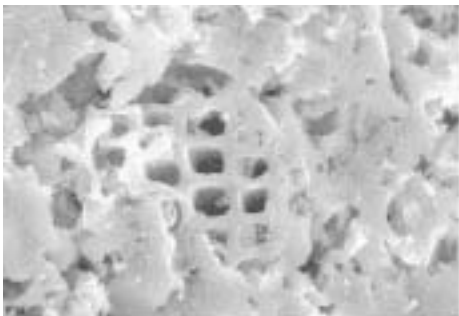
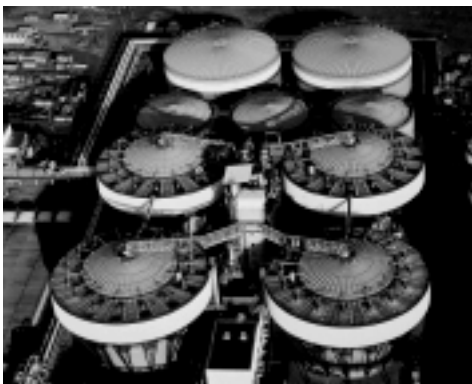


Spezielle Verfahren der Wasseraufbereitung und Abwasserreinigung



Interdisziplinäres Fernstudium Umweltwissenschaften - **infernum**

Spezielle Verfahren der Wasseraufbereitung und Abwasserreinigung

von

Joachim Danzig

Impressum

Titel: Spezielle Verfahren der Wasseraufbereitung und Abwasserreinigung

von: Joachim Danzig

© 2008 FernUniversität in Hagen, 58084 Hagen
Alle Rechte vorbehalten.

Kursnummer: 71358

Studienangebot: Interdisziplinäres Fernstudium Umweltwissenschaften (infernum)

Das Werk ist urheberrechtlich geschützt. Die dadurch begründeten Rechte, insbesondere das Recht der Vervielfältigung und Verbreitung sowie der Übersetzung und des Nachdrucks, bleiben, auch bei nur auszugsweiser Verwertung, vorbehalten. Kein Teil des Werkes darf in irgendeiner Form (Druck, Fotokopie, Mikrofilm oder ein anderes Verfahren) ohne schriftliche Genehmigung der FernUniversität in Hagen reproduziert oder unter Verwendung elektronischer Systeme verarbeitet, vervielfältigt oder verbreitet werden.

Inhalt

Inhalt	3
1 Einleitung	6
2 Abwasservermeidung durch produktionsintegrierten Umweltschutz	9
2.1 Einführung	9
2.2 Maßnahmen für den produktionsintegrierten Umweltschutz	9
2.3 Ausführliches Beispiel: Reststoffminderung bei der Produktion von Reinnaphthalin	11
3 Neutralisation	14
3.1 Methoden zur Neutralisation	14
3.2 Verbrauch an Neutralisationsmittel in Abhängigkeit vom pH-Wert	15
3.3 Fällung von Schwermetallen	16
3.4 Schutz der biologischen Stufe	17
3.5 Verfahren der Neutralisation	17
4 Elimination von Verunreinigungen durch Oxidationsreaktionen	19
4.1 Nassoxidation und chemische Oxidation	19
4.2 Nutzung der oxidativen Wirkung von Hydroxylradikalen	20
4.2.1 Chemie der Hydroxyl-Radikale	21
4.3 Ozonung und Einsatz von Wasserstoffperoxid	21
4.4 Einsatz von ultravioletter Strahlung	22
4.4.1 Grundlagen zum Einsatz elektromagnetischer Strahlung	22
4.4.2 Entstehung von Hydroxylradikalen durch UV-Strahlung	23
4.4.3 Strahlungsquellen	25
4.4.4 Anwendungsbereiche und Grenzen der Anwendung von UV-Oxidation	26
5 Adsorptive Verfahren	28
5.1 Wirkungsweise der Adsorption	28
5.2 Geeignete Adsorbentien	28
5.3 Eigenschaften und Arten von Aktivkohle	29
5.4 Abhängigkeiten für die Beladung von Aktivkohle	30
5.5 Regenerierung von Aktivkohle	31
5.6 Verfahrenstechnik der Aktivkohleadsorption	32
5.6.1 Einrührverfahren	32
5.6.2 Filterverfahren	32
5.6.3 Kombination aus Adsorption und Biologie	33

5.7	Einsatz von Adsorberharzen.....	33
6	Anwendung von Ionenaustauschern.....	35
6.1	Wirkungsweise von Ionenaustauschern	36
6.2	Verfahrenstechnik des Einsatzes von Ionenaustauschern	37
6.2.1	Beladung	37
6.2.2	Regeneration	38
6.3	Anwendungsbeispiel	38
7	Einsatz von Membranverfahren	39
7.1	Grundlagen und Arten von Membranverfahren	39
7.1.1	Mikrofiltration.....	39
7.1.2	Ultrafiltration.....	40
7.1.3	Nanofiltration	40
7.1.4	Reverse Osmose	40
7.1.5	Zusammenfassende Darstellung der Anwendungsgebiete von Membranverfahren	42
7.2	Bedingungen an den Einsatz von Membranverfahren	43
7.3	Membranmaterialien	44
7.4	Aufbau von Membranen.....	45
7.5	Membranmodule	45
7.6	Verfahrenstechnik des Membraneinsatzes	47
7.7	Beispiele für Anwendungen von Membranverfahren	48
7.7.1	Mikrofiltration.....	48
7.7.2	Ultrafiltration.....	49
7.7.3	Umkehrosmose.....	50
7.7.4	Einsatz der Membrantechnologie in Verbindung mit biologischen Verfahren..	51
7.8	Erster Spezialfall: Elektrodialyse.....	53
7.9	Zweiter Spezialfall: Pervaporation	54
7.10	Praxisbeispiel: Konzentrierung der im biologisch vorbehandelten Abwasser vorliegenden Reststoffe durch Mikrofiltration.....	55
8	Thermische Verfahren	59
8.1	Strippen	59
8.2	Verdunsten und Verdampfen	59
8.3	Abwasserverbrennung	61
9	Extraktive Verfahren	63
9.1	Grundlagen.....	63
9.2	Auswahl eines Extraktionsmittels	63
9.3	Einzelschritte der Flüssig-Flüssig-Extraktion	64

9.4	Verfahrenstechnik der Extraktion	64
10	Optimierungsmöglichkeiten für Belebungsanlagen	66
10.1	Kaskadenschaltung.....	66
10.2	Erhöhung der Sauerstoffkonzentration	66
10.3	Erhöhung der Biomassekonzentration	68
11	Literaturverzeichnis.....	70
11.1	Einführende Literatur	70
11.2	Weiterführende Literatur.....	70
12	Abbildungsverzeichnis.....	72
13	Tabellenverzeichnis.....	73
14	Lösungen zu den Übungsaufgaben	74
15	Glossar.....	77

1 Einleitung

Eingliederung der Kurseinheit in den Zusammenhang des Fernstudiums

Das Thema Wasser besitzt im Bereich der Umweltwissenschaften eine wesentliche Bedeutung. Dies ist einerseits darin begründet, dass die Umgebung des Menschen maßgeblich durch Wasser geprägt wird. Hier stehen zum Beispiel Bäche und Flüsse, Seen und auch das Meer im Zentrum der Betrachtungen. Andererseits spielt Wasser eine wesentliche Rolle für die Ernährung des Menschen, es wird sowohl direkt als Flüssigkeit aufgenommen und indirekt mit festen Nahrungsmitteln, die jeweils zu großen Teilen aus Wasser bestehen.

Ein nachhaltiger Umgang mit Wasser ist daher von wesentlicher Bedeutung. Dies bedeutet, dass einerseits die vorhandenen Ressourcen geschont werden müssen, indem den Wasserspeichern keine größeren Mengen entnommen werden als gleichzeitig neu gebildet werden können. Andererseits muss darauf geachtet werden, dass die vorhandenen Ressourcen nicht durch Verunreinigungen geschädigt und ggf. sogar unbrauchbar gemacht werden.

Das Thema Wasser besitzt somit vielfältige Beziehungen zu anderen Disziplinen im Rahmen des Interdisziplinären Fernstudiums Umweltwissenschaften. Dies ist für den naturwissenschaftlich-technischen Bereich durch den Bezug auf Fragestellungen aus dem Bereich der Ökologie und der Umweltchemie der Fall.

Aufgrund der bereits beschriebenen herausragenden Stellung des Wassers für das Leben und die Umgebung des Menschen werden durch die dadurch hervorgerufene Sensibilität des Themas für den Menschen Aspekte der Umweltpsychologie angesprochen. Belange des Gewässerschutzes bedürfen daher gegenüber der Öffentlichkeit einer sensiblen Darstellung. Hierfür sind Kenntnisse insbesondere auch über fortgeschrittene Methoden der Abwasserreinigung eine Grundlage.

Der Schutz des Wassers ist wesentliche Aufgabe des Gesetzgebers, daher stehen Methoden der Wasseraufbereitung und Abwasserreinigung und das Umweltrechts in einer stetigen wechselseitigen Beziehung. Diese Beziehung ist wechselseitig, da einerseits die technischen Möglichkeiten über den Stand der Technik die entsprechenden rechtlichen Vorschriften beeinflussen können und andererseits die Vorgaben aus dem rechtlichen Bereich wirtschaftliche Methoden zur Erreichung der geforderten Ziele der Abwasserreinigung erfordern. Grundlegend sind die rechtlichen Vorgaben durch die Europäische Union, so dass die europäische und internationale Umweltpolitik Berücksichtigung finden muss.

Mit dem vorliegenden Lehrtext wird zum dritten Mal Wasser zum Thema einer Kurseinheit des Interdisziplinären Fernstudiums Umweltwissenschaften. In den ersten beiden Kurseinheiten »Wasser und nachhaltiges Wassermanagement« und »Abwasser – Entstehung, Vermeidung und Behandlung« wurden einerseits die Bedeutung von sauberem Wasser für den Menschen und seine Umwelt sowie grundlegende Kenntnisse zur Herkunft von Abwässern und zu Methoden der Ab-

wasserreinigung vermittelt. Gerade diese Methoden, die in der Kurseinheit zum Thema »Abwasser« vorgestellt wurden, stellen aber überwiegend »end-of-pipe«-Technologien dar, deren Aufgabe es ist, die nachfolgenden Ökosysteme zu schützen. Meist liefern Sie aber keinen grundlegenden Beitrag zum nachhaltigeren Umgang mit Wasser.

Dies ist darin begründet, dass allein die Abwasserreinigung im Fokus der Betrachtungen steht. Die damit verbundene Vermeidung von Belastungen für natürliche Gewässer stellt natürlich einen Beitrag zur Erhaltung von Ökosystemen dar. Dieser Beitrag ist aber nicht ausreichend, weil Belange der Wassereinsparung nicht berücksichtigt werden. Dies ist aber von großer Bedeutung, denn das eingesetzte Wasser wird häufig aus Grundwasserleitern entnommen, die sich aber nicht der Entnahme entsprechend regenerieren können.

Nachhaltiger Umgang mit Wasser

Der Wasserverbrauch kann zunächst dadurch vermindert werden, dass die für einen Produktionsprozess einzusetzende Wassermenge grundsätzlich vermindert wird. Weiterhin wird häufig angestrebt, einen Prozess so zu gestalten, dass das eingesetzte Wasser im Prozess wieder aufbereitet werden kann, so dass ein erneuter Einsatz und damit eine Kreislaufführung möglich ist. Zusätzlich bieten sich hier Möglichkeiten, im Rahmen der Wasseraufbereitung Verunreinigungen soweit aufzukonzentrieren, dass es möglich ist, ggf. darin enthaltene Wertstoffe wiederzugewinnen.

Hinzu kommen Möglichkeiten zur Wassereinsparung im Haushalt, die aber außerhalb der Thematik des vorliegenden Lehrtextes angesiedelt sind.

Ein weiterer Aspekt muss über die bislang vorliegenden Lehrtexte hinaus betrachtet werden: Häufig sind Abwässer, die nicht innerhalb des Prozesses recycelt werden können und daher abgeleitet werden müssen, mit Schadstoffen belastet, die z.B. aufgrund ihrer Toxizität eine Behandlung in Kläranlagen erschweren oder sogar unmöglich machen. Hier wird angestrebt, das Abwasser noch am Entstehungsort so zu behandeln, dass der Anteil dieser Verunreinigungen abnimmt und somit eine Behandlung in der kommunalen Abwasserreinigung erleichtert oder überhaupt erst ermöglicht wird. Hierzu können die zu betrachtenden Stoffe entweder vollständig abgebaut oder soweit modifiziert werden, dass beispielsweise ein biologischer Abbau möglich wird.

Behandlung von Abwässern, deren Inhaltsstoffe nicht in die Kläranlage gelangen dürfen

Weiterhin kann es aber auch ein Ziel weitergehender Verfahren sein, die Leistungsfähigkeit auch von bereits existierenden Kläranlagen zu erhöhen, so dass höhere Belastungen der Kläranlage ohne teure Erweiterungsbauten ermöglicht werden, ohne dass die Reinigungsleistung abnimmt.

Erhöhung der Leistungsfähigkeit bereits vorhandener Kläranlagen

In dieser Kurseinheit werden Sie anhand konkreter Beispiele Methoden zur Verringerung des Wassereinsatzes und zur Vermeidung von Abwässern in der Produktion kennenlernen. Insbesondere sollen Möglichkeiten der Abwasserreinigung im Prozess und damit auch der Kreislaufführung dargestellt werden. Weiterhin

Ziele der Kurseinheit im Kontext des Interdisziplinären Fernstudiums Umweltwissenschaften

wird gezeigt, wie mit Hilfe von Methoden, die die Möglichkeiten der bislang dargestellten Abwassereinigung übersteigen, schwer abbaubare oder auch toxische Abwasserinhaltsstoffe abgebaut werden können und damit die Belastung von Kläranlagen verringert wird. Teilweise werden hier Methoden, die in der Kursinheit »Wasser und nachhaltiges Wassermanagement« für die Trinkwasseraufbereitung bereits angerissen wurden, vertieft dargestellt. Schließlich werden Ihnen auch Methoden zur Erhöhung der Leistungsfähigkeit von Kläranlagen vorgestellt.

Aufgabe

Nennen Sie Möglichkeiten für einen nachhaltigeren Umgang mit Wasser.
