

Modellierung von Wassermanagementmaßnahmen im WAVES-Projekt

1 Einleitung

Wassermanagement kann in die integrierte Modellierung in WAVES einbezogen werden über

1. Szenarien oder
2. explizite Modellierung von Wassermanagementmaßnahmen, bei der die unter den gegebenen Randbedingungen optimale Maßnahme ausgewählt wird.

In beiden Fällen werden die Auswirkungen der Wassermanagementmaßnahme simuliert.

Die explizite Modellierung von Wassermanagementmaßnahmen basiert auf einer vergleichenden Bewertung aller zu einem gewissen Zeitpunkt möglichen Maßnahmen (bzw. einer Auswahl aller möglichen Maßnahmen). Die beste Maßnahme wird dann in der Simulation umgesetzt (so wird z.B. im Modell während der Jahre 2020 - 2030 ein weiterer Stausee im Jaguaribe-Einzugsgebiet gebaut werden, falls ein erhöhter Wasserbedarf dort modelliert wird und die Bewertung im Jahre 2020 für die Stauseebauoption am besten ausfällt).

Wie kann bestimmt werden, welches die unter den gegebenen Bedingungen optimale Wassermanagementmaßnahme ist? Die vergleichenden Maßnahmenbewertung geschieht in Bezug auf vier Hauptkriterien, die jeweils in Unterkriterien aufgelöst sind. Jedes Unterkriterium wird von einigen Basisindikatoren erfaßt, die (größtenteils) durch das integrierte Modell (zumeist durch das Modul NoWUM) berechenbar sind. Diese Basisindikatoren werden in zwei Stufen zu einem Gesamtindex für die einzelne Wassermanagementmaßnahme zusammengefaßt, wobei die Bewertungsregeln in transparenter Form tabellarisch darzustellen sind. Diese Bewertungsregeln sind leicht modifizierbar und können von Szenario zu Szenario variieren. Es wird angenommen, daß die Maßnahme mit dem besten Gesamtindex die unter den gegebenen Bedingungen optimale ist.

Die Bewertungsmethodik wurde inspiriert durch Baan (1994): Evaluation of water resources projects on sustainable development, Proc. International Symposium Water Resources Planning in a Changing World, IHP Unesco, Karlsruhe, June 28-30, Bundesanstalt für Gewässerkunde, Koblenz, IV-63-IV-72.

Tabelle 1 zeigt eine Auswahl von Wassermanagementmaßnahmen, die in Piauí und Ceará möglich sind. Dabei werden die Bereiche Wasserbereitstellung (Wasserdargebot), Wassernutzung, Abwasserbehandlung und Landnutzung unterschieden. Des weiteren wird angegeben, welche ob die Familie oder eine höhere Einheit (vereinfacht Staat genannt) über die Umsetzung der Maßnahme entscheidet. Familiäre Entscheidungen können möglicherweise mit Hilfe des TCA-Modells der AG Soziokulturelle Analyse modelliert werden, während die anderen über das hier vorgestellte Schema simuliert werden.

Tabelle 1: Ausgewählte Wassermanagementmaßnahmen.

Bereich	Maßnahme	Entscheidungsebene (Familie: F oder Staat/Gemeinde: S)
Wasserbereitstellung	Bau von Stauseen	S
	Bau von Brunnen	S
	Erweiterung der privaten Trinkwasserversorgung (Brunnen, Açudes, Zisternen)	F
	Erweiterung der öffentlichen Trinkwasserversorgung	S
	künstliche Infiltration (Nutzung des Grundwasserspeichers für Oberflächenwasser)	S
	Wasserentsalzung	S
Wassernutzung	Ausdehnung der Bewässerungsinfrastruktur	S oder F
	Erhöhung der Effizienz der Wassernutzung für Bewässerung und Industrie	S oder F
	„Wassersparen“ im häuslichen Bereich durch Erhöhung der Effizienz und Änderung des Nutzungsverhaltens	S oder F
	gesteuerte Wasser-Allokation zwischen den Nutzergruppen	S
Abwasserbehandlung	Abwasserreinigung	S oder F
Landnutzung	Nutzungsbeschränkungen	S

2 Bewertung

2.1 Hauptkriterien für Wassermanagementmaßnahmen

1. Ökonomische Effizienz
2. Naturbeeinträchtigung
3. Lebensqualität
4. Flexibilität

2.2 Unterkriterien

Jedes Hauptkriterium wird in mehrere (maximal 5?) Unterkriterien differenziert.

2.3 Vergleichende Bewertung durch Zuweisung von Indices

Eine vergleichende Bewertung ist nur durch die Vergabe von Indices möglich. Bei der Bewertung von Maßnahmen ist theoretisch auch ein Vergleich in Währungseinheiten möglich. So wird das Hauptkriterium ökonomische Effizienz typischerweise in Währungseinheiten ausgedrückt, und es wäre ein möglicher Weg, die anderen Kriterien durch eine Monetarisierung vergleichbar zu machen. Es ist jedoch bekannt schwierig bis unmöglich, Naturbeeinträchtigung wie sie z.B. durch eine Stauseebau geschieht, mit Kosten in einer

Währungseinheit zu belegen, und auch die anderen beiden Hauptkriterien sind schwierig zu monetarisieren. Daher ist eine Zuweisung von Indices einer Monetarisierung vorzuziehen; sie ermöglicht wie die Monetarisierung eine vergleichende Bewertung

Abb. 1 stellt die schrittweise Zuweisung von Indices für eine Maßnahmenbewertung dar.

2.3.1 Basisindikatoren

Für jedes Unterkriterium werden Basisindikatoren ausgewählt. Basisindikatoren sind entweder berechenbar (z.B. Wassernutzung/Wasserdargebot) oder über Expertenwissen qualitativ bestimmbar. Für jeden Basisindikator wird ein Unsicherheitsmaß angegeben. Ein Basisindikator kann einen numerischen Wert annehmen oder einer qualitativen Klasse angehören (z.B. gut, mittel, schlecht).

2.3.2 Kriterienindices

Durch Kombination und Übersetzung aller Basisindikatoren eines Unterkriteriums wird für jedes Unterkriterium der Kriterienindex bestimmt. Dabei geschieht auch eine Wichtung der Basisindikatoren. Diese Wichtung könnte die Unsicherheit der Basisindikatoren berücksichtigen; dies erscheint allerdings für den ersten Versuch einer Bewertung zu schwierig. Jeder Kriterienindex nimmt (beispielsweise) einen der Werte ++, +, 0, - oder - - an. Möglicherweise könnten die Unsicherheiten bei der Bestimmung der Basisindikatoren berücksichtigt werden, indem basierend auf der Kombination der Unsicherheiten der Basisindikatoren auch jedem Kriterienindex eine Unsicherheit zugewiesen wird. Die Unsicherheit der Basisindikatoren und der Kriterienindices ist (wahrscheinlich) für jedes betrachtete Szenario und für jede betrachtete Maßnahme gleich.

2.3.3 Gesamtindex eines Szenarios oder einer Managementmaßnahme

Durch Kombination aller Kriterienindices (einschließlich Wichtung auch im Hinblick auf die Unsicherheit der Kriterienindices) wird der Gesamtindex eines Szenarios oder einer Managementmaßnahme berechnet. Aufgrund des Gesamtindex können nun die Szenarien bzw. die Managementmaßnahmen miteinander verglichen werden.

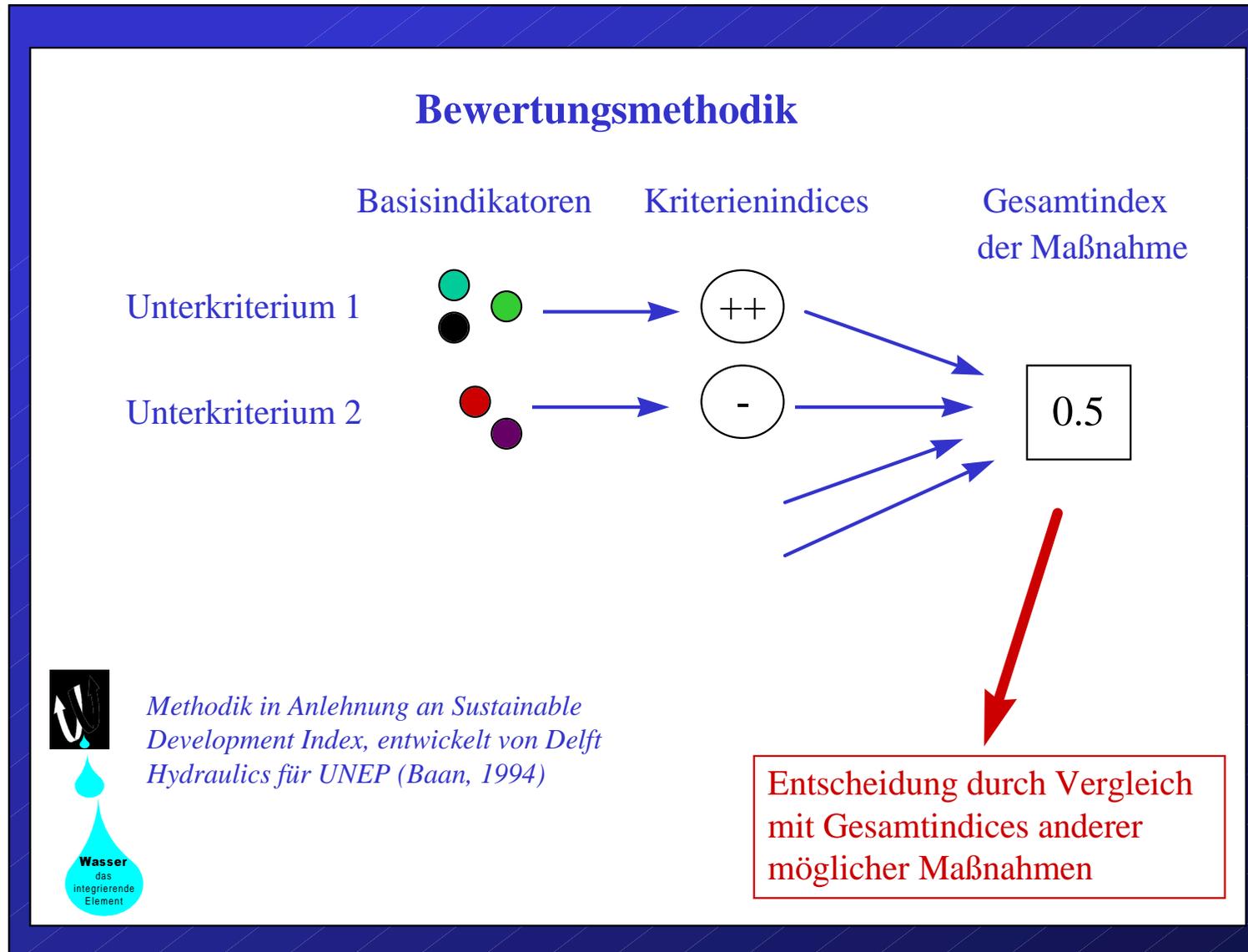


Abb. 1: Methodik zur Bewertung einer Wassermangementmaßnahme.

Haupt- und Unterkriterien sowie Basisindikatoren

Maßnahmen

Hauptkriterium	Unterkriterium	Basisindikatoren	Angenommene Werte (Basisindikator)	Unsicherheitsmaß der Basisindikatoren
ökonomische Effizienz	Nutzen - Kosten			
Naturbeeinträchtigung				
Lebensqualität				
Flexibilität				

Szenarien

Hauptkriterium	Unterkriterium	Basisindikatoren	Angenommene Werte (Basisindikator)	Unsicherheitsmaß der Basisindikatoren
ökonomische Effizienz	Nutzen - Kosten			
Naturbeeinträchtigung				
Lebensqualität				
Flexibilität				

Zuweisungsmatrix Basisindikatoren - Kriterienindex

.....

Regeln zur Berechnung des Gesamtindex

.....