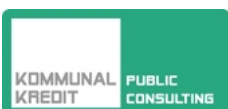


Umweltökonomische Bewertung  
von Sanierungsmaßnahmen

f58262599615d32dfc38f51f805ae320b0  
98703f215617e22a500ed556a108aabdf  
3679ff  
7a808f  
83b8298e5b29a0d60e9b9a2699b0373586  
207e2fe2be9  
b3c398bafe9  
9e6ba8f9185d4e1600f6baf3d97ab3918b54  
28662ce98e58b8759cbe9b1deb31478b78  
2d466ce2c2b0807775db3305b228b37a061065fd  
b9e70139977d75db3305b228b37a061065fd  
6406d68cf1492328af2c55727003f445458  
4ea9acc2c82facceÖkonomie9958b4608995  
c3574f06c949823f0885652fbb4a4d1d9e  
00cbcc3a5cc82b3999f2a4936mKWA018f29b0  
a31d377e7eddd83ea2a4936mKWA018f29b0  
c21e26e0ec8178662282db581c323f0805b6  
51c0d8e0eff77ba2b552c33c165aec1c71ab  
379c0505e0c88492fc8899e1cf134b83161  
ce9437a7095aae8d53feb0e2b8a6d70768  
baeeab4dbd330e8d8ca9a6476c06b0d4d60  
e24479beTransparenz4c61c371301c5bc  
eff34f9194bde08f03effba0a1397ebff164  
4d55e3ced9eb85be06a73c9afc1e209bf2  
6bda1d10819af5959101e249c377843b1e  
e32d69c7b813a2bb6a3b56484207676646  
505c96480c15eba943f7899b2d152f46d6  
fe38c5916359a5938d778dab068ac2a1f0  
5e413402d98974b8e2e425a1  
c4a505azao178050b92315b1e109bf3949  
eb8c64f39657b7d0a6129850ad6598a7c7



lebensministerium.at



Altlastenmanagement 2010



# UMWELTÖKONOMISCHE BEWERTUNG VON MASSNAHMEN AN KONTAMINIERTEN STANDORTEN

Endbericht zum Arbeitspaket 7 des Projektes  
„Altlastenmanagement 2010“  
(Neuausrichtung der Beurteilung und Sanierung  
von kontaminierten Standorten)

Moritz Ortmann  
Gernot Döberl



lebensministerium.at



REPORT  
REP-0159

Wien, 2010

**Projektleitung**

Dietmar Müller, Umweltbundesamt

**Autoren**

Moritz Ortman, Kommunalkredit Public Consulting GmbH

Gernot Döberl, Umweltbundesamt

**Lektorat**

Maria Deweis, Umweltbundesamt

**Satz & Layout**

Ute Kutschera, Umweltbundesamt

**Umschlagbild**

© Umweltbundesamt/Manuela Kaitna

Diese Publikation wurde im Auftrag des Lebensministeriums, Abteilung VI/3 erstellt.

Weitere Informationen zu Umweltbundesamt-Publikationen unter: <http://www.umweltbundesamt.at/>

**Impressum**

Medieninhaber und Herausgeber: Umweltbundesamt GmbH  
Spittelauer Lände 5, 1090 Wien/Österreich

Druck: Janetschek, 3860 Heidenreichstein

*Gedruckt auf CO<sub>2</sub>-neutralem 100 % Recyclingpapier.*

© Umweltbundesamt GmbH, Wien, 2010

Alle Rechte vorbehalten

ISBN 3-85457-956-X

# INHALT

	<b>TABELLENVERZEICHNIS</b> .....	5
	<b>ABBILDUNGSVERZEICHNIS</b> .....	5
	<b>ZUSAMMENFASSUNG</b> .....	7
<b>1</b>	<b>AUSGANGSSITUATION UND ZIELSETZUNG</b> .....	9
<b>2</b>	<b>INHALT UND AUFBAU DER STUDIE</b> .....	10
<b>3</b>	<b>GRUNDLAGEN DER LITERATURSTUDIE</b> .....	11
3.1	Begriffsbestimmung „umweltökonomische Bewertung“ .....	11
3.2	Grundsätze .....	11
3.3	Anforderungen .....	12
3.4	Mögliche Systematik .....	12
<b>4</b>	<b>METHODIK DER LITERATURSTUDIE</b> .....	13
4.1	Suchkriterien .....	13
4.2	Quellen .....	13
4.3	Relevanz der Literaturquellen .....	13
<b>5</b>	<b>DARSTELLUNG RELEVANTER LITERATURQUELLEN</b> .....	14
5.1	CLARINET report: Review of Decision Support Tools for Contaminated Land Management and their Use in Europe (2002) .....	14
5.2	Studienblätter Wasserwirtschaftliche Planung (2008) .....	20
5.3	Bewertung abfallwirtschaftlicher Maßnahmen mit dem Ziel der nachsorgefreien Deponie – BEWEND (2001) .....	24
5.4	Grundlagen zur technisch-ökonomischen Optimierung und Bewertung von Grundwassersanierungen (2008) .....	27
5.5	Erhebung, Analyse und Bewertung geeigneter Verfahren zur Variantenuntersuchung in der Siedlungswasserwirtschaft (2004) .....	30
5.6	Werkzeuge zur Bewertung von Abfallbehandlungsverfahren – Methoden und Ergebnisse (VDI-Leitfaden, 2006) .....	32
<b>6</b>	<b>ERGEBNISSE DER LITERATURSTUDIE</b> .....	34
6.1	Zusammenfassung der Auswertung relevanter Literaturquellen .....	34
6.2	Vorauswahl möglicher Bewertungsinstrumente .....	35
<b>7</b>	<b>ERGEBNISSE DES WORKSHOPS</b> .....	36

<b>8</b>	<b>AUSWAHL UND EVALUIERUNG VON BEWERTUNGSINSTRUMENTEN</b> .....	37
8.1	Bewertung relevanter Verfahren .....	37
8.2	Empfehlung der modifizierten Kosten-Wirksamkeits-Analyse (mKWA) .....	40
<b>9</b>	<b>DIE MODIFIZIERTE KWA ALS UMWELTÖKONOMISCHES BEWERTUNGSINSTRUMENT</b> .....	41
9.1	Ablauf und Funktionsprinzip der mKWA .....	41
9.2	Demonstrationsbeispiel einer mKWA .....	43
9.3	Vorüberlegungen zu möglichen Zielen, Gewichtungen und Bewertungsskalen .....	44
<b>10</b>	<b>RAHMENBEDINGUNGEN ZUR PRAKTISCHEN ANWENDUNG DER MODIFIZIERTEN KWA</b> .....	48
10.1	Mögliche Anwendungsbereiche der mKWA .....	48
10.2	Auswahl von zu bewertenden Varianten .....	49
10.3	Festlegung von Zielen, Gewichtungen und Bewertungen nach Entscheidungsebenen .....	49
10.4	Allgemeine Überlegungen zu den Anforderungen an Kriterien und Eingangsdaten .....	50
10.5	Systemgrenzen .....	51
10.6	Bedeutung von Sensitivitätsuntersuchungen .....	51
10.7	Kritische Aspekte der mKWA .....	52
<b>11</b>	<b>EMPFEHLUNGEN ZUR WEITEREN VORGANGSWEISE</b> .....	53
<b>12</b>	<b>LITERATURVERZEICHNIS</b> .....	54
<b>13</b>	<b>ABKÜRZUNGEN</b> .....	57
	<b>ANHANG:</b>	
	<b>ZUSAMMENFASSUNG WORKSHOP 29.06.2009</b> .....	58
	Tagesordnung und Teilnehmer .....	58
	Diskussion des Zwischenberichts .....	59
	Praktische Erfahrungen mit umweltökonomischen Bewertungsverfahren .....	60
	Gruppendiskussion .....	60
	Zusammenfassung .....	64

## TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 1: Vergleich der Analyseinstrumente KNA, KWA und NWA .....25

## ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1: Funktionsweise der Software von DARTS. ....16

Abbildung 2: Prinzip des Verfahrens REC.....19

Abbildung 3: Beispiel einer Nutzwertanalyse.....22

Abbildung 4: Ablaufschema einer Kosten-Wirksamkeits-Analyse.....26

Abbildung 5: Arbeitsschritte der technisch-ökonomischen Bewertung.....29

Abbildung 6: Mögliche Systematik betrachteter Bewertungsverfahren. ....32

Abbildung 7: Schematische Darstellung des Zielsystems und Gewichtung der mKWA. ....42

Abbildung 8: Ablauf der mKWA. ....43

Abbildung 9: Abstraktes Demonstrationsbeispiel einer mKWA.....44

Abbildung 10: Beispiel eines Ansatzes zum Zielsystem.....46





## ZUSAMMENFASSUNG

Entsprechend dem Hauptziel der Altlastensanierung ist die Auswahl von Sanierungsmaßnahmen an kontaminierten Flächen vor allem an ökologischen Gesichtspunkten auszurichten. Um einen optimalen Einsatz volkswirtschaftlicher Ressourcen gewährleisten zu können, sind aber auch wirtschaftliche Aspekte in die Abwägungen zur Auswahl von Sanierungsmaßnahmen einzubeziehen. Dies umso mehr, als die finanziellen Mittel zur Altlastensanierung auch künftig begrenzt sein werden, die Anzahl der Sanierungen jedoch erhöht werden soll. Zum Vergleich von (Sanierungs-)Maßnahmen im Hinblick auf ihre ökologischen und ökonomischen Auswirkungen bedarf es klarer umweltökonomischer Kriterien und Methoden. Bis dato erfolgt die umweltökonomische Bewertung von Sanierungsmaßnahmen in Österreich noch nicht mit Hilfe standardisierter Bewertungsinstrumente oder anhand allgemein anerkannter und vereinbarter Kriterien. Ziel der Arbeiten war es daher, die Grundlagen für eine umweltökonomische Bewertung von Sanierungsmaßnahmen umfassend darzustellen und Empfehlungen für geeignete Bewertungsinstrumente abzuleiten.

***umweltökonomische  
Bewertung von  
(Sanierungs-)  
Maßnahmen***

Nach der Definition von Anforderungen, die ein zukünftiges Bewertungsinstrument erfüllen soll, wurde als Ausgangsbasis für die weiteren Arbeiten eine internationale Literaturrecherche durchgeführt, die den Wissensstand hinsichtlich der Methodik bei der umweltökonomischen Bewertung darstellen und bestehende Bewertungsinstrumente sowie deren Vor- und Nachteile darlegen sollte. Die identifizierten Lösungsansätze wurden auf ihre Eignung und Anwendbarkeit in einem erweiterten Kreis mit externen Fachleuten im Rahmen eines Workshops erörtert. Darauf aufbauend wurden mögliche Bewertungsinstrumente ausgewählt und hinsichtlich ihrer Eignung für die umweltökonomische Bewertung bei kontaminierten Standorten evaluiert. Dabei wurden die Rahmenbedingungen für den geplanten Einsatz und die notwendigen Eingangsdaten sowie deren notwendige Genauigkeit, Struktur und Verfügbarkeit überprüft. Insbesondere wurden Ansätze zur Festlegung eines Zielsystems ausgearbeitet.

***Literaturrecherche  
und Workshop***

Als Ergebnis der Arbeiten wird empfohlen, zur umweltökonomischen Bewertung von Sanierungsmaßnahmen an kontaminierten Flächen ein Bewertungsinstrument auf Basis einer modifizierten Kosten-Wirksamkeits-Analyse (mKWA) zu entwickeln. Der Vorteil dieser Methode liegt im Vergleich zu anderen in Frage kommenden Verfahren vor allem in ihrer Flexibilität hinsichtlich einer Anpassung an die spezifischen Anforderungen im Rahmen des künftigen Managements kontaminierter Flächen in Österreich begründet. Darüber hinaus zeichnet sich die Methode durch einfache Handhabung, eine grundsätzlich hohe Transparenz des Verfahrens und des Algorithmus sowie durch eine methodisch geeignete Integration des Kostenfaktors in die Bewertung aus.

***modifizierte Kosten-  
Wirksamkeits-  
Analyse***

## SUMMARY

### ***environmental-economic assessment of remediation measures***

According to the legally binding main objective of contaminated sites remediation, the choice of remediation measures at contaminated sites has to be made mainly based upon ecological aspects. In order to ensure an optimum use of national economic resources, economic aspects have to be included in the considerations regarding the choice of remediation measures – all the more so, as financial resources for contaminated sites remediation will continue to be limited also in the future, whereas the number of remediations is expected to increase. A comparison of remediation measures regarding their ecological and economic impacts should be based on clear environmental-economic criteria and methods. Up to now, the environmental-economic assessment of remediation measures in Austria is not carried out with the help of standardized assessment instruments or along generally accepted and agreed criteria. Therefore, the aim of this work was to comprehensively illustrate the basis for an environmental-economic assessment of remediation measures and to derive recommendations for adequate assessment instruments.

### ***literature research and workshop***

Following the definition of requirements which a future assessment instrument should fulfill, an international literature research was conducted to provide the basis for subsequent work. The purpose of this research was to present the state of knowledge regarding the methodologies applied in environmental-economic assessment as well as existing assessment instruments, and to discuss their pros and cons. The identified approaches were discussed with a view to their suitability and applicability in a wider circle of external experts during a workshop. Based on these discussions, possible assessment instruments were selected and evaluated in terms of their suitability for environmental-economic assessment at contaminated sites. In doing so, the general framework for planned applications and the necessary input data was studied, including their required accuracy, structure and availability. In particular, approaches for the specification of a system of defined goals and objectives were elaborated.

### ***modified cost-effectiveness analysis***

One of the results obtained from this work is the recommendation that an assessment instrument should be developed, on the basis of a modified cost-effectiveness analysis, for the environmental-economic assessment of remediation measures at contaminated sites. The advantage of this method – in comparison to other possible systems – is mainly its flexibility regarding adaptation to the specific requirements of the future management of contaminated sites in Austria. Moreover, the method features easy handling, good transparency in general as regards process and algorithm, as well as a methodologically suitable integration of the cost factor into the assessment.

## 1 AUSGANGSSITUATION UND ZIELSETZUNG

Für die Auswahl von (Sanierungs-)Maßnahmen an kontaminierten Flächen gilt es, die optimale Lösung vor allem nach ökologischen, aber auch nach wirtschaftlichen und sonstigen – beispielsweise sozialen – Gesichtspunkten auszuwählen. Ein ähnlicher Zugang findet sich auch in den „Förderungsrichtlinien für die Altlastensanierung oder -sicherung“ (FRL), die als Ziel einer Sanierung den „größtmöglichen ökologischen Nutzen unter gesamtwirtschaftlich vertretbarem Kostenaufwand“ vorgeben. Nachdem die finanziellen Mittel zur Altlastensanierung auch künftig begrenzt sein werden, die Anzahl der Sanierungen jedoch erhöht werden soll, ist es notwendig, den Mitteleinsatz zu optimieren und einen diesbezüglich klaren Ziel- und Entscheidungsrahmen vorzugeben, der mit entsprechenden umweltökonomischen Bewertungsinstrumenten im Einzelfall umgesetzt werden kann.

**Kriterien für (Sanierungs-)Maßnahmen**

Bis dato stehen in Österreich weder allgemein anerkannte Grundlagen zur Abschätzung der beschriebenen Gesichtspunkte noch standardisierte Bewertungsinstrumente für eine nachvollziehbare umweltökonomische Bewertung zur Verfügung.

**keine standardisierten Bewertungsinstrumente**

Diesbezüglich wird auch im „Leitbild Altlastenmanagement“ des Lebensministeriums unter Leitsatz 5 festgestellt: „Zum Vergleich von Maßnahmen hinsichtlich ihrer Nachhaltigkeit sind klare umweltökonomische Kriterien und Methoden notwendig ...“ (BMLFUW 2009).

Ziel des Arbeitspaketes umweltökonomische Bewertung ist es daher, Grundlagen für die ökologisch-ökonomische Bewertung von (Sanierungs-)Maßnahmen zu schaffen und Empfehlungen für geeignete Bewertungsinstrumente abzuleiten.

Die Arbeiten zur vorliegenden Publikation wurden im Rahmen des vom Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft beauftragten und vom Umweltbundesamt fachlich betreuten und koordinierten Gesamtvorhabens „Altlastenmanagement 2010“ durchgeführt. Die Publikation stellt den Endbericht des Arbeitspaketes 7 „Umweltökonomische Bewertung“ dar.

## 2 INHALT UND AUFBAU DER STUDIE

Umweltökonomische Bewertungsinstrumente wurden bereits in verschiedensten Anwendungsgebieten unter unterschiedlichen Rahmenbedingungen und zu unterschiedlichen Zwecken eingesetzt. Es lassen sich zahlreiche Beispiele aus der Abfall- und Abwasserwirtschaft, aber auch aus der Verkehrswegeplanung bis hin zur Bewertung der Errichtung von Nationalparks finden. Kosten-Nutzen-Untersuchungen ohne Miteinbeziehung von Umwelteffekten, die aber der gegenständlichen Anwendung sehr nahe kommen, liegen aus der Baugrunderkundung vor.

### **Literaturstudie**

Es werden zunächst allgemeine Grundsätze und eine mögliche Systematik für umweltökonomische Bewertungen beschrieben sowie Anforderungen definiert, die ein zukünftiges Bewertungsinstrument erfüllen soll. Im Weiteren wurde hinsichtlich dieser Kriterien eine Literaturstudie durchgeführt. Dabei wurden sowohl Studien als auch wissenschaftliche Literatur zum Thema erhoben, auf ihre Relevanz und Eignung überprüft und zusammengefasst. Gleichzeitig wurden die erhobenen Bewertungsinstrumente im Hinblick auf ihre Eignung und Möglichkeiten zur Anpassung evaluiert. Die Ergebnisse der Literaturstudie wurden in einem Zwischenbericht zusammengefasst, welcher im vorliegenden Endbericht integriert ist.

### **Workshop**

Auf Basis des Zwischenberichtes wurden mögliche Lösungsansätze und die Eignung und Anwendbarkeit existierender Bewertungsinstrumente in einem erweiterten Kreis mit externen Fachleuten (insbesondere auch aus dem Bereich der Umweltökonomie) im Rahmen eines Workshops erörtert. Die Ergebnisse des Workshops sind im Anhang dargestellt.

### **Evaluierung und Auswahl von Verfahren**

Aufbauend auf den Ergebnissen der Literaturstudie und des Workshops wurden mögliche Bewertungsinstrumente ausgewählt und hinsichtlich ihrer Eignung für die umweltökonomische Bewertung bei kontaminierten Standorten evaluiert. Dabei wurden die Rahmenbedingungen für den geplanten Einsatz und die notwendigen Eingangsdaten sowie deren notwendige Genauigkeit, Struktur und Verfügbarkeit überprüft. Insbesondere wurden Ansätze zur Festlegung eines Zielsystems ausgearbeitet. Abschließend werden Empfehlungen zur weiteren Vorgangsweise formuliert.

### 3 GRUNDLAGEN DER LITERATURSTUDIE

#### 3.1 Begriffsbestimmung „umweltökonomische Bewertung“

Unter „umweltökonomischer Bewertung“ wird die nachvollziehbare Darstellung bzw. Gegenüberstellung der ökonomischen und ökologischen Wirkungen von Maßnahmen und die Bewertung aller Wirkungen und Maßnahmen verstanden.

Mögliche Entscheidungsansätze:

- Ist ein bestimmtes ökologisches Ziel mit minimalem (wirtschaftlichem) Aufwand erreichbar?
- Wird ein möglichst hoher ökologischer Effekt mit vorgegebenen (wirtschaftlichen) Mitteln erzielt?
- Erbringen die erforderlichen Kosten den geforderten ökologischen Effekt?

Letztendlich liegt insbesondere für Sanierungsmaßnahmen ein Entscheidungsprozess unter mehrfacher Zielsetzung vor.

#### 3.2 Grundsätze

- Die künftige Anwendung umweltökonomischer Bewertungssysteme soll bereits das „Leitbild Altlastenmanagement“ (BMLFUW 2009) berücksichtigen. Daraus ergeben sich insbesondere folgende Festlegungen:
  - Es werden nicht nur „Altlasten“ laut derzeit gültiger Definition gemäß ALSAG erfasst, sondern generell kontaminierte Standorte.
  - Im Sinne des Leitsatzes 2 aus dem „Leitbild Altlastenmanagement“ wird der Begriff „Maßnahmen“ an kontaminierten Standorten umfassend definiert und beinhaltet neben Dekontamination und Sicherung auch Beobachtungsmaßnahmen und Nutzungseinschränkungen.
  - Im Sinne der Leitsätze 3 und 4 aus dem „Leitbild Altlastenmanagement“ kann die Risikoabschätzung und die Auswahl der Maßnahmen standort- und nutzungsspezifisch erfolgen. Dies erlaubt auch eine standort- und nutzungsspezifische ökologische Bewertung von Maßnahmen im Rahmen der umweltökonomischen Bewertung.
  - Im Sinne der Erläuterungen zu Leitsatz 6 aus dem „Leitbild Altlastenmanagement“ soll eine Abgrenzung der Anforderungen der „Altlastensanierung“ im engeren Sinne gegenüber den Ansprüchen verwandter Interessenbereiche (z. B. wirtschaftliche Standortentwicklung, Raumplanung) erfolgen. Demgemäß soll die Möglichkeit einer entsprechend differenzierten (geringeren) Gewichtung dieser Ziele im Vergleich zu rein ökologischen und ökonomischen (Kosten-) Zielen geschaffen werden.
- Das Bewertungssystem soll die Maßnahme mit dem größtmöglichen ökologischen Nutzen unter gesamtwirtschaftlich vertretbarem Kostenaufwand ermitteln („ökologisch-ökonomisches Optimum“).

- Systemgrenzen der Bewertung sind klar festzulegen (räumlich, zeitlich, thematisch). Die Definition der Systemgrenzen soll sich vor allem am Schadensbild des maßgeblichen Schutzgutes und dem standort- und nutzungs-spezifischen Risiko orientieren.
- Zeitlich unterschiedlich anfallende Kosten und Nutzen sollen entsprechend diskontiert werden. Berücksichtigung der Problematik der Diskontierung über lange Zeiträume.

### 3.3 Anforderungen

- Transparenz und Nachvollziehbarkeit des Systems hinsichtlich Zielformulierung, Kriterien, Gewichtung, Bewertungsalgorithmus etc.
- Eindeutige Begriffsbestimmungen, gut kommunizierbar und diskutierbar.
- Einfache Handhabung.
- Gute Abbildbarkeit der Sanierungsmaßnahmen (der „Altlastenproblematik“) in den Bewertungsverfahren.
- Gute Darstellbarkeit der Ziele (gemäß Leitbild, Umweltqualitätszielen, Nachhaltigkeitsstrategie, einschlägiger Gesetze etc.) in den Bewertungsverfahren.
- Anwendbarkeit für möglichst alle Fälle und Konstellationen (Sanierungsmaßnahmen und Standortbedingungen).
- Flexibilität im Falle erforderlicher Anpassungen (insbesondere Änderung der Ziele oder Gewichtungen).

### 3.4 Mögliche Systematik

- Ansätze zur Systematik von umweltökonomischen Bewertungssystemen aus diversen Anwendungsbereichen (Wasserwirtschaft, Abfallwirtschaft etc.) oder einschlägiger wissenschaftlicher Literatur.
- Mögliche Systematik von Verfahrenstypen (Einteilung orientiert an Wasserwirtschaft) :
  - Wirtschaftlichkeitsanalysen (z. B. Kosten-Nutzen-Analyse, Kosten-Wirksamkeits-Analyse, Nutzwertanalyse).
  - Mehrzielplanungs- oder Entscheidungsverfahren (z. B. Compromise-Programming).
- Berücksichtigung von Risiko und Unsicherheit.
- Das Gesamtziel (die Oberziele) müssen auf Teilziele bzw. Bewertungskriterien allfälliger Bewertungssysteme heruntergebrochen werden können.

## 4 METHODIK DER LITERATURSTUDIE

### 4.1 Suchkriterien

Kriterien der Erhebung von Literaturquellen sind die thematische Relevanz und die regionale Herkunft der Literatur.

Hinsichtlich des Kriteriums thematische Relevanz gelten gemäß Zielsetzung der Studie die Stichworte Umweltökonomie, Entscheidungsverfahren, Entscheidungshilfen (decision support tools – DST) jeweils im Zusammenhang mit kontaminierten Standorten.

Als regionale Suchkriterien der Quellenherkunft gelten in nachstehender Reihenfolge: Österreich, Deutschland, EU, USA.

### 4.2 Quellen

Als vorrangige Quelle wurde das Internet über Suchmaschinen und einschlägige Datenbanken entsprechender Institutionen (z. B. Universitäten, Umweltagenturen) verwendet. Darüber hinaus wurden vorhandene Literatur bzw. Bibliotheken aus den Institutionen der Studienautoren herangezogen und gegebenenfalls aufgrund der Recherchen erforderliche neue einschlägige Literatur beschafft.

Als weitere Quellen dienten persönliche Kontakte der Studienautoren aus dem entsprechenden fachlichen Umfeld.

### 4.3 Relevanz der Literaturquellen

Die Relevanz gibt an, nach welchen Kriterien eine Auswahl der zahlreichen erhobenen und gesichteten Literaturquellen betreffend „umweltökonomische Bewertung“ dargestellt und im Rahmen der Studie weiterverfolgt wird. Als diesbezügliche Kriterien gelten wie folgt:

- Thematische Nähe zu kontaminierten Flächen.
- Thematische Nähe zu Entscheidungsverfahren.
- Weitgehende direkte Anwendungsmöglichkeit der vorgestellten Verfahren.
- Verständliche und nachvollziehbare Darstellung sowie Erläuterung möglicher anwendbarer umweltökonomischer Bewertungsinstrumente.
- Guter Überblick über mögliche anwendbare umweltökonomische Bewertungsinstrumente.

## 5 DARSTELLUNG RELEVANTER LITERATURQUELLEN

### 5.1 CLARINET report: Review of Decision Support Tools for Contaminated Land Management and their Use in Europe (2002)

#### Autoren

BARDOS, P.: r3 Environmental Technology Limited, United Kingdom

LEWIS, A.: r3 Environmental Technology Limited, United Kingdom

NORTCLIFF, S.: University of Reading, United Kingdom

MATIOTTI, C.: Aquater, Italy

MAROT, F.: ADEME, France

SULLIVAN, T.: BNL, USA

#### Herausgeber

UMWELTBUNDESAMT (2002)

#### Kurzdarstellung des Gesamtinhaltes

Der Bericht gibt einen Überblick über den Stand verfügbarer Entscheidungshilfen (Decision Support Tools – DST) zum Management kontaminierter Standorte in der EU und den USA. Ausgehend von einer Darstellung von Faktoren, die die Entscheidungen beeinflussen (z. B. Risiko, Kosten-Nutzen, Nachhaltigkeit) werden theoretische Grundlagen von Entscheidungsprozessen im Zusammenhang mit dem Management kontaminierter Standorte behandelt. Der Hauptteil umfasst die Erhebung des Standes bzw. der Anwendung von DSTs in den Mitgliedsländern von CLARINET und eine Auflistung und Darstellung konkreter DSTs. Eine Problem-diskussion, Schlussfolgerungen und Empfehlungen schließen den Bericht ab.

#### Relevanter Inhalt betreffend umweltökonomische Bewertungsinstrumente

Der Begriff DST wird insofern sehr weit gefasst, dass unter diesen Entscheidungshilfen auch Regelwerke aus einzelnen Teilprozessen im Zusammenhang mit kontaminierten Flächen subsumiert werden. Damit gehen die DSTs über umweltökonomische Bewertungsverfahren im engeren Sinne hinaus. So werden beispielsweise im Fall der Auflistung angewandter DSTs in Österreich die ÖNORMEN S 2088 (Altlasten – Gefährdungsabschätzung) und S 2089 (Altlasten – Sicherung und Sanierung) als (einzige) konkrete Beispiele genannt.

#### **Forschungsbedarf vorhanden**

Insgesamt wird festgestellt, dass noch keine konkreten *Entscheidungsverfahren* (im begrifflichen Gegensatz zu *Entscheidungshilfen*) vorliegen, die eine ganzheitliche Erfassung der Problematik kontaminierter Standorte – ökonomisch, ökologisch und sozial – gewährleisten. Es wird vor allem weiterer Forschungs- und Entwicklungsaufwand in dieser Richtung empfohlen. Dies mag auch der Grund dafür sein, dass kein konkretes Verfahren im Sinne umweltökonomischer Bewertungsverfahren abschließend empfohlen wird.



Insgesamt ist der Zugang der Autoren zum Thema "Contaminated Land Management" stark nachnutzungsorientiert im Sinne einer Wiedernutzbarmachung ("Fitness for Use") der Flächen aus einem sozio-ökonomischen und regionalpolitischen Aspekt. Diese Nachnutzung und die damit verbundenen Interessen erscheinen gegenüber dem rein ökologischen Aspekt im Vordergrund.

Die erhobenen und vorgestellten DSTs werden in folgende Gruppen unterteilt:

- DSTs basierend auf einer (Umwelt-) Gefährdungsabschätzung (Environmental/Ecological Risk Assessment – ERA).
- DSTs basierend auf Mehrzielentscheidungsverfahren (Multi Criteria Analysis – MCA, Multi Attribute Analysis – MAT).
- DSTs basierend auf Kosten-Nutzen-Analysen (KNA; Cost Benefit Analysis – CBA).
- DSTs basierend auf Ökobilanzen (Life Cycle Analysis – LCA).
- Sonstige DSTs.

### **Einteilung der DST**

Unter den ERA-basierten Verfahren wird die "*Spatial Analysis and Decision Assistance*" (SADA) – ein in den USA entwickeltes Softwareprodukt – angeführt. Das Produkt stützt sich auf verschiedene Verfahren wie Visualisierung, Geoinformationssysteme, statistische Auswertungen, Abschätzung von Gesundheitsgefährdungen, Kosten-Nutzen-Analyse (KNA) und Entscheidungsverfahren, die interaktiv verknüpft werden.

### **SADA**

SADA eignet sich vor allem für drei Anwendungsgebiete: Abschätzung von Gesundheitsgefährdungen, Datenauswertung und -darstellung in Geoinformationssystemen sowie Entscheidungsverfahren. Insbesondere die Anwendung als Entscheidungsverfahren, das sich auf die KNA stützt, erscheint als umweltökonomisches Bewertungsverfahren relevant. Dazu ermöglicht SADA eine Optimierung des Probenumfangs, was – obgleich keine direkte umweltökonomische Bewertung – für die Erkundung relevant ist. Die Software wurde von der United States Environmental Protection Agency (US EPA) geprüft und anerkannt und ist im Internet frei verfügbar unter <http://www.tiem.utk.edu/~sada/index.shtml>.

**Beurteilung:  
umweltökonomisch  
relevant**

Die Anwendung als Entscheidungsverfahren auf Basis der KNA wird jedoch nicht zur Auswahl unterschiedlicher Sanierungsverfahren präsentiert, sondern – ausgehend von der Annahme einer Sanierung ("clean up") – zur Entscheidung, bis zu welchem Belastungswert die Sanierung erfolgen soll. Dies entspricht auch der Konzeption als ein Verfahren auf Basis einer Abschätzung der Umweltgefährdung.

### **Mehrzielentscheidungsverfahren**

Als nächste Gruppe werden Verfahren behandelt, die auf dem Prinzip der Mehrzielentscheidungsverfahren basieren.

Das "*Conceptual Framework for Wider Environmental Value*" (WEV) wurde in Großbritannien (BARDOS et al. 2000) entwickelt und soll eine qualitative Bewertung der Sanierungsmaßnahmen im Hinblick auf einen Umweltnutzen in einem weit gefassten Rahmen ermöglichen. Vorteile des Verfahrens sind die mögliche Berücksichtigung und Abwägung der Standpunkte verschiedener Interessengruppen und der damit verbundene transparente und nachvollziehbare Entscheidungsrahmen. Die Alternativen werden anhand eines umfangreichen Kriterienkataloges ("Categories") hinsichtlich ihrer Wirkungen bewertet. Anhand eines Beispiels werden die Wirkungen in die Hauptgruppen Umweltbeeinträchtigungen während der Sanierung (z. B. Fahrzeugverkehr), Luft und Atmosphäre, Grundwasser, Boden, rechtliche Belange, Rohstoffe und Energie sowie Erhaltung des Landschaftsbildes unterteilt. Jede dieser Gruppen wird weiter in zwei bis acht Einzelkriterien differenziert.

### **WEV**

**Beurteilung:  
ökonomische  
Kriterien fehlen**

**DARTS**

Auffällig ist, dass wirtschaftliche Kriterien bzw. Kosten keine Berücksichtigung finden.

Als weiteres Verfahren zur Auswahl möglicher Sanierungsverfahren nach dem Prinzip der Mehrzielentscheidung wird das "Decision Aid for Remediation Technology Selection" (DARTS) genannt. Das Verfahren mit entsprechender Software wurde im Rahmen der UNIDO im International Centre for Science and High Technology (ICS) in Triest entwickelt (LODOLO et al. 2001). Das Entscheidungsverfahren basiert auf technischen, finanziellen, umweltbezogenen und sozialen Kriterien, mit denen mögliche Sanierungsoptionen bewertet werden. Das Verfahren ermöglicht die Gewichtung der einzelnen Bewertungskriterien und somit die Einbeziehung der Standpunkte der Interessengruppen bzw. Entscheidungsträger. Die Auswertung erfolgt über einen Algorithmus, der als Ergebnis eine „Intensität der Präferenz“ für die jeweiligen Alternativen ausweist.

Das Verfahren DARTS steht als Download unter <http://www.ics.trieste.it> zur Verfügung. Die Funktionsweise der Software ist in Abbildung 1 dargestellt.

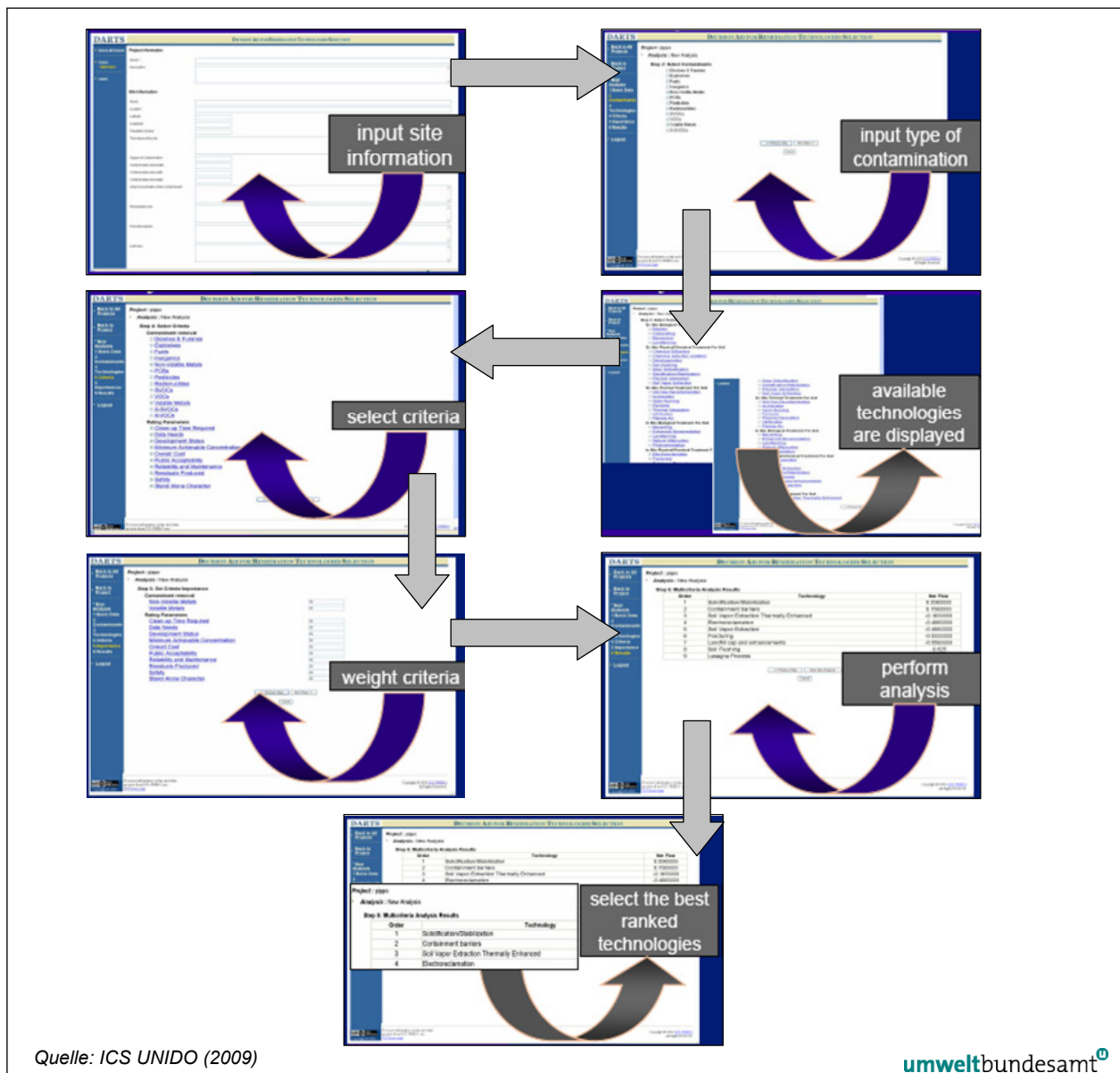


Abbildung 1: Funktionsweise der Software von DARTS.

Durch den umfassenden Ansatz sowohl ökologischer, technischer, wirtschaftlicher und sozialer Gesichtspunkte scheint dieses Verfahren für eine praktische Anwendung bzw. weitere Verfolgung interessant.

**Beurteilung:**  
**praxistauglich**

Als weitere Gruppe werden Verfahren basierend auf der Kosten-Nutzen-Analyse (KNA) behandelt.

Das Verfahren WILMA wurde im Rahmen eines Forschungsprojektes des deutschen Umweltbundesamtes entwickelt (UMWELTBUNDESAMT BERLIN 1999). Ziel des Verfahrens ist es, die optimale Lösung für eine Sanierung unter Berücksichtigung sowohl ökonomischer als auch ökologischer Aspekte zu ermitteln. Die ökonomische Bewertung erfolgt mittels einer dynamischen Kostenrechnung, die beispielsweise auch den Nutzungsverlust einer kontaminierten Fläche oder die Dauer der Sanierungsmaßnahmen monetarisiert. Der ökologische Aspekt wird durch eine Analyse der Umweltauswirkungen einzelner Sanierungsverfahren repräsentiert. Dabei wird in primäre und sekundäre Umweltauswirkungen differenziert. Als primäre Umweltauswirkungen gelten solche, die eine messbare Auswirkung auf das betroffene Schutzgut (z. B. Grundwasser, Boden) am Standort zeigen, als sekundäre Auswirkungen gelten jene mit über den Standort hinausgehenden Auswirkungen. WILMA enthält Daten für über 20 gängige Sanierungsverfahren, die an die jeweilige spezifische regionale Situation angepasst werden können.

**WILMA**

Durch den umfassenden Ansatz sowohl ökologischer als auch wirtschaftlicher Gesichtspunkte – und der Ähnlichkeit des österreichischen Zuganges zur Problematik kontaminierter Standorte zu dem in Deutschland – scheint diese Methode für eine praktische Anwendung bzw. weitere Verfolgung interessant.

**Beurteilung:**  
**praxistauglich**

Ein weiteres Verfahren, das im Rahmen eines Forschungsprojektes des deutschen Umweltbundesamtes entwickelt wurde, ist „*Land Value Balance*“ (LVA) (GRIMSKI 2000). Es strebt einen ganzheitlichen Zugang zur Nutzung und Verwertung sowohl kontaminierter Brachflächen („brownfields“) als auch von Grünflächen an. Das Verfahren fokussiert auf die Nutzung der Fläche für wirtschaftliche Zwecke, vor allem als Industriestandort. Dabei sollen die diesbezüglichen Qualitäten der Flächen aus dem Blickwinkel der Behörden, der Investoren und sozialer Interessen bewertet werden. Diese Standpunkte werden durch ein Set von 26 Bewertungskriterien repräsentiert. Alle Bewertungskriterien werden monetarisiert (Geldwert pro m<sup>2</sup>). Das Verfahren wurde in praktischen Anwendungsversuchen auf Behördenebene erprobt. Dabei konnte seine Praktikabilität und vor allem Transparenz bestätigt werden.

**Land Value Balance**

Die Fokussierung auf die wirtschaftliche Nachnutzung der Fläche und vollständige Monetarisierung aller Bewertungskriterien erscheint jedoch kritisch.

**Beurteilung:**  
**eingeschränkt  
geeignet**

Zur Bewertung bzw. Auswahl von Maßnahmen zur Sanierung von Grundwasserschäden wurde in Großbritannien eine Verfahrensanleitung „*Methodology for Assessing the Full Costs and Benefits of Groundwater Remediation*“ entwickelt (ENVIRONMENT AGENCY 2000). Dabei wird eine iterative Vorgangsweise empfohlen, die im ersten Schritt die voraussichtlichen Kosten und Nutzen verschiedener Sanierungsziele sowie die geeigneten Verfahren zum Erreichen dieser Ziele ermittelt. Das Verfahren ermöglicht die Berücksichtigung von nicht-monetarisierbaren Nutzen. Ist das Sanierungsziel und mit ihm der ökonomisch optimale Lösungsansatz ermittelt, so kann das technische Verfahren allein nach dem Kriterium der günstigsten Kosten ausgewählt werden. Vorteil dieser Vorgangsweise ist die in vielen Fällen mögliche Identifizierung „verdeckter“ Kosten bestimmter Sanierungsziele oder Lösungsansätze.

**Methodology for  
Assessing the Full  
Costs and Benefits  
of Groundwater  
Remediation**

**Beurteilung:**  
**eingeschränkt  
geeignet**

**Cost Benefit Analysis for Remediation of Land Contamination** Eine ebenfalls in Großbritannien entwickelte Verfahrensanleitung ist die “*Cost Benefit Analysis for Remediation of Land Contamination*“ (ENVIRONMENT AGENCY 1999). Sie unterstützt die Auswahl der am besten geeigneten Mittel zur Sanierung, um bestimmte Ziele der Risikominimierung zu erreichen. Die Bewertung erfolgt anhand von vier übergeordneten Zielkategorien: Menschliche Gesundheit, Umwelt, Flächennutzung und sonstige Betroffene bzw. Interessengruppen. Die Besonderheit der Anleitung ist der stufenweise Einsatz von Verfahren steigender Komplexität: Am Beginn stehen die Definition aller Projektauswirkungen inklusive Detaillierungsgrad sowie die notwendige Tiefe und Komplexität der einzusetzenden Verfahren. Anschließend erfolgt die qualitative Analyse aller Sanierungsoptionen anhand einer Kriterienliste mit qualitativer Bewertung (z. B. ja/nein). Wenn als erforderlich erachtet, wird im nächsten Schritt eine Art Kosten-Wirksamkeits-Analyse mittels einer Punktebewertung der einzelnen Kriterien durchgeführt. Diese wird mit einer Gewichtung der Ziele erweitert. Die Kostenwirksamkeit wird mittels Division der jeweiligen Gesamtpunkteanzahl der Alternativen durch die Kosten ermittelt. Abschließend kann eine Kosten-Nutzen-Analyse durchgeführt werden, indem die im Rahmen der Kostenwirksamkeitsanalyse definierten Zielsetzungen weiter formalisiert werden; entsprechende Vorschläge zur Formalisierung werden gegeben.

**Beurteilung:** Das Verfahren ist im Prinzip ein gängiges Mehrzielentscheidungsverfahren, welches grundsätzlich zur Anwendung geeignet ist.  
**eingeschränkt geeignet**

**EVS-PRO** Ein kommerzielles Softwareprodukt aus den USA ist das “*Environmental Visualization system Pro*“ (EVS-PRO). Das Produkt wurde primär zur Auswertung und vor allem dreidimensionalen Darstellung geostatistischer Daten entwickelt. Es dient jedoch unter anderem auch zur Optimierung von Erkundungen und Probenahmen sowie Kosten-Nutzen-Analysen. Dies vor allem aufgrund der Möglichkeit der Abschätzung des kontaminierten Volumens. Eine direkte Anwendungsmöglichkeit zur umweltökonomischen Bewertung von Sanierungsvarianten ist nicht gegeben. Jedoch kann das Verfahren die Optimierung von Erkundungen unterstützen.

**Beurteilung:**  
**nicht geeignet**

## Ökobilanzen

Als weitere Gruppe werden Beispiele für Verfahren, die auf Ökobilanzen basieren, vorgestellt.

**Environmental and Economical Evaluation and Optimising of Contaminated Sites Remediation** Im Rahmen des Projektes der Dänischen Eisenbahngesellschaft “*Environmental and Economical Evaluation and Optimising of Contaminated Sites Remediation*“ (ELLEFSEN et al. 2001) wurde eine Methodik entwickelt, die insbesondere die gesamten Umweltkosten neben anderen Kriterien berücksichtigt. Grundlage ist eine vereinfachte Ökobilanzierung aller Stoffe und Prozesse des Sanierungsprojektes. Letztendlich werden die erwarteten Umweltkosten dem gesamten Umweltnutzen aus der Sanierung gegenübergestellt.

**Beurteilung:**  
**eingeschränkt geeignet**

**REC** Die niederländische Verfahrensanleitung “*Risk Reduction, Environmental Merit, Costs – REC*“ (NOBIS 1995) kombiniert die Techniken von Mehrzielentscheidungsverfahren und Ökobilanzierung. Die Qualität einer Sanierungslösung ist eine Funktion der Parameter Risikominimierung, Umwelteffekt und Kosten. Das Prinzip des REC-Verfahrens zeigt Abbildung 2.

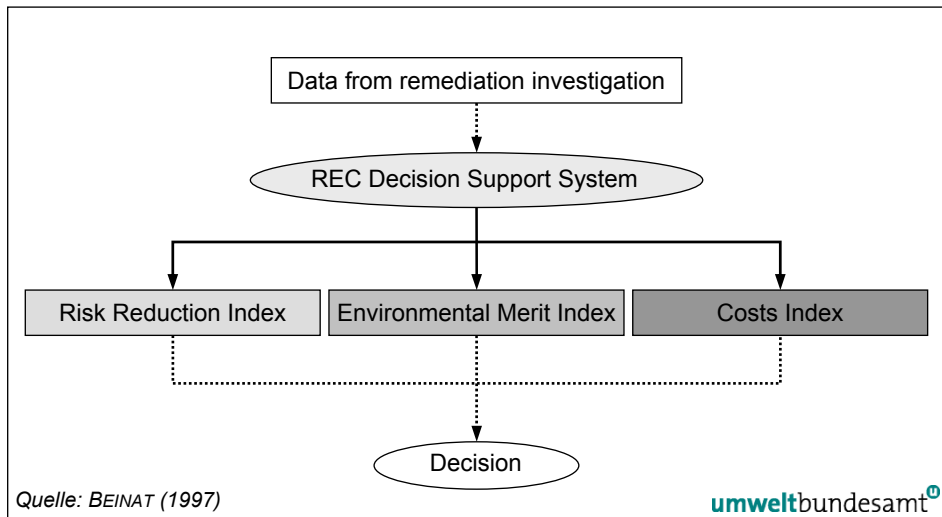


Abbildung 2: Prinzip des Verfahrens REC.

Das Verfahren bezieht somit das gesamte Spektrum ökologischer und wirtschaftlicher Kosten und Nutzen in die Entscheidung ein.

Der *Risk Reduction Index* drückt die Risikoreduktion für Menschen, Umwelt und andere Schutzgüter durch die Sanierungsmaßnahmen aus. Dies erfolgt durch den Vergleich des Risikoausmaßes mit einer sog. *do-nothing option*. Der *Environmental Merit Index* bilanziert eine definierte Auflistung von einzelnen Umweltkosten- und Nutzen (z. B. Energieverbrauch, Verbesserung der Grundwasserqualität). Die einzelnen Positionen für diesen Index werden dabei einer Gewichtung unterzogen. Der *Costs Index* umfasst die Herstellungskosten, Betriebskosten und Reinvestitionskosten über die gesamte wirtschaftliche Lebensdauer sowie alle "overhead"-Kosten. Diese Kosten werden entsprechend auf einen Betrachtungszeitpunkt diskontiert.

Das Ergebnis von REC ist ein Set von drei unabhängigen Indices für jede Sanierungsalternative: *Risk-Reduction*, *Environmental Merit* und *Costs*. Dies bedeutet, dass das Verfahren keine eindeutige Reihung der Alternativen über alle drei Indizes ergibt. Je nach dem Kontext der Sanierung kann der Entscheidungsträger die bevorzugte Variante durch Abwägung der Indices auswählen (z. B. billigste Lösung mit signifikanter Risikoreduktion oder Lösung mit größtem Umweltnutzen unter verfügbarem Kostenaufwand).

Das Verfahren wurde in einem ausführlichen Handbuch vorgestellt (BEINAT 1997). Eine aktuelle Anwendungssoftware inkl. des Handbuchs ist als kostenloses Download unter [www.ivm.vu.nl](http://www.ivm.vu.nl) (Freie Universität Amsterdam) verfügbar.

Das Verfahren erscheint weitgehend ausgereift und zur praktischen Anwendung geeignet. Insbesondere könnten Ansätze für die Ermittlung bzw. Berechnung einzelner Bewertungskriterien für Risiko oder Umweltnutzen übernommen werden. Die zugrundeliegenden mathematischen Modelle bzw. Anwendungssoftware setzen jedoch eine sehr umfangreiche und konkrete Dateneingabe (z. B. voraussichtlich erzielte Emissionswerte) voraus und sind teilweise komplex. Dies und ein dadurch möglicherweise entstehender "black-box"-Effekt in Verbindung mit eventuell mangelnder Flexibilität können als Nachteile des Verfahrens angesehen werden.

**Beurteilung:**  
**praxistauglich**



**Umweltbilanzierung  
von Altlasten-  
sanierungsverfahren**

Das Bundesland Baden-Württemberg hat Ende der 1990er Jahre die Entwicklung von ökobilanzgestützten Verfahren zur Ermittlung potenzieller Umweltauswirkungen von Altlastensanierungen gefördert. Als Ergebnis wurde 1999 das Softwareprodukt „Umweltbilanzierung von Altlastensanierungsverfahren“ präsentiert (BENDER et al. 1998, VOLKWEIN 2000). Dieses verarbeitet die Daten eines Sanierungsverfahrens in ein Ökobilanzsystem. Dazu enthält die Software Ökobilanzdaten von rund 60 möglichen Prozessen gängiger Sanierungsverfahren wie z. B. Personentransport, oder Bohrungen. Die Ergebnisse werden in Form eines Tableaus von „Nachteilmfaktoren“ ausgewiesen. Das Verfahren zielt darauf ab, die Sanierungsoptionen für einen Standort nach den sekundären Umwelteffekten zu reihen.

**Beurteilung:  
eingeschränkt  
geeignet**

Die Ökobilanzorientierung bringt den Vorteil der umfassenden Berücksichtigung von sekundären Umweltauswirkungen. Sensibel erscheinen jedoch die Definition der Systemgrenzen der Ökobilanzen sowie die tendenzielle Überbewertung allgemeiner ökologischer Aspekte außerhalb des eigentlichen standortbezogenen Sanierungszieles in Bezug auf das konkrete Gefährdungsbild des betroffenen Schutzgutes.

**Model Procedures  
for the Management  
of Land  
Contamination**

Unter der Kategorie „sonstige“ DSTs wird die vom britischen Umweltministerium herausgegebene Verfahrensanleitung „Model Procedures for the Management of Land Contamination“ (ENVIRONMENT AGENCY 2004) vorgestellt. Die Anleitung stellt eine standardisierte Vorgangsweise zur strukturierten Entscheidungsfindung bei kontaminierten Flächen dar. Es werden standardisierte Ablaufschemata dargestellt, die textlich erläutert werden. Dies ermöglicht eine formalisierte und nachvollziehbare Festschreibung der Ergebnisse einzelner Schritte des Gesamtprozesses wie Projektziele, Entscheidungen, Annahmen, Empfehlungen etc. Das gesamte Management einer kontaminierten Fläche wird in drei Teilprozesse gegliedert: Gefährdungsabschätzung, Variantenuntersuchung und Umsetzung der Maßnahmen. Die Anleitung dient im Wesentlichen als zweckmäßiges Schema für Entscheidungs- und Prozessabläufe, enthält jedoch kein umweltökonomisches Bewertungsverfahren für Erkundungs- oder Sanierungsverfahren im eigentlichen Sinn.

**Beurteilung:  
nicht geeignet**

Im CLARINET-Report werden weitere DSTs dargestellt, wobei es sich im Wesentlichen um kommerzielle Softwareprodukte zur Auswertung und Visualisierung geostatistischer und umweltbezogener Daten (z. B. 3-D Darstellung) handelt.

## 5.2 Studienblätter Wasserwirtschaftliche Planung (2008)

### Autor

NACHTNEBEL, H.P. (2008): Universität für Bodenkultur Wien, IWHW – Institut für Wasserwirtschaft, Hydrologie und konstruktiven Wasserbau

### Kurzdarstellung des Gesamtinhaltes

Die Studienblätter behandeln unter anderem klassische Wirtschaftlichkeitsanalysen (Kosten-Nutzen-Analyse) und erweiterte Verfahren (Nutzwertanalyse, Kostenwirksamkeitsanalyse), Verfahren der Mehrzielplanung und Optimierungsverfahren als Instrumente der wasserwirtschaftlichen Planung. Unsicher-

heit und Risiko in der Planung werden ebenfalls behandelt. Die Verfahren werden detailliert hinsichtlich ihrer theoretischen Grundlagen dargestellt und erläutert sowie anhand von Fallbeispielen aus der wasserwirtschaftlichen Planung veranschaulicht.

### **Relevanter Inhalt betreffend umweltökonomische Bewertungsinstrumente**

Unter dem Überbegriff „Wirtschaftlichkeitsanalysen“ wird zunächst die Kosten-Nutzen-Analyse (KNA) behandelt. Als „erweiterte Verfahren“ werden die Nutzwertanalyse (NWA) und die Kosten-Wirksamkeits-Analyse (KWA) dargestellt. Die Bedeutung der Parameter Lebensdauer (technische L., wirtschaftliche L., kalkulatorische L., Ausbauhorizont und Amortisationsdauer) und Zinssatz für die Diskontierung künftiger Kosten oder Nutzeffekte wird herausgestrichen und erläutert. Insbesondere wird auf die Sensibilität der Festlegung einer Diskontrate für Umweltgüter hingewiesen.

### **Kosten-Nutzen-Analyse**

Die KNA gilt als rein monetäres Verfahren, bei der sämtliche direkten und indirekten Auswirkungen eines Projektes mit Marktpreisen bewertet werden, um monetäre Größen zu gewinnen, die schließlich auf einen Zeitpunkt zu beziehen und zu aggregieren sind.

Als „volkswirtschaftliches Effizienzmaß“ – jener Wert, der die beste Variante nach einer KNA vorgibt – stehen mehrere Möglichkeiten zur Verfügung: Das Kapitalwert- oder Annuitätenkriterium, das Nutzen-Kosten-Verhältnis, die interne-Zinsfuß-Methode, die Amortisationsdauer und die Restwert-Methode. Als Eingangsparameter in die jeweiligen Algorithmen der genannten Methoden sind der Planungshorizont, der Kalkulationszinssatz sowie die Nutzen- und Kostenanteile festzulegen.

Die Nutzen- und Kostenanteile sind jeweils in direkte, indirekte und intangible Nutzen bzw. Kosten zu klassifizieren. Im gegenständlichen Anwendungsspektrum der wasserwirtschaftlichen Planung gelten als direkte Kosten beispielsweise Investitions- und Betriebskosten, als indirekte Kosten Ablösen und Ersatzmaßnahmen. Als direkter Nutzen gilt beispielsweise die Minimierung von Hochwasserschäden oder Wertsteigerungen. Indirekte Kosten bzw. Nutzen sind solche, die nicht direkt vom Projekt betroffenen Dritten entstehen. Als intangibel gelten Auswirkungen, die nicht monetär bewertbar sind. Diese können in der KNA nur in beschreibender Form Eingang finden.

Wird die KNA in Bereichen angewandt, in denen keine Marktpreise relevanter Güter existieren – dies ist bei umweltrelevanten Fragestellungen häufig der Fall – stellt die Monetarisierung ein zentrales Problem dieser Methode dar.

**Einteilung der Nutzen und Kosten**

**Beurteilung: eingeschränkt geeignet**

### **Nutzwertanalyse**

Die NWA wird als wichtigstes nicht monetäres Bewertungsverfahren vorgestellt. Dabei wird der Zielerfüllungsgrad jeder Alternative in Bezug auf die Erfüllung von Teilzielen ausgedrückt. An Stelle von monetären Größen treten Nutzenfunktionen und Gewichtungen, die eine Vergleichsbasis im Hinblick auf die Zielerfüllung schaffen. Damit gilt die NWA im Gegensatz zur KNA als Entscheid-

**Beurteilung: praxistauglich**

Verfahren, das mehrfache Zielsetzungen ungeachtet einer monetären Quantifizierbarkeit berücksichtigt. Die Alternativen können entsprechend den Präferenzen der Entscheidungsträger geordnet gereiht werden, wobei sich die Reihung durch die Nutzwerte der Alternativen ergibt. Der Nutzwert ist eine nach der relativen Bedeutung der entscheidungsrelevanten Ziele gewichtete zusammenfassende Aussage über die Zielerfüllungsgrade der zur Auswahl stehenden Handlungsalternativen.

Wesentliche Grundlage der NWA ist die Festlegung eines klaren Zielsystems. Ausgehend von Oberzielen werden dazugehörige Teilziele und Unterziele abgeleitet. Ergebnis soll eine geschlossene und widerspruchsfreie Zielhierarchie sein. Das Zielsystem wird soweit aufgegliedert, bis in der untersten Zielebene quantifizierbare Zielkriterien vorliegen. Können nicht direkt in Kardinalskalen erfassbare Indikatoren abgeleitet werden, müssen Punkt- oder Nominalskalen herangezogen werden. Zu beachten sind die Unterscheidung von Zielen und Alternativen sowie die Beziehungen der Ziele untereinander bzw. deren gegenseitige Unabhängigkeit. Jedes Teilziel hat für sich alleine und nicht erst in Verbindung mit anderen Teilzielen zur Erfüllung des jeweiligen Oberzieles beizutragen.

Durch eine Gewichtung der Ziele kann deren relative Bedeutung im Vergleich zu den anderen Zielen einfließen.

Für jedes Kriterium wird der Zielerfüllungsgrad (Wirksamkeit der Alternative im Hinblick auf das Zielkriterium) ermittelt und mit dem Gewicht des jeweiligen Kriteriums multipliziert. Die Summe dieser Teilnutzwerte ergibt den Nutzwert der Alternative. Abbildung 3 veranschaulicht das Prinzip der NWA an einem Beispiel. Das Beispiel enthält kein Kostenkriterium.

Forderung			Varianten										
Nr. aus Abb. 2	Bezeichnung	Gewicht		0 Beibehaltung des heutigen Zustandes		1 Verlegung der Ems in die historische Lage von 1820		2 Ausbau nach dem wasserw. Entwurf 1971		3 Ausbau nach fischereilichen Gesichtspunkten		4 Ausbau auf landschafts-ökologischer Grundlage	
		Punkte	Darstellung	Erfüllungsgrad	Wertzahl (Sp.2 x Sp.4)	Erfüllungsgrad	Wertzahl (Sp.2 x Sp.6)	Erfüllungsgrad	Wertzahl (Sp.2 x Sp.8)	Erfüllungsgrad	Wertzahl (Sp.2 x Sp.10)	Erfüllungsgrad	Wertzahl (Sp.2 x Sp.12)
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	Naturnahe Verhältnisse	10			2,50		7,50		2,50		5,00		10,00
2	Landschaftsbild	5			1,25		3,75		1,25		2,50		5,00
3	Hochwasserfreiheit und Große Vorflut	10			5,00		2,50		10,00		5,00		10,00
4	Brunnenentwässerung	7			1,75		1,75		7,00		3,50		7,00
5	Aufnahme von Abwässern	9			2,25		4,50		6,75		4,50		6,75
6	Bewässerung	2			1,50		1,00		0,50		1,50		1,00
8	Erholung am Wasser	4			1,00		2,00		2,00		3,00		3,00
11	Brauchwasser	2			1,00		1,00		0,50		1,50		0,50
<b>Summe der Punkte</b>		<b>49</b>	<b>Gesamtwertzahl</b>	<b>16,25</b>		<b>24,00</b>		<b>30,50</b>		<b>26,50</b>		<b>43,25</b>	

Quelle: LANDESAMT FÜR NORDRHEIN-WESTFALEN (HG.) (1980) aus NACHTNEBEL (2008) umweltbundesamt<sup>®</sup>

Abbildung 3: Beispiel einer Nutzwertanalyse.

### Kosten-Wirksamkeits-Analyse

**Beurteilung:**  
**praxistauglich**

Die KWA stellt die Kosten in Form monetär bewertbarer Größen den nicht monetär erfassten Wirkungen gegenüber. Damit stellt sie einen Übergang zu den rein monetären Verfahren dar. Der Wirksamkeit (= Nutzwert) der Alternativen, ausgedrückt in einem dimensionslosen Index, werden also die Kosten in Geldeinheiten gegenübergestellt. Die Reihung der Alternativen kann durch Einfüh-



rung von Kriterien in Form einer Minimalanforderung oder maximal zulässigen Kosten erfolgen: Effizienzprinzip (Wirksamkeitsmaximierung bei Budgetrestriktion) und/oder Sparsamkeitsprinzip (Kostenminimierung bei festgelegter Mindestwirksamkeit).

### **Mehrzielplanungsverfahren**

Neben den oben angeführten Methoden existiert eine Reihe weiterer anerkannter Verfahren, die mathematisch-methodische Hilfsmittel zur Entscheidungsfindung bei komplexen, mehrdimensionalen Problemen darstellen. Derartige Verfahren werden bzw. wurden insbesondere in den USA im Rahmen der wasserwirtschaftlichen Planung angewendet und entwickelt.

Allen Verfahren gemeinsam sind die wesentlichen Bearbeitungsschritte

- Festlegung von Projektalternativen,
- Formulierung von Zielen,
- Formulierung von Bewertungskriterien zur Messung der Zielerfüllung,
- Bewertung der Alternativen (Beschreibung der Wirkung) anhand der Kriterien im Hinblick auf die Erfüllung der Ziele,
- Darstellung in Form einer Wirkungsmatrix,
- Bewertung und Reihung der Alternativen nach einem Mehrzielplanungsverfahren.

Je nach Präferenzen der Entscheidungsträger für Ziele werden die Methoden in drei Gruppen unterschieden:

- Methoden ohne a-priori Präferenzen,
- Methoden mit a-priori Präferenzen,
- Methoden mit iterativer Präferenzangaben.

Für die Praxis der Planung in der Wasserwirtschaft oder Altlastensanierung erscheinen vor allem die Methoden mit a-priori Präferenzen relevant, da eine vorab definierte Zielhierarchie bzw. Reihung der Ziele untereinander seitens der Entscheidungsträger möglich und geboten erscheint.

Als wichtigste Methoden mit a-priori Präferenzen werden genannt und beschrieben:

- Zielprogrammierung (Goalprogramming),
- Kompromissprogrammierung (Compromise Programming),
- ELECTRE.

Während die Algorithmen der Ziel- und Kompromissprogrammierung auf dem Prinzip der Ermittlung einer möglichst geringen (Gesamt-) Distanz zu vorgegebenen Zielen („distanzorientierte Verfahren“) beruhen, basiert das Verfahren ELECTRE auf dem paarweisen Vergleich von jeweils zwei Alternativen.

Die genannten Verfahren sind durch nicht unerhebliche mathematische Komplexität charakterisiert. Die Rechnerleistung ist jedoch bei den heute zur Verfügung stehenden EDV-Kapazitäten keineswegs als limitierender Faktor zu betrachten. Die Problematik der Komplexität erscheint eher im Hinblick auf die korrekte Formulierung und Handhabung der Eingangsparameter (z. B. Zielformulierung, Zielhierarchie, Gewichtung) relevant.

**Beurteilung:**  
**eingeschränkt**  
**geeignet**

Die Instrumentarien der Mehrzielplanung sind an etlichen Fallbeispielen der wasserwirtschaftlichen Planung erprobt worden und haben ihre Eignung zur Überwindung von Entscheidungskonflikten bewiesen. Insbesondere ist die gegebene Transparenz der Entscheidungsfindung hervorzuheben.

### **5.3 Bewertung abfallwirtschaftlicher Maßnahmen mit dem Ziel der nachsorgefreien Deponie – BEWEND (2001)**

#### **Autoren**

BRUNNER, P.H., DÖBERL, G., HUBER, R.: TU WIEN, Abteilung Abfallwirtschaft und Stoffhaushalt

HUTTERER, H., FRÜHWIRTH, W. WÖGINGER, H: GUA – Gesellschaft für umfassende Analysen GmbH

SCHÖNBÄCK, W., EDER, M., PIERRARD, R.: TU WIEN, Institut für Finanzwissenschaft und Infrastrukturpolitik

#### **Herausgeber**

UMWELTBUNDESAMT (2001)

#### **Kurzdarstellung des Gesamtinhaltes**

Die Studie bewertet neun verschiedene abfallwirtschaftliche Maßnahmenoptionen (z. B. Verbrennung, mechanisch-biologische Behandlung) im Hinblick auf die Zielsetzungen des Abfallwirtschaftsgesetzes (AWG) unter den Aspekten des langfristigen Umweltschutzes, der Ressourcenschonung und der Kosten. Der Systemvergleich erfolgt unter Anwendung der Stoffflussanalyse in Kombination mit wirtschaftlichen Bewertungsmethoden wie Kosten-Nutzen-Analyse und modifizierter Kosten-Wirksamkeits-Analyse. Beide Methoden zeigen übereinstimmende Ergebnisse: Szenarien mit thermischer Behandlung gewährleisten die Einhaltung der Ziele des Abfallwirtschaftsgesetzes besser als andere abfallwirtschaftliche Maßnahmenoptionen.

#### **Relevanter Inhalt betreffend umweltökonomische Bewertungsinstrumente**

##### **Systemgrenzen**

Großes Augenmerk gilt der klaren Definition und Darstellung der Systeme und vor allem der räumlichen und zeitlichen Systemgrenzen als Voraussetzung der Vergleichsstudie. Als räumliche Systemgrenze wurde das Staatsgebiet der Republik Österreich, als zeitliche Systemgrenzen wurden 1 Jahr und 100 Jahre sowie als maximale obere Grenze ein Zeitraum von 10.000 (!) Jahren ab dem Jahr 2000 festgelegt.

Es wird eine Auswahl von möglichen Bewertungsverfahren getroffen, die daraufhin überprüft werden, inwieweit diese geeignet sind, die Erfüllung der im AWG definierten Ziele im Bewertungsergebnis ausreichend abbilden zu können. Folgende Bewertungssysteme werden betrachtet:

- Kosten-Nutzen-Analyse (KNA),

- Kosten-Wirksamkeits-Analyse (KWA),
- Nutzwertanalyse (NWA).

Die genannten Verfahren werden ausführlich beschrieben und einem Vergleich hinsichtlich ihrer Eignung als Bewertungsinstrument unterzogen. Tabelle 1 zeigt eine Zusammenstellung des Vergleiches und der Bewertung der Verfahren.

Tabelle 1: Vergleich der Analyseinstrumente KNA, KWA und NWA (Quelle: UMWELTBUNDESAMT (Hg.) 2001).

	<b>Kosten-Nutzen-Analyse (KNA)</b>	<b>Kosten-Wirksamkeits-Analyse (KWA)</b>	<b>Nutzwertanalyse (NWA)</b>
<b>Kurzbeschreibung</b>	Die KNA versucht, die gesamtwirtschaftlichen Vor- und Nachteile (Nutzen und Kosten) eines Projekts oder einer Maßnahmenkombination zu bestimmen und zu quantifizieren. Bewertung erfolgt in Geldeinheiten.	Die KWA untersucht, wie mit gegebenem Mittelaufwand ein Maximum an Zielerreichung erzielt oder mit minimalem Mittelaufwand ein gegebenes Ziel erreicht werden kann. Bewertung erfolgt in Geldeinheiten und physischen Größen.	Die NWA untersucht alternative Projekte nach dem Gesichtspunkt, inwieweit diese die gesetzten Ziele erreichen. Bewertung erfolgt in Nutzwerten.
<b>Vorteile</b>	Mit Hilfe der Diskontierung ist es möglich, Kosten- und Nutzenströme, die zu unterschiedlichen Zeitpunkten anfallen, zu vergleichen. Bewertung erfolgt auf Grundlage von Marktpreisen, die Angebot und Nachfrage repräsentieren und somit nicht nur von einzelnen sondern eine breiten Basis (alle am Wirtschaftsprozess teilnehmenden Akteure) festgelegt werden. Standardisierte Bewertungsmethode (d. h. verschiedene KNA's sind miteinander vergleichbar) da zur Bewertung immer eine Geldeinheit verwendet wird. Es kann analysiert werden, ob für die Durchführung eines bestimmten Projekts Mittel aus dem öffentlichen oder privaten Sektor entzogen werden sollen. Nicht am Markt gehandelte Umwelteffekte können durch die Monetarisierung einbezogen werden, dadurch erfolgt eine Steigerung der Ressourcenallokationseffizienz.	Die Messung in Geldeinheiten erfolgt nur dort, wo Marktpreise verfügbar sind. Erfasst systematisch alle Wirkungen eines Vorhabens, daher gute Grundlage für die Anwendung weiterer Instrumente. Flexible Methode, die einfach erweiterbar oder durch Veränderung der Zielgewichtung variierbar ist.	Es können alle Effekte in der Analyse berücksichtigt werden. Durch Gewichtung der Ziele müssen Entscheidungsfindungsmechanismen transparent gemacht werden. Flexible Methode, die einfach erweiterbar oder durch Veränderung der Zielgewichtung variierbar ist.
<b>Nachteile</b>	Durch Diskontierung werden zukünftige Effekte geringer bewertet als heutige – Gefahr der Benachteiligung nachfolgender Generationen. Im Zuge der Monetarisierung besteht die Gefahr, dass ethische Grenzen überschritten werden (z. B. Bewertung des Menschenlebens anhand des Lebenseinkommens – Unterschiede zwischen USA und Entwicklungsländern). Signifikanter Informationsbedarf um Effekte zu identifizieren und bewertbar zu machen.	Keine allgemeine Bewertungsgrundlage, der Vergleich verschiedener Untersuchungen ist daher nicht möglich. Subjektive Festlegung des Zielsystems sowie dessen Gewichtung. KWA ist nur zum Vergleich von Projekten, die die selbe Zielerreichung zum Zwecke haben, geeignet. Die Ziele müssen voneinander unabhängig (widerspruchsfrei) definiert werden – gelingt in der Praxis nicht immer. Es ist meist keine eindeutige Rangfolge der Projektalternativen bestimmbar.	Kein klarer Mechanismus zur Verteilung der Zielgewichte. Aufgrund der projektindividuellen Anwendung ist ein Vergleich verschiedener Studien schwer möglich. Subjektive Festlegung des Zielsystems sowie dessen Gewichtung. Kosten eines Projekts können nur als negative Teilnutzwerte in die Analyse eingehen. Die Ziele müssen voneinander unabhängig (widerspruchsfrei) definiert werden – gelingt in der Praxis meist nicht immer.

### **Kosten-Nutzen-Analyse**

Bei der KNA können prinzipiell nur solche Effekte bewertet werden, für die entweder Marktpreise direkt verfügbar sind oder sich mit Hilfe nachvollziehbarer, mehr oder weniger geeigneter Methoden (Schadenskosten, Vermeidungskosten, Reparaturkosten etc.) ermitteln lassen. Dies ist im Rahmen der vorliegenden Fragestellung für eine Reihe von Zielen bzw. Indikatoren nicht oder nur unvollständig realisierbar, so dass diese Effekte im Rahmen der KNA nicht bewertet werden konnten („intangibile Effekte“).

### Kosten-Wirksamkeits-Analyse

Die KWA ermöglicht dagegen auch die Bewertung nicht monetarisierbarer Indikatoren, indem diese in ein Verhältnis zu einem Zielwert gesetzt werden. Die Schwierigkeit liegt jedoch in der Definition und Erfassung der Ziele sowie dem dazu erforderlichen politischen Konsens. Abbildung 4 zeigt die prinzipielle Vorgangsweise einer KWA.

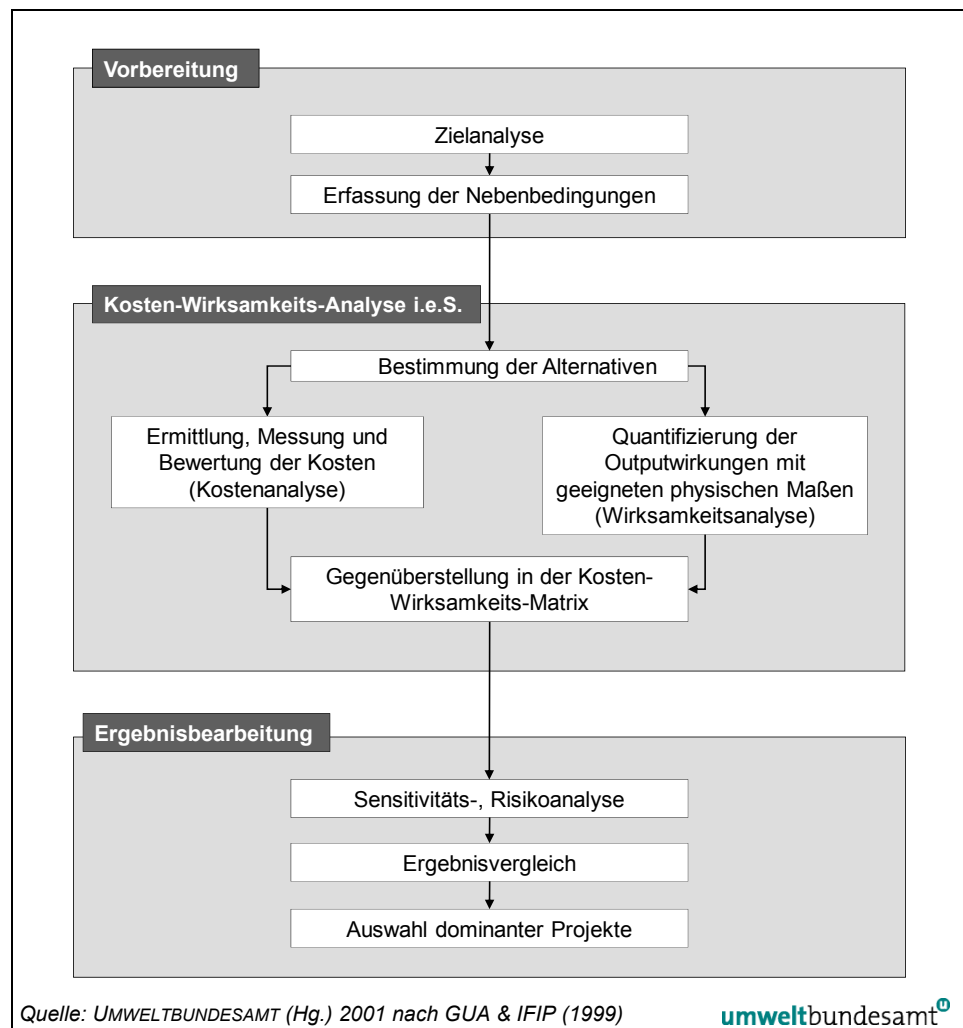


Abbildung 4: Ablaufschema einer Kosten-Wirksamkeits-Analyse.

### Nutzwertanalyse

Die NWA zeigt die gleiche Problematik wie die KWA, zusätzlich ist durch die Gewichtung und Transformation von Zielerfüllungsgraden in Nutzwertpunkte ein starker subjektiver Einfluss gegeben. Ein weiterer entscheidender Nachteil ist, dass Kosten lediglich als negative Nutzwerte eingehen.

Als Bewertungsmodelle werden daher die KNA und eine modifizierte KWA (mKWA mit Gewichtung und Zusammenführung der Wirksamkeiten) angewendet. Die Ergebnisse der mKWA wurden einer Sensitivitätsanalyse unterzogen, um den Einfluss unterschiedlicher Gewichtungen zu untersuchen.

Beide Methoden zeigen ein ähnliches Ergebnis hinsichtlich Reihung der abfallwirtschaftlichen Maßnahmenfälle (Alternativen).

Die KNA erweist sich als gut geeignete Methode, wenn alle Kosten und Nutzen eines Projektes monetarisiert werden können. Im gegenständlichen Anwendungsfall zeigte sich jedoch, dass viele relevante, zumeist negative, externe Effekte durch schwierige oder nicht mögliche monetäre Bewertbarkeit nicht berücksichtigt werden können. Dies gilt insbesondere für eine Reihe ökologischer Effekte.

**Beurteilung: KNA  
eingeschränkt  
geeignet ...**

Die mKWA hingegen ermöglicht die Einbeziehung von monetär nicht bewertbaren Effekten. Dabei können aus den im AWG vorgegebenen Zielen Unterziele mit messbaren Bewertungsgrößen abgeleitet werden. Die anschließende Gewichtung der Ziele bzw. Teilziele ermöglicht eine Bewertung im Rahmen des vom AWG vorgegebenen Zielrahmens. Die mKWA stellt somit im gegenständlichen Fall des Vergleichs verschiedener abfallwirtschaftlicher Systeme auch für den politischen Entscheidungsträger die besser anwendbare Entscheidungsgrundlage dar.

**... modifizierte KWA  
empfohlen**

## **5.4 Grundlagen zur technisch-ökonomischen Optimierung und Bewertung von Grundwassersanierungen (2008)**

### **Autoren**

FINKEL, M.: Universität Tübingen, Zentrum für angewandte Geowissenschaften

BAYER, P.: Universität Tübingen, Zentrum für angewandte Geowissenschaften

WEISKE, A.: Geo Risk Ingenieurgesellschaft, Stuttgart

### **Herausgeber**

ALTLASTENFORUM BADEN-WÜRTTEMBERG E.V., Arbeitskreis innovative Erkundungs-, Sanierungs- und Überwachungsmethoden (2008)

### **Kurzdarstellung des Gesamtinhaltes**

Im Rahmen der Planung von Grundwassersanierungsmaßnahmen gilt es, jene Systeme bzw. Maßnahmen zu ermitteln, die für die Erreichung der Sanierungsziele optimal geeignet sind. Die in Frage kommenden Varianten sind einer entsprechenden vergleichenden Bewertung zu unterziehen. Durch Anwendung der vorgestellten Methoden und Ansätze der technisch-ökonomischen Optimierung und Bewertung (TOB) ließe sich in vielen Fällen die Auswahl und Planung von Grundwassersanierungsmaßnahmen verbessern. Die Publikation stellt Methoden zur technisch-ökonomischen Bewertung und Optimierung vor, dabei wird auch auf die Zieldefinition und auf Bewertungsmodelle eingegangen. Darüber hinaus wird das Thema der Unsicherheit behandelt.

Entsprechend dem Titel liegt der inhaltliche Schwerpunkt vor allem auf Verfahren zur vergleichenden technischen Optimierung von Maßnahmen. Konkret wird auf die Anpassung von beispielsweise Pump-and-Treat-Systemen und in-situ

Reaktionswänden näher eingegangen. Den Fragestellungen der Entscheidungsanalyse in Bezug auf weitere Kriterien (z. B. Ökologie, Nachnutzung) wird jedoch breiter Raum gegeben, so dass die dortigen Ansätze und Empfehlungen für umweltökonomische Bewertungen nutzbar sind.

### **Relevanter Inhalt betreffend umweltökonomische Bewertungsinstrumente**

Im Zuge der Auswahl und Bewertung von Maßnahmen sind die Wirksamkeit im Hinblick auf das Sanierungsziel, die Kosten, das Verhältnis von Kosten und Wirksamkeit sowie die Auswirkungen auf Betroffene zu berücksichtigen. Darüber hinaus sind Interessen des Sanierungspflichtigen zu berücksichtigen. Für die vergleichende technisch-ökonomische Bewertung von Sanierungsmaßnahmen sind Bewertungsmethoden aus der betriebswirtschaftlichen Praxis der Investitionsrechnung mit mathematischen Verfahren zur Quantifizierung bzw. zur Prognose der Wirkung der Maßnahmen zu kombinieren.

### **Mehrzielentscheidung**

Neben dem Vergleich direkter Kosten (Herstellung und Betrieb) technisch geeigneter Maßnahmen sind in der Regel weitere Nutzen- und Kosteneffekte relevant, in denen die Verfahrensalternativen Unterschiede aufweisen. Damit liegt bereits eine Mehrzielentscheidung vor.

#### **Zieldefinition**

Im Rahmen von Mehrzielentscheidungen sind zunächst die Ziele zu definieren, daraus Teilziele abzuleiten, anschließend die Bedeutung dieser Ziele festzulegen (Gewichtung) und zu analysieren, welche Konflikte zwischen den Zielen bestehen. Dabei kommt den Präferenzen der Entscheidungsträger besonderes Gewicht zu. Die Ziele sind durch geeignete Indikatoren zu parametrisieren. Im Hinblick auf Objektivität und Akzeptanz des Bewertungsergebnisses sollten für die Indikatoren soweit wie möglich quantitative Modelle oder Messungen herangezogen werden. Für die Bewertung stehen zahlreiche multikriterielle Vergleichsverfahren zur Verfügung. Sind Wirkungen und Nutzen einerseits und Kosten andererseits zu bewerten, so erfolgt dies durch eine Kosten-Wirksamkeits-Analyse.

Für die Bewertung der Kosten werden verfügbare Verfahren der Investitionsrechnung herangezogen. Um die unterschiedlichen Zeitpunkte von Kosten zu berücksichtigen, sind dynamische Berechnungsmethoden (z. B. Kapitalwertmethode) anzuwenden. Auf die Problematik des Kalkulationszinssatzes (große Unsicherheit bei gleichzeitig hohem Einfluss insbesondere bei langen Zeiträumen) wird hingewiesen.

#### **Unsicherheit**

Die Beurteilung von Grundwassersanierungsverfahren ist mit Unsicherheit behaftet. Diese ist ein wesentliches Kriterium der Investitionsentscheidung und sollte durch entsprechende Methoden in den Entscheidungsprozess mit einbezogen werden. Als einfachste Methode gilt das so genannte „Korrekturverfahren“ – dabei werden zur Risikoabfederung den Ausgangsdaten oder Ergebnissen pauschale Zu- oder Abschläge zugewiesen. Weitere verbreitete Methoden sind die Sensitivitäts- und die Risikoanalyse. Insbesondere für letztere stehen verschiedene kommerzielle Softwarepakete zur Verfügung.

Die wesentlichen Arbeitsschritte der technisch-ökonomischen Bewertung und Optimierung sind in Abbildung 5 dargestellt.

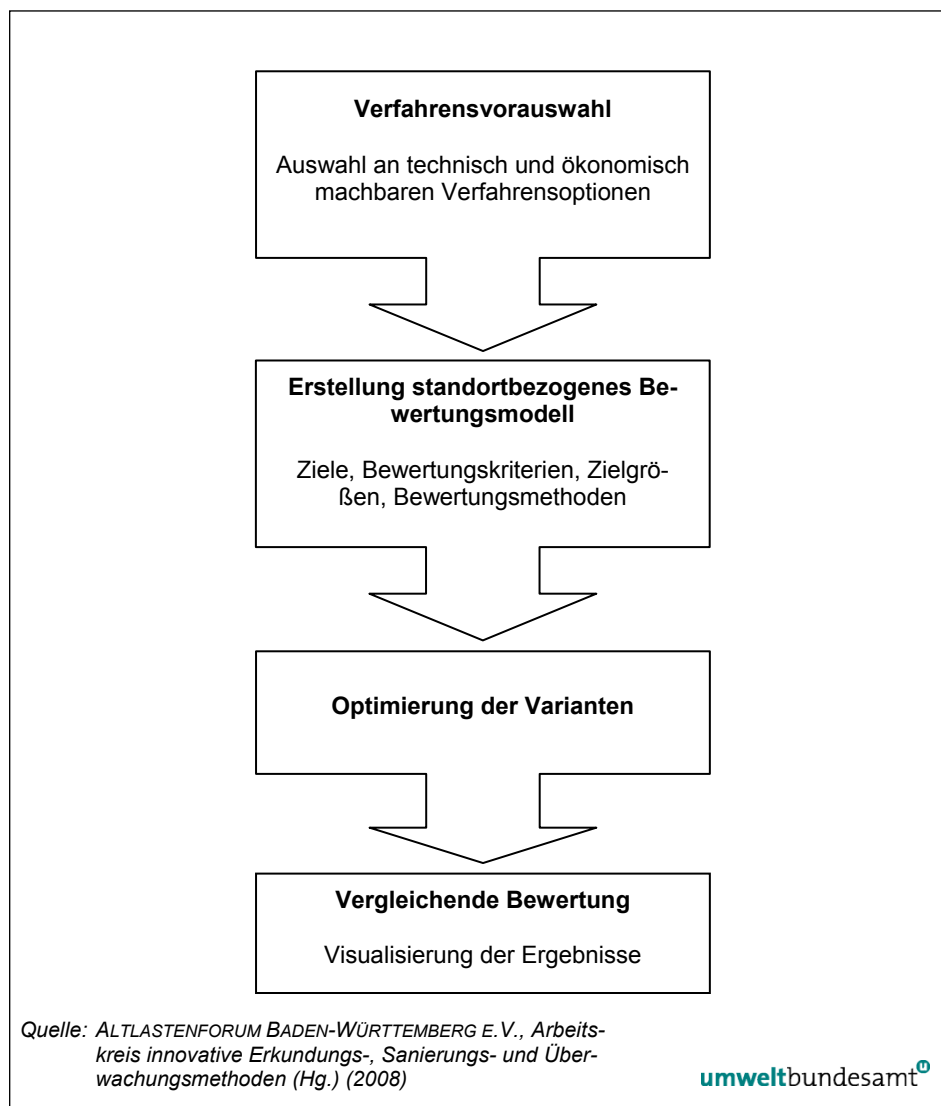


Abbildung 5: Arbeitsschritte der technisch-ökonomischen Bewertung.

Im Rahmen der Zieldefinition und Verfahrensvorauswahl wird von einer nutzungsbezogenen Gefährdungsabschätzung ausgegangen. Dies bedeutet, dass das Erfordernis der Gefahrenabwehr von der gegebenen Nutzung abhängig gemacht werden kann. Somit werden die Sanierungsziele nutzungsbezogen definiert. Dazu sind folgende Schritte zu setzen:

1. Ermittlung maximal zulässiger Schadstoffkonzentrationen oder -frachten.
2. Auswahl von Beurteilungskriterien (z. B. Auswirkung auf Trinkwasser) und Orten der Beurteilung (z. B. Wasserwerk).
3. Festlegung der Zielvorgaben in Abstimmung mit der Behörde (z. B. maximale Schadstoffkonzentration laut Trinkwasserverordnung).

Für die Bewertung unterschiedlicher Maßnahmen ist ein geeigneter Bewertungsrahmen zu definieren und unter den Akteuren abzustimmen. Dieser umfasst die Ziele, Teilziele und Bewertungskriterien sowie die dazu gehörigen Modelle und Annahmen.

**nutzungsbezogene Sanierungsziele**

**Bewertungsrahmen**



Soll im Anschluss an die Bewertung eine Entscheidung getroffen werden, so ist auch das Entscheidungsverfahren festzulegen, d. h. die Methode, nach der die Rangfolge der Alternativen bestimmt wird.

Entsprechende Festlegungen müssen begründet, transparent und nachvollziehbar sein. Je nach Art und Anzahl der Kriterien kann zusätzlich die Definition von Kriteriengruppen (z. B. Auswirkungen auf die Umwelt, Nachhaltigkeit) oder von hierarchisch angeordneten Zielebenen sinnvoll sein. Zu beachten ist der formal bedeutende Unterschied zwischen Bewertungskriterien einerseits und Zielen andererseits.

Die Bewertungsmodelle sind so zu wählen, dass die Ausprägungen der Bewertungskriterien zumindest auf einer Ordinalskala (z. B. Schulnoten) bestimmt werden können, also vergleichende Aussagen wie z. B. „besser/schlechter“ möglich sind.

**Kosten-Nutzen-Analyse, Nutzwertanalyse**

Darüber hinaus ist bei mehrfacher Zielsetzung bzw. vielen verschiedenen Bewertungskriterien die Aggregation zu einer einzigen Zielgröße anzustreben. Diese wird beispielsweise durch eine Kosten-Nutzen-Analyse oder eine Nutzwertanalyse, bei der die Kosten ebenfalls als Teilnutzwert abgebildet werden, erhalten.

## **5.5 Erhebung, Analyse und Bewertung geeigneter Verfahren zur Variantenuntersuchung in der Siedlungswasserwirtschaft (2004)**

### **Autoren**

HABERL, R.: Universität für Bodenkultur Wien, ISIG – Institut für Siedlungswasserwirtschaft, Industrierwasserwirtschaft und Gewässerschutz

BRUNNER, N.: Universität für Bodenkultur Wien, Institut für Mathematik

STARKL, M.: Universität für Bodenkultur Wien, ISIG – Institut für Siedlungswasserwirtschaft, Industrierwasserwirtschaft und Gewässerschutz

### **Herausgeber**

BMLFUW – Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft (2004)

### **Kurzdarstellung des Gesamtinhaltes**

Ausgehend von einer Beschreibung des Ist-Zustandes der Variantenuntersuchungen in der österreichischen Siedlungswasserwirtschaft (SWW) werden in der Studie zuerst Bewertungsverfahren erhoben und anschließend eine Reihe von Verfahren zur weiteren Analyse ausgewählt. Die Bewertungsverfahren werden nach umweltökonomischen, umweltrechtlichen und ökologischen Gesichtspunkten beurteilt und auf ihre Anwendbarkeit geprüft. Die Studie schließt mit entsprechenden Empfehlungen ab.



## Relevanter Inhalt betreffend umweltökonomische Bewertungsinstrumente

Die Rahmenbedingungen der SWW zielen auf die Planung der kostengünstigsten Variante ab, die ökologisch verträglich ist. Demgegenüber existiert das Anliegen der gleichzeitigen Optimierung sowohl des ökologischen als auch des ökonomischen Nutzens. Über die Umsetzung des letztgenannten Zieles existiert noch kein internationaler Konsens.

Die Bewertungsverfahren werden entsprechend ihrer Zugänge zur Bewertung in sieben Gruppen unterteilt, beispielsweise ökonomische Verfahren (z. B. Kosten-Nutzen-Analyse – KNA), Ökobilanzen, multiattributive Verfahren (z. B. Nutzwertanalyse – NWA), Reihungsverfahren und spezielle Verfahren bzw. Kombinationsverfahren (z. B. Kosten-Wirksamkeits-Analyse – KWA). Auf Basis vor allem formaler – und weniger inhaltlicher – Kriterien erfolgt eine Auswahl von zwölf Verfahren zur Detailbewertung, darunter KNA, NWA, und KWA.

Für die Beurteilung und Empfehlung von Bewertungsverfahren werden insbesondere folgende Kriterien herangezogen:

1. Inhaltliche und strukturelle Gültigkeit
2. Realisierbarkeit und Akzeptanz
3. Objektivität, Unvoreingenommenheit, Transparenz und Nachvollziehbarkeit
4. Überprüfbarkeit der Annahmen
5. Überprüfbarkeit des Entscheidungsprozesses
6. Planungsumfang

Ein interessanter Ansatz der Studie ist die der Beurteilung und den Empfehlungen zugrunde liegende Berücksichtigung von unterschiedlichen Bewertungsanliegen und Planungsebenen.

Bei den Planungsebenen wird zwischen *konkreten Planungen* und *überregionalen Konzepten* unterschieden.

Zusätzlich werden drei generelle Bewertungsanliegen unterschieden:

- a. Minimierung der Kosten bei ökologischer Verträglichkeit
- b. Maximierung der Kosteneffektivität
- c. Maximierung des ökonomischen und ökologischen Nutzens

Für konkrete Planungen (in der SWW) wird in der Regel Bewertungsanliegen a. (Minimierung der Kosten bei ökologischer Verträglichkeit) und vereinfachte Effizienzmaße ausreichend sein. Von Bewertungsanliegen c. (Maximierung des ökonomischen und ökologischen Nutzens) wird auf der Ebene konkreter Planungen abgeraten, da eine zufriedenstellende Entscheidungsfindung der integrativen Maximierung des ökonomischen und ökologischen Nutzens nach Meinung der Autoren in der Praxis kaum möglich ist. Des Weiteren wird empfohlen, eine Aggregation von Teilergebnissen (ökonomische, ökologische und intangible Kriterien) so weit wie möglich zu vermeiden. Generell werden für konkrete Planungen „einfache Methoden“ (z. B. Reihung nach dem dominanten Kriterium) empfohlen.

Demgegenüber ist für überregionale Konzepte auch Bewertungsanliegen c. – also die Maximierung des ökonomischen *und* ökologischen Nutzens – möglich. Laut Empfehlung kann für dieses Bewertungsanliegen die kompetente Anwendung von aggregierenden Methoden als Hilfsmittel zur Entscheidungsunterstützung dienen. An erster Stelle diesbezüglich empfohlener Methoden wird die NWA genannt.

**Planungsebenen**

**Bewertungsanliegen**

**Kosten-Nutzen-Analyse**

## 5.6 Werkzeuge zur Bewertung von Abfallbehandlungsverfahren – Methoden und Ergebnisse (VDI-Leitfaden, 2006)

### Herausgeber

VDI – Verein Deutscher Ingenieure e.V. (2006)

### Kurzdarstellung des Gesamtinhaltes

Diese Studie entstand im Rahmen des VDI-GVC/DECHEMA-Fachausschusses „Abfallbehandlung und Wertstoffrückgewinnung“ vor dem Hintergrund kontroverser Standpunkte zum Thema innerhalb des Fachausschusses. Ziel war es, bestehende und häufig angewandte Bewertungsverfahren sowie ihre Vor- und Nachteile und Anwendungsgrenzen detailliert zu beschreiben und einem breiteren Publikum zugänglich zu machen. Es werden weder direkte Vergleiche der Verfahren untereinander gezogen noch Empfehlungen zur Anwendung einzelner Verfahren gegeben. Abbildung 6 gibt einen Überblick über die betrachteten Verfahren.

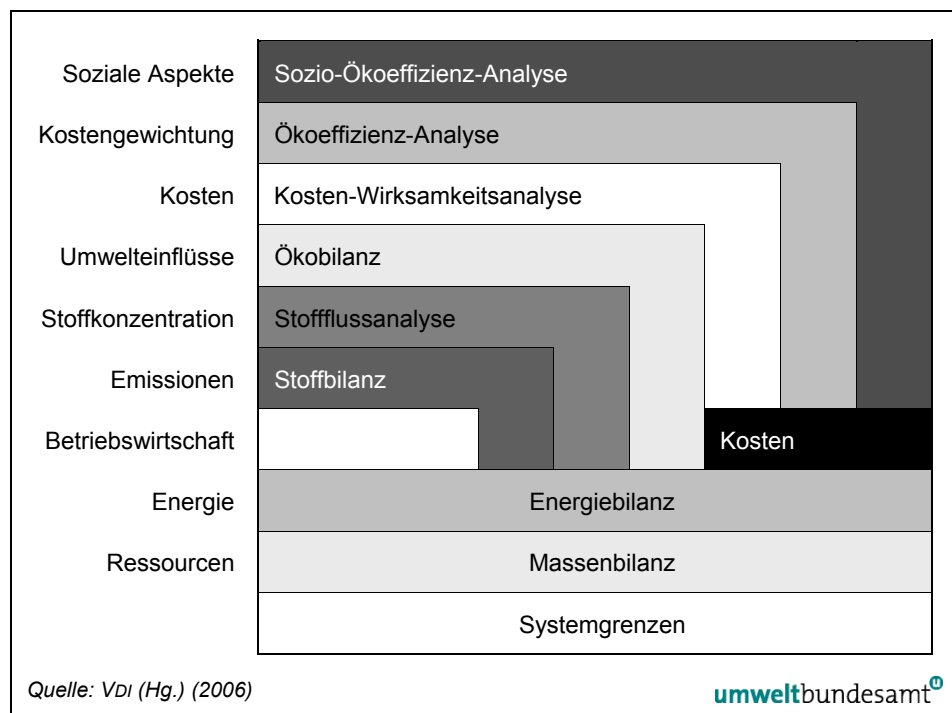


Abbildung 6: Mögliche Systematik betrachteter Bewertungsverfahren.

### Relevanter Inhalt betreffend umweltökonomische Bewertungsinstrumente

Unabhängig vom Anwendungsfall und der Auswahl einer Methode wird auf die prominente, weil in vielen Fällen ergebnisrelevante Rolle hingewiesen, die der Wahl von räumlichen und zeitlichen Systemgrenzen zufällt. Räumliche und zeitliche Systemgrenzen sind immer im Hinblick auf die zu beantwortende Fragestellung im Einzelfall festzulegen und sollten für alle im System betrachteten

Stoff-, Energie- und Geldflüsse gleichermaßen gelten. Da sämtliche untersuchten Verfahren auf der Bilanzierung von Energie- und Massenflüssen beruhen, wird auf die große Bedeutung der methodisch einwandfreien Erfassung bzw. Abschätzung dieser Flüsse hingewiesen.

In Hinblick auf umweltökonomische Verfahren werden die Kosten-Wirksamkeits-Analyse und die Ökoeffizienz-Analyse betrachtet. Letztere stellt die Verknüpfung einer klassischen Ökobilanz mit einer Kostenanalyse dar, wobei neben den Ergebnissen der Wirkungsbilanz („Ökobilanz“) prinzipiell auch die Kosten normiert werden. Das Verfahren wurde von der Firma BASF in den 1990er-Jahren entwickelt und mittlerweile auch um die Miteinbeziehung sozialer Effekte erweitert („Sozio-Ökoeffizienz-Analyse“). Obwohl eigentlich für den Vergleich von Produkten gedacht, wurden mit dem Verfahren beispielsweise auch abfallwirtschaftliche Systeme im Hinblick auf ihre Ökoeffizienz verglichen.

Das Verfahren erscheint weitgehend ausgereift und zur praktischen Anwendung geeignet. Allerdings existiert weder in der gegenständlichen Publikation noch anderswo eine tiefergehende und nachvollziehbare Beschreibung, die die detaillierte Vorgangsweise bei der Anwendung des Verfahrens offenlegen würde. Aus diesem Grund und aufgrund der Tatsache, dass sich mit der Ökoeffizienz-Analyse – verglichen mit klassischen Verfahren wie beispielsweise der Kosten-Wirksamkeits-Analyse – keine zusätzlichen Gesichtspunkte abdecken lassen, wird eine Weiterverfolgung der Ökoeffizienz-Analyse im Rahmen des gegenständlichen Projektes als nicht zweckmäßig erachtet.

**Ökoeffizienz-  
Analyse**

**Beurteilung:  
nicht transparent**

## 6 ERGEBNISSE DER LITERATURSTUDIE

### 6.1 Zusammenfassung der Auswertung relevanter Literaturquellen

Die Auswertung der relevanten Literaturquellen kann folgendermaßen zusammengefasst werden:

- Konkrete umweltökonomische Bewertungsverfahren für Sanierungsmaßnahmen an kontaminierten Flächen, die etabliert, standardisiert und durch langjährige Praxis erprobt sind, konnten nicht erhoben werden.
- Ein großer Teil der in der Literatur im Zusammenhang mit dem Management kontaminierter Flächen existierenden Entscheidungshilfen oder Decision Support Tools (DSTs) sind keine umweltökonomischen Bewertungsverfahren im engeren Sinne, sondern Verfahrensschemata oder Visualisierungswerkzeuge.
- Ein Teil der in der Literatur vorgestellten DSTs beruht auf dem Verfahren der Ökobilanzierung. Dies bringt zwar den Vorteil einer umfassenden Berücksichtigung von sekundären Umweltauswirkungen, birgt aber gleichzeitig den Nachteil, dass keine ökonomischen Größen in die Bewertung einfließen. Aus diesem Grund kommen reine Ökobilanzen für den gegenständlichen Fall nicht als Bewertungsinstrumente in Frage. Verfahren, die auf Ökobilanzen basieren und zusätzlich ökonomische Größen miteinbeziehen, wie beispielsweise die Ökoeffizienz-Analyse, wären zwar prinzipiell zur Bewertung von Maßnahmen an kontaminierten Flächen anwendbar, sind aber vergleichsweise komplex aufgebaut und bieten gegenüber klassischen Entscheidungsverfahren keine wesentlichen Vorteile. Sensibel erscheint zusätzlich die Definition der Systemgrenzen einer Ökobilanz sowie die mögliche Gefahr einer tendenziellen Überbewertung allgemeiner ökologischer Aspekte (z. B. CO<sub>2</sub>-Emissionen durch Transportaufwand) gegenüber dem eigentlichen standortbezogenen Sanierungsziel in Bezug auf das konkrete Gefährdungsbild des betroffenen Schutzgutes.
- Die klassische Kosten-Nutzen-Analyse (KNA) wäre zwar vom methodischen Standpunkt aus auch zur Bewertung von Maßnahmen an kontaminierten Flächen anwendbar, jedoch erscheinen insbesondere die beispielsweise durch eine Sanierungsmaßnahme erzielten primären Umwelteffekte („Nutzen“) mit einer KNA kaum oder nur über aufwändige Hilfskonstruktionen (Kostenansätze) abbildbar.
- Von den klassischen Entscheidungsverfahren und Wirtschaftlichkeitsanalysen erscheinen vor allem die Nutzwertanalyse (NWA) und die Kosten-Wirksamkeits-Analyse (KWA) zur konkreten umweltökonomischen Bewertung von Sanierungsverfahren an kontaminierten Standorten geeignet bzw. auf die spezifische österreichische Anwendung adaptierbar und entwickelbar.
- Voraussetzung der Anwendung dieser Verfahren ist in jedem Fall die Vorgabe von klaren räumlichen und zeitlichen Systemgrenzen, eines klaren Zielsystems sowie die Gewichtung der Ziele bzw. der Kriterien, die diese Ziele beschreiben.
- Die derzeit gängige Praxis der umweltökonomischen Bewertung von Sanierungsmaßnahmen in Österreich im Zuge der im Förderungsverfahren obligaten Variantenstudien entspricht weitgehend dem Verfahren der NWA.
- Für die Verfahren der NWA und KWA sind in der Literatur zahlreiche Anwendungsvorlagen und -beispiele vorhanden.

- Von den in der Literatur erhobenen konkreten Verfahren aus dem Bereich kontaminierter Flächen erscheinen die Systeme REC (Niederlande), DARTS (UNIDO) und WILMA (Deutschland) für eine weitere Verfolgung hinsichtlich einer eventuellen Anwendung geeignet. Es ist jedoch von einer erforderlichen Anpassung dieser Verfahren zur Anwendung auf die konkrete österreichische Situation auszugehen bzw. können lediglich einzelne Teile oder Ansätze uneingeschränkt verwendet werden.

## 6.2 Vorauswahl möglicher Bewertungsinstrumente

Auf Basis der Literaturrecherche wurden in einem ersten Schritt folgende Instrumente zur umweltökonomischen Bewertung für eine weitere Betrachtung und Prüfung im Hinblick auf eine Anwendung empfohlen:

- Nutzwertanalyse (NWA)
- Kosten-Wirksamkeits-Analyse (KWA)
- REC
- DARTS
- WILMA

## 7 ERGEBNISSE DES WORKSHOPS

Auf Basis der Literaturstudie wurden mögliche Lösungsansätze und die Eignung bzw. Anwendbarkeit der erhobenen Bewertungsinstrumente in einem erweiterten Kreis mit externen Fachleuten, insbesondere auch aus dem Bereich der Umweltökonomie, diskutiert.

Zu diesem Zweck wurde am 29.06.2009 ein entsprechender Workshop mit 19 Teilnehmerinnen und Teilnehmern abgehalten.

Die wesentlichen Ergebnisse des Workshops können wie folgt zusammengefasst werden:

- Es besteht Konsens darüber, dass der Einsatz eines standardisierten umweltökonomischen Bewertungsverfahrens im Management kontaminierter Flächen sinnvoll ist.
- Es soll ein eigenes, an die österreichischen Anforderungen angepasstes und möglichst einfaches Verfahren auf Basis der Nutzwertanalyse oder der Kosten-Wirksamkeits-Analyse entwickelt werden.
- Die verbindliche Verankerung umweltökonomischer Bewertungsverfahren auf Ebene der Behördenverfahren setzt eine entsprechende Anpassung der rechtlichen Rahmenbedingungen voraus.
- Wird die Definition und Gewichtung der Oberziele auf projektübergreifender Ebene festgelegt, ist dafür ein eigener Prozess der entsprechenden Entscheidungsträger erforderlich.

Die Langfassung des gesonderten Berichtes zum Workshop inkl. Präsentationen ist im Anhang ersichtlich.

## 8 AUSWAHL UND EVALUIERUNG VON BEWERTUNGSINSTRUMENTEN

### 8.1 Bewertung relevanter Verfahren

Die auf Basis der Literaturrecherche als relevant erhobenen Bewertungsinstrumente (siehe Kapitel 6.2) werden unter Berücksichtigung der Ergebnisse des Workshops (siehe Kapitel 7) wie folgt bewertet:

#### **Nutzwertanalyse (NWA)**

Die NWA gilt als klassisches nicht monetäres Entscheidungsverfahren unter mehrfacher Zielsetzung. Die Zielwerte werden gewichtet und zu Teilnutzwerten („Zielerfüllungsgrad“) aggregiert. Die Teilnutzwerte werden je Alternative zu einem Gesamtnutzwert summiert und zur Reihung der Alternativen herangezogen.

- Die NWA ist jenes Verfahren, das der derzeit geübten Praxis in Österreich zur umweltökonomischen Bewertung von Sanierungsoptionen im Zuge der Variantenstudien am ehesten entspricht.
- Das Verfahren ist auch aus anderen Fachgebieten in seiner Anwendung als Mehrzielentscheidungsverfahren bewährt und allgemein bekannt. Damit stehen zahlreiche Anwendungsbeispiele und Vorlagen aus der Literatur zur Verfügung.
- Es ermöglicht die Berücksichtigung von ökologischen, ökonomischen und sonstigen (z. B. sozialen) Zielen bzw. Bewertungskriterien mit entsprechender Gewichtung.
- Die Bewertung erfolgt in „Nutzwerten“. Über diese können indirekt auch Kosten abgebildet werden.
- Das Verfahren ist transparent, vergleichsweise einfach in der Handhabung und vor allem flexibel hinsichtlich der Anpassung an spezifische Anwendungen bzw. Anforderungen. Dies gilt insbesondere für den Ziel- und Kriterienumfang, der veränderbar ist.
- Voraussetzungen der Anwendung des Verfahrens sind vorab die Definition eindeutiger und geeigneter räumlicher und zeitlicher Systemgrenzen, eines klaren Zielsystems inkl. Kriterien sowie eine Gewichtung der Ziele und Kriterien. Damit ist eine klare und transparente Festschreibung von Prioritäten der Entscheidungsträger gegeben.
- Das wesentliche wirtschaftliche Bewertungskriterium der Kosten muss – ebenso wie alle anderen Bewertungskriterien – in einer nicht monetären relativen Ordinalskala (z. B. Schulnotensystem) abgebildet werden.

#### **Vorteile der NWA**

#### **Nachteile der NWA**

#### **Kosten-Wirksamkeits-Analyse (KWA)**

Da die KWA ein der NWA eng verwandtes Verfahren ist, gelten für die KWA im Wesentlichen die Aussagen zur NWA. Der Unterschied zur NWA liegt vorrangig darin, dass die Kosten als eigene monetäre Bewertungsgröße erhalten bleiben und den Nutzwerten aus der Bewertung der nicht monetären Kriterien gegenübergestellt werden.

Anmerkung:

**modifizierte KWA**

In der gängigen Fachliteratur ist das „Endergebnis“ der KWA eine Matrix der Wirksamkeiten in Bezug auf die Bewertungskriterien, die den Kosten gegenübergestellt werden (Kosten-Wirksamkeits-Matrix). Aus dieser KWA im engeren Sinn ergibt sich keine Reihung der Varianten. Im vorliegenden Anwendungsfall wird – in Anlehnung an die Literaturquelle in Kapitel 5.3 – von einer *modifizierten* KWA (mKWA) ausgegangen, bei der nach einer Gewichtung der Ziele bzw. Kriterien alle ermittelten Einzelwirksamkeiten jeder Variante summiert und durch die Kosten dividiert werden. Damit erfolgt eine Aggregation zu einer einzigen „Kosten-Wirksamkeits-Kennzahl“, aus der eine Reihung der Varianten abgeleitet werden kann (siehe Kapitel 9.1).

**Vorteil der KWA**

- Der herausragenden Bedeutung des Kriteriums Kosten wird insofern Rechnung getragen, als diese als monetäre Werte „erhalten“ bleiben und den Wirksamkeiten der übrigen Kriterien gegenübergestellt werden. Dies kann als zusätzlicher Vorteil gegenüber der NWA gewertet werden.

Während NWA und KWA als klassische volkswirtschaftliche Bewertungsinstrumente gelten, die für den vorliegenden Anwendungsfall adaptiert werden, wurden die nachfolgend beschriebenen Instrumente **REC**, **DARTS** und **WILMA** als Entscheidungshilfe speziell zur Anwendung bei kontaminierten Flächen entwickelt und stehen als anwendungsbereite (Software)produkte zur Verfügung.

**REC**

Methodisch basiert REC auf einer Kombination von Mehrzielentscheidung und Ökobilanzierung, die Ermittlung und Darstellung der Ergebnisse (drei unabhängige Indizes) trägt den Charakter der KWA im engeren Sinne.

**Vorteile von REC**

- Das Verfahren und die Software erscheinen weitgehend ausgereift und zur praktischen Anwendung geeignet.
- Ansätze für die Ermittlung bzw. Berechnung einzelner Bewertungskriterien für Risiko oder Umweltnutzen könnten übernommen werden.

**Nachteile von REC**

- Die zugrundeliegenden mathematischen Modelle sind komplex und die Nachvollziehbarkeit mit entsprechendem Aufwand verbunden. Dadurch ergibt sich ein „Black-Box“-Effekt.
- Das Verfahren erfordert eine umfangreiche und detaillierte Dateneingabe (z. B. voraussichtliche Reduktion der Emissionswerte). Der Umfang und die Genauigkeit dieser Daten liegen zum üblichen Zeitpunkt der Anwendung derartiger Modelle im Management kontaminierter Standorte (Stadium der Variantenstudie) in der Regel weder im geforderten Umfang noch hinsichtlich der Genauigkeit vor, da es sich in diesem Stadium noch weitgehend um Schätzwerte handelt.
- Das Zielsystem und die entsprechenden Bewertungskriterien sind weitgehend vorgegeben und vorwiegend auf den eigenen regionalen Hintergrund (Niederlande) ausgerichtet.

**aufwändiger  
Adaptierungsbedarf**

- Nicht zuletzt aufgrund der o. a. Nachteile muss das Verfahren für eine konkrete österreichische Anwendung angepasst werden. Der diesbezügliche Aufwand im Vergleich zur Entwicklung eines neuen „eigenen“ Verfahrens auf Basis NWA oder KWA erscheint im Hinblick auf das angestrebte Ergebnis relativ hoch.



## DARTS

Dieses Instrument ist taxonomisch den klassischen Mehrzielentscheidungsverfahren zuzuordnen. Das Verfahren basiert auf dem Grundprinzip der NWA.

- Das Verfahren und die Software erscheinen weitgehend ausgereift und zur praktischen Anwendung geeignet.
- Ausgerichtet auf die „Zielgruppe“ der Entwicklungsländer, dient das Verfahren in erster Linie zum Screening verfügbarer Sanierungstechnologien für bestimmte Standortverhältnisse und Schadenstypen. Eine Aufgabe, die nach österreichischem Verständnis und Entwicklungsstand des Managements kontaminierter Flächen durch den planenden Ingenieur bzw. Verfasser der Variantenstudie vor Einsatz eines umweltökonomischen Bewertungsverfahrens wahrgenommen wird.
- Die zugrundeliegenden mathematischen Modelle sind komplex und die Nachvollziehbarkeit mit entsprechendem Aufwand verbunden. Dadurch ergibt sich ein „Black-Box“-Effekt.
- Das Zielsystem und die entsprechenden Bewertungskriterien sind weitgehend vorgegeben und vorwiegend auf den Zielbereich der Entwicklungsländer ausgerichtet.
- Nicht zuletzt aufgrund der o. a. Nachteile muss das Verfahren für eine konkrete österreichische Anwendung angepasst werden. Der diesbezügliche Aufwand im Vergleich zur Entwicklung eines neuen „eigenen“ Verfahrens auf Basis NWA oder KWA erscheint im Hinblick auf das angestrebte Ergebnis relativ hoch.

**Vorteil von DARTS**

**Nachteile von DARTS**

**aufwändiger  
Anpassungsbedarf**

## WILMA

WILMA basiert im Wesentlichen auf dem Verfahren der KNA in Verbindung mit einer vertieften Analyse ökologischer Auswirkungen, wobei insbesondere sekundäre Umweltauswirkungen Berücksichtigung finden.

- Das Verfahren und die Software erscheinen weitgehend ausgereift und zur praktischen Anwendung geeignet.
- Die Ähnlichkeit der Rahmenbedingungen in Deutschland hinsichtlich der Zielsetzungen und Bewertung von Maßnahmen an kontaminierten Flächen lassen eine grundsätzliche Übertragung des Verfahrens auf Österreich möglich erscheinen.
- Nachdem das Verfahren auf der KNA aufbaut, besteht eine starke Tendenz zur „Monetarisierung“ von Bewertungskriterien.
- Die für das Verfahren charakteristische besondere Berücksichtigung der sekundären Umweltauswirkungen birgt die Gefahr deren tendenzieller Überbewertung auf Kosten des eigentlichen „altlastorientierten“ Sanierungszieles.
- Nicht zuletzt aufgrund der o. a. Nachteile muss das Verfahren für eine konkrete österreichische Anwendung angepasst werden. Der diesbezügliche Aufwand im Vergleich zur Entwicklung eines neuen „eigenen“ Verfahrens auf Basis NWA oder KWA erscheint im Hinblick auf das angestrebte Ergebnis relativ hoch.

**Vorteile von WILMA**

**Nachteile von WILMA**

**aufwändiger  
Anpassungsbedarf**

## 8.2 Empfehlung der modifizierten Kosten-Wirksamkeits-Analyse (mKWA)

Aufgrund der Ergebnisse der vorangegangenen Kapitel wird empfohlen, zur umweltökonomischen Bewertung von Maßnahmen hinsichtlich kontaminierter Flächen ein System auf Basis einer modifizierten Kosten-Wirksamkeits-Analyse (mKWA) zu entwickeln.

Die Begründung für die Empfehlung der mKWA bzw. deren Vorteile im Vergleich zu anderen in Frage kommenden Verfahren seien nochmals kurz zusammengefasst:

- Flexibilität hinsichtlich der Anpassung an die spezifischen Anforderungen im Rahmen des künftigen Managements kontaminierter Flächen in Österreich.
- Einfache Handhabung.
- Transparenz des Verfahrens und des Algorithmus.
- Entsprechende Berücksichtigung der besonderen Bedeutung der Kosten als Bewertungskriterium gegenüber anderen „Wirksamkeiten“.

In einer jüngst erschienenen Publikation des „Sustainable Remediation Forum UK“, einem britischen Stakeholder-Netzwerk mit Vertreterinnen und Vertretern aus Verwaltung, Industrie sowie Interessenvertretungen, wird ebenfalls die Kosten-Wirksamkeits-Analyse – neben der Kosten-Nutzen-Analyse und der multi-kriteriellen Analyse – als Instrument für die Bewertung von Sanierungstechnologien hinsichtlich ihrer umweltökonomischen Auswirkungen empfohlen (SURF UK 2009).

## 9 DIE MODIFIZIERTE KWA ALS UMWELTÖKONOMISCHES BEWERTUNGSSYSTEM

### 9.1 Ablauf und Funktionsprinzip der mKWA

Das Funktionsprinzip der vorgeschlagenen mKWA wird nachfolgend anhand ihres Ablaufes dargestellt. Die wesentlichen Schritte können wie folgt zusammengefasst werden:

#### Definition der Alternativen

Im Rahmen einer Vorauswahl werden die unter den gegebenen Randbedingungen realistisch möglichen Alternativen („Varianten“) definiert. Diese werden mit Hilfe des umweltökonomischen Bewertungssystems der mKWA einer Reihung unterzogen, um die beste Variante zu ermitteln.

#### Definition des Zielsystems

Ausgangspunkt und Rahmen der mKWA ist die Definition eines klaren Zielsystems. Die Zielsetzungen werden in Form einer Hierarchie formuliert: Wenige *Oberziele* werden durch jeweils mehrere *Teilziele* genauer definiert. Dieses System kann je nach Erfordernis über mehrere Zielebenen fortgesetzt werden, bis diese auf der untersten Ebene durch möglichst quantitativ messbare *Zielkriterien* hinsichtlich ihrer Wirksamkeit eindeutig beschrieben werden können.

#### **Ziele und Zielkriterien**

Zu beachten sind die Unabhängigkeit der Ziele einer Ebene bzw. der Zielkriterien untereinander, die vertikal (Ober- oder Unterziel) und horizontal (inhaltlich) richtige Zuordnung der jeweiligen Ziele und die eindeutige Beschreibung vor allem der Zielkriterien.

In der vorgeschlagenen mKWA sollen auch nicht direkt messbare bzw. quantifizierbare Zielkriterien zulässig sein. Deren Messwerte können mittels Ordinalskala (z. B. Schulnotenskala) repräsentiert werden.

#### Gewichtung der Ziele und Zielkriterien

Die verschiedenen Ziele werden jeweils nach ihrer Bedeutung für die Entscheidungsträger gewichtet. Die Summe der Gewichte von Teilzielen einer Ebene entspricht dem Gewicht des zugehörigen Zieles der darüber liegenden Ebene. In der Praxis wird häufig eine Gesamtsumme aller Gewichte einer Zielebene von 100 angesetzt.

Abbildung 7 veranschaulicht schematisch das Prinzip des Zielsystems mit Gewichtung im Rahmen der mKWA.

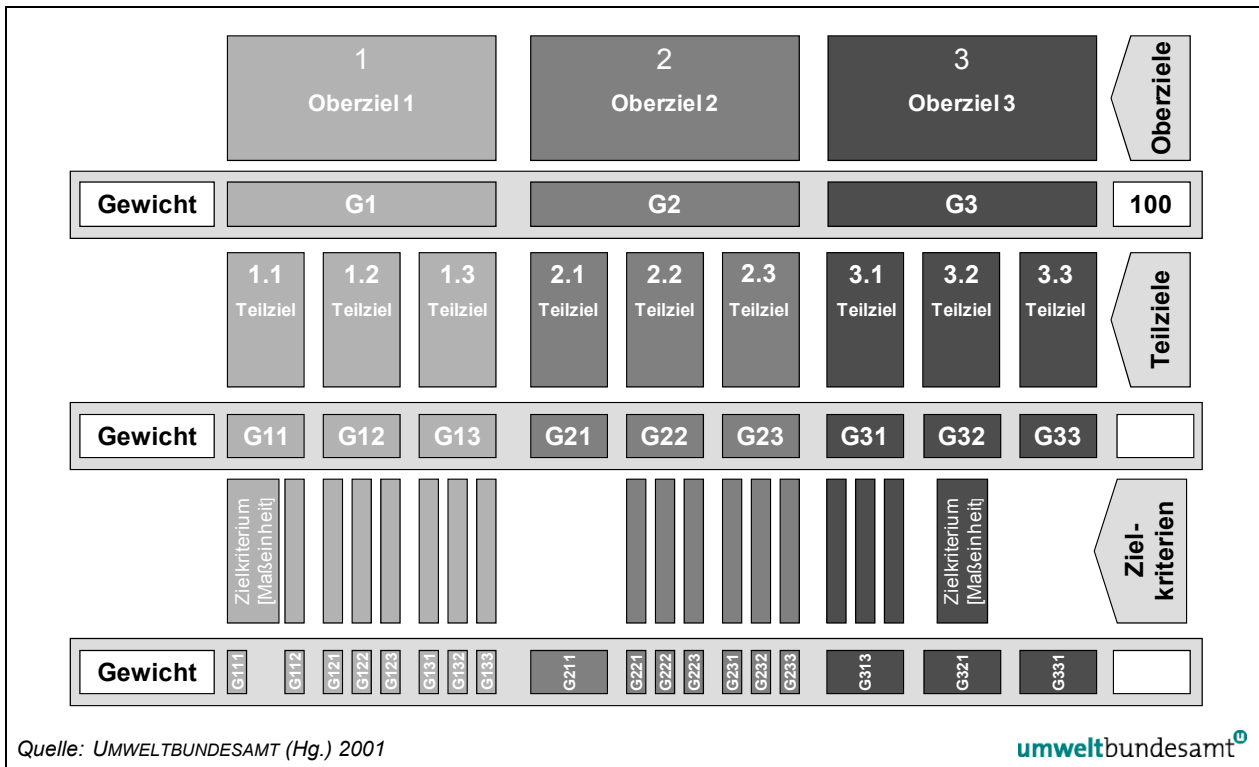


Abbildung 7: Schematische Darstellung des Zielsystems und Gewichtung der mKWA.

### Wirksamkeitsanalyse

Die Wirksamkeitsanalyse ist der zentrale Arbeitsschritt der mKWA. Nach Ermittlung der Messwerte (z. B. m<sup>3</sup>/a oder ordinale „Schulnotenskala“) der einzelnen Zielkriterien werden diese in einen dimensionslosen *Wirksamkeitswert* („Zielerfüllungsgrad“) transformiert. In der Praxis werden hier beispielsweise Skalen von 1 bis 10 oder 1 bis 100 herangezogen.

#### **gewichteter Wirksamkeitswert und Gesamtwirksamkeit**

Nach Vorliegen der Wirksamkeitswerte der einzelnen Zielkriterien werden diese mit dem jeweiligen Gewicht zum *gewichteten Wirksamkeitswert* multipliziert.

Durch Summierung aller gewichteten Wirksamkeitswerte einer Alternative werden diese zur *Gesamtwirksamkeit* der Alternative aggregiert.

### Kostenanalyse

Die Analyse der *Kosten* erfolgt unabhängig von der Wirksamkeitsanalyse der Alternativen. In der Regel werden zumindest die gesamten betriebswirtschaftlichen Kosten angesetzt, wobei alle Investitions- und Betriebskosten berücksichtigt werden. In der derzeitigen Praxis der ökonomischen Bewertung im Rahmen von Variantenstudien zur Altlastensanierung hat sich der Ansatz einer „dynamischen Kostenvergleichsrechnung“ (LAWA 2005) mit dem Projektkostenbarwert als wirtschaftlichem Vergleichswert bewährt. Dieser Ansatz ist beispielsweise auch in den Förderungsbestimmungen zur Siedlungswasserwirtschaft gemäß Umweltförderungsgesetz (UFG) obligatorisch verankert.

#### **dynamische Kostenvergleichs- rechnung**

### Ermittlung Kosten-Wirksamkeit

Nach Vorliegen der Gesamtwirksamkeiten sowie der Kosten je Alternative erfolgt die Ermittlung der *Kosten-Wirksamkeit* durch Division der Gesamtwirksamkeit durch die Kosten („Gesamtwirksamkeits-Kosten-Verhältnis“).

### Ergebnis und Reihung der Alternativen

Das Ergebnis einer mKWA bilden die für die einzelnen Alternativen errechneten Kosten-Wirksamkeiten, auf deren Basis die abschließende Reihung der Alternativen („beste Variante“) erfolgt. Daneben sollte im Sinne einer größtmöglichen Transparenz die Darstellung der Ergebnisse immer auch eine Matrix enthalten, in der den Wirksamkeiten (z. B. auf der Ebene der Oberziele) die entsprechenden Kosten gegenübergestellt werden („Kosten-Wirksamkeits-Matrix“).

**Kosten-  
Wirksamkeits-Matrix**

Abbildung 8 stellt den Ablauf der mKWA in grafischer Form dar.

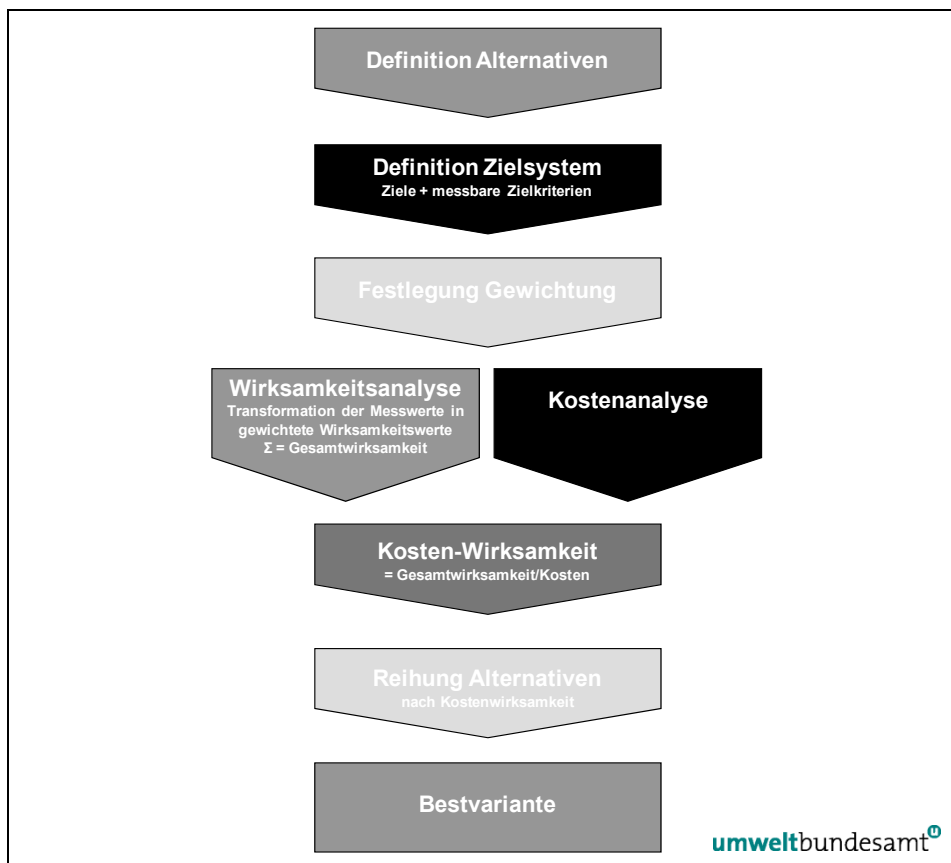


Abbildung 8: Ablauf der mKWA.

## 9.2 Demonstrationsbeispiel einer mKWA

Die in Kapitel 9.1 erläuterten Funktionsprinzipien der mKWA werden anhand eines abstrakten und stark vereinfachten Demonstrationsbeispiels in Abbildung 9 gezeigt. Aus Darstellungsgründen weist das Beispiel lediglich eine Zielebene auf.

Das Beispiel zeigt, dass das Ergebnis einer mKWA generell nicht nur durch die aggregierten Kosten-Wirksamkeitszahlen repräsentiert wird, sondern parallel dazu auch durch eine „Ergebnismatrix“. In dieser sind die Kosten und einzelne Wirksamkeiten separat dargestellt, damit sind im Überblick die Stärken bzw. Schwächen der verglichenen Alternativen (Sanierungsvarianten) ersichtlich.

Ziele	Zielgewicht	Zielkriterien	Teilgewicht	Alternative A		Alternative B		Alternative C	
				Wirksamkeitswert 0–10	Gewichteter Wirksamkeitswert	Wirksamkeitswert 0–10	Gewichteter Wirksamkeitswert	Wirksamkeitswert 0–10	Gewichteter Wirksamkeitswert
Ziel 1	50	K11	25	3	75	4	100	8	200
		K12	15	6	90	7	105	10	150
		K13	10	9	90	0	0	5	50
Ziel 2	30	K21	15	1	15	1	15	7	105
		K22	10	0	0	10	100	10	100
		K23	5	7	35	7	35	3	15
Ziel 3	20	K31	10	5	50	8	80	6	60
		K32	6	4	24	3	18	9	54
		K33	4	4	16	6	24	4	16
Summe	100		100	<b>Gesamtwirksamkeit</b>	<b>395</b>		<b>477</b>		<b>750</b>
		<b>Kosten</b>	<b>Mio.</b>		<b>19,2</b>		<b>9,5</b>		<b>13,3</b>
		<b>Kostenwirksamkeit</b>		<b>W/K</b>	<b>20,6</b>		<b>50,2</b>		<b>56,4</b>
			Rang		3		2		1

umweltbundesamt<sup>®</sup>

Abbildung 9: Abstraktes Demonstrationsbeispiel einer mKWA.

### 9.3 Vorüberlegungen zu möglichen Zielen, Gewichtungen und Bewertungsskalen

Es liegt nahe, die Oberziele aus den Zielbestimmungen einschlägiger Regelwerke abzuleiten:

- Leitbild Altlastenmanagement (BMLFUW 2009)
- Umweltförderungsgesetz (UFG)
- Förderungsrichtlinien 2008 für die Altlastensanierung oder -sicherung (FRL)
- Wasserrechtsgesetz (WRG)
- Abfallwirtschaftsgesetz (AWG)

**Priorität von Ökologie und Gesundheit des Menschen**

Gemeinsam ist allen Zielbestimmungen der angeführten Regelwerke, dass ökologischen Zielen oberste Priorität eingeräumt wird. Als redaktionelle Festlegung der vorliegenden Studie wird die Gesundheit des Menschen ebenfalls den ökologischen Zielsetzungen zugeordnet. Die angeführten Regelwerke unterscheiden sich jedoch bereits in der Formulierung dieses Zieles. Als „Minimum“ (Leitbild Altlastenmanagement) gilt, dass nicht tolerierbare Risiken für die menschliche Gesundheit oder Umwelt ausgeschlossen werden. Je nach Regelwerk werden ökologische Zielsetzungen auch wesentlich strenger formuliert. Als „Umwelt“ gelten gemeinhin die Schutzgüter Gewässer und Boden.

Bemerkenswert ist, dass sich wirtschaftliche Aspekte nur im Leitbild Altlastenmanagement, dem UFG und den FRL finden, nicht jedoch in den einschlägigen „Materiengesetzen“ WRG und AWG. Flächenmanagement und soziale Aspekte werden von den angeführten Regelwerken einzig im Leitbild Altlastenmanagement berücksichtigt. Konkret wird darin insbesondere die „*Nachnutzung und Wiedereingliederung kontaminierter Standorte in den Wirtschaftskreislauf*“ als eigener Leitsatz formuliert. Dieses Ziel erlangt damit erhebliche Bedeutung. Wesentlich ist dabei jedoch die Abgrenzung der primär ökologisch orientierten Ziele des Managements kontaminierter Standorte (z. B. Reduktion des Flächenverbrauches) gegenüber finanziellen Interessen der Immobilien- und Abfallwirtschaft. Die Nachnutzung und Wiedereingliederung kontaminierter Flächen in den Wirtschaftskreislauf ist in den derzeit gültigen Regelwerken zur Förderung der Altlastensanierung (ALSAG, UFG, FRL) nicht als Ziel der Förderung festgeschrieben.

**wirtschaftliche Ziele  
und Wiedernutzung  
von Flächen**

Festgestellt sei, dass die Aspekte des Sozialen und der Wiedernutzbarmachung von Flächen keine bzw. nur teilweise „umweltökonomische“ Bewertungsziele im engeren Sinn darstellen. Die Wiedernutzbarmachung von Flächen ist jedoch eng mit dem Management kontaminierter Standorte verknüpft und im Leitbild Altlastenmanagement verankert, so dass eine Berücksichtigung als Oberziel angebracht erscheint.

Die Formulierung und messbare Bewertung sozialer Ziele bzw. Kriterien im Zusammenhang mit Maßnahmen an kontaminierten Standorten ist problematisch, da ein direkter Zusammenhang zwischen rein sozialen Zielen und „Altlastensanierungsmaßnahmen“ in der Regel nicht vorliegt. Mit den Maßnahmen (Dekontamination, Sicherung, Beobachtung, Nutzungseinschränkung) wird kein soziales Ziel per se angestrebt und erreicht, sondern die Alternativen unterscheiden sich dadurch, dass sie soziale Ansprüche mehr oder weniger verletzen (z. B. „soziale Akzeptanz“) oder einen Beitrag zur deren Verbesserung leisten. Darüber hinaus ist die Abgrenzung der sozialen Aspekte gegenüber ökologischen oder flächenorientierten unscharf (z. B. „Landschaftsbild“, Erholungs- oder Freizeitfunktion eines Gebietes).

**soziale Aspekte  
problematisch**

Allfällige weitere Ziele (z. B. Rechtssicherheit, Haftung) und die genaue Bezeichnung der einzelnen Ziele auf allen Ebenen sind im Zuge der konkreten Ausarbeitung eines Bewertungssystems festzulegen. Grundsätzlich wird empfohlen, die Anzahl der Ziele auf jeder Ebene gering zu halten, dafür jedoch auf klare und nachvollziehbare Definition, Differenzierung und Bewertbarkeit der Ziele zu achten.

Die Oberziele können in Teilziele gegliedert werden und damit eine Transparenz der Prioritäten und eine weitere Differenzierung im Hinblick auf messbare Bewertung und Gewichtung ermöglichen. Sie zeigen bereits eine Spezifizierung in Richtung Maßnahmen an kontaminierten Standorten. Auch die Teilziele können aus Regelwerken abgeleitet bzw. durch diese begründet werden oder eine bereits fachlich zweckmäßige Differenzierung der Oberziele aufweisen.

**Teilziele**

Hinsichtlich ökologischer Zielsetzung liegt auf der ersten Teilzielebene eine Differenzierung nach primären und sekundären ökologischen Effekten nahe. Als primäre ökologische Effekte gelten jene, die eine Reduktion oder Beseitigung der erheblichen Gefährdung aus dem maßgeblichen Schadstoff für das maßgebliche Schutzgut (z. B. Grundwasser) am Standort bewirken. Sekundäre Umwelteffekte im weiteren Sinne sind solche, die keine direkten Auswirkungen auf das Schadensbild am kontaminierten Standort zeigen. Als Beispiele dafür können Treibhausgasemissionen, Staub- oder Lärmemissionen, Erhaltung von Lebensräumen oder Ressourcenverbrauch genannt werden.

**primäre und  
sekundäre  
Umwelteffekte**

Als mögliche Beispiele für Teilziele zum Oberziel Nachnutzung und Wiedereingliederung der Flächen in den Wirtschaftskreislauf seien die Reduktion des Flächenverbrauchs oder die potenzielle Ansiedlung der angestrebten Nutzer (Betriebe, Wohn- oder Sozialeinrichtungen) genannt. Die Fragen der Komplementarität derartiger Ziele untereinander, der möglichen unterschiedlichen Zielsetzungen im Einzelfall sowie der möglichen Messbarkeit mit Hilfe konkreter Zielkriterien sind bei dieser Teilzielgruppe besonders sorgfältig zu betrachten.

Auf der untersten Ebene sind die Ziele durch möglichst messbare Zielkriterien zu beschreiben.

**Gewichtung**

Die Gewichtung der Ziele reiht diese nach ihrer Bedeutung und kann sowohl aus einschlägigen Regelwerken abgeleitet werden als auch durch die Prioritäten der Entscheidungsträger möglichst nachvollziehbar begründet (siehe Kapitel 10.3) festgelegt werden. Gewichtungen dienen auch dazu, die in der Praxis oftmals auftretende Widersprüchlichkeit zwischen einzelnen Zielen im Bewertungsverfahren zu handhaben.

Mit der vorgesehenen künftigen Anwendung der mKWA bei Maßnahmen an kontaminierten Standorten handelt es sich um die Bewertung einzelner Maßnahmen an einem bestimmten Standort, die ihre Wirkungen auch primär nur an diesem Standort entfalten. Daher sollten jene Ziele/Kriterien, die vorwiegend eine Wirkung am Standort beschreiben, wesentlich höher gegenüber Wirkungen gewichtet werden, die sich nicht primär am Standort zeigen.

Auf Basis der oben angeführten Vorüberlegungen kann das folgende Beispiel eines möglichen Ansatzes für ein Zielsystem dargestellt werden. Das Beispiel enthält noch nicht die unterste Ebene der konkret messbaren Zielkriterien und ist bewusst fragmentarisch gehalten, da die Formulierung bzw. Festlegung von konkreten Zielen, Kriterien und Gewichtungen nicht Aufgabenstellung der vorliegenden Studie ist.

Oberziele	größtmöglicher ökologischer Nutzen				Flächennutzung				sonstige					Summe		
Gewichtung	70				20				10					100		
Teilziele 1	primäre Umwelteffekte		sekundäre Umwelteffekte		Reduktion Flächenverbrauch		Anreiz für angestrebte Nutzer		xxx	xxxx						
Gewichtung	50		20		15		5		5	5				100		
Teilziele 2	Auswirkung auf maßgebliches Schutzgut	xxxxxx	Ressourcenverbrauch	Klimarelevanz	sonstige Emissionen		xxxxx	xxxxx	xxxxx	xxxxx	xx	xx	xx	xx	xx	
Gewichtung	30	20	10	5	5		10	5	3	2	4	1	3	2	100	

umweltbundesamt<sup>®</sup>

Abbildung 10: Beispiel eines Ansatzes zum Zielsystem.



Ein wesentlicher Punkt im Rahmen der Festlegung der Skalierung des dimensionslosen Wirksamkeitswertes ist die Definition des Maximums („best“) und Minimums („worst“). Dazu sind zwei prinzipielle Ansätze möglich:

- Relativer Bezug: Das Maximum wird dem Wert der in diesem Zielkriterium besten Alternative gleichgesetzt.
- Absoluter Bezug: Das Maximum wird unabhängig von den vorliegenden Werten der Alternativen vorgegeben („Sollwert“, „Idealwert“).

In der Praxis wird eher dem absoluten Bezug der Vorzug gegeben, da der relative Bezug zu einem verzerrten Bild der Unterschiede zwischen den Alternativen führen kann. Die Vor- und Nachteile beider Ansätze sind jedoch von den konkreten Zielen und Zielkriterien abhängig. Eine Festlegung ist im Zuge der Erstellung des konkreten Bewertungssystems zu treffen.

**Skalierung**  
**Wirksamkeitswert**

## 10 RAHMENBEDINGUNGEN ZUR PRAKTISCHEN ANWENDUNG DER MODIFIZIERTEN KWA

### 10.1 Mögliche Anwendungsbereiche der mKWA

Für kontaminierte Standorte, die im Rahmen der derzeitigen österreichischen Altlastensanierung gemäß ALSAG behandelt werden, sind insbesondere das behördliche Verfahren nach dem entsprechenden Materienrecht (in der Regel nach WRG oder AWG) und das Förderungsverfahren nach UFG von eminenter praktischer Bedeutung. Beide Prozesse werden aufgrund ihres formalrechtlichen Charakters in der derzeitigen österreichischen Begriffspraxis dem so genannten „Altlastenvollzug“ zugerechnet und sind daher ein nahe liegender Anwendungsbereich umweltökonomischer Bewertungsverfahren. Darüber hinaus laufen materienrechtliche Behördenverfahren auch bei kontaminierten Standorten (mit geringerem Gefährdungspotenzial) außerhalb des „Altlastenregimes“.

***Förderung:  
standardisierte  
Vorgaben  
angestrebt***

Im Rahmen der Förderung zur Altlastensanierung gemäß UFG ist die Anwendung umweltökonomischer Bewertungssysteme bereits seit Beginn des Förderungssystems fixer Bestandteil. In den vom Förderungsrecht obligatorisch vorgeschriebenen Variantenuntersuchungen finden umweltökonomische Bewertungsverfahren seit vielen Jahren Anwendung. Allerdings nicht in standardisierter Form, da zur umweltökonomischen Bewertung kein bestimmtes Verfahren vorgeschrieben ist und die Wahl und Gestaltung des Verfahrens im jeweiligen Einzelfall dem Ersteller der Variantenstudie überantwortet ist. Die vorliegende Studie soll unter anderem auch dem Zweck dienen, Grundlagen für die Ausarbeitung künftiger standardisierter Vorgaben zur umweltökonomischen Bewertung zu schaffen.

***Behördenverfahren:  
umweltökonomische  
Bewertung nicht  
etabliert***

Anders als im Förderungsverfahren ist in den materienrechtlichen Behördenverfahren die Anwendung umweltökonomischer Bewertungsverfahren noch nicht in der Praxis verankert. Dies hat vor allem zwei Gründe: Zum ersten durchläuft ein Großteil der relevanten Verfahren zur Altlastensanierung gleichzeitig auch das ohnehin mit einer umweltökonomischen Bewertung verbundene Förderungsverfahren. Des Weiteren zeigt die Anwendung umweltökonomischer Bewertungsverfahren mit mehrfacher Zielsetzung und Gewichtung nach den derzeit gültigen rechtlichen Rahmenbedingungen vor allem für behördliche Aufträge grundsätzliche formalrechtliche Probleme: In der Regel ist vom Materienrecht nur ein einziges ökologisches Sanierungsziel (z. B. Grenzwert) vorgegeben und dieses so starr, dass weder Spielraum zur standort- und nutzungsspezifischen Definition dieses Sanierungszieles noch die Möglichkeit einer Abwägung gegenüber anderen Zielen gegeben ist. Eine Skalierung von Wirksamkeiten (Zielerfüllungsgrad) zwischen „gut“ und „schlecht“ ist damit ausgeschlossen.

***rechtliche Änderung  
ist notwendig***

Des Weiteren ist es rechtlich problematisch, seitens der Behörde (zusätzliche) Ziele zu definieren, die mit dem gegenständlichen Materienrecht nicht vorgegeben sind. Zur Verankerung umweltökonomischer Bewertungssysteme im Behördenverfahren wäre daher eine entsprechende Änderung der rechtlichen Rahmenbedingungen erforderlich.

## 10.2 Auswahl von zu bewertenden Varianten

Prinzipiell sollten nach einer entsprechenden Vorauswahl nur solche Maßnahmen einer vergleichenden umweltökonomischen Bewertung unterzogen werden, die auf dem konkreten Standort technisch realisierbar und rechtlich zulässig sind, die definierten (Mindest)Sanierungsziele erreichen und die andere vorab definierte Rahmenbedingungen (etwa eine maximale Sanierungsdauer etc.) erfüllen.

Werden Dekontaminations- oder Sicherungsmaßnahmen einer Bewertung mittels mKWA (z. B. im Rahmen einer Variantenuntersuchung; siehe Kapitel 10.1) unterzogen, sollten diese den Vorgaben der ÖNORM S 2089 entsprechen („geeignete Verfahren“ nach ÖNORM S 2089).

In diesem Zusammenhang ist anzumerken, dass es mit Hilfe der mKWA generell möglich ist, sowohl positive als auch negative Effekte von Maßnahmen zu berücksichtigen, die über das gesteckte Sanierungsziel hinausgehen. Damit können Varianten verglichen werden, die eine unterschiedliche hohe „Zielerreichung“ aufweisen, wobei das gesteckte bzw. behördlich vorgeschriebene Sanierungsziel als Mindeststandard herangezogen werden kann.

**Bewertungskriterien**

## 10.3 Festlegung von Zielen, Gewichtungen und Bewertungen nach Entscheidungsebenen

Zur praktischen Handhabung der mKWA kann je nach Anwendungsfall eine Differenzierung der Festlegung von Zielen, Gewichtungen und Bewertungen auf unterschiedliche Entscheidungsebenen erfolgen. Die oberen Zielebenen und Gewichtungen können beispielsweise auf einer übergeordneten Entscheidungsebene und nicht auf Ebene des Einzelprojektes definiert werden, sie sind damit für eine Anwendung im Einzelprojekt bereits unveränderlich vorgegeben. Ob eine derartige Differenzierung zweckmäßig ist bzw. welche Institution als „übergeordnete“ Entscheidungsebene fungiert und in welcher Form (z. B. Richtlinien) diese festgeschrieben wird, ist ebenfalls vom Anwendungsbereich des Bewertungsverfahrens im Rahmen des Managements kontaminierter Standorte abhängig.

Für den Anwendungsbereich der Förderung im Rahmen der Altlastensanierung liegt nahe, dass die Festlegung der Oberziele und die damit verbundene Gewichtung vorab auf einer übergeordneten Entscheidungsebene erfolgt und diese durch den Förderungsgeber repräsentiert wird. Eine Festschreibung könnte beispielsweise in entsprechenden Leitlinien der Abwicklungsstelle erfolgen. Damit können zwei Effekte erzielt werden:

- Vereinheitlichung von Zielen und Gewichtungen auf den oberen Zielebenen.
- Vermeidung von willkürlicher Manipulation des Zielsystems der mKWA in Richtung des „gewünschten“ Ergebnisses.

Für den Anwendungsbereich der Behördenverfahren ist die Frage der Entscheidungsebene komplexer bzw. vom jeweiligen Materien- und Verfahrensrecht abhängig. Die Festschreibung könnte beispielsweise in einer Richtlinie oder ÖNORM als Stand der Technik definiert werden.

**Förderung:  
Zielsetzung auf  
übergeordneter  
Entscheidungsebene**

**Behördenverfahren:  
komplexe  
Entscheidungsebene**

Die Erstellung eines Zielsystems auf übergeordneter Entscheidungsebene stellt einen aufwändigen Prozess dar.

Für das Management kontaminierter Standorte außerhalb des derzeitigen Altlastensanierungsregimes mit Förderung (in der Regel geringeres Gefährdungspotenzial und geringerer Projektumfang) bzw. Behördenverfahren ist es sinnvoll, die Festlegung auch der oberen Zielebenen inkl. Gewichtung auf der Einzelprojektebene durchzuführen.

#### **Einzelprojektebene**

Auf der untersten Ebene des Zielsystems, nämlich den messbaren konkreten Zielkriterien, ist deren Definition und Gewichtung in jedem Fall auf Einzelprojektebene zweckmäßig:

- Die Ziele der oberen Ebenen werden hier bereits so deutlich konkretisiert, dass sich in der Praxis für die jeweiligen Einzelfälle teilweise unterschiedliche Zielkriterien ergeben werden.
- Nur die detaillierte Kenntnis der Bedingungen des Einzelfalles ermöglicht eine Definition und Gewichtung von Kriterien, die das entsprechende Oberziel hinreichend genau repräsentieren.

### **10.4 Allgemeine Überlegungen zu den Anforderungen an Kriterien und Eingangsdaten**

#### **Datenverfügbarkeit**

Bereits bei der Festlegung von konkreten Bewertungskriterien auf der untersten Ebene – aber bei der Festlegung von Zielen höherer Ebenen – muss auf die Verfügbarkeit der notwendigen Daten Bedacht genommen werden. Es ist zu beachten, dass die meisten Daten zu Umweltauswirkungen und Kosten zum Zeitpunkt der Variantenbewertung für den konkreten Standort nicht zur Verfügung stehen. Es muss daher auf Angaben ähnlicher, bereits durchgeführter Projekte zurückgegriffen werden.

#### **einfache Messbarkeit**

Des Weiteren sollten die Bewertungskriterien mit möglichst einfachen Mitteln quantifizierbar (messbar) sein. Dies soll auch eine zuverlässige Quantifizierung im Zuge der Sanierung zu späteren Evaluierungszwecken ermöglichen. Erfahrungsgemäß sind Kriterien, die in engem Zusammenhang mit betriebswirtschaftlichen Kosten stehen, einfach quantifizierbar. Beispiele für solche Kriterien wären Energieverbrauch (Strom-, Dieserverbrauch oder Verbrauch an anderen Energieträgern), Wasserverbrauch, Abfallanfall etc. Mit diesen Parametern sind i. A. relativ einfach die für Maßnahmen an kontaminierten Standorten relevanten sekundären Umwelteffekte (z. B. Treibhausgasemissionen) abbildbar. Ähnliche Kriterien wurden auch im EU-Projekt EURODEMO zur Erfassung sekundärer Umwelteffekte vorgeschlagen (UMWELTBUNDESAMT 2007; [www.eurodemo.info](http://www.eurodemo.info)). Daten zur Erfassung primärer Umwelteffekte werden oft in Zusammenhang mit der Überprüfung behördlich vorgeschriebener Sanierungszielwerte erhoben. Als Beispiel wären zu nennen: Feststoff-, Grundwasser- oder Bodenluftuntersuchungen, anhand derer z. B. Schadstoffströme im Zuge einer Dekontaminationsmaßnahme und in weiterer Folge Kriterien wie die „Schadstoffentfrachtung eines Standortes“ quantifiziert werden können.

Entsprechend des auf Basis der mKWA zu entwickelnden Bewertungstools sollte bei der Festlegung konkreter Bewertungskriterien die notwendige Datenstruktur definiert werden. Bezüglich der Datengenauigkeit ist zu empfehlen, in Abhängigkeit von der Art und Weise der (geplanten) Quantifizierung Mindeststandards festzulegen.

***Datenstruktur und  
Datengenauigkeit***

## 10.5 Systemgrenzen

Der Wahl der räumlichen und zeitlichen Systemgrenzen fällt bei allen Arten umweltökonomischer Bewertungsverfahren eine sehr prominente Rolle zu, da sie das Bewertungsergebnis stark beeinflussen kann.

Die Wahl der räumlichen Systemgrenze ist insbesondere bei Off-site-Maßnahmen zu diskutieren. In diesem Zusammenhang muss definiert werden, welche mit den Maßnahmen an kontaminierten Standorten in Zusammenhang stehenden Prozesse in die Bewertung miteinbezogen werden. Beispielsweise ist die Frage zu klären, ob der eigentlichen Sanierung nachgeschaltete Prozesse – etwa Transport oder Entsorgung/Verwertung von Abfällen – mitberücksichtigt werden sollen.

***räumliche  
Systemgrenze***

Die Wahl der zeitlichen Systemgrenze hingegen beeinflusst besonders bei Sicherungsmaßnahmen oder länger andauernden In-situ-Maßnahmen das Ergebnis maßgeblich. Hier stehen Fragen zur Betrachtungsdauer bei Umschließungen oder Pump-and-treat-Maßnahmen und zur Miteinbeziehung der damit verbundenen energetischen und monetären Aufwendungen in die Bewertung im Vordergrund.

***zeitliche  
Systemgrenze***

Zusammenfassend erscheint es prinzipiell sinnvoll, die jeweiligen Systemgrenzen projektspezifisch zu wählen. Nachdem sich aber aus den Beispielen auch ergibt, dass insbesondere beim Vergleich von Off-site- mit Sicherungs- oder In-situ-Maßnahmen die Wahl der Systemgrenzen sehr relevant ist, wird empfohlen, Grundzüge vorzugeben, nach denen die Wahl der Systemgrenzen generell erfolgen soll.

***Mindeststandards  
definieren***

## 10.6 Bedeutung von Sensitivitätsuntersuchungen

Ein wesentlicher Bestandteil der Verarbeitung von Ergebnissen einer mKWA sind Sensitivitätsanalysen. Mit Hilfe derartiger Untersuchungen kann die Stabilität des Ergebnisses (z. B. der Variantenreihung) geprüft werden. Üblicherweise wird dabei der Einfluss unterschiedlicher großer Änderungen in der Zielgewichtung und der räumlichen und zeitlichen Ausdehnung der Systemgrenzen sowie der Einfluss der Datenunsicherheiten auf das Ergebnis untersucht. Es wird empfohlen, zumindest die verbale Beschreibung des Ergebnisses von Sensitivitätsuntersuchungen als integralen Bestandteil im Gesamtergebnis einer mKWA zu verankern.

***Stabilität des  
Ergebnisses***

## 10.7 Kritische Aspekte der mKWA

- Subjektivität** Durch die Gewichtung der Ziele und Bewertungskriterien ist ein subjektiver Einfluss gegeben. Dieser Nachteil wird jedoch dadurch relativiert, dass eine Gewichtung in irgendeiner Form bei allen relevanten umweltökonomischen Verfahren Eingang findet und die Tatsache einer Gewichtung von unterschiedlichen Projektzielen von Natur aus der Subjektivität unterliegt. Auch durch eine „Nicht-Gewichtung“ würde dasselbe Maß an Subjektivität verbleiben, da dies einer Gleichgewichtung der Ziele entspräche. Daher wird eine möglichst weitgehende institutionalisierte Festlegung der Gewichtung (siehe Kapitel 10.3) empfohlen.
- Manipulation** Auch Entscheidungsverfahren auf mathematisch formalisierter Basis unterliegen der Gefahr einer Manipulation in Richtung eines „gewünschten“ Ergebnisses. Bei einschlägiger Kenntnis und Praxis im Umgang mit dem Algorithmus kann vor allem durch entsprechende Definition von Zielen und Kriterien und Festlegung von Gewichten manipuliert werden, ohne dass dies vordergründig erkennbar wird. Dem kann ebenfalls durch möglichst weitgehende Vorgabe von Zielen und Gewichten auf einer übergeordneten Entscheidungsebene vorgebeugt werden (siehe Kapitel 10.3).

## 11 EMPFEHLUNGEN ZUR WEITEREN VORGANGSWEISE

Für die weitere Vorgangsweise zur Implementierung der mKWA werden folgende Schritte empfohlen:

- Ausarbeitung eines konkreten Ziel-, Kriterien- und Bewertungssystems (Bewertungsmaß der einzelnen Kriterien).
- Entscheidung, für welche Zielebenen die Gewichtung auf übergeordneter Ebene festgelegt wird.
- Festlegung der Gewichtungen für diese Zielebenen.
- Abstimmung mit bzw. Einbindung von Altlastenvollzugsbeteiligten (vgl. Kreis Workshop).
- „Testläufe“ mit bereits realisierten Fallbeispielen.
- Entwurf des Bewertungsinstrumentes auf mKWA-Basis inkl. eines einfachen Berechnungswerkzeuges (z. B. auf Excel-Basis) sowie Erstellung einer Anleitung zur Anwendung.
- Öffentliche Kommunikation (z. B. Veranstaltung, Homepages).
- Stufenweise Implementierung. z. B. im Rahmen der Förderung.

Die Ausarbeitung eines Ziel-, Kriterien-, Bewertungs- und Gewichtungssystems und der Entwurf des Bewertungsinstrumentes sind erfahrungsgemäß sehr aufwändig. Zur Realisierung dieser Schritte und zur notwendigen Abstimmung mit dem im Management kontaminierter Standorte involvierten Personenkreis wird empfohlen, einen gelenkten und begleiteten Prozess einzuleiten.

## 12 LITERATURVERZEICHNIS

- ALTLASTENFORUM BADEN-WÜRTTEMBERG E. V. (2008): Finkel, M.; Bayer, P. & Weiske, A.: Grundlagen zur technisch-ökonomischen Optimierung und Bewertung von Grundwassersanierungen. Schriftenreihe Altlastenforum Baden-Württemberg e. V., Heft 13. E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart.
- BARDOS, R.P.; NATHANAIL, C.P. & WEENK, A. (2000): Assessing the Wider Environmental Value of Remediating Land Contamination. Environment Agency R&D Technical Report, Swindon, UK. S. 238.
- BEINAT, E.; VAN DRUNEN, M.A.; JANSSEN, R.; NIJBOER, M.H.; KOOLENBRANDER, J.G.M.; OKX, J.P. & SCHÜTTE, A.R. (1997): The REC decision support system for comparing soil remediation options. A methodology based on Risk reduction, Environmental merit and Costs. CUR/NOBIS. The Netherlands.
- BENDER, T.; VOLKWEIN, S.; BATTERMANN, G.; HURTIG, H.W.; KLOPPER, W. & KOHLER, W. (1998): Life cycle assessment for remedial action techniques: Methodology and Application. In: Contaminated soil '98 – 6<sup>th</sup> Intern FZK/TNO Conference on Contaminated Soil May 1998. Edinburgh, UK. S. 367–376.
- BMLFUW – Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft (2004) (Hg.): Haberl, R.; Brunner, N. & Starkl, M.: Erhebung, Analyse und Bewertung geeigneter Verfahren zur Variantenuntersuchung in der Siedlungswasserwirtschaft. Endbericht. Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, Wien.
- BMLFUW – Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft (2009) (Hg.): Leitbild Altlastenmanagement – Sechs Leitsätze zur Neuausrichtung der Beurteilung und Sanierung von kontaminierten Standorten. Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, Abteilung VI/3, Abfallbehandlung und Altlastensanierung, Wien.
- ELLEFSEN, V.; WESTBY, T. & ANDERSEN, L. (2001): Sustainability: The Environmental Element – Case Study 1. Presented at the Clarinet Final Conference, Vienna.
- ENVIRONMENT AGENCY (1999): Cost Benefit Analysis for Remediation of Land Contamination. Prepared by Risk Policy Analysts Ltd. And WS Atkins. Environment Agency R&D Technical Report, Swindon, UK. S. 316.
- ENVIRONMENT AGENCY (2000): Costs and Benefits Associated with Remediation of Contaminated Groundwater: Framework for Assessment. Environment Agency R&D Technical Report, Swindon, UK. S. 279.
- ENVIRONMENT AGENCY (2004): Model Procedures for the Management of Land Contamination. Contaminated Land Report 11. Bristol, UK. [www.environment-agency.gov.uk](http://www.environment-agency.gov.uk).
- GRIMSKI, D. (2000): The Land Value Balancing system – A Tool for Greenspace Protection. Brownfields 2000 Conference. Atlantic City, USA. [www.brownfields2000.org/proceedings/1-14g.pdf](http://www.brownfields2000.org/proceedings/1-14g.pdf).
- ICS UNIDO (2009): Decision Aid for Remediation Technologies Selection. <http://portal.ics.trieste.it/DARTS/>.
- LODOLO, A.; BUITRAGO C.; MIERTUS, S.; OPACIC, B. & VRANES, S. (2001): Application of Multicriteria Analysis in Soil Remediation Technologies Evaluation and Selection: DARTS Prototype. In: Remediation of polluted sites in CEE countries: current status and perspectives. ICS Publications, Trieste, Italy.



- NACHTNEBEL, H.P. (2008): Studienblätter Wasserwirtschaftliche Planung. Institut für Wasserwirtschaft, Hydrologie und konstruktiven Wasserbau. Universität für Bodenkultur, Wien.
- NOBIS – Netherland Onderzoeksprogramma Biotechnologische In Situ Sanering (1995): Risk reduction, Environmental Merit and Costs. REC-Method. Document 95-1-03. CUR/NOBIS. Gouda, The Netherlands.
- SADA – Spatial Analysis and Decision Assistance (2009):  
[www.tiem.utk.edu/~sada/index.shtml](http://www.tiem.utk.edu/~sada/index.shtml).
- SURF UK (2009): A Framework for Assessing the Sustainability of Soil and Groundwater Remediation. Sustainable Remediation Forum UK (ed.). Draft copy for public consultation, September 09, CL:AIRE. London, UK.
- UMWELTBUNDESAMT BERLIN (1999): Brownfields versus Greenfields – Economic and Ecological Aspects of Land Development options. Report. Umweltbundesamt, Berlin.
- UMWELTBUNDESAMT (2001): Brunner, P.H., Döberl, G., Eder, M., Frühwirth, W., Huber, R., Hutterer, H. Pierrard, R., Schönbäck, W. & Wöginger, H.: Bewertung abfallwirtschaftlicher Maßnahmen mit dem Ziel der nachsorgefreien Deponie – BEWEND. Monographien, Bd. M-0149. Umweltbundesamt, Wien.
- UMWELTBUNDESAMT (2002): Bardos, P.; Lewis A.; Nortcliff S.; Matiotti C.; Marot, F. & Sullivan T.: Review of Decision Support Tools for Contaminated Land Management and their Use in Europe. A report from the Contaminated Land Rehabilitation Network for Environmental Technologies – CLARINET. Umweltbundesamt, Wien.  
[http://www.umweltbundesamt.at/fileadmin/site/umweltthemen/altlasten/clarinet/final\\_report\\_1102.pdf](http://www.umweltbundesamt.at/fileadmin/site/umweltthemen/altlasten/clarinet/final_report_1102.pdf).
- UMWELTBUNDESAMT (lead contractor) (2006): Framework for Sustainable Land Remediation and Management. EURODEMO Deliverable reference number D 5-3.  
<http://www.eurodemo.info/results/>.
- VDI – Verein Deutscher Ingenieure (2006): Werkzeuge zur Bewertung von Abfallbehandlungsverfahren – Methoden und Ergebnisse. Düsseldorf. 81 S.
- VOLKWEIN, S. (2000): Decision Support Using Life Cycle Assessment In Soil Remediation Planning. In: NATO Committee on Challenges to modern Society: NATO/CCMS Pilot Study Evaluation of Demonstrated and Emerging Technologies for the Treatment and Clean Up of Contaminated Land and Groundwater. Phase III 2000 Special Session Decision Support. NATO/CCMS Report No 245. EPA Report 542-R-00-011.

## Rechtsnormen und Leitlinien

- Abfallwirtschaftsgesetz 2002 (AWG 2002; BGBl. Nr. 102/2002 i. d. F. BGBl. I Nr. 54/2008): Bundesgesetz, mit dem ein Bundesgesetz über eine nachhaltige Abfallwirtschaft erlassen und das Kraftfahrzeuggesetz 1967 und das Immissionsschutzgesetz Luft geändert werden.
- Altlastensanierungsgesetz (ALSAG; BGBl. Nr. 299/1989 i. d. F. BGBl. I Nr. 40/2008): Bundesgesetz vom 7. Juni 1989 zur Finanzierung und Durchführung der Altlastensanierung, mit dem das Umwelt- und Wasserwirtschaftsfondsgesetz, BGBl. Nr. 79/1987, das Wasserbautenförderungsgesetz, BGBl. Nr. 148/1985, das Umweltfondsgesetz, BGBl. Nr. 567/1983, und das Bundesgesetz vom 20. März 1985 über die Umweltkontrolle, BGBl. Nr. 127/1985, geändert werden.
- Förderungsrichtlinien 2008 für die Altlastensanierung oder -sicherung: Richtlinie des Bundesministers für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft auf Grund der §§ 13 und 29 ff des Umweltförderungsgesetzes (UFG), BGBl. Nr. 185/1993, in der Fassung des Bundesgesetzes BGBl. I Nr. 74/2008 im Einvernehmen mit dem Bundesminister für Finanzen.
- LAWA – Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (2005): Leitlinien zur Durchführung dynamischer Kostenvergleichsrechnungen (KVR-Leitlinien). Berlin.
- ÖNORM S 2088-1 (2004): Altlasten – Gefährdungsabschätzung für das Schutzgut Grundwasser. Österreichisches Normungsinstitut, Wien.
- ÖNORM S 2088-2 (2004): Altlasten – Gefährdungsabschätzung für das Schutzgut Boden. Österreichisches Normungsinstitut, Wien.
- ÖNORM S 2089 (2006): Altlastensanierung – Sicherungs- und Dekontaminationsverfahren. Österreichisches Normungsinstitut, Wien.
- Umweltförderungsgesetz (UFG; BGBl. Nr. 185/1993 i. d. F. BGBl. I Nr. 52/2009): Bundesgesetz über die Förderung von Maßnahmen in den Bereichen der Wasserwirtschaft, der Umwelt, der Altlastensanierung und zum Schutz der Umwelt im Ausland.
- Wasserrechtsgesetz 1959 (WRG 1959; BGBl. 1959/215 i. d. F. BGBl. I Nr. 123/2006): Kundmachung der Bundesregierung vom 8. September 1959, mit der das Bundesgesetz, betreffend das Wasserrecht, wiederverlautbart wird.

## 13 ABKÜRZUNGEN

ALSAG .....	Altlastensanierungsgesetz
AWG .....	Abfallwirtschaftsgesetz
CBA .....	Cost Benefit Analysis
CLARINET .....	Contaminated Land Rehabilitation Network for Environmental Technologies
DST .....	Decision Support Tools, Entscheidungshilfen
EPA .....	Environmental Protection Agency
ERA .....	Environmental/Ecological Risk Assessment, (Umwelt) Gefährdungsabschätzung
FRL.....	Förderungsrichtlinien 2008 für die Altlastensanierung oder -sicherung
ICS .....	International Centre for Science and High Technology
KNA .....	Kosten-Nutzen-Analyse
KWA .....	Kosten-Wirksamkeits-Analyse
LCA .....	Life Cycle Analysis
MCA .....	Multi Criteria Analysis
MAT.....	Multi Attribute Analysis
mKWA .....	modifizierte Kosten-Wirksamkeits-Analyse
NWA .....	Nutzwertanalyse
SWW .....	Siedlungswasserwirtschaft
UFG.....	Umweltförderungsgesetz
UNIDO.....	United Nations Industrial Development Organisation
WRG.....	Wasserrechtsgesetz

## **ANHANG: ZUSAMMENFASSUNG WORKSHOP 29.06.2009**

### **Tagesordnung und Teilnehmer**

**Workshop**  
**am 29. Juni 2009 in Wien**  
09:15 bis 17:00 Uhr  
**Umweltbundesamt**

Ingen-Housz-Gasse 3, Sitzungszimmer Erdgeschoß  
1090 Wien

**09:15 Begrüßung**

Gernot Döberl (U)

- Einführung und Motivation
- Ziele und geplante Vorgangsweise

**09:30 Allgemeine Vorstellungsrunde**

**10:00 Vorstellung des Zwischenberichts zum Thema „Umweltökonomische Bewertung“**

Moritz Ortmann (KPC)

- Ergebnisse und Schlussfolgerungen der Literaturstudie
- Vorschläge zur Auswahl von Verfahren

**10:45 Diskussion**

**11:00 Kaffeepause**

**11:30 Praktische Erfahrungen mit umweltökonomischen Bewertungsverfahren I**

Wolfgang Stark (denkstatt GmbH, Wien)

**12:00 Praktische Erfahrungen mit umweltökonomischen Bewertungsverfahren II**

Adolf Merl (PE International, Wien)

**12:30 Diskussion**

**13:00 Mittagspause**

**14:00 Gruppendiskussion (2 Gruppen zu je 2 Themen)**

Moderation: Gernot Döberl (U)/Moritz Ortmann (KPC)

- Thema 1: Anwendbarkeit umweltökonomischer Bewertungsverfahren in der Altlastensanierung
- Thema 2: Mögliche Zielsysteme und Bewertungskriterien

**15:30 Kaffeepause**

**16:00 Präsentation Ergebnisse der Gruppendiskussionen**

**16:45 Zusammenfassung und Ausblick**

Gernot Döberl (U)/Moritz Ortmann (KPC)

**17:00 Ende**

**Teilnehmerliste**

1	Döberl Gernot	Umweltbundesamt
2	Friesl Wolfgang	AIT
3	Gruber Sultana	BA-CA
4	Hammer Stephan	PUT
5	Haslehner Michael	BALSA
6	Hochholdinger Christine	BMLFUW
7	Holub Bernhard	GUT
8	Huber Renate	PE-International
9	Kasamas Harald	BMLFUW
10	Loibner Andreas	BFE
11	Merl Adolf	PE-International
12	Ortmann Moritz	KPC
13	Patek Regine	KPC
14	Punesch Johann	Amt der NÖ Landesregierung
15	Rabitsch Michael	Amt der Kärntner Landesregierung
16	Radl Christian	Amt der NÖ Landesregierung
17	Stark Wolfgang	denkstatt
18	Wallner Marina	BMLFUW
19	Weihls Stefan	Umweltbundesamt

**Diskussion des Zwischenberichts**

*Anmerkung: Die wesentlichen Diskussionsbeiträge werden im Folgenden inhaltlich zusammengefasst und anonymisiert dargestellt.*

- Der Begriff Decision Support Tool wurde im CLARINET-Report bewusst breit gefasst, um ein möglichst großes Spektrum an Unterstützungsinstrumenten über alle Mitgliedsländer zu erfassen. Die Ausgangssituation und Randbedingungen in den einzelnen Ländern sind tlw. sehr unterschiedlich.
- Die Übernahme fertiger Softwareprodukte (z. B. REC, DARTS) ist kritisch, da sie nicht auf die spezifische österreichische Situation eingehen, daher erheblich angepasst werden müssten und wenig transparent erscheinen.
- In welchen Ebenen/Prozessen (z. B. behördliches Verfahren, Förderung) des zukünftigen Managements kontaminierter Flächen standardisierte umweltökonomische Bewertungssysteme eingesetzt werden, ist noch offen. Der Einsatz in der Förderung liegt nahe, da sie dort bereits jetzt eingesetzt werden, allerdings nicht als standardisiertes Verfahren.
- Die Frage der Festlegung des Sanierungszieles ist von besonderer Bedeutung. Das Sanierungsziel soll eine Eingangsgröße (Ziel/Kriterium) der Verfahren sein, nicht deren Ergebnis.
- Erfahrungsberichte zur Anwendung dzt. vorhandener Softwareverfahren liegen nur für einen Teil der Verfahren (z. B. WILMA) vor, diese sind jedoch positiv.

## **Praktische Erfahrungen mit umweltökonomischen Bewertungsverfahren**

*Anmerkung: Die wesentlichen Diskussionsbeiträge werden im Folgenden inhaltlich zusammengefasst und anonymisiert dargestellt.*

- Aus dem CLARINET-Report könnten Ansätze für Ziele übernommen werden, z. B. "Fitness for use", Auswirkungen auf die Umgebung und Langzeitkosten.
- Die hinsichtlich Ökobilanzen vorgestellten Produkte scheinen sehr komplex und aufwändig und sind auf ökologische Bewertungen beschränkt. Die Hintergründe der Verfahren sind jedoch laut Anbieter sehr transparent; des Weiteren können die Ökobilanzverfahren als Teilprozess im Rahmen umfangreicher umweltökonomischer Bewertungssysteme nützlich eingesetzt werden.
- Sekundäre Umwelteffekte sollten im Rahmen einer umweltökonomischen Bewertung Berücksichtigung finden. Der diesbezügliche Aufwand ist jedoch im Verhältnis zur erwünschten Aussage im Bewertungsverfahren abzuwägen (thematische Abgrenzung).
- In der Praxis ist die Datenlage trotz umfangreicher Erkundung meist zu gering, um hochkomplexen Softwaretools Genüge zu tun. Darüber hinaus handelt es sich bei vielen Eingabeparametern lediglich um Prognose- und Schätzwerte (insbesondere betreffend den Umweltzustand nach Sanierung). Dies spricht für den Einsatz möglichst einfacher Modelle.
- Um die Komplexität in der Anwendung der Verfahren zu begrenzen, könnte eine stufenweise Vorgehensweise sinnvoll sein. Beispielsweise durch Einführung von „K.-o.-Kriterien“, durch die bestimmte Alternativen bereits vorab ausgeschieden werden oder durch Verzicht der Bewertung nach weiteren Kriterien (z. B. sekundäre Umweltauswirkungen), wenn die Reihung nach den ersten Kriterien (z. B. primäre Umweltauswirkungen) bereits eindeutig ist. Dies spricht für den Einsatz flexibler und maßgeschneiderter Instrumente.

## **Gruppendiskussion**

### **Einführung und Themenstellung**

#### **Gruppe 1**

Moderator: Moritz Ortmann

Berichterstatter: Wolfgang Friesl

#### **Gruppe 2**

Moderator: Gernot Döberl

Berichterstatter: Andreas Loibner

### **Thema 1: Anwendbarkeit umweltökonomischer Bewertungsverfahren in der Altlastensanierung**

*Anmerkung: Die nachfolgenden wesentlichen Ergebnisse der Gruppendiskussionen werden auf Basis der Aufzeichnungen der Berichterstatter inhaltlich zusammengefasst dargestellt.*

## Gruppe 1

- Die obligatorische Anwendung von umweltökonomischen Bewertungsverfahren erscheint – insbesondere im Zuge des Behördenverfahrens – nur bei „großen“ kontaminierten Flächen, also in etwa den derzeitigen Altlasten im Sinne des ALSAG sinnvoll. Bei „kleineren“ Schadensfällen lediglich fakultative Anwendung.
- Eine Vereinheitlichung angewandeter umweltökonomischer Bewertungsverfahren wird als Verbesserung und Vereinfachung gesehen.
- Die Anwendung von umweltökonomischen Bewertungsverfahren kann sowohl für Behördenverfahren als auch für die Förderung sinnvoll sein.
- Die Anwendung der Verfahren erscheint für behördliche Bewilligungsverfahren und das Förderungsverfahren juristisch unproblematisch, während sie für behördliche Aufträge unter den derzeitigen Rahmenbedingungen sensibel ist, da das gelindeste Mittel zum Erreichen des Sanierungszieles anzuwenden ist.
- Zur juristischen Handhabung im Rahmen von Behördenverfahren sollte das Verfahren als „Stand der Technik“ in einer Richtlinie oder ÖNORM verankert werden.
- Die Übernahme von bereits vorhandenen speziellen Softwaretools erscheint aufgrund ihrer Komplexität und dem hohem Anpassungsbedarf wenig sinnvoll. Auf Basis eines einfachen Verfahrens (z. B. Kosten-Wirksamkeits-Analyse, Nutzwertanalyse) sollte ein eigenes System für die österreichischen Verhältnisse entwickelt werden.
- Eine grundsätzliche Vorauswahl (z. B. anhand des Sanierungszieles) von möglichen Varianten erscheint vor Anwendung eines umweltökonomischen Bewertungsverfahrens im Rahmen einer Variantenstudie notwendig.

## Gruppe 2

- **Anwendungsbereich: Wofür (für welche Fälle) soll eine umweltökonomische Beurteilung erfolgen?**
  - Es wurde übereinstimmend festgehalten, dass eine Verankerung der umweltökonomischen Bewertung im Altlastenregime durchgeführt werden soll.
  - Neben ihrem Einsatz in Förderungsfällen, die über die Kommunalkredit Public Consulting GmbH abgewickelt werden, sollte die umweltökonomische Bewertung jedoch auch für Altlastensanierungen, die im Zuge einer behördlichen Beauftragung oder Bewilligung erfolgen, durchgeführt werden.
  - Des Weiteren wurde der Einsatz der umweltökonomischen Bewertung über den Altlastenbereich hinaus diskutiert. Hierbei ergab sich kein einheitliches Bild, jedoch wurde die Anwendung z. B. für Umwelthaftungsfälle als sinnvoll erachtet.
- **Anwendbarkeit: Wann soll eine umweltökonomische Beurteilung erfolgen?**
  - Übereinstimmend wurde festgehalten, dass eine umweltökonomische Bewertung obligatorisch durchzuführen ist, sobald ein Erfordernis zur Durchführung einer Variantenstudie besteht. Dadurch wird die Auswahl von „geeigneten“ Sanierungsverfahren erleichtert und ein effizienter Einsatz (hohe Wirksamkeit) von begrenzten Mitteln sichergestellt.
- **Eignungskriterien: Welche Eigenschaften soll ein Verfahren zur umweltökonomischen Beurteilung aufweisen?**

Nachfolgend eine Zusammenfassung der Diskussion über allgemeine Anforderungen an ein umweltökonomisches Bewertungsverfahren:

- Einfache Handhabbarkeit: Je komplexer ein Bewertungsverfahren ist, umso geringer ist die Wahrscheinlichkeit, dass es zur Anwendung kommt. Aufwändige Verfahren bedeuten eine erhebliche Mehrbelastung für bestehende Strukturen, der gewünschte Nutzen ist dadurch in Frage gestellt.
- Transparenz: Die Kriterien, die zur Beurteilung herangezogen werden, müssen aus einem abgestimmten und allgemein akzeptierten Kriterienkatalog stammen, der auch eine entsprechende Gewichtung vorgibt. Die Gewichtung der einzelnen Kriterien ist entsprechend zu begründen. In der Anwendung hat die Bewertung der einzelnen Kriterien realistisch zu erfolgen.
- Nachvollziehbarkeit der Entscheidung: Eine Dokumentation der Entscheidungsfindung ist erforderlich, so dass lückenlos nachvollzogen werden kann, ob der Entscheidungsprozess im Sinne der Vorgaben erfolgt ist. Beispielsweise soll nachvollziehbar sein, weshalb ein Zielerfüllungsgrad (Nutzwertanalyse) einer bestimmten Höhe gewählt wurde.
- Sachliche Begründung von Entscheidungen: Getroffene Entscheidungen sind über die Prüfung einzelner Kriterien hinaus mit einer schriftlichen Stellungnahme zu versehen, welche in Übersichtsform die fachlich-technischen Gründe für die jeweilige Entscheidung darzulegen hat. Generell wurde festgehalten, dass die Erstellung eines Kriterienkatalogs sinnvoll ist. Die Ausführung kann im einfachsten Fall eine Art Checkliste sein, eine hierarchische Zielstruktur mit Gewichtung der zu erfüllenden Kriterien wird jedoch bevorzugt.
- Nutzwertanalyse (NWA) und Kostenwirksamkeitsanalyse (KWA) zeichnen sich dadurch aus, dass eine Bewertung von schwer bis nicht monetarisierbaren ökologischen Kriterien möglich ist. Der Vorteil der KWA liegt in der zusätzlichen Berücksichtigung von Kostenfaktoren.

## Thema 2: Mögliche Zielsysteme und Bewertungskriterien

*Anmerkung: Die nachfolgenden wesentlichen Ergebnisse der Gruppendiskussionen werden auf Basis der Aufzeichnungen der Berichterstatter inhaltlich zusammengefasst dargestellt.*

### Gruppe 1

- Die Oberziele sollten im Gesetz (eher ohne Gewichtung) vorgegeben sein. Dabei sollte neben der Ökologie insbesondere auch die menschliche Gesundheit Berücksichtigung finden.
- Neben dem ökologischen und dem ökonomischen wäre auch ein drittes Oberziel in Richtung Raumplanung, Standortentwicklung, Sozioökonomie oder dgl. sinnvoll. Dieses wäre jedoch gegenüber den anderen entsprechend geringer zu gewichten.
- Die Gewichtung der Oberzielebene sollte unveränderbar für alle Projekte vorgegeben sein. Auf Einzelprojektebene erfolgt lediglich eine Gewichtung auf Kriterienebene, da auch die Kriterien einzelfallspezifisch definiert werden sollten.



- Aus juristischer Sicht müssten alle im Bewertungsverfahren herangezogenen Ziele durch das einschlägige Verfahrensrecht für kontaminierte Flächen abgedeckt sein; d. h. es sollte kein Ziel in die Bewertung und Auswahl von Maßnahmen einfließen, das nicht durch das zuständige Materienrecht „gedeckt“ ist bzw. einen Kompetenzkonflikt aufweist.

## Gruppe 2

- **Zielsysteme und Bewertungskriterien**

Kriterienkataloge (Checklisten) werden z. T. jetzt schon angewandt, eine hierarchische Gliederung von Zielen/Kriterien wird jedoch als sinnvoll erachtet. Als ein allgemeines Ziel (Oberziel) wurde die Nachhaltigkeit genannt. Dieses Oberziel beinhaltet die Schonung von und den sorgsamem Umgang mit Ressourcen wie Materialien, Flächen und Energie. Generell ist ein "Fitness for Use" für einen Standort anzustreben. Auswirkungen der Sanierungsmaßnahmen auf die Umgebung/Umwelt sind zu berücksichtigen, die langfristige Wirksamkeit der vorgesehenen Maßnahmen – geringe/keine Nachsorge – ist zu berücksichtigen.

- **Kriterien**

Als wesentliches (technisches) Kriterium wurde die Eignung einer Sanierungsmaßnahme zur Erreichung des Sanierungszieles festgehalten. Dies ist eine Voraussetzung für eine vertiefende umweltökonomische Bewertung, dazu ist eine technische Beurteilung erforderlich. Wird das Sanierungsziel von der zu bewertenden Maßnahme übertroffen, so soll ein extra Bonus in der umweltökonomischen Bewertung berücksichtigt werden.

Es wurde jedoch auch festgehalten, dass viele der für eine solche Bewertung erforderlichen Daten erst im Laufe der Sanierungsdurchführung oder nach deren Abschluss zur Verfügung stehen bzw. erst im Zuge der Nachsorge erhoben werden.

Hinsichtlich ökologischer Kriterien wurde festgehalten, dass sie in einem Katalog bzw. in einer Checkliste zusammengefasst werden sollen. Wie oben bereits dargestellt, sollen sie gegliedert, i. e. thematisch gruppiert werden, wobei die einzelnen Kriterien(gruppen) eine Gewichtung erfahren. Die Tiefe der Bewertung kann für einzelne Kriterien(gruppen) variieren.

- **Kosten**

Sofern nicht bereits durch die Wahl des Bewertungsverfahrens vorgegeben (z. B. KWA), gehen sie mit einer definierten Gewichtung in die Bewertung ein. Das Ausmaß dieser Gewichtung war Gegenstand einer durchaus kontroversiellen Diskussion.

## Diskussion der Gruppenergebnisse im Plenum und Abschlussdiskussion

*Anmerkung: Die nachfolgenden wesentlichen Diskussionsbeiträge werden inhaltlich zusammengefasst und anonymisiert dargestellt.*

- Im Fall des angestrebten einfachen Verfahrens tritt die Frage der Methodik gegenüber der Bedeutung der Gewichtung und der Bewertung in den einzelnen Kriterien in den Hintergrund.

- Im Falle einer Vorgabe der Gewichtung – zumindest für die Oberziele – auf einer übergeordneten Ebene ist ein aufwändiger Prozess der Entscheidungsträger zu erwarten.
- Die Ausarbeitung eines fertigen Zielsystems mit Bewertungskriterien ist nicht mehr Gegenstand des Arbeitspaketes 7 von ALM 2010.
- Das Übertreffen des (Mindest)Sanierungszieles soll im Bewertungsverfahren abgebildet und entsprechend berücksichtigt werden. Dies kommt auch in den vorgeschlagenen Bewertungsinstrumenten (KWA, NWA) zum Ausdruck, da beide Instrumente der Messung der „Effizienz“ bzw. „Zielerreichung“ einer Maßnahme hinsichtlich vorher definierter Ziele dienen. Die Forderung nach einer Abbildung des Übertreffens des Sanierungszieles kann jedoch auch als Widerspruch zur Forcierung der standort- und nutzungsbezogenen Maßnahmenauswahl gemäß den Leitsätzen gesehen werden, da man einerseits Möglichkeiten in Richtung „minimaler“ Maßnahmen (Leitbild) öffnet, gleichzeitig jedoch das Übertreffen der Minimalziele im umweltökonomischen Bewertungsverfahren „honoriert“. Ein Teil der DiskutantInnen sieht darin keinen Widerspruch.
- Eine wesentliche Frage ist auch, wer das Sanierungsziel festlegt. Dies ist von der Anwendungsebene (Behördenverfahren, Förderung) abhängig.
- Kontroverse Positionen bestehen zur Frage der Vorgabe und Gewichtung der Oberziele: Während die einen für die Festlegung auf Einzelprojektebene plädieren, sind die anderen für die unbedingte Vorgabe auf übergeordneter Ebene, da ansonsten (zumindest das Förderungsverfahren betreffend) keine Verbesserung gegenüber der derzeitigen Situation gegeben wäre.

## Zusammenfassung

Die wesentlichen Ergebnisse des Workshops können wie folgt zusammengefasst werden:

- Es besteht Konsens darüber, dass der Einsatz eines standardisierten umweltökonomischen Bewertungsverfahrens im Management kontaminierter Flächen sinnvoll ist.
- Es soll ein eigenes, an die österreichischen Anforderungen angepasstes und möglichst einfaches Verfahren auf Basis der Nutzwertanalyse oder Kosten-Wirksamkeits-Analyse entwickelt werden.
- Die verbindliche Verankerung umweltökonomischer Bewertungsverfahren auf Ebene der Behördenverfahren setzt eine entsprechende Anpassung der rechtlichen Rahmenbedingungen voraus.
- Wird die Definition und Gewichtung der Oberziele auf projektübergreifender Ebene festgelegt, ist dafür ein eigener Prozess der entsprechenden Entscheidungsträger erforderlich.



**Umweltbundesamt GmbH**

Spittelauer Lände 5  
1090 Wien/Österreich

Tel.: +43-(0)1-313 04

Fax: +43-(0)1-313 04/5400

office@umweltbundesamt.at

www.umweltbundesamt.at

Die Auswahl von Sanierungsmaßnahmen an kontaminierten Standorten ist entsprechend dem gesetzlich verankerten Hauptziel der Altlastensanierung vor allem an ökologischen Gesichtspunkten auszurichten. Um einen optimalen Einsatz volkswirtschaftlicher Ressourcen zu gewährleisten, sind aber auch wirtschaftliche Aspekte einzubeziehen. Für den Vergleich von Sanierungsmaßnahmen hinsichtlich ihrer ökologischen und ökonomischen Auswirkungen wird in Österreich derzeit kein standardisiertes Bewertungsinstrument angewendet. Der Report des Umweltbundesamt stellt zahlreiche umweltökonomische Bewertungsverfahren vor und evaluiert, ob diese im Rahmen des künftigen Altlastenmanagements in Österreich angewendet werden können. Es zeigt sich, dass ein System auf Basis einer Kosten-Wirksamkeits-Analyse am besten geeignet ist.