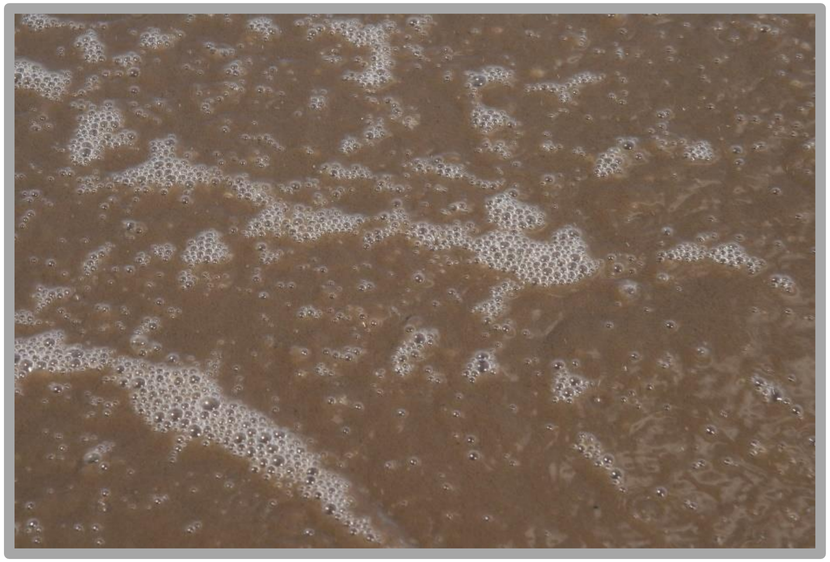
Das Schlammalter und seine Wirkung auf das Belebtschlammverfahren



Agenda

1. Was ist das mittleres Schlammalter?
2. Wie schwankt das Schlammalter von Tag zu Tag?
3. Was ist ein aerobes Schlammalter?
4. Wie wirkt das Schlammalter auf Nitrifikanten?
5. Was behindert die Kontrolle des Schlammalters?
6. Wie verändert sich Belebtschlamm mit dem Schlammalter?
7. Wie verändern sich Bakterien mit dem Schlammalter?

Mittlere Verweilzeit der Feststoffe in der biologischen Stufe

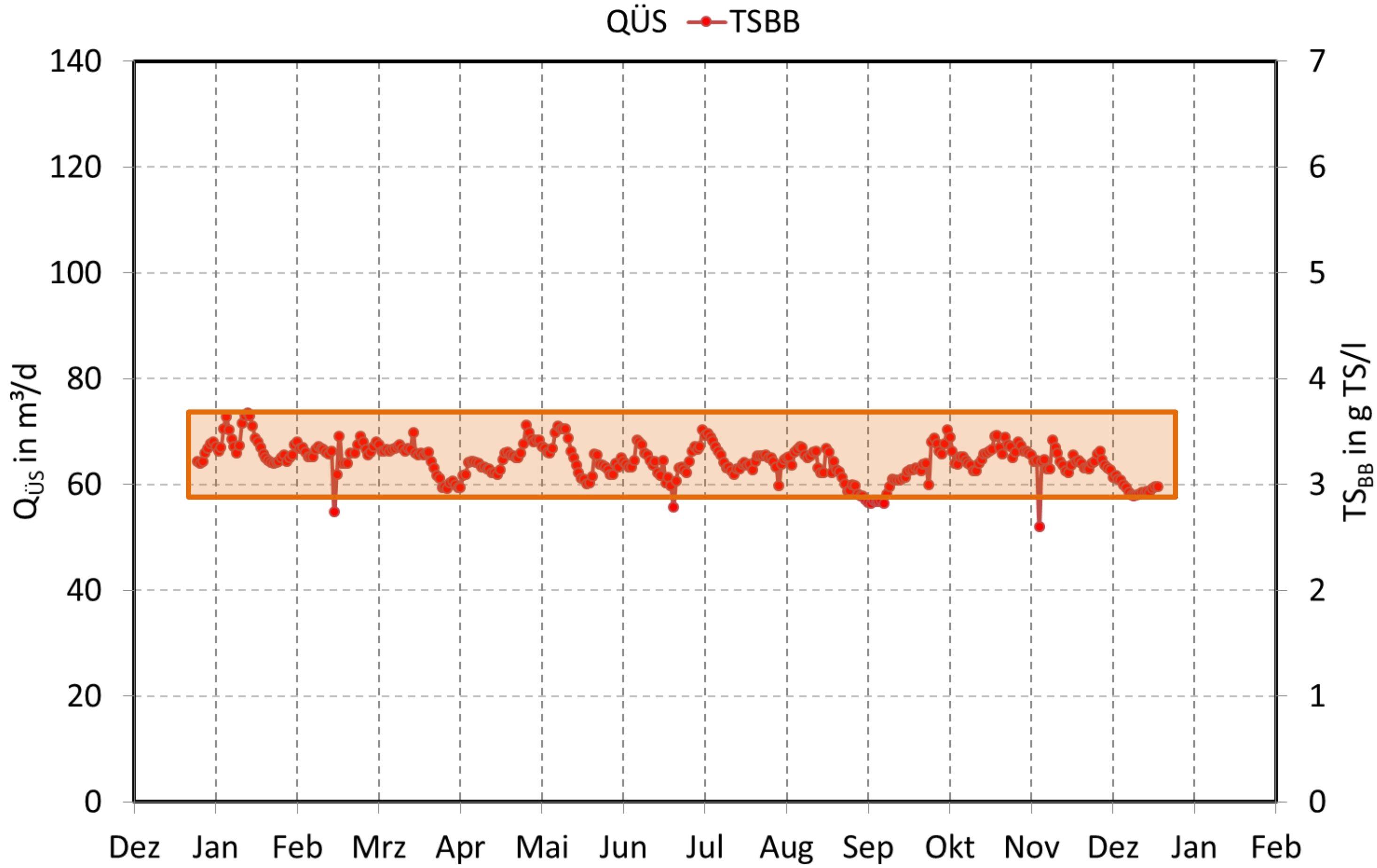
$$\frac{\text{Feststoffmasse im Belebungsbecken}}{\text{Feststoffabzug pro Tag}} = \text{Schlammalter}$$

$$\frac{V_{BB} * TS_{BB}}{Q_{ÜS} * TS_{ÜS}}$$

$$\frac{m^3 * kg\ TS/m^3}{m^3/d * kg\ TS/m^3} = d$$

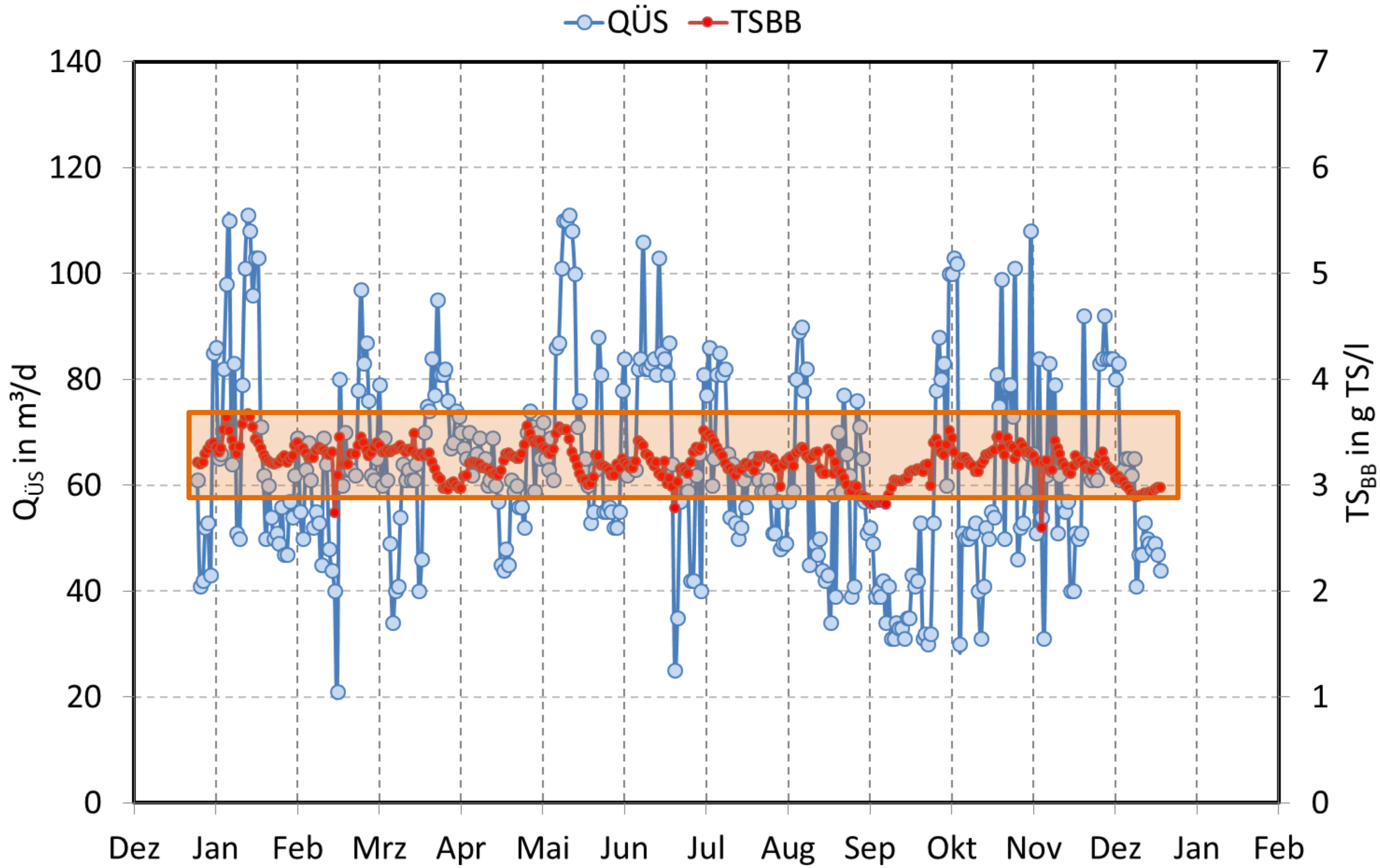
Dynamisches Schlammalter

Auf welcher Basis wird $Q_{ÜS}$ festgelegt?



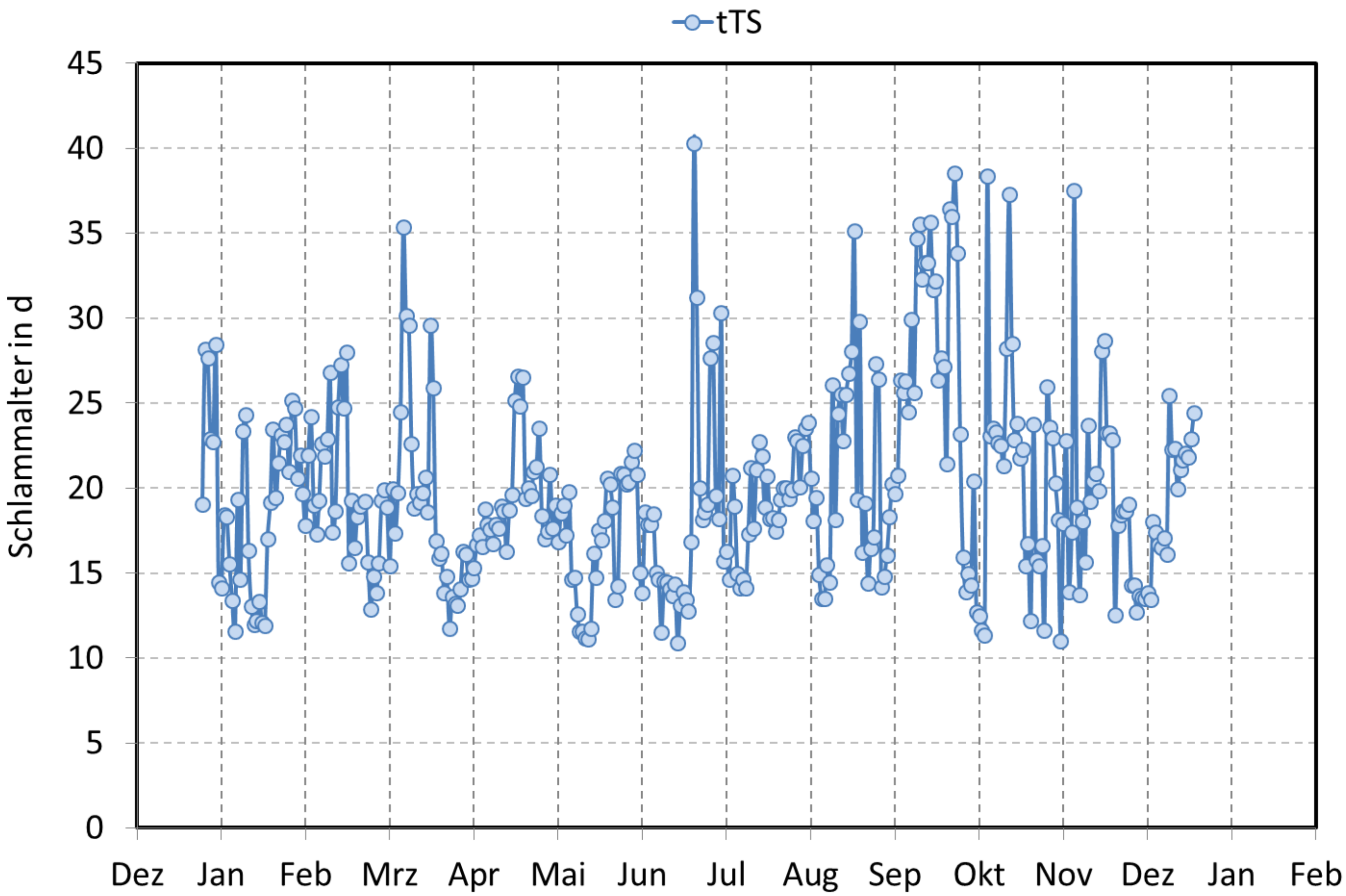
Dynamisches Schlammalter

Auf welcher Basis wird $Q_{ÜS}$ festgelegt?

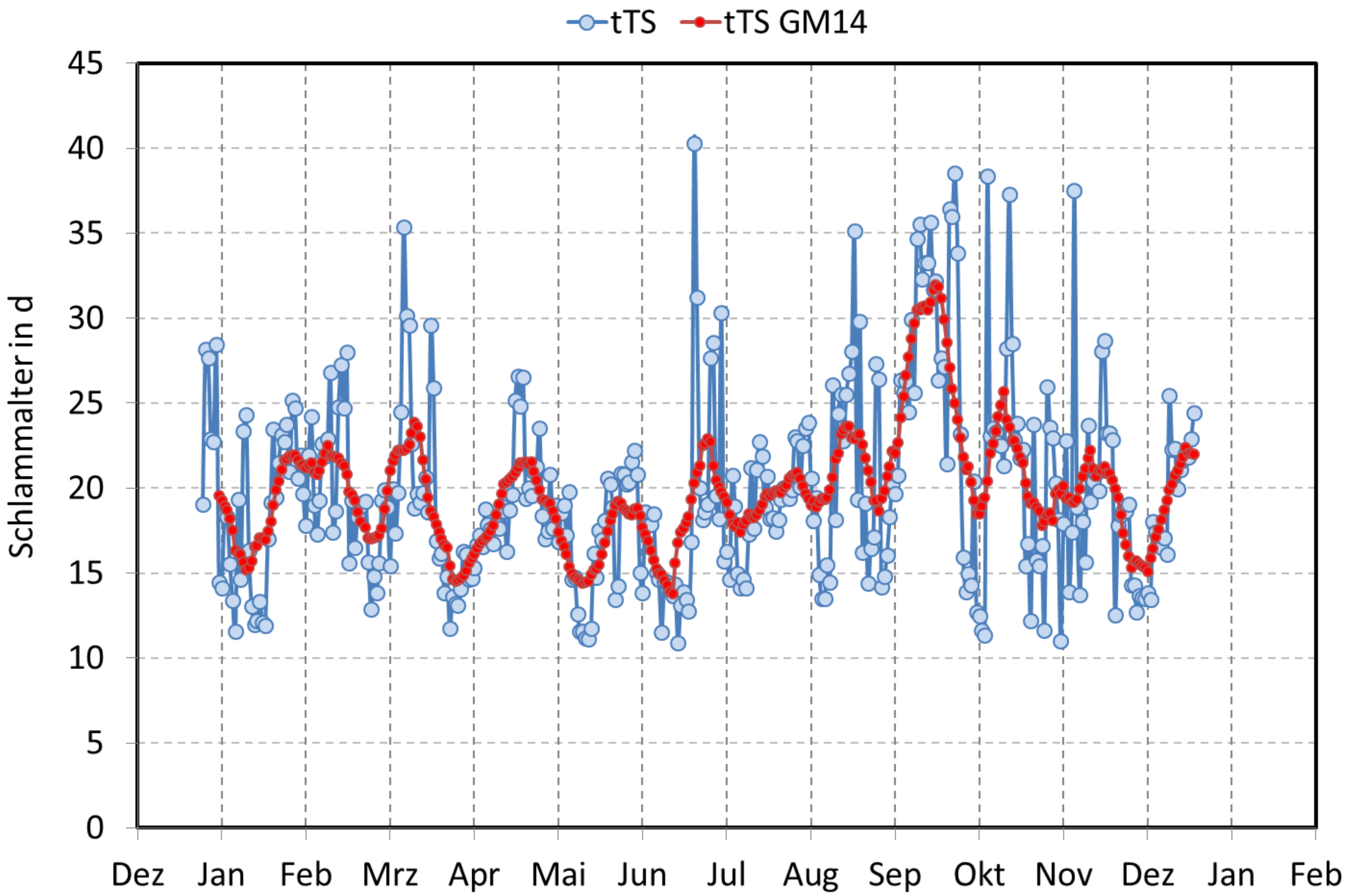


Dynamisches Schlammalter

Kann das Schlammalter so stark schwanken?



Reicht ein gleitendes Mittel über 14 Tage?



Zeitbilanz führt zu:

$$t_{TS,dyn} = t_{TS,gestern} + 1 - \frac{t_{TS,gestern} \times Q_{ÜS,heute} \times TS_{ÜS,heute}}{V_{BB} \times TS_{BB,heute}}$$

$$= t_{TS,heute}$$

Imre Takács (2002)

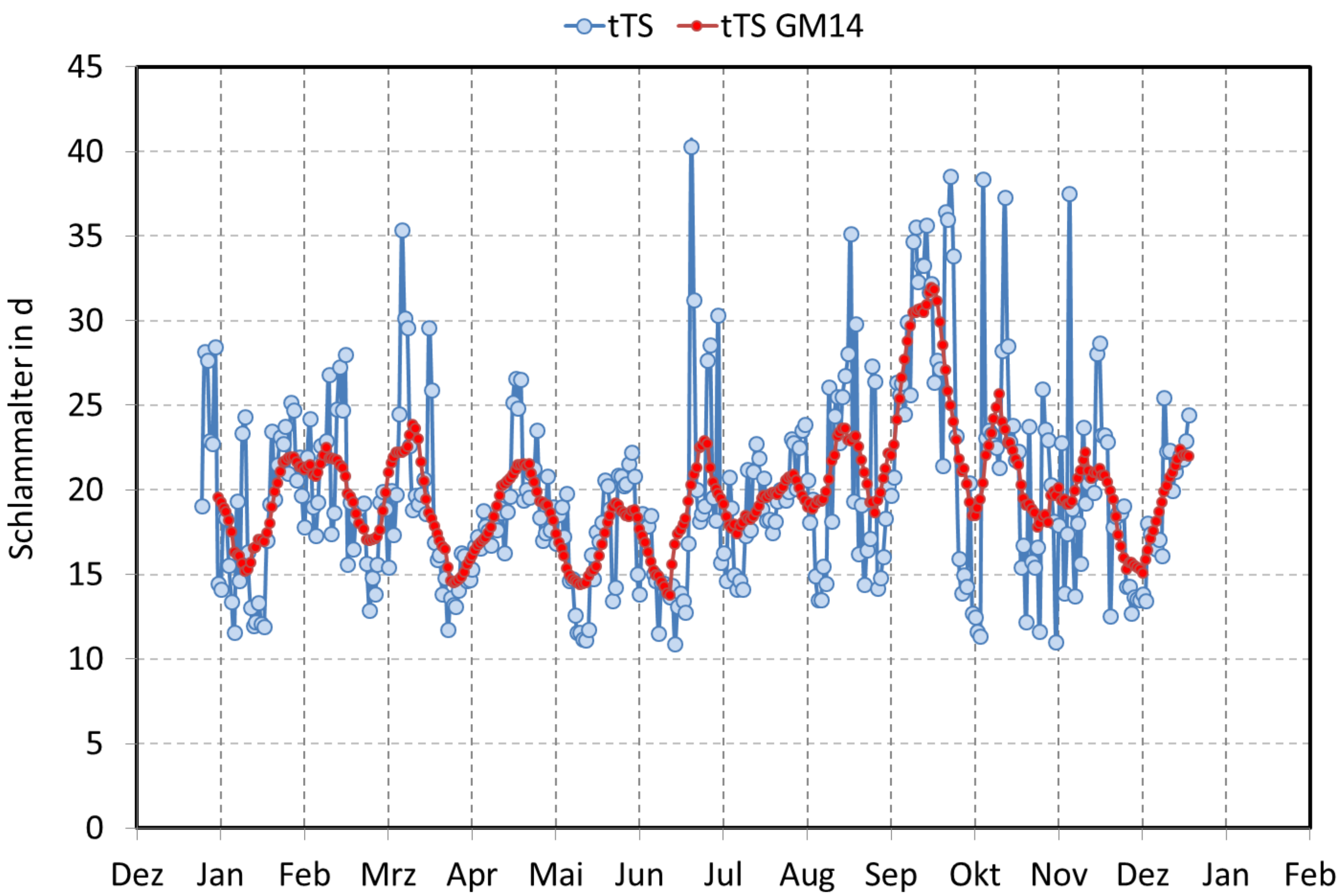
Zeitbilanz führt zu:

$$t_{TS,dyn} = t_{TS,gestern} + 1 - \frac{t_{TS,gestern}}{t_{TS,heute}}$$

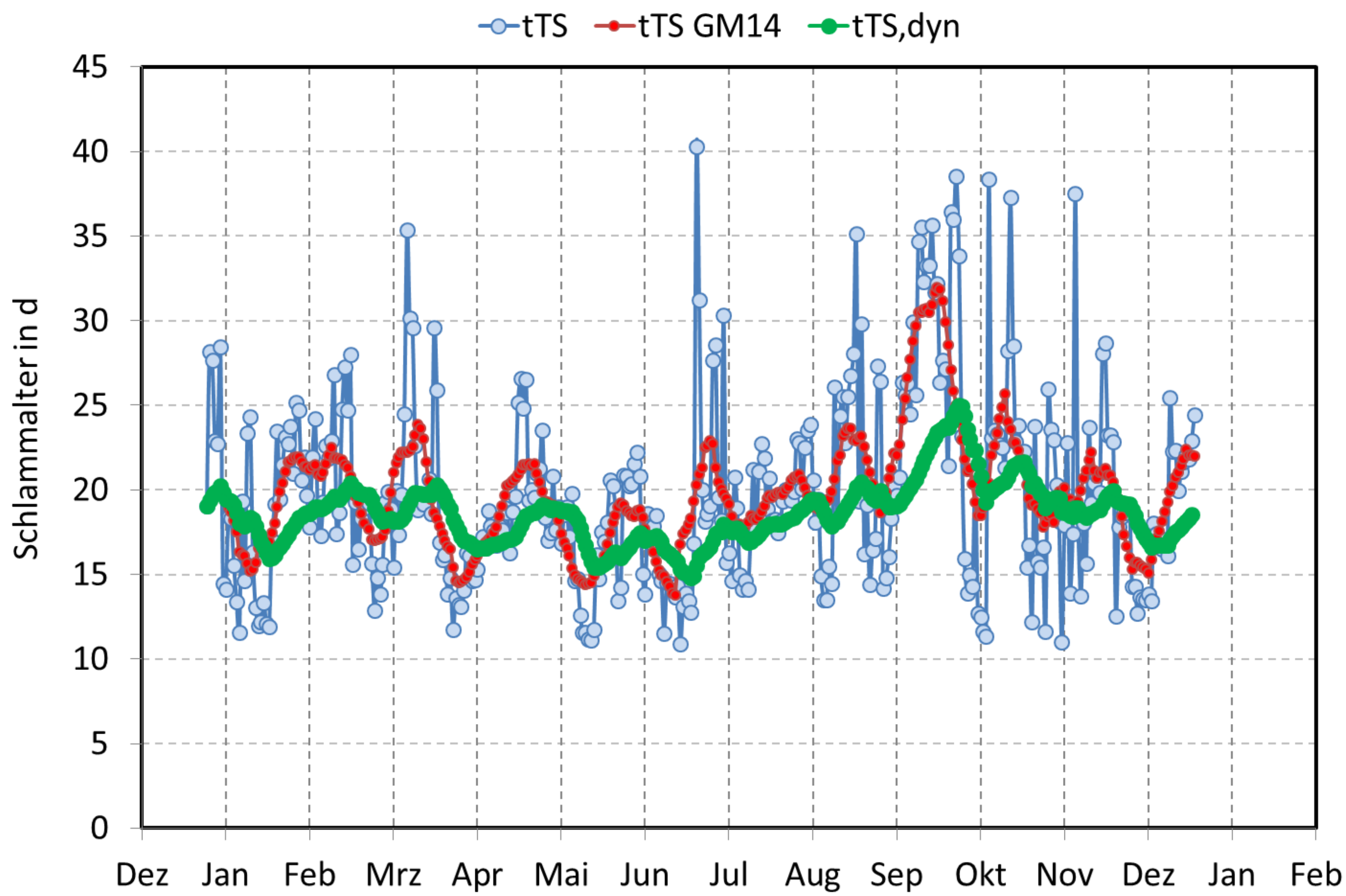
Imre Takács (2002)

Dynamisches Schlammalter

Reicht ein gleitendes Mittel über 14 Tage?



Dynamisches Schlammalter auf Basis einer Zeitbilanz

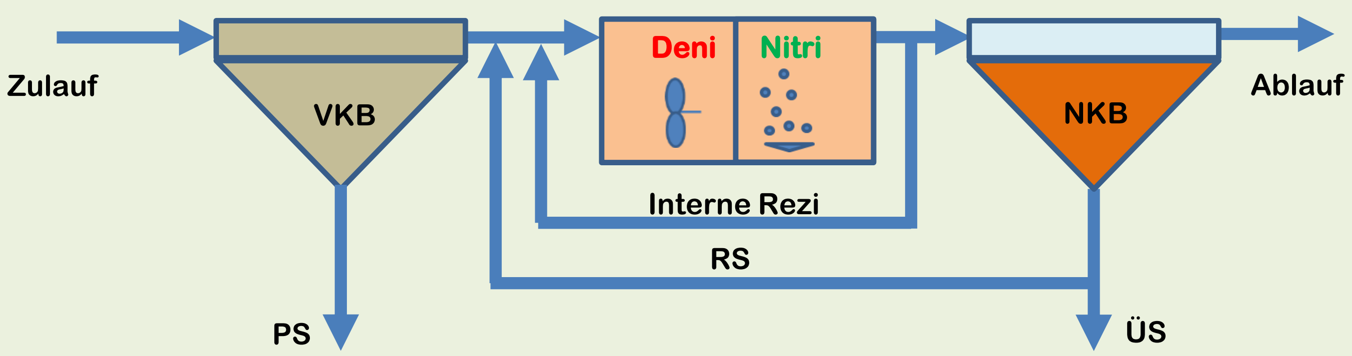


Schlammalter = **20 d** | unbelüftet | belüftet | Aerobes Schlammalter

Volumen BB = 2.000 m³ | 1000 m³ | 1000 m³ | $\frac{1000\ m^3}{1000\ m^3 + 1000\ m^3} = 0{,}50 \times 20\ d = 10\ d$

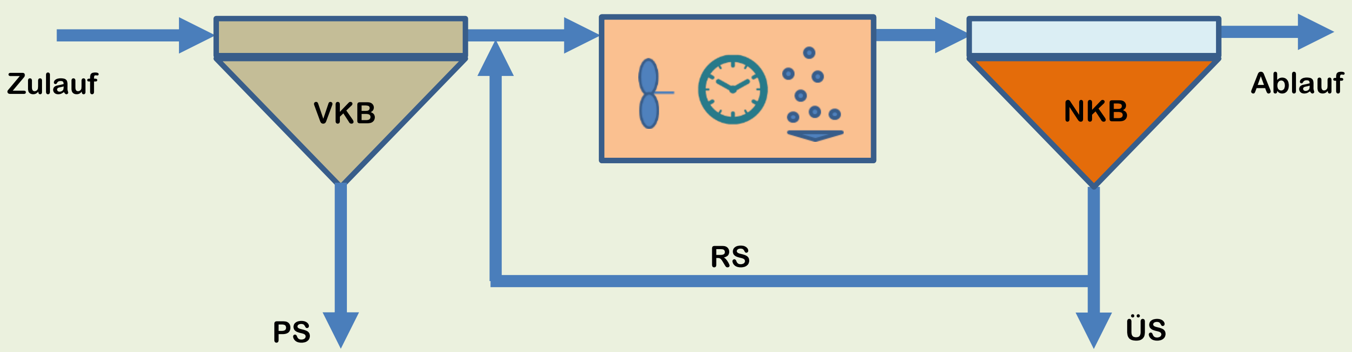
Volumen BB = 2.000 m³ | 1300 m³ | 700 m³ | $\frac{700\ m^3}{1300\ m^3 + 700\ m^3} = 0{,}35 \times 20\ d = 7\ d$

Vorgeschaltete Denitrifikation



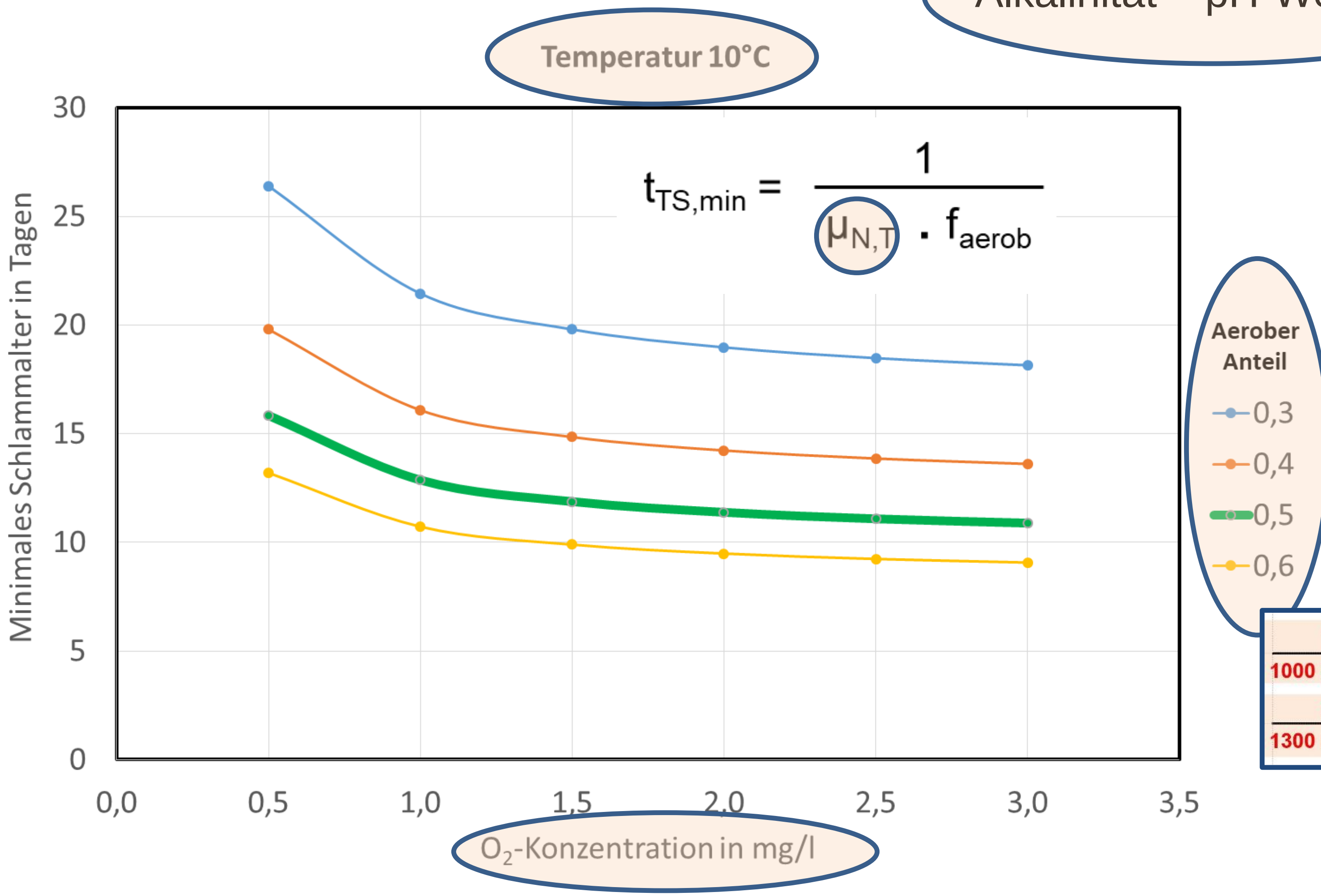
Schlammalter = 20 d	unbelüftet | belüftet	Aerobes Schlammalter	
Volumen BB = 2.000 m³	12 h | 12 h	$\frac{12\ h}{12\ h + 12\ h}$	= 0,50 x 20 d = **10 d**
Volumen BB = 2.000 m³	15 h | 9 h	$\frac{9\ h}{15\ h + 9\ h}$	= 0,37 x 20 d = **7,5 d**

Intermittierende Denitrifikation



Minimales Schlammalter für Nitrifikation

Alkalinität – pH-Wert **!!!**

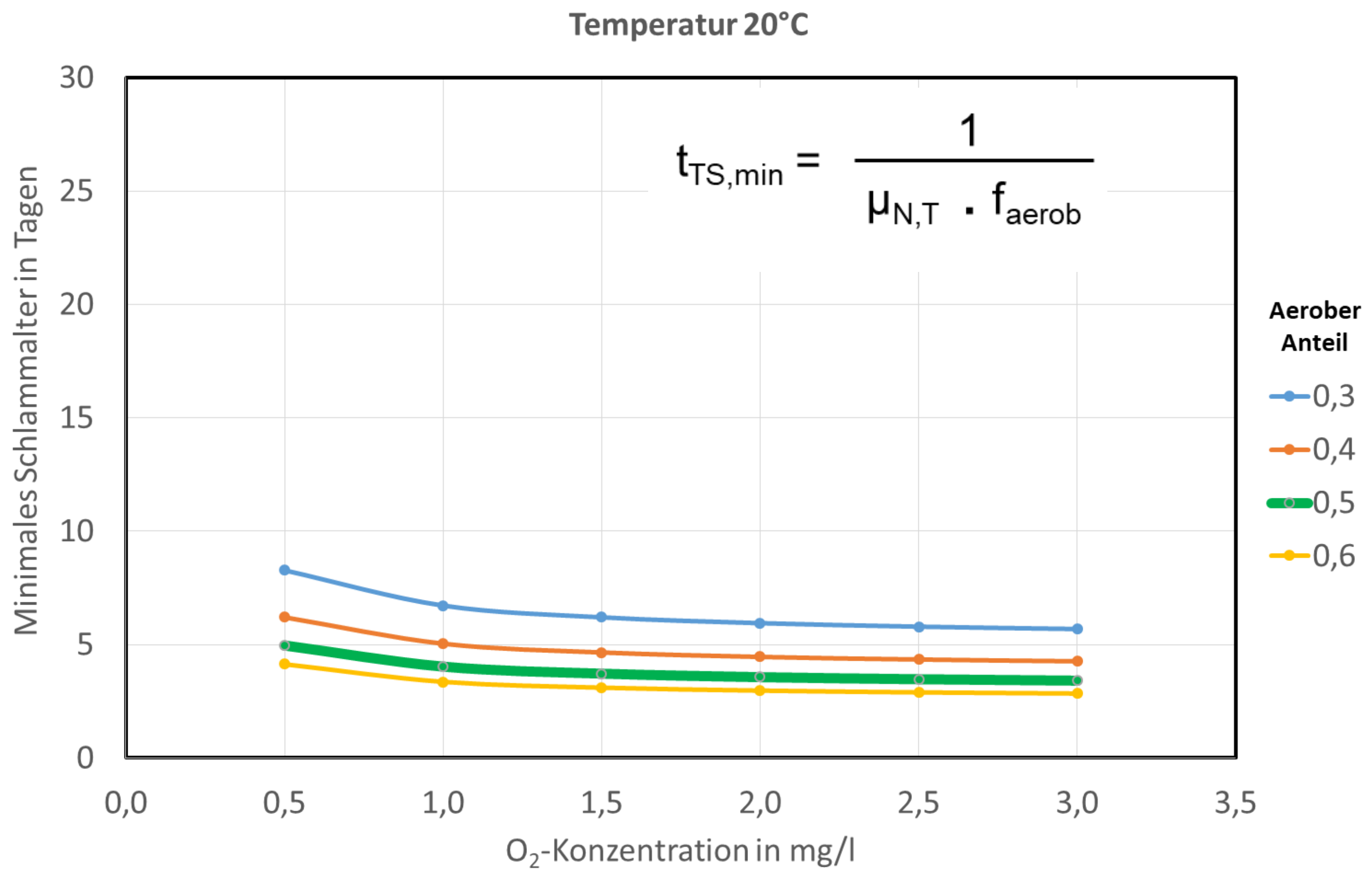


$$t_{TS,min} = \frac{1}{\mu_{N,T} \cdot f_{aerob}}$$

$$\frac{1000\ m^3}{1000\ m^3 + 1000\ m^3} = 0{,}50$$

$$\frac{700\ m^3}{1300\ m^3 + 700\ m^3} = 0{,}35$$

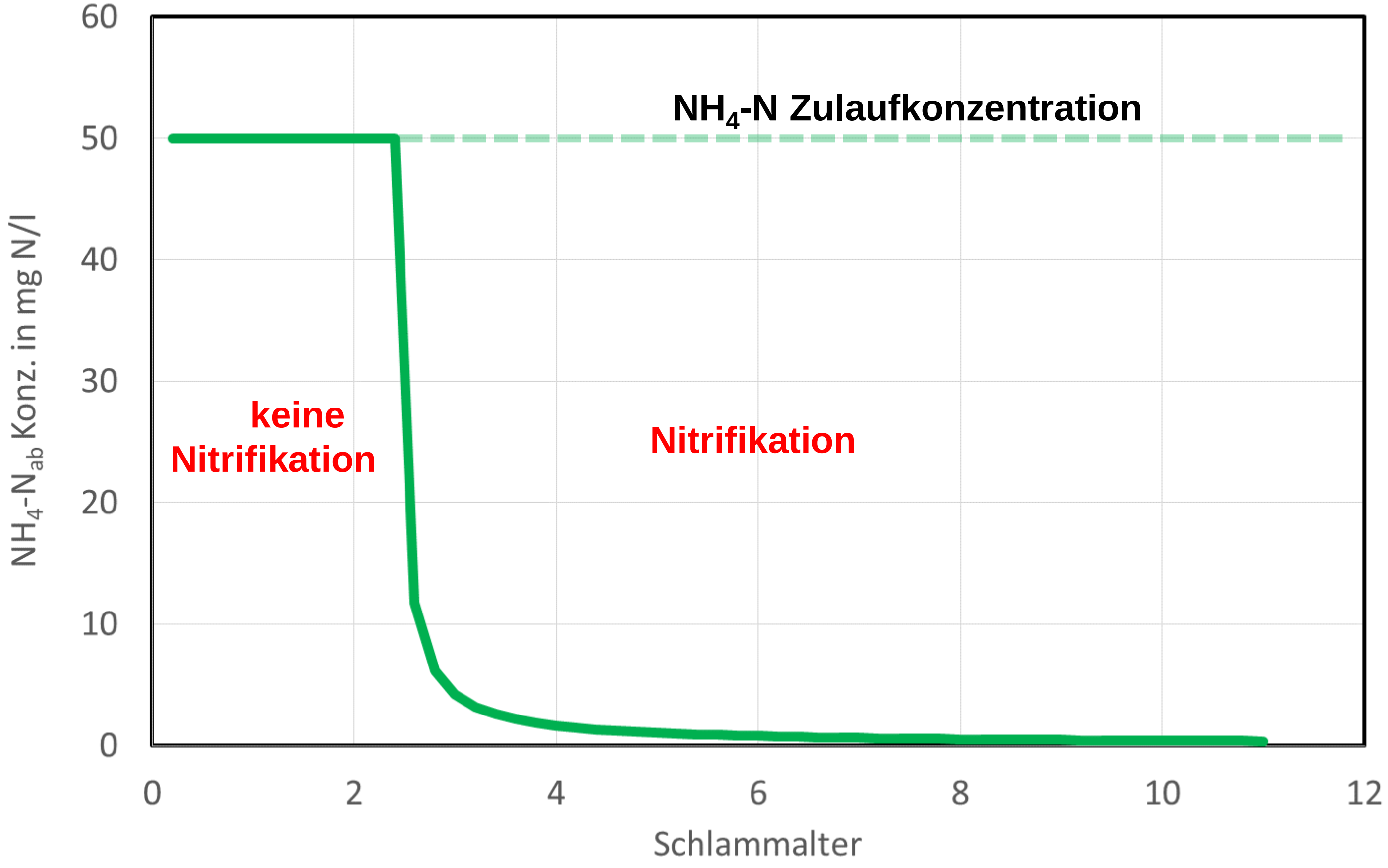
Minimales Schlammalter für Nitrifikation



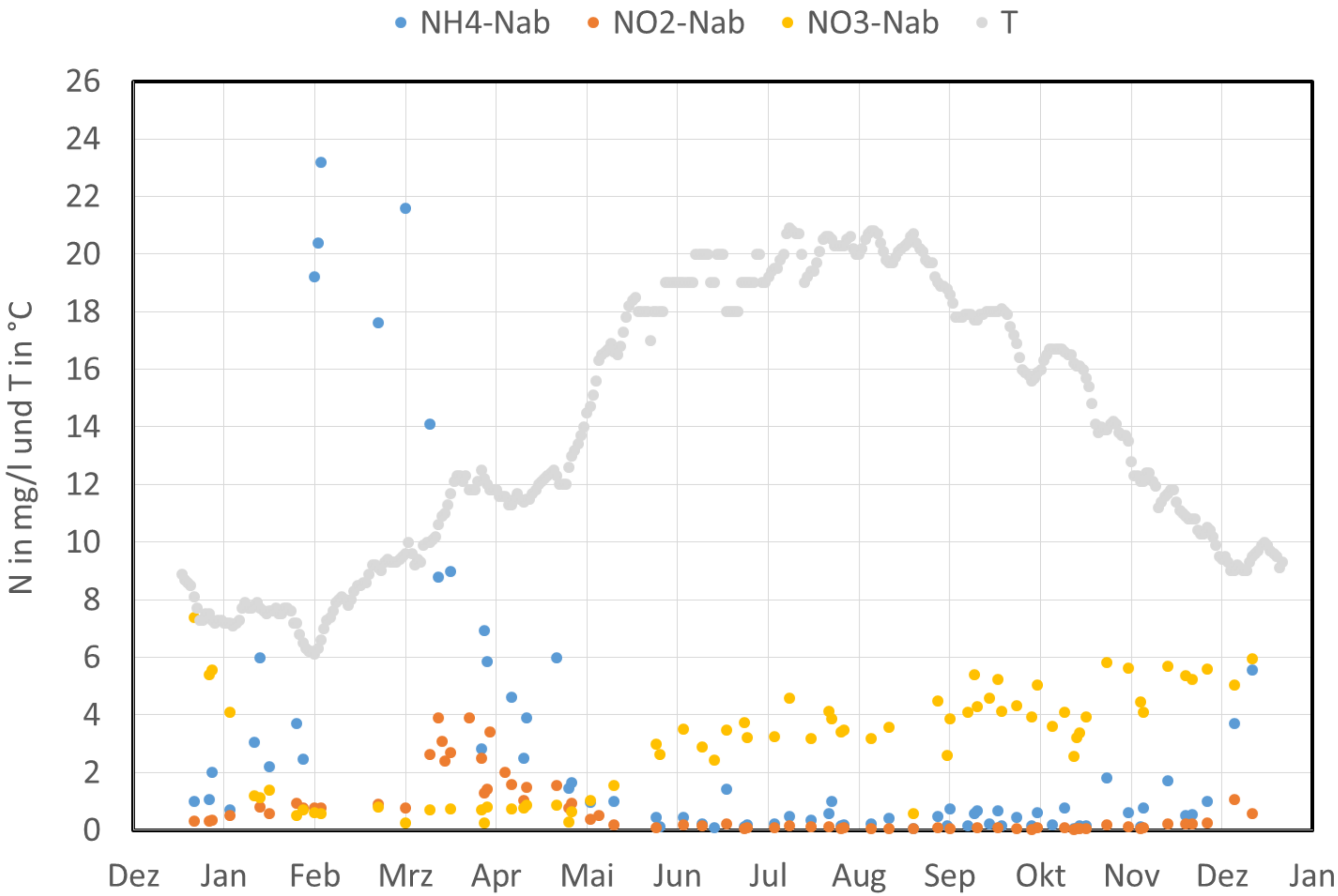
$$t_{TS,min} = \frac{1}{\mu_{N,T} \cdot f_{aerob}}$$

Minimales Schlammalter für Nitrifikation

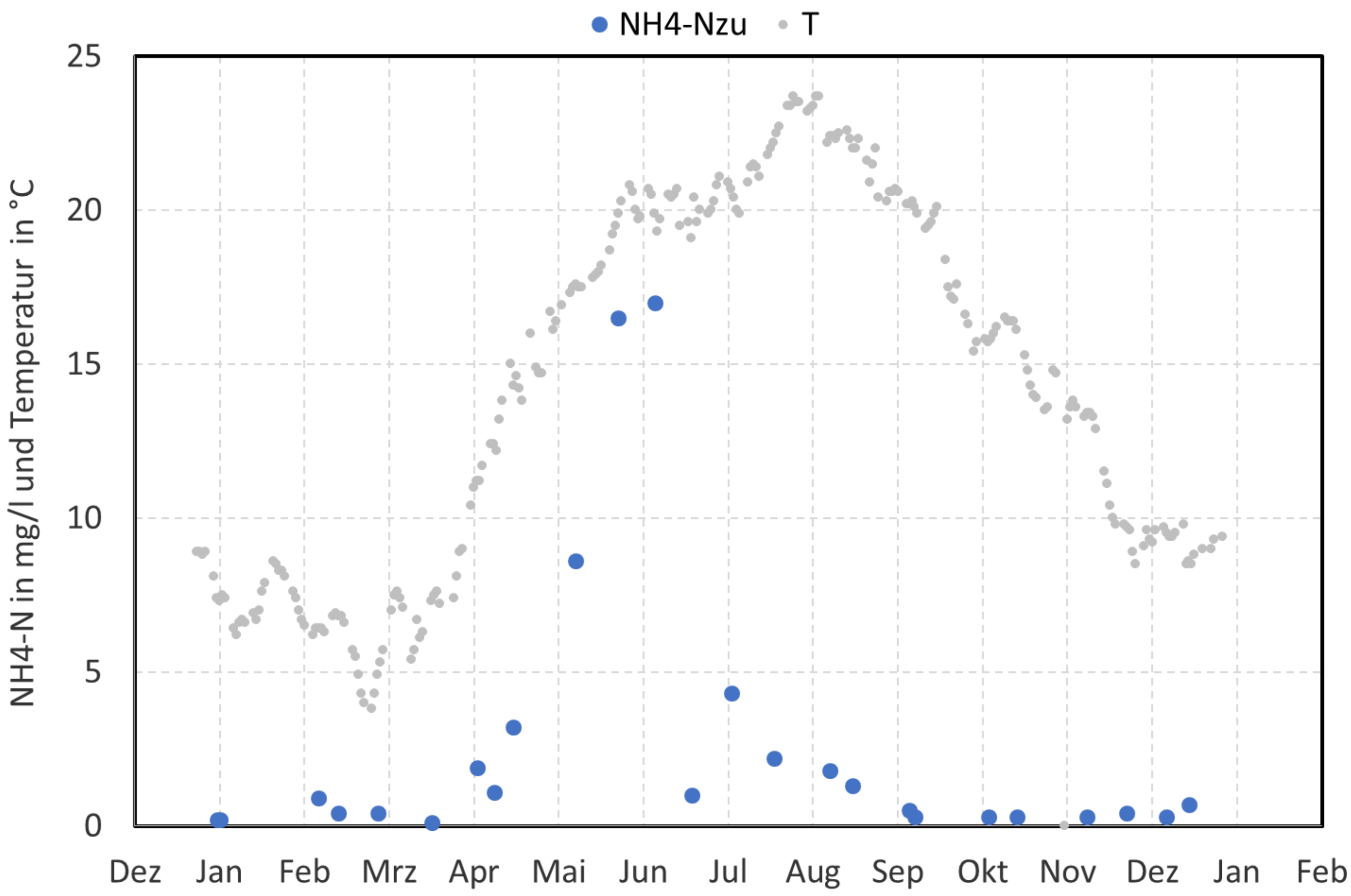
NH_4-N-Ablaufkonzentration bei 20°C



Minimales Schlammalter für Nitrifikation

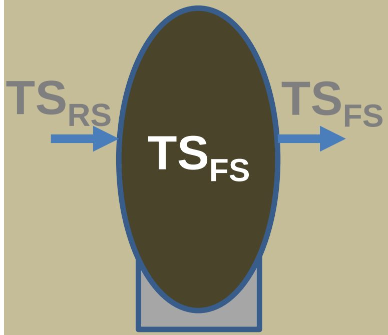


Minimales Schlammalter für Nitrifikation

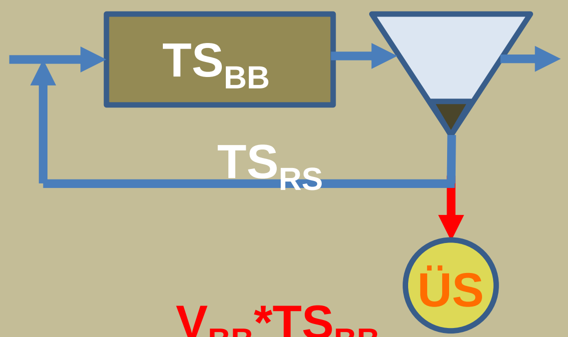


Kontrolle des Schlammalters

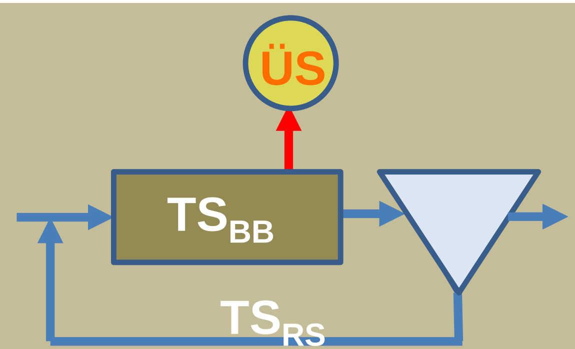
Faulung	Biologische Stufe mit Biomasserückhalt
HRT = t_{TS}	HRT << t_{TS}
20 d = 20 d	1 d << 20 d



$$t_{TS} = \frac{V}{Q_{in}}$$



$$t_{TS} = \frac{V_{BB} * TS_{BB}}{Q_{ÜS} * TS_{ÜS}}$$

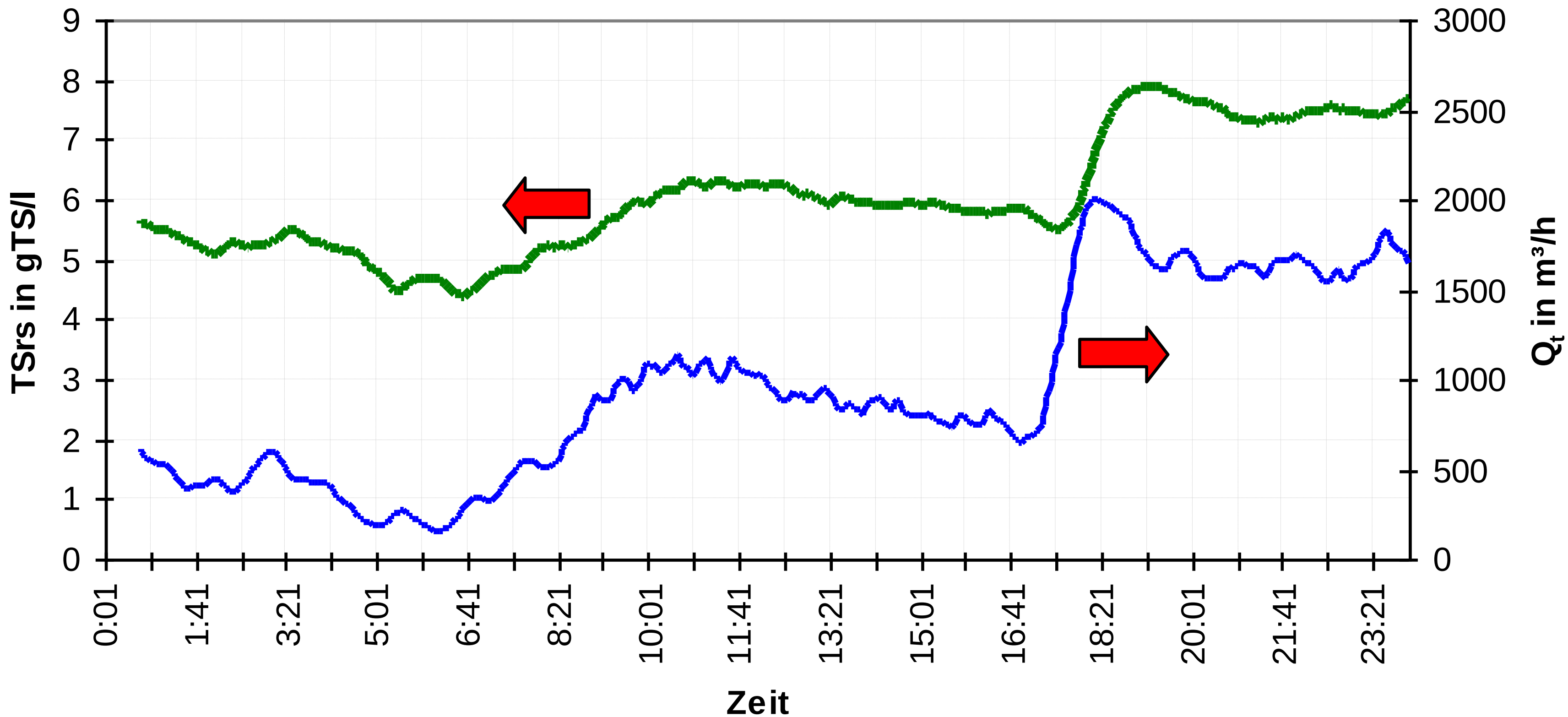


$$t_{TS} = \frac{V_{BB}}{Q_{ÜS}} \frac{TS_{BB}}{TS_{BB}}$$

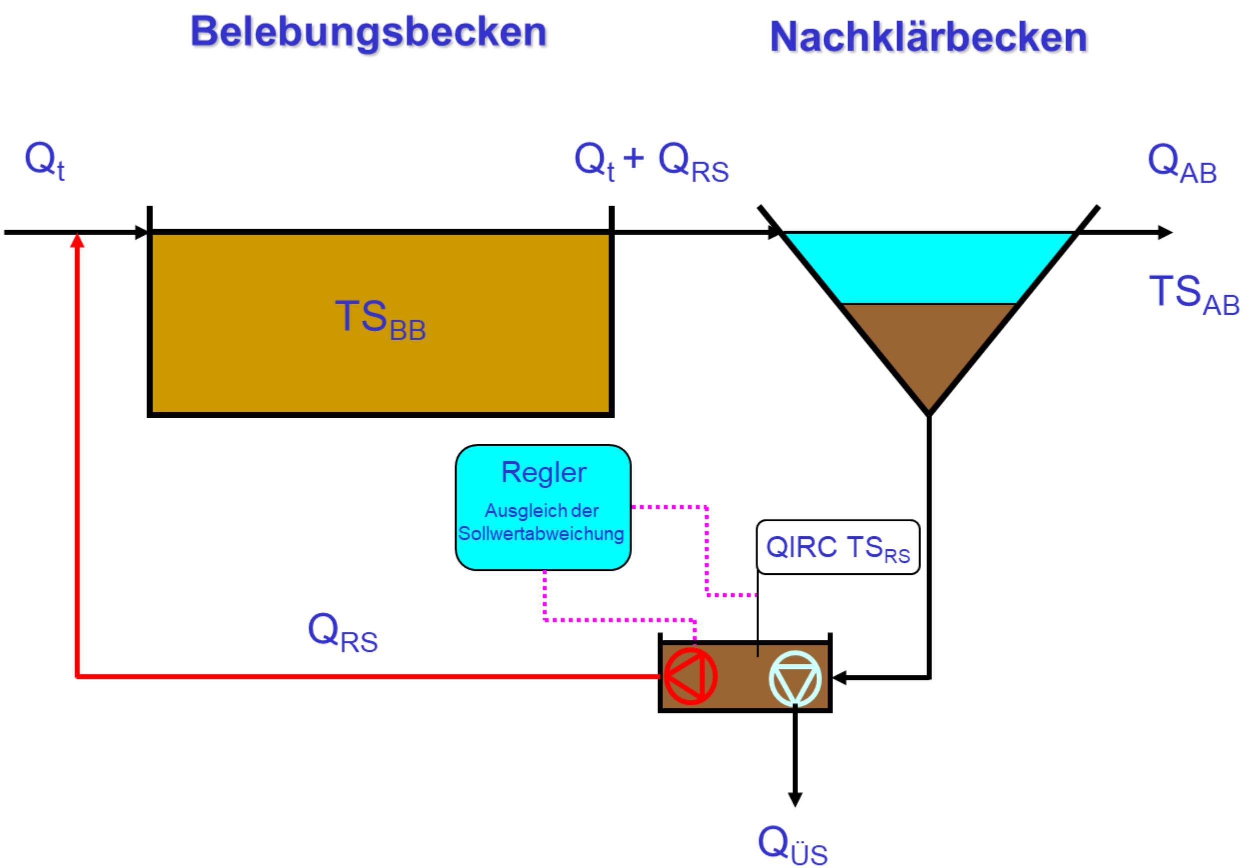
hydraulisch	über TS-Fracht	hydraulisch

t_{TS} = Schlammalter, HRT = Hydraulische Aufenthaltszeit, RS = Rohschlamm, FS = Faulschlamm

Problem: Schwankungen von TS_{RS}

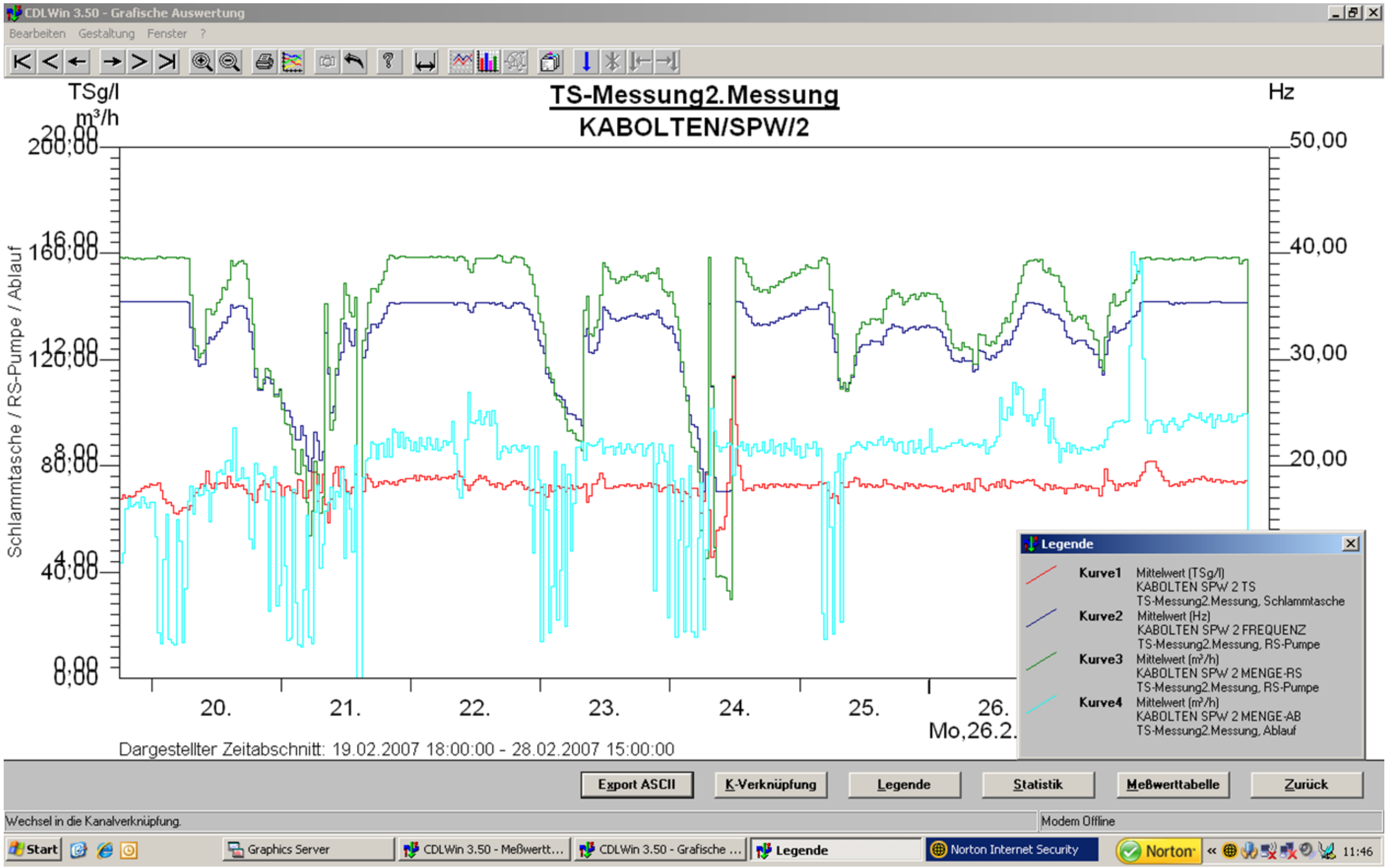


Lösung: Regelung der RS-Pumpe nach Sollwert TS_{RS}

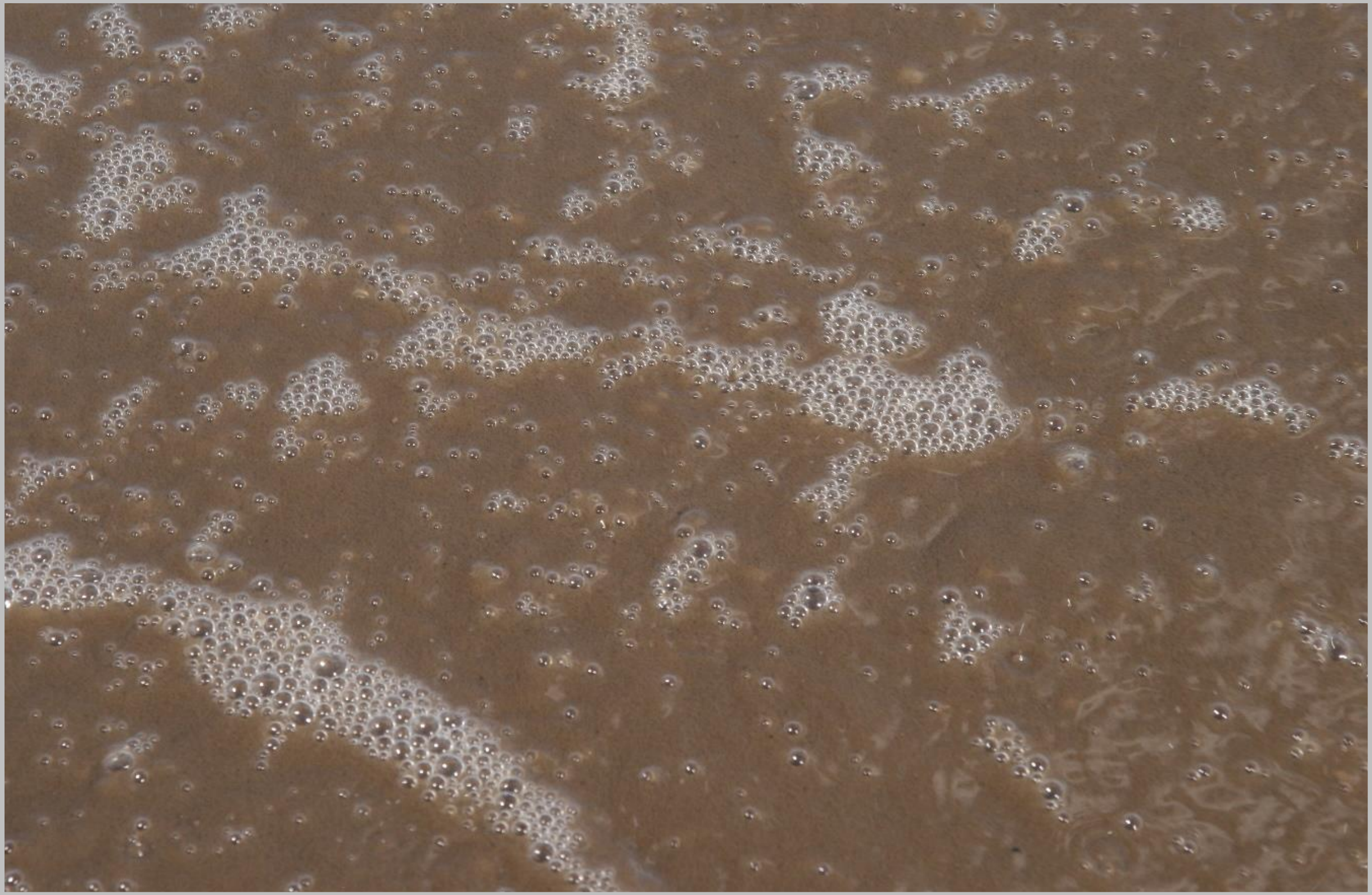


Kontrolle des Schlammalters

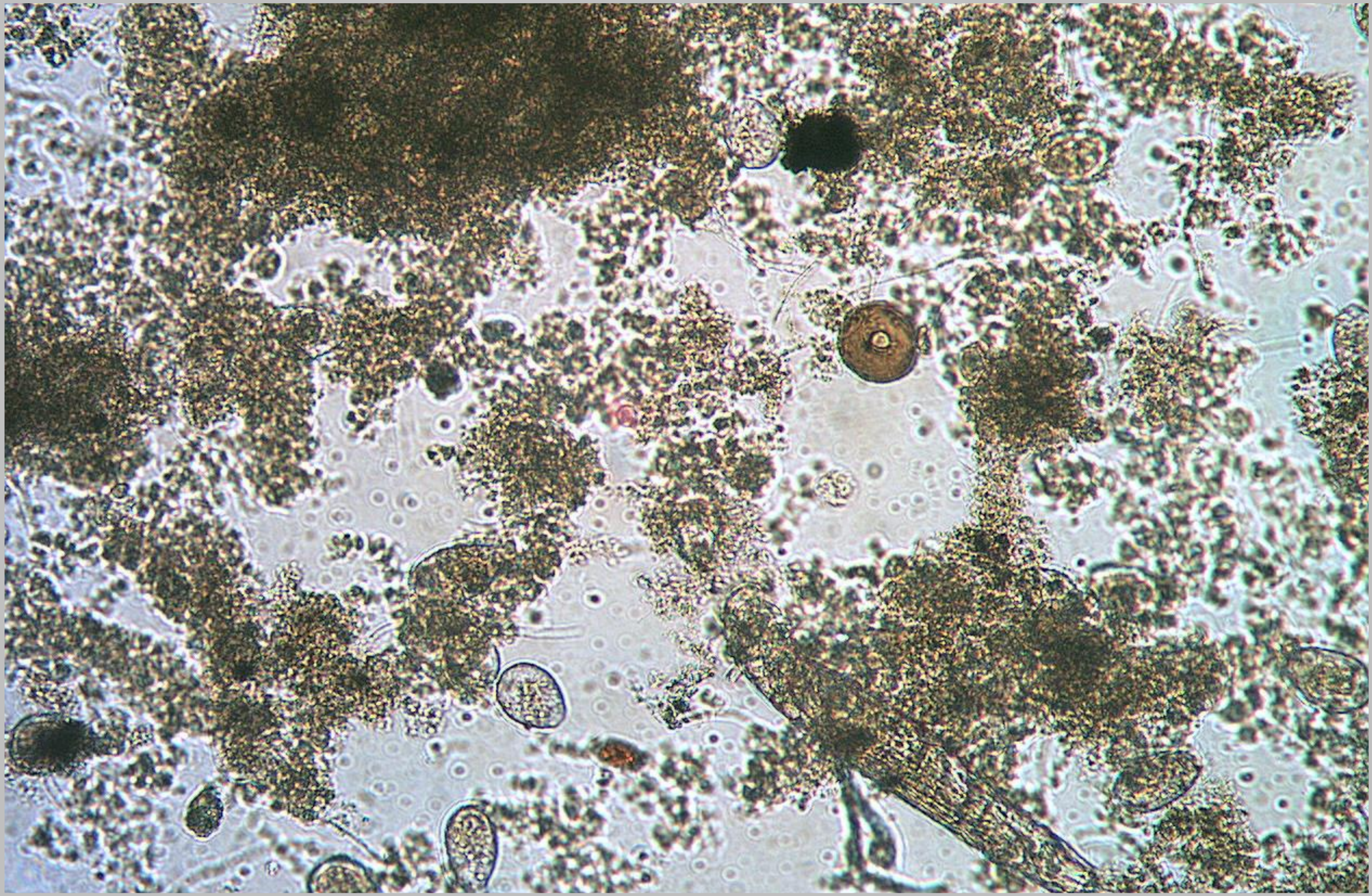
Das Ergebnis: TS_{RS} = konstant, trotz erheblicher Schwankungen im Zulauf



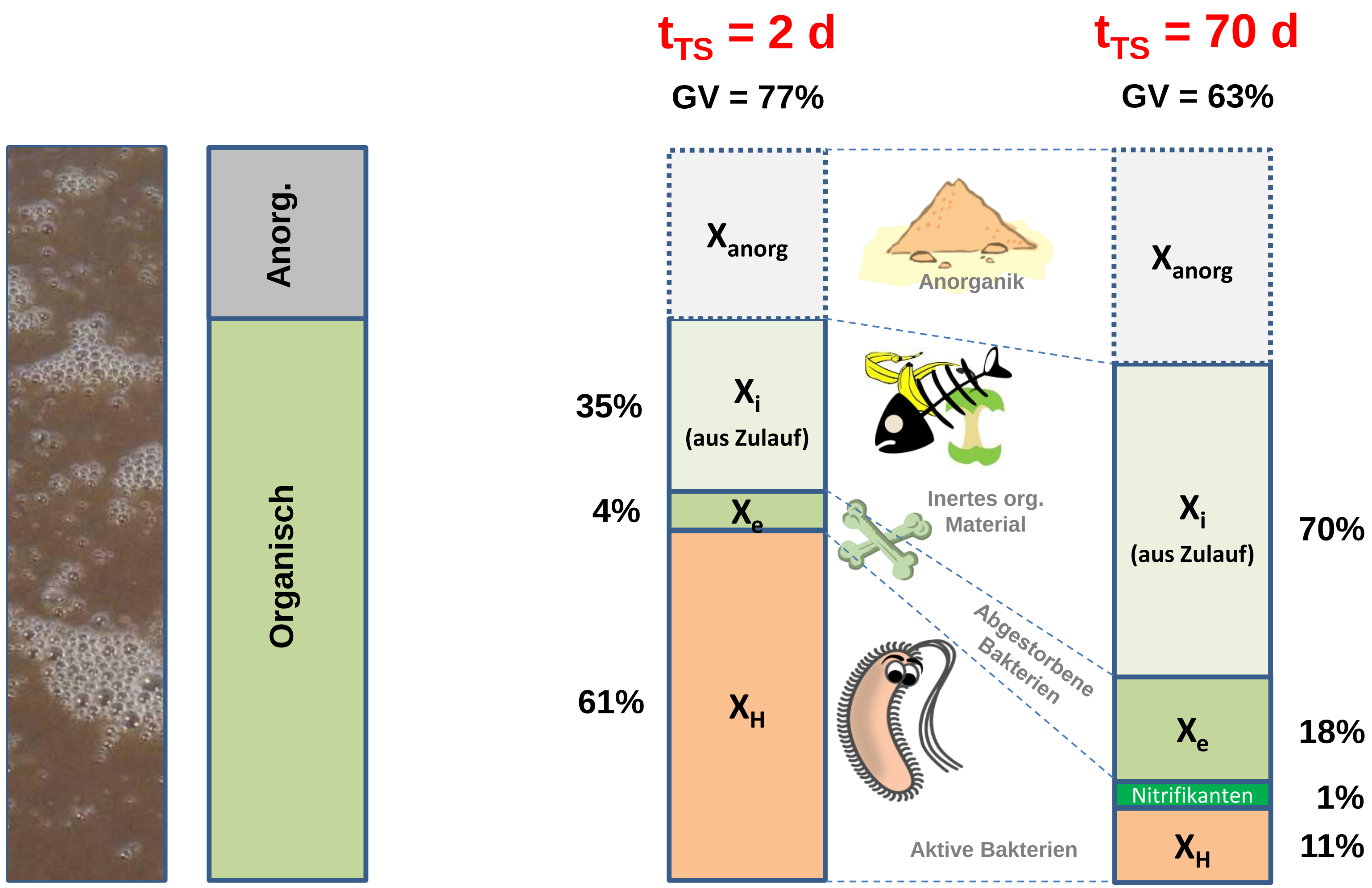
Zusammensetzung von Belebtschlamm



Zusammensetzung von Belebtschlamm

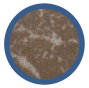


Zusammensetzung von Belebtschlamm



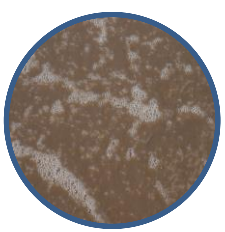
X = Partikuläre Bestandteile - **H** = **H**eterotroph - **i** = **i**nert - **e** = **e**ndogen (**e**ndprodukt der Bakterien)

Belastungsparameter - Schlammalter

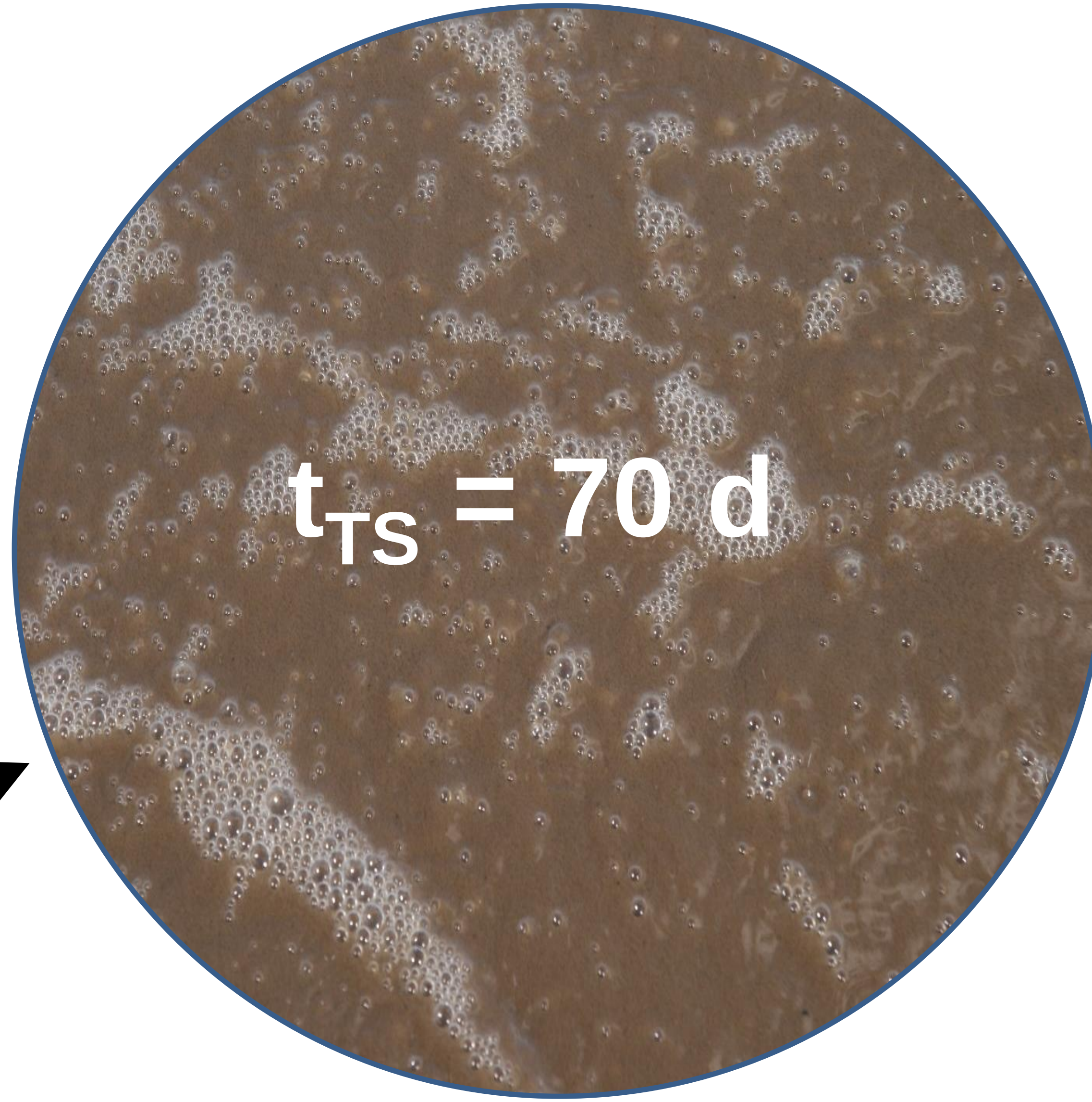


Gesamte Biomasse

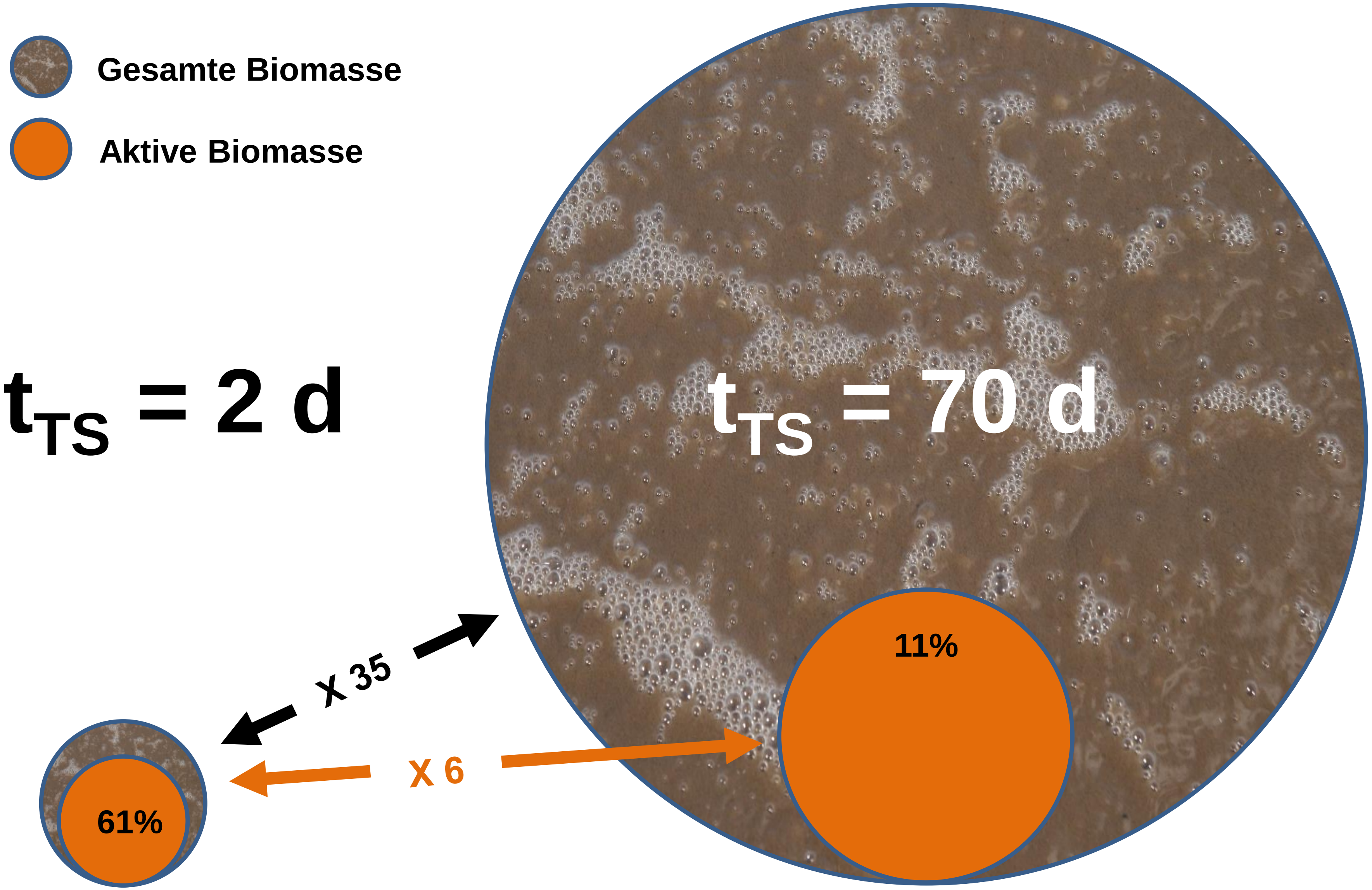
t_{TS} = 2 d



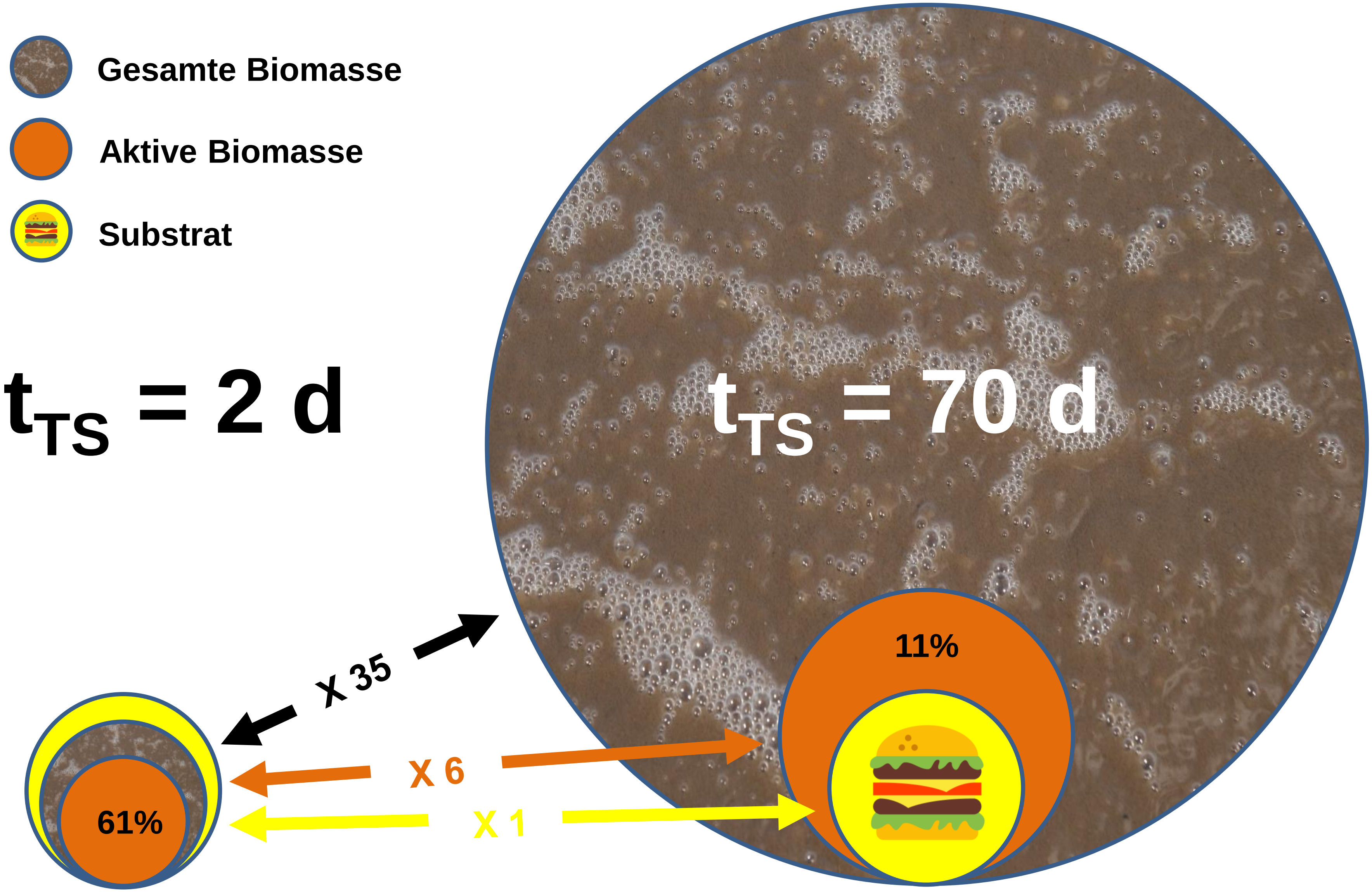
x 35



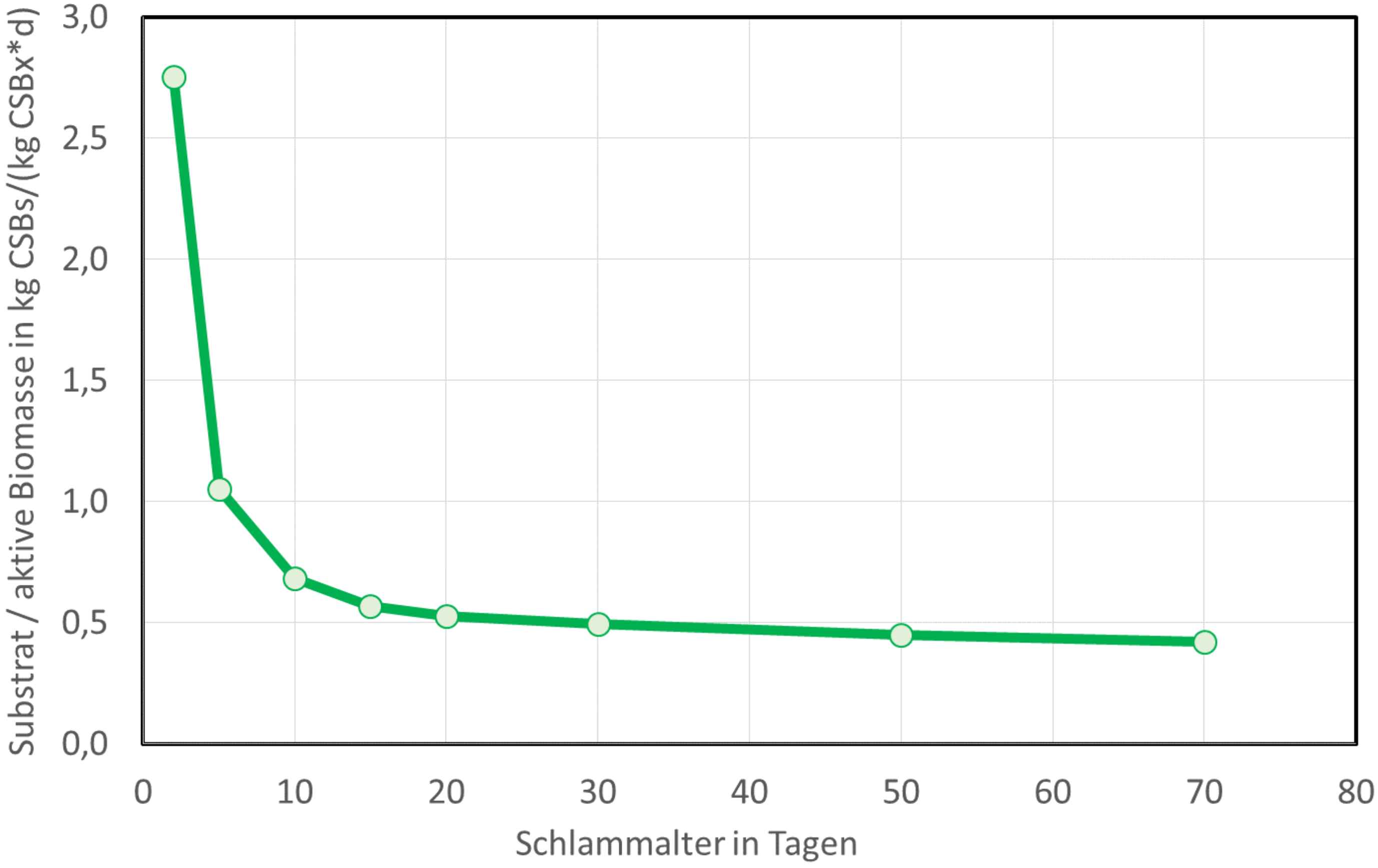
Belastungsparameter - Schlammalter



Belastungsparameter - Schlammalter



Schlammbelastung = individuelles Nahrungsangebot



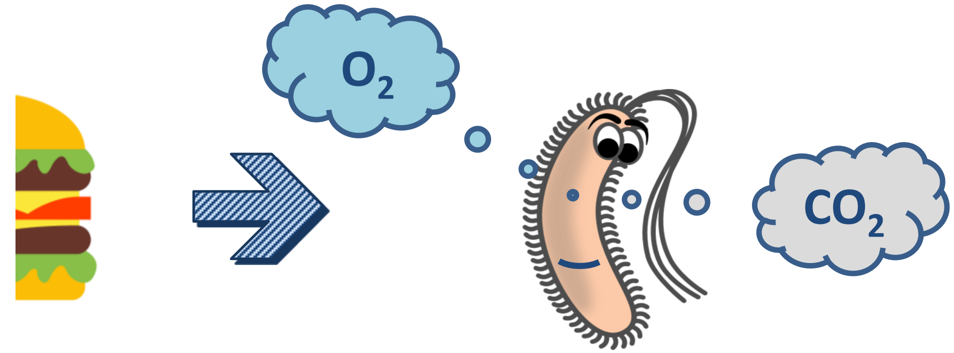
Schlammwachstum

Was passiert wenn:

dann

35% Oxidation (Atmung)

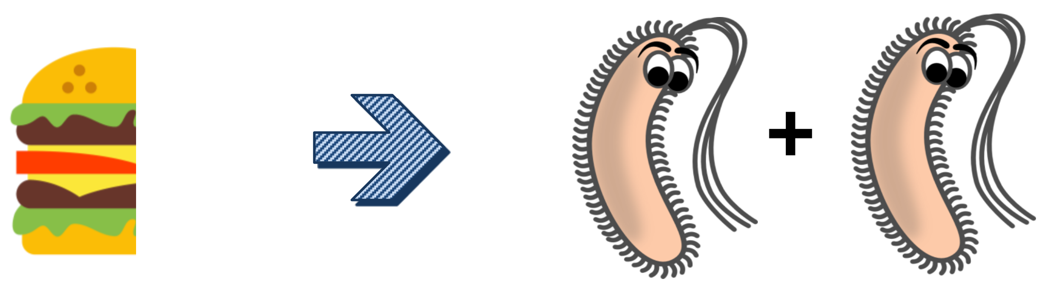
(1-Y)



und

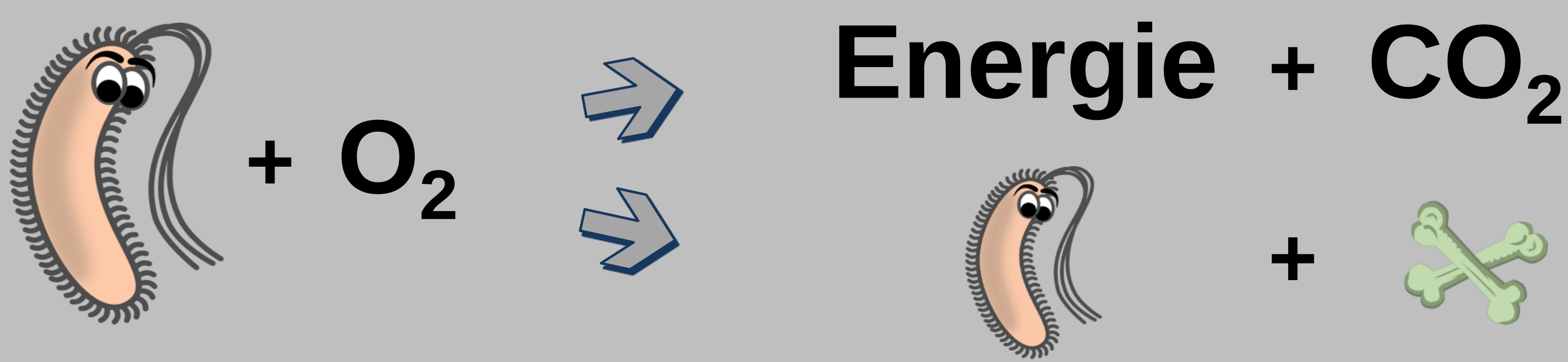
65% Biomasseaufbau

(Y = 0,65 = Ertragskoeffizient)



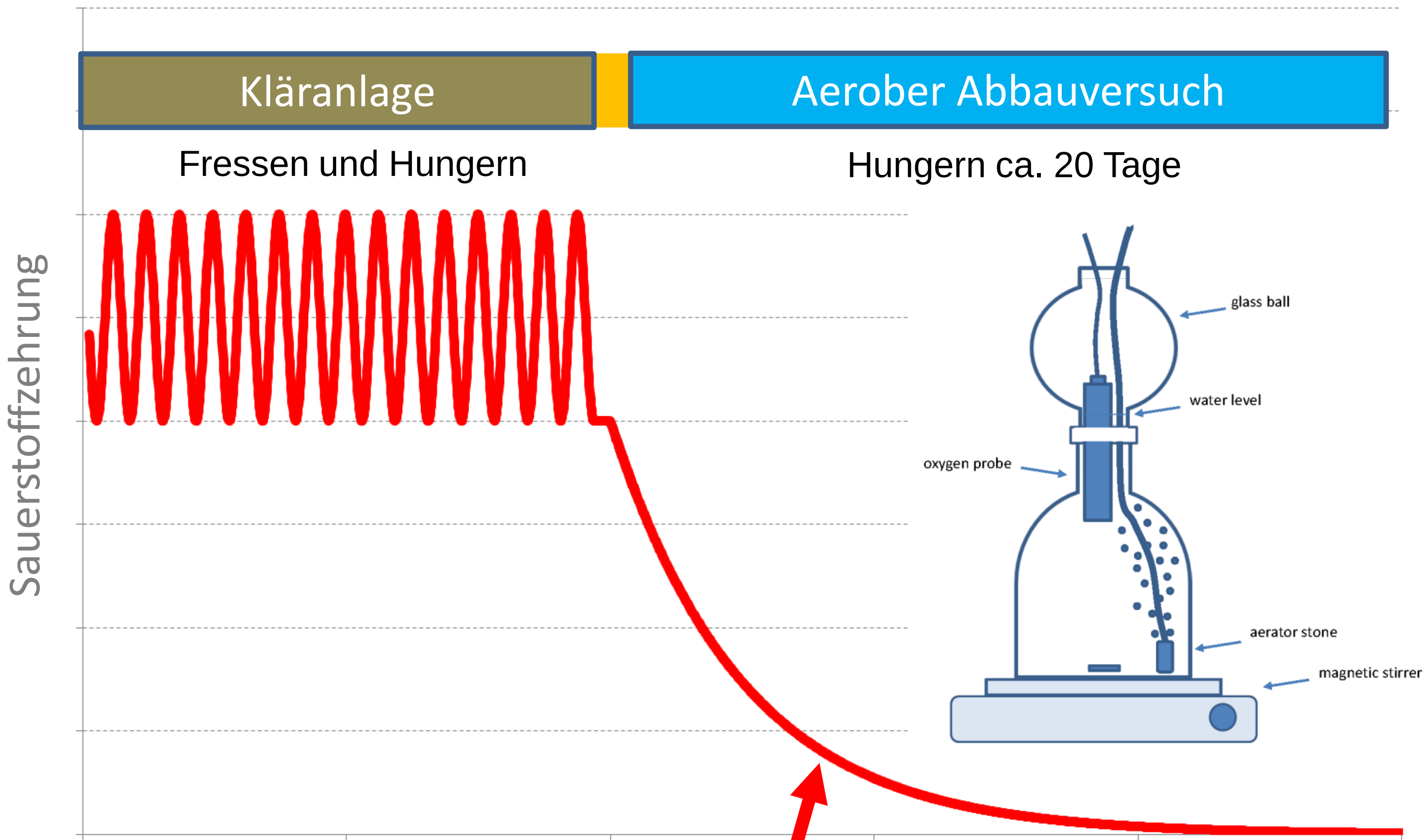
Absterben

- Aktivität und Masse von Heterotropher Biomasse wird täglich um 24% reduziert
- Hauptursache ist endogene Atmung zur Aufrechterhaltung lebensnotwendiger Zellfunktionen
- aber auch Fraß, Infektion und Lysis tragen zum Absterben bei



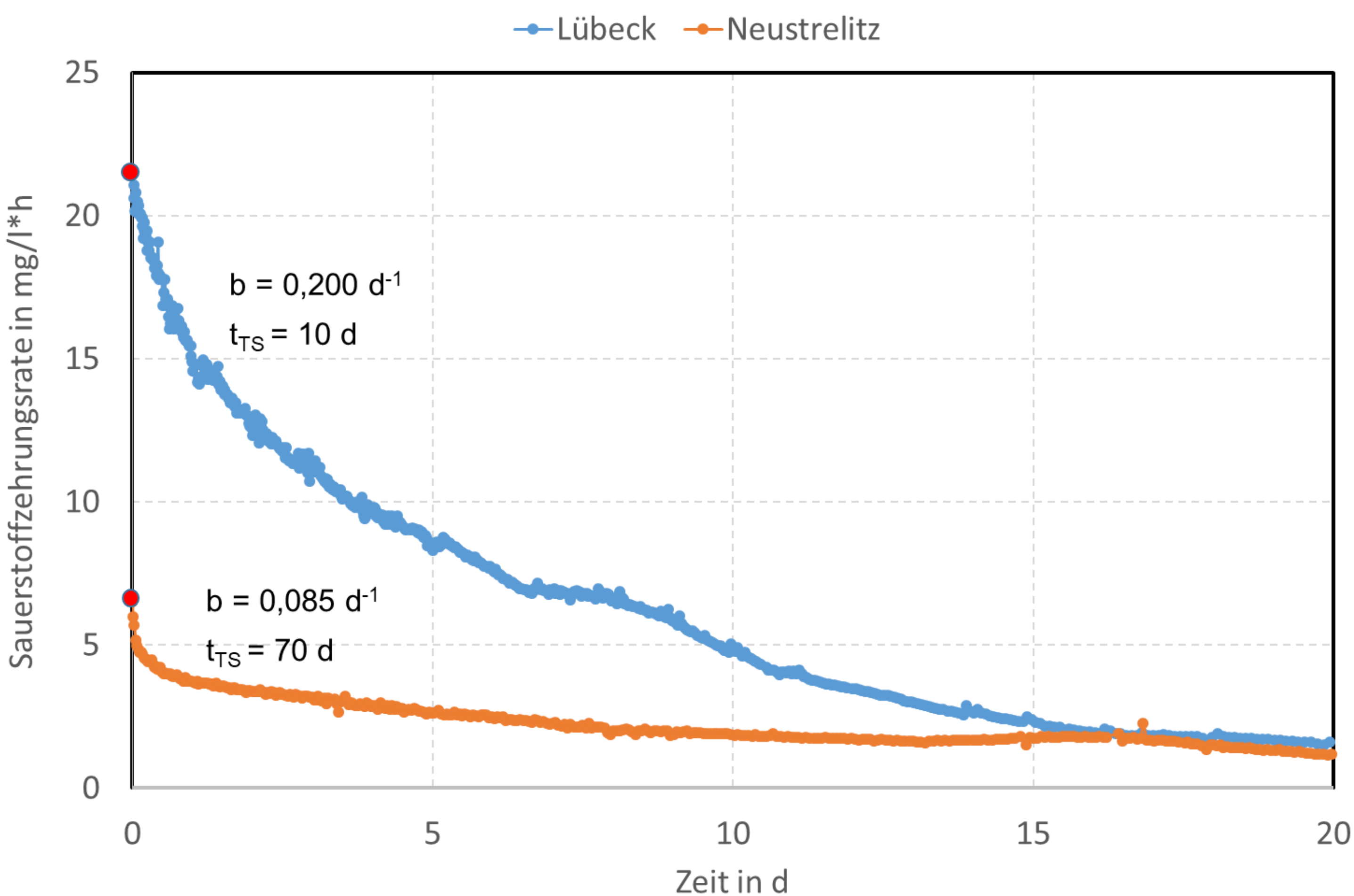
Erhaltungsenergie = Endogen Atmung

Aerober Abbauversuch



Absterberate b = 0,24 1/d

Aerober Abbauversuch

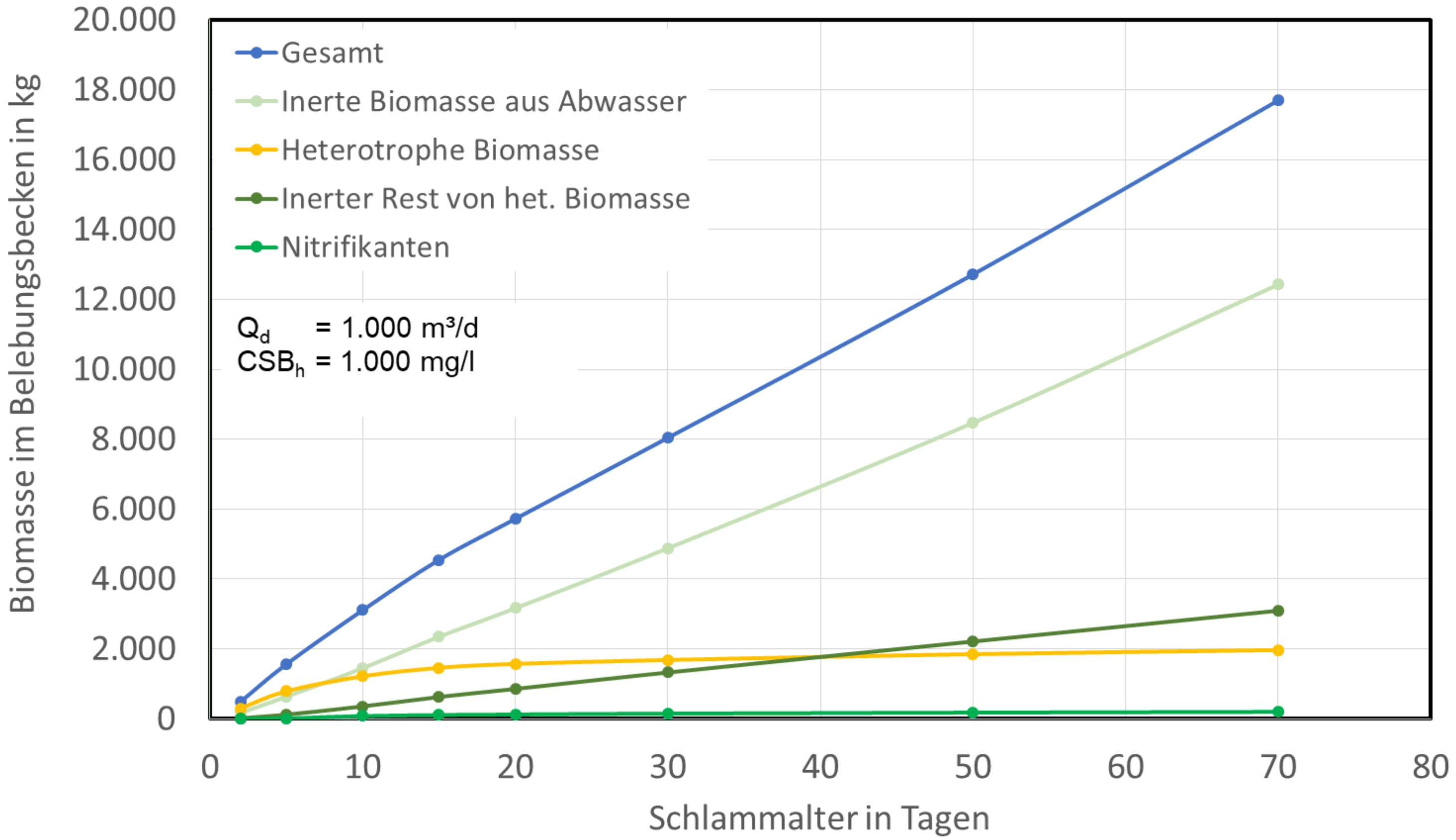


Schlammwachstum

Dominant bei:

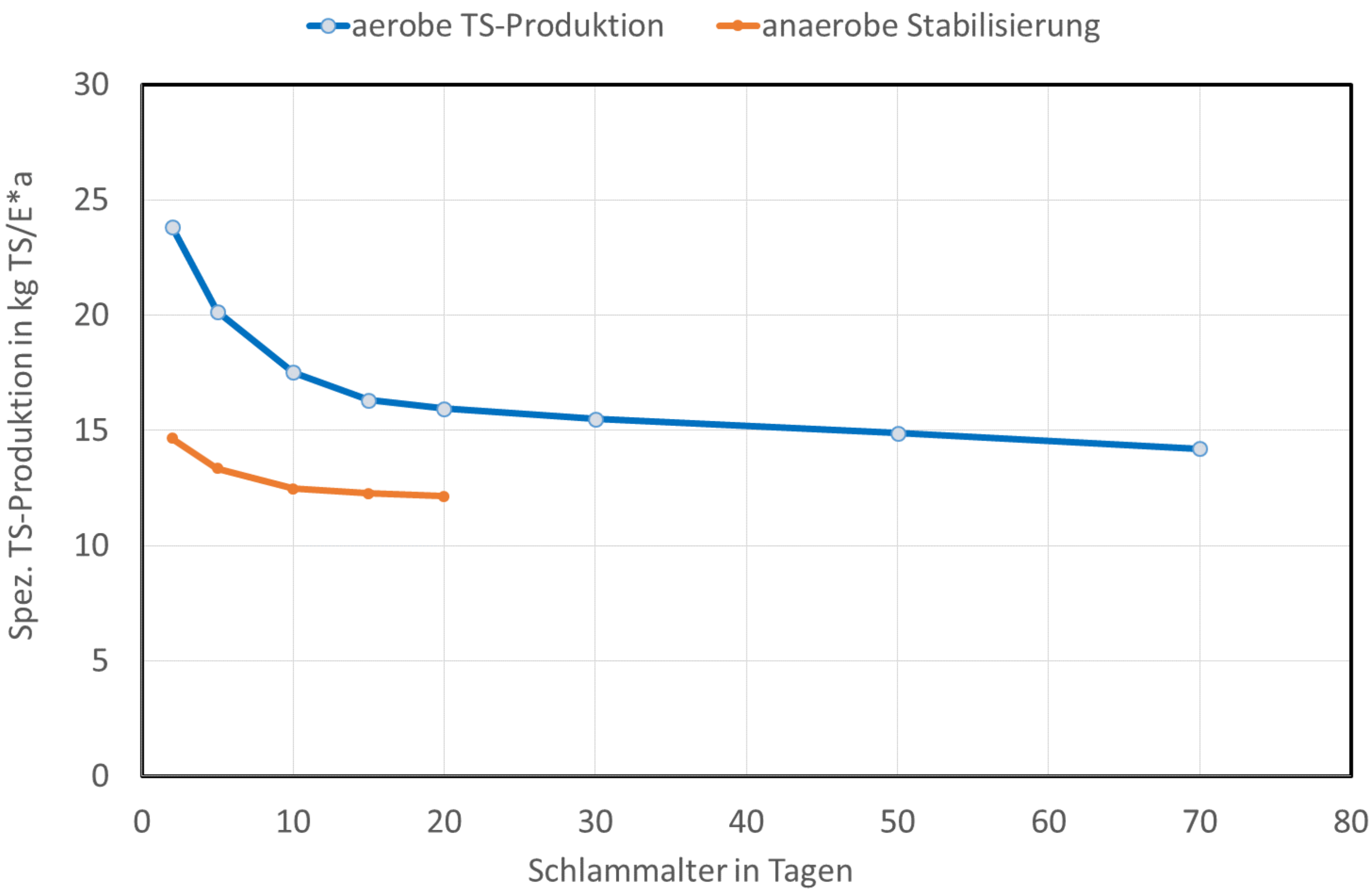
+ Biologisches Wachstum von Bakterien	↓ t_{TS}
– Absterben von Bakterien	↑ t_{TS}
+ Akkumulation inerter Feststoffen aus Zulauf	↑ t_{TS}
= Schlammwachstum	

Schlammwachstum

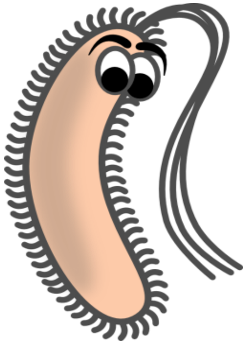
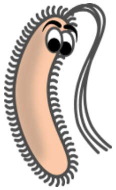


INGENIEURBÜRO FRIEDRICH

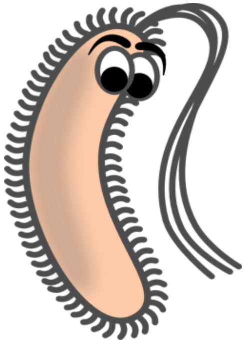
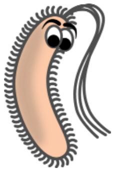
Schlammproduktion in Abhängigkeit vom Schlammalter



Physiologische Anpassung

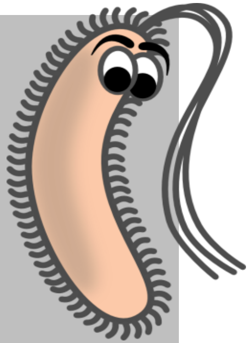
Schlammalter:	2 d	70 d
Eukaryoten (mit Zellkern)		
Prokaryoten (ohne Zellkern)		

Physiologische Anpassung

Schlammalter:	2 d	70 d
		
Größe:	5 µm	0,5 µm
Zellmembran:	10 nm	0,5 nm
Ribosomen:	10.000	1.000

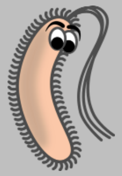
Physiologische Anpassung

= Überlebensstrategie



↓ t_{TS} – hohe Wachstumsrate und Absterberate

↑ t_{TS} – niedrige Wachstumsrate und Absterberate



Resümee

- Das minimale Schlammalter garantiert die Nitrifikation
- Keine Angst vor niedrigem Schlammalter, da Anteil aktive Biomasse sehr hoch
- Sehr hohes Schlammalter bedeutet sehr niedriger aktiver Anteil der Biomasse, aber große Schlammmasse
- Hohes Schlammalter bedeutet geringe Schlammproduktion und hoher Energieverbrauch für die Belüftung der Belebungsbecken

Vielen Dank für die Aufmerksamkeit!

INGENIEURBÜRO FRIEDRICH

Besuchen sie uns auf unserer neuen Website

www.ibf-thiox.de