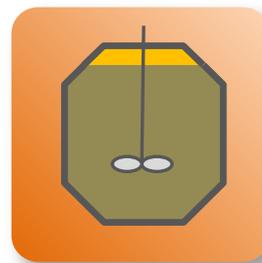
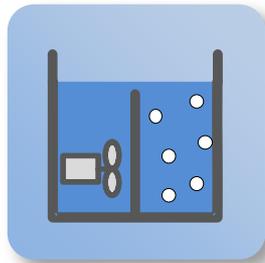


Aerob oder Anaerob Stabilisieren?



Ab wann lohnt sich eine Faulung?



- Motivation
- Aerobe versus anaerobe Stabilisierung
- Primär- versus Überschussschlamm
- Vermeidung der aeroben Stabilisierung
- Energiepotenzial im Abwasser
- Bilanzierung der Umstellung
- Konzeption zur Umstellung
- Resümee





1. Reduktion Strombezug

Senkung des Stromverbrauchs

Produktion von Strom

2. Reduktion KS-Aufkommen

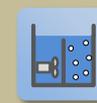
Steigerung des TS-Abbaus

3. Steigerung der Wirtschaftlichkeit der Schlammbehandlung

4. Steigerung der Nachhaltigkeit der Schlammbehandlung



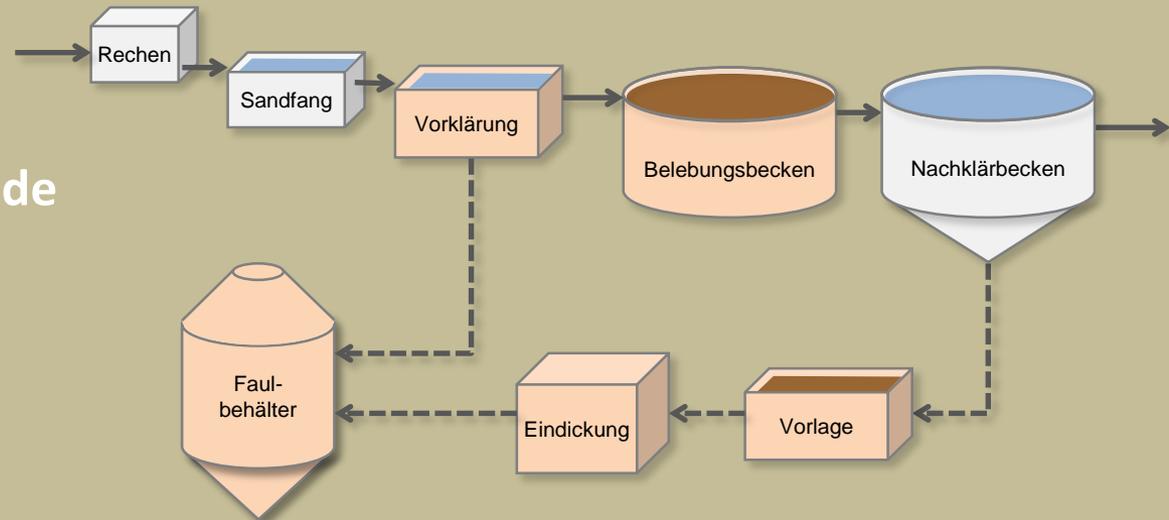
Aerobe versus Anaerobe Stabilisierung



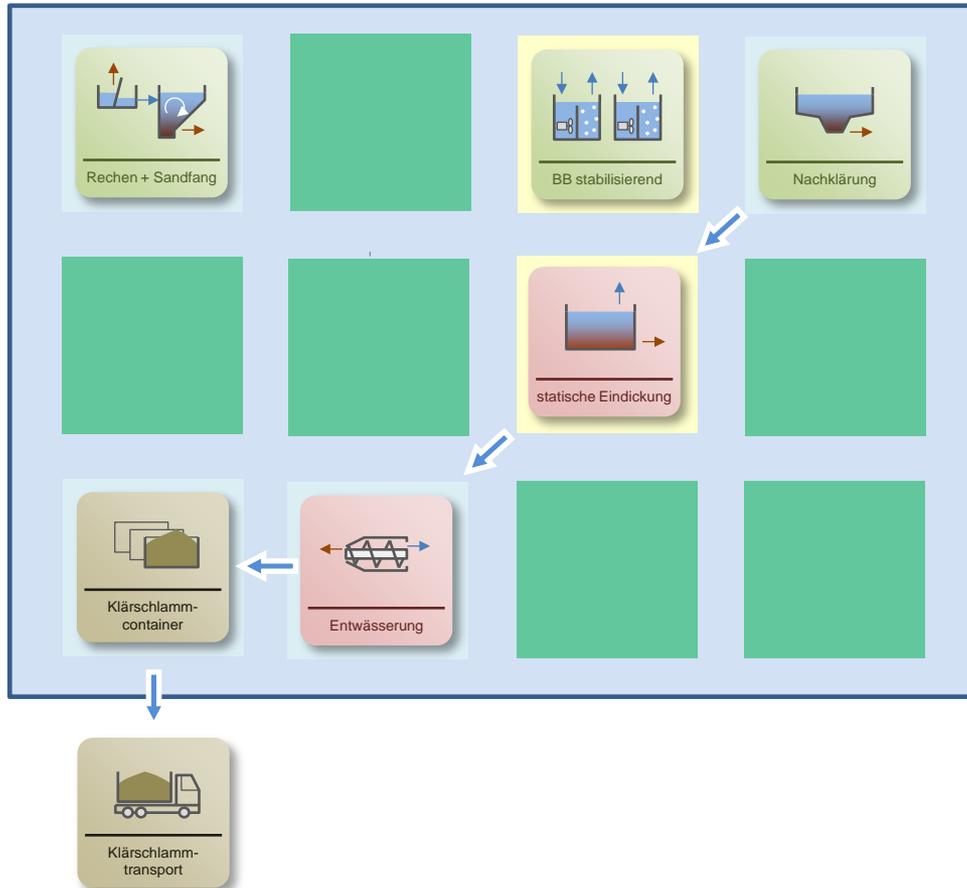
Aerob stabilisierend



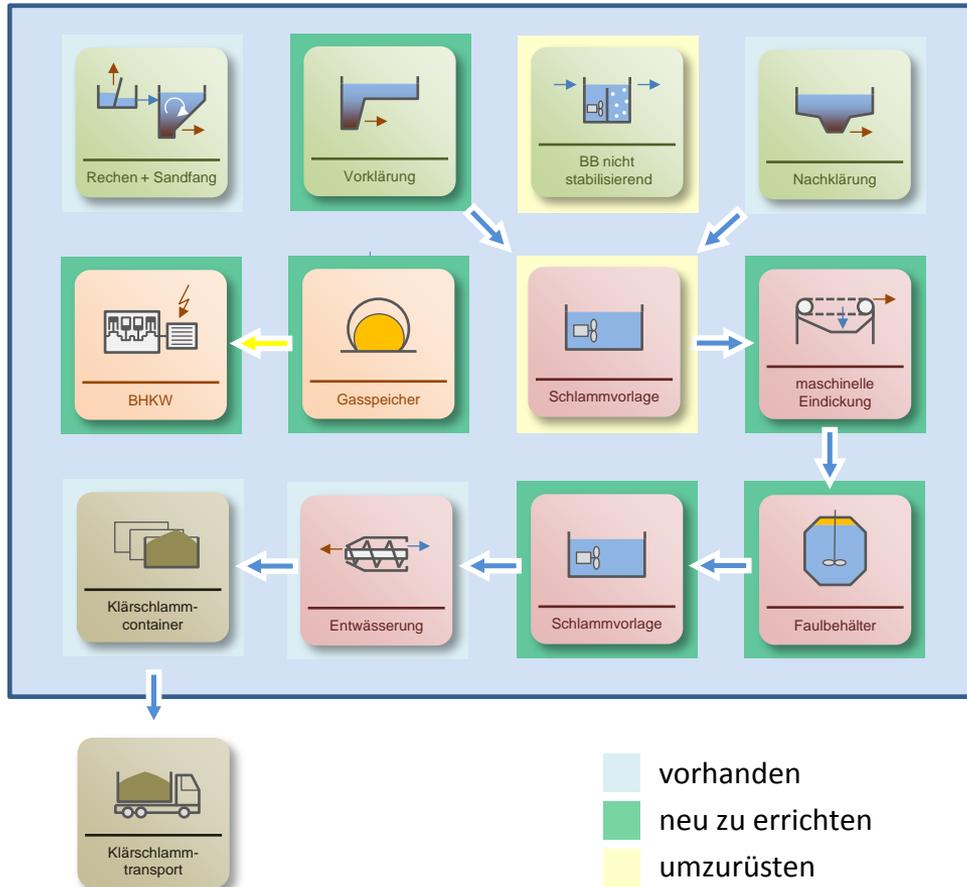
Anaerob stabilisierende



Aerobe versus Anaerobe Stabilisierung



Aerobe versus Anaerobe Stabilisierung





Ableitung Methanproduktion aus CSB-Abbau:



$\text{O}_2 = \text{CSB} !$

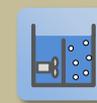


64 g/mol = molare Masse

22,4 l/mol = molares Volumen bei 0°C und 1 atm

$$\frac{22,4 \text{ l CH}_4/\text{mol}}{64 \text{ g O}_2/\text{mol}} = 0,35 \text{ l CH}_4/\text{g O}_2 (= \text{CSB})$$





Biogasertrag

350 Nm³ CH₄/ t CSB_{ab}

x 1,6 g CSB/g oTS

560 Nm³ CH₄/ t oTS_{ab}

/ 0,62 Nm³ CH₄/Nm³ BG

900 Nm³ KG/ t oTS_{ab}

x 0,5 g oTS_{ab}/g oTS_{zu}

450 Nm³ KG/ t oTS_{zu}

→ Primärschlamm: 700 Nm³ KG/ t oTS_{zu}

→ Überschussschlamm: 290 Nm³ KG/ t oTS_{zu}

Primärenergie

10 kWh/ Nm³ CH₄

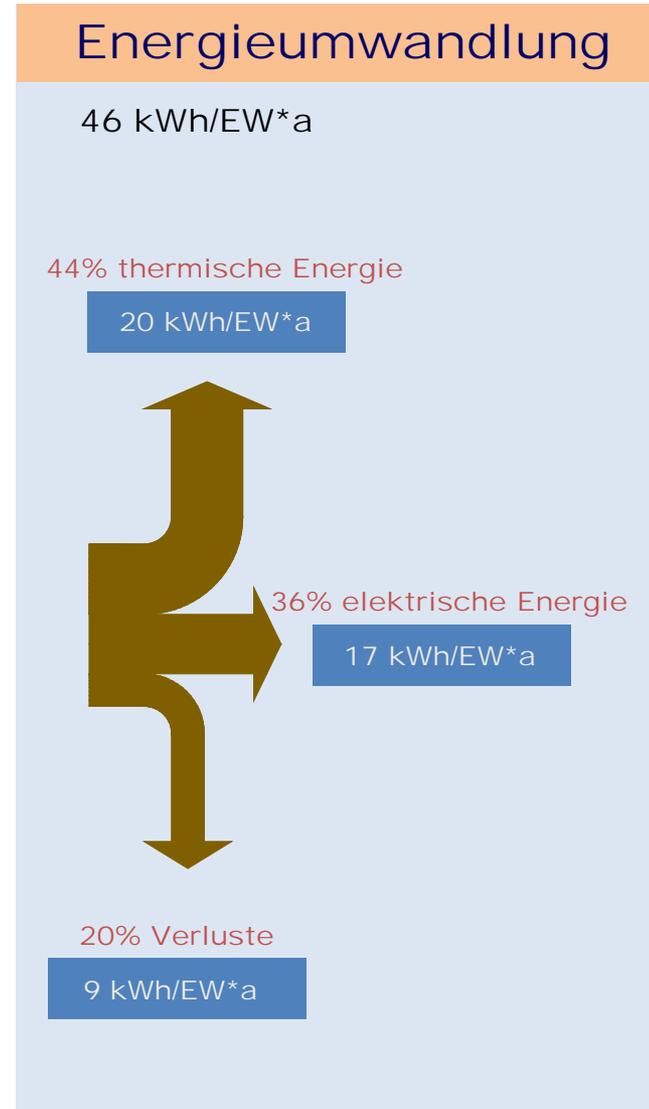
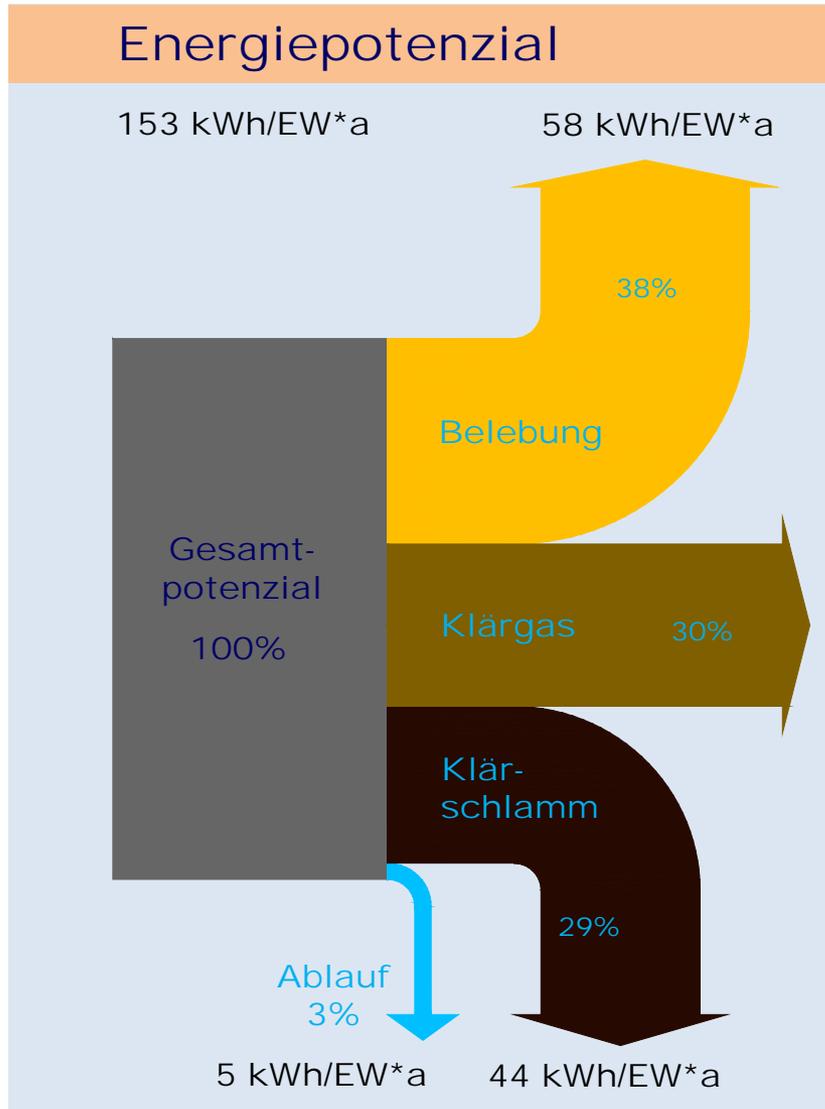
x 0,35 Nm³ CH₄/kg CSB

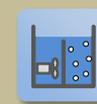
3,5 kWh/ kg CSB

x 0,120 kg CSB/(EW*d)* 365

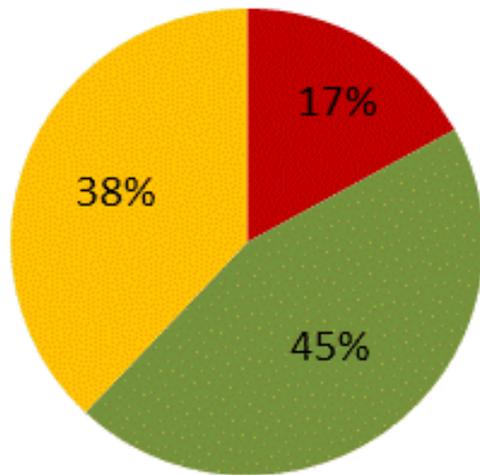
153 kWh/(EW*a)



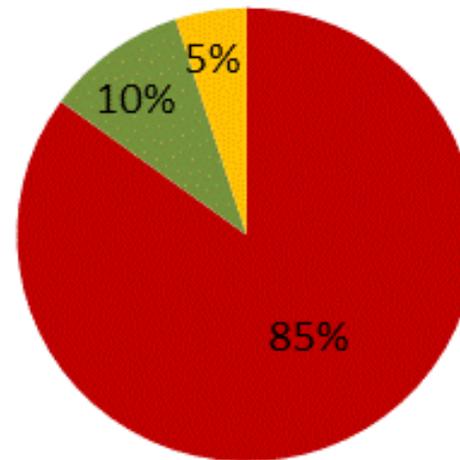




Primärschlamm

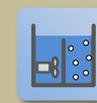


Überschussschlamm



- Proteine
- Kohlenhydrate
- Fette

Quelle: Miron, et al. (2000)

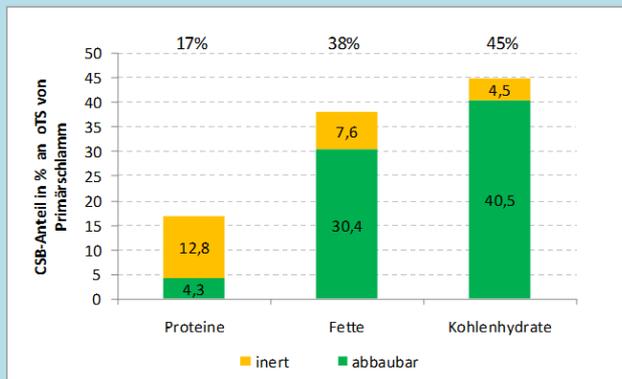


Abbaubarkeit von Primärschlamm und Überschussschlamm

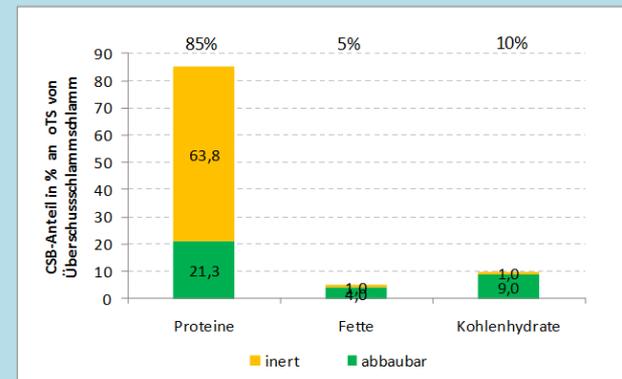
Abbaubarkeit der Bestandteile:

Proteine: 25%
Fette: 80%
Kohlenhydrate: 90%

Primärschlamm



Überschussschlamm

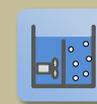


65 – 75%

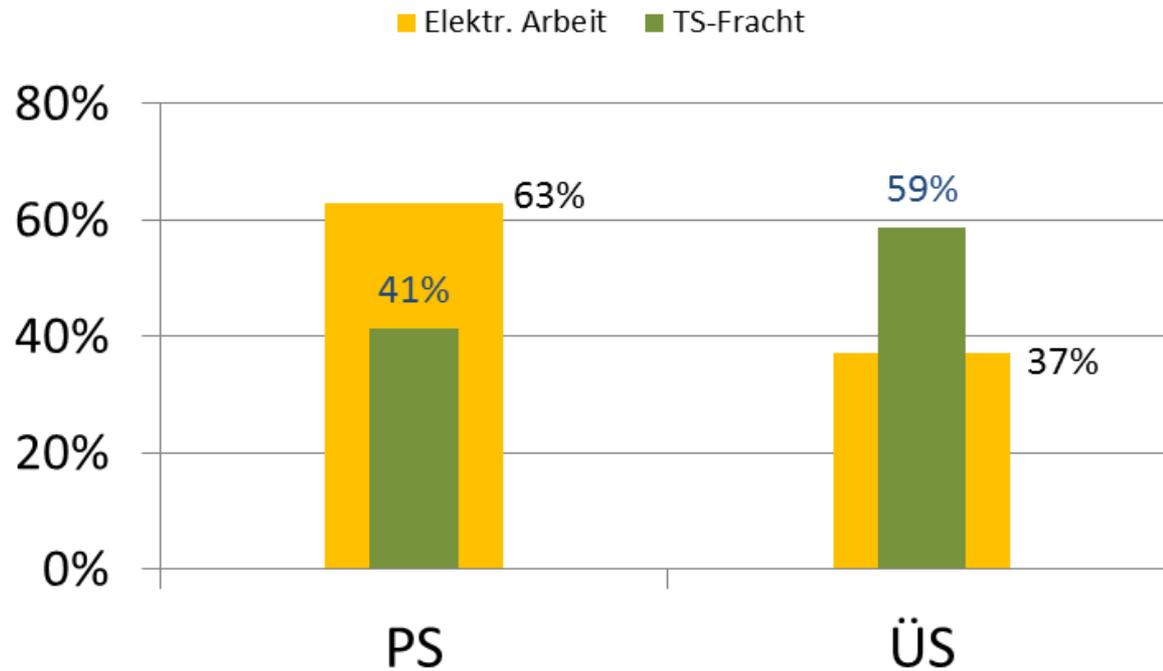
Abbaubarkeit

25 – 35%

Quelle: Miron, et al. (2000)



TS-Fracht und nutzbare Energie





A 131: Tabelle 1: Einwohnerspezifische Frachten in g/(E·d), die an 85% der Tage unterschritten werden, ohne Berücksichtigung des Schlammwassers

Parameter	Rohabwasser	Durchflusszeit in der Vorklärung bei Q_t	
		0,5 bis 1,0 h	1,5 bis 2,0 h
BSB5	60	45	40
CSB	120	90	80
TS	70	35	25
TKN	11	10	10
P	1,8	1,6	1,6

Parameter	Anfall	Abbau	PS
	g/E*d	%	g/E*d
CSB	120	25	30
TS	70	50	35

oTS	PS
%	g/E*d
	30,0
70	24,5

↘ 1,2 g CSB/g oTS

PS hat einen CSB-Gehalt von 1,6 – 2,0 g CSB/g oTS



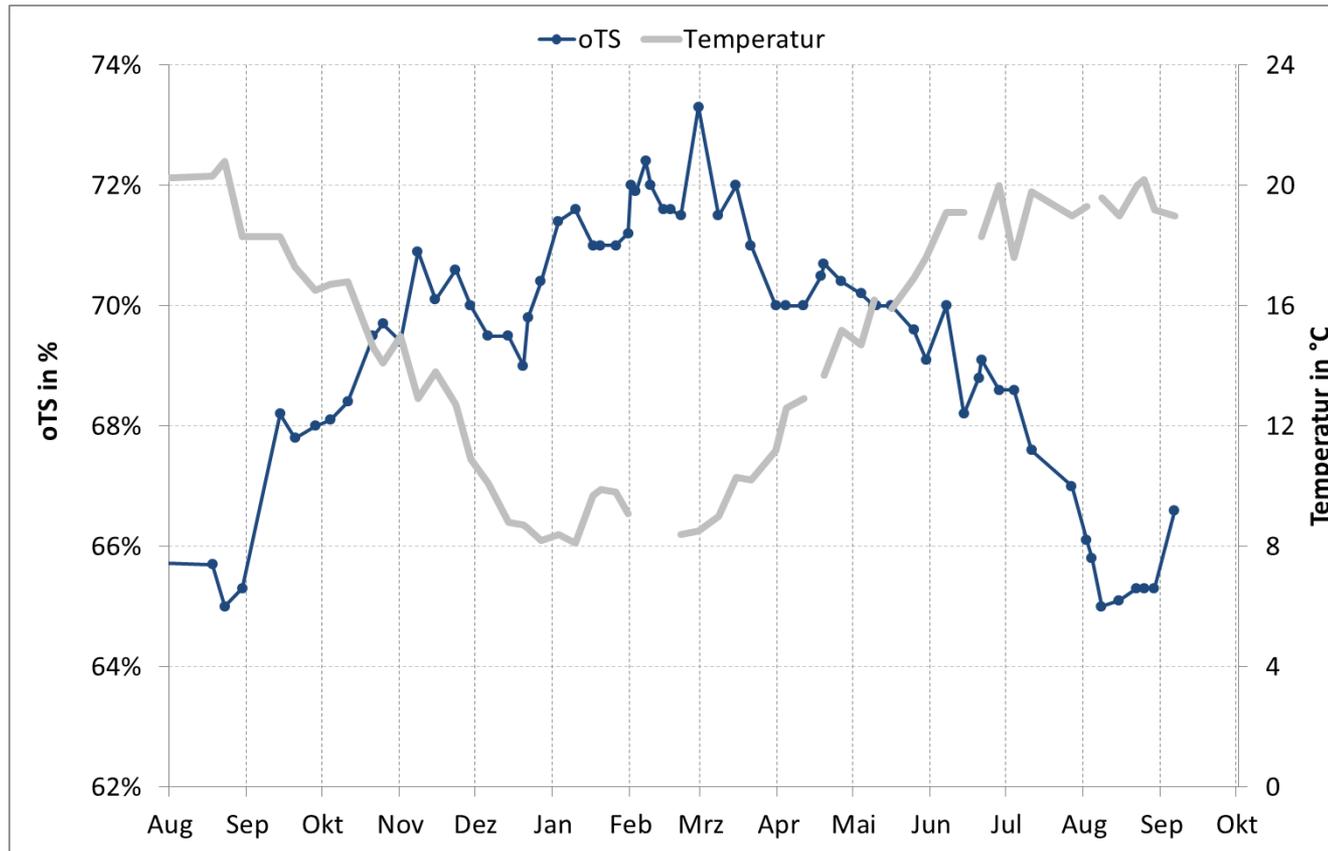
TS = 50 - 60 g TS/E*d



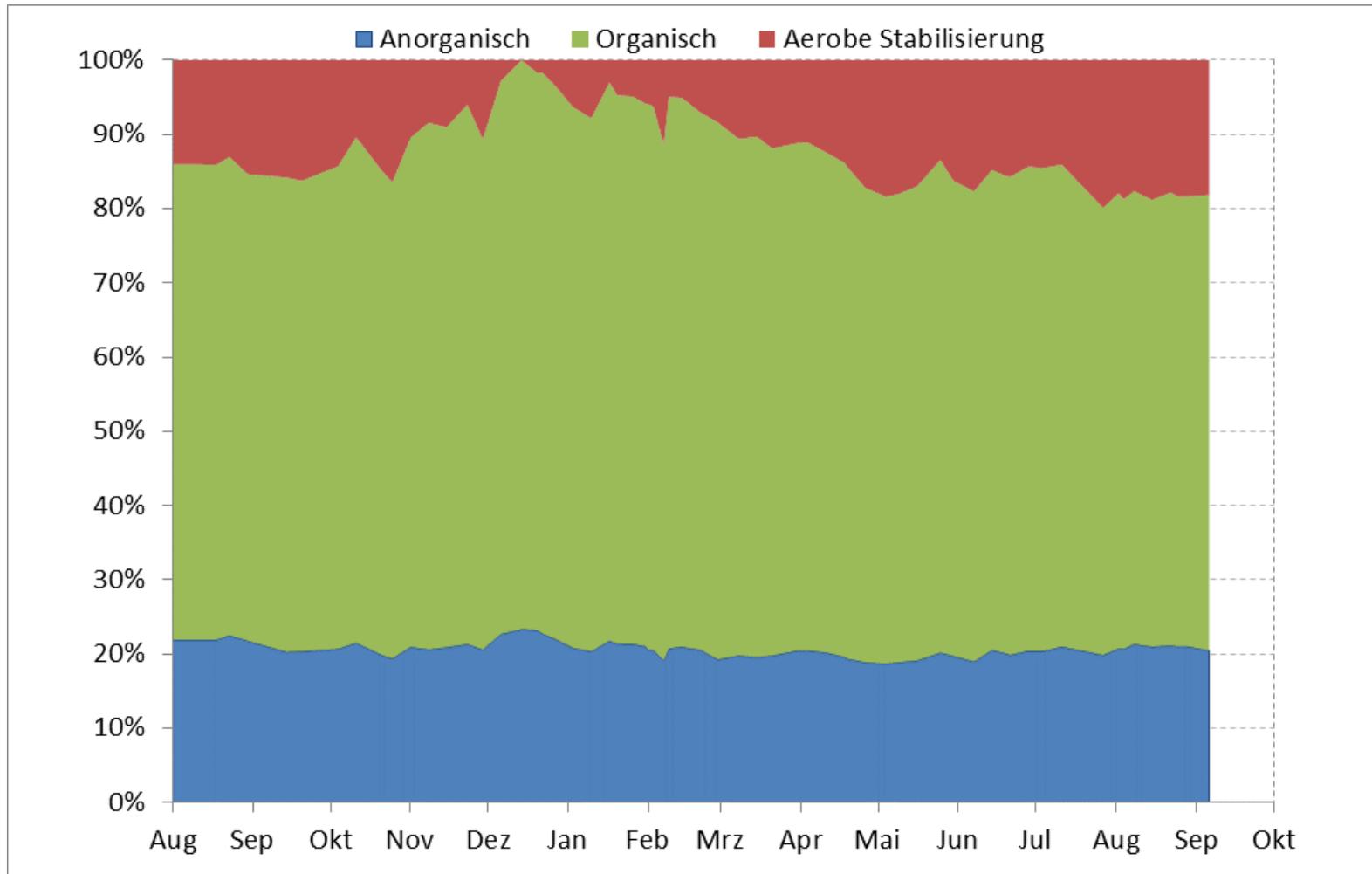
PS = 25 - 30 g TS/E*d



Vermeidung der aeroben Stabilisierung



Vermeidung der aeroben Stabilisierung





Doppeleffekt

Für jede kWh_{el} , welche für die Oxidation von Schlammbestandteilen verbraucht werden muss, hätten $2,8 \text{ kWh}_{\text{el}}$ aus Klärgas produziert werden können.

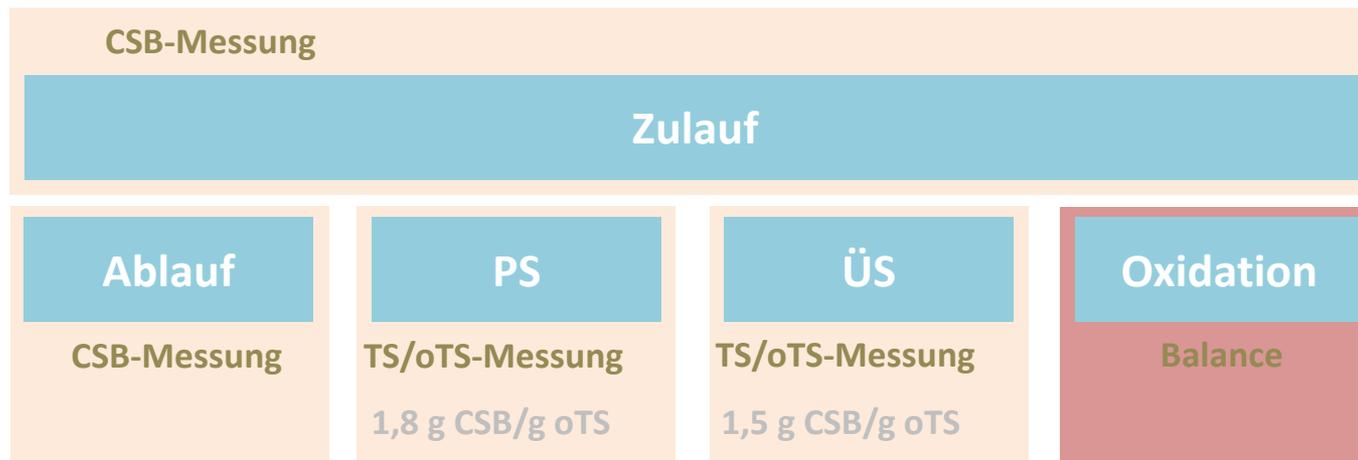
Vermeiden der aeroben Schlammstabilisierung bedeutet:

Verbrauch durch Oxidation in BB:	0,7 kWh/kg TS
<u>Produktion aus Klärgas:</u>	<u>1,9 kWh/kg TS</u>
Vorteil insgesamt:	2,6 kWh/kg TS



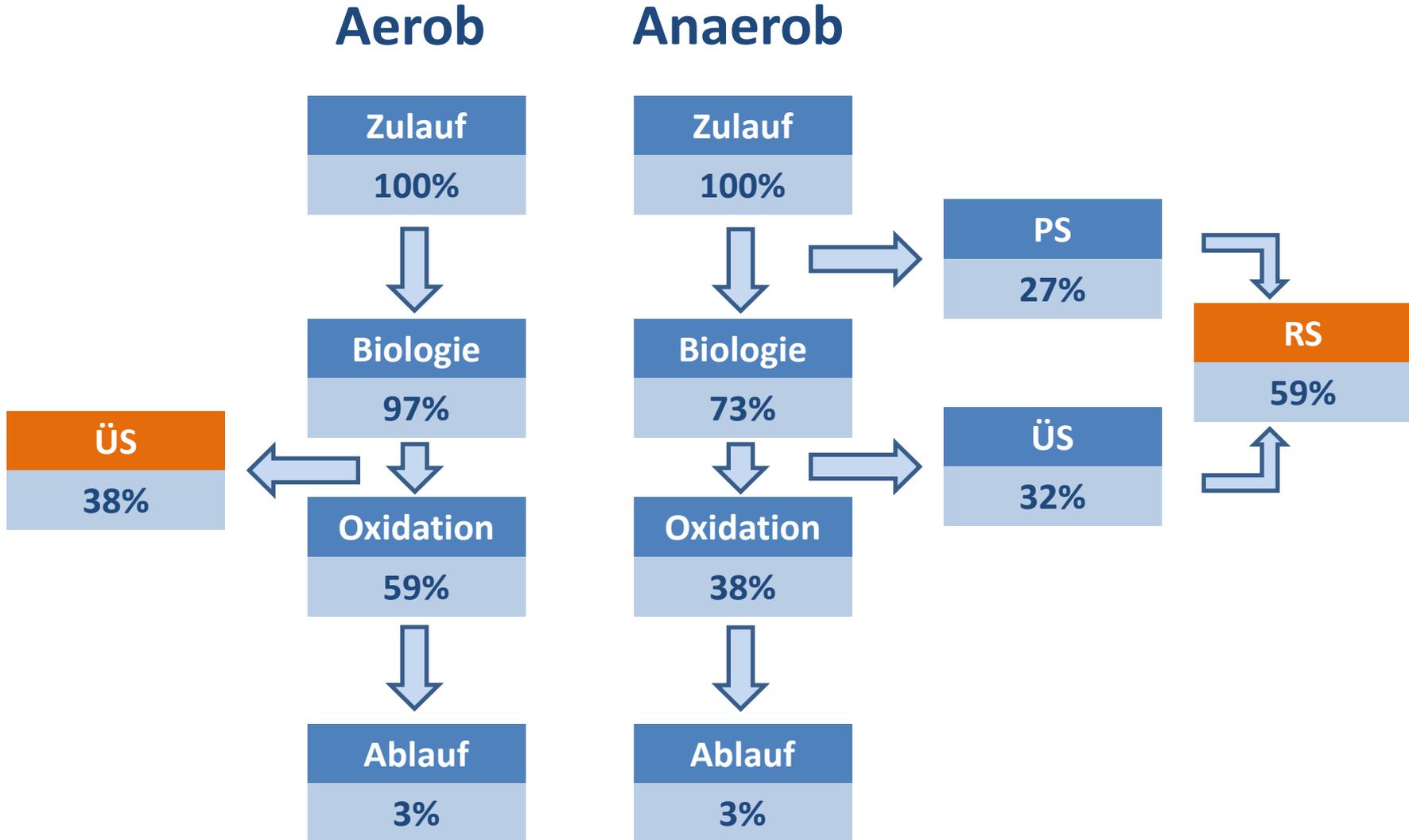


Grundlage: CSB-Bilanz

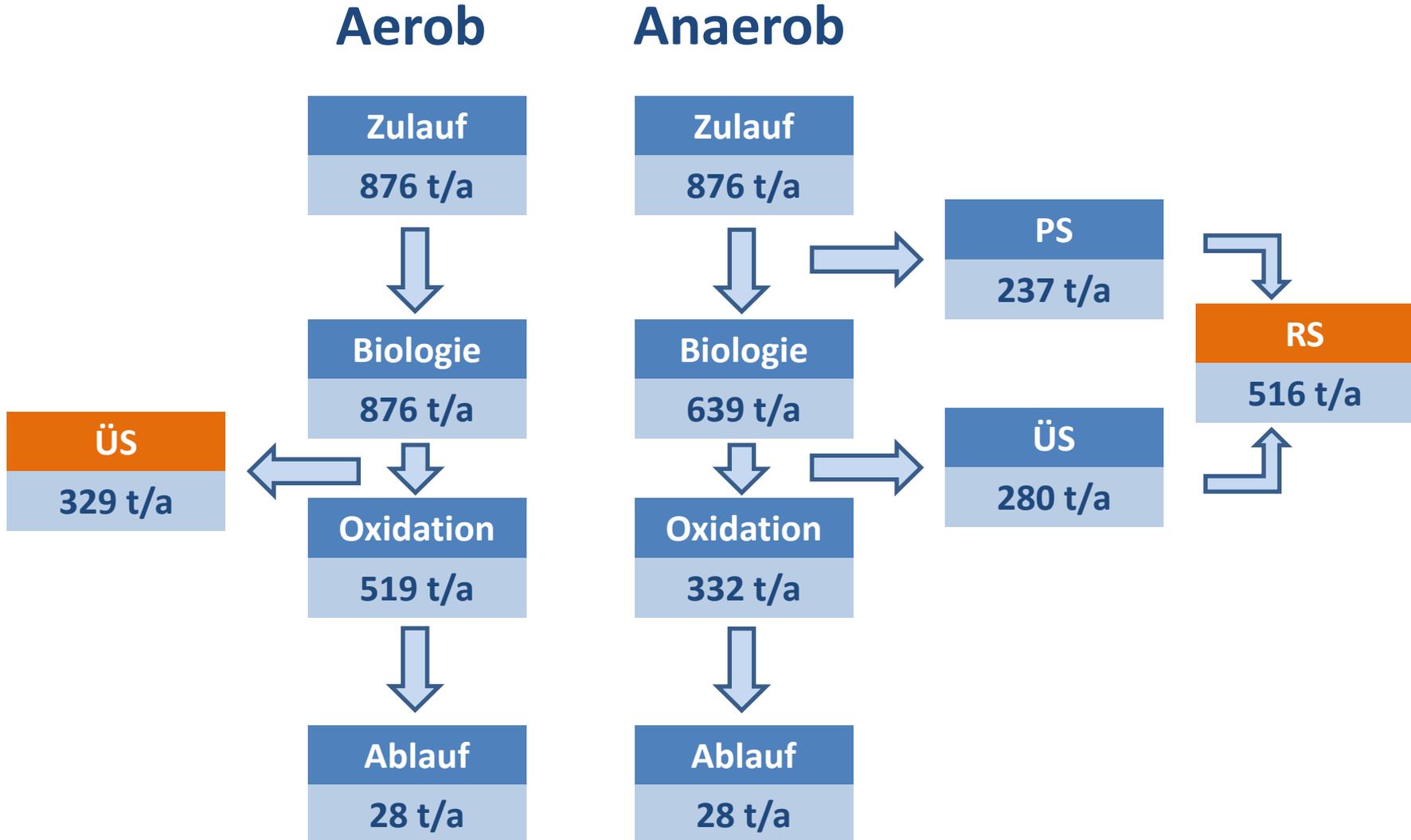
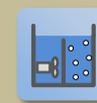


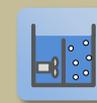
$$\text{Oxidation} = \text{Zulauf} - \text{Ablauf} - \text{PS} - \text{ÜS}$$





Bilanzierung der Umstellung (20.000 EW)





Aerob

ÜS
329 t/a



ÜS
329 t/a



21%TS

KS
1.580 t OS/a

Anaerob

RS
516 t/a



FS
253 t/a



23%TS

KS
1.230 t OS/a

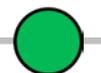


CH₄
263 t/a

39 kW_{el}
17 kWh_{el}/E*a

15% weniger TS

22% weniger Klärschlamm



Bilanzierung der Umstellung (20.000 EW)



Verbrauch/Produktion	Aerob	Anaerob	Delta	
	kWh/a	kWh/a	kWh/a	
+ Energie aus PS	0	-214.000	214.000	} 17 kWh _{el} /E*a
+ Energie aus ÜS	0	-126.000	126.000	
- Energie für Belüftung	346.000	221.000	221.000	} 9 kWh _{el} /E*a
- Energie für Rühren Belebung	182.000	91.000	91.000	
- Energie Eindickung	0	15.000	-15.000	
- Energie Faulung	0	22.000	-22.000	
- Energie Schlammwässerung	23.000	20.000	3.000	
= Gesamtenergieverbrauch	551.000	27.000	524.000	26 kWh_{el}/E*a



Bilanzierung der Umstellung (20.000 EW)

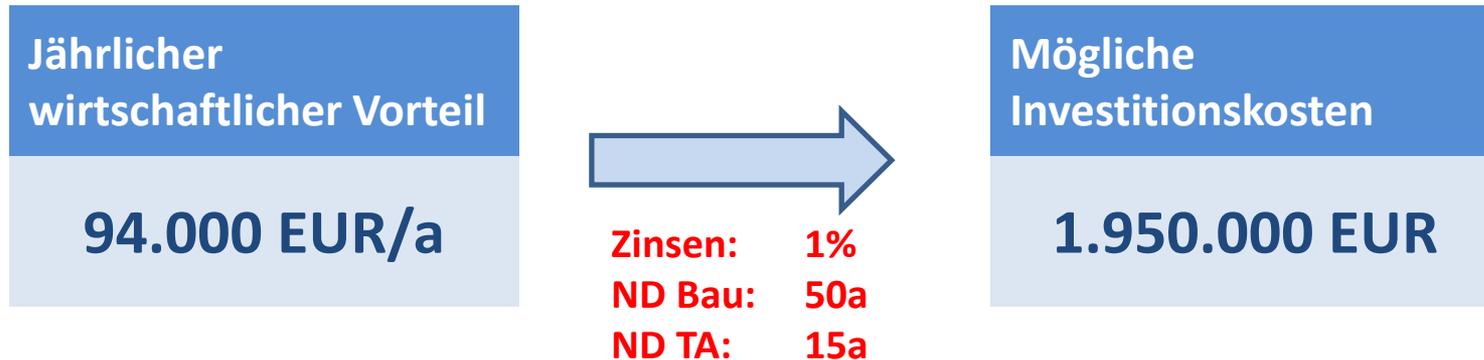


Kostengruppen	Aerob	Anaerob	Delta
	EUR/a	EUR/a	EUR/a
+ Einspeisung Energie aus PS	0	-46.000	46.000
+ Einspeisung Energie aus ÜS	0	-27.000	27.000
+ KWK-Bonus	0	-13.000	13.000
- Energiebezug Belüftung	76.000	49.000	27.000
- Röhren Belebungsbecken	40.000	20.000	20.000
- Voreindickung	0	20.000	-20.000
- Faulung	0	26.000	-26.000
- BHKW	0	11.000	-11.000
- Entwässerung	37.000	29.000	8.000
- Entsorgung	47.000	37.000	10.000
= Summe	201.000	107.000	94.000



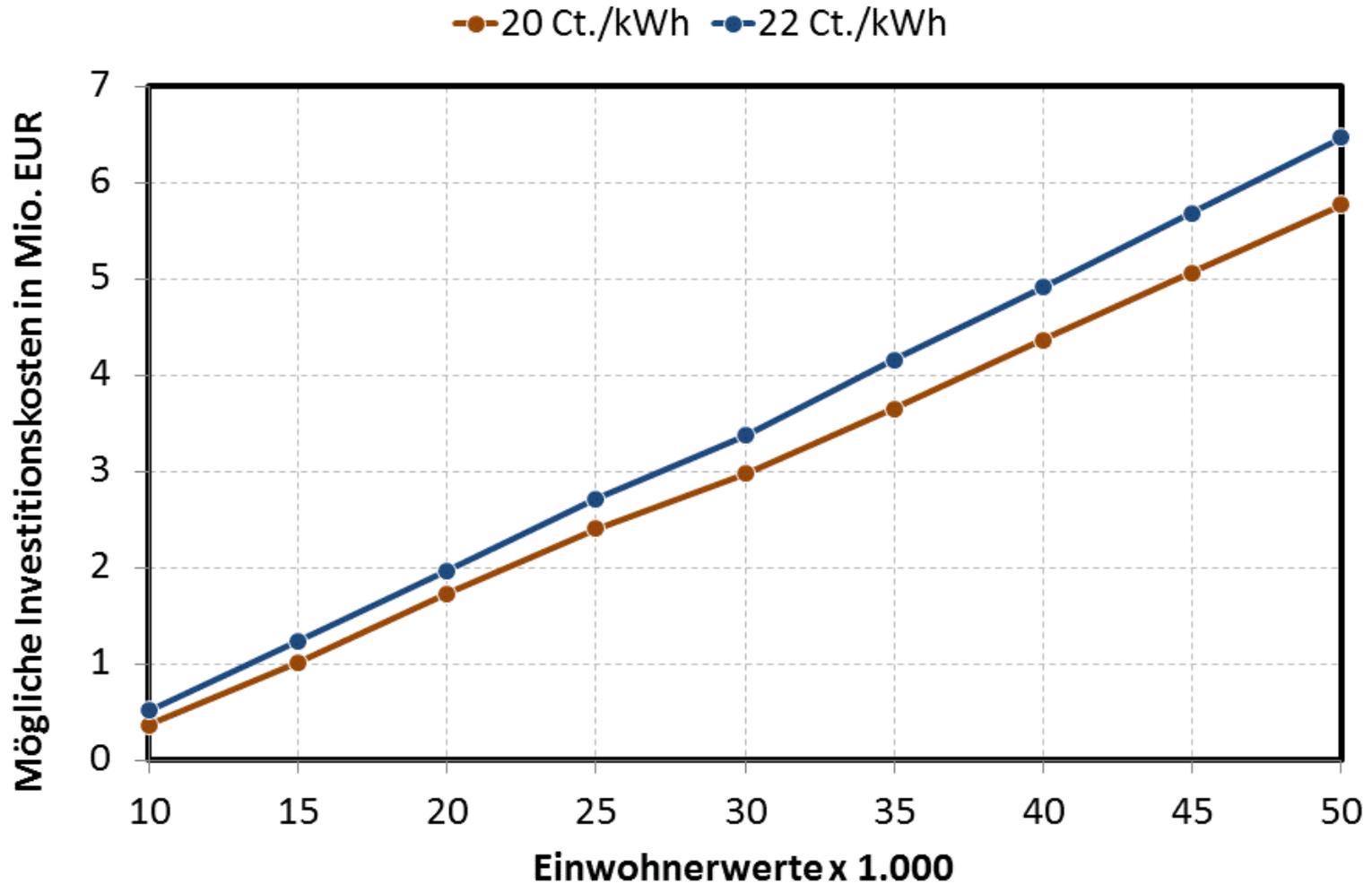


Nur der wirtschaftliche Vorteil darf verbaut werden!

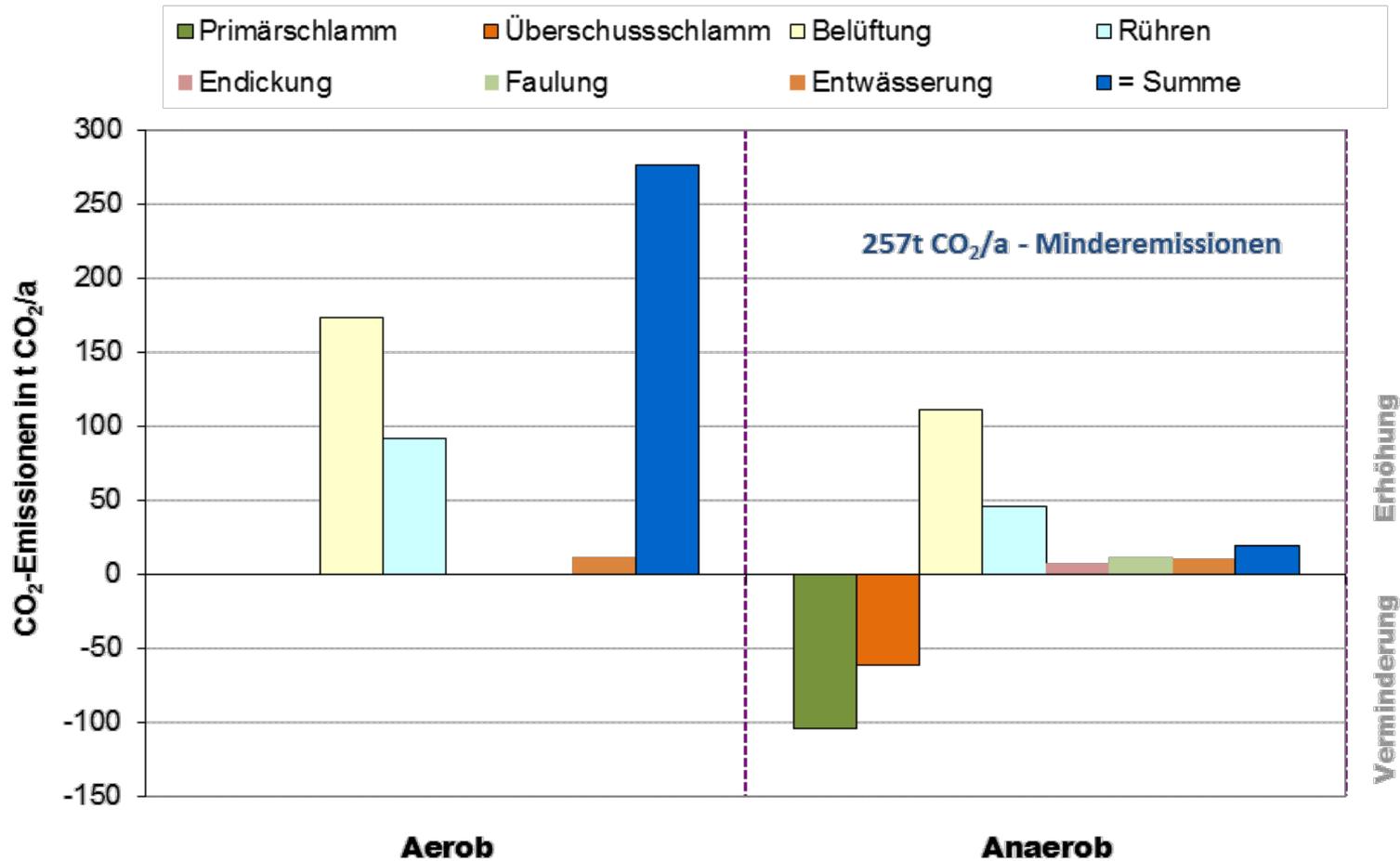


Amortisation der Investition: ca. 17 Jahre

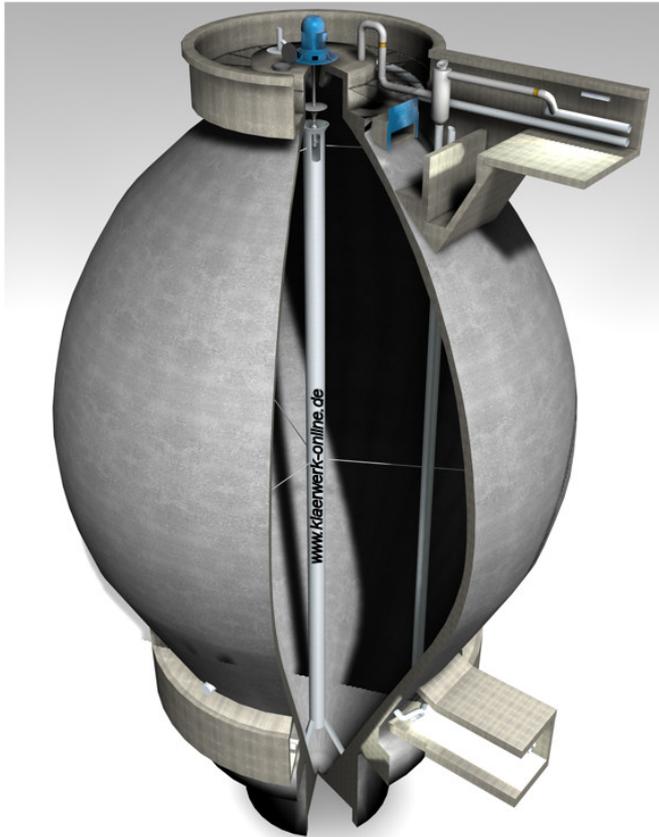
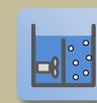


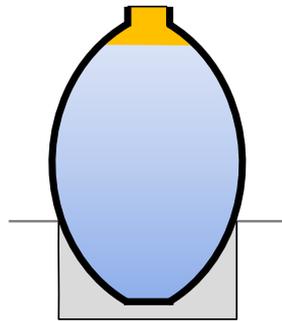
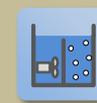


Bilanzierung der Umstellung



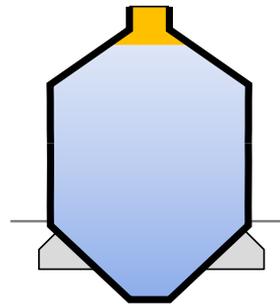
Technische Aspekte der Umstellung



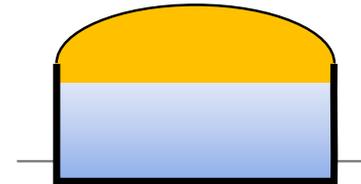


Investition

x 3



x 2



x 1





Baulich

- Einfache Bauform für Faulbehälter
- Großer Faulraum
- 2-stufiges Anlagenkonzept
- Nutzung von vorhandenen Becken

Verfahrenstechnisch

- Gemeinsame Eindickung von PS und ÜS
- Einsatz von Co-Substraten
- Vermeidung der aeroben Stabilisierung





- Verringerter Energieverbrauch,
- Möglichkeit der Energieproduktion und
- Verringerter Klärschlammanfall
- Gute Prognose für Primärschlammanfall ist wichtig
- Wirtschaftlichkeit wird geprägt durch
 - Strompreis,
 - Ausbaugröße der Kläranlage
 - Investitionskosten
- Investition in die Zukunft





Vielen Dank für die Aufmerksamkeit!

