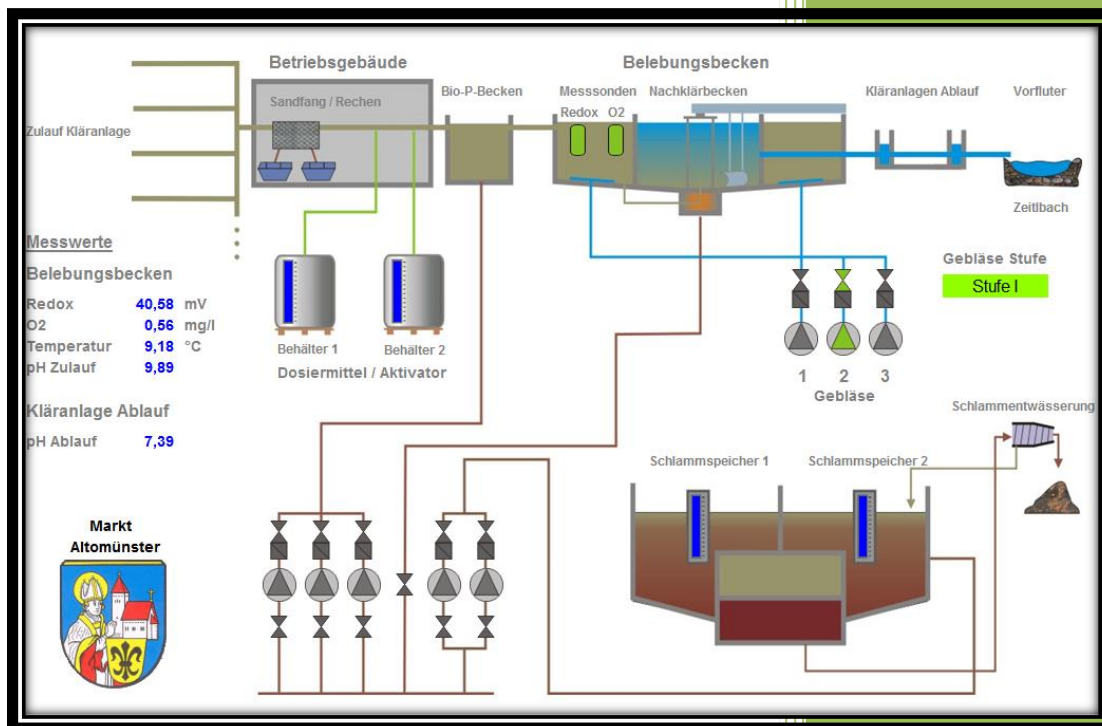




ANDREAS KOTTERMAIR  
BERATENDER INGENIEUR

2010

# Die Kläranlage der Zukunft



Projekt der Shieer Gruppe  
Biotechnologische Begleitung  
Leitung D.H.W. Mähl

Andreas Kottermair  
20.04.2010



## Gliederung

### A. Einleitung

#### **I. Ausgangssituation**

1. Zeitgesteuerte Belüftung
  - a. Bei wenig Last zu hoher Sauerstoffeintrag
  - b. Mangelnde Reinigung bei Hochlast
2. Unzureichende Biologie
  - a. Arten
  - b. Wichtige Stämme
  - c. Keine Abbauleistungen bei kalten Temperaturen
3. Datenüberwachung vor Ort
4. Gefahr des Schlammabtriebs durch fehlende Barrieren
5. Abbau von Phosphat
  - a. Wirkungsprinzip chemisch
  - b. Wirkungsprinzip biologisch
  - c. Auswirkung von Aluminiumchlorid auf die Umwelt

#### **II. Unser Konzept „Stufe I“ (Verfahrensoptimierung)**

1. Belastungsgesteuerte Belüftung/Redoxmessung
  - a. Funktionsweise Redoxsonde
  - b. Verhaltensweise der Lüfter bei verschiedenen Lastfällen
  - c. Auswirkung auf die Reinigungsleistung
  - d. Auswirkung auf den Energieverbrauch
2. Zugabe SHIEER BWC
  - a. Wie wirkt SHIEER BWC auf die Mikroorganismen
  - b. Wirkung von SHIEER BWC auf die Umwelt
  - c. Zudosierung durch Installation eines Bypasses
3. Informationsverarbeitung
  - a. Messen Steuern Regeln
  - b. Anschauliche Visualisierung
  - c. „Weltweiter“ Zugriff
4. Biofilter
  - a. Nutzen des Biofilters
  - b. Verhindert den Schlammabtrieb in den Vorfluter
  - c. Einsatzort
5. Chemischer Phosphatabbau durch reines Eisen-(III)-chlorid
  - a. reines Eisen-III-chlorid
  - b. Zugabe eines Komplexbildners

#### **III. Vorteile der geplanten Umbauten**

1. Ökologisch wesentliche Aspekte
2. Ökonomische Vorteile



**IV. Kostenaufstellung die für den Umbau veranschlagt wurden**

1. Gesamte Investitionskosten
2. Laufende Mehrbetriebskosten der Anlage
3. Ersparte Investitionskosten anhand Bsp. Altomünster
4. Ersparte Betriebskosten der Anlage anhand Bsp. Altomünster
5. Sichtweise

**V. Warum gerade wir**

1. Interdisziplinäre Zusammenarbeit
2. Gesamtheitliche Optimierungsansätze

**VI. Unser Konzept „Stufe II“ (Energieerzeugung)**

1. Funktionsweise Methanisierung
2. Klärschlammbedarf
  - a. Kosten für die Kommunen
  - b. Maßgebliche Menge um reibungslosen Betrieb zu gewährleisten.
4. Wirtschaftlichkeit

**VII. Unser Konzept „Stufe III“ (Rohstoffrecycling)**



## A. Einleitung

Technische Kläranlagen sind eine Erfindung des 19. Jahrhunderts. Dennoch bauten Antike Kulturen bereits Abwasserkanäle. In Mohenjo-Daro am Indus im heutigen Pakistan wurde bereits vor 5000 Jahren ein ausgeklügeltes Kanalsystem erbaut. In unseren Kulturkreisen waren die Römer und Griechen beispielhafte Vorreiter. Für den Palast von Knossos auf Kreta wurden im 2. Jahrtausend v. Chr. Abflusskanäle mit Zuleitungen aus Ton gebaut. Weitaus bekannter ist die „Cloaca Maxima“ aus dem antiken Rom, die in Form eines vier Meter hohen überwölbten Kanals die Abwässer dem Tiber zuführte. Im Mittelalter traten dann die dunklen Zeiten der Abwasserreinigung ein. Alte Kanalisationstechniken gerieten in Vergessenheit. Die Zustände in nahezu allen europäischen Städten waren katastrophal. Eine Renaissance erlebte die Klärtechnik erst in den 20er Jahren des letzten Jahrhunderts als dann zunehmende Gewässerverschmutzungen zu einem ernsthaften Problem heranwuchsen. Aus diesem Grund ist Abwasserreinigung ein allzeit aktuelles Thema, denn auch die heutigen Anlagen geben immer noch Anlass zu Verbesserungen, wie die nachfolgenden Ausführungen aufzeigen.

## I. Ausgangssituation

### 1. Zeitgesteuerte Belüftung

Die Versorgung der Bakterien mit Sauerstoff erfolgt in der Klärwerkstechnik in der Regel zeitgesteuert, d. h. es wird in einem vorher festgelegten Ein-, Ausschaltzyklus belüftet. Der Nachteil von diesem weit verbreiteten Prozedere liegt in seiner Inflexibilität. Wenn durch das Abwasser nur geringe Mengen an Zehrstoffen zufließen, wie es in der Regel nachts der Fall ist, steigt der Sauerstoffgehalt im Wasser beim Belüften auf bis zu 5 mg/l an. Das ist ein enormer Wert. Denn die Mikroorganismen benötigen für einen optimalen Nitrifikationsprozess nur ca. 2 mg/l an gelöstem Sauerstoff im Wasser. Die Folge ist, dass der Restsauerstoff wieder ungenutzt an die Umgebung abgegeben wird. Da der Belüftungsprozess eine beträchtliche Energiemenge benötigt, sind die damit verbundenen Kosten nicht unerheblich, aber unnötig. Entgegengesetzt verhält es sich, wenn häufig einzelne Lastspitzen an Zehrstoffen im Abwasser auftreten. Durch die limitierten Einschaltzeiten kann es unter Umständen vorkommen, dass der eingebrachte Sauerstoff für den Nitrifikationsprozess nicht ausreicht. Infolgedessen können nicht ganz gereinigte Abwässer die Belebungsstufe verlassen und werden mit einer erheblichen Restkontamination an Ammonium, Nitrat und Nitrit in den Vorfluter eingeleitet.



## 2. Unzureichende Biologie

Das wesentliche Gut einer Kläranlage stellen die Kulturen ihrer Mikroorganismen in den Belebungsbecken dar. Diese Kulturen bestehen zum Großteil aus Spezialisten d. h. aus Stämmen, die eine wesentlich längere Verdopplungszeit haben, wie die Generalisten, die keine spezifischen Abbauleistungen vollbringen.

Die wichtigsten Mikroorganismen sind:

- Nitrosomonas, die mit ihrer chemolithotrophen Lebensweise zu den Nitritbakterien zählen. Sie sind für den ersten Schritt der Nitrifikation verantwortlich, in dem die Oxidation von Ammoniak zu Nitrit erfolgt.
- Nitrobacter, die den zweiten Schritt der Nitrifikation darstellen. Sie gehören zur Gattung der Nitratbakterien. Ihre Stoffwechselleistung liegt in der Oxidation der von Nitrosomonas generierten Nitriten zu Nitrationen ( $\text{NO}_3^-$ ).
- Pseudomonaden oder Paracoccen, die die abschließende Aufarbeitung zu elementarem  $\text{N}_2$ , die Denitrifikation, bewerkstelligen. Diese findet ausschließlich im Anoxischen Bereich, das heißt unter Sauerstoffmangel statt. Die Mikroorganismen wandeln in mehreren Schritten das zuvor generierte Nitrat in elementarem Stickstoff um. Der elementare Stickstoff ist bei Temperaturen, die in einem Klärwerk vorherrschen, gasförmig und wird deshalb an die Atmosphäre abgegeben.

Die Mikroorganismen gehören den sogenannten Psychophilen-Mikroorganismen an. Ihr Stoffwechsele optimum liegt bei einem Temperaturbereich zwischen  $12^\circ\text{C}$  und  $15^\circ\text{C}$ . In den Wintermonaten sinken die Wassertemperaturen in den Belebungsbecken bis auf  $4^\circ\text{C}$  ab, was dazu führt, dass im Grunde kein Stoffwechsel mehr stattfindet und deshalb auch keine Zehrstoffe mehr abgebaut werden. Die biologische Stufe von Kläranlagen ist in der kalten Jahreszeit folglich weitgehend ohne Funktion. Aus gutem Grund werden deshalb von den Wasserwirtschaftsämtern zu diesen Zeiten keine Messungen der Ablaufwerte verlangt.

## 3. Datenüberwachung vor Ort

Viele kommunale Kläranlagen besitzen eine Informationszentrale am Klärwerk, in der alle relevanten Informationen zusammenlaufen. Sie werden dort von den Klärwerksmeistern stichprobenartig überwacht. Bei Bedarf werden die Anlagen nachjustiert. Diese Überwachung kann jedoch nur erfolgen, wenn entsprechendes Fachpersonal vor Ort ist. Problematisch sind Störungen, die bei Nacht oder an den Wochenenden auftreten. Hier gibt es zwar in den meisten Fällen eine Alarmierung per Handy, E-Mail etc., jedoch muss zur Fehlerbeurteilung bzw. Fehlerbehebung der Mitarbeiter direkt vor Ort sein, wobei das unter Umständen nicht immer einfach ist.

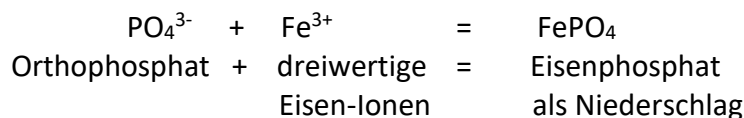


#### 4. Gefahr des Schlammabtriebs durch fehlende Barrieren

Ein Schlammabtrieb bedeutet für biologische Kläranlagen den „GAU“. Findet ein Schlammabtrieb in den Vorfluter statt, werden die vorgegebenen Grenzwerte meist um ein Vielfaches überschritten. Die größten Probleme eines Klärwerksmeisters liegen darin, dass Schlammabtriebe besonders aus der Nachklärung nicht vorhersehbar sind. Er hat praktisch keine Möglichkeit in irgendeiner Weise präventiv einzugreifen. Um einen Abtrieb zu verhindern bzw. um geeignete Barrieren zu errichten, müssen entsprechende Maßnahmen getroffen werden, die dafür sorgen, dass keine Schlammreste in den Vorfluter und damit in die Umwelt gelangen.

#### 5. Abbau von Phosphat

Die Phosphatfällung ist eine physikalisch-/ chemische Reaktion, bei der die Phosphate mit Salzen dreiwertiger Metalle ausgefällt werden. Dabei werden die toxisch bedenklichen Aluminiumsalze verwendet. Durch die Einleitung der Metallsalze bilden sich positiv geladene Metallionen, die mit den negativen Phosphationen reagieren. Das entstehende schwer lösliche Metallphosphat wird in Form feinsten Flocken ausgefällt.



Das Fällmittel muss rasch an einer entsprechenden Stelle eingegeben werden, damit die Ionen in ausreichendem Maße miteinander reagieren können. Anschließend erfolgt eine Flockungsphase, in der die feinen Fällungsprodukte zu absetzbaren Flocken aggregieren können.

Die biologische Phosphatelimination ist die Fähigkeit bestimmter Bakterienkulturen über ein normales Maß hinaus Phosphat aufzunehmen und in Form von Polyphosphaten in der Zellstruktur einzulagern. Diese Beschaffenheit wird durch ein geschicktes Wechselspiel von anaeroben und aeroben Zuständen ausgelöst, dem die Mikroorganismen ausgesetzt werden. Durch die Anaerobie werden die Bakterien einer Stresssituation ausgesetzt, weil kein Sauerstoff mehr vorhanden ist. Sie kompensieren dieses Problem, indem sie die eingelagerten Phosphate als momentanen Energielieferanten nutzen. Gelangen die Mikroorganismen anschließend wieder in ein aerobes Milieu, lagern sie durch die Stresssituation mehr Phosphat ein als zuvor.

Bei vielen Kläranlagen, die über ein Bio-P Becken verfügen, werden diese beiden Phosphateliminationsprozesse gleichzeitig eingesetzt, wobei in den meisten Fällen aufgrund verschiedener Faktoren eine korrekte Funktion nicht oder nur bedingt gegeben ist.



Die eingesetzten Aluminiumsalze sind im Grunde nichts anderes als Abfallprodukte aus der Industrie. Hilfreich für die chemische Phosphatfällung sind ausschließlich die Eisen(III)-Salze. Das zusätzlich in unterschiedlichen Konzentrationen vorhandene Aluminiumchlorid ist in Wirklichkeit ein Zellgift und sollte weder mit Menschen in Berührung kommen, noch in Gewässer eingeleitet werden.

Shieer Eisenchelat

Sicherheitsdatenblatt gemäß 91/155 EWG

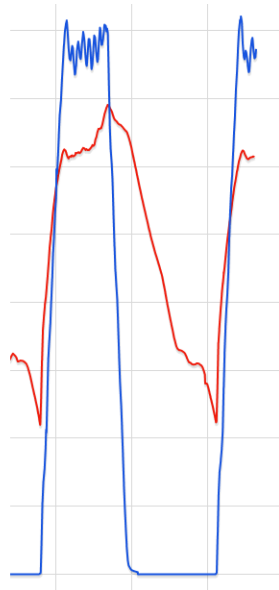
In der Fassung 2001/58/EG siehe Anhang

## **II. Unser Konzept „Stufe I“ (Verfahrensoptimierung)**

### **1. Belastungsgesteuerte Belüftung/Redoxmessung**

Unsere erste Maßnahme ist eine Abkehr von einer zeitgesteuerten, hin zu einer belastungsgesteuerten Belüftung, die dann belüftet, wenn eine Notwendigkeit dazu besteht, also eine Zehrung vorhanden ist. Das Vorhandensein von Zehrstoffen wird über eine Redoxmessung erfasst, deren Funktionsweise kurz erläutert wird:

Die Redoxmessung findet durch eine zusätzlich von uns eingebaute Messsonde statt, die eine zuverlässigere Betriebsführung als die bisherige Orientierung am Sauerstoffwert ermöglicht. Der Redoxwert gibt an, wie viel Sauerstoff sich in ungelöster/gelöster Form im Klärbecken befindet.



An diesem Chart lässt sich erkennen wie die Nitri-/Denitrifikationsphase von statten geht. Die rote Kurve ist der Redoxverlauf, die blaue Kurve, der Wert des gelösten Sauerstoffs im Abwasser. Bei Beginn der Belüftung steigt der Sauerstoffwert an, der ab einem Wert von 2mg/l O<sub>2</sub> durch eine Frequenzabhängige Regelung der „Blower“ versucht den gelösten O<sub>2</sub>-Gehalt im Wasser konstant zu halten bis die Redoxkurve einen zuvor eingestellten Wert erreicht hat. Die Dauer dieses Belüftungsvorgangs hängt davon ab, wie hoch der Verschmutzungsgrad des Abwassers ist, d.h. wie viel Sauerstoff im Becken gezehrt wird. Ist nun der eingestellte Redoxwert erreicht, was bedeutet, dass keine Zehrung mehr stattfindet, schalten die Lüfter ab und der gelöste Sauerstoff im Wasser sinkt. Dabei findet der Übergang von der aeroben in die anoxische Phase statt, in der die Denitrifikation beginnt. Dieser Zustand hält an, bis weder anoxischer noch ungelöster Sauerstoff im Medium befindet. Den Übergang in den anaeroben Bereich erkennt man am Nitrat knie, welches besagt, dass alle gebundenen Stickstoffe zu elementaren, gasförmigen  $N_2$  reduziert wurden. Ab diesem Punkt setzt die Belüftung wieder ein und das Prozedere beginnt erneut.

Der Vorteil dieser Prozessführung liegt darin, dass wir nicht mehr einer zeitgeführten Belüftung unterliegen, welche unabhängig vom Grad der Wasserverschmutzung immer gleich lang belüftet hat. Die Belastungsgesteuerte Belüftung durch die Redoxsonde passt die Belüftungszeiten genau der Zehrung, d.h. dem Grad der Wasserverschmutzung an und verkürzt damit die durchschnittlichen Laufzeiten der Lüfter auf ca. 60%.





## 2. Zugabe von SHIEER BWC

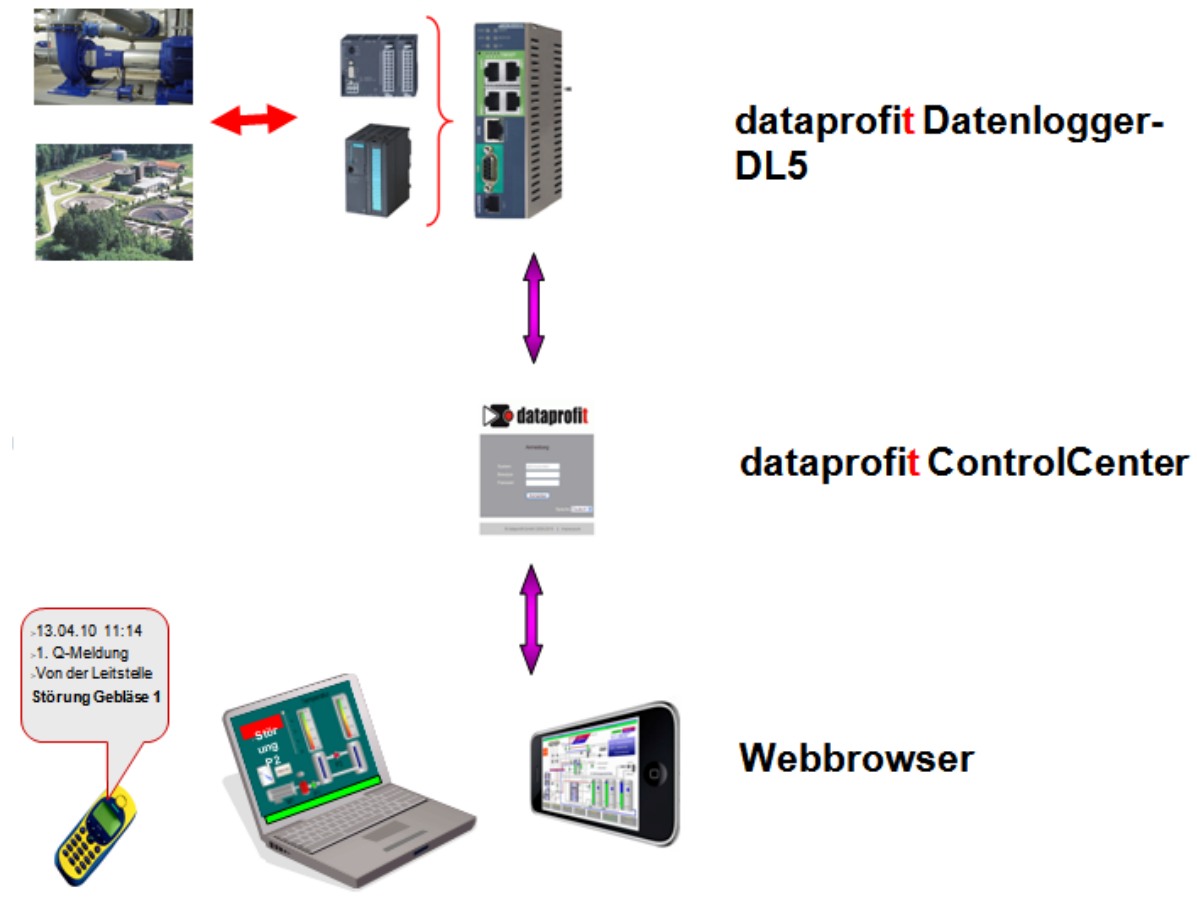
BWC ist ein auf rein pflanzlicher Basis hergestelltes Produkt, das als Aktivator für unsere Biokulturen dient, und die enzymatischen und katalytischen Steuerungen im biologischen Umsetzungsprozess beschleunigt. Durch den Einsatz dieser Zellstimulatoren erreichen wir ein optimales Milieu, welches hervorragende Wachstumsbedingungen für die benötigten, speziellen Mikroorganismen schafft, deren Generationszeit sehr viel länger ist als bei anderen Bakterien wie zum Beispiel E-coli. Dadurch müssen solche Mikroorganismenstämme auch gepflegt werden, da sie sich in ständiger Konkurrenz mit weit stärkeren aber weniger nützlichen Population befinden. Durch diese Aktivatoren wird die Vitalität unserer Biozönose derart erhöht, dass die Ökologische Nische nicht durch andere Keime gefährdet wird. Desweiteren sind Vorgänge zu beobachten, die nach bisherigen biochemischen Wissensständen nicht möglich waren. Ein Beispiel hierfür ist das erstaunliche Ergebnis, dass im Januar diesen Jahres bei zweistelligen Minustemperaturen und einer Wassertemperatur von ca. 5°C beste Ablaufwerte für Nitrat und Ammoniumstickstoff zu messen waren, obwohl diese psychophilen Organismenstämme bei Temperaturen unter 8°C ihre Abbauleistungen angeblich kaum bis überhaupt nicht vollziehen können. Ein weiteres Argument für BWC ist, dass es neben der Förderung der nützlichen Mikroorganismen, pathogene Keimbildung oder Schwefelwasserstoffbildende Bakterien hemmt. Diese Bakterien haben eine stark korrosive bzw. schädigende Wirkung auf die Substanz des gesamten Klärwerks. Desweiteren ist erwiesen, dass diese biokatalytisch wirkenden Agenzien 100% biologisch abbaubar sind, was die ökologischen Aspekte nur noch mehr bekräftigt. BWC ist kein Wundermittel, aber der nötige Zusatz um die Grundlage dafür zu schaffen, Ablaufwerte zu erreichen die aus heutiger Sicht ökologisch vertretbar sind und nicht die antiquierten Vorstellungen der Politik, deren Grenzwerte in Diskrepanz zu unserer Verantwortung gegenüber nachfolgenden Generationen stehen.

## 3. Informationsverarbeitung

Mit dem Datenlogger dataprofit-DL5 können wir Daten von allen gängigen SPS-Steuerungen auslesen, ohne deren Programme zu ändern. Wir können, falls nötig, Stellgrößen und Parameter direkt über die Ferne verändern. Der Datenlogger DL5 ist sehr flexibel und verfügt über ein sehr gutes Preis-/ Leistungsverhältnis. Der entscheidende Vorteil unseres Systems liegt darin, dass wir durch die ideale Abstimmung mit der in der Anlage eingebauten Mess- und Regelungstechnik die gemessenen Werte an einer zentralen Stelle auswerten und im Internet visualisieren können. Sie haben die Möglichkeit von jedem Standpunkt, weltweit in die Daten einzusehen. Umgekehrt besteht auch die Gelegenheit an jedem PC oder Smartphone mit Internetzugang Stellgrößen zu verändern, sofern die Berechtigung dafür vorliegt. Damit muss der Klärwerksmeister nicht mehr generell vor Ort sein, um eine Anlage zu beobachten und gegebenenfalls steuernd eingreifen zu können. Das wird aber in der Regel nicht der Fall sein. Denn durch die lastabhängige Redoxregelung wird die Anlage im Normalfall



automatisch gesteuert. Bei Alarmmeldungen aber ist es wichtig, dass die Ursachen sofort vom nächsten PC oder Smartphone aus einsehbar sind und die Problembeseitigung zielgerichtet eingeleitet werden kann.



#### 4. Biofilter

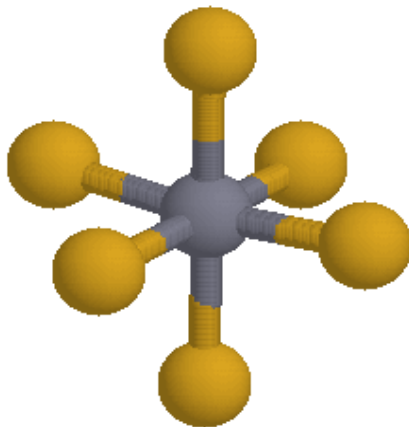
Der Biofilter wird zwischen Nachklärbecken und Vorfluter geschaltet. Er dient als zusätzliche Aufreinigung und durch seinen Überlaufschutz verhindert er, dass bei Schlammabtrieb Verschmutzungen in den Vorfluter gelangen. Die Funktionsweise des Biofilters ist wie ein Festbettreaktor im kontinuierlichen Betrieb (continuous culture). Der Reaktor besteht aus einer zylindrischen Edelstahlkonstruktion (1.4301). Befüllt ist er mit Lavasteinen und Sand von unterschiedlichen Korngrößen. Diese genau definierten Füllstoffe führen dazu, dass eine Filterfunktion besteht, die abgetriebene Flocken daran hindert in den Vorfluter zu gelangen. Die zweite Funktion ist die eines Festbettreaktors. Auf den porigen Lavasteinen siedeln sich Mikroorganismen in Form von Biofilmen an, die letzte Schmutzstoffe im Wasser abbauen. Durch diese Mikroorganismen findet sogar eine Entkeimung des Wassers statt. Das Ergebnis besteht darin, dass nach dem Biofilter Wasser in bester Trinkwasserqualität in den Vorfluter fließt.



## 6. Phosphatfällung

Chemischer Phosphatabbau durch reines Eisen-III-chlorid und SHIEER Eisenchelat.

Im Gegensatz zur herkömmlichen chemischen Phosphatfällung, verwenden wir keine Abfallstoffe aus der Industrie, die unter Umständen mit Schwermetallen belastet sein könnten. Diese Stoffe sollten keinesfalls in Kanalisationen oder Gewässer gelangen. Ursprünglich waren Zugabemengen von mehreren zehn Litern/Stunde die Regel. Wir dosieren im Normalfall um den Faktor 3 – 5-mal weniger als zuvor. Das liegt daran, dass durch die zusätzliche Zugabe von SHIEER Eisenchelat eine Komplexbildung entsteht. Eine Komplexbildung setzt sich aus einem Zentralatom, in unserem Fall dem Eisenchelat und den sogenannten Liganden, dem Orthophosphat zusammen. Diese Verbindung hat gegenüber der normalen Salzfällung den Vorteil, dass sie einmal gebunden nicht wieder im Wasser dissoziiert. Der Vorteil hierin liegt auf der Hand. Das Mittel erscheint in erster Linie erstmals wesentlich teurer, wird aber durch seinen geringeren Verbrauch kostengünstiger und ist im Gegensatz zu Eisen- Aluminiumchlorid nicht umweltbedenklich.



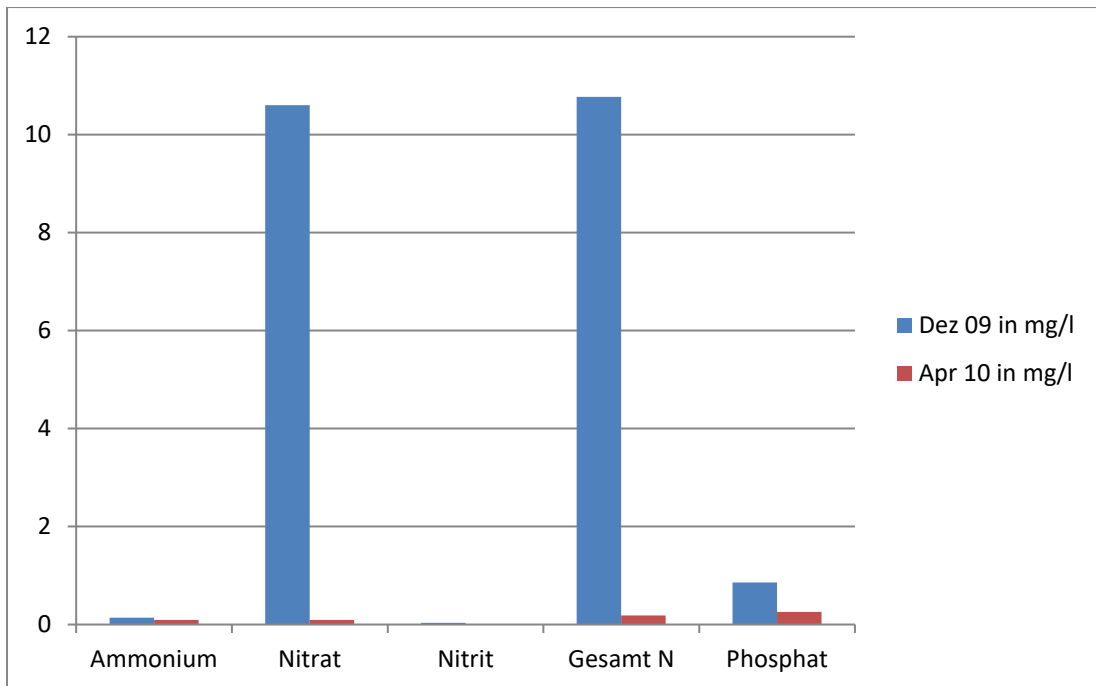


### III. Vorteile der geplanten Umbauten

#### 1. Ökologische Aspekte

- Hohe Qualität des gereinigten Abwassers am Beispiel KA Altomünster
- bei in etwa gleich hoher Wassertemperatur

|          | Dezember 2009 in mg/l | April 2010 in mg/l |
|----------|-----------------------|--------------------|
| Ammonium | 0,140                 | 0,091              |
| Nitrat   | 10,6                  | 0,093              |
| Nitrit   | 0,032                 | 0,002              |
| Gesamt N | 10,772                | 0,186              |
| Phosphat | 0,86                  | 0,258              |



- CO<sub>2</sub> relevante Energieeinsparungen. Die CO<sub>2</sub> Einsparungen können im Laufe eines Jahres bis zu mehreren Tonnen betragen.
- Verringerung der Geruchsbelastung an der Kläranlage auf ein Niveau, dass nicht mehr als unangenehm empfunden wird.



## 2. Ökonomische Aspekte

- Reduzierung des Energieverbrauchs in der biologischen Stufe um bis zu 20 %, abhängig von der vorhergehenden Betriebsweise.
- Durch exzellente Ablaufwerte kann eine Befreiung von den Abwassergebühren beantragt werden. Hierbei kann je nach Höhe der vorangegangenen Ablaufwerte eine erhebliche Kostenersparnis entstehen.
- Infolge der Effizienzsteigerung der Biologie reduziert sich die Klärschlammmenge um bis zu 25 %. Wenn man in Betracht zieht, dass bis zu 25 % Klärschlamm weniger entwässert und entsorgt werden müssen, ergibt sich hier eine weitere nicht vernachlässigbare Kostendeckung.
- Höhere Lebensdauer der Anlage. Weniger korrosive Schäden durch H<sub>2</sub>S- bildende Bakterienstämme. Solche Kolonien werden durch unsere Zusätze stark in ihrer Entwicklung gehemmt.
- Teure Bauvorhaben zur Erweiterung oder der Neubau einer zusätzlichen Kläranlage werden unter Umständen überflüssig. Gemeinden können sich zu Abwasserverbänden zusammenschließen und bereits bestehende Anlagen gemeinsam nutzen. Hierbei ergeben sich nur die Kosten für die Leitungsführung, und einer eventuellen hydraulischen Aufrüstung einer Kläranlage, die wesentlich weniger kapitalintensiv ist als ein Neubau.

## IV. Veranschlagte Kosten für den Umbau „Stufe I“ am Beispiel Altomünster

### 1. Gesamte Investitionskosten

| Lfd. Nr | Produktbezeichnung                                   | Kurzbeschreibung                                                                                         | Menge | E-Preis  | G-Preis         |
|---------|------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|----------|-----------------|
| 001     | Messen Steuern Regeln<br>+ Online<br>Fernwirktechnik | - Redoxmessonde<br>- Sauerstoffmesssonde<br>- 2 Füllstandssensoren<br>- Steuerungseinheit<br>- Datenbank | 1     | 38.900.- | <b>38.900.-</b> |
| 004     | Schlauchdosierpumpe                                  | - Zudosierung von<br>Eisen-III-Chlorid und<br>SHIEER Eisenchelat                                         | 2     | 850.-    | <b>1.700.-</b>  |



|     |                       |                                                                                                                                   |   |          |                 |
|-----|-----------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|----------|-----------------|
| 005 | Dosierbehälter        | - 1000 l Behälter zur Lagerung und Verwendung von SHIEER BWC                                                                      | 1 | 1.000.-  | <b>1.000.-</b>  |
| 006 | Überwachung durch WWA | - Einbau eines Phosphat Analysators und einer Ammoniumnitratsonde                                                                 | 1 | 22.000.- | <b>22.000.-</b> |
| 007 | Bypassbehälter        | - 6000 l Edelstahlbehälter mit passenden Anschlüssen<br>- Aufstellung des Tanks samt Leitungsverlegung und Installation eines MID | 1 | 14.500.- | <b>14.500.-</b> |
| 008 | Förderpumpe           | - Zur Herstellung des Bypass zwischen den Reaktoren und dem Bio-P Becken                                                          | 1 | 500.-    | <b>500.-</b>    |
| 009 | Biofilter             | - Biofilter mit Überlaufschutz und Klauen-Verdichter zur Sicherstellung einer permanenten Rückspülung                             | 2 | 30.000.- | <b>60.000.-</b> |
| 010 | Montage               | - Montage des Biofilters inklusive Druckluft Anschluss und Erdarbeiten                                                            | 2 | 15.300.- | <b>30.600.-</b> |
| 011 | Planung               | - Ingenieurleistungen und Planung der gesamten Umstrukturierung                                                                   | 1 | 19.000.- | <b>19.000.-</b> |

**Gesamtkosten zzgl. Ust: 188.200.- €**

## 2. Laufende Mehrbetriebskosten

| Lfd.Nr. | Produktbezeichnung     | Kurzbeschreibung                                   | Menge(p.a.)       | E-Preis | G-Preis  |
|---------|------------------------|----------------------------------------------------|-------------------|---------|----------|
| 012     | SHIEER Bio Water Clean | Enzymatische Aktivatoren                           | 700 l             | 50.-    | 35.000.- |
| 013     | SHIEER Eisenchelate    | Komplexbildner zur Unterstützenden Phosphatfällung | 10 l              | 100.-   | 1.000.-  |
| 014     | Eisen-(III)-chlorid    | Salzbildner für chemische Phosphatfällung          | 10 m <sup>3</sup> | 250.-   | 2.500.-  |

**Gesamtkosten zzgl. Ust: 38.500.-**



### 3. Ersparte Investitionskosten anhand Bsp. Altomünster

Die Einsparungen die sich durch die Aufrüstung der Kläranlage in Altomünster ergeben müssen auf mehrere Millionen € beziffert werden. Es wird jedoch auf eine detaillierte Aufstellung verzichtet, da der genaue Betrag für unsere Intentionen irrelevant ist. Von großer Bedeutung ist einzig und allein der Maßstab in dem wir uns befinden. Aus diesem Grund beziffern wir die Ersparnis Schätzungsweise auf **3.000.000.-** €

### 3. Ersparte Betriebskosten der Anlage anhand Bsp. Altomünster

| Lfd. Nr. | Produktbezeichnung         | Kurzbeschreibung                                                            | Menge            | E-Preis | G-Preis  |
|----------|----------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|------------------|---------|----------|
| 015      | Strom                      | Energieverbrauch wird durch effiziente Steuerung um 40% gegenüber 2009      | 75.000 kWh       | 0,14    | 10.500.- |
| 016      | Klärschlamm                | Es wird gegenüber 2009 eine Entwässerungsaktion weniger                     | -----            | --      | 22.000.- |
| 017      | Abwasserabgabe             | Aufgrund der Erklärung niedrigerer Werte, Ersparnis pro Jahr bei der Abgabe | -----            | 5.000.- | 5.000.-  |
| 018      | Eisen-<br>Aluminiumchlorid | Entfällt durch Zugabe von reinem Eisenchlorid und Chelat                    | 75m <sup>3</sup> | 60.-    | 4.500.-  |

**Gesamtersparnis zzgl. Ust: 42.000.-**

| Lfd. Nr. | Produktbezeichnung      | Kurzbeschreibung                                        | Ein/Ausgabe | Betrag               |
|----------|-------------------------|---------------------------------------------------------|-------------|----------------------|
| 019      | Investkosten            | Für den Umbau erforderliche Maßnahmen                   | -           | 188.200.-            |
| 020      | Ersparte Investkosten   | Bauliche Maßnahmen, die durch die Aufrüstung entfallen  | +           | 3.000.000.-          |
|          |                         |                                                         | Σ           | <b>+ 2.811.800.-</b> |
| 021      | Mehrbetriebskosten      | Erforderliche Betriebsmittel für den optimierten Ablauf | -           | 38.500.-             |
| 022      | Ersparte Betriebskosten | Ersparte Energie und Ressourcen                         | +           | 42.000.-             |
|          |                         |                                                         | Σ           | <b>+ 3.500.-</b>     |



## 5. Sichtweise

Diese Kalkulation hat natürlich durch den damit ersparten Bau einer weiteren Kläranlage in Thalhausen ein enorm positives Ergebnis. Zu berücksichtigen ist, dass das Bsp. Altomünster schon eine sehr gut geführte Anlage im Landkreis Dachau ist. Andere Kommunen können vielleicht keinen nicht mehr notwendigen Neubau gegen rechnen, haben aber möglicherweise mit wesentlich höheren Abwassergebühren oder ineffizienteren Nitrifikationsphasen zu kämpfen. Daraus lässt sich schließen, dass Werte nicht als absolut angesehen werden dürfen, sondern je nach Anlagengröße und Art von uns individuell betrachtet werden müssen.

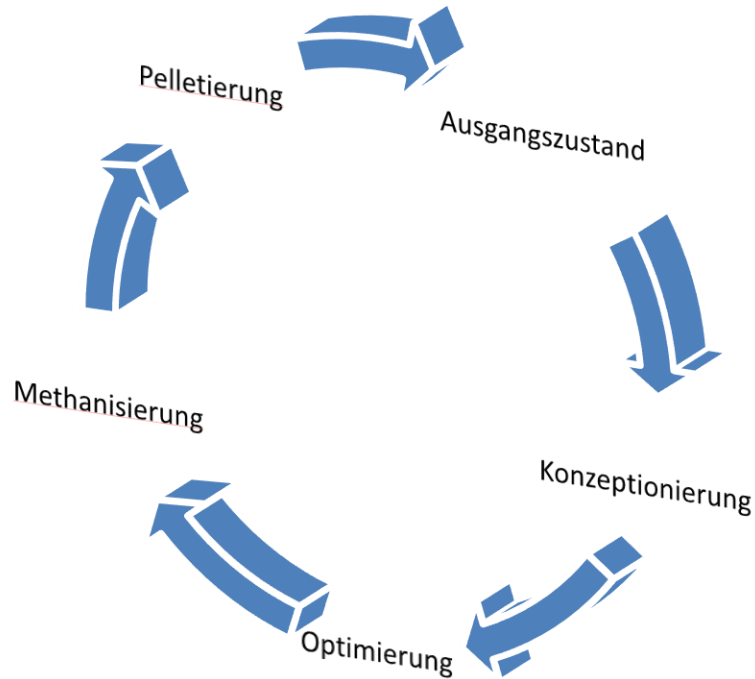
## V. Warum gerade wir

### 1. Interdisziplinäre Zusammenarbeit

Warum wir mit diesem Konzept erfolgreich sein werden!

Unser Vorteil liegt ganz klar in unserer gesamtheitlichen Betrachtungsweise und in unserer interdisziplinären Kompetenz. Wir versuchen das Problem als Ganzes, mit den aktuell bestmöglichen Mitteln aus verschiedensten Fachgebieten zu lösen. Unser Konzept ist durchdacht und übergreifend. Es löst nicht ein Problem, indem es an anderer Stelle ein neues Problem entstehen lässt und es bleiben auch keine Themen und Wünsche offen. Die von uns konzipierten Kläranlagen sind ideal für die Zukunft gerüstet. Ein weiterer Vorzug unserer Arbeiten ist, dass wir die Einsparungen nicht auf Kosten der Umwelt erreichen. Ganz im Gegenteil. Unser Geschäftsmodell richtet sich sowohl am absoluten Umweltschutz aus, wie auch an ökonomischen Belangen. Durch diese Betrachtungsweise ist es uns gelungen die Kläranlage der Zukunft von einem unerwünschten Kostenfaktor, der von vielen Gemeinden gerne totgeschwiegen wird, zu einem wirtschaftlich und umwelttechnisch aktiven Faktor umzubauen. Das generierte Unternehmen wird unter ökologischen wie ökonomischen Gesichtspunkten versuchen mit seinen vorhanden knappen Ressourcen bestmöglich zu wirtschaften und dadurch einen ausgeglichenen Abwasserhaushalt zu erreichen. Wenn man bedenkt, wie hoch die Abwassergebühren in den meisten Gemeinden momentan sind, könnte dieser Aspekt zu einem echten Standortvorteil werden, der in der örtlichen Auswahl bei Gewerbe und Wohngebäude durchaus Beachtung findet.





## VI. Unser Konzept „Stufe II“

### 1. Funktionsweise Methanisierung

Die Methanisierung findet in der Regel in einem 4-stufigen Prozess statt, in der die Proteine, Fette, Kohlenhydrate etc. abgebaut werden.

#### 1. Hydrolyse

Die polymeren Makromoleküle können von den Mikroorganismen nicht direkt in die Zelle aufgenommen werden. Durch Ausschleiden von verschiedenen Exoenzymen wie Amylase, Lipase oder Protease werden die hydrolysierten Makromoleküle in ihre löslichen Monomere zerlegt. Fette werden zu Fettsäuren und Glycerin hydrolysiert, Proteine zu Peptiden oder Aminosäuren und Kohlenhydrate in Monosaccharide.

#### 2. Acidogenese

Jetzt können die in der Hydrolyse entstandenen Bruchstücke durch sogenannte Transportproteine in die Zellen der Mikroorganismen aufgenommen werden. Die in den Zellen stattfindenden Abbauvorgänge zersetzen nun die Produkte der Hydrolyse weiter zu Carbonsäuren, niederen Fettsäuren wie z. B. Essigsäure oder Buttersäure und den nicht nutzbaren Produkten Kohlendioxid, Wasserstoff und Schwefelwasserstoff.

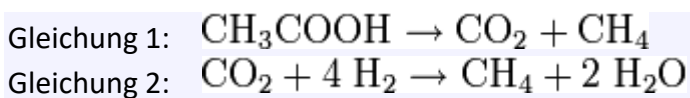


### 3. Acetogenese

Während der **Acetogenese** werden die niederen Fett- und Carbonsäuren sowie die niederen Alkohole durch acetogene Mikroorganismen zu Essigsäure (**Acetat**) umgesetzt.

### 4. Methanogenese

In der letzten obligat anaerob ablaufenden Methanogenese wird aus dem Acetat bzw. aus Kohlendioxid und Wasserstoff Methan erzeugt.



### 3. Wirtschaftlichkeit

Für den Betrieb der Methanisierungsanlage in Altomünster werden jährlich ca. 10.000 Kubikmeter Klärschlamm benötigt. Dies entspricht in etwa einer Kläranlagengröße von 18.000 EW. Natürlich ist klar, dass diese Investitionen nicht für alle Kommunalen Kläranlagen in Frage kommen. Das ist aber auch nicht das beabsichtigte Ziel. Unser Streben ist es für bestimmte Bereiche sogenannte Methanisierungsstützpunkte zu errichten, in welche die Umliegenden Kommunen ihre Klärschlämme zur kostengünstigen Entsorgung bringen können. Wenn man bedenkt, dass ein Kubikmeter Klärschlamm von der Entwässerung bis hin zur Verbrennung erhebliche Kosten verursacht, ist der Preis unserer Alternative vernachlässigbar gering. Es fallen lediglich Kosten für den Transport von den umliegenden Kläranlagen nach Altomünster an.

## VIII. Unser Konzept „Stufe III“

In der 3. Optimierungsphase, die zeitgleich mit der zweiten gestartet wird, werden die Gärreste aus der Methanisierung zu Düngepellets weiterverarbeitet. Die Pellets sind durch unsere chemische Fällung stark Phosphathaltig. Phosphat ist ein lebensnotwendiger Stoff für Pflanzen und für das Wachstum ein limitierender Faktor. Daher ist es wichtig solche Rohstoffe zu recyceln und wieder einem Kreislauf zuzuführen. Vor allem weil die weltweiten Phosphatvorkommen, die nicht mit Uranhaltigem Material versetzt und stark begrenzt sind. Für diese beiden Optimierungsprozesse die selbstverständlich zeitnah an den ersten anschließen, werden Sie natürlich noch einmal von uns recht herzlich eingeladen.