

Mirko Pakschys

Konzipierung und Projektierung einer Reinigungsanlage für Abwässer aus Probefahrten von Fährschiffen

Diplomarbeit

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek:

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek: Die Deutsche Bibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de/> abrufbar.

Dieses Werk sowie alle darin enthaltenen einzelnen Beiträge und Abbildungen sind urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung, die nicht ausdrücklich vom Urheberrechtsschutz zugelassen ist, bedarf der vorherigen Zustimmung des Verlags. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Bearbeitungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen, Auswertungen durch Datenbanken und für die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronische Systeme. Alle Rechte, auch die des auszugsweisen Nachdrucks, der fotomechanischen Wiedergabe (einschließlich Mikrokopie) sowie der Auswertung durch Datenbanken oder ähnliche Einrichtungen, vorbehalten.

Copyright © 2000 Diplom.de
ISBN: 9783832432867

Mirko Pakschys

Konzipierung und Projektierung einer Reinigungsanlage für Abwässer aus Probefahrten von Fährschiffen

Mirko Pakschys

Konzipierung und Projektierung einer Reinigungsanlage für Abwässer aus Probefahrten von Fährschiffen

Diplomarbeit
an der Fachhochschule Hannover
Fachbereich Maschinenbau
Dezember 2000 Abgabe



Diplomica GmbH _____
Hermannstal 119k _____
22119 Hamburg _____

Fon: 040 / 655 99 20 _____
Fax: 040 / 655 99 222 _____

agentur@diplom.de _____
www.diplom.de _____

ID 3286

Pakschys, Mirko: Konzipierung und Projektierung einer Reinigungsanlage für Abwässer aus Probefahrten von Fährschiffen / Mirko Pakschys - Hamburg: Diplomica GmbH, 2001
Zugl.: Hannover, Fachhochschule, Diplom, 2000

Dieses Werk ist urheberrechtlich geschützt. Die dadurch begründeten Rechte, insbesondere die der Übersetzung, des Nachdrucks, des Vortrags, der Entnahme von Abbildungen und Tabellen, der Funksendung, der Mikroverfilmung oder der Vervielfältigung auf anderen Wegen und der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen, bleiben, auch bei nur auszugsweiser Verwertung, vorbehalten. Eine Vervielfältigung dieses Werkes oder von Teilen dieses Werkes ist auch im Einzelfall nur in den Grenzen der gesetzlichen Bestimmungen des Urheberrechtsgesetzes der Bundesrepublik Deutschland in der jeweils geltenden Fassung zulässig. Sie ist grundsätzlich vergütungspflichtig. Zuwiderhandlungen unterliegen den Strafbestimmungen des Urheberrechtes.

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in diesem Werk berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, dass solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürften.

Die Informationen in diesem Werk wurden mit Sorgfalt erarbeitet. Dennoch können Fehler nicht vollständig ausgeschlossen werden, und die Diplomarbeiten Agentur, die Autoren oder Übersetzer übernehmen keine juristische Verantwortung oder irgendeine Haftung für evtl. verbliebene fehlerhafte Angaben und deren Folgen.

Diplomica GmbH
<http://www.diplom.de>, Hamburg 2001
Printed in Germany



Wissensquellen gewinnbringend nutzen

Qualität, Praxisrelevanz und Aktualität zeichnen unsere Studien aus. Wir bieten Ihnen im Auftrag unserer Autorinnen und Autoren Wirtschaftsstudien und wissenschaftliche Abschlussarbeiten – Dissertationen, Diplomarbeiten, Masterarbeiten, Staatsexamensarbeiten und Studienarbeiten zum Kauf. Sie wurden an deutschen Universitäten, Fachhochschulen, Akademien oder vergleichbaren Institutionen der Europäischen Union geschrieben. Der Notendurchschnitt liegt bei 1,5.

Wettbewerbsvorteile verschaffen – Vergleichen Sie den Preis unserer Studien mit den Honoraren externer Berater. Um dieses Wissen selbst zusammenzutragen, müssten Sie viel Zeit und Geld aufbringen.

<http://www.diplom.de> bietet Ihnen unser vollständiges Lieferprogramm mit mehreren tausend Studien im Internet. Neben dem Online-Katalog und der Online-Suchmaschine für Ihre Recherche steht Ihnen auch eine Online-Bestellfunktion zur Verfügung. Inhaltliche Zusammenfassungen und Inhaltsverzeichnisse zu jeder Studie sind im Internet einsehbar.

Individueller Service – Gerne senden wir Ihnen auch unseren Papierkatalog zu. Bitte fordern Sie Ihr individuelles Exemplar bei uns an. Für Fragen, Anregungen und individuelle Anfragen stehen wir Ihnen gerne zur Verfügung. Wir freuen uns auf eine gute Zusammenarbeit.

Ihr Team der Diplomarbeiten Agentur

Diplomica GmbH _____
Hermannstal 119k _____
22119 Hamburg _____

Fon: 040 / 655 99 20 _____
Fax: 040 / 655 99 222 _____

agentur@diplom.de _____
www.diplom.de _____

Inhaltsverzeichnis

Anhangverzeichnis

Abbildungsverzeichnis

Tabellenverzeichnis

Verzeichnis der verwendeten Abkürzungen

1	EINFÜHRUNG UND ZIEL DER ARBEIT	1
1.1	FLENSBURGER SCHIFFBAU-GESELLSCHAFT MBH & CO. KG	1
1.2	ZIEL DER ARBEIT	2
2	GESETZLICHE GRUNDLAGEN	3
3	STAND DER TECHNIK ZUR ABWASSERREINIGUNG	6
3.1	VERFAHRENSÜBERSICHT ZUR ABWASSERREINIGUNG	6
3.2	BIOLOGISCHE ABWASSERAUFBEREITUNG	7
3.3	CHEMISCH / PHYSIKALISCHE ABWASSERAUFBEREITUNG	8
3.3.1	Adsorption	8
3.3.2	Fällung / Flockung	10
3.3.3	Elektrochemische Verfahren	13
3.3.4	Ionenaustausch	13
3.3.5	Nassoxidation	14
3.4	MECHANISCHE ABWASSERAUFBEREITUNG	15
3.4.1	Schwerkraftsedimentation	15
3.4.2	Fliehkraftsedimentation	17
3.4.3	Flotation	18
3.4.4	Filtration	19
3.4.5	Membrantrennverfahren	20
3.5	THERMISCHE ABWASSERAUFBEREITUNG	21
4	ABWASSERUNTERSUCHUNG	23
4.1	QUALITATIVE ABWASSERUNTERSUCHUNG	23
4.1.1	Definition und Herkunft der zu behandelnden Abwässer	23
4.1.2	Erläuterungen zu den analysierten Abwässern	25
4.1.3	Analyseergebnisse [vgl. Anhang 10 und 11]	26

4.1.4	<i>Einstufung des Abwassers in Wassergefährdungsklassen nach Anhang 4 der VwVwS / Beurteilung der Genehmigungspflicht nach §33 des LWG</i>	27
4.2	UNTERSUCHUNG DER REINIGUNGSLEISTUNG VERSCHIEDENER FÄLLUNGS- UND FLOCKUNGS- BZW. ADSORPTIONSCHEMIKALIEN.....	28
4.2.1	<i>Untersuchungsergebnisse der Firma Buderus</i>	28
4.2.2	<i>Untersuchungsergebnisse der bei der Firma Protec behandelten Abwasserprobe</i>	29
4.3	QUANTITATIVE ABWASSERUNTERSUCHUNG	32
4.3.1	<i>Darstellung der angefallenen Abwassermengen der Jahre 1998 bis 2000</i>	32
4.3.2	<i>Bestimmung der mittleren jährlichen Abwassermenge und der mittleren Gesamtchargengröße</i>	33
4.3.3	<i>Bestimmung der maximalen Chargengröße und des minimal notwendigen Volumens eines Sammel- bzw. Pufferbehälters</i>	34
5	ANLAGENKONZEPT	36
5.1	VARIATIONSMATRIX.....	36
5.2	GRUNDFLIESSBILD DER REINIGUNGSANLAGE FÜR ABWÄSSER AUS DEM SCHIFFSBETRIEB UND DER SCHIFFSINNENREINIGUNG.....	42
5.3	VERFAHRENSFLIESSBILD DER ABWASSERREINIGUNGSANLAGE FÜR ABWÄSSER AUS DEM SCHIFFSBETRIEB UND DER SCHIFFSINNENREINIGUNG.....	43
5.4	AUFSTELLRAUM UND PLATZBEDARF DER ANLAGE	44
5.4.1	<i>Beschreibung des Aufstellraumes</i>	44
5.4.2	<i>Lageplan der Werft mit Aufstellraum der Abwasserreinigungsanlage und schematischer Darstellung der Rohrleitungen</i>	45
5.5	SKIZZE DES AUFSTELLRAUMES MIT AUFSTELLUNGSPLAN DER ANLAGE	45
6	PROJEKTPLANUNG	47
7	AUSLEGUNG UND BERECHNUNG VON ROHRLEITUNGEN, BEHÄLTERN, PUMPEN UND APPARATEN	49
7.1	AUSLEGUNG DER HAUPTROHRLEITUNGEN	49
7.2	BERECHNUNGEN ZUR AUSLEGUNG DER PUMPE P1.....	51
7.2.1	<i>Grundlagen für die Berechnung der minimal notwendigen Förderhöhe der Pumpe P1</i>	51
7.2.2	<i>Berechnung der minimal notwendigen Förderhöhe der Pumpe P1</i>	53
7.2.3	<i>Spezifikation der Pumpe P1</i>	56
7.3	AUSLEGUNG UND SPEZIFIKATION DER PUMPE P4.....	57
7.4	AUSLEGUNG UND SPEZIFIKATION DER PUMPEN P5 UND P6.....	57

7.5	AUSLEGUNG UND SPEZIFIKATION DER DOSIERPUMPEN P2 UND P3	59
7.6	AUSLEGUNG UND FESTIGKEITSNACHWEIS DES SAMMELBEHÄLTERS B1	60
7.6.1	<i>Festigkeitsnachweis des Behälters B1</i>	60
7.6.2	<i>Skizze des Sammelbehälters B1</i>	63
7.7	AUSLEGUNG UND SPEZIFIKATION DES REAKTIONSBEHÄLTERS B2.....	64
7.8	AUSLEGUNG UND SPEZIFIKATION DES TROCKENGUTDOSIERERS H1	65
7.9	AUSLEGUNG UND SPEZIFIKATION DER FILTERSACKEINHEIT F1.....	66
7.10	AUSLEGUNG DES RÜHRWERKS R1.....	67
7.11	AUSLEGUNG DES RÜHRWERKS R2.....	68
7.12	GRAFISCHE DARSTELLUNG DES ABLAUFES DES CHARGENPROZESSES	69
8	WIRTSCHAFTLICHKEITSBERECHNUNG.....	70
8.1	ERLÄUTERUNG DER ANGEWENDETEN INVESTITIONSRECHENVERFAHREN	70
8.1.1	<i>Statische Investitionsrechnung / Amortisationsrechnung</i>	71
8.1.2	<i>Dynamische Investitionsrechnung / Kapitalwert- und Annuitätenmethode</i>	72
8.2	ERMITTLUNG DER BETRIEBS- UND INVESTITIONSKOSTEN UNTERSCHIEDLICHER ABWASSERREINIGUNGSANLAGEN	73
8.2.1	<i>Ermittlung der Investitionskosten für verschiedene Investitionsvarianten</i>	73
8.2.2	<i>Ermittlung der Investitionskosten für die verschiedenen Investitionsvarianten unter Berücksichtigung unterschiedlicher Entsorgungskostenentwicklungen</i>	75
8.3	ERGEBNISSE DER WIRTSCHAFTLICHKEITSBERECHNUNG	79
8.3.1	<i>Ergebnisse der Berechnung der Amortisationszeit möglicher Investitionsvarianten</i>	79
8.3.2	<i>Ergebnisse der Berechnung der Annuität möglicher Investitionsvarianten</i>	80
9	SCHLUSSBETRACHTUNG	82
10	LITERATURVERZEICHNIS	83

ANHANG

ANHANGVERZEICHNIS

ANHANG 1.....	1
GESETZ ZUR ORDNUNG DES WASSERHAUSHALTS; (WASSERHAUSHALTSGESETZ – WHG)	
AUSZUG §7	
IN DER FASSUNG VOM 12. NOVEMBER 1996 (BGB1.I S. 2455)	
ZULETZT GEÄNDERT AM 03. MAI 2000 (BGB1. I S. 632)	
ANHANG 2.....	2
ALLGEMEINE VERWALTUNGSVORSCHRIFT ZUM WASSERHAUSHALTSGESETZ ÜBER DIE	
EINSTUFUNG WASSERGEFÄHRDENDER STOFFEN IN WASSERGEFÄHRDUNGSKLASSEN	
(VERWALTUNGSVORSCHRIFT WASSERGEFÄHRDENDE STOFFE – VwVwS)	
AUSZÜGE §1, §2; ANHANG 2, ANHANG 4	
IN DE FASSUNG VOM 17. MAI 1999	
ANHANG 3.....	6
WASSERGESETZ DES LANDES SCHLESWIG-HOLSTEIN; (LANDESWASSERGESETZ - LWG)	
AUSZUG § 32 UND § 33	
IN DER FASSUNG VOM 07. FEBRUAR 1992	
ZULETZT GEÄNDERT AM 08. FEBRUAR 2000	
ANHANG 4.....	8
LANDESVERORDNUNG (DES LANDES SCHLESWIG–HOLSTEIN) ÜBER ANLAGEN ZUM UMGANG	
MIT WASSERGEFÄHRDENDEN STOFFEN; (ANLAGENVERORDNUNG – VAWs)	
AUSZÜGE §6 UND §13	
IN DER FASSUNG VOM 31. MAI 1996	
ANHANG 5.....	10
VERWALTUNGSVORSCHRIFT ZUM VOLLZUG DER LANDESVERORDNUNG (DES LANDES	
SCHLESWIG-HOLSTEIN ÜBER ANLAGEN ZUM UMGANG MIT WASSERGEFÄHRDENDEN STOFFEN	
(VV– VAWs)	
AUSZÜGE §3, §11, ANLAGE ZU §4	
IN DE FASSUNG VOM 09. OKTOBER 1996	
ANHANG 6.....	18
SATZUNG ÜBER DIE ABWASSERBESEITIGUNG DER STADT FLENSBURG	
(ABWASSERSATZUNG)	
AUSZUG § 3	
IN DER FASSUNG VOM 30. MÄRZ 1995	

ANHANG 7.....	21
AUSZUG AUS ARBEITSBLATT A115 DER ATV (ABWASSERTECHNISCHE VEREINIGUNG E. V.) „EINLEITEN VON NICHT HÄUSLICHEM ABWASSER IN EINE ÖFFENTLICHE ABWASSERANLAGE“ OKTOBER 1994	
ANHANG 8.....	24
AUSZUG AUS ARBEITSBLATT M707 DER ATV (ABWASSERTECHNISCHE VEREINIGUNG E. V.) „ABWÄSSER AUS DER TRANSPORTBEHÄLTERINNENREINIGUNG“ AUGUST 1994	
ANHANG 9.....	28
ANALYSEBERICHT DER FIRMA BUDERUS / CHEMISCHES LABOR ZQ/5, - ANALYSE EINER UNBEHANDELTEN ABWASSERPROBE - VOM 14. AUGUST 2000	
ANHANG 10.....	30
ANALYSEBERICHT DES INSTITUTS FÜR UMWELTANALYTIK UND ANGEWANDTE ÖKOLOGIE, - ANALYSE EINER UNBEHANDELTEN SOWIE MEHRERER MIT ADSORBENTIEN BEHANDELTER AB- WASSERPROBEN - VOM 13. SEPTEMBER 2000	
ANHANG 11.....	31
DET NORSKE VERITAS RULES FOR KLASSIFIKATION; AUSZUG: PART 3, APPENDIX B, SEITE 74 VOM JULI 1998	
ANHANG 12.....	32
ANGEBOT DER FIRMA PROTEC ÜBER EINE „AUTOMATISCHE ABWASSERREINIGUNGSANLAGE FÜR ABWÄSSER AUS SCHIFFSPROBELÄUFEN“ VOM 19. OKTOBER 2000	

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

ABBILDUNG 3-1: VERFAHRENSÜBERSICHT DER VERFAHREN ZUR ABWASSERBEHANDLUNG.....	6
ABBILDUNG 3-2 AUS [6]: LÖSLICHKEIT DER METALLHYDROXIDE IN ABHÄNGIGKEIT VOM pH-WERT..	10
ABBILDUNG 3-3 AUS [6]: VERLAUF DES pH-WERTES BEI DER FÄLLUNG VON EISEN-II-IONEN ALS HYDROXIDE AUS SAUREM ABWASSER MIT NATRONLAUGE	11
ABBILDUNG 3-4 AUS [2]: SCHEMATISCHE DARSTELLUNG EINES RECHTECKVORKLÄRBECKENS	15
ABBILDUNG 3-5 AUS [6]: LAMELLENABSCHEIDER QUERSCHNITT	16
ABBILDUNG 3-6 AUS[2]: HYDROZYKLON SCHEMATISCH	17
ABBILDUNG 3-7 AUS [2]: PRINZIP DER KUCHENFILTRATION.....	19
ABBILDUNG 5-1:GRUNDFLIEßBILD DER REINIGUNGSANLAGE FÜR ABWÄSSER AUS DEM SCHIFFSBETRIEB UND DER SCHIFFSINNENREINIGUNG	42
ABBILDUNG 5-2: VERFAHRENSFLIEßBILD DER ABWASSERREINIGUNGSANLAGE FÜR ABWÄSSER AUS DEM SCHIFFSBETRIEB UND DER SCHIFFSINNENREINIGUNG.....	43
ABBILDUNG 5-3: AUSZUG AUS DEM LAGEPLAN DER WERFT MIT AUFSTELLRAUM UND SCHEMATISCHER DARSTELLUNG DER NOTWENDIGEN ROHRLEITUNGEN	45
ABBILDUNG 5-4: SKIZZE DES AUFSTELLRAUMES MIT AUFSTELLUNGSPLAN DER ANLAGE	46
ABBILDUNG 6-1: PROJEKTPLANUNG (ZEITLICH) ERSTELLT IN ACOS PLUS.1, VERSION 8.1...	47
ABBILDUNG 7-1: BELASTUNGSFALL DER SEITENWÄNDE DES SAMMELBEHÄLTERS	61
ABBILDUNG 7-2: BELASTUNGSFALL DES BODENS DES SAMMELBEHÄLTERS	62
ABBILDUNG 7-3: SKIZZE DES AUFSTELLRAUMES MIT AUFSTELLUNGSPLAN DER ANLAGE.....	63
ABBILDUNG 8-1: VERGLEICH DER AMORTISATIONSDAUER VERSCHIEDENER INVESTITIONSARIANTEN	79
ABBILDUNG 8-2: VERGLEICH DER AMORTISATIONSDAUER VERSCHIEDENER INVESTITIONSARIANTEN	79
ABBILDUNG 8-3: VERGLEICH DER AMORTISATIONSDAUER VERSCHIEDENER INVESTITIONSARIANTEN	80
ABBILDUNG 8-4: VERGLEICH DER ANNUITÄTEN VERSCHIEDENER INVESTITIONSARIANTEN	80
ABBILDUNG 8-5: VERGLEICH DER ANNUITÄTEN VERSCHIEDENER INVESTITIONSARIANTEN	81
ABBILDUNG 8-6: VERGLEICH DER ANNUITÄTEN VERSCHIEDENER INVESTITIONSARIANTEN	81

TABELLENVERZEICHNIS

TABELLE 3-1: BEISPIELE TECHNISCHER ADSORBENTIEN UND DEREN ANWENDUNGEN	8
TABELLE 3-2: ERWEITERTE FÄLLUNGS-pH-WERT-BEREICHE EINIGER METALLIONEN	11
TABELLE 4-1: ALLGEMEINE ANGABEN ZU DEN ABWASSERPROBEN	25
TABELLE 4-2: ANALYSEERGEBNISSE VON ZWEI ROHWASSERPROBEN (PROBEFAHRTEN 1 UND 2 DER BAU-NR.711)	26
TABELLE 4-3: ERGEBNISSE DER ABWASSERANALYSE DER PROBE NR.1 BEHANDELT MIT LUGAN-ANLAGE (FIRMA BUDERUS).....	28
TABELLE 4-4: ANALYSEERGEBNISSE DER BEI DER FIRMA PROTEC BEHANDELTEN ABWASSERPROBE	30
TABELLE 4-5: ANGEFALLENE ABWASSERMENGEN (ÖL-WASSER-GEMISCH) DER JAHRE 1998-2000	32
TABELLE 5-1: VARIATIONSMATRIX	36
TABELLE 8-1 DARSTELLUNG DER, UNTER EINBEZIEHUNG UNTERSCHIEDLICHER ENTSORGUNGSKOSTENENTWICKLUNGEN, BERECHNETEN INVESTITIONSARIANTEN.....	76
TABELLE 8-2: BERECHNUNG DER KOSTEN FÜR DIE ENTSORGUNG DES IN DER VORREINIGUNGSSTUFE DER ABWASSERREINIGUNGSANLAGE ABGESCHIEDENEN ALTÖLS.....	77
TABELLE 8-3: BERECHNUNG DER JÄHRLICHEN BETRIEBSKOSTEN DER HAUPTREINIGUNGSSTUFE DER ABWASSERREINIGUNGSANLAGE.....	77
TABELLE 8-4: JÄHRLICHE GESAMT-BETRIEBS-KOSTEN DER ABWASSERREINIGUNGSANLAGE	78
TABELLE 8-5: JÄHRLICHE DURCHSCHNITTLLICHE ENTSORGUNGSKOSTEN FÜR ÖL-WASSER- GEMISCHE (OHNE ABWASSERREINIGUNGSANLAGE).....	78

Verzeichnis der verwendeten Abkürzungen

FSG	- Flensburger Schiffbau Gesellschaft mbH
Ro-Ro	- Roll on Roll off - Frachtfähre
Ro-Pax	- Roll on Roll off Passenger X - Passagierfähre
WHG	- Wasserhaushaltsgesetz
AbwV	- Abwasserverordnung
AbfBestV	- Abfallbestimmungsverordnung
LWG	- Landeswassergesetz
VwVwS	- Verwaltungsvorschrift wassergefährdende Stoffe
VawS	- Landesverordnung (des Landes Schleswig-Holstein) über Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen
VV- VAwS	- Verwaltungsvorschrift zum Vollzug der Landesverordnung (des Landes Schleswig-Holstein) über Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen
ATV	- Abwasser-Technische-Vereinigung e.V.
WGK	- Wassergefährdungsklasse
CO ₂	- Kohlendioxid
NaOH	- Natronlauge
CaO	- Calciumoxid (Kalkmilch)
AOX	- Adsorbierbare organische Halogenverbindungen
cbm	- Kubikmeter (aus dem Englischen: cubic meter)
GFK	- Glasfaserverstärkter Kunststoff
DNV	- Det Norske Veritas, Klassifikationsgesellschaft
CSB	- Chemischer Sauerstoffbedarf
DN	- Nenndurchmesser, (aus dem Englischen: diameter nominal)
IEC	- Internationale Elektrotechnische Kommission (aus dem Englischen: International Electrotechnical Commission)