

**Meike Janssen**

**Möglichkeiten, Chancen und Grenzen  
umweltfreundlicher Produktionsverfahren  
als Teil des integrierten Umweltschutzes**

**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 Verlanges. 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 © 1997 Diplom.de  
ISBN: 9783832426255

**Meike Janssen**

**Möglichkeiten, Chancen und Grenzen umweltfreundlicher Produktionsverfahren als Teil des integrierten Umweltschutzes**

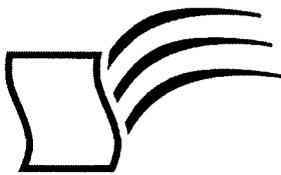


---

Meike Janssen

# **Möglichkeiten, Chancen und Grenzen umweltfreundlicher Produktionsverfahren als Teil des integrierten Umweltschutzes**

Diplomarbeit  
an der Fachhochschule für Wirtschaft Berlin  
März 1997 Abgabe



***Diplomarbeiten Agentur***  
Dipl. Kfm. Dipl. Hdl. Björn Bedey  
Dipl. Wi.-Ing. Martin Haschke  
und Guido Meyer GbR

Hermannstal 119 k  
22119 Hamburg

agentur@diplom.de  
www.diplom.de

ID 2625

Janssen, Meike: Möglichkeiten, Chancen und Grenzen umweltfreundlicher Produktionsverfahren als Teil des integrierten Umweltschutzes / Meike Janssen - Hamburg: Diplomarbeiten Agentur, 2000  
Zugl.: Berlin, Fachhochschule für Wirtschaft, Diplom, 1997

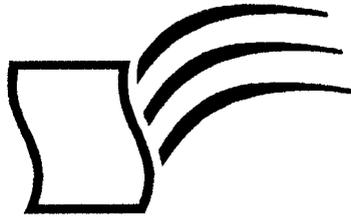
---

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.

Dipl. Kfm. Dipl. Hdl. Björn Bedey, Dipl. Wi.-Ing. Martin Haschke & Guido Meyer GbR  
Diplomarbeiten Agentur, <http://www.diplom.de>, Hamburg 2000  
Printed in Germany



**Diplomarbeiten Agentur**

## **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, Magisterarbeiten, 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**

Dipl. Kfm. Dipl. Hdl. Björn Bedey –  
Dipl. Wi.-Ing. Martin Haschke —  
und Guido Meyer GbR —————

Hermannstal 119 k —————  
22119 Hamburg —————

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

agentur@diplom.de —————  
www.diplom.de —————

**Eidesstattliche Erklärung:**

Hiermit erkläre ich an Eides Statt, daß ich die vorliegende Diplomarbeit selbständig und ohne Hilfe verfaßt, andere als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel nicht benutzt und die den benutzten Quellen wörtlich oder inhaltlich entnommenen Stellen als solche kenntlich gemacht habe.

Berlin, 24. März 1997

.....

(Meike Janssen)

## Inhaltsverzeichnis

	Seite
1.	Einleitung ..... 1
2.	Voraussetzungen für den Einsatz von umweltfreundlichen Produktionsverfahren ..... 2
2.1	Prozeßbilanzierung - Licht in das Dunkel der Black-Box ..... 4
2.1.1	Erstellung einer Prozeßbilanz ..... 8
2.1.2	Bewertung und Maßnahmenplanung ..... 12
2.2	Personelle und organisatorische Voraussetzungen ..... 19
2.2.1	Voraussetzungen im Personalbereich ..... 19
2.2.2	Organisatorische Voraussetzungen ..... 23
3.	Bestandteile und Grenzen des produktionsintegrierten Umweltschutzes ..... 26
3.1	Variation des Inputs ..... 29
3.2	Throughput - umweltfreundliche Prozesse ..... 34
3.2.1	Optimierung bestehender Verfahren ..... 39
3.2.1.1	Verkürzung der Prozeßketten ..... 39
3.2.1.2	Erneuerung bzw. Änderung der Verfahrenstechnik ..... 48
3.2.1.3	Verbesserung der Rohstoff- und Materialausnutzung ..... 55
3.2.1.4	Primäre Emissionsminderung ..... 59
3.2.2	Entwicklung und Einsatz neuer Verfahren ..... 63
3.2.3	Vernetzung und Schließung von Stoffströmen ..... 73
3.2.3.1	Schaffung von Kreisläufen innerhalb des Produktionsprozesses ..... 73
3.2.3.2	Recycling innerhalb des Produktionsprozesses ..... 75
3.3	Output - umweltfreundliche Produkte ..... 82
3.4	Grenzen des produktionsintegrierten Umweltschutzes ..... 85
4.	Wirtschaftlichkeit von umweltfreundlichen Produktionsverfahren ..... 87
4.1	Investitionen ..... 93
5.	Umweltfreundliche Produktionsverfahren und Öko-Audit .. 96
6.	Schlußfolgerungen ..... 99
Literatur	..... 101

## Verzeichnis der Abbildungen und Tabellen

	Seite
Abbildung 1: Black-Box-Darstellung einer Brauerei	7
Abbildung 2: Prozeßbilanz für die Herstellung von C-TRANS-Säcken (500 Stück) aus Kunststoffolien	11
Abbildung 3: Die Beurteilung der Prozesse	15
Abbildung 4: Entscheidungsgrid für die Beispielprojekte	19
Abbildung 5: Idealtypische Organisation des Umweltschutzes	24
Abbildung 6: Energieaufwand für verschiedene Erzeugungsrouten zur Herstellung von Kaltband	40
Abbildung 7: Qualitativer Prozeßtemperaturverlauf der Hochofen-LD-Konverter-Route	42
Abbildung 8: Verfahrensschritte beim Kalt-, Heiß- und Direkt-einsatz von Brammen in einer Warmbandstraße	43
Abbildung 9: Prozeßverkürzung bei der Warmbandherstellung	44
Abbildung 10: CSP-Anlage in Crawfordsville/USA	45
Abbildung 11: ISP-Anlage in Cremona/Italien	46
Abbildung 12: Herkömmliche Filtrationstechnologie von Bier	50
Abbildung 13: Crossflow-Anlage zur Klarfiltration von Flüssigkeiten	51
Abbildung 14: Umweltentlastung durch den Einsatz von Gentechnik im Produktionsprozeß G6P-DH	57
Abbildung 15: Verringerung des Produktionsabfalls durch Zick-Zack-Anordnung	58
Abbildung 16: Vergleich Eisen-/Katalytische Reduktion bei der Herstellung aromatischer Amine	68
Abbildung 17: QSL-Anlage der Bleihütte Berzelius Stolberg GmbH	71
Abbildung 18: Ultrafiltrationsanlage mit Membranen in Rohrmodulen	81
Abbildung 19: Investitionen für Umweltschutz des Produzierenden Gewerbes nach Investitionsarten in vH	95
Tabelle 1: Bewertungstabelle	18
Tabelle 2: Gewichtungstabelle	18

## Verzeichnis der Abkürzungen

$\mu\text{m}$	=	Mikrometer (0,000001 m)
BSB	=	Biologischer Sauerstoffbedarf
CBN	=	Kubisches Bornitrid
CO	=	Kohlenmonoxid
CO <sub>2</sub>	=	Kohlendioxid
CSB	=	Chemischer Sauerstoffbedarf
GHz	=	Gigahertz (1 000 000 Hz)
GJ/Mg	=	Gigajoule/Megagramm (1 000 000 kJ/1 000 kg)
H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	=	Wasserstoffperoxid
H <sub>2</sub> S	=	Schwefelwasserstoff
HC	=	Kohlenwasserstoff
kJ/Mg	=	Kilojoule/Megagramm (1 000 J/1 000 kg)
kWh	=	Kilowattstunde
NO <sub>x</sub>	=	Stickoxid
SO <sub>2</sub>	=	Schwefeldioxid

## **1. Einleitung**

Die industrielle Produktion steht auf allen Stufen in vielfältigen Austauschbeziehungen zur natürlichen Umwelt. Offene Stoffflüsse belasten die Umwelt vor allem durch die Entnahme natürlicher Ressourcen (Rohstoffe, Hilfsstoffe und Energie) und durch produktionsbedingte Emissionen u.a. in Form von Schadgasen, Abwässern, Abfällen und Reststoffen. Die konkrete Belastung der Umweltmedien Wasser, Luft und Boden hängt jedoch stark vom jeweiligen Produktionsverfahren und den verwendeten bzw. hergestellten Stoffen ab (vgl. BMFT 1994, S. 9).

In der vorliegenden Arbeit soll aufgezeigt werden, welche Möglichkeiten umweltfreundlicher Produktionsverfahren im Sinne des integrierten Umweltschutzes theoretisch vorhanden sind, welche Chancen in der ökonomischen Realität bestehen und an welche Grenzen der integrierte Umweltschutz insgesamt stoßen kann.

Deutschland ging auf dem Umweltgipfel der Vereinten Nationen 1992 in Rio de Janeiro zusammen mit vielen anderen Ländern der Erde eine Verpflichtung zur nachhaltigen umweltverträglichen Entwicklung (Sustainable Development) ein. Ein Beitrag zur Einlösung dieser Verpflichtung ist das im Frühjahr 1994 verabschiedete Kreislaufwirtschaftsgesetz mit dem politischen Motiv der umweltfreundlichen Umgestaltung des Wirtschaftssystems. Konkret bedeutet dies, daß das Produktions- und Fertigungssystem mit seinen vielen Abfallströmen und ungewollten Nebenprodukten dahingehend umgestaltet werden soll, daß davon soviel wie möglich wiederverwendet werden kann. Die Durchflusswirtschaft soll also in eine Kreislaufwirtschaft umgestaltet werden. Zur Verwirklichung dieser Idealvorstellung sind jedoch eine kritische Überprüfung und ein Überdenken des hochvernetzten Produktionssystems erforderlich (vgl. Schroeter 1994, S. 29). Der Weg der nachhaltigen, zukunftsverträglichen Entwicklung kann nach Einschätzung der Industrie- und Handelskammern Nordrhein-Westfalens der des produktionsintegrierten Umweltschutzes sein (vgl. IHK 1996, S. 9).