
Umweltbewertung für Ingenieure

Martin Kaltschmitt · Liselotte Schebek
Herausgeber

Umweltbewertung für Ingenieure

Methoden und Verfahren

 Springer Vieweg

Herausgeber

Prof. Dr.-Ing. Martin Kaltschmitt
Institut für Umwelttechnik und
Energiewirtschaft (IUE)
Technische Universität Hamburg-Harburg
(TUHH)
Hamburg, Deutschland

Prof. Dr. rer. nat. Liselotte Schebek
Fachgebiet Stoffstrommanagement und
Ressourcenwirtschaft, Institut IWAR
Technische Universität Darmstadt (TUDa)
Darmstadt, Deutschland

ISBN 978-3-642-36988-9
DOI 10.1007/978-3-642-36989-6

ISBN 978-3-642-36989-6 (eBook)

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

Springer Vieweg

© Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2015

Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung, die nicht ausdrücklich vom Urheberrechtsgesetz zugelassen ist, bedarf der vorherigen Zustimmung des Verlags. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Bearbeitungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

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.

Gedruckt auf säurefreiem und chlorfrei gebleichtem Papier.

Springer Vieweg ist eine Marke von Springer DE. Springer DE ist Teil der Fachverlagsgruppe Springer Science+Business Media

www.springer-vieweg.de

Inhaltsverzeichnis

Autorenverzeichnis	XI
1 Einleitung	1
Martin Kaltschmitt und Liselotte Schebek	
1.1 Begriffsdefinitionen	4
1.2 Entstehung von Umweltproblemen	7
1.3 Herausforderungen für Umweltbewertungsmethoden	10
1.4 Ziel	12
Literatur	14
2 Anthropogene Umweltwirkungen	15
Liselotte Schebek, Karoline Wowra, Wolfgang Ahlf und Alexander Scheffler	
2.1 Umweltwirkungen und Umweltprobleme	15
2.1.1 Indikatorensysteme	18
2.1.2 Umwelt-Bestandsaufnahmen	20
2.2 Ausgewählte Umweltprobleme	22
2.2.1 Klimawandel	22
2.2.2 Wasser	27
2.2.3 Landnutzungswandel	31
2.2.4 Biodiversität	33
2.2.5 Umweltchemikalien	35
2.2.6 Luftbelastung	36
2.2.7 Nährstoffeinträge	37
Literatur	39
3 Elemente von Umweltbewertungsmethoden	43
Christiane Brockmann, Bernd Hansjürgens, Christian Hickel, Wilfried Kühling, Uwe Lahl, Hans Joachim Linke, Alfred Nordmann, Rüdiger Schaldach und Liselotte Schebek	
3.1 Ziel-, Objekt- und Rahmendefinition	46
3.2 Analyse und Bewertung	47

3.3	Mess- und Analyseverfahren	57
3.3.1	Auswahl	57
3.3.2	Ablauf	58
3.3.3	Interpretation	60
3.4	Geoinformationssysteme für raumbezogene Umweltanalysen	63
3.4.1	Grundlagen	64
3.4.2	Geoobjekte	68
3.4.3	Datenmodell, Datenbankmodell und Datenbank	72
3.4.4	Datenquellen und Erfassungsmethoden	75
3.4.5	Analysefunktionalitäten	77
3.4.6	Präsentationsfunktionalitäten	77
3.5	Systeme und Modelle	78
3.5.1	Systembegriff	78
3.5.2	Modellbegriff und Modelltypen	80
3.5.3	Modellbildung	84
3.5.4	Modellanwendung	88
3.6	Ökologische Bewertungsansätze	94
3.6.1	Bewertungsdilemma	96
3.6.2	Schutzgüter	98
3.6.3	Schutzkonzepte	99
3.6.4	Indikatoren und Belastungsgrenzen nach dem Wirkungsmodell	104
3.6.5	Umweltqualitätsziele	109
3.6.6	Beispiel: Beurteilung der Luftqualität für das Schutzgut Mensch	113
3.6.7	Lösungsbeitrag: Verfahren zur Standardsetzung	124
3.7	Ökonomische und soziale Bewertungsansätze	127
3.7.1	Ökonomische Bewertungsansätze	128
3.7.2	Soziale Bewertungsansätze	137
3.7.3	Verfahren der Entscheidungsunterstützung	138
3.7.4	Fazit	145
3.8	Grundsätze von Umweltpolitik und Umweltrecht	146
3.8.1	Internationale Ebene	147
3.8.2	EU-Ebene	150
3.8.3	Nationale Ebene	151
3.8.4	Beispiele	154
	Literatur	164
4	Risikoabschätzung für chemische Stoffe	173
	Martin Führ und Silke Kleihauer	
4.1	Stoffbezogene Risikoregulierung	177
4.1.1	Stoffrecht	178
4.1.2	Herausforderung und Ziele von REACH	181
4.2	Risikoabschätzung nach REACH	182

4.2.1	Stoffe mit und ohne Schwellenwert	182
4.2.2	Stoffsicherheitsbeurteilung	182
4.2.3	Ermittlung schädlicher Wirkungen	184
4.2.4	Beispiel: PNEC-Werte für Tetrachlorethylen	190
4.2.5	Risikobeschreibung	195
4.2.6	Rechtsfolgen	197
4.3	Stoffwirkungen jenseits des Standardverfahrens	197
4.4	Kernelemente der Risikoabschätzung	198
4.5	Würdigung	199
	Literatur	199
5	Lebenszyklusanalysen	203
	Laura Ausberg, Andreas Ciroth, Silke Feifel, Juliane Franze, Martin Kaltschmitt, Inga Klemmayer, Kirsten Meyer, Peter Saling, Liselotte Schebek, Jana Weinberg und Christina Wulf	
5.1	Methodik	205
5.1.1	„Klassische“ Ökobilanzen	212
5.1.1.1	Definition von Ziel, Objekt und Untersuchungsrahmen	213
5.1.1.2	Sachbilanz	215
5.1.1.3	Wirkungsabschätzung	223
5.1.1.4	Auswertung	230
5.1.2	Spezialformen	233
5.1.2.1	Carbon Footprint	234
5.1.2.2	Water Footprint	238
5.1.2.3	Kumulierter fossiler Energieaufwand (KEA)	246
5.1.3	Social LCA	249
5.1.3.1	Methodik	249
5.1.3.2	Einordnung	251
5.1.3.3	Kritische Würdigung	257
5.1.4	Bewertung von mehr als einer Nachhaltigkeitsdimension	260
5.1.4.1	Ökoeffizienz-Analyse	261
5.1.4.2	SEEBALANCE	263
5.2	Beispiele	268
5.2.1	Ökobilanzen einer Wärmebereitstellung für Wohngebäude	268
5.2.2	Ökobilanz leichter Holzwerkstoffplatten	284
5.2.3	Water Footprint der Palmölproduktion	293
5.2.4	SEEBALANCE für 4-Methoxyacetophenol	300
	Literatur	306
6	Umweltverträglichkeitsprüfung	315
	Kerstin Kuchta und Wilfried Kühling	
6.1	Ablauf einer UVP	318

6.2	Bewertung einer „wirksamen Umweltvorsorge“ nach UVP-Gesetz	321
6.2.1	Prüfmaßstäbe und rechtlicher Rahmen	323
6.2.2	Unterschied zwischen Bewertung und Entscheidung	324
6.3	Prüfungsgefüge bei gebundenen Entscheidungen	325
6.3.1	Der Prüfungsgegenstand	327
6.3.2	Der Untersuchungsgegenstand	330
6.3.3	Zusammenfassende Darstellung als Bewertungsgegenstand	332
6.3.4	Entscheidungsvorbereitung	333
6.3.5	Bewertung im Genehmigungsverfahren nach BImSchG (Träger- verfahren)	336
6.3.6	Notwendigkeit UVP-konformer Bewertungsstandards	337
6.4	Umweltbewertung in der räumlichen Planung	337
6.4.1	Räumliche Gesamtplanung	337
6.4.2	Räumliche Umwelt-Fachplanungdefault]Umwelt-Fachplanung	339
6.4.3	Abwägung	340
6.5	Beispiel für eine UVU	340
6.5.1	Anlagendaten	342
6.5.2	Standort-, Anlagen- und Verfahrensbeschreibungen	342
6.5.3	Beurteilung der Emissionssituation	343
6.5.4	Immissionsvorbelastungsmessungen im Untersuchungsraum	343
6.5.5	Ermittlung und Beschreibung der Umweltauswirkungen	347
6.5.6	Schutzgut Tiere, Pflanzen, Biotope und biologische Vielfalt	351
6.5.7	Schwierigkeiten bei der Zusammenstellung der Angaben	355
6.5.8	Zusammenfassende Bewertung des Vorhabens	355
	Literatur	357
7	Umweltmanagementsysteme	359
	Anette von Ahsen, Udo Bradersen, André Loske und Susanne Marczian	
7.1	Grundlagen	360
7.1.1	Historische Entwicklung	361
7.1.2	Normen und Verordnungen	365
7.1.3	Strategisches Umweltmanagement	370
7.1.4	Planungs- und Kontrollinstrumente	372
7.1.5	Umweltreporting	380
7.1.6	Mehrdimensionales Management	383
7.2	Fallstudien	388
7.2.1	Umweltmanagement bei Ford	388
7.2.2	Umweltmanagement beim Hamburger Flughafen	393
7.2.3	Umweltmanagement bei der BMW Group	397
	Literatur	399

8	Technikfolgenabschätzung	403
	Michael Decker und Jens Schippl	
8.1	Methodik	404
8.1.1	TA als „gelingende Praxis“	406
8.1.2	Der TA-Prozess	408
8.1.3	Ausblick	413
8.2	Fallbeispiele	414
8.2.1	MyCopter-Projekt	414
8.2.2	Roadmap Umwelttechnologien 2020	422
	Literatur	434
9	Systematisierung der Methodenvielfalt	439
	Liselotte Schebek und Martin Kaltschmitt	
9.1	Gruppierung nach Eigenschaften	443
9.2	Gruppierung nach Anwendungskontexten	446
9.3	Fazit	447
	Literatur	449
	Sachverzeichnis	451

Autorenverzeichnis

PD Dr. Wolfgang Ahlf Technische Universität Hamburg-Harburg (TUHH), Institut für Umwelttechnik und Energiewirtschaft (IUE), Hamburg, Deutschland

Dipl.-Ing. Laura Ausberg Ökopol GmbH, Hamburg, Deutschland

Dipl.-Biol. Udo Bradersen Flughafen Hamburg GmbH, Zentralbereich Umwelt, Hamburg, Deutschland

Dr. Christiane Brockmann Technische Universität Darmstadt (TUDa), Fachgebiet Stoffstrommanagement und Ressourcenwirtschaft, Institut IWAR, Darmstadt, Deutschland

Dr.-Ing. Andreas Ciroth GreenDelta GmbH, Berlin, Deutschland

Prof. Dr. Michael Decker Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Institut für Technikfolgenabschätzung und Systemanalyse (ITAS), Karlsruhe, Deutschland

Dipl.-Ing. (FH), MSc Silke Feifel Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Institut für Technikfolgenabschätzung und Systemanalyse (ITAS), Karlsruhe, Deutschland

Dipl.-Ök. Juliane Franze GreenDelta GmbH, Berlin, Deutschland

Prof. Dr. Martin Führ Hochschule Darmstadt, Studienbereich Sozial- und Kulturwissenschaften, Sonderforschungsgruppe Institutionenanalyse (sofia), Darmstadt, Deutschland

Prof. Dr. Bernd Hansjürgens Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung (UFZ), Department Ökonomie, Leipzig, Deutschland

Dipl.-Ing. Christian Hickel Technische Universität Darmstadt (TUDa), Fachgebiet Landmanagement, Geodätisches Institut, Darmstadt, Deutschland

Prof. Dr.-Ing. Martin Kaltschmitt Technische Universität Hamburg-Harburg (TUHH), Institut für Umwelttechnik und Energiewirtschaft (IUE), Hamburg, Deutschland

Dr. Silke Kleihauer Hochschule Darmstadt, Sonderforschungsgruppe Institutionenanalyse (sofia), Darmstadt, Deutschland

MSc Inga Klemmayer Technische Universität Hamburg-Harburg (TUHH), Institut für Wasserressourcen und Wasserversorgung, Hamburg, Deutschland

Prof. Dr.-Ing. Kerstin Kuchta Technische Universität Hamburg-Harburg (TUHH), Institut für Umwelttechnik und Energiewirtschaft (IUE), Hamburg, Deutschland

Prof. Dr.-Ing. Wilfried Kühling Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg, Institut für Geowissenschaften und Geographie, Halle, Deutschland

Apl. Prof. Dr. habil. Uwe Lahl Technische Universität Darmstadt (TUDa), Fachgebiet Stoffstrommanagement und Ressourcenwirtschaft, Institut IWAR, Darmstadt, Deutschland

Prof. Dr.-Ing. Hans Joachim Linke Technische Universität Darmstadt (TUDa), Fachgebiet Landmanagement, Geodätisches Institut, Darmstadt, Deutschland

Dipl.-Wirtsch.-Inform. André Loske Technische Universität Darmstadt (TUDa), Fachgebiet Wirtschaftsinformatik, Darmstadt, Deutschland

Dipl.-Biol. Susanne Marczian Ford-Werke GmbH, Environmental Coordination, Köln, Deutschland

Dipl.-Ing. Kirsten Meyer Technische Universität Hamburg-Harburg (TUHH), Institut für Umwelttechnik und Energiewirtschaft (IUE), Hamburg, Deutschland

Prof. Dr. Alfred Nordmann Technische Universität Darmstadt (TUDa), Institut für Philosophie, Darmstadt, Deutschland

Dr. Peter Saling BASF SE, Ludwigshafen, Deutschland

PD Dr.-Ing. Rüdiger Schaldach Universität Kassel, Center for Environmental Systems Research, Kassel, Deutschland

Prof. Dr. Liselotte Schebek Technische Universität Darmstadt (TUDa), Fachgebiet Stoffstrommanagement und Ressourcenwirtschaft, Institut IWAR, Darmstadt, Deutschland

Dipl.-Geograph Alexander Scheffler Technische Universität Hamburg-Harburg (TUHH), Institut für Umwelttechnik und Energiewirtschaft (IUE), Hamburg, Deutschland

Dipl.-Geograph Jens Schippel Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Institut für Technikfolgenabschätzung und Systemanalyse (ITAS), Karlsruhe, Deutschland

Prof. Dr. Anette von Ahsen Technische Universität Darmstadt (TUDa), Fachgebiet Rechnungswesen, Controlling und Wirtschaftsprüfung, Darmstadt, Deutschland

Dr.-Ing. Jana Weinberg Technische Universität Hamburg-Harburg (TUHH), Institut für Umwelttechnik und Energiewirtschaft (IUE), Hamburg, Deutschland

Dipl.-Ing. agr. Karoline Wowra Technische Universität Darmstadt (TUDa), Fachgebiet Stoffstrommanagement und Ressourcenwirtschaft, Institut IWAR, Darmstadt, Deutschland

Dipl.-Ing. Christina Wulf Technische Universität Hamburg-Harburg (TUHH), Institut für Umwelttechnik und Energiewirtschaft (IUE), Hamburg, Deutschland