



Stadtentwässerung Rottenburg (SER)

Integration des EssDe[®]-Verfahrens auf der Kläranlage Rottenburg-Kiebingen
Kurzerläuterung

ANLAGE

„Erläuterung des EssDe[®]-Verfahrens“

**Stadtentwässerung Rottenburg (SER)**

Integration des EssDe®-Verfahrens auf der Kläranlage Rottenburg-Kiebingen
Kurzerläuterung

EssDe steht für die energieautarke Kläranlage (Energy self sufficient by Demon) auf der Grundlage des Demon®-Verfahrens.

Die Basis des EssDe®-Verfahrens ist das Adsorptionsbelebungsverfahren, welches in den 1970er und 1980er Jahren von B. Böhnke entwickelt wurde und auch auf vielen Großkläranlagen, besonders häufig in Nordrhein-Westfalen, realisiert wurde.

Das Adsorptionsbelebungsverfahren, auch A-B-Verfahren genannt, gehört zu den zweistufigen Belebungsverfahren mit einer hochbelasteten 1. Stufe (A-Stufe) und einer schwachbelasteten 2. Stufe (B-Stufe). Die Abgrenzung des A-B-Verfahrens zu den übrigen zweistufigen Belebungsverfahren ist durch das fehlende Vorklärbecken begründet. In Abbildung 1 ist das prinzipielle Verfahrenskonzept dargestellt.

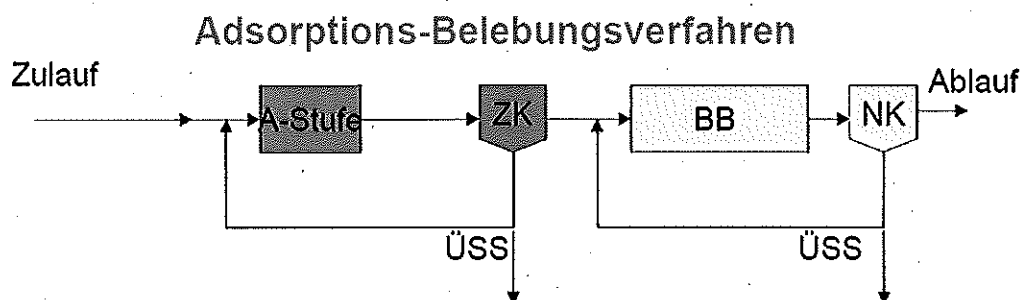


Abb. 1: Verfahrenskonzept des A-B Verfahrens

Charakteristisch für das A-B-Verfahren ist die sehr hohe Schlammbelastung in der A-Stufe. Erreicht wird diese hohe Schlammbelastung durch Einhalten eines niedrigen Trockensubstanzgehaltes durch ausreichende Überschussschlammmentnahme bei entsprechend kurzen Durchflusszeiten in dieser Stufe.

Durch die unterschiedlichen Schlammbelastungen können sich in den unterschiedlichen Belebungsbecken verschiedene Biozönosen ausbilden. In der A-Stufe, in der jedoch nur eine Teilreinigung vollbracht wird, dominieren aufgrund des sehr geringen Schlammalters Mikroorganismen, die durch einen einfachen Zellaufbau, eine unkomplizierte Struktur, Flexibilität und eine hohe stoffwechselphysiologische Vielseitigkeit gekennzeichnet sind und daher hohe Wachstumsraten besitzen.

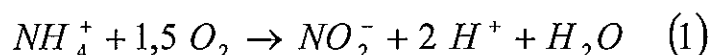
**Stadtentwässerung Rottenburg (SER)**Integration des EssDe[®]-Verfahrens auf der Kläranlage Rottenburg-Kiebingen
Kurzerläuterung

Diese sehr schnell wachsenden Prokaryonten nutzen leicht abbaubare organische Verbindungen als Energiequelle und entfernen so einen erheblichen Teil der der A-Stufe zufließenden Kohlenstofffracht aus dem Abwasser. Im Gegensatz zu konventionellen einstufigen Anlagen erfolgt die Eliminierung der Abwasserinhaltsstoffe nur bedingt durch biologischen Abbau. Hauptsächlich durch Adsorption und andere schnell verlaufende physikalische und chemische Mechanismen wie Flockung, Filterwirkung, Resorption und elektrostatische Einflüsse sorgen in den ersten Minuten der Reaktionszeit für die hohe Eliminierungsrate.

Der Sauerstoffbedarf ist dementsprechend gering für diese Stufe. Die nachfolgende B-Stufe hat vorwiegend die Aufgabe die Stickstoffverbindungen aus dem Abwasser zu entfernen. In der Schwachlastbelebung tritt jedoch das Problem auf, dass für eine Denitrifikation nicht mehr ausreichend leicht abbaubarer Kohlenstoff zur Verfügung steht. Somit muss dieser künstlich als sogenannte C-Quelle zugegeben werden, was mit stark erhöhten Betriebskosten verbunden ist. Deshalb konnte sich das zweistufige Belebungsverfahren nicht durchsetzen.

Das Konzept des EssDe[®]-Verfahrens verknüpft das beschriebene Adsorptionsbelebungsverfahren mit dem sogenannten Demon[®]-Verfahren im Haupt- und Nebenstrom. Die biologischen Prozesse der Stickstoffelimination werden beim Demon[®]-Verfahren nicht über die klassische Nitrifikation und Denitrifikation, sondern durch Deammonifikation vollzogen. Die Deammonifikation ist ein Prozess autotropher Mikroorganismen zur Stickstoffentfernung und verläuft in zwei Teilschritten.

Im ersten Teilschritt, der Nitritation, wird ca. 50 % des Ammoniums zu Nitrit oxidiert. An der chemischen Reaktion sind aerobe Ammoniumoxidierer der Gattung Nitrosomonas beteiligt (Gleichung 1).



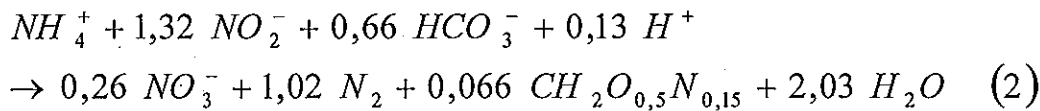
Im anoxischen zweiten Prozessschritt, der anaeroben Ammoniumoxidation (Anammox), wird die andere Hälfte des Ammoniumstickstoffs durch anaerobe Ammoniumoxidierer, den **Planctomyceten**, die für ihr Wachstum keine organische Kohlenstoffquelle benötigen, mithilfe des neu entstandenen Nitrits in gasförmigen Stickstoff umgewandelt.



Stadtentwässerung Rottenburg (SER)

Integration des EssDe®-Verfahrens auf der Kläranlage Rottenburg-Kiebingen
Kurzerläuterung

Jedoch wird, wie an der Reaktionsgleichung ersichtlich, bei der Anammoxreaktion auch eine geringe Menge an Nitrat gebildet (Gleichung 2).



Die Deammonifikation stellt den kürzest möglichen Reaktionsweg (s. Abbildung 2) der Stickstoffelimination dar. Im Gegensatz zur Nitrifikation/Denitrifikation wird der Ammoniumstickstoff nicht unter Einsatz von großen Sauerstoffmengen zum Nitrat hochoxidiert, um anschließend mittels leicht abbaubarer Kohlenstoffverbindungen zum elementaren Stickstoff reduziert zu werden.

Das Problem des fehlenden leichtabbaubaren Kohlenstoffs in der Schwachlastbelebung ist durch die Integration des Demon®-Verfahrens in die B-Stufe nicht mehr gegeben, da bei der Deammonifikation keine externe Kohlenstoffquellen zudosiert werden müssen und somit die Wirtschaftlichkeit des Verfahrens dadurch nicht negativ beeinträchtigt wird. Zusätzlich wird durch die Abkürzung des Reaktionsweges eine beachtliche Menge an Sauerstoff eingespart.

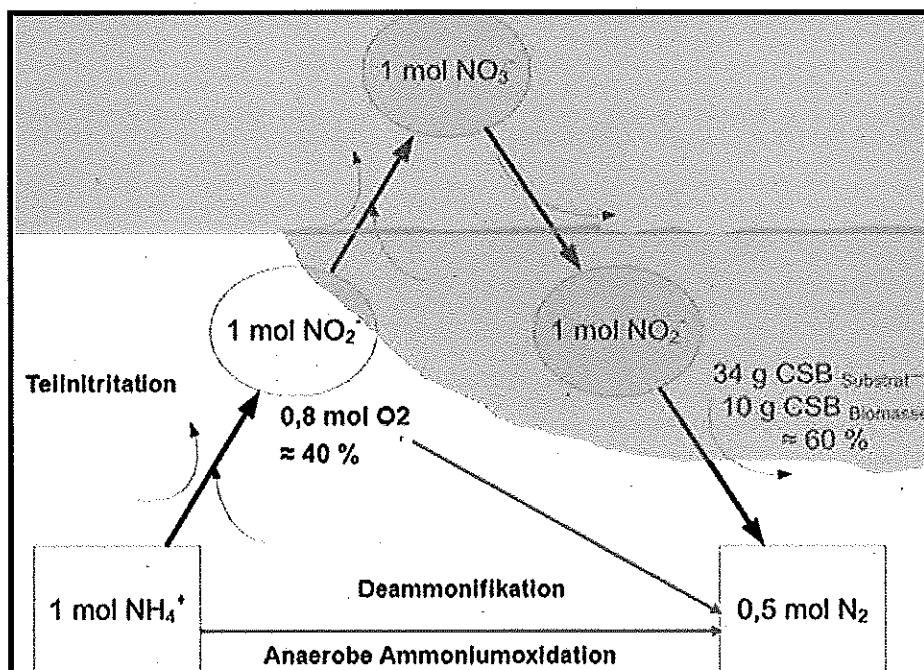


Abb. 2: Reaktionsweg der Deammonifikation

**Stadtentwässerung Rottenburg (SER)**

Integration des EssDe®-Verfahrens auf der Kläranlage Rottenburg-Kiebingen

Kurzerläuterung

Das Problem des 2. Teilschrittes der Deammonifikation ist, dass die für diesen Teilschritt benötigten Planctomyceten ein sehr langsames Wachstum mit einer Verdopplungszeit von mindestens elf Tagen aufweisen. Im Praxisbetrieb ist ein Schlammalter von 20 Tagen und mehr für einen stabilen Betrieb des Verfahrens erforderlich. Es müssen daher bestimmte Milieubedingungen eingestellt werden, um den Planctomyceten einen Wachstumsvorteil gegenüber ihren Konkurrenten zu verschaffen.

Um dieses Problem zu lösen, hat die Firma Cyklar-Stulz ein Verfahren im Bereich des Überschussschlammabzugs entwickelt. Bei Demon®- wie auch dem EssDe®-Verfahren wird der abgezogene Überschussschlamm jeweils über einen Hydrozyklon geführt.

Bei einem künstlichen Schwerefeld von bis zum Vierfachen der Erdbeschleunigung werden die kugelförmig aufgebauten anaeroben Ammoniumoxidierer aufgrund ihrer hohen Dichte abgeschieden und wieder zurück in das Belebungsbecken geleitet. Die übrigen Mikroorganismen gelangen in den Überlauf des Zyklons und werden der Schlammbehandlung zugeführt (s. Abbildung 3).

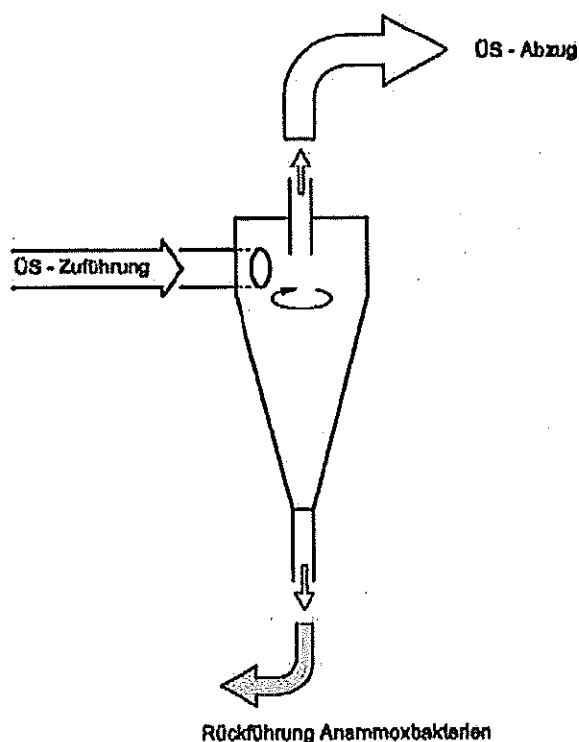


Abb. 3: Funktionsweise Hydrozyklon

Stadtentwässerung Rottenburg (SER)

Integration des EssDe®-Verfahrens auf der Kläranlage Rottenburg-Kiebingen
Kurzerläuterung

Die Abscheideleistung des Zyklons im Hauptstrom beträgt ca. 95 %. Durch die Separierung der Organismengruppen werden auch die für den Prozess der Deammonifikation benötigten Nitrosomonas teilweise aus dem Reaktor ausgeschleust. Im praktischen Betrieb zeigt sich jedoch, dass dies keine Auswirkung auf den Gesamtprozess hat. Dies liegt in der vergleichsweise hohen Wachstumsgeschwindigkeit der aeroben Ammoniumoxidierer begründet. Durch den Zyklon werden die Schlammalter der Organismen quasi entkoppelt; das heißt, dass Planctomyceten ein wesentlich höheres Schlammalter (bis zu 100 Tagen) erreichen können, wohingegen die übrigen Mikroorganismen, auf ein Schlammalter von ca. 3 Tagen begrenzt werden können.

Im praktischen Betrieb werden in Abhängigkeit der hydraulischen Belastung mehrere Hydrozyklone parallel betrieben (s. Abbildung 4).

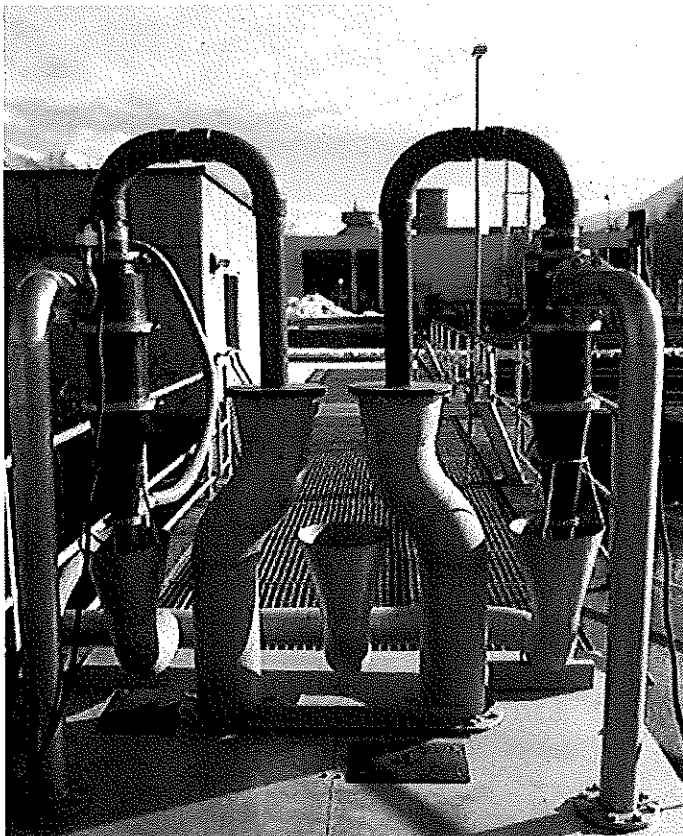


Abb. 4: Zyklone der KA Strass im Ablauf der B-Stufe

**Stadtentwässerung Rottenburg (SER)**

Integration des EssDe[®]-Verfahrens auf der Kläranlage Rottenburg-Kiebingen
Kurzerläuterung

Charakteristisch für das EssDe[®]-Verfahren ist der rötliche Schlamm der Planctomyceten (s. Abbildung 5).



Abb. 5: Planctomyceten und Größenvergleich

Das EssDe[®]-Verfahren wird seit Herbst 2011 im Dauerbetrieb auf der Kläranlage Strass (Österreich) angewandt. Das Verfahren hat bislang aufgrund der benötigten langen Zeit für die Anreicherung der Planctomyceten noch nicht seine maximale Effizienz erreicht. Der positive Einfluss des EssDe[®]-Verfahrens insbesondere auf die Gesamtstickstofffracht im Ablauf der Kläranlage sind jedoch bereits heute deutlich erkennbar.

Daten der Kläranlage Strass:

Belastung: 167.000 EW (saisonal bedingt bis zu 100 % Zuwachs)

Trockenwetterzufluss: 320 l/s

Biologische Stufe

A-Stufe: 644 m³

B-Stufe: 10.456 m³

Zwischenklärung: 2 x 2.270 m³

BHKW: 340 + 625 kW_{el}