

# Kläranlage Reichenbach an der Fils



## Energieeffizienzanalyse 2016

Dr.-Ing. T. Morck, M. Sc. J. Parniske, Dipl.-Ing. (FH) M. Bitsch

14.11.2016

# Aufgabenstellung

- Aufnahme des Bestandes
  - Bestandsaufnahme
  - Auswertung der Belastung (Hydraulik und Fracht) und der Ablaufwerte
  - Nachbemessung der Kläranlage  
(Lastfälle: IST, PLAN, optimiert)
- Berechnung der Energiebilanz und Ermittlung von Kennwerten
  - Berechnung des Energieverbrauchs
  - Ermittlung auf Basis von Kurzzeitmessungen durch Weber-Ingenieure und auf Basis der dokumentierten Betriebsstunden
- Erarbeitung von zeitlich abgestuften Optimierungsmaßnahmen
- Zusammenfassung und Empfehlungen

## Basisdaten

- Ausbaugröße: 31.000 Einwohnerwerte
- reale Belastung: im Mittel rund 19.000 EW<sub>CSB</sub>
- angeschlossene Einwohner: rund 17.000 E

2012 - 2014	Kohlenstoff CSB	Stickstoff TN <sub>b</sub>	Phosphor P <sub>ges</sub>
Mittelwerte			
2012	20.517	20.107	17.566
2013	18.263	21.409	16.824
2014	17.393	21.196	16.392
2012 - 2014	18.780	20.889	16.947
85 %-Werte			
2012	26.993	23.518	21.582
2013	21.785	26.116	19.162
2014	21.409	25.143	19.051
2012 - 2014	23.835	25.155	20.952

# Nachbemessung der biologischen Stufe

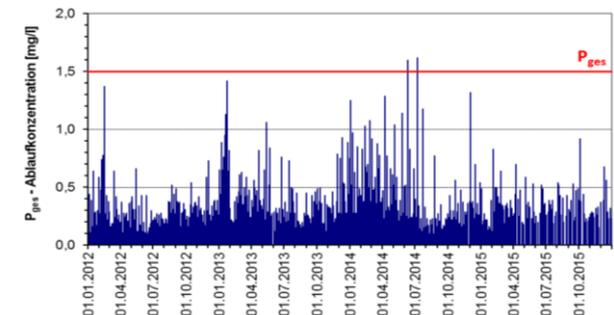
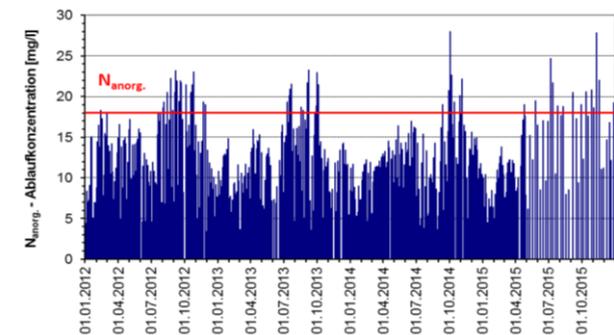
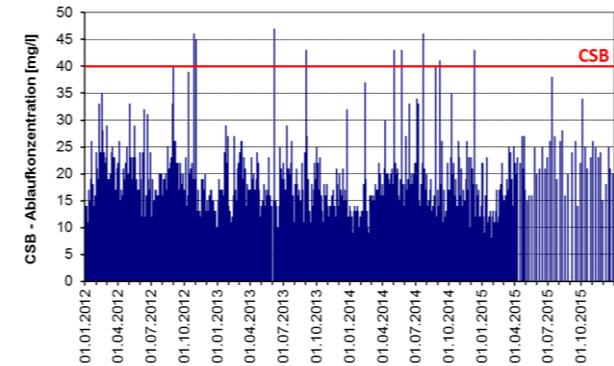
## ■ Rechnerischer Nachweis

IST-Belastung ( $23.800 \text{ EW}_{\text{CSB}}$ )

- $\text{TS}_{\text{BB}}$  nach A 131:  
 $V_{\text{BB}}$  **nicht ausreichend**  
Gebläseleistung **ausreichend, keine Redundanz**
- $V_{\text{DN}}$  nicht ausreichend
- Nachklärung: hoher ISV, Beckenvolumen noch ausreichend

## ■ Fazit: Handlungsbedarf

- Vorklärung (Aufenthaltszeit)
- Belebungsbeckenvolumen
- Schlammindex
- Rezirkulation
- Rücklaufschlammführung (Rücklaufverhältnis)



# Basisdaten - Energie

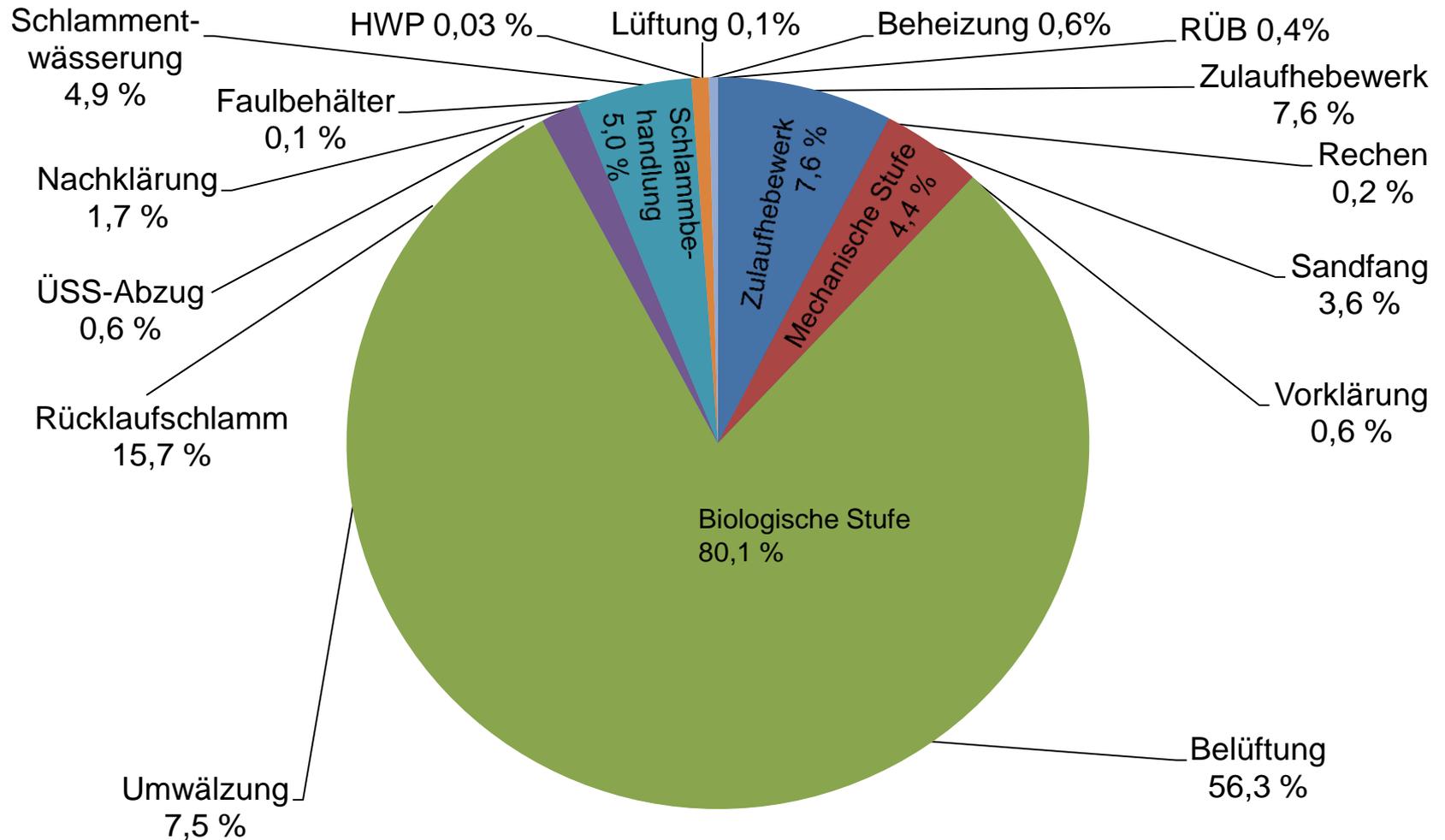
Betriebsdaten - Energie	Einheit	2012	2013	2014
Stromverbrauch gesamt *	kWh/a	406.566	410.744	410.002
Spezifischer Energieverbrauch ( $e_{ges}$ )	kWh/(E·a)	19,8	22,5	23,6
Spezifischer Stromverbrauch der Belüftung ( $e_{Bel}$ )	kWh/(E·a)	11,1	11,5	13,3

\* vom EVU abgerechnete Stromverbräuche

Übliche Werte:

- Gesamtverbrauch: 34,0 kWh/(E·a)
- Verbrauch der Belüftung: 17,0 kWh/(E·a)

# Stromverbrauch – Verteilung



# Energieanalyse - Zulauf

- **Regenwasserbehandlung** (Räumer, Entleerungspumpen)

- aus energetischer Sicht **kein** Handlungsbedarf gegeben



- **Zulaufhebewerk**

- aktuell: **31.300 kWh/a** bzw. **1,66 kWh/(E·a)**  
(oberhalb des anlagenspezifischen Idealwertes)
- energetische **Handlungsbedarf** erkennbar
- energieeffiziente Antriebe derzeit nicht wirtschaftlich  
→ Austausch bei Motordefekt



# Energieanalyse - Mechanische Stufe

- **Rechenanlage**
  - aus energetischer Sicht **kein** Handlungsbedarf gegeben
- **Belüfteter Sand- und Fettfang**
  - aktuell: **14.600 kWh/a** bzw. **0,78 kWh/(E·a)**  
(oberhalb des anlagenspezifischen Idealwertes)
  - energetische **Handlungsbedarf** erkennbar
  - Austausch Sandfanggebläse gegen optimal ausgelegtes Gebläse (Amortisationszeit < 3 Jahre)
- **Vorklärung**
  - aus energetischer Sicht **kein** Handlungsbedarf gegeben
  - **Verfahrenstechnisch**: Verkleinerung des VKB-Volumens



# Energieanalyse - Biologische Stufe (I)

## ■ Gebläse

- aktuell: **230.700 kWh/a** bzw. **12,3 kWh/(E·a)**  
(oberhalb des Idealbereiches von ca. 215.000 kWh/(E·a))
- energetischer und verfahrenstechnischer **Handlungsbedarf**  
(neues Gebläse: Effizienz, Redundanz)



## ■ Belüfter

- Einbau 1999
- niedrige Beaufschlagung
- energetischer und verfahrenstechnischer **Handlungsbedarf** (Belüfterreinigung inkl. Aufbohren)



## ■ Verfahrenstechnische Optimierung

- variables Denitrifikationsvolumen durch Wechselzonen mit Rührwerken und Membranbelüftern
- Anpassung/Optimierung Belüftungsregelung

# Energieanalyse - Biologische Stufe (II)

## ■ Umwälzung

- aktuell: **30.900 kWh/a** bzw. **1,7 kWh/(E·a)**  
(oberhalb des Idealwertebereichs von ca. 20.000 kWh/a)
- **Leistungsdichten**  $W_R$  ( $W/m^3$ ) der Rührwerke in DN-Becken zu hoch
- energetischer **Handlungsbedarf** gegeben  
(Austausch Rührwerke)



## ■ Rücklaufschlamm

- aktuell: **64.300 kWh/a** bzw. **3,4 kWh/(E·a)**  
(oberhalb des Idealwertbereiches von rd. 37.000 kWh/a)
- energetischer und verfahrenstechnischer **Handlungsbedarf**  
(FU-Regelung, Erhöhung Rücklaufverhältnis)



## ■ Rezirkulation

- Nitratrückführung bisher nur über Rücklaufschlamm
- Interne Rezirkulation vorsehen

## Energieanalyse - Biologische Stufe (III)

- **Nachklärung** (Räumer, Schwimmschlammumpfen)
  - **kein** energetischer **Handlungsbedarf** gegeben
  
- **Phosphatfällung**
  - keine Erfassung der Betriebsstunden
  - geringes Einsparpotenzial
    - **kein** energetischer **Handlungsbedarf** gegeben



# Energieanalyse - Schlammbehandlung

- **Überschussschlammeindickung**
  - Überschussschlammabzug: 2.400 kWh/a bzw. 0,13 kWh/(E·a)  
(knapp oberhalb des Idealwertebereichs)
  - Stromeinsparpotenzial gering
- **Faulbehälter (unbeheizt)**
  - kein energetischer Handlungsbedarf
  - optional Umstellung auf anaerobe Stabilisierung
- **Schlamm entwässerung**
  - **Handlungsbedarf** aufgrund Alter/Zustand (Neukonzeption)



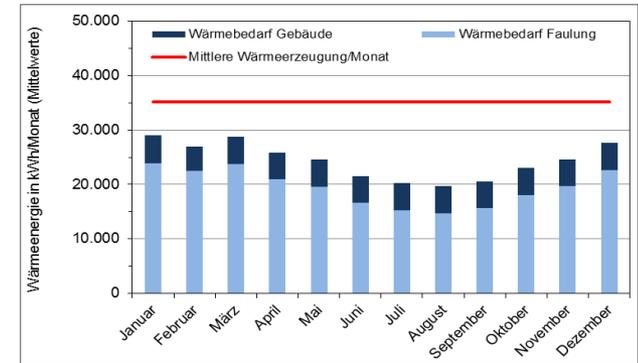
# Umstellung auf anaerobe Stabilisierung (I)

- Vorteile der anaeroben Stabilisierung:
  - Verminderung Schlammvolumen(ca. 35 %)
  - Faulgasverwertung
- Voraussetzung: maschinelle Überschussschlammeindickung
- Belebung: TKN-Rückbelastung durch Prozesswasser
- Varianten:
  - Ertüchtigung Bestandsbehälter (hoher Aufwand!)
  - Neubau Faulbehälter (konventionell oder Kombireaktor)

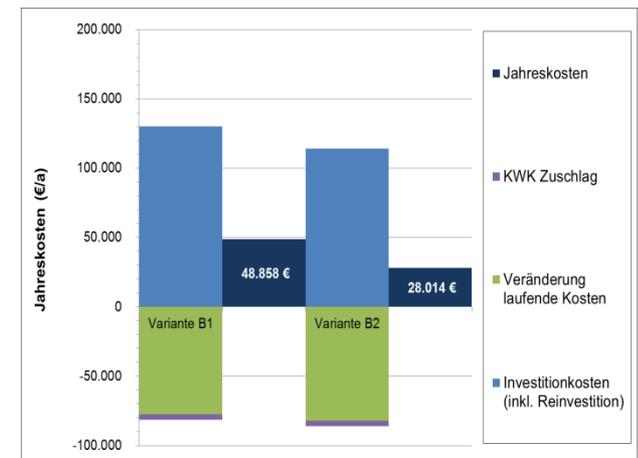


# Umstellung auf anaerobe Stabilisierung (II)

- Faulgasverwertung: BHKW
  - empfohlene Aggregatgröße: 50 kW<sub>el</sub>
  - Stromerzeugung: ca. 270.000 kWh/a
  - Wärmeerzeugung: ca. 420.000 kWh/a
    - ➔ rechnerisch ausreichend für ganzjährige Bedarfsdeckung

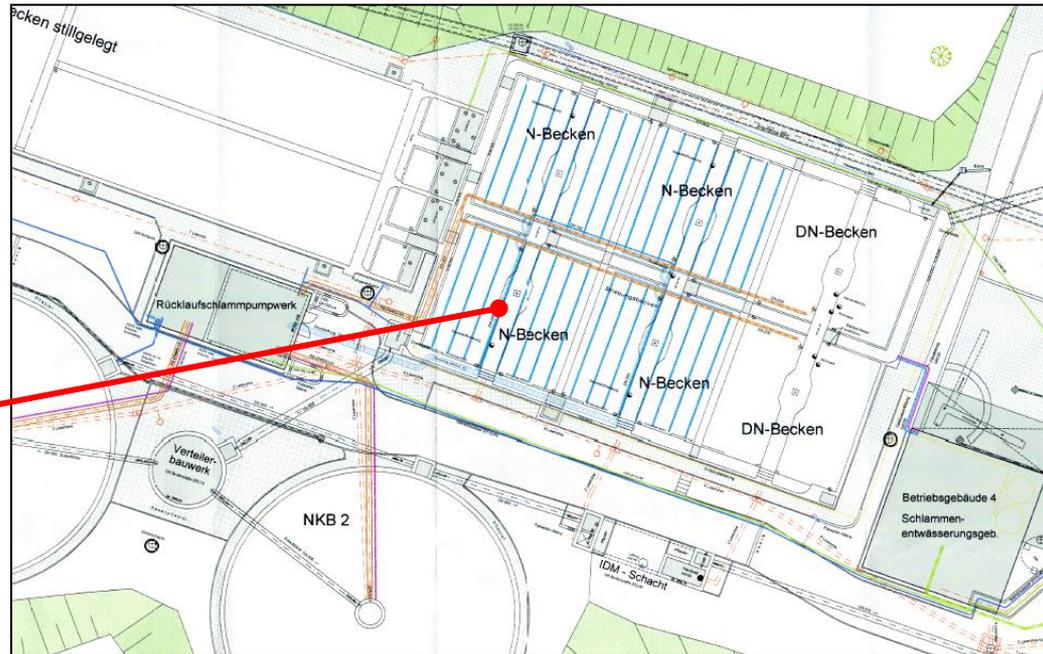


- Wirtschaftlichkeitsbetrachtung:
  - Zunahme der Jahreskosten
  - Umstellung derzeit nicht wirtschaftlich



# Optimierungskonzept - Sofortmaßnahmen (2016 / 2017)

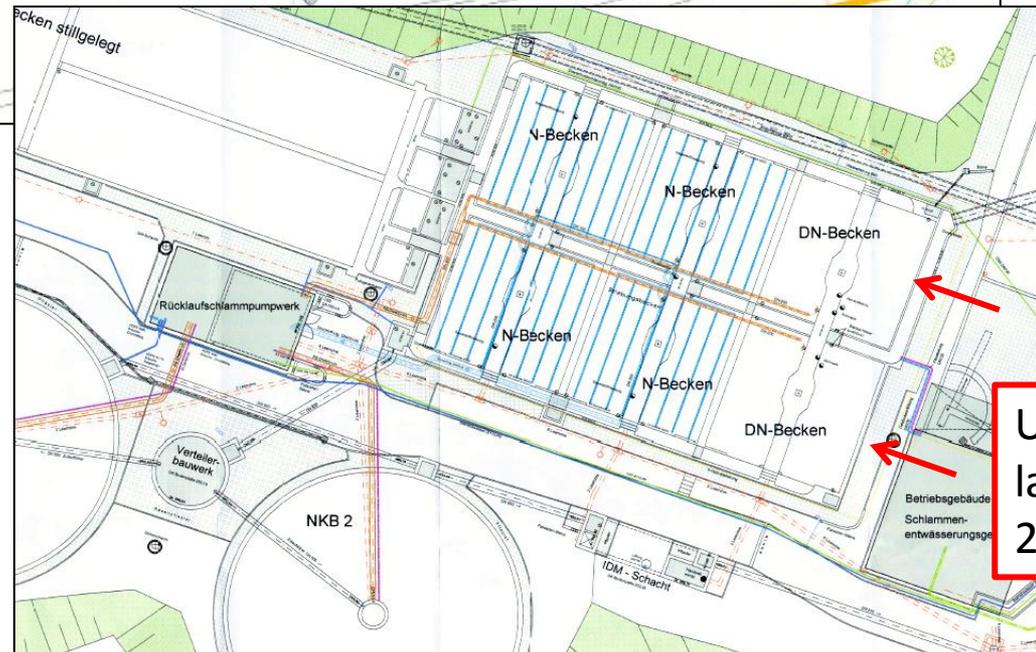
Reinigung  
Belüfterkerzen  
(inkl. Aufbohren)



# Optimierungskonzept - Kurzfristige Maßnahmen (2017 - 2018)

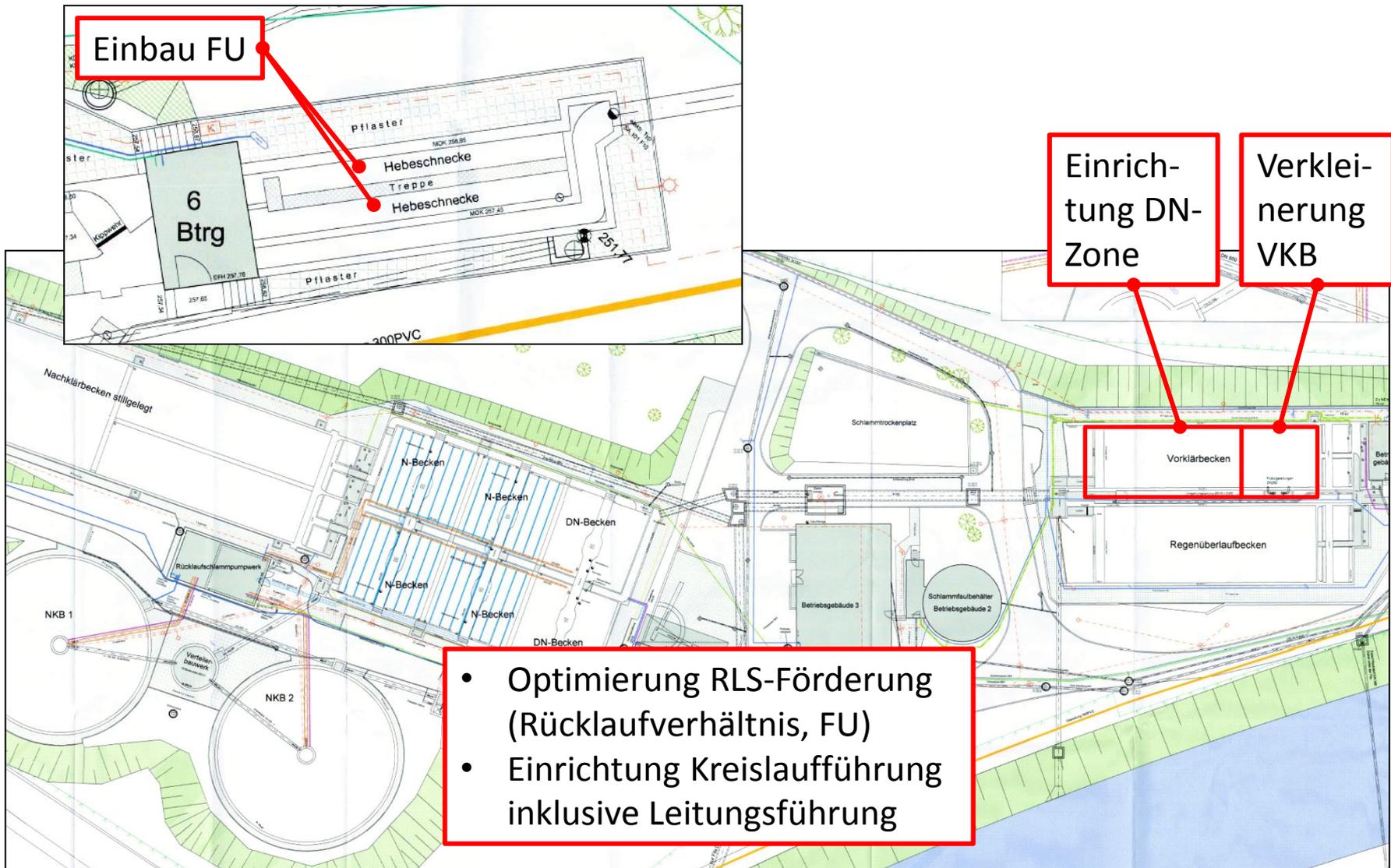


Austausch Sandfanggebläse

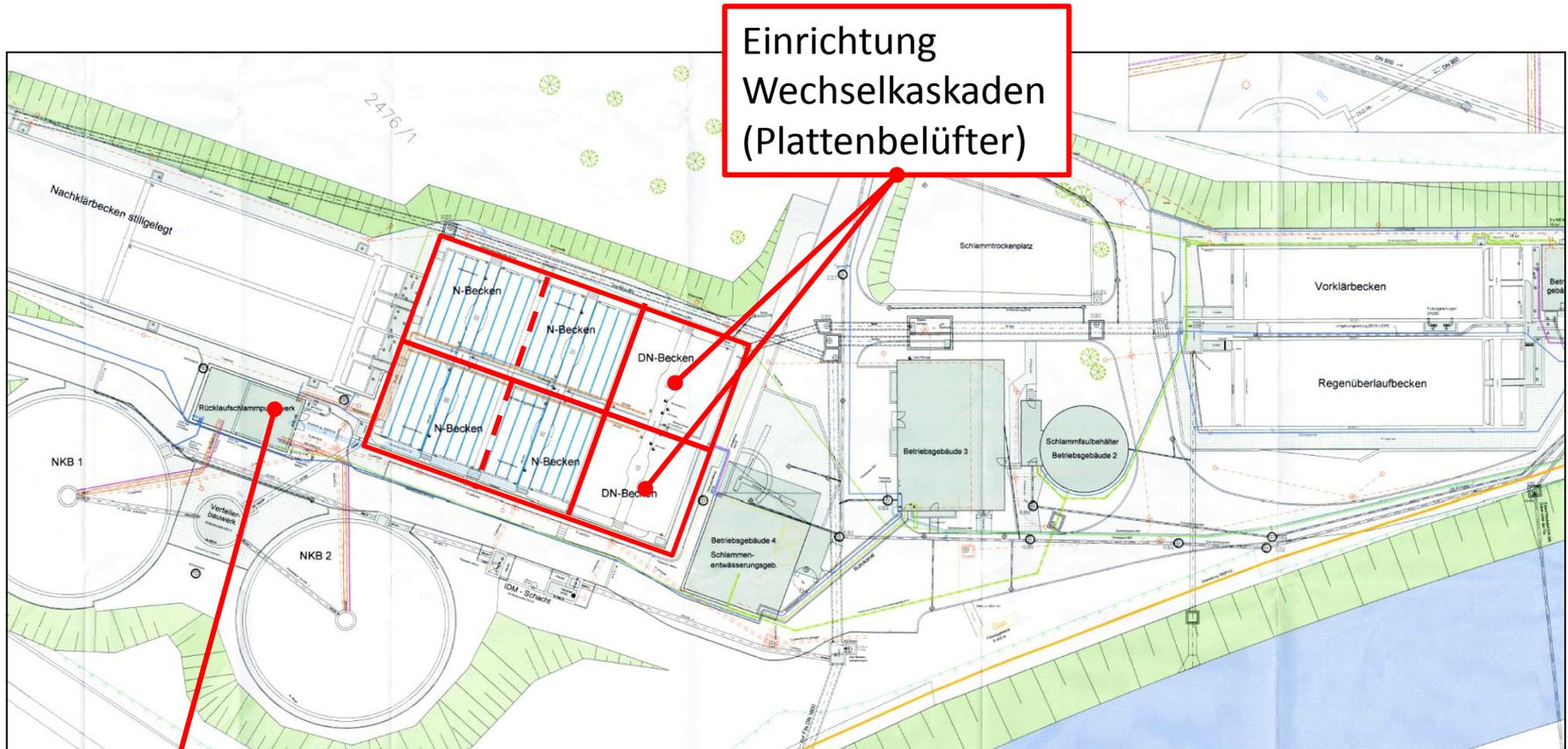


Umrüstung Zulaufbereich für 2-Straßigkeit

# Optimierungskonzept - Kurzfristige Maßnahmen (2017 - 2018)



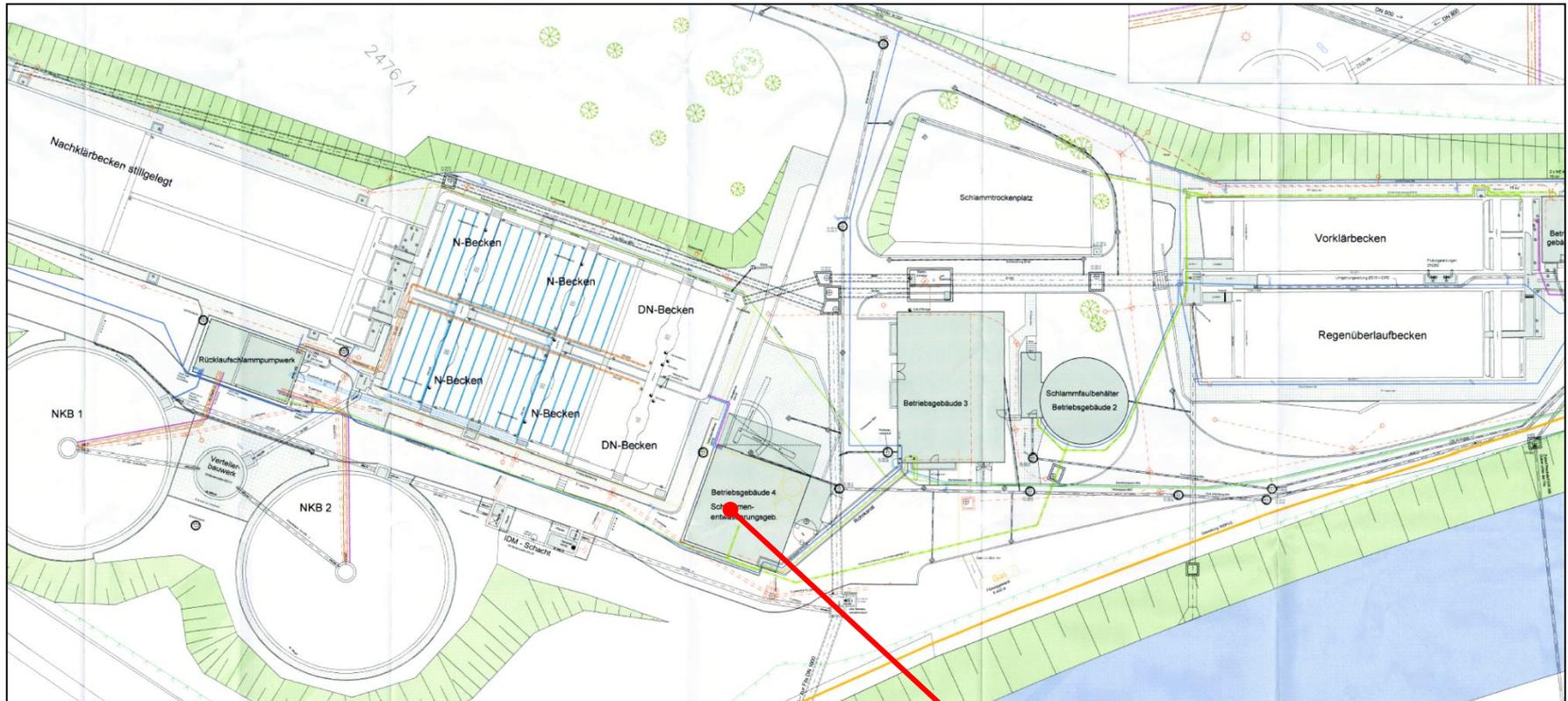
# Optimierungskonzept - Kurzfristige Maßnahmen (2017 - 2018)



Einrichtung Wechselkaskaden (Plattenbelüfter)

Einbau zusätzliches Gebläse

# Optimierungskonzept - Mittelfristige Maßnahmen (ab 2019)



Sanierung Schlamm-entwässerung

## Zusammenfassung der Einzelmaßnahmen

Maßnahme	Brutto- Investitionskosten (ohne NK)	Strom- einsparung
<b>Sofortmaßnahmen: (2016 / 2017)</b>	<b>130.000</b>	
Reinigung Belüfterkerzen (inkl. Aufbohren)	130.000	8.300
<b>Kurzfristige Maßnahmen: (2017 - 2018)</b>	<b>997.000</b>	
Austausch Sandfanggebläse	5.000	10.000
Herstellung Zweistraßigkeit	155.000	
FU-Betrieb Motoren Zulaufhebewerk	9.000	
Verkleinerung Vorklärbecken	155.000	
Rührwerke DN-Zone	20.000	
Optimierung Rücklaufschlammförderung	146.000	
Interne Kreislaufführung	268.000	
Umrüstung Faulung (Trübwasserabzug)	12.000	
Ganzheitliche Optimierung Biologie (Einrichtung Wechselkaskade, neues Gebläse, Messtechnik, EMSR)	227.000	
<b>Mittelfristige Maßnahmen: (ab 2019)</b>	<b>1.600.000</b>	
Sanierung Schlammmentwässerung	1.600.000	
<b>Summe (einschl. Nebenkosten, Rundung)</b>	<b>3.410.000</b>	

## Fazit und Empfehlungen

- Der Energieverbrauch der Kläranlage Reichenbach liegt mit **23,6 kWh/(E·a)** im Jahr 2014 unterhalb des Toleranzwertes von 32 kWh/(E·a), allerdings oberhalb des Zielwertes von 20 kWh/(E·a).
- **Einsparpotenziale** sind im Bereich Sandfang und Belebung möglich.
- Die Umsetzung der Sofort- und kurzfristigen Maßnahmen sollte möglichst zeitnah erfolgen, da diese bei eher geringem Aufwand einen hohen Nutzen versprechen. Zudem sind sie verfahrenstechnisch zwingend notwendig (Stabilisierung der **Reinigungsleistung**).
- Die Umstellung auf eine **anaerobe Stabilisierung** mit energetischer Faulgasverwertung ist mangels Wirtschaftlichkeit derzeit nicht zu empfehlen.
- Eine Komplettsanierung der **Schlammwässerung** ist dringend umzusetzen. Hierzu empfiehlt sich die Erarbeitung eines ganzheitlichen Konzeptes.

# Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

