

# **Bedarfsgerechte Entschlammung von Kleinkläranlagen**

**Sind Intervalle über 5 Jahre möglich und sinnvoll?**

Herzogenrath, im Januar 2015

  
Dipl.-Biol. Bettina Schürmann

## Einleitung

Kommunales Rohabwasser in Europa weist nach Angaben aus der Literatur [1] und bei langjährigen Untersuchungen folgende Frachten auf:

BSB<sub>5</sub>: 60 g/(E\*d)

CSB: 120 g/(E\*d)

SS: 70 g/(E\*d)

TKN: 11 g/(E\*d)

P: 1,8 g/(E\*d)

Trotzdem werden die Angaben häufig diskutiert, wobei eine BSB-Fracht von 60 g/(E\*d) allgemein anerkannt ist und für die Bemessung von kommunalen und häuslichen Abwasserbehandlungsanlagen herangezogen wird. Andererseits ist auch bekannt, dass die BSB-Fracht insbesondere im häuslichen Bereich Variationen von 25 -150 g/(E\*d) aufweisen kann, wie aus Untersuchungsergebnissen hervorgeht, die bei einem Seminar der Arbeitsgruppe 41 des Europäischen Normungskomitees (CEN TC 165 WG 41) im Oktober 2013 vorgestellt wurden.

Neben der organischen Fracht ist für die Bemessung und den Betrieb einer Kleinkläranlage das Volumen für Sammlung und Speicherung von Klärschlamm von besonderer Bedeutung. Die Installation einer Kleinkläranlage mit einem unterdimensionierten Schlamm Speichervolumen kann zu inakzeptablen Kosten für die Schlammentsorgung führen.

Bei der Überarbeitung der europäischen Kleinkläranlagennorm EN 12566 taucht immer wieder die Frage nach der Bemessung eines Schlamm Speichervolumens auf, da in der Mehrzahl der europäischen Staaten keine allgemein anwendbaren Dimensionierungsvorgaben existieren. In Deutschland erfolgten Untersuchungen zum Schlammanfall bereits in den 80er Jahren und fanden Einlass in ein technisches Merkblatt des Landes Nordrhein-Westfalen [2]. Aus diesen und anderen Untersuchungen resultieren die heute in Deutschland bei der Bemessung des Schlamm Speichervolumens herangezogenen Werte. Sie finden sich in den Zulassungsgrundsätzen für bauaufsichtliche Zulassungen für Kleinkläranlagen des Deutschen Instituts für Bautechnik (DIBt) in Berlin, die Grundlagen für eine Anwendung von Kleinkläranlagen in Deutschland sind. [3]

Bei der Mehrzahl der biologischen Abwasserreinigungsverfahren in Kleinkläranlagen werden Primär- und Sekundärschlamm gemeinsam gespeichert. Der Anfall von Sekundärschlamm ist dabei in starkem Maße von der eingesetzten Technologie abhängig, wobei organisch hoch belastete Belebtschlammanlagen eine deutlich größere Menge Sekundärschlamm als Festbetтанlagen produzieren

Basierend auf den Untersuchungen in Nordrhein-Westfalen [2] wurden die in Tabelle 1 aufgelisteten Schlammproduktionswerte mit einem Sicherheitsfaktor von 1,2 zusammen-

gestellt. Der Sicherheitsfaktor wurde eingeführt, um mögliche höhere Schlammproduktion wegen der kurzzeitigen Anwesenheit von Besuchern zu berücksichtigen. Aus den Daten der Schlammproduktion ist ersichtlich, dass mit zunehmendem Schlammräumintervall mit sinkender spezifischer Primärschlammproduktion je Einwohner und Tag zu rechnen ist, da es während der Lagerung zu anaeroben Abbauvorgängen im Primärschlamm kommt. Diese führen zu einer Reduktion des spezifischen Volumens.

**Tabelle 1: Schlammproduktion pro Einwohner und Tag**

| Schlammräumintervall | Schlammproduktion [l/(E*d)] |  |             |               |
|----------------------|-----------------------------|--|-------------|---------------|
|                      | Primärschlamm               | Sekundärschlamm während getrennter/gemeinsamer Speicherung * |             |               |
|                      |                             | Tropfkörper  | Tauchkörper | Belebtschlamm |
| 6 Monate             | 0,9                         | 0,6/0,3  | 0,4/0,2     | 1,2/0,6       |
| 12 Monate            | 0,65                        | 0,6/0,3  | 0,4/0,2     | 1,2/0,6       |
| 24 Monate            | 0,45                        | 0,6/0,3  | 0,4/0,2     | 1,2/0,6       |
| 36 Monate            | 0,35                        | 0,6/0,3  | 0,4/0,2     | 1,2/0,6       |

\* Im Vergleich zum Primärschlamm wird das Volumen des Sekundärschlammes während der separaten Lagerung nicht reduziert, da er schon aerob stabilisiert ist. Sein Volumen wird aber bei gemeinsamer Speicherung mit Primärschlamm um 50% verringert.

Nach den Untersuchungen aus NRW kann die Berechnung des benötigten Schlamm Speichervolumens nach der folgenden Tabelle 2 vorgenommen werden.

**Tabelle 2: Schlammproduktion während der Räumintervalle**

| Schlammräumintervall | Schlammproduktion [l/E] |  |             |               |
|----------------------|-------------------------|--|-------------|---------------|
|                      | Primärschlamm           | Sekundärschlamm während getrennter/gemeinsamer Speicherung |             |               |
|                      |                         | Tropfkörper  | Tauchkörper | Belebtschlamm |
| 6 Monate             | 170                     | 110/55   | 80/40       | 220/110       |
| 12 Monate            | 240                     | 220/110  | 160/80      | 440/220       |
| 24 Monate            | 330                     | 440/220  | 320/160     | 880/440       |
| 36 Monate            | 380                     | 660/330  | 480/240     | 1320/660      |

Der Anfall von Schwimmschlamm ist unterschiedlich und in starkem Maße von den Lebensgewohnheiten der Kläranlagennutzer abhängig. Aus Gründen der Sicherheit wird mit einem Anfall von 40 l/(E\*a) gerechnet. Es ist nicht notwendig, zusätzliches Volumen bei der Bemessung zu berücksichtigen, da die Konstruktion der Anlage so erfolgen muss, dass ein Übertreten des Schwimmschlammes in nachfolgende Stufen oder den Zulauf der Anlage nicht erfolgen kann.

Nach Ansicht der meisten Experten, sollten Kleinkläranlagen so bemessen sein, dass das Schlammräumintervall schon aus ökonomischen Gründen 6 Monate nicht unterschreitet. Das Speichervolumen für Schlamm sollte so bemessen sein, dass es 50 - 75 % des vorgesehenen Volumens für die Vorbehandlungsstufe bei gemeinsamer Lagerung von Primär- und

Sekundärschlamm nicht unterschreitet. Der prozentuale Anteil ist von der nachfolgenden biologischen Behandlungsstufe abhängig. In Tabelle 3 sind 2 Beispiele aus dem NRW-Merkblatt aufgelistet.

**Tabelle 3: Beispiele zur Bemessung des Speichervolumens nach Merkblatt Nr. 3, NRW [2]**

| <b>Vorgaben</b>                | 8 EW, Räumintervall 6 Monate,            |                                      |
|--------------------------------|--|--------------------------------------|
| <b>Verfahren</b>               | <b>Schlammanfall</b>                     | <b>Minimalvolumen (Füllungsgrad)</b> |
| Filtersystem                   | $170 \times 8 = 1.360 \text{ l}$         | 2,72 m <sup>3</sup> (50%)            |
| BS mit gemeinsamer Speicherung | $(170 + 110) \times 8 = 2.240 \text{ l}$ | 4.480 l (50%)                        |

Heute werden die Volumina für die Erstbehandlung mit integriertem Schlamm Speicher in den Zulassungsgrundsätzen des DIBt [3] wie in Tabelle 4 aufgelistet angegeben.

**Tabelle 4: Minimalvolumina pro EW von Vorklärung und Schlamm Speicher in Kleinkläranlagen**

|                      | <b>Gesamtvolumen der Vorbehandlung (2 m<sup>3</sup> min.)</b> | <b>Volumen für Primärschlamm incl. 50% Absetzraum</b> | <b>Volumen für Sekundärschlamm (gemeinsame Lagerung) incl. 50% Absetzraum</b> |
|----------------------|---|---|---|
| Belebtschlammanlagen | 425 l/E   | 300 l/E   | 125 l/E   |
| Tauchkörper          | 350 l/E   | 300 l/E   | 50 l/E  |

Die Volumina sind so berechnet, dass die Zeit zwischen den Schlammräumungen mindestens 6 Monate beträgt, da die Wartung der Anlagen in Deutschland in der Mehrzahl der Fälle ebenfalls alle 6 Monate vorgesehen ist. So kann der Schlamm Spiegel regelmäßig überwacht und eine Räumung der Anlagen initialisiert werden.

### Auswertung von Untersuchungsergebnissen

Da in der Praxis immer wieder Anlagen auftauchen, deren Räumintervalle 6 Monate bei weitem überschreiten oder sogar mehrere Jahre hintereinander nicht geräumt werden müssen, wurden 480 Wartungsprotokolle von 38 SBR-Anlagen der Firma UTP im Zeitraum von April 2006 bis Juni 2013 ausgewertet. Alle Klärofix-Anlagen sind mit einem Schlamm Speichervolumen von >425 l/E und einem Reaktorvolumen von 200l/E bemessen. Die Anzahl von Anlagen mit der zugehörigen Einwohnerzahl ist in Tabelle 5 aufgelistet. Alle hier aufgelisteten Anlagen waren unterschiedlich entsprechend der Einwohnerzahl ausgelastet.

Tabelle 5: Zahl der ausgewerteten Anlagen und Anlagengrößen

| Anzahl E | Anzahl Anlagen | Anzahl E | Anzahl Anlagen |
|----------|----------------|----------|----------------|
| 4        | 8              | 20       | 1              |
| 6        | 6              | 32       | 1              |
| 8        | 16             | 44       | 1              |
| 12       | 3              | 48       | 1              |
| 16       | 1              |          |                |

Bei allen Anlagen handelte es sich um Anlagen der Ablaufklasse C. Die Schlamm Inhalte wurden aus der gemessenen Schlamm Spiegelhöhe und dem Volumen der Vorklärung in prozentuale Schlamm Inhalte umgerechnet. Als Beispiel für die ausgewerteten Wartungsprotokolle werden in Abbildung 1 einige Grafiken exemplarisch dargestellt.

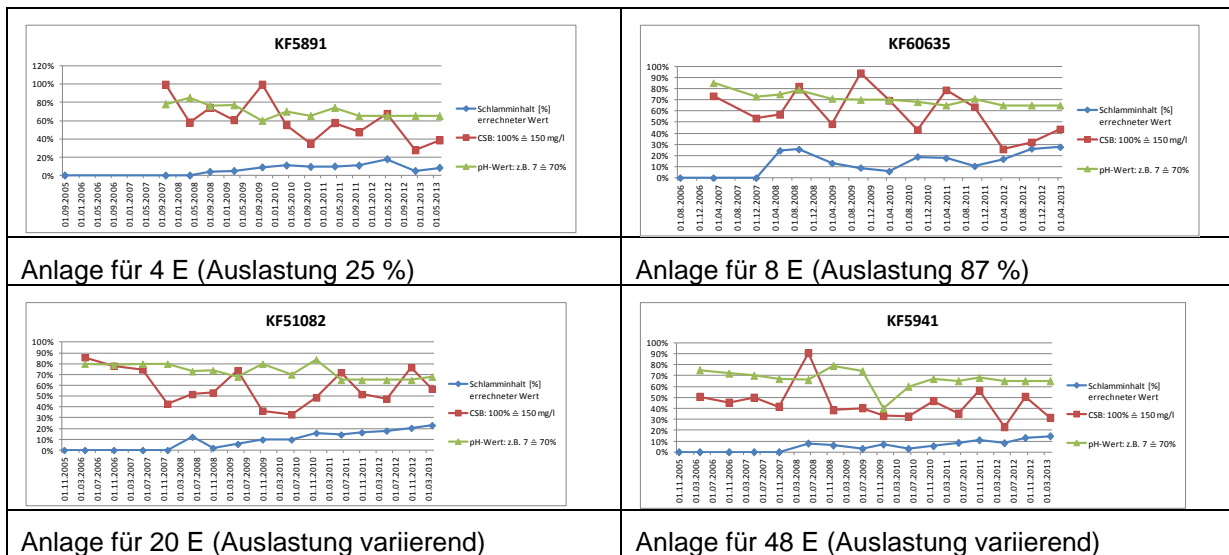
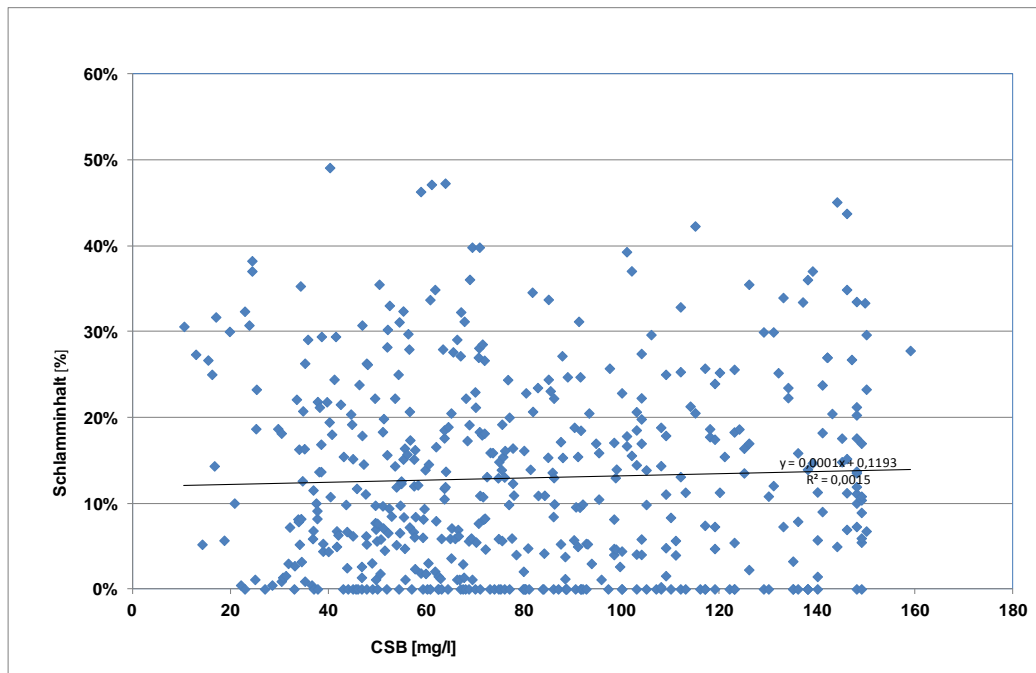


Abbildung 1: Auswertung der Wartungsprotokolle

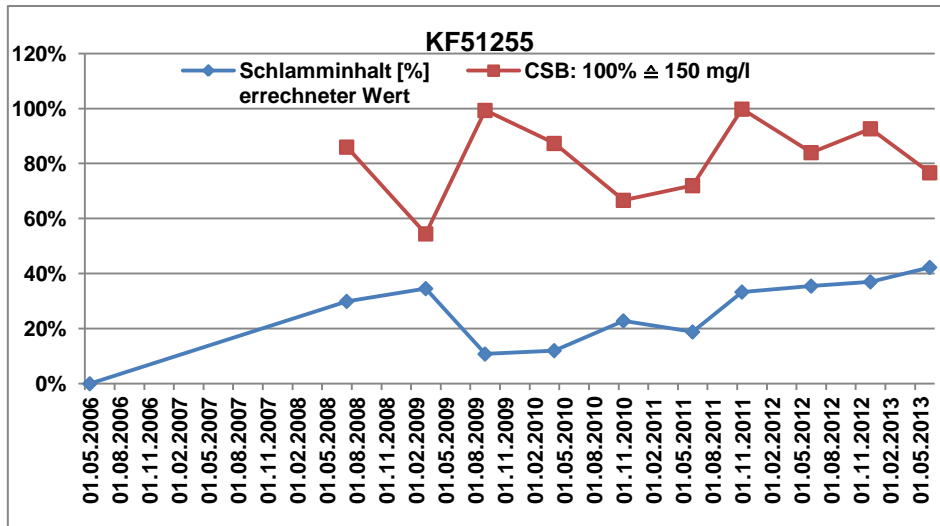
Bei keiner der hier dargestellten sowie bei einer der anderen untersuchten Anlagen wurde der CSB von 150 mg/l bei den Messungen während der Wartungen überschritten. Aus allen vorliegenden 480 Ergebnissen der 38 Kleinkläranlagen ist kein eindeutiger Zusammenhang

zwischen der Höhe des Schlammspiegels und den gemessenen Ablaufwerten abzuleiten, wie in Abbildung 2 dargestellt ist.



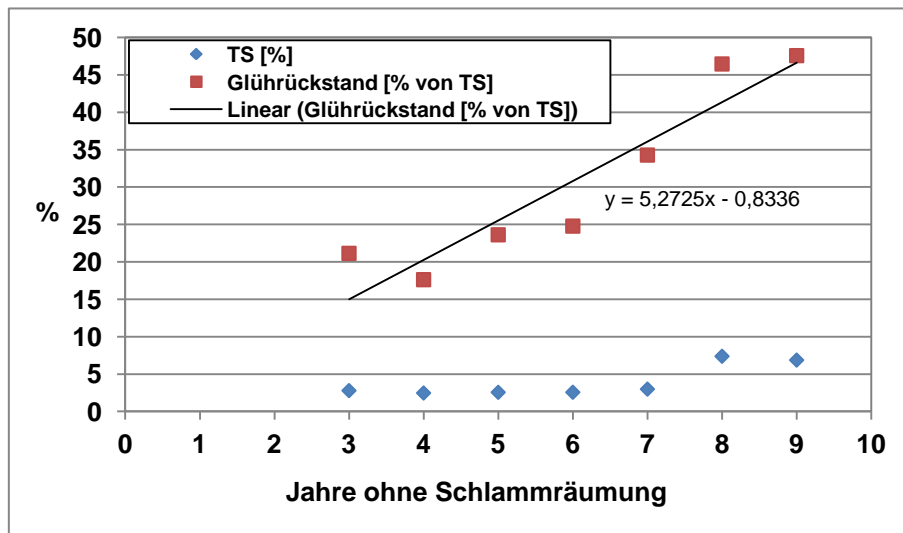
**Abbildung 2: Darstellung aller Ablaufwerte und zugehöriger Schlamminhalte in den Vorklärungen.**

Bei der Auswertung der Daten ließ sich feststellen, dass die untersuchten Anlagen in deutlich größeren Abständen als allgemein angenommen entschlammt werden mussten. Die Schlammvolumina erreichten selbst nach bis zu 9 Jahren Betriebszeit nicht den möglichen Füllungsgrad von 50%, der in den Zulassungsgrundsätzen des DIBt [3] als Gradmesser für eine zu veranlassende Entschlammung bei Belebungsanlagen festgelegt ist. Dieses auch unabhängig vom Auslastungsgrad. Beispielhaft ist in Abbildung 3 der Zusammenhang zwischen der Höhe des Schlammspiegels und den CSB-Ablaufwerten bei einer seit 7 Jahren betriebenen Kleinkläranlage vom TYP Klärofix der Firma UTP-Umweltechnik dargestellt. Die 8 Einwohner-Anlage hat einen Auslastungsgrad von 100 %.



**Abbildung 3: Prozentualer Schlammminhalt der Vorklärung und CSB-Ablaufwerte**

Da sich herausgestellt hatte, dass sich bei allen untersuchten Anlagen der Schlamm Spiegel in der Vorklärung nicht so entwickelt hatte, wie es erwartete worden war, wurden von 59 verschiedenen Anlagen vorliegende Untersuchungen zum Trockensubstanzgehalt und Mineralisierungsgrad der gespeicherten Schlämme zu Rate gezogen. Alle untersuchten Anlagen waren seit 3 bis 9 Jahren nicht entschlammt worden. Das zusammengefasste Ergebnis aller Anlagen ist in Abbildung 4 dargestellt. Es wurden jeweils die Mittelwerte des Schlammgehaltes und des prozentualen Glührückstandes der Trockensubstanz der Anlagen pro Zeitraum der fehlenden Schlammräumung erfasst.



**Abbildung 4: Mittelwerte des Trockensubstanzgehaltes und Glührückstandes von 59 Schlammproben unterschiedlichen Schlammalters**

Aus Abbildung 4 kann man ablesen, dass der Glührückstand des Trockensubstanzgehaltes des Schlammes während der langen Lagerung von 21 auf 47,6 % gestiegen ist und er nach der langen Lagerung einen erhöhten anorganischen Anteil besitzt.

Eine Erklärung für den hohen Mineralisierungsgrad in den Klärofix-Anlagen lässt sich aus der speziellen Verfahrenstechnik dieses SBR-Anlagen-Typs ableiten. Neben dem mit 515 I/E

großen Vorklärvolumen führt die außer während der Abpumpphase stattfindende Rückführung von sauerstoffreichem Wasser und Überschussschlamm zu einem Eintrag von Sauerstoff in die Vorklärung. Im Gegensatz zu anderen SBR-Anlagen geht die Klärofix-Anlage bei zu geringem Wasserstand in der Vorklärung in einen Energiesparmodus über und trägt vermehrt gereinigtes Wasser, das einen hohen Sauerstoffgehalt aufweist in die Vorklärung ein. Um die Aktivität des Belebtschlammes bei unterbelasteten Betriebszuständen zu erhalten, wird ebenfalls vorgereinigtes Abwasser aus der Vorklärung in den biologischen Reaktor gepumpt.

Da heute in der Mehrzahl der in Betrieb befindlichen Kleinkläranlagen weder eine hydraulische noch eine organische Vollausslastung anzutreffen ist, erfolgt bei den UTP-Klärofix-Anlagen häufiger ein Zyklus im Energiesparmodus mit Rückführung von O<sub>2</sub>-haltigem Wasser in die Vorklärung. Bedingt durch die niedrige Belastung tritt in den meisten Anlagen zumindest in den Sommermonaten eine Nitrifikation ein und so wird neben gelöstem Sauerstoff auch noch Nitrat in die Vorklärung eingeleitet. Dadurch kommt es zu einem vermehrten Abbau organischer Substanzen in der Vorklärung. Bei den abzubauenen organischen Substanzen handelt es sich

1. um gelöst im Rohabwasser vorliegende Stoffe und
2. um Stoffe, die durch den anaeroben Abbau des Schlammes freigesetzten Stoffe wie organische Säuren, Alkohole und andere.

Insbesondere der anaerobe Abbau der organischen Stoffe im Schlamm, der folgende aerobe und anoxische Abbau der gelösten Stoffe in der Wasserphase verbunden mit der vermehrten Kreislaufführung bei einer niedrigen hydraulischen und/oder organischen Belastung der Anlagen tragen zu einer Verlängerung der Schlammstapelzeiten und damit zu einer finanziellen Entlastung der Kleinkläranlagenbetreiber bei.

### **Schlussfolgerung**

Die Befürchtung früherer Jahre, dass ein lange gelagerter Schlamm wegen seines hohen Mineralisierungsgrades nicht mehr aus der Anlage abzupumpen sei, lässt sich heute so nicht mehr halten. Die modernen Absaugwagen sind alle in der Lage eventuell fest sitzenden Ablagerungen unter Druck frei zu spülen und den Schlamm restlos aus der Anlage zu entfernen.

Bei regelmäßig durchgeführten Wartungen mit Messung des Schlammspiegels kann auf eine regelmäßige Schlammabfuhr verzichtet und eine sinnvolle bedarfsgerechte, der Verfahrenstechnik angepasste Schlammabfuhr durchgeführt werden.



## **Danksagung**

Mein Dank gilt der Firma UTP für die Zurverfügungstellung der umfangreichen Untersuchungsergebnisse und die zusätzlich durchgeführten Messungen.

## **Literatur:**

- [1] ATV-DVWK Regelwerk, A131: Bemessung von einstufigen Belebungsanlagen, GFA, Hennef, 2000
- [2] Landesumweltamt Nordrhein-Westfalen, Merkblätter Nr. 3, Abwasserbeseitigung im Außenbereich (Kleinkläranlagen), Essen (1994)
- [3] Deutsches Institut für Bautechnik (DIBt): Zulassungsgrundsätze Kleinkläranlagen, Stand Februar 2014, Berlin (2014)