

GLOWA-ELBE

Abschlusskonferenz 15./16. März 2004 in Potsdam



Spree/Havel



Integrierende Studien zum Berliner Wasserhaushalt

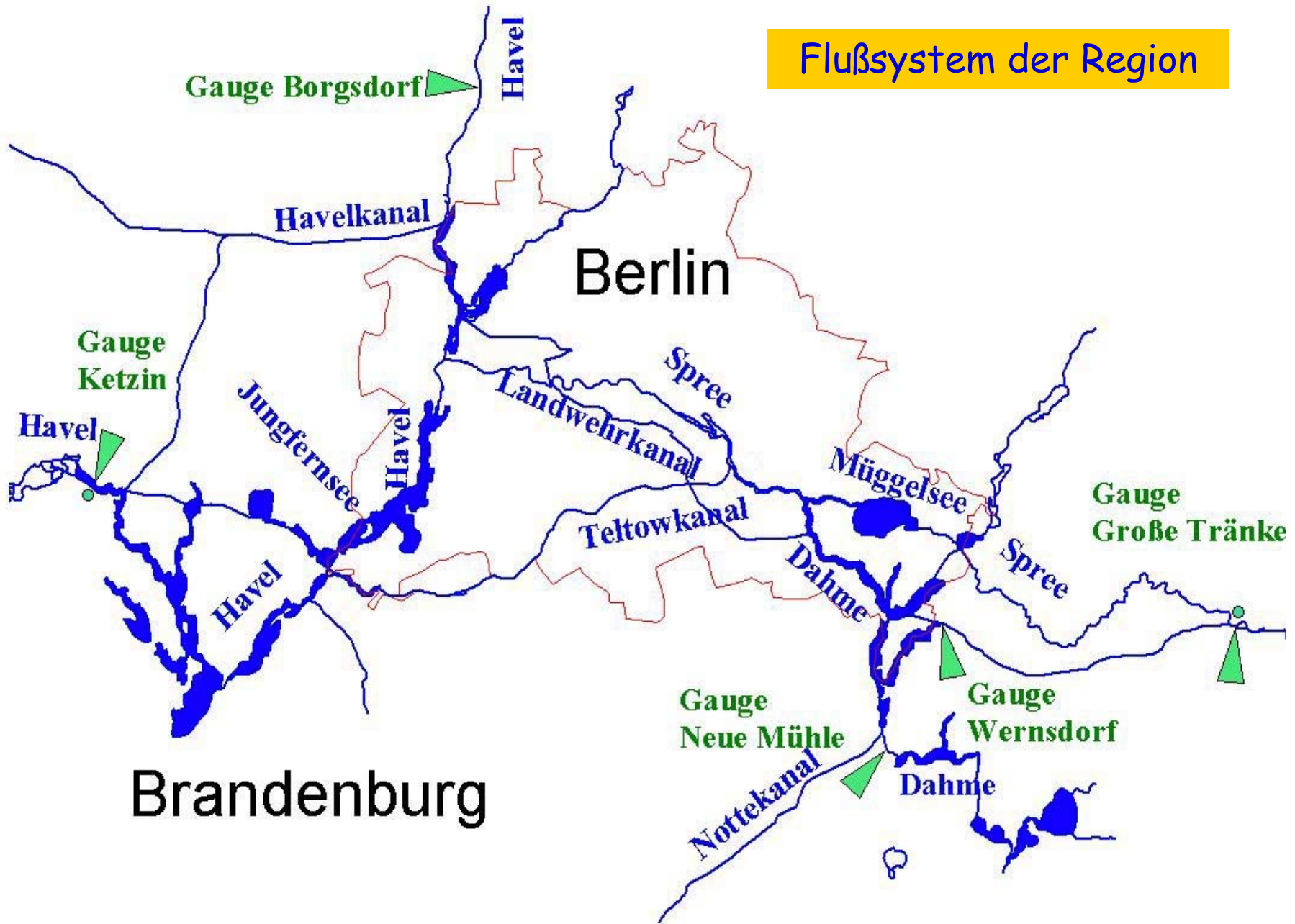
Volker Wenzel
Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung e.V.

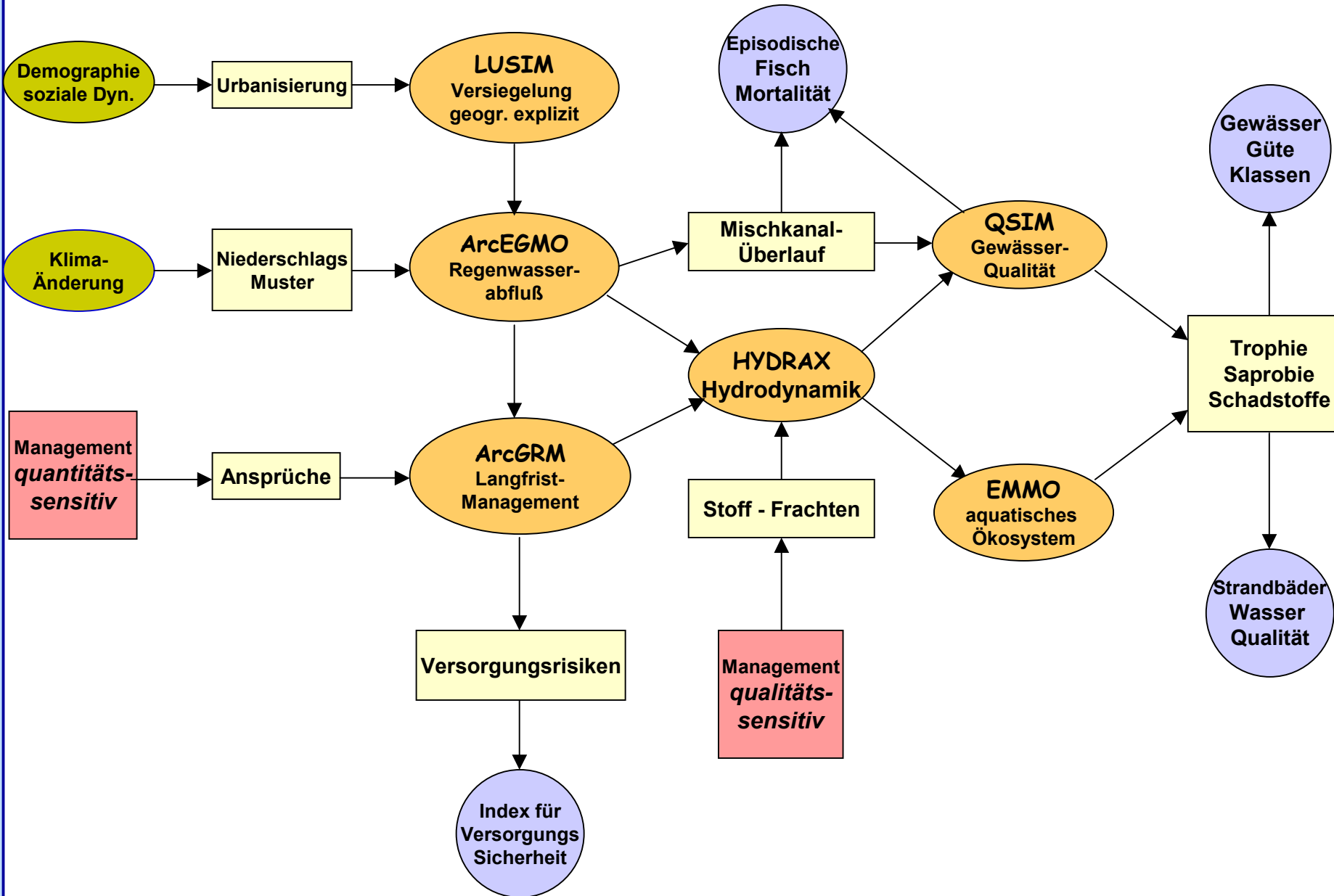


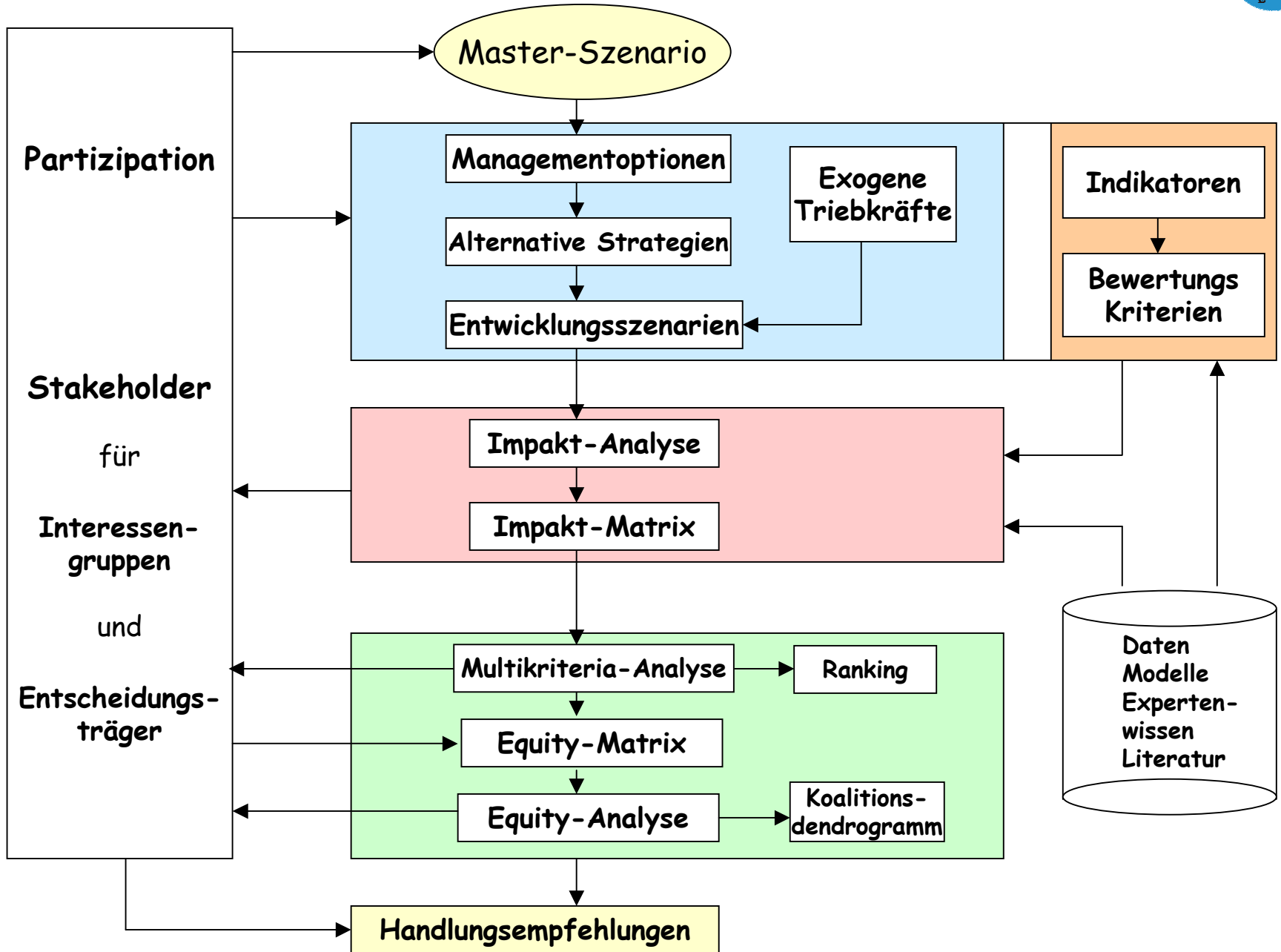
Inhalt

- Integrationsmodell für das Berliner Gewässernetz
- Einbettung in das IMA-Framework zur Lösung konkreter Probleme
- Eine konkrete Problemstellung und Alternative Strategien als mögliche Lösungen
- Bewertung der Resultate von Impaktanalysen
- Integrierende Bewertungskriterien
- NAIADE: Multikriterielle Analysen & Konfliktanalysen zur Entscheidungshilfe

Flußsystem der Region









Probleme im Fokus der Forschung: *Master-Szenarien*

- **Sicherung der notwendigen Wasserverfügbarkeit und erwarteter Gewässerqualität für Berlin unter den Bedingungen des Globalen Wandels**
- **Leichtigkeit und Sicherheit der Schifffahrt auf Unterer Spree and Havel unter Berücksichtigung von Anforderungen an die Umweltqualität**

Komponenten des Globalen Wandels:

- Ist-Zustand → A1
 - 100 Realisierungen A1-Klima
 - Urbanisierungsszenario A1U
geographisch explizit mit LUSIM
- Ist-Zustand → B2
 - 100 Realisierungen B2-Klima
 - Urbanisierungsszenario B2U
geographisch explizit mit LUSIM

-
- Bevölkerungsdynamik ist Teil der Urbanisierung
 - Technologie- und Verhaltensänderungen (MAS-model)
Vorstudien (*USF Osnabrück, ISI Karlsruhe*) GLOWA II



Stadtentwickler

Umweltpolitiker

Gesundheitsbehörden

Wasserversorger

Stromversorger

Schifffahrt

Umweltschützer

Badegäste

Fischerei/Angler



- **Senatswasserpolitik**
WPO: *SenStadt scenario 2025A*
WP1: *SenStadt scenario 2025B*
- **Kläranlagenleistung**
KALO: b.a.u. - operation with present equipment
KAL1: P-Elimination *KA Münchehofe, Waßmannsdorf, Ruhleben*
KAL2: Membran Filter- / UVC-Stufe in *KA Ruhleben*
- **Regenwasserbewirtschaftung**
RWBO: b.a.u.- Versiegelungsgrad wächst mit Urbanisierung
RWB1: Teil-Entsiegelung oder mehr Regenwasserrückhalt
- **Energiepolitik**
EPO: b.a.u. - gegenwärtige Standorte und Kapazitäten
EP1: Kapazitätsreduktion, Wirksamere Kühltechnologie
- **Flussregulierung**
FRO: b.a.u. - übliche adaptative *Berlin*-Steuerung
FR1: Transfer von bis zu 6 m³/s Oderwasser in Spree
- **Umweltschutz**
UMWO: b.a.u. - keine neuen Aktionen
UMW1: halber Abfluß von *KA Münchehofe* ins *Wuhletal*
UMW2: STOP Transfer von *KA Ruhleben* in *Teltowkanal*



4 Strategien in Berlin

- ALT1: WP0, KAL0, RWB0, EP0, FR0, UMW0 - Business as usual
ALT2: WP1, KAL0, RWB1, EP1, FR0, UMW1 - Moderate Optionen
ALT3: WP1, KAL0, RWB1, EP0, FR0, UMW2 - Umleitung für Biotopschutz
ALT4: WP1, KAL2, RWB1, EP0, FR0, UMW2 - Klärtechnik & Biotopschutz
-

ALT5 - ALT8: wie ALT1 - ALT4 aber mit Oderwasser (FR1 statt FR0)

4 Szenarien im Spreengebiet

- | | |
|--------------------------------------|---------------|
| 1. Basis-Szenario | ALT1 - ALT4 |
| 2. Oderwasser-Überleitung | ALT5 - ALT8 |
| 3. Flutung von Restlöchern vorrangig | ALT9 - ALT12 |
| 4. Reduzierte Fließe | ALT13 - ALT16 |

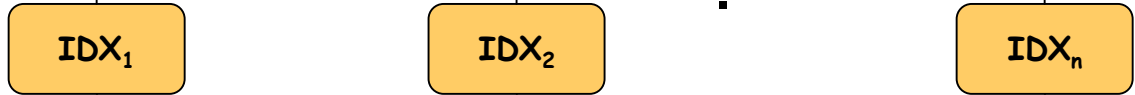


Multikriterielle Bewertung: NAIADE

Integrierende Kriterien :

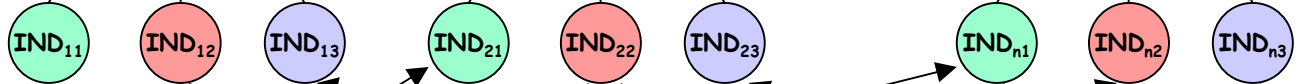


Aggregierte Indexvariablen :



Modellierung :

Einzelindikatoren :



Erprobte Modelle :



Auswahl & Adaptation vs. Modellierung & Validierung :





abzuleiten von folgenden Aggregierten Indikatoren:

- **Wasser-Versorgungssicherheit-Index**
- **Gewässer-Güteklassen-Index**
- **Badestellen-Gewässer-Qualität**
- **Episodisches Fisch-Sterben**
- **Stadtklima-Index**
- **Kosten-Nutzen-Bilanz**

**Aggregierter Indikator****Verarbeitete Einzelindikatoren**

- | | |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none">• Wasser-Versorgungssicherheit• Gewässer-Güteklassen-Index• Badestellen-Gewässerqualität• Episodisches Fisch-Sterben• Stadtklima• Kosten-Nutzen-Bilanz | <p>Überschreitungswahrscheinlichkeiten für Mindestabfluß, Bedarf von HKW, WW, Schleusung</p> <p>LAWA-Kenngrößen für Stoffhaushalt und Trophie</p> <p>TP, Chlorophyll-a, Blaualgenanteil, Sichttiefe, Pathogene Keime, Potentielle Badefrequenz</p> <p>O₂-Zehrung, pH-Wert, Ammoniak durch: Schmutzfrachten aus Kanalüberläufen nach Starkregen</p> <p>Verteilung von Temperatur, Luftfeuchte und Luftbewegung im urbanen Raum</p> <p>Gesamtkosten und Gesamtnutzen der alternativen Strategien</p> |
|---|---|



Ebenen der Aggregation

- Bedarfsträger: Wasserwerke, Kraftwerke, Mindestdurchfluß
→ Aggregate a sind einzelne WW, KW, Pegel
- ArcGRM: Unterschreitungswahrscheinlichkeiten $W(a, \text{monat})$
- Zeitliche Integration zu $W(a, \text{jahr}) = W(a, \text{pentade})$
- Integration über die Aggregate mit Normierung und Gewichtung

$$V(p) = (\sum q(a) * W(a, p)) / Q \quad \text{mit } Q = \sum q(a)$$

- Gewicht für Pegel - der dort geforderte Mindestdurchfluß $Q_{\min}(a)$ eines KW bzw. WW - die dort geforderte Entnahmemenge
- Für KW entspricht die Unterschreitungswahrscheinlichkeit einem Grad der Mehrfachnutzung der verfügbaren Wassermenge



- Komponenten: **Stoffhaushalt** und **Trophie**
- **Stoffliche** Subkomponenten: *O₂, TOC, NO₃, NO₂, NH₄, gesP, gelP* mit vorgegebenen LAWA-Grenzwerten zur Einordnung in die 7 Güteklassen *I, I-II, II, II-III, III, III-IV, IV*
- Projektion der Gesamtintervalle aller Einzelstoffe auf Intervall (0,1)
- Zuordnung von Gewichtszahlen q_i so, dass *O₂, TOC* und die übrigen Stoffe zusammen je ein Drittel ausmachen, danach additive Verknüpfung der Einzelindikatoren G_i zum Güteindex **GGS** für den Stoffhaushalt:

$$GGS = \sum q_i * G_i \quad ; i=1,\dots,7$$

- Als Maß für den **Trophie**-Zustand dient der *Chlorophyll-a*-Gehalt
- Den Güteindex zur Trophie **GGT** erhält man durch Einordnung in eine der 7 Güteklassen *I* bis *IV* mit Hilfe der vorgegebenen LAWA-Grenzwerte



Aspekte einer Integrierenden Bewertung:

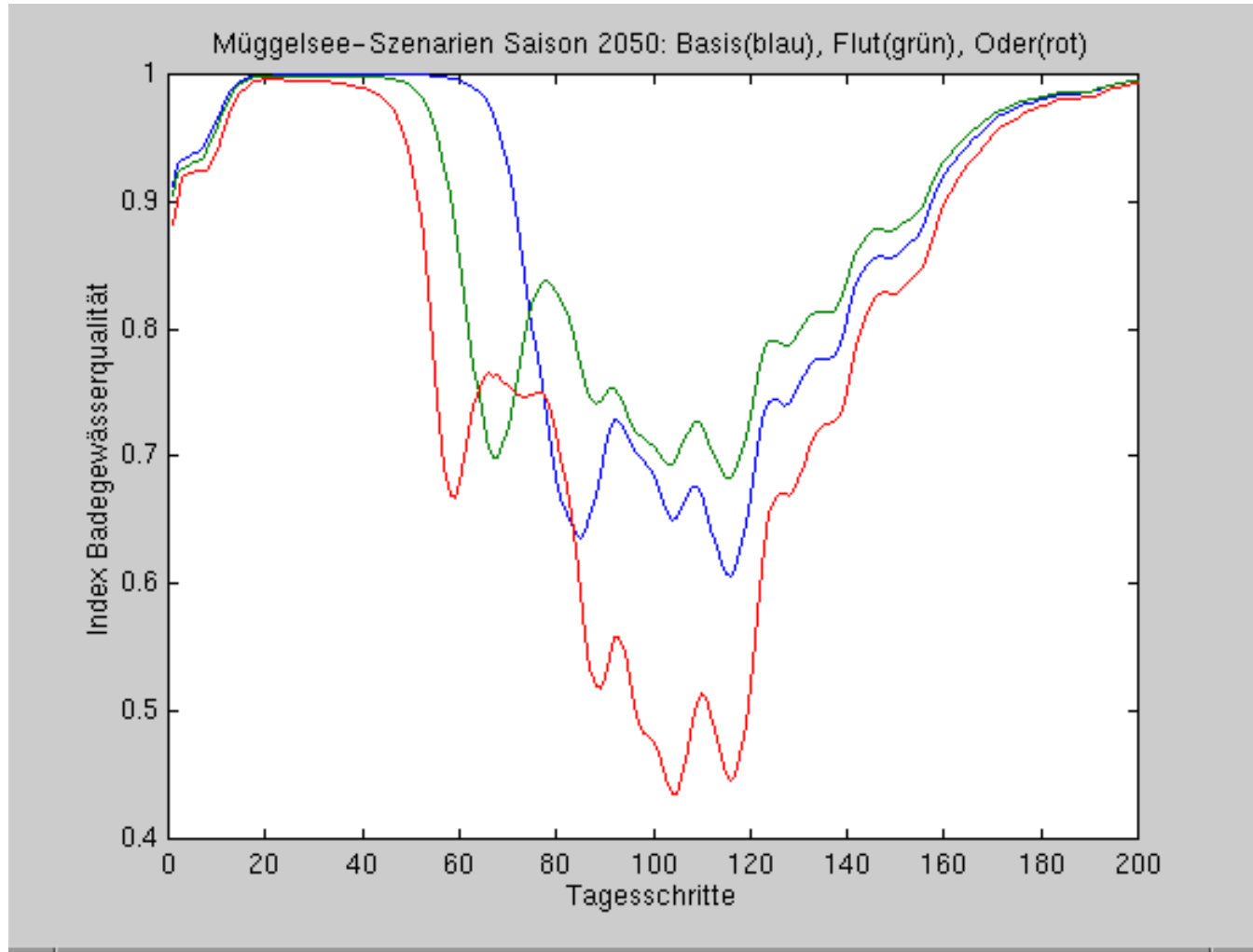
- **Ökologisch:** Gewässerzustand gemäß Phosphorkonzentration
Algenblüte und Sichttiefe durch *CHLa*,
insbesondere Anteil der Blaualgen *BA*
- **Sozial:** Gesundheitsgefährdung durch Blaualgentoxine
und pathogene Keime *EC*
- **Ökonomisch:** Potenzielle Badefrequenz vs. Aktuelle Badefrequenz
- **Normativ:** Normierung des Index mittels EU-verordneter
G-Werte (guiding) für Warnhinweise
I-Werte (imperative) für Badeverbot

Index *BQ* nach Verarbeitung aller Schwellenwerte:

$$BQ = (1 - BQ1) / 3 + (1 - BQ2) / 3 + (1 - BQ3) / 3$$

$$\text{mit } BQ1 = CHLa / 150 \quad BQ2 = 0.113 * BA \quad BQ3 = \log(EC) / 4$$

Kurvenverläufe für die 3 Szenarien
Basis, Oderwasserüberleitung, Flutung
innerhalb einer Badesaison





- Entwickelt im Hinblick auf Anwendungen in der **Umweltökonomie**
- Erlaubt **Fuzzy-linguistische** Bewertungen ebenso wie numerische oder probabilistische
- Ermöglicht eine **Equity-Analyse** parallel zu MKA

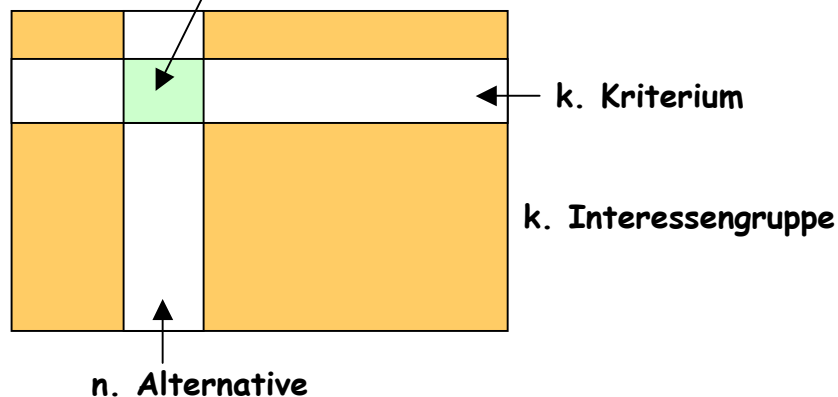
NAIADE ist die Quintessenz einer Monographie zu MKA von G. Munda (JRC EC, Ispra, Italien):
„Multicriteria Evaluation in a Fuzzy Environment: Theory and Applications in Ecological Economics“



1. Definition/Identifikation von Alternativen, Bewertungskriterien, Interessengruppen
2. Aufbau von Matrizen:

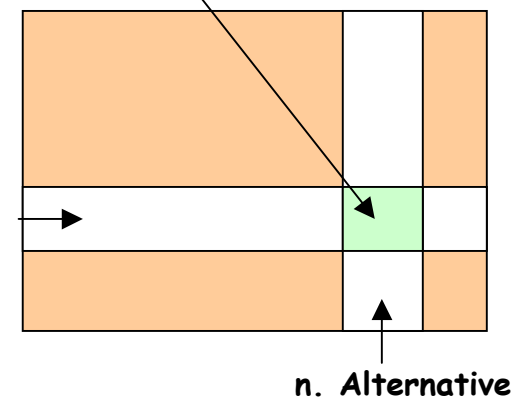
Impakt-Matrix

Belegung: numerisch, stochastisch oder fuzzy



Equity-Matrix

... nur fuzzy-linguistisch



3. Analyse und Resultate

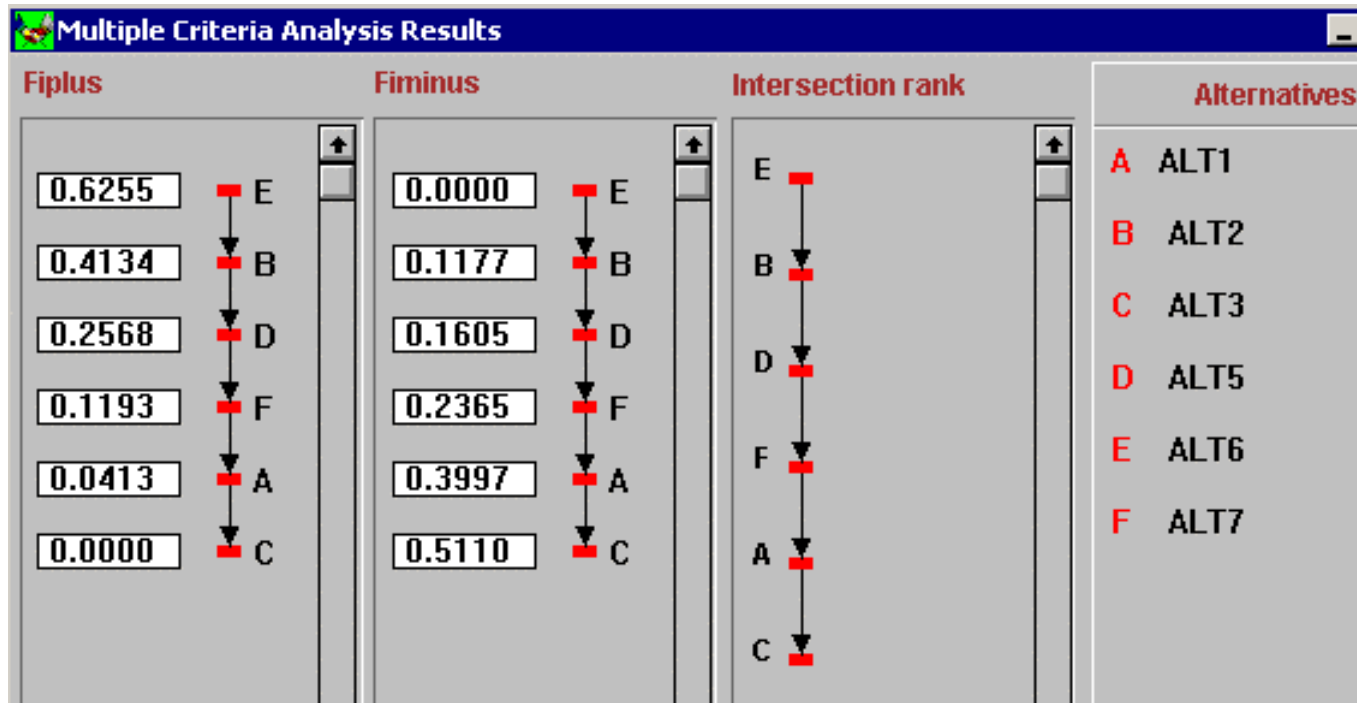
Impakt-Matrix → Rangfolge der Alternativen

Equity-Matrix → Koalitionsdendrogramm der Interessengruppen

Spree/Havel: Berlin Ranking der Berlin-Alternativen nach Wassermengenkriterien



Matrix Type Impact		Case study Berliner Wasserhaushalt					
Alternatives / Criteria	ALT1	ALT2	ALT3	ALT5	ALT6	ALT7	
VS-Index Mindestabfluß	0.8058	0.8112	0.7942	0.8302	0.8391	0.8186	
VS-Index Wasserwerke	0.9484	0.96641	0.9497	0.9722	0.9873	0.975	
VS-Index Kraftwerke	0.754	0.9949	0.7379	0.8252	0.9949	0.8034	





nach Wassermengenkriterien

Matrix Type **Impact** Case study Berliner Wasserhaushalt

Alternatives \ Criteria	ALT1	ALT2	ALT3	ALT5	ALT6	ALT7	ALT9	ALT10	ALT11	ALT13	ALT14	ALT15
VS-Index Mindestabfluß	0.8058	0.8112	0.7942	0.8302	0.8391	0.8186	0.8193	0.8279	0.8087	0.805	0.8105	0.7936
VS-Index Wasserwerke	0.9484	0.96641	0.9497	0.9722	0.9873	0.975	0.9605	0.9827	0.9617	0.948	0.9661	0.9493
VS-Index Kraftwerke	0.754	0.9949	0.7379	0.8252	0.9949	0.8034	0.7985	0.9963	0.7753	0.7613	0.9941	0.7346

Multiple Criteria Analysis Results

Fiplus	Fiminus	Intersection rank	Alternatives
0.5861 E	0.0000 E	E	A ALT1
0.5440 H	0.0092 H	H	B ALT2
0.3809 B	0.0734 B	B	C ALT3
0.3781 K	0.0806 K	K	D ALT5
0.2480 D	0.1561 D	D	E ALT6
0.1433 F	0.1915 F	F	F ALT7
0.1012 G	0.2065 G	G	G ALT9
0.0708 I	0.2530 I	I	H ALT10
0.0455 J	0.3390 J	J	I ALT11
0.0392 A	0.3420 A	A	J ALT13
0.0000 C	0.4178 C	C	K ALT14
0.0000 L	0.4255 L	L	L ALT15



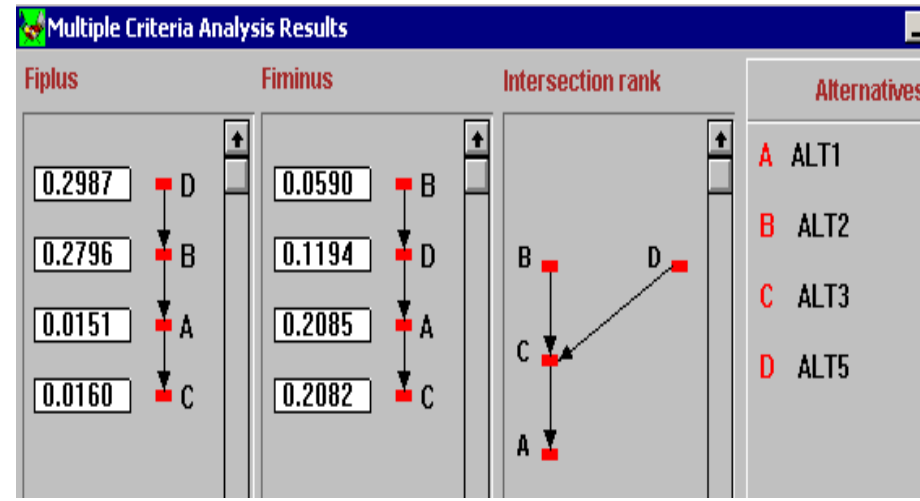
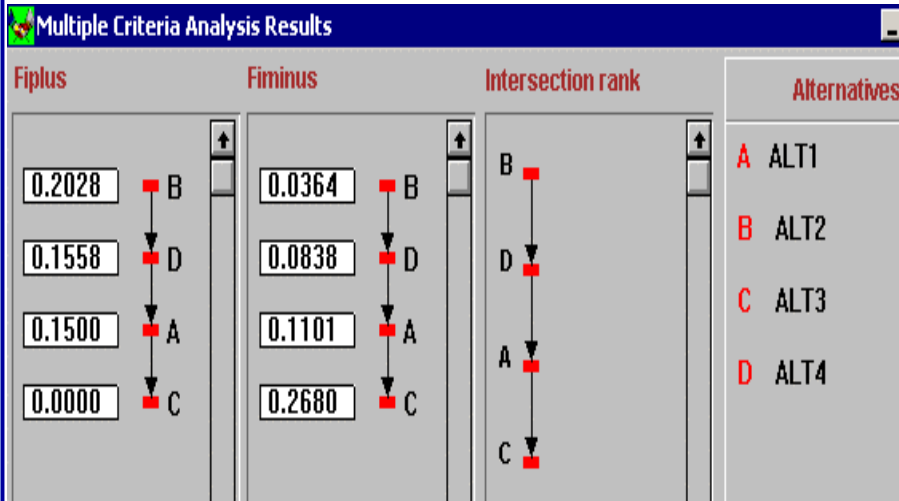
nach Mengen- und Gütekriterien

Matrix Type Impact		Case study Berliner Wasserhaushalt			
Alternatives \ Criteria	ALT1	ALT2	ALT3	ALT4	
Index-VS-Pegel	0.917	0.91497	0.8823	0.9349	
Index-VS-WW	0.9884	0.9904	0.9455	0.944	
Index-VS-KW	0.9349	0.9487	0.9089	0.9487	
Saprobie-Index-Spree	0.6342	0.6436	0.6377	0.6425	
Saprobie-Index-Tek	0.535	0.5472	0.5405	0.5412	
Trophie-Index-Spree	0.4976	0.4863	0.4939	0.4889	
Trophie-Index-Tek	0.4895	0.4902	0.4894	0.4836	

Matrix Type Impact		Case study			
Alternatives \ Criteria	ALT1	ALT2	ALT3	ALT5	
Index-VS-Pegel	0.7651	0.7641	0.7651	0.8179	
Index-VS-WW	0.9261	0.9481	0.9261	0.9783	
Index-VS-KW	0.638	1	0.638	0.7882	
Stoff-Index-Spree	0.663	0.6637	0.663	0.6504	
Stoff-Index-Tek	0.5384	0.5371	0.5404	0.5336	
Trophie-Index-Spree	0.5457	0.5479	0.5457	0.5444	
Trophie-Index-Tek	0.5152	0.516	0.516	0.5159	

Pentade 1 (2003-2007)

Pentade 10 (2048-2052)





0	Extremely Bad Very Bad
0.08	Bad
0.24	More or Less Bad
0.41	Moderate
0.59	More or Less Good
0.76	Good
0.92	Very Good
1	Perfect

Über dem Intervall $(0,1)$ ist für jede der 9 linguistischen Variablen eine Fuzzy-Menge definiert.

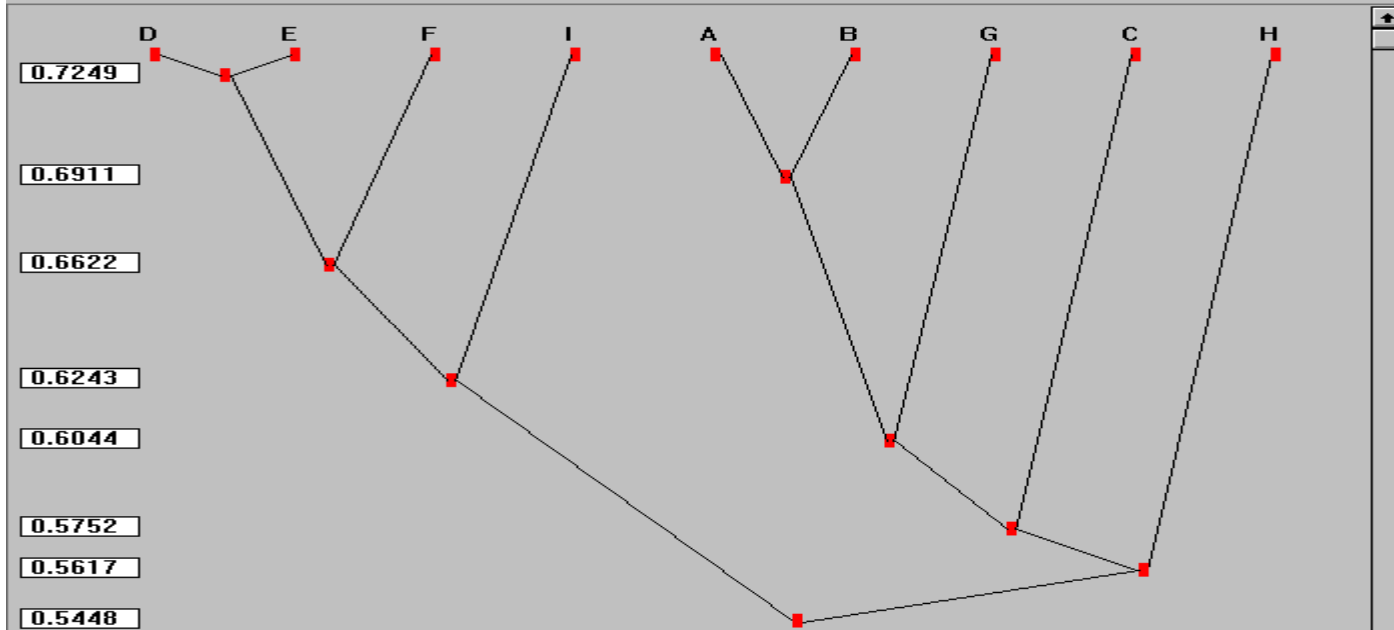
Die Skala markiert die Punkte der Überlappung für je zwei benachbarte Funktionen.



Matrix Type **Equity** Case study **Berliner Wasserhaushalt**

Alternatives Groups	ALT1	ALT2	ALT3	ALT4	ALT5	ALT6	ALT7	ALT8
Stadtentwickler	Bad	Good	Good	Very Good	Very Bad	Bad	Moderate	Moderate
Umweltpolitiker	Very Bad	Very Good	Very Good	Perfect	Very Bad	Bad	Very Good	Good
Gesundh.behörden	Bad	Moderate	Moderate	Good	Bad	Moderate	Very Good	Good
Wasserversorger	Moderate	Moderate	Moderate	Moderate	Very Good	Good	Good	Good
Stromversorger	Moderate	Moderate	Moderate	Moderate	Very Good	Very Good	Very Good	Very Good
Schiffahrt	Moderate	Bad	Bad	Bad	Very Good	Good	Good	Good
Umweltschützer	Very Bad	Bad	Good	Very Good	Very Bad	Very Bad	Moderate	Moderate
Badegäste	Bad	Moderate	Moderate	Good	Moderate	Moderate	Good	Very Bad
Angler	Very Bad	Bad	Moderate	Moderate	Good	Good	Very Good	Very Good

Dendrogram of the Coalition Formation Process



Groups

- A Stadtentwic..
- B Umweltpolit..
- C Gesundh.beh..
- D Wasserverso..
- E Stromversor..
- F Schiffahrt
- G Umweltschüt..
- H Badegäste
- I Angler



Unsere Dank gilt:

- Dem BM für Bildung und Forschung für die Förderung dieser Forschungen
- Dem Joined Research Centre der Europäischen Kommission in Ispra/Italien für die Lizenz zur Nutzung von NAIADE
- Allen Stakeholdern für die freundliche Kooperation sowie für die in jeglicher Form bereitgestellten Informationen:
 - Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Umweltschutz (SenStadt)
 - Senatsverwaltung für Gesundheit und Soziales (SenGes)
 - Berliner Wasserbetriebe (BWB) und Fa. VIVENDI Water
 - Berliner Elektrizitätswerke (BEWAG)
 - Vereinigte Energiewerke (VEAG)
 - Kompetenzzentrum Wasser Berlin (KWB)
 - Wasser- und Schifffahrtsämter Berlin und Brandenburg
 - Landesumweltamt Brandenburg (LUA)
 - Ministerium für Landwirtschaft, Umweltschutz und Regionalplanung (MLUR)
 - Landesamt für Arbeitsschutz, Gesundheit und technische Sicherheit (LAGetSi)
 - Institut für Lebensmittel, Arzneimittel und Tierseuchen (ILAT)
 - Berliner Fischereiamt (FA)
 - Berliner Bäderbetriebe (BBB)
 - Lokale Agenda 21



- Die hier entwickelte Methode integrativer und partizipativer Analyse und Bewertung wurde in seinen Teilschritten von der Problemstellung bis zur Entscheidungshilfe demonstriert. Sie steht für weitere Untersuchungen bereit.
- Wenn man den klar ausgewiesenen hierarchischen Ebenen dieser Methode von oben nach unten folgt, so können diese Untersuchungen demnächst auch
 - andere Studienobjekte betreffen
 - neue Problemstellungen angehen
 - weitere Triebkräfte berücksichtigen (z.B. andere Komponenten des Globalen Wandels)
 - eine veränderte Struktur für die charakteristischen Lösungskonzepte benutzen (Stakeholder, Alternativen, Bewertungskriterien)
 - neue Modelle einsetzen oder
 - nur bestimmte Annahmen bzw. Modellparameter verändern.
- Insbesondere die letzten Punkte werden gleich transparenter werden, wenn meine Kollegen über Einzelheiten der durchgeführten Impaktanalysen berichten.



GLOWA-ELBE

Abschlusskonferenz 15./16. März 2004 in Potsdam



Spree/Havel

Vielen Dank für Ihre
Aufmerksamkeit!