



STEINBEIS-TRANSFERZENTRUM  
UMWELTVERFAHRENSTECHNIK UND WASSERWIRTSCHAFT

# DAF PILOT PLANT



Meschede, den 1. August 2006



# Inhalt

- 1 Einleitung
- 2 Grundlagen der Entspannungsflotation (DAF)
- 3 Betriebsdaten von B&S-DAF-Systemen
- 4 Anwendungsmöglichkeiten der Versuchsanlage
  - 4.1 Ausstattung der Versuchsanlage
  - 4.2 Untersuchungsmöglichkeiten
- 5 Bilder der Pilotanlage
- 6 Fließbild der Pilotanlage



# 1 Einleitung

In der Abwasserbehandlung stellt die Entspannungsflotation das geeignete Flotationsverfahren dar. Das B&S-System ist ein Hochleistungssystem, das auf der Basis von 30 Jahren Erfahrung entwickelt worden ist. Das System besteht aus einem optimierten Flotationsbecken, das mit einem speziellen Flotatschlamm-Räumer ausgestattet ist, der eine Feststoff-Konzentration im Flotatschlamm bis zu 10 % ermöglicht. Die für den Flotationsprozess erforderlichen Gasblasen werden durch die Sättigung eines Teilstroms des gereinigten Abwassers mit Luft unter hohem Druck erzeugt. Um hohe Sättigungsgrade zu realisieren wird ein optimiertes System aus Druckkessel und Sättigungsinjektor eingesetzt. Damit können Sättigungsgrade von bis zu 95 % erreicht werden. Dies gestattet die Minimierung des Druckwasserbedarfs und ermöglicht damit einen geringen Energieverbrauch bei gleichzeitig hohen Leistungswerten der Anlagen.

Das System kommt seit vielen Jahren zum Einsatz in der industriellen und kommunalen Abwasserreinigung. Die B&S-Flotation kann sowohl in der Vorbehandlung als auch in der Nachklärung von Belebungsanlagen eingesetzt werden.

Die Vorteile des Systems können wie folgt zusammengefasst werden:

- ⇒ Extrem hohe Abwasserflächenbelastung bis zu  $10 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{h}$ .
- ⇒ Extrem hohe Feststoffflächenbelastung bis zu  $30 \text{ kg}/\text{m}^2\text{h}$ .
- ⇒ Niedrige Investitions- und Betriebskosten
- ⇒ Geringer Platzverbrauch
- ⇒ Kein Schwimmschlammproblem
- ⇒ Aktive Schlammabtrennung bei sich ändernden Betriebssituationen
- ⇒ Hoher TS-Gehalt im Flotatschlamm

## 2 Grundlagen der Entspannungsflotation (DAF)

Bei der Entspannungsflotation wird das Abwasser oder ein Teilstrom des Klarwassers unter Anwendung von Druck im Bereich von 4 bis 6 bar mit Luft gesättigt und anschließend über die Entspannungsarmaturen in das Flotationsbecken geleitet. Nach der Entspannung auf Atmosphärendruck perlt die überschüssige Luft in Form feiner Gasblasen aus. Diese Gasblasen lagern sich in der Kontakt- und Mischzone an die Feststoffteilchen an und treiben diese an die Oberfläche des Beckens, wo sie von einer Räumvorrichtung abgenommen werden. Um Flotationsanlagen mit einer hohen Leistung zu bauen, müssen die folgenden vier wichtigen Kernstücke beachtet werden:

1. Hohe Luftsättigung von Abwasser und Druckwasser
2. Erzeugung eines optimalen Gasblasenspektrums
3. Anlagerung der Gasblasen an die Feststoffteilchen
4. Geometrie und Dimensionierung der Flotationsanlage

In der Praxis erfolgt die Dimensionierung der Flotationsbecken sowohl auf der Basis der Klärflächenbelastung als auch der Durchflusszeit. Die Durchflusszeit sollte für eine sichere Abtrennung zwischen 20 und 45 min liegen. Bei der Klärflächenbelastung muss man die unterschiedlichen Definitionen, bezogen auf die Oberfläche des Flotationsraums, beachten:

- Hydraulische Flächenbeschickung : Zulauf zur Flotation + Druckwasser
- Abwasser-Flächenbeschickung : Zulauf zur Flotation
- Feststoff-Flächenbelastung : Feststoffmenge zur Flotation

Die Bemessungsgrößen sind von der Steig- und Horizontalgeschwindigkeit des Gasblasen/Feststoff-Komplexes im Flotationsraum abhängig. Die Größe der Steiggeschwindigkeit des Feststoffs ist neben den Flotationseigenschaften von dem Sättigungsdruck und der Druckwassermenge abhängig. Da diese beiden Größen während des Flotationsprozesses verändert werden können, werden sie als Steuergrößen bezeichnet.

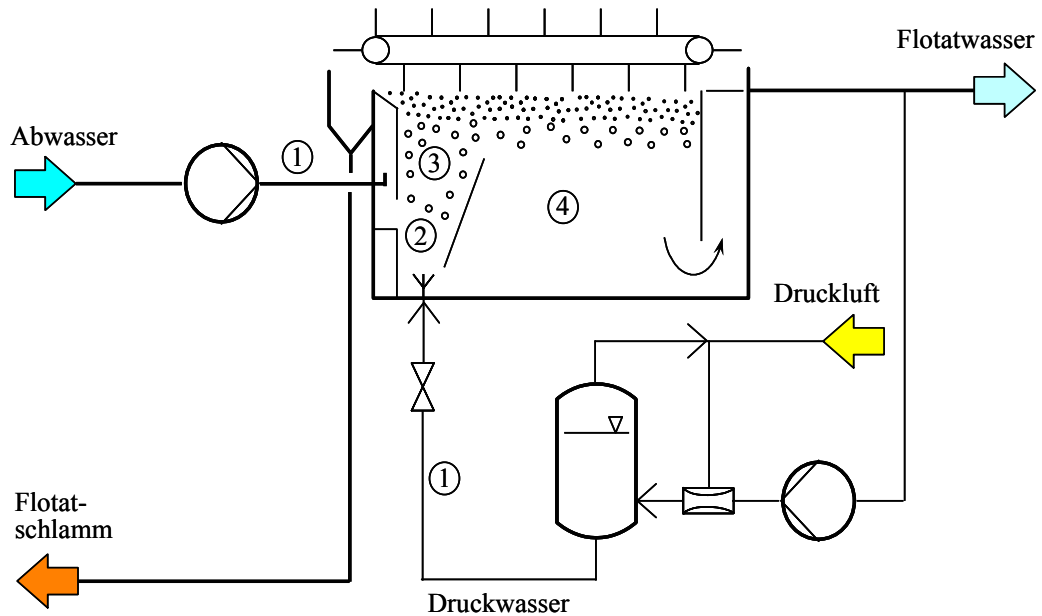


Bild 1: Entspannungsflotation mit Teilstromklarwasserbelüftung

Das Abwasser-Schlamm-Gemisch tritt am Kopf der Flotation in die Einlaufkammer ein. Aus der Einlaufkammer tritt das Abwasser-Schlamm-Gemisch durch eine über die Breite der Flotationszelle reichende Öffnung in die Kontakt- und Mischzone ein. In dieser Zone erfolgt die Zumischung des Druckwassers. Für dessen Aufbereitung wird der aus dem Klarwasser entnommene Teilstrom von den Druckwasserpumpen über den Injektor in den Druckwasserbehälter gefördert. Dabei wird das Druckwasser bei einem Überdruck von  $p = 4 - 5$  bar weitgehend mit Luft gesättigt.

Aus dem Druckwasserbehälter wird das Druckwasser dem Flotationsbecken zugeführt. Die Zugabe erfolgt von unten in die Kontakt- und Mischzone. Dort, praktisch direkt am Eintritt, erfolgt die Entspannung auf den Umgebungsdruck in speziellen Entspannungsorganen. Durch diese schlagartige Entspannung wird die zuvor gelöste Luft in Form sehr kleiner Luftblasen frei. Durch die Luftblasen entsteht eine milchige Trübung des entspannten Druckwassers. Die Turbulenz,



erzeugt durch die Einleitung des Abwasser-Schlamm-Gemisches, des Druckwassers sowie durch die aufsteigenden Blasen führt zur innigen Vermischung. Hierbei lagern sich die Luftblasen an die Schlammflocken an.

Das Abwasser-Schlamm-Gemisch steigt in der Kontakt- und Mischzone nach oben und strömt durch eine Öffnung in der Trennwand in den Flotationsraum. Im Flotationsraum erfolgt die eigentliche Trennung des Abwasser-Schlamm-Gemisches. Nach der Trennung vom Wasser, wird der Flotatschlamm an der Oberfläche nun in einem zweiten Schritt weiter entwässert, so dass er auf 3 bis 5 % eindickt. Mit Hilfe des Flotatschlammräumers wird er in die Flotatkammer geräumt.

Das jetzt weitgehend von ungelösten Teilchen getrennte Wasser strömt unter einem Tauchwehr hindurch in die Klarwasserkammer und von dort über ein höhenverstellbares Wehr in die Klarwasserrinne.

### **3 Betriebsdaten von B&S-DAF-Systemen**

|  |  |
|--|--|
| Abwasserflächenbelastung:                | $5 - 10 \text{ m}^3 \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{h}^{-1}$ |
| Feststoffflächenbelastung:               | $20 - 30 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{h}^{-1}$ |
| Feststoffkonzentration im Flotatschlamm: | $30 - 60 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$                     |
| Abfiltrierbare Stoffe im Klarlauf:       | $\leq 10 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$                     |
| Energieverbrauch:                        | $50 - 80 \text{ W} \cdot \text{m}^{-3}$                      |



## 4 Anwendungsmöglichkeiten der Versuchsanlage

### 4.1 Ausstattung der Versuchsanlage

Der technologische Grundaufbau ist aus beiliegendem Prinzipschema ersichtlich:

Mit der Anlage kann im kontinuierlichen Pilotbetrieb eine physikalisch-chemische Vorbehandlung und Abtrennung der Feststoffe mit einer Flotation untersucht werden.

Die gesamte Anlage ist in einem 20-Fuß-Container (L x B x H ca. 6 x 2,4 x 2,5 m) untergebracht. Außer dem Neutralisations- und mehreren Flockungstanks sowie der kompletten Flotations- und Schaumaustrageeinrichtung enthält sie auch ein System für die Dispersionsaufbereitung sowie Behälter und Pumpen zum Auflösen und Dosieren von Fällungs- und Flockungschemikalien. Sie gestattet eine große Variationsbreite hinsichtlich des hydraulischen Durchsatzes sowie des Verhältnisses Dispersions- und Prozesswasser.

| <b>Technische Hauptdaten der Flotations-Versuchsanlage</b> |   |
|--|---|
| Ausführung:  | Edelstahl   |
| Neutralisationstank:                                       | ca. 80 l  |
| Flockungstank, gesamt:                                     | ca. 1,35 m <sup>3</sup>   |
| Flotationsbecken (ohne Schlamm- u. Klarwassertank):        | ca. 1 m <sup>3</sup> , Oberfläche ca. 1 m <sup>2</sup>                                |
| Chemikalienbehälter, 2 Stück:                              | a 200 l   |
| Hydraulischer Durchsatz, max.:                             | 10 m <sup>3</sup> /h  |
| Dispersionsmenge, max.:                                    | 2,5 m <sup>3</sup> /h   |
| Elektroenergie-Zuführung:                                  | 3 NPE ~ 50 Hz 380/220 V, 32 A   |
| Anschlüsse für   | Prozesswasserzulauf<br>Klarwasserablauf<br>Schlammablauf<br>Trink- bzw. Prozesswasser |



## 4.2 Untersuchungsmöglichkeiten

Zur Erzielung optimaler Flotationsergebnisse sind bestimmte Bedingungen einzustellen. Nachfolgend sind solche Bedingungen genannt und ihre Untersuchungsmöglichkeit in der Versuchsanlage dargestellt.

|    | <b>Bedingung</b>                                    | <b>Ausführung in Versuchsanlage</b>   |
|----|---|---|
| 1. | pH-Wert-Einstellung                                 | Neutralisationstank mit Rührer und Dosierpumpe  |
| 2. | optimale Flockenbildung                             | System von 3 unterschiedlichen Flockungstanks mit drehzahlverstellbaren Paddelrührwerken  |
| 3. | Zugabe von Fällungs- und/oder Flockungshilfsmitteln | 2 parallele Chemikalienbehälter mit je einem Rührwerk und einer Dosierpumpe (einzelne und parallele Zugabe in jeden der Flockungstanks möglich)   |
| 4. | optimale Aufenthaltszeit in den Flockungstanks      | hohe Variabilität der Schaltvarianten der Flockungstanks, so<br>- komplette Umgehung der Flockungstanks (Spontanflotation)<br>- Benutzung ein oder mehrerer Flockungstanks<br>- variable Umfangsgeschwindigkeit der Rührwerke durch Drehzahlverstellung |
| 5. | Optimale Rezirkulationsmenge des Dispersionswassers | Handeinstellung der Dispersionsventile  |
| 6. | optimale Flotatschlammdicke und -menge              | Räumung des Flotatschlammes durch einstellbare Arbeitsintervalle des Räumwerkes   |
| 7. | Bodenschlammabzug                                   | Bodenschlammabzug in Bodentrichtern und manueller Abzug durch Handventile   |



## 5 Bilder der Pilotanlage





**STEINBEIS-TRANSFERZENTRUM MESCHEDÉ**  
**UMWELTVERFAHRENSTECHNIK UND WASSERWIRTSCHAFT**

---



## 6 Fließbild der Pilotanlage

