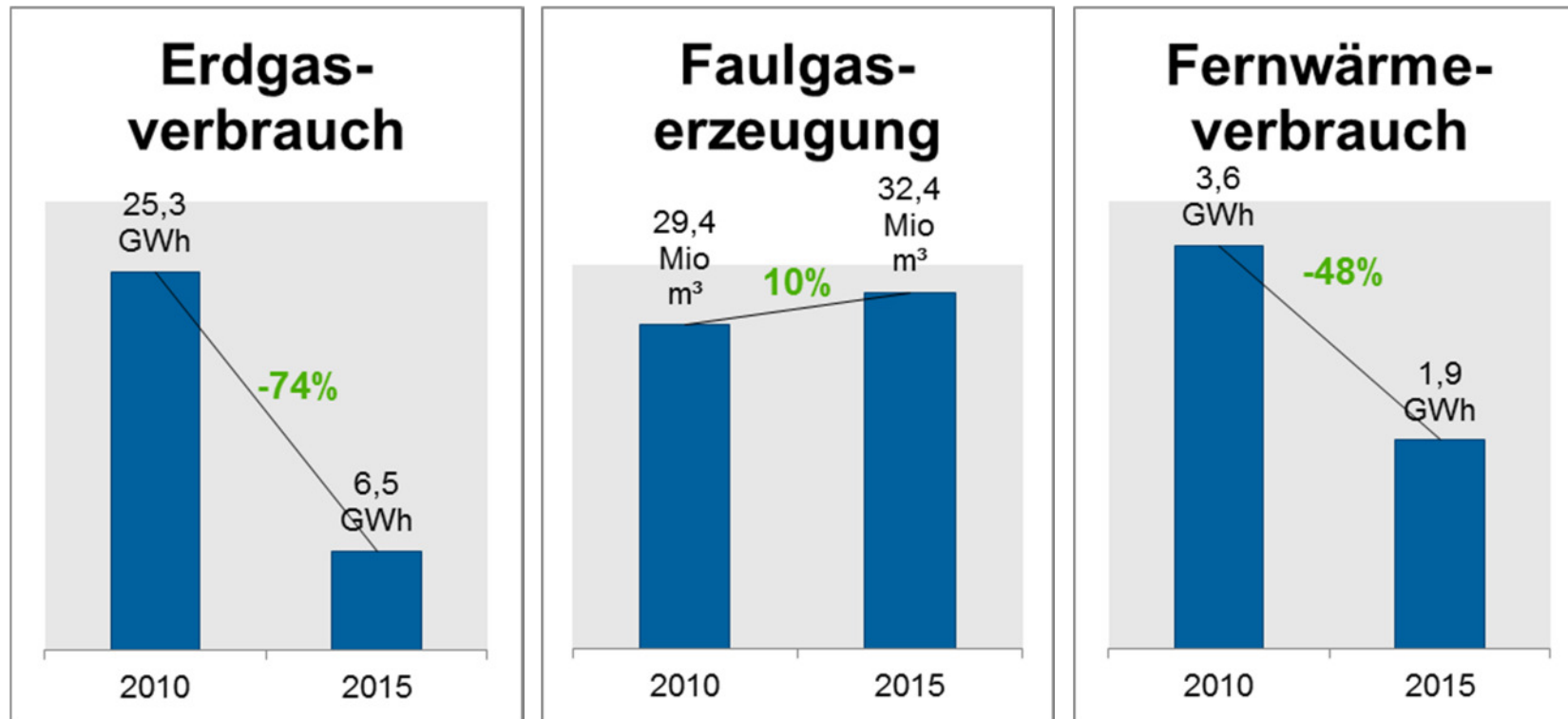


## Ergebnisse der Nachhaltigkeitspolitik

## Entwicklung der Energieströme bei AE



## Entwicklung der Energieströme bei AE





**Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!**

Haben Sie noch Fragen?