

Taller

Eliminación de Nutrientes

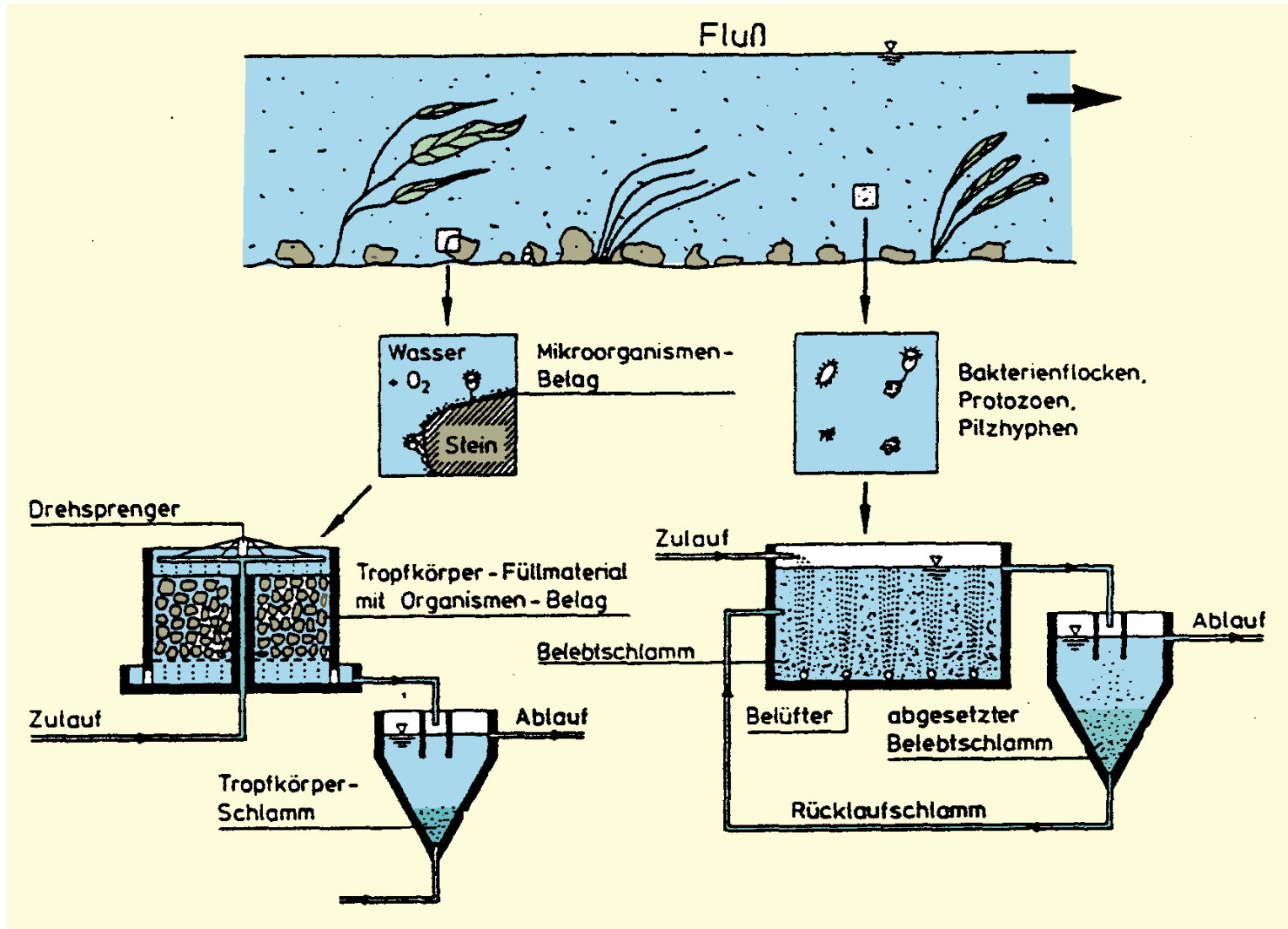
Dipl.-Ing. Alvaro Carozzi



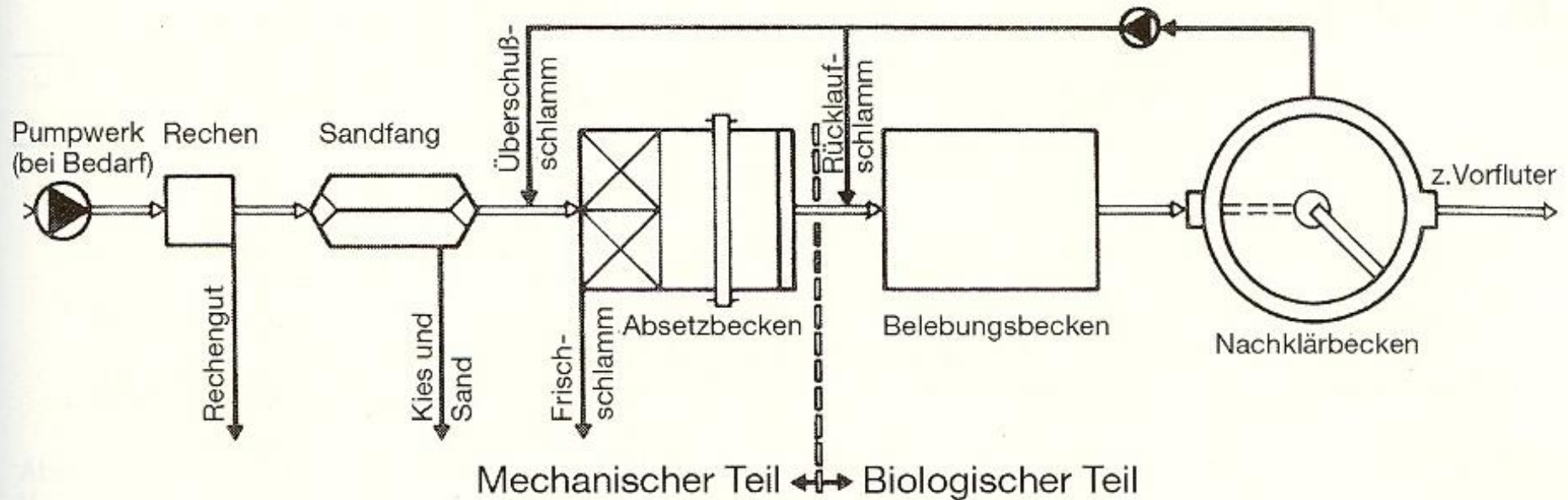
Contenido

- **Tratamiento biológico para la eliminación de nutrientes**
- **Bacterias filamentosas**
- **Reactores de lodos activados convencionales**
- **Descripción de diversos sistemas de aireación**
- **Reactores de lodos activados secuenciales: SBR**
- **Recomendaciones y aspectos constructivos**

Procesos de eliminación de nutrientes (Mudrack, Kunst)

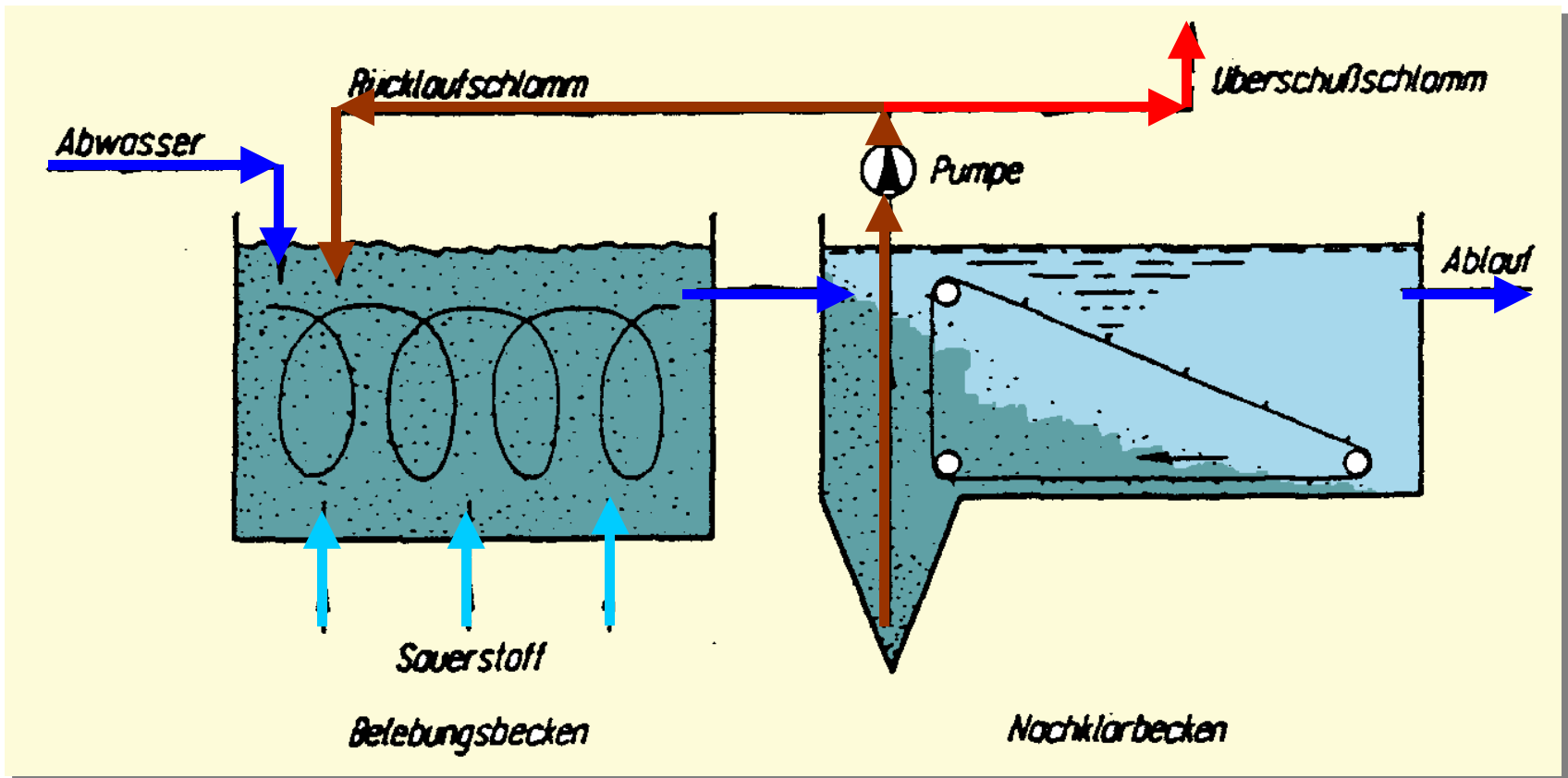


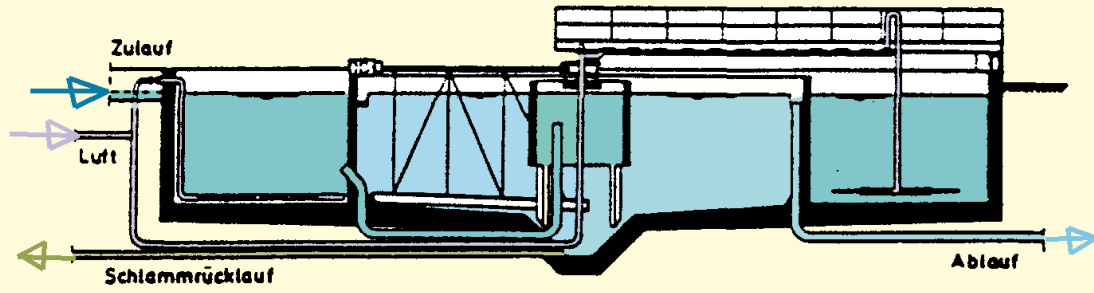
Tratamiento primario- tratamiento biológico (Lecher)



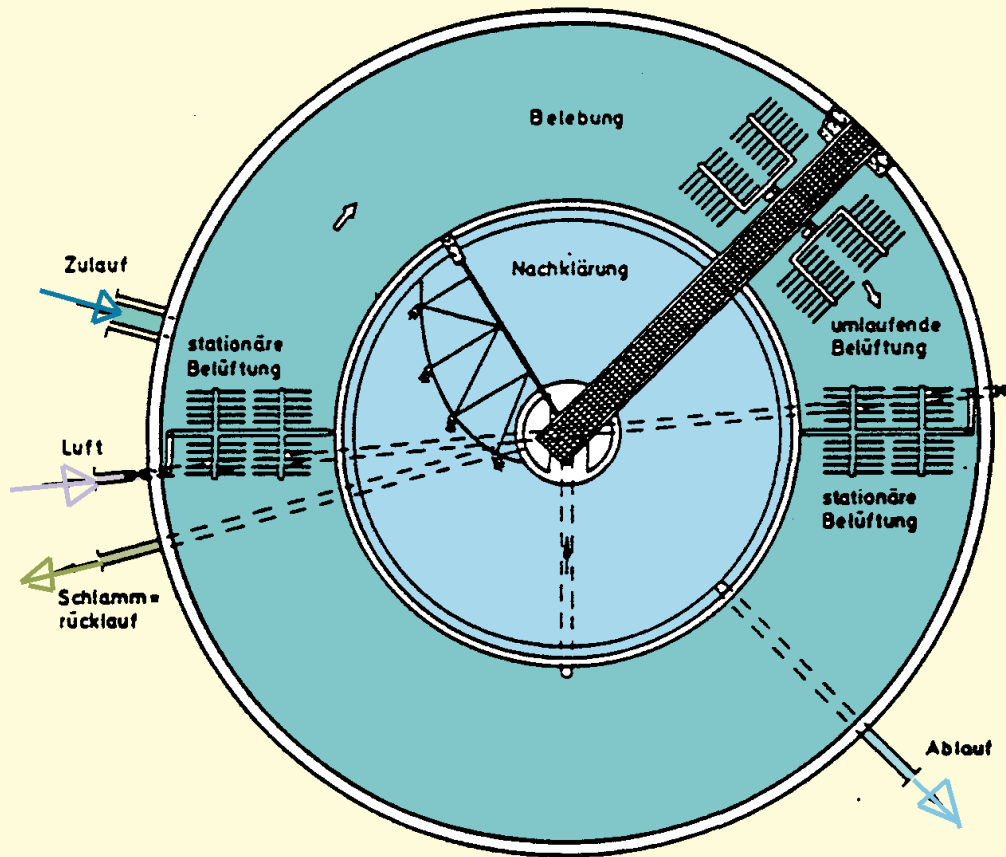
Principio del proceso de lodos activados

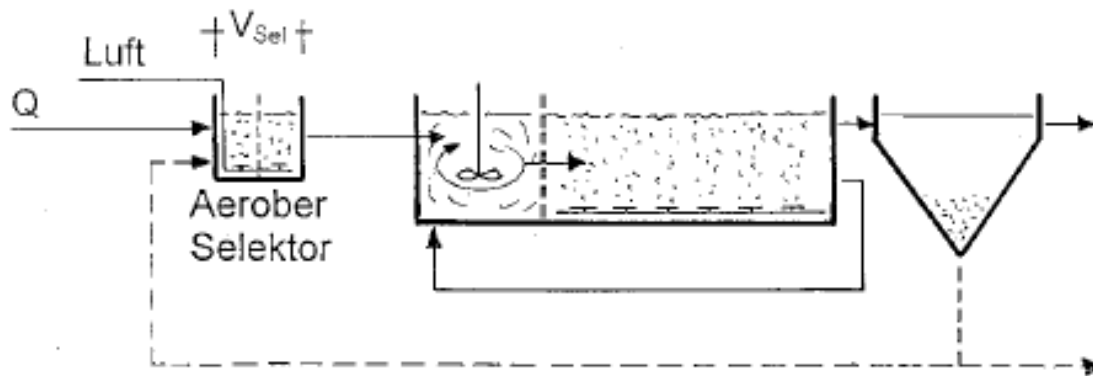
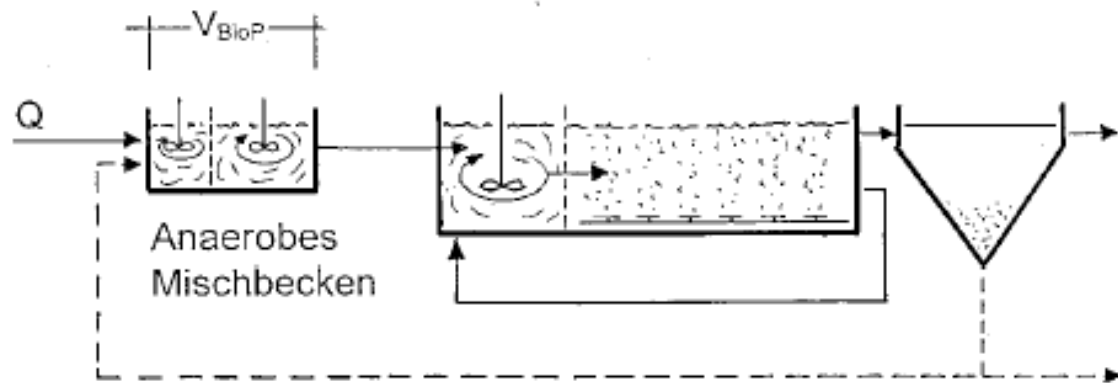
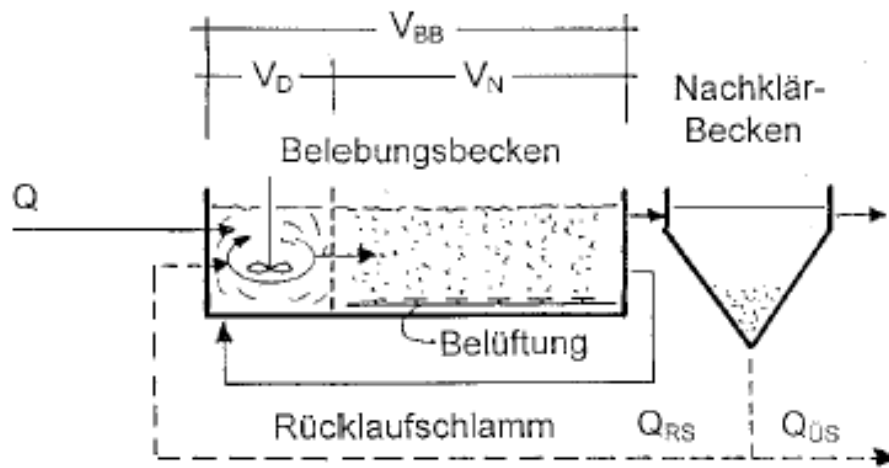
Prinzip des Belebungsverfahrens





Reactor de lodos combinado

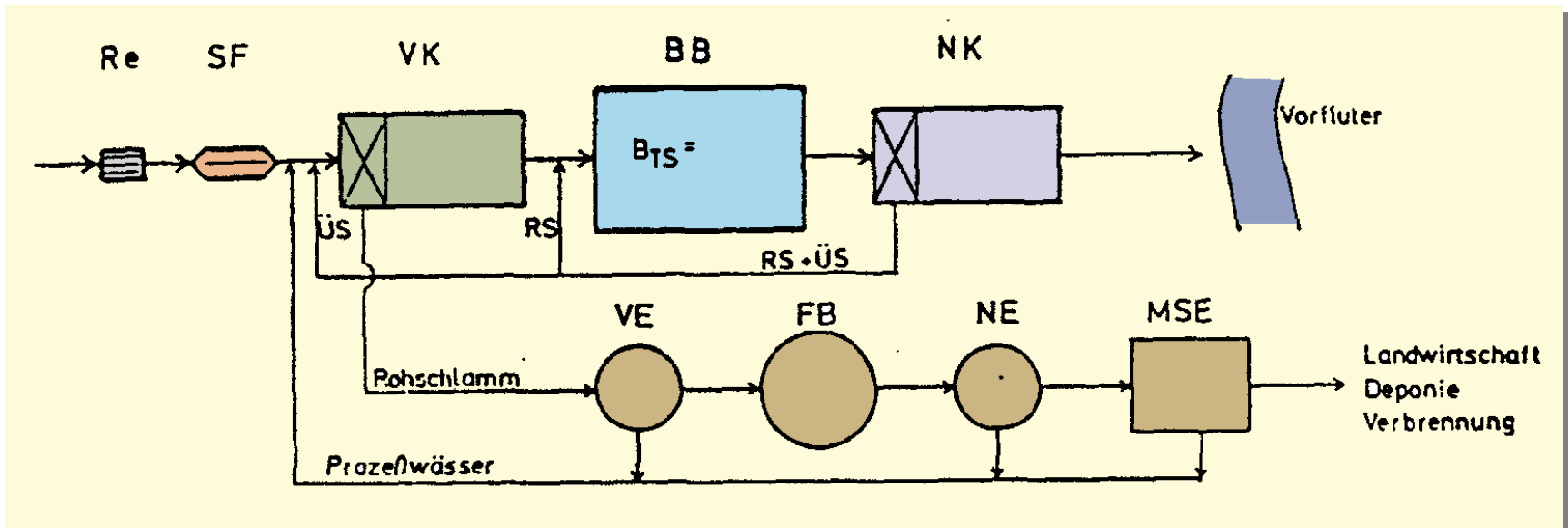




Reactores de lodos
activados, eliminacion
de nutrientes
(DWA -A 131)

Reactor de lodos activados

Belebungsanlagen konventioneller Art



Re = Rechen

SF = Sandfang

VK = Vorklärung

BB = Belebungsbecken

NK = Nachklärung

RS = Rücklaufschlamm

VE = Voreindicker

FB = Faulbehälter

NE = Nacheindicker

MSE = maschinelle Schlammwässerung

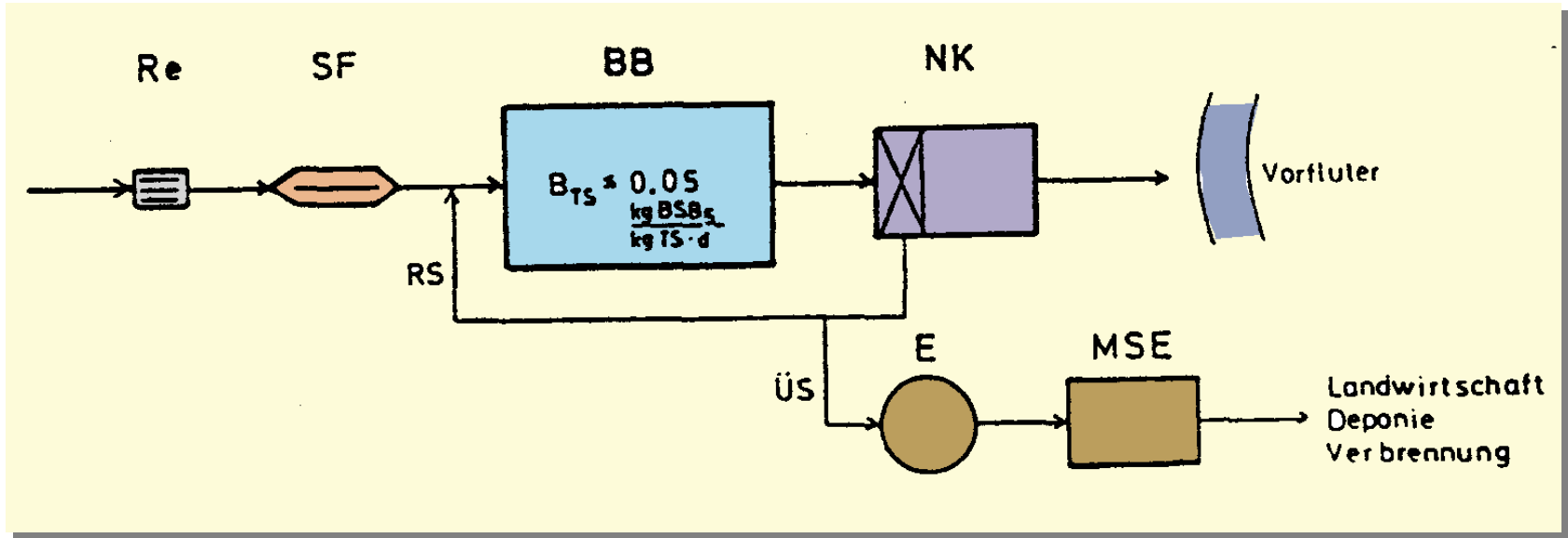
US = Überschußschlamm

Primärschlamm = Schlammmenge, die vom Absetzen des Rohabwassers stammt.

Rohschlamm = Überschußschlamm + Primärschlamm

Tratamiento aerobio simultáneo del lodo

Belebungsanlagen mit simultan aerober Schlammstabilisierung



Re = Rechen

SF = Sandfang

VK = Vorklärung

BB = Belebungsbecken

NK = Nachklärung

RS = Rücklaufschlamm

VE = Voreindicker

FB = Faulbehälter

NE = Nacheindicker

MSE = maschinelle Schlammwässerung

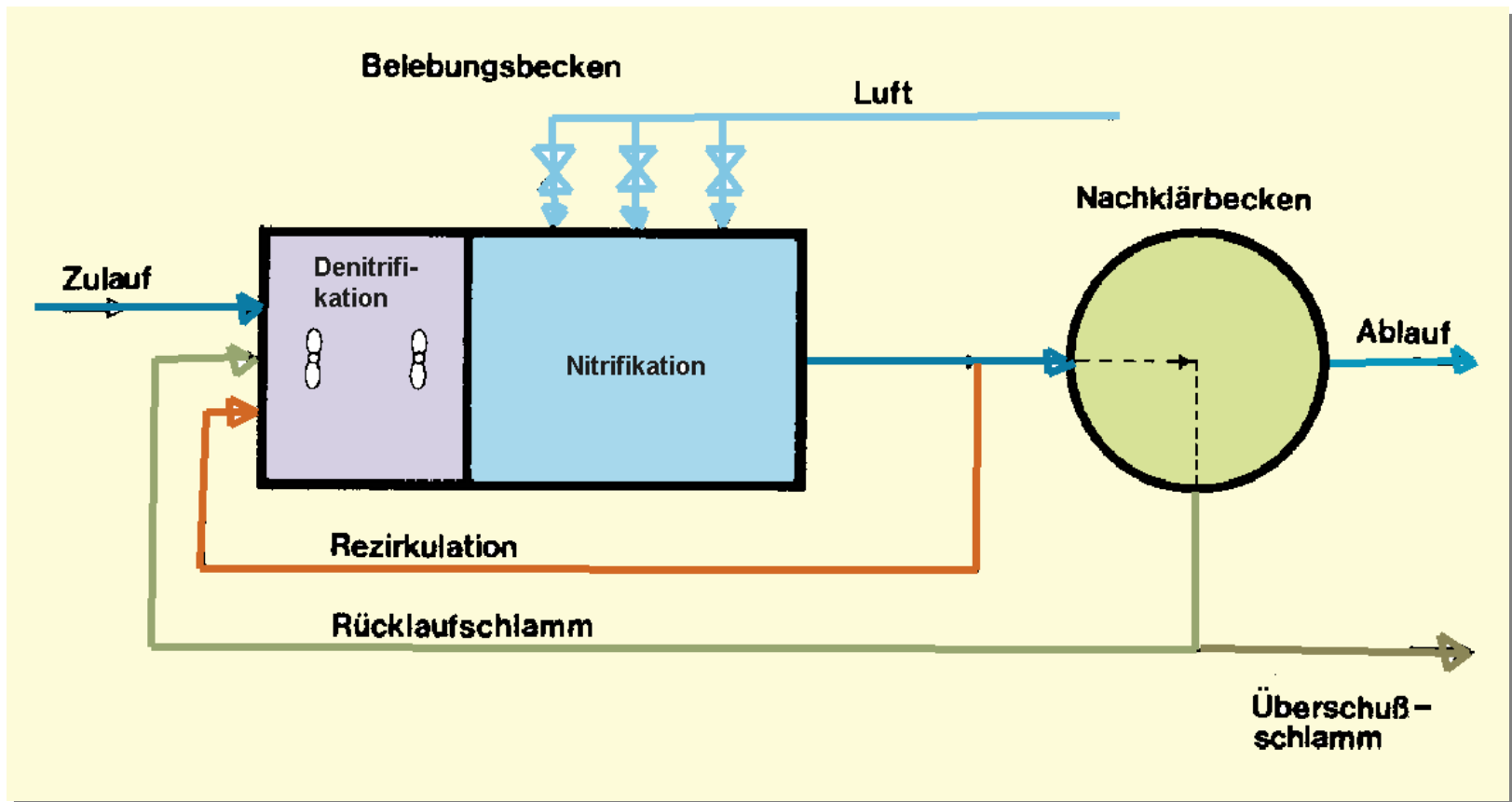
US = Überschussschlamm

Primärschlamm = Schlammmenge, die vom Absetzen des Rohabwassers stammt.

Rohschlamm = Überschussschlamm + Primärschlamm

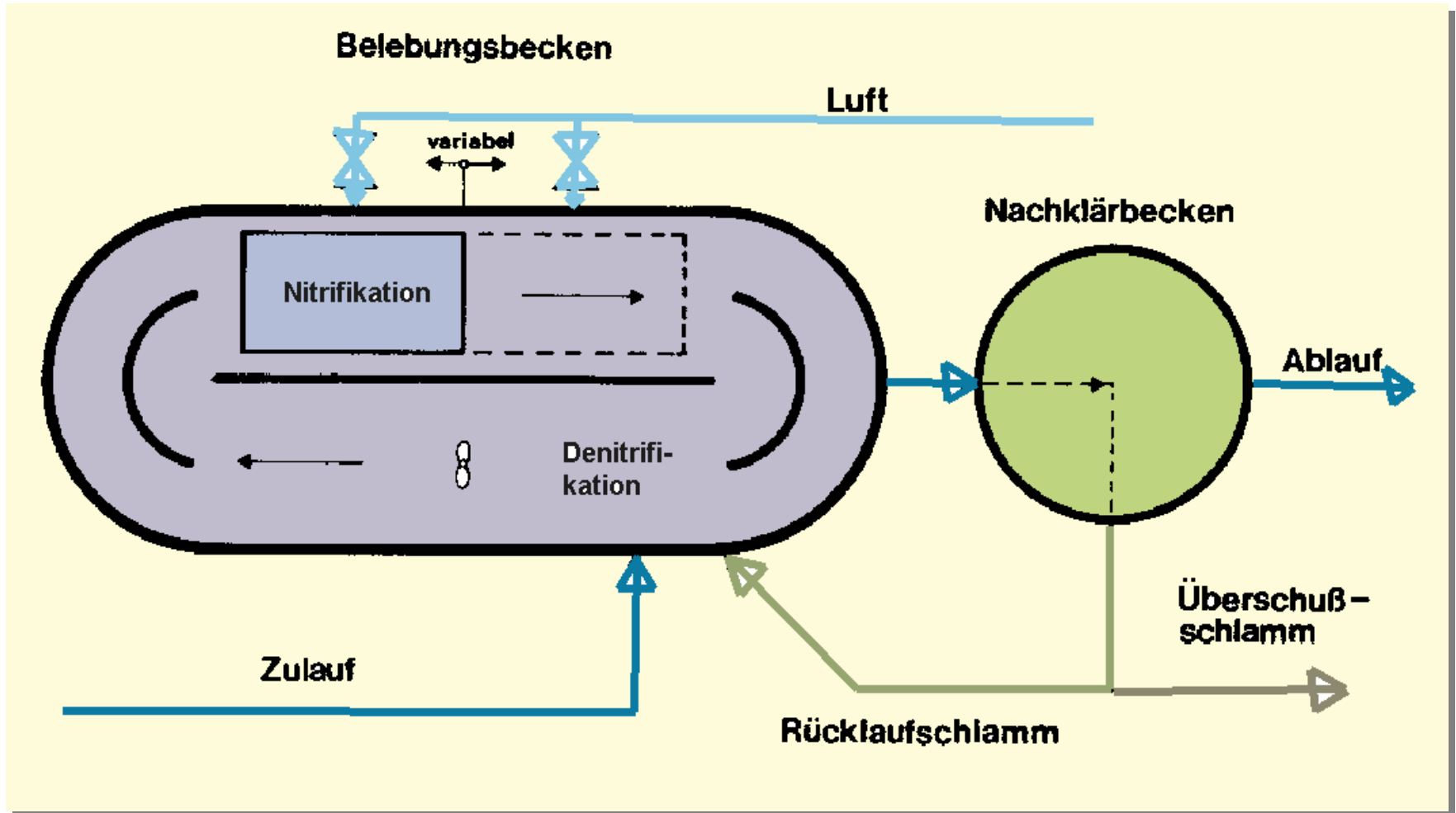
Denitrificación de cabeza

Vorgeschaltete Denitrifikation



Denitrificación simultánea

Simultane Denitrifikation



Reactores de lodos activados desnitrificación simultánea

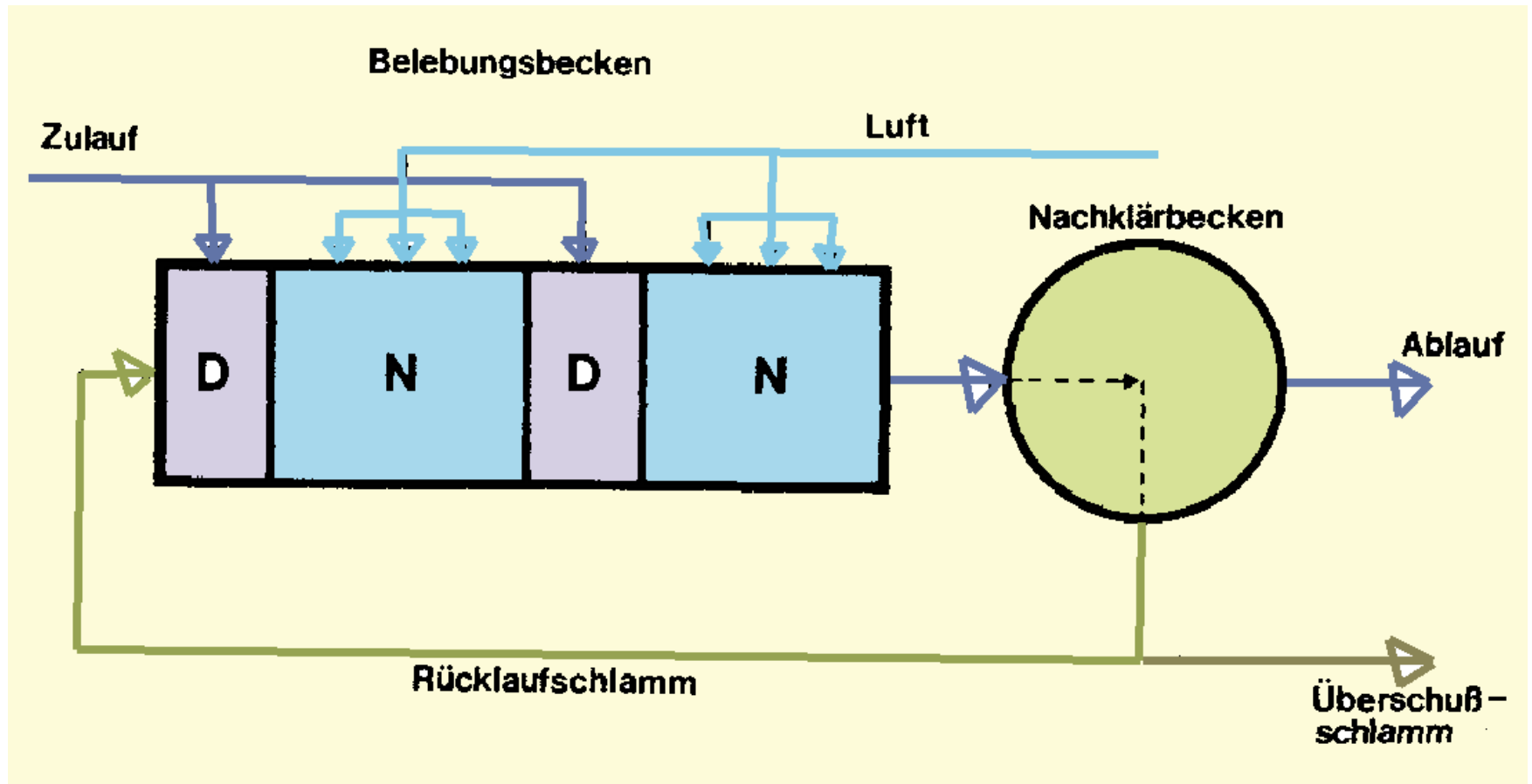


Reactores de lodos activados desnitrificación simultánea, Markt Haag



Denitrifikation in serie

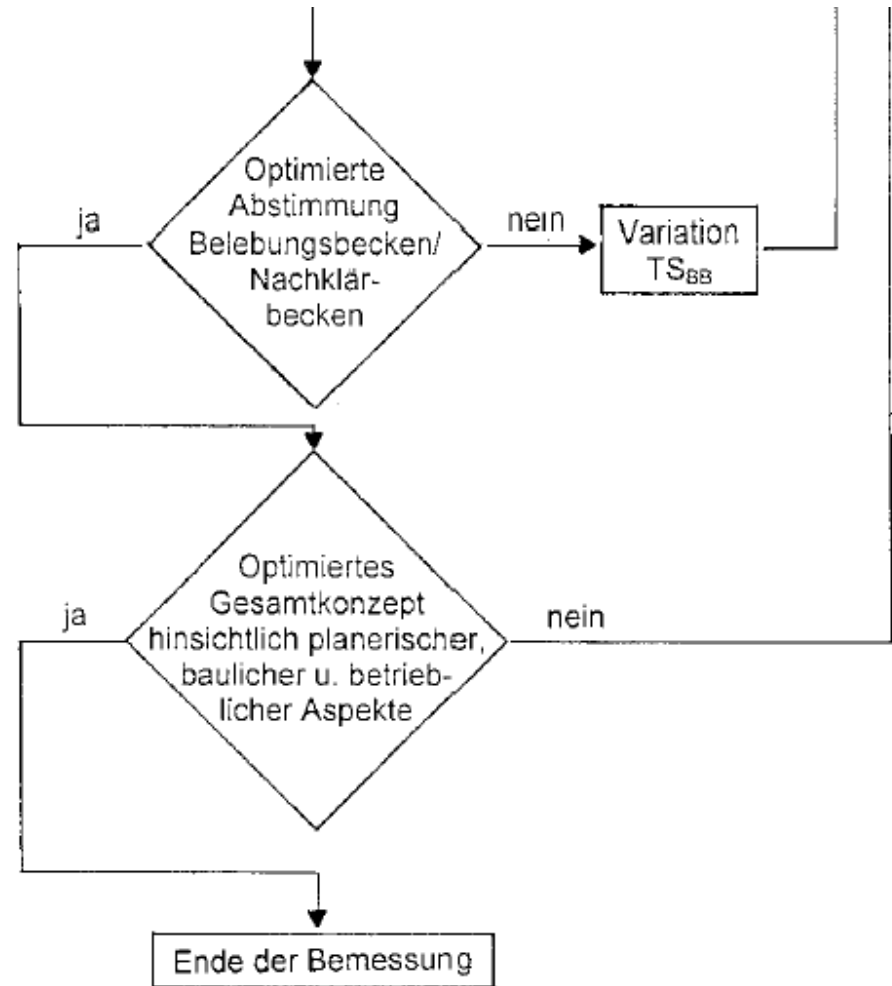
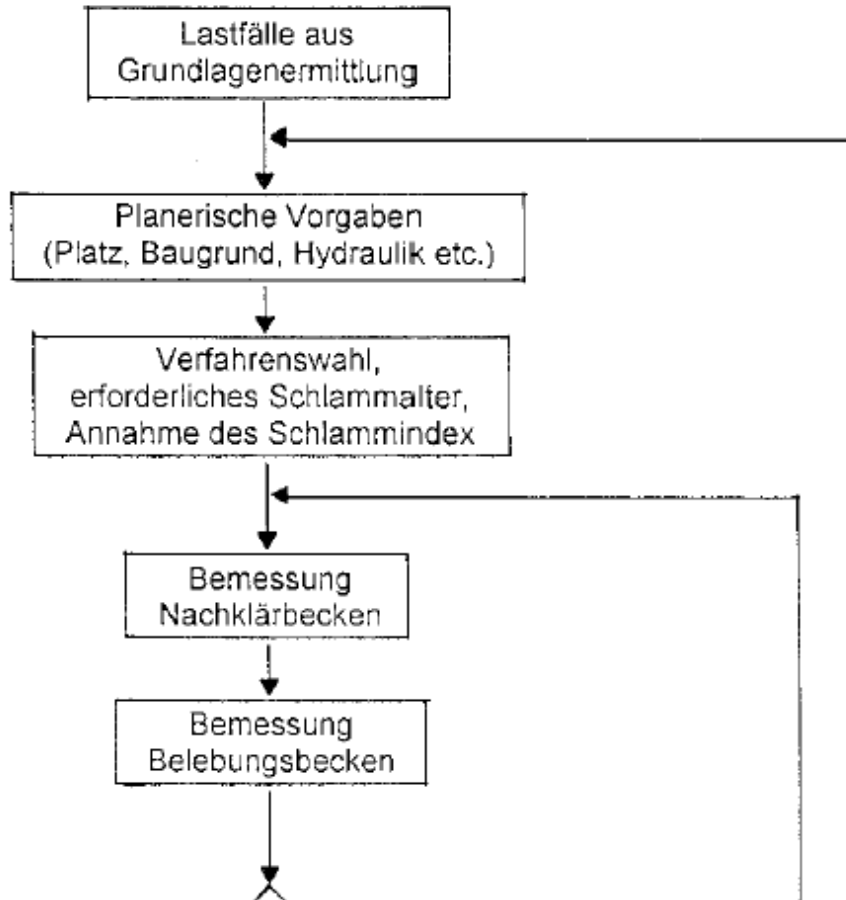
Kaskadendenitrifikation



Desnitrificación en serie Gersthofen



Dimensionado proceso iterativo



Cargas

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

Cargas específicas en $\text{g}/(\text{E} \cdot \text{d})$, que se superan en 85 % de los casos, sin considerar la carga debida a las posibles recontaminaciones en la planta de tratamiento (ATV-DVWK A 131)

Parámetros importantes

Temperatura del líquido (máxima y mínima)

- Cargas de sólidos suspendidos, carga de carbono, carga de nutrientes

-Relación de cargas carbono/nitrogeno y carbono/fósforo

-Carga de Nitrato a desnitrificar

- Carga de fósforo a eliminar

- Definición de la carga hidráulica: recirculación interna, recirculación de lodos

(Auslegung der Nachklärung)

Recontaminación en la planta

Problema:

Líquidos (lixiviados) de la deshidratación o espesado de lodos digeridos o almacenados contienen alto contenido de Nitrógeno.

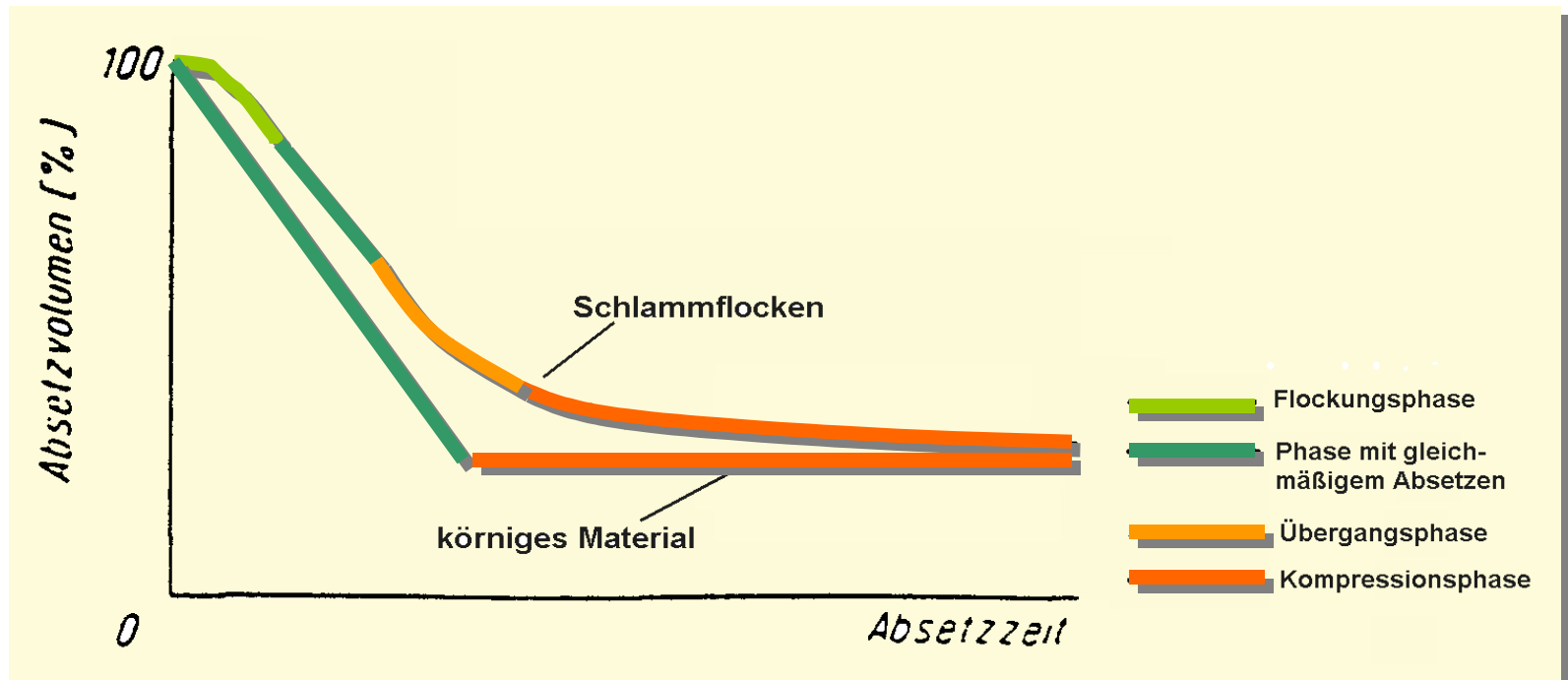
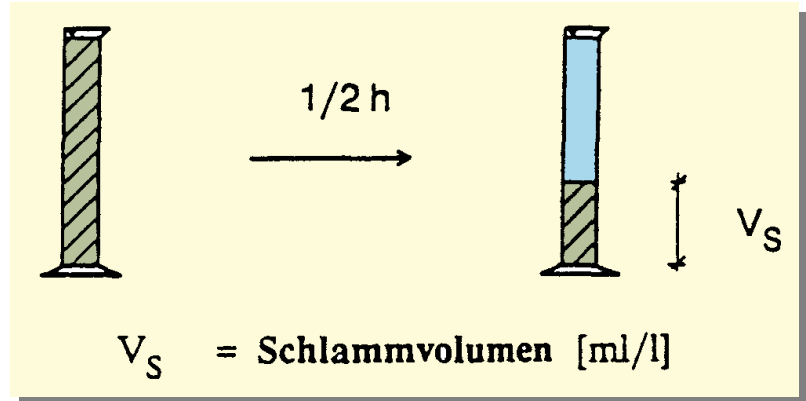
50% del Nitrógeno orgánico se libera como Amonio – $\text{NH}_4\text{-N}$

Dosificación de todos estos líquidos :

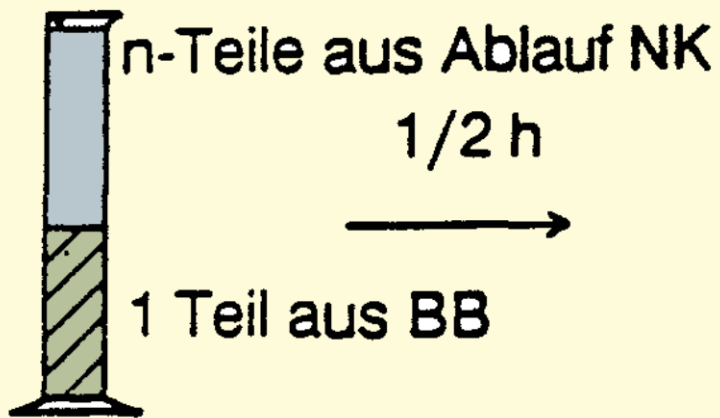
Almacenamiento es necesario.

Decantación

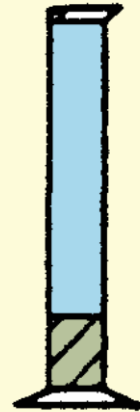
Das **Absetzverhalten des Belebtschlammes** wird mit Hilfe eines Absetzversuches in einem Standzylinder beurteilt. Dazu ist **1 l Probe aus der Belebung** notwendig.



Volumen de lodos



1/2 h



* $V_{S'} \leq 250 \text{ ml/l}$

$$V_{SV} = (1 + n) \cdot V_{S'}$$

Sedimentación

Indice de lodos ISL

Describe la capacidad de espesado del lodo

$ISL = \text{Volumen de lodos} / SS_{en} \text{ el reactor}$

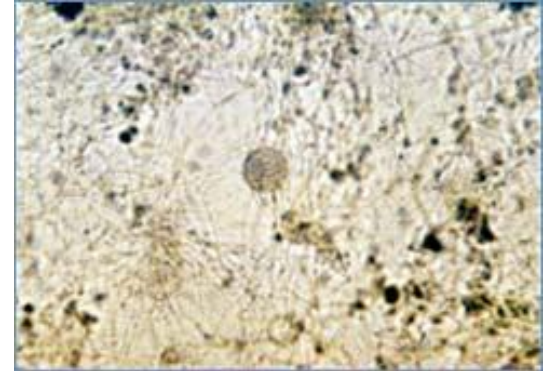
Unidad: $[ml/g]$

Volumen de lodos

Unidad ml SS/ l reactor

Lodos filamentosos y espumas

ISL > 150ml/g

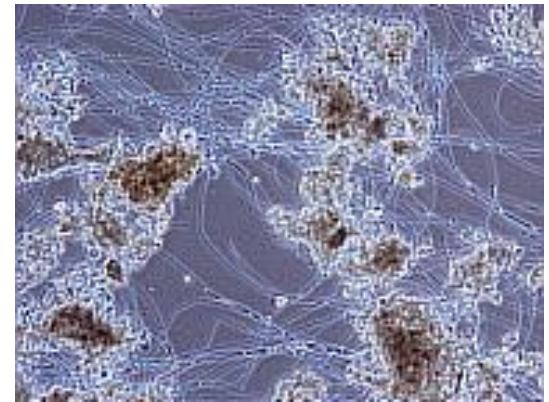


Problemas con lodos filiformes

Volumen de lodo en el sedimentador secundario aumenta y pasa de determinado valor

Pérdida de lodo a la salida del sedimentador secundario

SS en el reactor baja demasiado y varía mucho



Relación inadecuada de Nitrógeno y Fósforo

Falta de Oxígeno disuelto

Alta concentración de Nitrógeno amoniacal

Alto contenido de Sulfuro/Sulfatos

Alto contenido de Aceites y Grasas

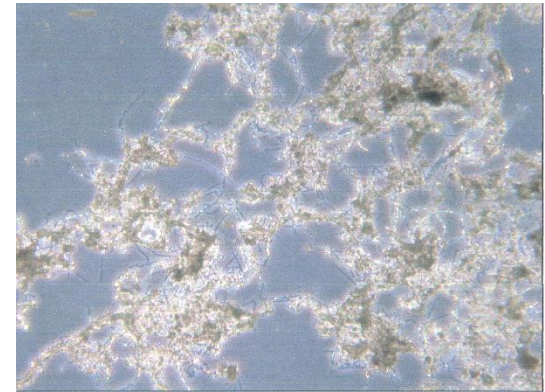
Medidas en el proyecto

- Gradiente de substrato: Reactores en cascadas
- Uso de selectores aerobio y anaerobios
- Reactores SBR
- Extractores de espumas
- Aireación suficiente
- Agregado de sales de hierro y/o aluminio
- Eliminación de aceites y grasas
- Agregado de Nutrientes!;
- $\text{NH}_4\text{-N} > 0,5 \text{ mg/l}$
- $\text{NH}_4\text{-N} < 1 \text{ mg/l}$ a la salida
- $\text{PO}_4\text{-P} > 0,3 \text{ mg/l}$

Combate contra filamentosas

- Estudios microbiológicos consecuentes
- Formación del personal
- Control consecuente:
- SS, SSV, IVL, O₂, carga de lodos, edad de lodos aerobia y total,
- N/DBO₅, P/DBO₅
- Sulfuros, Sulfatos
- Grasas y aceites
- Medidas de combate
- O₂ entre 2 mg/l y 3 mg/l
- Agregado de sales de aluminio y/o hierro
- Extracción de espumas y lodo filamentosos
- Agregado de H₂O₂
- Paciencia mucha paciencia

Ejemplo 1 :Tipo 1851, SBR municipal



Carga: 26.000 EW, Edad de lodo > 25 d,

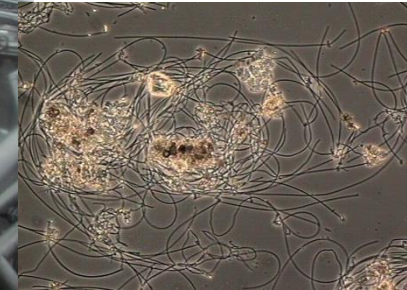
Medidas:

Agregado de Poli Aluminato sin Polímero ca. 4 mg Al/(g TS·d)

Ejemplo 2: 021N y Thiothrix, SBR Papelera



Antes



Planta en 2 etapas: Anaerobio (UASB)/Aerobio (SBR)
Carga: aprox. 80.000 EW
021 N y Thiothrix

Ejemplo 2 : Thiothrix, SBR Papelera



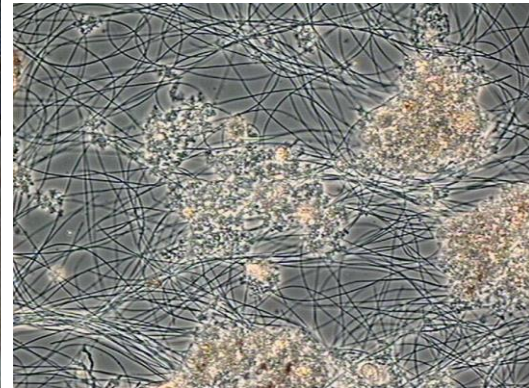
Despues

medidas:

Precipitación de sulfuro $S < 10 \text{ mg/l}$

Ejemplo 3: Thiothrix, hsrins de carne

Antes



Sistema intermitente con sedimentadores verticales
Thiothrix

Ejemplo 3: Thiothrix, línea de grasas



Después

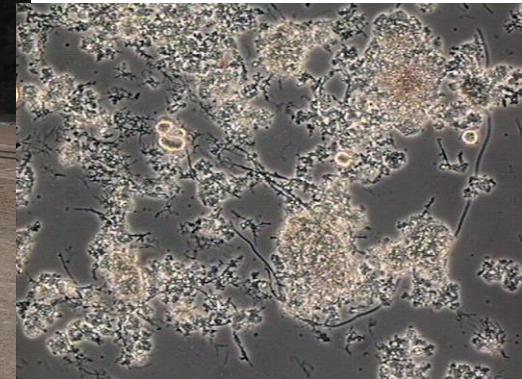
Medidas:

Feststofftrennung in bestehender Flotationsanlage mit Zugabe von Flockungshilfsmittel
Agregado de cloruro de hierro para precipitación y eliminación de sulfuro

Ejemplo 4: Nocardioforme Actinomyceten, sector lácteo



Antes



Carouselbecken
Carga: ca. 20.000 EW
Nocardioforme Actinomyceten

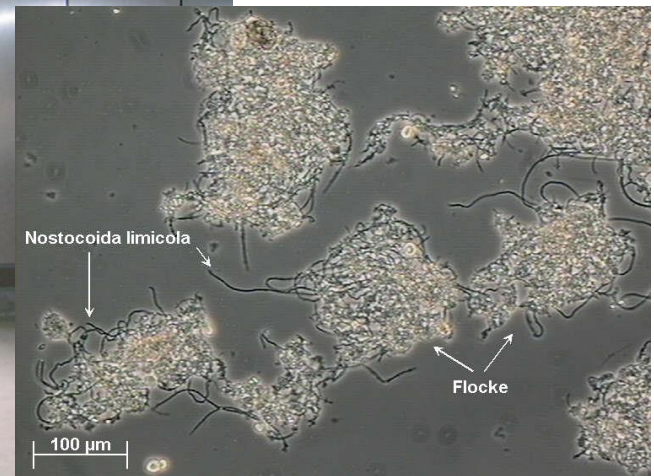
Ejemplo 4: Nocardioforme Actinomyceten,



Después

- Optimizado de la extracción de grasas mediante agregado de sales de hierro
- Optimizado de la extracción de las espumas
- Aumento de la capacidad de aireación
- Agregado de sales de aluminio en el reactor de lodos

Ejemplo5: *Nostocoida limicola*, SBR-Anlage cervecería



Ejemplo 5: Nostocoida limicola, SBR cervecería

Antes

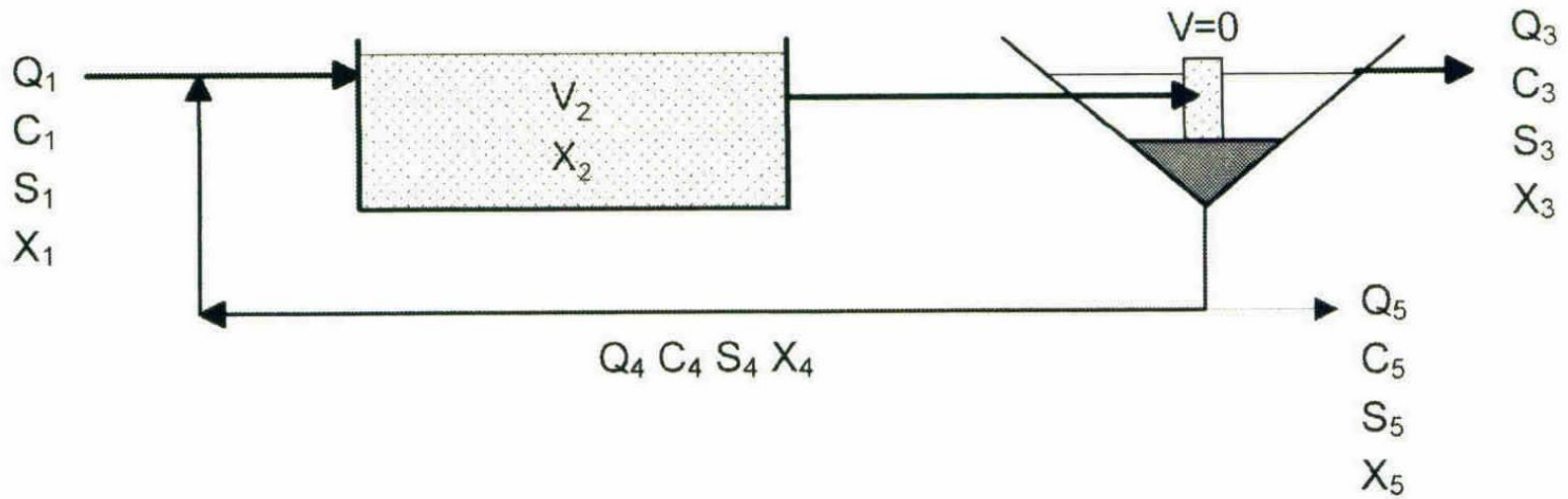


Después

Resumen

Origen	Medidas
Microthrix parvicella	Suficiente Aireación O ₂ aprox. 2 mg/l Belüftung Gradiente del subsstrato Nitrificación (NH ₄ -N < 1 mg/l) Aragado de sales de aluminio
Thiotrix, 021N	Precipiación del sulfuro (< 1 mg/l) Agregado de Peroxido de hidrogeno (H ₂ O ₂)
Nostocoida limicola	Gradiente del substrato Agregado de sales de hierro
Nocardioforme Actinomyceten	Eliminación de grasas y aceites Zugabe von Aluminium (bei Bedarf)
1851	Agrado de sales de aluminio

Lodos activados con recirculación



Caudal Q

Concentración en la prueba homogenizado: C

Concentración en la prueba filtrada: S

Concentración des sólidos X

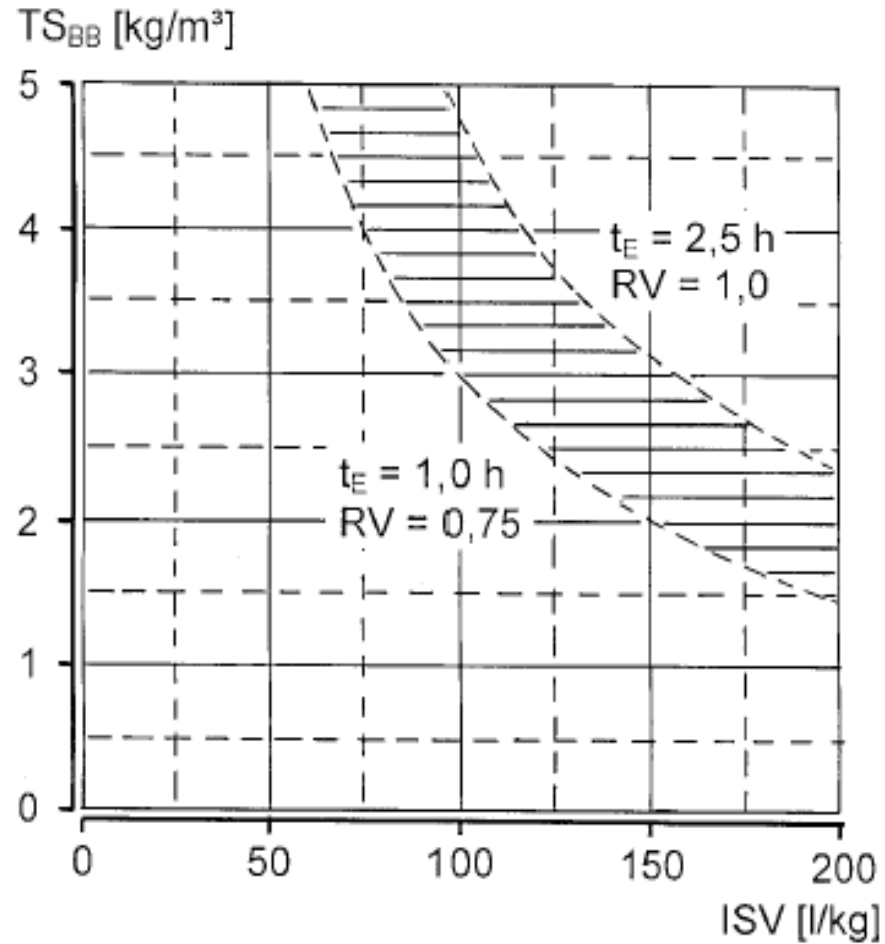
Tiempo de espesado (A 131)

Art der Abwasserreinigung	Eindickzeit t_E in h
Belebungsanlagen ohne Nitrifikation	1,5 – 2,0
Belebungsanlagen mit Nitrifikation	1,0 – 1,5
Belebungsanlagen mit Denitrifikation	2,0 – (2,5)

SS en el reactor de lodos

Reinigungsziel	TS _{BB} (kg/m ³)	
	Mit Vorklärung	Ohne Vorklärung
Ohne Nitrifikation	2,5 – 3,5	3,5 – 4,5
Mit Nitrifikation (und Denitrifikation)	2,5 – 3,5	3,5 – 4,5
Schlammstabilisierung	-	4,5 – 5,0
Phosphorentfernung (Simultanfällung)	3,5 – 4,5	4,5 – 5,0

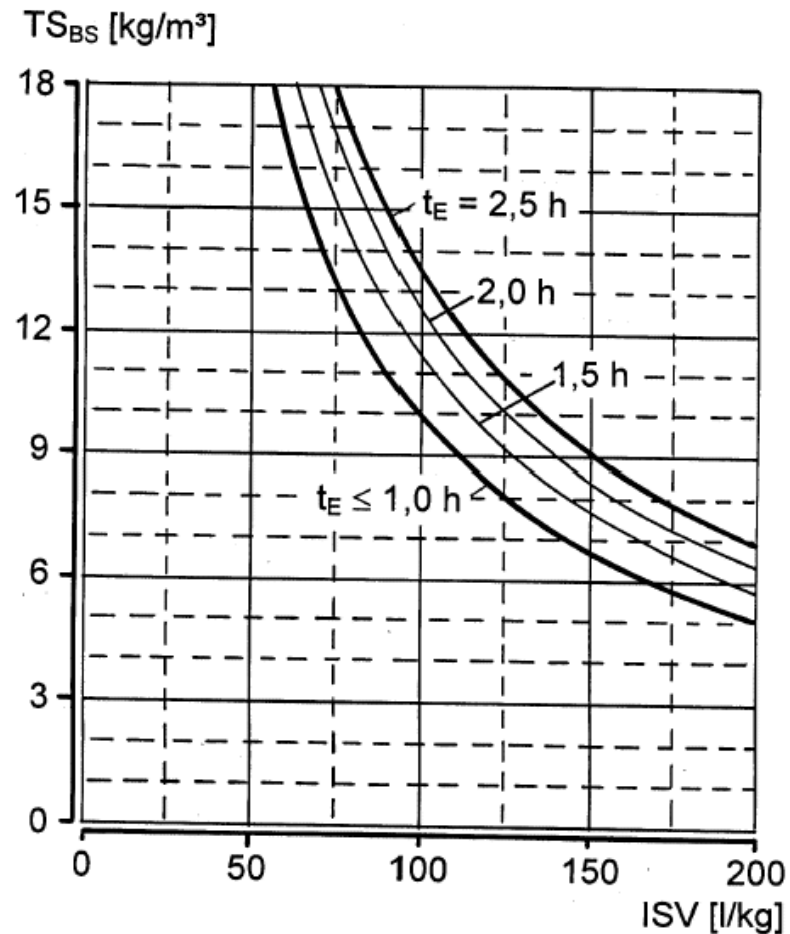
Relación SS y IVL



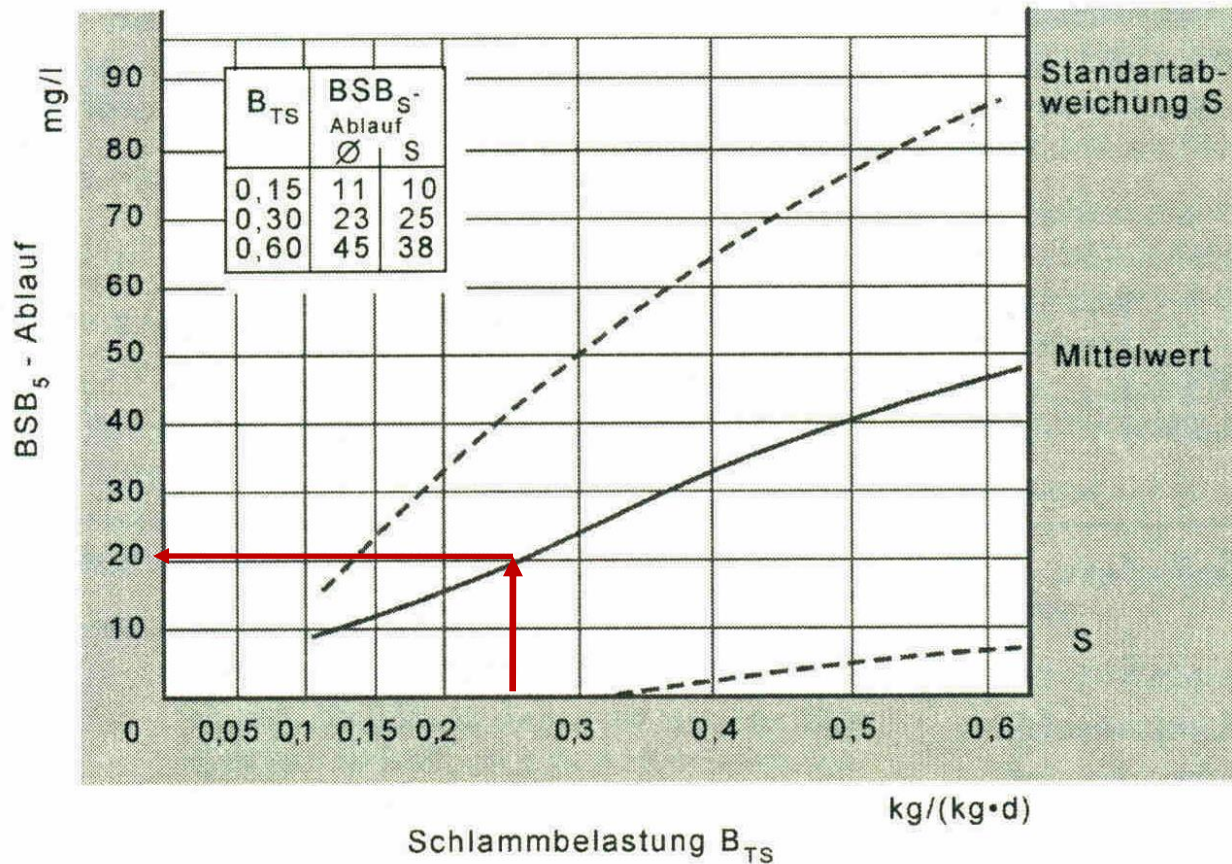
SS en el fondo del sedimentador

Empirische Abschätzung:

$$TS_{BS} = \frac{1000}{ISV} \cdot \sqrt[3]{t_E} \quad [kg/m^3]$$



Remociones de DBO₅ en función de la carga de lodos

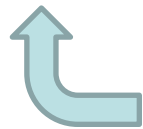


Fuente: Damiecki

Producción de lodo kg SS/kg de DBO5

$X_{TS,ZB}/$	Schlammalter in Tagen					
$C_{BSB,ZB}$	4	8	10	15	20	25
0,4	0,79	0,69	0,65	0,59	0,56	0,53
0,6	0,91	0,81	0,77	0,71	0,68	0,65
0,8	1,03	0,93	0,89	0,83	0,80	0,77
1	1,15	1,05	1,01	0,95	0,92	0,89
1,2	1,27	1,17	1,13	1,07	1,04	1,01

$$\ddot{U}S_{C,BSB} = \ddot{U}S_{d,C} / B_{d,BSB}$$

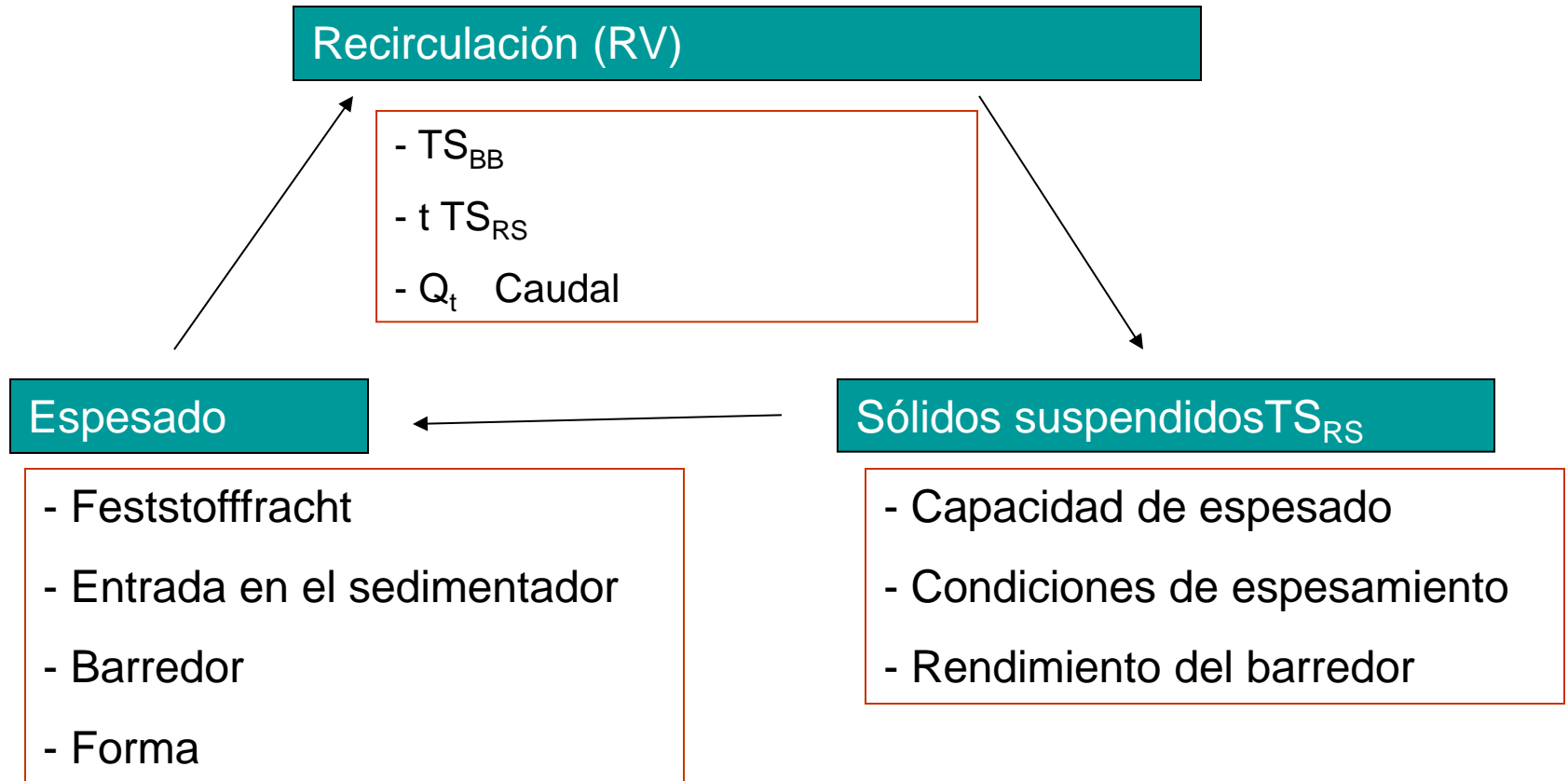


$$\ddot{U}S_{d,C} = B_{d,BSB} \cdot \left(0,75 + 0,6 \cdot \frac{X_{TS,ZB}}{C_{BSB,ZB}} \cdot \frac{(1-0,2) \cdot 0,17 \cdot 0,75 \cdot T_{ts} \cdot F_T}{1 + 0,17 \cdot t_{TS} \cdot F_T} \right) \quad [\text{kgTS/d}]$$

Edad de lodo para el dimensionado

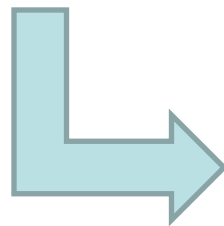
Reinigungsziel	Größe der Anlage $B_{d,BSB,z}$			
	bis 1.200 kg/d		über 6.000 kg/d	
Bemessungstemperatur	10°C	12°C	10°C	12°C
Ohne Nitrifikation	5		4	
Mit Nitrifikation	10	8,2	8	6,6
Mit Stickstoffelimination				
$V_D/V_{BB} = 0,2$	12,5	10,3	10,0	8,3
0,3	14,3	11,7	11,4	9,4
0,4	16,7	13,7	13,3	11,0
0,5	20,0	16,4	16,0	13,2
Schlammstabilisierung einschl. Stickstoffeli- mination	25		nicht empfohlen	

Relaciones



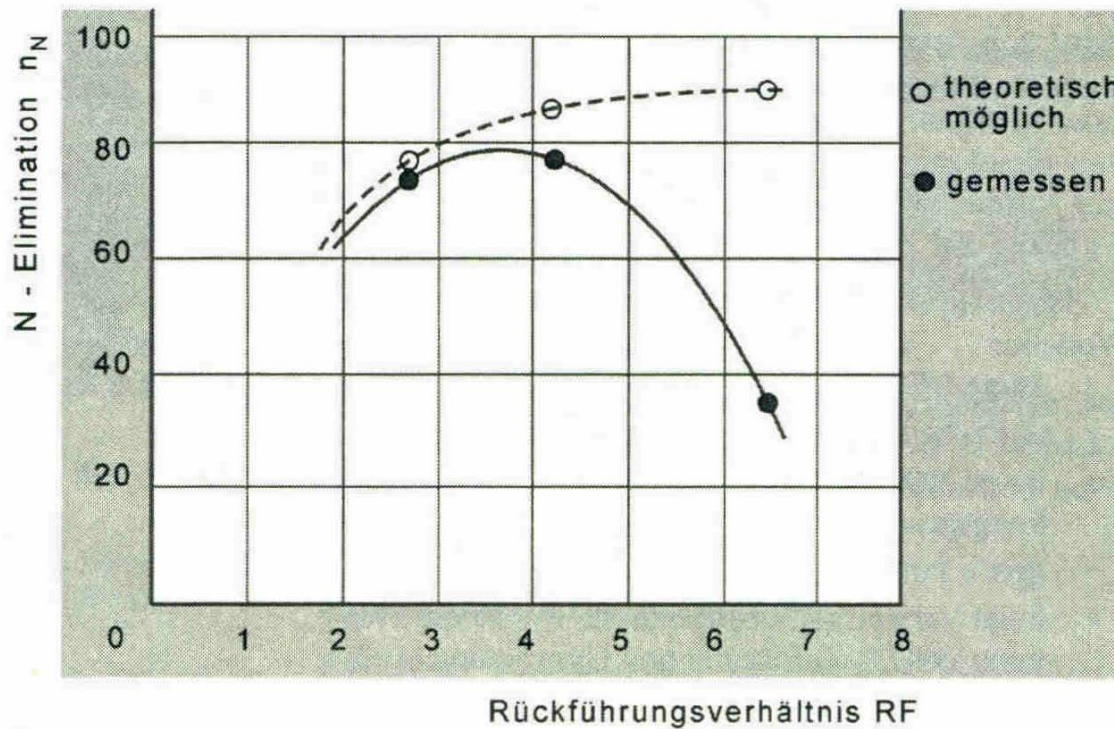
Consumo de oxígeno $OV_{C,DBO}$ [kgO₂/kg DBO₅]

$$OV_{d,C} = B_{d,BSB} \cdot \left(0,56 + \frac{0,15 \cdot t_{TS} \cdot F_T}{1 + 0,17 \cdot t_{TS} \cdot F_T} \right) \text{ [kgO}_2\text{/d]}$$



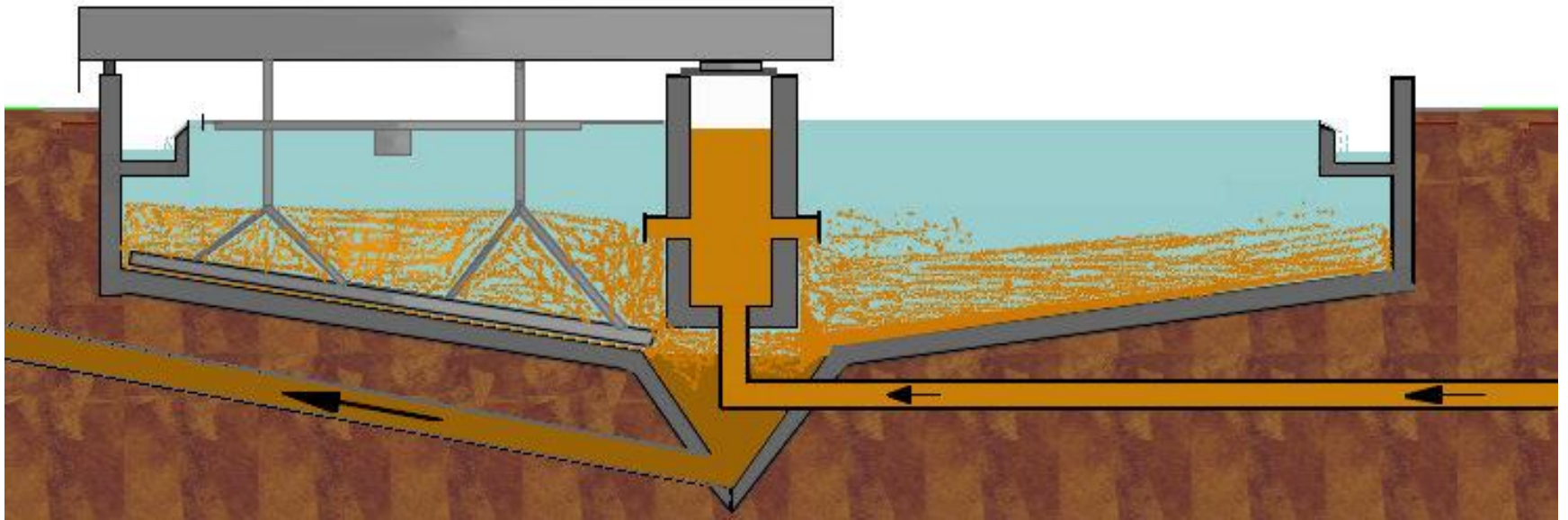
T °C	Schlammalter in Tagen					
	4	8	10	15	20	25
10	0,85	0,99	1,04	1,13	1,18	1,22
12	0,87	1,02	1,07	1,15	1,21	1,24
15	0,92	1,07	1,12	1,19	1,24	1,27
18	0,96	1,11	1,16	1,23	1,27	1,30
20	0,99	1,14	1,18	1,25	1,29	1,32

Desnitrificación en función de la recirculación en desnitrificadores de cabeza



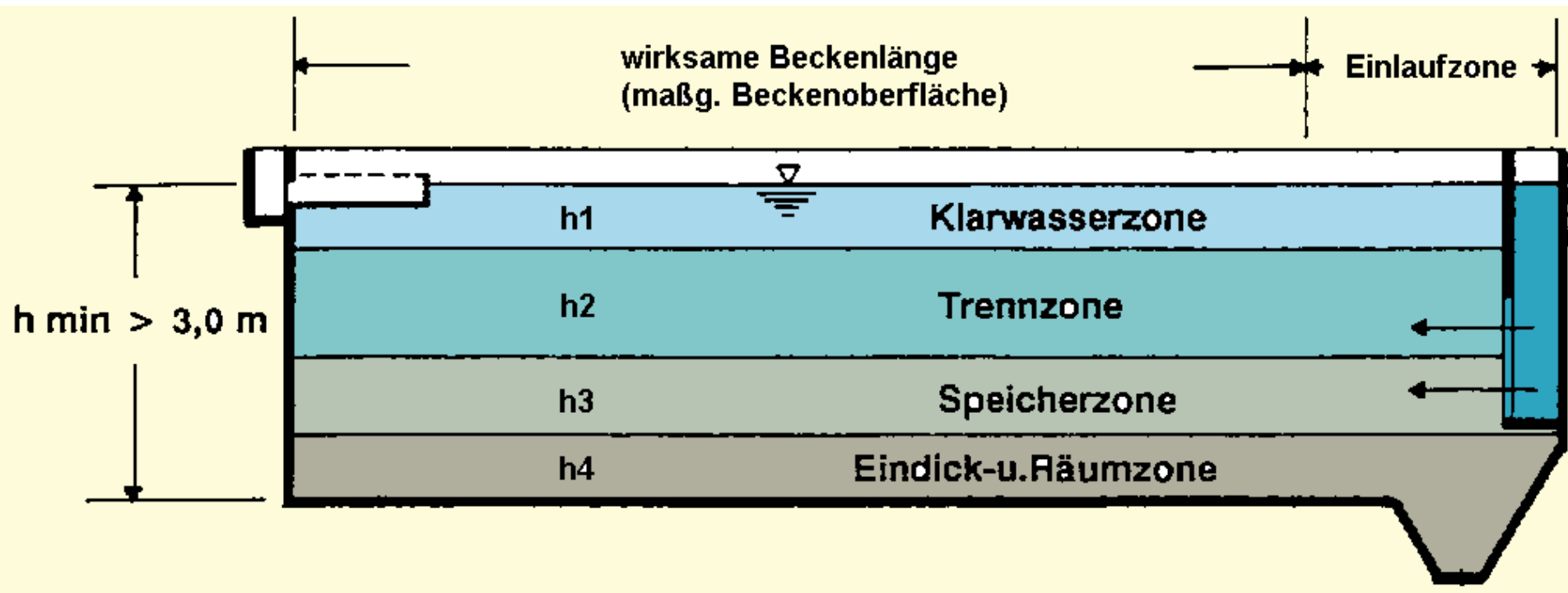
Quelle: Ermel

Sedimentador secundario



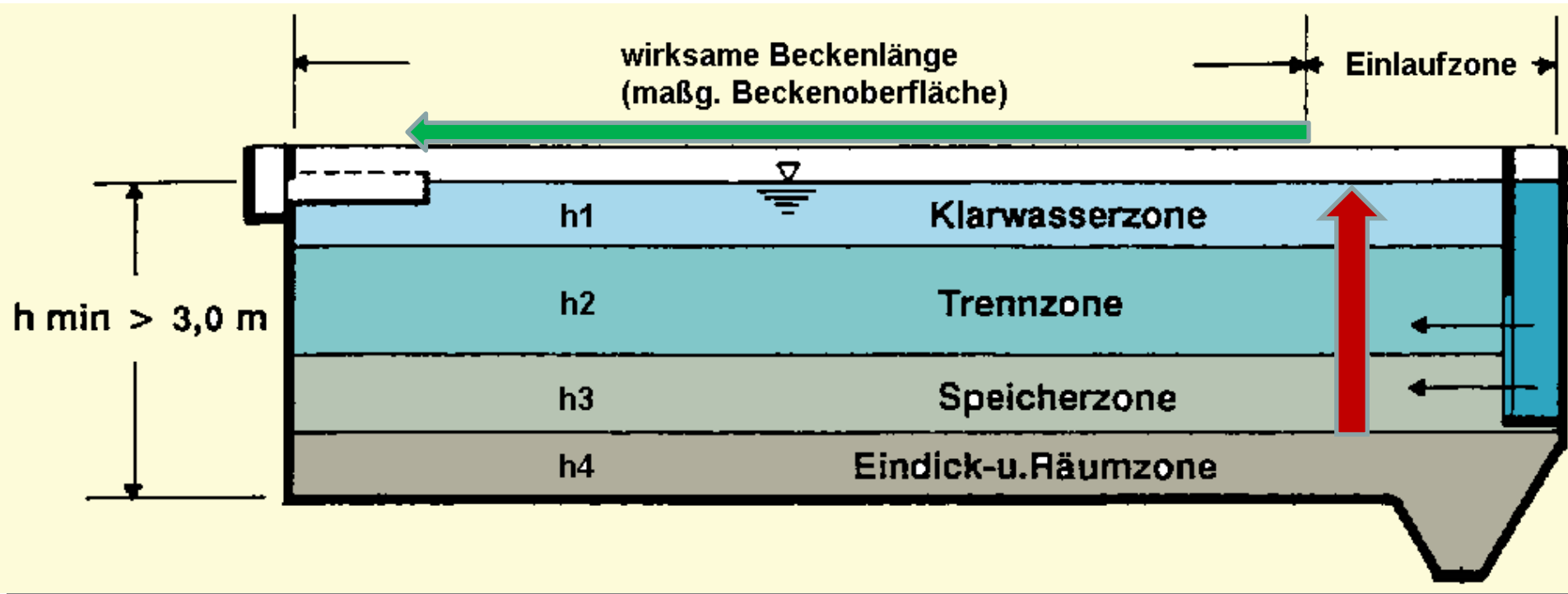
Sedimentadores secundarios - Zonas


Tiefenzonen der Nachklärung - Längsbecken



Sedimentadoren sekundarios - Zonas

Tiefenzonen der Nachklärung - Längsbecken




Horizontale Komponente


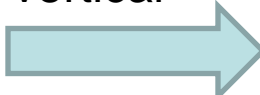

Vertikale Komponente

Sedimentador Secundario

Dimensionado

- Largo o Diámetro: max. 60 [m]
- Índice de lodos: $50 \text{ [l/kg]} \leq \text{ISV} \leq 200 \text{ [l/kg]}$
- Volumen de lodos: $\text{VSV} \leq 600 \text{ [l/m}^3\text{]}$
- Recirculación:
 - $Q_{RS} \leq 0,75 * Q_m$ (horizontal durchströmt)
 - $Q_{RS} \leq 1,0 * Q_m$ (vertikal durchströmt)
- Trockensubstanzgehalt im Zulauf NKB: TS_{BB}
bzw. $\text{TS}_{AB} > 1,0 \text{ [kg/m}^3\text{]}$
- Eindickzeit: $t_E \rightarrow$ Tabelle

Valores para Sedimentadores (DWA-A 131)

horizontal  vertical 

Verhältnis *)	≥ 0,33	≥ 0,36	≥ 0,39	≥ 0,42	≥ 0,44	≥ 0,47	≥ 0,5
q _{sv} [l/m ² *h]	≤ 500	≤ 525	≤ 550	≤ 575	≤ 600	≤ 625	≤ 650
q _A [m/h]	≤ 1,60	≤ 1,65	≤ 1,75	≤ 1,80	≤ 1,85	≤ 1,90	≤ 2,0
RV [-]	≤ 0,75	≤ 0,80	≤ 0,85	≤ 0,90	≤ 0,90	≤ 0,95	≤ 1,00

*) Komponente Vertikal / Komponente Horizontal

Profundidad del sedimentador secundario

- Zona de agua clara: $h_1 = 0,50$ [m]
- Zona de separación:

$$h_2 = \frac{0,5 \cdot q_A \cdot (1 + RV)}{1 - VSV/1000} \text{ [m]}$$

- Zona de almacenamiento:

$$h_3 = \frac{1,5 \cdot 0,3 \cdot q_{SV} \cdot (1 + RV)}{500} \text{ [m]}$$

- Zona de espesado:

$$h_4 = \frac{TS_{BB} \cdot q_A \cdot (1 + RV) \cdot t_E}{TS_{BS}} \text{ [m]}$$

Planta grande



Zanja



Aireación de zanjas



Reactores con desnitrificación/nitrificación simultánea



Reactor de lodos (rectangular de mezcla completa)



Reactor de lodos (circular de mezcla completa)



Reactor de cascadas



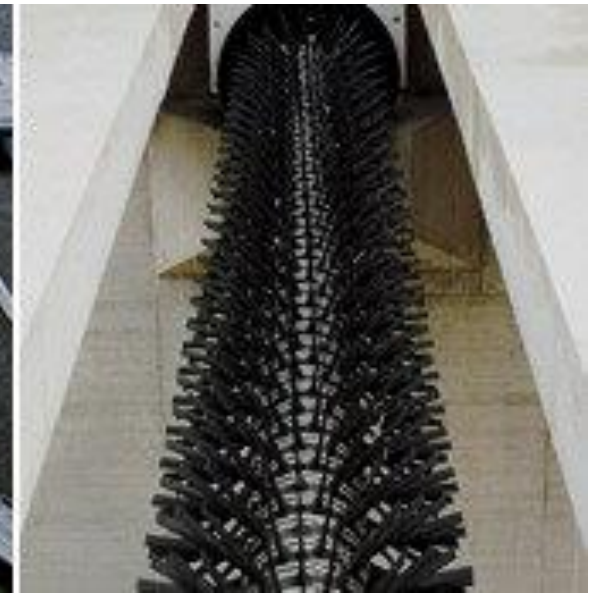
Reactor de casacadas redondo KA Zott



Aireación mediante difusores de membranas



Rotores Mammuth (Passavant-Noggerath)



Reactor Combinado



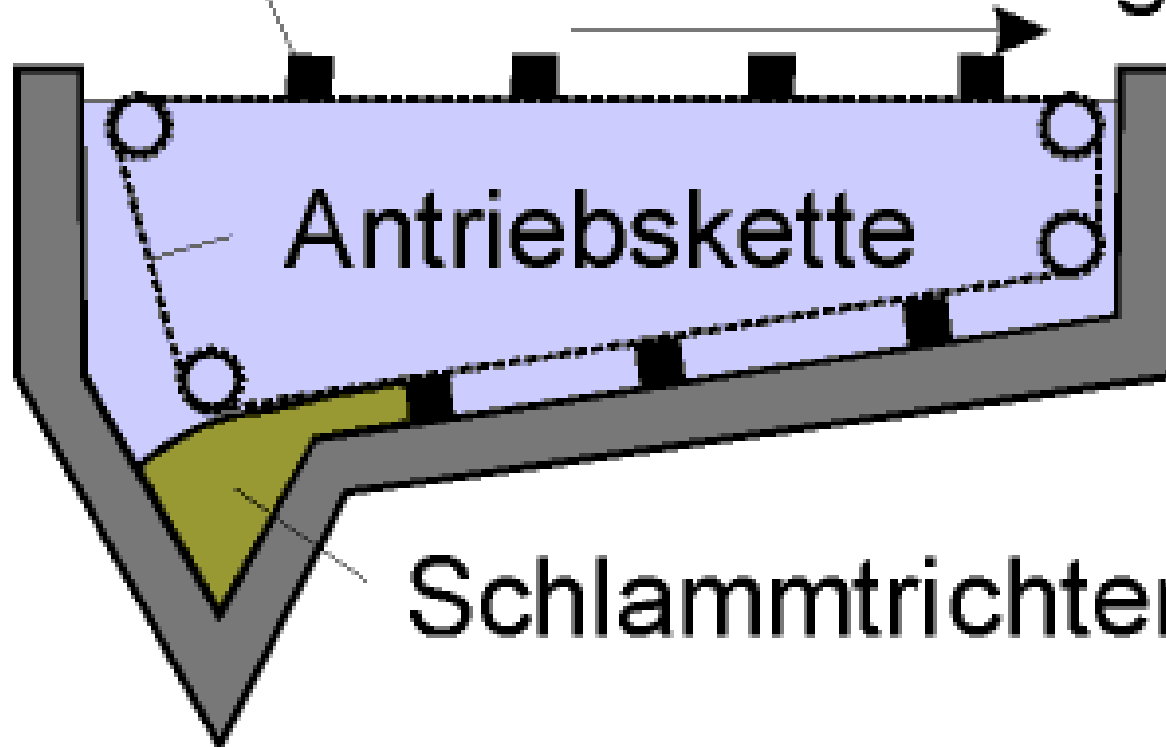
Reactores combinados



Esquema del barredor

Räumbalken

Antriebsrichtung



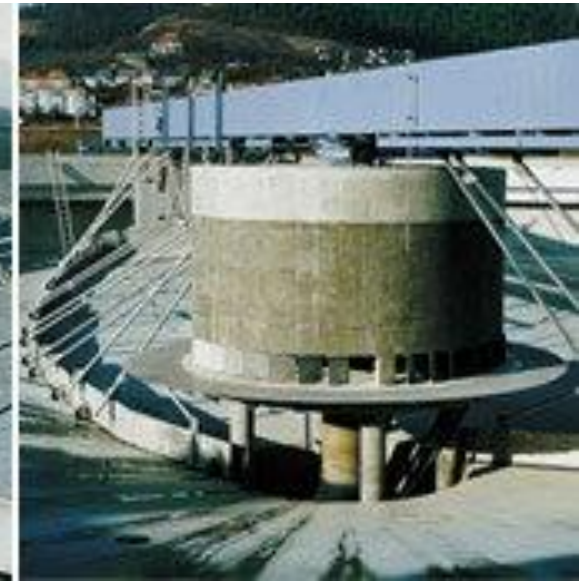
Sedimentador rectangular: barredor



Sedimentador circular: barredor



Sedimentador circular: Entrada y barredor



Sedimentador circular con canaleta de salida cubierta: KA Zott



Barredor especial

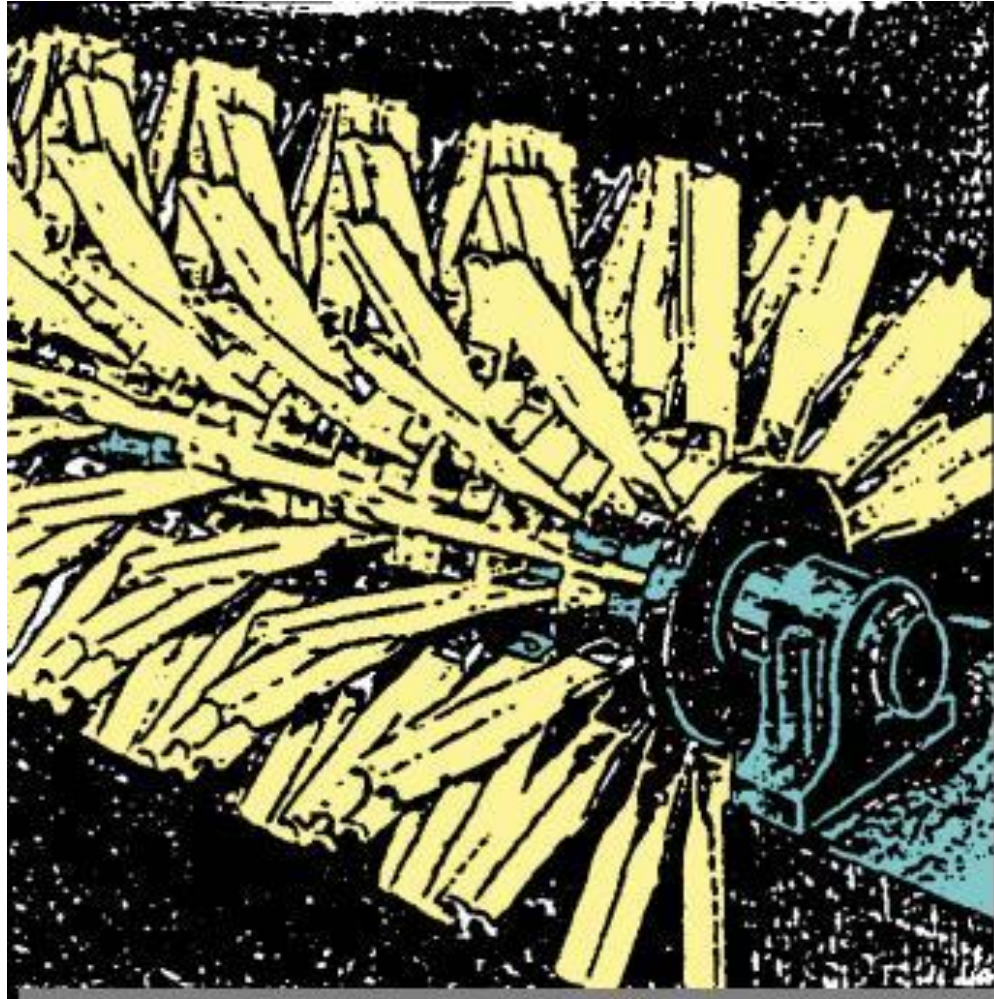


Canaleta de salida

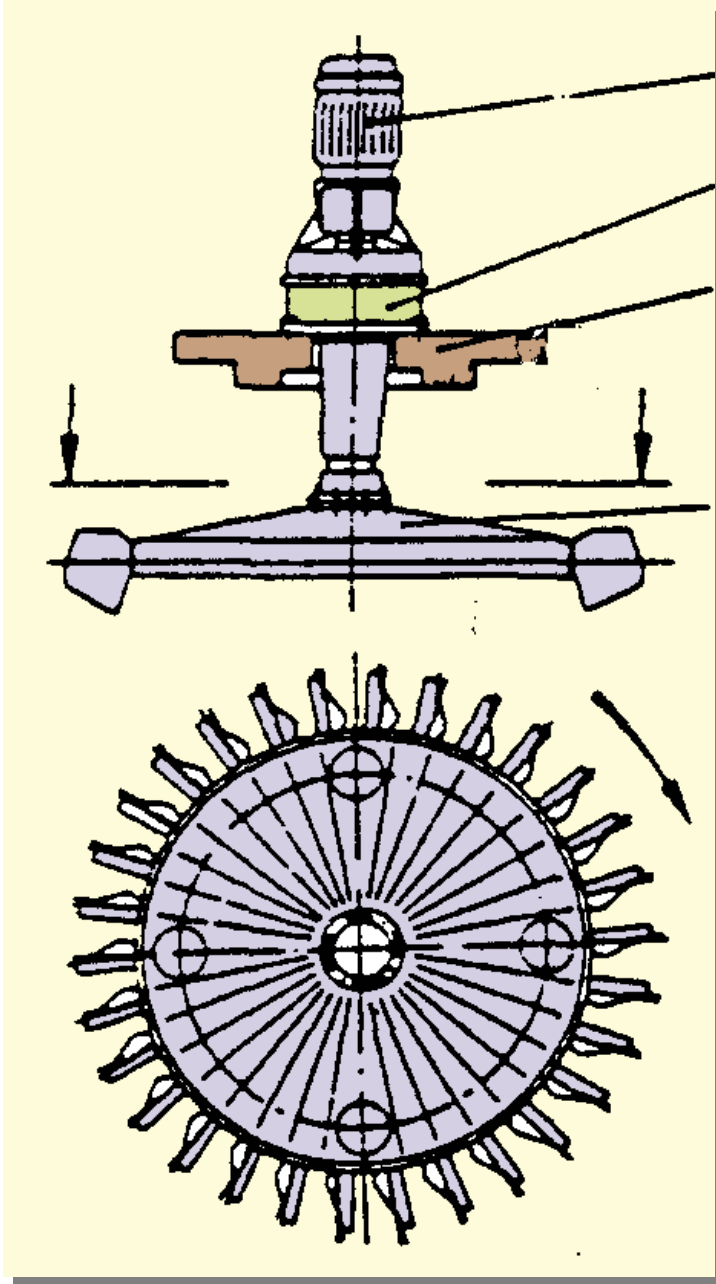


Eliminacion Nutrientes, Alvaro Carozzi, 10. 12. 2014

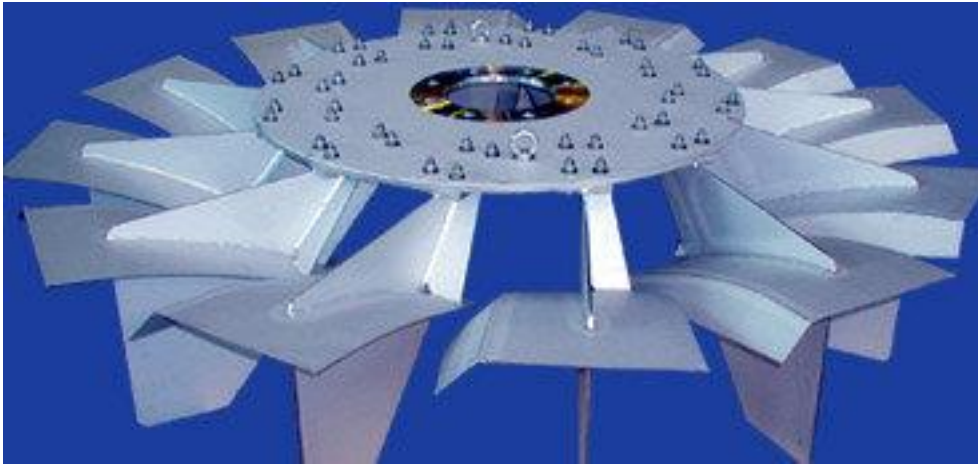
Aireadores de superficie



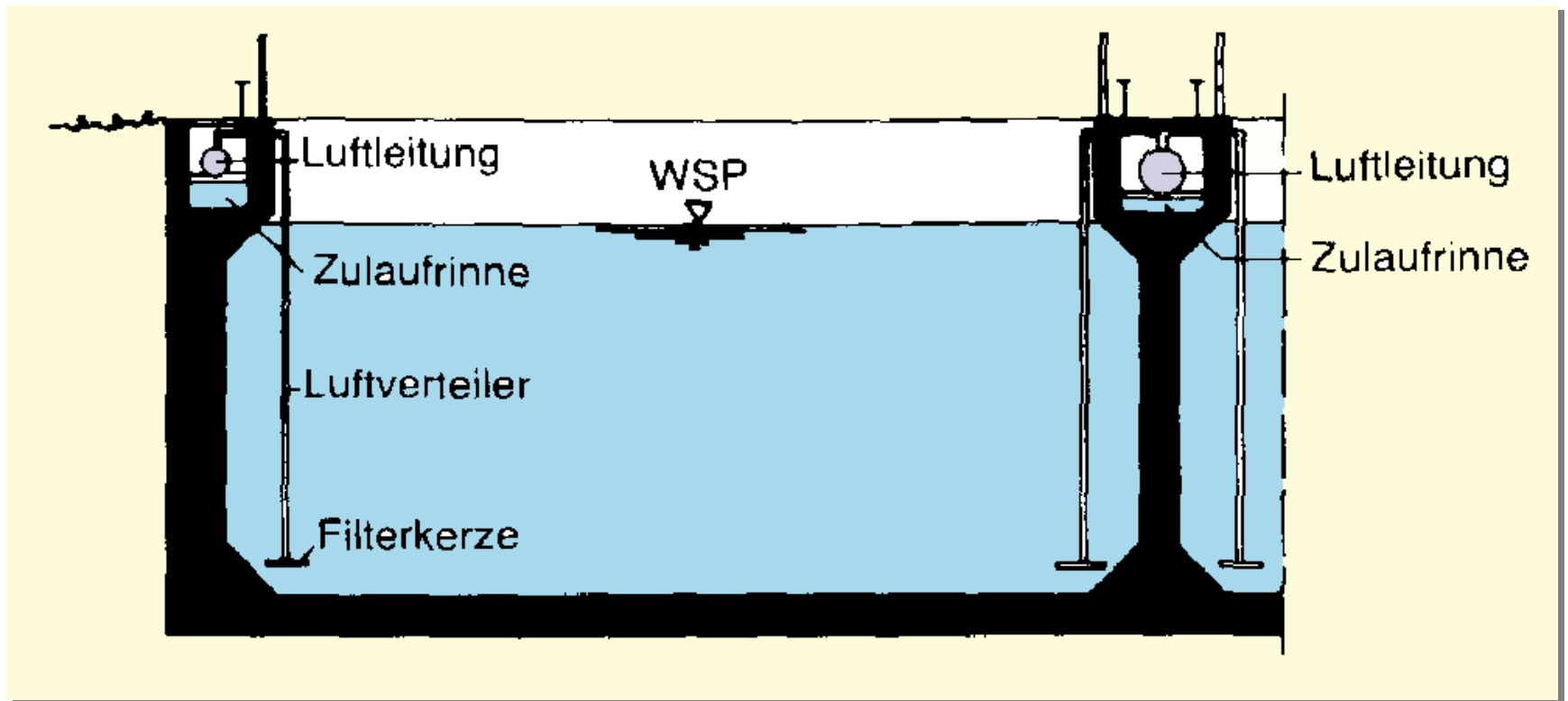
Aireadores de superficie



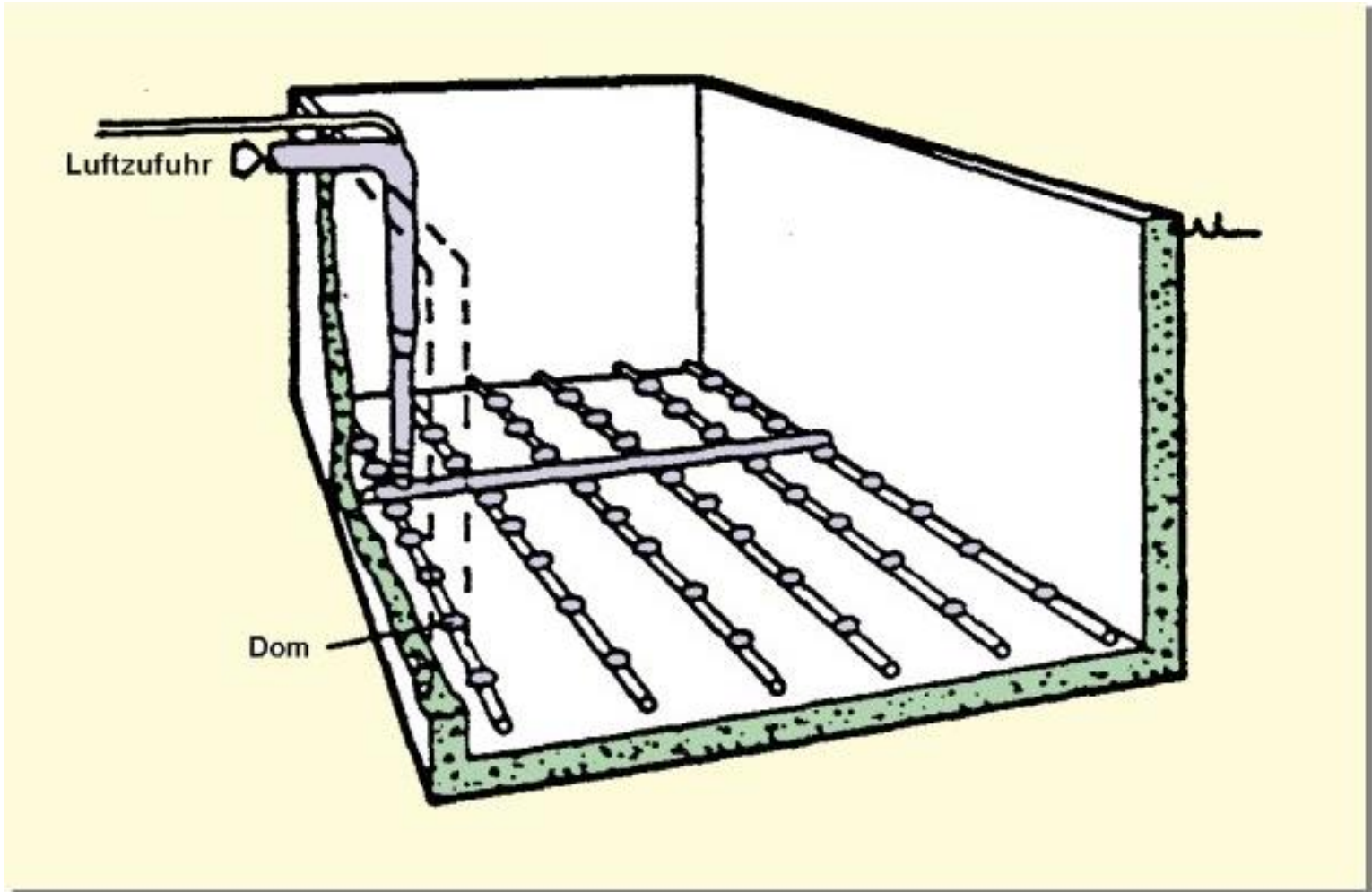
Aireadores superficiales (Passavant-Noggerath)



Difusores de membranas



membranas – discos, tuberías



Difusores de membranas tipo disco



Parrillas con difusores de membranas (System OMS)



Agitador de eje vertical



Supratec difusores de placas y agitador de eje horizontal



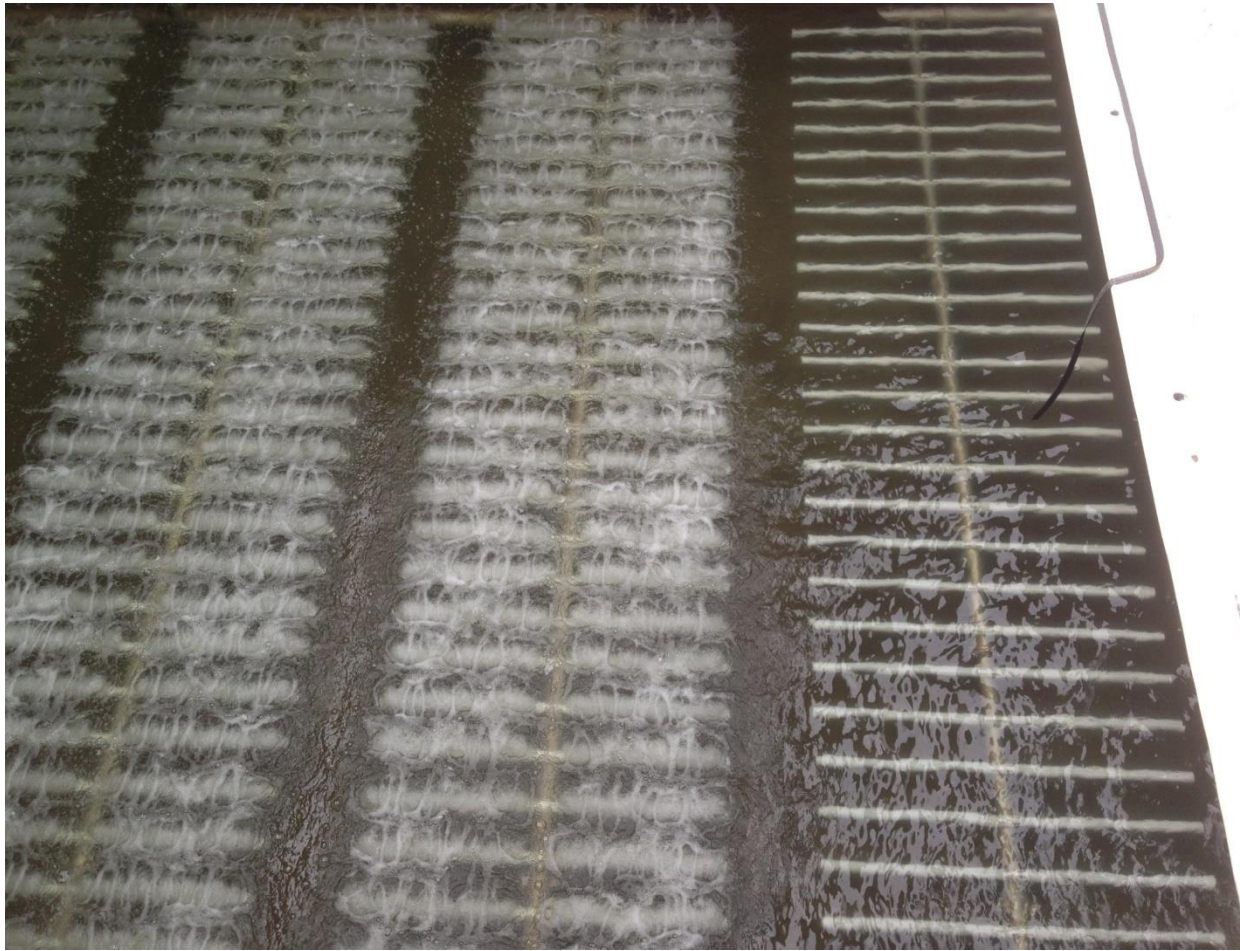
Parrilla desmontable con el reactor en marcha, aireadores de placas, KA Winzer

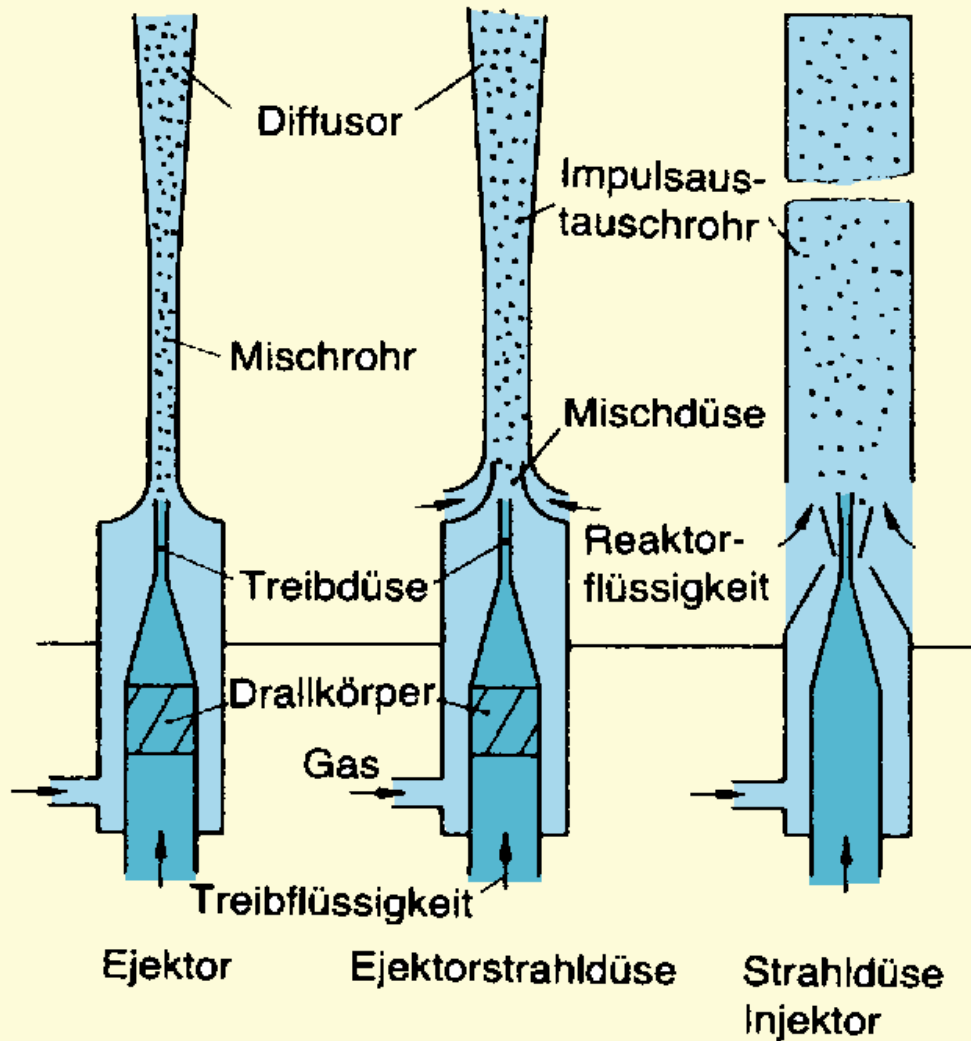


Parrilla desmontable con el reactor en marcha, aireadores de placas, KA Winzer



Sistema Ott Planta GZM, Lyss Suiza





Entrada de
aire por
inyección

Dispersores Difer planta Zott de burbuja media (Degremont)



Aireadores sumergidos: Frings, OKI, etc.

