

S. Feifel  
W. Walk  
S. Wursthorn  
L. Schebek  
(Hrsg.)

# Ökobilanzierung 2009

Ansätze und Weiterentwicklungen  
zur Operationalisierung  
von Nachhaltigkeit

# **Ökobilanzierung 2009 – Ansätze und Weiterentwicklungen zur Operationalisierung von Nachhaltigkeit**

Tagungsband Ökobilanz-Werkstatt 2009 —  
Campus Weihenstephan, Freising, 5. bis 7. Oktober 2009

S. Feifel,  
W. Walk ,  
S. Wursthorn,  
L. Schebek  
(Hrsg.)

## Impressum

Karlsruher Institut für Technologie (KIT)  
KIT Scientific Publishing  
Straße am Forum 2  
D-76131 Karlsruhe  
www.uvka.de

KIT – Universität des Landes Baden-Württemberg und nationales  
Forschungszentrum in der Helmholtz-Gemeinschaft



Diese Veröffentlichung ist im Internet unter folgender Creative Commons-Lizenz  
publiziert: <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/de/>

KIT Scientific Publishing 2009  
Print on Demand

Gedruckt auf Recyclingpapier

ISBN: 978-3-86644-421-8

## **Inhaltsverzeichnis**

*Walter Klöpffer, LCA Consult & Review, Frankfurt am Main*

Wirkungsabschätzungsmethoden und Querverbindungen – Unterschiede zum Risk Assessment ..... 1

*Michael Srocka, GreenDeltaTC GmbH, Berlin*

openLCA: Open Source Software für Life Cycle Assessments – Stand und Weiterentwicklung..... 11

*Mario Schmidt, Hochschule Pforzheim*

Die Allokation in der Ökobilanzierung vor dem Hintergrund der Nutzenmaximierung..... 21

*Heinz Stichnothe, University of Manchester/ von Thünen-Institut, Braunschweig*

Carbon Footprint - Der britische „Standard“ PAS 2050 im Spiegel der Ökobilanz-Methodik und weitere Normierungsbestrebungen..... 39

*Tobias Viere, Andreas Möller und Martina Prox, Leuphana University of Lüneburg*

Materialflusskostenrechnung – ein Ansatz für die Identifizierung und Bewertung von Verbesserungen in der Ökobilanzierung ..... 45

### **Holz als Ressource**

*Silke Feifel, Karlsruher Institut für Technologie (KIT)*

Systemanalytische Betrachtung der energetischen und stofflichen Nutzung forstlicher Ressourcen in Deutschland – das Beispiel der leichten Plattenwerkstoffe ..... 55

*Janine Fischbach, Albert-Ludwigs-Universität Freiburg*

Integrierte Nachhaltigkeitsanalyse für Prozessketten ausgewählter Energieholzprodukte . 61

*Anne Rödl, von Thünen-Institut, Hamburg*

Bewirtschaftung von Kurzumtriebsplantagen – eine ökologische und ökonomische Optimierung ..... 71

*Stefan Diederichs, von Thünen-Institut, Hamburg*

Ökobilanz Basisdaten für Bauprodukte aus Holz ..... 79

### **LCA im betrieblichen Rahmen**

*Benjamin Boehnke, Volkswagen AG, Wolfsburg*

Stoffstrommanagement zur ökologischen und ökonomischen Bewertung von Produktionsprozessketten ..... 85

*Boris Dresen, Fraunhofer UMSICHT, Oberhausen; Melanie Herzog, RWTH Aachen*

Carbon Footprint von Produkten (CFP) – Bilanzierung in kleinen und mittleren Unternehmen ..... 91

*Heidi Hottenroth, Hochschule Pforzheim; Martin Schottler, M+W Zander FE GmbH*

Behandlung von NMVOC-Abgasen in der Halbleiterbauelement- und Solarzellenfertigung – gesamtökologisch sinnvoll? ..... 97

## **Allokation und Systemraumerweiterung**

*Maria Bystricky, Gabriele Weber-Blaschke, TU München*

Die Nutzenkorbmethode als Ansatz zum Vergleich der Strom-, Wärme- und Kraftstoffproduktion aus Energiepflanzen ..... 105

*Hildegund Mötzl, IBO und BOKU, Wien*

Entsorgung von Gebäuden und Gebäudekomponenten – Methodische Fragestellungen 113

*Wolfgang Walk, Karlsruher Institut für Technologie (KIT)*

Softwareunterstützung zur Erteilung von Verwertungs-Gutschriften in „attributiven“ Ökobilanzen ..... 117

## **Bewertung der Ressourceninanspruchnahme Wasser und Land**

*Georg Schöner, BASF SE und Karlsruher Institut für Technologie (KIT)*

Bewertung des Wasserverbrauchs in der Ökoeffizienz-Analyse der BASF ..... 125

*Annekatriin Lehmann, TU Berlin und Karlsruher Institut für Technologie (KIT)*

Qualitative und quantitative Indikatoren zur Nachhaltigkeitsbewertung (eines integrierten Wasserressourcenmanagementsystems in einer indonesischen Karstregion)..... 131

*Barbara Urban, von Thünen-Institut, Braunschweig*

Biologische Vielfalt in Ökobilanzen – vom Konzept zur Umsetzung ..... 139

*Sebastian Schmuck, Universität Duisburg-Essen*

Entwicklung eines Verfahrens zur ökobilanziellen Bewertung von Adaptationsmaßnahmen an den Klimawandel ..... 145

## **Material- / Produktinnovationen: entwicklungsbegleitendes LCA**

*Kristian Kuhlmann, RWTH Aachen*

Total Efficiency Control – Ressourceneffiziente Werkzeuge stärken den Werkzeugbau .. 151

*Timo Fleschutz, Technische Universität Berlin*

Berücksichtigung der ökologischen Dimension in Investitionsentscheidungen bei Montageanlagen ..... 157

*Max Marwede, Institut für Zukunftsstudien und Technologiebewertung (IZT), Berlin*

Rückführung strategischer Metalle – Schließen von Stoffkreisläufen durch Recycling ..... 167

*Barbara Brüggemann, Bergische Universität Wuppertal*

Verfahrens- und Produktentwicklung für die Vulkanfiberproduktion – ein Anwendungsfeld für Ökobilanzen ..... 173

*Eva Zschieschang, Karlsruher Institut für Technologie (KIT)*

Beiträge der Mikroverfahrenstechnik zu einer nachhaltigen Energieversorgung – eine Systemanalyse ..... 179

*Nico Pastewski, Fraunhofer Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation, Stuttgart*

Einsatz neuer Technologien zur ressourceneffizienzorientierten Produktoptimierung ..... 185

## **Methodenerweiterung: LCA und darüber hinaus**

*Daniela Kölsch, BASF SE und Karlsruher Institut für Technologie (KIT)*

Sozioökonomische Bewertung von Chemikalien unter REACh ..... 193

<i>Robert Ilg und Jan Paul Lindner, Universität Stuttgart</i>	
Vernetzungsmöglichkeiten von LCA und MFA – Nutzung von Synergieeffekten beider Methoden.....	199
<i>Kathy Reimann, Technische Universität Berlin</i>	
Suitability of process-based LCA, input-output LCA, MFA and hybrid approaches for policy and decision making support.....	207
<i>Kyra Seibert, Süddeutsches Kunststoff-Zentrum, Würzburg</i>	
Lebenszyklusmanagement für KMU der kunststoffverarbeitenden Industrie am Beispiel Holz/Kunststoff-Verbundwerkstoffe .....	211
<i>Britta Stratmann, Öko-Institut e.V., Freiburg</i>	
Analyse der Umweltauswirkungen der Kaffeezubereitung mittels verschiedener Zubereitungssysteme .....	219
<b>LCA Datenformate und Datenaustausch</b>	
<i>Kristian Jurić, Universität Wien</i>	
pb2es – Konvertierung von Sachbilanzdaten einer öffentlichen Online-Datenbank in ein übliches Datenaustauschformat.....	225
<i>Oliver Kusche, Karlsruher Institut für Technologie (KIT)</i>	
International Reference Life Cycle Data Format – Stand und Perspektiven für eine verteilte Datenhaltung.....	231
<b>LCA über Nutzung und Anbau biogener Energierohstoffe</b>	
<i>Elisa Dunkelberg, Institut für ökologische Wirtschaftsforschung (IÖW), Berlin</i>	
Umweltbewertung von Biokraftstoff-Systemen: eine kritische Analyse von Annahmen und Systemgrenzen.....	239
<i>Maria Stenull, Universität Stuttgart</i>	
Treibhausgaspotenzial des Energiepflanzenanbaus für Biogasanlagen .....	245
<i>Torsten Mielecke, Technische Universität Darmstadt</i>	
Der Baustoff Holz als CO <sub>2</sub> -Senke. Ist das möglich? .....	253
<i>Katharina Edler, Frank Schuchardt, Ulf Prüße, von Thünen-Institut, Braunschweig</i>	
Vergleichende Ökobilanz eines fermentativ produzierten Chemie-Rohstoffes aus verschiedenen Biomassen.....	259
<b>Datenqualität und Datenaktualität</b>	
<i>Frank Ritter, Technische Universität Darmstadt</i>	
Generierung von Lebensdauer kennwerten .....	265
<i>Sibylle Wursthorn, Karlsruher Institut für Technologie (KIT)</i>	
Nutzung von EPER Daten für die produktbezogene Umweltbewertung.....	271
<b>Die Ökobilanz-Werkstatt 2009 als Diskussionplattform.....</b>	<b>279</b>

# **Qualitative und quantitative Indikatoren zur Nachhaltigkeitsbewertung (eines integrierten Wasserressourcenmanagementsystems in einer indonesischen Karstregion)**

*Annekatriin Lehmann, TU Berlin und Karlsruher Institut für Technologie*

## **1 Einleitung – IWRM und Nachhaltigkeitsbetrachtung**

Integriertes Wasserressourcenmanagement (IWRM) beschreibt einen Prozess zur Unterstützung eines koordinierten Managements von Wasserressourcen zur Maximierung der ökonomischen und gesellschaftlichen Wohlfahrt, ohne dabei ökologische Beeinträchtigungen hervorzurufen [GWP, 2000]. Das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) fördert derzeit verschiedene IWRM-Projekte, insbesondere im Nahen Osten, Afrika sowie in Asien, eines davon seit 2008 auf der indonesischen Insel Java. Modellregion ist der insbesondere während der Trockenzeit, von akutem Wassermangel betroffene Distrikt Gunung Kidul. Zurückzuführen sind die Probleme hinsichtlich Wasserquantität und -qualität auf ein mangelndes Trinkwasserversorgungs- und Verteilungssystem sowie ein mangelndes Abwasserentsorgungssystem. Besonders betroffen ist die im Süden liegende ländliche Region Gunung Sewu, die als Karstgebiet über keine wasserspeichernden Bodenschichten verfügt. Die Nutzung der vorhandenen unterirdischen Wasserressourcen (Karsthöhlensystem) erfolgt derzeit vorrangig über mit Dieselaggregaten betriebene Pumpsysteme. Aufgrund ihrer hohen Ausfallraten und hohen Energiekosten können diese Systeme keine ausreichende Wasserversorgung der Region gewährleisten. Ziel des IWRM-Projekts ist es durch eine verbesserte Wasserquantität und -qualität eine Verbesserung der Lebensbedingungen der Bevölkerung zu bewirken und die Entwicklung der Region voranzutreiben [[www.iwrm-indoesien.de](http://www.iwrm-indoesien.de), [www.hoehlenbewirtschaftung.de](http://www.hoehlenbewirtschaftung.de)].

Kernstück des IWRM ist die Erschließung und Bewirtschaftung unterirdischer Wasserressourcen im Karstgebiet durch Entwicklung und Implementierung zweier neuer Technologien zur Wasserförderung: 1) aus der Karsthöhle Bribin durch ein Sperrwerk

und eine Kleinwasserkraftanlage und 2) aus der Karsthöhle Seropan durch eine Holzdruckrohrleitung/Kleinwasserkraftanlage. Die Entwicklung und Errichtung von 1) erfolgte innerhalb eines IWRM-Vorgängerprojekts [www.hoehlenbewirtschaftung.de], die Inbetriebnahme sowie Entwicklung und Implementierung von 2) erfolgt im Rahmen des hier vorgestellten IWRM-Projekts. Entsprechend dem integrierten Ansatz werden hier neben der Erkundung und Bewirtschaftung von Wasserressourcen auch die Bereiche der Wasserverteilung/-aufbereitung und -gütesicherung sowie Abwasser-/Abfallbehandlung betrachtet, entsprechende Konzepte für geeignete Technologien zur Verbesserung und deren Implementierung entwickelt und sozio-ökonomische Studien sowie eine Nachhaltigkeitsbetrachtung durchgeführt. Im Rahmen dieser Nachhaltigkeitsbetrachtung sollen für verschiedene (existierende, geplante und alternative) Technikoptionen der Wasserversorgung und Abwasserentsorgung mit Hilfe des Life Cycle Assessments (LCA) [ISO 14040/14044:2006] und des Life Cycle Costings (LCC) quantitative Indikatoren/Kriterien zur Beschreibung der ökologischen und ökonomischen Aspekte des Systems ermittelt werden. Die Mehrzahl der sozialen Aspekte, wie beispielsweise verbesserte Lebensbedingungen, infolge verbesserter Wasserqualität und -quantität oder auch politische Ziele (Entwicklungsprogramme der Region, Wertmaßstäbe) lassen sich zumeist nur qualitativ beschreiben. Für eine gesamtheitliche Beurteilung der durch das IWRM-Projekt angestrebten bzw. erreichten ökologischen, ökonomischen und sozialen Nachhaltigkeit ist damit eine Verknüpfung qualitativer mit quantitativen Indikatoren erforderlich. Methodische Überlegungen hierzu werden im Folgenden vorgestellt.

## **2 Methodisches Vorgehen**

Im Rahmen der Analyse sollen quantitative Indikatoren ermittelt (vgl. 2.1), qualitative Indikatoren zusammengestellt und beide miteinander verknüpft werden (vgl. 2.2). Unter den Begriffen quantitative und qualitative Indikatoren bzw. Kriterien zur Nachhaltigkeitsbewertung wird hier Folgendes verstanden:

Quantitative Indikatoren:

- Die im Rahmen der Analyse erfassten Aspekte können mit Zahlen beschrieben und direkt auf den Output des Prozessmoduls bezogen werden (z.B. Energieverbrauch oder Arbeitskosten pro funktionelle Einheit).
- Ermittlung durch LCA und LCC zur Beschreibung der mit den einzelnen Technikoptionen verbundenen ökologischen und ökonomischen Aspekte.

Qualitative Indikatoren:

- Die im Rahmen der Analyse erfassten Aspekte werden in Textform beschrieben. Beschreibung der gegebenen und zu erwartenden sozialen (sozio-ökonomischen) Aspekte im Untersuchungsgebiet in Folge des IWRM-Projekts.
- Die Zusammenstellung erfolgt auf Grundlage begleitender sozio-ökonomischer Studien, z.B. [IfG 2004] und unter Beachtung der regionalen (und nationalen, internationalen) Entwicklungsprogramme.

## 2.1 Ermittlung quantitativer Indikatoren zur Nachhaltigkeitsbetrachtung – LCA & LCC

Mit Hilfe der LCA und LCC werden ökologische und ökonomische Aspekte einzelner Technikoptionen im Bereich der Wasserver- und Abwasserentsorgung betrachtet. Eine Übersicht zu existierenden und geplanten Optionen zeigt Tabelle 1.

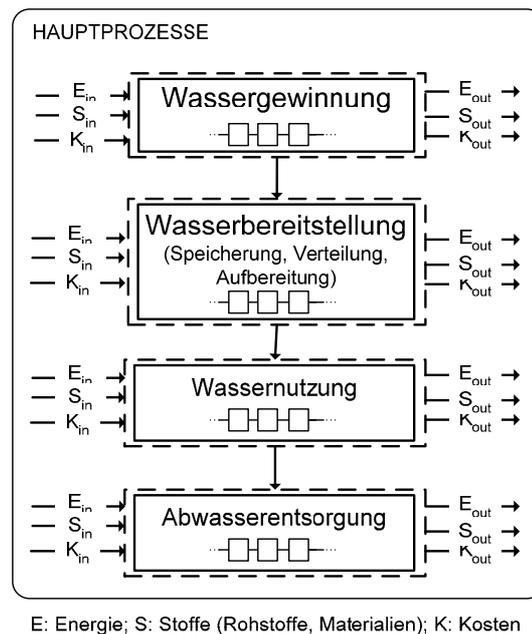
**Tab. 1: Übersicht zum Wasserver- und Abwasserentsorgungssystem in Gunung Sewu (Distrikt Gunung Kidul) im Rahmen des IWRM-Projekts**

Wassergewinnung	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Regenwasserzisternen</li> <li>▪ Karsthöhle (Höhle Bribin: Wehr, Dieselpumpe)</li> <li>▪ Tanker</li> </ul> IWRM-Technologien <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Karsthöhle (Bribin: Sperrwerk/Kleinwasserkraftanlage) (voraussichtl. in Betrieb ab 03/2010)</li> <li>▪ Karsthöhle (Seropan: Holzdruckrohrleitung/Kleinwasserkraftanlage)<sup>1</sup> (in Planung)</li> </ul>
Wasserverteilung/ Speicherung	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Rohrleitungsnetz, Reservoir</li> <li>▪ Tanker, Regenwasserzisternen.</li> </ul>
(Trink)Wasser- aufbereitung	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ dezentral: Abkochen</li> </ul> IWRM-Technologien (geplant) <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ halbdezentral: UV, Ultra- bzw. mechanische Filtration, Chlor</li> <li>▪ zentral: (nach Hochspeicher): Enthärtung und Filtration</li> </ul>
Abwasser- behandlung/ -entsorgung	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Versickerung ohne Behandlung (Grubenlatrinen)</li> </ul> IWRM-Technologien (geplant) <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ septic tanks</li> <li>▪ dezentrale/zentrale Aufbereitung, ggf. Anaerobbehandlung</li> </ul>

<sup>1</sup> Das geförderte Wasser aus der Seropan-Karsthöhle dient nicht zur Wasserversorgung der Gunung Sewu. Da es hier um einen Vergleich prinzipiell geeigneter Technologien zur Wasserförderung in Karstgebieten geht, wird diese Technologie entsprechend mit modelliert.

Das Untersuchungsgebiet für die Modellierung der Wasserversorgungs- und Abwasserentsorgungsoptionen ist das Gebiet mit derzeitigen Anschluss an die Wasserversorgung aus der Karsthöhle Bribin („Bribin-System“). Beide Technologien ermöglichen eine Versorgung der Bevölkerung (etwa 85.000 EW) mit mindestens 50 l Wasser pro Person und

Tag. Diese Wassermenge entspricht dem von der WHO angegebenen Richtwert zur Gewährleistung einer durchschnittlichen Wasserversorgung [Howard 2003] und wird für die Modellierung als Referenzfluss gewählt. Funktionelle Einheit ist dann die Bereitstellung von 50 l Trinkwasser pro Person und Tag und anschließende Entsorgung des anfallenden Abwassers. Modelliert werden alle Prozesse ausgehend von Wasserförderung bis Abwasserentsorgung und sämtliche zugehörige Vorprozesse, wie z.B. Materialien zur Errichtung des Bauwerks, Rohrleitungen usw. Abbildung 1 zeigt vereinfacht die betrachtete Wasserbereitstellungskette zur Modellierung verschiedener Technikooptionen der Wasserver- und Abwasserentsorgung.



**Abb. 1: Produktsystem Wasserversorgung bis Abwasserentsorgung**

Ziel der Systembeschreibung ist zum einen eine Nachhaltigkeitsbetrachtung, zum anderen die Erarbeitung von Empfehlungen für Technologieoptionen insbesondere in Hinblick auf die im IWRM-Projekt angestrebte Übertragbarkeit der Technologien auf andere vergleichbare Karstregionen.

## 2.2 Zusammenführung qualitativer und quantitativer Indikatoren

Bei der Nachhaltigkeitsbetrachtung spielen neben ökonomischen und ökologischen Aspekten insbesondere soziale Aspekte und institutionelle und politische Rahmenbedingungen eine entscheidende Rolle. Eine Definition sozialer Aspekte beschreibt diese als „Konsequenzen sozialer Interaktionen im Kontext einer Aktivität“ (UNEP 2009). Im Zusammenhang mit dem IWRM-Projekt sind hierbei u.a. folgende Fragen zu berücksichtigen:

- Was sind die Interessen der Stakeholder (z.B. Institutionen, Wassernutzer) Welche Technikoptionen werden präferiert?
- Was ist erforderlich, damit das System um eine Technikoption *nachhaltig* funktioniert? Beispielsweise wird es ohne eine Sanierung des Leitungsnetzes auch weiterhin trotz erhöhter Wassermenge zu regionalen Unterschieden in der Wasserversorgung kommen. Des Weiteren erfordern die zu erwartenden steigenden Wassernutzungsmengen ein angepasstes Abwasserentsorgungssystem. Die Umsetzung beider und das entsprechende Bewusstsein hierfür – insbesondere bei den entsprechenden regionalen Institutionen – sind von entscheidender Bedeutung bei der Beurteilung der Nachhaltigkeit der betrachteten Systeme.

Einige Beispiele für quantitative und qualitative Indikatoren zur Bewertung der Wasserversorgungssysteme innerhalb des IWRM-Projekts gibt Tabelle 2.

**Tab. 2: Beispiele für quantitative und qualitative Indikatoren/Kriterien zu Bewertung von Technikoptionen - Bsp. Wasserversorgung aus der Karsthöhle Bribin (Sperrwerk/ Kleinwasserkraftanlage) (vgl. auch IfG 2004)**

Quantitative Indikatoren	Qualitative Indikatoren
<b>aus LCA</b>	<b>aus sozio-ökonomischen Studien oder regionalen Entwicklungszielen</b>
Material- und Energieverbräuche zur Errichtung des Sperrwerks	Stakeholder-Bevölkerung
Material- und Energieverbräuche zum Betrieb der Kleinwasserkraftanlage	Verbesserte Lebensbedingungen durch verbesserten Zugang zu Trinkwasser, durch eine ganzjährig konstante Wasserversorgung
Emissionen aus Errichtung und Betrieb	Akzeptanz (im Gegensatz zu Regenwasser muss für Leitungswasser gezahlt werden, Geschmack von Regenwasser wird bevorzugt)
Anzahl geschaffener Arbeitsplätze	Abhängigkeit von einem Wasserversorger Stakeholder-Institutionen Vorgeschriebene Mindestabnahmemenge Förderung der Zusammenarbeit mit der deutscher Wirtschaft
<b>aus LCC</b>	Stakeholder-Gesellschaft
Kosten (Planung, Material, Personal,) zur Errichtung des Sperrwerks,	Entwicklung der Region (mehr Landwirtschaft, mehr Tourismus infolge höherer Wassermenge)
Betriebs- und Wartungskosten	ggf. neue Arbeitsplätze durch Wasser-aufbereitungs-/ Abwasserbehandlungs-technologien
Erlöse	
Dauer bis zur Amortisation	

Im besten Fall unterstützen sich die quantitativen Indikatoren (aus LCA, LCC) und die qualitativen Indikatoren (z.B. aus Wertvorstellungen der Stakeholder) und eine Technikoption/ein System kann als nachhaltig oder zumindest als die nachhaltigste der betrachteten Optionen identifiziert werden. Wahrscheinlicher sind jedoch konträre Prioritäten. Im Rahmen der Zusammenführung der Indikatoren soll daher zunächst der Grad der Übereinstimmung zwischen den Indikatoren (der einzelnen Optionen) ermittelt und anschließend verschiedene Methoden zur Verknüpfung der Indikatoren betrachtet werden durch z.B.:

- Überführung von qualitativen in (semi-)quantitative Indikatoren:  
z.B. durch Kategorisierung von qualitativen Indikatoren in ein Skalensystem ggf. auch in eine ja/nein Form, Rangfolgenbildung und Gewichtung in Abhängigkeit der jeweiligen Stakeholder
- Zusammenführung der quantitativen und qualitativen Indikatoren:  
z.B. Untersuchung verallgemeinerungsfähiger Aspekte und Clusterbildung, ggf. Bestimmung von ökologischen /ökonomischen break-even-points.

### **3 Zusammenfassung – Fragestellungen**

Bei der Auswahl eines optimalen Wasserversorgungs- und Abwasserentsorgungssystems sollte naturgemäß das im Hinblick auf ökologische, ökonomische und gesellschaftliche Aspekte optimale System ausgewählt werden. Herausforderung ist hierbei neben der Ermittlung der jeweiligen Aspekte, deren Verknüpfung für eine angestrebte Gesamtaussage. Wie bewertet man also zwei Systeme (oder im engeren Sinne Technikoptionen) in Hinblick auf deren Nachhaltigkeit, wenn System/Option A bspw. höhere ökonomische Aufwendungen und negative ökologische Aspekte aufweist als System B, auf der anderen Seite aber zu einer Verbesserung der Lebensqualität (individuelle soziale Aspekte) durch verbesserte Wasserversorgung (Qualität und Quantität) führt? Und (wie) kann diese Verbesserung (individueller Nutzengewinn?) bspw. mit einer Verschlechterung der Umweltbelastungssituation und der ökonomischen Situation in System A (verglichen mit System B) aufgewogen werden?

Weitere Herausforderungen sind:

- Berücksichtigung ökonomischer, demografischer und politischer Entwicklungen und ökologischer Auswirkungen infolge einer verbesserten Wasserversorgung und deren Einfluss auf die Funktionsfähigkeit des Wasserversorgungs- und Abwasserentsorgungssystems. Da LCA und LCC jeweils nur einen Ist-Zustand angeben, kann dies nur durch entsprechende Szenarientwicklung und Modellierung erfolgen.

- Wie geht man mit einer möglicherweise erforderlichen Rangfolgenbildung und Gewichtung um und wie können die Stakeholder involviert werden?

### Referenzen

- [ISO 14040:2006] Umweltmanagement – Ökobilanz – Grundsätze und Rahmenbedingungen (2006)
- [ISO 14044:2006] Umweltmanagement – Ökobilanz – Anforderungen und Anleitungen (2006)
- [GWP 2000] Global Water Partnership. Integrated water resources management. (TAC background paper; no. 4). Stockholm, Sweden (2000). Verfügbar auf: <http://www.gwpforum.org/gwp/library/Tacno4.pdf> (Download: 21 September 2009)
- [Howard 2003] Howard, G.; Bartram, J.: Domestic Water Quantity, Service Level and Health. World Health Organization (Hrsg.); Genf (2003)
- [IfG 2004] Institut für Geografie, Universität Gießen: Sozioökonomische Analyse der potenziellen Wassernutzer. Teilprojekt 6 im Verbundprojekt: Erschließung und Bewirtschaftung unterirdischer Karstfließgewässer in Mitteljava, Indonesien. Abschlussbericht. Gießen (2004) Verfügbar auf: <http://www.hoehlenbewirtschaftung.de>
- [UNEP 2009] UNEP/SETAC Life Cycle Initiative: Guidelines for Social Life Cycle Assessment of Products. UNEP, CIRAIG, FAQDD and Belgium Federal Public Planning Service Sustainable Development (2009)