

Lukas Krüger

Nachhaltigkeitspolitik: evidenzbasiert oder symbolisch?

**Eine Praxisanwendung
auf die Region Hamburg**



Cuvillier Verlag Göttingen
Internationaler wissenschaftlicher Fachverlag

Lukas Krüger

Nachhaltigkeitspolitik: evidenzbasiert oder symbolisch?

Eine Praxisanwendung auf die Region Hamburg

Nachhaltigkeitspolitik: evidenzbasiert oder symbolisch?

Eine Praxisanwendung auf die Region Hamburg

Dissertation

zur Erlangung des wirtschaftswissenschaftlichen Doktorgrades der
Wirtschaftswissenschaftlichen Fakultät der Universität Göttingen

vorgelegt von

LUKAS KRÜGER

aus Danzig

Göttingen, 2011

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek

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

1. Aufl. - Göttingen : Cuvillier, 2011

Zugl.: Göttingen, Univ., Diss., 2011

978-3-86955-942-1

Erstgutachter: Prof. Dr. Kilian Bizer

Zweitgutachter: Prof. Dr. Markus Spiwoks

Tag der mündlichen Prüfung: 27.05.2011

© CUVILLIER VERLAG, Göttingen 2011

Nonnenstieg 8, 37075 Göttingen

Telefon: 0551-54724-0

Telefax: 0551-54724-21

www.cuvillier.de

Alle Rechte vorbehalten. Ohne ausdrückliche Genehmigung des Verlages ist es nicht gestattet, das Buch oder Teile daraus auf fotomechanischem Weg (Fotokopie, Mikrokopie) zu vervielfältigen.

1. Auflage, 2011

Gedruckt auf säurefreiem Papier

978-3-86955-942-1

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis.....	III
Abbildungsverzeichnis.....	VI
Tabellenverzeichnis.....	IX
Abkürzungsverzeichnis.....	XI
1 Einführung: Ziel und Aufbau der Arbeit.....	1
2 Motivation und zentrale Forschungsfragen.....	5
2.1 Nachhaltigkeitspolitik: evidenzbasiert vs. symbolisch.....	5
2.2 Politikwissenschaftliche Einordnung.....	10
2.3 Problemaufriss Nachhaltigkeitsbewertung.....	12
3 Nachhaltigkeit – Theorie und Operationalisierungskonzepte.....	15
3.1 Ökonomische Grundlagen einer nachhaltigen Entwicklung.....	15
3.1.1 Grundprinzipien der Umweltpolitik als Wegbereiter von Nachhaltigkeit.....	16
3.1.2 Nachhaltige Funktionen der Umwelt im ökonomischen System.....	18
3.1.3 Umweltbelastung als kritische Nachhaltigkeitskomponente.....	19
3.1.3.1 Externalitäten als Nachhaltigkeitstreiber.....	19
3.1.3.2 Umwelt(-funktionen) als öffentliche Güter.....	20
3.1.3.3 Sozioökonomische Einflüsse.....	22
3.1.3.4 Staats- und Politikversagen.....	23
3.1.4 Lösungsansätze zur Internalisierung.....	25
3.1.4.1 Instrumente zur Internalisierung.....	25
3.1.4.2 Monetarisierung von Umweltschäden.....	26
3.1.4.3 Allgemeine Kritik am neoklassischen Ansatz.....	29
3.1.4.4 Defizite der Umweltökonomie als Wegbereiter für Nachhaltigkeit.....	31
3.1.4.5 Der Preis-Standard-Ansatz zur Nachhaltigkeitszielfindung.....	33
3.1.5 Ökologische Ökonomie.....	36
3.1.6 Zwischenfazit.....	38
3.2 Grundlagen der Nachhaltigkeit.....	39
3.2.1 Das Prinzip begrenzter Ressourcen.....	39
3.2.2 Notwendigkeit eines integrierten Ansatzes.....	40

3.3	Konzepte der Nachhaltigkeit	43
3.3.1	Kapitalformen der Nachhaltigkeitstheorien	43
3.3.2	Konkurrierende Nachhaltigkeitskonzepte	44
3.3.3	Die starke Nachhaltigkeit	45
3.3.4	Die schwache Nachhaltigkeit	46
3.3.5	Die vernünftige Nachhaltigkeit	49
3.3.6	Zwischenfazit	50
3.4	Ansätze zur Operationalisierung von Nachhaltigkeit	51
3.4.1	Aggregierte Indikatorkonzepte	52
3.4.2	Satellitenkonzepte	53
3.4.3	Nachhaltigkeitsindikatoren im Kontext der Agenda 21	54
3.5	Zwischenfazit: Nachhaltigkeit: Von der Theorie zur Praxis	57
4	Methodischer Bewertungsansatz – Theorie der unscharfen Zahlen	60
4.1	Einführung	60
4.1.1	Abgrenzung der Begriffe unscharf – ungenau – unsicher	61
4.1.2	Anwendung auf die Bewertung von Nachhaltigkeit	63
4.2	Grundlegende Einordnung der Fuzzy-Set-Theorie im Kontext von Nachhaltigkeit	66
4.2.1	Unscharfe Mengen	66
4.2.2	Unscharfe Zahlen	71
4.2.3	Praktische Anwendung fuzzybasierter Operatoren für Nachhaltigkeitsindikatoren	73
4.2.4	Auswahl geeigneter Verknüpfungsoperatoren für Nachhaltigkeitsindikatoren	75
4.2.5	Fuzzy-Relationen bei scharfen und unscharfen Mengen	77
4.3	Fuzzy-Regelungssysteme zur Nachhaltigkeitsbewertung	81
4.3.1	Allgemeines Funktionsprinzip von Regelungssystemen	81
4.3.2	Linguistische Variablen für Nachhaltigkeit	83
4.3.3	Linguistische Variablen und Relationen unscharfer Zahlen	85
4.3.4	Ablauf eines Fuzzy-Regelungssystems	88
4.3.4.1	Die Fuzzifizierung	88
4.3.4.2	Festlegung von Zugehörigkeitsfunktionen	90
4.3.4.3	Regelwerk und Inferenzwahl bei einer Nachhaltigkeitsbewertung	95
4.3.4.4	Defuzzifizierung im Rahmen einer Nachhaltigkeitsbewertung	99
4.4	Probleme der Fuzzy-Logik und Zusammenfassung	104

4.4.1	Umgang mit methodischen Problemen	104
4.4.2	Zwischenfazit	106
5	Nachhaltigkeitsbewertung der Region Hamburg.....	108
5.1	Einführung.....	108
5.2	Hamburger Entwicklungsindikatoren für Zukunftsfähigkeit	109
5.2.1	Indikatorbeschreibung.....	112
5.2.1.1	Ökonomische Säule	113
5.2.1.2	Ökologische Säule	120
5.2.1.3	Soziale Säule.....	129
5.3	Einführung zur Modellgestaltung.....	141
5.3.1	Grundstruktur für HEINZ.....	142
5.3.2	Struktur für die globale Nachhaltigkeit nach HEINZ	143
5.3.3	Variablenübersicht	146
5.3.4	Regelwerk/Inferenzwahl für das Hamburger Modell.....	150
5.3.5	Defuzzifikation im Hamburger Modell.....	151
5.3.1	Budgetentwicklung als Indikator für Politikumsetzung.....	152
5.3.2	Gewichtungskriterien für die Inputvariablen	154
5.3.3	Ergebnisanalyse.....	158
5.3.3.1	Ergebnisanalyse soziale Säule	162
5.3.3.2	Ergebnisanalyse ökonomische Säule	168
5.3.3.3	Ergebnisanalyse ökologische Säule	171
5.3.4	Zusammenhang der drei Nachhaltigkeitssäulen.....	175
5.3.5	Zwischenfazit	178
6	Wirtschaftspolitische Implikationen	182
7	Zusammenfassung und Limitation der Arbeit	187
	Anhang	192
	Literaturverzeichnis.....	207
	Versicherung an Eides Statt	221
	Lebenslauf.....	222

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Grundstruktur der Dissertation.....	4
Abbildung 2: Evidenzbasierte Nachhaltigkeitspolitik.....	9
Abbildung 3: Der Nachhaltigkeitsbegriff – Übersicht	64
Abbildung 4: „Starkes Fieber“ nach klassischer Definition.....	70
Abbildung 5: „Starkes Fieber“ nach Fuzzy-Logik.....	70
Abbildung 6: Unscharfe Zahlen und unscharfe Intervalle	73
Abbildung 7: Unterschied von Max- und Min-Operator	74
Abbildung 8: Grundstruktur eines Fuzzy-Regelungssystems	82
Abbildung 9: Beschreibung der AL-Quote hinsichtlich ihrer Nachhaltigkeit	84
Abbildung 10: Approximatives Schließen im Rahmen eines Fuzzy-Regelungssystems.....	87
Abbildung 11: Trapez- bzw. triangulärförmige Gestaltung der Zugehörigkeitsfunktion der AL-Quoten als Inputvariable	92
Abbildung 12: Veranschaulichung der Max-Min-Inferenz bei 2 Inputvariablen	97
Abbildung 13: Exemplarische Ergebnis-Fuzzy-Menge	102
Abbildung 14: Zugehörigkeitsfunktion des Indikators „Arbeitslosenquote“	115
Abbildung 15: Zugehörigkeitsfunktion des Indikators „Verbraucherindex“	116
Abbildung 16: Zugehörigkeitsfunktion des Indikators „Steuer-Zins-Quote“	117
Abbildung 17: Zugehörigkeitsfunktion des Indikators „Anteil des Transfair-Kaffees am gesamten Kaffeeabsatz bei Budnikowsky“	118
Abbildung 18: Zugehörigkeitsfunktion des Indikators „Anteil der Unternehmen mit Umweltprogrammen im Raum Hamburg“	120
Abbildung 19: Zugehörigkeitsfunktion des Indikators „Siedlungsabfälle pro Einwohner“ ..	121
Abbildung 20: Zugehörigkeitsfunktion des Indikators „Anzahl der Tage mit erhöhter Ozonbelastung“	122
Abbildung 21: Zugehörigkeitsfunktion des Indikators „Siedlungs- und Verkehrsfläche“	123
Abbildung 22: Zugehörigkeitsfunktion des Indikators „Wasserverbrauch privater Haushalte“	124
Abbildung 23: Zugehörigkeitsfunktion des Indikators „CO ₂ -Emissionen“	125
Abbildung 24: Zugehörigkeitsfunktion des Indikators „Flächenanteil der Natura-2000- Flächen“	126

Abbildung 25: Zugehörigkeitsfunktion des Indikators „Flächen mit Fluglärm“	128
Abbildung 26: Zugehörigkeitsfunktion des Indikators „CO ₂ -Emissionen des Verkehrs“	129
Abbildung 27: Zugehörigkeitsfunktion des Indikators „Empfänger von Sozialleistungen zum Lebensunterhalt“	131
Abbildung 28: Zugehörigkeitsfunktion des Indikators „Schulabgänger ohne Abschluss“	132
Abbildung 29: Zugehörigkeitsfunktion des Indikators „Anzahl der Verstorbenen unter 65 Jahren pro 100.000 Einwohner“	133
Abbildung 30: Zugehörigkeitsfunktion des Indikators „Anzahl der Straftaten“	134
Abbildung 31: Zugehörigkeitsfunktion des Indikators „Verhältnis der 10 Stadtteile mit den höchsten und niedrigsten Quoten von Arbeitslosigkeit“	135
Abbildung 32: Zugehörigkeitsfunktion des Indikators „Anteil ausländischer Schüler ohne Schulabschluss“	136
Abbildung 33: Zugehörigkeitsfunktion des Indikators „Verhältnis Bruttomonatsverdienst Männer/Frauen“	137
Abbildung 34: Zugehörigkeitsfunktion des Indikators „Ganztagsbetreuungsangebote der Altersgruppe 3–6 Jahre“	138
Abbildung 35: Zugehörigkeitsfunktion des Indikators „Verhältnis der Unter-18- zu den Über-65-Jährigen“	140
Abbildung 36: Modellhaftes Vorgehen zur Nachhaltigkeitsbewertung der Stadt Hamburg .	143
Abbildung 37: Struktur des Fuzzy-Regelungssystems für die globale Nachhaltigkeit.....	144
Abbildung 38: Zugehörigkeitsfunktion für die Zwischenvariablen und die Outputvariable .	149
Abbildung 39: Entwicklung der globalen Nachhaltigkeit auf Basis von HEINZ 1996–2008	159
Abbildung 40: Entwicklung der sozialen Nachhaltigkeit auf Basis von HEINZ 1996–2008	160
Abbildung 41: Entwicklung der ökologischen Nachhaltigkeit auf Basis von HEINZ 1996–2008	160
Abbildung 42: Entwicklung der ökonomischen Nachhaltigkeit auf Basis von HEINZ 1996–2008	160
Abbildung 43: Budgetentwicklung Arbeitsmarktpolitik vs. soziale Nachhaltigkeit.....	165
Abbildung 44: Budgetentwicklung Ausländerintegration vs. soziale Nachhaltigkeit	166
Abbildung 45: Budgetentwicklung Kinderbetreuung/Gleichstellung der Frau vs. soziale Nachhaltigkeit.....	167
Abbildung 46: Budgetentwicklung Bildung vs. soziale Nachhaltigkeit	168
Abbildung 47: Budgetentwicklung Ressourceneffizienz vs. ökonomische Nachhaltigkeit ..	170
Abbildung 48: Budgetentwicklung Arbeitsverteilung vs. ökonomische Nachhaltigkeit.....	171

Abbildung 49: Budgetentwicklung Flächenschutz vs. ökologische Nachhaltigkeit	173
Abbildung 50: Budgetentwicklung Klimaschutz vs. ökologische Nachhaltigkeit.....	174
Abbildung 51: Budgetentwicklung nachhaltige Mobilität vs. ökologische Nachhaltigkeit...	175
Abbildung 52: Beispielhafte Addition zweier unscharfer Zahlen.....	197

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Gründe für Unschärfe.....	61
Tabelle 2: Beispiele für Unsicherheit – Unschärfe – Ungenauigkeit.....	62
Tabelle 3: Relation von Größe und Alter	78
Tabelle 4: Beispielhafter Regelblock linguistischer Regeln	86
Tabelle 5: Projektdaten zur globalen Nachhaltigkeit	145
Tabelle 6: Übersicht über alle Eingangsvariablen.....	147
Tabelle 7: Übersicht über alle Zwischenvariablen.....	148
Tabelle 8: Übersicht über die Outputvariablen	150
Tabelle 9: Zusammenführung der strategischen Schwerpunkte, der HEINZ-Zielbereiche und der entsprechenden Budgetpositionen für die ökonomische Säule	155
Tabelle 10: Zusammenführung der strategischen Schwerpunkte, der HEINZ-Zielbereiche und der entsprechenden Budgetpositionen für die soziale Säule	157
Tabelle 11: Zusammenführung der strategischen Schwerpunkte, der HEINZ-Zielbereiche und der entsprechenden Budgetpositionen für die ökologische Säule	158
Tabelle 12: Relative Budgetentwicklung vs. Indexentwicklung HH 2002/2008 „soziale Säule“	163
Tabelle 13: Relative Budgetentwicklung vs. Indexentwicklung HH 2002/2008 „ökonomische Säule“	169
Tabelle 14: Relative Budgetentwicklung vs. Indexentwicklung 2002/2008 „ökologische Säule“	172
Tabelle 15: Zusammenhang Nachhaltigkeitssäulen von 1996–2008 „GG“.....	176
Tabelle 16: Zusammenhang Nachhaltigkeitssäulen von 1996–2008 „HH-gewichtet“	176
Tabelle 17: Zusammenhang Nachhaltigkeitssäulen von 2002–2008 „HH-gewichtet“	177
Tabelle 18: Zusammenhang Nachhaltigkeitssäulen von 2002–2008 „GG“	178
Tabelle 19: Relevante Budgetentwicklung für das HEINZ-Handlungsfeld „Integration der Stadtteile“ von 1996-2008.....	192
Tabelle 20: Relevante Budgetentwicklung für das HEINZ-Handlungsfeld „Ausländerintegration“ von 1996-2008	200
Tabelle 21: Relevante Budgetentwicklung für das HEINZ-Handlungsfeld „Kinderbetreuung und Gleichstellung der Frau“ von 1996-2008	201
Tabelle 22: Relevante Budgetentwicklung für das HEINZ-Handlungsfeld „Bildung“ von 1996-2008.....	202

Tabelle 23: Relevante Budgetentwicklung für das HEINZ-Handlungsfeld „Ressourceneffizienz“ von 1996-2008.....	202
Tabelle 24: Relevante Budgetentwicklung für das HEINZ-Handlungsfeld „Arbeitsverteilung“ von 1996-2008	203
Tabelle 25: Relevante Budgetentwicklung für das HEINZ-Handlungsfeld „Flächenschutz“ von 1996-2008.....	203
Tabelle 26: Relevante Budgetentwicklung für das HEINZ-Handlungsfeld „Klimaschutz“ von 1996-2008.....	204
Tabelle 27: Relevante Budgetentwicklung für das HEINZ-Handlungsfeld „Nachhaltige Mobilität“ von 1996-2008	204
Tabelle 28: Überblick der Ergebnisse der Nachhaltigkeitsbewertung	205
Tabelle 29: Übersicht HEINZ-Indikatoren (normalisierte Datenreihe)	206

Abkürzungsverzeichnis

AB	Averting behaviour
AH	Arbeitshypothese
AL-Quote	Arbeitslosenquote
BDI	Bundesverbands der Deutschen Industrie
BMI	Bundesministeriums des Inneren
BMU	Bundesministerium für Umwelt
CO₂	Kohlenstoffdioxid
COA	center of area
CV	Contingent valuation
DR	Dose response
EMAS	Eco- Management and Audit Scheme
EU	Europäischer Union
GG	gleichgewichtet
ha	Hektar
HEINZ	Hamburger Entwicklungsindikatoren Zukunftsfähigkeit
HH	Hansestadt Hamburg
HP	Hedonic price approach
Kfz	Kraftfahrzeug
LOM	left of maximum
m³	Kubikmeter
NH	Nachhaltigkeit
O₃	Ozon
ROM	right of maximum
t	Tonne
UN	United Nations
VE	Verpflichtungsermächtigung
µg	Mikrogramm

1 Einführung: Ziel und Aufbau der Arbeit

Seit den 90er Jahren taucht Nachhaltigkeit in der Politik und Wirtschaft immer häufiger als Leitbild, Zieldefinition oder symbolische Begrifflichkeit auf. Auf der Suche nach einem grundlegenden Nachhaltigkeitsverständnis lässt sich die Definition der Brundtland-Kommission von 1987 für eine nachhaltige Entwicklung heranziehen: „Entwicklung, die die Bedürfnisse der Gegenwart befriedigt, ohne zu riskieren, dass künftige Generationen ihre eigenen Bedürfnisse nicht befriedigen können“.¹ Unbestritten ist dabei das Verständnis von Nachhaltigkeit als ein integratives Säulenkonzept, welches ökonomische, ökologische und soziale Aspekte vereint.² Damit repräsentiert Nachhaltigkeit, mit seinem Kerngedanken vom Ertrag und nicht von der Substanz zu leben, ein grundlegendes Konzept für ökonomisches Handeln. Eine dauerhafte und erfolgreiche ökonomische Entwicklung ist folglich ohne Berücksichtigung des Nachhaltigkeitsleitbildes nicht möglich.

Unklar ist jedoch, welche Rolle Nachhaltigkeit in der konkreten Gestaltung politischer Maßnahmen spielt. Eine nachhaltigkeitsgefärbte Politik strahlt zunächst einmal eine außerordentliche Attraktivität aus: Eine integrative Maßnahmenplanung suggeriert die Berücksichtigung aller drei Nachhaltigkeitsdimensionen, was für Politiker besonders reizvoll erscheint, um ein möglichst großes Wählerpotenzial abzurufen.³ Es ist jedoch zu hinterfragen, wie verantwortliche Institutionen mit Leitbildern und Zieldefinitionen für Nachhaltigkeit umgehen und ob sie die gesellschaftlichen Ansprüche einer nachhaltigen Entwicklung auch nachweisbar in ihren Entscheidungen und Maßnahmenplanungen berücksichtigen. Falls diese Politik nur rein symbolischen Charakter besitzt, könnte sie zu erheblichen Ineffizienzen führen, die sich beispielsweise in unnötigem Verwaltungsaufwand, aber auch in erhöhten Folgekosten einzelner Problemfelder widerspiegeln können. Daher geht die vorliegende Arbeit der Frage nach, ob das Leitbild der Nachhaltigkeit überhaupt messbar in die konkrete Planung von politischen Maßnahmen einfließt oder doch nur einen symbolischen Charakter aufweist. Am Beispiel Hamburgs, das bereits seit 2002 mit seinem Leitbild „Metropole Hamburg – Wachsende Stadt“ eine nachhaltigkeitsorientierte Politik proklamiert, für welche Indikatoren und Grenzwerte existieren, soll diese Frage beantwortet werden.⁴

¹ Brundtland (1987), S. 24.

² Vgl. Klemmer (1996), S. 323, Deutschland (1994), S. 33.

³ Vgl. Hansjürgens (2000), S. 144.

⁴ Vgl. Freie und Hansestadt Hamburg (2002).

Dabei besteht die besondere Herausforderung, die Grenzwerte im Licht der Unsicherheit zu diskutieren. Mit dem Blick auf die relevanten Operationalisierungs- und Bewertungskonzepte von Einzelindikatoren für Nachhaltigkeit stellt sich immer wieder die Frage nach ihrer Qualität bzw. uneingeschränkten Anwendbarkeit. Hierzu ist gezielt auf die normative Unsicherheit zu verweisen, die aus dem normativen Entscheidungsprozess für Grenzwerte der Nachhaltigkeit von Einzelindikatoren resultiert. Grenzwerte unterliegen aufgrund ihrer normativen Natur einer Zielunsicherheit (politische Zielsetzung). Inwiefern sie tatsächlich einen aussagekräftigen Grenzwert zwischen einer nachhaltigen und nicht-nachhaltigen Entwicklung eines Indikators schaffen, ist fraglich. Daher ist es bei einer integrierten Nachhaltigkeitsbewertung von großer Bedeutung, die Unsicherheit bei der Nachhaltigkeitsbewertung zu berücksichtigen. Die Fuzzy-Logik bietet einen geeigneten Rahmen, der eine Berechnung unter Zielunsicherheit ermöglicht und damit dieser Arbeit den methodischen Unterbau liefert.

Zur Beantwortung der Forschungsfrage gliedert sich die vorliegende Arbeit wie folgt: Kapitel 2 erläutert zunächst zwei gegensätzlichen Politikformen und ihre Wirkung im Hinblick auf Nachhaltigkeit: die evidenzbasierte und die symbolische Nachhaltigkeitspolitik. Resultierend aus der Gegenüberstellung beider Politikformen werden drei der Forschungsfrage entsprechende Arbeitshypothesen formuliert, die es zu überprüfen gilt. Ferner gibt das Kapitel einen allgemeinen Überblick über die Herausforderungen von Nachhaltigkeitsbewertung, die im Folgenden zur Überprüfung der Hypothesen zu bewältigen sind. Daran anknüpfend fokussiert Kapitel 3 die Notwendigkeit einer nachhaltigen Entwicklung, die relevanten Nachhaltigkeitstheorien sowie die Überführung in die Praxis. Der Abschnitt mündet in die Bestimmung der Operationalisierung sogenannter vernünftiger Nachhaltigkeit, die die Bewertungsgrundlage im weiteren Verlauf der Arbeit liefert. Anschließend bildet in Kapitel 4 die Wahl einer geeigneten Methode zur Bewertung von Nachhaltigkeit den Schwerpunkt. Dabei liegt der Fokus der Methodendiskussion auf der Problematik von Unsicherheit bei der Formulierung von Nachhaltigkeitszielen und der Notwendigkeit einer integrierten Bewertung im Rahmen der vernünftigen Nachhaltigkeit. Anschließend erfolgt ein kurzer Überblick über das konkrete methodische Vorgehen im Rahmen des für die Forschungsfrage gewählten fuzzybasierten Modells. Auf dieser Grundlage werden in Kapitel 5 die formulierten Arbeitshypothesen getestet. Zur Abbildung der Nachhaltigkeitswerte der Stadt Hamburg beruht die Gewichtung einzelner Nachhaltigkeitsindikatoren auf dem Leitbild „Metropole Hamburg – Wachsende Stadt“, das analog zur nationalen Nachhaltigkeitsstrategie

Förderschwerpunkte einer nachhaltigen Entwicklung definiert. Der Hypothesen-Test betrachtet zunächst den Verlauf der nachhaltigen Entwicklung bei absoluter Gleichgewichtung aller Indikatoren im Vergleich zur Gewichtung nach dem Hamburg-Leitbild (HH-Leitbild). Anschließend erfolgt ein Vergleich der nach HH-Leitbild gewichteten Nachhaltigkeitsentwicklung mit den Ausgaben im Budget des Landeshaushalts Hamburgs von 1996 bis 2008. Dabei manifestiert sich symbolische Nachhaltigkeitspolitik in zweierlei Formen: zum einen beim Vergleich der Nachhaltigkeitsindizes, bei dem der Index nach dem Hamburger Leitbild eine deutlich schlechtere Performance aufweist; zum anderen bei der Analyse der Budgetentwicklung, die entgegen der formulierten Nachhaltigkeitszielsetzung größtenteils sinkende Ausgaben in den Schwerpunktthemen der Nachhaltigkeitspolitik aufweist. Abschließend führt der Kapitel 5 die Ergebnisse zusammen, überträgt sie auf die gestellten Arbeitshypothesen und beantwortet schlussendlich die Forschungsfrage. Dabei ist festzustellen, dass das Praxisbeispiel stark auf eine symbolische Nachhaltigkeitspolitik hindeutet und zu dem Schluss führt, dass ein Leitbild für Nachhaltigkeit im Fall Hamburgs eigentlich genau dem entgegenwirkt, wofür es konzipiert wurde: einer nachhaltigen Entwicklung. Das Kapitel 6 fügt sich mit einer Erörterung der Gründe für symbolische Nachhaltigkeitspolitik an und gibt einen Überblick über mögliche wirtschaftspolitische Implikationen. Abschließend fasst das Kapitel 7 die Ergebnisse der Arbeit zusammen, gibt einen kurzen Ausblick über weitere Forschungsfelder und verweist auf die Limitation der gewonnenen Erkenntnisse.

Abbildung 1: Grundstruktur der Dissertation

<p>Kapitel 1: Einführung: Ziel und Aufbau der Arbeit</p> <ul style="list-style-type: none"> • Welche Fragestellung verfolgt die Arbeit, welche Methodik ist gewählt und wie ist die Arbeit strukturiert? • Was soll die folgende Ausführung leisten und welche Ergebnisse sind zu erwarten?
<p>Kapitel 2: Motivation und zentrale Forschungsfrage</p> <ul style="list-style-type: none"> • Welche Problemlage liegt vor? • Welche Arbeitshypothesen gilt es hinsichtlich Nachhaltigkeitspolitik zu überprüfen? • Wie ist welche Perspektiven (politikwissenschaftlich/ökonomisch) zu berücksichtigen?
<p>Kapitel 3: Nachhaltigkeit - Theorie und Operationalisierungskonzepte</p> <ul style="list-style-type: none"> • Was ist die ökonomische Grundlage für Nachhaltigkeit und damit für ihre Politik? • Welche Nachhaltigkeitstheorie steht der zu analysierenden Politik vor und warum?
<p>Kapitel 4: Methodischer Bewertungsansatz – Theorie der unscharfen Zahlen</p> <ul style="list-style-type: none"> • Warum bildet die Fuzzy-Logik die geeignete Bewertungsgrundlage für Nachhaltigkeit und deren politische Umsetzung? • Wie funktioniert eine Nachhaltigkeitsbewertung mit Hilfe des Fuzzy-Regelungssystems?
<p>Kapitel 5: Nachhaltigkeitsbewertung der Region Hamburg</p> <ul style="list-style-type: none"> • Warum eignet sich die Region Hamburg als Fallbeispiel zur Bewertung von Nachhaltigkeitspolitik? • Wie sieht das Bewertungsmodell im Fall von Hamburg aus? • Welche Ergebnisse hinsichtlich der Nachhaltigkeitspolitik liegen im Fallbeispiel vor?
<p>Kapitel 6: Wirtschaftspolitische Implikationen</p> <ul style="list-style-type: none"> • Welche Implikationen lassen sich aus den Forschungsergebnissen ableiten? • Welche der Arbeitshypothesen lässt sich bestätigen?
<p>Kapitel 7: Zusammenfassung und Limitation der Arbeit</p> <ul style="list-style-type: none"> • Welches Resümee lässt sich aus der Argumentation der Arbeit ziehen? • Welche Einschränkungen sind zu berücksichtigen?

Abbildung 1 fasst das grundlegende Vorgehen der Arbeit zusammen und gibt einen Überblick darüber, wie die einzelnen Kapitel ineinander greifen. Daneben verdeutlicht die Abbildung die wesentlichen Fragen, die das jeweilige Kapitel beantworten soll und verhilft dem Leser vorab den roten Faden der Arbeit zu erkennen.

2 Motivation und zentrale Forschungsfragen

2.1 Nachhaltigkeitspolitik: evidenzbasiert vs. symbolisch

Es stellt sich die Frage, wie politische Entscheider vorhandene Leitbilder, Strategien und Indikatoren nutzen, bzw. wie verantwortliche Akteure den theoretischen Anspruch einer nachhaltigen Entwicklung in die Praxis umsetzen. Es ist zu prüfen, ob tatsächlich auf gesteckte Ziele hingearbeitet wurde und ob diese im Idealfall erreicht werden konnten (Ex-post-Evaluierung). Da in der Regel Zielwerte nicht ohne entsprechende Aktionen erreichbar sind⁵, bedarf es effektiver Maßnahmen, die möglichst zum gewünschten Ergebnis hinführen. Dies setzt voraus, dass eine Ursache-Wirkungs-Beziehung zwischen den ergriffenen Maßnahmen und einer nachhaltigen Entwicklung vorliegt. In der Regel besteht das erforderliche Wissen über diesen Zusammenhang jedoch nur sehr eingeschränkt, d.h. es liegen den politischen Entscheidern zumeist keine „Musterlösungen“ für spezifische Problemstellungen einer nachhaltigen Entwicklung vor. Einen eindeutigen Nachweis einer Ursache-Wirkungs-Beziehung zwischen einer ergriffenen Maßnahme und nachhaltiger Entwicklung zu erbringen ist schwierig und nicht allgemeingültig zu lösen. Erkennt man jedoch an, dass bestimmte Maßnahmen zielführend für das Erreichen einer nachhaltigen Entwicklung sind, kann überprüft werden, ob sie tatsächlich in politische Entscheidungen einfließen. Den Schwerpunkt der folgenden Untersuchung bildet deshalb die politische Umsetzung geplanter Maßnahmen zur Erreichung einer normativen Zielsetzung.

Ausgehend von der Annahme, dass zum Erreichen eines Ziels⁶ der Einsatz entsprechender Ressourcen notwendig ist, besteht aus ökonomischer Sicht der Anspruch, das ökonomische Prinzip zu Grunde zu legen. Demnach gilt es, ein gegebenes Ziel mit geringstmöglichem Aufwand zu erreichen, bzw. mit gegebenen Mitteln den größtmöglichen Nutzen zu generieren. Im Fall von politischen Entscheidungen, hier mit dem Fokus auf Nachhaltigkeitspolitik, steht diese Zweck-Mittel-Rationalität aufgrund möglicher Ineffizienzen in Frage. Die Problematik stellt in der Regel die Entscheidungsgrundlage und

⁵ Zumindest betrifft dies Zielwerte, die einer gewissen Anstrengung seitens des Zieladressaten bedürfen und keinen symbolischen Charakter aufweisen.

⁶ Da die Ursache-Wirkungs-Beziehung nicht im Fokus der Untersuchung steht, gilt in der vorliegenden Arbeit stets die Annahme, dass Nachhaltigkeitsziele und zielkonforme Maßnahmen eine positive Wirkung auf die nachhaltige Entwicklung aufweisen.

das damit verfolgte Ziel dar. Sorrell (2007) führt dazu drei Punkte an, die Einfluss auf die Qualität einer politischen Entscheidung ausüben:

- Zielkonflikte und Informationsasymmetrien von politischen Entscheidern
- falsche Interpretation und Zusammenführung von Forschungsergebnissen
- eine Informationsflut, die den politischen Entscheider überfordert bzw. „erschlägt“.

Resultierend aus den potentiellen Unzulänglichkeiten der Entscheidungen lässt sich eine spezifische Politikform ableiten, die sogenannte symbolische Politik, die vor allem im Zusammenhang mit Nachhaltigkeits- und Umweltpolitik auftreten kann.⁷ Bei symbolischer Politik handelt es sich um eine Gesetzgebung, die es nicht vermag, ihre selbstgesteckten Ziele zu erreichen, und sich dessen bereits im Vorfeld bewusst ist.⁸ Sie weist im Gegensatz zu ihrem Gegenstück, der funktionalen Gesetzgebung (evidenzbasierte Politik), keine Substanz auf, sondern zielt auf reine Symbolik ab.⁹

Überträgt man dies in den Kontext von Nachhaltigkeit, so stellt sich die Frage, ob Nachhaltigkeitsziele in der konkreten Planung politischer Maßnahmen Berücksichtigung finden oder ob sie symbolischer Natur sind. Aus ökonomischer Sicht hätte symbolische Nachhaltigkeitspolitik eine Verletzung des ökonomischen Prinzips zur Folge, da Kosten ohne effektive Zielerreichung, d.h. ohne Erfüllung der Nachhaltigkeitsziele, entstünden. Die Einführung von nachhaltiger Politik besticht dabei von besonderer Attraktivität: Bei einer integrativen Maßnahmenplanung ist es für Politiker besonders reizvoll, die Berücksichtigung aller drei Nachhaltigkeitsdimensionen zu suggerieren, um ein möglichst großes Wählerpotenzial abzurufen.¹⁰

Dieses Vorgehen birgt aus Sicht der Neuen Politischen Ökonomie auch Gefahrenpotenzial: Ebenso wie die Umweltpolitik steht eine nachhaltige Politik im Spannungsfeld zwischen nachhaltigkeitsorientierten Wählergruppen und ihnen entgegengesetzten Interessengruppen, wie z.B. im Fall von CO₂-Emissionen den emittierenden Unternehmen. Durch die Delegation der Problembewältigung an die Verursacher können Ineffizienzen und Intransparenz

⁷ Vgl. Blühdorn (2007), S. 251 f., Newig (2007), S. 276.

⁸ Vgl. Cotterrell (1992), S. 105.

⁹ Vgl. Burnett (1998), S. 222, Dwyer (1990), S. 233.

¹⁰ Vgl. Hansjürgens (2000), S. 144.

entstehen: Vonseiten der politischen Entscheider werden umweltpolitische Aktivitäten demonstriert, die nur zu mäßigen Erfolgen führen und dennoch eine starke Umweltpolitik suggerieren:¹¹ Die Selbstverpflichtung der Automobilindustrie zur Minderung des CO₂-Ausstoßes ihrer Flotten bewirkte keine effiziente Lösung. Erst ein regulierender Eingriff führte zu einer normativ-effizienten Lösung des CO₂-Problems in dieser Industriesparte.¹²

Das beschriebene Vollzugsdefizit kann im Kontext symbolischer Politik als notwendige Begleiterscheinung verstanden werden. Gawel (1995) beschreibt dies als Abgabe von unterschiedlichen Angeboten an die unterschiedlichen Teilmärkte, die das Ziel verfolgt, die nötige Konfliktaustragung zwischen Umweltschutz und gesellschaftlichem Verzicht zu verschleiern oder zu vermeiden: Die Öffentlichkeit erhält einen symbolischen Normenoutput und die Normadressaten eine symbolische und unverbindliche Vorgabe.¹³ Mit dem Fokus auf einer nachhaltigen Entwicklung gilt es auch zu berücksichtigen, dass symbolische Politikmaßnahmen im Zuge ihrer scheinbaren Umsetzung unnötige Kosten im Verwaltungsaufwand generieren können.¹⁴ Schlussendlich knüpft sich ein weiterer Kritikpunkt an symbolische Maßnahmen: Durch die scheinbare Lösung bzw. das symbolische Angehen vorhandener Umweltprobleme sinkt der Anreiz, effektive Maßnahmen zu gestalten, die tatsächlich Wirkungen hervorrufen können.

Überträgt man dies auf die aktuelle Nachhaltigkeitsdebatte, ist zu diskutieren, ob Politiker die zahlreich entwickelten Indikatorsets, inklusive zugehöriger Zielwerte, wirklich als Entscheidungsgrundlage für die Maßnahmengestaltung heranziehen, oder ob diese vielmehr symbolischer Natur sind. Es ist daher notwendig, den Charakter von Nachhaltigkeitspolitik offenzulegen, um negative Entwicklungen zu vermeiden. Dafür bedarf es eines fundierten Modells, das die vorliegende Arbeit entwickelt und entsprechend anwendet. Die Fragestellung der Arbeit lässt sich mit Hilfe von zwei Arbeitshypothesen bearbeiten:

- *AH 1:* Die verantwortlichen Institutionen integrieren nicht den regionalen Nachhaltigkeitsstand ihrer Region in die Formulierung politischer Maßnahmen (symbolisch).

¹¹ Vgl. Linscheidt (2000), S. 188.

¹² Vgl. Michaelis/Zerle (2006). Dieses Beispiel verdeutlicht auch das grundlegende Vorgehen in der Nachhaltigkeitsdebatte: Die dominierende Steuerungsform ist momentan eine kooperativ-selbstregulierende und keine regulative (wie z.B. Nachhaltigkeitsabgaben, -steuern, -sanktionen etc.).

¹³ Vgl. Gawel (1995), S. 83.

¹⁴ Vgl. Lübke-Wolff (2000), S. 25 ff.

- *AH 2*: Die verantwortlichen Institutionen integrieren den regionalen Nachhaltigkeitsstand ihrer Region in die Formulierung politischer Maßnahmen (evidenzbasiert). ABER: die politischen Maßnahmen sind wirkungslos oder sind in Teilbereichen symbolischer Natur.

Anknüpfend an die geschilderten Ineffizienzen symbolischer Nachhaltigkeitspolitik kann evidenzbasierte Politik einen Beitrag zur Verbesserung der Entscheidungsgrundlage liefern.¹⁵ Sie bildet den Gegenpol zur symbolischen Politik und zeichnet sich durch ihr rational-indikatorbasiertes Vorgehen aus.¹⁶ Evidenzbasierte Politik beruht auf der Logik, dass die Entscheidung der verantwortlichen Institution rationalen Gründen folgt und auch rational nachvollziehbar erscheinen muss¹⁷: „[...] that policy initiatives are to be supported by research evidence and that policies introduced on a trial basis are to be evaluated in a rigorous way as possible.“¹⁸ Obwohl diese Forderung augenscheinlich Grundlage jeder politischen Entscheidung sein sollte, liegt in der Praxis zumeist ein anderer Fall vor. Huston (2008) führt dazu aus, welche Probleme im Rahmen der Gestaltung von Sozialpolitik bezüglich der Entscheidungsgrundlage auftreten: „[...] decisions are entirely political and that data are invoked at best only to support a position that someone has already to endorse“.¹⁹ Dies lässt erkennen, dass *Informationen* nur einen Bestandteil der Entscheidungsgrundlage darstellen. Vielmehr lassen sich zusätzliche Faktoren anführen, die Politiker in ihrer Entscheidung beeinflussen: *Ideologien, Interessen* und *institutionelle Aspekte*.²⁰ Diese Faktoren können dazu führen, dass in Konsequenz die bereits von Sorrell (2007) beschriebenen negativen Einflüsse auf die Entscheidungsgrundlage entstehen.

Abbildung 2 fasst die wesentlichen Elemente einer evidenzbasierten Nachhaltigkeitspolitik zusammen. Nur wenn die politischen Entscheidungsträger die Schritte 1-5 implementieren,

¹⁵ Vgl. Head (2008), Hezri/Dovers (2009), Hezri/Dovers (2006).

¹⁶ Evidence-based policy kann bei einer Festlegung symbolischer Zielwerte ebenso zu symbolischen Politikentscheidungen führen. Dieser Fall spielt in der vorliegenden Arbeit jedoch keine Rolle.

¹⁷ „Rational“ bezieht sich in dem Fall auf eine Maßnahmenplanung und -umsetzung der für die Institution relevanten Ziele. Damit liegt Irrationalität vor, wenn Institutionen anderen Zielen folgen, bspw. denen einzelner Politiker. In diesem Falle liegt symbolische Politik vor.

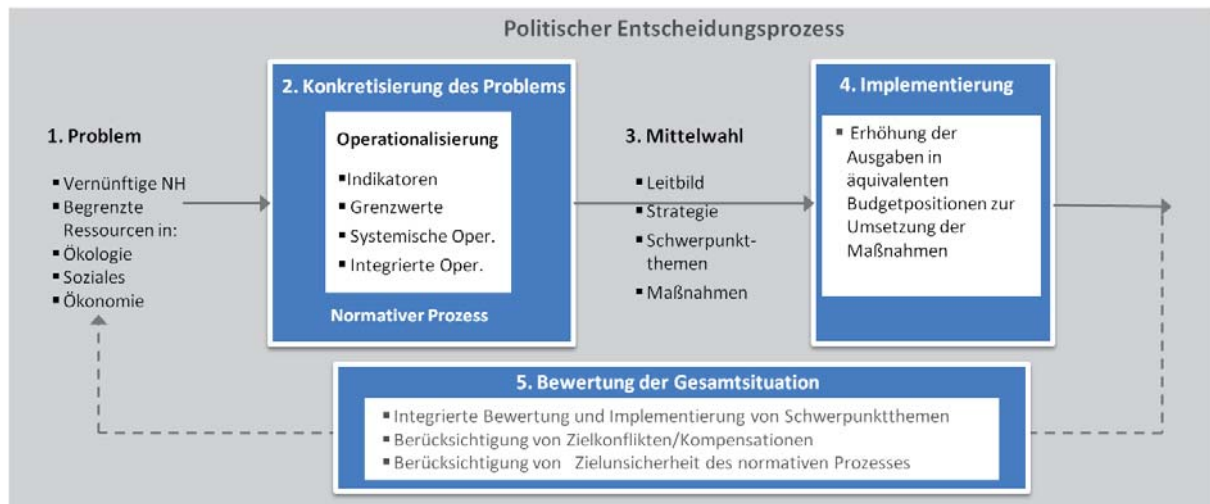
¹⁸ Sanderson (2002), S. 4.

¹⁹ Huston (2008), S. 1.

²⁰ Vgl. Huston (2008).

spricht man von einer evidenzbasierten Politik. Entfällt jedoch der Schritt 4 und 5, so handelt es sich im Rahmen der vorliegenden Arbeit um symbolische Nachhaltigkeitspolitik.

Abbildung 2: Evidenzbasierte Nachhaltigkeitspolitik



Quelle: eigene Darstellung angelehnt an Mackie/Nellthorp (2003), S. 6.

Die Prüfung der Implementierung erfolgt über die oben formulierten Arbeitshypothesen. Um die formulierten Hypothesen zu testen, besteht im Folgenden die Möglichkeit, anhand des HH-Fallbeispiels zu überprüfen, inwiefern die politischen Nachhaltigkeitsentscheidungen rational-informationsbasierend getroffen werden. Dieses Vorgehen spiegelt die Punkte 4 und 5 aus Abbildung 2 wider, also die Prüfung der Implementierung und die Evaluation des Nachhaltigkeitsstandes in der Hamburger Region. Diese Aspekte stehen im Fokus der Arbeit. Es gilt zu untersuchen, ob die Indikatorentwicklung in ihrer Gesamtheit über den zeitlichen Verlauf hinweg als Entscheidungsgrundlage dient. Als Anhaltspunkt dafür, dass eine Nutzung von evidenzbasierten Informationen vorliegt, soll zum einen der Vergleich der gleichgewichteten mit den nach Hamburger Leitbild gewichteten Nachhaltigkeitswerten dienen. Evidenzbasierte Nachhaltigkeitspolitik läge vor, wenn der nach Hamburger Leitbild gewichtete Index eine bessere Performance aufwies als der gleichgewichtete Index (siehe Kapitel 5). Zum anderen liefert die relative Budgetentwicklung, die dem Landeshaushaltsplan zu entnehmen ist, in den jeweiligen Nachhaltigkeitsthemenschwerpunkten Hinweise auf die Nachhaltigkeitspolitikform.²¹ Lässt sich ein negativer Zusammenhang zwischen Nachhaltigkeitsindex und relativer Budgetentwicklung zeigen (siehe Abschnitt 5.3.3), so liegt

²¹ Vgl. Freie und Hansestadt Hamburg (2002).

der Schluss nahe, dass sich die politischen Entscheidungen hinsichtlich der normativ festgelegten Nachhaltigkeitsziele an den Bedürfnissen der Region orientieren. Dies sollte sich in einem erhöhten finanziellen Engagement in der Haushaltsposition der jeweiligen Nachhaltigkeitsthemenschwerpunkte widerspiegeln. Besteht der Fall, dass die relative Budgetentwicklung einen positiven Zusammenhang mit sinkenden Indexwerten offenbart, so deutet dies auf eine symbolische Nachhaltigkeitspolitik hin.

2.2 Politikwissenschaftliche Einordnung

Neben den direkten ökonomischen Effekten symbolischer Nachhaltigkeitspolitik, die eine negative Entwicklung von Nachhaltigkeit skizzieren, existieren seitens der Politikwissenschaft Ansätze, die auch positive Wirkungen symbolischer Nachhaltigkeitspolitik identifizieren. Dies ist insofern von Relevanz für die vorliegende Arbeit, da sich die primäre Fragestellung in Teilen an der politikwissenschaftlichen Diskussion unterschiedlicher Politikformen (evidenzbasiert vs. symbolisch) anlehnt.

Grundsätzlich charakterisiert der politikwissenschaftliche Ansatz symbolische Politik durch eine Orientierungsfunktion.²² Das mehrdimensionale Verständnis von Politik mit den drei Dimensionen öffentliches Handeln (policy), politischer Prozess (politics) und institutionelles System (polity), verdeutlicht die unterschiedlichen Handlungsziele und Einflussmöglichkeit zwischen politischen Akteuren.²³ Die Orientierungsfunktion wird dann deutlich, wenn man die drei Dimensionen des zugrundegelegten Politikverständnisses ins Verhältnis setzt. Von Prittwitz (2000) führt dazu die häufig konfliktartigen Beziehungen der Dimensionen zueinander an, wie Partialanforderungen politischer Akteure, Leistungsanforderungen des öffentlichen Handelns oder aber die Legitimitätsanforderungen des politischen Systems. Im Hinblick auf den vorliegenden Untersuchungsgegenstand, eine nachhaltige Entwicklung, besteht eine zusätzliche Herausforderung für die politischen Akteure, da zu den angeführten Konfliktpotentialen auch noch die sehr gegensätzlichen Themenfelder Ökonomie, Ökologie und Soziales hinzukommen. Hierbei ist darauf zu verweisen, dass symbolische Politik nicht nur die beschriebenen Ineffektivitäten verursachen kann. Sie dient auch als Legitimation des politischen Gesamtsystems und der verantwortlichen Institutionen. Daher kann symbolische Politik in der politischen Dimension des politischen öffentlichen Handelns auch zu positiven Effekten führen. Dies ist damit zu erklären, dass öffentliches politisches Handeln, das sich

²² Vgl. Abélès/Rossade (1993) .

²³ Vgl. von Prittwitz (2000), S.263 f.

zunächst hauptsächlich durch Symbolik ausgezeichnet, trotz scheinbar fehlender Effektivität als Voraussetzung für tatsächliches öffentliches Handeln dienen kann. Das derartige symbolische Handlungen notwendig sind, verdeutlicht die heutige Medienlandschaft. Durch die Vielzahl der existierenden Informationsquellen und miteinander konkurrierenden Informationen sind gerade symbolische Handlungen notwendig, um Anliegen und Erfordernisse für die Änderung des öffentlichen Handelns wahrnehmbar zu platzieren.²⁴ Ferner verbindet sich mit der Symbolik von Politik auch eine Reduktion der Komplexität von politischen Problemstellungen.²⁵ Dies kann im Hinblick auf die erwähnte Bewusstseinsänderung bzw. –anpassung von Vorteil sein. Gleichzeitig kann der symbolische Politikakt die tatsächliche politische Umsetzung in den Dimensionen des politischen Prozesses und des institutionellen Systems legitimieren. Im Bereich des politischen Prozesses kann symbolische Politik einzelnen Politikfeldern zu mehr Gewicht verhelfen und dazu führen, dass sie an Wichtigkeit in der politischen Agenda gewinnen. Gleichzeitig besteht die Möglichkeit durch symbolische Akte bestehende politische Institutionen zu stützen bzw. eine Grundlage für ihre Schaffung zu generieren.

Als Nachweis für Erfolge symbolischer Politik dienen Beispiele aus der Umweltpolitik, insbesondere hinsichtlich der Legitimierung von politischen Institutionen. Ein Paradebeispiel ist die Gründung des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit in den achtziger Jahren.²⁶ Die Atomkatastrophe von Tschernobyl führte zu Ängsten in der Bevölkerung, denen der damalige Bundeskanzler Helmut Kohl durch die Etablierung eines eigenen Ministeriums begegnete. Die bis dahin im Innenministerium angesiedelte Unterabteilung für Umwelt und Naturschutz wurde zum Ministerium ernannt und um den Verantwortungsbereich Reaktorsicherheit erweitert. Effektiv änderte sich zunächst nichts an der bisherigen Abteilung, dennoch beruhigte dieser symbolische Akt die Bevölkerung.²⁷ Aber auch die Katastrophe selbst ist als Symbol gescheiterter Umweltpolitik zu interpretieren, die das Verhältnis der Bevölkerung zur Atomenergie fundamental prägte und auch weiterhin prägt. Eine derartige Symbolik ermöglichte, dass die Umweltpolitik an Bedeutung und Achtung gewinnen konnte.

²⁴ Vgl. von Prittwitz (2000), S.264 f.

²⁵ Vgl. Sarcinelli (1994) .

²⁶ Vgl. Bonus/Beyer (2000), S.292.

²⁷ Vgl. Bonus/Beyer (2000), S.292.

Im Kontext der vorliegenden Arbeit lässt sich symbolische Politik damit als Vorstufe einer evidenzbasierten Politik interpretieren. Mögliche Scheinmaßnahmen können hierbei zunächst Ineffektivitäten hervorrufen, die im zeitlichen Verlauf jedoch durch die beschriebenen positiven Effekte überkompensiert werden.

Es lässt sich zusammenfassen, dass eine symbolische Politik durchaus positive Effekte initiieren kann, jedoch nur unter der Bedingung, dass eine tatsächliche und effektive Maßnahmenumsetzung anschließt.

Mit dem Blick auf die Forschungsfrage sind mögliche Ergebnisse in Relation zu den in diesem Abschnitt diskutierten positiven Aspekten symbolischer Politik zu sehen. Zum einen ist symbolische Nachhaltigkeitspolitik, insofern sie als Ergebnis der vorliegenden Arbeit festzustellen ist, zunächst immer noch als eine ineffektive Politikform im ökonomischen Sinn zu interpretieren. Unter Berücksichtigung der Initialfunktion symbolischer Politik, kann aber durchaus auch die Argumentation berücksichtigt werden, dass es sich bei der bewerteten nachhaltigen Entwicklung in einer Region noch um die „Investitionsphase“ für Nachhaltigkeit handelt. Eine derartige Interpretation berücksichtigt, dass symbolische Akte eine notwendige Voraussetzung für eine künftige evidenzbasierte Nachhaltigkeitspolitik sind.

2.3 Problemaufriss Nachhaltigkeitsbewertung

Betrachtet man die heutige Nachhaltigkeitsdiskussion, so stellt sich zunächst die Frage nach einer konkreten Begriffsdefinition. Das eigentliche Konzept der Nachhaltigkeit stammt aus der Forstwissenschaft und wurde bereits 1713 von Hans Carl von Carlowitz in seiner Schrift „Sylvicultura oeconomica: Anweisung zur wilden Baum-Zucht“ entwickelt. Sinngemäß formuliert er den Begriff Nachhaltigkeit folgendermaßen: Wer einen Wald hegt, muss darauf achten, nicht mehr Holz zu schlagen, als nachwächst.²⁸ Der moderne Ansatz der Nachhaltigkeit fand hingegen erst 1987 im Brundtland-Bericht zu seiner heutigen Bedeutung als Leitbild politischen Handelns: „Dauerhafte Entwicklung ist Entwicklung, die die Bedürfnisse der Gegenwart befriedigt, ohne zu riskieren, dass künftige Generationen ihre eigenen Bedürfnisse nicht befriedigen können.“²⁹ Die internationale Verankerung dieses politischen Leitbilds erfolgte 1992 auf der UN-Konferenz von Rio de Janeiro mit dem Ergebnis der „Agenda 21“, die ein Programm zur Umsetzung nachhaltiger Entwicklung beschreibt und 2005 in Deutschland in die „Nationale Nachhaltigkeitsstrategie“ mündete.

²⁸ Vgl. Carlowitz/Irmer et al. (2000).

²⁹ Brundtland (1987).

Inzwischen ist Nachhaltigkeit nicht nur ein Thema auf Bundesebene. Auch auf darunterliegender Ebene existiert eine Vielzahl an Operationalisierungskonzepten für regionale Nachhaltigkeit, die im Fokus dieser Untersuchung stehen sollen.

Durch Globalisierung, aber auch supranationale Konstrukte wie die EU gewinnt interregionaler Wettbewerb einen immer höheren Stellenwert.³⁰ Dabei spielt die nachhaltige Regionalentwicklung eine zentrale Rolle. Dies machen moderne Standorttheorien der Regionalökonomik, wie die „Human Capital Theory“ nach Romer (1990) und Lucas (1988) oder die „Creative Class Theory“ von Florida (1995), deutlich. Nachhaltigkeitsaspekte in Form ‚weicher‘ Standortfaktoren aus den Bereichen des Sozialen, aber auch der Ökologie spielen innerhalb dieser Theorien eine wesentliche Rolle. Daher ist der nachhaltige Entwicklungsstand einer Region von besonderem Interesse, wenn man nachhaltige Entwicklung als Wettbewerbsvorteil für eine Region interpretiert.

Wie definiert sich jedoch eine besonders nachhaltige Region, wenn man Nachhaltigkeit bis dato als ein nicht zusammenhängendes System von Einzelzielen versteht, verbunden mit einer entsprechenden Trade-off-Problematik? Auch wenn Zielwerte für die jeweiligen Nachhaltigkeitskomponenten existieren, so lässt sich dennoch nichts über die Abstimmung dieser Ziele aufeinander sagen.³¹ Aus dieser Forschungslücke leitet sich eine wesentliche Forschungsfrage dieser Dissertation ab: Wie kann der Nachhaltigkeitsentwicklungsstand einer Region unter Berücksichtigung von Zielkonflikten und der Unsicherheit von Nachhaltigkeitszielwerten abgebildet werden?

Dabei steht die besondere Problematik von Zielkonflikten zwischen den unterschiedlichen Dimensionen (sozialen, ökonomischen und ökologischen) und Einzelzielen innerhalb einer Dimension der Nachhaltigkeit im Vordergrund. Zur Analyse der Nachhaltigkeitspolitik ist in der vorliegenden Arbeit die Entwicklung einer regionalen Nachhaltigkeitsskala essentiell, die als Basis zur Bewertung bestehender und zukünftiger regionaler Nachhaltigkeitsstrukturen dient. Die Abbildung des Nachhaltigkeitsstandes soll ferner dazu dienen, Regionen einen Standortvorteil durch den Nachweis eines hohen Nachhaltigkeitsstandes zu verschaffen, bzw. Schwächen zu verdeutlichen, um ihnen mit angemessener Förderung entgegenzutreten zu können. Bestehende Zielkonflikte, Unsicherheiten in den Ausprägungen und mögliche Kombinationen der Handlungsfelder und Säulen von Nachhaltigkeit sollen dabei durch eine geeignete Analysemethode Berücksichtigung finden.

³⁰ Vgl. Boschma (2004), S. 991, Turok (2004), S. 1070, Kitson/Martin et al. (2004), S. 991.

³¹ Vgl. Menzel (2009), S. 10.

Des Weiteren beachtet eine erweiterte Analyse regionale Spezifika. Eine regional angepasste Priorisierung einzelner Handlungsfelder und -säulen beeinflusst die Nachhaltigkeitsausprägung und bildet ein regionsspezifisches Nachhaltigkeitsbild ab. Damit lässt sich festlegen, welche Nachhaltigkeitsbereiche für eine Region besonders relevant sind. Diese Priorisierung umfasst ein weiteres Problem der Nachhaltigkeitsbewertung, die „Balance“ zwischen den Säulen der Nachhaltigkeit. Daher gilt es, ausgehend vom integrierten 3-Säulen-Nachhaltigkeitskonzept, die möglichen Ausprägungsformen von Nachhaltigkeit im Hinblick auf eine Gewichtung der Nachhaltigkeitssäulen zu diskutieren.

Um die eben geschilderten Probleme der Theorie in die Praxis zu übertragen, folgt eine Analyse anhand der Beispielregion Hamburg. Das Expertengremium „Zukunftsrat Hamburg“ beschäftigt sich hierbei im Kontext der Nachhaltigkeit mit dem Monitoring von Nachhaltigkeit in der Region Hamburg. Dazu besteht bereits ein Zielsystem in Form von Indikatoren mit zugehörigen Nachhaltigkeitszielwerten. Es gilt zu beachten, dass die Zielwerte für die jeweiligen Indikatoren aufgrund ihres politischen Charakters in hohem Maße der Unsicherheit unterliegen.³² Damit existieren zwar relativ unsichere politische Ziele für Einzelindikatoren, sogar eine Bewertung des Zielerreichungsgrades im Hinblick auf die erhobene Datenreihe führt der „Zukunftsrat Hamburg“ durch, jedoch geschieht keine übergreifende Bewertung von Einzelzielen der drei Nachhaltigkeitssäulen. Diese Forschungslücke greift die Dissertation mit der integrierten Nachhaltigkeitsbewertung auf. Um die Praxisrelevanz der Forschungsfrage aufzuzeigen, konzentriert sich die Nachhaltigkeitsbewertung auf ein konkretes Fallbeispiel, die Region Hamburg. Die Erkenntnisse sollen Transparenz schaffen und als Basis zur Beantwortung der übergeordneten Forschungsfrage nach der Charakteristik von Nachhaltigkeitspolitik dienen.

³² Eine detaillierte Diskussion der Unschärfe von Zielwerten findet in Abschnitt 4.1.1 statt.

3 Nachhaltigkeit – Theorie und Operationalisierungskonzepte

Mit dem Verweis auf die Abbildung 1 dient das nachfolgende Kapitel dazu die grundlegenden ökonomischen Wirkungen von Nachhaltigkeit aufzuarbeiten. Dies ist notwendig, um mögliche Wirkungen der in den Arbeitshypothesen aufgezeigten Nachhaltigkeitspolitiken nachvollziehen zu können. Dabei soll dieses Kapitel die grundlegende Entwicklung von den klassischen ökonomischen Phänomenen der externen Effekte, hin zu deren Internalisierung diskutieren, da diese Zusammenhänge im Hinblick auf die Trade-offs zwischen den unterschiedlichen Säulen der Nachhaltigkeit eine entscheidende Rolle spielen. Daran anknüpfend konzentriert sich das Kapitel auf die unterschiedlichen Formen der Internalisierung von diversen Nachhaltigkeitsströmungen. Dies manifestiert sich in der Ausarbeitung der Argumentation hin zur vernünftigen Nachhaltigkeit, durch die Diskussion der Defizite von schwacher und starker Nachhaltigkeit. Dies ist notwendig, um zu erkennen, warum das Nachhaltigkeitskonzept der vernünftigen Nachhaltigkeit sich in der Praxis durchgesetzt hat. Damit erfolgt die Festlegung des Nachhaltigkeitsverständnisses zur Analyse der formulierten Arbeitshypothesen.

3.1 Ökonomische Grundlagen einer nachhaltigen Entwicklung

Die Diskussion von Nachhaltigkeit basiert auf grundlegenden Theorieansätzen der Umweltökonomie. Daher ist es sinnvoll, die theoretischen Grundüberlegungen, die zur Entwicklung des heutigen Nachhaltigkeitsverständnisses geführt haben, nachzuvollziehen. Ebenso wie die klassische Ökonomie ging auch die traditionelle Umweltökonomie aus der neoklassischen Gleichgewichtstheorie hervor.³³ Ziel der Umwelt- und Ressourcenökonomie ist es, bestehende Umweltressourcen so effizient wie möglich im Sinne einer Wohlfahrtssteigerung einzusetzen. Cansier (1996) skizziert in einigen Schritten den Weg von der traditionellen Umweltökonomie zur Nachhaltigkeit.³⁴ Da Umwelt- bzw. Naturressourcen³⁵ die Grundlage für jedes Wirtschaften darstellen, spielt eine effiziente Verteilung eine besonders wichtige Rolle. Auftretende Ineffizienzen führen zu partiellem Marktversagen, welches sich im Fall von Naturressourcen in Form von übermäßigen

³³ Vgl. Endres (1994).

³⁴ Vgl. Cansier (1996), S. 13 ff.

³⁵ Trotz gewichtiger Unterschiede werden die Begriffe Umwelt und Natur bzw. Umwelt- und Naturschutz in dieser Arbeit synonym verwendet.

Umweltbelastungen und Umweltschäden manifestiert. Im Rahmen der neoklassischen Umweltökonomie erfolgt zur Behebung des Marktversagens beispielsweise die Einführung von Umweltschutzmaßnahmen, bis die Vermeidungskosten das Niveau der Umweltschadenskosten erreichen. In der Theorie erscheint dieser Ansatz durchaus sinnvoll. In der Praxis birgt er jedoch enorme Schwierigkeiten. Zur Ermittlung der Kosten einer möglichen Umweltbelastung bzw. möglicher Umweltschutzmaßnahmen bedarf es der Monetarisierung von Naturwerten. Dabei besteht in vielen Fällen eine Bewertungsproblematik, da es sich bei Umweltgütern zunächst um öffentliche Güter handelt, die keinen Marktpreis besitzen.³⁶ Aus dieser Problematik bildet sich die Schnittstelle zur Nachhaltigkeit. Anstatt einer unsicheren Monetarisierung von Umweltbelastungen kann die Festlegung eines geeigneten normativen Umweltstandards helfen, den es einzuhalten gilt (Second-Best-Lösung). Diese Standards sind im Hinblick auf die nachfolgende integrierte Bewertung von Nachhaltigkeit von besonderer Bedeutung, vor allem in Bezug auf die Nachhaltigkeitszielwerte von Einzelzielen (siehe Abschnitt 5.2).

3.1.1 Grundprinzipien der Umweltpolitik als Wegbereiter von Nachhaltigkeit

Regulierungsdefizite im Bereich der Internalisierung von Umweltschäden und sozialen Unzulänglichkeiten, die wirtschaftlichen Aktivitäten zuzuschreiben sind, bedürfen entsprechender Maßnahmen seitens der Politik. Auch ohne direkte Benennung der Nachhaltigkeit spiegeln diese Bereiche die grundlegenden Nachhaltigkeitsüberlegungen wieder, die bereits zu Beginn der Umweltbewegung das heutige Verständnis von Nachhaltigkeit entscheidend beeinflusst haben. Um Regulierungsdefiziten nachzukommen, erfolgte Anfang der 70er Jahre die Ausarbeitung eines entsprechenden Leitbilds für das Herangehen an umweltpolitische Problemstellungen. Dieses Leitbild lässt sich im Wesentlichen auf drei Leitprinzipien für Umweltpolitik zurückführen: das Verursacher-, das Kooperations- und das Vorsorgeprinzip.

Wenn man der Argumentation des Bundesministeriums des Inneren (BMI) von 1973 bezüglich des *Verursacherprinzips* folgt, so sind „Kosten zur Vermeidung, zur Beseitigung oder zum Ausgleich von Umweltbelastungen dem Verursacher zuzurechnen“.³⁷ Dies verdeutlicht bereits indirekt die Notwendigkeit von Grenzwerten für Belastungen, um entsprechend Vermeidungskosten berechenbar machen zu können. Die Definition des BMI

³⁶ Zur Diskussion der Problematik zur Güterklassifizierung von Umweltgütern siehe Abschnitt 3.1.3.2.

³⁷ Vgl. Deutschland. Minister des Innern (1973), S. 2.

folgt dem neoklassischen Umweltökonomieansatz, der aufgrund von Monetarisierungsmängeln von Umweltbelastungen einer Weiterentwicklung bedurfte.

Das *Vorsorgeprinzip* hingegen repräsentiert die Absicht, Umweltschäden gar nicht erst aufkommen zu lassen. Die Politik muss daher Maßnahmen ergreifen, die zur Vermeidung von Umweltgefahren führen. Die Motivation dieses Leitprinzips liegt auch hier in dem Versuch, die Lebensgrundlage für kommende Generationen zu erhalten.³⁸ Damit stellt das Vorsorgeprinzip, neben dem Verursacherprinzip, die Grundlage für eine zukunftsfähige Entwicklung und somit einen elementaren Bestandteil der Nachhaltigkeit dar. Das Vorsorgeprinzip darf jedoch nur im Einklang mit dem sogenannten Verhältnismäßigkeitsprinzip einhergehen. Dies liegt darin begründet, dass das Vorsorgeprinzip theoretisch nur dann hundertprozentig erfüllt wäre, wenn alle Produktionsprozesse zum Erliegen kämen. Da dies jedoch in der Praxis nicht erfüllbar ist, besteht auch hier die Notwendigkeit von vertretbaren Belastungsgrenzen, so dass Umwelt, Soziales und Ökonomie nebeneinander existieren können. Diskussions- und Lösungsansätze für dieses Zusammenspiel bieten die unterschiedlichen Nachhaltigkeitstheorien, die sich mit den „Trade-offs“ beschäftigen, jedoch bis dato keinen vollkommen befriedigenden Bewertungsansatz bieten.³⁹

Das *Kooperationsprinzip* bildet den letzten Grundpfeiler der Umweltpolitikgrundsätze für Nachhaltigkeit. Nach diesem Prinzip zu handeln bedeutet die Mitverantwortlichkeit sowie Mitwirkung der relevanten Akteure, die von umweltbelastenden Maßnahmen betroffen sind. Diese Gruppe beinhaltet neben den Vertretern des Staates die Maßnahmenverursacher wie auch die Geschädigten, denn „nur durch die Realisierung dieses Kooperationsprinzips kann ein ausgewogenes Verhältnis zwischen individuellen Freiheiten und gesellschaftlichen Bedürfnissen erreicht werden“.⁴⁰

Diesen Prinzipien gliedern sich noch zwei nachgelagerte Prinzipien an, die sich auf eine effiziente Umsetzung der drei Leitprinzipien beziehen: das Schwerpunkt- und das Gemeinlastprinzip. Das Schwerpunktprinzip folgt dem Gedanken, die Internalisierung über eine möglichst abgrenzbare Akteursgruppe durchzuführen. Zumeist ist dies jedoch kaum möglich, was folglich zu einer Übertragung auf alle gesellschaftlichen Akteure nach sich zieht. Diese Übertragung spiegelt sich im Gemeinlastprinzip wider. Dabei ist zunächst das

³⁸ Vgl. Wicke (1993), S. 161.

³⁹ Siehe Abschnitt 3.3.

⁴⁰ BMI (1976), S. 27 f.

Schwerpunktprinzip anzuwenden. Nur wenn der Verursacher von Umweltschäden nicht ermittelbar ist, soll auf das Gemeinlastprinzip ausgewichen werden.⁴¹

Im Rahmen der weiteren Argumentation dieser Arbeit bilden die Leitprinzipien das Fundament der normativen Zielsetzungen für Nachhaltigkeit. Sie legitimieren den nachhaltigen Ansatz und sind im weiteren Verlauf der Arbeit implizit in den grundlegenden Nachhaltigkeitstheorien verankert. Die Handlungsfelder eines durch Indikatoren operationalisierten Nachhaltigkeitsverständnisses lassen sich somit als in die Praxis transformierte Leitprinzipien interpretieren.

3.1.2 Nachhaltige Funktionen der Umwelt im ökonomischen System

Um eine vernünftige Zielsetzung für Umweltstandards bzw. die im vorangegangenen Abschnitt diskutierten Belastungsgrenzen festzulegen, sind zunächst die Funktionen der Umwelt bzw. der Natur zu definieren. Im Kontext einer nachhaltigen Entwicklung ist ein Verständnis dafür notwendig, wie Natur und deren ökonomische Nutzung in Konkurrenz zueinander stehen. Wie im weiteren Verlauf ersichtlich wird, stellen die Trade-Offs zwischen den drei Nachhaltigkeitssäulen eine der größten Herausforderung einer nachhaltigen Entwicklung dar. Daher ist die Frage zu klären, in welchem Spannungsfeld natürliche Ressourcen mit unserer heutigen ökonomischen Nutzung stehen.

Natürliche Ressourcen sind zunächst als Güter zu verstehen, die für den Menschen und seine Wirtschaft eine Vielzahl von Funktionen übernehmen. Siebert (1978) und Bleischwitz (1998) geben eine Zusammenfassung der grundlegenden Funktionen der Natur, die nur durch eine nachhaltige Nutzung der Ressource Natur aufrechterhalten werden können:⁴²

- die Produktionsfunktion (erneuerbare und nichterneuerbare Ressourcen, landwirtschaftliche Ernte mit und ohne Anbau, Tierhaltung)
- die Trägerfunktion (für Abfälle und Schadstoffe)
- die Regelfunktion (Reinigungsmechanismen, globale Kreisläufe, Schutzfunktion)
- die Informationsfunktion (Vorbild für technische Systeme und Erfahrungswissen)
- die Ausgleichs- und Erholungsfunktion (Freizeit- und Erholungswert).

Diese Funktionen spielen eine wesentliche Rolle im weiteren Verlauf der Analyse, besonders in Bezug auf die Kompensationsproblematik und bestehende Zielkonflikte einzelner

⁴¹ Vgl. Wicke (1993), S. 150.

⁴² Vgl. Siebert (1978), S. 8 ff., Bleischwitz (1998).

Funktionen. Für einzelne Naturgüter gilt die Nichtsubstituierbarkeit und damit verbunden eine begrenzte Nutzung der Naturfunktionen. Dieser Zusammenhang spielt in den wesentlichen Nachhaltigkeitstheorien eine elementare Rolle und wird im Abschnitt 3.3 eingehend diskutiert.

3.1.3 Umweltbelastung als kritische Nachhaltigkeitskomponente

Anknüpfend an die vorangegangenen Abschnitte stellt sich die Frage, wie einzelne Naturfunktionen Belastungen erfahren können.⁴³ Im Hinblick auf Nachhaltigkeit liefert die Beantwortung dieser Frage die Basis für die Kompensationsdiskussion bzw. die bereits erwähnte Konkurrenzsituation zwischen natürlichen Ressourcen und ihrer ökonomischen Nutzung. Es existiert eine Vielzahl von Gründen für die Entstehung von Umweltbelastungen. Die folgenden Abschnitte geben einen Überblick über die wesentlichen Belastungstreiber, die im Kontext von Nachhaltigkeit eine wichtige Rolle spielen.

3.1.3.1 Externalitäten als Nachhaltigkeitstreiber

In den meisten Produktionsprozessen entstehen Umweltbelastungen, die das Nutzniveau der Gesellschaftsmitglieder negativ beeinflussen und für eine ineffiziente Allokation der natürlichen Ressourcen sorgen.⁴⁴ Die Umweltbelastungen sind hierbei als negative externe Effekte zu verstehen.

Eine mögliche Definition externer Effekte beschreibt diese als eine nichtmarktmäßige Benachteiligung (Begünstigung) Dritter, wobei Dritte Haushalte, Produzenten, die Allgemeinheit oder zukünftige Generationen sein können.⁴⁵ Hier liegt auch das ökonomische Problem von Externalitäten, da ohne staatliche Maßnahmen im Fall negativer, externer Effekte gesamtgesellschaftliche Kosten entstehen. Es stellt sich die Frage, wie dieser aus wohlfahrtsökonomischer Sicht unerwünschte Zustand wieder in ein Pareto-Optimum gebracht werden kann. Hierzu existieren zwei grundlegende Ansätze: der staatliche Eingriff⁴⁶ und das private Verhandeln⁴⁷, die zur Familie der „First-Best-Lösungen“ gehören und Pareto-

⁴³ Das Belastungsniveau spiegelt sich in der Operationalisierung von Nachhaltigkeit wider (siehe Abschnitt 3.4). Dabei bestimmen in der Praxis die Grenzwerte der jeweiligen Nachhaltigkeitsindikatoren ein zulässiges Belastungsniveau (siehe Abschnitt 5.2).

⁴⁴ Vgl. Feess (1998), S. 42.

⁴⁵ Vgl. Bartmann (1996), S. 36.

⁴⁶ Vgl. Pigou (1932).

⁴⁷ Vgl. Coase (1960).

Optimalität verfolgen. Alternativ zur „First-Best-Lösung“ existiert die „Second-Best-Lösung“. Diese verfolgt im Unterschied zur „First-Best-Lösung“ nicht Pareto-Optimalität, sondern Kosteneffizienz, d.h., zugunsten von Kosteneffizienz wird eine akzeptable Menge externer Effekte hingenommen. Die prominentesten Vertreter der „Second-Best-Lösung“ sind der Preis-Standard-Ansatz nach Baumol/Oates und der Zertifikatehandel mit seinen Begründern Th. D. Crocker und J.H. Dales.⁴⁸

Ausgehend von diesen Lösungsansätzen ist im Folgenden zu diskutieren, welcher Ansatz sich im Kontext aktueller Nachhaltigkeitstheorien letztendlich durchgesetzt hat.

3.1.3.2 Umwelt(-funktionen) als öffentliche Güter

Anknüpfend an die Problematik der externen Effekte steht die Charakterisierung von Umweltgütern als öffentliche Güter. Private Güter als Konterpart von öffentlichen Gütern zeichnen sich durch die Eigenschaften Teilbarkeit und individuelle Zurechenbarkeit aus. Ferner gilt bei ihnen das marktwirtschaftliche Ausschlussprinzip, d.h., nur für den geforderten Preis erhält man das entsprechende Gut. Darüber hinaus besitzen private Güter die notwendigen Eigenschaften für einen funktionierenden Markt: Privateigentum und Vertragsfreiheit. Des Weiteren besitzen private Güter die Eigenschaft der Konsumrivalität. Bei Knappheit eines Gutes entsteht in einem vollkommenem Markt durch die bestehende Konkurrenzsituation der Konsumenten eine effiziente Verteilung der Güter, was zu einer Steigerung der gesellschaftlichen Wohlfahrt führt. In diesem Zusammenhang ist jedoch zu bedenken, dass private Güter nur in den seltensten Fällen eine perfekte Konsumrivalität aufweisen, da sie ansonsten nur dem eigentlichen Besitzer einen Nutzen stiften dürfen.⁴⁹

Betrachtet man im Gegensatz zu den privaten Gütern die öffentlichen Güter, so unterscheiden sie sich in wesentlichen Punkten. Vor allem in den zuletzt genannten Punkten, der Konsumrivalität sowie dem marktwirtschaftlichen Ausschlussprinzip, liegen die entscheidenden Unterschiede der zwei Güterarten. Im Fall der öffentlichen Güter ist ein Ausschluss von einzelnen Subjekten nicht möglich (Nichtrivalität). Aus diesen Charakteristiken resultiert die Tatsache, dass die Nutzer bei öffentlichen Gütern nicht gewillt sind einen Preis zu entrichten. Dies hat zur Konsequenz, dass es einer übergeordneten Instanz

⁴⁸ Vgl. Weimann (1995), S. 169. Siehe dazu auch den Abschnitt 3.1.4.5.

⁴⁹ Vgl. Stephan/Ahlheim (1996), S. 55 f.

bedarf, die die Bereitstellung von öffentlichen Gütern sicherstellt bzw. reguliert, da kein privates Angebot zustande kommt.⁵⁰

Betrachtet man Umweltgüter im Kontext der angeführten Güterklassen, so lassen sie sich zunächst als öffentliche Güter klassifizieren. Dennoch besteht im Rahmen dieser Klassifizierung ein besonderes Problem: Wie bereits beschrieben, besitzen Umweltgüter in der Regel eine Vielzahl von Funktionen, die in Konkurrenz zueinander stehen. Eine möglicherweise entstehende Übernutzung einzelner Naturfunktionen basiert auf dem sogenannten Allmendeproblem. Dabei versucht jedes Individuum seinen Nutzen zu maximieren, also zweckrational zu handeln, jedoch ist das kollektive Ergebnis dieses Handelns aufgrund der ineffizienten Nutzung der Umweltgüter unerwünscht.⁵¹ Umweltgüter besitzen damit eine Rivalität in der Nutzung und sind demnach kein öffentliches Gut. Die Tatsache, dass dennoch die weit verbreitete Annahme existiert, Umweltressourcen seien öffentliche Güter, liegt am teilweise hohen Ressourcenstock einzelner Umweltgüter sowie der hohen Regenerationsfähigkeit der Natur. Inzwischen besteht jedoch das Bewusstsein, dass Umweltressourcen nicht unendlich zur Verfügung stehen und einzelne Nutzungsformen in Konkurrenz zueinander stehen.⁵² Mögliche Rivalitäten bei der Verwendung von Umweltgütern benennt Rogall (2000). Umweltgüter zeichnen sich zunächst durch *Kapazitätsgrenzen* aus, d.h. durch Überschreitung solcher nimmt ihre Qualität ab (beispielsweise die Verschmutzung von Wasser). Mindere Qualität führt zu einer Möglichkeitsminderung eines jeden Wirtschaftssubjekts, öffentliche Güter mit entsprechender Qualität nutzen zu können. Auch *zeitliche Rivalität* zwischen den Generationen in Bezug auf Rohstoffe macht die Verwendungsrivalität von Umweltgütern deutlich, denn schließlich kann beispielsweise Erdöl oder Kohle nur einmal verfeuert werden. Abgesehen von der natürlichen Rivalität existiert zumeist noch eine sachliche Verwendungsrivalität, beispielsweise die Konkurrenzsituation Parkflächen versus Wohnungsbau in Ballungsgebieten.

Umweltgüter sind damit Mischgüter bzw. meritorische Güter, bei denen eine offensichtliche Verwendungsrivalität existiert, aber dennoch kein Preis für ihre Nutzung zu entrichten ist.⁵³ Dies hat zur Folge, dass sie ebenso wie öffentliche Güter einer Regulierung bzw. Begrenzung ihrer Nutzung bedürfen, um eine Übernutzung zu vermeiden.

⁵⁰ Vgl. Cansier (1996), S. 18 ff.

⁵¹ Vgl. Rogall (2000), S. 67.

⁵² Vgl. Wicke (1993), S. 41 f.

⁵³ Vgl. Rogall (2000), S. 68.

3.1.3.3 Sozioökonomische Einflüsse

Die Problematik der Nutzung von Umweltgütern als öffentliche Güter und die Schwierigkeiten von Externalitäten bei der Nutzung einzelner Naturfunktionen führen zum nächsten Hemmnis für eine nachhaltige Entwicklung. Gemeint sind damit sozioökonomische Aspekte, die als Belastungstreiber für die Umwelt und Nachhaltigkeit zu identifizieren sind.

Ausgehend vom neoklassischen Menschenbild des „homo oeconomicus“ bestehen sozioökonomische Faktoren, die zu einer Übernutzung von Umweltgütern und somit zu negativen externen Effekten auf einzelne Naturfunktionen führen können. Resultierend aus dem Zweckrationalismus eines jeden Individuums besteht die Problematik des „Free Riding“, bzw. „Trittbrettfahrens“.⁵⁴ Im Zusammenhang mit öffentlichen Gütern entwickelt sich dieses Verhalten, wenn Individuen gewillt sind, von einem öffentlichen Gut zu profitieren, jedoch nicht gewillt sind, die Kosten für die Produktion zu übernehmen, und keine Ausschlussmöglichkeiten der Nutzung existieren.

Ein weiterer Aspekt, der zur Übernutzung durch menschliches Fehlverhalten führen kann, ist das bereits angesprochene Allmendeproblem. Neben der Problematik, die aus der Zweckrationalität und der damit verbundenen Nutzenmaximierung eines jeden Individuums resultiert, nutzen Wirtschaftssubjekte öffentliche Güter nicht effizient, weil es sich nicht um ihr privates Eigentum handelt.⁵⁵

Diese beiden wesentlichen sozioökonomischen Aspekte, die zu Umweltbelastungen führen, lassen sich grundlegend mit dem spieltheoretischen Ansatz des Gefangenendilemmas erklären.⁵⁶ Die Kernessenz dieser Verhaltensanalyse beschreibt das fehlende Bewusstsein von Wirtschaftssubjekten, dass die Gesamtsituation von ihrem Verhalten abhängt (Konsumentensouveränität). Ihre kollektive Irrationalität kann daher als Folge von Wahrnehmungs- und Informationsproblemen beschrieben werden.⁵⁷ Wirtschaftssubjekte stimmen ihr Vorgehen nicht aufeinander ab, befürchten in der Regel sogar einen Nachteil bei Verzicht auf die Nutzung von Naturressourcen, da Mitbewerber dadurch einen Vorteil erlangen könnten. Wären die Wirkungszusammenhänge von einer kollektiven Übernutzung einzelner Naturfunktionen bzw. -ressourcen klar, könnten sich einzelne Wirtschaftssubjekte kooperativ verhalten. Erst die Information, dass ohne das umweltfreundliche Verhalten eines

⁵⁴ Vgl. Wicke (1993), S. 41.

⁵⁵ Vgl. Rogall (2000), S. 69.

⁵⁶ Vgl. Krumm (1996), Bonus (1979).

⁵⁷ Vgl. Cansier (1996), S. 23.

jeden Einzelnen auch kein umweltfreundliches Verhalten von anderen Wirtschaftssubjekten zu erwarten ist, kann zu einer Änderung des Verhaltens führen. Begünstigt wird die kooperative Verhaltensweise zumeist bei kleinen und überschaubaren Gruppen von Verursachern und Geschädigten, wenn die Geschädigten die gleichen Interessen aufweisen und in gleicher Weise betroffen sind wie die Verursacher.⁵⁸ Im Hinblick auf Naturfunktionen und ihrer Belastungen lässt sich erkennen, dass diese begünstigenden Faktoren kaum vorhanden sind. Weder sind in der Realität die Gruppen der Geschädigten und der Verursacher klein, noch haben Geschädigte immer homogene Interessen. Die größte Problematik besteht jedoch in der Identifikation der Verursacher und der Kausalitäten, die zu einer Überlastung einzelner Naturfunktionen führt. Aufgrund der Komplexität von Umweltproblemen kann sich der Kooperationsmechanismus zwischen den Wirtschaftssubjekten nicht von selbst entwickeln und das beschriebene Gefangendilemma tritt auf. Daher muss an dieser Stelle der Staat intervenieren und die Umweltnutzung und die Nachhaltigkeitsfelder regeln.⁵⁹

Die ausgeführten Problemfelder beschränken sich nicht nur auf die ökologische Dimension von Nachhaltigkeit. Wie im weiteren Textverlauf deutlich wird, treten sozioökonomische Probleme auch in der sozialen und der ökonomischen Dimension von Nachhaltigkeit auf (siehe Abschnitt 5.2).

3.1.3.4 Staats- und Politikversagen

Die mangelhafte Berücksichtigung von Umweltgütern als öffentliche Güter und die benannten sozioökonomischen Defizite resultieren in externen Effekten. Im Rahmen der Nachhaltigkeitsdiskussion spielt dies eine wesentliche Rolle, wenn man den Blick auf die später diskutierten Formen von Nachhaltigkeitspolitik richtet. Um zu verdeutlichen, dass auch in artverwandten Politikfeldern negative Effekte einer spezifischen Politikform entstehen können, soll dieser Abschnitt mögliche Folgen skizzieren.

Obwohl diese Belastungstreiber für die Umwelt bekannt sind, treten sie dennoch auf. Ein Grund dafür liegt im Fehlen einer gezielten Intervention gegen diese Effekte. Dies obliegt im Regelfall dem Staat als Regulator und somit der Politik. Da jedoch die benannten negativen Umwelteffekte auftreten, ist von einem unzureichenden Vorgehen der Politik auszugehen, es

⁵⁸ Vgl. Endres/Martiensen (2007), S. 566 f.

⁵⁹ Vgl. Cansier (1996), S. 23 f.

liegt Staats- und Politikversagen vor.⁶⁰ Da im weiteren Verlauf der Untersuchung politische Nachhaltigkeitsziele in den Fokus rücken, besteht die Notwendigkeit, wesentliche Ursachen für das Staatsversagen zu eruieren. Im Hinblick auf die Fragestellung der vorliegenden Arbeit lassen sich bereits erste Gründe für eine symbolische Nachhaltigkeitspolitik ableiten.

Als zentralen Punkt benennt Bartmann (1996) die hochkomplexen Strukturen des politischen Entscheidungsfindungsprozesses. Dies liegt an Schwierigkeiten, aber auch der Unsicherheit in Bezug auf Umweltrisiken. „Die gewohnten Überlegungen zum Umgang mit Gefahren wie Grenzwerten, Zurechnung, Haftung und Versicherung versagen bereits wegen des bloßen Ausmaßes möglicher Katastrophen, aber auch wegen ungeklärter und unklärbarer Kausalketten, Entscheidungs- und Verantwortungsstrukturen.“⁶¹ Dieser Tatbestand führt dazu, dass Politik und Gesetzgebung Entscheidungsverantwortung an Sachverständige abgeben, um die Unsicherheiten bei der Festlegung von Nachhaltigkeitszielen zu vermindern. Die Verlagerung auf andere gesellschaftliche Organisationen kann nach Beck (1989) aber auch zu einem System von organisierter Unverantwortlichkeit führen.⁶²

Als weiterer Grund für das Staatsversagen ist die opportunistische Entscheidungsweise von Politikern anzuführen. Politiker neigen dazu, ihre Entscheidungen an die vermeintliche Mehrheitsmeinung anzulehnen, anstatt Entscheidungen auf Basis sachkundiger Einschätzungen zu treffen und damit unter Umständen unpopuläre Entscheidungen durchzusetzen. Die Begründung für dieses Verhalten findet sich in der Anreizstruktur für Politiker, die im neoklassischen Sinn ihren eigenen Nutzen maximieren und daher versuchen, ihre politische Position zu sichern, anstatt Maßnahmen zur Steigerung der allgemeinen Wohlfahrt einzuleiten.⁶³

Als letzter wesentlichen Punkt für das Staatsversagen kann der Einfluss von Interessengruppen auf die Politiker benannt werden. Zunächst ist der Blick auf die indirekte Machtwirkung von Interessengruppen zu werfen. Sie manifestiert sich im Verzicht auf notwendige Maßnahmen seitens der Politik. Beispielsweise können große Arbeitgeber oder Verbände Machtpotential ausüben, indem sie drohen Arbeitsplätze ins Ausland zu verlagern. Neben dieser indirekten Beeinflussung von außerhalb existiert noch die direkte

⁶⁰ Vgl. Siebert (1998), S. 18.

⁶¹ Bartmann (1996), S. 76.

⁶² Vgl. Beck (1989), S. 25.

⁶³ Vgl. Obinger (2004), S. 93 f.

Einflussmöglichkeit von Interessengruppen. Diese Verflechtungen können zu Zielkonflikten führen, die wiederum zu einer ineffizienten Gesetzgebung führen können.⁶⁴

Neben den ausgeführten Belastungstreibern für die Umwelt werden in der Literatur noch weitere Gründe, die zu Umweltschäden führen, genannt, wie beispielsweise die technische Fehlentwicklung, das Bevölkerungswachstum, aber auch das exponentielle Wirtschaftswachstum. Insgesamt haben die hier genannten Faktoren erheblichen Einfluss auf eine nachhaltige Entwicklung und führen damit zu einer Belastung, die gesamtwirtschaftlich nicht wünschenswert ist. Daher sind entsprechende Internalisierungsansätze vonnöten.

3.1.4 Lösungsansätze zur Internalisierung

3.1.4.1 Instrumente zur Internalisierung

Fasst man die im Kapitel „Umweltbelastung“ erörterten Belastungstreiber unter dem Oberbegriff „negative Externalitäten“ zusammen, so wirft sich anschließend die Frage nach einer geeigneten Internalisierung der daraus entstehenden Kosten auf. Im Hinblick auf Nachhaltigkeit spielt die Internalisierung insofern eine Rolle, da im Spannungsfeld von Ökonomie, Ökologie und Sozialem diese Handlungsfelder unterschiedliche externe Effekte aufeinander ausüben. Diese sind zumeist nicht positiver Natur, wie bspw. die Konkurrenzsituation von Ökonomie und Ökologie veranschaulicht. Daher ist ein Blick auf die unterschiedlichen Internalisierungskonzepte sinnvoll, um die unterschiedlichen Kompensationsverständnisse der nachfolgenden Nachhaltigkeitstheorien nachvollziehen zu können.

Die traditionelle Umweltökonomie mit ihrem neoklassischen Fundament bietet zur Beseitigung der ineffizienten Allokation von natürlichen Ressourcen mehrere Strategien an. Rogall (2000) benennt hierfür drei wesentliche Internalisierungsstrategien.⁶⁵

Zunächst sind *ordnungspolitische Instrumente* zur Internalisierung von negativen Externalitäten anzuführen. Diese klassischen Instrumente können Ge- und Verbote, Auflagen oder Grenzwerte sein. Sie zeichnen sich als direkte Steuerungsinstrumente der Umweltpolitik aus. *Indirekte Internalisierungskonzepte* hingegen versuchen durch entsprechende Anreizstrukturen die Kooperationsstruktur der relevanten Akteure zu verbessern. Dabei liegen die Kosten, einen Anreiz zu schaffen, sich umweltfreundlich zu verhalten, unterhalb der Kosten für eine direkte Förderung einer umweltfreundlicheren Technik oder einer

⁶⁴ Vgl. Rogall (2000), S. 72.

⁶⁵ Vgl. Rogall (2000), S. 74 f.

entsprechenden Verhaltensänderung. Klassische Beispiele hierfür sind Umweltbildung und Informationen, Zielvorgaben und Selbstverpflichtungen, aber auch Umweltberichterstattungen.

Betrachtet man die zwei eben dargestellten Kategorien von Steuerungsinstrumenten, so fällt auf, dass sie auf Umweltbelastungstreiber reagieren, die innerhalb eines spezifischen ordnungspolitischen Rahmens auftreten. Es besteht aber zudem die Möglichkeit, den Rahmen selbst aufgrund von negativen Externalitäten neu zu definieren. Diese Instrumentengruppe fällt unter den Begriff der *Neuen Ökonomischen Instrumente*. „Sie haben das Ziel, durch Internalisierung der externen Kosten das Verursacherprinzip durchzusetzen und hierdurch im Sinne des Vorsorgeprinzips einen Innovationsprozess zu initialisieren“.⁶⁶ Typische Instrumente hierfür sind umweltorientierte Abgaben wie die ökologische Steuerreform, Lizenzmodelle in Form von Nutzungsrecht handel oder aber Umwelthaftungsregelungen sowie obligatorische Umwelthaftungsversicherungen.

Im Rahmen der Nachhaltigkeitstheorie spielen die diskutierten Internalisierungsinstrumente eine wesentliche Rolle zur Sicherung einzelner Nachhaltigkeitskomponenten und manifestieren sich in den Grenzwerten von Nachhaltigkeitsindikatoren.

3.1.4.2 Monetarisierung von Umweltschäden

Anknüpfend an die im vorangegangenen Abschnitt diskutierten Instrumente zur Internalisierung der Kosten von negativen externen Effekten bedarf es in der neoklassischen Umweltökonomie zunächst einer Bepreisung der entstandenen Schäden. Die aktuelle Nachhaltigkeitsforschung verwendet jedoch in ihren Operationalisierungskonzepten keine Monetarisierungsansätze zur Bewertung von Umweltschäden. Um nachzuvollziehen, warum eine Monetarisierung von Umweltschäden im Rahmen der aktuellen Nachhaltigkeitsdiskussion kaum Relevanz besitzt und daher in der weiteren Diskussion nicht weiterverfolgt wird, sollen die Schwierigkeiten der gängigen Monetarisierungskonzepte geschildert werden. Aus der Vielzahl der existierenden Monetarisierungskonzepte zur Bewertung von natürlichen Ressourcen und Umweltschäden erfolgt im Anschluss die Diskussion der für die Nachhaltigkeitsforschung relevanten Ansätze.

⁶⁶ Rogall (2000), S. 75.

Grundsätzlich existieren vier Konzepte zur Monetarisierung von Umweltschäden: *Contingent valuation (CV)*, *Dose response (DR)*, *Averting behaviour (AB)* und *Hedonic price approach (HP)*.⁶⁷

Hoevenagel (1994) charakterisiert die *CV-Methode* als eine direkte Rolle.⁶⁸ Sie setzt die Bewertung von Umweltschäden bei der Zahlungsbereitschaft der betroffenen Akteure für eine entsprechende Beseitigung bzw. Vermeidung an. Dabei besteht die Annahme, dass bestimmte Umweltzustände einen Mehrwert für die entsprechenden Akteure aufweisen. Die CV-Methode versucht anschließend einen Preis für den genannten Mehrwert zu ermitteln. Pearce/Turner (1990) benennen zur Preisermittlung zum einen die Möglichkeit der Preisabfrage über so genannte „Surrogatmärkte“.⁶⁹ Dazu sind Märkte zur Betrachtung heranzuziehen, auf denen Güter gehandelt werden, die einen Einfluss auf die bekannten Umweltfunktionen besitzen. Daraus lassen sich anschließend mögliche Preise für Umweltschäden ableiten, natürlich nur im Zusammenhang mit bekannten Kausalketten von Ursache-Wirkungs-Prinzipien (Gut x bewirkt Umweltschaden y). Zum anderen besteht die Möglichkeit der Ermittlung von Vermeidungskosten durch experimentelle Simulationen. Dazu simuliert man eine Marktsituation, die Umweltgüter in begrenzter Form anbietet, um über diesen Weg einen hypothetischen Wert für die angebotenen Güter zu erhalten. Die CV-Methode spielt in der gängigen Wirtschaftstheorie eine zentrale Rolle bei der Ermittlung von Zahlungsbereitschaften für Umweltschäden.⁷⁰

Im Gegensatz dazu spielt die *DR-Methode* eine untergeordnete Methode. Im Grundsatz basiert sie auf der Bewertung der Folgeschäden, die Umweltschäden bewirken. Angesichts dieser indirekten Herangehensweise findet dieser Ansatz selbst unter Neoklassikern wenig Zuspruch. Vor allem die in der Kalkulation von Schadenskosten nie zu erreichende Vollständigkeit aller betroffenen Aspekte, aber auch die Problematik einer möglichen Überbewertung von Schäden führt zur seltenen Anwendung dieser Monetarisierungsmethodik. „Unter- bzw. Überschätzungen des monetären Schadenswertes sind geradezu unvermeidlich: Beeinträchtigungen des subjektiven Wohlbefindens oder irreversible Umweltschäden, wie beispielsweise der Verlust an kunsthistorisch wertvoller

⁶⁷ Vgl. Heinz (1997), S. 4 f.

⁶⁸ Vgl. Hoevenagel (1994).

⁶⁹ Vgl. Pearce/Turner (1990).

⁷⁰ Vgl. Pearce/Turner (1990), S. 142.

Bausubstanz, das Aussterben von seltenen Pflanzen- und Tierarten etc., werden bei der ökonomischen Schadensermittlung vernachlässigt.“⁷¹

Die *AB-Methode* hingegen orientiert sich an der Reaktion der betroffenen Akteure auf Umweltschäden und den damit verbundenen Folgeschäden. Der Fokus liegt dabei auf der Installation von Maßnahmen zur Vermeidung bzw. Bekämpfung der angeführten Schadensformen. Aus den Investitionen für die Installationen lässt sich anschließend die Zahlungsbereitschaft ableiten. Heinz (1997) führt unter anderem Wiederaufforstung, Renovierung von Kunstdenkmälern, Gebäudeinstandsetzung und präventives Gesundheitsverhalten auf. Besonders problematisch erscheint bei dieser Bewertungsmethode die permanente Unterbewertung von Umweltschäden. Dies liegt an dem grundlegenden Sachverhalt, dass die Betroffenen durchaus eine höhere Zahlungsbereitschaft für Maßnahmen zur Beseitigung von Umweltschäden und Präventivmaßnahmen aufweisen, jedoch nur begrenzte finanzielle Mittel zur Verfügung stehen.

Einen weiteren indirekten Monetarisierungsansatz repräsentiert die *HP-Methode*, der jedoch nur eine untergeordnete Rolle spielt. Dieser hedonistische Preisansatz zieht zur Bewertung von Umweltschäden zumeist die Immobilienpreise zweier Regionen heran. Aus den Preisdifferenzen lassen sich anschließend rückwirkend die Unterschiede in den Umweltqualitäten ermitteln und somit indirekt die Zahlungsbereitschaft für bestimmte Umweltzustände ableiten.⁷²

Betrachtet man die grundlegenden Ansätze zur Monetarisierung von Umweltschäden, so fallen erhebliche Unzulänglichkeiten auf: Alle Bewertungsansätze beruhen in der Regel auf der Abfrage von subjektiven Zahlungsbereitschaften (willingness to pay) oder indirekt auf einer entsprechenden Entschädigungsanforderung (willingness to sell). Daraus resultieren erhebliche Probleme, wie beispielsweise die mögliche Fehleinschätzung von Umweltbelastungen, die sich in Form von Unter- bzw. Überbewertung manifestieren. Auch besteht häufig eine erhebliche Divergenz zwischen der tatsächlichen Zahlungsbereitschaft und der angegebenen.⁷³ Des Weiteren sind die Ergebnisse von Marktsimulationen und Experimenten, die zur Abfrage der Zahlungsbereitschaft dienen, häufig durch Framingeffekte belastet, d. h., durch die Versuchsanordnung der Experimente, aber auch durch die

⁷¹ Heinz (1997), S. 219.

⁷² Vgl. Tietenberg/Lewis (2009), S. 45.

⁷³ Vgl. Tietenberg/Lewis (2009), S. 57.

Präsentation der Wirkungszusammenhänge findet eine Beeinflussung der Akteure statt.⁷⁴ Daran knüpft ein weiterer Kritikpunkt an: die Komplexität einzelner Wirkungszusammenhänge, die die Versuchsteilnehmer mit hoher Wahrscheinlichkeit nur zu einem gewissen Grad durchdringen. Vor allem erscheint es fraglich, inwiefern die befragten Akteure die Nutzen und Kosten von Umweltbedingungen benennen können, die zehn bis zwanzig Jahre in der Zukunft liegen. Diese zukunftsorientierte Sicht beinhaltet noch das Problem, dass die gegenwärtigen Akteure auf die Präferenzen und damit die Bewertung von Umweltzuständen der zukünftigen Generationen, die nicht bekannt sind, rückzuschließen. Ein letzter Kritikpunkt, den Rogall (2000) benennt, bezieht sich auf die Divergenz zwischen der direkten und der indirekten Methode der Monetarisierung. In der Theorie muss die Zahlungsbereitschaft der Entschädigungsanforderung entsprechen. Wendet man jedoch beide Ansätze auf ein und dasselbe Gut an, so weist die Empirie eine erhebliche Abweichung zwischen der „willingness to pay“ und der „willingness to sell“ nach. Man beobachtet, dass die Zahlungsbereitschaft erheblich unterhalb der Entschädigungsforderung liegt.⁷⁵

Die angeführten Monetarisierungsmethoden offenbaren Defizite, die sie als Entscheidungsgrundlage für eine konsistente Umweltpolitik nur in begrenztem Maße zulassen. Trotz der erheblichen Kritik an der Monetarisierung lassen diese Ansätze dennoch darauf schließen, dass Umwelt- bzw. Naturgüter einen Wert besitzen und somit nicht kostenlos und unbegrenzt zur Verfügung stehen. Sie besitzen ebenso wie private Güter einen bestimmten Wert, auch wenn kein Markt für sie existiert.⁷⁶ Es stellt sich nun die Frage, warum bei der Monetarisierung die diskutierten Defizite auftreten.

3.1.4.3 Allgemeine Kritik am neoklassischen Ansatz

Die traditionelle Umweltökonomie basiert auf dem neoklassischen Fundament. Grundlegende Kritik ist dabei an der Simplifizierung von komplexen Realitätszuständen zu üben. Die traditionelle Umweltökonomie basiert in ihren theoretischen Zusammenhängen auf starren Annahmen. Das betrifft vor allem die Präferenzstrukturen der Akteure, die in der Realität Änderungen unterliegen. Aber auch die fehlende Berücksichtigung von unregelmäßigen Entwicklungsprozessen in der Technik und Wissenschaft sowie von gesellschaftlichen Verhaltensweisen gehen nicht in die theoretischen Modelle der neoklassischen

⁷⁴ Vgl. Cansier (1996), S. 117.

⁷⁵ Vgl. Rogall (2000), S. 83.

⁷⁶ Vgl. Pearce, Markandya et al. (1989), S. 81.

Umweltökonomie ein. Dies hat zur Folge, dass nur zeitpunktbezogene Bewertungen möglich sind, somit dynamische Entwicklungsprozesse keine Berücksichtigung finden.⁷⁷ Auch die Annahmen bezüglich der Marktcharakterisierung weisen erhebliche Defizite auf. In der Realität bestehen weder vollständige Konkurrenz noch konstante Wettbewerbsverhältnisse. Allein die Existenz von monopolistischen sowie oligopolistischen Strukturen macht die Angreifbarkeit der neoklassischen Modellannahmen deutlich. Die Abweichung vom idealtypischen Theoriemodell, in Form von Oligopolen oder Monopolen, verdeutlicht noch ein weiteres Problem. Wirtschaftssubjekte urteilen in der Regel nicht immer rational. Auch besitzen sie grundsätzlich nicht eine absolut vollständige Informationsbasis, d.h., sie treffen Entscheidungen auf Basis unvollständiger Informationstatbestände, was zumeist irrationale Handlungsweisen begünstigt.⁷⁸

Einen weiteren Kritikpunkt bildet der Zweckrationalismus der Neoklassik.⁷⁹ Mit der „Logik der rationalen Wahl“ findet eine Vernachlässigung von individuellen und sozialwissenschaftlichen Aspekten statt. „Solche Faktoren scheinen keine erhebliche Rolle zu spielen, die sonst allgemein für die Erklärung sozialen Verhaltens herangezogen zu werden pflegen. Weder in die motivationalen noch in die institutionellen Probleme scheint man tiefer eindringen zu müssen, um das Marktverhalten und die sich darin konstituierenden kommerziellen Beziehungen [...] theoretisch durchdringen zu können.“⁸⁰

Ein letzter wesentlicher Kritikpunkt an der neoklassischen Umweltökonomie entspringt der Quantifizierung. Die ökonomische Gleichgewichtstheorie lässt nur monetarisierbare Werte zu und vernachlässigt damit entscheidend ökologische, aber auch soziale Dimensionen, die im Zusammenhang mit ökonomischen Dimensionen stehen.⁸¹

Basierend auf der allgemeinen Kritik an der neoklassischen Herangehensweise soll im Folgenden eine vertiefende Auseinandersetzung mit Einzelproblemen stattfinden, die die Notwendigkeit einer integrativen Betrachtung von ökonomischen, sozialen und ökologischen Dimensionen verdeutlicht. Das elementare Defizit der Neoklassik verdeutlicht bereits der letzte Kritikpunkt dieses Abschnittes, die Vernachlässigung weiterer essentieller Zieldimensionen.

⁷⁷ Vgl. Bartmann (1996), S. 30.

⁷⁸ Vgl. Rogall (2000), S. 85.

⁷⁹ Vgl. Hobbensiefken (1991), S. 53 f.

⁸⁰ Albert (1967), S. 406.

⁸¹ Vgl. Rogall (2000), S. 85.

3.1.4.4 Defizite der Umweltökonomie als Wegbereiter für Nachhaltigkeit

Zusammenfassend ist festzustellen, dass drei Problemfelder der neoklassischen Umweltökonomie die Notwendigkeit einer Weiterentwicklung hervorrufen. Sie bestehen in der Problematik der Konsumentensouveränität, der Internalisierungsstrategien sowie der Dominanz der ökonomischen Dimension.⁸²

Wie bereits im Abschnitt 3.1.4.2 unter den Monetarisierungsaspekten diskutiert wurde, existieren grundlegende Schwierigkeiten bei der Orientierung von Umweltkonzepten an der Konsumentensouveränität. Die bekannte Problematik der unvollständigen Informationen sowie mangelnder rationaler Konsumententscheidungen bewirkt zumeist eine Fehlbewertung von Umweltgütern bzw. -belastungen. Aber auch der Tatbestand der Aufsummierung von Einzelinteressen zum gesamtgesellschaftlichen Interesse birgt im Kontext der Bewertung von Umweltgütern Gefahren. Dabei handelt der Einzelne für sich genommen zwar rational, dies führt jedoch unter Umständen dazu, dass die Summe aller Einzelinteressen nicht zum Gemeinwohl führt: Es existiert eine Divergenz zwischen der Summe von Einzelinteressen und dem gesamtgesellschaftlichen Interesse. Dies liegt zum einen an der bereits erwähnten Informationsasymmetrie, d.h., dem einzelnen Akteur ist der Ursache-Wirkungszusammenhang seiner Entscheidungen nicht bewusst. Zum anderen tritt hier der bereits diskutierte „Freeriding-Effekt“ auf.⁸³ Auch die Berücksichtigung von intergenerationellen Interdependenzen fehlt zum großen Teil beim Vorhandensein von Konsumentensouveränität. Dabei ist eine zukunftsorientierte Ausrichtung der Umweltökonomie von besonderer Bedeutung, da zumeist der Nutzen von Umweltgütern in der Gegenwart liegt, die Folgeschäden jedoch erst in der Zukunft auftreten.⁸⁴

Neben der Konsumentensouveränität besitzen auch die angewandten Internalisierungsansätze, angewandt im Rahmen der neoklassisch geprägten Umweltökonomie, Grenzen. Auch hierbei spielen Informationsdefizite bezüglich der exakten Berechnung von Internalisierungskosten eine entscheidende Rolle. Unter realen Bedingungen können die Kosten für Umweltschäden in der Regel höchstens geschätzt werden. Eine exakte Kalkulation ist aufgrund der Komplexität und Unsicherheit der Ursache-Wirkungs-Zusammenhänge nicht möglich. Daran knüpft auch eine weitere Einschränkung an. Externalitäten dürfen keine Akkumulationswirkungen aufweisen oder zu irreversiblen Schäden führen, da auch hier die

⁸² Vgl. Rogall (2000), S. 86 f.

⁸³ Vgl. Michaelis (1996), S. 14.

⁸⁴ Vgl. Pearce (1993), S. 54 ff.

Berechnung der Kosten nicht eindeutig durchführbar ist, aufgrund nicht zu klärender Diskontierung- und Bewertungsfragen sowie fehlender Expertise über entsprechende Ursache-Wirkungs-Zusammenhänge.⁸⁵ Die Kritik bezieht sich dabei nicht primär auf die natürliche Existenz von Externalitäten, sondern auf den Internalisierungsansatz der Monetarisierung. Dies stellt den wesentlichen Schwachpunkt der Internalisierung der neoklassischen Umweltökonomie dar.

Abschließend zeigt die Dominanz der ökonomischen Dimension eine erhebliche Schwäche der Umweltökonomie. Durch die Monetarisierung von Umweltgütern und -schäden tritt eine Reduzierung auf die rein monetären Perspektiven der Ressourcenproblematik auf. Die Monetarisierung suggeriert damit ein Bild der vollkommenen Substituierbarkeit von natürlichen Ressourcen, was jedoch faktisch nicht der Realität entspricht (siehe Abschnitt 3.3). Können beispielsweise ausgerottete Tierarten durch monetäre Einheiten substituiert werden? Welcher Preis ist für solch irreversible Umweltschäden anzusetzen? Diese Problematik verdeutlicht die Notwendigkeit einer integrativen Umweltökonomie (siehe Abschnitt 3.2.2), innerhalb derer soziale sowie rein ökologische Aspekte Eingang in ihre eigenen Maßeinheiten finden müssen. Costanza, Cumberland et al. (1997), Cansier (1996) verdeutlichen, dass die Funktionen der Umwelt über die rein ökonomischen hinausgehen:

- *Lebenserhaltungsfunktion* von Umwelt: Ein verträgliches Klima, Luft- und Wasserreinheit sowie Nahrungsmittelversorgung gehören mitunter zu den elementaren Grundbedürfnissen zur Sicherstellung der menschlichen Existenz.
- Die *Multifunktionalität* von Umweltressourcen: Neben rein ökonomischen Funktionen weisen natürliche Systeme auch Erholungsfunktionen oder das Klima beeinflussende Funktionen auf, die in Konkurrenz zueinander stehen können.
- *Produktionsfunktion* von Umweltressourcen: Die Tatsache der limitierten Verwendungsmöglichkeit von natürlichen Ressourcen ist zu berücksichtigen, denn nach den thermodynamischen Gesetzen können Abfälle niemals zu 100% recycelt werden, was zwangsläufig zu einem Verbrauch von natürlichen Ressourcen führt.

Die genannte Kritik an der Dominanz der ökonomischen Säule macht deutlich, wie essentiell notwendig eine integrierte Bewertung ist. Dabei können die grundlegenden neoklassischen Ansätze übernommen werden, mit der Einschränkung der exakten Monetarisierung von

⁸⁵ Vgl. Bartmann (1996), S. 205 ff.

Umweltgütern und -schäden. Die Arbeit verdeutlicht im weiteren Verlauf, wie im Einzelnen Schwächen der neoklassischen Umweltökonomie durch integrierte Bewertungskonzepte behoben werden können.

3.1.4.5 Der Preis-Standard-Ansatz zur Nachhaltigkeitszielfindung

Wie in Abschnitt 3.1.3.3 thematisiert, bedarf es eines staatlichen Eingreifens aufgrund fehlender Kooperationsmechanismen. Aber auch die meritorische/Mischgut-Eigenschaft von Umweltgütern führt zur Notwendigkeit einer staatlichen Regulierung bzw. von Interventionen.⁸⁶ Projiziert auf die Zielsetzung einer nachhaltigen Entwicklung ist nun auf den tatsächlich möglichen Zielerreichungsgrad einzugehen. Damit stellt sich die Frage, wie man bei der Vielzahl an unterschiedlichen Handlungsfeldern möglichst effiziente Zielsetzungen für die einzelnen Komponenten der Nachhaltigkeit entwickeln kann.

In der Theorie bestehen dazu zwei grundlegende Ansätze, die „First-Best-Lösung“, die sich an der Effizienz bemisst, und die „Second-Best-Lösung“, die eine kosteneffiziente Lösung verfolgt (siehe Abschnitt 3.1.3.1).

Im Rahmen der „First-Best-Lösung“ zur Internalisierung negativer Externalitäten basiert das ökonomische Grundmodell des staatlichen Eingriffs auf dem Ansatz von Pigou und ist ein ordnungspolitisches Instrument zur Internalisierung (siehe Abschnitt 3.1.4.1).⁸⁷ Hierbei soll die so genannte „Pigou-Steuer“ externe Effekte internalisieren und die Wohlfahrt maximieren. Die Höhe des Steuersatzes ergibt sich aus dem Schnittpunkt von Grenzschadens- und Grenzvermeidungskostenfunktion.⁸⁸ Somit findet eine Bepreisung der Externalität in Höhe des Schadens statt, den sie bewirkt. Dieser Preis fließt anschließend in den Endpreis des Produktes ein, so dass der Endverbraucher den entstandenen Schaden des externen Effekts bezahlt. Es ist jedoch zu beachten, dass die Steuereinnahmen nicht als Entschädigung an die geschädigten Dritten direkt abfließen, da dies zu Fehlanreizen führen könnte, wie beispielsweise einer erhöhten Nutzung des negativen, einen externen Effekt hervorrufenden Produkts. Somit ist die Pigou-Steuer keine fiskalische Steuer, sondern eine Lenkungssteuer, die nicht zur Finanzierung des Staates, sondern zur Verringerung von Umweltschädigungen dient.⁸⁹

⁸⁶ Vgl. Lenk/Maring (2003).

⁸⁷ Vgl. Pigou (1932).

⁸⁸ Vgl. Binder (1999), S. 106.

⁸⁹ Vgl. Lueg (2010), S. 122 ff.

Eines der Hauptprobleme der Pigou-Steuer bildet die Informationsbeschaffung, um einen effizienten Steuersatz festzulegen. Für den Staat besteht die Notwendigkeit, den Grenzscha­den der Produktion im Pareto-Optimum zu kennen, also einen Zustand, den es erst zu erreichen gilt. Somit müsste die Steuer ständig an sich wandelnde Wirtschaftsentwicklungen angepasst werden, also bei Wachstum steigen und bei einer Rezession sinken, was sie als Instrument zur Sicherung des ökologischen Gleichgewichts unattraktiv macht.⁹⁰ Außerdem muss der Staat auf die Informationen der Geschädigten zurückgreifen, welche ein natürliches Interesse an einem höheren Steuersatz besitzen, im Gegensatz zu den Verursachern, die Interesse an einem niedrigen haben. Ferner binden sich an diesen Ansatz der Informationsbeschaffung prohibitiv hohe Kosten, die zusätzlich der Attraktivität der Pigou-Steuer entgegenwirken.⁹¹ Ein weiteres Problem liegt in der effizienten Verteilung der Steuereinnahmen, d.h. in der Notwendigkeit, weder den Verursacher noch den Geschädigten zu bevorteilen, um, wie bereits oben erläutert, keine Fehlanreize zu setzen, das Pareto-Optimum zu verlassen.⁹²

Im Gegensatz zur Pigou-Steuer steht das Modell von Coase, welches im Kern auf eine private Einigung von Schädigern und Geschädigten setzt.⁹³ Coase sieht also von einem direkten staatlichen Eingriff ab und setzt nur einen ordnungspolitischen Rahmen, in dem die Parteien in Verhandlungen den externen Effekt internalisieren sollen. Voraussetzung für eine volkswirtschaftlich effiziente Internalisierung der Externalität durch Verhandlung zweier Parteien ist eine eindeutige Zuweisung von Eigentumsrechten an den Umweltgütern, über die der externe Effekt internalisiert wird.⁹⁴

Hierbei existieren zwei unterschiedliche Ansätze, die „Laissez-faire-Regel“ und die „Verursacherregel“. Bei der „Laissez-faire-Regel“ liegt das Recht zur Emission ausschließlich beim Verursacher, und die Geschädigten müssen die dadurch entstehenden Externalitäten erdulden. Anders sieht es bei der „Verursacherregel“ aus, wo die Eigentumsrechte der Umwelt bei den potentiellen Geschädigten liegen. Sie haben bei dem Coase-Ansatz ausschließlich das Recht auf ungestörte Umweltbedingungen. Diese unterschiedlichen Ansätze machen die Notwendigkeit der Definition des Eigentumsrechts deutlich, da es ohne diese Festlegung zu keiner Verhandlung über die Externalitäten kommen kann.

⁹⁰ Vgl. Kemper (1989), S. 31.

⁹¹ Vgl. Binder (1999), S. 106.

⁹² Vgl. Weimann (1995), S. 178 f.

⁹³ Vgl. Coase (1960).

⁹⁴ Vgl. Binder (1999), S. 103.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass unter Annahme vollständiger Konkurrenz und Wegfall der Transaktionskosten die Verhandlungen zur Internalisierung externer Effekte stets zu einer paretooptimalen Allokation führen, unabhängig davon, ob man von der „Laissez-faire-Regel“ oder dem „Verursacherprinzip“ ausgeht.⁹⁵ Dieser Zusammenhang wird in der Literatur als Coase-Theorem bezeichnet.

Analog zur Pigou-Steuer existieren auch beim Modell von Coase Probleme bei der Umsetzung der Theorie in die Praxis. Eine entscheidende Modellannahme von Coase sind fehlende Transaktionskosten, welche jedoch in der Praxis auftreten und nur schwer zu beziffern sind.⁹⁶ Die Transaktionskosten ergeben sich aus der Informationsbeschaffung, Organisation, Ausführung sowie Kontrolle und werden im grundlegenden theoretischen Modell nicht berücksichtigt.⁹⁷

Des Weiteren müssen für Verhandlungen die Umweltschäden den Verursachern zurechenbar sein, was sich in der Praxis als schwierig erweisen kann. Auch stellen Synergie-Effekte das Coase-Theorem vor unüberwindbare Schwierigkeiten, da sich beispielsweise harmlose Emissionen erst in Verbindung mit anderen Schadstoffen zu schädlichen Emissionen entwickeln und eine Zurechnung zu den Verursachern häufig unmöglich ist. Ein weiteres Problem der Verhandlungslösung stellt das „freeriding“ dar. In großen Gruppen sieht der Einzelne nicht selten keinen Anlass dazu einen Beitrag zu der Verhandlungslösung beizusteuern, obwohl ihm das Gruppenverhalten einen Vorteil verspricht. Somit leistet er keinen Beitrag, profitiert aber dennoch vom Gruppenverhalten. Von besonderer Bedeutung ist auch der Einwand des Einflusses der Anfangsallokation der Rechte. Wie im Modell beschrieben, führen zwar Verhandlungen über die „Laissez-faire-Regel“ und die „Verursacherregel“ beide zu einem Pareto-Optimum, jedoch verändert die Zuteilung der Rechte an den Umweltgütern über den Einkommenseffekt die Allokation. Dies kann dazu führen, dass Haushalte, die Rechte an einer sauberen Umwelt besitzen, reicher sind und somit mehr Umweltgüter nachfragen, als wenn die Rechte bei den Verschmutzern liegen würden, und vice versa.⁹⁸

Wie bereits einführend beschrieben, existiert neben der „First-Best-Lösung“ die „Second-Best-Lösung“ mit ihrem Hauptfeiler, dem Preis-Standard-Ansatz.

⁹⁵ Vgl. Hobbensiefken (1991), S. 81.

⁹⁶ Vgl. Hobbensiefken (1991), S. 173.

⁹⁷ Vgl. Kemper (1989), S. 27.

⁹⁸ Vgl. Binder (1999), S. 10.

Der Preis-Standard-Ansatz geht auf die Ökonomen Baumol/Oates zurück, die den Ansatz von Pigou aufgriffen und modifizierten.⁹⁹ Da die Pigou-Steuer mit den oben beschriebenen Problemen der Pareto-Optimalität zu kämpfen hat, sind Baumol/Oates von dieser Annahme abgewichen und stellen stattdessen die volkswirtschaftliche Kosteneffizienz in den Vordergrund.¹⁰⁰ Der Kerngedanke dieses Ansatzes ist die Erreichung eines vorgegebenen politischen Umweltziels durch Umweltabgaben als Anreizfunktion, minimale volkswirtschaftliche Kosten hervorzurufen, d. h., mit Hilfe des Preises für die Umweltabgaben, z.B. für Emissionen, soll ein politisch vorgegebenes Immissionsziel erreicht werden. Damit lässt sich die praktische Relevanz der Anreiz- und Kostenminimierungsfunktionen im Gegensatz zur Pigou-Steuer für die Politik erkennen.¹⁰¹

3.1.5 Ökologische Ökonomie

Aufgrund der erheblichen Mängel der Ansätze von Pigou und Coase in der Praxis dominiert in der Regel der Preis-Standard-Ansatz die umweltökonomische und -politische Debatte. Im Zusammenhang mit der meritorischen Eigenschaft von Umweltgütern entwickelte sich ein neuer umweltökonomischer Ansatz, die Theorie der ökologischen Ökonomie. Sie integriert bereits wesentliche Aspekte der Nachhaltigkeit, stellt jedoch im Gegensatz zum integrativen Ansatz die ökologische Säule stark in den Vordergrund. Die wesentlichen Vertreter dieses Theorienzweiges sind Georgescu-Roegen (1971), Daly (1996), Pearce, Markandya et al. (1989).

Die ökologische Ökonomie versteht sich als Fortentwicklung der neoklassischen Umweltökonomik. Einigkeit der beiden Theorienzweige herrscht über die Tatsache, dass sozioökonomische Faktoren zu einer Übernutzung der Umweltfunktionen führen. Zur Vermeidung dieser negativen Effekte sind politisch-rechtliche regulative Maßnahmen durchzuführen.¹⁰² Solch ein politisch-rechtlicher Rahmen bildet eine notwendige Bedingung für eine nachhaltige Entwicklung, daher sieht die ökologische Ökonomie die Erfordernis von agierenden und nicht reagierenden Schritten seitens der Politik bzw. des Staats.¹⁰³ Wie bereits in Abschnitt 3.1.4.4 angeführt wurde, liegt ein Nachteil der neoklassischen Umweltökonomie

⁹⁹ Vgl. Baumol/Oates (1971).

¹⁰⁰ Vgl. Kemper (1989), S. 31 ff.

¹⁰¹ Vgl. Wicke (1993), S. 399 f.

¹⁰² Vgl. Holstein (2003), S. 107.

¹⁰³ Vgl. Costanza, Cumberland et al. (2001), S. 95.

in der exakten Monetarisierung zur Erörterung eines ökonomisch optimalen Naturschutzpunktes, welche aufgrund der diskutierten Schwächen als nicht zweckmäßig zu erachten gilt.¹⁰⁴ Die ökologische Umweltökonomie hingegen argumentiert über kosteneffiziente Grenzwerte für die einzelnen Umweltkomponenten. Da zur kontroversen Diskussion der wesentlichen Schwächen der Internalisierung externer Kosten konkrete Zahlen sinnvoll erscheinen, nutzen manche ökologischen Ökonomen die Monetarisierung als Mittel zur Veranschaulichung des diskutierten Problems.¹⁰⁵ Diese Herangehensweise ist jedoch nicht mit der neoklassischen Umweltökonomie zu verwechseln: Sie dient rein zur Veranschaulichung des Problems, ohne die Monetarisierung als primäre Argumentationsgrundlage zu nutzen.

Wie zu Beginn dieses Abschnitts bereits erwähnt, spielt der Preis-Standard-Ansatz, der auch die Nachhaltigkeitsansätze entscheidend beeinflusst, in der ökologischen Ökonomie eine elementare Rolle. Mit Blick auf die Anwendung des Preis-Standard-Ansatzes in der Praxis beschreibt Rogall (2008) „[...] dass die demokratisch legitimierten Entscheidungsträger mit Hilfe von Fachexperten aus verschiedenen Disziplinen Nachhaltigkeitsziele und -standards festlegen, die dann mittels politisch-rechtlicher Instrumente durchgesetzt werden“.¹⁰⁶ Das Ergebnis dieses Vorgehens sind so genannte Umwelt- bzw. Sozialstandards, die eine Gesellschaft erfüllen muss. Durchsetzbar ist dies dabei nur durch ein entsprechendes Anreizsystem, das eine starke Verwandtschaft mit der Pigou-Steuer aufweist. Ausgehend von den festgelegten Standards erfolgt anschließend die Festlegung von Abgaben für die Nutzung von Umweltressourcen, damit die gesetzten Standards erreicht werden können. Diesem Zusammenhang liegt die Annahme zugrunde, dass durch eine Erhöhung der Preise für die Nutzung von Umweltgütern die Nachfrage nach ihnen zurückgeht.¹⁰⁷ Die Höhe der zu entrichtenden Abgabe für die Nutzung findet dafür im so genannten „Trial-and-error-Verfahren“ statt. Dabei handelt es sich in der Praxis um eine kontinuierliche Anpassung der Abgaben. Die sofortige Festlegung eines optimalen Abgabebetrags ist in der Praxis aufgrund unvollständiger Information nicht möglich, so dass im Rahmen eines entsprechenden Monitorings immer wieder Anpassungsbedarf besteht. Dies beschreibt die grundlegende Funktionsweise in der Praxis.

¹⁰⁴ Vgl. Bundesministerium für Umwelt (1998), S. 16; Bundesministerium für Umwelt (2002), S. 34.

¹⁰⁵ Vgl. Rogall (2008), S. 110 f.

¹⁰⁶ Rogall (2008), S. 111.

¹⁰⁷ Vgl. Endres (2000), S. 124 f.

Das eben beschriebene Vorgehen umschreibt die klassische Ausführung des Preis-Standard-Ansatzes. Eine weitere Variante repräsentiert der Handel mit Nutzungsrechten.¹⁰⁸ Dabei gibt der Regulator zum Erreichen eines spezifischen Ziels eine entsprechende Menge von Nutzungszertifikaten an die potentiellen Nutzer heraus, die zur Nutzung eines bestimmten Kontingents der spezifischen natürlichen Ressource berechtigen. Anwendung findet diese Form des Preis-Standard-Ansatzes beispielsweise im CO₂-Emissionshandel.

3.1.6 Zwischenfazit

Die bisherige Diskussion verdeutlicht die ökonomischen Grundlagen für die weitere Nachhaltigkeitsdiskussion. Damit erfolgte eine Einweisung in die ökonomischen Effekte von Umweltaktivitäten. Die Diskussion verdeutlicht vorab, dass Einzelmaßnahmen Wirkungen auf mehrere Dimensionen aufweisen können. Im Hinblick auf die zu testenden Arbeitshypothesen ist wiederum darauf zu verweisen, dass Nachhaltigkeitspolitik genau mit diesen Externalitäten arbeiten muss, so dass ein Überblick über die grundlegenden ökonomischen Theorien zum Umgang mit externen Effekten sinnvoll erscheint. Diese Diskussion wird im anschließenden Abschnitt am Untersuchungsgegenstand diskutiert.

Wie in der Einführung des Abschnitts dargestellt, besitzt die Natur bzw. Umwelt unterschiedliche Funktionen. Die einzelnen Funktionen stehen zumeist jedoch in direkter Konkurrenz zueinander. Ausgehend von der in diesem Abschnitt geführten Diskussion lässt sich erkennen, dass unabhängig vom theoretischen Ansatz Einigkeit über die Integration von Nachhaltigkeitsaspekten notwendig erscheint. Dabei wurde ersichtlich, dass sich die traditionelle Umweltökonomie von der ökologischen Ökonomie im Wesentlichen durch die Internalisierung externer Kosten bzw. den grundlegenden Monetarisierungsansatz zur Bewertung von Umweltressourcen unterscheidet. Auch im Hinblick auf die Integration des Nachhaltigkeitsprinzips unterscheiden sich beide Ansätze fundamental. Versucht der neoklassische Ableger der Umweltökonomie die Symptome eines nichtnachhaltigen Wirtschaftens zu lindern, so besteht im Rahmen der ökologischen Ökonomie der Versuch, das Nachhaltigkeitsprinzip als allgemeines Handlungsprinzip zu etablieren.¹⁰⁹ Für das weitere Vorgehen steht vor allem die bewusste Umsetzung von Nachhaltigkeit in die Praxis im Fokus. Schwerpunktmäßig folgt die weitere Ausarbeitung primär der ökologisch-ökonomischen

¹⁰⁸ Vgl. Daly/Farley (2004), S. 379 f.

¹⁰⁹ Vgl. Kirchgässner (1997), S. 3.

Argumentation, wobei durch die Vielzahl der Überschneidungen dieser zwei grundlegenden Theorien auch auf neoklassische Implementierungsinstrumente zurückgegriffen wird.

3.2 Grundlagen der Nachhaltigkeit

Um nun die Brücke zu schlagen von der grundlegenden Theorie zu externen Effekten, deren mögliche Entstehungsgründe sowie Internalisierungsansätze, sollen die weiteren Ausführungen verdeutlichen, wie sich diese in der aktuellen wissenschaftlichen Diskussion um Nachhaltigkeit integrieren. Mit dieser Praxisanalyse soll für die aufgestellten Arbeitshypothesen das relevante Nachhaltigkeitsverständnis ausgearbeitet werden, um im Rahmen der Modellentwicklung nachvollziehen zu können, welches Nachhaltigkeitsverständnis für die unterschiedlichen Nachhaltigkeitspolitiken zugrunde liegt und warum es als geeignet erscheint.

3.2.1 Das Prinzip begrenzter Ressourcen

Wie in der Motivation der Arbeit erwähnt, bildet die frühe Forstwissenschaft die Grundlage für eine Abkehr von einer rein ökonomischen Zielvorstellung hin zu einer nachhaltigen. Auslöser für diesen Umschwung war die Holzkrise der früheren Neuzeit, die die Notwendigkeit nachhaltigen Handelns eindrucksvoll verdeutlicht: Bis zu diesem Zeitpunkt wurden die bestehenden Wälder nur als Holzlagerstätte verstanden.¹¹⁰ Aus dem Bewusstsein, dass die Ressource Holz nur begrenzt vorrätig ist, entwickelte sich das grundlegende Nachhaltigkeitsprinzip, nicht von der Substanz zu leben, sondern vom Ertrag.¹¹¹ Anschließend bildete sich auch ein ökologisches und soziales Verständnis für den Wald heraus. Durch die Erkenntnis, dass Waldflächen große Bedeutung für das Klima besitzen, Artenvielfalt bewahren, aber auch Erholungsgebiete darstellen, bildete sich neben dem rein monetären Wert für den Werkstoff Holz ein ökologischer und sozialer Wert der Waldflächen heraus.¹¹² Dies macht deutlich, dass sich Nachhaltigkeit aus der Problemstellung begrenzter Ressourcen entwickelte. Durch den ökologischen und sozialen Wert des Waldes wird deutlich, dass es sich bei dem Beispiel der Waldflächen nicht nur um eine knappe Ressource im ökonomischen Sinn handelt. Auch in ökologischen und sozialen Nutzungen sind sie als knappe Ressource zu begreifen. Denn nicht nur der Werkstoff Holz ist begrenzt verfügbar,

¹¹⁰ Vgl. Sieferle (1982).

¹¹¹ Vgl. Bleischwitz (1998), S. 27.

¹¹² Vgl. Bode/Hohnhorst (2000).

auch Erholungsgebiete und ein entsprechender Klimazustand sind an den Bestand von Waldflächen gekoppelt. Daher gilt es aus umweltökonomischer Sicht, ökonomische und soziale Wachstumsprozesse an die Belastbarkeit der ökologischen Systeme anzupassen.¹¹³ Dies führt zu der Einsicht, dass die Natur die Grundlage des Wirtschaftens bildet. Sie ist jedoch als knappes Gut zu verstehen und ihre Strukturen und Funktionen sind nur begrenzt belastbar. Ein nachhaltiges Wirtschaften benötigt einen geeigneten Rahmen, der Grenzen setzt, d.h., es bedarf einer Ausgewogenheit zwischen der Umwelt, der Ökonomie und dem Sozialen.¹¹⁴ In diesem Kontext ist auch der soziale Aspekt zu sehen, der in Bezug auf die Ökologie einen Entfaltungsraum benötigt.¹¹⁵

Erst die Anerkennung bestehender physischer Grenzen für die Funktionen der Umwelt bzw. der Ressource Natur bewirkt eine Umkehr vom herkömmlichen lineareren Wachstums- und Wohlstandsmodell hin zu einer nachhaltigen Betrachtung von Wachstum, Wohlstand und Umweltbelastungen.

3.2.2 Notwendigkeit eines integrierten Ansatzes

Bis dato bezog sich die Diskussion schwerpunktmäßig auf die ökologische Dimension (siehe Abschnitt 3.1). Es gilt jedoch auch auf die beiden anderen Dimensionen der Nachhaltigkeit und ihre Ab- bzw. Unabhängigkeit voneinander einzugehen. Dies ist vor allem im Hinblick auf eine Nachhaltigkeitsbewertung notwendig, da die interdisziplinären Beziehungen im Modell abzubilden sind. Stand zu Beginn der frühen Nachhaltigkeitsdiskussion einer zukunftsfähigen Entwicklung in den achtziger Jahren das Verständnis von einer Entwicklungsbegrenzung aufgrund von Ressourcenengpässen im Vordergrund, so änderte sich dieses Verständnis zunehmend in den folgenden Jahren. Die zweite Phase charakterisierte sich vor allem durch die Fokussierung auf die begrenzte Belastbarkeit von bestimmten Umweltfunktionen. Man ging davon aus, dass eine Übernutzung einzelner Umweltfunktionen zu einer Einschränkung der gesamten Leistungsfähigkeit der Umwelt führe, im schlechtesten Fall sogar zu einem Kollaps des Umweltsystems führen könne. Daran anknüpfend resultierte in der dritten und aktuellsten Diskussionsphase die Erkenntnis, dass dies ebenso für die ökonomischen und sozialen Systeme gelte. Folglich könne solch ein

¹¹³ Vgl. Bleischwitz (1998), S. 9.

¹¹⁴ Vgl. Pearce, Markandya et al. (1989), S. xiv.

¹¹⁵ Vgl. dazu bspw. Müller/Schaltegger (2008).

Zustand zu einem Entzug der Existenzgrundlage für kommende Generationen führen.¹¹⁶ Die Erkenntnis des Wirkungszusammenhangs von Ökologie, Ökonomie und Sozialem führte zu Etablierung einer integrierenden Sicht auf Entwicklungszusammenhänge, die gleichzeitig Bedürfnisse der aktuellen Generation und zukünftiger Generationen berücksichtigt.

Anknüpfend an die aktuelle Diskussionsphase von Nachhaltigkeit dominiert die ökologische Dimension die Nachhaltigkeitsdiskussion, d.h., die ökonomische und die soziale Dimension können sich nur im Rahmen der definierten Bedürfnisse der ökologischen Dimension entfalten. Auch wenn der Standpunkt des BMU (1997) – „Menschliches Leben und Wirtschaft ist an einem Punkt angelangt, an dem es Gefahr läuft, sich seiner eigenen natürlichen Grundlagen zu berauben“¹¹⁷ – das Primat der Ökologie suggeriert, so ist hierzu eine differenzierte Sicht der Dinge notwendig. Dies verdeutlicht vor allem der Umgang mit gesellschaftlich mittel- und unmittelbaren Problemstellungen. Dabei ist grundsätzlich davon auszugehen, dass zunächst kurzfristige Probleme eine höhere Relevanz für gesellschaftliche und politische Entscheidungsträger aufweisen. Übertragen auf die Nachhaltigkeitsdiskussion lässt sich daher schließen, dass aufgrund des mittel- bis langfristigen Charakters von Umweltproblemen (z.B. Klimawandel, Artenschwund, sinkende Luftqualität) ökonomische sowie soziale Problemstellungen häufig den Vorzug bei Entscheidungen erhalten. Daraus resultiert die Notwendigkeit, die grundlegenden Zusammenhänge der drei Dimensionen aufzuklären und eine entsprechende integrative Ausrichtung einer nachhaltigen Politik anzustreben. Anknüpfend an diese Beobachtung kann es daher im Interesse der ökologischen Dimension sein, existierende negative Externalitäten der Ökonomie und des Sozialen im Hinblick auf die Ökologie nachzuweisen, um somit auch indirekt einen positiven Einfluss auf die Umweltfunktionen auszuüben. Diese Herangehensweise soll zu einer Integration von Umweltfragen in den Mainstream der Politik führen, um der Nachhaltigkeit das Charakteristikum eines fachspezifischen Politikfeldes zu nehmen. Denn es ist zu begreifen, dass soziale Wohlfahrt und wirtschaftliche Entwicklung ohne eine intakte Umwelt langfristig und damit „nachhaltig“ nicht möglich sind.¹¹⁸

Wie bereits erwähnt, divergieren die Meinungen darüber, wie die drei Säulen in ihrem Verhältnis zueinander zu gewichten sind. Die Gewichtungsdiskussion gliedert sich im Wesentlichen in vier Argumentationsstränge. Dabei reicht die eingenommene

¹¹⁶ Vgl. Deutscher Bundestag (1998), S. 30.

¹¹⁷ BMU (1997), S. 9.

¹¹⁸ Vgl. Deutscher Bundestag (1998), S. 31 f.

Argumentationsspanne von der Dominanz der wirtschaftlichen Säule bis hin zur bereits erwähnten ökologischen Dominanz. Die Argumentation für ein Primat der ökonomischen Dimension folgt dem Gedanken, dass nachhaltige Entwicklung als Entwicklung zu verstehen sei, die die Befriedigung der Bedürfnisse der Menschheit dauerhaft sicherstelle. Nach Ansicht des Bundesverbands der Deutschen Industrie (BDI) bedarf es einer erweiterten Fragestellung im Rahmen der Nachhaltigkeitsdiskussion. Nicht die ökologisch orientierten Fragen „Darf es das geben?“ und „Wie viel ist zumutbar?“ sollen im Vordergrund stehen, sondern vielmehr die Frage nach der Ressourceneffizienz bei der Nutzung natürlicher Güter, verbunden mit einer „Entkopplung des Wachstums von Wertschöpfung und Beschäftigung einerseits, der Inanspruchnahme der Umwelt andererseits“.¹¹⁹ Eine Konkretisierung der Forderung nach einer Dominanz der ökonomischen Aspekte verdeutlichte der BDI 2001: „Der BDI fordert daher von der Politik, alle Maßnahmen zur Erreichung umweltpolitischer Ziele am Erhalt der Wettbewerbsfähigkeit Deutschlands zu messen.“¹²⁰ Diese Position steht jedoch relativ isoliert für sich da und konnte sich im größeren Rahmen der Nachhaltigkeitsdebatte nicht durchsetzen.

Der gemäßigte und sehr verbreitete Gewichtungsansatz charakterisiert sich durch einen allgemein integrierten Ansatz bei der Gewichtung der drei Nachhaltigkeitsdimensionen. Im Rahmen dieses Ansatzes besteht eine gleichgewichtige Behandlung aller drei Dimensionen, also der Ökologie, des Sozialen und der Ökonomie. Wenn man von diesem integrativen Ansatz ausgeht, entspricht er grundlegend dem so genannten „Drei-Säulen-Modell“.¹²¹

Bei der modifizierten Variante des integrativen Ansatzes findet zunächst eine Festlegung des Rahmens statt, innerhalb dessen eine Gleichgewichtung der drei Dimensionen herrscht. Den Rahmen geben dabei die Umweltfunktionen vor. Er repräsentiert die Grenzen für ökonomisches und soziales Handeln, die unter keinen Umständen überschritten werden dürfen. Diese Restriktionen sollen die grundlegenden Umweltfunktionen und -ressourcen für eine natürliche Lebensgrundlage schützen.¹²²

Den Gegenpol zum Primat der ökonomischen Dimension repräsentiert die bereits erwähnte Dominanz der ökologischen Dimension. Dabei steht das Leitbild des Schutzes der Natur als dominantes Ziel jeglicher Aktivitäten im Vordergrund, was mit einer erheblichen

¹¹⁹ Bundesverband der Deutschen Industrie (BDI) (2001/12), S. 3.

¹²⁰ BMI (2001), S. 32.

¹²¹ Vgl. Deutschland (1994), Klemmer (1996), S. 323.

¹²² Vgl. Umweltbundesamt (UBA) (2002).

Einschränkung der wirtschaftlichen und sozialen Entwicklung einhergeht.¹²³

Die aktuelle Diskussion hinsichtlich der Relevanz von einzelnen Dimensionen verdeutlicht, dass eine isolierte Betrachtung einzelner Nachhaltigkeitsdimensionen aufgrund der Säulenbeziehungen nicht sinnvoll ist. Daher besteht die unbedingte Notwendigkeit, integrative Handlungsstrategien anzuwenden, die Trade-off-Problematiken bzw. gegenseitige Zielbeeinflussungen berücksichtigen und sich damit durch Realitätsnähe und Praxisbezug auszeichnen.¹²⁴

3.3 Konzepte der Nachhaltigkeit

Die verschiedenen Vorschläge für eine angemessene Säulen- bzw. Dimensionsgewichtung resultieren im Wesentlichen aus unterschiedlichen Nachhaltigkeitstheorien. Betrachtet man die drei fundamentalen Gewichtungsvorschläge, so spiegeln sie im Grunde genommen die dahinter stehenden Nachhaltigkeitsansätze wider. Die nachfolgenden Abschnitte erläutern die wesentlichen Nachhaltigkeitstheorien, ordnen die Gewichtungsansätze den Nachhaltigkeitstheorien zu und diskutieren die Wahl einer für die vorliegende Arbeit geeigneten Theorie.

3.3.1 Kapitalformen der Nachhaltigkeitstheorien

Ausgehend von den relativ abstrakten Begriffen „Nachhaltigkeitsdimension“ und „Nachhaltigkeitssäule“ findet in den wesentlichen Nachhaltigkeitstheorien eine Konkretisierung dieser Begriffe statt. Dafür definiert man bestimmte Kapitalformen, die zur Produktion notwendig sind und einer bestimmten Säule bzw. Dimension angehören. Die Zuordnung der Produktionsfaktoren zu den jeweiligen Nachhaltigkeitsdimensionen beschreibt beispielweise Majer (2001):

- Sachkapital (Kapital im herkömmlichen Sinn als Maschinen und Anlagen)
- Humankapital (Arbeitskräfte)
- Naturkapital (die Nutzung von Quellen – Rohstoffen, Energie und Flächen – und Senken – Luft, Wasser und Boden – für die Aufnahme von gasförmigen, flüssigen und festen Abfällen)

¹²³ Vgl. Ott/Döring (2004).

¹²⁴ Vgl. Kopfmüller, Brandl et al. (2001), Grunwald/Kopfmüller (2006), S.53.

- Sozialkapital (Mengen aller Beziehungen einzelner Akteure und deren Bedingungen)

Der Ursprung der grundlegenden Nachhaltigkeitstheorien liegt im Wesentlichen im ökonomischen Prinzip begrenzter Ressourcen. Bei den traditionellen Konzepten geht man grundsätzlich von zwei unterschiedlichen Kapitalformen aus: dem natürlichen und dem produzierten Kapital. Unter natürlichem Kapital sind natürliche Ressourcen und andere Umweltgüter zu verstehen. Innerhalb dieser Klasse kann zwischen erneuerbaren und nicht-erneuerbaren Ressourcen unterschieden werden. Produziertes Kapital hingegen ist die Kapitalform, die verarbeitetes natürliches Kapital darstellt. Man spricht hierbei auch vom so genannten Sachkapital. Damit repräsentieren die Inputfaktoren eine differenzierte Aufschlüsselung von natürlichem und produziertem Kapital im Sinne der traditionellen Nachhaltigkeitskonzepte, die unabhängig von unterschiedlichen Säulengewichtungen gelten.¹²⁵ Ausgehend von dem hier skizzierten Kapitalstock wird nachfolgend geklärt, welche Bedeutung den einzelnen Nachhaltigkeitssäulen innerhalb der konkurrierenden Nachhaltigkeitstheorien zukommt.

3.3.2 Konkurrierende Nachhaltigkeitskonzepte

Die zwei konkurrierenden Konzepte von Nachhaltigkeit bilden im Wesentlichen die „starke“ und die „schwache“ Nachhaltigkeit ab. Anknüpfend an die im vorangegangenen Kapitel diskutierten Kapitalformen besteht der fundamentale Unterschied der beiden Ansätze in der Substituierbarkeit einzelner Kapitalformen bzw. Produktionsfaktoren. Pezzey/Toman (2005) beschreiben die grundlegende Konkurrenz dieser Konzepte und kommen zu dem Schluss, dass beide für sich genommen nicht als Basis für die praktische Nachhaltigkeitsdebatte dienen können. Die Ansichten zu einer möglichen Substituierbarkeit von Naturkapital reichen von der konservativ-ökologischen „starken“ Nachhaltigkeit, mit Vertretern wie Georgescu-Roegen (1971) oder Daly (1996), die keine Substitution von Naturkapital zulässt, bis hin zum neoklassischen Ansatz der „schwachen“ Nachhaltigkeit mit Vertretern wie Goeller/Weinberg (1977) oder Solow (1992), die vollkommene Substituierbarkeit jeglicher Kapitalformen zulässt.

Die Grundlagen für einen Mittelweg ebnete im Wesentlichen Serageldin (1996). Er entwickelte ein Konzept, das sich von den genannten Extrempositionen löste und einen

¹²⁵ Produziertes Kapital = Sachkapital + Humankapital + Sozialkapital; Natürliches Kapital = Naturkapital.

Kompromiss formulierte. Der Weg hin zur „vernünftigen“ Nachhaltigkeit soll im Folgenden ausgearbeitet werden, da sie die theoretische Grundlage der heutigen Nachhaltigkeitsdiskussion bildet und im Rahmen dieser Arbeit das Fundament für die anschließende Praxisbetrachtung darstellt.

3.3.3 Die starke Nachhaltigkeit

Wie bereits einleitend erwähnt, lässt das *Konzept der starken Nachhaltigkeit* (Daly (1996)) keinerlei Substitution zwischen den einzelnen Kapitalformen zu. „The second interpretation, known as ‘strong sustainability’, sees sustainability as non-diminishing life opportunities. This should be achieved by conserving the stock of human capital, technological capability, natural resources and environmental quality”.¹²⁶

Diese Ausrichtung der Nachhaltigkeit vertritt vor allem die „Deep Ecological“-Bewegung, deren Leitbild auf der Annahme des Rechts jedes Individuums auf Existenz basiert. In der Konsequenz dieser Annahme liegt, dass jede Komponente und jedes Subsystem der Natur ein Recht auf Existenz besitzt und somit dieser Kapitalstock absolut unantastbar ist. Eine Substitution durch andere Kapitalformen ist demzufolge nicht zulässig.¹²⁷ Dieses Konzept ist jedoch in der Praxis aus mehreren Gründen kaum durchsetzbar. Zum einen wären keine wirtschaftlichen Aktivitäten zulässig, die sich nichtregenerativer Ressourcen bedienen. Jeder Verbrauch fossiler Energieträger ist nach dem Ansatz der starken Nachhaltigkeit nicht zulässig, da ein nichtregeneratives und natürliches Subsystem des Naturkapitalstocks abgebaut würde. Momentan scheint dies in einer industrialisierten Welt wie unserer praktisch unmöglich. Zum anderen ist zu berücksichtigen, dass die Perspektive starker Nachhaltigkeit auf das Naturkapital kritisch zu hinterfragen ist. Aus Sicht der starken Nachhaltigkeit bildet die Aktivität des Menschen einen exogenen Einfluss auf die Natur. Ausgehend von der Tatsache, dass sich das Ökosystem in einem ständigen Entwicklungs- und Anpassungsprozess befindet, gilt es jedoch zu berücksichtigen, dass der Mensch vielmehr einen Teil des gesamten Ökosystems darstellt und somit auf seine „natürliche Weise“ den bestehenden Naturkapitalstock beeinflussen darf.

¹²⁶ Brekke (1997), S. 91.

¹²⁷ Vgl. Pearce/Atkinson et al. (1997).

3.3.4 Die schwache Nachhaltigkeit

Das *Konzept der schwachen Nachhaltigkeit* bildet den neoklassischen Ansatz für Nachhaltigkeit ab.¹²⁸ Dieser geht von der Annahme vollständiger Substituierbarkeit der einzelnen Kapitalformen aus. Die Prämisse für starke wie für schwache Nachhaltigkeit bildet die Konstanz des Gesamtkapitalstocks, der erhalten bleiben muss. Im Gegensatz zum Leitbild der starken Nachhaltigkeit zielt die schwache Nachhaltigkeit nicht auf die Bewahrung von Naturwerten, also einer einzelnen Komponente des Gesamtkapitalstocks, sondern auf die Bewahrung des gesamtgesellschaftlichen Produktionsvermögens ab: „The current generation does not especially owe to its successors a share of this or that particular resource. If it owes anything, it owes generalized productive capacity or, even more generally, access to a certain standard of living or consumption. Whether productive capacity should be transmitted across generations in the form of mineral deposits or capital equipment or technological knowledge is more a matter of efficiency than equity”.¹²⁹ Brekke (1997) bezeichnet dieses Nachhaltigkeitsverständnis als dominierend und charakterisiert es als Bewahrung einer nachhaltigen Entwicklung über Generationen hinweg. Dabei ist darauf hinzuweisen, dass dieser Ansatz vor allem die ökonomische Diskussion dominiert, die Naturwissenschaftler hingegen diese Argumentation in der Regel nicht teilen.

Pezzey (1992) geht noch einen Schritt weiter und beschreibt wirtschaftliches Wachstum als notwendige Bedingung für die Aufrechterhaltung der gesellschaftlichen Wohlfahrt. Dies bildet jedoch eine sehr strenge Annahme, da bereits geringste Abwärtstendenzen der wirtschaftlichen Entwicklung, die jedoch in einem dynamischen Wirtschaftssystem mit entsprechendem Konjunkturzyklus kaum zu vermeiden sind, als nichtnachhaltige Entwicklung zu interpretieren sind. Unter Einbeziehung dieser Kritik passte Pezzey seine notwendige Bedingung für eine nachhaltige Entwicklung an: Nicht mehr das Wirtschaftswachstum soll als Indikator für schwache Nachhaltigkeit gelten, sondern das Konsumniveau, welches nicht unter ein bestimmtes Niveau sinken darf.

Ferner zeichnet sich der Ansatz der schwachen Nachhaltigkeit durch besonderen Optimismus aus. Er sieht die Lebensgrundlage nachfolgender Generationen nicht durch die innerhalb dieses Ansatzes möglichen Umweltschäden bzw. -verschmutzungen bedroht und begründet dies mit der grundlegenden Kompensationsmöglichkeit durch Sachkapital und technischen

¹²⁸ Vgl. dazu bspw. Pearce/Turner (1990).

¹²⁹ Solow (1986), S. 142.

Fortschritt im zeitlichen Verlauf. Einige Sachverhalte in der Vergangenheit untermauern auch diese Überlegungen: Beispielsweise zeigte das letzte Jahrhundert einen stark veränderten Zusammenhang von Wirtschaftswachstum und dem Verbrauch fossiler Energieressourcen. Fossile Energieressourcen konnten zu großen Teilen substituiert werden, sei es durch Atom-, Solar- oder Windenergie.¹³⁰ Ferner argumentiert Solow (1997), ein wesentlicher Vertreter der schwachen Nachhaltigkeit, dass bei Annahme der Kompensationsmöglichkeit eines begrenzten Ressourcenstocks durch erneuerbare Ressourcen die Notwendigkeit der Substitution von natürlichem Kapital durch produziertes automatisch zurückgehe, da im Idealfall ein Zurückgreifen auf den natürlichen Kapitalstock entfalle.¹³¹ Diese Annahme verdeutlicht wiederum den Optimismus in Bezug auf die technologische Entwicklung, der mit der vollkommenen Substitution von erneuerbaren und nicht erneuerbaren Ressourcen einhergeht.

Aufbauend auf die Argumentation von Solow nimmt Stiglitz den Gedanken des technischen Fortschritts auf. In den Fokus seiner Betrachtung stellt er vor allem die gesteigerte Effizienz der Recyclingtechnologie, die auch in Zukunft das Zurückgreifen auf den Naturkapitalstock minimieren soll.¹³² Auch hier setzt dieser Zusammenhang die Notwendigkeit eines stetigen technologischen Fortschritts im Bereich Recycling voraus.

Die Problematik bei allen diesen Argumenten für das Konzept der schwachen Nachhaltigkeit bildet zunächst einmal der zeitliche Aspekt. Er erfordert eine Festlegung, in welchem zeitlichen Rahmen technologischer Fortschritt mit allen seinen Vorteilen für den natürlichen Kapitalstock wirken muss bzw. kann, die in der Realität nicht oder nur vage möglich ist. Beispielsweise benennt Solow (1974) als Zeithorizont „eine sehr lange Zeit“ oder eine „unendlich lange Zeitspanne“, Stiglitz (1997) hingegen fünfzig bis sechzig Jahre. Warum die zeitliche Perspektive eine so bedeutende Rolle spielt, führt Daly (1997) aus. Als Vertreter der starken Nachhaltigkeit kritisiert er den gewählten Zeithorizont „unendlich lange Zeit“ aufgrund des zweiten thermodynamischen Gesetzes: Recycling von Sachkapital unterliegt jedes Mal einem anteiligen Verlust. Anders gesagt kann im Hinblick auf einen zeitlich unbegrenzten Zeithorizont die Substitution von erschöpfbaren durch erneuerbare Ressourcen ohne den Abbau des Naturkapitalstock nicht vollzogen werden.¹³³ Dies weist darauf hin, dass

¹³⁰ Vgl. Walz (1992).

¹³¹ Vgl. Solow (1997), S. 267.

¹³² Stiglitz (1997), S. 269.

¹³³ Vgl. Daly (1997), S. 263.

dieser Ansatz zumindest in Verbindung mit einem sehr langen bzw. ewigen Zeithorizont und konsequenter Substitution praktisch keine Lösung bietet.

Ein weiterer Schwachpunkt dieses Nachhaltigkeitskonzepts liegt in der Präferenzermittlung. Die Problematik schließt dabei an die Charakteristik des Naturkapitals als Konsumguts an. Wie die erweiterten Annahmen zur schwachen Nachhaltigkeit von Pezzey (1992) zeigen, dient ein bestimmtes Konsumniveau als Indikator für das Niveau der Nachhaltigkeit. In diesem Kontext versteht auch Solow (1986) bereits das Naturkapital als Konsumgut. Demnach erachtet Solow es als grundlegend, sich nicht auf die Funktion der Kapitalform zu fokussieren, sondern auf das Konsumverhalten, welches sich an die entsprechenden Kapitalformen anschließt.¹³⁴ Betrachtet man die Annahme detaillierter, so stellt sich die intergenerational motivierte Frage, wie Konsumpräferenzen der Folgegenerationen aussehen mögen. Denn nur anhand dieser ließe sich eine Aussage über das nachhaltige Konsumniveau von Naturkapital treffen. Die zukünftigen Konsumpräferenzen sind nur sehr schwer bestimmbar: Besteht bereits eine Ermittlungsproblematik für die nächste nachkommende Generation, so ist die Präferenzermittlung für dann nachfolgende Generationen so gut wie unmöglich.

Der wohl schwerwiegendste Einwand gegen eine uneingeschränkte Substitution von Naturkapital besteht jedoch in der fehlenden Möglichkeit, lebenserhaltende Funktionen zu ersetzen, die an Teile des Naturkapitals geknüpft sind. Sachkapital kann damit grundlegende und für die menschliche Existenz notwendige Naturkapitalanteile nicht substituieren. „It is the receiving capacity of natural environments-absorptive capacities for carbon and trace chemicals – and the supply of biological diversity, that gives the greatest cause for concern. Ecologists tend to see these as primary characteristics of the natural world, for which there are no real substitutes. In essence, these are the life support systems as we know them. If this is correct, then the natural resource scarcity literature does not help us in determining the sustainability or otherwise of current consumption paths”.¹³⁵ Dies verdeutlicht, dass selbst den Vertretern der schwachen Nachhaltigkeit die benannte Problematik bewusst ist, aber noch keine praktisch relevante Lösung existiert.

Dennoch ist das Konzept der schwachen Nachhaltigkeit von entscheidender Bedeutung, da es die Trade-off-Problematik zwischen den einzelnen Säulen aufzulösen versucht. Die vorliegende Arbeit versucht gerade diese Zielkonflikte der unterschiedlichen Dimensionen der

¹³⁴ Vgl. Solow (1986), S. 142.

¹³⁵ Pearce (1998), S. 82 f.

Nachhaltigkeit aufzunehmen bzw. eine Bewertung vorzunehmen, die die Trade-off-Problematik aufgreift. Sie leistet damit einen Beitrag zur transparenten Diskussion von nachhaltigkeitsorientierter Politik. Dazu bietet das Konzept der schwachen Nachhaltigkeit mit seinen grundlegenden Erkenntnissen der Substituierbarkeit ein hilfreiches Fundament, welches partiell auch in der Praxis Anwendung findet (siehe Kapitel 5).

3.3.5 Die vernünftige Nachhaltigkeit

Die Diskussion der starken und schwachen Nachhaltigkeitskonzepte verdeutlicht, dass aufgrund der offensichtlichen Schwächen beider konkurrierender Konzepte eine Kompromisslösung vonnöten ist. Während sich die starke Nachhaltigkeit konsequent auf die Bewahrung des Naturkapitalstocks fokussiert und damit praktisch keine wirtschaftlichen Aktivitäten ermöglicht, zielt der neoklassische Ansatz auf die Möglichkeit der vollständigen Substituierbarkeit des Naturkapitals durch andere Kapitalformen ab und eröffnet damit die Möglichkeit zum Raubbau an der Natur. Die Vereinigung dieser beiden Extreme gelingt durch die Einführung der „vernünftigen“ Nachhaltigkeit.

Dieses Konzept geht im Wesentlichen auf Serageldin (1996) zurück und lässt sich entweder als eine Vereinigung von starker und schwacher Nachhaltigkeit oder aber als eine grundlegende Erweiterung der schwachen Nachhaltigkeit interpretieren. Im Kern definiert der Ansatz einen Teilbereich des gesamten Kapitalstocks als „kritisches“ Kapital. Dieser kritische Anteil des gesamten Kapitalstock zeichnet sich durch fehlende Substituierbarkeit aus, d.h., er kann durch keinen anderen Bestandteil des Gesamtkapitalstocks ersetzt werden. Der fest definierte Teilbereich zielt im Wesentlichen auf die Bewahrung essentieller Naturkapitalbestände wie bedrohter Tierarten oder unersetzbarer Ökosysteme ab. Jedoch besteht im Rahmen der vernünftigen Nachhaltigkeit auch die Möglichkeit, Kapitalanteile aus den Bereichen Ökonomie und Soziales als kritische Kapitalbestände zu definieren. Denn ohne wirtschaftliche Entwicklung und einen bestimmten sozialen Standard lässt sich ebenso wenig eine nachhaltige Entwicklung bewirken wie bei fehlender ökologischer Basis. Dieser unbedingte Schutz eines bestimmten Kapitalstockanteils lässt sich daher auch als Integration des Konzepts der starken Nachhaltigkeit in den Ansatz der schwachen Nachhaltigkeit verstehen.

Darüber hinaus ermöglicht das Konzept der vernünftigen Nachhaltigkeit neben dem nichtsubstituierbaren Teilbereich des Gesamtkapitalstocks eine uneingeschränkte Substituierbarkeit zwischen den einzelnen Kapitalformen, worin sich der Ansatz der schwachen Nachhaltigkeit widerspiegelt.

Serageldin (1996) bezeichnet diesen Nachhaltigkeitsansatz auch als „sensible sustainability“ und grenzt ihn erneut von dem der starken Nachhaltigkeit ab: „Sensible sustainability requires that in addition to maintaining the total level of capital intact, some concern should be given to the composition of the capital between natural, man-made, human, and social... critical levels should be monitored to ensure that the patterns of development do not promote a depletion of one kind of capital, no matter what is being accumulated in the other forms of capital.”¹³⁶ Dies verdeutlicht, dass auch der Ansatz der vernünftigen Nachhaltigkeit die grundlegende Aufrechterhaltung des Niveaus des Gesamtkapitalstocks verfolgt und damit sowohl die grundlegenden Annahmen der starken als auch der schwachen Nachhaltigkeit aufnimmt.

3.3.6 Zwischenfazit

Der Ansatz der vernünftigen Nachhaltigkeit findet in der vorliegenden Arbeit Anwendung. Im Hinblick auf die offensichtliche Problematik bestehender Zielkonflikte zwischen unterschiedlichen Kapitalformen bietet die vernünftige Nachhaltigkeit die Möglichkeit, diese differenziert zu diskutieren. Dies begründet sich in der Tatsache, dass weder eine komplette Substitution erlaubt ist (schwache Nachhaltigkeit) noch ein vollkommenes Substitutionsverbot (starke Nachhaltigkeit) besteht. Diese differenzierte Substitutionsmöglichkeit schlägt damit, aufgrund der im vorangegangenen Abschnitt diskutierten Argumente, auch die bestmögliche Brücke zur Realität.

Der Ansatz der vernünftigen Nachhaltigkeit bietet die Plattform für eine differenzierte Diskussion von Zielkonflikten und Kompensationsproblematiken, aber liefert dennoch keine Aussage darüber, wie die jeweiligen kritischen Werte für Nachhaltigkeit für die einzelnen Kapitalformen zu definieren sind. Auch muss auf Basis des gewählten Nachhaltigkeitsverständnisses geklärt werden, welche Teile des gesamten Kapitalstocks als besonders schützenswert gelten und von der Substituierbarkeit auszuschließen sind. Zur Beantwortung dieser Fragestellung lässt sich vorwegnehmen, dass es keine verallgemeinerbare Definition für substituierbare und nichtsubstituierbare Kapitalteile gibt. Zur Lösung dieses Problems sind vielmehr unterschiedliche Szenarien heranzuziehen, die es im Kontext einer Beispielregion zu diskutieren gilt.

Des Weiteren erfordert die Definition von kritischen Grenzwerten für die jeweiligen Nachhaltigkeitsanteile eine Messbarkeit dieser Kapitalanteile. Nur quantifizierbares Sach-

¹³⁶ Serageldin (1996), S. 8.

Natur-, Human- und Sozialkapital ermöglicht die Festlegung von kritischen Nachhaltigkeitsgrenzwerten. Dies soll in der vorliegenden Arbeit über entsprechende Indikatoren für regionale Nachhaltigkeit passieren.

3.4 Ansätze zur Operationalisierung von Nachhaltigkeit

Ausgehend von den Nachhaltigkeitskonzepten besteht die Frage, wie sich Nachhaltigkeit im Kontext des erweiterten Ansatzes der vernünftigen Nachhaltigkeit operationalisieren lässt und, daran anknüpfend, wie ein effektives Nachhaltigkeitsmonitoring aussehen kann. In Bezug auf die jeweiligen Nachhaltigkeitskomponenten sind Grenzwerte festzulegen, die Aufschluss über ihren Nachhaltigkeitsstand liefern. Um diese überhaupt bestimmen zu können, sind entsprechende Indikatoren notwendig, die eine Entwicklung über Zeit abzubilden vermögen. Atkinson (1997) definiert nach OECD (1994) die erforderlichen Eigenschaften für die Indikatoren wie folgt:

1. Die Indikatoren müssen *politische Relevanz* aufweisen, d.h.
 - leicht interpretierbar sein,
 - den zeitlichen Verlauf abbilden können,
 - Veränderungen von „driving forces“ abbilden können
 - und in Relation zu Schwellenwerten oder Referenzwerten setzbar sein.
2. Die Indikatoren müssen *analytisch belastbar* sein, d.h., im Kontext von Nachhaltigkeit muss ein klares Verständnis der Zielsetzung existieren.
3. Die Indikatoren müssen *messbar* sein; die theoretisch besten Indikatoren nützen nichts, wenn sie nicht erhebbar sind, also keine Datensätze vorhanden sind.

Die Auswahl der Indikatoren setzt das Vorhandensein einer Zielsetzung voraus. Soll eine retrospektive oder zukünftige Betrachtung erfolgen? Für eine retrospektive Betrachtung eignen sich Indikatoren, die eine bestandsorientierte Ausrichtung besitzen und im Kontext der Nachhaltigkeit den Bestand der Kapitalformen abbilden. Indikatoren, die auf die Zukunft ausgerichtet sind, müssen vor allem das Aufzeigen zukünftiger Belastungen sowie die Wirkungszusammenhänge zwischen den einzelnen Subsystemen charakterisieren.

Im Zusammenhang von Nachhaltigkeitsindikatoren existieren unterschiedliche Ansätze, die zur Abbildung einer nachhaltigen Entwicklung dienen. Im Wesentlichen beschränken sie sich auf die *Aggregationsansätze*, die *Systemansätze* sowie *freie Ansätze*. In der Regel finden jedoch nur die ersten beiden Anwendung.

3.4.1 Aggregierte Indikatorkonzepte

Aggregationsansätze konzentrieren sich auf die Zusammenführung aller vorhandenen Informationen, um diese mit einer einheitlichen Metrik abzubilden. Ein Vorteil aggregierter Ansätze liegt in der leichten Kommunizierbarkeit aufgrund ihres eindimensionalen Charakters. Dabei stellen Wohlfahrtsindikatoren im Kontext der Nachhaltigkeit die gängige Form aggregierter Indikatorsysteme dar. Diese sind zu unterscheiden nach Input- und Output-Ansätzen.¹³⁷ Der Input-Ansatz fokussiert sich dabei auf die Bestimmungsgründe der einzelnen Subjekte, die zu einem Indikator zusammengefasst werden sollen. Dazu erfolgt eine Gewichtung der einzelnen Bestandteile gängigerweise über Preissysteme, so dass eine Monetarisierung der jeweiligen Subjekte stattfindet. Diese Herangehensweise findet vor allem unter Ökonomen Bevorzugung vor den Output-Ansätzen. Diese legen ihren Schwerpunkt auf die Wohlfahrt, den Output, der jeweiligen Subjekte. Die Aggregation wird im Gegensatz zu Input-Ansätzen nicht über ein Preissystem vorgenommen, sondern über eine soziale Gewichtung. Diesem Ansatz wird zumeist eine moralphilosophische Herangehensweise zugesprochen.

Im Kontext der Nachhaltigkeitsdebatte regt sich jedoch starke Kritik an den wohlfahrtsorientierten Indikatorsystemen. Das liegt primär an dem neoklassischen Paradigma, dem wohlfahrtsorientierten Ansätze unterliegen, welches ungeeignet erscheint, ökologische und soziale Aspekte der Nachhaltigkeit abzubilden. In diesem Zusammenhang benennen Pezzey (1992) und auch der Beirat zur Umweltökonomischen Gesamtrechnung grundlegende Probleme, die aus dem Paradigma resultieren. Zu benennen ist dabei die Annahme exogen gegebener Präferenzen. Diese stellt ein wesentliches Defizit dar, da keine soziale oder kulturelle Anpassung stattfindet. Aber auch die Annahme starrer Nutzen- und Produktionsfunktionen ist problematisch. Im Rahmen wohlfahrtsorientierter Ansätze findet keine Anpassung durch Konsumententscheidungen und Umweltzustände statt. Ebenso kritikwürdig erscheint der Umstand der Ableitung des Nutzens aus dem absoluten und nicht aus dem relativen Konsumniveau. Einen weiteren Kritikpunkt bildet der Umgang mit nicht quantifizierbaren Tatbeständen. In den wohlfahrtsorientierten Indikatoransatz können nur quantifizierbare Variablen Eingang finden, qualitative Tatbestände, die im Kontext der Nachhaltigkeit oftmals eine wichtige Rolle spielen, werden hingegen ignoriert. Hinzu kommt ein undifferenzierter Umgang mit möglichen Trade-offs. Im Hinblick auf den Aspekt der

¹³⁷ Vgl. Dasgupta/Mäler (2001).

Generationengerechtigkeit ist es fraglich, inwieweit die heute gewählten Produktions- und Nutzenfunktionen auch denen der folgenden Generationen entsprechen. Auch hier besteht wiederum die problematische Annahme von über die Zeit und Generationen hinweg starren Präferenzen. Des Weiteren ist der Umstand einer Monetarisierung von Naturwerten als problematisch zu sehen.

3.4.2 Satellitenkonzepte

Ausgehend von den genannten theoretischen und häufig in der Praxis auftretenden empirischen Problemen der Wohlfahrtsindikatoren setzte sich im Rahmen der Nachhaltigkeitsdebatte überwiegend der sogenannte Systemansatz durch. Im Gegensatz zu Aggregationsansätzen versuchen Systemansätze mit Hilfe eines Indikatormix ohne Aggregation ein ganzheitlich objektives Bild nachhaltiger Entwicklung wiederzugeben.

Neben den Wohlfahrtsindikatoren, die den Aggregationsansatz repräsentieren, vertreten die Satellitensysteme von Indikatoren den Systemansatz. Dabei wird eine Vielzahl von Indikatoren gewählten Klassifikationen (z.B. sozialen, ökonomischen, ökologischen) zugeordnet. Gleichzeitig wird keine Aggregation vorgenommen, d.h., jeder Indikator steht für sich, es wird keine Gewichtung und Gleichschaltung auf eine einheitliche Metrik vorgenommen. Satellitensysteme besitzen den Vorteil, dass sie bereits an bestehende Operationalisierungen anderer Disziplinen anknüpfen können. Man kann sie als Erweiterung von Gesamtrechnungssystemen sehen, die bereits vor der Nachhaltigkeitsdiskussion existierten. Das birgt den Vorteil einer soliden empirischen Grundlage, da über einen langen Zeithorizont Daten vorhanden sind. Auch die Verfügbarkeit bestehender und etablierter Indikatoren aus der amtlichen Statistik für Indikatoren- und Rechensysteme stellt einen Vorteil dar. Somit besteht die Möglichkeit des Zugriffs auf existierende Monitoringkonzepte, aus denen ein Nachhaltigkeitsmonitoring entwickelt werden kann, ohne neue Strukturen schaffen zu müssen. Die Dominanz von Satellitensystemen in Bezug auf Nachhaltigkeit resultiert noch aus weiteren Sachverhalten. Vor allem in Bezug auf das systemtheoretische Nachhaltigkeitsverständnis können Satellitensysteme neben sozialen und ökonomischen Bestandsgrößen auch Umweltdaten in Form von physischen Größen¹³⁸ aufnehmen. In diesem Rahmen sind auch Indikatoren für Stoffströme zulässig. Ferner ist dieses Konzept bei einer Vielzahl von nationalen und internationalen Institutionen in Verwendung. Beispielsweise

¹³⁸ Im Gegensatz zu Wohlfahrtsindikatoren kann hierdurch beispielsweise die Problematik der Monetarisierung von Naturwerten vermieden werden.

betreibt das statistische Bundesamt eine integrierte Nachhaltigkeitsberichterstattung, die sich aus physischen Strom- und Bestandsgrößen sowie ökonomischen Daten zusammensetzt. Zusammenfassend lässt sich sagen, dass Indikatorsysteme aus der Familie der Satellitensysteme sich aufgrund ihrer Transparenz, hohen Flexibilität und vor allem der empirischen Grundlage durchgesetzt haben. Problematisch ist dabei jedoch die schlechte Kommunizierbarkeit. Können Wohlfahrtsindikatoren gut kommuniziert werden, so besteht bei den Satellitensystemen die Schwierigkeit, die Vielzahl der Einzelindikatoren und deren Wechselwirkung zu erläutern. Damit zusammenhängend wird auf eine Gewichtung bzw. Bewertung der Einzelindikatoren verzichtet, jedoch auch kein schlüssiges Lösungskonzept für dieses Problem geliefert.

Auf unterschiedlichen Ebenen (supranational, national, regional) wird Nachhaltigkeit aufgrund bestehender Ebenenspezifika differenziert wahrgenommen. Dies findet zumeist Ausdruck in der Wahl von Indikatoren. In diesem Zusammenhang ist auf Kompatibilität zu achten, d.h., die Einzelindikatoren der jeweiligen Ebenen sollten verknüpfbar sein, um die Wirkung von Nachhaltigkeitsmaßnahmen ebenenübergreifend sichtbar machen zu können. Genau das können Satellitensysteme leisten.

Des Weiteren spielt die bereits erwähnte Problematik existierender Datensätze für das Satellitenkonzept eine Rolle, wenn es um die Auswahl einer bestimmten Bewertungsmethode geht, was im nächsten Abschnitt deutlich wird.

3.4.3 Nachhaltigkeitsindikatoren im Kontext der Agenda 21

Das Bewusstsein, ein entsprechendes Indikatorset zu etablieren, um eine differenzierte Diskussion bezüglich regionaler Nachhaltigkeit führen zu können, bestand bereits im Rahmen der Rio-Konferenz 1992. Die daraus hervorgegangene Agenda 21 führte zur Entwicklung eines geeigneten Operationalisierungskonzeptes zur Messung von Nachhaltigkeit. In diesem Zusammenhang gilt das besondere Interesse dieses Abschnitts der Ausgestaltung der Operationalisierung von Nachhaltigkeit im Kontext der Agenda 21, da sie als Ausgangspunkt der modernen Nachhaltigkeitsdiskussion anzusehen ist und somit einen erheblichen Einfluss auf die Messungskonzepte besitzt. Dies liegt vor allem in ihrer Vorreiterrolle begründet, die sich in der in Kapitel 40 der Agenda 21 zu findenden Aufforderung zur Entwicklung von Indikatoren für eine nachhaltige Entwicklung auf allen Ebenen (international, national, regional, lokal) manifestiert.¹³⁹ Neben der Entwicklung entsprechender standardisierter

¹³⁹ Vgl. Brinkmann (1999), BMU (1997).

Nachhaltigkeitsindicatorsätze durch die UN, seit 1995 in zweiundzwanzig Pilotstaaten¹⁴⁰, entwickelten sich vor allem auf nationaler Ebene eigenständige Operationalisierungskonzepte zur Messung einer nachhaltigen Entwicklung.¹⁴¹ In Deutschland lässt sich hierbei auf die nationale Nachhaltigkeitsstrategie verweisen, die seit 2002 eine Operationalisierung der nationalen Nachhaltigkeit in Form von 21 Schlüsselindikatoren vornimmt.¹⁴² Die dazu entwickelten Indikatoren der Bundesregierung zeichnen sich durch ihren systemischen bzw. satellitenhaften Charakter aus, d.h., die Messung von Nachhaltigkeit erfolgt nicht über einen aggregierten Einzelindikator, sondern über die differenzierte Form einer Vielzahl zu Subsystemen gebündelter Einzelindikatoren. Nicht nur auf dieser Ebene dominieren die Satellitenkonzepte. Auch auf der bereits erwähnten UN-Ebene findet eine Messung von Nachhaltigkeit in Form von über 200 Indikatoren statt.

Neben der übergeordneten Nachhaltigkeitsdiskussion auf nationaler und internationaler Ebene erfolgte auch auf regionaler und lokaler Ebene die Entwicklung eigenständiger Nachhaltigkeitsstrategien, die zumeist mit entsprechenden Operationalisierungskonzepten verbunden sind. Den Anstoß hierfür gab wiederum die Agenda 21, die in Kapitel 28 deutlich zur notwendigen Entwicklung einer lokalen Agenda 21 für die lokalen Ebenen der Teilnehmerländer auffordert. Daher existiert in Deutschland bereits eine Vielzahl von lokalen Nachhaltigkeitsstrategien, die entsprechende Indikatoren zur Messung von Nachhaltigkeitswirkungen enthalten.¹⁴³ Daran anknüpfend weist die aktuelle Nachhaltigkeitsoperationalisierungsdiskussion den kommunalen Ebenen eine besonders entscheidende Rolle zu. Dies liegt zum einen in der Annahme begründet, dass die Indikatoren der kommunalen Ebene¹⁴⁴ für eine Konkretisierung der Ziele einer nachhaltigen Entwicklung stehen.¹⁴⁵ Zum anderen spricht man der Operationalisierung von kommunaler Nachhaltigkeit die Eigenschaft zu, dass sie das Leitbild einer nachhaltigen Entwicklung im Rahmen des lokalen Agenda-21-Prozesses verfestige.¹⁴⁶

¹⁴⁰ Vgl. Brinkmann (1999a), S. 29.

¹⁴¹ Vgl. Jänicke/Jörgens (2000).

¹⁴² Vgl. Bundesregierung (2002).

¹⁴³ Vgl. Renn/León et al. (2000).

¹⁴⁴ Die kommunale Ebene umfasst dabei die lokalen und regionalen Ebenen, somit also Städte und Gemeinden sowie Landkreise.

¹⁴⁵ Vgl. Rösler (2002), BMU/UBA (1999).

¹⁴⁶ Vgl. Kopfmüller (2001).

Bei der Betrachtung der Entwicklung kommunaler Nachhaltigkeitsindikatoren fällt zunächst einmal auf, dass sie vor allem in der praktischen Anwendung Schwierigkeiten aufweist. Das Problem der Messbarkeit bildet jedoch einen entscheidenden Faktor für eine erfolgreiche Praxisanwendung der entsprechenden Indikatoren (siehe dazu die Einleitung des Abschnittes 3.4). Daher lag der Schwerpunkt der Indikatorforschung im Kontext der regionalen Nachhaltigkeitsprozesse in den letzten Jahren zunächst auf der Überprüfung der Praktikabilität von Indikatorsätzen. Sie konzentrierte sich im Wesentlichen auf Kriterien der Erhebbarkeit einzelner Datensätze bzw. der Überprüfung des Vorhandenseins einzelner Datensätze und den damit verbundenen Aufwand, entsprechende Datensätze zu erheben.¹⁴⁷ Ergebnis der bisherigen Forschung war, dass inzwischen zu großen Teilen eine Vielzahl von Operationalisierungskonzepten zur Messung kommunaler Nachhaltigkeit existiert, jedoch bis dato keine Klärung der Verwendungszusammenhänge sowie der beabsichtigten Steuerungswirkungen für Nachhaltigkeit stattfand.

Trotz der erwähnten Mängel besteht die Notwendigkeit, Indikatoren zur Operationalisierung von kommunaler Nachhaltigkeit heranzuziehen. Das BMU formuliert dazu: „Es müssen Indikatoren für nachhaltige Entwicklung entwickelt werden, um eine solide Grundlage für Entscheidungen auf allen Ebenen zu schaffen und zu einer selbstregulierenden Nachhaltigkeit integrierter Umwelt- und Entwicklungssysteme beizutragen.“¹⁴⁸ Ferner beschreibt die Agenda 21 die Notwendigkeit einer Abstimmung der Nachhaltigkeitsindikatoren der unterschiedlichen Ebenen. Zusammenfassend lässt sich dazu die Zielsetzung des BMU-Vorgehens wie folgt benennen:

1. „die Erzielung einer kostengünstigeren und sachdienlicheren Sammlung und Bewertung von Daten durch eine bessere Bestimmung der Nutzung im privaten und öffentlichen Bereich und ihres Informationsbedarfs [...]“;
2. die Stärkung der Kapazitäten [...] zur Sammlung multisektoraler Informationen und ihrer Nutzung in Entscheidungsprozessen und die Erweiterung der Kapazitäten zur Sammlung und Auswertung von Daten und Informationen für die Entscheidungsfindung [...];

¹⁴⁷ Vgl. Teichert (2002).

¹⁴⁸ BMU (1997), S. 282

3. die Entwicklung oder Stärkung der Mittel [...], durch die sichergestellt werden kann, dass sich die auf eine nachhaltige Entwicklung ausgerichtete Planung in allen Bereichen auf zeitgerechte, zuverlässige und nützliche Informationen stützt;
4. die Bereitstellung relevanter Informationen in der für ihre leichtere Verwendung erforderlichen Form und Zeit“.¹⁴⁹

3.5 Zwischenfazit: Nachhaltigkeit: Von der Theorie zur Praxis

Um eine Aussage über die Qualität von Nachhaltigkeitspolitik treffen zu können, legt der Abschnitt 3 die theoretischen Grundlagen von Nachhaltigkeit dar. Dies ist relevant, um die Operationalisierungskonzepte der Praxis nachvollziehen zu können und anschließend eine konsistente Bewertungsgrundlage für nachhaltige Politik zu schaffen.

Zur Einordnung der aktuellen Debatte um unterschiedliche Nachhaltigkeitstheorien bildet die Umweltökonomik die Grundlagen. Umweltfunktionen stehen dabei in vielen Bereichen in starker Konkurrenz zueinander, was zu einer partiellen Belastung von Umweltgütern führen kann. Die Umweltökonomie skizziert dazu mit Hilfe von Theorieansätzen der externen Effekte mögliche Belastungstreiber für Umweltgüter. Gleichzeitig bietet sie entsprechende Lösungsansätze zur Internalisierung von negativen externen Effekten und bildet damit die Grundlage für Nachhaltigkeit. Denn gerade der integrierte Ansatz von Nachhaltigkeit repräsentiert die bestehende Trade-off-Problematik zwischen unterschiedlicher Nutzung von Umweltgütern und die damit verbundene Notwendigkeit mit dem Umgang von negativen Externalitäten.

Der Ursprung und die Notwendigkeit der fundamentalen Nachhaltigkeitstheorien liegen in der endlichen Verfügbarkeit bestimmter Ressourcen. Daher gilt es, aus umweltökonomischer Sicht, ökonomische und soziale Wachstumsprozesse an die Belastbarkeit der ökologischen Systeme anzupassen.¹⁵⁰ Dabei handelt es sich beim Prinzip der Nachhaltigkeit um eine normative Festlegung mit einer klaren ethischen Komponente, im Hinblick auf eine Gleichbehandlung der Generationen.¹⁵¹

Grundlegend konkurrieren zwei Konzepte von Nachhaltigkeit miteinander: die starke und die schwache Nachhaltigkeit. Pezzey/Toman (2005) beschreiben die fundamentale Konkurrenz dieser Konzepte und kommen zu dem Schluss, dass beide für sich genommen nicht als Basis

¹⁴⁹ BMU (1997), S. 282.

¹⁵⁰ Vgl. Bleischwitz (1998), S. 9.

¹⁵¹ Vgl. Krüger/Bizer (2010), S. 2

für eine praxisrelevante Nachhaltigkeitsdebatte dienen können. Die Spanne hinsichtlich der Substituierbarkeit von Naturkapital reicht von der konservativen ökologischen Nachhaltigkeit (starke Nachhaltigkeit), mit Vertretern wie Georgescu-Roegen (1971) oder Daly (1996), bis hin zur „neoklassischen Sicht“ von Nachhaltigkeit (schwache Nachhaltigkeit), mit Vertretern wie Goeller/Weinberg (1977) oder Solow (1992). Während die konservative Sicht keine Substitution von Naturkapital zulässt und damit praktisch keine wirtschaftliche Aktivität ermöglicht, befürwortet die neoklassische Sicht vollkommene Substituierbarkeit und eröffnet damit die Möglichkeit des Raubbaus an der Natur.

Die Grundlagen für einen notwendigen Kompromiss ebnete Serageldin (1996) mit der vernünftigen Nachhaltigkeit. Im Kern verfolgt der Ansatz das Ziel, einen Teilbereich des gesamten Kapitalstocks¹⁵² als „kritisches“ Kapital zu definieren. Dieser kritische Anteil zeichnet sich durch fehlende Substituierbarkeit aus, d.h., kein anderer Bestandteil des Gesamtkapitalstock kann ihn ersetzen. Der fest definierte Teilbereich zielt auf die Bewahrung essenzieller Naturkapitalbestände, wie bedrohter Tierarten oder unersetzbarer Ökosysteme, ab. Jedoch besteht im Rahmen der vernünftigen Nachhaltigkeit auch die Möglichkeit, Kapitalanteile aus den Bereichen der Ökonomie und des Sozialen als kritische Kapitalbestände zu definieren.¹⁵³ Auch der Ansatz der vernünftigen Nachhaltigkeit verfolgt dabei die Aufrechterhaltung des Niveaus des Gesamtkapitalstocks und nimmt damit die grundlegenden Annahmen der starken und schwachen Nachhaltigkeit auf. Somit bildet die vernünftige Nachhaltigkeit zumeist den theoretischen Unterbau der praktischen Nachhaltigkeitsdiskussion.

In der Praxis manifestiert sich die vernünftige Nachhaltigkeit in Form von Nachhaltigkeitsstrategien oder Leitbildern, zumeist ergänzt um einen entsprechenden Indikatorsatz zur Operationalisierung von Nachhaltigkeit. Dieser spiegelt wider, aus welchen Bestandteilen sich der Kapitalstock einer Region zusammensetzt. Dazu lassen sich Schwerpunktthemen als „kritisches“ bzw. „nicht substituierbare“ Bestandteile interpretieren, wie sie beispielsweise in der nationalen Nachhaltigkeitsstrategie zu finden sind.¹⁵⁴ Die praktische Anwendung vernünftiger Nachhaltigkeit lässt sich auch für die Untersuchungsregion Hamburg feststellen. Im Gegensatz zum Bund weist sie zusätzlich kritische Zielwerte für die einzelnen Nachhaltigkeitsindikatoren auf, was sie besonders als

¹⁵² Gesamter Kapitalstock = Natur- + Sach- + Sozialkapital.

¹⁵³ Vgl. Serageldin (1996), S. 6.

¹⁵⁴ Vgl. Deutschland (2008), S. 86 ff.

Untersuchungsobjekt empfiehlt.¹⁵⁵ Auch lässt sich das kritische Nachhaltigkeitskapital durch das Hamburger Leitbild „Metropole Hamburg – Wachsende Stadt“ bestimmen, da entsprechende Förderschwerpunkte für Nachhaltigkeit im Leitbild enthalten und somit kritische Kapitalbestandteile festgelegt sind.

¹⁵⁵ Vgl. Zukunftsrat Hamburg (2009).

4 Methodischer Bewertungsansatz – Theorie der unscharfen Zahlen

4.1 Einführung

Der vorangegangene Teil setzte sich im Wesentlichen mit den ökonomischen Grundlagen von Nachhaltigkeit auseinander, ordnete die Nachhaltigkeit in den umweltökonomischen Diskurs ein und gab einen Überblick über unterschiedliche Operationalisierungskonzepte zur Erfassung von Nachhaltigkeit. An diesen zuletzt genannten Punkt knüpft der folgende Abschnitt an. Die Operationalisierung von Nachhaltigkeit in Form eines entsprechenden Indikatorsets erlaubt zwar im besten Fall eine Abbildung der Ausprägung einzelner Nachhaltigkeitsbausteine, jedoch fehlt weiterhin eine Bewertung der Ausprägungen. Dies gilt zunächst einmal für jeden einzelnen Indikator, aber auch im Hinblick auf eine integrierte Bewertung von Nachhaltigkeit.

Die primäre Aufgabe dieses Abschnitts besteht daher in der Einordnung der Grundlagen der Nachhaltigkeitsdiskussion in einen geeigneten methodischen Rahmen. Dabei wählt die vorliegende Dissertation die Theorie der Fuzzy-Logik als geeigneten Analyserahmen zur Bewertung von Nachhaltigkeitszuständen. Diese sind notwendig, um eine Aussage über die Charakteristik der Nachhaltigkeitspolitik treffen zu können und somit eine Antwort auf die Forschungsfrage zu entwickeln.

In die methodische Diskussion floss die Problematik der Umweltbelastung (Abschnitt 3.1.3) ein, besonders der Aspekt negativer Externalitäten und damit verbundener Internalisierungsstrategien (Abschnitt 3.1.4), mit dem Schwerpunkt des Preis-Standard-Ansatzes. Daran anknüpfend folgte die methodisch konzentrierte Diskussion im Kontext des gewählten Nachhaltigkeitsverständnisses (Abschnitt 3.3) und eines entsprechenden Operationalisierungsansatzes (Abschnitt 3.4). Die abschließende Diskussion des vorliegenden Abschnitts greift die Erkenntnisse der vorangegangenen Abschnitte auf und unterstreicht damit die Eignung von Fuzzy-Sets zur Bewertung von Nachhaltigkeitszuständen.

Infolgedessen zielt der vorliegende Abschnitt darauf ab, den methodischen Ansatz der Fuzzy-Logik explizit mit den für die Forschungsfrage entscheidenden formalen Ausgestaltungen auszuarbeiten und damit die Grundlage für das Verständnis des entwickelten Modells zur Beantwortung der Forschungsfrage sicherzustellen.

4.1.1 Abgrenzung der Begriffe unscharf – ungenau – unsicher

Um die Verknüpfung von Nachhaltigkeit mit dem gewählten methodischen Ansatz zu verdeutlichen, bedarf es einer begrifflichen Erläuterung der Fuzzy-Logik. *Fuzziness* lässt sich aus dem Englischen mit „Unschärfe“ übersetzen. Diese steht im Fokus der Fuzzy-Logik und zielt im Wesentlichen auf eine unvollständige Informationssituation ab, d.h., die Informationen, die als Entscheidungsgrundlage dienen sollen, zeichnen sich durch einen gewissen Grad an Unsicherheit aus.

Neben der Unschärfe bilden Unsicherheit und Ungenauigkeit zwei weitere relevante Aspekte von Unvollständigkeit ab. Dabei beschreiben Dubois/Prade (1988) zunächst die Beziehung von Unsicherheit und Ungenauigkeit wie folgt: „Imprecision and uncertainty can be considered as two complementary aspects of a single reality, that of imperfect information.“¹⁵⁶ Im Rahmen dieser Beziehung unterscheiden sich die beiden Begrifflichkeiten vor allem in ihren Bezugspunkten. Das Attribut der Ungenauigkeit zielt auf den eigentlichen Inhalt eines Tatbestandes ab, nimmt also zunächst keine Bewertung der zur Verfügung stehenden Informationen vor. Dies übernimmt das Attribut der Unsicherheit. Sie bezieht sich auf den Wahrheitsgehalt eines Tatbestandes und bewertet ihn mit Hilfe eines Grades der Unsicherheit.¹⁵⁷

Tabelle 1 gibt einen kurzen Überblick über die Gründe für das Entstehen von Unschärfe bei der Bestimmung von Sachverhalten, die demnach unterschiedlicher Natur sein können.

Tabelle 1: Gründe für Unschärfe

	abgrenzbar/messbar	
1. nicht abgrenzbar/ messbar	2. nicht genau abgegrenzt/gemessen	genau abgegrenzt/ gemessen
→ unscharf		→ scharf

Quelle: Jenßen (1999), S. 4.

¹⁵⁶ Dubois/Prade (1988), S. 1.

¹⁵⁷ Vgl. Motro (1997), S. 12 f., Smets (1997), S. 226–230. Hierbei ist darauf hinzuweisen, dass die Bewertung in der Regel im höchsten Maße subjektiver Natur ist.

Führt man nun den Begriff der Unschärfe ein, so lässt sich erkennen, dass er in einer besonderen Beziehung zu den beiden vorangegangenen Attributen „Unsicherheit“ und „Ungenauigkeit“ steht. In Bezug auf den Inhalt stellt Unschärfe dabei eine spezielle Form der Ungenauigkeit dar, bei der Bewertung hingegen eine spezielle Form der Unsicherheit. Tabelle 2 verdeutlicht beispielhaft den Zusammenhang der drei grundlegenden Attribute einer unvollständigen Informationslage.

Tabelle 2: Beispiele für Unsicherheit – Unschärfe – Ungenauigkeit

		Bewertung		
		<i>sicher</i>	<i>unsicher, aber scharf</i>	<i>unsicher und unscharf</i>
Inhalt	<i>genau</i>	Es regnet morgen.	Mit 50% <i>Wahrscheinlichkeit</i> regnet es morgen.	<i>Möglicherweise</i> regnet es morgen.
	<i>ungenau, aber scharf</i>	Es regnet morgen <i>zwischen 10 und 15 mm.</i>	Mit 50% <i>Wahrscheinlichkeit.</i> regnet es morgen <i>zwischen 10 und 15 mm.</i>	<i>Möglicherweise</i> regnet es morgen <i>zwischen 10 und 15. mm.</i>
	<i>ungenau und unscharf</i>	Es regnet morgen <i>ziemlich stark.</i>	Mit 50% <i>Wahrscheinlichkeit</i> regnet es morgen <i>ziemlich stark.</i>	<i>Möglicherweise</i> regnet es morgen <i>ziemlich stark.</i>

Quelle: Jenßen (1999), S. 5.

Da in Entscheidungs- bzw. Bewertungsprozessen eine möglichst vollständige Informationslage anzustreben ist, bilden Ungenauigkeit, Unsicherheit und Unschärfe elementare Problemfelder für eine fundierte Entscheidungsgrundlage. Um diese Problemfelder zu entschärfen, existieren grundsätzlich zwei Theorien, die mit unvollständigen Informationsbedingungen arbeiten und die versuchen, trotzdem eine transparente und verwendbare Entscheidungsgrundlage zu liefern. Die Wahrscheinlichkeitstheorie zielt in diesem Zusammenhang auf die Berücksichtigung von Unsicherheit ab. Das Attribut der

Ungenauigkeit hingegen wird mit der Fuzzy-Set-Theorie aufgenommen, mit dem Hauptaugenmerk auf dem Inhalt eines Tatbestandes bzw. einer Aussage.¹⁵⁸ Diese zwei theoretischen Ansätze schließen sich dabei nicht grundsätzlich aus, vielmehr besteht die Möglichkeit der Kombination einzelner Elemente beider Ansätze.¹⁵⁹ Der Kombination einzelner Elemente der beiden Theoriestränge fällt im Rahmen der vorliegenden Arbeit sogar eine besondere Bedeutung zu, da die in die Fuzzy-Set-Theorie integrierten Elemente der Wahrscheinlichkeitstheorie die Brücke zur Praxis schlagen.

Betrachtet man die allgemeine Nachhaltigkeitsdiskussion, so wird deutlich, dass sie sich in höchstem Maße durch die genannten Attribute der Informationsunvollständigkeit auszeichnet. Im Rahmen der Vergleichsstudie „Vier Nachhaltigkeitsstrategien im Vergleich – und was Hamburg daraus lernen kann“ konnte ganz deutlich herausgearbeitet werden, dass Unschärfe in Bezug auf Unsicherheit und vor allem Ungenauigkeit bei der Operationalisierung von Teilaspekten der Nachhaltigkeit eine bedeutende Rolle spielt.¹⁶⁰

Um dies näher zu beleuchten, folgt im nächsten Abschnitt die Diskussion von Nachhaltigkeit im Zusammenhang mit Unsicherheit und Ungenauigkeit. Damit soll sich erschließen, warum das gewählte methodische Vorgehen, die Fuzzy-Regelungssysteme, sich zur Bewertung von Nachhaltigkeit besonders eignet. Gleichzeitig erfolgt eine kurze Erläuterung, warum Elemente der Wahrscheinlichkeitstheorie in das gewählte methodische Vorgehen Eingang finden und welche Rolle sie spielen.

4.1.2 Anwendung auf die Bewertung von Nachhaltigkeit

Wie bereits in mehreren Abschnitten anklung, ist Nachhaltigkeit als ein sehr vielfältig genutzter Begriff bzw. genutztes Konzept zu interpretieren. Dazu formulieren Phillis/Kouikoglou (2009) prägnant die grundlegende Problematik von Nachhaltigkeit in Bezug auf ihre Bewertung: „Sustainability is an inherently vague and complex concept and cannot be described, let alone measured, by traditional mathematics. Policy makers and scientists often prefer natural language expressions rather than equations or numerical values in assessing sustainability.“¹⁶¹ Gerade die Wahl der „Sprache“ als Ausdruck von Nachhaltigkeit führt grundsätzlich zu einer Unschärfe des Nachhaltigkeitsbegriffs und der

¹⁵⁸ Vgl. Zadeh (1965).

¹⁵⁹ Vgl. Kacprzyk (1988).

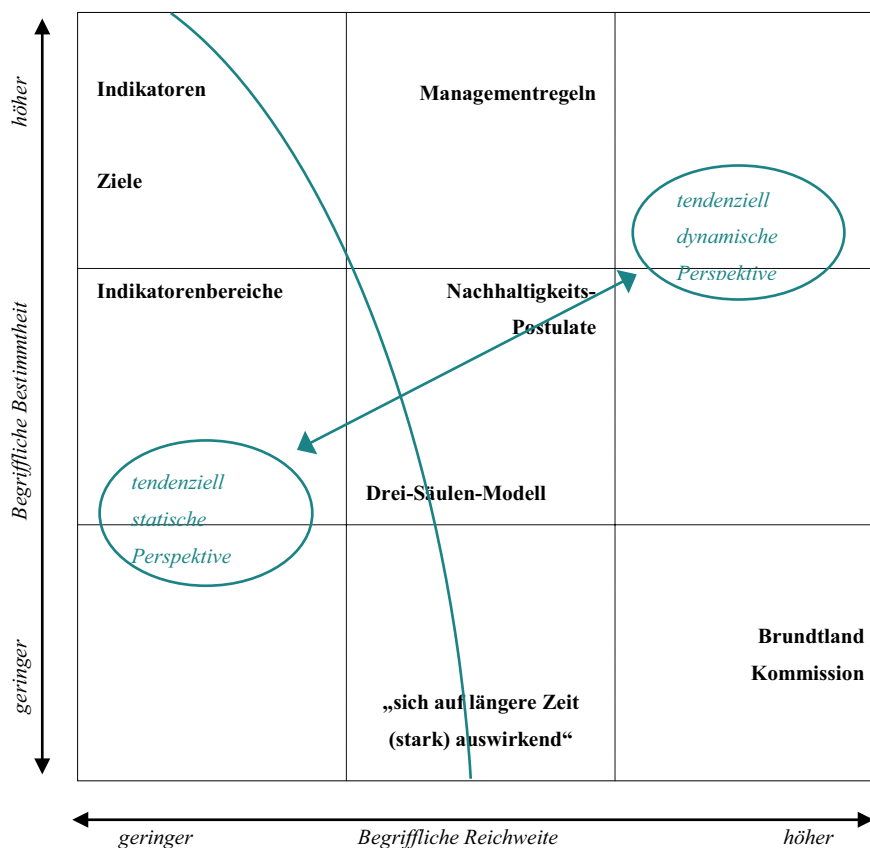
¹⁶⁰ Vgl. Menzel (2009), S. 10 ff.

¹⁶¹ Phillis/Kouikoglou (2009), S. 11.

dahinter stehenden Konzepte und theoretischen Fundamente. Es besteht die Gefahr, dass der Begriff der Nachhaltigkeit zu einer leeren Hülse mutiert.¹⁶²

In Bezug auf die Vielzahl der Gebrauchskategorien von Nachhaltigkeit verdeutlicht die Übersicht von Hensel (2010) beispielsweise die unterschiedlichen Gebrauchskategorien in Bundespolitik und Verfassungs-/Bundesrecht.¹⁶³

Abbildung 3: Der Nachhaltigkeitsbegriff – Übersicht



Quelle: Hensel (2010)

Die Brundtland-Definition¹⁶⁴ verdeutlicht, dass der Nachhaltigkeitsbegriff in vielerlei Formen genutzt wird, sich jedoch in seiner Bedeutung, begrifflichen Reichweite und begrifflichen

¹⁶² Vgl. Daly (1990), S. 32. Hierzu sei angemerkt, dass Daly die „leere Hülse“ aus seinen Erfahrungen mit Entwicklungsökonomien bezieht, die zumeist das Nachhaltige an einer nachhaltigen Entwicklung benennen können (Endogenitätsproblem).

¹⁶³ Hensel (2010), S. 301.

¹⁶⁴ „Nachhaltige Entwicklung ist Entwicklung, die die Bedürfnisse der Gegenwart befriedigt, ohne zu riskieren, dass künftige Generationen ihre eigenen Bedürfnisse nicht befriedigen können“ (vgl. Brundtland (1987)).

Bestimmtheit unterscheidet (siehe Kapitel 2). Dieses Delta zwischen einer besonders hohen begrifflichen Bestimmtheit und einer besonders hohen Reichweite bildet im Rahmen der Fuzzy-Set-Theorie die Unschärfe ab. Bewegt man sich in der Abbildung 3 diagonal von dem sehr allgemeinen Nachhaltigkeitsverständnis der Brundtland-Kommission über das integrierte Drei-Säulen-Konzept hin zum Feld der Indikatoren und Ziele für Nachhaltigkeit, so steigt die begriffliche Tiefe und die begriffliche Reichweite nimmt ab.

Das bedeutet, dass für eine Untersuchung zur Bewertung von nachhaltiger Entwicklung zunächst einmal die Notwendigkeit der Festlegung eines konkreten Nachhaltigkeitsverständnisses besteht. Dabei existiert die Annahme, dass nur ein möglichst scharfer, im Fall von Nachhaltigkeit also ein Nachhaltigkeitsbegriff mit einer hohen begrifflichen Bestimmtheit die optimale Grundlage für eine Nachhaltigkeitsbewertung zulässt: „Defining sustainable development is not too difficult. The difficult issue is in determining what has to be done to achieve it.”¹⁶⁵ Um der Unschärfe in Bezug auf das grundlegende Nachhaltigkeitsverständnis entgegenzuwirken und somit eine Verbesserung der Entscheidungsgrundlage – bezogen auf Entscheidungen, die eine nachhaltige Entwicklung vorantreiben – zu erreichen, bedarf es der Beantwortung zweier grundlegender Fragen:

1. Wie definiert sich im Bewertungsansatz das entsprechende Nachhaltigkeitsverständnis?
2. Wie lässt sich das entsprechende Nachhaltigkeitsverständnis operationalisieren?¹⁶⁶

Folgt man diesen grundlegenden Fragen zur Schärfung der Nachhaltigkeitsbegrifflichkeit, so ist die Konsequenz die Ausrichtung des Nachhaltigkeitsverständnisses nach dem oberen Feld „Indikatoren, Ziele“ aus Abbildung 3 vorzunehmen. Durch diese Fokussierung bzw. Konkretisierung nimmt gleichzeitig die begriffliche Reichweite ab, was entsprechende Folgen nach sich zieht.

Durch die scharfe Festlegung auf bestimmte Ziele und Indikatoren für Nachhaltigkeit werden bestimmte Nachhaltigkeitsverständnisse ausgegrenzt, denn bei festen Zielen und Indikatoren

¹⁶⁵ Atkinson (1997), S. 3.

¹⁶⁶ Atkinson (1997), S. 3. Im Rahmen der vorliegenden Arbeit wird die Bewertung der Nachhaltigkeit beispielhaft mit dem bereits erwähnten Nachhaltigkeitsindikatorset der Stadt Hamburg (HEINZ) durchgeführt. Ferner benennt Atkinson als dritte Frage die Möglichkeit, wie Wirtschaftspolitik dazu beitragen kann, das Ziel einer nachhaltigen Entwicklung zu erreichen. Auf diese Frage geht Kapitel 2 näher ein.

besteht beispielsweise keine sinnvolle Möglichkeit eines Vergleiches mit den Nachhaltigkeitsverständnissen mit einer besonders hohen begrifflichen Reichweite. Daneben wird noch eine weitere Einschränkung durch die Fokussierung auf bestimmte Nachhaltigkeitsziele und Indikatoren deutlich: Im Hinblick auf die Bewertung von regionaler Nachhaltigkeit besteht in der Regel kein einheitliches Indikatorset für regionale Nachhaltigkeit.¹⁶⁷ Dies führt dazu, dass im Grunde nur eine Region auf ihre nachhaltige Entwicklung hin geprüft werden kann und interregionale Vergleiche aufgrund der jeweiligen regionalen Spezifika nicht möglich sind.

4.2 Grundlegende Einordnung der Fuzzy-Set-Theorie im Kontext von Nachhaltigkeit

Nachdem in den vorangegangenen Abschnitten die Begrifflichkeiten der Unschärfe und Unsicherheit in Zusammenhang mit Nachhaltigkeit gebracht wurden, besteht nun die Notwendigkeit, den formalen Umgang mit unscharfen Zahlen und Mengen zu erläutern. Der Fokus liegt dabei zum einen auf einer allgemeinen Abbildung subjektiver Grenzwerte und Einschätzungen von Zahlenwerten innerhalb der Fuzzy-Set-Theorie. Dies ist notwendig, um anschließend die Grenzwerte für einzelne Nachhaltigkeitsindikatoren der gewählten Untersuchungsregion unter dem Aspekt der Unschärfe und Unsicherheit zu bewerten. Zum anderen ist eine grundlegende Abgrenzung von der traditionellen Mengenlehre nötig, um den Mehrwert der Betrachtung von Nachhaltigkeit aus dem Blickwinkel der Fuzzy-Logik zu begründen. Da der Fokus der vorliegenden Arbeit nicht auf einer methodischen Erweiterung liegt, sondern die Fuzzy-Logik als Bewertungsinstrument dient, beschränkt sich dieser Abschnitt auf die notwendigsten formalen Erläuterungen der Fuzzy-Logik-Grundlagen.

4.2.1 Unscharfe Mengen

Ausgehend von der traditionellen Mengenlehre nach Cantor (1966) besteht das Verständnis, dass ein bestimmtes Objekt entweder eindeutig einer Menge zuordenbar ist oder nicht.¹⁶⁸ Ein Graubereich der Unschärfe bzw. Unsicherheit ist demnach mit der traditionellen Mengenlehre nicht vereinbar. Daran anknüpfend lässt sich ableiten, dass eine klare Grenze zwischen

¹⁶⁷ Vgl. dazu bspw. Menzel (2009).

¹⁶⁸ „Unter einer Menge verstehen wir jede Zusammenfassung M von bestimmten wohlunterschiedenen Objekten m unserer Anschauung oder unseres Denkens (welche die Elemente von M genannt werden) zu einem Ganzen.“ (Cantor/Zermelo (1966), 282)

Zugehörigkeit bzw. Nichtzugehörigkeit eines Objektes zu einer bestimmten Menge existieren muss. Betrachtet man jedoch das Regenbeispiel aus Tabelle 2 oder aber den konkreten Untersuchungsgegenstand dieser Dissertation, Nachhaltigkeit, so lässt sich in der Praxis ein anderes Bild erkennen. Ausgehend von Abbildung 3 lassen sich fließende Übergänge der Begriffskategorien erkennen, was für keine scharfen Grenzen in der Praxis spricht. Insgesamt scheint eine scharfe Trennung von Zugehörigkeit und Nichtzugehörigkeit zu einer Menge in der Praxis nur in den seltensten Fällen möglich zu sein.¹⁶⁹ Die Fuzzy-Logik setzt genau an dieser Stelle an und verallgemeinert das traditionelle Mengenverständnis. Der Begründer der Fuzzy-Logik, Lotfi A. Zadeh, erachtet diese Verallgemeinerung als notwendig, da, wie bereits ausgeführt, nur in den seltensten Fällen präzise Zugehörigkeitskriterien für entsprechende Objekte vorliegen.¹⁷⁰ Nach Zadeh weisen natürlichsprachliche Kategorien (z.B. schön, teuer, nachhaltig) eine unendliche Anzahl an Begrifflichkeiten auf, die diese Kategorien beschreiben und die sich zumeist durch besondere Unpräzision auszeichnen. Biewer (1997) führt als Beispiele die Ausgewogenheit eines Weines, die Schönheit einer Blume, alte, dicke, kleine oder große Menschen an.¹⁷¹ Die fehlende Präzision zieht sich dabei wie ein roter Faden durch sämtliche Bereiche des täglichen Lebens, wie das Ingenieurwesen¹⁷², die Meteorologie¹⁷³, die Medizin¹⁷⁴, die maschinelle Produktion¹⁷⁵ und auch die Ökonomie.¹⁷⁶

Dennoch ließ sich bis zur Einführung der Fuzzy-Logik nicht auf das traditionelle Mengenverständnis der klassischen Mathematik verzichten: Nur sie lieferte kalkulierbare Werte, mit denen entsprechende Zustände beschrieben werden konnten, jedoch mit den bereits ausgeführten Defiziten. Um diese Problematik aufzulösen, erweiterte Zadeh die traditionelle Mengentheorie. „Essentially, such a framework provides a natural way of dealing with problems in which the source of imprecision is the absence of sharply defined criteria of class membership rather than the presence of random variables.“¹⁷⁷ Genau diese Problematik

¹⁶⁹ Vgl. Biewer (1997), S. 54.

¹⁷⁰ Vgl. Zadeh (1965), S. 338.

¹⁷¹ Vgl. Biewer (1997), S. 54.

¹⁷² Siehe Blockley (1979).

¹⁷³ Siehe Cao/Chen (1983).

¹⁷⁴ Siehe Vila/Delgado (1983).

¹⁷⁵ Siehe Mamdani (1976).

¹⁷⁶ Siehe Phillis/Kouikoglou (2009).

¹⁷⁷ Zadeh (1965), S. 339.

der fehlenden „scharfen“ Grenzen einer möglichen Nachhaltigkeitsbewertung bzw. -definition rechtfertigt die Anwendung der Fuzzy-Logik.

Die Fuzzy-Logik selbst weist hingegen keinerlei Unschärfe auf: Sie repräsentiert ein streng mathematisches Konzept, welches im Rahmen seiner Anwendung auch mit unscharfen bzw. unsicheren Berechnungsgrundlagen einen konkreten numerischen Wert berechnet. Dazu bedarf es zunächst der grundlegenden Darstellung der Mengentheorie nach dem Verständnis der Fuzzy-Logik.

Ausgangspunkt ist das bereits erwähnte klassische Mengenverständnis nach Cantor (1966).¹⁷⁸ Überträgt man es in eine formale Form, so geschieht dies in der Regel in der Definition der Zugehörigkeit einer Teilmenge T zu einer Gesamtmenge G . Dabei ist T die Gesamtheit aller Objekte, die zu T gehören, aus der Gesamtmenge G . Die Zugehörigkeit eines Objektes aus G zu T lässt sich in der klassischen Algebra beispielsweise über eine analoge Kodierung festlegen: Mit 0 bezeichnet man ein Objekt von G , welches nicht zur Teilmenge T gehört, mit 1 hingegen bezeichnet man ein Objekt von G , welches zur Teilmenge T gehört. Formal lässt sich dieser Zusammenhang wie folgt darstellen:¹⁷⁹

$$c_T : G \rightarrow \{0;1\}$$

Es lässt sich also ein ordinaler Zugehörigkeitsgrad abbilden, der jedoch keine Zwischenstufen wie 0,5 erlaubt. Um dieser Unvollkommenheit der traditionellen charakteristischen Funktion¹⁸⁰ von T zu begegnen, ist eine kardinale Zugehörigkeitsgradbestimmung notwendig, die das Fuzzy-Logik-Konzept zulässt. Dies geschieht über die Festlegung eines Intervalls zwischen 0 und 1, welches zunächst keine radikale Neukonzeption darstellt, sondern vielmehr eine Erweiterung. Das Konzept der Fuzzy-Logik lässt immer noch eine eindeutige Zugehörigkeit bzw. Nichtzugehörigkeit zu, da das Intervall die Zugehörigkeitswerte 0 und 1 mit einschließt.¹⁸¹

$$\mu_U : G \rightarrow [0;1]$$

Mit der Einführung des Intervalls zur Abbildung der Zugehörigkeit lassen sich nun auch unscharfe Mengen abbilden, die nicht scharf abgrenzbar sind. Im vorliegenden Fall beschreibt μ_U die Zugehörigkeitsfunktion der unscharfen Teilmenge U . Zur allgemeinen Darstellung

¹⁷⁸ Vgl. Cantor/Zermelo (1966), S. 282.

¹⁷⁹ Vgl. Klir/Folger (1988), S. 6 f.

¹⁸⁰ Vgl. Dubois/Prade (2000), S. 42.

¹⁸¹ Dabei ist darauf hinzuweisen, dass Elemente, die keine Zugehörigkeit zu einer Teilmenge aufweisen, in der Regel nicht abgebildet werden (vgl. Zimmermann (1996), S. 12).

lässt sich die Zugehörigkeit von Objekten x zu der unscharfen Menge U in Form einer paarweisen Zusammenfassung abbilden:¹⁸²

$$U = \{x; \mu_U(x) \mid x \in G\}$$

Damit lässt sich U als Graph der Zugehörigkeitsfunktion interpretieren, über den man direkt auch die unscharfe Menge abbilden kann, was somit auch dem ursprünglichen Konzept von Zadeh entspricht.¹⁸³ Ein an Biewer (1997) angelehntes Beispiel soll dazu den Vorteil und die wesentlichen Unterschiede zwischen der traditionellen und der Fuzzy-Mengentheorie verdeutlichen.

Der Begriff „starkes Fieber“ repräsentiert ein klassisches Problem, welches sich mit Hilfe der Fuzzy-Logik realitätsnäher beschreiben lässt als mit der Theorie der scharfen Zahlen. Nach dieser bedarf es einer Festlegung eines Grenzwertes, ab dem man von „starkem Fieber“ spricht. Nimmt man an, dieser sei $39,5^\circ\text{C}$, dann sieht die formale Darstellung wie folgt aus, wobei x die Fiebertemperatur in $^\circ\text{C}$ beschreibt:

$$T = \{x \in \mathfrak{R} \mid 32 \leq x \leq 44\},$$

$$\forall x \in T : c_T(x) = \begin{cases} 1, & \text{falls } x \geq 39,5 \\ 0, & \text{sonst.} \end{cases}$$

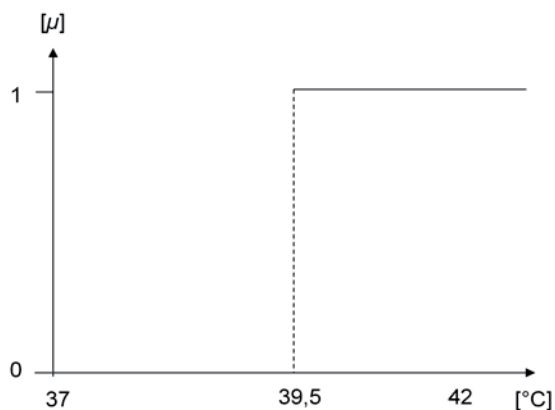
Die Konsequenz dieses Vorgehens verdeutlicht die graphische Darstellung, die den (wenig realistischen) Sprung von Zugehörigkeit zu Nichtzugehörigkeit verdeutlicht.¹⁸⁴

¹⁸² Vgl. Phillis/Kouikoglou (2009), S. 12.

¹⁸³ Zadeh (1965), S. 339.

¹⁸⁴ Der Zugehörigkeitsgrad wird in den Abbildungen 2 und 3 über die Variable μ abgebildet und verdeutlicht auf dem Einheitsintervall $[0;1]$ die Zugehörigkeit eines Objektes der Teilmenge T zu der jeweiligen natürlichsprachlichen Variabel, welche im vorliegenden Fall das „starke Fieber“ ist.

Abbildung 4: „Starkes Fieber“ nach klassischer Definition



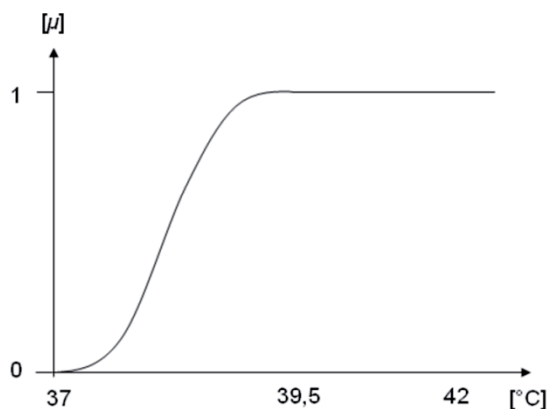
Quelle: eigene Darstellung

Die Definition des Begriffes „starkes Fieber“ mit Hilfe der traditionellen Mengentheorie nach Cantor/Zermelo (1966) erscheint wenig sinnvoll, denn 39,4 °C ist demnach kein starkes Fieber, jedoch 39,5°C wieder eindeutig starkes Fieber (siehe Abbildung 4). Auch ist die fehlende Unterscheidung von beispielsweise 42°C gegenüber 39,5°C zu kritisieren, die per normative Definition beide „starkes Fieber“ beschreiben. Wie allgemein bekannt sein dürfte, besteht in der Realität jedoch ein essentieller Unterschied zwischen diesen beiden Fieberausprägungen. Vielmehr erscheint ein stetiger Anstieg der Funktion sinnvoller mit

$$U = \{(x; \mu_U(x)) \in \mathfrak{R} \wedge 32 \leq x \leq 44 \times [0;1]\}$$

und der dazugehörigen Abbildung 5, die einen stetig steigenden Verlauf der Zugehörigkeit der Fiebertemperatur zum Begriff „starkes Fieber“ aufweist.

Abbildung 5: „Starkes Fieber“ nach Fuzzy-Logik



Quelle: eigene Darstellung

Wie bereits erwähnt, bilden die Zugehörigkeitswerte mit $\mu = 1$ und $\mu = 0$ Ausnahmefälle in der Fuzzy-Mengentheorie, die normalerweise nur in der scharfen Mengentheorie vorzufinden sind. Dies weist zum einen den Vorteil auf, dass kein grundsätzlicher Widerspruch zur traditionellen Mengentheorie existiert. Zum anderen besteht dadurch die Möglichkeit der Übernahme entsprechender mathematischer Mengenoperationen aus der klassischen Mengentheorie.¹⁸⁵

Zusammenfassend ist zu sagen, dass die Mengentheorie der Fuzzy-Logik eine Modellierung der linguistischen Unbestimmtheit ermöglicht. Dabei behält die Modellierung die Präzision der Mathematik, da, wie gezeigt, Unbestimmtheit durch entsprechende Funktionen und Mengen darstellbar ist. Die Unbestimmtheit begründet sich nicht in der Unwissenheit, ob ein Ereignis eintritt oder nicht, sondern in der fehlenden Kenntnis einer präzisen Abgrenzung linguistischer Variablen bzw. einer scharfen Definition mit einer belastbaren Grenzziehung. Die Fuzzy-Logik ist keine unscharfe bzw. vage Theorie, sie ist vielmehr eine äußerst präzise Theorie, die mit unscharfen und vagen Sachverhalten umzugehen vermag, die in der Realität zuhauf auftauchen.¹⁸⁶

4.2.2 Unscharfe Zahlen

Für einen konkreten Bezug auf eine integrierte Nachhaltigkeitsbewertung ist die Charakterisierung von unscharfen Zahlen notwendig, da die Nachhaltigkeitsbewertung auf einer entsprechenden Zusammenführung von Einzelindikatoren beruht. Die Ausprägungen der Indikatoren sind annahmegemäß als unscharfe Zahlen zu verstehen, da nach Fuzzy-Logik keine scharfe Grenze zwischen einer rein nachhaltigen und nichtnachhaltigen Ausprägung vorhanden ist. Dies beruht auf der bereits erläuterten Unsicherheit innerhalb der normativen Zielsetzung für jeden einzelnen Indikator für Nachhaltigkeit.

Im Rahmen des letzten Abschnitts wurden unscharfe Mengen klassifiziert, die die Grundmenge für unscharfe Zahlen repräsentieren. Unscharfe Zahlen repräsentieren dabei eine spezielle Form von unscharfen Mengen. Sie sind in der Regel die Algorithmen, die innerhalb der Fuzzy-Logik zum Einsatz kommen, obwohl noch andere, zum Teil sehr komplexe Algorithmen innerhalb der Fuzzy-Logik anwendbar sind.¹⁸⁷ Diese spielen aber in der

¹⁸⁵ Vgl. Kahlert/Frank (1993), S. 38 f.

¹⁸⁶ Vgl. Biewer (1997), S. 56 f.

¹⁸⁷ Vgl. Dubois/Prade (1980), S. 46 ff. Die vorliegende Arbeit orientiert sich an der üblichen praktizierten Anwendung der Fuzzy-Logik, da sie sich weniger auf eine methodische Erweiterung der Fuzzy-Logik

praktischen Anwendung eine untergeordnete Rolle, da ihre Komplexität zumeist ihren Mehrwert bei der Lösung eines Fuzzy-Problems kompensiert.¹⁸⁸ Die entscheidenden Charakteristiken einer repräsentativen unscharfen Zahl U lassen sich mit Hilfe von fünf Bedingungen zusammenfassen:¹⁸⁹

1. Die Grundmenge repräsentiert die reellen Zahlen:

$$\mu_U : \mathbb{R} \rightarrow [0;1].$$

2. U ist normalisiert auf ein Einheitsintervall 0 bis 1:

$$\exists x \in \mathbb{R} : \mu_U(x) = 1.$$

3. Der Support von U ist beschränkt:

$$\exists z \in \mathbb{R} : y \prec \{x \mid \mu_U(x) \succ 0\} \prec z.$$

4. μ_U ist stückweise stetig.

5. Die Quasikonkavität¹⁹⁰ von U muss gegeben sein:

$$\forall x \prec y \prec z : \mu_U(y) \geq \min(\mu_U(x); \mu_U(z))$$

Basierend auf diesen Bedingungen lassen sich nicht nur unscharfe Zahlen identifizieren. Auch unscharfe Intervalle fallen unter diese Kriterien. Sie unterscheiden sich lediglich in der Benennung des Ausgangspunktes: Ist bei einer unscharfen Zahl der Ausgangspunkt klar bestimmt, so unterliegt dieser bei unscharfen Intervallen einer gewissen Schwankungsbreite. Abbildung 6 verdeutlicht beispielhaft den Unterschied zwischen einem unscharfen Intervall und einer unscharfen Zahl.

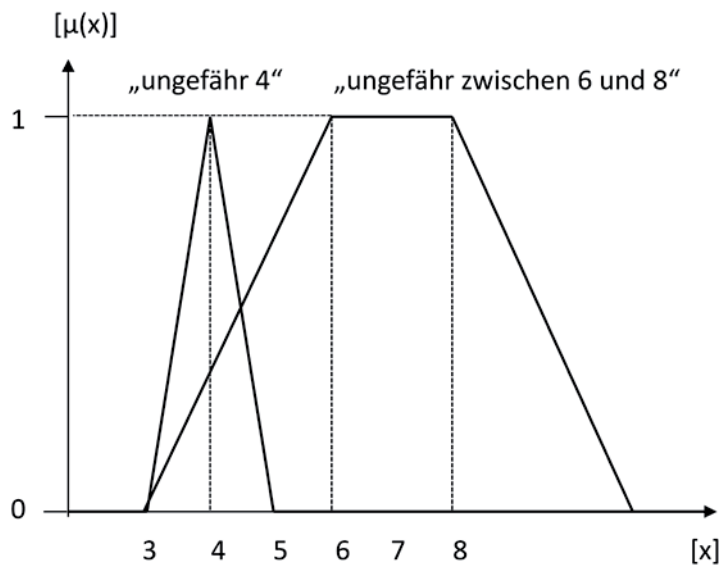
konzentriert, als vielmehr auf die Anwendung der Fuzzy-Logik auf die gestellte Forschungsfrage nach der Symbolik von Nachhaltigkeitspolitik.

¹⁸⁸ Vgl. Dubois/Prade (1978), S. 375 f.; Fedrezzi (1987), S. 20; Kaufmann (1986), S. 332; Yager (1986), S. 336.

¹⁸⁹ Vgl. Dubois/Prade (1988), S. 33 ff.

¹⁹⁰ Vgl. Zadeh (1978), S. 23, Dubois/Prade (1988), S. 34. Quasikonkavität bezieht sich nicht auf die Zugehörigkeitsfunktion, sondern explizit auf die Fuzzy-Menge. Dabei ist diese Bedingung erfüllt, wenn alle α -Schnitte Konvexität aufweisen.

Abbildung 6: Unscharfe Zahlen und unscharfe Intervalle



Quelle: Kacprzyk (1997)

Die unscharfe Zahl „ungefähr 4“ befindet sich demnach innerhalb der Fläche des Dreiecks von Abbildung 6. Das erwähnte unscharfe Intervall befindet sich hingegen innerhalb der Fläche des Trapezes. Auch wird wiederum die Inklusion der scharfen Zahlen bzw. Intervalle deutlich, wie der Zugehörigkeitswert $\mu(x) = 1$ bei $x = 4$ bzw. $6 \leq x \leq 8$ verdeutlicht. Ferner ist zu erwähnen, dass diese Veranschaulichungen, also das Dreieck bzw. Trapez, die gängigen Darstellungsformen repräsentieren.¹⁹¹

4.2.3 Praktische Anwendung fuzzybasierter Operatoren für Nachhaltigkeitsindikatoren

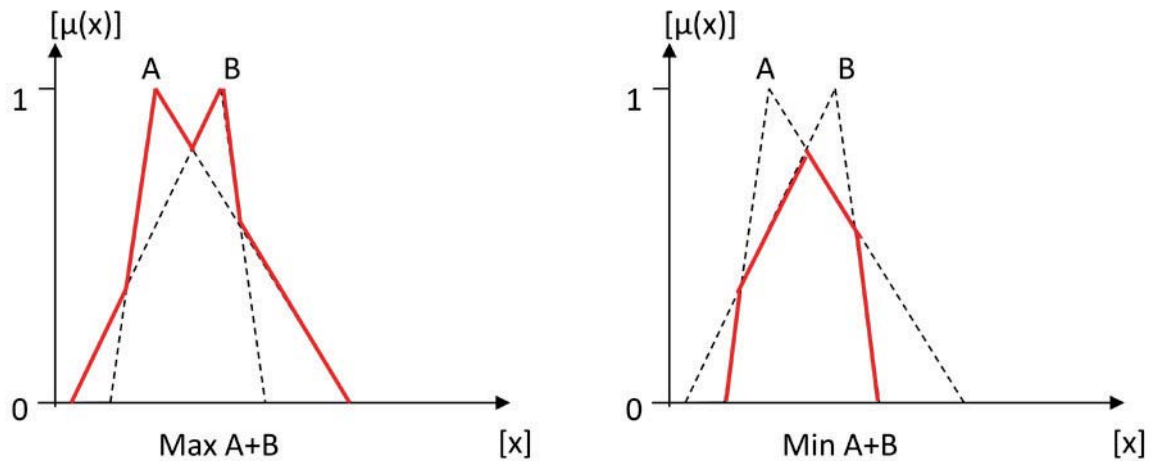
Fasst man die bisherigen Erkenntnisse über Operatoren für unscharfe Zahlen und Mengen, das Erweiterungsprinzip zusammen, so führt dies zwangsläufig zur Frage nach der praktischen Anwendung der bisher geschilderten theoretischen Ansätze. Wie intensiv diskutiert wurde, argumentiert die Fuzzy-Logik zumeist über die unscharfen Zahlen bzw. Zugehörigkeitsfunktion einer unscharfen Zahl. Daher sollen im Folgenden die bisherigen Erkenntnisse in die praktische Nutzung einfließen und diese detailliert dargelegt werden.

Wie bereits in Abschnitt 0 erwähnt, bildet die Vereinigung zweier unscharfer Mengen den sogenannten Maximumoperator, der das natürlichsprachliche bzw. linguistische ODER repräsentiert. Sein Gegenstück ist der Durchschnitt zweier unscharfer Mengen, der

¹⁹¹ Vgl. Kacprzyk (1997), S. 42 f.

Minimumoperator, der das linguistische UND repräsentiert. Diese Operatoren sind deshalb so entscheidend, da sie bei einer integrierten Bewertung den Grad des Optimismus ausdrücken, was die Betrachtung der Zusammenführung zweier Zugehörigkeitsfunktionen verdeutlicht.

Abbildung 7: Unterschied von Max- und Min-Operator



Quelle: eigene Darstellung

Wie Abbildung 7 verdeutlicht, sind erhebliche Unterschiede bezüglich der Flächen (rot eingrahmt) zwischen Max A+B und Min A+B zu erkennen. Dies ist insofern relevant, da im Rahmen der Fuzzy-Logik die Berechnung der scharfen Zahl, die sogenannte Defuzzifikation, auf der Fläche basiert, die durch die Addition aller unscharfen Zahlen entsteht. Setzt man dies wiederum in Bezug zur Operationalisierung von Nachhaltigkeit, so spielt die Wahl eines entsprechenden Operators eine gewichtige Rolle. Dies begründet sich in der Frage, ob besonders nachhaltige Einzelindikatoren weniger positiv ausgeprägte Indikatoren kompensieren sollen. In diesem Zusammenhang existiert noch eine Kompromisslösung zwischen den Min- und Max-Operatoren, der γ -Operator, der den kompensatorischen Durchschnitt zweier unscharfer Zahlen abzubilden vermag. Formal lässt sich dieser wie folgt darstellen:¹⁹²

$$\mu_{U \circ V}(x) = [\max\{\mu_U(x) * \mu_V(x)\}]^{\gamma} * [\min\{\mu_U(x) * \mu_V(x)\}]^{1-\gamma} \quad \forall x \in G \wedge \gamma \in [0; 1]$$

¹⁹² Vgl. Bothe (1993), S. 47.

Mit der Potenz γ lässt sich der Grad der Kompensation bestimmen¹⁹³, mit dem beispielweise ein Indikator der ökonomischen Säule einen Indikator der ökologischen Säule kompensieren darf. Hierzu ist anzumerken, dass dieser Operator der Vollständigkeit halber Erwähnung findet, da er innerhalb der Fuzzy-Logik ein theoretisches Potenzial aufweist, Kompensation transparent zu behandeln. Praktisch findet er jedoch keinen Eingang in die vorliegende Arbeit. Dies begründet sich in dem Aspekt, dass sich γ im Rahmen dieser Arbeit nicht ermitteln lässt. Daher soll innerhalb der folgenden Anwendung der Fuzzy-Logik der Min-Operator Anwendung finden, der eine eher pessimistische Ausprägung von Nachhaltigkeit skizziert und damit das Modell nicht unnötig spekulativ macht. Ferner findet der Max-Operator nur dort Anwendung, wo sich explizit Nachhaltigkeitsschwerpunkte erkennen lassen, welche der Hamburger Nachhaltigkeitsstrategie zu entnehmen sind. Dieses Vorgehen führt dazu, dass negative Ausprägungen von Schwerpunktindikatoren entsprechend negativ auf die Gesamtbewertung wirken, aber auch bei positiven Ausprägungen durch ihre positive Kompensationswirkung zu einer besseren Gesamtpomformance des Indexes beitragen.

4.2.4 Auswahl geeigneter Verknüpfungsoperatoren für Nachhaltigkeitsindikatoren

Wie der letzte Abschnitt verdeutlicht, besitzt die Wahl der Verknüpfung einen wesentlichen Einfluss auf das Ergebnis einer Bewertung innerhalb der Fuzzy-Logik. Daher thematisiert dieser Abschnitt die bereits angerissene Frage nach der Wahl von adäquaten Operatoren sowie die Möglichkeit einer Nutzung von einzelnen Operatoren hinsichtlich des spezifischen Charakters von unscharfen Zahlen.¹⁹⁴

Wie im vorangegangenen Abschnitt bereits erwähnt, spielt die reale Angemessenheit der Operatorwahl eine essenzielle Rolle. Die Operatorwahl beruht dabei nicht primär auf den formalen Eigenschaften der Operatoren, sondern auf einem möglichst nahen Realitätsbezug. Die Wahl des UND oder ODER basiert im Wesentlichen auf Expertenwissen oder auf einer möglichst genauen Beschreibung des zu bewertenden Prozesses. Im vorliegenden Fall zeichnet sich die integrierte Nachhaltigkeitsbewertung durch kaum vorhandenes Expertenwissen über eine optimale Beschreibung aus. Aus diesem Grund gilt im angewandten Fuzzy-Modell zunächst die pessimistische Annahme, was sich in der Anwendung des Min-Operators widerspiegelt und gleichzeitig eine absolute Gleichgewichtung aller Inputindikatoren impliziert.

¹⁹³ Vgl. Zimmermann/Zysno (1980), S. 37 ff.

¹⁹⁴ Vgl. Mayer (1993), S. 46 ff., Zimmermann/Angstenberger (1993), S. 24 ff., Kuhl (1996), S. 25 f.

Auch die rechnerische Effizienz spielt eine erhebliche Rolle. Es existiert eine Vielzahl weit komplexerer Operatoren¹⁹⁵, die jedoch mit einer enormen Komplexitätszunahme verbunden sind. Daher stellt sich die Frage nach der Abwägung zur Wahl eines entsprechenden Operators. Wie bereits im Zusammenhang mit der realen Angemessenheit erwähnt, existiert kaum Expertenwissen hinsichtlich einer integrierten Bewertung von Nachhaltigkeit im Rahmen der Fuzzy-Logik. Dies führt zu der Erkenntnis, dass nur möglichst transparente und spekulationsfreie Operatoren die geeignete Lösung repräsentieren. Auch wenn die Min- und Max-Operatoren zu einer einfachen Lösung des Bewertungsproblems führen, verkomplizieren sie die Problemstellung hinsichtlich zusätzlicher Modellannahmen nicht und führen zu einer sehr transparenten Bewertung. Ferner ist zu erwähnen, dass sich mit dem Komplexitätsgrad der Operatoren auch die Berechnungszeit verlängert, was zu einer Einschränkung der Handhabbarkeit des Modells führen kann.

Im Zusammenhang mit der im vorangegangenen Absatz erwähnten Gleichgewichtung der Indikatoren ist in Kürze die Kompensation zu diskutieren. Der γ -Operator verdeutlichte bereits eine Möglichkeit Kompensation zuzulassen. Diese sehr differenzierte Form mit Nutzung von γ als Kompensationsgrad soll in dieser Arbeit, aufgrund der geschilderten fehlenden Informationslage keine Anwendung finden. Dennoch soll in der Modellerweiterung, mit Integration der Hamburger Nachhaltigkeitsstrategie, eine Kompensation vorgenommen werden. Dazu bietet der Max-Operator ein geeignetes Instrument, das alle Schwerpunktindikatoren mit den Normalindikatoren verbindet. Dies lässt eine Negativ- und Positivkompensation in beide Richtungen zu.

Abschließend gilt es die Operatoren hinsichtlich der Skalen der Indikatoren zu beleuchten. Dabei ist zwischen einer ordinalen und einer kardinalen Skalierung zu unterscheiden. Bietet die kardinale Skala eine nahezu uneingeschränkte Anwendung der Operatoren, so sind bei ordinalen Skalierungen nicht alle Operationen anwendbar, wie beispielsweise der hier nicht näher diskutierte Produkt-Operator.

Diese Ausführung verdeutlicht, dass trotz Theoriefülle das Anwendungsbeispiel die Wahl der Operatoren determiniert. Daher soll die theoretische Operatordiskussion an dieser Stelle enden und erst wieder ausführlich im Abschnitt zur Modellierung des Praxisbeispiels der Freien Hansestadt Hamburg in den Vordergrund rücken.

¹⁹⁵ Vgl. Noll (2009), S. 34 f.

4.2.5 Fuzzy-Relationen bei scharfen und unscharfen Mengen

Wie bereits die Min- und Max-Operatoren verdeutlichten, liegt eine Stärke der Fuzzy-Logik darin, natürlichsprachliche, unsichere und unscharfe Verbindungen zu formalisieren. Neben dem UND und ODER spielt jedoch auch das „Von etwas auf etwas schließen“ eine Rolle, d.h., es besteht die Notwendigkeit, das WENN/DANN formal zu gestalten, um diesen linguistischen Zusammenhang für die nachfolgende Berechnung nutzen zu können. Dies ermöglichen die Fuzzy-Relationen, die den Grad einer Beziehung von unscharfen Elementen abzubilden vermögen.

Hierzu ist nochmals auf den Kompensationsgedanken einzugehen. Legt man die vorliegende Problemstellung einer integrierten Nachhaltigkeitsbewertung zugrunde, so stellt sich die Frage nach dem Zusammenspiel von Einzelindikatoren. Beispielsweise liegt ein Zusammenhang von ökonomischen und ökologischen Indikatoren nahe, d.h., eine positive Ausprägung von ökologischen Kennzahlen lässt eine eher negative Ausprägung ökonomischer Kennzahlen vermuten.¹⁹⁶ Diese Zusammenhänge stehen zwar nicht explizit im Fokus der Arbeit, da es sich zunächst um eine reine Bewertungsfrage handelt. Dennoch spielen sie eine wesentliche Rolle bei Fragen zur Steuerung von Nachhaltigkeit.¹⁹⁷

Kompensation und Steuerung basieren im Wesentlichen auf der Beziehung, die einzelne Elemente zueinander aufweisen.¹⁹⁸ Die klassische Algebra bietet dazu jedoch nur ein begrenzt geeignetes Instrument hinsichtlich des Realitätsbezugs.¹⁹⁹ Dies begründet sich darin, dass auch im Kontext von Relationen in den seltensten Fällen eine scharfe bzw. eindeutige Beziehung vorhanden ist, wie beispielweise die Relation der Begriffe „junger Mann“ und „großer Mann“ verdeutlicht.²⁰⁰ Versucht man den Begriff „junger großer Mann“ zu modellieren, so existiert eine entsprechende Unsicherheit, wie das Alter die Größe beeinflusst und umgekehrt. Im Rahmen der Fuzzy-Theorie lässt sich die Relation zweier unscharfer Zahlen²⁰¹ als Kreuzprodukt abbilden:

¹⁹⁶ Siehe dazu den Abschnitt 3.1.3.1 Externalitäten als Nachhaltigkeitstreiber.

¹⁹⁷ Vgl. Voß (2008), S. 244 f.

¹⁹⁸ Vgl. Kuhl (1996), S. 27.

¹⁹⁹ Vgl. Wolf (1988), S. 63.

²⁰⁰ Vgl. Kahlert/Frank (1993), S. 32 ff.

²⁰¹ Hierbei sei angemerkt, dass sich der Einfachheit halber die formale Darstellung auf den Zusammenhang zweier unscharfer Zahlen bzw. Mengen beschränkt. Dieser Zusammenhang ist jedoch nicht auf Zweidimensionalität limitiert, sondern kann auf n Dimensionen ausgeweitet werden (vgl. Rommelfanger (1988), S. 67 f., Klir/Folger (1988), S. 65 ff.).

$$\tilde{R} : G_1 \times G_2 \rightarrow [0;1]$$

Damit gilt, dass sich aus den Elementen der Grundmenge $G_1 (x \in G_1)$ und der Grundmenge $G_2 (x \in G_2)$ ein Paar mit einem entsprechenden Zugehörigkeitswert $\mu_{\tilde{R}}(x, y)$ für die Relation \tilde{R} ergibt.²⁰²

Am Beispiel der Determinierung des Begriffs „junger großer Mann“ soll nochmals das formale Vorgehen verdeutlicht werden. Dazu findet der Min-Operator Anwendung, der die kleinste gemeinsame Zugehörigkeit beider Ausprägungen, also „junger Mann“ und „großer Mann“, zusammenführt.

$$\mu_{\tilde{R}}(\text{Alter}, \text{Größe}) = \min\{\mu_1(\text{Alter}); \mu_2(\text{Größe})\}$$

Die Grundmenge für das Alter sei dabei $G_1 = \{15, 20, 25, 30, 35\}$ und für die Größe $G_2 = \{170, 175, 180, 185, 190\}$. Tabelle 3 skizziert alle möglichen Relationszusammenhänge, die über den Zugehörigkeitswert $\mu_{\tilde{R}}(\text{Alter}, \text{Größe})$ abgebildet werden. Dabei entspricht $\mu_{\tilde{R}}(\text{Alter}, \text{Größe}) = 1$ vollkommen dem Begriff „junger großer Mann“, $\mu_{\tilde{R}}(\text{Alter}, \text{Größe}) = 0$ eindeutig nicht dem Begriff „junger großer Mann“ und $\mu_{\tilde{R}}(\text{Alter}, \text{Größe}) = 0,5$ entsprechend dem Zugehörigkeitswert von 0,5 dem Begriff „junger großer Mann“.

Tabelle 3: Relation von Größe und Alter

Alter/Größe	170	175	180	185	190
15	0	0	0	0	0
20	0	0,5	0,5	0,5	0,5
25	0	0,5	1	1	1
30	0	0,5	0,5	0,5	0,5
35	0	0	0	0	0

Quelle: Kahlert/Frank (1993), S. 33

Die beispielhaften Zugehörigkeitswerte lassen sich wie folgt interpretieren: Ein junger Mann, unabhängig von seinem Alter, weist mit 170 cm Größe zu keiner Zeit gleichzeitig auch das

²⁰² Vgl. Zimmermann (1991), S. 70; Kuhl (1996), S. 27.

Attribut „groß“ auf. Auch besagen die Ergebnisse, dass alle jungen Männer im Alter von 25 ab 180 cm eindeutig als junge UND große Männer zu klassifizieren sind.²⁰³

Zur Verdeutlichung der eingangs erwähnten Darstellung von Fuzzy-Relationen als Kreuzprodukt beschreibt die nachfolgende Gleichung die Ergebnisse der Tabelle in Form der formalen Darstellung als Kreuzprodukt:²⁰⁴

$$\tilde{R} = \mu_{jung} \times \mu_{alt} = \begin{pmatrix} 0 \\ 0,5 \\ 1 \\ 0,5 \\ 0 \end{pmatrix} \circ (0 \ 0,5 \ 1 \ 1 \ 1) = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0,5 & 0,5 & 0,5 & 0,5 \\ 0 & 0,5 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 0,5 & 0,5 & 0,5 & 0,5 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

Diese Darstellung in Form eines Kreuzprodukts ist ebenso für die zu Beginn des Abschnitts genannten WENN/DANN-Schlussfolgerungsketten abzubilden, was im Abschnitt der „Fuzzy-Inferenz“ näher erläutert wird.

Ein besonderes Augenmerk im Rahmen der Fuzzy-Relationen soll auf der Übertragung der Mengenoperatoren liegen. Die im Abschnitt „Operationen mit unscharfen Mengen“ eingeführten Mengenoperatoren sind nun auch auf die Fuzzy-Relationen übertragbar. Analog zu der vorausgegangenen Entscheidung, dass auf komplexe Kompensationsoperatoren verzichtet werden soll, folgt nur die Übertragung des Durchschnitts (UND) und des Vereinigungsoperators (ODER).²⁰⁵ Dazu seien wiederum zwei Relationen \tilde{R}_1 und \tilde{R}_2 gegeben für $G_1 \times G_2 \rightarrow [0; 1]$. Dann gilt für den Min-Operator, also den Durchschnitt von \tilde{R}_1 und \tilde{R}_2 ,

$$\mu_{\tilde{R}_1 \cap \tilde{R}_2}(x; y) = \min \{ \mu_{\tilde{R}_1}(x; y); \mu_{\tilde{R}_2}(x; y) \}$$

und für den Max-Operator, also die Vereinigung von \tilde{R}_1 und \tilde{R}_2 ,

$$\mu_{\tilde{R}_1 \cup \tilde{R}_2}(x; y) = \max \{ \mu_{\tilde{R}_1}(x; y); \mu_{\tilde{R}_2}(x; y) \}$$

mit $(x; y) \in G_1 \times G_2 \rightarrow [0; 1]$.

²⁰³ Vgl. Kahlert/Frank (1993), S. 33 f.

²⁰⁴ Im Gegensatz zum klassischen Kreuzprodukt wird hier nicht „Zeile mal Spalte“ als Operator angewandt, sondern der Min-Operator ersetzt diesen, so dass aus jeder Kombination zwischen Zeile und Spalte das Minimum den Zugehörigkeitswert determiniert.

²⁰⁵ Vgl. Kahlert/Frank (1993), S. 35 ff.

Es gibt noch eine weitere Erweiterungsmöglichkeit hinsichtlich der Nutzung der genannten Operatoren. Sie bezieht sich auf die Kombination der auf Fuzzy-Relationen übertragenen Mengenoperatoren. Dazu seien wiederum zwei Relationen \tilde{R} für $G_1 \times G_2 \rightarrow [0;1]$ und \tilde{S} für $G_2 \times G_3 \rightarrow [0;1]$ gegeben. Dann gilt für das Produkt oder die Komposition von \tilde{R} und \tilde{S} : $\tilde{R} \circ \tilde{S} : G_1 \times G_3 \rightarrow [0;1]$, ausgedrückt über die entsprechenden Zugehörigkeitsfunktionen

$$\mu_{\tilde{R} \circ \tilde{S}}(x; y) = \max_{y \in G_2} \{ \min \{ \mu_{\tilde{R}}(x; y); \mu_{\tilde{S}}(y; z) \} \}$$

mit $(x; z) \in G_1 \times G_3 \rightarrow [0;1]$.

Diese Komposition ist deswegen so entscheidend, da auf ihr im Wesentlichen das bereits erwähnte approximative Schließen WENN/DANN beruht. Neben der sogenannten Max-Min-Komposition existieren noch zwei weitere Kompositionsmöglichkeiten, die teilweise auch in der Praxis Anwendung finden. Zum einen ist dies die Max-Prod-Kompensation, bei der das einfache Kreuzprodukt beider Relationen gebildet wird. Zum anderen stellt die Max-Average-Komposition eine Alternative dar, die auf eine Komposition über die Mittelwerte abzielt. In der vorliegenden Untersuchung sind diese jedoch nicht relevant, sie könnten jedoch in einer Modellerweiterung Anwendung finden. Diese Entscheidung basiert auf dem bereits mehrfach erwähnten Kompensationsgedanken. Da kaum Expertenwissen bezüglich der Beziehungen einzelner Indikatoren vorhanden ist, macht es wenig Sinn, besonders optimistische Ausprägungen bzw. Mittelwerte als Beziehungsverbindungen zu wählen.²⁰⁶ Auch erfordert die Forschungsfrage zunächst keine differenzierte Auseinandersetzung mit Kompensationszusammenhängen, da die Bewertung der nachhaltigen Entwicklung im Vordergrund steht und nicht ihre Steuerung. Vielmehr soll zunächst gelten, dass bei einer integrierten Bewertung immer der schwächste Indikator als Ausrichtung für die sektorale bzw. die gesamte Nachhaltigkeitsbewertung dient.²⁰⁷ Die Verbindung durch die Max-Min-Komposition ermöglicht dies im Gegensatz zu den zwei anderen Kompositionen, die, ebenso wie der γ -Operator, Stärken beim Vorhandensein einer höheren Informationsbasis aufweisen.

²⁰⁶ Beziehung meint hiermit den Kompensationszusammenhang der Indikatoren.

²⁰⁷ Pessimistische Bewertung aufgrund geringer Informationslage.

4.3 Fuzzy-Regelungssysteme zur Nachhaltigkeitsbewertung

4.3.1 Allgemeines Funktionsprinzip von Regelungssystemen

Ausgehend von den bisherigen theoretischen Grundlagen und Zusammenhängen soll im Folgenden die praktische Nutzung der Fuzzy-Logik zur Bewertung unsicherer Tatbestände im Fokus der nächsten Abschnitte stehen. Bei der Anwendung von Fuzzy-Modellen sind dafür Regelungssysteme von fundamentaler Bedeutung.

Wie bereits zu Beginn der Nachhaltigkeitsanalyse erläutert, ist für eine Bewertung der Nachhaltigkeit die Wahl eines Indikatorsets notwendig (siehe Abschnitt 3.4). Da der Schwerpunkt dieses Abschnitts auf der Erläuterung der Wirkungszusammenhänge des Modells liegt, soll die Wahl eines Indikatorsets nicht näher diskutiert werden. Die Vorstellung des gewählten Indikatorsets (HEINZ) erfolgt anhand des Praxisbeispiels, Stadt Hamburg, im weiteren Verlauf dieser Arbeit.

Im nächsten Schritt sind die Zielwerte für die Einzelindikatoren im Kontext von Nachhaltigkeit zu betrachten. Wie schon erwähnt, unterliegen die Zielwerte einer großen Unsicherheit. Zumeist sind die Ziele politisch determiniert oder unterliegen der Problematik kurzfristiger Perspektiven oder schlichter Willkür. Um trotzdem mit diesen unsicheren Zielsetzungen arbeiten zu können, besteht die Möglichkeit auf Fuzzy-Regelungssysteme zurückzugreifen. Sie ermöglichen eine Modellierung unter Unsicherheit und Unschärfe. Im Rahmen des Fuzzy-Ansatzes werden Vagheit und Unsicherheit von Zielwerten schon im Vorfeld toleriert und in die Kalkulation integriert. Anstelle aufwendiger Schlussfolgerungsprozesse wird auf approximiertes Schließen zurückgegriffen. Dadurch lässt sich, ausgehend von der unvollkommenen Informationslage, gezielt eine Komplexitätsreduktion gegenüber anderen Systemen erreichen.²⁰⁸

Auf den Punkt gebracht, sind Fuzzy-Regelungssysteme zwischengeschaltete Mechanismen zwischen einer Messgröße und einer Stellgröße.²⁰⁹ Bei Messgrößen handelt es sich um einen scharfen bzw. messbaren Inputwert, der in das Regelungssystem eingeführt wird.²¹⁰ Die Stellgröße, die durch die Inputwerte bestimmt wird, ist dabei der Output und in der Regel auch eine scharfe Größe. Dabei ist zu beachten, dass die Eingangsvariablen und die

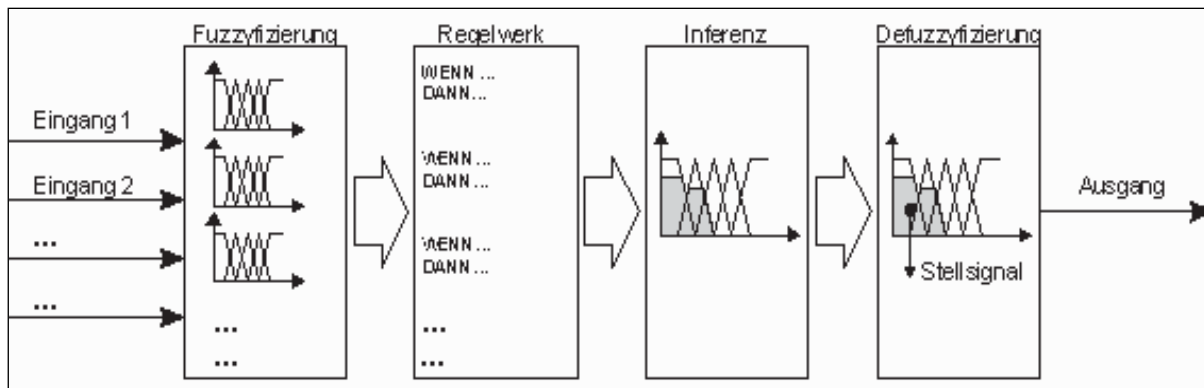
²⁰⁸ Biethahn/Hönerloh et al. (1997), S. 3.

²⁰⁹ Vgl. Kuhl (1996), S. 31.

²¹⁰ Vgl. Kruse/Gebhardt et al. (1995), S. 165.

Ausgangsvariablen²¹¹ in ihrer Anzahl voneinander abweichen können, was in der praktischen Anwendung zumeist der Fall ist. Auch im vorliegenden Fall der Region Hamburg liegen 22 Einzelindikatoren für Nachhaltigkeit vor, die durch das Fuzzy-Regelungssystem zu einer Gesamtkennzahl für Nachhaltigkeit zusammengeführt werden.²¹²

Abbildung 8: Grundstruktur eines Fuzzy-Regelungssystems



Quelle: unbekannt

Abbildung 8 verdeutlicht die Grundstruktur eines Fuzzy-Regelungssystems, das grundsätzlich aus vier Bausteinen besteht. Bei Einführung der Inputwerte in das Regelungssystem werden diese zunächst fuzzifiziert. Die Fuzzifizierung ist als Umwandlung der scharfen Inputgrößen in unscharfe Zahlen zu verstehen, um somit die Unsicherheit des normativen Bestimmungsprozesses von Grenzwerten zu berücksichtigen.²¹³ Hierbei besteht die Notwendigkeit, die Zugehörigkeitsfunktion der gewählten unscharfen Zahl an die Charakteristika der Inputgröße anzupassen. Dies resultiert in einer problemadäquaten Wahl des Verlaufs der Zugehörigkeitsfunktion.²¹⁴ Daran anschließend folgt die Erstellung eines Regelwerks, welches für den Zusammenhang zwischen der Gesamtheit aller Eingangsvariablen und der Ausgangsvariablen verantwortlich ist.²¹⁵ Dieses bereits erwähnte

²¹¹ Eingangsvariable = Messgröße = Inputwert; Ausgangsvariable = Stellgröße = Outputwert.

²¹² Die detaillierte Indikatordiskussion folgt in Abschnitt 5.2.

²¹³ Vgl. Menzel (2009), S. 20.

²¹⁴ Die Diskussion folgt in Abschnitt 4.3.4.2

²¹⁵ Hierzu sei gesagt, dass es sich nicht um die Abbildung von kausalen Zusammenhängen zwischen einzelnen Indikatoren handelt, sondern nur die Gesamtheit aller Ausprägungen von Indikatoren den jeweiligen Nachhaltigkeitsstand beschreibt. Eine detaillierte Diskussion des approximativen Schließens erfolgt im Abschnitt 4.3.4.3.

approximative Schließen lässt sich durch die Wahl einer entsprechenden „Inferenz“ formalisieren. Dabei beruht die Inferenzstruktur im Wesentlichen auf den in Abschnitt 4.2.5 eingeführten Relationen von unscharfen Zahlen bzw. Mengen; sie wird in Abschnitt 4.3.4.3 ausführlich erläutert. Den vierten Teil des Regelsystems bildet die Defuzzifizierung, die aus der Komposition aller fuzzifizierten Inputwerte im vorliegenden Fall eine scharfe Zahl generiert.

4.3.2 Linguistische Variablen für Nachhaltigkeit

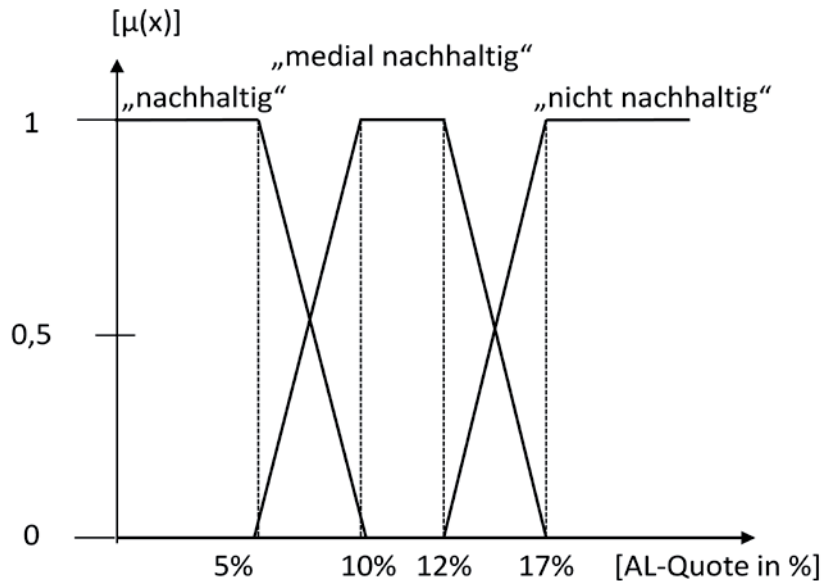
Die im Rahmen des ersten Blockes eines Fuzzy-Regelungssystems vorzunehmende Fuzzifizierung benötigt neben den Inputwerten eine Grundlage, um die scharfen Eingangsvariablen in unscharfe Zahlen umwandeln zu können.²¹⁶ Die Basis hierfür bilden die linguistischen Variablen, die Informationen, Wissen und Erfahrungen beinhalten.²¹⁷ Neben dem reinen Informationsgehalt, die normative Zielformulierungen für Variablen beinhalten, tritt auch gleichzeitig Unschärfe auf. Dies beruht im Wesentlichen auf der qualitativen Beschreibung von Sachverhalten, die jedoch zumeist die bessere Alternative gegenüber einer quantitativen Beschreibung darstellt. Das Beispiel aus Abschnitt 4.2.5 verdeutlicht dies: Es erscheint zunächst sinnvoller, den „jungen großen Mann“ mit sprachlichen Ausdrücken zu beschreiben als mit Hilfe einer Zahl.

Entscheidend ist jedoch die Zusammenführung von quantitativer und qualitativer Darstellung eines Sachverhaltes. Dies erfolgt in der Fuzzy-Logik durch Zuordnung von qualitativen Beschreibungen zu entsprechenden unscharfen Zahlen und Intervallen. Das Beispiel der Beschreibung der Arbeitslosenquote hinsichtlich ihrer Nachhaltigkeit soll die Funktionsweise näher beleuchten. Dabei sei angenommen, dass drei Ausprägungen der Arbeitslosenquote (AL-Quote) im Kontext von Nachhaltigkeit existieren: nachhaltig, medial nachhaltig, nicht nachhaltig. Diese drei Ausprägungen bilden die linguistischen Variablen ab. Diesen ist nun jeweils eine unscharfe Zahl bzw. ein unscharfes Intervall zuzuordnen. Dabei orientiert sich das vorliegende Beispiel an vier frei gewählten Fixpunkten und Fixintervallen.

²¹⁶ Zur Fuzzifizierung siehe Abschnitt 4.3.4.1.

²¹⁷ Vgl. Zadeh (1975), Zadeh (1976).

Abbildung 9: Beschreibung der AL-Quote hinsichtlich ihrer Nachhaltigkeit



Quelle: eigene Darstellung

Abbildung 9 beschreibt eine mögliche Zuordnung der drei formulierten linguistischen Nachhaltigkeitsvariablen hinsichtlich der Nachhaltigkeitsausprägung unterschiedlicher Arbeitslosenquoten. Demnach kann eine AL-Quote von 0–10% als nachhaltig bezeichnet werden. Von besonderem Interesse ist dabei der Bereich der Unschärfe. Er bewegt sich in dem vorliegenden Beispiel für eine nachhaltige AL-Quote im Bereich von 5–10%. Dieser Bereich ist gleichzeitig der erste Teilbereich der Unschärfe für die linguistische Variable „medial nachhaltig“, der zwischen 5 und 17% liegt. Es wird deutlich, dass hier eine eindeutige Zuordnung der AL-Quote nicht möglich ist. Dies spiegelt die Schwierigkeiten eines normativen Entscheidungsprozesses wider, der einen scharfen Grenzwert generieren sollte, auf dessen Basis politische Entscheidungen zu treffen sind. Das gleiche Bild bietet sich, wenn die linguistischen Variablen „medial“ und „nicht nachhaltig“ im Bereich zwischen 12 und 17% aufeinandertreffen. Auch dort besteht Unsicherheit bzgl. einer genauen Zuordnung der Arbeitslosenquote. Formal lassen sich im Fuzzy-Logik-Ansatz die einzelnen linguistischen Nachhaltigkeitsvariablen, unter Annahme von linearen Verläufen der unscharfen Intervalle, wie folgt beschreiben:

nachhaltig:

$$\mu_{\text{nachhaltig}}(x) = \begin{cases} 1 & \text{wenn } 0 \leq x \leq 5 \\ -\frac{1}{5}x + 2 & \text{wenn } 5 < x \leq 10 \end{cases}$$

medial nachhaltig:

$$\mu_{\text{medial nachhaltig}}(x) = \begin{cases} \frac{1}{5}x + 2 & \text{wenn } 5 < x \leq 10 \\ 1 & \text{wenn } 10 < x \leq 12 \\ -\frac{1}{5}x + 3,5 & \text{wenn } 12 < x \leq 17 \end{cases}$$

nicht nachhaltig:

$$\mu_{\text{nicht nachhaltig}}(x) = \begin{cases} \frac{1}{5}x - 2,5 & \text{wenn } 12 < x \leq 17 \\ 1 & \text{wenn } 17 < x \leq 100 \end{cases}$$

Die Linearität der Darstellungsform spielt dabei zunächst keine Rolle. Die Form und die Wahl der Verlaufsmöglichkeiten von Zugehörigkeitsfunktionen werden im Abschnitt 4.3.4.2 näher diskutiert. Das Beispiel illustriert jedoch, wie Probleme der Praxis, konkret die Unsicherheit einer normativen Entscheidungsgrundlage, durch den Fuzzy-Logik-Ansatz Berücksichtigung finden. Es verdeutlicht den Vorteil dieses methodischen Ansatzes gegenüber klassischen Bewertungsansätzen, wie beispielsweise den multikriteriellen Verfahren, der Nutzwertanalyse oder Ansätzen wie PROMETHEE.²¹⁸

4.3.3 Linguistische Variablen und Relationen unscharfer Zahlen

Nach der grundlegenden Diskussion von unscharfen Zahlen bzw. Intervallen erfolgt im nächsten Schritt deren Anwendung innerhalb von Fuzzy-Regelungssystemen. Als Grundlage dienen die im Abschnitt 4.2.5 diskutierten Fuzzy-Relationen. Hierbei stehen zwei Aspekte im Vordergrund der Diskussion: Zum einen spielt die Verknüpfung der Einzelindikatoren, d.h. über UND bzw. ODER Operatoren, eine entscheidende Rolle. Wie in Abschnitt 4.2.3 beschrieben, kann dies entweder durch den Min- oder den Max-Operator geschehen. Da kaum solides Expertenwissen hinsichtlich der Indikatorzusammenhänge existiert, führt dies zunächst zu einer pessimistischen Darstellung innerhalb der integrierten Bewertung. Daher

²¹⁸ Siehe dazu bspw. Zimmermann/Gutsche (1991); Vincke/Gassner (1992); Horsch (2001). Diese multivariaten Ansätze bedienen sich im Gegensatz zur Fuzzy-Logik scharfer Grenzwerte für Einzelindikatoren und vernachlässigen Unsicherheiten in den dazugehörigen Zielsetzungen.

rückt der Min-Operator in den Vordergrund. Zum anderen ist nun das approximative Schließen aufzunehmen. Dies ist für die Konklusion bezüglich der integrierten Nachhaltigkeitsbewertung zuständig. Da ein Fuzzy-Regelungssystem grundsätzlich eine Vielzahl linguistischer Zusammenhänge einschließt, werden diese üblicherweise in einem Regelblock zusammengefasst. Solch einen Regelblock zeigt Tabelle 4.

Tabelle 4: Beispielhafter Regelblock linguistischer Regeln

WENN (Input)					DANN (Output)
AL-Quote	Fairer Handel	Öffentliche Schulden	Preisstabilität	Ressourceneffizienz	Ökonomische Nachhaltigkeit
nicht nachhaltig	nicht nachhaltig	nicht nachhaltig	nicht nachhaltig	nicht nachhaltig	nicht nachhaltig.
nicht nachhaltig	nicht nachhaltig	nachhaltig	nicht nachhaltig	nicht nachhaltig	nicht nachhaltig
nicht nachhaltig	nachhaltig	nachhaltig	nachhaltig	nachhaltig	nachhaltig

☛ **approximatives Schließen:** „Wenn Indikator x *und* Indikator y, dann Output z“.

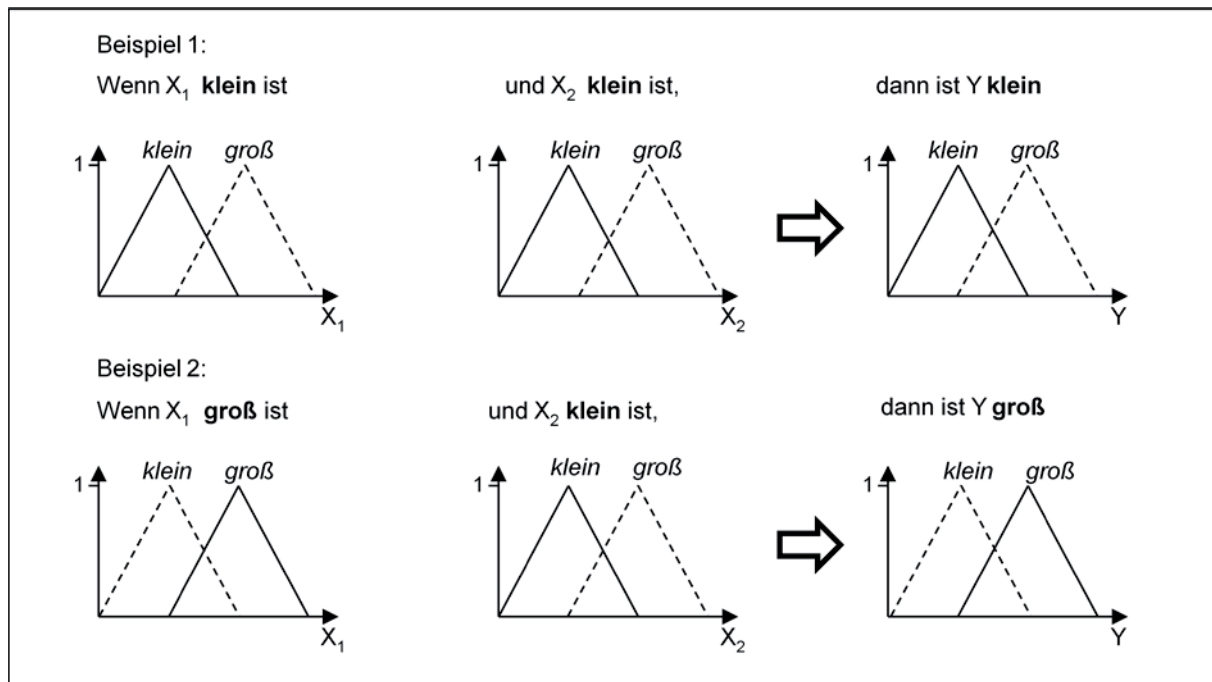
Quelle: eigene Darstellung

Beispielhaft besteht die Komposition im Rahmen des approximativen Schließens aus fünf Indikatoren: der AL-Quote, dem fairen Handel, den öffentlichen Schulden, der Preisstabilität und der Ressourceneffizienz. Diese Indikatoren sind als Inputwerte zu verstehen, die bereits fuzzifiziert sind, also linguistische Variablen aufweisen: „nachhaltig“ und „nicht nachhaltig“. Die Kompositionen der unscharfen Zahlen finden über den Min-Operator statt, also durch das linguistische UND. Der approximative Zusammenhang zwischen der Gesamtheit aller Inputwerte und dem Output „ökonomische Nachhaltigkeit“ wird durch das natürlichsprachliche WENN/DANN vollzogen. Fasst man die Grundkonstruktion des Regelwerks aus Tabelle 4 in einem Satz zusammen, so liest sich dieser wie folgt:

WENN AL-Quote x_1 **UND** fairer Handel x_2 **UND** öffentliche Schulden x_3 **UND** Preisstabilität x_4 **UND** Ressourceneffizienz x_5 , **DANN** ökonomische Nachhaltigkeit y .

Dabei entspricht x_n mit $n = \{1; 2; 3; 4; 5\}$ der jeweiligen Ausprägung, welche jede linguistische Variable annehmen kann. Den Wert des fuzzifizierten Outputs repräsentiert y .²¹⁹

Abbildung 10: Approximatives Schließen im Rahmen eines Fuzzy-Regelungssystems



Quelle: eigene Darstellung

Die Abbildung 10 veranschaulicht schematisch die formalisierte Verknüpfung zwischen den fuzzifizierten Eingangsvariablen und dem Regelwerk, welches auf approximativem Schließen beruht. In den Beispielen 1 und 2 sind zwei bereits fuzzifizierte Inputwerte zu erkennen, die über die linguistischen Variablen „klein“ und „groß“ beschrieben sind. Die Outputvariable weist eine jeweils identische Charakterisierung auf.

Beide Beispiele verdeutlichen die Integration von linguistischen Variablen in entsprechende Zugehörigkeitsfunktionen. Nach Beispiel 1 ist beim Auftreten eines kleinen Inputwertes X_1 der Teil der Zugehörigkeitsfunktion verantwortlich, der im vorliegenden Kontext die unscharfe Zahl „klein“ repräsentiert (durchgezogene Linie). Das Gleiche gilt für die fuzzifizierte Eingangsvariable X_2 . Zusammengeführt bilden die Eingangsvariablen X_1 und X_2 den Outputwert der Ausgangsvariablen Y . Die Zusammenführung der beiden Eingangsvariablen bewirkt in Beispiel 1 eine „kleine“ Ausprägung der Outputvariablen, d.h. die Zuordnung der linguistischen Variable „klein“ für den Outputwert. Im Gegensatz dazu ist

²¹⁹ Im Beispiel können x_n und y nur die Werte „nachhaltig“ oder „nicht nachhaltig“ annehmen.

in Beispiel 2 die Eingangsvariable X_1 „groß“ ausgeprägt, was dazu führt, dass der Outputwert nach Kombination von X_1 und X_2 auch „groß“ erscheint.

Hierbei sei erwähnt, dass der kausale Schluss, also die Wirkung der Kombinationen von unterschiedlichen Eingangsvariablen, vom Stand des Wissens bezüglich der dargelegten Zusammenhänge abhängt. Was jedoch bereits an dieser Stelle zu nennen ist, ist die notwendige Konsistenz des Regelblocks.²²⁰ Die Regeln des approximativen Schließens dürfen sich im Rahmen des Fuzzy-Regelungssystems nicht widersprechen, d.h., sie müssen dem Grundsatz der Monotonie entsprechen. Ist diese Bedingung erfüllt, ist sichergestellt, dass eine bestimmte Inputkombination keine unterschiedlichen Outputs generiert und somit eine widerspruchsfreie Argumentation vorliegt. Die formalen Anforderungen zu dieser Bedingung folgen in Abschnitt 4.3.4.3.

4.3.4 Ablauf eines Fuzzy-Regelungssystems

Nach der Einführung der Bedeutung der linguistischen Variablen und ihrer Verknüpfung mit den formalen Eigenschaften von unscharfen Zahlen bzw. Intervallen wird nun im Folgenden detailliert der Ablauf eines Fuzzy-Regelungssystems skizziert. Dies ist notwendig, um im weiteren Verlauf die Anwendung auf die integrierte Nachhaltigkeitsbewertung nachvollziehen zu können. Dazu knüpft dieser Abschnitt an das grundlegende Schema aus Abbildung 8 in Abschnitt 4.3.1 an und erläutert die vier Blöcke eines Regelungssystems im Einzelnen. Die vier Blöcke setzen sich zusammen aus der Fuzzifizierung, dem Regelwerk, der Inferenzwahl und der Defuzzifizierung.

4.3.4.1 Die Fuzzifizierung

Mit der Fuzzifizierung beginnt in der Regel das Setting des Regelungssystems, indem scharfe Inputwerte im Hinblick auf ihre Unsicherheit in unscharfe Zahlen bzw. Intervalle transformiert werden. Dies setzt voraus, dass ein Satz von Eingangsvariablen vorhanden ist. Dieser ist in der vorliegenden Arbeit durch das Indikatorset HEINZ gegeben.²²¹ Neben den Indikatoren sind auch Grenzwerte für jede Eingangsvariable erforderlich, die im Fall von HEINZ bereits existieren. Diese Grenzwerte zeichnen sich durch eine normative Charakteristik aus und unterliegen somit der geschilderten Unsicherheit. Wie in den vorangegangenen Beispielen verdeutlicht wurde, ist nun die Zuordnung von entsprechenden

²²⁰ Vgl. Phillis/Kouikoglou (2009), S. 49 f.

²²¹ Hamburger Entwicklungsindikatoren Zukunftsfähigkeit (siehe Zukunftsrat Hamburg (2009)).

linguistischen Variablen notwendig. Die Zuordnung und Wahl der unscharfen Zahlen bzw. Intervalle zu einem spezifischen Indikator ist die sogenannte Fuzzifizierung. Im Hinblick auf einen HEINZ-Nachhaltigkeitsindikator verdeutlicht das Beispiel der AL-Quote aus Abschnitt 4.3.2 dieses Vorgehen. Wie dargelegt, ist eine scharfe Grenzziehung in diesem Fall nicht möglich. Warum sollte eine AL-Quote von 10,1% plötzlich nicht mehr eindeutig nachhaltig sein und einen Zugehörigkeitswert von 0 aufweisen? Daher gilt es mit Hilfe der linguistischen Variablen und der unscharfen Zahlen bzw. Intervalle Bereiche abzustecken, welche die Unsicherheit des normativen Grenzwertes auffangen. Zur Illustration dient nochmals das Beispiel der AL-Quote aus Abschnitt 4.3.2, welches in Abbildung 9 zusammengefasst ist. Orientiert man sich an der traditionellen Algebra, so definiert der Grenzwert von 5% die eindeutige Grenze zwischen einer nachhaltigen und einer medial nachhaltigen AL-Quote. Die Unsicherheit kann nun durch das Einräumen eines Unsicherheitskorridors in die weitere Berechnung integriert werden. Im vorliegenden Beispiel ist dieser Korridor im Bereich von 5–10% definiert. Dabei ist zu beachten, dass hin zur 10%-Grenze die Zugehörigkeit der linguistischen Variablen nachhaltig gegen 0 konvertiert. Zusammenfassend lässt sich der Fuzzifizierungsprozess wie folgt beschreiben:

„[...] these values must be translated by a component known as condition interface into fuzzy linguistic terms; these terms are specified by the membership functions of the fuzzy sets, which are defined on the appropriate universe of discourse”²²², oder als „[...] Bestimmung der Kompatibilitätsgrade der Eingangswerte zu den linguistischen Termen der Eingangsvariablen [...]”.²²³ Das Ergebnis einer Fuzzifizierung ist ein Vektor von Kompatibilitätsgraden. Dieser bildet die Grundlage für eine Anwendung entsprechender Verknüpfungsoperationen, innerhalb des bereits erwähnten Regelwerks. Es ist anzumerken, dass die Terminologie der Fachliteratur an dieser Stelle oftmals kritisiert wird.²²⁴ Zunächst einmal suggerieren die gegensätzlich anmutenden Begriffe Fuzzifizierung und Defuzzifizierung einen inversen Zusammenhang, der jedoch nicht existiert. Es ist nicht anzunehmen, dass durch die Fuzzifizierung ein Sachverhalt „unschärfer“ gemacht wird, um am Ende des Regelungssystems wieder eine scharfe Stellgröße zu erhalten. Im Rahmen der Fuzzifizierung werden scharfe Inputwerte in unscharfe Zahlen bzw. Intervalle übertragen, die jedoch nicht zur Folge haben, dass der Eingangswert in irgendeiner Form seine Schärfe

²²² Klir/Folger (1988), S. 240.

²²³ Biewer (1997), S. 392.

²²⁴ Siehe dazu Kahlert/Frank (1993), S. 54, oder Biewer (1997), S. 392.

verändert. Vielmehr bewirkt die Fuzzifizierung eines scharfen Wertes die Integration von unscharfen begrifflichen Randbereichen, also eine Präzision bei der Quantifizierung eines realen Sachverhaltes.

Im Zusammenhang mit der Fuzzifizierung spielt die Wahl einer problemadäquaten Zugehörigkeitsfunktion eine entscheidende Rolle. Anders gesagt, stellt sich die Frage, wie man eine geeignete unscharfe Zahl bzw. ein Intervall wählt, um die Fuzzifizierung vornehmen zu können. Dazu ist ein Blick auf unterschiedliche Zugehörigkeitsfunktionen sinnvoll.

4.3.4.2 Festlegung von Zugehörigkeitsfunktionen

Die Wahl des Verlaufs der Zugehörigkeitsfunktion bildet eine besondere Herausforderung innerhalb der Fuzzy-Logik. Sie ist in den meisten Fällen von starker Subjektivität geprägt, da in der Regel kaum Wissen über den Verlauf bzw. den Teil der Zugehörigkeitsfunktion bekannt ist, der die Unsicherheit ausdrückt.²²⁵ Da die Zugehörigkeitsfunktionen bei der Berechnung der Stellgrößen jedoch eine entscheidende Rolle spielen, ist auf eine konsistente Wahl der Gesamtheit aller Eingangsvariablen zu achten. Sie sind so präzise wie möglich zu wählen, um eine adäquate Weiterverarbeitung zu ermöglichen.²²⁶ Dennoch liegt in der aktuellen Diskussion bezüglich der Determinierung von Zugehörigkeitsfunktionen ein wesentliches Defizit der Fuzzy-Logik. „Membership has a clear cut formal definition. However, explicit requirements for its empirical/experimental measurement are still missing.“²²⁷ Zumeist ist bei realen Sachverhalten kaum ein Inputwert präzise einem Zugehörigkeitswert zuordenbar. Eher liegt der Tatbestand vor, dass Entscheidungsträger mit der genauen Zuordnung überfordert sind.²²⁸ Subjektivität ist in diesem Kontext jedoch nicht nur als Nachteil zu sehen: Jenßen (1999) beschreibt dazu die Vorteile der Möglichkeitstheorie gegenüber statistischen Methoden, die gerade in einer subjektiven Beurteilung von Inputvariablen liegen. Auf den Punkt gebracht, bildet eine größere Flexibilität, verbunden mit weniger Widersprüchen bezüglich eines spezifischen Sachverhaltes, einen wesentlichen Vorteil der Fuzzy-Logik gegenüber der auf relative Häufigkeiten spezialisierten Wahrscheinlichkeitstheorie.²²⁹

²²⁵ Vgl. Biethahn/Hönerloh et al. (1997), S. 199 f.

²²⁶ Vgl. Jenßen (1999), S. 107.

²²⁷ Zimmermann (1996), S. 344.

²²⁸ Vgl. Rommelfanger (1988), S. 72.

²²⁹ Vgl. Jenßen (1999), S. 46.

Zurückkommend auf die Gestaltung von Zugehörigkeitsfunktionen beschreibt Rommelfanger (1988) die Möglichkeit, sich an einzelnen Inputwerten zu orientieren, deren Zugehörigkeitsgrade relativ sicher erscheinen. Als grundlegende Orientierung sind dabei zunächst die Werte abzutragen, die einen eindeutigen Zugehörigkeitswert von 1 aufweisen. Daran anschließend bietet das Abtragen der Werte, die eindeutig einen Zugehörigkeitswert von 0 aufweisen und somit die Grenze von unscharfen zu scharfen Zusammenhängen zwischen den Funktionsteilen bilden, eine weitere Orientierung für den Verlauf einer Zugehörigkeitsfunktion. Abschließend ist die Frage der Verbindung der eben angeführten Extremwerte zu beantworten, also der Bereiche, die für den Grad der Unschärfe verantwortlich sind. Grundsätzlich finden zwei Klassen von Zugehörigkeitsfunktionen in der Praxis Anwendung: teilweise lineare Funktionen und exponentielle Funktionen.

Im Hinblick auf die erste Klasse der teilweise linearen Funktionen spielen Trapezfunktionen eine entscheidende Rolle. Sie repräsentieren zum einen eine einfache Darstellungsform von Zugehörigkeitsfunktionen, die sich zum anderen als robust, im Kontext geringer Informationsdichte, erwiesen hat. Trapezfunktionen weisen einen teilweise linearen Verlauf auf, indem sie die Extremwerte aller möglichen Inputvariablen mit den Zugehörigkeitswerten von 0 und 1 mit linearen Funktionsteilen verbinden.²³⁰ Eine besondere Form der Trapezfunktionen bilden dabei trianguläre Funktionen ab, die nicht über einen konstanten Bereich den Zugehörigkeitsgrad 1 aufweisen, sondern nur einem einzelnen Inputwert den Zugehörigkeitswert von 1 erlauben. Biewer (1997) führt an, dass im Rahmen der Fuzzy-Logik die Trapezfunktionen bzw. triangulären Funktionen die übliche Form der praktischen Anwendung repräsentieren.²³¹

In seltenen Fällen, bei denen bereits eine hohe Informationsdichte bezüglich des zu untersuchenden Bewertungsgegenstandes vorliegt, kommen auch exponentielle Funktionen zum Einsatz.²³² Um die hierfür notwendigen Informationen zu erhalten, ist in der Regel eine Befragung bzw. eine Erfassung von Experten notwendig. Die Erfassung des spezifischen Expertenwissens dient dazu, die Verteilung einer Zugehörigkeitsfunktion und damit den Zusammenhang von Zugehörigkeit und der Erscheinungsform eines spezifischen Sachverhaltes so nahe wie möglich an der Realität zu orientieren. Ebenso spiegelt der Fall

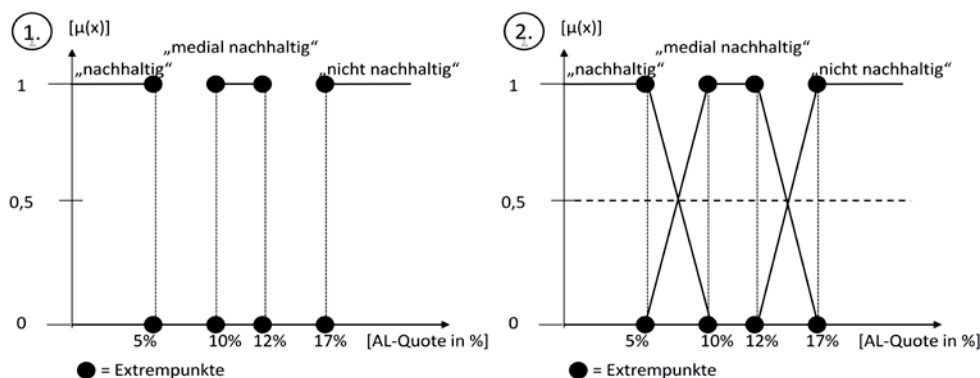
²³⁰ Vgl. Rommelfanger (1988), S. 73.

²³¹ Vgl. Biewer (1997), S. 237 f.

²³² Siehe bspw. Holmblad/Ostergaard (1982).

einer expertenbasierten Zugehörigkeitsfunktion die Wahrnehmung entsprechender Experten wider, was die Aussagekraft einer anschließenden themenspezifischen Bewertung erhöht.²³³ Liegt dieses Expertenwissen nur in einer aggregierten Form vor, also in Form von festgelegten Grenzwerten für die einzelnen Nachhaltigkeitsindikatoren, so ist analog zu Rommelfanger (1988) vorzugehen. Um Konsistenz aller Inputvariablen zu gewährleisten, ist eine Gleichverteilung der linguistischen Variablen unabdingbar. Die Begründung für die Gleichverteilung findet sich wiederum im Vorhandensein einer entsprechenden Informationsdichte. Im vorliegenden Fall besteht der bereits angeführte Sachverhalt, dass die Informationen bezüglich des Verlaufs der Zugehörigkeitsfunktion nur in aggregierter Form vorhanden sind, also nur die Grenzwerte bekannt sind. Daraus folgt die Notwendigkeit, dass zunächst eine Gleichverteilung vorzunehmen ist. Jegliche Abweichung von dieser würde auf reiner Spekulation basieren, was wiederum zu einer Verzerrung der integrierten Bewertung führen würde. „Üblicherweise geht man von einer Gleichverteilung der linguistischen Werte über der Grundmenge aus und legt die Überlappung so fest, dass die Vereinigung der Zugehörigkeitsgrade zu jedem Punkt der Grundmenge eins ergibt.“²³⁴ Dieses Vorgehen hat zur Folge, dass der Schnittpunkt aller linearen Funktionsteile einer zusammengesetzten Zugehörigkeitsfunktion immer bei einem Zugehörigkeitswert von 0,5 liegt. Diese Gleichverteilung ermöglicht eine konsistente Unschärfeverteilung aller linguistischen Variablen und berücksichtigt den Umstand der geringen Informationsdichte hinsichtlich der aggregierten, normativ festgelegten Grenzwerte der Einzelindikatoren.

Abbildung 11: Trapez- bzw. triangulärförmige Gestaltung der Zugehörigkeitsfunktion der AL-Quoten als Inputvariable



Quelle: eigene Darstellung

²³³ Vgl. Fine (1973), S. 230.

²³⁴ Biewer (1997), S. 238.

Die Abbildung 11 verdeutlicht das Vorgehen bei der Erstellung einer zusammengesetzten Zugehörigkeitsfunktion. Im ersten Teil der Abbildung sind zunächst die fixierten Grenzwerte abgebildet, die in diesem Fall frei gewählt sind. Sie grenzen den möglichen Ausprägungsbereich für jede mögliche Inputvariable, in diesem Fall die AL-Quote, hinsichtlich der entsprechenden linguistischen Variablen ein. Ferner ist zu erkennen, dass die Grenzwerte jeweils einen End- oder Anfangspunkt eines linguistischen Bereiches abbilden. Dies begründet sich wiederum aus dem normativen Charakter der Grenzwerte. Denn es wäre widersprüchlich und unlogisch, den AL-Quoten zwischen 0% und 5% einen anderen Zugehörigkeitswert als 1 zur linguistischen Variablen „nachhaltig“ zuzuordnen, wenn der Wert 5% im Rahmen der normativen Festlegung als eindeutig nachhaltig bezeichnet ist. Gleiches gilt für den Bereich von 10% bis 12% sowie für die AL-Quoten, die höher als 17% liegen. Darauf aufbauend verdeutlicht der zweite Teil der Abbildung 11 die Integration der unscharfen Teilbereiche. Dies verläuft nach dem Schema, welches Biewer (1997) und Rommelfanger (1988) zur Erstellung von Zugehörigkeitsfunktionen skizzieren. Danach erfolgt die Verbindung der beieinander liegenden Grenzwerte mit entsprechenden linearen Funktionskomponenten. Diese Verbindungen sind im zweiten Teil der Abbildung 10 zu erkennen. Gleichzeitig sichert dieses Vorgehen eine Gleichverteilung der Unschärfe, wie von Biewer (1997) gefordert, was sich im Schnittpunkt der linearen Funktionsteile bei einem Zugehörigkeitswert von 0,5 widerspiegelt (siehe gestrichelte Gerade beim Zugehörigkeitswert von 0,5). Dieser Schnittpunkt lässt sich auch so interpretieren, dass in den Bereichen 5% bis 10% und 12% bis 17% auftretende Unschärfe sich zu gleichen Teilen auf die betroffenen linguistischen Variablen verteilen.

Wie die Ausführung der letzten Seiten verdeutlicht, lassen sich Eingangsvariablen unter Berücksichtigung geschilderter Restriktionen mit Hilfe von Zugehörigkeitsfunktionen abbilden. Die bisherige Diskussion hat aber noch nicht die Output- und Zwischenvariablen, welche eine Sonderform von Outputvariablen repräsentieren, betrachtet. Sie spielen jedoch in der vorliegenden Arbeit eine gewichtige Rolle, da es sich bei der Outputvariablen um „Nachhaltigkeit“ handelt. Diese birgt die Besonderheit, dass sie kein eigenständiges Maß besitzt, da sie keine eigenständige Variable darstellt. Vielmehr ist Nachhaltigkeit als Outputvariable zu verstehen, die sich aus den besagten Eingangsvariablen zusammensetzt. Biewer (1997) bezeichnet derartig „skalenfreie“ Variablen als Qualifizierungs- oder

Geltungsvariablen.²³⁵ Sie können als Variablen verstanden werden, die den Grad einer Wahrheit, Wahrscheinlichkeit oder Möglichkeit ausdrücken. Im vorliegenden Fall gibt die Outputvariable Auskunft über den Grad der Nachhaltigkeit. Auch der Begründer der Fuzzy-Logik befasste sich mit der Thematik der Geltungsvariablen. Dazu führt Zadeh aus, dass eine Quantifizierung zunächst einmal kein notwendiges Kriterium für eine Geltungsvariable darstelle. Es gelte jedoch sicherzustellen, dass für diese Gruppe von Variablen Einheitsintervalle zu bestimmen seien, da keine Maßeinheiten bekannt seien. Dieser Überlegung liegt die Idee zugrunde, dass die Geltungsvariable als zusammenführende Variable zu interpretieren sei.²³⁶ Das bedeutet, dass die Menge aller Eingangsvariablen und ihrer entsprechenden Zugehörigkeitsfunktionen die Outputvariable determinieren.²³⁷ Die Zusammenführung der Eingangsvariablen in die Outputvariable geschieht zunächst durch die Aufstellung einer standardisierten Zugehörigkeitsfunktion auf dem definierten Einheitsintervall.²³⁸ Hierbei ist nun die Anpassung der Zugehörigkeitsfunktionen von Inputvariablen an die Outputvariable zu beachten. Da die Outputvariable auf einem Einheitsintervall definiert ist, besteht die Notwendigkeit einer entsprechenden Anpassung der Inputvariablen. Dies ist erforderlich, weil die Zugehörigkeitsfunktionen der Eingangsvariablen zunächst größtenteils unterschiedliche Skalenintervalle aufweisen. Diese Unterschiede führen dazu, dass eine Zusammenführung auf einem Einheitsintervall der Outputvariablen nicht möglich ist. Daher müssen sich die Skalenintervalle am Einheitsintervall der Outputvariablen ausrichten.

Um dies zu erreichen, findet eine Normalisierung jeder einzelnen Eingangsvariablenkala statt. Zur Orientierung dienen hierbei die Grenzen der jeweiligen Skalen. Anhand des bereits mehrfach angeführten Beispiels der AL-Quote lässt sich dieses Vorgehen exemplarisch verdeutlichen: Die Skala weist natürliche Grenzen auf, die bei 0% und 100% liegen. Gleichzeitig spielen wiederum die normativen Grenzwerte, welche die Zugehörigkeitsbereiche zu den linguistischen Variablen determinieren, eine Rolle bei der Normalisierung von Zugehörigkeitsfunktionen. An sie angelehnt erfolgt die normalisierte Ausgestaltung der jeweiligen Teilbereiche der Zugehörigkeitsfunktion. Seien v_i ein Wert des Indikators i und $\min(s)$ und $\max(s)$ die Minimal- bzw. Maximal-Werte, die im Rahmen des

²³⁵ Vgl. Biewer (1997), S. 240.

²³⁶ Vgl. Zadeh (1975).

²³⁷ Vgl. Zadeh (1976).

²³⁸ Vgl. Zadeh (1978).

Indikatoren erreichbar sind. Außerdem bilde $T(v_i)$ den Extremwert mit dem Zugehörigkeitswert von 1 ab. Dann wird die normalisierte Funktion $N(v_i)$ wie folgt berechnet:²³⁹

Entspricht $T(v_i)$ einem Maximum, dann gilt

$$N(v_i) = \begin{cases} \frac{v_i - \min(s)}{T(v_i) - \min(s)} & \text{für } v_i \leq T(v_i) \\ 1 & \text{für } v_i \geq T(v_i) \end{cases}$$

Entspricht $T(v_i)$ einem Minimum, dann gilt

$$N(v_i) = \begin{cases} 1 & \text{für } v_i \leq T(v_i) \\ \frac{\max(s) - v_i}{\max(s) - T(v_i)} & \text{für } v_i \geq T(v_i) \end{cases}$$

Entspricht $T(v_i)$ einem Intervall $[\min T(v_i), \max T(v_i)]$, dann gilt

$$N(v_i) = \begin{cases} \frac{v_i - \min(s)}{\min T(v_i) - \min(s)} & \text{für } v_i \leq \min T(v_i) \\ 1 & \text{für } v_i \in [\min T(v_i), \max T(v_i)] \\ \frac{\max(s) - v_i}{\max(s) - \max T(v_i)} & \text{für } v_i \geq \max T(v_i) \end{cases}$$

Es ist explizit zu erwähnen, dass diese Darstellung in keiner Weise die Datengrundlage verzerrt. Sie ist nur eine Anpassung an die Einheitsskala der Outputvariablen und die Konsistenz ist durch die gleichzeitige Anpassung der Gesamtheit aller Indikatoren sichergestellt.²⁴⁰

4.3.4.3 Regelwerk und Inferenzwahl bei einer Nachhaltigkeitsbewertung

Anknüpfend an die Zugehörigkeitsfunktionen besteht nun die Frage der Interaktion zwischen der Gesamtheit von Inputindikatoren mit den Outputvariablen. Die vorliegende Arbeit enthält hierbei eine spezifische Ausrichtung, da in einem Teilmodell auf einer Zwischenebene der Defuzzifikationsprozess vorgezogen wird, um die sogenannten Zwischenvariablen – die

²³⁹ Vgl. Phillis/Andriantiatsaholiniaina (2001), S. 442 f.

²⁴⁰ Vgl. Phillis/Kouikoglou (2009), S. 84 f.

ökonomische, die soziale und die ökologische Dimension – näher zu diskutieren und eventuelle Abhängigkeiten aufzudecken.

Der Analysegegenstand dieses Abschnitts basiert auf dem approximativen Schließen, das der Abschnitt „Linguistische Variablen und Relationen unscharfer Zahlen“ (4.3.3) bereits grundlegend skizziert hat. Die sogenannte Fuzzy-Inferenz ist dabei als eine „Verarbeitungsvorschrift“ zu interpretieren, die die WENN/DANN-Regeln bzw. eine Zusammenfassung einer Vielzahl von Regeln steuert.²⁴¹ Die Inferenzwahl ist in einem fuzzybasierten Regelungssystem unabdingbar, da die Inferenz im Wesentlichen für die Konsistenz der Regelgesamtheit verantwortlich ist. Es gilt unbedingt zu vermeiden, dass Regeln zu widersprüchlichen Ergebnissen hinsichtlich der Outputvariablen führen und somit die Untersuchungsergebnisse verzerren. Um die grundlegende Problematik konsistenter Regeln zu veranschaulichen, soll ein Beispiel die Zusammenhänge illustrieren. Hierzu werden zwei Variablen angenommen, die eine entsprechende Beziehung aufweisen. Für das Grundverständnis reicht es, dass nur eine Inputvariable und eine Outputvariable existieren. A sei hierbei die Inputvariable und B die Outputvariable. Dann gilt

WENN A, DANN B.

Dieser Zusammenhang bildet zunächst keine neuen Erkenntnisse ab. Was passiert jedoch, wenn die Variable A eine Veränderung erfährt? Formal bedeutet dies eine Anpassung von A an A'. Mit dieser Änderung ist entsprechend die Reaktion der Outputvariablen zu berücksichtigen. Das heißt, dass der Zusammenhang

WENN A', DANN B'

keinen Widerspruch zum vorangegangenen Zusammenhang von A und B aufweisen darf.²⁴²

Um diesen Zusammenhang zu gewährleisten, sind die Grundmengen beider Variablen zu betrachten. Basierend auf den in Abschnitt 4.2.5 diskutierten Relationen unscharfer Zahlen und Mengen bildet das Kreuzprodukt der beiden Grundmengen von A und B, also $G_A \times G_B$, die Grundlage für die Konsistenz. Übertragen in ein Fuzzy-Inferenzschema, welches in der vorliegenden Arbeit Anwendung findet, gilt:

$$\mu_{B'}(y) = \max_{x \in G_A} (\min(\mu_{A'}(x); \mu_R(x; y))) \text{ für } y \in G_B \quad ^{243}$$

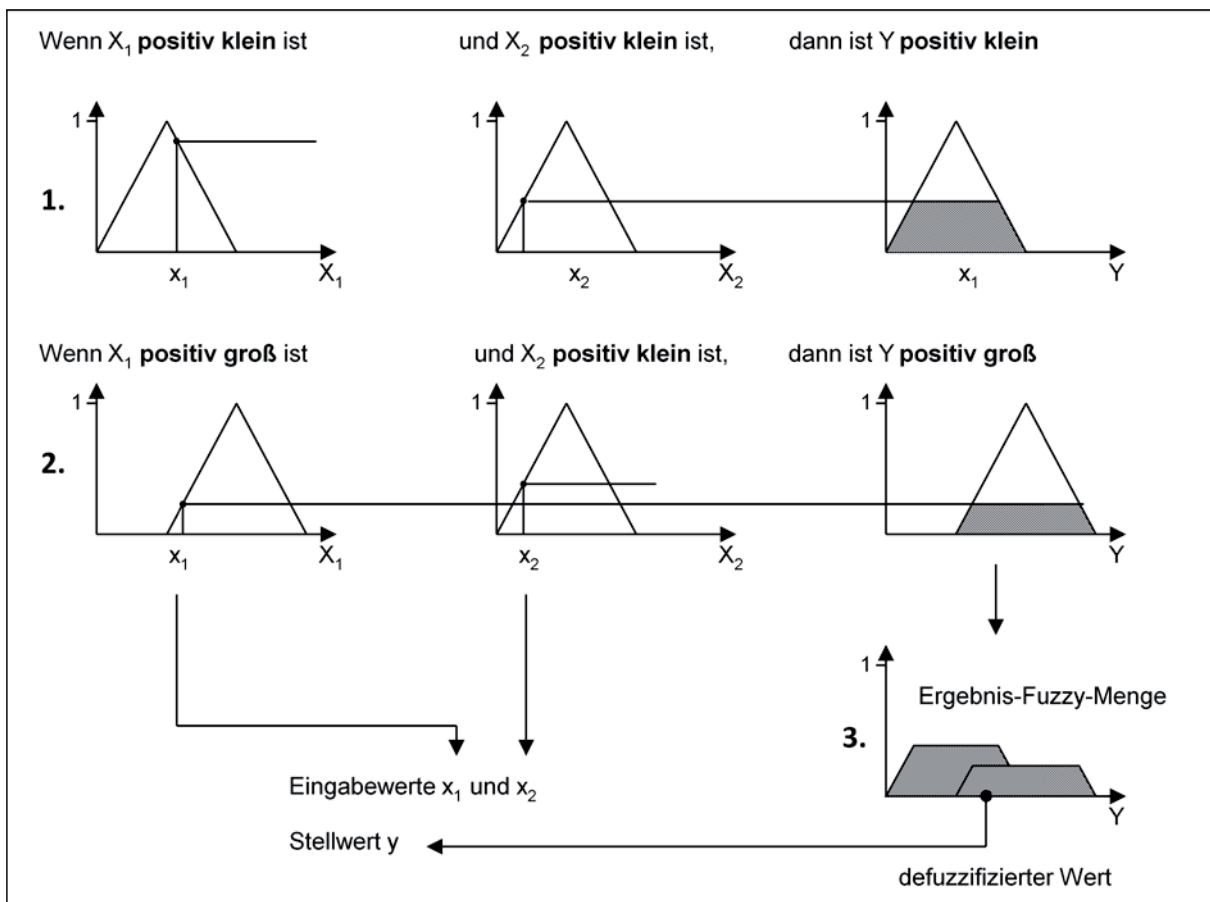
²⁴¹ Vgl. Kahlert/Frank (1993), S. 62.

²⁴² Vgl. Kacprzyk (1997), S. 39.

²⁴³ Vgl. Kacprzyk (1997), S. 39, Kahlert/Frank (1993), S. 67. Hierbei ist darauf hinzuweisen, dass R für die Relation zwischen A und B steht.

Dieser Zusammenhang bildet die Max-Min-Inferenz ab. Für die Anwendung auf die integrierte Bewertung von Nachhaltigkeit ist jedoch noch eine Erweiterung notwendig. Da die Bewertung auf Basis von 22 Indikatoren stattfindet, ist im Kontext der Max-Min-Inferenz noch der Fall multipler Inputvariablen näher zu analysieren.

Abbildung 12: Veranschaulichung der Max-Min-Inferenz bei 2 Inputvariablen



Quelle: Biethahn/Hönerloh et al. (1997), S. 16.

Die auch als Mamdani-Inferenz bekannte Max-Min-Inferenz findet in der Abbildung 12 exemplarisch Anwendung.²⁴⁴ Dabei lässt sich der Einsatz der in den vorangegangenen Abschnitten erläuterten Max- und Min-Operatoren erkennen. Bei der Anwendung der ersten und zweiten Regel lässt sich das Vorgehen nach Min-Operatoren erkennen: Basierend auf den Ausprägungen von X_1 und X_2 wird in beiden Fällen jeweils der kleinste Wert für den weiteren Berechnungsprozess gewählt. Diese Vorgehensweise verdeutlicht den Vorteil des Min-

²⁴⁴ Siehe dazu beispielweise Mamdani (1976).

Operators: Es findet keine zu optimistische Darstellung des zu bewertenden Sachverhaltes statt, was im Falle der Nutzung der Max-Operators der Fall wäre. Um dies nochmals zu unterstreichen, kann der Min-Operator auch so interpretiert werden, dass bei einer Zusammenführung mehrerer Inputvariablen immer das schwächste Glied bzw. die schwächste Ausprägung einer Variablen im Hinblick auf ihre Nachhaltigkeit in die Outputvariable einfließt. Die Zusammenführung innerhalb der Outputvariablen erfolgt im Anschluss über den Max-Operator. Die Anwendung des ODER-Operators führt dazu, dass der Bereich, aus dem im Abschluss ein scharfer Wert zu bestimmen ist, alle Teilbereiche, die durch die Inferenz bestimmt wurden, zusammenfasst. In Abbildung 12 lässt sich dies im Punkt 3 erkennen. Die Bestimmung der Stellgröße basiert dabei auf der Gesamtheit der aus den zwei Regeln determinierten Möglichkeitsbereiche.

Die formale Konsistenz der gewählten Inferenz spiegelt sich auch in der Erfüllung von Monotonie, Kommutativität und Assoziativität wider. Bezogen auf die Sicherstellung eines widerspruchsfreien Regelblocks, sind diese Eigenschaften von Outputausprägungen ein zwingendes Kriterium. Dies verdeutlicht ein detaillierter Blick auf die Charakteristiken der einzelnen Operatoren. Operatoren wie der Min- und der Max-Operator, deren Kombination die Max-Min-Inferenz bilden, gehören zu unterschiedlichen Operatorklassen. Eine nähere Diskussion dieser Klassen ist notwendig, da sich innerhalb ihrer Klassifikation der Nachweis für die einfache Monotonie finden lässt, die wiederum maßgeblich für einen widerspruchsfreien Regelblock sorgt.²⁴⁵ Im Rahmen der Fuzzy-Logik kann auf zwei unterschiedliche Operatorklassen zurückgegriffen werden: die T-Normen und die T-Konormen. Dabei steht das T für triangulär und leitet sich aus Dreiecksnormen der Mathematik ab.²⁴⁶ Der Min-Operator bzw. das linguistische UND der Fuzzy-Logik gehört zu diesen Operatorklassen. Formal lassen sich die benötigten Eigenschaften der T-Normen wie folgt zusammenfassen:

Allgemein gilt für die T-Normen:

$$T(0; 0) = 0; T(\mu_1(x); 1) = T(1; \mu_1(x)) = \mu_1(x) \quad x \in G_1$$

²⁴⁵ Zur grundsätzlichen Orientierung bietet der Abschnitt 4.2.2 „Operationen mit unscharfen Mengen“ eine Übersicht der grundlegenden Eigenschaften der unscharfen Mengenalgebra, die in diesem Abschnitt den Zugehörigkeitsgrad integriert.

²⁴⁶ Vgl. Kahlert/Frank (1993), S. 106.

Monotonie

$$T(\mu_1(x); \mu_2(x)) \leq T(\mu_3(x); \mu_4(x)) \text{ falls } \mu_1(x) \leq \mu_3(x) \text{ und } \mu_2(x) \leq \mu_4(x)$$

Kommunikativgesetz

$$T(\mu_1(x); \mu_2(x)) = T(\mu_2(x); \mu_1(x))$$

Assoziativgesetz

$$T(\mu_1(x); T(\mu_2(x); \mu_3(x))) = T(\mu_3(x); T(\mu_1(x); \mu_2(x)))$$

Auch für den Max-Operator, der zu der Klasse der T-Konormen gehört, die auch S-Normen genannt werden, lassen sich die benötigten Eigenschaften nachweisen. Auf diese Weise gelingt es, die Konsistenz der Max-Min-Inferenz und des Regelblocks zu gewährleisten. Analog der T-Norm gilt der identische Zusammenhang für die S-Norm:

Allgemein gilt für die S-Normen:

$$S(1;1) = 0; S(\mu_1(x); 0) = S(0; \mu_1(x)) = \mu_1(x) \quad x \in G_1$$

Monotonie

$$S(\mu_1(x); \mu_2(x)) \leq S(\mu_3(x); \mu_4(x)) \text{ falls } \mu_1(x) \leq \mu_3(x) \text{ und } \mu_2(x) \leq \mu_4(x)$$

Kommunikativgesetz

$$S(\mu_1(x); \mu_2(x)) = S(\mu_2(x); \mu_1(x))$$

Assoziativgesetz

$$S(\mu_1(x); T(\mu_2(x); \mu_3(x))) = S(\mu_3(x); T(\mu_1(x); \mu_2(x)))$$

4.3.4.4 Defuzzifizierung im Rahmen einer Nachhaltigkeitsbewertung

Nach der Zusammenführung fuzzifizierter Inputvariablen mittels einer Fuzzy-Inferenz bedarf es nun der Rückführung bzw. Übersetzung eines unscharfen Ergebnisses in eine eindeutige scharfe Zahl. Betrachtet man dazu erneut Abbildung 12, so lässt sich erkennen, dass durch die realen Inputwerte, in Kombination mit der Max-Min-Inferenz, Teilflächen entstehen. Diese Teilflächen sind Resultate der Anwendung jeder einzelnen Regel des Regelblocks. Die Gesamtheit aller Teilflächen ergibt die Fläche, innerhalb derer der scharfe Endwert, der sogenannte Crisp-Wert, für die Outputvariable zu bestimmen ist. Die vorliegende Arbeit verfolgt das Ziel, „Nachhaltigkeit“ bestimmbar zu machen. Hierzu gilt es, basierend auf den fuzzifizierten und anschließend aggregierten HEINZ-Indikatoren einen scharfen Nachhaltigkeitswert zu bestimmen. Daher behandelt dieser Abschnitt die Wahl einer geeigneten Defuzzifizierungsvariante. Es ist bereits im Vorfeld zu erwähnen, dass nicht „die“ perfekte Defuzzifizierung existiert. Vielmehr weisen unterschiedliche Ansätze eine Vielfalt

von Vor- und Nachteilen auf. Dies gilt besonders für den Komplexitäts- und Genauigkeitsgrad. Im Hinblick auf die Fragestellung der Dissertation ist deshalb ein Ansatz zu wählen, der ein ausgewogenes Mittel zwischen Komplexitäts- und Genauigkeitsgrad aufweist. Dies begründet sich in der Tatsache, dass die Informationen über Grenzwerte der Indikatoren im höchsten Grad unsicher sind, da ihre Determinierung aus einem höchst subjektiven Prozess resultiert. Gleichzeitig soll der gewählte Ansatz eine möglichst präzise Aussage hinsichtlich der Nachhaltigkeitsausprägung der Untersuchungsregion generieren.

Mit der Anwendung der Max-Min-Inferenz ist eine bereits erwähnte unscharfe Ergebnismenge verbunden. Innerhalb der Fuzzy-Regelungssysteme haben sich im Wesentlichen zwei Defuzzifikationsansätze als praxisrelevant herauskristallisiert: die Schwerpunktmethod und die Maximum-Methode.

Bei der Maximum-Methode existieren mehrere Variationen, die jedoch die Gemeinsamkeit aufweisen, dass sie sich an den jeweiligen Maxima einer linguistischen Variablen orientieren. Dabei geht man davon aus, dass die unscharfe Lösungsmenge A eine Anzahl von scharfen Werten $X = \{x_1, \dots, x_n\}$ besitzt, mit dazugehörigen Zugehörigkeitswerten von $\mu_A(x)$. Daraus resultiert, dass die Lösungsmenge als Summe aller Singeltöne $x_i / \mu_A(x_i)$ zu interpretieren ist.²⁴⁷ Sie kann als $A = x_1 / \mu_A(x_1) + x_2 / \mu_A(x_2) + \dots + x_n / \mu_A(x_n)$ skizziert werden. Für die Maximum-Methode gilt daher:

$$\mu_A(a) = \max_{x_i \in X} \mu_A(x)$$

Basierend auf den „Maximum-Singeltönen“ für jede linguistische Variable innerhalb der Outputvariablen bildet der Mittelwert zwischen den äußeren maximalen x-Werten den entsprechenden Outputwert. In der Regel existieren jedoch Maxima innerhalb eines linguistischen Bereichs. Dies ist so zu verstehen, dass zwar ein eindeutiges Maximum innerhalb der Lösungsmenge vorkommen kann, jedoch mehr als ein x-Wert diesem Maximum zugeordnet werden kann. Die eben dargestellte Maximum-Methode greift also nur dann, wenn innerhalb der Lösungsmenge für jede linguistische Variable genau nur ein Singelton den maximalen Zugehörigkeitswert μ aufweist. Um dieser Problematik zu entgehen, kann aus

²⁴⁷ Hierbei ist anzumerken, dass es sich bei dem Querstrich nicht um eine Division handelt, sondern diese Schreibweise auf eine Einbürgerung aus der Fuzzy-Logik zurückzuführen ist. Der Querstrich meint an dieser Stelle die Zuordnung von x_i zu seinem Zugehörigkeitswert $\mu_A(x_i)$. Diese Zuordnung bezeichnet man auch als Singelton (vgl. Kahlert/Frank (1993), S. 10).

der Menge der „Maximum-Singeltöne“ zufallsgeneriert ein Singleton gewählt werden. Auch die Wahl des kleinsten (left of maximum (LOM)) oder die des größten (right of maximum (ROM)) Singletons stellen alternative Erweiterungsansätze der einfachen Maximum-Methode (mean of maximum) dar.²⁴⁸ Es ist jedoch kritisch zu hinterfragen, inwiefern diese Ansätze geeignet sind, um aus der unscharfen Lösungsmenge den scharfen Outputwert zu bestimmen. Vor allem eine Entscheidung über die Bestimmung der Referenzpunkte zur Mittelwertberechnung erscheint willkürlich. Sie nimmt bei entsprechender Festlegung unterschiedliche Werte an, so dass ihre Eignung fraglich ist. Als sinnvolle Alternative ist die Mittelwert-Maximum-Methode anzuführen. Sie umfasst die Ausprägungen aller Extremwerte und bildet im Anschluss den Mittelwert des kleinsten und größten Maximums:²⁴⁹

$$x_{\max \text{ Mittelwert}} = \frac{x_{\max \min} + x_{\max \max}}{2}$$

Ein Vorteil gegenüber der einfachen Maximum-Methode ist das Unterbinden von Willkür bei der Festlegung des Endwertes der Outputvariablen. Dieses Vorgehen benötigt jedoch eine kontinuierliche bzw. stetige Skala der Outputvariablen. Dies kann im Fall der Outputvariablen „Nachhaltigkeit“ angenommen werden, da sie ausschließlich aus stetigen Inputvariablen besteht. Sollte dennoch der Fall auftreten, dass die Outputvariable eine diskrete Skala aufweist, so kann alternativ der Median anstatt des Mittelwertes genutzt werden. Es sind jedoch auch schwerwiegende Nachteile der Mittelwert-Maximum-Methode anzuführen. Der entscheidende Nachteil dieses Ansatzes liegt darin, dass durch die Mittelwertberechnung Stellgrößen als Ergebnis herauskommen können, die keinen maximalen Grad der Zugehörigkeit aufweisen. Vielmehr kann sogar der Fall auftreten, dass der Wert der Stellgröße durch die Mittelwertbildung sogar komplett außerhalb der berechneten unscharfen Lösungsmenge liegt.²⁵⁰

Ein letzter Kritikpunkt bezieht sich auf den Verlauf der Stellgröße. Im Fall der Mittelwert-Maximum-Methode liegt kein glatter Verlauf der Stellgröße vor, sondern ein sprunghafter Anstieg bzw. Abstieg bei Modifizierung eines oder mehrerer Parameter. Dieser Sachverhalt begründet sich in den standardisierten linguistischen Variablen. Betrachtet man dazu den

²⁴⁸ Vgl. Biewer (1997), S. 388.

²⁴⁹ Vgl. Bothe (1998), S. 49 f.

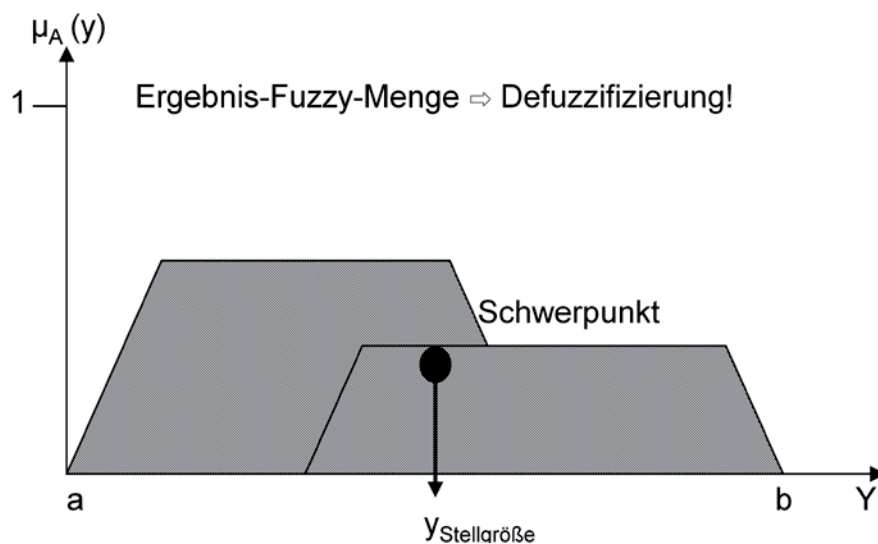
²⁵⁰ Vgl. Altrock (1993), S. 166 ff. In diesem Zusammenhang führt Altrock (1993) einige

Modifikationsmöglichkeiten der Mittelwert-Maximum-Methode an, die die Problematik der außerhalb der unscharfen Lösungsmenge liegenden Stellwerte lösen können.

Wechsel einer Regel mit höchstem Erfülltheitsgrad, so hat dies einen Sprung der Stellgröße zur Folge. Die Verzerrung fällt dabei umso intensiver aus, je stärker sich die unscharfen Stellwerte dieser Kontrollregel unterscheiden.²⁵¹

Resultierend aus den angeführten Kritikpunkt bietet die sogenannte Schwerpunktmethode (center of area oder center of gravity)²⁵² eine Alternative, die die Problematik der mehrfachen maximalen Singeltöne und das Problem der sprunghaften Änderungen von Stellgrößen kompensieren kann. Das Grundverständnis dieses Ansatzes liegt darin, dass alle einfließenden relevanten Regeln Berücksichtigung bei der Berechnung des Crisp-Wertes von Outputvariablen finden. Wie der Name der Methode schon verdeutlicht, wird zunächst der Schwerpunkt der aggregierten Teilflächen gebildet. Dies geschieht über die fuzzifizierten Inputvariablen, welche den Regelblock bzw. das Inferenzmodul durchlaufen haben. Anschließend ergibt sich der Wert der Stellgröße aus der Übertragung des Schwerpunktes auf die x-Achse. Somit kann auf einer auf eins normierten Skala für Nachhaltigkeit ein entsprechend scharfer Nachhaltigkeitswert abgeleitet werden. Die grundlegende Funktionsweise bildet die nachfolgende Grafik ab.

Abbildung 13: Exemplarische Ergebnis-Fuzzy-Menge



Quelle: eigene Darstellung

²⁵¹ Vgl. Biewer (1997), 388 ff.

²⁵² Vgl. Altrock (1993), S. 167.

Abbildung 13 stellt eine exemplarische unscharfe Lösungsmenge dar, die aus der Aggregation der generierten Teilflächen resultiert.²⁵³ Im Rahmen der Schwerpunktmethodik kann nun mit Hilfe der Integration der Schwerpunkt der Gesamtfläche berechnet werden.

$$y_{\text{Stellgröße}} = \frac{\int_a^b y * \mu_A(y) dy}{\int_a^b \mu_A(y) dy}$$

Dabei orientiert sich die Berechnung der einzelnen Integrale entsprechend an der Lösungsmenge A, die in diesem Fall auf dem Intervall von [a, b] definiert ist. Wie erkennbar ist, kann bei der vorliegenden stetigen Skala für die Outputvariable ein gleitender Übergang bei den Stellgrößen gewährleistet werden. Dies hat den Vorteil, dass beispielsweise bei nachhaltiger Entwicklung eine geringe Veränderung von Inputvariablen nicht zu einer sprunghaften Veränderung der Stellgröße führt.²⁵⁴ Ein Nachteil der klassischen Schwerpunktmethodik ist vor allem die komplexe Berechnung der Integrale. Besonders bei einer Vielzahl von Inputvariablen erhöht sich die Komplexität der unscharfen Lösungsmenge, weil durch eine hohe Anzahl von Inputvariablen die Zugehörigkeitsfunktion für die Outputvariable eine sehr unregelmäßige und sehr aufwendig berechenbare Form annehmen kann. Um die Schwerpunktmethodik dennoch praktisch und einfach anwendbar zu gestalten, existiert eine leicht modifizierte Berechnungsform. Die sogenannte modifizierte Schwerpunktmethodik, auch die schnelle Schwerpunktmethodik genannt, zeichnet sich vor allem durch ein weniger aufwendiges Rechenverfahren aus. Dabei wird im Rahmen der Berechnung für alle unscharfen Ausgangsmengen die Abszisse der Flächenschwerpunkte berechnet und das von ihnen mit dem Erfülltheitsgrad gewichtete Mittel gebildet:²⁵⁵

$$y_{\text{Stellgröße}} = \frac{\sum_{i=1}^n y_i * \mu_A(y_i)}{\sum_{i=1}^n \mu_A(y_i)}$$

Im Hinblick auf die vorliegende Arbeit soll die Schwerpunktmethodik bzw. aufgrund der Anwendungsfreundlichkeit die verwandte modifizierte Schwerpunktmethodik Anwendung finden. Die Familie der Maximum-Methoden findet folglich aus den angeführten Gründen keine Berücksichtigung.

²⁵³ Siehe dazu auch die Abbildung 12.

²⁵⁴ Vgl. Cox (1994), S. 248.

²⁵⁵ Vgl. Kacprzyk (1997).

Eine detailliertere Defuzzifizierungsdiskussion ist an dieser Stelle bewusst nicht geschehen. Mit der Wahl der beschriebenen Methodik liegt vor allem auch hier der Fokus auf einer konsistenten und vergleichbaren Anwendung innerhalb der Fuzzy-Logik. Das bedeutet, dass im Wesentlichen sicherzustellen ist, dass eine einheitliche Defuzzifizierung stattfindet und keine Vermischung unterschiedlicher Ansätze auftritt. Dies begründet sich in der anschließenden Praxisanwendung auf das Fallbeispiel der Region Hamburg, wo vor allem die relative Veränderung der Nachhaltigkeitsentwicklung in Teilbereichen besonders entscheidend ist.

4.4 Probleme der Fuzzy-Logik und Zusammenfassung

4.4.1 Umgang mit methodischen Problemen

Die Entscheidung, mit Hilfe der Fuzzy-Logik eine integrierte Nachhaltigkeitsbewertung vorzunehmen, beinhaltet in der praktischen Umsetzung zumeist auch eine Vielzahl von Herausforderungen. Abschließend ist daher eine kurze Zusammenfassung der methodischen Probleme sinnvoll, um auch die Grenzen der Anwendung von Fuzzy-Regelungssystemen aufzuzeigen.

Im Wesentlichen lassen sich in allen Teilbereichen eines Regelungssystems Problemstellungen identifizieren. Beginnend mit der Bestimmung der Zugehörigkeitsfunktionen für jede einzelne Eingangsvariable, besteht die bereits angeführte Herausforderung einer problemadäquaten Ausgestaltung. Wie beschrieben, nutzt die Praxis zumeist sehr einfache Funktionen mit wenigen Parametern, um die Methodik nicht unnötig zu verkomplizieren. Ferner bieten zusammengesetzte Zugehörigkeitsfunktionen eine Begrenzung von Möglichkeitsbereichen mit Hilfe von Grenz- bzw. Zielwerten. Dies führt zu einer vereinfachten Modellwelt, deren Annahmen eventuell die Realität nur bedingt widerspiegeln. Daran knüpft noch eine weitere Problematik an, die vor allem im Hinblick auf den Untersuchungsgegenstand eine gewichtige Rolle spielt. Betrachtet man die Anzahl aller Inputvariablen und ihrer möglichen Ausprägungen, so haben die Faktoren einen großen Einfluss auf die Generierung der Regelblöcke. Betrachtet man dazu beispielsweise die ökonomischen Indikatoren von HEINZ und nimmt dazu zwei mögliche linguistische Variablen an („nachhaltig“, „nicht nachhaltig“), so bestehen $2^5 = 32$ mögliche Regeln innerhalb des Inferenzmoduls. Es gilt also der Zusammenhang $Y^x = z$, wobei Y die Anzahl der linguistischen Variablen darstellt und x die Anzahl der Inputvariablen. Somit ergeben sich z potentielle Regeln. Problematisch ist vor allem die Anzahl der möglichen Ausprägungen.

Allein die Erweiterung der linguistischen Variablen um eine weitere führt zu einer Steigerung der möglichen Regeln von 32 auf $3^5 = 243$. Je feingliedriger das Fuzzy-Regelungssystem gestaltet ist, desto höher ist also der Komplexitätsgrad der Berechnung zu bewerten.²⁵⁶

Eine ähnliche Problemstellung liegt in der tatsächlichen Anwendung der Theorie auf die Praxis. Es stellt sich die Frage, wie die Vielzahl von Inputvariablen mit ihren entsprechenden Zugehörigkeitsfunktionen und die Vielzahl von Regeln handhabbar gemacht werden können bzw. wie eine erfolgreiche Berechnung durchzuführen ist. Da der Berechnungsprozess im Fall von HEINZ, aber auch in den üblichen Anwendungsfeldern dynamischer Fuzzy-Regelungssysteme, wie der Betriebswirtschaft oder den Ingenieursanwendungen, für eine standardisierte Berechnung zu aufwendig ist, bedarf es einer Automatisierung. Die Berechnung findet hierzu mit Hilfe des Programms „fuzzytech professional 5.52 d“ statt. Das Programm weist den Vorteil auf, dass bereits eine Vielzahl notwendiger Grundstrukturen, wie beispielsweise ein Katalog standardisierter Zugehörigkeitsfunktionen, und die Möglichkeit, den Inferenzprozess und die Defuzzifizierung vom Programm durchführen zu lassen, existieren.²⁵⁷

Abschließend ist zusammenzufassen, dass die Schwierigkeit der Anwendung, vor allem im Hinblick auf die Anwendung der Grenzwerte für die Inputvariablen, aber auch die bereits mehrfach erläuterte Problematik der Ausgestaltung der Zugehörigkeitsfunktionen, Herausforderungen repräsentieren. Dennoch ist darauf hinzuweisen, dass die Anwendung von Fuzzy-Regelungssystemen aufgrund der erläuterten Vorteile, vor allem der Berücksichtigung der Unsicherheit, eine wirkliche Alternative zu bisherigen bzw. kaum existenten integrierten Nachhaltigkeitsbewertung darstellt. Hierzu sei nochmals auf die Arbeiten von Phillis/Kouikoglou (2009), Prato (2007), Andriantiatsaholiniaina/Kouikoglou et al. (2004), Phillis/Andriantiatsaholiniaina (2001) verwiesen, die in der aktuellen Nachhaltigkeitsforschung die Fuzzy-Logik als relevantes Konzept zur integrierten Bewertung durchsetzen konnten.

²⁵⁶ Diese Problematik findet in Abschnitt 5 nähere Beachtung, wenn die Anwendung von HEINZ in integrierten Bewertungen ansteht.

²⁵⁷ Auf eine detaillierte Beschreibung des Programms und der einzelnen Spezifikationen soll hier verzichtet werden, da sie die bereits diskutierten Fuzzy-Regelungssystemkomponenten zusammenführt. Die notwendigen Funktionszusammenhänge werden aber im Kontext der Anwendung auf das Fallbeispiel erläutert.

4.4.2 Zwischenfazit

Neben den besagten Problemen bietet das vorgestellte Fuzzy-Regelungssystem eine Vielzahl von Vorteilen gegenüber scharfen Bewertungsansätzen. Der wesentliche Vorteil liegt in der Integration der Unschärfe und Unsicherheit, die in der Nachhaltigkeitsdiskussion eine wesentliche Rolle spielen. Blickt man erneut auf die Anwendung des Fuzzy-Regelungssystems auf die Nachhaltigkeitsproblematik, so sind in der Theorie sieben Schritte durchzuführen, um ein möglichst optimales Ergebnis zu erhalten. Da die Regelungstechnik nicht ausschließlich aus einem einzelnen Forschungsstrang resultiert, existieren durchaus Abweichungen in den einzelnen disziplinären Anwendungen.²⁵⁸ Im Kontext der nachfolgenden Anwendung lassen sich die sieben Schritte des Regelungssystems bereits auf die Nachhaltigkeitsbewertung übertragen, so dass im Vorfeld eine Einordnung des bisherigen Vorgehens möglich ist. Die Schritte lassen sich wie folgt beschreiben:

1. Auswahl der Eingangs-, Zwischen- und Ausgangsvariablen
 - Die Eingangsvariablen sind durch die Wahl des Indikatorsets determiniert (HEINZ). Die Zwischenvariablen leiten sich aus der Nachhaltigkeitstheorie ab und repräsentieren die Ökonomie, Ökologie und das Soziale. Die Outputvariable ist folglich die regionale Nachhaltigkeit, die alle drei Säulen vereint.
2. Festlegung der Wertebereiche der Variablen
 - Alle Inputvariablen weisen bereits Wertebereiche auf, die entweder durch natürliche Skalengrenzen oder durch normative Grenzwerte bestimmt sind. Anschließend muss eine Normalisierung der Inputvariablen vorgenommen werden, da es sich bei den Zwischenvariablen bzw. Outputvariablen um sogenannte skalenfreie Geltungsvariablen handelt (siehe Abschnitt 4.3.4.2).
3. Partitionierung der Zugehörigkeitsfunktionen
 - Es ist festzulegen, wie feingliederig der Zusammenhang der potentiellen Inputwerte und der linguistischen Variablen abgebildet werden kann und soll. Findet die Differenzierung der linguistischen Variablen auf einem relativ hohen Level statt, so sorgt dies auch für relativ geringe Unsicherheitskorridore

²⁵⁸ Vgl. Kuhl (1996), S. 48.

innerhalb der Zugehörigkeitsfunktionen. Dabei ist die in Abschnitt 4.4.1 angesprochene Problematik der daraus folgenden Regelanzahl zu beachten.

4. Festlegung der linguistischen Regeln

- Im Rahmen dieses Punktes müssen die Beziehungen zwischen den Eingangsvariablen und der Ausgangsgröße hergestellt werden. Im Fall von HEINZ gelten die beschriebenen WENN/DANN-Zusammenhänge, ohne das linguistische ODER zu berücksichtigen. Dies begründet sich in der schwachen Informationslage, so dass zunächst eine pessimistische Bewertung mit Hilfe der UND-Operatoren stattfindet.

5. Auswahl eines geeigneten Inferenzmoduls

- Anschließend an den vorangegangenen Punkt vier erfolgt die Wahl einer Inferenz, um die einzelnen Regeln zusammenzuführen. Das Inferenzmodul bestimmt damit die möglichen Lösungswege. An Punkt vier anknüpfend soll der pessimistischen Grundannahme gefolgt werden, so dass die Inferenz den Min-Operator integriert. Damit fällt die Wahl auf die Max-Min-Inferenz, die bei der integrierten Bewertung der Nachhaltigkeit der Region Hamburg Anwendung findet.

6. Defuzzifikation

- Die Wahl einer geeigneten Defuzzifikationsmethode fand in Abschnitt 4.3.4.4 statt. Aufgrund ihrer Vorteile gegenüber der Familie der Maximum-Methoden und gegenüber der klassischen Schwerpunktmethodik erhält die modifizierte Schwerpunktmethodik den Vorzug im Hinblick auf das Fallbeispiel Hamburg.

7. Anpassungen

- Anpassungen sind zumeist notwendig, wenn es um die Analyse der Ergebnisse geht. Dabei spielen vor allem die Inferenzmodule und die Defuzzifikation eine wesentliche Rolle. Im Hinblick auf die Untersuchungsregion fand dazu eine praxisorientierte Anpassung statt, d.h., die Ergebnisse wurden auf ihre Aussagekraft hin generiert. Dies spiegelt sich in der Sensibilität der Ergebnisse hinsichtlich einer Veränderung der Inputvariablen wider.

5 Nachhaltigkeitsbewertung der Region Hamburg

5.1 Einführung

Nach der Einführung in die relevante Nachhaltigkeitstheorie und der methodischen Einführung der Fuzzy-Logik bzw. des Fuzzy-Regelungssystems erfolgt nun die konkrete Anwendung auf das Fallbeispiel der Region Hamburg. Konkret ist der Frage nachzugehen, ob sich eine evidenzbasierte oder eine symbolische Nachhaltigkeitspolitik in der Praxis identifizieren lassen bzw. in welchem Umfang die Region Hamburg ihre selbst gesteckten Ziele umsetzt. Damit zielt der vorliegende Abschnitt darauf ab, mit Hilfe des gewählten Fallbeispiels die aufgestellten Arbeitshypothesen zu untersuchen.

Die Wahl der Untersuchungsregion liegt im Wesentlichen an der Problematik von indikatorgestützten Nachhaltigkeitsmonitoringsystemen. Angelehnt an das gängige 3-Säulen-Konzept der Nachhaltigkeitstheorie existieren selten über einen längeren Zeitraum vollständige und indikatorgestützte Nachhaltigkeitsdokumentationen. Oftmals liegen nur qualitative Beschreibungen der Nachhaltigkeitsentwicklung vor, die nicht in einem quantitativen Analyserahmen nutzbar sind. Liegen doch Indikatoren für die drei Säulen vor, so fehlen in den meisten Fällen quantifizierte Zielgrößen. Nicht einmal die nationale Nachhaltigkeitsstrategie kann hierbei mit durchgängig formulierten Nachhaltigkeitszielen für alle Zielindikatoren dienen.²⁵⁹ Zieldefinitionen liegen in solchen Fällen häufig in qualitativer Form vor. Es findet keine Zuspitzung auf einen konkreten Zielwert statt, den es zu einem bestimmten Zeitpunkt zu erreichen gälte. Vielmehr existiert in vielen Praxisbeispielen nur eine qualitative Analyse der Indikatoren, die in eine sehr allgemeine Bewertung des Entwicklungstrends des Indikators mündet. Diese Trends sind in vielen Fällen in Pfeildiagrammen oder Ampelform abgebildet.²⁶⁰ Aus der undifferenzierten Darstellungsweise folgt, dass die Nachhaltigkeitslücke einer Region bezüglich des jeweiligen Indikators ebenso wenig quantifizierbar ist und damit die Planung konkreter Nachhaltigkeitsmaßnahmen erschwert. Eine nach der Nachhaltigkeitstheorie geforderte integrierte Bewertung, innerhalb derer Trade-offs zwischen den einzelnen Indikatoren in die Bewertung einfließen, unterbleibt. Auch im Fall der Region Hamburg besteht die Problematik einer fehlenden integrierten Nachhaltigkeitsbewertung. Dennoch lässt sich im Gegensatz zu anderen

²⁵⁹ Vgl. Deutschland (2008).

²⁶⁰ Vgl. bspw. Diefenbacher/Frank et al. (2004).

Nachhaltigkeitsindikatorsets eine Konkretisierung der Nachhaltigkeitsziele erkennen.²⁶¹ Auch das Indikatorset des Zukunftsrats Hamburg HEINZ weist zunächst mit seinem Ampelsystem bezüglich der einzelnen Indikatorentwicklungen eine schwammige Einzelindikatorbewertung auf. Diese qualitative Trendanalyse wird jedoch um konkrete Zielwerte für 2020 ergänzt.²⁶² Dieses Alleinstellungsmerkmal führt dazu, dass sich diese Region besonders gut für eine integrierte Nachhaltigkeitsbewertung eignet, zumal auch ein relativ langer Monitoringzeitraum der relevanten Indikatoren vorliegt (1996–2002).

Mit einem erneuten Blick auf die Forschungsfrage besitzt die Region Hamburg einen weiteren Vorteil. Im Jahr 2002 wurde durch den Hamburger Senat die Nachhaltigkeitsstrategie „Metropole Hamburg – Wachsende Stadt“ verabschiedet.²⁶³ Diese Strategie beinhaltet einen konkreten Überblick über das Verständnis des Leitbildes der Stadt Hamburg sowie Ziele bzw. Schwerpunktthemen einer nachhaltigen Entwicklung. Aber auch konkrete Maßnahmen zum Erreichen der Zielsetzung einer nachhaltigen Entwicklung sind in dieser Strategie zu finden. Diese Konkretisierung bietet den Vorteil, dass sie eine Aussage über die Eigenschaften der Nachhaltigkeitspolitik ermöglicht. Dies soll im weiteren Verlauf der Arbeit anhand der mit dem Fuzzy-Regelungssystem gewonnenen Ergebnisse bezüglich der nachhaltigen Entwicklung von 2002 bis 2008 erreicht werden. Zudem liefert die Entwicklung der Budgetpositionen des Landeshaushaltes in den Schwerpunkten der Nachhaltigkeitsstrategie eine zusätzliche Aussage zur praktischen Nachhaltigkeitspolitik der Stadt Hamburg. Zunächst folgt jedoch eine Übersicht über die Nachhaltigkeitsindikatoren und anschließend die relevanten Teile der Nachhaltigkeitsstrategie (siehe Abschnitt 5.3.2), um den Untersuchungsgegenstand näher zu beleuchten.

5.2 Hamburger Entwicklungsindikatoren für Zukunftsfähigkeit

Das grundlegende Konzept von HEINZ geht auf das Jahr 2002 zurück, wobei der Zukunftsrat Hamburg, explizit die „Arbeitsgruppe Indikatoren“, als verantwortliche Institution der Indikatorentwicklung zu benennen ist.

Die Institution Zukunftsrat Hamburg ist das Resultat der Entwicklung von 1992 auf der Konferenz von Rio, konkret des Aktionsprogramms der Agenda 21. Die Grundlage bildete damals das Kapitel 28 der Agenda 21: „Jede Kommunalverwaltung sollte in einen Dialog mit

²⁶¹ Vgl. Menzel (2009).

²⁶² Vgl. Zukunftsrat Hamburg (2009).

²⁶³ Vgl. Freie und Hansestadt Hamburg (2002).

ihren Bürgern, örtlichen Organisationen und der Privatwirtschaft eintreten und eine ‚lokale Agenda 21‘ beschließen. Im Zuge der Konsultation und Konsensbildung würden die Kommunen von ihren Bürgern und von örtlichen Bürger-, Gemeinde-, Wirtschafts- und Gewerbeorganisationen lernen und die Informationen erhalten, die sie benötigen, um die beste Strategie aufstellen zu können.“²⁶⁴ Diese Verpflichtung ging auch die Stadt Hamburg ein, was die Unterzeichnung der Ålborg Charter durch den Hamburger Senat dokumentiert. Darin verpflichtet sich die Stadt Hamburg zur Umsetzung der Agenda 21 auf lokaler Ebene und somit zur Erfüllung des Artikels 28. Der Zukunftsrat lässt sich daher als „Hamburger Lösung“ des Kapitels 28 der Agenda 21 bezeichnen, die als Plattform für die Zusammenführung von politischen Institutionen, Verbänden, Unternehmen und Initiativen verantwortlich ist.²⁶⁵

Mit der Umsetzung und Ausgestaltung der lokalen Agenda 21 bestand daher die Aufgabe, die nachhaltige Entwicklung in der Region Hamburg greifbar zu machen. Dies mündete 2002 in der Initiative des Zukunftsrates, bzw. dessen „Arbeitsgruppe Indikatoren“, regionalspezifische Indikatoren auszuwählen. Im Bewusstsein, dass es sich bei der Auswahl der Indikatoren und Grenzwerte um einen normativen Prozess handelt, erfolgte im Mai 2002 ein abschließendes Arbeitstreffen mit fast 40 Experten. Dieses Expertengremium setzte sich aus Spezialisten aus der Hamburger Politik, Behörden, Kammern, Organisationen, Institutionen und der Bürgerschaft zusammen.²⁶⁶ Diese Gruppen entwickelten einerseits ein Set von Indikatoren, das sich stark an bereits bestehenden Operationalisierungskonzepten der internationalen und nationalen Ebene orientierte. Andererseits wurde darauf geachtet, dass für die gewählten Indikatoren statistische Daten vorliegen, so dass eine Betrachtung über einen konkreten Zeitraum möglich sein würde. Als Ergebnis wurden 32 Indikatoren für die entsprechenden Handlungsfelder einer nachhaltigen Entwicklung festgehalten. Diese weisen in Teilen jedoch nur beispielhaften Charakter auf, da in diesen Fällen die Verfügbarkeit statistischer Evidenzen gar nicht oder nur sehr mangelhaft vorliegt.

Grundlegend ist HEINZ mit den gängigen Nachhaltigkeitstheorien vereinbar und orientiert sich an dem im Abschnitt 3.2.2 erläuterten 3-Säulen-Konzept. Im Hamburger Ansatz ist eine nachhaltige Entwicklung gekennzeichnet durch

²⁶⁴ Vgl. BMU (1997), S. 291.

²⁶⁵ Vgl. bspw. Zukunftsrat Hamburg (2009). An dieser Stelle soll nicht weiter auf die Bedeutung des Rates in Hamburg eingegangen werden, da der Fokus der Arbeit auf den Indikatoren liegt und die Struktur und die konkreten Aufgabenfelder des Zukunftsrates von nachgelagertem Interesse sind.

²⁶⁶ Vgl. Zukunftsrat Hamburg (2009).

- eine ökologische Tragfähigkeit,
- gleiche Rechte und Chancen für die Gesamtheit der Bürgerschaft,
- Berücksichtigung des Wirtschaftlichkeitsprinzips.²⁶⁷

Damit erfüllen die Indikatoren nicht nur die Anforderungen des 3-Säulen-Konzepts, sondern weisen auch eine integrierende Ausrichtung auf. Dies spiegelt sich zum einen in der aufeinander abgestimmten Formulierung der drei Nachhaltigkeitssäulen wider. Zum anderen reflektiert die Abstimmung der einzelnen Indikatoren auf die drei Säulen die integrierende Ausrichtung der Indikatoren. Dies dokumentiert der Anspruch der HEINZ-Entwickler, dass jeder Indikator in seiner Ausprägung stets zumindest zwei Säulen positiv beeinflusst, im Idealfall sogar alle drei Säulen. Die zuletzt genannte Bedingung ist in der Praxis jedoch kaum erfüllbar. Als notwendige Bedingung müssen die Indikatoren daher neben dem positiven Einfluss auf zwei Säulen erfüllen, dass sie die dritte Säule zumindest nicht negativ beeinflussen. Somit stand bei der Entwicklung von HEINZ auch die Intention im Vordergrund, ein Indikatorset zu entwickeln, das konsistent sei und keine Widersprüche hinsichtlich der gewünschten Zielerreichung aufweise.

Basierend auf der Grundversion von 2002 entwickelte und verfeinerte der Zukunftsrat das Konzept bis 2009. Grundsätzlich zeichnet sich das Indikatorset durch eine Gleichgewichtung aller drei Säulen der Nachhaltigkeit aus. Seit 2008 wird jedoch von der traditionellen 3-Säulen-Sicht abgewichen. Dies begründet der Zukunftsrat mit der Argumentation, dass ein Balanceakt zwischen den drei Dimensionen einem integrativen und ganzheitlichen Verständnis von regionaler Nachhaltigkeit eher im Wege stehe.²⁶⁸ Dazu folgt die Argumentation der Beobachtung, dass die traditionelle Dimensionierung zumeist auch auf anderen Ebenen wie der Bundesebene oder der EU-Ebene ebenenspezifische Sortierungskriterien anwendet. Beispielweise weist die Nachhaltigkeitsstrategie der Bundesregierung vier Nachhaltigkeitsdimensionen auf: Generationengerechtigkeit, Lebensqualität, sozialen Zusammenhalt, internationale Verantwortung.²⁶⁹ Dies verdeutlicht zum einen, dass inhaltliche Schwerpunkte, die durch einzelne Indikatoren repräsentiert werden, quer durch einzelne Säulen verlaufen. Zum anderen weisen die unterschiedlichen Sortierungskriterien der Indikatoren auf einen ebenenspezifischen Anpassungsbedarf der 3-

²⁶⁷ Vgl. Zukunftsrat Hamburg (2009), S. 7.

²⁶⁸ Vgl. Zukunftsrat Hamburg (2009), S. 9.

²⁶⁹ Vgl. Deutschland (2008), S. 81 f.

Säulen-Sortierung hin, um so auf die regionsspezifischen Nachhaltigkeitseigenheiten einer Region eingehen zu können. Um diesen neuen Anforderungen an das Hamburger Indikatorset nachzukommen, erfolgte in HEINZ 2009 eine Anpassung der 3 Säulen an die drei Teilbereiche: nachhaltige Stadtentwicklung, Verantwortung für regionale und globale Nachhaltigkeit und Erhaltung der Potenziale zu nachhaltiger Entwicklung.²⁷⁰ Hierzu ist anzumerken, dass der Zukunftsrat die bisherigen Indikatoren und Zielwerte nicht neu entwickelte, sondern nur eine neue Sortierung der bisherigen Indikatoren vornahm. Laut Zukunftsrat ist diese Sortierung auch im Hinblick auf die neue Nachhaltigkeitsstrategie des Hamburger Senats sinnvoller.²⁷¹

Auch wenn die Anpassung der 3 Säulen an die Hamburger Bedürfnisse als sinnvoll zu erachten ist, soll diese Erweiterung in der vorliegenden Arbeit zunächst keine Berücksichtigung finden. Dies begründet sich auch aus der zu bewertenden Periode im Zusammenhang mit der nachhaltigen Entwicklung in der Region Hamburg. Der Betrachtungszeitraum hinsichtlich der Umsetzung der Nachhaltigkeitsstrategie „Metropole Hamburg – Wachsende Stadt“ liegt zwischen 2002 und 2008. In diesem Zeitraum lag die geschilderte Anpassung des 3-Säulen-Konzepts noch nicht vor, so dass die traditionelle Sortierung der Hamburger Indikatoren Anwendung findet.

5.2.1 Indikatorbeschreibung

Im Folgenden sollen nun im Kontext der jeweiligen Nachhaltigkeitssäulen die einzelnen Indikatoren näher charakterisiert werden. Der Betrachtungszeitraum der Untersuchung ist auf die Periode von 1996 bis 2008 limitiert, da vor 1996 keine Daten erhoben wurden und Anfang 2009 ein neues Nachhaltigkeitsleitbild eingeführt wurde.²⁷²

Bei der Bewertungsgrundlage handelt es sich um Jahresdaten, die nur einmal im Jahr erhoben wurden. In diesem Abschnitt erfolgen eine kurze Beschreibung der ins entwickelte Modell implementierten Indikatoren sowie eine genaue Erläuterung der dazugehörigen normativen Nachhaltigkeitsgrenzwerte. Dabei beziehen sich die Zielwerte auf das Zieljahr 2020. Im Anschluss an die Indikator- und Grenzwertdiskussion findet die Überführung der Grenzwerte in die jeweiligen Zugehörigkeitsfunktionen statt, die methodisch bereits in Abschnitt 4.3.4.2 erläutert wurden und als Bewertungsbasis in das Fuzzy-Regelungssystem einfließen. Die

²⁷⁰ Vgl. Zukunftsrat Hamburg (2009).

²⁷¹ Vgl. Zukunftsrat Hamburg (2009), S. 10.

²⁷² Vgl. Freie und Hansestadt Hamburg (2009).

Grenzwerte werden bereits normalisiert in die Zugehörigkeitsfunktionen übertragen, d.h. auf ein Einheitsintervall von 1 angepasst.²⁷³ Bei der Zugehörigkeitsfunktion repräsentiert die y-Achse äquivalent zu den Ausführungen des Abschnittes 4.3.2 den Grad der Zugehörigkeit. Auf der x-Achse befindet sich die normalisierte Skala jedes einzelnen Indikators, die durch den maximal möglichen Ausprägungswert limitiert ist. Existiert kein realistischer Maximalwert bzw. handelt es sich bei einzelnen Indikatoren um eine offene Skalierung, wie z.B. bei dem Zielbereich Fluglärm mit seinem Indikator Dezibel (dB), so bildet zunächst der Maximalwert des Betrachtungszeitraums die Limitierung der Skala. Ferner besteht jede Zugehörigkeitsfunktion aus zwei Termen: zum einen dem grünen Term, der den nachhaltigen Bereich (Nachhaltigkeit „hoch“) der Zugehörigkeitsfunktion skizziert, zum anderen dem roten Term (Nachhaltigkeit „niedrig“), der den nichtnachhaltigen Wertebereich definiert. Angelehnt an die Ausführungen der Abschnitte 4.3.2 und 4.3.4.2, verläuft die Verbindung der Grenzwerte für den eindeutig nachhaltigen und nichtnachhaltigen Bereich linear und ist aufgrund fehlenden weiteren Informationen gleichverteilt. Dies hat zur Folge, dass der Schnittpunkt der linearen Zugehörigkeitsfunktionsteile bei einem Zugehörigkeitsniveau von 0,5 liegt. Des Weiteren ergänzt eine kurze Übersicht mit den Termmamen, den kritischen Grenzwerten/Definitionspunkten für die zwei Terme und die Form der Termverläufe die grafische Abbildung der Zugehörigkeitsfunktion.²⁷⁴

5.2.1.1 Ökonomische Säule

In die Bewertung der ökonomischen Nachhaltigkeit fließen insgesamt 5 Zielbereiche ein, für die Indikatoren und eine entsprechende Datengrundlage existieren: Arbeitsverteilung, Preisstabilität, öffentliche Schulden, „fairer“ Handel und Ressourceneffizienz. Der Zielbereich „regionale Versorgung“ aus dem HEINZ-Indikatorset kann nicht in die Bewertung integriert werden, da nicht genügend Daten vorliegen. Die Zielbereiche werden zusätzlich auf ihren Wirkungsradius hinsichtlich der ökologischen und sozialen Säule diskutiert.

²⁷³ Um die Transformation der Ursprungsdaten in ihre normalisierte Form nachzuvollziehen, siehe Abschnitt 4.3.4.2 im methodischen Grundlagenteil.

²⁷⁴ Die nachfolgenden Indikatorbeschreibungen sind alle aus der Quelle Zukunftsrat Hamburg (2009) entnommen und in den grafischen Darstellungen an das methodische Vorgehen angepasst worden.

5.2.1.1.1 Arbeitsverteilung

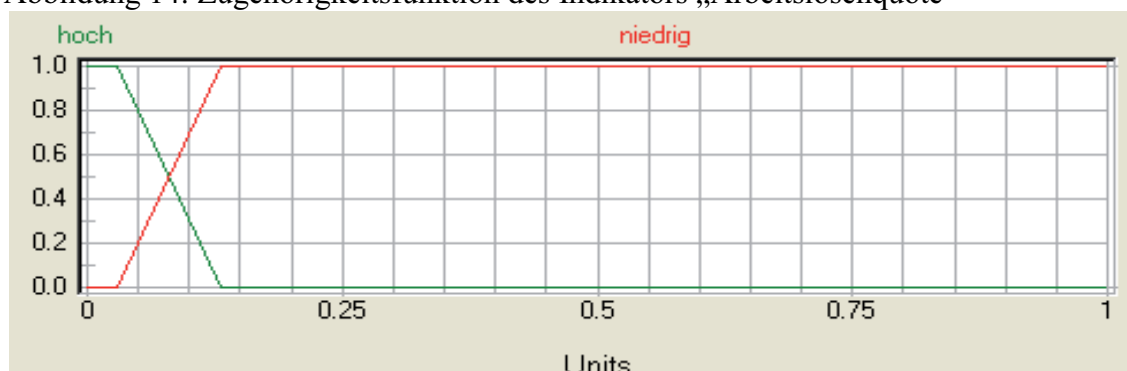
Indikatorbeschreibung

Der Zielbereich Arbeitsverteilung wird im Rahmen von HEINZ durch die Arbeitslosenquote in Prozent abgebildet. Dazu führt der Zukunftsrat an, dass die Arbeitsverteilung bzw. die Arbeitsplätze und damit die Erwerbsmöglichkeit für die Bürger eine wesentliche Rolle für eine positive Entwicklung der wirtschaftlichen, aber auch der sozialen Säule darstellen. Ab 2005 berücksichtigt die Erhebung auch die neue Strukturierung des Arbeitslosengeldes, d.h., auch die Empfänger des Arbeitslosengeldes II, die bis dahin unter die Sozialhilfe gefallen sind, sind ab 2005 in der Arbeitslosenquote enthalten.

Grenzwerte

Als Zielwert für eine nachhaltige Arbeitslosenquote deklariert der Zukunftsrat eine Quote von kleiner als 3% Arbeitslosigkeit. Damit visiert der Zukunftsrat bis 2020 eine Vollbeschäftigung für die Region Hamburg an. Im Hinblick auf den Grenzwert für eine eindeutig nichtnachhaltige Arbeitslosenquote bewertet der Zukunftsrat die Arbeitslosenquote von 9,2% aus dem Jahr 2008 positiv, da sie im Vergleich zu den vorangegangenen Jahren gesunken ist. Allerdings liegt sie immer noch deutlich über dem eigentlichen Zielwert von 3%. Der maximale Wert des Betrachtungszeitraums zieht die eindeutige Grenze zum nichtnachhaltigen Bereich. Dieser liegt mit 13% im Jahr 1997.

Abbildung 14: Zugehörigkeitsfunktion des Indikators „Arbeitslosenquote“



Terminame	Form/Par.	Definitionspunkte (x, y)
niedrig	L-Form	(0, 0) (0.03, 0) (0.13, 1) (1, 1)
hoch	L-Form	(0, 1) (0.03, 1) (0.13, 0) (1, 0)

Quelle: eigene Darstellung

5.2.1.1.2 Preisstabilität

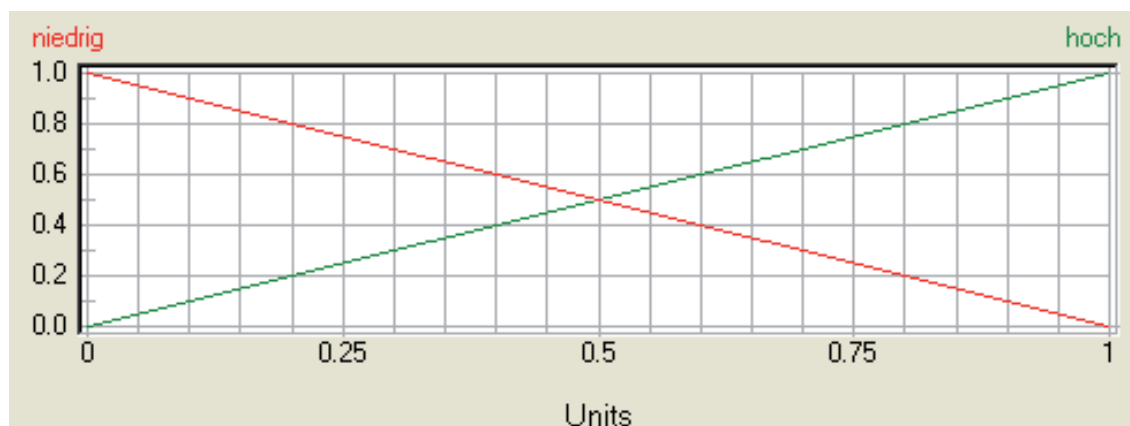
Indikatorbeschreibung

Beim Zielbereich Preisstabilität einigte sich der Zukunftsrat auf die Nutzung des Indikators Verbraucherpreisindex in Deutschland. Die aktuelle Orientierungsgrundlage bzw. das Basisjahr für den Index bildet das Jahr 2005. Aus dem Bewusstsein heraus, dass extreme Geldentwertungsprozesse besonderes negative Wirkungen auf die soziale und ökonomische Säule besitzen, stellt die Preisstabilität für den Raum Hamburg einen wesentlichen Zielbereich für die ökonomische Dimension dar. Da Hamburg selbst keine Daten zur Teuerungsrate erhebt, verwendet der Zukunftsrat den Verbraucherindex für die Preisstabilität für Deutschland. Nach Angaben des Zukunftsrates existieren dabei keine fundamentalen Unterschiede zwischen den Regionen innerhalb der Bundesebene.

Grenzwerte

Laut HEINZ liegt der Zielwert für 2020 bei einem Verbraucherindex von 122, ausgehend vom Basisjahr 2005. Das bedeutet einen jährlichen Anstieg von 1% im Jahr mit einer Abweichung von $\pm 0,2\%$. Der Hintergrund dieser Wahl ist einerseits, keine übermäßige Inflation zuzulassen, also damit eine unverhältnismäßige Geldentwertung zu vermeiden. Andererseits soll mit der kalkulierten, grundlegenden Preissteigerung eine deflationäre Entwicklung vermieden werden. Da es sich in dem Fall um eine offene Skala des Verbraucherindex handelt, verwendet die vorliegende Arbeit den Maximalwert bzw. Zielwert von 122 für das Jahr 2010 für die Normalisierung der Verbraucherindexskala.

Abbildung 15: Zugehörigkeitsfunktion des Indikators „Verbraucherindex“



Termname	Form/Par.	Definitionspunkte (x, y)	
niedrig	L-Form	(0, 1)	(1, 0)
hoch	L-Form	(0, 0)	(1, 1)

Quelle: eigene Darstellung

5.2.1.1.3 Öffentliche Schulden

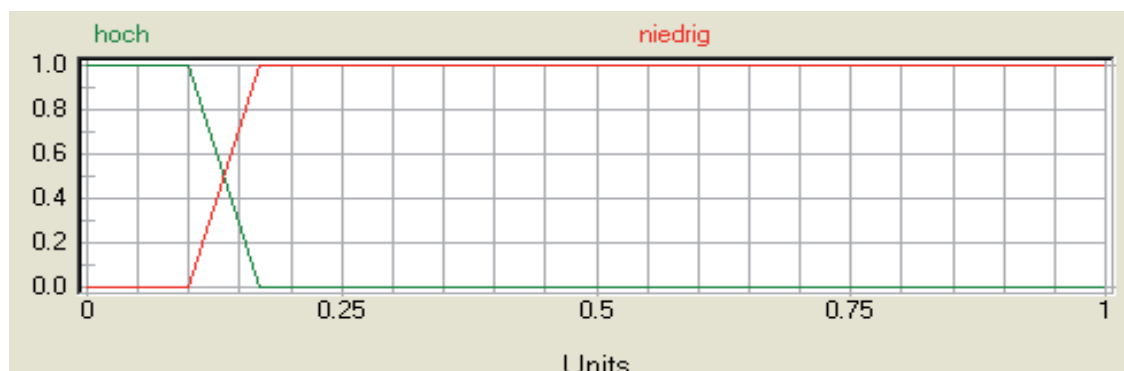
Indikatorbeschreibung

Das Themenfeld der öffentlichen Schulden wird im Rahmen von HEINZ mit dem Indikator der Zins-Steuer-Quote, die in % angegeben wird, abgedeckt. Dieser Indikator drückt aus, wie das Verhältnis von Steuereinnahmen zu der Zinszahlung für aufgenommene Kredite der Stadt Hamburg ausfällt. Anders gesagt beschreibt diese Kennzahl den Anteil der Steuereinnahmen, der für die Kreditzinsen anfällt. Die Wahl dieser Kennzahl resultiert aus der grundsätzlichen Überlegung bzw. dem Anspruch, kommenden Generationen der Region Hamburg einen gesunden Haushalt zu hinterlassen und Überschuldung zu vermeiden. Damit deckt sich dieses Anliegen mit dem Brundtland-Verständnis von Nachhaltigkeit, kommenden Generationen die Möglichkeit zu bieten, ihre zukünftigen Bedürfnisse zu befriedigen, indem ein entsprechender finanzieller Spielraum zu Verfügung steht. Somit sollen für zukünftige Generationen Finanzen zur Verfügung stehen, die nicht primär Altlasten (Tilgungs- und Zinszahlungen) der heutigen Generationen bewältigen. Ziel für den öffentlichen Haushalt soll laut Zukunftsrat eine zyklische Haushaltspolitik sein, die in konjunkturell günstigen Zeiten Rücklagen bildet und in rezessiven Zeiten Handlungsräume für Investitionsmöglichkeiten schafft. Dabei ist laut Zukunftsrat auf das Gleichgewicht zwischen den drei Nachhaltigkeitsdimensionen zu achten, so dass beispielweise keine reine Kürzung des Sozial- oder ökologischen Budgets stattfindet.

Grenzwerte

Um die formulierten Zielsetzungen zu erreichen, sieht der Zukunftsrat eine Eindämmung der Staatsverschuldung vor, die sich in einem Zielwert für die Zins-Steuer-Quote von kleiner als 10% im Jahr 2020 manifestiert. Der Maximalwert von 16,95% aus dem Jahr 1997 bildet auch hier den Grenzwert zu dem eindeutig nichtnachhaltigen Wertebereich.

Abbildung 16: Zugehörigkeitsfunktion des Indikators „Steuer-Zins-Quote“



Terminame	Form/Par.	Definitionspunkte (x, y)
niedrig	L-Form	(0, 0) (0.1, 0) (0.1695, 1) (1, 1)
hoch	L-Form	(0, 1) (0.1, 1) (0.1695, 0) (1, 0)

Quelle: eigene Darstellung

5.2.1.1.4 „Fairer“ Handel*Indikatorbeschreibung*

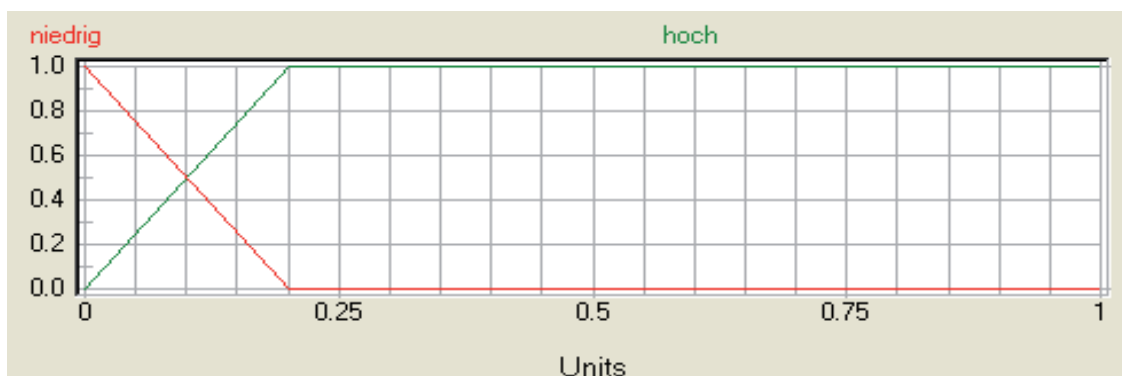
Basierend auf dem Anspruch der Agenda 21, den Welthandel nachhaltig zu gestalten und damit eine nachhaltige Entwicklung zu bewirken, besteht die Forderung, den Welthandel entsprechenden Regularien zu unterwerfen, um einen nachhaltigen Ausgleich zwischen dem globalen Norden und Süden zu erreichen. Dazu sollen die Exportprodukte der Herstellerländer diese in ihrer Entwicklung nicht negativ beeinflussen. Dies bezieht sich vor allem auf extreme Abhängigkeiten von den Abnehmerländern. Somit sollen ökologische und soziale Entwicklungsprozesse, vor allem von Entwicklungs- und Schwellenländern, nicht behindert werden. Der Zielbereich des „fairen“ Handels wird bei HEINZ mit einem sehr Hamburg-spezifischen Indikator beschrieben. Dazu wählte der Zukunftsrat den Anteil des Transfair-Kaffees am gesamten Kaffeeabsatz bei Budnikowsky in %. Dies begründet der Zukunftsrat zum einen damit, dass die Transfair-Produkte die beschriebenen Voraussetzungen für nachhaltige Exportprodukte erfüllen. Gerechte Preisgestaltung scheint damit sichergestellt

und gleichzeitig ist große Nähe zwischen Importeur und dem Produzenten gegeben. Zum anderen ist Kaffee ein gutes Beispiel für ein Produkt aus den Entwicklungsländern, das bekanntermaßen einen Vorreiter in der Entwicklung einer „Fair-Trade“-Produktion repräsentiert.

Grenzwerte

Die Datengrundlage für diesen Indikator bildet der Absatz des auf den Raum Hamburg beschränkten Unternehmens Budnikowsky. Zielwert für eine eindeutig nachhaltige Entwicklung ist ein mindestens 20%iger Anteil des Transfair-Kaffees am gesamten Kaffeeabsatz. Wie in Abbildung 17 im Bereich von 0-20% verdeutlicht, wird eine Gleichverteilung der Zugehörigkeit zu einer nachhaltigen und nichtnachhaltigen Entwicklung angenommen, da keine weiteren Informationen zur Verfügung stehen.

Abbildung 17: Zugehörigkeitsfunktion des Indikators „Anteil des Transfair-Kaffees am gesamten Kaffeeabsatz bei Budnikowsky“



Termname	Form/Par.	Definitionspunkte (x, y)
niedrig	L-Form	(0, 1) (0.2, 0) (1, 0)
hoch	L-Form	(0, 0) (0.2, 1) (1, 1)

Quelle: eigene Darstellung

5.2.1.1.5 Ressourceneffizienz

Indikatorbeschreibung

Der letzte Zielbereich in der ökonomischen Säule, der in die Berechnung der Nachhaltigkeitswerte der Region Hamburg einfließt, ist die Ressourceneffizienz. Dieser Indikator misst den prozentualen Anteil von Unternehmen im Raum Hamburg, die ein

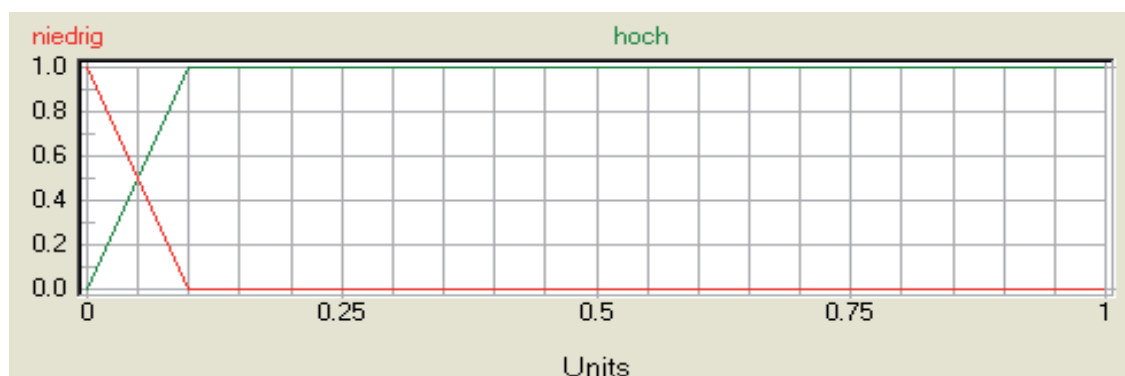
Umweltprogramm haben.²⁷⁵ Der Zukunftsrat sieht dabei ein deutliches Potential zur Effizienzsteigerung von nichtregenerativen sowie regenerativen Ressourcen. Im Hinblick auf die Nutzung von Ressourcen auf unternehmerischer Ebene spielen Umweltmanagementsysteme eine entscheidende Rolle. Die Zertifizierung nach der EMAS, der Öko-Audit oder der ISO 14001 stellen dazu die gängigsten Formen dar. Zahlen für die Anzahl der Unternehmen, die diese Programme nutzen, sind jedoch nur für die beiden Erstgenannten vorhanden. Dies liegt an der Tatsache, dass die Anwendung der ISO 14001 keine Veröffentlichungsverpflichtung aufweist. Der hier vorliegende Indikator setzt sich daher aus der Summe von EMAS, Öko-Audit und der Umweltpartnerschaft zusammen. Dabei ist die Umweltpartnerschaft wiederum eine Hamburger Spezialität. Sie ist ein freiwilliges Umweltprogramm, das der Senat und die Hamburger Wirtschaft gemeinsamen initiiert haben.

Grenzwerte

Zur Erhöhung der Ressourceneffizienz auf Unternehmensebene peilt der Zukunftsrat einen Zielwert von 10% der Unternehmen mit einem entsprechenden Umweltprogramm bis 2020 an. Nach dem aktuellen Entwicklungsstand zu urteilen handelt es sich um ein sehr schwer erreichbares Ziel: Im Jahr 2008 liegt der Anteil bei gerade einmal 0,5%. Da sich auch hier keine weiteren Informationen bezüglich des Verlaufs der Nachhaltigkeitsterme ableiten lassen, wird eine Gleichverteilung der Zugehörigkeit zu einer nachhaltigen und einer nichtnachhaltigen Entwicklung angenommen. Ferner ist auf das Defizit dieses Indikators hinsichtlich der fehlenden ISO-14001-Norm hinzuweisen. Dieses Umweltmanagementsystem stellt das gängigste System dar und lässt sich mit hoher Wahrscheinlichkeit bei vielen Unternehmen finden, die nicht nach den eben aufgeführten Programmen zertifizieren.

²⁷⁵ Der ursprüngliche Indikator ist die einfache Anzahl von Unternehmen mit Umweltprogrammen. Zur besseren Darstellung innerhalb der Zugehörigkeitsfunktion bietet sich vorab die Umrechnung in % an.

Abbildung 18: Zugehörigkeitsfunktion des Indikators „Anteil der Unternehmen mit Umweltprogrammen im Raum Hamburg“



Terminame	Form/Par.	Definitionspunkte (x, y)
niedrig	L-Form	(0, 1) (0.1, 0) (1, 0)
hoch	L-Form	(0, 0) (0.1, 1) (1, 1)

Quelle: eigene Darstellung

5.2.1.2 Ökologische Säule

In die Bewertung der ökologischen Nachhaltigkeit fließen insgesamt 8 Zielbereiche ein: Abfallvermeidung, Luftgüte, Flächenschutz, Wasserschonung, Klimaschutz, Lebens- und Erholungsraum, Lärmschutz und nachhaltige Mobilität. Insgesamt existieren für diese Nachhaltigkeitsdimension 9 Zielbereiche, nur liegen für den Zielbereich „Energieträger schonen“ nicht genügend Daten vor. Das Vorgehen der Diskussion der jeweiligen Indikatoren läuft analog zu der der ökonomischen Säule im vorangegangenen Abschnitt.

5.2.1.2.1 Abfallvermeidung

Indikatorbeschreibung

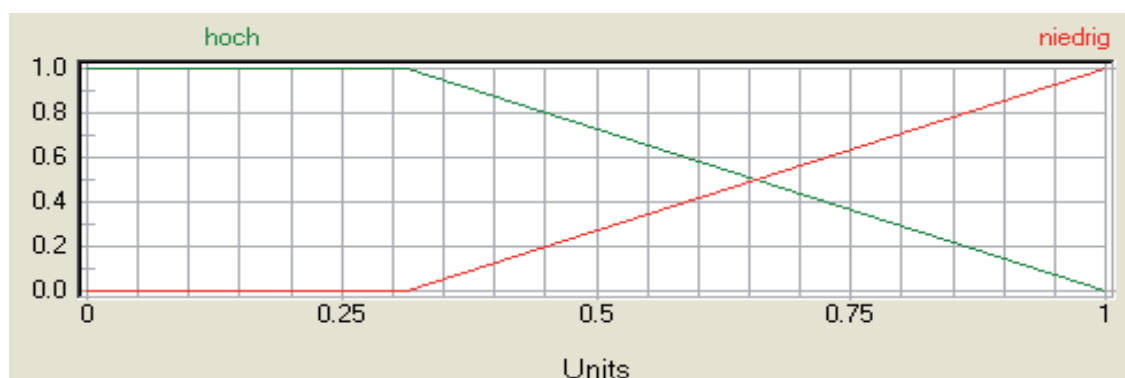
Der Zielbereich Abfallvermeidung folgt der Überlegung, dass Abfallproduktion einen grundsätzlich negativen Einfluss auf eine nachhaltige Entwicklung ausübt. Vielmehr besteht laut Zukunftsrat die Notwendigkeit, so weit wie möglich geschlossene Recycling-Kreisläufe zu initiieren, was sich bereits in dem Indikator Ressourceneffizienz widerspiegelt. Von einer effizienten Anwendung der existierenden Ressourcen kann auch deshalb nicht gesprochen werden, da beispielsweise durch Deponieflächen oder Abfallgifte erhebliche Ressourcen zur Entsorgung bzw. zur Beseitigung der entstandenen Umweltschäden benötigt werden. Dies spiegelt gleichzeitig die ökonomische Bedeutung dieses Zielbereiches. Auch zielt dieser Zielbereich nicht nur auf die ökologische und ökonomische Nachhaltigkeitssäule ab, sondern gewinnt auch Einfluss auf die soziale Säule, wenn es um Gesundheitsaspekte geht. Zur Bemessung des geschilderten Zielbereiches verwendet der Zukunftsrat daher die

Siedlungsabfälle in kg pro Einwohner. Die Wahl für das Pro-Kopf-Verhältnis gründet auf der Tatsache, dass mit diesem Indikator auch das Bevölkerungswachstum Berücksichtigung finden soll.

Grenzwerte

Der Grenzwert für 2020 liegt laut HEINZ bei 150 kg. Dieser Wert leitet sich aus der aktuellen Lage der Abfallwirtschaft in Hamburg ab, sowie der Annahme, bis 2050 eine fast vollständige Recyclingquote zu erreichen. Dazu geht der Zukunftsrat davon aus, dass bis 2050 98–99% der Materialströme nutzbar sein werden. Um dieses ehrgeizige Ziel zu erreichen – und mit dem Hintergrund von fast 500 kg Abfall pro Einwohner im Jahr 2008 –, sind die benannten 150 kg Abfall pro Einwohner im Jahr 2010 notwendig. Die Normalisierung der Indikatorkala findet hierzu mit dem Maximalwert von 479 kg des Jahres 2008 statt.

Abbildung 19: Zugehörigkeitsfunktion des Indikators „Siedlungsabfälle pro Einwohner“



Terminame	Form/Par.	Definitionspunkte (x, y)
niedrig	L-Form	(0, 0) (0.3132, 0) (1, 1)
hoch	L-Form	(0, 1) (0.3132, 1) (1, 0)

Quelle: eigene Darstellung

5.2.1.2.2 Luftgüte

Indikatorbeschreibung

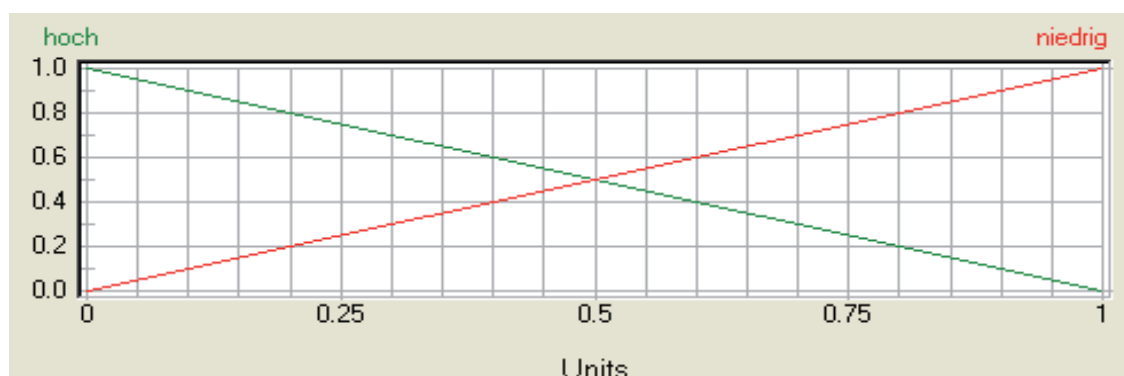
Der Zielbereich der Luftgüte repräsentiert ein weiteres Handlungsfeld des Hamburger Nachhaltigkeitsverständnisses. Zur Auswahl des Indikators orientiert sich HEINZ an der bestehenden EU-Richtlinie für Luftgüte, der EG-Luftreinhalterichtlinie 96/62/EG. Innerhalb dieser werden bereits Grenzwerte für Ozon, Benzol oder krebserregende Rußpartikel benannt. Dabei fiel die Wahl auf den Indikator „Anzahl der Tage mit erhöhter Ozonbelastung“. Bei diesem Indikator liegt der Fokus auf dem Oxidationsmittel Ozon (O_3). Dieses Gas entsteht bei

dem Zusammenwirken von Stickoxiden und energiereicher Sonneneinstrahlung. Hauptverursacher ist laut Zukunftsrat der Kfz-Verkehr.

Grenzwerte

In Bezug auf das Oxidationsmittel Ozon liegt der Grenzwert bei $60 \mu\text{g O}_3/\text{m}^3$ Luft gemittelt über 8 Stunden vor. Die zulässige Belastungsspitze liegt bei $100 \mu\text{g O}_3/\text{m}^3$ Luft als Halbstundenmittel. Daher liegt bei einer Überschreitung des kritischen Wertes von $100 \mu\text{g O}_3/\text{m}^3$ Luft eindeutig ein Tag mit erhöhter Ozonbelastung vor. Die Anzahl solcher Belastungstage soll laut HEINZ bis 2020 auf 0 zurückgehen. Zur Normalisierung der Skala wird der Maximalwert von 50 belasteten Tagen aus dem Jahr 2003 genutzt.

Abbildung 20: Zugehörigkeitsfunktion des Indikators „Anzahl der Tage mit erhöhter Ozonbelastung“



Termname	Form/Par.	Definitionspunkte (x, y)
niedrig	L-Form	(0, 0) (1, 1)
hoch	L-Form	(0, 1) (1, 0)

Quelle: eigene Darstellung

5.2.1.2.3 Flächenschutz

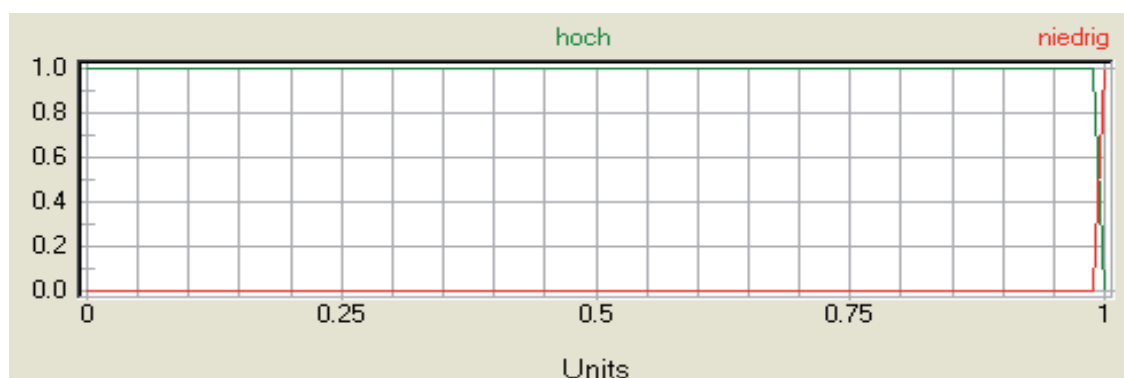
Indikatorbeschreibung

Mit dem Zielbereich Flächenschutz verfolgt der Zukunftsrat den Nachhaltigkeitsgedanken, dass die Bodenfunktion in ihrer ursprünglichen Form eine Vielzahl von Funktionen innehat. Dazu zählen eindeutig der Lebensraum für die Tier- und Pflanzenwelt sowie die Filter- und Reservoirfunktion. Hinzu kommt die Nutzung von Bodenfläche als Bebauungsfläche für Wohnungsbau, Gewerbefläche und Verkehrsfläche. Hierzu findet laut Zukunftsrat bisher eine nicht effiziente Nutzung der bisherigen Bodenflächen statt. Daher fließt dieser Zielbereich mit dem absoluten Indikator Siedlungs- und Verkehrsfläche in HEINZ ein.

Grenzwerte

Der Grenzwert für 2020 liegt laut HEINZ bei einer Gesamtfläche für Siedlungs- und Verkehrszwecke von 37.500 ha. Dies ist der Stand des Jahres 2004. Damit reagiert der Zukunftsrat auf den Anspruch, die unterschiedlichen Teilfunktionen der Bodenfläche nachhaltig zu vereinen. Ein wesentlicher Treiber für diesen Grenzwert ist vor allem die Absicht, bereits versiegelte, jedoch brachliegende Flächen zu recyceln. Die Festlegung eines spezifischen Grenzwertes war in dem Fall besonders schwierig, da bei einer dynamisch wachsenden Region die Obergrenze für den Versiegelungsgrad nur schwierig zu bestimmen ist. Im Rahmen von HEINZ 2005 legte der Zukunftsrat fest, dass eine weitere Versiegelung als nicht nachhaltig anzusehen sei. Daher gilt der Grenzwert von 2004 mit einer Gesamtversiegelung von 37.500 ha. Zur Normalisierung der Skala wird der Maximalwert von 37.966 ha aus dem Jahr 2004 genutzt.

Abbildung 21: Zugehörigkeitsfunktion des Indikators „Siedlungs- und Verkehrsfläche“



Terminame	Form/Par.	Definitionspunkte (x, y)
niedrig	L-Form	(0, 0) (0.9877, 0) (1, 1)
hoch	L-Form	(0, 1) (0.9877, 1) (1, 0)

Quelle: eigene Darstellung

5.2.1.2.4 Wasser schonen*Indikatorbeschreibung*

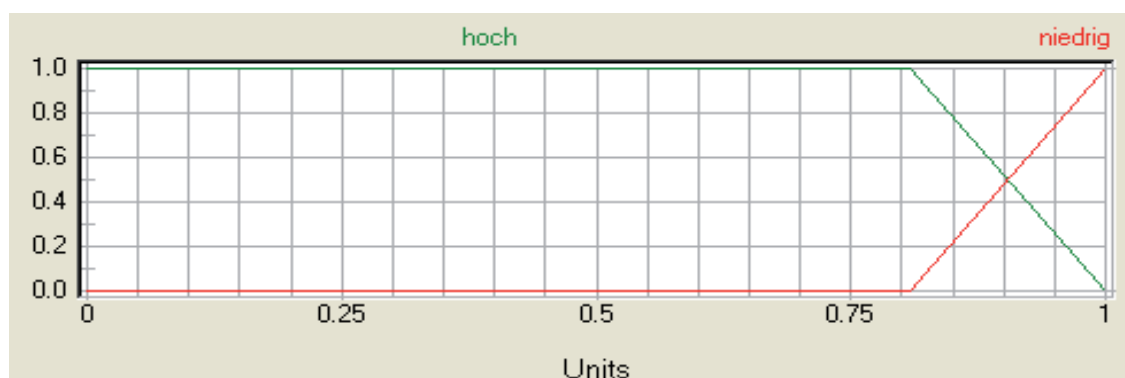
Ebenso wie der Zielbereich Luftgüte repräsentiert der Zielbereich „Wasser schonen“ ein elementares Nachhaltigkeitsfeld. Wasser bildet die Lebensgrundlage für Mensch, Tier und Pflanzenwelt. Wegen der menschlichen Aktivitäten stehen die Wassergrundlagen jedoch dauerhaft in Gefahr, sei es durch Verschmutzung, Vergiftung oder zu hohen Verbrauch. Beispielsweise deckt das Grundwasser ca. 60% des Trinkwassers in Hamburg ab. Die benannte zu hohe Entnahme kann zu einer Versalzung des Grundwassers führen. Daher

einigte sich der Zukunftsrat unter anderem auf den Wasserverbrauch der privaten Haushalte als Indikator für den Zielbereich „Wasser schonen“.

Grenzwerte

Der Grenzwert für eine eindeutig nachhaltige Entwicklung des Zielbereichs „Wasser schonen“ für 2015 liegt laut HEINZ bei einem täglichen Pro-Kopf-Verbrauch von Wasser von weniger als 110 Litern. Eine nähere Erläuterung des Zustandekommens dieses Indikatorgrenzwertes existiert dazu nicht. Nach Angaben des Zukunftsrates soll dieser Grenzwert sicherstellen, dass eine ausgewogene Wasserentnahme und -reinigung einer angepassten Abwasser-Infrastruktur sowie einem geringeren Wasserverbrauch gegenüberstehen. Die Normalisierung der Nachhaltigkeitsskala dieses Indikators wird durch den Maximalwert von 136 Litern Wasserverbrauch aus dem Jahr 1992 vorgenommen.

Abbildung 22: Zugehörigkeitsfunktion des Indikators „Wasserverbrauch privater Haushalte“



Terminame	Form/Par.	Definitionspunkte (x, y)
niedrig	L-Form	(0, 0) (0.8088, 0) (1, 1)
hoch	L-Form	(0, 1) (0.8088, 1) (1, 0)

Quelle: eigene Darstellung

5.2.1.2.5 Klimaschutz

Indikatorbeschreibung

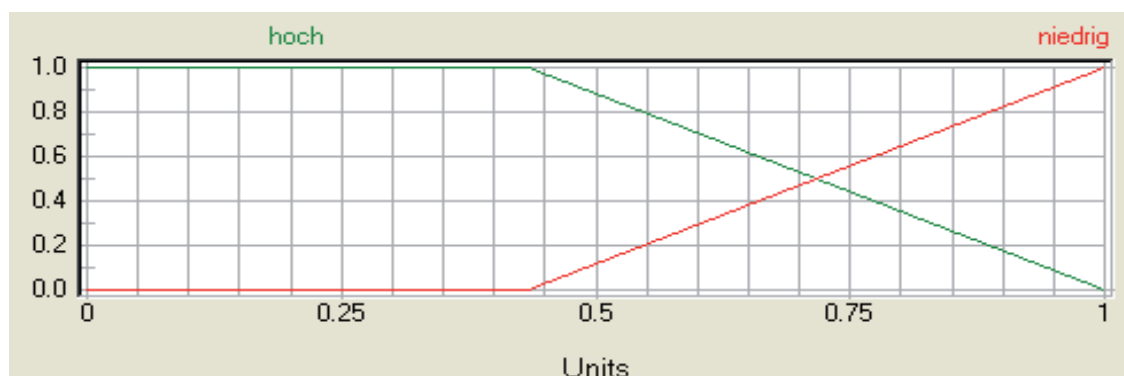
Mit diesem Zielbereich besteht die Absicht, in der Region Hamburg einen Beitrag zum Klimaschutz zu leisten. Dazu steht die Fokussierung auf den Treibhauseffekt im Vordergrund der Klimaschutzbemühungen. Nachgewiesenermaßen führen spezifische Treibhausgase zu einer Klimaerwärmung. Dabei lässt sich das CO₂ als das wesentliche Treibhausgas identifizieren. Dazu führt der Zukunftsrat an, dass 70% des durch den Menschen verursachten Treibhauseffekts durch den Kohlenstoffdioxidausstoß bewirkt wird. Daher spielt der Ausstoß von CO₂ nicht nur im Rahmen von HEINZ eine Rolle, auch das Hamburger

Klimaschutzprogramm 2007–2012 verwendet dieses Treibgas als einen elementaren Indikator für erfolgreiche Klimaschutzpolitik. Im Indikatorset des Zukunftsrates wird der Zielbereich Klimaschutz mit den CO₂-Emissionen nach Emittenten in t pro Einwohner und Jahr bemessen.

Grenzwerte

Der Grenzwert für eine eindeutig nachhaltige Entwicklung des Zielbereiches Klimaschutz liegt bei einem Wert von 5,8 t pro Einwohner und Jahr. Dieser Grenzwert orientiert sich an den Grenzwerten der Klimaenquete-Kommission, die für 2050 1 t CO₂-Äquivalente ansetzt. Dieser Grenzwert wiederum basiert auf der Annahme, damit die maximal tolerable Erderwärmung von 2 Grad Celsius zu erreichen. Im Hinblick auf Hamburg muss daher bis 2020 die Emission auf die benannten 5,8 t CO₂-Äquivalente pro Einwohner und Jahr erreicht werden. Die Einheitsskala normalisiert der Maximalwert von 13,36 t pro Einwohner und Jahr.

Abbildung 23: Zugehörigkeitsfunktion des Indikators „CO₂-Emissionen“



Termname	Form/Par.	Definitionspunkte (x, y)
Niedrig	L-Form	(0, 0) (0.4341, 0) (1, 1)
Hoch	L-Form	(0, 1) (0.4341, 1) (1, 0)

Quelle: eigene Darstellung

5.2.1.2.6 Lebens- und Erholungsraum

Indikatorbeschreibung

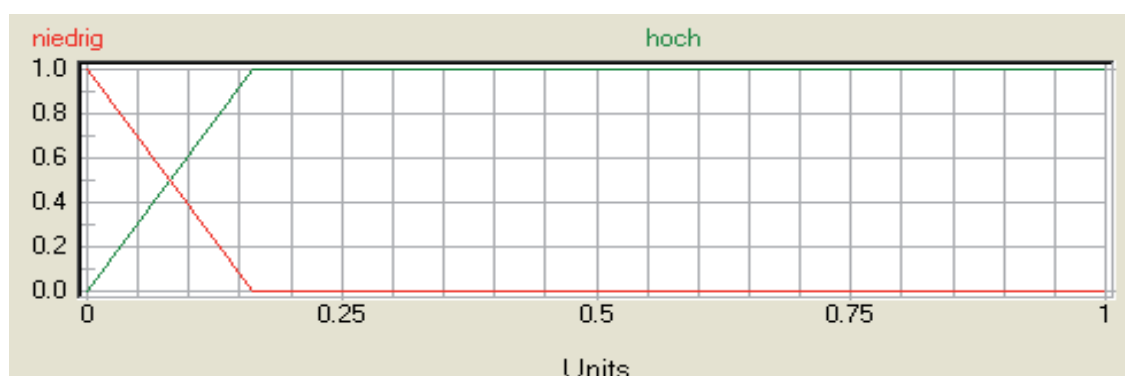
Der Zielbereich Lebens- und Erholungsraum gibt die Notwendigkeit wieder, die Lebensgrundlage für kommende Generationen zu erhalten. In diesem Zusammenhang spielt für den Zukunftsrat der Erhalt eines natürlichen, vom Menschen so weit wie möglich unberührten Lebens- und Erholungsraumes eine entscheidende Rolle. Daher darf Hamburg, als eine der reichsten Regionen Europas, keine ökologische Überbelastung seiner Region erlauben. Zur Bemessung des ökologischen Anteils der Hamburger Gebietschaften findet der

Anteil der Natura-2000-Gebiete an der Fläche Hamburgs in % Eingang in das HEINZ-Indikatorset. Die Natura-2000-Gebiete eignen sich besonders gut als Bemessungsgrundlage, da sie Flächen repräsentieren, die sich durch eine besonders hohe Biodiversität auszeichnen. Auf diesen Flächen gelten besonders strenge Vorschriften zum Schutz der dort ansässigen Tier- und Pflanzenwelt sowie derer Lebensräume. Gleichzeitig greifen diese Flächen in besonderer Weise den Nachhaltigkeitsgedanken auf, da die Nutzung der Flächen unter Berücksichtigung der genannten Auflage möglich ist. Somit können auch ökonomische und soziale Aspekte berücksichtigt werden, so dass zunächst keine negativen Wirkungen auf die anderen Säulen der Nachhaltigkeit auftreten.

Grenzwerte

Der Grenzwert für diesen Indikator orientiert sich an dem Durchschnitt der bisherigen Gebietsmeldung aller EU-Staaten. Ausgehend von der Prämisse, dass eine nachhaltige Entwicklung innerhalb dieses Zielbereiches vorliegt, wenn alle Gebiete, die für das Natura-2000-Netz von Bedeutung sind, auch als solche ausgewiesen sind, liegt der Grenzwert momentan bei 16,3% Flächenanteilen von Natur-2000-Gebieten an der Hamburger Gesamtfläche. Die Normalisierung der Nachhaltigkeitsskala dieses Indikators ist in diesem Fall eindeutig. Sie findet mit dem Maximalwert von 100% Flächenanteil von Natur-2000-Gebieten an der Hamburger Gesamtfläche statt.

Abbildung 24: Zugehörigkeitsfunktion des Indikators „Flächenanteil der Natura-2000-Flächen“



Terminame	Form/Par.	Definitionspunkte (x, y)
niedrig	L-Form	(0, 1) (0.163, 0) (1, 0)
hoch	L-Form	(0, 0) (0.163, 1) (1, 1)

Quelle: eigene Darstellung

5.2.1.2.7 Lärmschutz

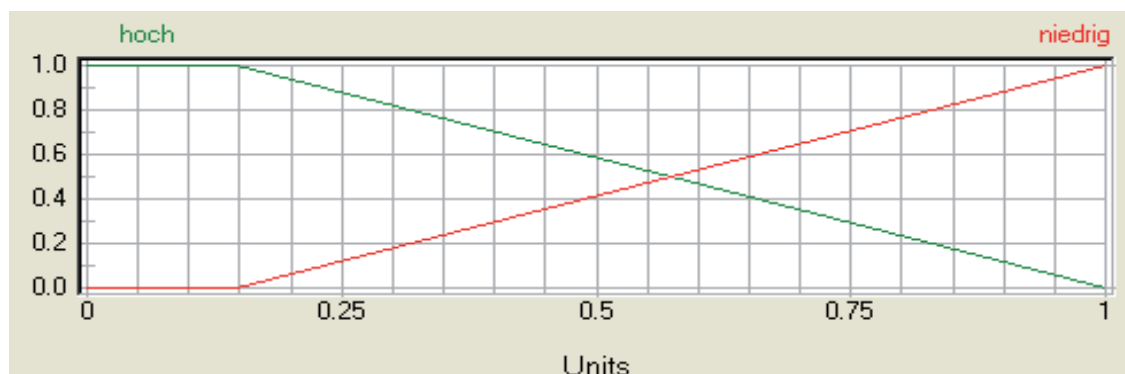
Indikatorbeschreibung

Mit Hilfe des Zielbereiches besteht die Absicht, den in einer Großstadt vorhandenen Lärm so weit wie möglich auf ein ökologisch vertretbares Niveau zu senken. Ab einem Dauerschallpegel von 65 dB besteht ferner das Risiko von dauerhaften Gesundheitsschäden für die Bevölkerung. Die Relevanz dieses Zielbereiches verdeutlicht der Anteil der Bevölkerung, der Lärm über diesem kritischen Wert ausgesetzt ist: Ca. 7% der Hamburger müssen sich einer Dauerbeschallung von über 65 dB aussetzen. Neben dem Straßenverkehrslärm stellt vor allem der Flugverkehr eine wesentliche Lärmquelle dar. Ein weiterer Punkt, der diesen Zielbereich als eine wichtige Nachhaltigkeitskomponente bestärkt, ist die EU-Umgebungslärmrichtlinie. Sie verpflichtet Hamburg, bis zum Jahr 2007 alle Lärmquellen zu identifizieren und entsprechende Aktionspläne zu Lärmeindämmung vorzulegen. Im Hinblick auf die Operationalisierung des Handlungsfeldes Lärmschutz fehlt die Bemessung von Straßen- und Schienenlärm. Daher beschränkt sich die Operationalisierung auf die Fläche in km², die durch Fluglärm mit einem Dauerpegel von größer als 62 dB belastet ist.

Grenzwerte

Der Grenzwert, bis zu dem von einer eindeutig nachhaltigen Entwicklung des Zielbereiches Lärmschutz gesprochen werden kann, liegt bei einer Fläche von kleiner als 3km², die durch Fluglärm über 62 dB betroffen ist. Die Normalisierung des vorliegenden Indikators findet mit Hilfe des Maximalwertes von 20,39 km² betroffener Fläche aus dem Jahr 1997 statt.

Abbildung 25: Zugehörigkeitsfunktion des Indikators „Flächen mit Fluglärm“



Termname	Form/Par.	Definitionspunkte (x, y)
Niedrig	L-Form	(0, 0) (0.1471, 0) (1, 1)
Hoch	L-Form	(0, 1) (0.1471, 1) (1, 0)

Quelle: eigene Darstellung

5.2.1.2.8 Nachhaltige Mobilität

Indikatorbeschreibung

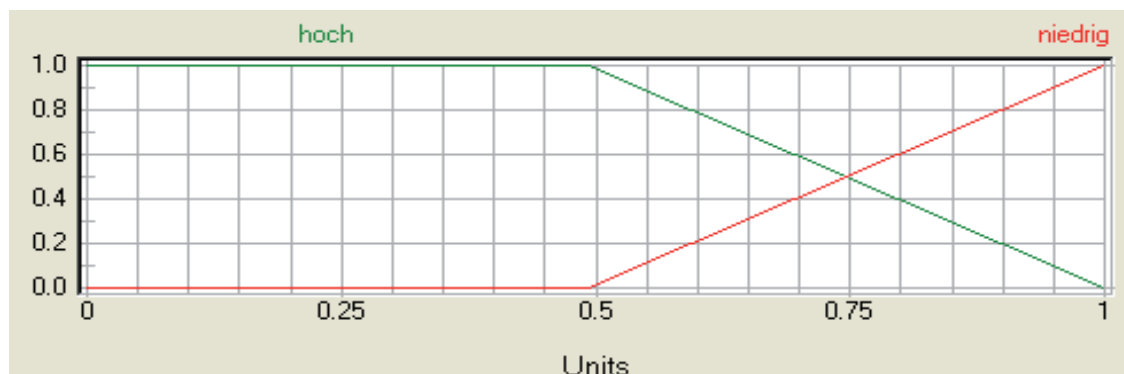
Nachhaltige Mobilität vertritt einen Zielbereich, der nicht nur ökologische Gesichtspunkte wie einen nachhaltigen und effizienten Verbrauch von fossilen Ressourcen beinhaltet. Zwar verkörpern diese Punkte das Hauptanliegen dieses Zielbereiches, dennoch spielen hierbei auch Aspekte der sozialen Säule eine wesentliche Rolle. Das Grundbedürfnis der Mobilität ist nach den Angaben des Zukunftsrates ein Bestandteil der sozialen Dimension. Dieses Bedürfnis steht aber in Konkurrenz mit den benannten ökologischen Zielsetzungen einer nachhaltigen Mobilität gegenüber. Daher sieht der Zukunftsrat auch grundsätzlich den öffentlichen Personalverkehr gegenüber dem motorisierten Individualverkehr als eine ressourceneffizientere Lösung für nachhaltige Mobilität an. Zur Bemessung dieses Zielbereiches schlägt der Zukunftsrat die CO₂-Emissionen des Verkehrs in t pro Einwohner und Jahr vor.

Grenzwerte

Mit dem Blick auf den Zielbereich Klimaschutz leistet nachhaltige Mobilität mit ihren CO₂-Emissionen einen wesentlichen Beitrag. Aus diesem Grund orientiert sich der Grenzwert für den Indikator für nachhaltige Mobilität an dem des Klimaschutzes. Mit einem Zielwert von 1 t CO₂-Emissionen pro Einwohner und Jahr für das Jahr 2050 ergibt dies bei einem Anteil von 30% des Verkehrssektors einen Zielwert von 300 kg CO₂-Emissionen pro Einwohner und Jahr für das Jahr 2050 für den Zielbereich nachhaltiger Mobilität. Äquivalent zu dieser Berechnung sind als Zielwert für eine eindeutig nachhaltige Mobilität 1,74t CO₂-Emissionen

des Verkehrs pro Einwohner und Jahr für 2020 anzusetzen. Die Normalisierung des vorliegenden Indikators findet mit Hilfe des Maximalwertes von 3,54 t CO₂-Emissionen des Verkehrs pro Einwohner und Jahr aus dem Jahr 1997 statt.

Abbildung 26: Zugehörigkeitsfunktion des Indikators „CO₂-Emissionen des Verkehrs“



Terminame	Form/Par.	Definitionspunkte (x, y)
niedrig	L-Form	(0, 0) (0.4915, 0) (1, 1)
hoch	L-Form	(0, 1) (0.4915, 1) (1, 0)

Quelle: eigene Darstellung

5.2.1.3 Soziale Säule

In die Bewertung der sozialen Nachhaltigkeit fließen insgesamt 9 Zielbereiche ein: Armutsbekämpfung, Bildung, Gesundheit, öffentliche Sicherheit, Integration der Stadtteile, Ausländerintegration, Gleichstellung der Frau, Kinderbetreuung und die Altersstruktur der Bevölkerung. Auch für diese Nachhaltigkeitsdimension existiert ein weiterer Zielbereich, nur liegen für den Zielbereich „Wahlbeteiligung“ ebenfalls nicht genügend Daten vor. Das Vorgehen der Diskussion der jeweiligen Indikatoren läuft analog zu dem vorangegangenen Abschnitt der ökonomischen und ökologischen Säule.

5.2.1.3.1 Armutsbekämpfung

Indikatorbeschreibung

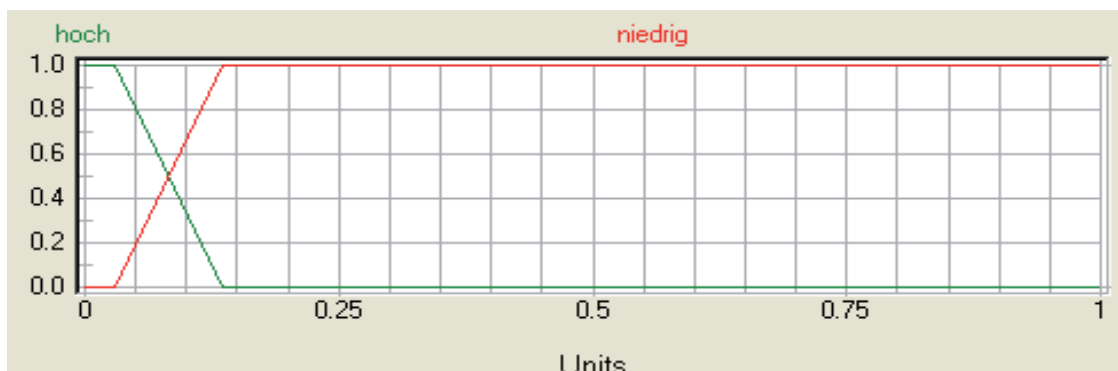
Als ein wesentliches Ziel der sozialen Nachhaltigkeitssäule definiert der Zukunftsrat den Bereich der Armutsbekämpfung. Die Folgen von Armut sind vielfältig: Zum einen bedroht sie den sozialen Frieden und kann zu Unruhen führen, zum anderen erzwingt Armut einen teilweisen Konsumverzicht, so dass eine Konzentration auf die Grundbedürfnisse stattfindet. Dies kann einen Beitrag zum Ressourcenschutz leisten. Armut weist in diesem Zusammenhang jedoch gleichzeitig den negativen Aspekt auf, dass beispielweise nachhaltige Lebensmittel und wertbeständige Güter für den Personenkreis, der von Armut betroffen ist,

nicht erwerbbar sind. Die laut EU grundlegende Definition von in Armut lebenden Personen – Personen, die mit weniger als 60% des Durchschnittslohns auskommen müssen –, findet aufgrund fehlender Datengrundlage keine direkte Anwendung in HEINZ. Dagegen existiert eine gute Datenlage hinsichtlich der Empfänger von Sozialleistungen. Sozialleistungen beziehen sich in diesem Fall auf Hilfe zum Lebensunterhalt, was wiederum Bedürftigkeit voraussetzt und sich somit stark an die EU-Definition von Armut anlehnt. Konkret sind die Leistungen mit der früheren Sozialhilfe und dem Arbeitslosengeld abgedeckt. Seit 2005 sind diese beiden Sozialleistungen in „Hartz IV“ zusammengefasst. Folglich verkörpert der Indikator „Empfänger von Sozialleistungen zum Lebensunterhalt pro 1000 Einwohner“ den Zielbereich „Armut bekämpfen“. Zur besseren Übertragung in die Zugehörigkeitsfunktion und zur Zusammenführung mit dem Grenzwert wurden die absoluten Werte in Prozentangaben überführt.

Grenzwerte

Die nach dem europäischen Verständnis bestehende Armut soll bekämpft werden. Für eine eindeutig nachhaltige Entwicklung des Zielbereiches Armutsbekämpfung muss laut Zukunftsrat der Anteil der bedürftigen Bevölkerung unter 3% liegen. Dieser Grenzwert lehnt sich an eine nachhaltige Arbeitslosenquote in Höhe von 3% an. Bis zu diesem Wert spricht man von Vollbeschäftigung, die es zu erreichen gelte. Dieser Zusammenhang wird im Rahmen von HEINZ mit der Annahme begründet, dass Beschäftigung Bedürftigkeit vorbeuge. Den Grenzwert des eindeutig nichtnachhaltigen Bereichs definiert der Maximalwert von 13,54% aus dem Jahr 2006. Die Normalisierung der Skala wird mit dem Maximalwert von 100 % vollzogen.

Abbildung 27: Zugehörigkeitsfunktion des Indikators „Empfänger von Sozialleistungen zum Lebensunterhalt“



Terminame	Form/Par.	Definitionspunkte (x, y)
niedrig	L-Form	(0, 0) (0.03, 0) (0.1354, 1) (1, 1)
hoch	L-Form	(0, 1) (0.03, 1) (0.1354, 0) (1, 0)

Quelle: eigene Darstellung

5.2.1.3.2 Bildung

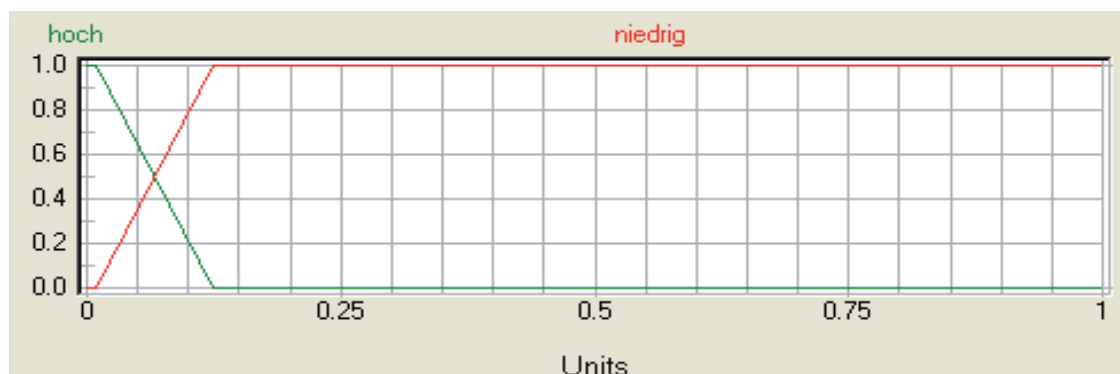
Indikatorbeschreibung

Im vorherigen Zielbereich spielte das Ziel einer Vollbeschäftigung eine elementare Rolle. Voraussetzung für das Erreichen dieses Ziels ist notwendigerweise ein entsprechender Bildungsstand. In diesem Kontext spielen nicht nur ökonomische Aspekte eine wesentliche Rolle, auch die soziale Dimension findet sich in diesem Nachhaltigkeitsfeld deutlich wieder. Bildung entscheidet über die Zukunftschancen und gilt laut Zukunftsrat als Schlüssel zur sozialen Teilhabe. Zur Bemessung dieses Zielbereiches dient der Indikator Anteil der Schulabgänger ohne Abschluss an der Anzahl aller Schulabgänger allgemeinbildender Schulen in %. Der Zukunftsrat begründet seine Entscheidung für diesen Indikator mit dem Argument, dass ein Schulabschluss einer allgemeinbildenden Schule die Mindestanforderung für eine zukunftsfähige Bildung verkörpert.

Grenzwerte

In Bezug auf den Grenzwert strebt der Zukunftsrat eine Quote von maximal 1% Schülern ohne Bildungsabschluss an. Damit berücksichtigt der Zukunftsrat die Gegebenheit, dass in der Praxis eine vollkommene Quote von 0% Schülern ohne Bildungsabschluss utopisch erscheint. Der Grenzwert von 12,5% aus dem Jahr 2001 markiert in diesem Fall den Grenzwert zum eindeutig nichtnachhaltigen Wertebereich. Die Normalisierung der Skala wird ebenso wie beim vorangegangenen Indikator mit dem Maximalwert von 100% vollzogen.

Abbildung 28: Zugehörigkeitsfunktion des Indikators „Schulabgänger ohne Abschluss“



Termname	Form/Par.	Definitionspunkte (x, y)
niedrig	L-Form	(0, 0) (0.01, 0) (0.125, 1) (1, 1)
hoch	L-Form	(0, 1) (0.01, 1) (0.125, 0) (1, 0)

Quelle: eigene Darstellung

5.2.1.3.3 Gesundheit

Indikatorbeschreibung

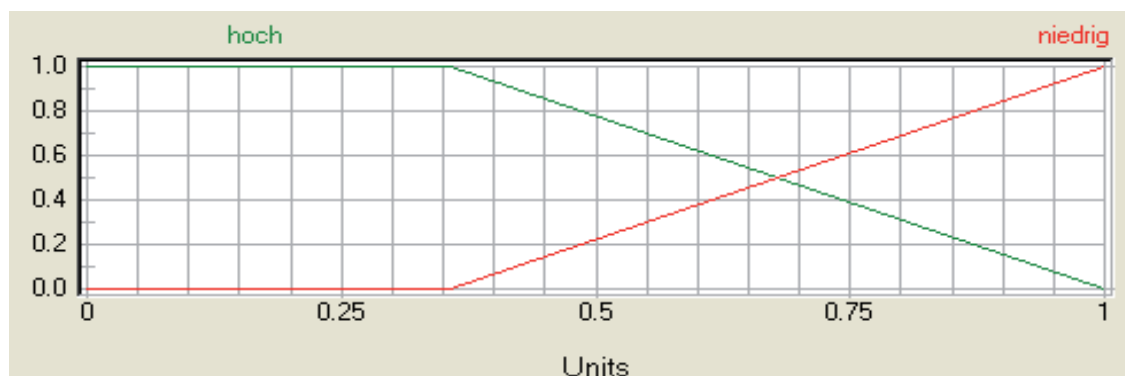
Der Zielbereich Gesundheit spiegelt im Rahmen von HEINZ den Zusammenhang zwischen einem bestimmten Level von Lebensqualität und einer nachhaltigen Entwicklung. Nur eine gesunde gegenwärtige Generation kann ein Fundament für nachfolgende Generationen bieten und damit eine nachhaltige Entwicklung überhaupt ermöglichen. Diese Wechselwirkung zwischen Gesundheit und einer entsprechenden Entwicklung stellt auch die Agenda 21 in den Vordergrund, indem sie auf die Fehlentwicklung in den Entwicklungsländern verweist. Im Hinblick auf den Nachhaltigkeitsindikator entschied sich der Zukunftsrat für die Anzahl der Verstorbenen unter 65 Jahren pro 100.000 Einwohner. Der Wahl dieses Indikators liegt die Annahme des Zukunftsrates zu Grunde, dass es sich bei einem Todesfall unter 65 Jahren um einen krankheitsbedingten Tod handeln müsse. Damit gibt die Todesrate in Industrieländern wie Deutschland einen guten Überblick über den Gesundheitszustand der Gesellschaft.

Grenzwerte

Natürlich kann nur ein besonders hohes Gesundheitsniveau der Bevölkerung das Ziel für diesen Indikator sein. Dennoch ist auch hier zu erwähnen, dass es unrealistisch erscheint, eine Zielsetzung von überhaupt keiner Sterblichkeit unter 65 Jahren anzusetzen. Dies liegt offensichtlich an der Tatsache, dass nicht alle Todesfälle durch ein optimales Gesundheitssystem zu verhindern sind. Dennoch zielt der Zukunftsrat auf ein hohes Gesundheitsniveau der Bevölkerung ab, auf dem bis 2020 das Ziel von weniger als 100

Verstorbenen unter 65 Jahren pro 100.000 Einwohner erreicht werden soll. Dieser Zielwert leitet sich zum einen aus dem medizinischen Fortschritt ab, zum anderen aus der Absicht, die Entwicklung von 1993 bis 2003 fortzuschreiben. Die Normalisierung des vorliegenden Indikators findet mit Hilfe des Maximalwertes von 280,8 Verstorbenen aus dem Jahr 1992 statt.

Abbildung 29: Zugehörigkeitsfunktion des Indikators „Anzahl der Verstorbenen unter 65 Jahren pro 100.000 Einwohner“



Termname	Form/Par.	Definitionspunkte (x, y)
niedrig	L-Form	(0, 0) (0.3561, 0) (1, 1)
hoch	L-Form	(0, 1) (0.3561, 1) (1, 0)

Quelle: eigene Darstellung

5.2.1.3.4 Öffentliche Sicherheit

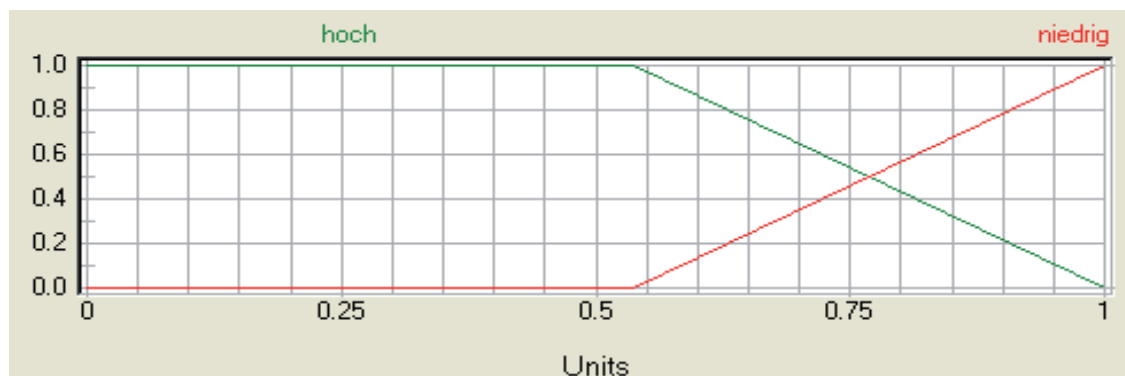
Indikatorbeschreibung

Die Grundlage für sozialen Frieden ist eine befriedete Gesellschaft. Sie verkörpert neben einer gesunden und gebildeten Gesellschaft eine wesentliche Charakteristik nachhaltiger Entwicklung. Fehlt der soziale Frieden, kommt es zu Willkür, sozialer Ungerechtigkeit und Angst. Aus diesem Grund findet dieser Zielbereich Eingang in die Hamburger Nachhaltigkeitsindikatoren. Da nicht alle Facetten der öffentlichen Sicherheit abzudecken sind, bildet stellvertretend die Anzahl der Straftaten pro 1000 Einwohner diesen Zielbereich ab. Die Entscheidung, dieses Nachhaltigkeitsfeld in dieser Form zu operationalisieren, liegt laut Zukunftsrat an der Gegebenheit, dass sich das öffentliche Sicherheitsgefühl vor allem an Straßen und Gewalttaten orientiert. Daneben beinhaltet der Indikator noch Straftaten wie Diebstahl, Korruption sowie Wirtschafts- und Vermögensverbrechen. Damit umschließt der Indikator eine Vielzahl von Komponenten, die unbestritten eine entscheidende Rolle für die öffentliche Sicherheit spielen.

Grenzwerte

Auch für den Bereich der öffentlichen Sicherheit wäre eine Anzahl von Straftaten von 0 wünschenswert. Realistisch betrachtet scheint dies jedoch kaum machbar, so dass der Zukunftsrat für eine nachhaltige Entwicklung einen Grenzwert von weniger als 100 Straftaten pro 1000 Einwohner ansetzt. Dieser Wert orientiert sich zudem an der Straftatenquote derjenigen Städte, die üblicherweise als sicher definiert werden, wie beispielsweise Stuttgart oder München. Die Nachhaltigkeitsskala des vorliegenden Indikators normalisiert der Maximalwert von 2001, der bei 186 Straftaten lag.

Abbildung 30: Zugehörigkeitsfunktion des Indikators „Anzahl der Straftaten“



Termname	Form/Par.	Definitionspunkte (x, y)
niedrig	L-Form	(0, 0) (0.5376, 0) (1, 1)
hoch	L-Form	(0, 1) (0.5376, 1) (1, 0)

Quelle: eigene Darstellung

5.2.1.3.5 Integration der Stadtteile

Indikatorbeschreibung

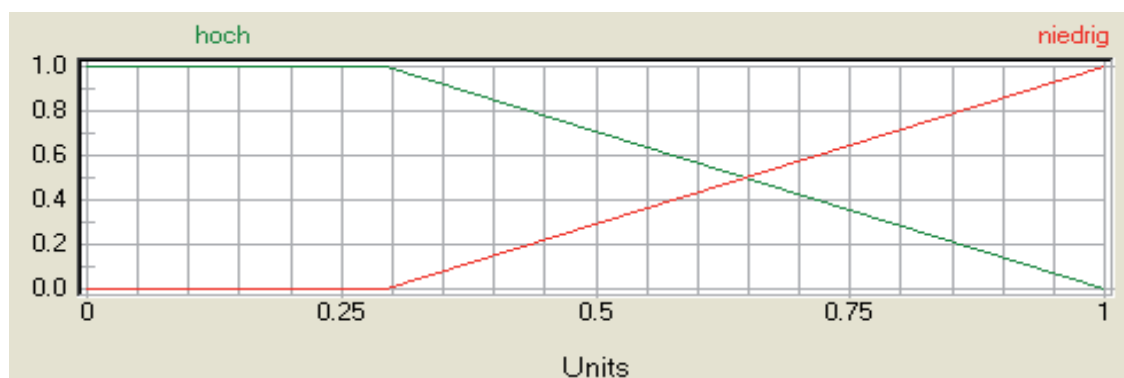
Ein besonders Hamburg-spezifisches Nachhaltigkeitsfeld bildet die Integration der Stadtteile. Dieses Handlungsfeld folgt der Eigenheit von Großstädten. Innerhalb dieser kommt es immer wieder zu sozialen Entmischungen von armen und reichen Bevölkerungsgruppen. Diese Entwicklung kann negative Folgen haben und zu einer verstärkten Ghettobildung führen. Dem ist laut Zukunftsrat entgegenzuwirken, um soziale Konflikte sowie eine punktuelle Verschlechterung des Bildungs- und Gesundheitswesens zu verhindern. Der Indikator, der hierzu Anwendung findet, basiert auf der Arbeitslosenquote der jeweiligen Stadtteile. Anhand des Verhältnisses der 10 Stadtteile mit den höchsten und niedrigsten Quoten von Arbeitslosen und Arbeitslosengeld-II-Empfängern soll dieses Handlungsfeld operationalisiert werden. In der vorliegenden Arbeit findet jedoch nur der erste Indikator Eingang. Dies liegt zum einen an

der besseren Datenlage für die Arbeitslosenquote, zum anderen daran, dass die Arbeitslosigkeit üblicherweise mit Arbeitslosengeld einhergeht.

Grenzwerte

Das grundlegende Ziel für diesen Zielbereich ist die Minimierung der Lücke zwischen armen und reichen Stadtteilen. Für das Jahr 2020 setzt der Zukunftsrat daher das ehrgeizige Ziel, das Verhältnis der Arbeitslosenquote auf 1:2 zu minimieren. Die Normalisierung der Skala wird mit dem Maximalwert aus dem Jahr 2008 mit der Ausprägung von 6,8 vollzogen.

Abbildung 31: Zugehörigkeitsfunktion des Indikators „Verhältnis der 10 Stadtteile mit den höchsten und niedrigsten Quoten von Arbeitslosigkeit“



Termname	Form/Par.	Definitionspunkte (x, y)
niedrig	L-Form	(0, 0) (0.2941, 0) (1, 1)
hoch	L-Form	(0, 1) (0.2941, 1) (1, 0)

Quelle: eigene Darstellung

5.2.1.3.6 Ausländerintegration

Indikatorbeschreibung

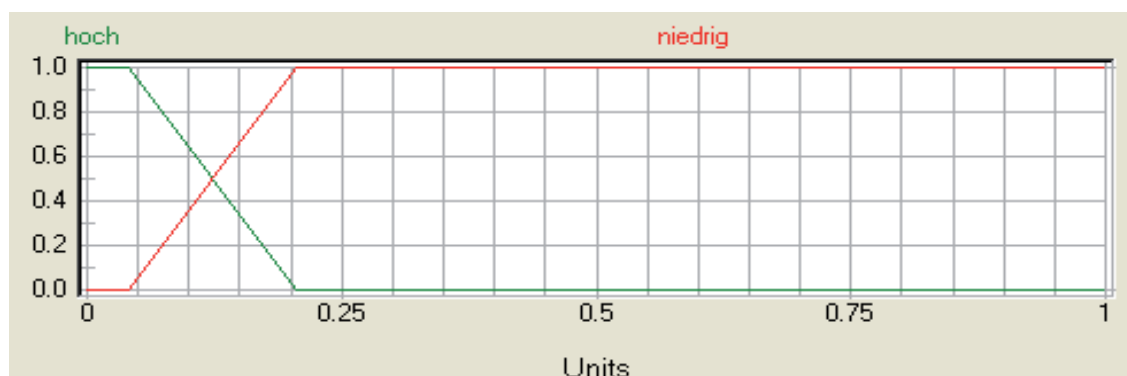
Im Kontext der Bevölkerung spielen die ausländischen Mitbürger in der Region Hamburg eine gewichtige Rolle. Ihr Anteil liegt bei 14,3% der Gesamtbevölkerung, der Anteil der Bevölkerung mit einem Migrationshintergrund liegt sogar bei einem Anteil von 26% (Stand 2006). Eine nachhaltige Integration dieses Bevölkerungsteils in die Gesamtbevölkerung ist unerlässlich, um soziale Konflikte aus Vorurteilen, Missverständnissen der kulturellen Hintergründe und Überfremdungsängsten zu verhindern. Ziel muss es laut Zukunftsrat sein, Toleranz und Verständnis zwischen den unterschiedlichen Bevölkerungsgruppen zu etablieren, auch vor dem Hintergrund, dass Deutschland aufgrund seiner demographischen Entwicklung auf Immigranten angewiesen sei. Der hierfür etablierte Indikator setzt in einem sehr frühen Entwicklungsstadium an: Eine nachhaltige Integration kann nur durch eine

Integration der Kinder und Jugendlichen erreicht werden. Hierfür ist laut Zukunftsrat ein wesentliches Erfolgskriterium die Schulbildung. Ohne eine Grundqualifizierung liegen soziale Ausgrenzung und eine Isolierung von der Mehrheitsgesellschaft nahe. Daher operationalisiert der Zukunftsrat den Zielbereich der Ausländerintegration mithilfe des Anteils ausländischer Schulabgänger ohne Schulabschluss in %.

Grenzwerte

Auch im Fall dieses Indikators ist ein Anteil der ausländischen Schüler ohne Schulabschluss von 0 wünschenswert. Der Zukunftsrat führt dazu jedoch aus, dass ausländische Familien sich teilweise der Problematik ausgesetzt sehen, dass sprachliche und kulturelle Barrieren im Hinblick auf die schulischen Anforderungen existieren. Vor allem ältere Kinder von Asylbewerbern, die häufig überhaupt keinen Bezug zur potentiellen neuen Heimat besäßen, stünden vor der geschilderten Herausforderung. Aus diesen Gründen setzt der Zukunftsrat den Grenzwert für eine nachhaltige Entwicklung bei einer maximalen Abbrecherquote von 4% an. Diese Quote orientiert sich damit auch an dem Grenzwert der Bundesregierung für eine nachhaltige Entwicklung für dieses spezielle Handlungsfeld. Die Nachhaltigkeitsskala des vorliegenden Indikators normalisiert der Maximalwert aus dem Jahr 2000, der bei 20,5% lag.

Abbildung 32: Zugehörigkeitsfunktion des Indikators „Anteil ausländischer Schüler ohne Schulabschluss“



Terminame	Form/Par.	Definitionspunkte (x, y)
niedrig	L-Form	(0, 0) (0.04, 0) (0.205, 1) (1, 1)
hoch	L-Form	(0, 1) (0.04, 1) (0.205, 0) (1, 0)

Quelle: eigene Darstellung

5.2.1.3.7 Gleichstellung der Frau

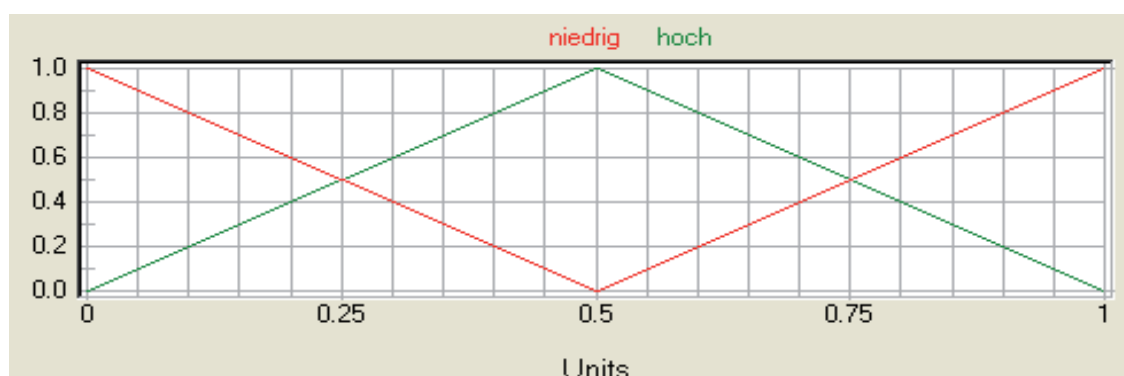
Indikatorbeschreibung

Das Handlungsfeld „Gleichstellung der Frau“ beleuchtet im Rahmen von HEINZ nicht die rechtlichen Aspekte dieser Nachhaltigkeitskomponente. Rechtlich ist bereits eine Gleichstellung verankert. Vielmehr gilt es zu klären, wie sich die Umsetzung in der Praxis bewährt. Die Hineinnahme in die soziale Säule der Hamburger Nachhaltigkeitsindikatoren begründet der Zukunftsrat mit der Argumentation, dass nur gleiche Verdienst- und Karrieremöglichkeiten von Mann und Frau eine nachhaltige soziale Entwicklung ermöglichen. Daher zieht der Zukunftsrat die Bruttoverdienste von männlichen und weiblichen Erwerbstätigen als Bewertungsgrundlage heran.

Grenzwerte

Um Chancengleichheit zwischen Männern und Frauen in der Berufswelt zu gewährleisten, muss das Verhältnis zwischen den Bruttoverdiensten bei genau 1:1 liegen. Dieser Zielwert ist somit für eine nachhaltige Entwicklung in diesem Zielbereich unabdingbar. Die Symmetrie der Zugehörigkeitsfunktion liegt vor, da das Optimum (der Quotient) laut HEINZ genau bei 1 liegen soll (in der vorliegenden Funktion liegt der Wert nach Normalisierung bei 0,5); die Extremwerte 1 und 0 auf der x-Achse orientieren sich dabei an der maximalen Ausprägung von 1,42 aus dem Jahr 1992.

Abbildung 33: Zugehörigkeitsfunktion des Indikators „Verhältnis Bruttomonatsverdienst Männer/Frauen“



Termname	Form/Par.	Definitionspunkte (x, y)
niedrig	L-Form	(0, 1) (0,5, 0) (1, 1)
hoch	L-Form	(0, 0) (0,5, 1) (1, 0)

Quelle: eigene Darstellung

5.2.1.3.8 Kinderbetreuung

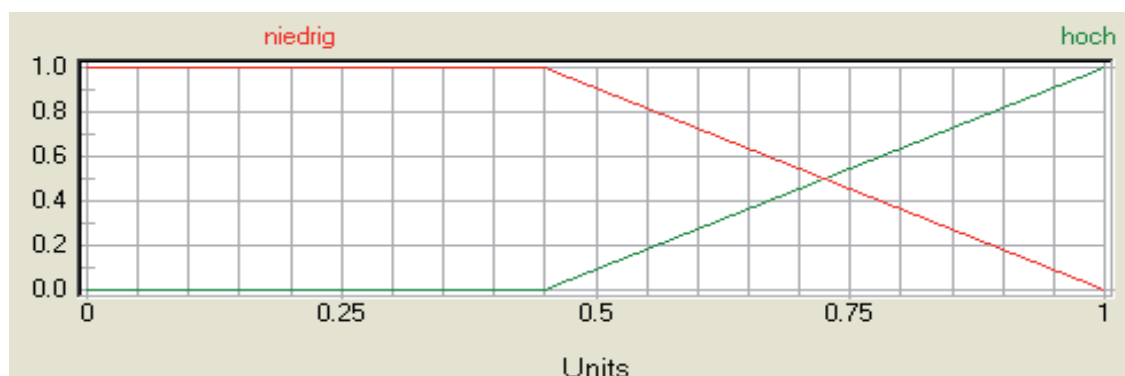
Indikatorbeschreibung

Das Handlungsfeld der Kinderbetreuung gliedert sich direkt an das vorangegangene Handlungsfeld der Gleichstellung von Mann und Frau. Es besitzt einen wesentlichen Einfluss auf eine nachhaltige Entwicklung. Ein entsprechend großes Angebot an Kinderbetreuungsplätzen kann dazu führen, dass eine gleichverteilte Möglichkeit für beide Lebenspartner hinsichtlich der Karrierechancen gegeben ist. Der Zukunftsrat weist in diesem Zusammenhang darauf hin, dass der Eigenanteil, der für die Bereitstellung solcher Betreuungsplätze durch die Eltern zu erbringen ist, nicht abschreckend wirken dürfe. Anders gesprochen, müssen die Betreuungsplätze bezahlbar bleiben. Leider ist dieser Nachhaltigkeitsparameter im Hinblick auf die Datenverfügbarkeit in der Region Hamburg nicht erfasst. Daher beschränkt sich die Operationalisierung dieses Zielbereiches auf die Erfassung des Ganztagesbetreuungsangebotes der Altersgruppe zwischen 3 und 6 Jahren.

Grenzwerte

Als Zielwert für eine eindeutig nachhaltige Entwicklung einigte sich der Zukunftsrat auf eine 100%ige Versorgung mit entsprechenden Betreuungsplätzen. Als Grenzwert zum eindeutig nichtnachhaltigen Wertebereich lässt sich die 45%-Marke heranziehen, die der Zukunftsrat in seiner Ausführung bereits eindeutig als ungenügend bezeichnet. Die Normalisierung der Skala wird ebenso wie beim vorangegangenen Indikator mit dem Maximalwert von 100% vollzogen.

Abbildung 34: Zugehörigkeitsfunktion des Indikators „Ganztagsbetreuungsangebote der Altersgruppe 3–6 Jahre“



Terminame	Form/Par.	Definitionspunkte (x, y)
niedrig	L-Form	(0, 1) (0.45, 1) (1, 0)
hoch	L-Form	(0, 0) (0.45, 0) (1, 1)

Quelle: eigene Darstellung

5.2.1.3.9 Altersstruktur der Bevölkerung

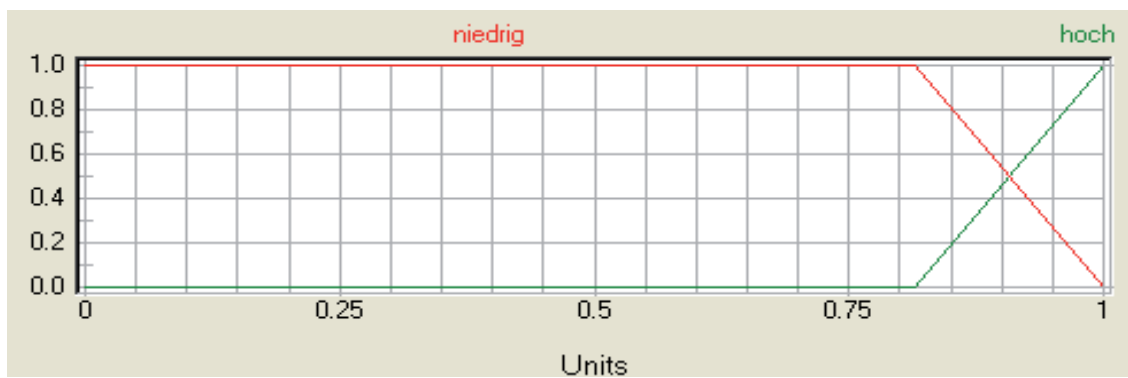
Indikatorbeschreibung

Das Handlungsfeld „Altersstruktur der Bevölkerung“ reflektiert die notwendige Balance zwischen den jungen und alten Bevölkerungsteilen. Nur eine ausgewogene Verteilung ermöglicht eine gerechte Verteilung von Chancen und Risiken auf die unterschiedlichen Generationen, was wiederum der ursprünglichen Nachhaltigkeitsdefinition entspricht. Um einer willkürlichen Festlegung von jung und alt entgegenzuwirken, orientiert sich dieses HEINZ-Handlungsfeld an der amtlichen Statistik. Hier ist für die entsprechenden Attribute jung und alt eine klare Grenzziehung bei 18 und 65 Jahren zu erkennen. Basierend auf diesen Grenzwerten, wählte der Zukunftsrat das Verhältnis der Unter-18- zu den Über-65-Jährigen als Indikator.

Grenzwerte

Als Zielwert für eine nachhaltige Entwicklung setzt der Zukunftsrat auf eine ausgeglichene Bevölkerungsstruktur, die sich in einem Quotienten von 1 widerspiegelt. Ein Quotient von unter 1 weist auf eine überalterte Gesellschaft hin, die keine Gleichverteilung von Risiken und Chancen ermöglicht. Ein Quotient von größer 1 hingegen verdeutlicht den Wachstum der Gesamtbevölkerung. Als Grenzwert zum eindeutig nichtnachhaltigen Bereich lässt sich der Wert von 0,815 aus dem Jahr 2008 anführen. Diesen bezeichnet der Zukunftsrat eindeutig als nicht nachhaltig. Eine Normalisierung ist bei diesem Indikator nicht notwendig, da es sich bereits um ein Einheitsintervall handelt, bei der Annahme des Grenzwerts von 1 als Idealwert für Nachhaltigkeit.

Abbildung 35: Zugehörigkeitsfunktion des Indikators „Verhältnis der Unter-18- zu den Über-65-Jährigen“



Terminname	Form/Par.	Definitionspunkte (x, y)
niedrig	L-Form	(0, 1) (0.815, 1) (1, 0)
hoch	L-Form	(0, 0) (0.815, 0) (1, 1)

Quelle: eigene Darstellung

5.3 Einführung zur Modellgestaltung

Ausgangspunkt für die Abbildung der Nachhaltigkeitsentwicklung der Stadt Hamburg ist das in Abschnitt 4.3.4 beschriebene Fuzzy-Regelungssystem. Wie dargelegt, weisen die Nachhaltigkeit und ihre Operationalisierungskonzepte einige Besonderheiten auf, die im Rahmen einer Methodenwahl entsprechend zu berücksichtigen sind (siehe Abschnitt 4.1.2). Diese gilt es im Folgenden zusammenzufassen und darauf basierend das Hamburger Modell zu skizzieren. Wie in den vorangegangenen Abschnitten dargelegt, ist Nachhaltigkeit als ein sehr vielfältig genutztes Konzept zu interpretieren. Dazu formulieren Phillis/Kouikoglou (2009) prägnant die grundlegende Problematik von Nachhaltigkeit in Bezug auf ihre Operationalisierung: „Sustainability is an inherently vague and complex concept and cannot be described, let alone measured, by traditional mathematics. Policy makers and scientists often prefer natural language expressions rather than equations or numerical values in assessing sustainability.”²⁷⁶ Gerade die Wahl der „Sprache“ als Ausdruck von Nachhaltigkeit führt zu einer Unschärfe des Nachhaltigkeitsbegriffs und der dahinter stehenden Konzepte und theoretischen Fundamente. Es besteht die Gefahr, dass der Begriff der Nachhaltigkeit zu einer leeren Hülse verfällt.²⁷⁷

Folgt man den grundlegenden Fragen zur Schärfung der Nachhaltigkeitsbegrifflichkeit²⁷⁸, so ist das Nachhaltigkeitsverständnis anhand von Indikatoren und Zielwerten auszurichten (siehe Abschnitt 3.4 und Abschnitt 5.2). Um nachzuvollziehen, wie sich die Nachhaltigkeit über einen bestimmten Zeitraum hinweg entwickelt, können Indikatoren einen wichtigen Beitrag zur politischen Entscheidungsfindung liefern. Dazu lässt sich ihr rein dokumentierender Charakter modifizieren: Als nützliches Hilfsmittel stellen sie politische Entscheidungen auf ein rationales und transparentes Fundament und bauen Willkür und Symbolik der politischen Entscheidungen ab.²⁷⁹ Zumeist beschränkt sich die Zielsetzung der Indikatoren jedoch nur auf eine qualitative Festlegung, die sich durch Vagheit und Unsicherheit auszeichnet.²⁸⁰ Diese Vagheit und Unsicherheit ist nicht nur ein Charakteristikum der qualitativen Zielfestlegung.

²⁷⁶ Phillis/Kouikoglou (2009), S. 11.

²⁷⁷ Vgl. Daly (1990), S. 32.

²⁷⁸ Wie definiert sich im Bewertungsansatz das Nachhaltigkeitsverständnis und wie lässt es sich operationalisieren? (vgl. Atkinson (1997), S. 3.)

²⁷⁹ Vgl. Bell/Morse (2003), Bell/Morse (2008), Hezri/Dovers (2006).

²⁸⁰ Vgl. Ducey/Larson (1999), Hinterberger/Luks et al. (1997), Phillis/Andriantiatsaholiniaina (2001), Phillis/Kouikoglou (2009).

Nur wenige Nachhaltigkeitsstrategien zeichnen sich durch eine Quantifizierung ihrer Einzelziele aus, die gleichzeitig mit einer absoluten Zielsetzung für eine bestimmte Periode verbunden sind. Auch sie unterliegen aufgrund ihres normativen Charakters der Unsicherheit in der Zielsetzung (siehe Abschnitt 5.2.1).²⁸¹

Im Hinblick auf das Verhältnis der drei Nachhaltigkeitssäulen besteht im hier entwickelten Modell zur Nachhaltigkeitsbewertung eine gleichgewichtige Behandlung aller drei Dimensionen, also der Ökologie, des Sozialen und der Ökonomie. Wenn man von diesem integrativen Ansatz ausgeht, entspricht dies dem „Drei-Säulen-Modell“.²⁸² Die aktuelle Diskussion um die Relevanz von einzelnen Dimensionen verdeutlicht, dass eine isolierte Betrachtung einzelner Nachhaltigkeitsdimensionen nicht zielführend ist. „Der entscheidende Erkenntnisfortschritt, der mit dem Sustainability-Konzept erreicht worden ist, liegt in der Einsicht, dass ökonomische, soziale und ökologische Entwicklung nicht voneinander abgespalten und gegeneinander ausgespielt werden dürfen. Diese drei Komponenten sind als eine immer neu herzustellende Eintracht zu betrachten“.²⁸³ Daher berücksichtigt die nachfolgende Nachhaltigkeitsbewertung die Notwendigkeit von integrativen Handlungsstrategien, die Trade-off-Problematiken bzw. gegenseitige Zielbeeinflussungen integrieren und sich damit durch Realitätsnähe und Praxisorientierung auszeichnen.²⁸⁴

5.3.1 Grundstruktur für HEINZ

Um die in den folgenden Kapiteln diskutierten Ergebnisse nachvollziehen zu können, wird zunächst die Struktur und Integration der in Abschnitt 5.2 diskutierten Nachhaltigkeitsindikatoren der Stadt Hamburg dargelegt. Dazu erläutert Abbildung 36 schematisch die Funktionsweise des Modells, welches die Nachhaltigkeitswerte der Region Hamburg berechnet. Basierend auf dem vorliegenden Datensatz (normierte Indikatorwerte) und den Indikatoren kann nun mit Hilfe der Zugehörigkeitsfunktionen der Eingangsvariablen und des Regelblocks der jeweilige Nachhaltigkeitswert (NH-Wert) jeder Zwischenvariablen berechnet werden.²⁸⁵ Dabei gibt der NH-Wert der Zwischenvariablen die Entwicklung der

²⁸¹ Vgl. Zukunftsrat Hamburg (2009).

²⁸² Vgl. Deutschland (1994), Klemmer (1996), S. 323.

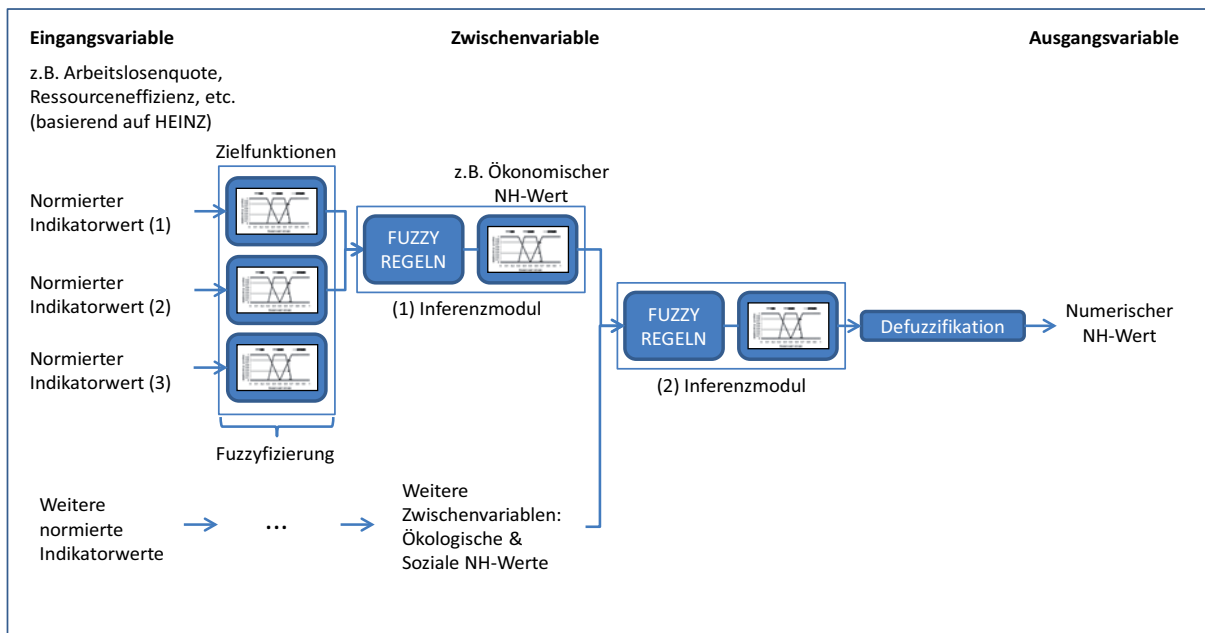
²⁸³ Vgl. Rat von Sachverständigen für Umweltfragen (1994), S. 9, Blazejczak/Hildebrandt et al. (2000), S. 43.

²⁸⁴ Vgl. Kopfmüller (2001), Grunwald/Kopfmüller (2006), S. 53.

²⁸⁵ Der Datensatz und die Indikatoren basieren auf „HEINZ 2009 – Hamburger Entwicklungs-Indikatoren Zukunftsfähigkeit - 30 Nachhaltigkeitsziele, Indikatoren, Zielwerte für 2020“. Die Zugehörigkeitsfunktionen

entsprechenden Nachhaltigkeits säule wieder. Um letztendlich den globalen NH-Wert zu berechnen, erfolgt eine Zusammenführung der NH-Werte aller drei Säulen, die mit Hilfe der Defuzzifikation den numerischen Wert der Ausgangsvariablen bestimmt.

Abbildung 36: Modellhaftes Vorgehen zur Nachhaltigkeitsbewertung der Stadt Hamburg



Quelle: eigene Darstellung

Dabei lassen sich der globale NH-Wert sowie die NH-Werte der Zwischenvariablen auf einem Einheitsintervall abbilden (0 min, 1 max). Wie Zadeh (1976) zeigt, muss die Quantifizierungsvariable, im vorliegenden Fall der NH-Wert, keine messbare Größe sein.²⁸⁶ Vielmehr formt das Aggregat der normierten Einzelindikatoren den entsprechenden NH-Wert auf der Ebene der Zwischen- und Ausgangsvariable.

5.3.2 Struktur für die globale Nachhaltigkeit nach HEINZ

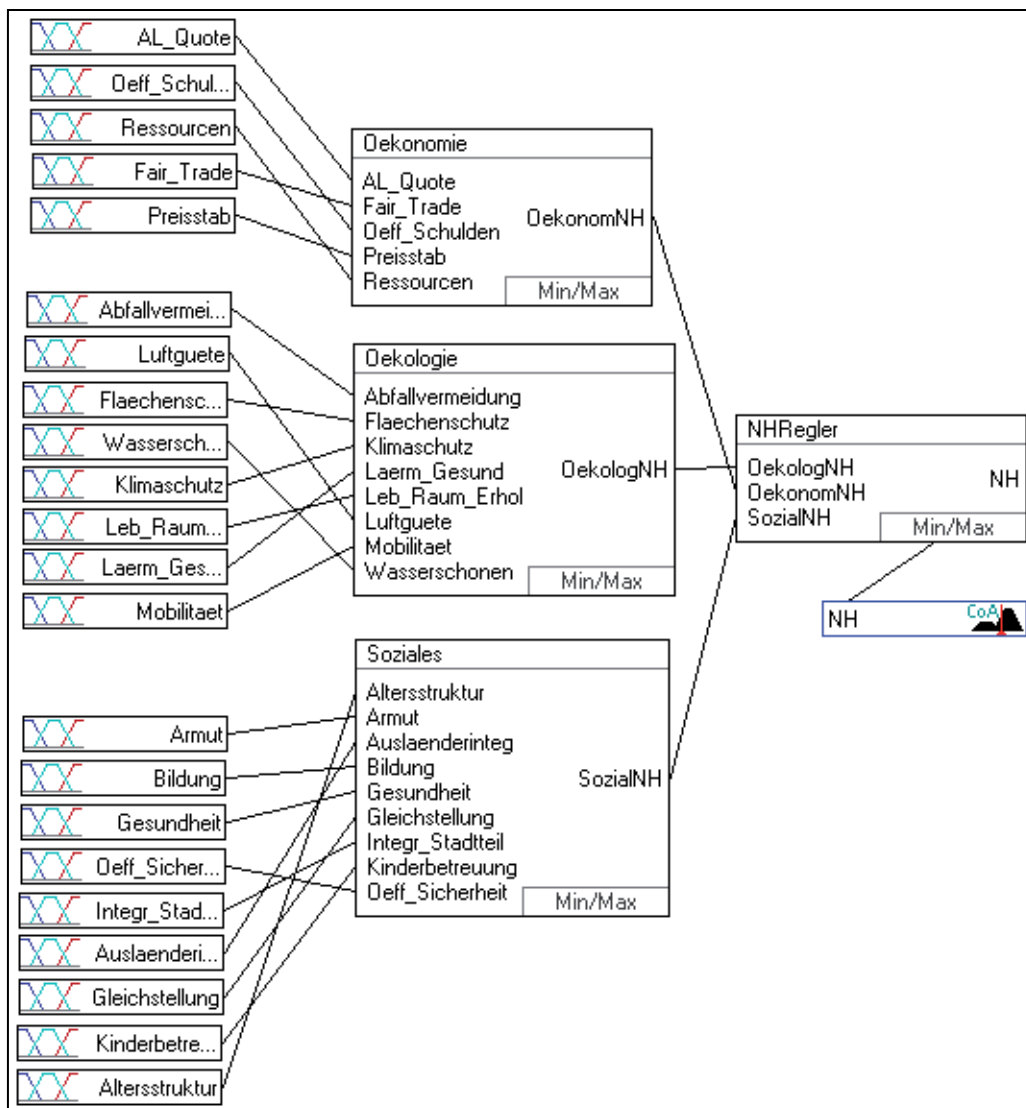
Die Systemstruktur beschreibt den Datenfluss im Fuzzy-Regelungssystem. Zunächst geschieht die Fuzzifizierung der Inputvariablen. Hierbei werden „scharfe Werte“ in Zugehörigkeitsgrade umgesetzt. Dem Fuzzifizieren schließt sich die Fuzzy-Inferenz an: Mit in Regelblöcken festgelegten WENN/DANN-Regeln werden durch die Eingangsgrößen

leiten sich ebenso aus den Zielwerten von HEINZ ab (vgl. Krüger (2010)). Für eine Übersicht der aufbereiteten Indikatoren siehe Anhang Tabelle 29.

²⁸⁶ Vgl. Biewer (1997), S. 240 f, Zadeh (1976), S. 44 ff.

sprachlich beschriebene Ausgangsgrößen festgelegt. Diese werden in den Ausgangsinterfaces durch eine Defuzzifizierung in analoge Größen umgewandelt. Abbildung 37 zeigt die Struktur für dieses Fuzzy-System mit Eingangsvariablen, Regelblöcken und Zwischen- bzw. Outputvariablen. Die Verbindungslinien symbolisieren hierbei den Datenfluss.

Abbildung 37: Struktur des Fuzzy-Regelungssystems für die globale Nachhaltigkeit



Quelle: eigene Darstellung

Die Anordnung dieses Regelungssystems ist entsprechend dem modellhaften Vorgehen in Abbildung 36 zu lesen, also zunächst die Eingangsvariablen, dann die Zwischenvariablen und abschließend die Output- bzw. Ausgangsvariable. Tabelle 5 fasst die wesentlichen Modelldaten zusammen, die als Grundlage zur Berechnung der globalen Nachhaltigkeit der Region eingeflossen sind.

Tabelle 5: Projektdaten zur globalen Nachhaltigkeit

Eingangsvariablen	22
Ausgangsvariablen	1
Zwischenvariablen	3
Regelblöcke	4
Regeln	827
Zugehörigkeitsfunktionen	56

Quelle: eigene Darstellung

Neben den bereits beschriebenen unterschiedlichen Variablengruppen fanden insgesamt vier Regelblöcke Eingang in die Berechnung. Drei Regelblöcke verbinden dabei die säuleninternen Indikatoren jeder Säule und bündeln sie in der jeweiligen Zwischenvariable. Der vierte Regelblock bündelt die Fuzzy-Mengen der Säulen und bestimmt damit die Fuzzy-Lösungsmenge für die Ausgangsvariable „globale Nachhaltigkeit“. Die Summe der Regeln ergibt sich aus den bestehenden Ausprägungsmöglichkeiten für die einzelnen Variablengruppen. Es gilt der bereits in Abschnitt 4.4.1 erwähnte Zusammenhang zwischen der Anzahl der Variablen (x) und ihrer möglichen Ausprägung (y), der die Anzahl aller möglichen Regeln (z) determiniert:

$$y^x = z$$

Damit ergibt sich für die ökonomische Säule insgesamt eine Regelvielfalt von $2^5 = 32$, für die ökologische Säule eine Regelzahl von $2^8 = 256$ und für die soziale Säule $2^9 = 512$ Regeln. Wie ersichtlich ist, wirkt sich eine erhöhte Ausprägungsmöglichkeit der einzelnen Variablen in extremer Form auf die Anzahl der möglichen Regeln aus. Um diese überschaubar zu halten und damit auch die Berechnung der Nachhaltigkeitswerte zu ermöglichen, besteht eine Beschränkung der Ausprägungsmöglichkeiten auf höchstens zwei Werte. Rein formal könnte auch eine Reduktion der Anzahl der Indikatoren die Regelanzahl verringern. Diese Variante soll jedoch keine Rolle spielen, da die Absicht besteht, ein möglichst vollständiges Bild der nachhaltigen Entwicklung in Hamburg wiederzugeben. Auch bestünde die Problematik, ein geeignetes Kriterium für bzw. gegen die Wahl einzelner Indikatoren zu bestimmen.

Im Gegensatz zu den drei Regelblöcken, die für die Vereinigung der Inputvariablen verantwortlich sind, weisen die Zwischenvariablen eine differenziertere Struktur auf. Neben einem „hohen“ und einem „niedrigen“ Nachhaltigkeitswert besteht eine dritte Ausprägung „mittel“. Diese Ausprägung kann als ein Wertebereich auf der Einheitsskala verstanden werden, der die weder eindeutig nachhaltigen noch nichtnachhaltigen Inputwerte vereint.

Auch besteht aufgrund der geringen Anzahl der Zwischenvariablen die Möglichkeit, eine weitere Ausprägung einzuführen, ohne die Übersichtlichkeit der Berechnung zu vermindern. Damit ergibt sich für den vierten Regelblock, der die drei Nachhaltigkeitssäulen zusammenführt, eine maximale Anzahl von $3^3 = 27$ Regeln. Zusammengefasst ergibt das eine Summe von $32 + 256 + 512 + 27 = 827$ Regeln im Gesamtmodell.

5.3.3 Variablenübersicht

Dieser Abschnitt gibt eine Übersicht über alle Variablentypen, die im Modell Anwendung finden. Die Inputvariablen basieren auf den im Abschnitt 5.2 erläuterten Indikatoren. Hinzu kommt eine kurze Beschreibung der Zwischen- und Ausgangsvariablen, die ebenso wie die Eingangsvariablen auf einer Einheitsskala abgebildet sind. Zusammenfassend lassen sich bei der Hamburger Anwendung drei unterschiedliche Variablengruppen definieren:

- **Eingangs-/Inputvariablen:** Ihre Gesamtheit (22 HEINZ-Indikatoren, für die statistische Daten vorliegen) definiert das grundlegende Nachhaltigkeitsverständnis der Stadt Hamburg. Sie zeichnen sich durch ihre normative Natur aus und sind das Ergebnis einer Expertengruppe. Daran anknüpfend weisen ihre Nachhaltigkeitszielwerte für das Jahr 2020 die gleiche normative Charakteristik auf.²⁸⁷
- **Zwischenvariablen:** Diese Variablengruppe kommt der grundlegenden Nachhaltigkeitstheorie und dem damit verbundenen 3-Säulen-Modell nach (siehe Abschnitt 3.2.2). Die Zwischenvariablen sind die ökonomische Nachhaltigkeit, die soziale Nachhaltigkeit und die ökologische Nachhaltigkeit. Eine Besonderheit der Bestandteile dieser Variablengruppe besteht darin, dass sie im Gegensatz zur Outputvariablen nicht defuzzifiziert werden. Diese drei Variablen sind jedoch nur bei der Berechnung der globalen Nachhaltigkeit als Zwischenvariablen definiert. Ansonsten sind sie bei ihrer expliziten Berechnung als Outputvariablen definiert und werden ebenso defuzzifiziert.
- **Outputvariablen:** Die globale Nachhaltigkeit, die sich aus den Zwischenvariablen der ökonomischen Nachhaltigkeit, der sozialen Nachhaltigkeit und der ökologischen Nachhaltigkeit zusammensetzt, ist die einzige „reine“ Outputvariable. Daneben sind, bei der Betrachtung auf Säulenebene, die Zwischenvariablen auch als Outputvariablen

²⁸⁷ Es ist explizit darauf hinzuweisen, dass die Qualität der Indikatorwahl und ihre normative Natur in der vorliegenden Arbeit als gegeben betrachtet werden. Eine erweiterte Diskussion soll daher nicht stattfinden.

anzusehen. Sie zeichnen sich durch einen defuzzifizierten Nachhaltigkeitswert aus, der auf einer Einheitsskala zwischen 0 und 1 liegt.

Tabelle 6 fasst alle 22 Inputvariablen zusammen, die in das Gesamtmodell einfließen. Dazu sind die einzelnen Variablen im vorliegenden Fall alphabetisch geordnet.

Tabelle 6: Übersicht über alle Eingangsvariablen

Nr.	Variablenname	Typ	Einheit	Min	Max	Termnamen
1	Abfallvermeidung	XX	Einheitsmaß	0	1	niedrig hoch
2	AL-Quote	XX	Einheitsmaß	0	1	niedrig hoch
3	Altersstruktur	XX	Einheitsmaß	0	1	niedrig hoch
4	Armut	XX	Einheitsmaß	0	1	niedrig hoch
5	Ausländerintegration	XX	Einheitsmaß	0	1	niedrig hoch
6	Bildung	XX	Einheitsmaß	0	1	niedrig hoch
7	Fair_Trade	XX	Einheitsmaß	0	1	niedrig hoch
8	Flächenschutz	XX	Einheitsmaß	0	1	niedrig hoch
9	Gesundheit	XX	Einheitsmaß	0	1	niedrig hoch
10	Gleichstellung	XX	Einheitsmaß	0	1	niedrig hoch
11	Integr._Stadtteil	XX	Einheitsmaß	0	1	niedrig hoch
12	Kinderbetreuung	XX	Einheitsmaß	0	1	niedrig hoch
13	Klimaschutz	XX	Einheitsmaß	0	1	niedrig hoch
14	Lärm_u. Gesundheit	XX	Einheitsmaß	0	1	niedrig hoch
15	Lebensraum_u. Erholung	XX	Einheitsmaß	0	1	niedrig hoch
16	Luftgüter	XX	Einheitsmaß	0	1	niedrig hoch
17	Mobilität	XX	Einheitsmaß	0	1	niedrig hoch
18	Öffentl._Schulden	XX	Einheitsmaß	0	1	niedrig hoch
19	Öffentl._Sicherheit	XX	Einheitsmaß	0	1	niedrig hoch
20	Preisstab	XX	Einheitsmaß	0	1	niedrig hoch
21	Ressourcen	XX	Einheitsmaß	0	1	niedrig hoch
22	Wasserschonung	XX	Einheitsmaß	0	1	niedrig hoch

Quelle: eigene Darstellung

Tabelle 7 beschreibt die drei Zwischenvariablen, die im Rahmen der Berechnung der globalen Nachhaltigkeit nicht defuzzifiziert werden.²⁸⁸

Tabelle 7: Übersicht über alle Zwischenvariablen

Nr.	Variablenname	Typ	Einheit	Min	Max	Termnamen
23	Ökonomische Nachhaltigkeit	XX	Einheitsmaß	0	1	niedrig mittel hoch
24	Ökologische Nachhaltigkeit	XX	Einheitsmaß	0	1	niedrig mittel hoch
25	Soziale Nachhaltigkeit	XX	Einheitsmaß	0	1	niedrig mittel hoch

Quelle: eigene Darstellung

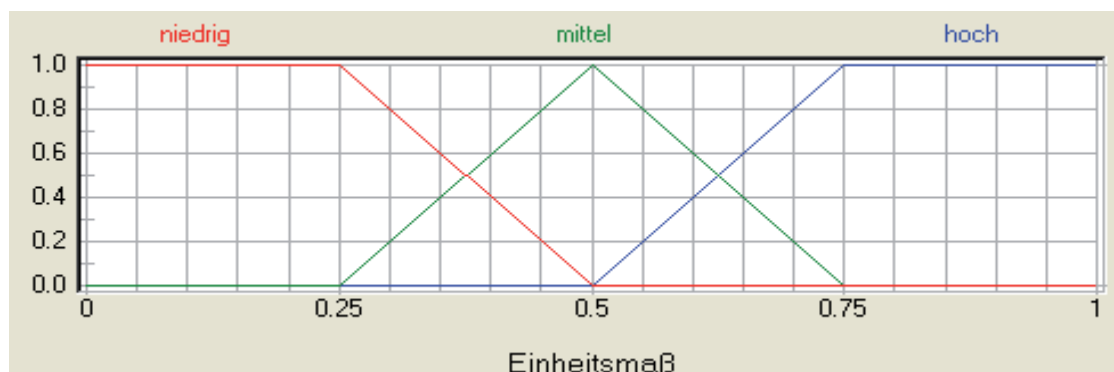
Im Gegensatz zu den Inputvariablen ist die Zuordnung spezifischer Wertebereiche zu den linguistischen Variablen nicht anhand von normativ festgelegten Zielwerten möglich. Basierend auf der Annahme von Zadeh (1975), dass die Outputvariable nicht notwendigerweise einer messbaren Größe zugrunde liegen muss, können die Zuordnungen gleichverteilt sein.²⁸⁹ Das bedeutet für den Fall der vorliegenden Zwischenvariablen, ausgehend vom Mittelpunkt der Einheitsskala, dass eine Gleichverteilung der Wertebereiche für jede linguistische Variable gilt.²⁹⁰

²⁸⁸ Dies gilt nur für die Berechnung der globalen Nachhaltigkeit.

²⁸⁹ Vgl. Zadeh (1976), Zadeh (1978).

²⁹⁰ Vgl. Biewer (1997), S. 238.

Abbildung 38: Zugehörigkeitsfunktion für die Zwischenvariablen und die Outputvariable







Terminame	Form/Par.	Definitionspunkte (x, y)
Niedrig	L-Form	(0, 1) (0.25, 1) (1, 0) (0.5, 0)
Mittel	L-Form	(0, 0) (0.25, 0) (0.5, 1) (0.75, 0) (1, 0)
Hoch	L-Form	(0, 0) (0.5, 0) (0.75, 1) (1, 1)

Quelle: eigene Darstellung

Wie Abbildung 38 verdeutlicht, werden alle drei linguistischen Variablen mit einem Wertebereich von 0,5 auf der Einheitsskala bedient. Dabei ist der trianguläre Teil der Zugehörigkeitsfunktion als der Wertebereich zu interpretieren, der bei einer entsprechenden Kombination der Inputvariablen weder eindeutig der nachhaltigen (hohen) noch der nicht nachhaltigen (niedrigen) linguistischen Variablen zuzuordnen ist. Auf diesen Sachverhalt ist deshalb so explizit hinzuweisen, da die Inputvariablen zunächst nur zwei Nachhaltigkeitsausprägungen (hoch, niedrig) besitzen. Eine Irritation im Hinblick auf die Zwischenvariablen und ihre drei möglichen Nachhaltigkeitsausprägungen soll damit vermieden werden. Es besteht keine Inkonsistenz des Modells, da nicht die einzelnen Inputvariablen einen direkten Einfluss auf die Zwischenvariablen ausüben, sondern nur ihre Kombination. Daher beziehen sich die drei Nachhaltigkeitsausprägungen der Zwischenvariablen auf eben diese Gesamtheit der Inputvariablen und beschreiben sie mit Hilfe der drei linguistischen Variablen. Der in Abbildung 38 beschriebene Verlauf der Zugehörigkeitsfunktion ist dabei für alle Zwischenvariablen und die Outputvariable identisch.

Tabelle 8: Übersicht über die Outputvariablen

Nr.	Variablenname	Typ	Einheit	Min	Max	Termnamen
23	Ökonomische Nachhaltigkeit		Einheitsmaß	0	1	niedrig mittel hoch
24	Ökologische Nachhaltigkeit	()	Einheitsmaß	0	1	niedrig mittel hoch
25	Soziale Nachhaltigkeit	()	Einheitsmaß	0	1	niedrig mittel hoch
10	Globale Nachhaltigkeit	()	Einheitsmaß	0	1	niedrig mittel hoch

Quelle: eigene Darstellung

Tabelle 8 fasst noch einmal die wesentlichen Eigenschaften der Zugehörigkeitsfunktion der Outputvariablen „globale Nachhaltigkeit“ zusammen. Um eine differenzierte Diskussion der einzelnen Nachhaltigkeitssäulen zu ermöglichen, werden analog zum Vorgehen innerhalb des Gesamtmodells auch die Nachhaltigkeitswerte für die ökonomische, ökologische und soziale Nachhaltigkeit berechnet. Dazu sind die Zwischenvariablen wie Outputvariablen zu behandeln, d.h., die Defuzzifizierung findet bereits auf Säulenebene statt.

5.3.4 Regelwerk/Inferenzwahl für das Hamburger Modell

Die im vorangegangenen Abschnitt beschriebenen Variablengruppen benötigen im Anschluss an ihre Fuzzifizierung eine entsprechende Verknüpfung, wie bereits Abschnitt 4.3.4.3 ausführt. Die Datenflüsse in Abbildung 37 verbindet die aus insgesamt 827 Regeln bestehenden Regelblöcke. Die Inferenz (siehe Abschnitt 4.3.4.3) bestimmt innerhalb jeder Regel, mit welcher Nachhaltigkeitsausprägung jede Indikatorkombination in die abschließende, zu defuzzifizierende Outputmenge einfließt. Dabei ist aufgrund der bestehenden geringen Informationsdichte in der Hamburger Anwendung hinsichtlich des Verlaufs der Zugehörigkeitsfunktionen eine möglichst pessimistische Nachhaltigkeitsbewertung anzunehmen. Um diese pessimistische Verknüpfung zu erreichen, findet die Max-Min-Inferenz Anwendung. Übertragen in ein gewähltes Inferenzschema gilt:

$$\mu_B(y) = \max_{x \in G_A} (\min(\mu_A(x); \mu_R(x; y))) \text{ für } y \in G_B^{291}$$

²⁹¹ Vgl. Kacprzyk (1997), S. 39, Kahlert/Frank (1993), S. 67. Hierbei ist darauf hinzuweisen, dass R für die Relation zwischen A und B steht.


Diesen Zusammenhang bildet die Max-Min-Inferenz zunächst für zwei Variablen ab. Für das Hamburger Modell findet in der Berechnung eine Erweiterung gemäß dem Vorgehen in Abschnitt 4.3.4.3 statt. Hierbei ist das Inferenzschema auf entsprechende Anzahl der HEINZ Indikatoren zu erweitern.

Die Max-Min-Inferenz gilt für die Verknüpfung aller Variablengruppen. Das heißt, sie verbindet nicht nur die Inputvariablen und führt sie zu ihren übergeordneten Zwischenvariablen zusammen, sondern sie gilt auch für die anschließende Verknüpfung der drei Zwischenvariablen zur globalen Nachhaltigkeit.

5.3.5 Defuzzifikation im Hamburger Modell

Wie im Abschnitt 4.3.4.4 ausgeführt, kommt die modifizierte Schwerpunktmethod auf Grund ihrer Vorteile für das Hamburger Modell zum Einsatz. Die Methode kalkuliert für alle unscharfen Ausgangsmengen die Abszissenwerte der Flächenschwerpunkte und berechnet das von ihnen mit dem Erfülltheitsgrad gewichtete Mittel:²⁹²

$$y_{\text{Stellgröße}} = \frac{\sum_{i=1}^n y_i * \mu_A(y_i)}{\sum_{i=1}^n \mu_A(y_i)}$$

Es ist nochmals darauf hinzuweisen, dass für die Berechnung der globalen Nachhaltigkeit der Region Hamburg zunächst nur eine Defuzzifikation auf dieser Ebene stattfindet und keine Defuzzifikation auf der Ebene der Zwischenvariablen. Nur bei der säulenspezifischen Nachhaltigkeitsberechnung, bei der die Zwischenvariablen des Gesamtmodells als Outputvariablen zu interpretieren sind, wird entsprechend auch die modifizierte Schwerpunktmethod angewandt. Die Anwendung der modifizierten Schwerpunktmethod auf die Outputvariablen bzw. keine Anwendung auf die Zwischenvariablen () verdeutlicht die Spalte „Typ“ in Tabelle 8. Anknüpfend an die Generierung der NH-Werte besteht die Notwendigkeit, die bereits benannten Themenschwerpunkte der HH-Strategie „Metropole Hamburg – Wachsende Stadt“ in das Modell zu integrieren. Dazu findet eine Zuordnung dieser Themenschwerpunkte zu den entsprechenden Indikatoren des Modells statt, die anschließend im Rahmen einer Teiluntersuchung (Abschnitt 5.3.3.1 bis 5.3.3.3) eine höhere Gewichtung erhalten. Die Gewichtung wird im Rahmen des Hamburger Modells mit 1:2 vorgenommen, d.h. ein Leitbildschwerpunktindikator wiegt doppelt so viel wie ein gewöhnlicher Indikator. Das genaue Gewichtungsverhältnis ist jedoch nicht ausschlaggebend,

²⁹² Vgl. Kacprzyk (1997).

sondern nur, dass die priorisierten Indikatoren ein höheres Gewicht in der Berechnung besitzen. Die unterschiedliche Gewichtung ist nur deshalb entscheidend, um den positiven bzw. negativen kompensatorischen Charakter der Schwerpunktindikatoren abbilden zu können. Vor diesem Hintergrund sind den Themenschwerpunkten und den dazugehörigen Indikatoren die entsprechenden Budgetpositionen des Landeshaushalts zuzuordnen (siehe Abschnitt 5.3.2).²⁹³ Die Ergebnisse und Implikationen folgen im anschließenden Abschnitt.

5.3.1 Budgetentwicklung als Indikator für Politikumsetzung

Im Anschluss an den vorangegangenen Abschnitt dient die folgende Abhandlung dazu, den Zusammenhang zwischen den Schwerpunktthemen von HEINZ und den Budgetpositionen des Hamburger Landeshaushaltes zu erläutern. Wie bereits dargelegt, findet eine Überprüfung der Politikform über die Implementierung von Gewichtungsfaktoren innerhalb der integrierten Nachhaltigkeitsbewertung des Fuzzy-Regelungssystems statt. Die vorliegende Arbeit erweitert diesen Test anhand der Betrachtung der Entwicklung von Budgetpositionen, die im Idealfall die Umsetzung der Handlungsschwerpunkte der Hamburger Nachhaltigkeitsstrategie widerspiegeln. Dieser Ansatz folgt der Überlegung, dass bei der Einführung einer Strategie mit entsprechenden Handlungsschwerpunkten finanzielle Mittel zur Verfügung stehen müssen. Diese zusätzlichen Mittel für die tatsächliche, also evidenzbasierte, Umsetzung sollten sich daher in einem Anstieg der jeweiligen Budgetpositionen erkennen lassen. Um inflationsbedingte Schwankungen zu berücksichtigen, untersucht das vorliegende Konzept die relative Budgetentwicklung in den Schwerpunkt-Budgetpositionen im Zeitverlauf. Das relative Budget (B_R) ergibt sich durch die Division des absoluten Budgets des Schwerpunktthemas aus der Nachhaltigkeitsstrategie (B_{SA}) durch das Gesamtbudget des HH Landeshaushaltes (B_{GA}):

$$B_R = \frac{B_{SA}}{B_{GA}}$$

Das Budget als Kontrollgröße spiegelt also im Idealfall wider, ob die selbst gesteckten Ziele der Politik, gemessen an den aufgewendeten Ressourcen, umgesetzt werden oder ob sie nur einen symbolischen Charakter aufweisen. Dennoch ist an dieser Stelle zu erwähnen, dass der untersuchte Zusammenhang zwischen Maßnahmenumsetzung und Budgetentwicklung auch einige Problem mit sich bringt. Zunächst einmal kann eine Maßnahmenumsetzung nicht nur

²⁹³ Vgl. bspw. Freie und Hansestadt Hamburg, Finanzbehörde (1996).

durch einen Anstieg der zur Verfügung stehenden Ressourcen initiiert werden. Auch eine effizientere Nutzung bzw. Umverteilung innerhalb der einzelnen Schwerpunktthemen und der dazugehörigen Budgetpositionen ist denkbar. Das gewählte Vorgehen berücksichtigt den Effizienzgedanken jedoch nicht weiter, da zum einen eine Quantifizierung aufgrund mangelnder Datentransparenz nicht möglich ist und zum anderen eine effizientere Nutzung vorhandener Ressourcen im Rahmen der Strategie von 2002 nicht explizit benannt ist. Dennoch sollte dieser Punkt, wenn möglich, in nachfolgenden Arbeiten Berücksichtigung finden. Ein weiteres Argument für den Fokus auf die Budgetpositionen ist der allgemein anerkannte Zusammenhang, dass sich die Politik bei der Einführung neuer Programme über die Bereitstellung neuer Mittel profiliert.²⁹⁴

Ferner stellt die Zuordnung der einzelnen Budgetpositionen zu den Schwerpunktthemen der Nachhaltigkeitsstrategie ein weiteres Problemfeld dar. Die vorliegenden Unterlagen (HH-Strategie und die Landeshaushaltspläne) ermöglichen keine eindeutig trennscharfe Zuordnung. Zwar erfolgte die Zuschlüsselung von Handlungsschwerpunkten der HH Nachhaltigkeitsstrategie zu den jeweiligen Budgetpositionen anhand der Beschreibung der Schwerpunktinhalte, dennoch lassen sich Überschneidungen mit benachbarten Budgetpositionen nicht ausschließen. Auf diese Problematik geht das vorliegende Konzept ein, indem es die Gruppe der möglichen Budgetpositionen besonders weit fasst. Basierend auf Plausibilitätsüberlegungen wurden nicht nur die direkt aus der Strategie ableitbaren Budgetpositionen berücksichtigt, sondern auch indirekt angrenzende themennahe Budgetpositionen integriert.²⁹⁵ Ein weiterer Punkt der zu einer Einschränkung der Aussagekraft der nachfolgenden Ergebnisse führen kann, ist die Entscheidungsflexibilität des HH Senates hinsichtlich der Budgetverwendung. Dabei ist die Frage zu beantworten, ob die initiierte Strategie mit den variablen Budgetspritzen umsetzbar sind bzw. ob der HH Senat überhaupt die Möglichkeit hat, die Handlungsfelder der Strategie von 2002 mit Mitteln zu bedienen. Dieses dem Föderalismus entspringende Argument ist mit einem Blick auf die durch den HH Senat gesetzten Rahmenbedingungen zu entkräften. „Auch für Aufgaben für die wachsende Stadt ist das Prinzip der Bestandsfinanzierung zu beachten. Neue Prioritäten im Gesamthaushalt müssen durch Umschichtungen und Einsparungen an anderer Stelle

²⁹⁴ Vgl. Reen et al. (2007), S.10.

²⁹⁵ Hierbei fällt bei der Ergebnisanalyse auf, dass selbst im weitgesteckten Rahmen zum großen Teil eine fallende Budgetentwicklung zu beobachten war. Dies schließt damit eine zu weitgehende Auswahl der Budgetpositionen des HH Landeshaushaltes im vorliegenden Konzept aus.

finanziert werden.“²⁹⁶ Demzufolge finden bestehende Budgetverantwortlichkeiten Berücksichtigung, was darauf schließen lässt, dass die formulierten Schwerpunktthemen im Kontext bestehender Budgetnutzungsräume formuliert worden sind. “Der Senat prüft außerdem, inwieweit bestehendes ("altes") Vermögen – unter Wahrung städtischer Interessen und sozialer Belange – in neues Vermögen umgeschichtet werden kann.“²⁹⁷ Auch dieses Zitat verdeutlicht, dass der Senat neue Finanzierungsquellen für die entwickelten Maßnahmen für notwendig erachtet, um die Bestandsfinanzierung nicht zu gefährden.

Damit ist zusammenzufassen, dass die Wahl der Budgetposition als Kontrollgröße für evidenzbasierte bzw. symbolische Nachhaltigkeitspolitik zwar einige Schwächen aufweist, sie aber unter Berücksichtigung der dargelegten Punkte durchaus sinnvoll erscheint. Des Weiteren ist anzumerken, dass die Argumentation hinsichtlich der Politikform nicht nur auf der Budgetentwicklung basiert, sondern auch die bereits diskutierten Gewichtungsfaktoren für Einzelindikatoren eine Aussage über die Politikform liefern. Auch kann im Rahmen der bisherigen Bewertungsansätze keine geeignetere Kontrollgröße benannt werden, die quantifizierbar wäre und eine integrierte Bewertung zuließe.

5.3.2 Gewichtungskriterien für die Inputvariablen

Um die Frage nach einer symbolischen Nachhaltigkeitspolitik beantworten zu können, sind zunächst die Themenschwerpunkte des Leitbildes „Metropole Hamburg – Wachsende Stadt“ im Kontext von HEINZ zu identifizieren. Dieses Vorgehen beruht auf der Argumentation, dass bei der Umsetzung einer evidenzbasierten Nachhaltigkeitspolitik die Themenschwerpunkte der Hamburger Strategie eine besonders positive Wirkung auf die jeweilige Nachhaltigkeitsausprägung entfalten. Um dies im skizzierten Modell entsprechend nachweisen zu können, sind die Themenschwerpunkte der Strategie den jeweiligen Zielbereichen bzw. Indikatoren von HEINZ zugeschlüsselt. Diese plausibilitätsbasierte Zuordnung geschieht anhand der qualitativen Beschreibung der Schwerpunkte.²⁹⁸

Die in den Tabellen 9–11 abgebildete Spalte mit dem Schwerpunkt „Metropole Hamburg – Wachsende Stadt“ verdeutlicht die Schwerpunktthemen des Leitbildes aus dem Jahr 2002. Sie sollen im Rahmen dieser Arbeit nicht näher diskutiert werden, da nur die Handlungsabsicht

²⁹⁶ Freie und Hansestadt Hamburg (2002), S. 15.

²⁹⁷ Freie und Hansestadt Hamburg (2002), S. 16.

²⁹⁸ Vgl. Freie und Hansestadt Hamburg (2002).

der Stadt Hamburg entscheidend ist, um ein Urteil über symbolische bzw. evidenzbasierte Nachhaltigkeitspolitik bilden zu können. Auch ist die Frage nach den eigentlichen Maßnahmen von untergeordneter Relevanz, da die Fragestellung dieser Arbeit nicht auf eine Bewertung der Wirksamkeit von nachhaltigkeitsorientierten Maßnahmen abzielt, sondern nur die Umsetzung einer nachhaltigkeitsorientierten Politik prüfen soll, ohne eine differenzierte Maßnahmenanalyse durchführen zu wollen.²⁹⁹

Eine weitere Komponente, die Aufschluss über die Charakteristik der Nachhaltigkeitspolitik geben soll, ist die Budgetentwicklung des Hamburger Haushalts hinsichtlich der beschriebenen Schwerpunktthemen. Hierbei besteht die Argumentation, dass die Budgetentwicklung in den relevanten Budgetpositionen relativ zur Gesamtbudgetentwicklung Aufschluss über die tatsächliche Umsetzung der angesetzten Maßnahmen in den Themenschwerpunkten gibt. Auch im Fall dieser Komponente lassen sich die einzelnen Budgetpositionen anhand der Themenzugehörigkeit den jeweiligen Zielbereichen von HEINZ und den Themenschwerpunkten der Strategie „Wachsende Stadt“ zuordnen. Das Ergebnis dieses Vorgehens lässt sich den nachfolgenden Tabellen entnehmen.

Tabelle 9 beschreibt dazu die Zuordnung für die ökonomische Säule bzw. die ökonomische Nachhaltigkeit. Im Rahmen der ökonomischen Säule konnten zwei der fünf Zielbereiche identifiziert werden, die die Themenschwerpunkte des Leitbildes von 2002 aufgreifen: Arbeitsverteilung und Ressourceneffizienz. Die tatsächliche Umsetzung der Nachhaltigkeitsschwerpunkte dieser Dimension bilden die Budgetpositionen „Arbeitsmarktpolitik“ und „Regionale Fördermaßnahmen“ ab. Es ist anzumerken, dass durchaus Überschneidungen mit anderen Budgetpositionen des Haushaltes hinsichtlich der Umsetzung der Themenschwerpunkte denkbar sind. Daher orientiert sich die Auswahl so nah wie möglich an den inhaltlichen Ausführungen der Strategie zu den Schwerpunktthemen, um eine höchstmögliche Konsistenz der Argumentation zu gewährleisten. Ferner ist dieses Vorgehen der Tatsache geschuldet, dass eine derartige Verknüpfung von Indikatoren, Themenschwerpunkten und Budgetentwicklungen einen komplett neuen Ansatz darstellt und erstmals in dieser Form eine integrative Bewertung von Nachhaltigkeit mit einer dazugehörigen Nachhaltigkeitspolitik verknüpft.

Tabelle 9: Zusammenführung der strategischen Schwerpunkte, der HEINZ-Zielbereiche und der entsprechenden Budgetpositionen für die ökonomische Säule

²⁹⁹ Für ein weitergehendes Interesse an den konkreten Maßnahmen siehe Freie und Hansestadt Hamburg (2002).

Ökonomische Nachhaltigkeit		
Schwerpunkt „Metropole Hamburg – Wachsende Stadt“	Zielbereich HEINZ	Budgetpositionen Hamburger Landeshaushalt
2.5 Neukonzeption der Arbeitsmarktpolitik, 2.5.1 Arbeitsmarktpolitik als Instrument zur flankierenden Unterstützung der Ansiedlung neuer Betriebe und der Stärkung des Wachstums vorhandener Unternehmen, 2.5.2 Ausbau direkt integrierender arbeitsmarktpolitischer Maßnahmen und Programme in Betrieben des allgemeinen Arbeitsmarktes	Arbeitsverteilung	Arbeitsmarktpolitik und Arbeitsschutz
2.3 Mittelstandsförderung/Förderung des lokalen Gewerbes, 2.6 Steuerpolitische Handlungsfelder, 2.6.1 Konzernbesteuerung	Ressourceneffizienz	Regionale Fördermaßnahmen

Quelle: eigene Darstellung

Analog zur vorangegangenen Nachhaltigkeitssäule bildet Tabelle 10 den Zusammenhang zwischen den betroffenen HEINZ-Indikatoren der sozialen Dimension, den Themenschwerpunkten der Hamburger Strategie sowie den relevanten Budgetpositionen ab. Im Rahmen der hier vorgenommenen Zuordnung weist die soziale Säule die meisten Schwerpunktthemen auf, die sich auf die HEINZ-Zielbereiche Ausländerintegration, Bildung, Gleichstellung der Frau/Kinderbetreuung und Integration der Stadtteile beziehen.

Tabelle 10: Zusammenführung der strategischen Schwerpunkte, der HEINZ-Zielbereiche und der entsprechenden Budgetpositionen für die soziale Säule

Soziale Nachhaltigkeit		
Schwerpunkt „Metropole Hamburg – Wachsende Stadt“	Zielbereich HEINZ	Budgetpositionen Hamburger Landeshaushalt
1.2 Qualifizierte Zuwanderinnen und Zuwanderer aus dem In- und Ausland, 2.5.3 Aktivierende Arbeitsmarktpolitik für Zuwanderinnen und Zuwanderer, 5.3 Kulturmetropole und Tourismus	Ausländerintegration	Kultureinrichtungen
		Kulturförderung
2. Förderung des Wirtschafts- und Beschäftigungswachstums, 2.4 Stärkung des Bildungs- und Wissenschaftsstandortes und des Know-how-Transfers, 2.4.1 Neuaufstellung der Hamburger Hochschulen: Strukturprozess 2.4.2 Schwerpunktsetzungen in der Forschung: Qualitätsoffensive für die Hamburger Hochschulen und Berufsfonds	Bildung	Schulbildung
		Hochschulbildung
		Förderung des Bildungswesens
3. Familienförderung, 3.1 Familienpolitik als Grundlage für die wachsende Stadt, 3.2 Handlungsfelder der Familienförderung ,3.2.1 Familienpolitik als Querschnittsaufgabe ,3.2.2 Kinderbetreuung, 3.2.3 Schulen, 3.2.5 Vereinbarkeit von Familie und Beruf	Gleichstellung der Frau/Kinderbetreuung	Jugendhilfe
		Einrichtungen der Jugendhilfe
		Leistungen nach dem Unterhaltsvorschussgesetz
		Tageseinrichtungen
5.2 Stadtentwicklung und Internationalität, 5.2.1 Der Sprung über die Elbe, 5.2.2 Stärkung der Zentrenfunktion ,5.3 Kulturmetropole und Tourismus	Integration der Stadtteile	Arbeitsmarktpolitik

Quelle: eigene Darstellung

Die dritte Nachhaltigkeitssäule mit dem Fokus Ökologie kann drei ihrer acht Nachhaltigkeitsindikatoren mit den Themenschwerpunkten der Hamburger Strategie verknüpfen. Diese sind die Indikatoren der HEINZ-Zielbereiche Flächenschutz, Klimaschutz sowie nachhaltige Mobilität.

Tabelle 11: Zusammenführung der strategischen Schwerpunkte, der HEINZ-Zielbereiche und der entsprechenden Budgetpositionen für die ökologische Säule

Ökologische Nachhaltigkeit		
Schwerpunkt „Metropole Hamburg – Wachsende Stadt“	Zielbereich HEINZ	Budgetpositionen Hamburger Landeshaushalt
1.1.1 Innenentwicklung und Nachverdichtung, 1.1.3 Aktivierende Vermarktung städtischer Grundstücke, 1.3.1 Straffung der Immobilienaktivitäten	Flächenschutz	Städtebauförderung
		Wohnungswesen
		Infrastruktur
5. Rahmenbedingung „Nachhaltige Entwicklung“	Klimaschutz	Umwelt- und Naturschutz
4.1 Ausbau der Verkehrstelematik, 4.2 Verbesserung der Verkehrsinfrastruktur	Nachhaltige Mobilität	Eisenbahnen und öffentlicher Personenverkehr

Quelle: eigene Darstellung

Wie zu Beginn des Abschnitts beschrieben, spielen die hier zugeschlüsselten Zielbereiche von HEINZ eine besondere Rolle und erhalten in der Berechnung der Nachhaltigkeitswerte nach der Hamburger Schwerpunktsetzung eine höhere Gewichtung gegenüber den restlichen Indikatoren. Um im Folgenden eine Aussage bezüglich der symbolischen bzw. evidenzbasierten Nachhaltigkeitspolitik machen zu können, dient die Berechnung mit einheitlicher Gewichtung aller 22 Indikatoren als Vergleichsmaßstab. Dies resultiert aus der bereits erwähnten Überlegung, dass die mit Hamburger Gewichtung generierten Nachhaltigkeitswerte eine bessere Entwicklung nehmen müssten als die Nachhaltigkeitswerte, die mit gleichgewichteten Indikatoren generiert werden. In den nächsten Abschnitten erfolgt nun die Analyse der Modellergebnisse.

5.3.3 Ergebnisanalyse

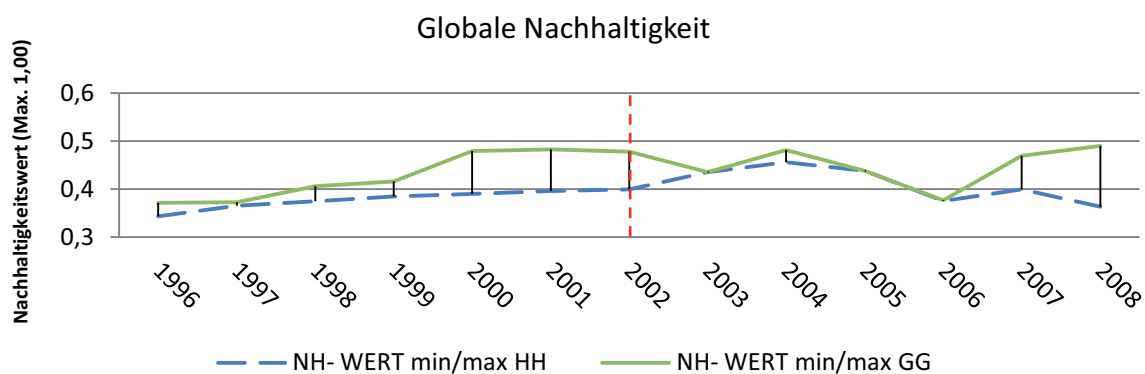
Zur Typisierung der Nachhaltigkeitspolitik in Hamburg bedarf es zunächst einer Illustration der nachhaltigen Entwicklung mit Hilfe des in Abschnitt 5 beschriebenen Modells.³⁰⁰ Die Entwicklung lässt sich aufgrund der vorliegenden Datenbasis für den Zeitraum von 1996 bis 2008 nachzeichnen. Das Jahr 2002 spielt hierbei eine besondere Rolle, da es die

³⁰⁰ Für einen Ergebnisüberblick der NH-Werte siehe Anhang Tabelle 28.

Verabschiedung des ersten Leitbildes für Nachhaltigkeit markiert. Das Jahr 2008 schließt den Beobachtungszeitraum, da im 2009 die Strategie „Leitbild Hamburg: Wachsen mit Weitsicht“ die bisherige ersetzte.

Daran anknüpfend sind im Folgenden jeweils zwei Graphen in einer Abbildung zusammengefasst: der Verlauf der nachhaltigen Entwicklung bei absoluter Gleichgewichtung aller Indikatoren (NH-Wert min/max GG) und der Verlauf der nachhaltigen Entwicklung mit gewichteten Indikatoren nach dem HH-Leitbild (NH-Wert min/max HH).³⁰¹ Ferner ist neben der globalen Nachhaltigkeitsentwicklung Hamburgs die Entwicklung der drei Säulen (Ökonomie, Ökologie und Soziales) skizziert, um im Anschluss eine differenzierte Diskussion der Ergebnisse zu ermöglichen.³⁰²

Abbildung 39: Entwicklung der globalen Nachhaltigkeit auf Basis von HEINZ 1996–2008

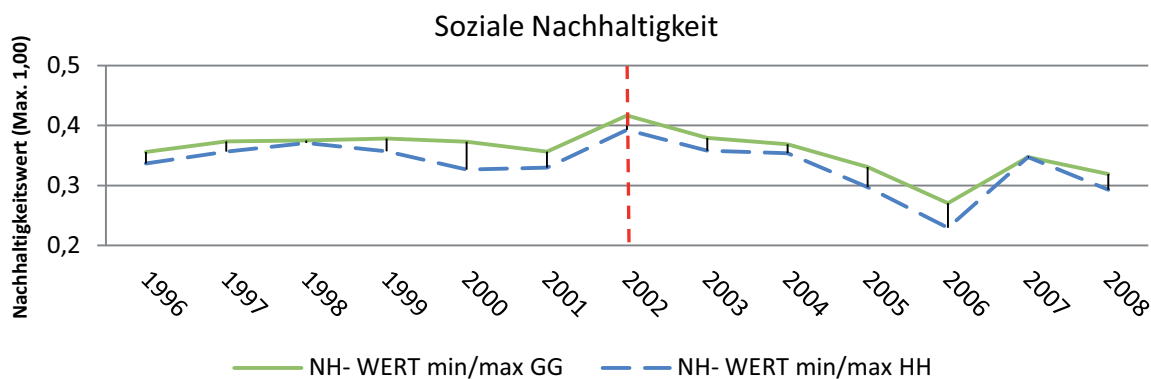


Quelle: eigene Darstellung

³⁰¹ Min/Max rührt vom methodischen Vorgehen her: das Minimum maximieren, um so die Nachhaltigkeitsausprägung nicht zu optimistisch zu bewerten, also das beste Ergebnis unter den schlechtesten zu wählen (vgl. Abschnitt 4.3.4.3).

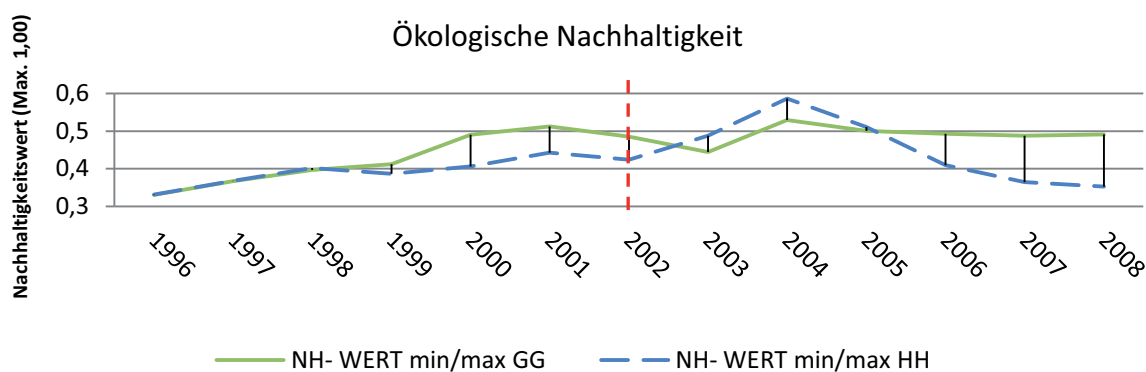
³⁰² Dazu fand die Defuzzifikation auf der Ebene der Zwischenvariablen statt, so dass auch die Entwicklungen der einzelnen Säulen mit numerischen Werten dokumentiert werden konnten.

Abbildung 40: Entwicklung der sozialen Nachhaltigkeit auf Basis von HEINZ 1996–2008



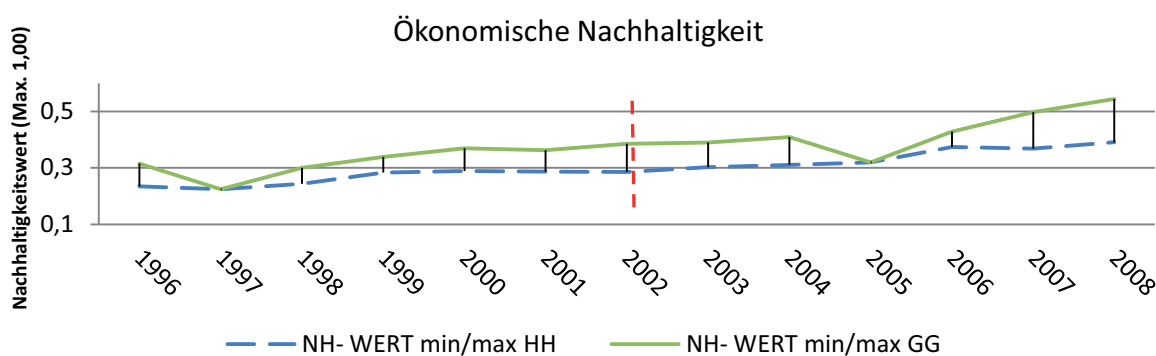
Quelle: eigene Darstellung

Abbildung 41: Entwicklung der ökologischen Nachhaltigkeit auf Basis von HEINZ 1996–2008



Quelle: eigene Darstellung

Abbildung 42: Entwicklung der ökonomischen Nachhaltigkeit auf Basis von HEINZ 1996–2008



Quelle: eigene Darstellung

Der Blick auf den Verlauf der globalen Nachhaltigkeitsentwicklung verdeutlicht (siehe Abbildung 39), dass trotz des eingeführten Leitbildes für Nachhaltigkeit im Jahr 2002 die nachhaltige Entwicklung leicht rückläufig ist. Lag der NH-Wert min/max HH im Jahr 2002 noch bei 0,40, so ging er bis zum Jahr 2008 auf 0,36 zurück. Im Vergleich dazu lässt sich von 1996³⁰³ bis 2008 aber eine Steigerung von 0,34 auf 0,36 beobachten. Stellt man dieser Beobachtung die gleichgewichteten NH-Werte (NH-Wert min/max GG) gegenüber, so lässt sich eine Steigerung von 1996 mit 0,37 und 2002 mit 0,48 auf 0,49 im Jahr 2008 erkennen. Diese Entwicklung verdeutlichen auch die einzeln dargestellten Verläufe der drei Nachhaltigkeitssäulen (siehe Abbildung 39 bis Abbildung 42): Bis auf die ökonomische Säule (NH-Wert min/max HH 2002/2008: 0,29/0,39) sinken die NH-Werte in der ökologischen (NH-Wert min/max HH 2002/2008: 0,42/0,35) und der sozialen Säule (NH-Wert min/max HH 2002/2008: 0,39/0,29) im Index, gewichtet nach den Nachhaltigkeitsschwerpunkten des Hamburger Leitbildes, stark. Im Gegensatz dazu weisen die gleichgewichteten Indizes in den Säulen der Ökonomie (NH-Wert min/max GG 2002/2008: 0,39/0,54) und Ökologie (NH-Wert min/max GG 2002/2008: 0,48/0,49) steigende Werte auf, während sich nur für die soziale Säule (NH-Wert min/max GG 2002/2008: 0,42/0,32) ein Rückgang in der Nachhaltigkeitsausprägung beobachten lässt. Betrachtet man die skizzierten Ergebnisse und die zeitliche Entwicklung der Graphen aller vier Abbildungen, so lassen sich aus der Gegenüberstellung der NH-Werte min/max GG und der NH-Werte min/max HH bereits erste Erkenntnisse bezüglich symbolischer bzw. evidenzbasierter Politik ableiten. Bis auf die ökologische Säule (Abbildung 41) verlaufen alle Graphen der NH-Werte min/max HH grundsätzlich unterhalb der Graphen der NH-Werte min/max GG.

Vergegenwärtigt man sich, dass die NH-Werte min/max HH durch eine besondere Gewichtung der Indikatoren nach HH-Leitbild geprägt sind, so wird deutlich, dass ihre absolute Ausprägung die NH-Werte min/max HH relativ gesehen besonders negativ beeinflusst. Dies lässt darauf schließen, dass entweder die politischen Maßnahmen in den Schwerpunktthemen unwirksam waren oder aber die politischen Entscheider, entgegen dem zuvor bestimmten Leitbild für Nachhaltigkeit, den gesteckten Zielen keine besondere Priorität zukommen ließen. Nur im Rahmen der ökologischen Säule deutet der Zeitraum von 2003–2005 auf eine tatsächliche Priorisierung der entsprechenden Indikatoren gegenüber den anderen Handlungsfeldern hin.

³⁰³ Beginn der Beobachtung.

Die Nachhaltigkeitsindizes für die verschiedenen Säulen und für die globale Nachhaltigkeit zeigen damit erstmals für die Region Hamburg einen mathematisch gesicherten Verlauf der Nachhaltigkeitsbewertung auf. Auf Basis dieser Berechnungen und Werte kann die Nachhaltigkeitspolitik gemessen und auch mögliche Erfolge dokumentiert werden.

Es kann jedoch keine eindeutige Aussage gemacht werden, ob die hier aufgezeigte negative Entwicklung aufgrund falscher Maßnahmen (Maßnahmen des Leitbildes sind keine Nachhaltigkeitsziele), falscher Umsetzung der Maßnahmen oder diese Maßnahmen in der Umsetzung doch keine Priorität zugekommen sind (symbolische Nachhaltigkeit). Unter Annahmen, dass diese Ziele theoretisch Nachhaltigkeit fördern, kann mit Hilfe der Entwicklung der Budgetpositionen, in den entsprechenden Handlungsfeldern, symbolische Nachhaltigkeitspolitik herauskristallisiert werden.

5.3.3.1 Ergebnisanalyse soziale Säule

Die folgende Gegenüberstellung von Budgetentwicklung und Entwicklung des Nachhaltigkeitsindex für die Jahre 2002 bis 2008 untermauert die Annahme symbolischer Nachhaltigkeitspolitik. Ziel dieser Betrachtung ist es zu überprüfen, ob bei sinkenden NH-Werten zumindest das finanzielle Engagement in den Schwerpunktthemen gestiegen ist. Unter der Annahmen, dass nur ein finanzielle Erhöhung im Haushalt eine Verbesserung der Situation ermöglicht, würde dies auf eine evidenzbasierte Nachhaltigkeitspolitik hinweisen. Dafür sind wieder nur die einzelnen Säulen zu betrachten, um die verschiedenen Schwerpunktsetzungen mit den Budgetentwicklungen zu vergleichen.

Tabelle 12: Relative Budgetentwicklung vs. Indexentwicklung HH 2002/2008 „soziale Säule“

Schwerpunkte „soziales“ Leitbild HH	Budgetpositionen	Index 2002/2008	Budget 2002/2008
1. Ausländerintegration	Kultureinrichtungen	↓	↓
	Kulturförderung	↓	↓
	GESAMT	↓	↓
2. Bildung	Schulbildung	↓	↑
	Hochschulbildung	↓	↑
	Förderung Bildungswesen	↓	↑
	GESAMT	↓	↑
3. Kinderbetreuung/ Gleichstellung der Frau	Jugendhilfe	↓	↓
	Einrichtungen der Jugendhilfe	↓	↑
	Leistungen nach dem Unterhaltsvorschussgesetz	↓	↓
	Tageseinrichtungen	↓	↑
	GESAMT	↓	↓
4. Integration d. Stadtteile	Arbeitsmarktpolitik (= GESAMT)	↓	↓

Quelle: eigene Darstellung

Tabelle 12 erläutert exemplarisch das weitere Vorgehen für alle drei Säulen der Nachhaltigkeit anhand der sozialen Säule. Die erste Spalte „Schwerpunkte ‚soziales‘ Leitbild HH“ enthält die Handlungsfelder der HEINZ-Indikatoren, die dem Hamburger Leitbild entsprechend ausgewählt sind. In Spalte 2 sind die äquivalenten Budgetpositionen des Hamburger Haushalts³⁰⁴ zugeordnet.³⁰⁵ Die anschließenden Spalten „Index 2002/2008“ und „Budget 2002/2008“ beschreiben die jeweilige Entwicklung vom Referenzjahr 2002 zum Jahr 2008, dem Endjahr des Strategiezeitraums.

³⁰⁴ Vgl. Freie und Hansestadt Hamburg. Finanzbehörde (1996), Freie und Hansestadt Hamburg. Finanzbehörde (1997), Freie und Hansestadt Hamburg. Finanzbehörde (1998), Freie und Hansestadt Hamburg. Finanzbehörde (1999), Freie und Hansestadt Hamburg. Finanzbehörde (2000), Freie und Hansestadt Hamburg. Finanzbehörde (2001), Freie und Hansestadt Hamburg. Finanzbehörde (2002), Freie und Hansestadt Hamburg. Finanzbehörde (2003), Freie und Hansestadt Hamburg. Finanzbehörde (2004), Freie und Hansestadt Hamburg. Finanzbehörde (2005), Freie und Hansestadt Hamburg. Finanzbehörde (2006), Freie und Hansestadt Hamburg. Finanzbehörde (2007), Freie und Hansestadt Hamburg. Finanzbehörde (2008). Siehe Anhang Tabelle 19 bis Tabelle 27.

³⁰⁵ Dabei bedeutet ↑Anstieg des Budgets (relativ zum Gesamtbudget) bzw. Indexes und ↓Sinken des Budgets bzw. Indexes.

Die rot eingefärbten (dunkel unterlegten) Felder stehen für eine symbolische, die grün eingefärbten (hell unterlegten) für eine evidenzbasierte Nachhaltigkeitspolitik. Diese Interpretation basiert auf der Beobachtung, dass sich im Falle symbolischer Nachhaltigkeitspolitik sowohl der Index als auch das relative Budget abwärts bewegen: Trotz negativer Entwicklung der relevanten Nachhaltigkeitsschwerpunkte, die im Rahmen einer integrierten Bewertung besonders negativ auf die nachhaltige Entwicklung der Region wirken, sinken die Ausgaben in den Problemfeldern relativ zum Gesamtbudget. Betrachtet man die Entwicklung des Budgets der Positionen 1, 3 und 4, so lässt sich erkennen, dass hier genau dieser Tatbestand der symbolischen Nachhaltigkeitspolitik vorliegt.

Mit besonderem Blick auf die integrierte Bewertung, verbunden mit dem Bewusstsein der Politik, entsprechende Nachhaltigkeitsthemenschwerpunkte festgelegt zu haben, lässt sich die vorliegende Nachhaltigkeitspolitik daher also nicht als evidenzbasiert klassifizieren. Im Hinblick auf die absoluten Maßnahmen fehlt eine rationale Rechtfertigung für das beschriebene Vorgehen der Politiker: Weder erreicht das globale Nachhaltigkeitsniveau im Jahr 2008 einen höheren Stand als im Jahr 2002, noch lassen sich am formulierten Leitbild orientierte Handlungen im Budget erkennen, da, wie gezeigt, die NH-Werte min/max HH fast ausschließlich unter den NH-Werten min/max GG liegen. Dies mit der Änderung politischer Machtverhältnisse erklären zu wollen erscheint wenig plausibel, da Hamburg seit 2001 ein CDU-geführtes Bundesland ist.

Auch die von Linscheidt (2000) beschriebene Gefahr, dass Politiker aktive Nachhaltigkeitspolitik signalisieren, jedoch tatsächlich keine oder sogar geringere Aktivitäten in den Nachhaltigkeitsschwerpunkten durchführen, lässt sich nachweisen. Dies verdeutlicht die Suggestion des Nachhaltigkeitsschwerpunktes „Integration der Stadtteile“, wie die Budgetposition „Arbeitsmarkt“ veranschaulicht.³⁰⁶ Im Rahmen des Leitbildes „Metropole Hamburg – Wachsende Stadt“ von 2002 liegt eindeutig das Ziel einer Neukonzeption der Arbeitsmarktpolitik³⁰⁷ vor – durch Strategien wie beispielsweise den Ausbau direkter und indirekter arbeitsmarktpolitischer Maßnahmen und Programme in Betrieben des allgemeinen Arbeitsmarktes³⁰⁸ oder die aktivierende Arbeitsmarktpolitik für Zuwanderer.³⁰⁹ Als konkrete

³⁰⁶ Diese Entwicklung ist in mehreren Schwerpunktthemen nachweisbar und soll hier exemplarisch den Problemzusammenhang verdeutlichen.

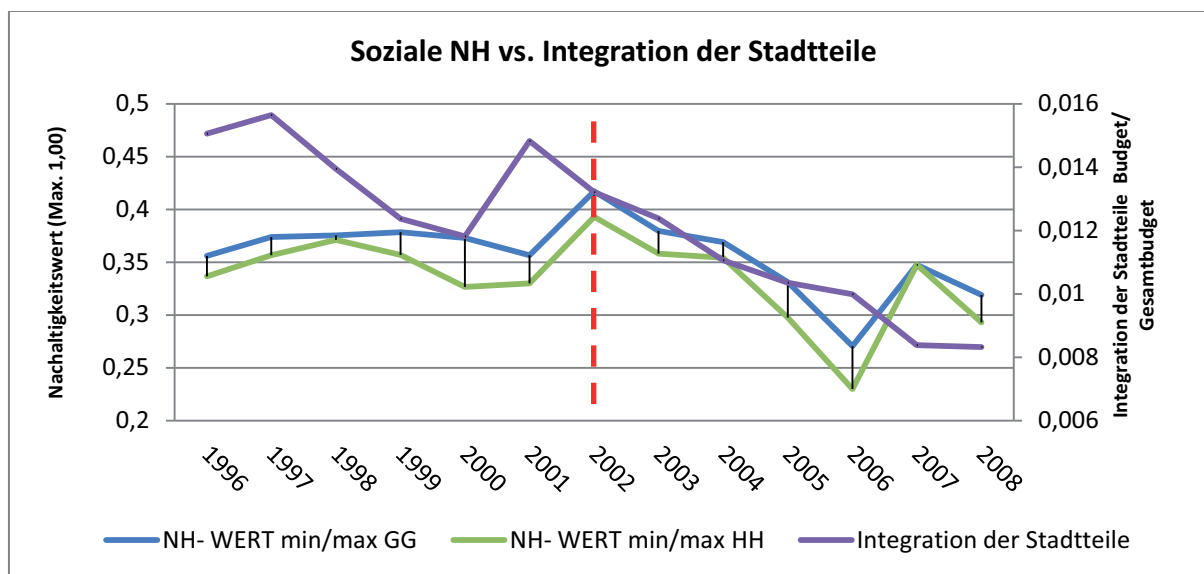
³⁰⁷ Vgl. Freie und Hansestadt Hamburg (2002), II 2.4.

³⁰⁸ Vgl. Freie und Hansestadt Hamburg (2002), III 2.5.2.

³⁰⁹ Vgl. Freie und Hansestadt Hamburg (2002), III 2.5.3.

Maßnahmen benennt der Hamburger Senat beispielsweise „die Durchführung verbindlicher berufsfeldbezogener Deutschsprachkurse für alle ausländischen Erwerbspersonen“ oder die „Unterstützung von ausländischen Absolventen der Hamburger Hochschulen bei der Vermittlung für entsprechend qualifizierte Arbeitsstellen“.³¹⁰

Abbildung 43: Budgetentwicklung Arbeitsmarktpolitik vs. soziale Nachhaltigkeit



Quelle: eigene Darstellung

Es liegt nahe, dass für die Umsetzung solcher Maßnahmenpakete ein erhöhter finanzieller Aufwand notwendig ist. Abbildung 43 zeigt jedoch, dass die Ausgaben im Bereich Arbeitsmarktpolitik seit 2001 stetig gesunken sind, obwohl eine negative Entwicklung der sozialen Nachhaltigkeit vorlag.³¹¹ Dies spricht gegen evidenzbasierte Politik und lässt den Schluss zu, dass Problemfelder nicht durch das Leitbild für Nachhaltigkeit angegangen werden, sondern nur scheinbarer Aktionismus vorliegt.

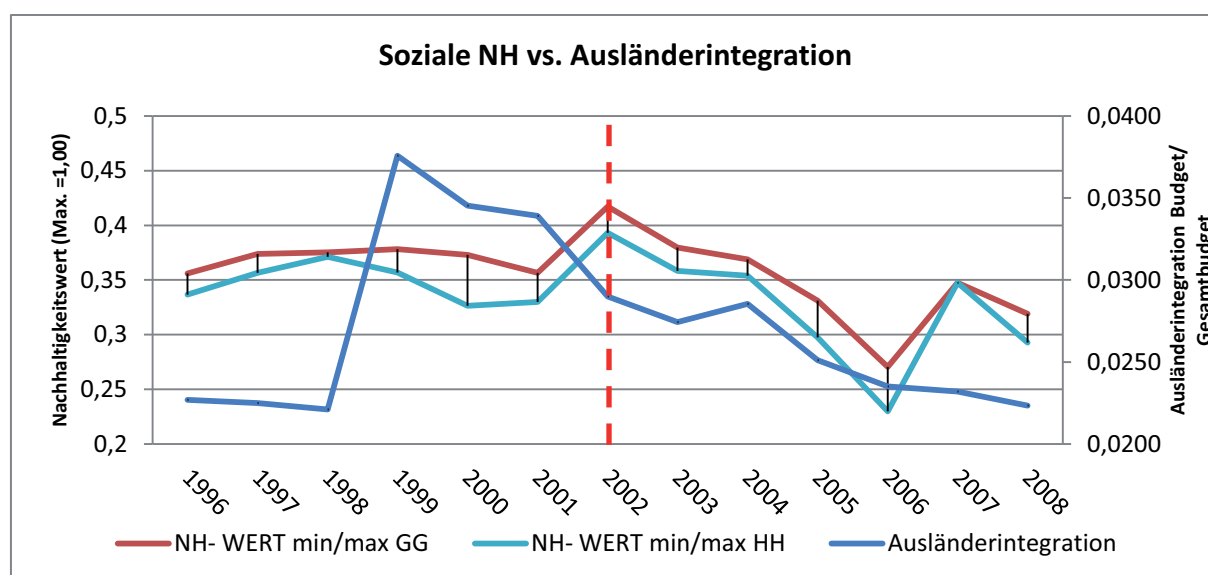
Diese Annahme bestärken auch die in den Abbildung 44 und Abbildung 45 skizzierten Zusammenhänge zwischen der Entwicklung der sozialen Nachhaltigkeit und den Themenschwerpunkten Ausländerintegration und Kinderbetreuung/Gleichstellung der Frau. In beiden Fällen liegt die gleiche Entwicklung der Budgets vor wie bei beim Themenschwerpunkt Integration der Stadtteile. Obwohl als Themenschwerpunkt deklariert, entwickeln sich die äquivalenten Budgetpositionen eindeutig zurück. Dies lässt daher den

³¹⁰ Freie und Hansestadt Hamburg (2002), S. 52.

³¹¹ Relative Änderung der Budgetposition Arbeitsmarktpolitik gegenüber dem Gesamtbudget Hamburgs.

gleichen Schluss zu, dass es sich bei der Hamburger Nachhaltigkeitsstrategie um einen symbolischen Politikakt handelt und eine tatsächliche Umsetzung nicht erkennbar ist. Betrachtet man die benannten Schwerpunktthemen im Detail, so erscheint es noch fraglicher, ob tatsächlich zu irgendeinem Zeitpunkt die praktische Umsetzung der Strategie geplant war. Wie sind integrierende arbeitspolitische Maßnahmen³¹² oder der Status einer Kulturmetropole³¹³ (Schwerpunkt Ausländerintegration) zu erreichen, wenn die Ausgaben in diesen Feldern sinken? Ein Blick auf die Zusammensetzung der Budgetposition für Kinderbetreuung/Gleichstellung der Frau zeichnet einen noch schärferen Kontrast zwischen Anspruch und Realität einer nachhaltigen Entwicklung der Stadt Hamburg.

Abbildung 44: Budgetentwicklung Ausländerintegration vs. soziale Nachhaltigkeit



Quelle: eigene Darstellung

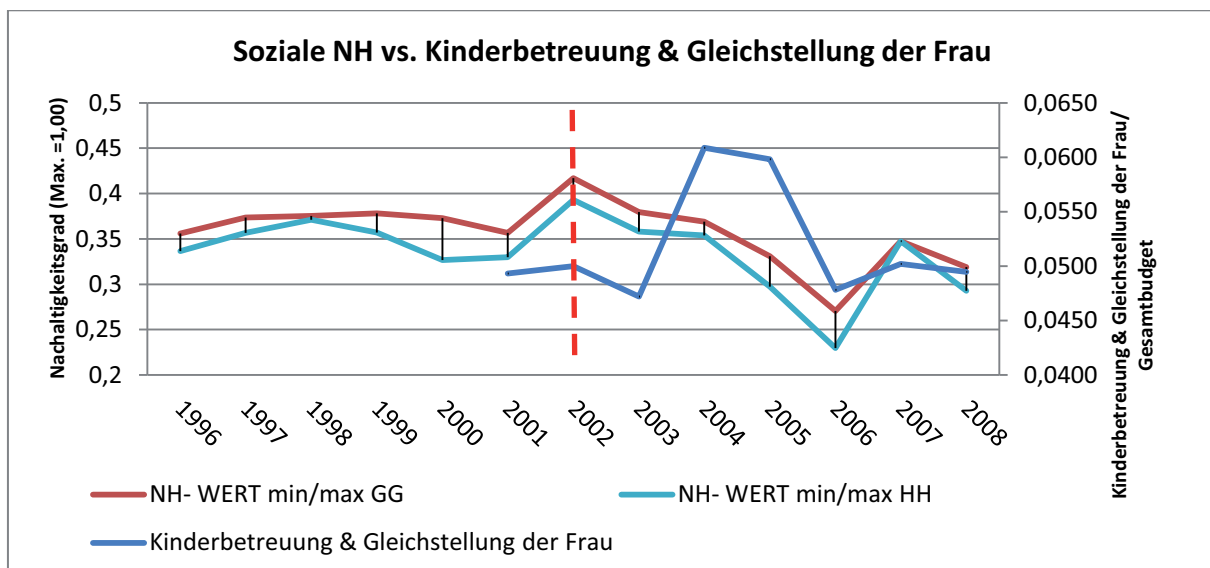
Wie Abbildung 45 verdeutlicht, ist die Entwicklung der Budgetpositionen des Zielbereiches für Kinderbetreuung/Gleichstellung nicht ganz so drastisch sinkend wie im vorangegangenen Fall. Dennoch liegt das relative Budget von 2008 leicht unterhalb des Budgets von 2002. Betrachtet man den übergeordneten Themenschwerpunkt des Leitbilds „Wachsende Stadt“, so sind auch hier eine Vielzahl sinnvoller Maßnahmen beschrieben, die es für eine nachhaltige Entwicklung umzusetzen gilt. Beispielsweise setzt der Hamburger Senat auf die „Erweiterung des familienpolitischen Leistungsumfangs, soweit dieser durch das Land Hamburg

³¹² Vgl. Freie und Hansestadt Hamburg (2002), III 2.5.2.

³¹³ Vgl. Freie und Hansestadt Hamburg (2002), III 5.3.

beeinflussbar und finanzierbar ist“.³¹⁴ Auch gilt es laut Hamburger Strategie zu prüfen, ob die „Gebührenstruktur im Bereich des Hamburger Verkehrsverbundes dahingehend optimiert werden kann, dass die finanziellen Belastungen für Hamburger Familien mit Kindern nicht höher sind als für kinderlose Paare“.³¹⁵ Ebenso spielt eine schrittweise Absenkung der Elternbeiträge im Kindergartenbereich eine wesentliche Maßnahme zur Erreichung einer nachhaltigen Entwicklung in diesem Zielbereich.³¹⁶ Fraglich ist daher, wie dies vereinbar ist mit einem stagnierenden Budget. Es lässt den Schluss zu, dass es sich auch in diesem Fall um einen symbolischen Politikakt handelt, dem die praktische Umsetzung, gemessen an der Budgetentwicklung, fehlt.

Abbildung 45: Budgetentwicklung Kinderbetreuung/Gleichstellung der Frau vs. soziale Nachhaltigkeit



Quelle: eigene Darstellung

Etwas anders gestaltet sich der Themenschwerpunkt Bildung. Gemessen am Budget verdeutlicht Abbildung 46 eine tatsächlich erhöhte Aktivität im Themenschwerpunkt Bildung. Lag das Budget im Jahr 2002 bei Einführung des Hamburger Leitbildes bei ca. 23,52% des Gesamthaushalts, so lag es im Jahr 2008 bei 24%. Dies ist eine Erhöhung um 320 Mio. €, was eine Umsetzung des Maßnahmenpaketes realistisch erscheinen lässt. Konkrete Maßnahmen liefen unter den „Schwerpunktsetzungen in der Forschung: Qualitätsoffensive für die

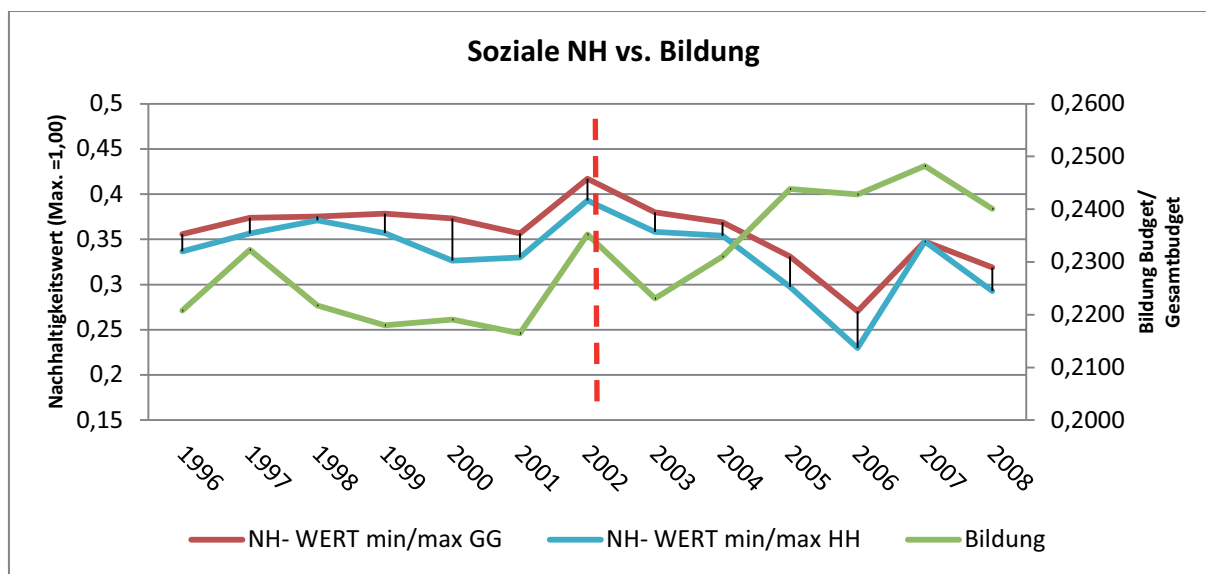
³¹⁴ Freie und Hansestadt Hamburg (2002), S. 54.

³¹⁵ Freie und Hansestadt Hamburg (2002), S. 57.

³¹⁶ Vgl. Freie und Hansestadt Hamburg (2002), S. 55.

Hamburger Hochschulen und Berufungsfonds“, für die entsprechende Gelder notwendig waren.³¹⁷ Auch zielt das Leitbild darauf ab, „die Zahl der Schulstandorte, die Nachmittagsangebote anbieten, deutlich zu erhöhen und die Kooperation zwischen Schule und Einrichtungen der Jugendhilfe zu verbessern“.³¹⁸

Abbildung 46: Budgetentwicklung Bildung vs. soziale Nachhaltigkeit



Quelle: eigene Darstellung

5.3.3.2 Ergebnisanalyse ökonomische Säule

Eine ähnliche Situation liegt auch im Bereich der ökonomischen Dimension der Nachhaltigkeit vor. Hierzu weisen beide Zielbereiche der HEINZ-Indikatoren, die von den relevanten Themenschwerpunkten berührt werden, auf eine symbolische Nachhaltigkeitspolitik der Stadt Hamburg hin. Wie Tabelle 13 verdeutlicht, besteht trotz der Strategie in den gewählten Themenschwerpunkten keine Erhöhung der relevanten Budgetpositionen.

³¹⁷ Freie und Hansestadt Hamburg (2002), S. 46.

³¹⁸ Freie und Hansestadt Hamburg (2002), S. 56.

Tabelle 13: Relative Budgetentwicklung vs. Indexentwicklung HH 2002/2008 „ökonomische Säule“

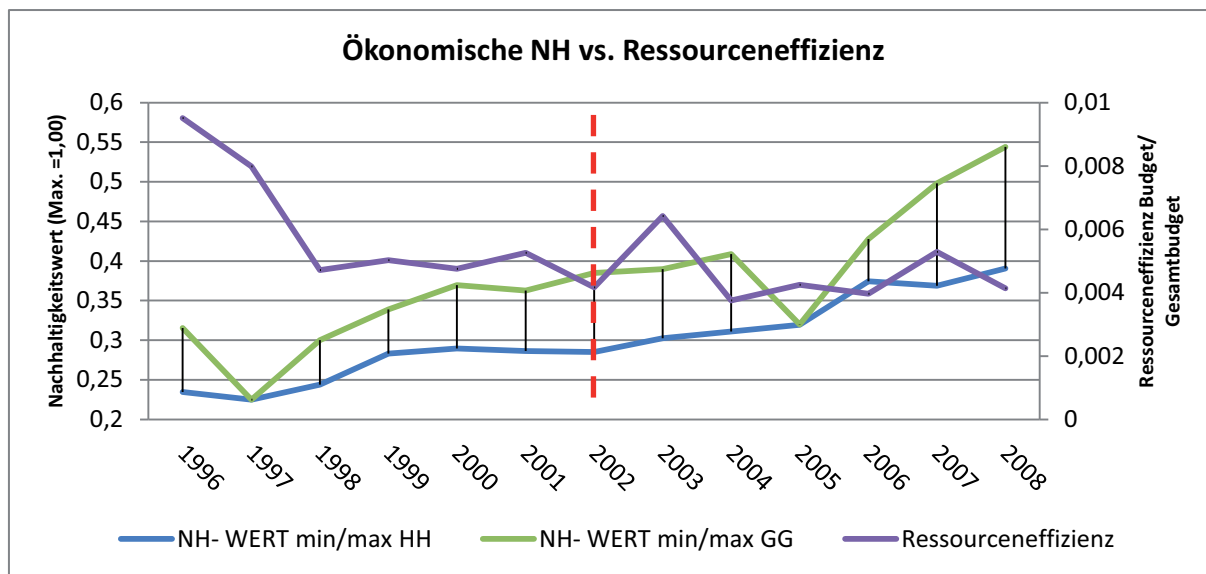
Schwerpunkte „ökonomisches“ Leitbild HH	Budgetpositionen Hamburger Landeshaushalt	Index 2002/2008	Budget 2002/2008
Arbeitsverteilung	Arbeitsmarktpolitik und Arbeitsschutz	↑	↓
Ressourceneffizienz	Regionale Fördermaßnahmen	↑	↓

Quelle: eigene Darstellung

Betrachtet man wiederum die detaillierte Entwicklung der Budgetpositionen in den Themenschwerpunkten, so wird auch im Fall der ökonomischen Nachhaltigkeit das Praktizieren einer symbolischen Nachhaltigkeitspolitik deutlich. Im Themenschwerpunkt Ressourceneffizienz sollen nach dem Hamburger Leitbild regionale Fördermaßnahmen der besonders wertvollen und für die Region unverzichtbaren Mittelstandsbetriebe durchgeführt werden. In diesem Zusammenhang spricht der Hamburger Senat sogar von einer Direkthilfe von 50 Mio. €. ³¹⁹ Dennoch ist bei der Betrachtung der Budgetentwicklung von 2002 bis 2008 keine entscheidende Erhöhung der Ausgaben für die Umsetzung der geplanten Maßnahmen zu erkennen (siehe Abbildung 47). Lagen die Ausgaben im Jahr 2002 bei 0,042% des Gesamtbudgets, so lag der Anteil im Jahr 2008 bei 0,041%, was sogar einem leichten Rückgang entspricht. Daher ist auch diese Entwicklung ein Indiz für eine symbolische Nachhaltigkeitspolitik.

³¹⁹ Vgl. Freie und Hansestadt Hamburg (2002), S. 46.

Abbildung 47: Budgetentwicklung Ressourceneffizienz vs. ökonomische Nachhaltigkeit



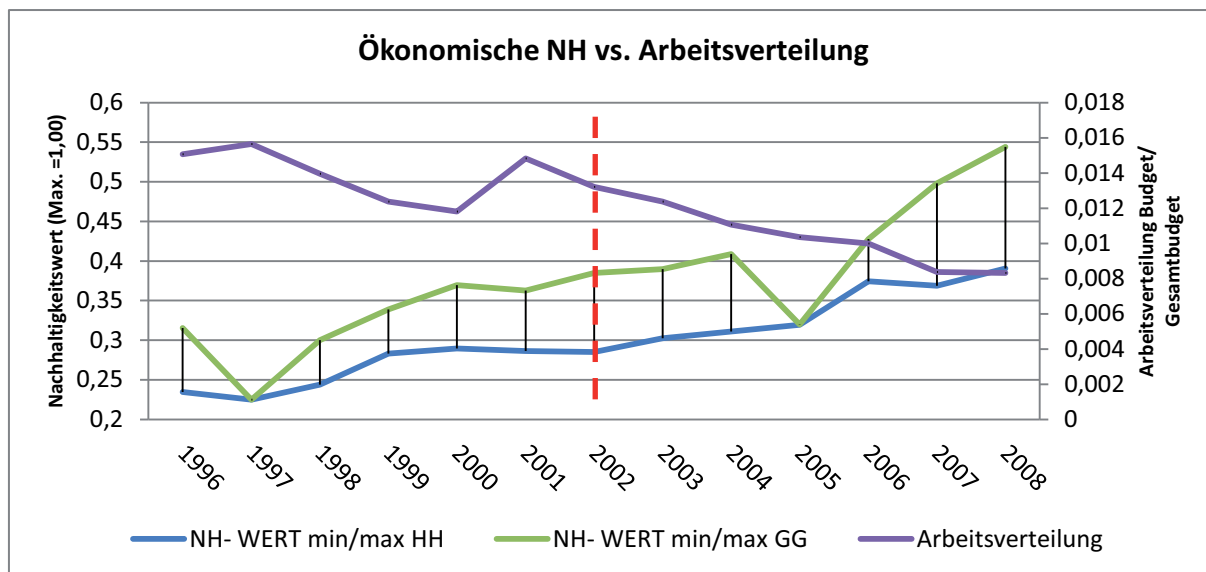
Quelle: eigene Darstellung

Diesen Zusammenhang belegt auch die Entwicklung im Themenschwerpunkt Arbeitsverteilung. Laut Hamburger Senat sollte in diesem für die nachhaltige Entwicklung wichtigen Handlungsfeld eine Vielzahl von Maßnahmen stattfinden. Neben der Neukonzeption der Arbeitsmarktpolitik standen die Unterstützung der Ansiedlung von neuen Betrieben sowie die Stärkung der bereits ansässigen Betriebe in der Hamburger Region im Vordergrund.³²⁰ Wie Abbildung 48 verdeutlicht, sind auch in diesem Fall keine Erhöhungen der relevanten Budgetpositionen in den Jahren 2002–2008 eingetreten. Damit ist fraglich, wie beispielsweise ansiedlungswilligen Betrieben passgenaue Lösungen bei der Rekrutierung von Personal angeboten und bestehende Betriebe in der betrieblichen Qualifizierungspolitik unterstützt werden sollten. Als konkrete Maßnahme wurde der Ausbau der Servicefunktionen der Arbeitsmarktpolitik zu Gunsten der Betriebe angestrebt.³²¹

³²⁰ Vgl. Freie und Hansestadt Hamburg (2002), S. 46.

³²¹ Vgl. Freie und Hansestadt Hamburg (2002), S. 50.

Abbildung 48: Budgetentwicklung Arbeitsverteilung vs. ökonomische Nachhaltigkeit



Quelle: eigene Darstellung

Damit ergibt sich ein ähnliches Bild wie bei der sozialen Säule, das ebenso auf einer stark symbolischen Nachhaltigkeitspolitik zu basieren scheint. Abschließend ist ein Blick auf die ökologische Säule der Nachhaltigkeit zu werfen, um das Gesamtbild zu komplettieren.

5.3.3.3 Ergebnisanalyse ökologische Säule

Die ökologische Säule weist im Rahmen des Leitbildes „Wachsende Stadt“ drei Schwerpunktthemen auf, die sich auf den Flächenschutz, den Klimaschutz und die nachhaltige Mobilität beziehen. Zusammenfassend lässt sich erkennen, dass im Fall der ökologischen Schwerpunkte im Bereich des Klimaschutzes und der nachhaltigen Mobilität tatsächlich ein erhöhtes Engagement vorliegt. Der Schwerpunkt Flächenschutz hingegen weist sinkende Budgetentwicklungen in den drei Teilkomponenten Städtebauförderung, Wohnungswesen und Infrastruktur auf. Tabelle 14 gibt dazu einen Überblick über die einzelnen Entwicklungen der Schwerpunktthemen.

Tabelle 14: Relative Budgetentwicklung vs. Indexentwicklung 2002/2008 „ökologische Säule“

Schwerpunkte „ökonomisches“ Leitbild HH	Budgetpositionen Hamburger Landeshaushalt	Index 2002/2008	Budget 2002/2008
Flächenschutz	Städtebauförderung	↓	↓
	Wohnungswesen	↓	↓
	Infrastruktur	↓	↓
	GESAMT	↓	↓
Klimaschutz	Umwelt- und Naturschutz	↓	↑
Nachhaltige Mobilität	Eisenbahnen und öffentlicher Personenverkehr	↓	↑

Quelle: eigene Darstellung

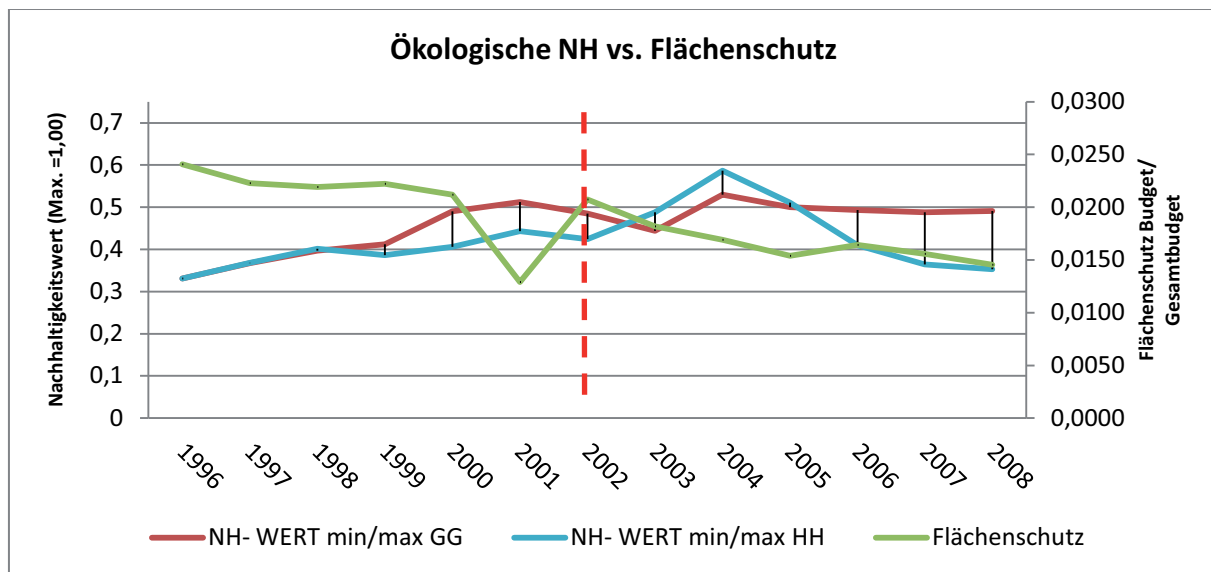
Den Eindruck eines symbolischen Charakters der Nachhaltigkeitspolitik im Themenschwerpunkt Flächenschutz bekräftigt der Blick auf die konkreten Maßnahmen, die im Leitbild der Stadt Hamburg aus dem Jahr 2002 festgehalten sind. Die unter der übergeordneten Strategie „Flächenangebot und Ressourcenmanagement“ angesiedelten Handlungsfelder „Innenentwicklung und Nachverdichtung“, „Aktivierende Vermarktung städtischer Grundstücke“ sowie die „Straffung der Immobilienaktivitäten“ erfordern laut Hamburger Senat konkrete Handlungsansätze. Dazu führt der Hamburger Senat Maßnahmen wie die „qualitative Aufwertung vorhandener Wohnungsbestände in unterschiedlichen Quartieren“ durch, um damit verbunden die „Funktionsfähigkeit zu überprüfen und gegebenenfalls durch Neustrukturierung (z.B. Abriss und Neubau, Verdichtung, Nutzungsänderung, Modernisierung und Umbau) zu verbessern“.³²² Wie dies ohne eine gezielte Mehraufwendung auf der Kostenseite zu erreichen ist, erscheint an dieser Stelle fraglich. Zwar erkennt der Hamburger Senat die Notwendigkeit, mehr Mittel für die Verbesserungen in diesem Schwerpunkt zur Verfügung zu stellen³²³, jedoch lässt sich diese Absicht in keiner der drei für den Themenschwerpunkt relevanten Budgetpositionen wiederfinden, da sie im Vergleich zum Ausgangsjahr 2002 eine negative Entwicklung

³²² Freie und Hansestadt Hamburg (2002), S. 25.

³²³ „Im Rahmen der Hamburger Wohnbauförderung sollte dafür ein kontinuierlich hohes Finanzvolumen für die Förderung von Eigentumsmaßnahmen bereitgestellt werden.“ (Freie und Hansestadt Hamburg (2002), S. 27.)

durchlaufen haben. Abbildung 49 verdeutlicht hierzu, dass trotz einer negativen Entwicklung der ökologischen Nachhaltigkeit der Themenschwerpunkt Flächenschutz vernachlässigt wurde, da das analoge Budget im Jahr 2008 im Vergleich zum Referenzjahr 2002 gesunken ist.

Abbildung 49: Budgetentwicklung Flächenschutz vs. ökologische Nachhaltigkeit

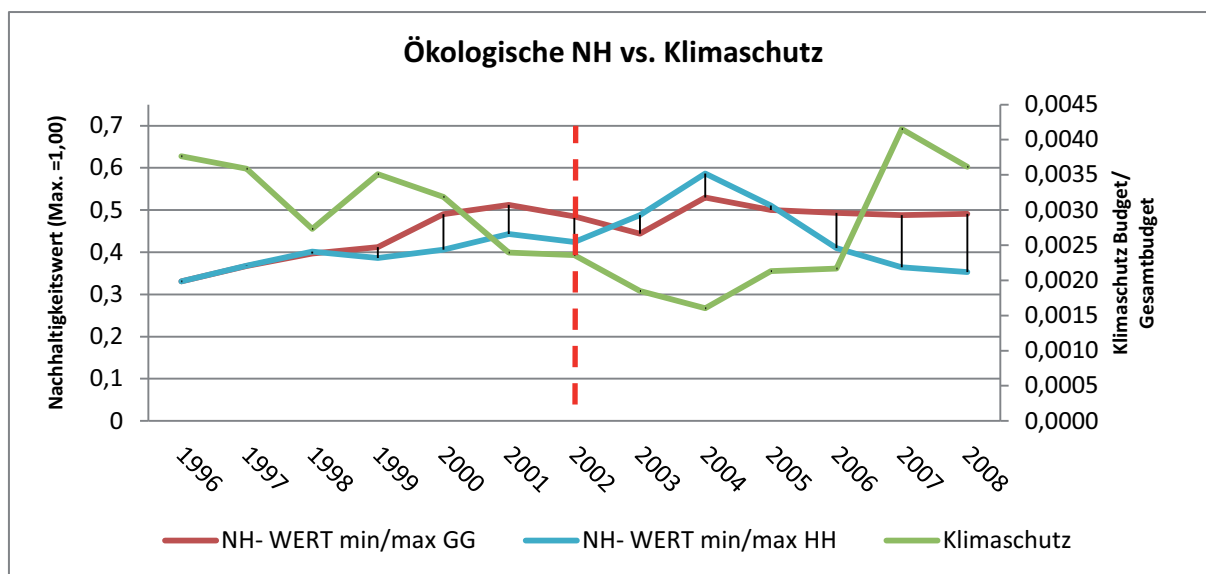


Quelle: eigene Darstellung

Im Gegensatz zum Flächenschutz weist der Themenschwerpunkt Klimaschutz eine andere Entwicklung auf. In seiner Budgetposition, die unter der allgemeinen Position des Umwelt- und Naturschutzes im Hamburger Landeshaushalt zu finden ist, lässt sich eine erhöhte Mittelbereitstellung im Jahr 2008 im Vergleich zum Jahr 2002 erkennen (siehe Abbildung 50). Das Schwerpunktthema Klimaschutz findet sich in den Rahmenbedingungen der Hamburger Strategie wieder und verfolgt die allgemeine Zielsetzung, „CO₂-Emissionen zu reduzieren“, mit entsprechenden „verursachergerechten und marktkonformen Instrumenten“.³²⁴

³²⁴ Vgl. Freie und Hansestadt Hamburg (2002), S. 17.

Abbildung 50: Budgetentwicklung Klimaschutz vs. ökologische Nachhaltigkeit

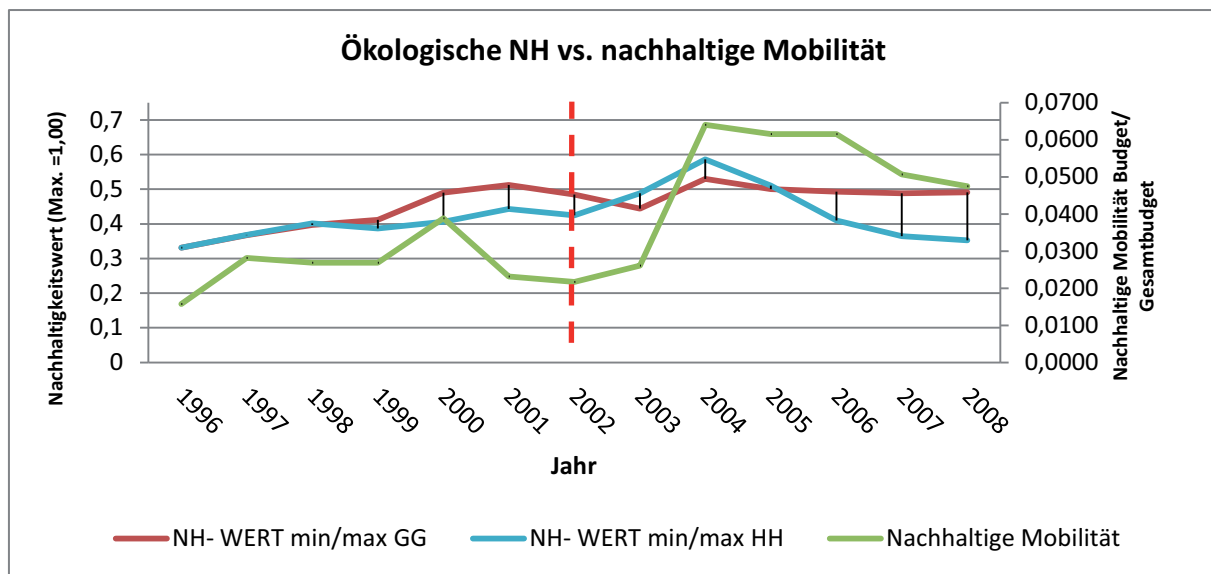


Quelle: eigene Darstellung

Anknüpfend an den vorangegangenen Themenschwerpunkt Klimaschutz findet auch im verwandten Schwerpunkt, der nachhaltigen Mobilität, eine tatsächliche Umsetzung der Maßnahmen zur Zielerreichung statt. Dies verdeutlicht der in Abbildung 51 ersichtliche Budgetanstieg für den Zielbereich nachhaltige Mobilität. Im Vordergrund dieses Zielbereichs standen konkrete Handlungsfelder wie der Ausbau der Verkehrstelematik und die Verbesserung der Verkehrsinfrastruktur. Durch die Verbesserung der Verkehrskommunikations-, Leit- und Informationstechniken sowie durch die systemübergreifende Organisation von Verkehrsströmen können die Effizienz des Verkehrs gesteigert sowie mehr Sicherheit, Umwelt- und Ressourcenschutz erzielt werden. Das Verkehrssystem als ganzes wird optimiert.³²⁵ Die Absicht, dieses Ziel zu erreichen, spiegelt sich in der entsprechenden Anhebung der Aufwendungen in den Budgetpositionen wider, wie Abbildung 51 verdeutlicht.

³²⁵ Freie und Hansestadt Hamburg (2002), S. 58.

Abbildung 51: Budgetentwicklung nachhaltige Mobilität vs. ökologische Nachhaltigkeit



Quelle: eigene Darstellung

Damit lässt sich zusammenfassen, dass in der ökologischen Dimension durchaus eine evidenzorientierte Nachhaltigkeitspolitik vorliegt. Vor allem die Verdreifachung des Budgets im Bereich der nachhaltigen Mobilität von 2002 bis 2004 scheint einen großen Einfluss auf die positive Entwicklung der ökologischen Nachhaltigkeit ausgeübt zu haben, da deutlich wird, dass der nach Hamburger Kriterien gewichtete Index in den Jahren 2003 bis 2005 deutlich über dem gleichgewichteten verläuft (siehe Abbildung 51).

5.3.4 Zusammenhang der drei Nachhaltigkeitssäulen

Neben dem Zusammenhang von Budgetentwicklung und den dazugehörigen Nachhaltigkeitsentwicklungen in der ökonomischen, sozialen und ökologischen Säule spielen auch die Beziehungen zwischen den Säulen eine entscheidende Rolle. Geht man wiederum vom integrativen Konzept der Nachhaltigkeit aus³²⁶, so sollte auf Basis dieser theoretischen Fundierung eine grundsätzlich einheitliche Entwicklungsrichtung aller drei Säulen existieren. Die folgende Betrachtung von statistischen Zusammenhängen soll der Frage nachgehen, inwiefern symbolische Nachhaltigkeitspolitik eine negative Wirkung auf ein integratives Nachhaltigkeitskonzept aufweisen kann. Überträgt man den theoretischen Ansatz, alle drei Nachhaltigkeitsdimensionen gleichberechtigt zu einem integrierten Zusammenschluss

³²⁶ Siehe dazu Abschnitt 3.2.2.

zusammenführen zu wollen, so leitet sich daraus ab, dass die drei Dimensionen in einem positiven Verhältnis zueinander stehen müssen.

Tabelle 15: Zusammenhang Nachhaltigkeitssäulen von 1996–2008 „GG“³²⁷

GG	sozial	Ökonomisch	ökologisch	global
sozial	1			
ökonomisch	-0,3922	1		
ökologisch	-0,2471	0,6127**	1	
global	0,2293	0,5987**	0,7705***	1

Quelle: eigene Darstellung

Basierend auf den diskutierten Nachhaltigkeitswerten in Abschnitt 5.3.3 erfolgte die Ermittlung der Korrelationskoeffizienten und ihrer Signifikanz für den Zeitraum von 1996–2008. Dazu fasst Tabelle 15 die Ergebnisse zusammen. Wie deutlich wird, sind bei der gleichgewichteten Variante nur die ökonomische und die ökologische Säule positiv miteinander korreliert. Dies gilt auch für die Korrelation der globalen Nachhaltigkeit mit den beiden Säulen der Ökonomie und der Ökologie. Mit Blick auf die nach Hamburger Kriterien gewichteten Indikatoren ergibt sich ein anderes Bild. Erwartet man hier einen grundsätzlich positiven Zusammenhang zwischen den Säulen, so lässt sich dieser in den generierten Ergebnissen nicht finden (siehe Tabelle 16). Es ist sogar ein negativer Zusammenhang von ökonomischer und ökologischer Säule erkennbar.

Tabelle 16: Zusammenhang Nachhaltigkeitssäulen von 1996–2008 „HH-gewichtet“

HH	sozial	Ökonomisch	ökologisch	global
sozial	1			
ökonomisch	-0,6109**	1		
ökologisch	0,0598	0,0938	1	
global	0,1579	0,2203	0,9277***	1

Quelle: eigene Darstellung

³²⁷ Das Signifikanzniveau wird hierbei mit der üblichen Deklaration angegeben: *** signifikant auf dem 1%-Niveau; ** signifikant auf dem 5%-Niveau; * signifikant auf dem 10%-Niveau. Dies gilt für alle in der Arbeit dargestellten Korrelationszusammenhänge.

Da die HH-Gewichtung regulär erst ab dem Jahr 2002 einsetzt³²⁸, bedarf es einer näheren Analyse des Zeitraums von 2002 bis 2008. Die statistischen Zusammenhänge bildet die Tabelle 17 ab.

Tabelle 17: Zusammenhang Nachhaltigkeitssäulen von 2002–2008 „HH-gewichtet“

HH ab 2002	sozial	Ökonomisch	ökologisch	global
sozial	1			
ökonomisch	-0,7043*	1		
ökologisch	0,2465	-0,6737*	1	
global	0,4674	-0,7239*	0,9167***	1

Quelle: eigene Darstellung

Die Ergebnisse verdeutlichen, dass im Betrachtungszeitraum kein positiver Zusammenhang zwischen den Nachhaltigkeitssäulen erkennbar ist. Vielmehr offenbaren sich negative Zusammenhänge zwischen der ökonomischen Säule und den restlichen Komponenten. Damit entwickelt sich die ökonomische Säule nicht nur in eine den ökologischen und sozialen Säulen entgegengesetzte Richtung, auch die globale Nachhaltigkeitsentwicklung weist einen gegensätzlichen Entwicklungsverlauf auf. Da die hier skizzierten Zusammenhänge auf den nach Hamburger Schwerpunkten gewichteten Kriterien berechneten Nachhaltigkeitswerten basieren, manifestiert sich darin ebenfalls die Wirkung der vorliegenden symbolischen Nachhaltigkeitspolitik. Auch im Vergleich mit den gleichgewichteten Zusammenhängen lässt sich eine mögliche negative Wirkung der symbolischen Nachhaltigkeitspolitik verdeutlichen. Wie Tabelle 18 zeigt, existiert zwischen den Nachhaltigkeitssäulen kein signifikanter Zusammenhang, weder ein positiver noch ein negativer. Nimmt man diese Ergebnisse wiederum als Vergleichsmaßstab, wie bei der Gegenüberstellung der Nachhaltigkeitswerte – nach den „Hamburger Kriterien gewichtet“ und „gleichgewichtet“ (siehe Abschnitt 5.3.3) –, so lässt sich die Entwicklung von „keinem Zusammenhang“ hin zum „negativem Zusammenhang“ erkennen.³²⁹

³²⁸ Einführung der Hamburger Strategie „Metropole Hamburg – Wachsende Stadt“.

³²⁹ Gegenüberstellung der Tabelle 17 und Tabelle 18.

Tabelle 18: Zusammenhang Nachhaltigkeitssäulen von 2002–2008 „GG“

GG ab 2002	sozial	Ökonomisch	ökologisch	global
sozial	1			
ökonomisch	-0,2896	1		
ökologisch	-0,1997	0,0027	1	
global	0,6112	0,3445	0,2316	1

Quelle: eigene Darstellung

Fasst man die Erkenntnisse aus den Säulenbeziehungen zusammen, so entsteht der Eindruck, dass die stark symbolisch ausgerichtete Nachhaltigkeitspolitik und die Hamburger Strategie dem integrierten Nachhaltigkeitsgedanken entgegenwirken. Dabei ist anzumerken, dass mit dieser Beobachtung sicherlich keine allgemeingültige Aussage möglich scheint. Dennoch gibt sie Hinweise für potentielle Folgeuntersuchungen von Nachhaltigkeitspolitiken und -strategien hinsichtlich ihrer negativen Wirkung auf eine nachhaltigkeitsorientierte Entwicklung einer Region.

5.3.5 Zwischenfazit

Der eindeutige und kontinuierliche Rückgang der Budgetpositionen in den beschriebenen Zielbereichen unterstützt die Hypothese einer symbolischen Nachhaltigkeitspolitik. Ein so offensichtlicher Rückgang legt den Schluss nahe, dass sich die Verantwortlichen dieser Entwicklung bewusst gewesen seien. Diese Schlussfolgerung beruht auf der Beobachtung, dass im auf den Beschluss des Leitbildes folgenden Jahr zumeist eine Absenkung der finanziellen Mittel stattfand. In den darauffolgenden Jahren erreichte das Budget nur in den seltensten Fällen wieder das Ausgangsniveau von 2002 und im Vergleich zu 2002 ist das Budget von 2008 zumeist niedriger. Damit scheint bereits zum Zeitpunkt des Beschlusses seine beabsichtigte Wirkungslosigkeit bekannt gewesen zu sein, da eine Umsetzung nicht erfolgte, was sich in den sinkenden Ausgaben für die relevanten Budgetpositionen widerspiegelt.³³⁰ Dass es trotz dieses Wissens dennoch zu einer Verabschiedung des Leitbildes durch den Hamburger Senat kam, deutet daher stark auf einen symbolischen Akt hin.³³¹

³³⁰ Vgl. Voß (1989), S. 69, Blankenburg (1980), S. 45.

³³¹ Vgl. Kindermann (1988), S. 255.

Damit geht der Tatbestand einher, dass wirkungslose bzw. symbolische Maßnahmen im Zuge ihres Beschlusses unnötige Kosten generieren, da sie effektive Maßnahmen verhindern. Der Tatbestand einer Verursachung unnötiger Kosten lässt sich auch als Anstieg der sogenannten Vermeidungskosten klassifizieren, da in den entsprechenden Themenschwerpunkten faktisch keine entgegenwirkenden Maßnahmen ergriffen werden und die problematische Entwicklung voranschreitet.³³² Damit würde ein Leitbild für Nachhaltigkeit eigentlich genau dem entgegenwirken, wofür es konzipiert wurde: einer nachhaltigen Entwicklung.

Abschließend eröffnet die Vorstellung des Nachfolgeleitbildes „Wachstum mit Weitsicht“ im Jahr 2009 ein weiteres Diskussionsfeld.³³³ So lässt sich auch hier die tatsächlich angestrebte Umsetzung der normativ gesetzten Ziele in Frage stellen, da wiederum keine Evaluationsabsicht erkennbar ist und eine symbolische Natur des neukonzipierten Leitbildes für Nachhaltigkeit nahe liegt. Auch die offensichtliche Divergenz zwischen der tatsächlichen Zielerreichung des Leitbildes von 2002 im Jahr 2008 und den neu formulierten Zielen im Jahr 2009 lässt vermuten, dass es sich bei dem neuen Leitbild wiederum nur um ein symbolisches handelt, welches erneut Aktionismus suggeriert und mit den erwähnten Defiziten und Ineffizienzen einher geht.

Mit dem Blick auf die Ausführungen der vorangegangenen Kapitel lässt sich zusammenfassen, dass im Rahmen der vorliegenden Untersuchung nur wenig auf eine evidenzbasierte Nachhaltigkeitspolitik hindeutet. Vielmehr weist die Nachhaltigkeitspolitik der Stadt Hamburg überwiegend symbolischen Charakter auf. Die Folgen dieser Politik können Effizienzverluste und damit einhergehende Kosten sein, die durch unnötigen Verwaltungsaufwand oder fehlende effektive Maßnahmen in den Schwerpunktthemen entstehen können. Letztere sind dabei besonders beunruhigend: Symbolische Politikmaßnahmen lassen die identifizierten Problemfelder wachsen, so dass die zukünftigen Kosten für substantielle Gegenmaßnahmen unnötig steigen. Dies widerspricht eindeutig dem geschilderten ökonomischen Prinzip. Dadurch ergibt sich ein paradoxes Bild: Ein geplantes Leitbild für Nachhaltigkeit wird in seiner tatsächlichen Umsetzung zu einem Leitbild einer nichtnachhaltigen Entwicklung.

³³² Vgl. Böhringer/Vogt (2003), S. 102 f., Lübbe-Wolff (2000), S. 25 ff.

³³³ Vgl. Freie und Hansestadt Hamburg (2009).

Die Übertragung der geschilderten Ergebnisse auf die formulierte Arbeitshypothese 2 führt zu einer einheitlichen Schlussfolgerung. Nach dem bisherigen Vorgehen der Politiker ist keine evidenzbasierte Politik im Hinblick auf Nachhaltigkeit festzustellen. Dies belegen die Abstände zwischen den NH-Werten min/max GG und den NH-Werten min/max HH sowie der größtenteils positive Zusammenhang zwischen Indexverlauf und Budgetentwicklung. Dennoch belegen einzelne Themenschwerpunkte eine Förderung nach dem Leitbild (z.B. Bildung). Daher sind Arbeitshypothese 1 und Arbeitshypothese 3 nicht geeignet, um die politische Entscheidungskultur hinsichtlich einer nachhaltigen Entwicklung zu beschreiben. Vielmehr bietet die Arbeitshypothese 2 eine zutreffende Charakterisierung der Nachhaltigkeitspolitik, die einen Zusammenschluss von Arbeitshypothese 1 und Arbeitshypothese 3 verkörpert. Demnach liegt vielen Feldern der Hamburger Nachhaltigkeitspolitik ein symbolischer Charakter zugrunde, während punktuell Anteile von evidenzbasierter Politik zu finden sind. Hinweise für mögliche Ursachen dieser Entwicklung lassen sich aus den 4 I's ableiten: Information, Ideologie, Interesse und Institutionen (siehe dazu auch Abschnitt 2.1). Bezüglich der Informationen stellt sich die mehrfach erwähnte Frage, ob und inwiefern Politiker ihre Entscheidungen im Hinblick auf eine nachhaltige Entwicklung überhaupt auf Basis von Informationen, also Indikatoren und Indizes, konzipieren. Von besonderem Interesse ist hierbei die geschilderte integrierte Bewertung der Nachhaltigkeit. Das Hamburger Fallbeispiel legt nahe, dass die Entwicklung der Indikatoren keine Berücksichtigung in der Entscheidungsbildung fand. Diese Schlussfolgerung resultiert aus der Tatsache, dass trotz Nachhaltigkeitsdiskussion offensichtliche Defizite in vielen Handlungsfeldern bestehen, die durch das statistische Landesamt Hamburg dokumentiert sind. Dies steht somit klar dem Ansatz einer evidenzbasierten Politik entgegen.

Wenn sich der politische Entscheider also nicht an rationalem Faktenwissen orientiert, sind die Ursachen dafür höchstwahrscheinlich in den restlichen I's zu finden. Da Ideologie und Interesse in ihrer Bestimmung einen sehr subjektiven Charakter aufweisen, ist eine Betrachtung der Institutionen, die objektiveren Kriterien unterliegen, hilfreich. Institutionen sind als „ein System formaler und informaler Regeln einschließlich der Vorkehrung zu deren Durchsetzung“³³⁴ zu verstehen, und sie üben eine entsprechende Handlungsmotivation auf ein Individuum aus. Im konkret vorliegenden Fall der Nachhaltigkeitspolitik sind dies beispielsweise das Nachhaltigkeitsleitbild bzw. die -strategie, der Hamburger Senat oder die regierenden Parteien. Hinsichtlich des von Gawel (1995) beschriebenen Vollzugsdefizits

³³⁴ Vgl. Bizer (1998), S. 4 ff.

scheinen bei der Durchsetzung der institutionellen Regeln erhebliche Defizite zu existieren. Ein Blick auf die Form der Regulierung für eine nachhaltige Entwicklung lässt eine Selbstregulierung erkennen, die, wie bereits in Abschnitt 3.1.4 ausgeführt, aufgrund offensichtlich fehlender Anreize zu keiner effizienten Lösung führt. Daran anknüpfend bildet die Suche nach einer effektiven Regulierung von Nachhaltigkeit das Forschungsfeld für nachfolgende Forschungen: „Lösungen dürften hier (Umweltpolitik) insbesondere in der institutionellen Ausgestaltung von Entscheidungsregeln und Verantwortlichkeiten im Rahmen der politischen Willensbildung sein.“³³⁵

³³⁵ Vgl. Hansjürgens (2000), S. 176.

6 Wirtschaftspolitische Implikationen

Die gewonnenen Ergebnisse sind im Folgenden in den aktuellen Nachhaltigkeitsdiskurs einzuordnen. Sie spiegeln in weiten Teilen die aktuelle Problematik bei der Etablierung einer nachhaltigen Entwicklung wider, quer über alle gesellschaftlichen Felder hinweg. Zwar besteht inzwischen das gesellschaftliche Bewusstsein, dass der bisherige Entwicklungspfad nicht zukunftsfähig ist, dennoch fällt es den politischen wie auch wirtschaftlichen Akteuren schwer einen nachhaltigen Entwicklungspfad einzuschlagen.

Mit dem Blick auf die effektive Umsetzung von Nachhaltigkeitsmaßnahmen zeigt die vorliegende Arbeit, dass in vielen Feldern kaum tatsächliche Maßnahmenumsetzung stattfindet und Nachhaltigkeitsstrategien unter dem Gesichtspunkt der ökonomischen Bewertung größtenteils wirkungslos sind. Politische Akteure nehmen den Nachhaltigkeitsdruck der Wählerschaft in Handlungsfelder und schwammige Maßnahmen, gebündelt in Nachhaltigkeitsstrategien, in ihr politisches Handeln auf. Sie suggerieren damit eine nachhaltige Politik. Konsequenzen müssen sie dabei nicht erwarten, da der heutige normative Rahmen für diese Form der symbolischen Nachhaltigkeitspolitik keine Sanktionen vorsieht. Dies spiegelt sich auch auf höherer Ebene wieder. Schaut man auf die Entwicklung der nationalen Ebene, so ist auch hier die Effektivität der existierenden Nachhaltigkeitsinstitutionen zu hinterfragen. Seit dem Jahr 2002 gibt die Bundesregierung eine nationale Nachhaltigkeitsstrategie heraus. Hinsichtlich der Formulierung konkreter Maßnahmen fällt auf, dass die Strategie einen eher politikbegleitenden Charakter aufweist, was dazu führt, dass keine direkte Verknüpfung zwischen politischem Tagesgeschäft und einer aktiven nachhaltigen Entwicklung existiert. Dies verdeutlicht die nationale Nachhaltigkeitsstrategie. Zwar ist eine erste Operationalisierung von Nachhaltigkeit in Form von Indikatoren vorhanden, dennoch fehlen in vielen Handlungsfeldern festgelegte und quantifizierbare Grenzwerte für Nachhaltigkeit. Dies führt zu einer relativ schwachen Aussagefähigkeit der Indikatorenentwicklung über die Zeit hinweg, so dass keine politischen Entscheidungen zu erwarten sind, die auf die Indikatorenentwicklung zurückzuführen sind. Auch ist nicht dokumentiert, dass die Politik auf die Entwicklung der Indikatoren Bezug nimmt. Diese Problematik verdeutlicht auch die in der Strategie vorgenommene Bewertung der Einzelindikatoren, die durch Wolken- und Sonnensymbole vorgenommen wird. Ferner unterbleibt fast vollständig eine Umsetzung des eigentlichen Grundgedankens der Nachhaltigkeit: Eine integrierte Betrachtung der einzelnen Nachhaltigkeitsdimensionen findet

nicht statt und Zielkonflikte zwischen einzelnen Handlungsfeldern und Indikatoren werden nicht berücksichtigt.

Abschließend ist auf die fehlenden Maßnahmen und Budgets für die tatsächliche Erreichung einer nachhaltigen Entwicklung zu verweisen. Ähnlich wie im Fall der gewählten Modellregion Hamburg bestehen kaum Hinweise auf konkrete Budgetpositionen, die zur Erreichung einer nachhaltigen Entwicklung dienen.

Die angeführten Punkte lassen daher stark auf eine symbolische Form der Nachhaltigkeitsstrategie schließen. Die analysierten Probleme der Modellregion Hamburg lassen sich auf die nationale Nachhaltigkeitsstrategie übertragen. Als wesentlicher Treiber einer symbolischen Nachhaltigkeitspolitik lässt sich die fehlende Regulierung benennen. Die aus der Analyse gewonnenen Erkenntnisse lassen mehrere Implikationen zu, die nicht auf die regionale Ebene beschränkt sind, sondern sich auch auf die Landes- und nationale Ebene übertragen lassen. Daraus lassen sich die vier folgenden Thesen für politische Implikationen gewinnen:

- 1. Für eine integrierte Nachhaltigkeitsbewertung bedarf es konkreter Ziel- bzw. Grenzwerte für die Einzelindikatoren.** Trotz der aus ökonomischer Perspektive durchwachsenen Ergebnisse der Nachhaltigkeitsbewertung zeigt Hamburg, wie der nachhaltige Entwicklungsfortschritt konkret dokumentiert werden kann. Grenzwerte sind eine notwendige Bedingung für eine transparente und nachvollziehbare Nachhaltigkeitsbewertung. Mit dem Blick auf die Vielzahl von Strategien, die auf Landes- und Bundesebene existieren, ist generell ein Fehlen konkreter Zielsetzungen festzustellen. Hier besteht Nachholpotential, um überhaupt die Prüfung von Nachhaltigkeitsstrategien und damit der Nachhaltigkeitspolitik zu ermöglichen.
- 2. Die Entwicklung von Nachhaltigkeitsstrategien und Nachhaltigkeitsindikatoren darf nicht getrennt voneinander ablaufen.** Die Ergebnisse der Modellregion zeigen, wie schwierig es ist die formulierten Maßnahmen der Strategie den Nachhaltigkeitsindikatoren zuzuschlüsseln. Zumeist kann dies nur anhand von Plausibilitätsannahmen durchgeführt werden. Die Zuordnung ist jedoch aus zweierlei Gründen von großer Bedeutung: Sie ermöglicht zum einen, im Idealfall, Ursache-Wirkungsbeziehungen bei der Maßnahmenplanung zu berücksichtigen. Zum andern führt die Zuschlüsselung zu einer Präzisierung von Maßnahmen, da bei der Formulierung die entsprechenden Bezugsindikatoren zu berücksichtigen sind. Mit dem Blick auf die nationale Nachhaltigkeitsstrategie ist besonders die schwammige

Maßnahmenformulierung zu benennen, die nur sehr schemenhaft auf einzelne Nachhaltigkeitsfelder eingeht. Hier wäre eine Konkretisierung wünschenswert, um die beschriebene Präzisierung und damit auch Nachvollziehbarkeit von Nachhaltigkeitsmaßnahmen zu erreichen. Gleichzeitig könnte dies gegensätzliche Zielsetzungen verringern, d.h. gegensätzliche Maßnahmenformulierungen würden vermieden werden.

- 3. Nachhaltigkeitsmaßnahmen sind expliziten Budgetpositionen im Landes- bzw. im Bundeshaushalt zuzuordnen.** Um die notwendige Umsetzungskontrolle von Nachhaltigkeitspolitik zu ermöglichen, ist eine Kopplung der formulierten Maßnahmen an äquivalente Budgets sinnvoll. Dies verdeutlichen auch die in der vorliegenden Arbeit auftretenden Probleme der Zuordnung von Nachhaltigkeitsmaßnahmen und Budgetpositionen des Hamburger Landeshaushalts. Die dabei auftretenden Fragen "Wie viel der Budgetposition ist überhaupt flexibel verwendbar ohne die Grundverpflichtungen zu vernachlässigen?" oder "Werden Maßnahmen durch eine effizientere Nutzung der Staatsgelder durchgeführt?" können durch eine direkte Zuordnung vermieden werden. Gleichzeitig führt diese Zuordnung zu einer Nachvollziehbarkeit der Umsetzung von Nachhaltigkeitspolitik und vermindert gleichzeitig ihre Symbolik. Mit Blick auf die nationale Nachhaltigkeitsstrategie fällt auf, dass keinerlei erkennbare Mittelzuordnung stattfindet. Hier besteht die Notwendigkeit einer entsprechenden Anpassung, um die zuvor geschilderten Aspekte zu erreichen.
- 4. Nachhaltigkeitspolitik benötigt einen verbindlichen normativen Rahmen.** Die bisher aufgeführten Problemfelder sind zunächst einmal Symptome für mangelnde Nachhaltigkeit. Der Kern der Problematik einer symbolischen Nachhaltigkeitspolitik, verbunden mit ökonomischen Ineffektivitäten, ist in der Form der Nachhaltigkeitsregulierung zu suchen. Wie einleitend bereits erwähnt, können politische Akteure sanktionsfrei symbolische Nachhaltigkeitspolitik betreiben. Um dem entgegen zu wirken, wäre die Einführung einer gesetzlichen Dokumentationspflicht zu überdenken. An diese könnte ein entsprechendes Labeling positiver aber auch negativer Form anknüpfen. Dieses könnte zum einen bei der Zielsetzung aber auch bei der tatsächlichen Umsetzung der formulierten Ziele

ansetzen. Wie Praxisbeispiele zeigen³³⁶, kann diese Form der Zertifizierung ein wirksames Anreizsystem zur tatsächlichen Umsetzung einer nachhaltigen Entwicklung repräsentieren. Dass eine gesetzliche Grundlage für Nachhaltigkeit durchaus möglich erscheint, veranschaulicht auch die gesetzliche Verankerung beim Umweltschutz, die den grundlegenden Gedanken von Nachhaltigkeit aufgreift: „Der Staat schützt auch in Verantwortung für die künftigen Generationen die natürlichen Lebensgrundlagen [...] im Rahmen der verfassungsmäßigen Ordnung [...]“³³⁷

Es ist anzumerken, dass die bisher angeführten Thesen zu wirtschaftspolitischen Implikationen klar ökonomischen Gedanken folgen, d.h. sich stark an der Effektivität von Nachhaltigkeitspolitik orientieren. Dennoch ist neben der ökonomischen Perspektive der in Abschnitt 2 diskutierte politikwissenschaftliche Ansatz in die Implikationen zu integrieren. Das bedeutet, dass die Ergebnisse der vorliegenden Arbeit auch aus dieser Perspektive zu hinterfragen sind und es Implikationen abzuleiten gilt. Wie bereits mehrfach erwähnt, spiegeln die Ergebnisse der Arbeit zum großen Teil eine symbolische Form der Nachhaltigkeitspolitik wider. Dies lässt darauf schließen, dass sich das Politikfeld „Nachhaltigkeit“ im Vergleich zu traditionellen Politikfeldern noch nicht verankert hat. Daher können symbolische Maßnahmen zunächst zu einer stärkeren öffentlichen Wahrnehmung dieses Themas führen. Die stärkere öffentliche Gewichtung und Wahrnehmung dieses Themenfeldes repräsentiert den Grundstein eines Änderungsprozesses hin zu einer nachhaltigen Entwicklung. Dies steht im Einklang mit den geschilderten Interpretationen der Politikwissenschaft. Damit lässt sich auch der erwähnte Zusammenhang von symbolischer und evidenzbasierter Politik herstellen: Es ist anzunehmen, dass Nachhaltigkeit zurzeit noch nicht im gesellschaftlichen Änderungsprozess verankert ist und die symbolische Nachhaltigkeitspolitik als Initiator anzusehen ist. Damit befindet sich die nachhaltige Entwicklung noch in ihrer „Investitionsphase“, innerhalb derer ein gewisser Grad von Symbolik notwendig ist. Dies zielt auf die erwähnte Etablierung aber auch die in Abschnitt 2 diskutierte Wahrnehmung in der vielfältigen Medienlandschaft ab.

³³⁶ Bspw. ist die Zertifizierung von Unternehmen nach ISO 14001 anzuführen oder das Umweltmanagement nach EMAS, die sich in vielen Unternehmen als gängiger Nachweis einer nachhaltigen Unternehmenskultur etabliert haben.

³³⁷Vgl. GG Artikel 20a.

Fasst man die ökonomischen und politikwissenschaftlichen Sichtweisen zusammen, so erkennt man, dass die auf den ersten Blick erfassten gegensätzlichen Positionen, was positive und negative Wirkungen betrifft, durchaus zusammenpassen. Dabei kommt es auf die Interpretation im zeitlichen Verlauf an. Die von der Politikwissenschaft angeführten positiven Aspekte symbolischer nachhaltiger Politik sind vor allem in der Initiierungsphase zu erkennen.³³⁸ Als Initiator hilft die symbolische Nachhaltigkeitspolitik den Änderungsprozessen einzuleiten. In diesem Kontext sind symbolische Maßnahmen zu begrüßen und auszuweiten. Erst nach Abschluss dieser Phase erscheint die Einführung einer verbindlichen Regulierung sinnvoll, da sie in der Initiierungsphase unter Umständen Entwicklungen unterdrücken würde und das „zarte Pflänzchen“ der Veränderung vernichten könnte. Erst nach dem erfolgreichen Anstoß ist konkrete Regulierung sinnvoll. Diese ist dann jedoch eine notwendige Bedingung für die Umsetzung einer nachhaltigen Entwicklung. In dieser zweiten Phase bedarf es dann der Umsetzung der oben angeführten Implikationsthesen. Im Hinblick auf die aktuelle Situation in der Modellregion aber auch auf übergeordneten Ebenen ist zu hinterfragen, ob wir uns noch in der besagten Initiierungsphase befinden. Die identifizierte symbolische Nachhaltigkeitspolitik lässt vermuten, dass man sich in Hamburg noch in dieser befindet. Gleichzeitig ist darauf zu achten, dass der Sprung hin zu einer evidenzbasierten Politik geschafft wird, um die identifizierten Ineffektivitäten zu verhindern. Ferner bedarf es der Diskussion, ob und wie lange der Sprung hinzu einer verbindlichen Struktur für Nachhaltigkeit auf sich warten lassen darf.

³³⁸ Siehe das Tschernobyl Beispiel in Bonus/Beyer (2000),

7 Zusammenfassung und Limitation der Arbeit

In der vorliegenden Arbeit wurden auf Basis des Konzepts der vernünftigen Nachhaltigkeit und der Fuzzy-Theorie Nachhaltigkeitsindizes für die Region Hamburg berechnet. Dies bildete die Grundlage für eine ökonomische Diskussion von Nachhaltigkeitspolitik. Dazu erfolgte eine Einführung zur zentralen Forschungsfrage. Diese leitete sich aus der Diskussion von symbolischer und evidenzbasierter Nachhaltigkeitspolitik ab. Dabei folgte die Arbeit zwei unterschiedlichen Argumentationssträngen: dem ökonomischen und dem politikwissenschaftlichen Strang.

Die Diskussion mündete in der Aufstellung von Arbeitshypothesen, um zu klären, ob Nachhaltigkeit evidenzbasiert oder eher symbolisch in die Politik einfließt. Basierend auf der ökonomischen und politikwissenschaftlichen Diskussion ließen sich im Wesentlichen zwei Kernhypothesen ableiten. Zum einen geht die vorliegende Arbeit davon aus, dass Nachhaltigkeitspolitik zumeist nur einen symbolischen Charakter aufweist. Der im Kapitel 2 beschriebene Anreiz, nachhaltige Politik zu proklamieren, leitet sich aus der Attraktivität des Nachhaltigkeitsthemas ab. Mit dem Blick auf das Drei-Säulen-Konzept von Nachhaltigkeit eröffnet sich für die politischen Entscheider die Möglichkeit, neben der Stammwählerschaft unter Umständen weitere Wähler für sich zu gewinnen. Gleichzeitig besteht für den Politiker, der sich Nachhaltigkeit auf die Fahne schreibt, keine Sanktionsgefahr, falls er die proklamierten Nachhaltigkeitsmaßnahmen nicht umsetzt. Dies verdeutlicht die derzeitige win-win Situation für die Politik. Auf der anderen Seite berücksichtigt die zweite Arbeitshypothese, dass die Politik teilweise Nachhaltigkeitsziele tatsächlich evidenzbasiert verfolgt. Auch wenn die zweite Arbeitshypothese immer noch einen Anteil von symbolischer Politik vermutet, beinhaltet sie einen ersten Ansatz hin zu einer evidenzbasierten Umsetzung. Dies greift somit die politikwissenschaftliche Sicht auf symbolische Politik auf. Im Gegensatz zur ökonomischen Perspektive, die sich stark auf die Ineffektivität von symbolischer Nachhaltigkeitspolitik fokussiert, kann die politikwissenschaftliche Sichtweise der symbolischen Politik in einem frühen Stadium etwas Positives abgewinnen. Dabei stehen das Initialisierungspotential der symbolischen Nachhaltigkeitspolitik, die Komplexitäts- sowie die Legitimationsfunktion im Vordergrund.

Um die Diskussion der unterschiedlichen Nachhaltigkeitspolitiken auf einen Nenner zu bringen, beschäftigte sich das Kapitel 3 mit der grundsätzlichen Frage, wie Nachhaltigkeit in der vorliegende Arbeit überhaupt zu verstehen ist und welche Motivation für den Politiker im

Einzelnen existiert. Im Wesentlichen zeigte sich, dass Nachhaltigkeit als ein spannungsgeladenes Konzept zu interpretieren ist, welches die unterschiedlichen Externalitäten der drei Nachhaltigkeitssäulen möglichst optimal abstimmen muss. Die Diskussion unterschiedlicher Internalisierungsansätze verdeutlichte, welche Probleme bei einer Internalisierung negativer Externalitäten auftreten und was im Rahmen eines entsprechenden Nachhaltigkeitsverständnisses zu berücksichtigen ist. Im Anschluss veranschaulichte die Diskussion der starken, schwachen und vernünftigen Nachhaltigkeit die unterschiedlichen Ansichten zum Grad der Kompensation der eben genannten Externalitäten. Als Ergebnis dieser Ausführungen steht die Erkenntnis, dass im Kontext der Praxistauglichkeit nur die vernünftige Nachhaltigkeit in Frage kommt, die eine graduelle Kompensation von Naturkapital durch produziertes Kapital zulässt. Neben der grundlegenden Diskussion eines geeigneten Nachhaltigkeitskonzeptes führt das Kapitel schließlich den Punkt der Operationalisierung von Nachhaltigkeit aus. Als Ergebnis ist zu benennen, dass systemische Indikatoren für jede einzelne Säule der Nachhaltigkeit notwendige Bedingungen darstellen.

Die Operationalisierung von Nachhaltigkeit leitet das Kapitel 4 ein, das sich mit der besonderen Problematik der Bewertung von Nachhaltigkeit auseinandersetzt. Die Ausführung stellt heraus, dass bei der Bewertung von Nachhaltigkeit eine große Zielunsicherheit existiert. Mit dem Blick auf Einzelindikatoren besteht die Problematik, dass die Grenzwerte zumeist einer normativen Unsicherheit unterliegen. Daraus resultiert, dass Bewertungen, die nur mit scharfen Grenzwerten für Einzelindikatoren arbeiten, die in der realen Welt auftretenden Unsicherheiten nicht in ihrer Kalkulation berücksichtigen. Auf diesen Ergebnissen aufbauend erfolgt im Kapitel 4 die Methodendiskussion, mit dem Schwerpunkt auf den Fuzzy-Regelungssystemen. Ergebnis der Ausführung ist die Argumentation der Fuzzy-Logik bei der Implementierung von Unsicherheit in den Bewertungsablauf von Nachhaltigkeit auf Basis von Indikatoren mit normativen Grenzwerten. Mit Hilfe der formulierten Arbeitshypothesen, dem gewählten Nachhaltigkeitsansatz und dem Fuzzy-Regelungssystem als methodischen Bewertungsansatz für Nachhaltigkeit folgt im Kapitel 5 der Hypothesentest anhand der Modellregion Hamburg. Die Wahl der Modellregion folgte dabei grundsätzlich drei Fragestellungen: Existiert eine Form von Nachhaltigkeitsstrategie? Sind Indikatoren für die Operationalisierung der regionalen Nachhaltigkeit vorhanden? Bestehen für die Indikatoren quantitative Grenzwerte im Kontext einer nachhaltigen Entwicklung? Alle drei Fragen sind im Fall der Region Hamburg zu bejahen. Basierend auf der Indikatorentwicklung von 1996-2008 konnte die nachhaltige Entwicklung durch eine integrierte Bewertung mit Hilfe eines

Fuzzy-Regelungssystemen vorgenommen werden. Um eine Aussage über die Form der Politik treffen zu können, wurden die Bewertungsergebnisse im Kontext der formulierten Nachhaltigkeitsstrategie der Stadt Hamburg aus dem Jahr 2002 und den relevanten Budgetentwicklungen diskutiert. Die Ergebnisse zeigen eine starke Tendenz hin zu einer symbolischen Nachhaltigkeitspolitik. Einzelne Handlungsfelder der Nachhaltigkeitspolitik werden zwar tatsächlich priorisiert, dennoch erkennt man bei einer überwiegenden Anzahl der Nachhaltigkeitsziele sinkende Ausgaben innerhalb des Budgets, was auf symbolische Nachhaltigkeitspolitik hinweist. Sowohl das Vorgehen als auch die Ergebnisse wurden in der bisherigen Forschung noch nicht durchgeführt und stellen das Konzept der Nachhaltigkeit erstmals auf messbare Größen für eine Evaluierung. Für die Region Hamburg ergab sich das zunächst überraschende Ergebnis einer negativen Nachhaltigkeitsentwicklung im Zeitverlauf, obwohl die Thematisierung von Nachhaltigkeit und die Einführung entsprechender Nachhaltigkeitsziele sowohl in der Hamburger Politik als auch insgesamt auf nationaler Ebene an Bedeutung zugenommen haben. Genau diese Messung der Nachhaltigkeitsentwicklung lässt erstmalig eine Überprüfung der Politikmaßnahmen zu: Anhand der analysierten Budgetentwicklung zeichnet sich eine überwiegend symbolisch ausgerichtete Nachhaltigkeitspolitik der Hansestadt Hamburg ab.

In diesem Zusammenhang bestanden erhebliche Herausforderungen in der Bemessung der Umsetzung politischer Nachhaltigkeitsmaßnahmen. Diese Hürde verdeutlicht die Problematik der aktuellen Nachhaltigkeitsdebatte in der Praxis. Zum einen führt der selbstverpflichtende Charakter von Nachhaltigkeit zu einem mangelhaften Nachhaltigkeitsmonitoring, da entsprechende Anreizstrukturen fehlen. Zum anderen fehlt offensichtlich eine integrierte Bemessung einer nachhaltigen Entwicklung. Im Kontext des letztgenannten Punktes lässt sich in der heutigen Politikstruktur nur eine schlecht nachvollziehbare Maßnahmenumsetzung dokumentieren. Es fehlt ein transparenter Zusammenhang zwischen Nachhaltigkeitsstrategie, Nachhaltigkeitsindikatoren und Nachhaltigkeitsmaßnahmen, was eine symbolische Nachhaltigkeitspolitik begünstigt. Um einer solchen Symbolpolitik entgegenzuwirken und die daraus möglichen resultierenden Ineffizienzen zu vermeiden, sind die in der vorliegenden Arbeit skizzierten Zusammenhänge lösungsweisend: Ein möglichst transparentes und damit einer evidenzbasierten Politik folgendes Nachhaltigkeitsverständnis bildet hierbei einen wesentlichen Grundpfeiler einer erfolgreichen Nachhaltigkeitsentwicklung.

Im Hinblick auf die analysierte Strategie der Stadt Hamburg ist zu bemängeln, dass die Maßnahmen zumeist sehr vage formuliert sind und relativ viele Interpretationsspielräume zulassen. Dies hat zur Folge, dass nur an wenigen Stellen konkrete Ausgabenerhöhungen und

somit tatsächlich überprüfbare Nachhaltigkeitsmaßnahmen erkennbar sind. In diesem Zusammenhang könnte eine Konkretisierung der Nachhaltigkeitsmaßnahmen, in Form von entsprechenden Aufwendungen, einen Beitrag zu erhöhter Transparenz und damit zur Reduktion von symbolischer Nachhaltigkeitspolitik leisten.

Betrachtet man die Ergebnisse der Modellregion, so lassen sich zwei grundsätzliche Implikationen ableiten. Einerseits ist auf den Tatbestand der regionalen Spezifika des Indikatorsets hinzuweisen: Es ermöglicht zwar eine regionale Abbildung von Nachhaltigkeit, schränkt aber gleichzeitig die Möglichkeit ein, interregionale Vergleiche ziehen zu können.³³⁹

Die fehlende Referenzgruppe erschwert die Bewertung einer nachhaltigen Entwicklung, da kein Vergleich mit anderen Regionen möglich ist. Daraus lässt sich die Forderung nach der Entwicklung eines Indikatorsets ableiten, das regionale Indikatoren integriert, die gleichzeitig interregional vergleichbar sind.³⁴⁰ Andererseits fehlt bei der Ausrichtung von HEINZ eine Verzahnung von Indikatoren mit dem Hamburger Leitbild von 2002 und den nachhaltigkeitsrelevanten Budgetpositionen im Hamburger Landeshaushalt. Diese Verknüpfung leistet die vorliegende Arbeit und verdeutlicht beispielhaft, welche Vorteile sich durch dieses Vorgehen für die Aufdeckung symbolischer Nachhaltigkeitspolitik ergeben. Im Hinblick auf die formulierten Arbeitshypothesen überführt das Kapitel 6 die Ergebnisse in wirtschaftspolitische Implikationen. Die Quintessenz ist dabei, dass die verifizierte Arbeitshypothese 2 das Verhältnis zwischen symbolischer und evidenzbasierter Nachhaltigkeitspolitik skizziert. Dabei gilt es die positiven Aspekte beider Formen in einen zeitlichen Ablauf zu überführen. Der Kern der Implikationen führt die symbolische Politik mit ihrer Initialfunktion als erste Stufe zur Etablierung von Nachhaltigkeit als für die Politik relevantes Thema ein. Zeitlich versetzt muss dann die Einführung der evidenzbasierten Politik folgen, um eine möglichst effektive Umsetzung zu verwirklichen und die benannten Ineffektivitäten abzuwenden.

Der Aussagekraft der Ergebnisse der vorliegenden Arbeit sind jedoch gewisse Grenzen gesetzt: Aufgrund der geringen Datenlage³⁴¹ sind die vorliegenden Ergebnisse als Indizien zu interpretieren, die weiterer wissenschaftlicher Bestätigung bedürfen. Für eine

³³⁹ Siehe bspw. der Indikator „Anteil des Transfair-Kaffees am gesamten Kaffeeabsatz Budnikowsky“, der aufgrund seiner Spezifität kaum interregionale Vergleiche zulässt.

³⁴⁰ Vgl. Bizer/Sternberg (2001).

³⁴¹ Es sind nur Jahresdaten für die HEINZ Indikatoren von 1996-2008 vorhanden, wobei der Zeitraum von 2002-2008 entscheidend ist, da ab 2002 die erste Nachhaltigkeitsstrategie der Stadt Hamburg eingeführt wurde.

Verallgemeinerung der Forschungsergebnisse wäre primär der interregionale Vergleich bzw. die Untersuchung weiterer Modellregionen notwendig. Hierbei ist jedoch anzumerken, dass auch in anderen Regionen in den wenigsten Fällen ein mit quantifizierten Grenzwerten ausgestaltetes Nachhaltigkeitsindikatorset existiert. Eine weitere Limitation der Ergebnisse liegt in der Zuordnung der Strategieaspekte zu den Handlungsfeldern und Budgetpositionen von HEINZ. Die im Rahmen der Arbeit vorgenommene Zuordnung basiert auf den existierenden Informationen zu den einzelnen Komponenten und ist nachvollziehbar und plausibel gewählt. Dennoch könnten einzelne Maßnahmen theoretisch in anderen Budgetpositionen aufgegangen sein, was aufgrund der bestehenden Informationslage nicht eindeutig ausschließbar ist. Zudem ist die Ausgestaltung der Zugehörigkeitsfunktionen der Indikatoren als diskutierbar anzuführen. Obwohl in der Praxis häufig die Annahme von Gleichverteilung für die Unsicherheitsbereiche üblich ist, könnte auch hier eine vertiefende Analyse zu anderen Erkenntnissen hinsichtlich der Verteilung und somit zu detaillierteren Ergebnissen führen.

Anhang

Operationen mit unscharfen Mengen

Grundlegend unterscheiden sich die Operationsvorgänge mit unscharfen Mengen im Kontext der Fuzzy-Logik nicht elementar von denen der klassischen Mengentheorie. Die Erweiterung manifestiert sich in der weitgehenden Orientierung an der traditionellen Mengenalgebra, um für die Berechnung eines integrierten Nachhaltigkeitswertes auch unscharfe Mengen zusammenführen zu können.³⁴²

Die Fuzzy-Logik bietet dazu, angelehnt an die grundlegenden Mengenalgebraoperatoren, eine Reihe von Erweiterungen an.³⁴³

- *Leere Menge*

Eine leere Menge L liegt vor, wenn für alle Objekt x ein Zugehörigkeitsgrad von $\mu_L(x)$ gleich 0 vorliegt.

$$\mu_L(x) = 0 \forall x \in G$$

- *Gleichheit zweier unscharfer Mengen*

Es seien zwei unscharfe Mengen U und V mit den zugehörigen Objekten x . Dann liegt Gleichheit der beiden unscharfen Mengen vor, wenn die Zugehörigkeitsfunktionen beider Mengen gleich sind.

$$\mu_U(x) = \mu_V(x) \forall x \in G$$

- *Inklusion zweier unscharfer Mengen*

Die unscharfe Menge U enthält die unscharfe Menge V in sich ($V \subset U$), wenn für alle Objekte x gilt:

$$\mu_U(x) \geq \mu_V(x) \forall x \in G$$

- *Vereinigung zweier unscharfer Mengen*

Die Vereinigung zweier unscharfer Mengen U und V wird auch als $(U \cup V)$ geschrieben und lässt sich wie folgt über den Zusammenhang der entsprechenden Zugehörigkeitsfunktionen beschreiben:

$$\mu_{U \cup V}(x) = \max\{\mu_U(x); \mu_V(x)\} \forall x \in G$$

³⁴² Als unscharfe Mengen sind im nachfolgenden Praxisbeispiel die Zielbereiche der einzelnen Nachhaltigkeitsindikatoren zu verstehen. Eine nähere Erläuterung erfolgt in Abschnitt 5.3.3.

³⁴³ Vgl. bspw. Dubois/Prade (1988), S. 17 f., Klir/Folger (1988), S. 37 ff.

Ferner stellt dieser Operator ein besonders wichtiges Instrument der unscharfen Mengentheorie dar. Er wird innerhalb Fuzzy-Logik auch als „Maximumoperator“ bezeichnet. Mit seiner Hilfe können natürlichsprachliche Zusammenhänge, die dem Begriff „ODER“ entsprechen, dargestellt werden.

- *Durchschnitt zweier unscharfer Mengen*

Der Durchschnitt zweier unscharfer Mengen U und V wird auch als $(U \cap V)$ geschrieben und lässt sich wie folgt über den Zusammenhang der entsprechenden Zugehörigkeitsfunktionen beschreiben:

$$\mu_{U \cap V}(x) = \min\{\mu_U(x); \mu_V(x)\} \forall x \in G$$

Dabei repräsentiert der vorliegende Operator das Gegenstück zum Maximumoperator. Der so genannte „Minimumoperator“ ist das mathematische Äquivalent zum natürlichsprachlichen „UND“.

Die zwei letztgenannten Operatoren spielen wie bereits erwähnt eine wichtige Rolle. Sie drücken gleichzeitig eine Präferenz für Optimismus bzw. Pessimismus innerhalb einer Fuzzy-Operation aus. Steht der Maximumoperator für eine optimistische Einschätzung der Zugehörigkeit eines Objektes zu einer unscharfen Menge, so repräsentiert der Minimumoperator das pessimistische Pendant.

Im Hinblick auf die integrierte Nachhaltigkeitsbewertung bietet der Minimumoperator die Möglichkeit, entsprechende Themenschwerpunkte der Hamburger Nachhaltigkeitsstrategie, die das kritische Nachhaltigkeitskapital abbilden, vor Kompensation zu schützen. Konkret bedeutet dies einen konsequent pessimistischen Umgang mit den Hamburger Schwerpunktthemen. Durch das „UND“ werden negative Nachhaltigkeitsausprägungen potentieller Schwerpunkte nicht übermäßig kompensiert. Vielmehr prägen sie bei der Anwendung des Minimumoperators die Nachhaltigkeitskennzahl besonders, da sie durch ihn immer Berücksichtigung finden müssen und nicht durch die bessere Performance eines anderen überkompensiert werden können.³⁴⁴

Die erläuterten Operatoren stellen natürlich nur eine begrenzte Auswahl der gebräuchlichsten Operatoren dar. Daneben existiert eine Vielzahl weiterer Operatoren, die jedoch zumeist nur im Kontext besonders spezifischer Problemstellungen Anwendung finden.³⁴⁵ Aus diesen

³⁴⁴ Eine nähere und anwendungsorientierte Erläuterung findet im Rahmen des Abschnittes 4.3.4.3 statt.

³⁴⁵ Vgl. Dubois/Prade (1980), S. 10.

sollen noch zwei weitere Mengenverknüpfungen angeführt werden, die in der Regel nicht im Kontext von klassischen Operatoren genannt werden, jedoch eine essentielle Bedeutung im Rahmen der vorliegenden Arbeit aufweisen: die algebraische Summe und das algebraische Produkt. Übertragen auf die Fuzzy-Logik lässt sich die algebraische Summe als

$$A + B \Leftrightarrow \mu_{A+B}(x) = \mu_A(x) + \mu_B(x) - \mu_A(x) * \mu_B(x)$$

darstellen. Das algebraische Produkt lässt sich wie folgt abbilden:

$$A * B \Leftrightarrow \mu_{A*B}(x) = \mu_A(x) * \mu_B(x)$$

Abschließend folgt in diesem Abschnitt noch ein kurzer Überblick über die wichtigsten Gesetze der unscharfen Mengenalgebra, die auch hier in großen Teilen kompatibel mit der traditionellen Mengenalgebra ist. Die Notwendigkeit resultiert auch hier aus der anschließenden Anwendung und aktiven Nutzung der erläuterten Operatoren. Die wichtigsten Gesetzmäßigkeiten sind:

Kommutativität $A \cap B = B \cap A$ und $A \cup B = B \cup A$

Assoziativität $(A \cap B) \cup C = A \cap (B \cap C)$,
 $(A \cup B) \cap C = A \cup (B \cap C)$

Idempotenz $A \cap A = A = A \cup A$

Distributivität $A \cap (B \cap C) = (A \cap B) \cap (A \cap C)$,
 $A \cup (B \cap C) = (A \cup B) \cap (A \cup C)$,
 $A \cap \emptyset = \emptyset, A \cup \emptyset = A$
 $A \cap X = A, A \cup X = X$

Involution $(A^c)^c = A$

De-Morgan-Regeln $(A \cap B)^c = A^c \cup B^c$
 $(A \cup B)^c = A^c \cap B^c$

Die äußerst relevante Gesetzmäßigkeit für die Komplementarität der scharfen Mengenalgebra lässt sich als Beispiel anführen, welches eine Abweichung der unscharfen von der scharfen Mengenalgebra verdeutlicht. Das bedeutet, dass der Zusammenhang³⁴⁶

$$A \cap A^c = \emptyset \text{ und } A \cup A^c = X$$

³⁴⁶ A^c repräsentiert in diesem Fall die Komplementärmenge von A .

für unscharfe Mengen nicht gilt.³⁴⁷ Schoppe (1991) verdeutlicht dies anhand des folgenden Beispiels³⁴⁸:

Wenn $\mu_A(x) = 0,3$, dann ist $\mu_{A^c}(x) = 0,7$ auf einem Einheitsintervall von 1 und

$$\mu_{A \cap A^c}(x) = \min\{\mu_A(x); \mu_{A^c}(x)\} = \min\{0,3; 0,7\} = 0,3 \neq 0$$

Dennoch spielt die Komplementarität auch in der unscharfen Mengenalgebra eine entscheidende Rolle, wenn es darum geht, die komplementäre Menge einer linguistischen Variablen mathematisch präzise zu bestimmen. Daher spricht man in diesen Fällen von einer sogenannten „pseudo-complemented distributive lattice“, dem pseudo-komplementären Distributivverband.³⁴⁹ Die Pseudokomplementarität begründet sich dabei aus der grundlegenden Charakteristik der Fuzzy-Logik, die gerade die scharfe Abgrenzung einer Menge von einer anderen vermeidet und auch Zwischenbereiche zulässt, bei denen die Komplementarität entsprechend nicht vorhanden ist. Damit kann die Aussage „Der Gewinn des Unternehmens U ist ausreichend und in gewisser Hinsicht – z.B. unter dem Gesichtspunkt des Umweltschutzes – nicht ausreichend“³⁵⁰ durchaus existent sein und ein positiver Zugehörigkeitswert kann trotz augenscheinlichem Widerspruch zulässig sein.³⁵¹

Das Erweiterungsprinzip

Unschärfe Mengen, Zahlen und Intervalle beschreiben, wie erläutert, unscharfe Sachverhalte. Was jedoch zunächst keine Berücksichtigung fand, ist der operative Umgang mit ihnen und damit ihr Verhältnis zu scharfen Zahlen.³⁵² Bereits 1965 beschreibt Zadeh die Möglichkeit, die unscharfe Mengenalgebra auf herkömmliche mathematische Funktionen zu verallgemeinern. Diese Verallgemeinerung, die alle üblichen mathematischen Funktionen der Mathematik auf unscharfe Mengen anwendbar macht, heißt „Erweiterungsprinzip“.

³⁴⁷ Vgl. Klir/Folger (1988), S. 56. Demnach erfüllen alle herkömmlichen Fuzzy-Operationen das boolesche Verbandsaxiom bis auf zwei Gesetze: das „law of contradiction“ mit $A \cap A^c = \emptyset$ und das „law of excluded middle“ mit $A \cup A^c = X$.

³⁴⁸ Vgl. Schoppe (1991), S. 48.

³⁴⁹ Vgl. Klir/Folger (1988), S. 56.

³⁵⁰ Schoppe (1991), S. 48.

³⁵¹ Vgl. Flemming (1977), S. 26. Dies hängt davon ab, welche Operatoren im Rahmen der Bewertung solcher einer Aussage hinzugenommen werden.

³⁵² Vgl. Zadeh (1965), S. 346 f.

Zum besseren Verständnis soll ein beispielhaftes Problem von Biewer (1997) die Notwendigkeit des Erweiterungsprinzips illustrieren. Dazu stellt Biewer folgende Frage: „Ein Tier ist ‚ungefähr 3‘ Jahre alt. Wie alt ist das Tier in 5 Jahren?“³⁵³ Die Antwort lautet offensichtlich: 8 Jahre. Es wird deutlich, dass hier eine Kombination einer unscharfen („ungefähr 3“) mit einer scharfen Zahl (5 Jahre) vorliegt. Diese Kombination findet in Form einer grundlegenden mathematischen Operation, der Addition, statt. Um diese Operation, aber auch weitere grundlegende Operationen wie Subtraktion, Division und Multiplikation zu ermöglichen, benötigt man das Erweiterungsprinzip.

Im Hinblick auf die Forschungsfrage begründet sich die vorliegende Ausführung wiederum in der integrativen Zusammenführung einzelner Indikatoren zu einem Gesamtindex für Nachhaltigkeit. Innerhalb dieser Zusammenführung findet bzw. finden eine entsprechende Summierung der Indikatoren, aber teilweise auch Multiplikationen mit scharfen Zahlen statt, wie beispielsweise bei der Gewichtung einzelner Nachhaltigkeitsindikatoren nach dem Nachhaltigkeitsleitbild.

Die formale Darstellung lässt sich wie folgt zusammenfassen:³⁵⁴ Es sei A_1, \dots, A_n eine unscharfe Fuzzy-Menge in $X_1 = \{x_1\}, \dots, X_n = \{x_n\}$ und

$$f : X_1 \times \dots \times X_n \rightarrow Y$$

sei eine scharfe Funktion, so dass $y = f(x_1, \dots, x_n)$. Nach dem Erweiterungsprinzip muss daher gelten, dass für die unscharfe Menge B in $Y = \{y\}$, induziert durch die unscharfen Mengen A_1, \dots, A_n via f , gilt:

$$\mu_B(x) = \max_{(x_1, \dots, x_n) \in X_1 \times \dots \times X_n : y = f(x_1, \dots, x_n)} \bigwedge_{i=1}^n \mu_{A_i}(x_i)$$

Mit Hilfe des Erweiterungsprinzips lassen sich nun im Folgenden auch die bereits erwähnten grundlegenden Rechenoperationen der traditionellen Algebra beschreiben. Diese beschreibt Kacprzyk (1997) in Zusammenhang mit den unscharfen Zahlen. A und B seien unscharfe Zahlen in \mathfrak{R} , abgebildet durch ihre Zugehörigkeitsfunktionen $\mu_A(x)$ und $\mu_B(x)$. Für diese gilt:³⁵⁵

³⁵³ Vgl. Biewer (1997), S. 128 f.

³⁵⁴ Vgl. Kacprzyk (1997), S. 40 f.

³⁵⁵ Vgl. Kacprzyk (1997), S. 42, Dubois/Prade (1980), S. 46 f.; Rommelfanger (1988), S. 37, Bandemer/Gottwald (1990), S. 43 f.

- die Addition

$$\mu_{A+B}(z) = \max_{x+y=z} [\mu_A(x) \wedge \mu_B(x)] \quad \text{für jedes } z \in \mathfrak{R}$$

- die Subtraktion

$$\mu_{A-B}(z) = \max_{x-y=z} [\mu_A(x) \wedge \mu_B(x)] \quad \text{für jedes } z \in \mathfrak{R}$$

- die Multiplikation

$$\mu_{A*B}(z) = \max_{x*y=z} [\mu_A(x) \wedge \mu_B(x)] \quad \text{für jedes } z \in \mathfrak{R}$$

- die Division

$$\mu_{A/B}(z) = \max_{x/y=z} [\mu_A(x) \wedge \mu_B(x)] \quad \text{für jedes } z \in \mathfrak{R}$$

Mit dem Erweiterungsprinzip lassen sich noch zwei weitere elementare Rechenoperationen hinzufügen:

- die Umkehrung

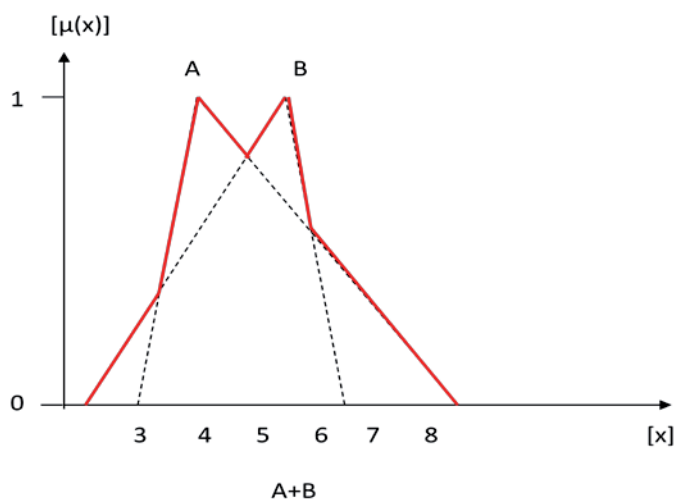
$$\mu_{-A}(x) = \mu_A(-x) \quad \text{für jedes } z \in \mathfrak{R}$$

- die Inversion

$$\mu_{A^{-1}}(x) = \mu_A\left(\frac{1}{x}\right) \quad \text{für jedes } z \in \mathfrak{R} \text{ außer } 0$$

Um wiederum einen Eindruck von der praktischen Anwendung zu erhalten, soll die Abbildung 52 beispielhaft die Addition von unscharfen Zahlen verdeutlichen.

Abbildung 52: Beispielhafte Addition zweier unscharfer Zahlen



Quelle: eigene Darstellung

Die Summe der unscharfen Zahlen ist in diesem Fall der rot umrandete Bereich. Es ist hierbei anzumerken, dass wie in Abbildung 52 die Addition über das Maximum (max), aber auch alle anderen Rechenoperationen auch über das Minimum (min) durchgeführt werden können. Dies ist insofern entscheidend, als sich darüber der Grad des Optimums bzw. Pessimismus abbildet, mit dem einzelne Indikatoren zusammengeführt werden.³⁵⁶

³⁵⁶ Siehe dazu auch Abschnitt 4.2.2. Die Praxisanwendung auf das Fallbeispiel Hamburg Analyse befindet sich in Abschnitt 5.3.4.

Tabelle 19: Relevante Budgetentwicklung für das HEINZ-Handlungsfeld „Integration der Stadtteile“ von 1996-2008

Nr.	Position Landeshaushalt HH	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
25	Arbeitsmarktpolitik und Arbeitsschutz													
251	Arbeitslosenhilfe (nur Bund) (ab 2007: Grundsicherung für Arbeitsuchende)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	519,45	519,45
252	Hilfen für Berufsausbildung, Fortbildung und Umschulung	0,77	0,00	0,00	0,00	0,00	16,52	21,94	19,17	19,99	19,90	15,72	15,32	15,32
	VE	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	16,45	17,00	17,73	23,12	22,16	21,95	21,74	21,74
253	Sonstige Anpassungsmaßnahmen und produktive Arbeitsförderung	140,62	142,18	130,20	123,65	119,89	119,23	98,05	87,69	79,21	68,96	66,62	34,95	34,95
	VE	17,61	20,21	12,18	4,56	3,68	3,48	1,43	9,55	6,62	7,50	7,50	21,00	21,00
254	Arbeitsschutz	14,27	15,51	13,35	12,52	12,23	12,17	12,45	12,24	11,81	11,12	11,17	11,18	11,21
	VE	0,02	1,53	0,51	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Summe Oberfunktion 25	155,65	157,70	143,55	136,17	132,13	147,92	132,44	119,10	111,02	99,99	93,51	580,90	580,93
	VE	17,63	21,74	12,69	4,56	3,68	19,93	18,43	27,27	29,74	29,66	29,45	42,74	42,74
	Arbeitsmarkt und Arbeitsschutz Summe Oberfunktion 25 + VE	173,29	179,44	156,23	140,73	135,81	167,85	150,88	146,37	140,75	129,65	122,96	623,64	623,67
	Arbeitsmarkt und Arbeitsschutz Summe Oberfunktion 25 + VE ohne BUND	173,29	179,44	156,23	140,73	135,81	167,85	150,88	146,37	140,75	129,65	122,96	104,19	104,22
	Arbeitsmarkt und Arbeitsschutz Summe Oberfunktion 25 + VE ohne BUND RELATIV	0,01506	0,01564	0,01395	0,01237	0,01182	0,01483	0,01321	0,01238	0,01106	0,01035	0,00999	0,00838	0,00832
HEINZ Bezeichnung	Integration der Stadtteile	0,01506	0,01564	0,01395	0,01237	0,01182	0,01483	0,01321	0,01238	0,01106	0,01035	0,00999	0,00838	0,00832
	Budget GESAMT in Mio €	11505,45	11471,19	11200,22	11378,83	11492,32	11321,86	11422,15	11822,89	12726,25	12529,99	12311,05	12437,30	12526,44

Tabelle 20: Relevante Budgetentwicklung für das HEINZ-Handlungsfeld „Ausländerintegration“ von 1996-2008

Nr.	Position Landeshaushalt HH	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
	Kultureinrichtungen (einschl. Kulturverwaltung); bis 2000: Kunst und Kulturpflege													
181	Theater	92,39	91,92	90,08	90,06	90,51	94,95	99,61	98,33	94,13	95,86	90,74	92,16	92,35
	VE	57,98	55,88	58,06	233,98	206,28	157,72	74,00	69,16	66,06	59,75	60,05	62,05	61,55
	Einrichtungen der Musikpflege (Bis 2000: "Berufssorchester und -Choere, Sonstige Musikpflege")	9,07	8,94	8,67	8,63	8,72	9,76	9,86	10,00	10,24	10,06	9,93	9,98	9,98
182	VE	4,37	4,49	4,38	15,85	13,97	9,40	4,72	5,01	5,18	5,16	5,16	5,13	5,13
183	Museen, Sammlungen, Ausstellungen	29,42	30,79	35,29	29,50	27,88	28,76	35,22	41,70	58,11	56,26	41,40	47,19	39,32
	VE	7,87	7,74	7,98	6,39	12,27	10,38	25,12	19,01	37,55	23,98	19,80	8,58	8,58
184 (ab 2001)	Zoologische und Botanische Gärten						0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
185 (ab 2001)	Musikschulen						5,86	5,96	5,93	6,08	6,12	6,11	7,48	7,50
185 (bis 2000)	Naturschutz und Landschaftspflege	4,21	4,63	4,09	5,02	0,52	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	VE	1,60	1,98	1,83	1,52	0,36	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
186	Nichtwissenschaftliche Bibliotheken (ab 2001)						25,83	26,08	26,08	26,50	25,84	25,54	25,45	25,45
	VE						2,30	2,32	2,32	1,96	1,96	1,81	1,81	1,81
187	Sonstige Kultureinrichtungen (ab 2001)						16,70	17,51	15,97	28,59	15,25	14,78	15,07	15,07
	VE						2,77	2,89	3,77	18,74	3,48	3,27	3,21	3,21
188	Verwaltung für kulturelle Angelegenheiten (ab 2001)						2,98	2,98	3,41	3,30	3,31	3,32	3,36	3,37
	VE						0,07	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13
189	Sonstiges (bis 2000)	27,19	29,63	20,26	20,72	22,09	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	VE	18,99	14,04	9,19	8,18	10,48	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Summe Oberfunktion 18	164,93	168,52	160,83	156,36	152,00	184,84	197,23	201,42	226,94	212,71	191,81	200,69	193,00
	VE	92,06	85,38	82,70	267,18	244,62	182,64	109,18	99,40	129,63	94,46	90,21	80,91	80,41
	Kultureinrichtungen ABSOLUT	256,99	253,89	243,54	423,53	396,62	367,48	306,41	300,82	356,57	307,17	282,02	281,60	273,41
	Kultureinrichtungen RELATIV	0,0223	0,0221	0,0217	0,0372	0,0345	0,0325	0,0268	0,0254	0,0280	0,0245	0,0229	0,0226	0,0218
	Kulturförderung, Denkmalschutz, Kirchliche Angelegenheiten (Bis 2000: nur "Kirchliche Angelegenheiten")													
191	Einzelmaßnahmen im Bereich Theater und Musikpflege	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,04	0,04
192	Einzelmaßnahmen im Bereich Museen und Ausstellungen	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,51	0,51	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
	VE	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,31	0,30	0,20	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
193	Andere Einzelmaßnahmen der Kulturpflege	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,84	8,25	8,54	1,42	1,40	1,40	1,02	1,02
	VE	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	7,23	11,06	10,59	0,61	0,58	0,58	0,49	0,49
195 (bis 2000 184)	Denkmalschutz und -pflege	2,65	2,61	2,44	2,44	0,00	1,91	3,33	2,52	2,48	2,70	2,66	3,30	2,68
	VE	1,25	1,25	1,26	1,26	0,00	1,54	1,27	1,27	1,27	1,87	1,87	1,27	1,27
199 (bis 2000: 19)	Kirchliche Angelegenheiten													
	VE	0,26	0,26	0,26	0,31	0,33	-	-	-	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36
	Summe Oberfunktion 19 (existiert erst ab 2001)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	7,63	12,48	11,70	4,54	4,73	4,69	4,96	4,34
	VE	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	9,08	12,63	12,06	2,13	2,70	2,70	2,01	2,01
	Kulturförderung ABSOLUT	4,16	4,12	3,95	4,00	0,33	16,35	24,75	23,40	6,67	7,43	7,39	6,97	6,35
	Kulturförderung RELATIV	0,0004	0,0004	0,0004	0,0004	0,0000	0,0014	0,0022	0,0020	0,0005	0,0006	0,0006	0,0006	0,0005
	Ausländerintegration ABSOLUT	261,14	258,01	247,49	427,53	396,95	383,83	331,15	324,22	363,24	314,60	289,41	288,56	279,76
	Ausländerintegration RELATIV	0,0227	0,0225	0,0221	0,0376	0,0345	0,0339	0,0290	0,0274	0,0285	0,0251	0,0235	0,0232	0,0223
HEINZ	Bezeichnung													
	Ausländerintegration	0,0227	0,0225	0,0221	0,0376	0,0345	0,0339	0,0290	0,0274	0,0285	0,0251	0,0235	0,0232	0,0223
	Budget GESAMT in Mio €	11505,45	11471,19	11200,2	11378,8	11492,3	11321,9	11422,2	11822,9	12726,3	12530	12311,1	12437,3	12526,4

Tabelle 21: Relevante Budgetentwicklung für das HEINZ-Handlungsfeld „Kinderbetreuung und Gleichstellung der Frau“ von 1996-2008

Nr.	Position Landeshaushalt HH	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
	Familien- und Sozialhilfe, Förderung der Wohlfahrtspflege u. ä.; bis 2000 "Familien-, Sozial und Jugendhilfe								
231	Kindergeld	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
232	Erziehungsgeld, Mutterschutz	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
233	Wohngeld	143,16	154,00	164,00	175,00	73,00	75,00	30,00	32,00
	VE	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
234	Leistungen nach dem Bundessozialhilfe- und dem Asylbewerbergesetz (bis 2000: Sozialhilfeleistungen)	963,12	921,93	928,72	1016,08	1124,58	1116,01	721,86	721,41
	VE	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,33	0,61
235	Soziale Einrichtungen (bis 2000: "Einrichtungen der Sozialhilfe des Öffentlichen Bereichs")	215,01	219,94	185,16	75,84	68,21	62,55	60,28	59,69
	VE	11,25	3,44	0,00	0,50	0,25	0,50	0,50	0,50
236	Förderung der Wohlfahrtspflege	17,42	17,03	17,03	15,36	15,60	14,91	11,18	11,25
	VE	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,30	0,30
237 (bis 2000)	Jugendhilfeleistungen	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	VE	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
237 (ab 2001)	Leistungen nach dem Unterhaltsvorschußgesetz	25,44	24,58	23,91	25,70	28,31	29,23	26,31	26,52
238 (bis 2000)	Einrichtungen der Jugendhilfe des öffentlichen Bereichs	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	VE	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
239 (bis 2000)	Förderung der freien Jugendhilfe	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	VE	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Summe Oberfunktion 23	1364,16	1337,63	1318,82	1307,97	1309,69	1297,69	849,63	850,86
	VE	11,25	0,00	0,00	0,50	0,25	0,50	2,13	1,41
	Leistungen nach dem Unterhaltsvorschußgesetz ABSOLUT	25,44	24,58	23,91	25,70	28,31	29,23	26,31	26,52
	Leistungen nach dem Unterhaltsvorschußgesetz RELATIV	0,0022	0,0022	0,0020	0,0020	0,0023	0,0024	0,0021	0,0021
	Jugendhilfe nach dem SGB VIII (Dieser Aufgabenbereich existiert erst ab 2001)								
261	Jugendarbeit und Jugendverbandsarbeit	2,48	2,56	2,56	2,61	2,61	2,61	2,69	2,69
262	Jugendsozialarbeit und erzieherischer Kinder- und Jugendschutz	1,54	1,49	1,39	1,48	2,08	2,03	1,74	1,74
	VE	0,00	0,00	0,00	0,00	0,54	0,00	0,00	0,00
263	Förderung der Erziehung in der Familie	1,64	1,91	1,95	6,19	6,28	5,05	5,14	5,14
	VE	0,00	0,53	0,53	0,54	0,00	0,00	0,00	0,00
264	Förderung von Kindern in Tageseinrichtungen und in Tagespflege	14,83	15,17	15,06	13,97	13,12	15,69	2,26	2,26
	VE	0,00	0,00	0,00	0,00	6,00	3,00	0,00	0,00
265	Hilfen zur Erziehung und Eingliederungshilfen	5,83	6,75	5,90	6,04	6,51	6,51	6,92	6,92
266	Anderer Aufgaben der Jugendhilfe	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	VE	0,00	0,53	0,53	0,54	6,54	2,43	0,00	0,00
	Summe Oberfunktion 26	26,33	27,88	26,87	30,28	30,60	31,89	18,75	18,75
	VE	0,00	0,53	0,53	0,54	6,54	2,43	0,00	0,00
	Jugendhilfe nach dem SGB VIII ABSOLUT	26,33	28,41	27,40	30,82	37,14	34,32	18,75	18,75
	Jugendhilfe nach dem SGB VIII RELATIV	0,0023	0,0025	0,0023	0,0024	0,0030	0,0028	0,0015	0,0015
	Einrichtungen der Jugendhilfe (Bis 2000: "Förderung der Vermögensbildung")								
271	Einrichtungen der Jugendarbeit und Jugendverbandsarbeit	26,78	27,75	26,36	32,91	32,57	31,99	35,09	36,23
	VE	1,44	3,38	1,85	1,44	2,00	2,43	1,39	2,06
272	Einrichtungen der Jugendsozialarbeit und des erzieherischen Kinder- und Jugendschutzes	15,86	15,54	15,74	5,70	5,31	5,31	5,54	5,60
	VE	5,30	12,37	12,37	0,00	0,00	0,00	0,05	0,00
273	Einrichtungen der Familienförderung	15,40	16,01	16,06	18,34	14,31	14,50	13,72	13,78
	VE	0,02	0,95	0,56	0,23	1,26	0,75	0,00	0,00
274	Tageseinrichtungen für Kinder	283,28	283,84	281,26	328,68	323,51	321,42	353,56	350,72
	VE	15,16	14,80	8,26	198,35	173,62	17,13	18,80	18,80
275	Einrichtungen für Hilfen zur Erziehung und Eingliederungsschaften	133,08	132,88	132,88	124,45	123,64	123,73	144,68	140,47
	VE	0,07	0,21	0,53	0,35	0,53	0,43	0,43	0,43
276	Einrichtungen für andere Aufgaben der Jugendhilfe	10,40	10,49	10,94	7,61	7,38	7,38	6,15	6,15
	VE	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Summe Oberfunktion 27	484,80	486,49	483,25	517,69	506,73	504,33	558,75	552,96
	VE	22,00	31,69	23,57	200,37	177,41	20,74	20,66	21,29
	Einrichtungen der Jugendhilfe ABSOLUT	506,80	518,18	506,82	718,07	684,14	525,07	579,41	574,25
	Einrichtungen der Jugendhilfe RELATIV	0,0448	0,0454	0,0429	0,0564	0,0546	0,0427	0,0466	0,0458
	Tageseinrichtungen für Kinder ABSOLUT	298,44	298,63	289,52	527,03	497,13	338,55	372,36	369,52
	Tageseinrichtungen für Kinder RELATIV	0,0264	0,0261	0,0245	0,0414	0,0397	0,0275	0,0299	0,0295
	Kinderbet&Gleichst GESAMT ABSOLUT	558,56	571,18	558,12	774,58	749,59	588,62	624,47	619,52
	Kinderbet&Gleichst GESAMT RELATIV	0,0493	0,0500	0,0472	0,0609	0,0598	0,0478	0,0502	0,0495
HEINZ Bezeichnung	Kinderbetreuung & Gleichstellung der Frau	0,0493	0,0500	0,0472	0,0609	0,0598	0,0478	0,0502	0,0495
	Budget GESAMT in Mio €	11321,86	11422,15	11822,89	12726,25	12529,99	12311,05	12437,30	12526,44

Tabelle 22: Relevante Budgetentwicklung für das HEINZ-Handlungsfeld „Bildung“ von 1996-2008

Nr.	Position Landeshaushalt HH	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
	Bildungswesen, Wissenschaft, Forschung, kulturelle Angelegenheiten													
11	Verwaltung													
	Summe Oberfunktion 11	136,96	58,54	44,17	44,55	44,26	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	VE	0,18	0,12	0,10	0,12	0,27	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
12	Schulen und vorschulische Bildung													
	Summe Oberfunktion 12	1093,99	1273,15	1080,75	1109,28	1101,72	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	VE	456,39	451,24	415,55	330,80	331,59	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
11-12 (ab 2001)	Allgemeinbildende und berufliche Schulen													
	Summe Oberfunktion 11-12	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1180,97	1226,09	1212,87	1521,21	1544,92	1551,70	1591,41	1609,05
	VE	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	311,19	310,46	337,65	302,64	252,20	250,84	232,77	233,20
	Allgemeinbildende und berufliche Schulen ABSOLUT	1687,52	1783,06	1540,57	1484,75	1477,84	1492,16	1536,56	1550,52	1823,85	1797,12	1802,54	1824,17	1842,25
	Allgemeinbildende und berufliche Schulen RELATIV	0,1467	0,1554	0,1375	0,1305	0,1286	0,1318	0,1345	0,1311	0,1433	0,1434	0,1464	0,1467	0,1471
13	Hochschulen													
	Summe Oberfunktion 13	511,57	521,41	515,14	518,13	545,16	600,97	639,61	627,99	660,90	669,10	693,09	715,40	716,48
	VE	82,43	98,77	134,89	218,22	246,39	184,01	291,19	219,31	227,37	370,27	293,97	327,73	237,77
	Hochschulen ABSOLUT	593,99	620,18	650,03	736,35	791,55	784,98	930,80	847,30	888,26	1039,37	987,06	1043,13	954,25
	Hochschulen RELATIV	0,0516	0,0541	0,0580	0,0647	0,0689	0,0693	0,0815	0,0717	0,0698	0,0830	0,0802	0,0839	0,0762
14	Förderung des Bildungswesens; Ab 2001 "Förderung von Schülern, Studenten und dgl"													
	Summe Oberfunktion 14	76,68	69,22	117,99	69,37	66,49	68,29	78,18	85,72	89,14	94,71	91,80	95,05	95,03
	VE	2,73	2,91	2,84	2,85	2,85	3,48	3,55	2,09	1,81	1,92	1,46	1,31	1,30
	Förderung Bildungswesen ABSOLUT	79,42	72,14	120,83	72,23	69,34	71,77	81,73	87,81	90,95	96,62	93,26	96,37	96,33
	Förderung Bildungswesen RELATIV	0,0069	0,0063	0,0108	0,0063	0,0060	0,0063	0,0072	0,0074	0,0071	0,0077	0,0076	0,0077	0,0077
15	Sonstiges Bildungswesen													
	Summe Oberfunktion 15	74,04	77,07	75,02	76,85	78,00	22,87	38,70	39,15	18,79	24,71	17,06	36,48	34,47
	VE	19,82	20,57	20,76	25,52	25,66	2,68	4,02	5,02	15,81	4,96	5,00	2,84	3,01
	Sonstiges Bildungswesen ABSOLUT	93,86	97,65	95,79	102,37	103,66	25,54	42,72	44,17	34,60	29,67	22,06	39,31	37,48
	Sonstiges Bildungswesen RELATIV	0,0082	0,0085	0,0086	0,0090	0,0090	0,0023	0,0037	0,0037	0,0027	0,0024	0,0018	0,0032	0,0030
16-17	Wissenschaft, Forschung, Entwicklung außerhalb der Hochschulen													
	Summe Oberfunktionen 16-17	80,68	86,79	70,14	79,56	70,20	72,34	74,61	79,45	82,94	82,29	80,49	74,08	71,31
	VE	4,38	4,72	5,94	5,15	4,82	4,32	20,44	28,55	19,66	10,41	3,87	9,91	5,30
	Wissenschaft, Forschung, Entwicklung außerhalb der Hochschulen ABSOLUT	85,07	91,51	76,08	84,70	75,02	76,66	95,05	108,00	102,60	92,71	84,36	83,99	76,61
	Wissenschaft, Forschung, Entwicklung außerhalb der Hochschulen RELATIV	0,0074	0,0080	0,0068	0,0074	0,0065	0,0068	0,0083	0,0091	0,0081	0,0074	0,0069	0,0068	0,0061
	BILDUNG GESAMT ABSOLUT	2539,86	2664,53	2483,30	2480,40	2517,41	2451,12	2686,85	2637,79	2940,26	3055,48	2989,28	3086,97	3006,91
	BILDUNG GESAMT RELATIV	0,2208	0,2323	0,2217	0,2180	0,2191	0,2165	0,2352	0,2231	0,2310	0,2439	0,2428	0,2482	0,2400
HEINZ Bezeichnung	Bildung	0,2208	0,2323	0,2217	0,2180	0,2191	0,2165	0,2352	0,2231	0,2310	0,2439	0,2428	0,2482	0,2400
	Budget GESAMT in Mio €	11505,45	11471,19	11200,22	11378,83	11492,32	11321,9	11422,2	11822,9	12726,3	12530	12311,1	12437,3	12526,4

Tabelle 23: Relevante Budgetentwicklung für das HEINZ-Handlungsfeld „Ressourceneffizienz“ von 1996-2008

Nr.	Position Landeshaushalt HH	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
69	Regionale Fördermaßnahmen													
691	Betriebliche Investitionen	2,30	3,43	1,99	2,81	2,20	1,70	1,53	3,51	2,15	2,85	2,65	5,06	3,39
	VE	10,23	10,23	10,23	10,23	5,11	7,16	7,50	7,50	7,50	4,50	4,50	6,60	7,40
692	Verbesserung der Infrastruktur	15,21	14,55	8,16	8,08	17,51	13,68	10,85	8,29	8,85	10,73	11,43	19,14	6,83
	VE	60,46	45,38	18,74	22,19	15,08	17,69	16,36	8,82	20,30	16,66	12,13	10,28	10,28
699	Sonstiges	14,75	12,56	7,77	7,45	9,41	11,89	7,10	43,66	5,44	9,14	8,99	12,68	11,90
	VE	6,47	5,47	5,85	6,47	5,31	7,39	4,24	4,07	3,47	9,32	9,07	11,98	11,98
	Summe Oberfunktion 69	32,26	30,54	17,92	18,34	29,12	27,27	19,48	55,47	16,43	22,73	23,07	36,87	22,12
	VE	77,16	61,07	34,82	38,88	25,51	32,23	28,10	20,39	31,27	30,48	25,70	28,86	29,66
	Regionale Fördermaßnahmen + VE	109,42	91,61	52,74	57,23	54,63	59,51	47,58	75,85	47,70	53,21	48,77	65,73	51,78
	Regionale Fördermaßnahmen + VE RELATIV	0,00951	0,00799	0,00471	0,00503	0,00475	0,00526	0,00417	0,00642	0,00375	0,00425	0,00396	0,00529	0,00413
HEINZ Bezeichnung	Ressourceneffizienz	0,00951	0,00799	0,00471	0,00503	0,00475	0,00526	0,00417	0,00642	0,00375	0,00425	0,00396	0,00529	0,00413
	Budget GESAMT in Mio €	11505,45	11471,19	11200,22	11378,83	11492,32	11321,86	11422,15	11822,89	12726,25	12529,99	12311,05	12437,30	12526,44

Tabelle 24: Relevante Budgetentwicklung für das HEINZ-Handlungsfeld „Arbeitsverteilung“ von 1996-2008

Nr.	Position Landeshaushalt HH	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
25	Arbeitsmarktpolitik und Arbeitsschutz													
251	Arbeitslosenhilfe (nur Bund) (ab 2007: Grundsicherung für Arbeitsuchende)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	519,45	519,45
252	Hilfen für Berufsausbildung, Fortbildung und Umschulung	0,77	0,00	0,00	0,00	0,00	16,52	21,94	19,17	19,99	19,90	15,72	15,32	15,32
	VE	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	16,45	17,00	17,73	23,12	22,16	21,95	21,74	21,74
253	Sonstige Anpassungsmaßnahmen und produktive Arbeitsförderung	140,62	142,18	130,20	123,65	119,89	119,23	98,05	87,69	79,21	68,96	66,62	34,95	34,95
	VE	17,61	20,21	12,18	4,56	3,68	3,48	1,43	9,55	6,62	7,50	7,50	21,00	21,00
254	Arbeitsschutz	14,27	15,51	13,35	12,52	12,23	12,17	12,45	12,24	11,81	11,12	11,17	11,18	11,21
	VE	0,02	1,53	0,51	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Summe Oberfunktion 25	155,65	157,70	143,55	136,17	132,13	147,92	132,44	119,10	111,02	99,99	93,51	580,90	580,93
	VE	17,63	21,74	12,69	4,56	3,68	19,93	18,43	27,27	29,74	29,66	29,45	42,74	42,74
	Arbeitsmarkt und Arbeitsschutz Summe Oberfunktion 25 + VE	173,29	179,44	156,23	140,73	135,81	167,85	150,88	146,37	140,75	129,65	122,96	623,64	623,67
	Arbeitsmarkt und Arbeitsschutz Summe Oberfunktion 25 + VE ohne BUND	173,29	179,44	156,23	140,73	135,81	167,85	150,88	146,37	140,75	129,65	122,96	104,19	104,22
	Arbeitsmarkt und Arbeitsschutz Summe Oberfunktion 25 + VE ohne BUND RELATIV	0,01506	0,01564	0,01395	0,01237	0,01182	0,01483	0,01321	0,01238	0,01106	0,01035	0,00999	0,00838	0,00832
HEINZ Bezeichnung	Arbeitsverteilung	0,01506	0,01564	0,01395	0,01237	0,01182	0,01483	0,01321	0,01238	0,01106	0,01035	0,00999	0,00838	0,00832
	Budget GESAMT in Mio €	11505,45	11471,19	11200,22	11378,83	11492,32	11321,86	11422,15	11822,89	12726,25	12529,99	12311,05	12437,30	12526,44

Tabelle 25: Relevante Budgetentwicklung für das HEINZ-Handlungsfeld „Flächenschutz“ von 1996-2008

Nr.	Position Landeshaushalt HH	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
	Wohnungswesen, Städtebau, Raumordnung und kommunale Gemeinschaftsdienste													
4	Wohnungswesen													
411	Förderung des Wohnungsbaus	148,22	157,90	158,86	151,01	137,39	43,98	128,88	124,28	139,17	119,98	132,00	99,07	110,58
	VE	15,62	11,53	1,41	1,02	0,51	0,00	0,03	0,00	40,11	40,84	41,94	7,14	7,84
419	Sonstiges	0,76	0,83	2,57	4,85	4,15	3,08	3,04	2,61	5,31	4,48	4,39	0,52	0,23
	VE	0,39	0,49	0,78	1,06	1,42	1,40	1,45	1,39	1,39	0,16	0,31	0,17	0,37
	Summe Oberfunktion 41	148,98	158,73	161,43	155,85	141,53	47,06	131,92	126,89	144,48	124,47	136,40	99,59	110,82
	VE	16,01	12,02	2,18	2,09	1,93	1,40	1,47	1,39	41,50	41,00	42,25	7,30	8,21
	Wohnungswesen ABSOLUT	164,99	170,74	163,61	157,94	143,47	48,47	133,39	128,28	185,98	165,46	178,64	106,90	119,03
	Wohnungswesen RELATIV	0,0143	0,0149	0,0146	0,0139	0,0125	0,0043	0,0117	0,0109	0,0146	0,0132	0,0145	0,0086	0,0095
44	Städtebauförderung													
440	Städtebauförderung	15,91	11,51	21,87	26,62	28,99	28,02	37,46	30,93	0,05	0,05	0,05	29,36	18,96
	VE	20,22	13,55	33,00	38,12	38,32	38,71	38,55	0,03	0,03	0,03	0,03	28,13	27,13
	Städtebauförderung ABSOLUT	36,13	25,06	54,87	64,74	67,31	66,34	76,18	69,48	0,08	0,08	0,08	57,49	46,09
	Städtebauförderung RELATIV	0,0031	0,0022	0,0049	0,0057	0,0059	0,0059	0,0067	0,0059	0,0000	0,0000	0,0000	0,0046	0,0037
692	Verbesserung der Infrastruktur	15,21	14,55	8,16	8,08	17,51	13,68	10,85	8,29	8,85	10,73	11,43	19,14	6,83
	VE	60,46	45,38	18,74	22,19	15,08	17,69	16,36	8,82	20,30	16,66	12,13	10,28	10,28
	Verbesserung der Infrastruktur ABSOLUT	75,67	59,92	26,89	30,27	32,59	31,36	27,21	17,11	29,15	27,39	23,56	29,42	17,11
	Verbesserung der Infrastruktur RELATIV	0,0066	0,0052	0,0024	0,0027	0,0028	0,0028	0,0024	0,0014	0,0023	0,0022	0,0019	0,0024	0,0014
	Wohnung, Städtebau, Infra gesamt	0,0241	0,0223	0,0219	0,0222	0,0212	0,0129	0,0207	0,0182	0,0169	0,0154	0,0164	0,0156	0,0145
HEINZ Bezeichnung	Flächenschutz	0,0241	0,0223	0,0219	0,0222	0,0212	0,0129	0,0207	0,0182	0,0169	0,0154	0,0164	0,0156	0,0145
	Budget GESAMT in Mio €	11505,45	11471,19	11200,22	11378,83	11492,32	11321,86	11422,15	11822,89	12726,25	12529,99	12311,05	12437,30	12526,44

Tabelle 26: Relevante Budgetentwicklung für das HEINZ-Handlungsfeld „Klimaschutz“ von 1996-2008

Nr.	Position Landeshaushalt HH	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
33 (ab 2001)	Umwelt- und Naturschutz													
331	Umwelt- und Naturschutzbehörden						0,59	0,71	0,78	13,42	20,88	20,66	30,87	31,22
	VE						0,39	0,67	0,63	1,85	1,51	1,46	1,17	1,17
332	Maßnahmen des Umwelt- und Naturschutzes						3,97	3,16	3,24	3,17	2,45	2,40	13,10	7,56
	VE						1,46	1,84	1,88	1,99	1,87	2,16	6,54	5,35
33 (bis 2000)	Reinhaltung von Luft, Wasser und Erde, Lärmbekämpfung, Reaktorsicherheit, Strahlenschutz	38,00	36,04	24,93	27,82	28,83	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	VE	5,34	5,12	5,65	12,12	7,80	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ab 2001 (summiert 331&332)	Summe Oberfunktion 33	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	22,36	21,30	17,59	16,59	23,34	23,06	43,97	38,77
	VE	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,76	5,64	4,27	3,84	3,39	3,61	7,70	6,52
	Umwelt- und Naturschutz ABSOLUT	43,34	41,16	30,58	39,94	36,63	27,12	26,94	21,86	20,43	26,72	26,68	51,67	45,29
	Umwelt- und Naturschutz RELATIV	0,0038	0,0036	0,0027	0,0035	0,0032	0,0024	0,0024	0,0018	0,0016	0,0021	0,0022	0,0042	0,0036
HEINZ Bezeichnung	Klimaschutz	0,0038	0,0036	0,0027	0,0035	0,0032	0,0024	0,0024	0,0018	0,0016	0,0021	0,0022	0,0042	0,0036
	Budget GESAMT in Mio €	11505,45	11471,19	11200,22	11378,83	11492,32	11321,86	11422,15	11822,89	12726,25	12529,99	12311,05	12437,30	12526,44

Tabelle 27: Relevante Budgetentwicklung für das HEINZ-Handlungsfeld „Nachhaltige Mobilität“ von 1996-2008

Nr.	Position Landeshaushalt HH	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
	Eisenbahnen und öffentlicher Personenverkehr (bis 2000: Schienenverkehr)													
74	Maßnahmen für den öffentlichen Personennahverkehr	98,58	163,70	172,21	88,00	105,89	103,85	108,50	107,20	96,72	105,66	97,76	210,16	212,95
	VE	47,19	123,57	126,05	77,37	210,53	30,12	9,49	14,84	529,25	470,76	463,81	417,62	380,64
749	Sonstiges	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,45	0,30
	VE	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Summe Oberfunktion 74	98,58	163,70	172,21	88,00	105,89	103,85	108,50	107,20	96,72	105,66	97,76	210,61	213,25
	VE	47,19	123,57	126,05	77,37	210,53	30,12	9,49	14,84	529,25	470,76	463,81	417,92	380,64
83	Verkehrsunternehmen	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
831	Straßenverkehrsunternehmen	9,09	9,19	0,13	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00
	VE	7,98	8,69	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
832	Eisenbahnen	8,45	8,74	1,53	69,44	64,78	65,24	64,66	92,44	94,85	97,39	98,63	1,20	1,17
	VE	8,71	9,37	1,07	69,82	64,86	63,04	65,21	93,43	94,10	97,50	96,90	0,00	0,00
833 (bis 2000)	Schifffahrt	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	VE	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
834	Häfen und Umschlag	0,00	0,00	0,00	0,88	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	VE	0,88	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
835	Flughafen und Luftverkehr	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
839	Sonstiges (Bis 2000: Sonstige Verkehrsunternehmen)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	VE	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Summe Oberfunktion 83	17,54	17,93	1,67	70,39	64,85	65,31	64,73	92,51	94,85	97,39	98,63	1,20	1,17
	VE	17,57	18,06	1,07	69,82	64,86	63,04	65,21	93,43	94,10	97,50	96,90	0,00	0,00
	Eisenbahnen und öffentlicher Personenverkehr ABSOLUT	180,89	323,26	301,00	305,59	446,12	262,32	247,93	307,98	814,92	771,31	757,10	629,73	595,05
	Eisenbahnen und öffentlicher Personenverkehr RELATIV	0,0157	0,0282	0,0269	0,0269	0,0388	0,0232	0,0217	0,0260	0,0640	0,0616	0,0615	0,0506	0,0475
HEINZ Bezeichnung	Nachhaltige Mobilität	0,0157	0,0282	0,0269	0,0269	0,0388	0,0232	0,0217	0,0260	0,0640	0,0616	0,0615	0,0506	0,0475
	Budget GESAMT in Mio €	11505,45	11471,19	11200,22	11378,83	11492,32	11321,86	11422,15	11822,89	12726,25	12529,99	12311,05	12437,30	12526,44

Tabelle 28: Überblick der Ergebnisse der Nachhaltigkeitsbewertung

Globale NH	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
NH- WERT min/max GG	0,3712	0,3731	0,4061	0,4163	0,4795	0,4831	0,4779	0,4357	0,4815	0,4378	0,3769	0,4693	0,4900
NH- WERT min/max HH	0,3437	0,3654	0,3748	0,3846	0,3904	0,3959	0,3997	0,4357	0,4560	0,4378	0,3754	0,3997	0,3634
NH- WERT min/max HH mit max. Zielwerten	0,8055	0,8056	0,8056	0,8056	0,8056	0,8056	0,8056	0,8056	0,8056	0,8056	0,8056	0,8055	0,8055

Zwischenvariablen
(nicht defuzzifiziert!)

NH- WERT min/max GG	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Ökologische NH niedrig	0,6000	0,5673	0,4618	0,5000	0,4400	0,3849	0,4715	0,5003	0,3600	0,4171	0,4400	0,4171	0,4171
Ökologische NH mittel	0,3736	0,4231	0,5382	0,4522	0,5118	0,5054	0,5000	0,4997	0,5061	0,5200	0,5084	0,5084	0,5084
Ökologische NH hoch	0,1124	0,1384	0,2116	0,2200	0,4326	0,4326	0,4326	0,2709	0,4710	0,4134	0,3732	0,3823	0,3823
Ökonomische NH niedrig	0,7238	0,7377	0,7451	0,6230	0,5986	0,6100	0,6155	0,5515	0,5215	0,4892	0,2589	0,3164	0,2325
Ökonomische NH mittel	0,1601	0,1221	0,2115	0,3770	0,4014	0,3900	0,3853	0,4491	0,4792	0,5071	0,5496	0,6255	0,6199
Ökonomische NH hoch	0,1381	0,0000	0,1001	0,1056	0,1600	0,1511	0,2086	0,1800	0,2086	0,0300	0,0900	0,3100	0,3801
Soziale NH niedrig	0,5208	0,5208	0,5209	0,5209	0,4838	0,4555	0,4365	0,5135	0,5417	0,5221	0,5418	0,5081	0,5252
Soziale NH mittel	0,4212	0,3928	0,4117	0,4782	0,5161	0,5445	0,5635	0,4782	0,4302	0,2666	0,0869	0,1913	0,3739
Soziale NH hoch	0,0907	0,1395	0,1394	0,1333	0,0986	0,0485	0,1697	0,1333	0,1304	0,0869	0,0521	0,1273	0,0417

NH- WERT min/max HH gewichtet	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Ökologische NH niedrig	0,6000	0,5673	0,4400	0,5000	0,4231	0,2800	0,3462	0,3075	0,1156	0,3660	0,4400	0,4171	0,4171
Ökologische NH mittel	0,4000	0,4326	0,5282	0,5000	0,5118	0,5054	0,5000	0,5003	0,5061	0,5200	0,5084	0,5084	0,5084
Ökologische NH hoch	0,0781	0,1384	0,1384	0,1384	0,1384	0,1384	0,1384	0,2709	0,3386	0,4047	0,1625	0,0571	0,0355
Ökonomische NH niedrig	0,7238	0,7377	0,7451	0,6230	0,5986	0,6100	0,6155	0,5515	0,5215	0,4892	0,2589	0,3164	0,2325
Ökonomische NH mittel	0,1601	0,1221	0,2115	0,3770	0,4014	0,3900	0,3853	0,4491	0,4792	0,5071	0,5496	0,6255	0,6199
Ökonomische NH hoch	0,0011	0,0000	0,0020	0,0020	0,0030	0,0040	0,0050	0,0200	0,0279	0,0000	0,0290	0,0369	0,0529
Soziale NH niedrig	0,5208	0,5208	0,5209	0,5209	0,4838	0,4555	0,4365	0,5135	0,5417	0,5221	0,5418	0,5081	0,5252
Soziale NH mittel	0,4212	0,3928	0,4117	0,4782	0,5161	0,5445	0,5635	0,4782	0,4302	0,2666	0,0869	0,1913	0,3739
Soziale NH hoch	0,0600	0,1044	0,1304	0,0869	0,0087	0,0000	0,1126	0,0869	0,0986	0,0350	0,0061	0,1273	0,0000

Robusttest

NH- WERT min/max HH Extremwerte	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Ökologische NH niedrig	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Ökologische NH mittel	0,6000	0,5769	0,5382	0,5000	0,5118	0,4945	0,5000	0,5003	0,5061	0,4800	0,4400	0,4171	0,4171
Ökologische NH hoch	0,1460	0,2926	0,3902	0,4025	0,4882	0,5054	0,5000	0,4939	0,4939	0,5200	0,5600	0,5828	0,5818
Ökonomische NH niedrig	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Ökonomische NH mittel	0,7238	0,7377	0,7451	0,6230	0,5986	0,6760	0,6155	0,5515	0,5215	0,4892	0,2589	0,3164	0,2325
Ökonomische NH hoch	0,1430	0,1221	0,2115	0,3770	0,4014	0,3248	0,3853	0,4491	0,4792	0,5071	0,5496	0,6255	0,7266
Soziale NH niedrig	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Soziale NH mittel	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Soziale NH hoch	0,5788	0,6072	0,5882	0,5218	0,5161	0,5445	0,5635	0,5135	0,5626	0,5221	0,5418	0,5081	0,5252

Tabelle 29: Übersicht HEINZ-Indikatoren (normalisierte Datenreihe)

Leitbild Hamburg	Handlungsfeld	Indikator	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
	Abfallvermeidung	Siedlungsabfälle je Einwohner	0,9228	0,9186	0,9290	0,9332	0,9415	0,9361	0,9134	0,8710	0,8768	1,0008	0,9862	0,9973	0,9756
SCHWERPUNKT	Arbeitslosigkeit	Arbeitslosenquote	0,114	0,13	0,12	0,112	0,093	0,091	0,10	0,112	0,108	0,131	0,121	0,099	0,092
	Altersstruktur d. Bevölker.	Verhältnis der unter 18-Jährigen zu über 65-Jährigen	0,9500	0,9600	0,9700	0,9600	0,9500	0,9400	0,9300	0,9100	0,8764	0,8530	0,8310	0,8280	0,8150
	Armutsbekämpfung	Empfänger/-innen von Sozialleistungen	0,091	0,094	0,092	0,085	0,081	0,078	0,076	0,085	0,0893	0,1317	0,1354	0,135	0,131
SCHWERPUNKT	Ausländerintegration	Anteil ausländischer Schulabgänger/-innen ohne Schulabschluss	0,1890	0,1730	0,1820	0,1830	0,2050	0,1970	0,1770	0,1830	0,1990	0,2000	0,2040	0,1840	0,1520
SCHWERPUNKT	Bildung	Schulabgänger/-innen ohne Abschluss	0,1110	0,1130	0,1100	0,1150	0,1240	0,1250	0,1160	0,1150	0,1100	0,1150	0,1150	0,1030	0,0820
	"Fairer" Handel Transfair Kaffee bei Budni	Anteil des Transfair-Kaffees am gesamten Kaffeeabsatz	0,0284	0,0242	0,0227	0,0209	0,0318	0,0648	0,0769	0,0897	0,0957	0,1013	0,1098	0,1250	0,1535
SCHWERPUNKT	Flächenschutz	Flächenversiegelung	0,9595	0,9621	0,9611	0,9640	0,9655	0,9654	0,9712	0,9792	0,9873	0,9922	0,9980	0,9993	1,0000
	Gesundheit	vorzeitige Sterblichkeit < 65 Jahre	0,9614	0,8869	0,8669	0,8515	0,8252	0,7944	0,7925	0,7640	0,7533	0,7266	0,7050	0,6833	0,6618
SCHWERPUNKT	Gleichstellung der Frau	Bruttomonatsverdienst Frauen zu Männern	0,9718	0,9577	0,9577	0,9577	0,9507	0,9366	0,9437	0,9577	0,9507	0,9507	0,9718	0,9225	0,8908
SCHWERPUNKT	Integration d. Stadtteile	Verhältnis der reichsten zu ärmsten Stadtteilen	0,6324	0,6324	0,6618	0,6618	0,5882	0,5588	0,5588	0,5735	0,6176	0,8118	0,9632	0,8676	1,0000
SCHWERPUNKT	Kinderbetreuung	Ganztagsbetreuungsangebote	0,3730	0,3890	0,0000	0,3970	0,3690	0,3610	0,3350	0,0000	0,3990	0,3930	0,3830	0,4020	0,4340
SCHWERPUNKT	Klimaschutz	CO2 Emissionen nach Emittenten pro Einw. Und Jahr	0,9558	0,9217	0,9217	0,9217	0,9217	0,9217	0,9217	0,8467	0,8084	0,7710	0,7111	0,7111	0,7111
	Lärmschutz	Fläche mit Dauerschallpegel > 62 dB (A)	1,0000	1,0000	0,8195	0,6567	0,5836	0,5689	0,5493	0,5738	0,5983	0,6474	0,6817	0,6739	0,6739
	Lebens- u. Erholungsraum	Natur und Landschaftsschutzgebiete	0,0238	0,0477	0,0636	0,0737	0,0737	0,0737	0,0737	0,0805	0,0805	0,0950	0,0950	0,0950	0,0950
	Luftgüte	Luftgüte	0,6000	0,6200	0,4400	0,7800	0,4400	0,2800	0,5000	1,0000	0,3600	0,4800	0,4400	0,2200	0,3600
SCHWERPUNKT	Nachhaltige Mobilität	CO2 Emmissionen	0,81	0,78	0,78	0,78	0,78	0,78	0,78	0,78	0,76	0,73	0,75	0,75	0,75
	Öffentliche Sicherheit	Straftaten	0,8548	0,9355	0,8978	0,8871	0,8925	1,0000	0,8333	0,8441	0,8011	0,7586	0,7349	0,7366	0,7177
	Öffentliche Schulden	Zins/Steuer Quote	0,1599	0,1695	0,1548	0,1433	0,1416	0,1590	0,1550	0,1510	0,1550	0,1340	0,1180	0,1220	0,1190
	Preisstabilität	Verbraucherpreisindex (Deutschland)	0,7238	0,7377	0,7451	0,7492	0,7598	0,7746	0,7861	0,7943	0,8074	0,8197	0,8328	0,8516	0,8738
SCHWERPUNKT	Ressourceneffizienz	Unternehmen mit Ökoaudit/Ökoprofit	0,0001	0,0001	0,0002	0,0002	0,0003	0,0004	0,0005	0,0020	0,0028	0,0030	0,0029	0,0037	0,0053
	Wasser schonen	Verbrauch priv. Haushalte	0,9338	0,9191	0,8971	0,9044	0,8897	0,8824	0,8750	0,8676	0,8309	0,8162	0,8088	0,7794	0,7868

Literaturverzeichnis

- Abélès, M., Rossade, W. (1993), *Symbolische Politik in Europa*. Berlin, Duncker & Humblot.
- Albert, H. (1967), *Marktsoziologie und Entscheidungslogik : Ökonomische Probleme in soziologischer Perspektive*. Neuwied am Rhein [u.a.], Luchterhand.
- Altrock, C. v. (1993), *Fuzzy logic [Verschiedene Materialien]*. München [u.a.], Oldenbourg.
- Andriantiatsaholiniaina, L. A., Kouikoglou, V. S. und Phillis, Y. A. (2004), "Evaluating strategies for sustainable development: Fuzzy logic reasoning and sensitivity analysis." *Ecological Economics* 48 (2): 149-172.
- Atkinson, G. (1997), *Measuring sustainable development: Macroeconomics and the environment*. Cheltenham, Elgar.
- Bandemer, H. und Gottwald, S. (1990), *Einführung in Fuzzy-Methoden. Theorie und Anwendungen unscharfer Mengen*. Thun Frankfurt a.M., Akademie Verlag.
- Bartmann, H. (1996), *Umweltökonomie- Ökologische Ökonomie*. Stuttgart [u.a.], Kohlhammer.
- Baumol, W. J. und Oates, W. E. (1971), "The Use of Standards and Prices for Protection of the Environment." *Swedish Journal of Economics* 73 (1): 42-54.
- Beck, U. (1989), *Risikogesellschaft- Die neue Qualität technischer Risiken und der soziologische Beitrag zur Risikodiskussion*. in: M. Schmidt, *Leben in der Risikogesellschaft : der Umgang mit modernen Zivilisationsrisiken*. Karlsruhe, Müller, S. 13-31.
- Bell, S. und Morse, S. (2003), *Measuring sustainability: Learning by doing*. London [u.a.], Earthscan.
- Bell, S. und Morse, S. (2008), *Sustainability indicators: measuring the immeasurable?* London [u.a.], Earthscan.
- Biethahn, J., Hönerloh, A. und Kuhl, J. (1997), *Fuzzy-Set-Theorie in betriebswirtschaftlichen Anwendungen*. München, Vahlen.
- Biewer, B. (1997), *Fuzzy-Methoden: Praxisrelevante Rechenmodelle und Fuzzy-Programmiersprachen; mit 116 Tabellen*. Berlin [u.a.], Springer-Verlag.
- Binder, K. G. (1999), *Grundzüge der Umweltökonomie*. München, Verlag Vahlen.
- Bizer, K. (1998), "Individuelles Verhalten, Institutionen und responsives Recht." *Sofia-Diskussionsbeiträge zur Institutionenanalyse* No. 98-3.

- Bizer, K. und Sternberg, R. (2001), "Grundprobleme von Indikatorsystemen für Regionale Nachhaltigkeit." *Raumforschung und Raumordnung* 59 (5): 381-391.
- Blankenburg, E. (1980), Die Implementation von Recht als Programm. in: R. Mayntz, *Implementation politischer Programme: empirische Forschungsberichte*. Königstein/Ts., Verlagsgruppe Athenäum, Hain, Scriptor, Hanstein, 127-137.
- Blazejczak, J., Hildebrandt, E., Spangenberg, J. H. und Weider, H. (2000), *Arbeit und Ökologie*. Berlin, Wuppertal.
- Bleischwitz, R. (1998), *Ressourcenproduktivität: Innovationen für Umwelt und Beschäftigung*. Berlin [u.a.], Springer-Verlag.
- Blockley, D. I. (1979), "The role of fuzzy sets in civil engineering." *Fuzzy Sets and Systems* 2 (4): 267-278.
- Blühdorn, I. (2007), "Sustaining the unsustainable: Symbolic politics and the politics of simulation." *Environmental Politics* 16 (2): 251-275.
- BMI (1976), *Umweltbericht 76: Fortschreibung des Umweltprogramms der Bundesregierung vom 14.juli 1976*, Kohlhammer.
- BMI (2001), *Jahresbericht 2001*. Berlin.
- BMU (1997), *Umweltpolitik: Konferenz der Vereinten Nationen für Umwelt und Entwicklung im Juni 1992 in Rio de Janeiro*. Bonn.
- BMU/UBA (1999), *Lokale Agenda 21 im europäischen Vergleich*. Bonn.
- Bode, W. und Hohnhorst, M. v. (2000), *Waldwende: vom Försterwald zum Naturwald; [mit 1 Tab.]*. München, Beck.
- Böhringer, C. und Vogt, C. (2003), "Düstere Perspektiven für den Klimaschutz." *Perspektiven der Wirtschaftspolitik* 4 (1): 85-106.
- Bonus, H. (1979), "Öffentliche Güter: Verführung und Gefangenendilemma." *List Forum für Wirtschafts- und Finanzpolitik* Bd. 10: 69-102.
- Bonus, H., Beyer, I. (2000), *Symbolische Umweltpolitik aus der Sicht der Neuen Institutionenökonomik*. in: B. Hansjürgens and G. Lübke-Wolff, *Symbolische Umweltpolitik*. Frankfurt am Main, Suhrkamp, 277-296.
- Boschma, R. A. (2004), "Competitiveness of Regions from an Evolutionary Perspective." *Regional Studies* 38 (9): 1001-1014.
- Bothe, H.-H. (1998), *Neuro-Fuzzy-Methoden: Einführung in Theorie und Anwendungen*. Berlin [u.a.], Springer.

- Bothe, H. H. (1993), Fuzzy-Logic: Einführung in Theorie und Anwendungen. Berlin [u. a.], Springer-Verlag.
- Brekke, K. A. (1997), Economic growth and the environment: On the measurement of income and welfare. Cheltenham, UK [u.a.], Elgar.
- Brinkmann, J. (1999), Indikatoren zur Operationalisierung des Leitbildes nachhaltiger Entwicklung. in: J. Birkmann et al., Indikatoren für eine nachhaltige Raumentwicklung: Methoden und Konzepte der Indikatorenforschung. Dortmund, 14-20.
- Brinkmann, J. (1999a), Aktuelle Indikatorkonzepte. in: J. Birkmann et al., Indikatoren für eine nachhaltige Raumentwicklung: Methoden und Konzepte der Indikatorenforschung. Dortmund, 21-56.
- Brundtland, G. H. (1987), Our Common Future: Report of the World Commission on Environment and Development. Oxford, Oxford University Press.
- Bundesministerium für Umwelt, N. u. R. B. (1998), Umweltökonomische Gesamtrechnungen: Dritte Stellungnahme des Beirats "Umweltökonomische Gesamtrechnungen" beim Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit zu den Umsetzungskonzepten des Statistischen Bundesamts. Verabschiedet auf der Sitzung des Beirats am 6. Juli 1998 in Wiesbaden. Bonn, Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit.
- Bundesministerium für Umwelt, N. u. R. B. (2002), Umweltökonomische Gesamtrechnungen: Vierte und abschließende Stellungnahme des Beirats "Umweltökonomische Gesamtrechnungen" beim Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit zu den Umsetzungskonzepten des Statistischen Bundesamts. Bonn, Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit.
- Bundesregierung (2002), Perspektiven für Deutschland: Unsere Strategie für eine nachhaltige Entwicklung. Berlin, Presse- und Informationsamt der Bundesregierung.
- Bundesverband der Deutschen Industrie (BDI) (2001/12), "Marktwirtschaftliche Instrumente in der Umweltpolitik, Freiwillige Vereinbarungen, Steuern und Zertifikate im Vergleich." Positionspapier.
- Burnett, M. L. (1998), "The Pollution Prevention Act of 1990: A Policy Whose Time Has Come or Symbolic Legislation?" Environmental Management 22 (2): 213-224.
- Cansier, D. (1996), Umweltökonomie: 9 Tabellen. Stuttgart, Lucius & Lucius.

- Cantor, G. und Zermelo, E. (1966), *Gesammelte Abhandlungen mathematischen und philosophischen Inhalts: Mit erläuternden Anmerkungen sowie mit Ergänzungen aus dem Briefwechsel Cantor-Dedekind*. Hildesheim, Olms.
- Cao, H. und Chen, G. (1983), "Some applications of fuzzy sets to meteorological forecasting." *Fuzzy Sets and Systems* 9 (1-3): 1-12.
- Carlowitz, H. C. v., Imer, K. und Grober, U. (2000), *Sylvicultura oeconomica: Anweisung zur wilden Baum-Zucht*. Freiberg, TU, Bergakademie.
- Coase, R. H. (1960), "The Problem of Social Cost." *Journal of Law and Economics* 3: 1-44.
- Costanza, R., Cumberland, J. H., Daly, H. E., Goodland, R. J. et al. (2001), *Einführung in die ökologische Ökonomik*. Stuttgart, Lucius & Lucius.
- Costanza, R., Cumberland, J. H., Daly, H. E., Goodland, R. J. et al. (1997), *An introduction to ecological economics*. Boca Raton, Fla., St. Lucie Press.
- Cotterrell, R. (1992), *The sociology of law: An introduction*. London [u.a.], Butterworth.
- Cox, E. (1994), *The Fuzzy Systems Handbook: A practioner's guide to building, using, and maintaining fuzzy systems Diskette (IBM disk with C++ source code)*. Boston [u.a.], AP Professional.
- Daly, H. E. (1990), "Sustainable development: From concept and theory to operational principles." *Population and Development Review* 16: 25-43.
- Daly, H. E. (1996), "Beyond Growth: The Economics of Sustainable Development." *Population and development review* 22 (4): 783-788.
- Daly, H. E. (1997), "Reply to Solow/Stiglitz." *Ecological Economics* 22 (3): 271-273.
- Daly, H. E. und Farley, J. (2004), *Ecological economics: Principles and applications*. Washington [u.a.], Island Press.
- Dasgupta, P. und Mäler, K.-G. (2001), "Wealth as a criterion for sustainable development." *Beijer International Institute of Ecological Economics* No. 139.
- Deutscher Bundestag (1998), "Enquete-Kommission "Schutz des Menschen und der Umwelt". Ziele und Rahmenbedingungen einer nachhaltigen zukunftsverträglichen Entwicklung: Konzept Nachhaltigkeit - Vom Leitbild zur Umsetzung." No. 13/11200.
- Deutschland (1994), "Die Industriegesellschaft gestalten : Perspektiven für einen nachhaltigen Umgang mit Stoff- und Materialströmen; Bericht der Enquete-Kommission "Schutz des Menschen und der Umwelt - Bewertungskriterien und Perspektiven für Umweltverträgliche Stoffkreisläufe in der Industriegesellschaft" des 12. Deutschen Bundestages." *Economica-Verlag*.

- Deutschland (2008), Fortschrittsbericht 2008 zur nationalen Nachhaltigkeitsstrategie: Unterrichtung durch die Bundesregierung. Bonn, Deutscher Bundestag.
- Deutschland. Minister des Innern (1973), Das Verursacherprinzip. Möglichkeiten u. Empfehlungen z. Durchsetzung. Bonn, Bundesministerium des Innern.
- Diefenbacher, H., Frank, A., Leipner, I. und Teichert, V. (2004), Indikatoren nachhaltiger Entwicklung in Deutschland: Ein alternatives Indikatorensystem zur nationalen Nachhaltigkeitsstrategie. Heidelberg, Forschungsstätte der Evangelischen Studiengemeinschaft.
- Dubois, D. und Prade, H. (1978), "Fuzzy Real Algebra: Some Results." *Fuzzy Sets and Systems* 2: 327-348.
- Dubois, D. und Prade, H. (1980), *Fuzzy sets and systems: theory and applications* New York, NY [u.a.], Academic Press.
- Dubois, D. und Prade, H. (1988), *Possibility theory: An approach to computerized processing of uncertainty*. New York [u. a.], Plenum Press.
- Dubois, D. und Prade, H. M. (2000), *Fundamentals of fuzzy sets*. Boston, Mass. [u.a.], Kluwer Academic Publishers.
- Ducey, M. J. und Larson, B. C. (1999), "A fuzzy set approach to the problem of sustainability." *Forest Ecology and Management* 115 (1): 29-40.
- Dwyer, J. P. (1990), "The Pathology of Symbolic Legislation." *Ecology Law Quarterly* 17: 233-316.
- Endres, A. (1994), *Umweltökonomie: Eine Einführung*. Darmstadt, Wissenschaftliche Buchgesellschaft.
- Endres, A. (2000), *Umweltökonomie*. Stuttgart [u.a.], Kohlhammer.
- Endres, A. und Martiensen, J. (2007), *Mikroökonomik: eine integrierte Darstellung traditioneller und moderner Konzepte in Theorie und Praxis*. Stuttgart, Kohlhammer.
- Fedrezzi, M. (1987), *Introduction to Fuzzy Sets and Possibility Theory*. in: J. Kacprzyk and S. A. Orlovski, *Optimization Models Using Fuzzy Sets and Possibility Theory*. Dordrecht [u.a.], Kluwer Academic Publishers, 13-26.
- Feess, E. (1998), *Umweltökonomie und Umweltpolitik*. München, Verlag Vahlen.
- Fine, T. L. (1973), *Theories of probability: An examination of foundations* New York [u.a.], Academic Press.

- Flemming, K. (1977), *Unschärfe Mengen: Ein Beitrag zur Theorie und einige Aspekte ihrer Anwendung in den Wirtschaftswissenschaften*. Fachbereich Wirtschaftswissenschaften. Paderborn.
- Florida, R. (1995), "Toward the learning region." *Futures* 27 (5): 527-536.
- Freie und Hansestadt Hamburg (2002), *Leitbild: Metropole Hamburg - Wachsende Stadt*. Hamburg.
- Freie und Hansestadt Hamburg (2009), *Leitbild Hamburg: Wachsen mit Weitsicht*. Hamburg.
- Freie und Hansestadt Hamburg. Finanzbehörde (1996), *Der Hamburger Haushalt 1996*. Hamburg.
- Freie und Hansestadt Hamburg. Finanzbehörde (1997), *Der Hamburger Haushalt 1997*. Hamburg.
- Freie und Hansestadt Hamburg. Finanzbehörde (1998), *Der Hamburger Haushalt 1998*. Hamburg.
- Freie und Hansestadt Hamburg. Finanzbehörde (1999), *Der Hamburger Haushalt 1999*. Hamburg.
- Freie und Hansestadt Hamburg. Finanzbehörde (2000), *Der Hamburger Haushalt 2000*. Hamburg.
- Freie und Hansestadt Hamburg. Finanzbehörde (2001), *Der Hamburger Haushalt 2001*. Hamburg.
- Freie und Hansestadt Hamburg. Finanzbehörde (2002), *Der Hamburger Haushalt 2002*. Hamburg.
- Freie und Hansestadt Hamburg. Finanzbehörde (2003), *Der Hamburger Haushalt 2003*. Hamburg.
- Freie und Hansestadt Hamburg. Finanzbehörde (2004), *Der Hamburger Haushalt 2004*. Hamburg.
- Freie und Hansestadt Hamburg. Finanzbehörde (2005), *Der Hamburger Haushalt 2005*. Hamburg.
- Freie und Hansestadt Hamburg. Finanzbehörde (2006), *Der Hamburger Haushalt 2006*. Hamburg.
- Freie und Hansestadt Hamburg. Finanzbehörde (2007), *Der Hamburger Haushalt 2007*. Hamburg.
- Freie und Hansestadt Hamburg. Finanzbehörde (2008), *Der Hamburger Haushalt 2008*. Hamburg.

- Gawel, E. (1995), Theoretische Annäherung: Zur Neuen Politischen Ökonomie der Umweltabgaben. in: W. Benkert, J. Bunde and B. Hansjürgens, Wo bleiben die Umweltabgaben? : Erfahrungen, Hindernisse, neue Ansätze. Marburg, Metropolis-Verl., 47-101.
- Georgescu-Roegen, N. (1971), The entropy law and the economic process. Cambridge.
- Goeller, H. E. und Weinberg, A. M. (1977), The age of substitutability or What do we do when the mercury runs out? Eindhoven.
- Grunwald, A. und Kopfmüller, J. (2006), Nachhaltigkeit. Frankfurt am Main [u.a.], Campus-Verlag.
- Hansjürgens, B. (2000), Symbolische Umweltpolitik- Eine Erklärung aus der Sicht der Neuen Politischen Ökonomie. in: B. Hansjürgens and G. Lübke-Wolff, Symbolische Umweltpolitik. Frankfurt am Main, Suhrkamp, 144-182.
- Head, B. W. (2008), "Three Lenses of Evidence-Based Policy." Australian Journal of Public Administration 67 (1): 1-11.
- Heinz, I. (1997), Wozu Monetarisierung von Umweltschäden? Eine kritische Bestandsaufnahme. in: H.-D. Feser and M. v. Hauff, Neuere Entwicklungen in der Umweltökonomie und -politik. Regensburg, Transfer-Verlag, 213-228.
- Hensel, S. (2010), Der Nachhaltigkeitsbegriff in der Gesetzesfolgenabschätzung in Deutschland. in: Gesetzesfolgenabschätzung in der Anwendung : Perspektiven und Entwicklungstendenzen. Baden-Baden, Nomos, 291-315.
- Hezri, A. A. und Dovers, S. R. (2006), "Sustainability indicators, policy and governance: Issues for ecological economics." Ecological Economics 60 (1): 86-99.
- Hezri, A. A. und Dovers, S. R. (2009), "Australia's Indicator-Based Sustainability Assessments and Public Policy." Australian Journal of Public Administration 68 (3): 303-318.
- Hinterberger, F., Luks, F. und Schmidt-Bleek, F. (1997), "Material flows vs 'natural capital': What makes an economy sustainable?" Ecological economics 23 (1): 1-14.
- Hobbensiefken, G. (1991), Ökologieorientierte Volkswirtschaftslehre. München [u.a.], Oldenbourg.
- Hoevenagel, R. (1994), A comparison of economic valuation methods. in: R. Pethig, Valuing the environment: methodological and measurement issues. Dordrecht [u.a.], Kluwer, 250-270.

- Holmblad, L. P. und Ostergaard, J.-J. (1982), Control of a cement kiln by fuzzy logic. in: M. M. Gupta and E. Sanchez, Fuzzy information and decision processes. Amsterdam [u.a.], North-Holland Publishing, 398-409.
- Holstein, L. (2003), Nachhaltigkeit und neoklassische Ökonomik: Der homo oeconomicus und die Begründung intergenerationeller Gerechtigkeit. Marburg, Metropolis-Verlag.
- Horsch, H. (2001), Nachhaltige Wasserbewirtschaftung und Landnutzung: Methoden und Instrumente der Entscheidungsfindung und -umsetzung. Marburg, Metropolis-Verlag.
- Huston, A. C. (2008), "From Research to Policy and Back." *Child Development* 79: 1-12.
- Jänicke, M. und Jörgens, H. (2000), Umweltplanung im internationalen Vergleich: Strategien der Nachhaltigkeit ; mit 9 Tabellen. Berlin [u.a.], Springer-Verlag.
- Jenßen, A. (1999), Unschärfe Zahlen in der Finanzwirtschaft: Fuzzy Sets zur Erfassung von Unsicherheit. Göttingen, Cuvillier.
- Kacprzyk, J. (1988), Combining fuzzy imprecision with probabilistic uncertainty in decision making. Berlin [u.a.], Springer.
- Kacprzyk, J. (1997), Multistage fuzzy control: a model-based approach to fuzzy control and decision making. Chichester [u.a.], Wiley.
- Kahlert, J. und Frank, H. (1993), Fuzzy-Logik und Fuzzy-Control [Verschiedene Materialien]: Eine anwendungsorientierte Einführung mit Begleitsoftware. Braunschweig [u.a.], Vieweg.
- Kaufmann, A. (1986), "On the Relevance of Fuzzy Sets for Operations Research." *European Journal of Operational Research* 25 (3): 330-335.
- Kemper, M. (1989), Das Umweltproblem in der Marktwirtschaft: Wirtschaftstheoretische Grundlagen und vergleichende Analyse umweltpolitischer Instrumente in der Luftreinhalte- und Gewässerschutzpolitik. Berlin, Duncker & Humblot.
- Kindermann, H. (1988), "Symbolische Gesetzgebung." *Jahrbuch für Rechtssoziologie und Rechtstheorie* 13: 222-245.
- Kirchgässner, G. (1997), "Nachhaltigkeit in der Umweltnutzung: Einige Bemerkungen." *Zeitschrift für Umweltpolitik und Umweltrecht* 20: 1-34.
- Kitson, M., Martin, R. und Tyler, P. (2004), "Regional Competitiveness: An Elusive yet Key Concept?" *Regional Studies* 38 (9): 991-999.
- Klemmer, P. (1996), "Das Prinzip der Nachhaltigkeit: Neuere stoffpolitische Ansätze." *Lister Forum für Wirtschafts- und Finanzpolitik* 22 (4): 313-330.

- Klir, G. J. und Folger, T. A. (1988), Fuzzy sets, uncertainty, and information. Englewood Cliffs, NJ, Prentice Hall.
- Kopfmüller, J. (2001), Nachhaltige Entwicklung integrativ betrachtet: konstitutive Elemente, Regeln, Indikatoren. Berlin, Ed. Sigma.
- Kopfmüller, J., Brandl, V., Jörissen, J., Paetau, M. et al. (2001), Nachhaltige Entwicklung integrativ betrachtet. Konstitutive Elemente, Regeln, Indikatoren. Berlin, Edition sigma.
- Krüger, L. (2010), "Bewertung regionaler Nachhaltigkeit." Diskussionspapier Doktorandenseminar, unveröffentlicht.
- Krüger, L. und Bizer, K. (2010), "Innovationen im Kontext von Nachhaltigkeit." Department of Economics, Universität Göttingen Discussion Paper No. 144.
- Krumm, R. (1996), Internationale Umweltpolitik: Eine Analyse aus umweltökonomischer Sicht. Berlin [u.a.], Springer-Verlag.
- Kruse, R., Gebhardt, J. und Klawonn, F. (1995), Fuzzy-Systeme. Stuttgart, Teubner.
- Kuhl, J. (1996), Angepaßte Fuzzy-Regelungssysteme: Entwicklung und Einsatz bei ausgewählten betriebswirtschaftlichen Problemstellungen. Bovenden, Unitext-Verlag.
- Lenk, H. und Maring, M. (2003), Natur - Umwelt - Ethik. Münster [u.a.], Lit.
- Linscheidt, B. (2000), Kooperative Steuerung als neues Modell der Umweltpolitik. Eine theoretische Einordnung. in: K. Bizer, B. Linscheidt and A. Truger, Staatshandeln im Umweltschutz: Perspektiven einer institutionellen Umweltökonomik. Berlin, Duncker & Humblot, 169-193.
- Lübbe-Wolff, G. (2000), Erscheinungsformen symbolischen Umweltrechts. in: B. Hansjürgens and G. Lübbe-Wolff, Symbolische Umweltpolitik. Frankfurt am Main, Suhrkamp, 25-62.
- Lucas, R. E. (1988), "On the mechanics of economic development." Journal of Monetary Economics 22 (1): 3-42.
- Lueg, B. (2010), Ökonomik des Handels mit Umweltrechten: umweltökonomische Grundlagen, Instrumente und Wirkungen - insbesondere in der EU. Frankfurt/M. [u.a.], Lang.
- Mackie, P. J. und Nellthorp, J. (2003), Transport Appraisal in a Policy Context. in: A. D. Pearman, P. J. Mackie, J. Nellthorp and Interdisciplinary Centre for Comparative Research in the Social Sciences, Transport projects, programmes and policies : evaluation needs and capabilities. Aldershot [u.a.], Ashgate, 3-16.

- Mamdani, E. H. (1976), "Advances in the linguistic synthesis of fuzzy controllers." *International Journal of Man-Machine Studies* 8 (6): 669-678.
- Mayer, A. (1993), *Fuzzy Logic: Einführung und Leitfaden zur praktischen Anwendung; mit Fuzzy-Shell in C++*. Bonn [u.a.], Addison-Wesley.
- Menzel, J. (2009), "Vier Nachhaltigkeitsstrategien im Vergleich- und was Hamburg von ihnen lernen kann." Retrieved 02.09.2009, from http://www.zukunftsrat.de/download/Hamburger_nachhaltigkeitsstrategie09.pdf.
- Michaelis, P. (1996), *Ökonomische Instrumente in der Umweltpolitik: Eine anwendungsorientierte Einführung*. Heidelberg, Physica-Verlag.
- Michaelis, P. und Zerle, P. (2006), "From ACEA's voluntary agreement to an emission trading scheme for new passenger cars." *Journal of Environmental Planning & Management* 49 (3): 435-453.
- Motro, A. (1997), Sources of Uncertainty, Imprecision, and Inconsistency in Information Systems in: A. Motro and P. Smets, *Uncertainty management in information systems : from needs to solutions*. Boston, Mass. [u.a.], Kluwer, S. 222-234.
- Müller, M. und Schaltegger, S. (2008), *Corporate Social Responsibility: Trend oder Modeerscheinung ; ein Sammelband mit ausgewählten Beiträgen von Mitgliedern des Doktorandennetzwerkes nachhaltiges Wirtschaften (DNW)*. München, Oekom.
- Newig, J. (2007), "Symbolic environmental legislation and societal self-deception." *Environmental Politics* 16 (2): 276-296.
- Noll, P. (2009), *Statistisches Matching mit Fuzzy Logic: Theorie und Anwendung in Sozial- und Wirtschaftswissenschaften*. Wiesbaden, Vieweg + Teubner.
- Obinger, H. (2004), *Politik und Wirtschaftswachstum: ein internationaler Vergleich*. Wiesbaden, VS Verl. für Sozialwissenschaften.
- Ott, K. und Döring, R. (2004), *Theorie und Praxis starker Nachhaltigkeit*. Marburg, Metropolis-Verlag.
- Pearce, D. W. (1993), *Economic values and the natural world*. London, Earthscan.
- Pearce, D. W. (1998), *Economics and environment: essays on ecological economics and sustainable development*. Cheltenham [u.a.], Elgar.
- Pearce, D. W., Atkinson, G. und Hamilton, K. (1997), *The Measurement of Sustainable Development in: J. Berg and M. W. Hofkes, Theory and Implementation of Economic Models for Sustainable Development*. Dordrecht, Kluwer Academic Publishers.

- Pearce, D. W., Markandya, A., Barbier, E. B., Pearce, D. W. et al. (1989), *Blueprint for a green economy: A report*. London, Earthscan.
- Pearce, D. W. und Turner, R. K. (1990), *Economics of natural resources and the environment*. Baltimore, The Johns Hopkins University Press.
- Pezzey, J. C. V. (1992), "Sustainable development concepts: An economic analysis." *World Bank environment paper* No. 2.
- Pezzey, J. C. V. und Toman, M. A. (2005), Sustainability and its economic interpretations. in: R. D. Simpson, M. A. Toman, R. U. Ayres and Resources for the Future Inc., *Scarcity and growth revisited: natural resources and the environment in the new millennium*. Washington, DC, Resources for the Future, 121-141.
- Phillis, Y. A. und Andriantiatsaholiniaina, L. A. (2001), "Sustainability: An ill-defined concept and its assessment using fuzzy logic." *Ecological Economics* 37 (3): 435-456.
- Phillis, Y. A. und Kouikoglou, V. S. (2009), *Fuzzy Measurement of Sustainability*. New York, Nova Science.
- Pigou, A. C. (1932), *The economic of welfare*. London, Macmillan.
- Prato, T. (2007), "Assessing ecosystem sustainability and management using fuzzy logic." *Ecological Economics* 61 (1): 171-177.
- Rat von Sachverständigen für Umweltfragen (1994), *Umweltgutachten 1994: Für eine dauerhaft-umweltgerechte Entwicklung*. Stuttgart, Metzler-Poeschel.
- Renn, O., León, C. D., Clar, G. und Akademie für Technikfolgenabschätzung in Baden-Württemberg (2000), *Nachhaltige Entwicklung in Baden-Württemberg: Statusbericht 2000 - Langfassung*. Stuttgart, Akademie für Technikfolgenabschätzung in Baden-Württemberg.
- Renn, O., Deuschle, J., Jäger, A., Weimer-Jehle, W. (2007), *Leitbild Nachhaltigkeit – Eine normativ-funktionale Konzeption und ihre Umsetzung*. Wiesbaden.
- Rogall, H. (2000), *Bausteine einer zukunftsfähigen Umwelt- und Wirtschaftspolitik: Eine praxisorientierte Einführung in die Neue Umweltökonomie und Ökologische Ökonomie*. Berlin, Duncker & Humblot.
- Rogall, H. (2008), *Ökologische Ökonomie: Eine Einführung*. Wiesbaden, VS Verlag.
- Romer, P. M. (1990), "Endogenous Technological Change." *Journal of Political Economy* 98 (5): 71-102.
- Rommelfanger, H. (1988), *Entscheiden bei Unschärfe. Fuzzy Decision Support-Systeme*. Berlin [u.a.], Springer-Verlag.

- Rösler, C. (2002), Lokale Agenda 21 und nachhaltige Entwicklung in deutschen Kommunen. 10 Jahre nach Rio: Bilanz und Perspektiven. Berlin, Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, Referat Öffentlichkeitsarbeit.
- Sanderson, I. (2002), "Evaluation, Policy Learning and Evidence-Based Policy Making." *Public Administration* 80 (1): 1-22.
- Sarcinelli, U. (1994), „Fernsehdemokratie“. Symbolische Politik als konstruktives und als destruktives Element politischer Wirklichkeitsvermittlung. in: B. W. Wunden, Öffentlichkeit und Kommunikationskultur. Hamburg-Stuttgart, 31-42.
- Schoppe, A. (1991), Behandlungsmöglichkeiten der Unschärfe von Daten und Relationen. Göttingen, Unitext-Verlag.
- Serageldin, I. (1996), "Sustainability and the wealth of nations: First steps in an ongoing journey." *The World Bank Environmentally Sustainable Development Studies and Monographs Series*.
- Siebert, H. (1978), *Ökonomische Theorie der Umwelt*. Tübingen, Mohr.
- Siebert, H. (1998), *Economics of the environment: theory and policy*. Berlin [u.a.], Springer-Verlag.
- Sieferle, R. P. (1982), *Der unterirdische Wald: Energiekrise und industrielle Revolution*. München, Beck.
- Smets, P. (1997), Imperfect Information: Imprecision and Uncertainty. in: A. Motro and P. Smets, *Uncertainty management in information systems: from needs to solutions*. Boston, Mass. [u.a.], Kluwer, S. 225-254.
- Solow, R. (1992), *An almost practical step toward sustainability*. Washington, D.C., Resources for the Future.
- Solow, R. M. (1974), "The Economics of Resources or the Resources of Economics." *American Economic Review* 64 (2): 1-14.
- Solow, R. M. (1986), "On the Intergenerational Allocation of Natural Resources." *Scandinavian Journal of Economics* 88 (1): 141-149.
- Solow, R. M. (1997), "Georgescu-Roegen versus Solow-Stiglitz." *Ecological Economics* 22 (3): 267-268.
- Sorrell, S. (2007), "Improving the evidence base for energy policy: The role of systematic reviews." *Energy Policy* 35 (3): 1858-1871.
- Stephan, G. und Ahlheim, M. (1996), *Ökonomische Ökologie*. Berlin [u.a.], Springer.

- Stiglitz, J. E. (1997), "Georgescu-Roegen versus Solow/Stiglitz." *Ecological Economics* 22 (3): 269-270.
- Teichert, V. (2002), *Indikatoren zur Lokalen Agenda 21: Ein Modellprojekt in sechzehn Kommunen*. Opladen, Leske + Budrich.
- Tietenberg, T. und Lewis, L. (2009), *Environmental & natural resource economics*. Boston, MA [u.a.], Pearson/Addison-Wesley.
- Turok, I. (2004), "Cities, Regions and Competitiveness." *Regional Studies* 38 (9): 1069-1083.
- Umweltbundesamt (UBA) (2002), *Nachhaltige Entwicklung in Deutschland: Die Zukunft dauerhaft umweltgerecht gestalten*. Berlin, Erich Schmidt Verlag.
- Vila, M. A. und Delgado, M. A. (1983), "On medical diagnosis using possibility measures." *Fuzzy Sets and Systems* 10 (1-3): 211-222.
- Vincke, P. und Gassner, M. (1992), *Multicriteria decision-aid*. Chichester [u.a.], Wiley.
- Von Prittwitz, V. (2000), *Symbolische Politik – Erscheinungsformen und Funktionen am Beispiel der Umweltpolitik*. in: B. Hansjürgens and G. Lübke-Wolff, *Symbolische Umweltpolitik*. Frankfurt am Main, Suhrkamp, 259-276.
- Voß, J.-P. (2008), *Nebenwirkung und Nachhaltigkeit: Reflexive Gestaltungsansätze zum Umgang mit sozial-ökologischen Ko-Evolutionsprozessen*. in: H. Lange, *Nachhaltigkeit als radikaler Wandel: die Quadratur des Kreises?* Wiesbaden, VS, Verl. für Sozialwiss., S. 237-260.
- Voß, M. (1989), *Symbolische Gesetzgebung: Fragen zur Rationalität von Strafgesetzgebungsakten*. Ebelsbach, Gremer.
- Walz, R. (1992), *Neue Technologien und Ressourcenschonung: Auswertung zentraler Veroeffentlichungen insbesondere unter dem Aspekt der Entkopplung von Wirtschaftswachstum und Ressourcenverbrauch, der Rolle neuer Technologien und der Entwicklung neuer Leitbilder*. Forschungsvorhaben für das BMBF. Karlsruhe.
- Weimann, J. (1995), *Umweltökonomik: Eine theorieorientierte Einführung*. Berlin [u.a.], Springer-Verlag.
- Wicke, L. (1993), *Umweltökonomie*. München, Verlag Vahlen.
- Wolf, J. (1988), *Lineare Fuzzy-Modelle zur Unterstützung der Investitionsentscheidung: Modellierung und Lösung von Investitionsproblemen mittels der Theorie unscharfer Mengen*. Frankfurt am Main [u.a.], Peter Lang Verlag.
- Yager, R. R. (1986), "Expected Values from Profitabilities of Fuzzy Subsets." *European Journal of Operational Research* 25 (3): 336-344.

- Zadeh, L. A. (1965), "Fuzzy Sets." *Information and control* 8 (3): 338-353.
- Zadeh, L. A. (1975), "The concept of a linguistic variable and its application to approximate reasoning-II." *Information Sciences* 8 (4): 301-357.
- Zadeh, L. A. (1976), "The concept of a linguistic variable and its application to approximate reasoning-III." *Information Sciences* 9 (1): 43-80.
- Zadeh, L. A. (1978), "Fuzzy sets as a basis for a theory of possibility." *Fuzzy Sets and Systems* 1 (1): 3-28.
- Zimmermann, H.-J. (1991), *Fuzzy set theory - and its applications*. Boston [u.a.], Kluwer Academic Publishers.
- Zimmermann, H.-J. (1996), *Fuzzy set theory - and its applications*. Boston [u.a.], Kluwer Academic Publishers.
- Zimmermann, H.-J. und Angstenberger, J. (1993), *Fuzzy-Technologien: Prinzipien, Werkzeuge, Potentiale*. Düsseldorf, VDI-Verlag.
- Zimmermann, H.-J. und Gutsche, L. (1991), *Multi-Criteria-Analyse: Einführung in die Theorie der Entscheidungen bei Mehrfachzielsetzungen*. Berlin [u.a.], Springer-Verlag.
- Zimmermann, H.-J. und Zysno, P. (1980), "Latent connectives in human decision making." *Fuzzy Sets and Systems* 4 (1): 37-51.
- Zukunftsrat Hamburg. (2009), "HEINZ 2009 - Hamburger Entwicklungs - Indikatoren Zukunftsfähigkeit - 30 Nachhaltigkeitsziele, Indikatoren, Zielwerte für 2020." Retrieved 20.02.2010, from <http://www.zukunftsrat.de/>.

Versicherung an Eides Statt

Ich versichere an Eides Statt, dass ich die eingereichte Dissertation

„Nachhaltigkeitspolitik: evidenzbasiert oder symbolisch? – Eine Praxisanwendung auf die Region Hamburg“

selbstständig verfasst habe. Anderer als der von mir angegebenen Hilfsmittel und Schriften habe ich mich nicht bedient. Alle wörtlichen oder sinngemäß den Schriften anderer Autorinnen und/oder Autoren entnommenen Stellen habe ich kenntlich gemacht.

Göttingen, den 28. März 2011

Dipl.-Volkswirt Lukas Krüger

Lebenslauf

PERSÖNLICHE DATEN

Name	Lukas Krüger
Adresse	Kreuzbergring 39, 37075 Göttingen
Telefon	+49 (0) 179 7540123
E-Mail	Lukas.Krueger@wiwi.uni-goettingen.de
Nationalität	Deutsch
Geburtsort	Danzig
Geburtstag	09.04.1983

HOCHSCHULSTUDIUM

2008 - 2011	Promotionsstudium der Volkswirtschaftslehre an der Georg-August-Universität Göttingen, Schwerpunkt: „Nachhaltigkeitspolitik: evidenzbasiert oder symbolisch?“
2003 - 2008	Studium der Volkswirtschaftslehre an der Georg-August-Universität Göttingen, Abschluss: Diplom-Volkswirt Diplomarbeitsthema: „Die Umsetzung des CO ₂ -Emissionshandels in Deutschland unter Berücksichtigung der flexiblen Kyoto-Mechanismen und EU-Legislative“
2005 - 2006	Studium der Volkswirtschaftslehre an der University of Lodz, Polen (September 2005 - Februar 2006)

SCHULAUSSBILDUNG

1995 - 2002	Gymnasium Martino-Katharineum, Braunschweig Abschluss: Allgemeine Hochschulreife
--------------------	---

