

WIENER MITTEILUNGEN

WASSER • ABWASSER • GEWÄSSER

Das Verhalten ausgewählter organischer Spurenstoffe beider biologischen Abwasserreinigung

Manfred CLARA

Band 191 - Wien 2004

WIENER MITTEILUNGEN

WASSER • ABWASSER • GEWÄSSER

Band 191

Das Verhalten ausgewählter organischer Spurenstoffe bei der biologischen Abwasserreinigung

Manfred CLARA

Herausgeber
Prof. Dipl.Ing. Dr. H. Kroiß
Technische Universität Wien
Institut für Wassergüte
und Abfallwirtschaft

Dissertationsschrift zur Erlangung des akademischen Grades
eines Doktors der technischen Wissenschaften
an der Technischen Universität Wien, Fakultät für Bauingenieurwesen



Institut für Wassergüte
und Abfallwirtschaft
TU- Wien

Karlsplatz 13 / 226
1040 Wien

Institut für Wassergüte und Abfallwirtschaft
Karlsplatz 13/226; 1040 Wien
Tel: + 43 1 58801 - 22611
Fax: + 43 1 58801 - 22699
Mail: iwag@iwag.tuwien.ac.at

Alle Rechte vorbehalten.
Ohne Genehmigung der Herausgeber ist es nicht gestattet,
das Buch oder Teile daraus zu veröffentlichen
© Institut für Wassergüte und Abfallwirtschaft TU-Wien, 2004

Druck: Riegelnik
1080, Piaristengasse 19

ISSN 0279 - 5349
ISBN 3 - 85234 - 082 - 9

Vorwort

Einer der Ausgangspunkte für vorliegende Dissertation von Herrn Clara über organische Spurenstoffe war der Befund, dass unterhalb von großen Abwassereinleitungen in Fließgewässern bei Fischen Veränderungen an den Sexualorganen festgestellt werden konnten. Es lag die Vermutung nahe, dass eine Ursache dafür in endokrin wirksamen Stoffen zu suchen ist, die über das Abwasser aus den menschlichen Siedlungen in die Gewässer gelangen. Daraufhin hat sich in den letzten Jahren das Interesse der Forschung weltweit Stoffen zugewendet, die zwar in sehr geringen Konzentrationen im Abwasser auftreten aber dennoch wirksam für die Lebewesen in den Gewässern sind. Bei den untersuchten Spurenstoffen handelt es sich um Pharmazeutika, Kosmetika und Haushaltschemikalien, die entweder nach ihrer Passage durch unsern Körper oder über Wasch- und Reinigungsvorgänge in das häusliche Abwasser gelangen und dort gewissermaßen eine diffuse Belastung darstellen.

Nachdem heute bei allen größeren Siedlungsgebieten die Abwässer mechanisch und biologisch gereinigt werden, ist es für die Abschätzung des von diesen Stoffen ausgehenden Risikos von zentraler Bedeutung, das Schicksal dieser Stoffe bei der Abwasserreinigung zu erforschen. Aus der Sicht der Wassergütewirtschaft muss letztlich entschieden werden, welche Relevanz diese Stoffe für Mensch und Umwelt besitzen und wie wir im Falle einer möglichen Gefährdung weiter vorgehen sollen. Die vorliegende Arbeit von Herrn Clara liefert dazu einen wichtigen Beitrag.

Die Dissertation entstand im Rahmen der Mitarbeit an mehreren großen interdisziplinäre Forschungsprojekten, die sich mit der Problematik dieser Stoffe in umfassender Weise beschäftigt haben. Herr Clara hat zwar in der Dissertation vorrangig den kläranlagenrelevanten Teil bearbeitet, durch die Mitarbeit in den großen Forschungsteams konnte Herr Clara seine Forschungsergebnisse im Zusammenhang mit den übergeordneten Fragen des Gewässerschutzes und der Hygiene interpretieren, was die Relevanz der Arbeit erhöht.

Wien, im Februar 2004-02-27

Helmut Kroiss

KURZFASSUNG

Im Gewässerschutz gewinnen Substanzen an Bedeutung, welche im Verdacht stehen, das Hormonsystem von Mensch und Tier zu beeinflussen, (endokrin wirksame Substanzen) sowie Arzneimittelrückstände. Viele dieser Substanzen gelangen über das Abwasser in die aquatische Umwelt, weshalb vor allem die Abwasserreinigung und die Leistungsfähigkeit von Kläranlagen zur Entfernung organischer Spurenschadstoffe hervorzuheben sind. In der vorliegenden Arbeit wird mit dem Belebtschlammverfahren, das weltweit am häufigsten eingesetzte Verfahren zur Abwasserreinigung hinsichtlich dieser Fragestellung untersucht. Mit dem Membranbelebungsverfahren wird eine zusätzliche, zukunftsorientierte Technologie berücksichtigt.

Für die Entfernung der beschriebenen Substanzen sind unterschiedliche Prozesse (Strippung, Adsorption, Abbau) relevant. Mittels entsprechender Methoden werden prozesscharakterisierende Parameter bestimmt. Die Untersuchungen wurden in unterschiedlicher Skalierung (Labor- und Pilotmaßstab) durchgeführt und die Ergebnisse an großtechnischen Anlagen angewandt. Das wesentliche Ziel der Arbeit lag in der Untersuchung, ob und in welchem Ausmaß ein Zusammenhang zwischen erreichbaren Restbelastungen und Bemessungs- und Betriebsparametern besteht, wobei hier das Schlammalter hervorzuheben ist. Mit zunehmendem Schlammalter wurden für die meisten der untersuchten Substanzen sinkende Ablaufkonzentrationen gemessen. Als Mindestanforderung wird ein Bemessungsschlammalter von rund 10 Tagen (bei 10°C) angegeben. Neben diesen „abbaubaren“ Verbindungen wurden einige der ausgewählten Arzneimittelwirkstoffe nicht aus dem Abwasser entfernt und die Ablaufkonzentrationen liegen im Bereich der Zulaufkonzentrationen. Da diese Substanzen mit den derzeit eingesetzten Technologien zur Abwasserbehandlung nicht zurückgehalten werden, sind im Sinne einer nachhaltigen Sicherung der Wasserressourcen und vor allem des Trinkwassers entsprechende Technologien zu entwickeln. Auf mögliche zusätzliche Verfahrensschritte wird im Verlauf der Arbeit hingewiesen.

Inhaltsverzeichnis

1	EINLEITUNG	1
2	BEHANDELTE STOFFGRUPPEN UND EIGENSCHAFTEN	5
2.1	ENDOKRIN WIRKSAME SUBSTANZEN (EDS)	6
2.1.1	BEGRIFFSBESTIMMUNG, WIRKUNGSWEISE UND DEFINITION	6
2.1.2	EINTEILUNG	8
2.2	ARZNEIMITTEL	12
2.2.1	BEGRIFFSBESTIMMUNG UND DEFINITIONEN	12
2.2.2	EINTEILUNG	14
2.3	AUSBREITUNGSPFADE	16
2.4	VERHALTEN BEI DER ABWASSERREINIGUNG	20
2.4.1	PERSISTENZ	21
2.4.2	ABIOTISCHER ABBAU (CHEMISCHE REAKTION)	22
2.4.3	VERFLÜCHTIGUNG UND STRIPPUNG	22
2.4.4	ANREICHERUNG (AKKUMULATION) UND ADSORPTION	24
2.4.5	BIOLOGISCHER ABBAU	26
3	METHODIK	35
3.1	LABORVERSUCHE	36
3.1.1	ADSORPTION	36
3.1.2	ABBAU	43
3.2	UNTERSUCHTE KLÄRANLAGEN	52
3.2.1	BESCHREIBUNG DER UNTERSUCHTEN KLÄRANLAGEN	52
3.2.2	BEPROBUNG UND DATENAUSWERTUNG	58
4	ERGEBNISSE	61
4.1	BESCHREIBUNG DER AUSGEWÄHLTEN SUBSTANZEN	61
4.1.1	XENOHORMONE	61
4.1.2	HORMONE	66
4.1.3	ARZNEIMITTELWIRKSTOFFE	70
4.1.4	KOSMETIKAINHALTSTOFFE	72
4.2	CHEMISCHE ANALYTIK MITTELS HPLC	74
4.3	VERFLÜCHTIGUNG UND STRIPPUNG	78
4.4	LABORVERSUCHE	80
4.4.1	ADSORPTION	80
4.4.2	ABBAU	95
4.5	UNTERSUCHTE KLÄRANLAGEN	127
4.6	ZUSAMMENFASSUNG UND DISKUSSION DER ERGEBNISSE	146
4.6.1	XENOHORMONE UND HORMONE	147
4.6.2	ARZNEIMITTELRÜCKSTÄNDE	157
4.6.3	KOSMETIKAINHALTSTOFFE	164
4.6.4	VERGLEICH MEMBRANBIOREAKTOR – KONVENTIONELLE BELEBUNG	168
5	SCHLUSSBEMERKUNGEN	171
6	LITERATUR	178