

Abwasseraufbereitung vor dem Ziel der Nachhaltigkeit

I. Sekoulov

1 Vorwort

Die Würdigung meiner wissenschaftlichen Tätigkeit in der TU Hamburg-Harburg und die Zuerkennung der Willy-Hager-Medaille 2001 war für mich eine große freudige Überraschung.

Ich möchte Herrn Professor Eigenberger für die Laudatio und die Überreichung der Willy-Hager-Medaille meine große Dankbarkeit aussprechen.

Sehr geehrter Herr Professor Wilderer, lieber Peter, ich schätze es sehr, dass Sie trotz der vielen Verpflichtungen, die Sie haben, das Menschliche nicht vergessen. Vielen Dank für ihre Laudatio.

Für die Unterstützung und die Ausrichtung des Festkolloquiums von der DECHEMA möchte ich mich recht herzlich bei Herrn Prof. Kreysa und Herrn Dr. Wiesner bedanken. Mein besonderer Dank gilt auch Freunden und Kollegen, die initiativ geworden sind und die Mühe einer Zusammenarbeit mit mir nicht gescheut haben.

Zu Beginn meines Vortrages möchte ich den Gründer der Stiftung zur Förderung der Umweltforschung insbesondere auf dem Gebiet der Wasser- und Abwasseraufbereitung, Herrn Dipl. Ing. Willy Hager, mit ein paar Worten ehren.

Leider kann ich nichts Persönliches zur Biographie von Willy Hager beitragen, darum lassen Sie mich schlicht einige Daten aus seinem Leben vortragen.

- Er wurde am 17. September 1905 in Stuttgart geboren.
- Abschluss als Maschinenbau-Ingenieur an der Württembergischen Höheren Maschinenbauschule in Esslingen
- Mit 27 Jahren gründete er am 1. April 1932 die Fa. Hager Apparatebau Vaihingen/Fildern für Zentralheizungen und Wasseraufbereitungsanlagen, Ingenieur- und Planungsbüro.
- 1937 wird der Firmenname in Hager + Elsässer geändert
- Es folgen Kriegsjahre, Fliegerangriffe und Wiederaufbau. Die Firma steht 1948 wieder auf den Beinen und entwickelt sich rasch von einem Handwerksbetrieb zu einer internationaltätigen Firma, die sich mit der Aufbereitung von Wasser und Abwasser, sowie mit Stoffkreisläufen aus wässrigen Rückständen befasst.

- 1973 gründet Willy Hager die gleichnamige Stiftung zur Förderung der Umweltforschung insbesondere auf dem Gebiet der Wasser und Abwasseraufbereitung. Wissenschaftlicher Leiter ist Prof. Dr. R. Wagner, ISW-Stuttgart
- 1975 starb Willy Hager.

Sein Werk, die Stiftung und die Firma Hager & Elsässer GmbH für Umwelttechnik, Anlagen für Frischwasser, Abwasser und wässrige Lösungen - Stuttgart (Vaihingen)-lebt weiter.

Seit über 23 Jahren fördert die Willy-Hager-Stiftung Forschungsprojekte auf dem Gebiet der Trink- und Abwasseraufbereitung an der Universität Stuttgart. Die Stiftung ist ein Musterbeispiel dafür, wie private Forschungsförderung staatlichen Universitäten helfen kann.

Wichtige geförderte Forschungsthemen waren z.B. Reduzierung der Schadstofffrachten, Behandlung flüssiger mit Schwermetallen belasteter Rückstände, Sedimente, Biofouling, Ionenaustauscher u.ä.

Die Aufgaben wurden fortschrittlich interdisziplinär mit Bauingenieuren, Chemikern und Biologen und anderen erfolgreich bearbeitet.

Willy Hager hatte schon frühzeitig die Vorteile dieser Art von Zusammenarbeit erkannt und später durch die Gründung der Stiftung aktiv gefördert.

Die interdisziplinäre Zusammenarbeit auf dem Gebiet der Umwelttechnik ist heute mehr denn je als notwendig anzusehen.

In diesem Sinne sind auch meine ersten wissenschaftlichen Arbeiten am Institut für Siedlungswasserbau in Stuttgart durchgeführt worden.

Später bei meiner Berufung an die TU Hamburg Harburg, 1980, hatte die interdisziplinäre Zusammenarbeit in meiner Lehre und Forschung stets Priorität.

In meinem Vortrag werde ich auf die dort gewonnenen Erkenntnisse und Gedanken kurz eingehen.

2 Einführung

Auf der Konferenz der Vereinten Nationen von 1992 in Rio de Janeiro „Umwelt und Entwicklung“ wurde der Begriff für eine moderne Umweltpolitik – „Nachhaltige Entwicklung“ (Sustainable Development) - geprägt.

Die EU hat in den „ Amsterdamer Verträgen“ die nachhaltige Entwicklung zum Kern ihrer Politik erhoben.

Anlässlich einer Ratsitzung in Helsinki 1999 wurde noch die EU Kommission dazu eingeladen und Gebeten „Vorschläge für eine langzeitige, unter ökonomischen, sozialen und ökologischen Gesichtspunkten nachhaltige Entwicklung auszuarbeiten. Diese sollten im Juni 2001 während der EU-Ratsitzung in Göteborg vorgestellt werden.

Ohne eine abstrakte Diskussion über die Bedeutung des Ausdruckes „Nachhaltige Entwicklung“ zu führen wird darunter eine ununterbrochene, sinnvolle Entwicklung, die alle möglichen Folgen und Konsequenzen in direkt und indirekt betroffenen Bereichen berücksichtigt, verstanden.

Daraus ist ersichtlich, dass es sich hier um eine ganzheitliche Aufgabe und Lösung handelt. Es bedarf hier gleichzeitiger Beteiligung von vielen verschiedenen Fachkräften an ein und dem selben Problem.

Der Erfolg der nachhaltigen Entwicklung soll nachgewiesen werden. Die Nachweisführung des Erfolges im Bereich der Ökologie stellt allerdings ein Problem dar, er ist schwer quantifizierbar. An vielen Stellen wird daran gearbeitet. Gesucht werden Umweltkriterien, Indikatorensysteme u. a. an denen die erreichten Fortschritte gemessen werden können.

Auch bei der Abwasseraufbereitung sind quantifizierbare Ziele als integraler Teil des Gesamtumweltschutzes zu entwickeln und festzulegen.

Die ganzheitliche Betrachtung der ökologischen Probleme verlangt nach globalem Denken, auch wenn es beim regionalen Handeln bleibt.

Um den ist Zustand mit dem Erfolg der nachhaltigen Entwicklung vergleichen zu können könnte das Benchmarking, zumindest am Anfang, eine wichtige Rolle spielen.

Letztendlich ist eine sinnvolle nachhaltige Entwicklung ohne die Übernahme von Selbstverantwortung nicht möglich.

3 Abwasseraufbereitung

3.1 Ziele

a) Anforderungen

Die gesetzten Ziele der Nachhaltigkeit werden im Bereich der Abwasseraufbereitung durch Direktiven, Gesetze, Verordnungen u. ä. einer ständigen Veränderung unterworfen.

Der Blickwinkel für die Kontrolle des Einhaltens der gesetzlichen Anforderungen hat sich gewandelt. Das Emissionsprinzip das die Kontrolle des Kläranlagenablaufes bedeutet wird durch die Kontrolle der Vorfluterqualität entsprechend dem Immissionsprinzip ergänzt.

Die Anforderungen an die Kläranlagenabläufe werden aus dem ökologischen Zustand des Vorfluters sowie der Wirtschaftlichkeit entwickelt.

In Bild 1 sind die Anforderungen an die kommunalen Klärwerke im Vergleich zu den Qualitätszielen im Fließgewässer aufgetragen.

Anforderungen an kommunale Klärwerke				
Stichprobe in 4 von 5 Werten	Anhang 1 vom 27.08.91	Kläranlagen- ablauf 24h-Mittelwerte	Möglich als 24h-Probe in 4 von 5 Werten	Qualitätsziele im Fließ- gewässer
BSB ₅ (mg/l)	15 bis 40	1	5 1)	< 2
CSB (mg/l)	75 bis 150	25	30 2)	< 15
NH ₄ ⁺ -N (mg/l)	10	0,15	1	< 0,3
Σ NH ₄ ⁺ -N + NO ₃ ⁻ -N + NO ₂ ⁻ -N (mg/l)	18 (oder 70%)	6,05	15 3)	-
P _{ges} (mg/l)	1 bis 2	0,1	0,2 1)	< 0,1
AOX (µg/l)	100	Minimierung bei der Anwendung		
Keime	-	-	TVO	TVO

- 1) In der Regel mit Filtration
- 2) In der Regel mit Adsorptions- oder Oxidationsverfahren
- 3) Mit externer C-Quelle auch 5 mg/l erreichbar

Bild 1

Eine Festlegung von Emissions- und Immissionsgrenzwerten kann erstens nicht einfach nach dem Risikoprinzip und zweitens oft auch nicht theoretisch eindeutig durchgeführt werden.

Für toxische Substanzen können aus prophylaktischen Gründen auch „Hazard Grenzwerte“ vorgeschrieben werden, die jedoch bei Industrieabwässern meistens wenig Akzeptanz finden. Die strengen Grenzwerte sollen weniger den Bau teurerer Abwasseraufbereitungsanlagen vorantreiben als der Motivation für Veränderungen in der Produktionstechnik dienen.

Es wird der Begriff „Stoffströme“ für Abwasser und Restsubstanzen eingeführt deren Recycling gefördert und gefordert. Der Trend in der Abwasserreinigung geht zur Verwertung von Abfallstoffen und Flüssigkeiten.

Bild 2 zeigt eine statistische Auswertung von Versuchen zur Bestimmung von Grenzwerten.

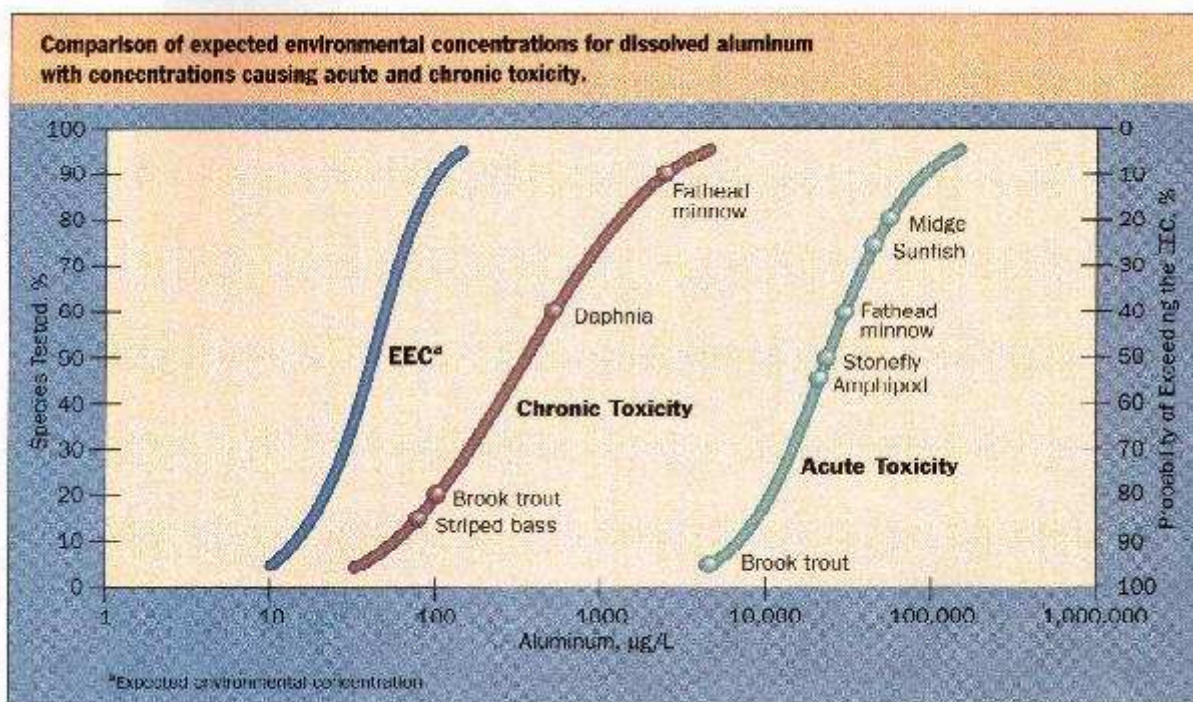


Bild 2

Es tauchen Fragen zu Themen wie z. B. Testorganismen, Prüfmethode u. ä. auf, die eine Einigung der Spezialisten auf diesem Gebiet verlangen.

b) Kläranlagen

Eine weitere Anforderung bei der Abwasserreinigung ist die ständige Verbesserung des Reinigungsvermögens der Klärwerke bei gleichzeitiger Reduzierung der Gesamtkosten (Bau, Betrieb, Instandhaltung).

Dabei sollte der freie Wettbewerb die treibende Kraft in der Entwicklung einer besseren Gesamtlösung sein.

Durch die Einführung der Privatisierung im Bereich der Wasser- und Abwassertechnik erhofft man sich eine bessere Wirtschaftlichkeit, die noch zu beweisen ist.

In Bild 3 ist der Trend zu Kläranlagen mit geringen Investitionskosten aber mit erhöhten Energie- und Betriebskosten zu sehen.

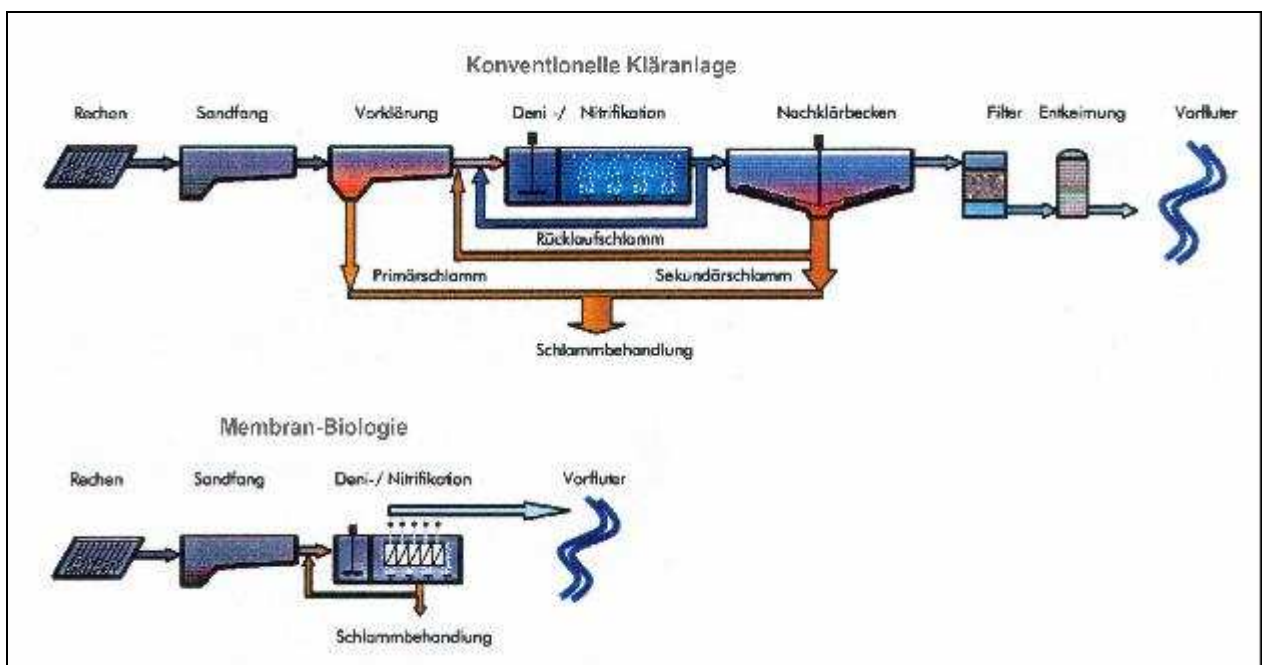


Bild 3

3.2 Klärsysteme und Technologien

Die höchsten Einsparungen können im Vorentwurf durch die Wahl des geeigneten Klärsystems erzielt werden.

Es ist ein unverständliches Versäumnis mit möglicherweise erheblichen Folgen, wenn in der Praxis, z.B. bei internationalen Projekten, das Abwasserreinigungssystem sowie die Technologie nicht sorgfältig ausgewählt wird.

Das Benchmarking ist eine sichere Methode um bestehende Vorteile sichtbar werden zu lassen.

Ideal wäre eine Kläranlage deren Leistung sich ohne großen Aufwand an variable Anforderungen (Tag-Nacht-Rhythmen, saisonale Unterschiede, Bevölkerungswachstum oder Abwanderung, Industrieansiedlung und Schließung u. a.) anpassen ließe.

Dieser Anspruch betrifft alle Bereiche einer Kläranlage wie z. B. die Geometrie der Reinigungseinheiten, das Material, die Verlegung der Leitungen, die Automatik, den Betrieb etc..

Ebenso ist das Recycling von Kläranlagenausrüstung und –einheiten weiter zu entwickeln.

Das Ziel der Nachhaltigkeit bei der Weiterentwicklung von Kläranlagen kann ohne technische Neuerungen nicht erreicht werden.

Heute finden neue Kläreinrichtungen und -systeme das Interesse der großen Bau- und Ausrüstungsfirmen, da sie Vorteile bei nationalen und internationalen Wettbewerben sichern. Trotzdem sollen die Entwicklungszeiten für neue Techniken zur Wasseraufbereitung möglichst kurz sein.

In diesem Zusammenhang darf die Bedeutung der Unterstützung der Grundlagenforschung in den 70er Jahren durch die DFG-SAB, BMU, MBFT, DECHEMA sowie privater Stiftungen wie z.B. der Willy-Hager-Stiftung, der Bundesumweltstiftung Osnabrück u. ä. nicht vergessen werden, da sie die Voraussetzung für die heutige breite Tätigkeit auf den Entwicklungssektoren der Umwelttechnik schuf.

4 Beispiele

4.1 Aus der kommunalen Abwassertechnik

Mit der Erfahrung der letzten 10 Jahre aus der kommunalen Abwassertechnik werden die Bemessung und der Bau der Belebungsanlagen nach dem Regelwerk der Abwassertechnischen Vereinigung, Arbeitsblatt A 131, einer kritischen Überprüfung unterzogen. Zunehmend finden anstelle einstufiger Systeme zweistufige Kläranlagen mit getauchten Festbettreaktoren Anwendung.

In den Bildern 4, 5 und 6 wird ein Vergleich konventioneller und flexibler Klärsysteme vorgestellt.

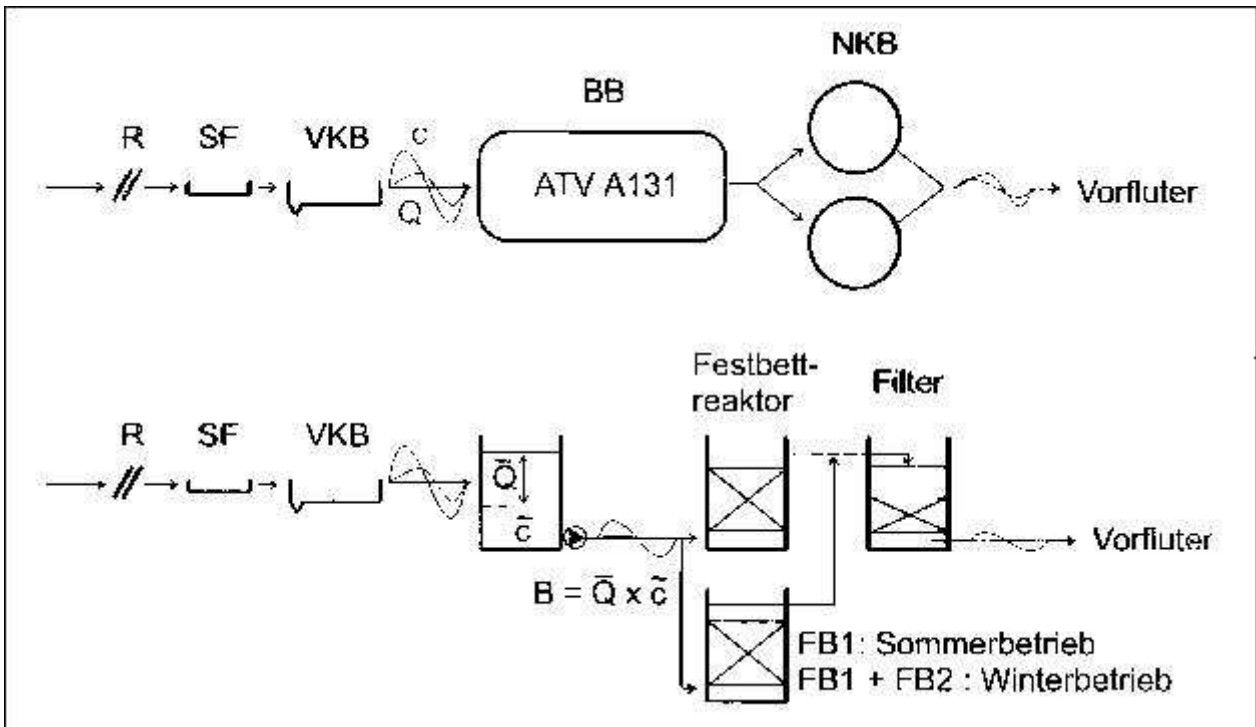


Bild 4

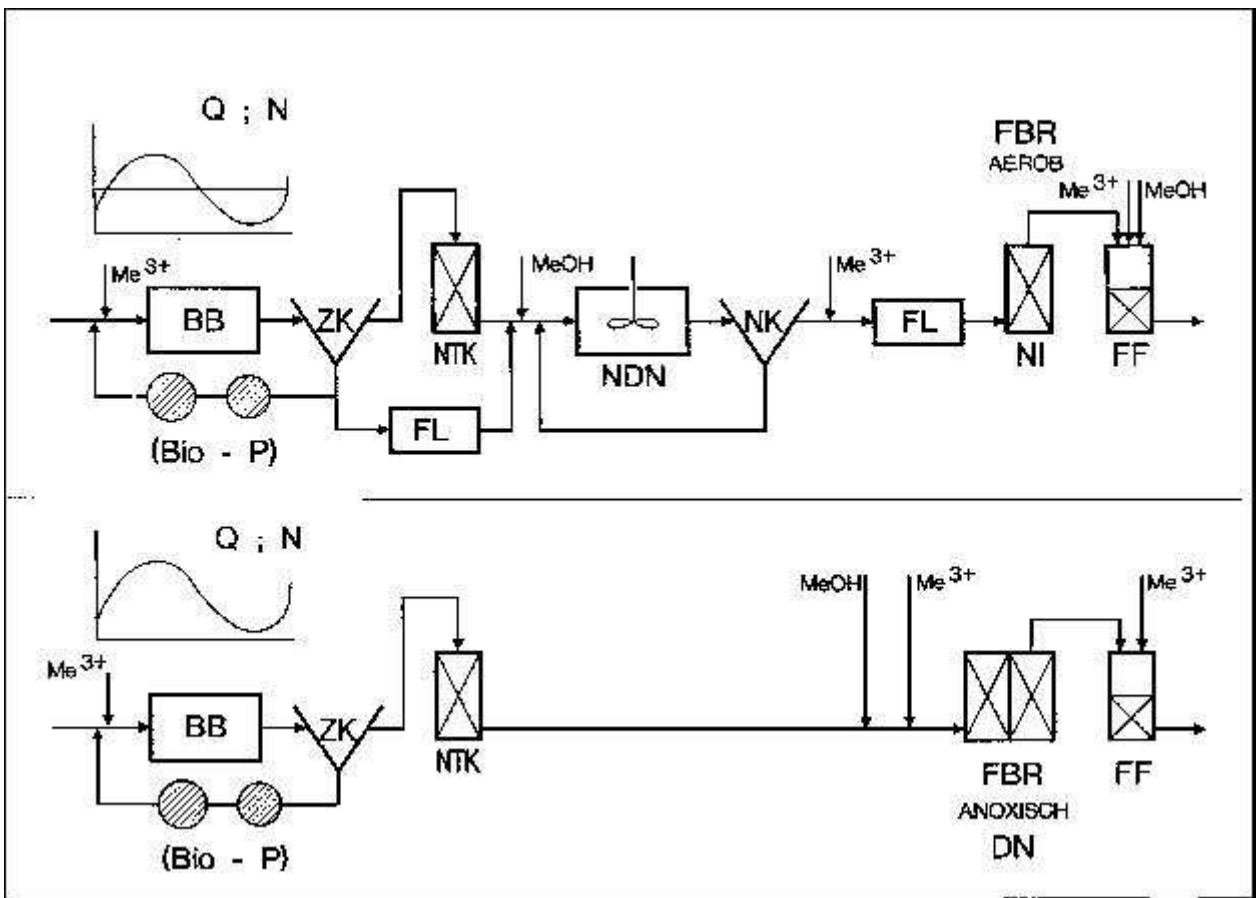


Bild 5

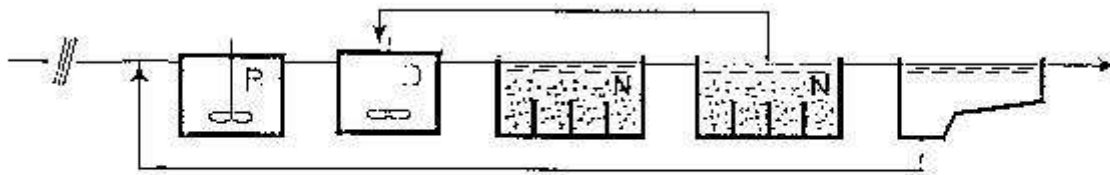


Figure 1. Simplified plant lay-out for an activated sludge process with biological nitrogen and phosphorus removal.

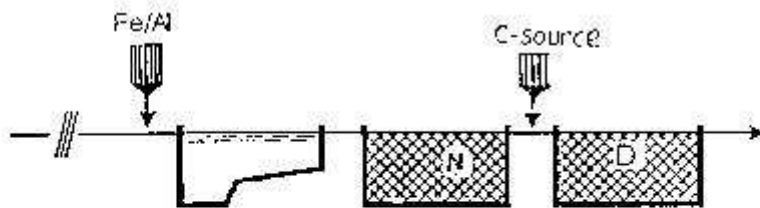


Figure 2. Simplified plant lay-out for a biofilm nitrogen removal plant with chemical phosphorus removal.

Bild 6

Bild 7 zeigt die KA Ahrensburg deren Rohrverbindungen, wie z.B. auch auf der KA Zürich, überirdisch angeordnet sind.



Bild 7

In Bild 8 ist ein neues Klärsystem dargestellt. Die erste Stufe ist eine anaerobe Faulung, die zweite Stufe zeigt ein getauchtes Festbett zum BSB-Abbau und die dritte Stufe ist ein regenerierbarer Ionenaustauscher für die Ammoniumabscheidung und stoffliche Weiterverwertung.

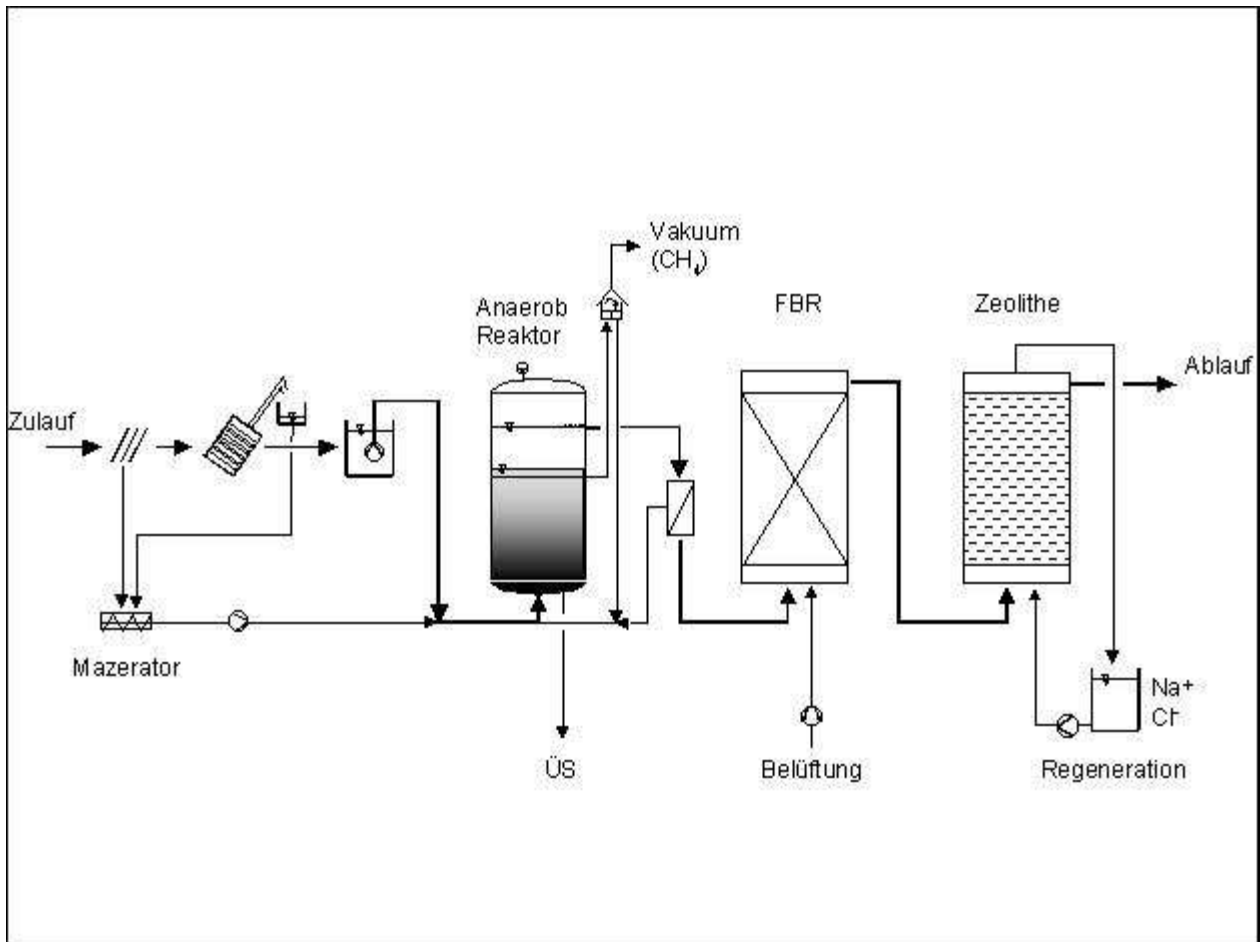


Bild 8

Bild 9 zeigt eine Variante des SBR-Klärsystems in der das Festbett im letzten Zyklus als Filter dient.

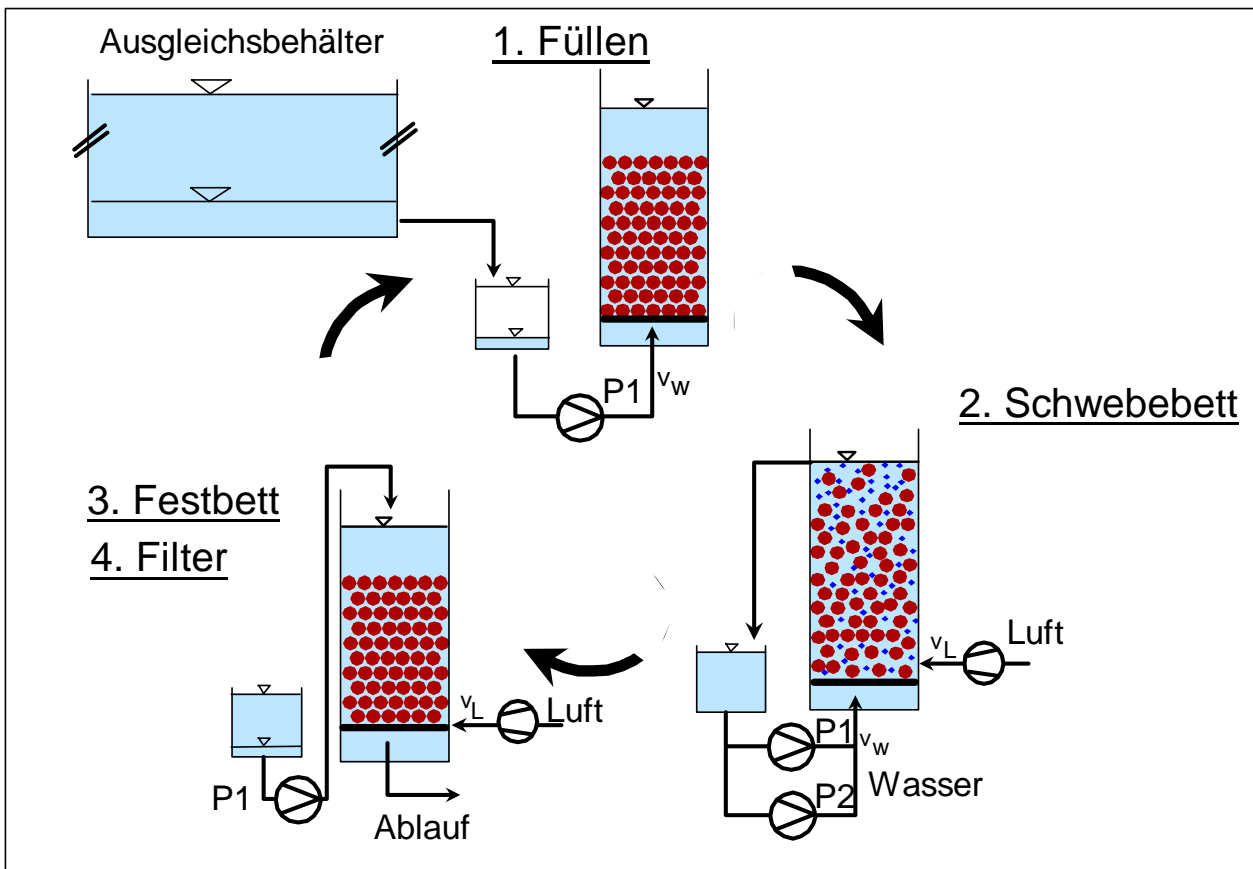


Bild 9

4.2 Aus der Industrieabwasserreinigung

Die negativen Einflüsse und Umweltschäden von Industrieabwässern können um ein Vielfaches größer sein als die von kommunalen Abwässern, weswegen dem Bereich der Industrieabwasserreinigung eine besondere Bedeutung zukommt.

Wie eingangs gesagt sollen die strengen Grenzwerte weniger den Bau teurerer Abwasseraufbereitungsanlagen vorantreiben als der Motivation für Veränderungen in der Produktionstechnik dienen.

Große einstufige Kläranlagen wie in Bild 10 sind nicht mehr „up to date“.



Bild 10

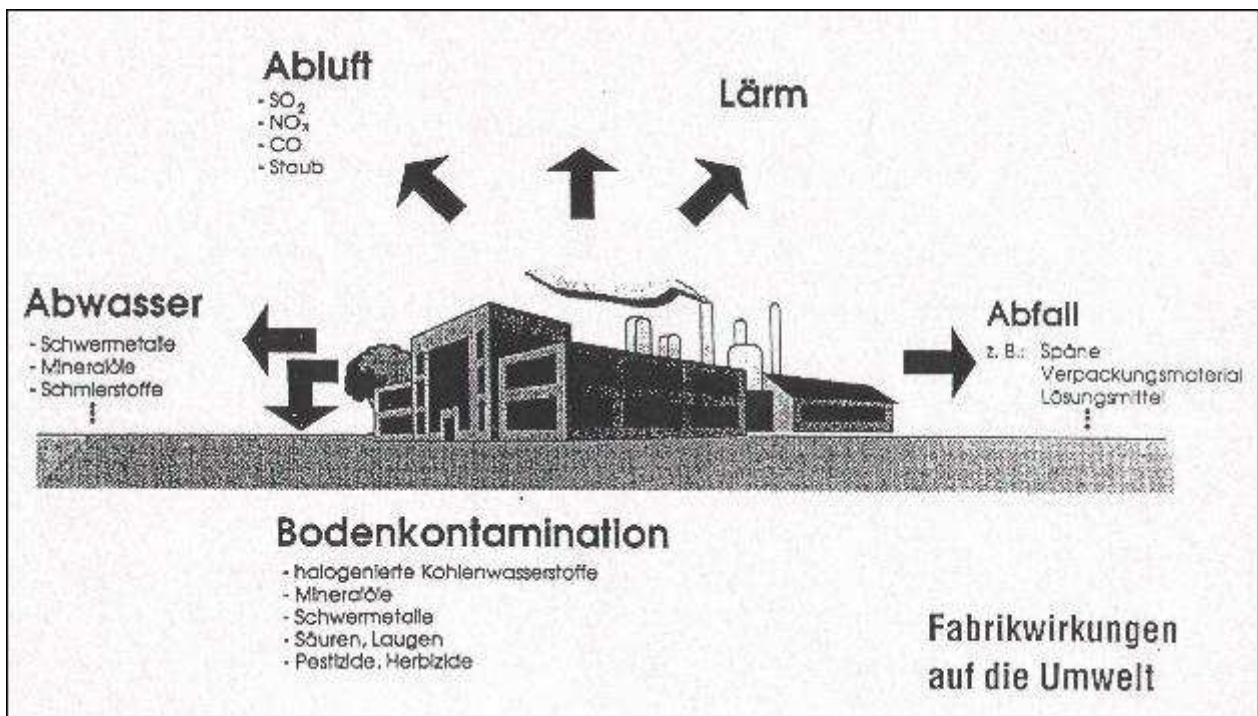


Bild 11

Die nachhaltige Betrachtung der Emission aus einem Industriebetrieb ist in Bild 11 dargestellt. So wird eine scharfe Überwachung des Betriebes durch Bilanzierung aller ein- und ausgehenden Stoffe und der Verfolgung der Entsorgungswege durchgeführt. Neue interessante Ansätze für die Industrieabwasserreinigung zeigen sich durch den Einsatz von Mikroorganismen im extremen Milieu wie z.B. pH 1-12, hohe Salzgehalte, Temperaturen von 5°C bis 120°C u.ä. Daraus werden sich in den nächsten Jahren neue Technologien entwickeln.

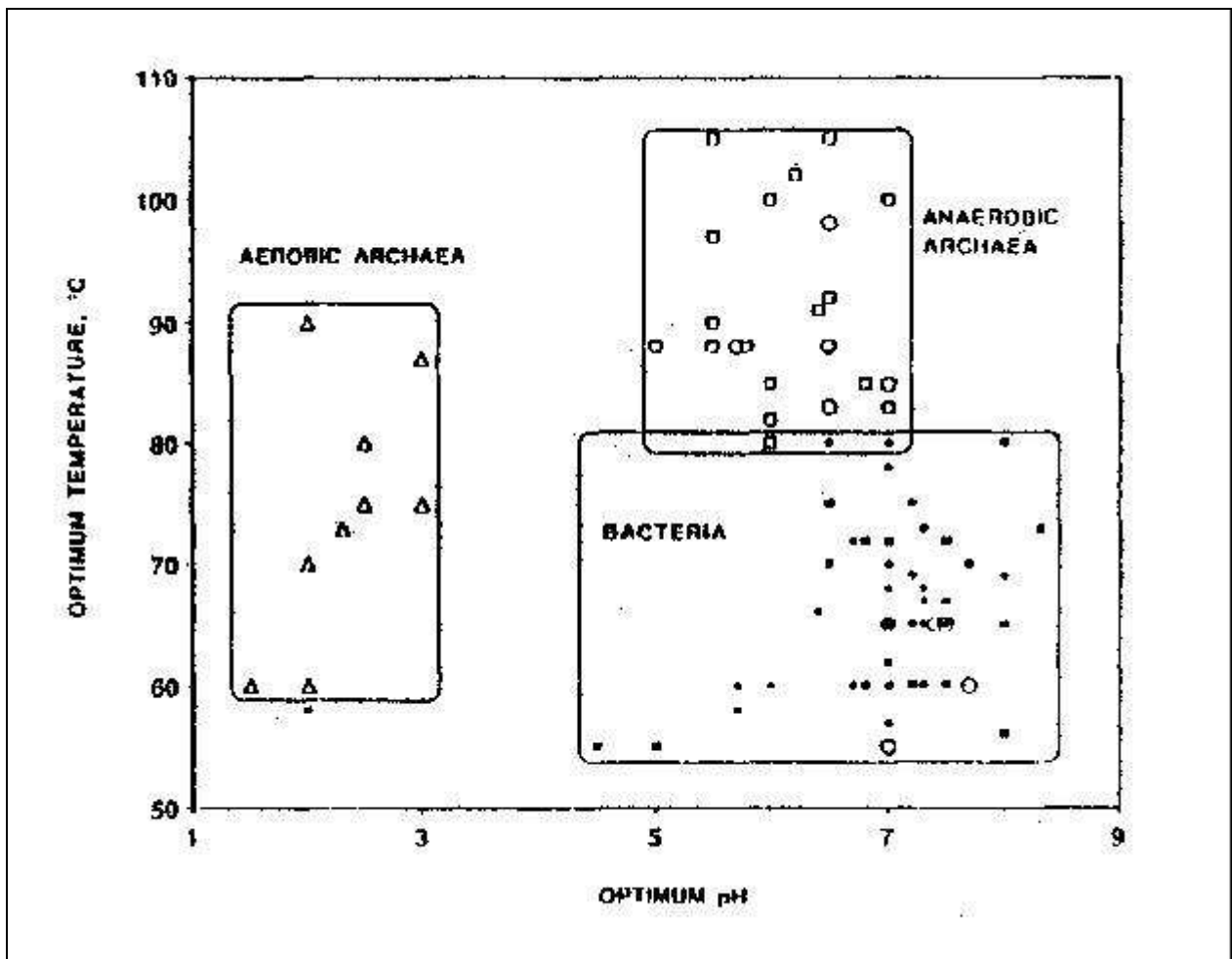


Bild 12

Bild 12 zeigt die Bandbreite der Einsatzmöglichkeiten thermophiler Prokaryonten.

Der in Bild 13 zu sehende Sprühreaktor zeigt eine Möglichkeit, refraktäre Stoffe und Abwasser mit Ozon und Wasserstoffperoxid zu oxidieren und einer weiteren biologischen Reinigung zugänglich zu machen. Im Rahmen eines Sonderforschungsbereiches wurde dieser Reaktor entwickelt.

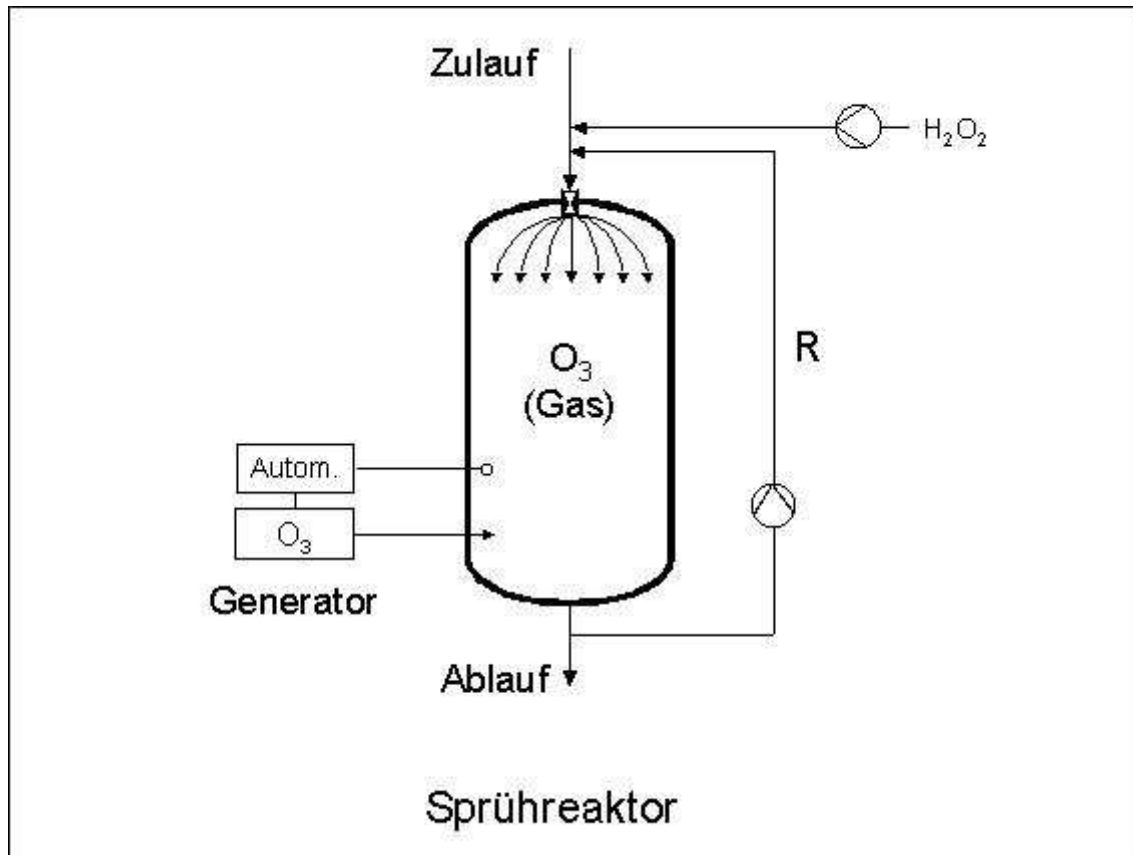


Bild 13

5 Diskussion

Der Bereich der weitergehenden Abwasserreinigung ist durch eine ständige Weiterentwicklung gekennzeichnet. Es mangelt jedoch an einer ganzheitlichen Betrachtung des Umweltschutzes, die für das Ziel der Nachhaltigkeit erforderlich ist.

Es ist dringend erforderlich die heutige Abwasseraufbereitung den veränderten Anforderungen und Rahmenbedingungen anzupassen.

So übernahm z.B. die EU-Wasserkommission die Initiative für die Ausarbeitung der Direktiven mit großem Wirkungsbereich. Aus Brüssel kommen Vorgaben für Projektförderungen, Definitionen von Schwerpunkten, administrative Vorschläge u.ä..

Das Ziel der Nachhaltigkeit verlangt eine Abstimmung von Ökonomie, Ökologie und sozialen Aspekten. Die Umweltpolitik wird als integraler Bestandteil der Gesamtpolitik angesehen.

Von den planenden Ingenieuren wird heute viel mehr als bislang eine Weitsichtigkeit, breite Fachkenntnisse, die Fähigkeit zur interdisziplinären Arbeit und eine hohe Kompetenz auf benachbarten Gebieten verlangt.

Die Globalisierung bringt Vor- und Nachteile mit sich. Diese gilt es zu verstehen und zu nutzen. Es findet eine tiefe Veränderung in der Aufgabenstellung der Umweltproblematik und deren Lösungen statt, die auch in der Ausbildung berücksichtigt werden müssen.

Die Universitätsprogramme werden mehr und mehr zukunftsorientiert ausgerichtet.

Mit dem Ziel der Nachhaltigkeit hoffen wir einen Weg gefunden zu haben, der die Umwelt für die kommenden Generationen sichern wird.