

Fachbereich 1 Abwasser

Wirtschaftlichkeitsrechnung Ertüchtigung Vor- und Nacheindicker zur Steigerung der Energieeffizienz der Kläranlage Hennef

1. Einleitung

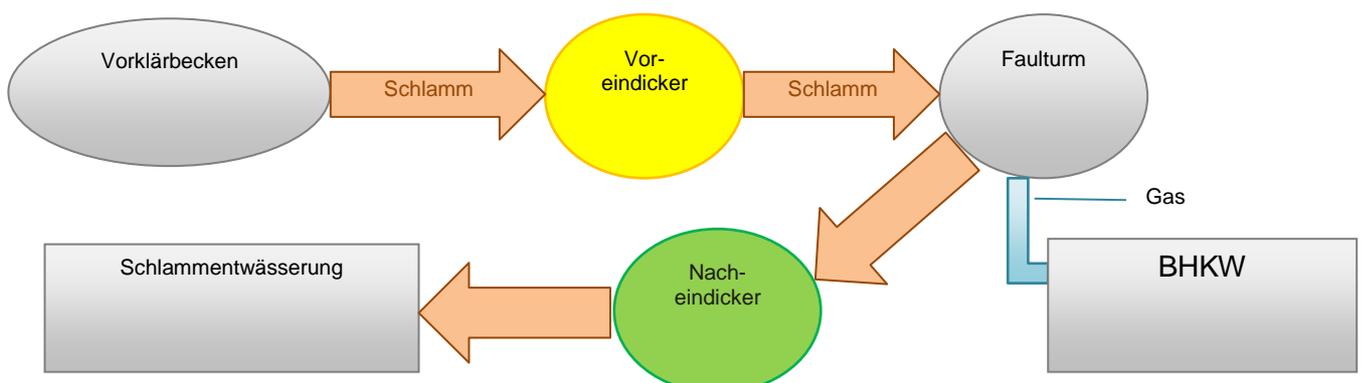
Moderne Kläranlagen arbeiten hocheffizient und sind im Ablauf nahezu frei von Feststoffen. Als Nebenprodukt fallen Klärschlämme an, die ein erhebliches Potential an nutzbarer Energie sowie Nährstoffen enthalten. Dieser Schlamm muss einer aufwendigen Behandlung unterzogen werden, damit er entweder landwirtschaftlich entsorgt oder als Abfall beseitigt werden kann. Im Jahre 2014 betragen für die Kläranlage Hennef die Kosten der Klärschlamm Entsorgung allein 106.522 €. Ziel ist es daher, die Entsorgungskosten möglichst gering zu halten. Dafür wird die Schlammmenge durch Faulung und Entwässerung reduziert.

Um eine Faulung herbeiführen zu können, muss der Wassergehalt des Klärschlammes vorab im **Voreindicker** reduziert werden. Dieser wird mit Rohschlamm aus dem Vorklärbecken beschickt. Durch statischen Druck wird dem Rohschlamm Wasser entzogen. Das heißt der Schlamm, der schwerer ist als das Wasser, setzt sich am Boden des Eindickers ab.

Der eingedickte Schlamm wird über einen Wärmetauscher auf dem Weg zum Faulbehälter aufgeheizt. Das über eine Rinne abfließende überschüssige Wasser wird in den Reinigungskreislauf der Kläranlage zurückgeführt. Bei einer Schlammtemperatur von 36 °C fault der Schlamm vollständig aus. Danach ist der Schlamm weitestgehend stabilisiert und kann dem zweiten Faulbehälter zugeführt werden. Hier erfolgt die Reststabilisierung des Klärschlammes. Der Ausfäulungsprozess beruht ebenfalls auf biologischen Vorgängen wie im Belebungsbecken, jedoch unter Ausschluss von Sauerstoff (anaerob). Dies führt zu einer Schlammengenreduzierung von ca. 30 % und zu einem Gasanfall von 435.156 m³/a (Quelle: Energiebericht Kläranlage Hennef 2014). Das Faulgas wird auf der Kläranlage zur Heizung und Stromerzeugung genutzt.

Der ausgefäulte Schlamm wird aus dem Faulbehälter abgezogen und dem **Nacheindicker** zugeleitet. Nacheindicker dienen neben der Speicherung, einer weiteren Erhöhung des Feststoffgehalts des aus dem Faulbehälter abgezogenen Faulschlammes.

Funktionsweise Vor- und Nacheindicker



2. Problemsituation

Auf der Kläranlage erfolgt die statische Eindickung des anfallenden Klärschlammes in einem kombinierten Bauwerk. Hierbei handelt es sich um einen alten Emscherbrunnen (aus dem Jahre 1957), der nach dem Umbau in zwei getrennten Kammern als Vor- und Nacheindicker genutzt wird. Der Voreindicker ist ein oberirdischer rechteckiger Betonbehälter mit einem Volumen von 430 m³. Der Behälter ist seit 1983 in Betrieb. Im letzten Jahr wurde eine Reihe von alters- und nutzungsbedingten Schäden an den Betonbauteilen festgestellt.

Vor allem die Undichtigkeit der Trennwand zwischen Vor- und Nacheindicker führt zu großen Problemen, da große Mengen an wenig bis nicht eingedicktem Primärschlamm in den Nacheindicker fließen. Zudem ist die Bauwerksgeometrie für Eindickprozesse ungünstig. Der mittlere Austragsfeststoffgehalt des Voreindickers liegt relativ niedrig bei rd. 1,5%. In der Regel sind bei der statischen Eindickung jedoch Feststoffgehalte von mindestens 5% für Primärschlamm anzusetzen.

Die geringe Leistungsfähigkeit und ungünstige Bauwerksgeometrie des Voreindickers führen zu folgenden Nachteilen:

- Die zu behandelnden Schlammengen können nicht auf ein wirtschaftlich optimales Minimum reduziert werden.
- Die ungünstige Bauform lässt den Einbau eines Krählwerks zur Verbesserung der Absetzvorgänge nicht zu
- Überschüssige Wassermengen im Rohschlamm müssen aufgeheizt und im Faulturm behandelt werden
- Bedingt durch die fehlende Klarwasserzone kommt es zu Schlammabtrieb, der zu einer erhöhten Rückbelastung der Abwasserbehandlung führen. Der Schlammabtrieb muss für ca. 1.000 €/Monat entfernt werden.

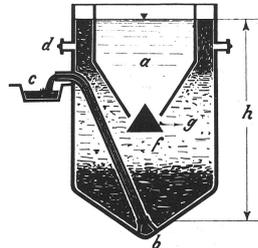
Durch die langen Aufenthaltszeiten im Voreindicker kommt es zu ersten Abbauprozessen und Ausgasungen, die den Absetzprozess stören.

Insgesamt ist die Kapazität beider Eindickräume zu gering für den Endausbau der Kläranlage (aktuell 64.000 EW – Ausbau 70.000 EW). Bereits jetzt kommt es zu Überläufen des Voreindickers in den Nacheindicker.



3. Maßnahmen

Das beauftragte Ingenieurbüro stellte fest, dass das Bauwerk als Eindicker ungeeignet ist und auch nach einer Sanierung keine Verbesserung der Eindickleistung aufgrund der Baukörperform zu erwarten ist.



Skizze eines Emscherbrunnens

Der Emscherbrunn wurde 1906 von Karl Imhoff entwickelt (international ist daher auch die Bezeichnung Imhoff-Tank gebräuchlich) und diente als Absetzbecken zur mechanischen Abwasserreinigung. Die Konstruktion mit Schrägwänden ist für den Eindickprozess nicht optimal, da hier keine Klarwasserzone ausgebildet werden kann.

Nichtsdestotrotz wurde überlegt, ob man als eine mögliche Variante das Bauwerk saniert und als Nacheindicker nutzt und an anderer Stelle einen neuen Voreindicker baut. Dies vor allem vor dem Hintergrund, dass das Eindicker-Bauwerk noch einen Restbuchwert in Höhe von rd. 60 T€ hat mit einer Restlaufzeit von noch 18 Jahren. Dieser Restbuchwert wäre bei einem Neubau ergebniswirksam auszubuchen. Um festzustellen, wie hoch die Sanierungskosten wären, müsste zuerst eine Machbarkeitsstudie erstellt werden, die die Statik und erforderlichen Sanierungsaufwendungen feststellt, mit dem Risiko, dass evtl. eine Sanierung nicht empfohlen werden kann. Diese Studie würde ca. 150 T€ kosten.

Als günstigste Lösung sowohl wirtschaftlich, ablauftechnisch, als auch energetisch wurde der Neubau eines Voreindickers und zwei Nacheindicker-Behältern in der Nähe der Klärschlammwässerung angesehen.

Dadurch muss auch ein zusätzliches Schlammumpwerk errichtet werden. Das vorhandene Schlammumpwerk wird für die Klärschlammannahme der Mengen aus der Kläranlage Dondorf aufgerüstet.

Varianten	Bewertung
Variante 0 Beibehalten des Ist Zustandes	Aufgrund von Betriebsproblemen, geringer Leistungsfähigkeit, dem sanierungsbedürftigen Zustand des Bauwerks ist ein längerfristig fortgeführter Betrieb des Vor- und Nacheindickers nicht sinnvoll.
Variante 1 Sanierung des Behälters und fortgeführte Nutzung als Vor- und Nacheindicker	Die Sanierung und der Umbau des Eindickbauwerks wären zu untersuchen. Die zur Verbesserung der Leistungsfähigkeit notwendigen Umbaumaßnahmen wären evtl. mit hohem Aufwand verbunden. Auch das Volumen ist langfristig nicht ausreichend, so dass diese Variante ausscheidet.
Variante 2 Sanierung des Behälters und Weiternutzung als Nacheindicker, Neubau eines Voreindickers, Schlammumpwerk	Ein neuer Voreindicker würde die Leistungsfähigkeit sehr verbessern. Da der Faulschlamm im Nacheindicker bereits stabilisiert ist, sind die Anforderungen an den Umbau nicht so hoch wie beim Voreindicker. Eine Machbarkeitsstudie müsste aber auch hier die Sanierungsfähigkeit erst einmal bestätigen.
Variante 3 Neubau eines Voreindickers, 2 Nacheindicker und ein Schlammumpwerk	Bei dieser Variante wird das vorhandene Bauwerk aufgegeben und durch den Neubau sind folgende Vorteile gegeben: verbesserte Funktionalität, höhere Betriebssicherheit, höhere Leistungsfähigkeit, Reduzierung des Energiebedarfs bei der maschinellen Entwässerung. Während der Umbaumaßnahme kann der laufende Betrieb aufrecht erhalten bleiben, ohne aufwendige provisorische Maßnahmen.

Die maschinentechnische Ausrüstung und EMSR-Technik

Voreindicker

1. Krählwerk

Im Voreindicker soll ein langsam laufendes Krählwerk mit vertikalen Stäben eingebaut werden. Diese sollen Abflusskanäle schaffen durch die das Porenwasser nach oben abströmen kann, wodurch eine Verbesserung des Eindickvorgangs erzielt wird.



Krählwerk

2. Trübwasserentnahme

Die Trübwasserabsaugung erfolgt im automatischen Betrieb und besteht aus einem höhenverstellbaren Hubgalgen mit Tauchpumpe und Trübwassersensor.

3. Magnetisch-induktive Durchflussmessung, TS-Messung, Schlammspiegelmessung

In der Zulaufleitung werden Messinstrumente installiert, die die Schlammengendurchflüsse regeln.

Nacheindicker

1. Trübwasserentnahme für jedes Becken

Die Trübwasserabsaugung erfolgt im automatischen Betrieb und besteht aus einem höhenverstellbaren Hubgalgen mit Tauchpumpe und Trübwassersensor.

2. Tauchmotor-Rührwerke

Die Becken werden mit Tauchmotor-Rührwerken ausgestattet, um bei Bedarf mögliche Verstopfungen im Behälter aufzulösen und den Behälterinhalt vor der Weiterleitung zur Schlamm entwässerung zu homogenisieren.

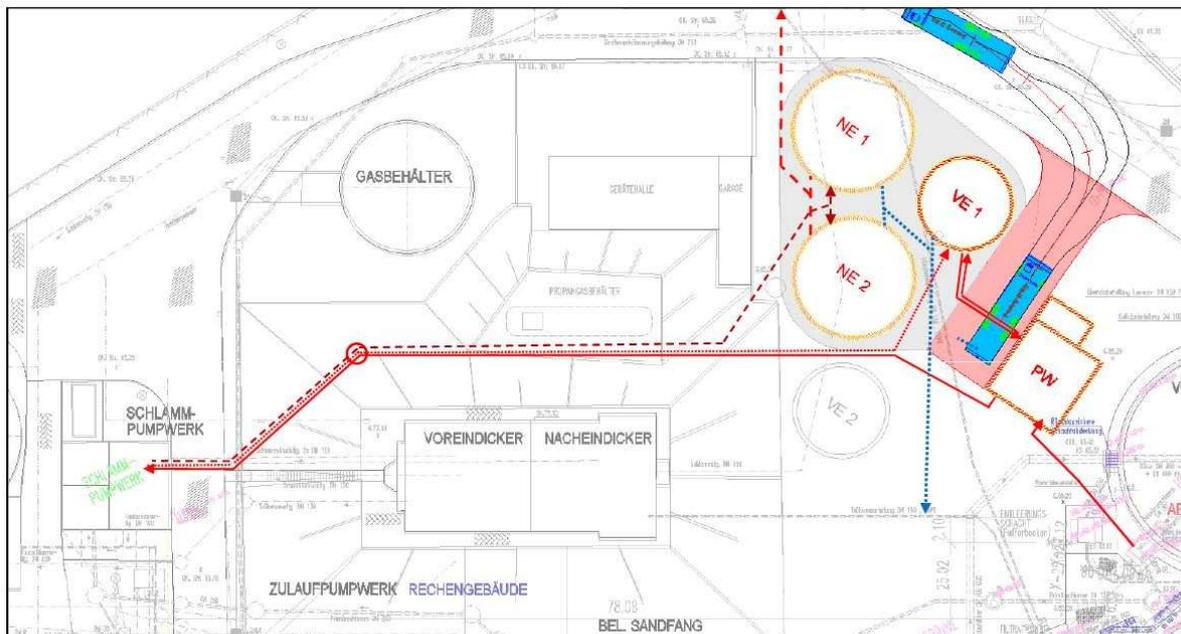
3. Schlammspiegelmessung

Die Schlammspiegelmessung kontrolliert die Schlamm mengen und den Trübwasserabzug.



Tauchmotor-Rührwerk

Standort der neuen Anlagen:



- Primärschlammleitung
- ÜSS (Dondorf)-Leitung
- - - - - Faulschlammleitung
- · - · - Ablauf Nacheindicker
- Trübwasserleitung

4. Wirtschaftlichkeitsrechnung

Das vorhandene Bauwerk wurde in den Jahren 1983 und 1992 baulich und technisch überholt. Da dies Investitionsausgaben waren, ergibt sich Stand 2015 ein Restbuchwert des Bauwerks in Höhe von 59.975,52 € mit einer Restlaufzeit von noch 18 Jahren.

Der Restbuchwert wäre im Jahr der Stilllegung des Bauwerks aufwandswirksam auszubuchen (Variante 3).

4.1 Ermittlung der Energieeffizienz

Die Leistungsfähigkeit von Eindickern bemisst sich nach dem Feststoffgehalt des Faulschlammes und dem erzielten Gasertrag. Ein höherer Gasertrag bedeutet für die Kläranlage, dass der Strombezug reduziert werden kann (Strombezug 2014: 1.362.607 kWh).

Wie im Abschlussbericht 2014 des LANUV (Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen) zum Forschungsvorhaben Energie und Klimaschutz - Verbesserung der Klärgasnutzung, Steigerung der Energieausbeute auf kommunalen Kläranlagen dargestellt, hat eine Verbesserung des Eindickgrades direkt Auswirkung auf den Gasertrag.

Der heutige Voreindicker erzielt, aufgrund der bereits beschriebenen Mängel, nur eine geringe Eindickleistung von ca. 1-2% TR (Trockenrückstand). Mit dem Neubau eines modernen Voreindickers wird erwartet, dass die Eindickleistung sich auf 5% erhöhen lässt, was eine zusätzliche Gasausbeute +15% ergibt. Ein positiver Effekt ist auch das deutlich reduzierte Schlammvolumen.

4.2 Investitionskosten

Der Neubau der Vor- und Nacheindickeranlage wird ca. 15 Monate in Anspruch nehmen. Die Anbindung der Anlagen an die Prozessleittechnik ist mit berücksichtigt und in den Kosten enthalten.

<i>Investitionskosten geschätzt</i>	<i>Neubau Vor- und Nacheindicker</i>
Baukosten	1.088.288,47
Maschinentechnische Ausrüstung	451.112,34
EMSR-Technik	205.275,00
Gesamt	1.744.675,81
abzgl. Fördermittel	1.633.272,89

Die NRW Bank bietet ein Förderprogramm „Ressourceneffiziente Abwasserbeseitigung“ an und fördert notwendige Investitionen in den Erhalt und den Ausbau der abwassertechnischen Infrastruktur zum Schutz der Gewässer und der Umwelt für kommunale und kommunalnahe Einrichtungen. In Frage kommt der Förderbereich 2.2: Umsetzung von Energiesparmaßnahmen und Maßnahmen zur Steigerung der Energie- bzw. zur Ressourceneffizienz auf öffentlichen Abwasseranlagen. Es ist geplant Fördermittel für den Bau des Voreindickers zu beantragen. Der Zuschuss für erprobte Verfahren beträgt 30%. Die Investitionskosten für den Voreindicker betragen rd. 371 T€ und somit läge der Förderanteil bei rd. 111 T€.

4.3 Betriebskosten

Der Betrieb der Neuanlagen verursacht jährlichen Aufwand. Betrachtet wird hier nur der zusätzliche bzw. der entfallende Aufwand.

Zum einen sind dies die Strom- und Instandhaltungskosten für das zweite zusätzliche Pumpwerk, der Abschreibungsaufwand, die Unterhaltung der zusätzlichen Leitungen und der Kapitaldienst. Es entfällt dahingegen die Abfuhr des Schlammabtriebes.

Insgesamt kommt es, unter Berücksichtigung der Energieeinspareffekte, zu einem jährlichen Zusatzaufwand von rd. 148 T€. Im ersten Jahr ist noch die ergebniswirksame Ausbuchung des Restbuchwertes in Höhe von 60 T€ erforderlich sowie die Stilllegungskosten (Reinigen und Abpumpen) in Höhe von 5 T€.

<i>Zusatzaufwand geschätzt</i>	<i>Neubau Vor- und Nacheindicker</i>
Stromkosten Pumpwerk	200,00
IuR-kosten Pumpwerk/Leitungen	2.904,28
Afa Bau (ND 50)	21.765,77
Afa EMSR MTA (ND 10)	65.638,73
Kapitaldienst (2,3%)	111.492,62
Einsparung Abfuhr Schlammabtrieb	-12.000,00
Einsparung Strombezug	-22.725,11
Einsparung Heizölbezug	-19.065,08
Gesamt	148.211,21

5.Fazit

Aufgrund der festgestellten Mängel am jetzigen Vor- und Nacheindicker- Bauwerk, muss gehandelt werden. Eine Sanierung ist nur unter großer Unsicherheit und mit Risiken durchzuführen. Der Neubau der Anlagen für 1,6 Mio. € bietet große Vorteile für die zukünftige Schlammbehandlung. Die jährliche Energieeinsparung durch den Einsatz eines modernen Voreindickers beläuft sich vorsichtig geschätzt auf 41.790 € mit Potential nach oben.

Der Alt Standort käme, nach Abgrabung des Hügels, langfristig als optimaler Standort für ein neues Zulaufpumpwerk in Frage.