

infernum

Prozeßintegrierter Umweltschutz



Fraunhofer Institut
Umwelt-, Sicherheits-,
Energietechnik UMSICHT



FernUniversität
Gesamthochschule in Hagen

Inhalt

1	Einleitung	5
1.1	Motivation und Ziel	5
1.2	Einführung in das Thema	5
2	Definitionen	8
2.1	Umweltverträgliche Technologien	8
2.2	Bilanzierungsgrenzen	9
2.3	Einzelmaßnahmen	10
2.4	Prozessintegrierter Umweltschutz	11
2.5	Produktionsintegrierter Umweltschutz	13
2.6	Produktintegrierter Umweltschutz	15
2.7	Ökobilanzierung (Life Cycle Assessment, LCA)	17
2.8	Nachhaltigkeit (Sustainable Development)	20
2.9	Design for Environment (DFE)	22
2.10	Responsible Care („verantwortliches Handeln“)	22
2.11	Zusammenfassung	23
2.12	Aufgaben	25
3	Grundprinzipien des prozessintegrierten Umweltschutzes	27
3.1	Einleitung	27
3.2	Stofftransport in homogenen Medien	28
3.2.1	Diffusion	28
3.2.2	Konvektion	30
3.2.3	Turbulenter Stofftransport	32
3.3	Stofftransport zwischen physikalischen Phasen	33
3.3.1	Verdampfung	34
3.3.2	Absorption	37
3.4	Reaktionstechnische Grundlagen	43
3.4.1	Kenngößen zur Beurteilung	43
3.4.2	Irreversible chemische Reaktionen	44
3.4.3	Reversible chemische Reaktionen	49
3.5	Aufgaben	51
4	Methoden des prozessintegrierten Umweltschutzes	52
4.1	Prozessoptimierung	52
4.2	Energetische Prozessoptimierung	52
4.2.1	Pinch-Analyse	53
4.3	Prozessintensivierung	59
4.4	Aufgaben	69

5	Anwendungsbeispiele	71
5.1	Herstellung von Polyvinylchlorid (PVC)	71
5.1.1	Die PVC-Synthese	71
5.1.2	Herstellung von Vinylchlorid	72
5.2	Herstellung von Polypropylen (PP)	74
5.2.1	Herkömmliches Suspensionsverfahren zur Herstellung von Polypropylen	74
5.2.2	Verbessertes Masseverfahren zur Herstellung von Polypropylen	75
5.3	Herstellung von Vitamin B3 (Nicotinsäure)	76
5.3.1	Herkömmliches Verfahren zur Herstellung von Nicotinsäure	76
5.3.2	Verbessertes Verfahren zur Herstellung von Nicotinsäure	77
5.4	Herstellung von Holz- und Zellstoff für die Papierindustrie	79
5.4.1	Herstellungsprozess für Holzstoff	80
5.4.2	Herstellungsprozess für Zellstoff	82
5.4.3	Abschlussbemerkung zu Holz- und Zellstoffprozess	84
A	Anhang	86
A.1	Symbolverzeichnis	86
A.2	Literatur	90
A.3	Lösungen der Aufgaben	93
A.3.1	Zu Kapitel 2	93
A.3.2	Zu Kapitel 3	94
A.3.3	Zu Kapitel 4	98
A.4	Glossar	102
A.5	Abbildungsverzeichnis	111
A.6	Tabellenverzeichnis	112

1 Einleitung

Das Streben des Menschen nach Fortschritt erfordert gerade in der heutigen Zeit einen verantwortlichen, nachhaltigen Umgang mit Ressourcen und der Umwelt. Die Entwicklung verträglicher Produktionsverfahren und verfahrenstechnischer Prozesse ist die Aufgabe des modernen Ingenieurs, Planers und Entwicklers.

Ressourcen

Prozess

Der spanische Kulturphilosoph Jose Ortega y Gasset (1883-1955) sagte: „Technik ist die Anstrengung, Anstrengungen zu ersparen.“ So hat intelligente Umwelttechnik die Funktion, die Anstrengungen zur Behebung der Folgen notwendiger, technischer Innovationen zu minimieren oder gar zu verhindern.

1.1 Motivation und Ziel

Umwelttechnik als zukunftsfähige Form der Chemie- und Verfahrenstechnik hat Nachhaltigkeit von Produktionsabläufen, Produktlebenszyklen und industriellen Entwicklungen zum primären Ziel. Im Gegensatz zu traditionellen und z.T. überholten „end-of-pipe“-Technologien als Beispiel für nachsorgenden, additiven Umweltschutz, stellt der produktionsintegrierte Umweltschutz (PIUS) eine moderne und intelligente Variante des vorsorgenden Umweltschutzes dar. Bereits bei der Planung von (neuen) Produkten, Produktionsanlagen und Herstellungsprozessen wird hier die Minimierung von Abfall- und Nebenprodukten, Energie- und Ressourcenverbrauch angestrebt.

„end-of-pipe“-Technologien

Abfall
Nebenprodukte, Reststoffe

Der prozessintegrierte Umweltschutz als wesentlicher Teilaspekt des produktionsintegrierten Umweltschutzes strebt nach einem verfahrens- bzw. umwelttechnischen Optimum innerhalb eines einzelnen Prozesses, wobei der Prozess aus mehreren Einzelschritten besteht. Das umwelttechnische Optimum kann aus den Optima der Einzelmaßnahmen bestehen, was aber nicht die Regel ist, da sich die Prozessschritte über Verknüpfungen, insbesondere bei unmittelbarer Nähe in der Prozessabfolge, gegenseitig beeinflussen.

In der Kurseinheit werden die Grundlagen des prozessintegrierten Umweltschutzes und seine Hauptanwendungsgebiete vermittelt. Neben einer Standortdefinition im Rahmen von Ökobilanzierung („Life Cycle Assessment“), Design for Environment (DFE), Responsible Care („verantwortliches Handeln“) und technischen Restriktionen werden Prozessoptimierung, Prozessintensivierung und neue/integrierte Techniken behandelt. Der prozessintegrierte Umweltschutz wird dabei insbesondere hinsichtlich der Thermodynamik, Kinetik chemischer Reaktionen, Stoff- und Wärmetransportvorgängen und reaktionstechnischen Kenngrößen beleuchtet. Anhand von unterschiedlichen Verfahrensbeispielen wird die Innovationskraft des prozessintegrierten Umweltschutzes als sinnvolle und nachhaltige Effizienz- und Einsparstrategie verdeutlicht.

1.2 Einführung in das Thema

Unter dem Begriff „Umwelttechnik“ oder präziser „Umweltverfahrenstechnik“ versteht man allgemein die Techniken, die die Vermeidung oder Verminderung von Umweltschäden zum Ziel haben. Dabei gehören die beiden Fachdisziplinen Sicherheitstechnik und Umwelttechnik zusammen, denn durch den sicherheitstechnischen Schutz von Betriebspersonal, Bevölkerung und Betrieb wird oft gleichzeitig die Umwelt vor potenziellen, schädlichen stofflichen und energetischen Einwirkungen bewahrt. Je umweltfreundlicher ein Verfahren ist, umso sicherer ist es zumeist auch.