

Inhaltsverzeichnis

1	Einführung	1
1.1	Einleitung und Überblick	1
1.2	Geschichtlicher Hintergrund	3
1.2.1	Motivation	3
1.2.2	Qualitative Betrachtungen	4
1.2.3	Die ersten Theorien und Anwendungen im Energiebereich	6
1.2.4	Die ersten umfassenderen Bewertungsansätze	9
1.2.5	Der Einfluss limitierender Faktoren	10
1.3	Die heutige Ökobilanz	11
1.3.1	Struktur der Methode	11
1.3.2	Axiomatische Herleitung	14
1.3.3	Ökobilanzanwendungen	16
1.3.4	Verschiedene Ökobilanztypen	17
1.4	Positionierung der Ökobilanz	18
1.4.1	Die Ökobilanz im Umfeld anderer Umweltanalyseinstrumente	18
1.4.2	Der Einflussbereich von Ökobilanzen	20
1.4.3	Ökobilanzen liefern keine Entscheide, aber Entscheidungsgrundlagen	22
	Literatur	23
2	Zieldefinition und Bilanzrahmen	27
2.1	Einführung	27
2.2	Welches Umweltanalyseinstrument?	27
2.3	Zieldefinition	28
2.4	Bilanzrahmen	30
2.4.1	Definition der funktionellen Einheit	30
2.4.2	Auswahl der Alternativen	32
2.4.3	Beschreibung und Aufbau der Produktsysteme	32
2.4.4	Geographischer Geltungsbereich und geographische Systemgrenze	34
2.4.5	Zeitlicher Geltungsbereich und zeitliche Systemgrenze	35

2.4.6	Technologischer Geltungsbereich	36
2.4.7	Definition des Schutzgutes „Umwelt“	37
2.4.8	Anforderungen an die Datenqualität	37
2.4.9	Vorgehen bei der Datenerfassung	38
2.4.10	Art und Verfahren der kritischen Prüfung	39
2.4.11	Art und Verfahren der Berichterstattung	40
	Literatur	40
3	Sachbilanz	43
3.1	Übersicht	43
3.2	Vom betrieblichen Rechnungswesen zur Sachbilanz	44
3.2.1	Einführung	44
3.2.2	Wirtschaftliche Aktivitäten	45
3.2.3	Ressourcenentnahme und Schadstoffemissionen	47
3.2.4	Produktionsfunktion	47
3.3	Mathematische Repräsentation von Einheitsprozessen	48
3.4	Vom Einheitsprozess zu Prozessnetzwerken: Der Matrixansatz ...	50
3.5	Datenerfassung	57
3.6	Allokation bei Mehrproduktprozessen und beim Recycling	58
3.6.1	Übersicht	58
3.6.2	Allokationsverfahren gemäß ISO 14044	59
3.6.3	Kommentar und Kritik am ISO-Allokationsverfahren	70
3.6.4	Zeitaspekte des Recycling	80
3.6.5	Fazit	85
3.7	Recycling-Allokationsansätze in der Praxis	85
3.7.1	Theoretische Grundlagen	85
3.7.2	Anwendungsbeispiel	90
3.8	Datendokumentation und -qualität	92
3.9	Ökobilanzsoftware	93
3.10	Die ecoinvent-Datenbank v2	94
3.10.1	Gemeinsame Initiative des ETH-Bereichs und Schweizerischer Bundesämter	94
3.10.2	Gebündeltes Wissen	94
3.10.3	Eliminierte Schwachstellen	95
3.10.4	Zugang zu ecoinvent	95
3.10.5	ecoinvent-Datenbank v3	96
3.11	Sachbilanzergebnisse	96
	Literatur	97
4	Wirkungsabschätzung	101
4.1	Einführung	101
4.2	Grundschema der Wirkungsabschätzung	102
4.3	Die Wirkungsabschätzung gemäß ISO 14044	104
4.4	Übersicht über Ökobilanz-Bewertungsmethoden	107

4.4.1	Eine Typologie für Bewertungsmethoden	107
4.4.2	Stellvertreterindikatoren.	107
4.4.3	Panelmethoden	108
4.4.4	Behördliche und politische Ziele und Grenzwerte.	109
4.5	Umweltwirkungsindikatoren	109
4.5.1	Übersicht	109
4.5.2	Klimawandel (Verstärkung des Treibhauseffekts)	110
4.5.3	Abbau der stratosphärischen Ozonschicht.	111
4.5.4	Partikelbildung	111
4.5.5	Photochemische Oxidantenbildung	113
4.5.6	Versauerung	114
4.5.7	Überdüngung mariner Ökosysteme	115
4.5.8	Ökotoxizität	115
4.5.9	Biodiversitätsverluste durch Landnutzung (Biodiversitätsfußabdruck).	117
4.5.10	Kumulierter Energieaufwand (KEA)	118
4.5.11	Knappheit der Wasserressourcen	119
4.5.12	Mineralische Primärressourcen	120
4.5.13	Globale Harmonisierung von Umweltindikatoren in der Life Cycle Initiative	121
4.6	Vollagegrierte Bewertungsmethoden.	122
4.6.1	Übersicht	122
4.6.2	Methode der ökologischen Knappheit: Ökofaktoren 2013 für die Schweiz	123
4.6.3	Methode der ökologischen Knappheit: Ökofaktoren 2013 für Deutschland	125
4.6.4	Schadensorientierte ökologische Bewertung nach Eco-Indicator 99	126
4.6.5	Schadensorientierte Bewertungsmethode ReCiPe 2016	131
4.6.6	Wirkungskategorien des Product Environmental Footprints: ILCD 2011	132
4.6.7	LCImpact	133
4.6.8	Impact World+	134
4.6.9	Zusammenfassende Beschreibung der Bewertungsmethoden.	135
	Literatur.	142
5	Interpretation	147
5.1	Übersicht	147
5.2	Unsicherheitsanalysen	148
5.3	Sensitivitätsanalysen	150
5.4	Folgerungen	150
	Literatur.	151

6	Kritisches Gutachten und Berichterstattung	153
6.1	Kritisches Gutachten (Critical Review)	153
6.2	Berichterstattung	154
	Literatur.	154
7	Neue Ansätze	155
7.1	Einleitung und Überblick	155
7.2	Entscheiden oder beschreiben	156
7.2.1	Einführung	156
7.2.2	Fragestellungen und zugehörige Ansätze.	157
7.2.3	Die beschreibende Ökobilanz	158
7.2.4	Die konsequenzenorientierte Ökobilanz	159
7.2.5	Die entscheidorientierte Ökobilanz	162
7.2.6	Szenariobasierte Ökobilanzen	163
7.2.7	Synthese und Vorgehenstipps	164
7.2.8	Anwendungsbeispiel einer vereinfachten entscheidorientierten Ökobilanz	165
7.3	Die umwelterweiterte Input-Output-Tabelle	167
7.3.1	Einführung	167
7.3.2	Die Struktur von umwelterweiterten Input-Output-Tabellen	168
7.3.3	Verfügbare Input-Output-Tabellen	169
7.3.4	Einsatzmöglichkeiten und Anwendungsbeispiele	170
7.4	Regionalisierung	172
7.4.1	Einführung	172
7.4.2	Regionalisierte Sachbilanzdaten	172
7.4.3	Regionalisierte Schadensmodellierung	173
7.4.4	Regionalisierung in der Ökobilanzsoftware	175
7.5	Ausblick	176
	Literatur.	177
8	Informationen für den Einstieg	181
8.1	Überblick	181
8.2	Einführende Literatur und Fallstudie	181
8.3	Ökobilanzdrehscheiben und -diskussionsgruppen	183
8.4	Ökobilanzfachzeitschriften	183
8.5	Ökobilanzdatenbanken und – Standarddatensätze	184
8.6	Ökobilanzsoftware	186
8.7	Zehn Ratschläge für besseres Ökobilanzieren	187
	Literatur.	189
9	Fallstudie: Vergleichende Ökobilanz von T-Shirts	191
9.1	Einleitung	191
9.2	Zieldefinition und Bilanzrahmen	192
9.3	Sachbilanz	193

9.3.1	Allokationen	193
9.3.2	Produktsystem und Sachbilanzdaten	194
9.4	Wirkungsabschätzung	197
9.5	Diskussion der Ökobilanzergebnisse	202
9.6	Einfluss verschiedener Modellierungsoptionen	202
9.6.1	Recycling: End-of-Life-Ansatz	202
9.6.2	Sensitivitätsanalyse	204
9.6.3	Bestimmung eines Grenzstrommix	204
	Literatur.	207
10	Lösungen der Fallstudie: Vergleichende	
	Ökobilanz von T-Shirts	209
10.1	Zieldefinition und Bilanzrahmen	209
10.2	Sachbilanz	210
10.2.1	Allokationen	210
10.2.2	Produktsystem und Sachbilanzdaten	212
10.3	Wirkungsabschätzung	212
10.4	Diskussion der Ökobilanz Ergebnisse	217
10.4.1	Treibhausgasemissionen	217
10.4.2	Marine Eutrophierung	219
10.4.3	Artenverlustpotenzial	220
10.5	Einfluss verschiedener Modellierungsoptionen	222
10.5.1	End-of-Life-Ansatz	222
10.5.2	Sensitivitätsanalyse	225
10.5.3	Einfluss eines Grenzstrommix	229
	Literatur.	231
	Anhang	233
	Glossar	245
	Literatur.	249
	Stichwortverzeichnis	251