

Projekt KlärWert

Nährstoffrückgewinnung und thermische Desintegration

Klärwerk Steinhof

- Abwasserreinigung seit 1979
- Kapazität Kläranlage: 275.000 EW, Belastung ca. 350.000 EW
- Tagesdurchfluss: 55.000 m³/d
- Jahresabwassermenge: ca. 20,1 Mio. m³/a



Klärwerk Steinhof - Eckdaten

- Hebewerk mit 3 Schneckenpumpen, 1,8 m Durchmesser (je 3.600 m³/h)
- 2 Vorklär- und 1 Mischbecken (Σ 5.800 m³)
- 6 Belebungsbecken (Σ 51.000 m³) mit simultaner Denitrifikation
 - Umlaufbecken mit Oberflächenbelüftern (Mammutrotoren)
- 4 Nachklärbecken (Σ 20.800 m³), Rundbecken
- 3 Faultürme (Σ 11.000 m³), einstufige thermophile / mesophile Faulung
- Rieselfelder / Landwirtschaftliche Abwasser- und Klärschlammverwertung



Mammutrotoren



Rieselfelder



Verregnungsfläche

Klärwerk Steinhof – Reinigungsleistung 2018

- BSB₅: Zulauf: 406 mg/l Ablauf 3,2 mg/l Abbaugrad 98,7 %
- CSB: Zulauf: 836 mg/l Ablauf 31,6 mg/l Abbaugrad 94,8 %
- P_{ges}: Zulauf: 10,3 mg/l Ablauf 0,6 mg/l Abbaugrad 94,4 %
- TNb: Zulauf: 79,0 mg/l Ablauf 6,7 mg/l Abbaugrad 88,6 %
- Energieerzeugung: 14,5 Mio kWh
- Energiebedarf: 12,4 Mio kWh



Zulauf Vorklärung



Faultürme



Nachklärbecken

Klärwert - Veranlassung und Ziele

- Überlastung der Kläranlage
Bemessung 275.000 EW, Belastung 350.000 EW
- Ablaufgrenzwerte für Phosphor und Stickstoff
können nicht sicher eingehalten werden (insbesondere in den Wintermonaten)
- **1. Ziel:** Entlastung der Kläranlage (Einhaltung der Einleitgrenzwerte)
- **2. Ziel:** Sicherstellung der Kreisläufe für Stickstoff und Phosphor unabhängig von der Klärschlamm- und Abwasserverwertung
- **3. Ziel:** Reduzierung der Klärschlammmengen
- **4. Ziel:** Erhöhung der Energieerzeugung

Vorarbeiten

- **2005: Voruntersuchung der TU Braunschweig**
 - Verschiedene Lösungsansätze aufgezeigt
 - Vorzugslösung: Behandlung des Prozesswassers der Faulung
- **2011: Aktualisierung der Studie durch PFI**
 - Bestätigung der Vorzugslösung
 - Phosphor-Entfernung und -Rückgewinnung durch MAP-Fällung
 - Stickstoff-Entfernung und -Rückgewinnung durch Strippung
- **2011: Optimierung der Studie „Faulung durch thermische Desintegration“**
 - erhöhter Abbau (mehr Gas, weniger Schlamm)
 - Verbesserung der Entwässerbarkeit
 - Einsatz ist wirtschaftlich

Resultat: Kombination aus Nährstoffrückgewinnung und thermischer Desintegration stellt technisch und wirtschaftlich beste Lösung dar

Konzept Nährstoffrückgewinnung und thermische Desintegration

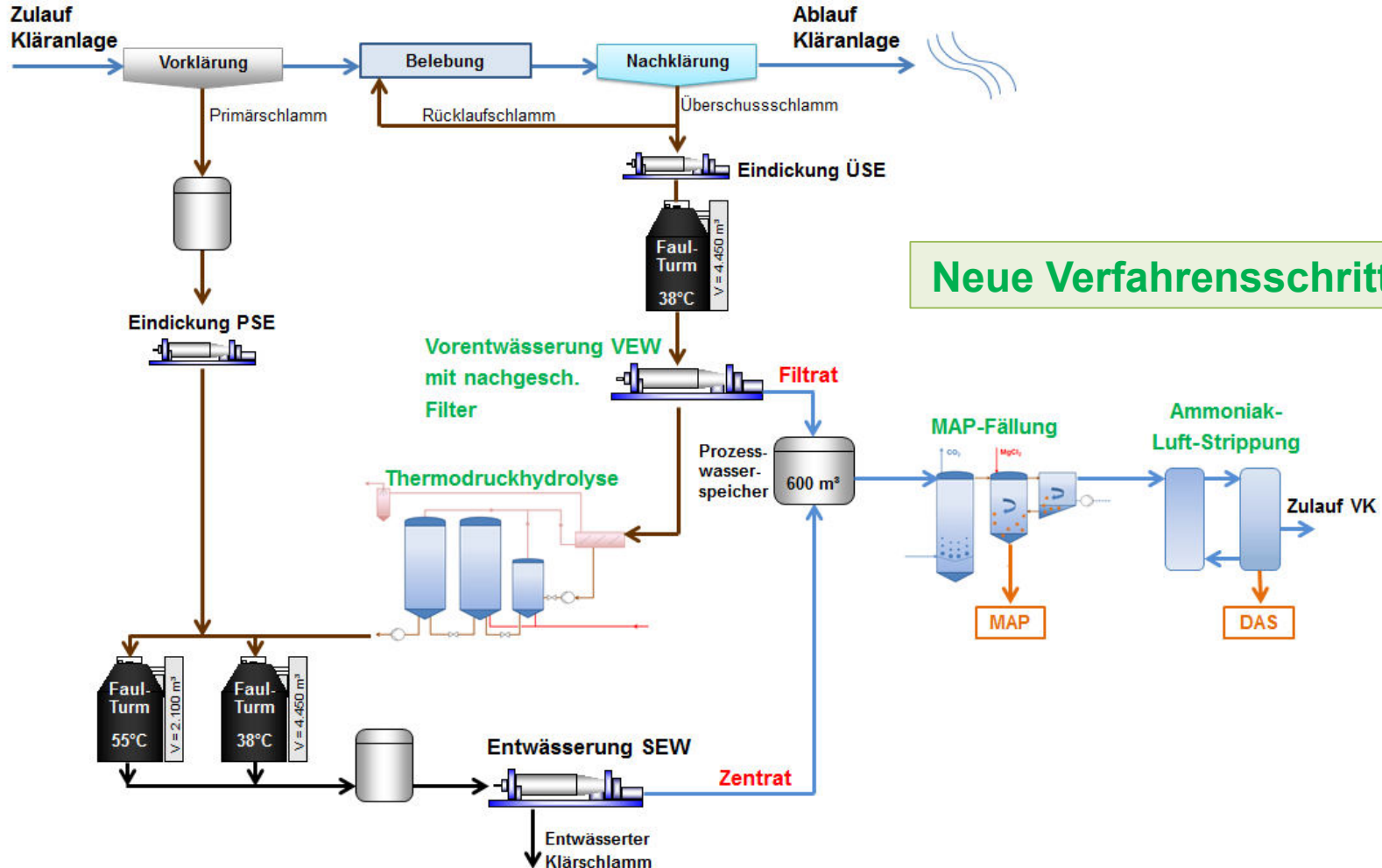
Schlammbehandlung

- Maschinelle Vorentwässerung für die Hydrolyse inkl. Schlammvorlagebehälter
- Thermodruckhydrolyse für die Behandlung von ausgefaulten ÜSS
- Dampferzeugung mit Speisewasseraufbereitung mittels Einsatz von Bio- bzw. Erdgas

Nährstoffrückgewinnung

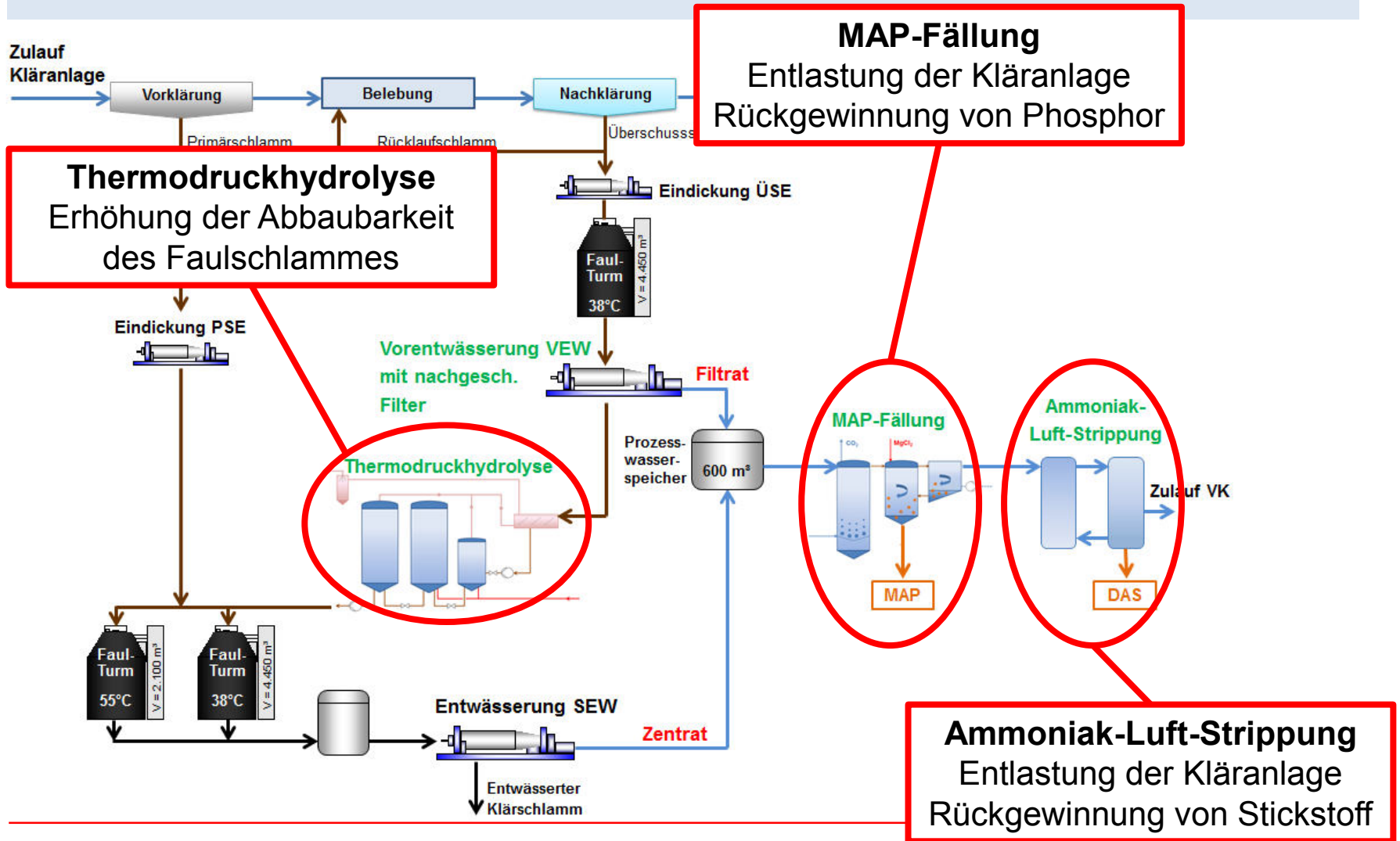
- MAP-Reaktor für Struvit-Fällung aus dem Prozesswasser
- Ammoniak-Luft-Strippung mit saurer Wäsche
- Betriebschemikalienlager für die Anlagen zur Nährstoffrückgewinnung
- Prozesswasserspeicher zur Prozesswasservorbehandlung

Konzept Nährstoffrückgewinnung und thermische Desintegration



9

Konzept Nährstoffrückgewinnung und thermische Desintegration

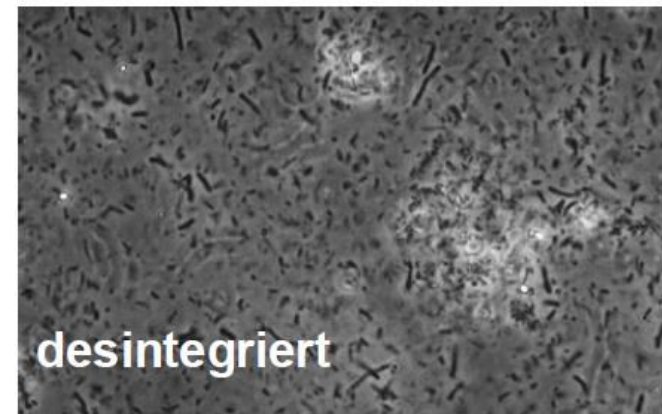
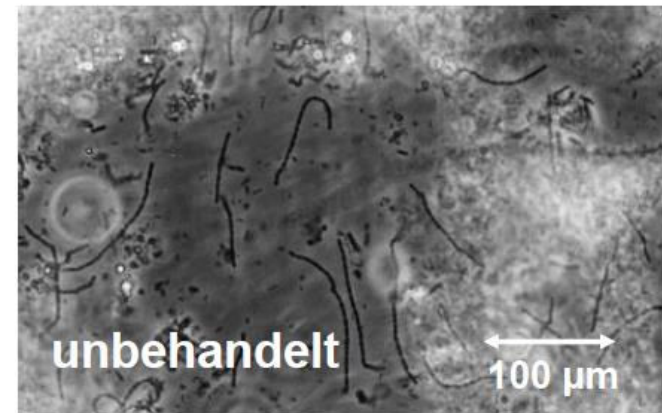
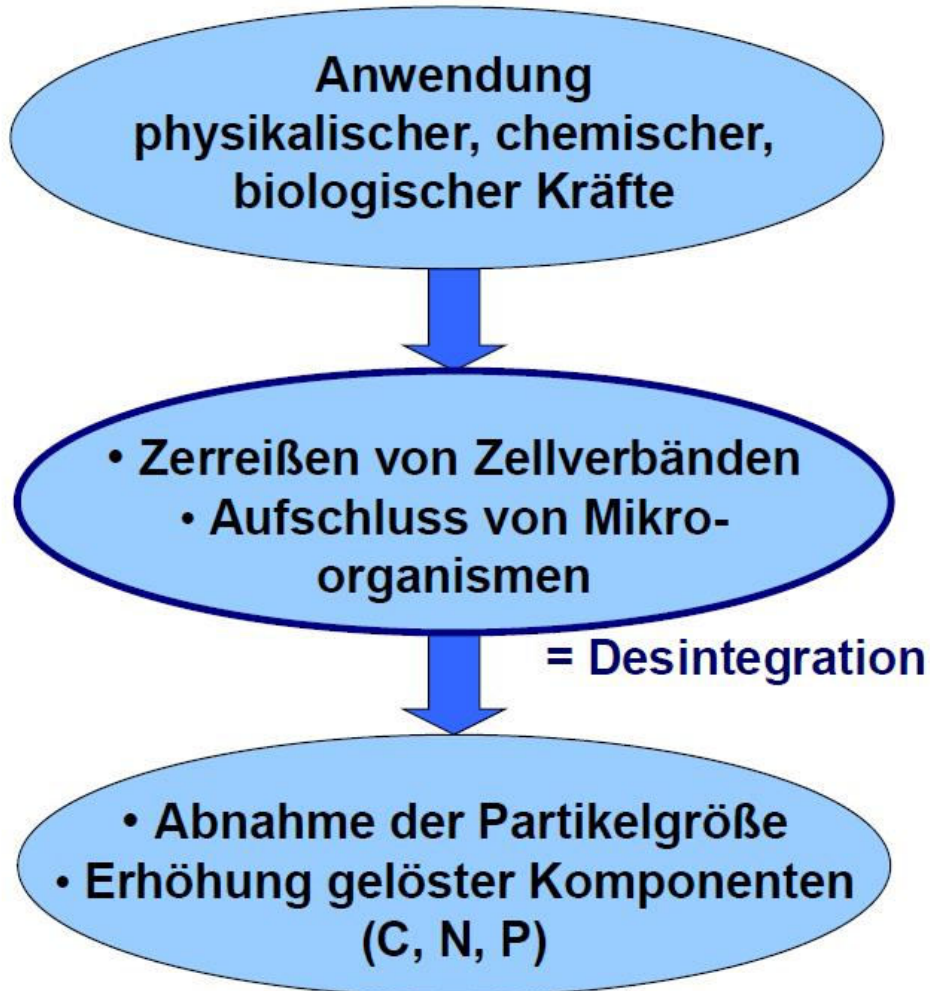


Merkmale des Verfahrenskonzeptes

- Innovatives Gesamtkonzept unter Verwendung erprobter Einzelverfahren
- Erfüllung der Zielsetzungen:
 - Sicherung der Einleitgrenzwerte durch ausreichende Entlastung der Kläranlage
 - Sicherung der Kreislaufströme für Stickstoff (1.800 Mg/a DAS) und Phosphor (300 Mg/a MAP) (perspektivisch vollständig auf den Verbandsflächen nutzbar)
 - Reduzierung der Klärschlamm-mengen infolge eines höheren Abbaugrades und besserer Entwässerbarkeit
 - Erhöhung der Energieerzeugung durch gesteigerte Gasproduktion

Funktionsweise und Aufbau der Hauptkomponenten

Klärschlammdesintegration



Quelle: PFI (2018)

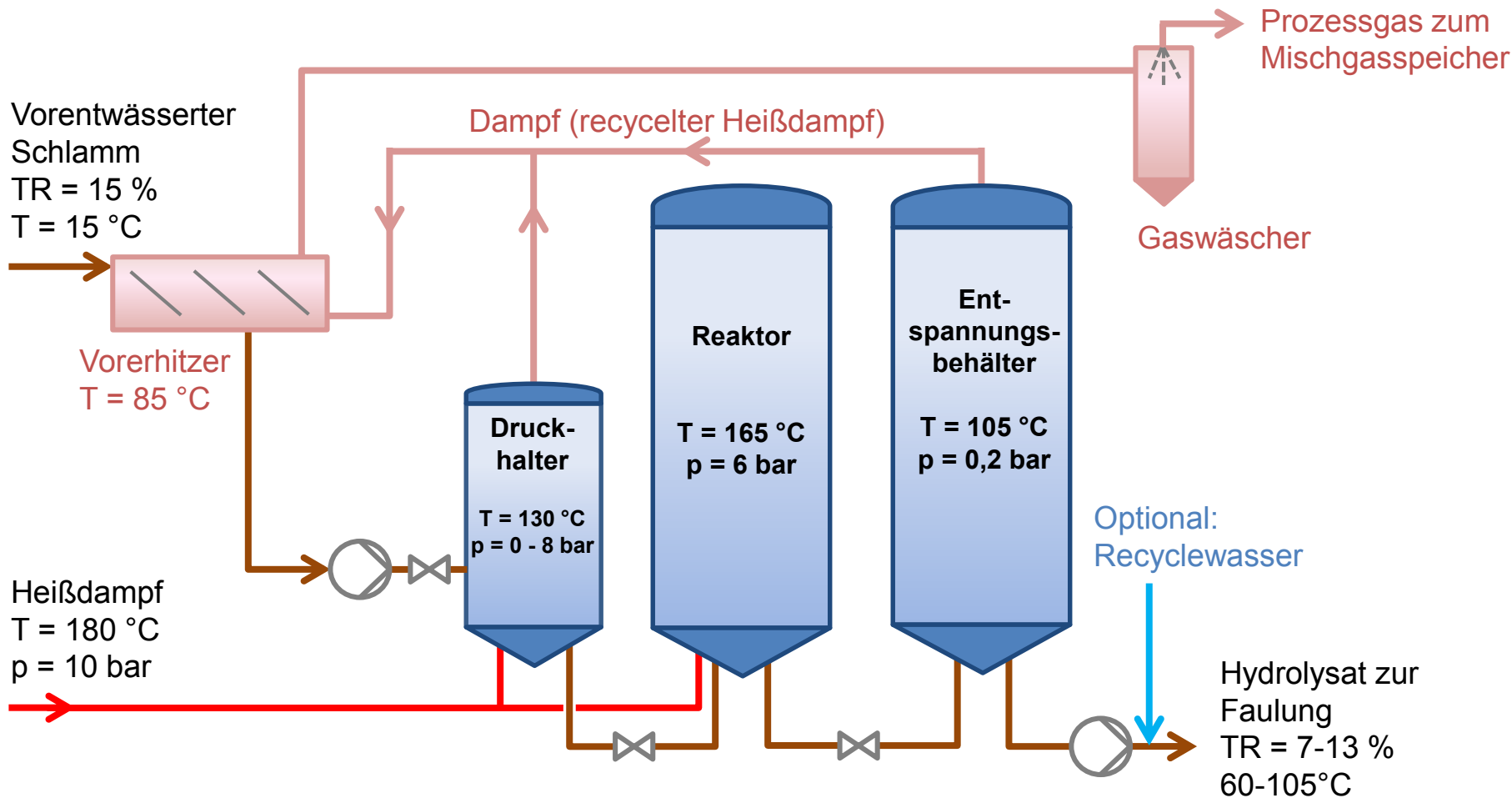
Ziel der Desintegration

- Erhöhung des Abbaugrades der organischen Substanz
- Erhöhte Gasproduktion
 - bis zu 20 %
- Verminderung der Schlammmasse
 - Bis zu 19 %
- Verbesserung des Entwässerungsverhaltens
 - bis 30 % TR

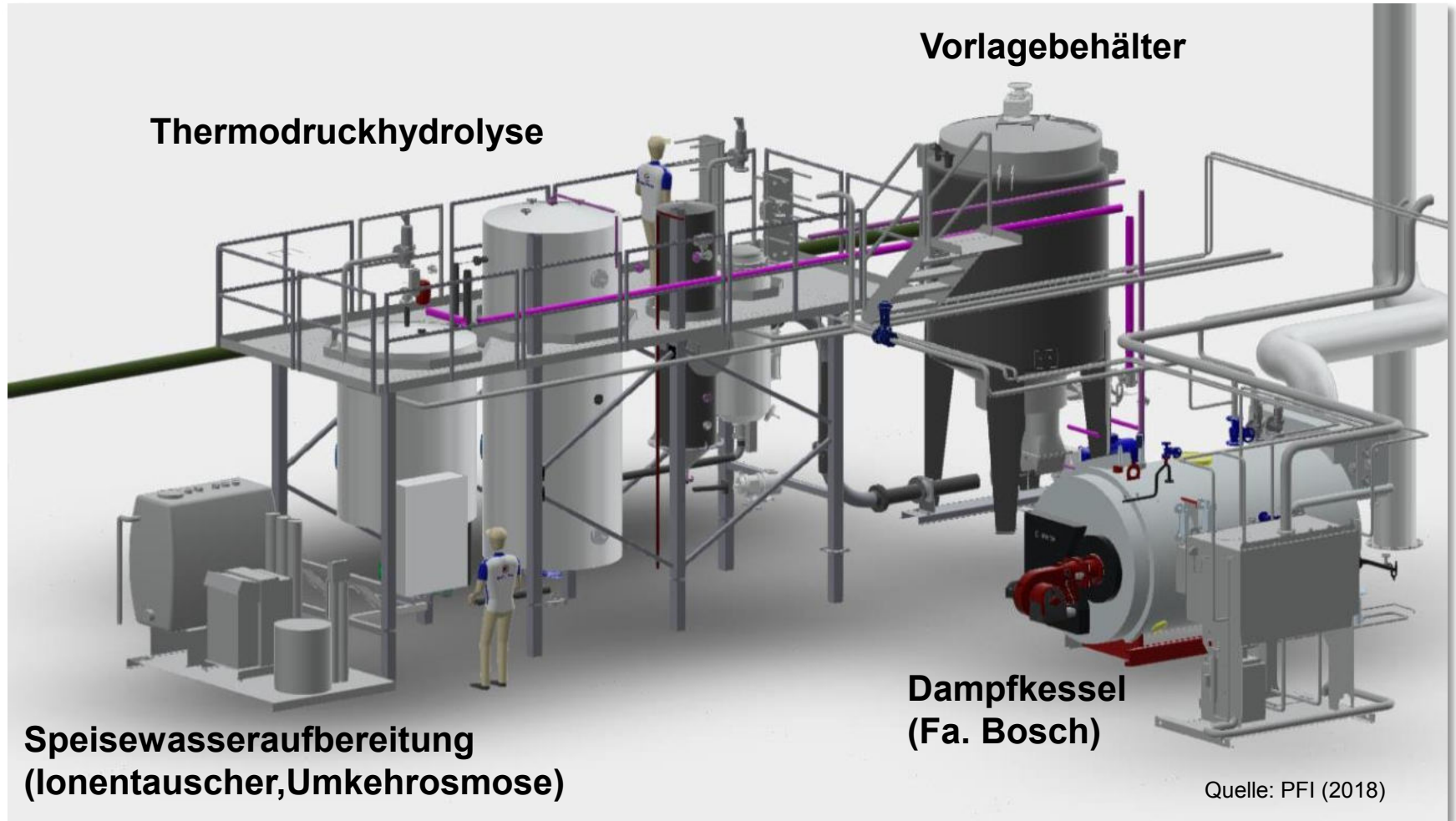


Entwässerter Klärschlamm (Bild: Focke Strangmann)

System Thermodruckhydrolyse



Thermodruckhydrolyse in Braunschweig



Thermodruckhydrolyse Prozessdaten

- Hydrolysat: 3,4 m³/h bzw. 12 t TR/d
 - Temperaturen: 160 - 170°C
 - Arbeitsdruck: 6 - 8 bar
 - Desintegrationszeit: ~30 min
 - TR Hydrolysat: 10-13 % TR
-
- Wärmeeintrag über Dampfinkjektion
 - Sattdampfmenge zur TDH: 550-1.100 kg/h
 - Schlammmenge Braunschweig: bis 6.000 t TR/a
 - Reaktorvolumen 3,2 m³ (variabel)
 - Gesamte Verfahrensstufe 7,5 m³
 - Fa. Haarslev Industries A/S (Dänemark)



Dampfkessel



Thermodruckhydrolyse

Vorentwässerung mit nachgesch. Filtration

- Durchsatz Schneckenpresse: 11-20 m³/h bzw. 12 t TR/d
- Erwarteter Trockenrückstand: 14-17 % TR
- Flockungsmittelbedarf: 10-15 kg WS/t TR Polymer



Schneckenpresse (Fa. Ishigaki, Japan)



- Anforderung: 600 mg/l AFS
- Maschenweite: 200 µm
- Teilstrombehandlung möglich



Trommelfilter (Fa. Hjortkaer, Dänemark)

MAP-Fällung

- MAP (*Struvit*)
= Magnesium-Ammonium-Phosphat
- Fällt auf Kläranlagen auch unkontrolliert aus
(in Rohrleitungen, Pumpen, Entwässerungs-
maschinen u.a.)
- Durch gezielte Ausfällung Vermeidung von
Betriebsproblemen und Rückgewinnung des
Phosphors

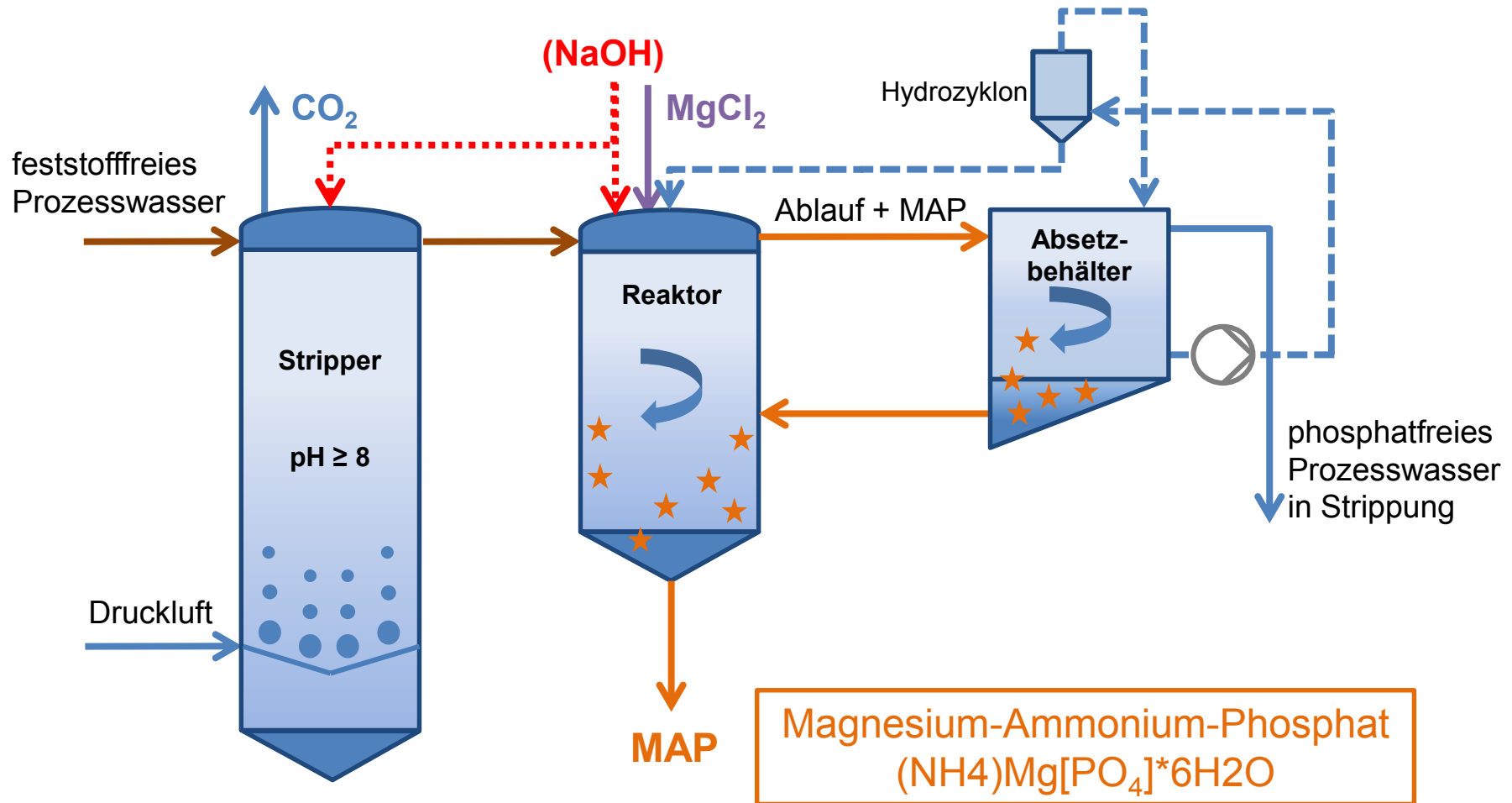


Fällbehälter Klärwerk Steinhof



Beispiele MAP (Quelle: PFI 2018)

Funktionsprinzip der MAP-Fällung



MAP-Fällung Prozessdaten

- max. Durchsatz: 25 m³/h
- Teillastfähigkeit: 30 bis 100 %
- Eliminationsrate: ≥ 90 %
- Stripper: 25 m³
- Reaktor: 25 m³
- Absetzbehälter: 11 m³
- MgCl₂-Lagertank: 30 m³
- MAP-Ertrag: rd. 1 t MAP/d
- Fa. Nuresys (Belgien)



MAP-Fällung

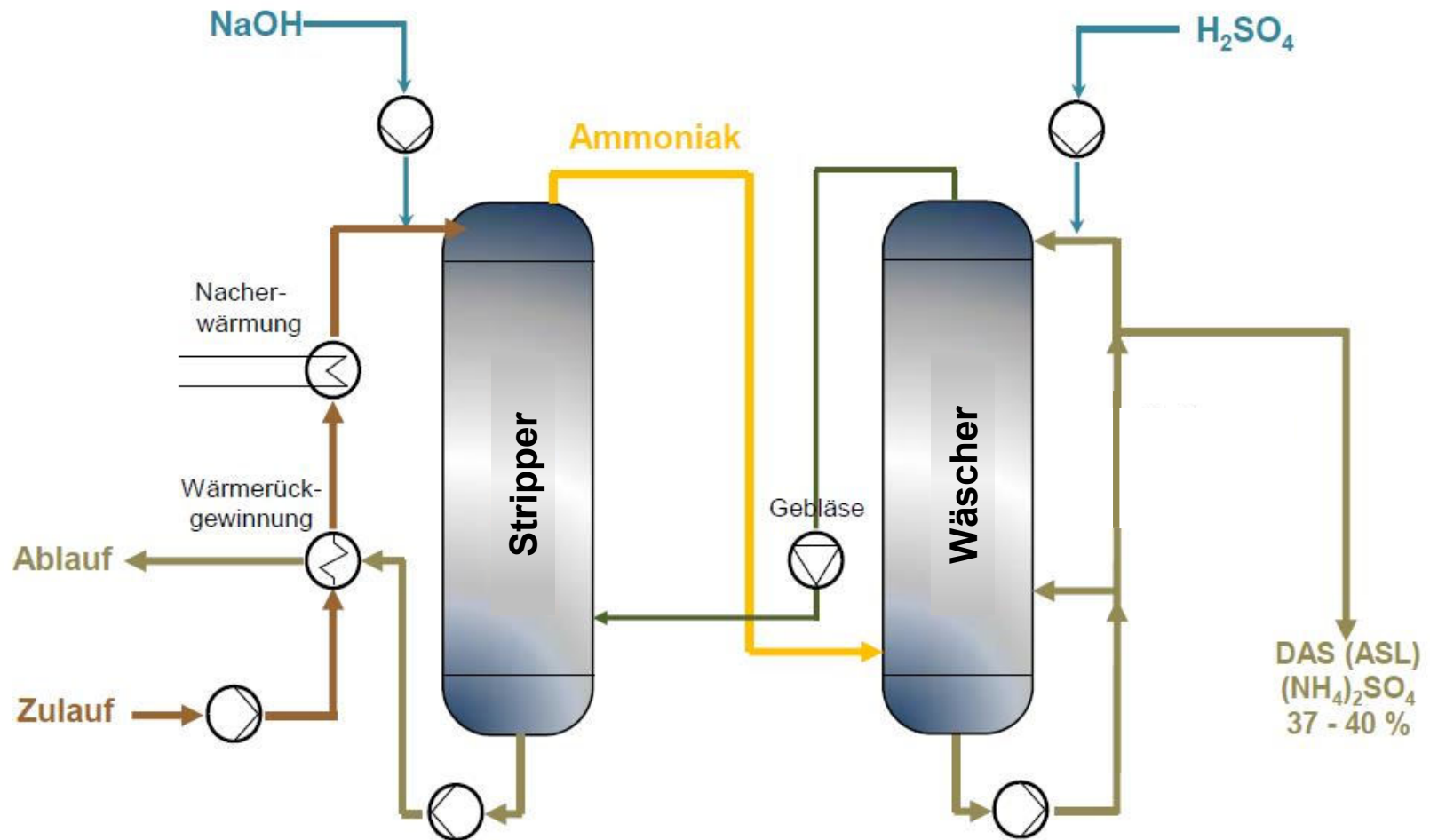
Ammoniak-Luft-Strippung

- Abscheidung und Rückgewinnung des Stickstoffs aus den Prozesswässern der Vor- und FS-Entwässerung
- Funktionsweise:
 - Anhebung des pH-Wertes durch Natronlauge/Erwärmung auf bis 65°C
 - Durchgeleitete Luft nimmt Stickstoff als Ammoniak auf und transportiert diese in Wäscher
 - Durch Zugabe von Schwefelsäure fällt im Wäscher Diammoniumsulfat (DAS) aus
- Produkt ist in der Landwirtschaft einsetzbar (Vorversuche AVBS 2018)
- Erprobte Technik, auch auf Kläranlagen
- Fa. RVT Process Equipment GmbH (Bayern)



Ammoniak-Luft-Strippung

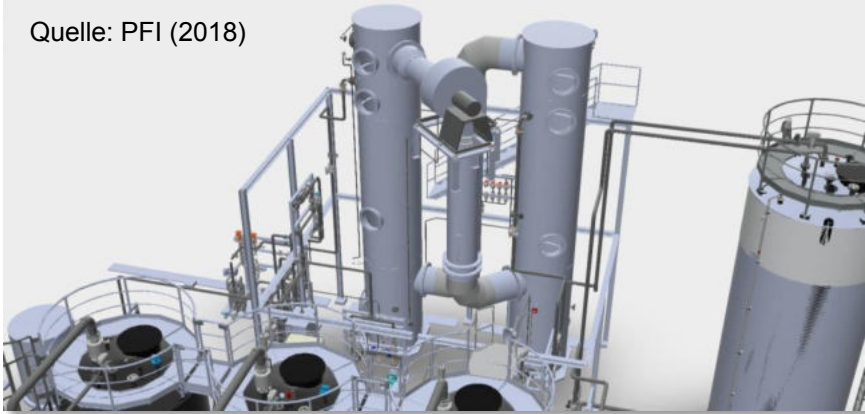
Funktionsprinzip der Ammoniak-Luft-Strippung



Quelle: PFI (2018)

Ammoniak-Luft-Strippung in Braunschweig

Quelle: PFI (2018)



Ammoniak-Luft-Strippung - Prozessdaten

- Volumenstrom: 8 bis 25 m³/h
- Teillastfähigkeit: 30 bis 100 %
- Eliminationsrate: ≥ 85 %
- Anlagenkapazität: 219.000 m³/a
- Stripptemperatur: ≤ 65 °C (55°)
- pH-Wert vor Alkalisierung: ≥ 7
- pH-Wert nach Alkalisierung: ≤ 11
- Luftmenge bei Volllast: 19.000 m³/h
- Reaktorvolumen: 2 x 20 m³ (h=10m)
- DAS-Ertrag: 8,1 m³/d



Ammoniak-Luft-Strippung

Projektverlauf

- Umfangreiche Labor- und Pilotversuche im Rahmen der Vorplanung
 - Ergebnisse bestätigen die Planungsannahmen weitgehend
 - 3 Reisen mit jeweils mehreren Anlagenbesichtigungen
 - Funktionale Ausschreibung von Thermodruckhydrolyse, MAP-Fällung und Ammoniak-Luft-Strippung
 - Parallel Ausschreibung über Leistungsverzeichnisse von Überschussschlammeindickung und Vorentwässerung
 - Anschließend Planung, Ausschreibung und Vergabe des Schlammbehandlungsgebäudes sowie der übergeordneten Maschinen- und Elektrotechnik
 - Ab September 2017 Bau Schlammbehandlungsgebäude
- **Ab Juli 2018 maschinentechnische Installation der Anlagen**
- **Inbetriebnahme abgeschlossen voraussichtlich Herbst 2019**

Rohbau Halle Stand April 2018



Halle Stand September 2018



Maschinentechnische Installationen



Betriebschemikaliertanks



Prozesswasserspeicher



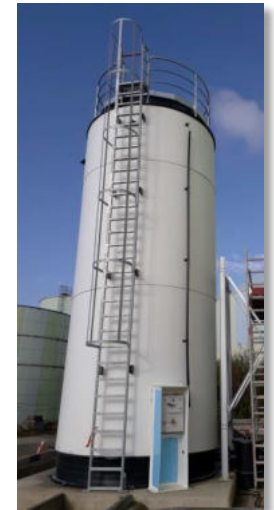
MAP-Wäscher



Schneckenpresse



Trommelfilter



DAS-Tank

Halle Stand Mai 2019



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

