

1 Einführung

Bei der Modellierung von Entscheidungsproblemen ist es oftmals erforderlich, mehrere Kriterien zu berücksichtigen, um die vorliegende Komplexität angemessen zu erfassen. Zusätzlich kann es für die angestrebte Lösung des Entscheidungsproblems empfehlenswert sein, verschiedene Stakeholder über einen partizipativen Prozess in die Entscheidungsfindung einzubeziehen, um hierüber die praktische Umsetzung der ermittelten Lösung zu fördern. Ein Beispiel für ein Entscheidungsproblem mit solchen Anforderungen stellt die Errichtung von Bioenergieanlagen dar (Eigner-Thiel et al. 2013b). So kann es für Betreiber von Bioenergieanlagen hinsichtlich der Errichtung weiterer Anlagen vorteilhaft sein, neben ökonomischen auch ökologische und soziale Kriterien bei der Wahl des zu realisierenden Bioenergiekonzepts zu berücksichtigen. Zudem erscheint es sinnvoll, die lokale Bevölkerung in den Entscheidungsprozess einzubeziehen. Hierdurch könnte eine höhere Akzeptanz für die geplante Bioenergieanlage geschaffen werden, wodurch deren Realisierung gefördert werden kann. Ein anderes Beispiel ist der geplante Ausbau der Stromnetze durch die Netzbetreiber (Bundesnetzagentur 2016). Zum einen sind bei der Planung des Netzausbaus mehrere, teilweise konfliktäre Kriterien, wie Kosten und die Beeinträchtigung des Landschaftsbilds, zu berücksichtigen. Zum anderen kann eine Partizipation der betroffenen Bevölkerung dabei förderlich sein, die finale Umsetzung der gewählten Stromtrassen zu gewährleisten.

Liegt ein Entscheidungsproblem mit mehreren Zielsetzungen vor, bei dessen Lösung subjektive Präferenzen von Entscheidungsträgern und Stakeholdern einfließen sollen, bietet es sich an, die Methoden der multikriteriellen Entscheidungsunterstützung (*engl.: Multi-Criteria Decision Analysis* (MCDA)) anzuwenden. Die Entscheidungsunterstützung von MCDA-Methoden besteht zum einen darin, das zugrundeliegende multikriterielle Problem mittels eines *strukturierten Entscheidungsprozesses* in mehreren Schritten partiell aufzubereiten, sodass dieses für die beteiligten Personen leichter nachzuvollziehen ist. Zum anderen ist die *Partizipation* von Entscheidungsträgern und Stakeholdern am Entscheidungsprozess ein explizites Ziel. Hierüber soll den Entscheidern ermöglicht werden, die eigenen Präferenzen in den Entscheidungsprozess einzubringen, sodass schließlich eine Handlungsempfehlung hinsichtlich der Wahl einer Alternative ermittelt wird, welche die persönlichen Präferenzen der Entscheider widerspiegelt. Über die Partizipation soll somit bei Entscheidern sowohl ein fundiertes Problemverständnis als auch Akzeptanz für die identifizierte Lösung geschaffen werden (Belton und Stewart 2002, S. 2ff.).

Der Umgang mit Entscheidungsproblemen, die mehrere Alternativen und gegenläufige Ziele aufweisen, ist für Menschen jedoch kognitiv schwierig. Da die Partizipation von Entscheidungsträgern ein explizites Ziel von MCDA-Methoden ist, kann dies neben den erwünschten positiven Effekten somit auch zu Herausforderungen führen.



1.1 Ausgangssituation und Problemstellung

Die Erkenntnisse der deskriptiven Entscheidungstheorie belegen, dass Menschen verschiedene Verhaltenseffekte aufweisen, die von den bestehenden Annahmen eines rationalen Entscheiders abweichen. So können Entscheider bei der Lösung von Entscheidungsproblemen entweder kognitiv überlastet sein (Korhonen und Wallenius 1996, S. 179; Weber und Borchering 1993, S. 9) oder sie wenden vereinfachende Heuristiken an (Simon 1955, S. 99ff.). Dies kann schließlich dazu führen, dass fehlerhafte oder nicht vollständig rationale Aussagen getroffen werden. Weiterhin besteht die Möglichkeit, dass die Entscheider ein tatsächliches Empfinden und Wahlverhalten aufweisen, das von den gängigen zugrundeliegenden Annahmen der Entscheidungstheorie abweicht. Eine bedeutende Theorie ist in diesem Zusammenhang die Prospect Theory (Kahneman und Tversky 1979, S. 274ff.). Im Rahmen der Prospect Theory zeigen KAHNEMAN und TVERSKY, dass Menschen bei Bewertungen die beiden Effekte *Referenzabhängigkeit* und *Verlustaversion* aufweisen. Dies bedeutet, dass Menschen potenzielle Alternativen relativ zu einer persönlichen Referenz bewerten, wobei ein potenzieller Verlust stärkere Auswirkungen auf die Vorziehwürdigkeit einer Alternative hat als ein potenzieller Gewinn in identischer Höhe (Kahneman und Tversky 1979, S. 277ff.; Tversky und Kahneman 1991, S. 1057).

In Anbetracht der Ziele der multikriteriellen Entscheidungsunterstützung, komplexe Probleme partizipativ mit dem Entscheider aufzubereiten und Handlungsempfehlungen gemäß dessen persönlicher Präferenzen zu identifizieren, sollten Verhaltenseffekten in MCDA-Methoden berücksichtigt werden. So erscheint es inkonsequent, kognitive Überforderungen oder das Erschließen tatsächlicher Präferenzen zwar als Ursache für die Notwendigkeit von MCDA-Methoden anzuführen, damit verbundene potenzielle Verhaltenseffekte jedoch zu vernachlässigen. Dementsprechend bemerkten bereits DYER ET AL. (1992, S. 649) im Kontext von MCDA-Methoden:

“...The question is not whether we should pay more attention to the behavioural realities of decision making, but rather how we can best account for those realities in decision analysis.”

In diesem Zusammenhang weisen HÄMÄLÄINEN und ALAJA (2008) darauf hin, dass überwiegend untersucht wird, welche Verhaltenseffekte für MCDA-Methoden von Bedeutung sind. Wie jedoch eine konkrete Berücksichtigung vorgenommen werden könnte, wird häufig nicht weiter betrachtet. Zwar existieren mittlerweile für einige Verhaltenseffekte auch potenzielle Ansätze zur Berücksichtigung in MCDA-Methoden (Montibeller und Winterfeldt 2015). Für viele Verhaltenseffekte liegen solche Ansätze jedoch noch nicht vor oder die entwickelten Ansätze werden bei der überwiegenden Anzahl an Studien zu MCDA-Methoden nicht einbezogen.

Obwohl demnach bekannt ist, dass insbesondere bei Entscheidungsproblemen, wie sie bei der Anwendung von MCDA-Methoden vorliegen, Verhaltenseffekte auftreten und somit berücksichtigt werden sollten, wird dieser Aspekt oft vernachlässigt. Dies kann dazu führen, dass auf Basis der MCDA-Methoden Handlungsempfehlungen gegeben werden, welche die Präferenzen des Entscheiders falsch oder nur eingeschränkt widerspiegeln. So ist es möglich, dass entweder unbewusst „falsche“ Angaben durch den Entscheider getätigt wurden oder die zugrundeliegenden Annahmen der Aggregationsmethode die Präferenzen nicht korrekt abbilden. Die Vernachlässigung von Verhaltenseffekten kann hierbei zum einen daran liegen, dass die Analysten nicht um deren Existenz wissen. Zum anderen kann es sein, dass bis dato kein adäquater Ansatz existiert, um den entsprechenden Verhaltenseffekt im Rahmen der gewählten Aggregationsmethode zu berücksichtigen.



Eine verbreitete MCDA-Methode ist *Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluations* (PROMETHEE). PROMETHEE zählt zu den Methoden des Multi-Attribute Decision Making (MADM) und wurde in den 80er Jahren primär von BRANS entwickelt (Brans et al. 1986; Brans und Vincke 1985). Insbesondere für PROMETHEE erscheint eine Berücksichtigung der Erkenntnisse der Prospect Theory in Form von Referenzabhängigkeit und Verlustaversion vielversprechend. So verfolgt PROMETHEE zum einen explizit das Ziel, dass der Entscheider so viele relevante Aspekte wie möglich in die Modellierung des Entscheidungsproblems einbringt. Hierüber sollen sowohl das Problem als auch die Präferenzen des Entscheiders umfassend erschlossen werden (Roy und Vanderpooten 1996, S. 27; Stewart 1992, S. 579f.). Zum anderen erscheint auch das in PROMETHEE verfolgte Vorgehen zur Modellierung des Entscheidungsproblems potenziell geeignet für die Berücksichtigung von Referenzabhängigkeit und Verlustaversion, z.B. aufgrund der paarweisen Vergleiche oder des Aufbaus der Präferenzfunktionen.

Die **Problemstellung** besteht somit darin zunächst zu erforschen, ob und wie die Erkenntnisse der Prospect Theory generell in MADM-Methoden sinnvoll berücksichtigt werden können. Anschließend muss geklärt werden, wie eine entsprechende Berücksichtigung für PROMETHEE ausgestaltet sein sollte. Hierüber soll schließlich ermöglicht werden, die Präferenzen des Entscheiders präziser im Rahmen von PROMETHEE abzubilden und einfließen zu lassen.

1.2 Zielsetzung und Lösungsweg

Das **Ziel der Arbeit** ist die Entwicklung eines adäquaten Ansatzes, der PROMETHEE um die Berücksichtigung der Prospect Theory erweitert. Unter einem *adäquaten* Ansatz werden verschiedene Eigenschaften verstanden, die dieser aufweisen sollte. Zunächst soll analysiert werden, wie die einzelnen Arten von Verhaltenseffekten generell angemessen in der Durchführung des strukturierten Entscheidungsprozesses von MADM-Methoden berücksichtigt werden können, um die Erkenntnisse der Prospect Theory entsprechend einzuordnen. Zudem gilt es sowohl diejenigen Elemente der Prospect Theory zu identifizieren, die für die Anwendung von PROMETHEE relevant sind, als auch zu untersuchen, wie deren Einbeziehung sinnvoll vorgenommen werden kann. Da weiterhin die Partizipation zentral bei der Anwendung von PROMETHEE ist, muss der entwickelte Ansatz für den Entscheider nachvollziehbar sein und durch diesen als sinnvoll erachtet werden. Schließlich soll ermöglicht werden, dass bei zukünftigen Anwendungen von PROMETHEE die Erkenntnisse der Prospect Theory angemessen berücksichtigt werden können. Somit ergeben sich die folgenden **Forschungsfragen**:

1. Wie können Verhaltenseffekte generell in MADM-Methoden sinnvoll berücksichtigt werden und sind hierfür, in Abhängigkeit vom betrachteten Verhaltenseffekt, unterschiedliche Ansätze notwendig?
2. Wie können die Erkenntnisse der Prospect Theory adäquat im Rahmen der Anwendung von PROMETHEE berücksichtigt werden?
3. Welche Chancen und Herausforderungen sind mit dem entwickelten Ansatz verbunden, der die Anwendung von PROMETHEE um die Berücksichtigung der Prospect Theory erweitert?
4. Ist der entwickelte Ansatz zur Berücksichtigung der Prospect Theory in PROMETHEE valide und möchten die Entscheider die Erkenntnisse der Prospect Theory bei der Anwendung von PROMETHEE gemäß dem entwickelten Ansatz berücksichtigen?



Zur Beantwortung dieser Fragen ist die vorliegende Arbeit wie folgt strukturiert. In Kapitel 2 werden zunächst die normative, deskriptive und präskriptive Entscheidungstheorie voneinander abgegrenzt. Anschließend werden die Methoden der multikriteriellen Entscheidungsunterstützung vorgestellt, wobei der Fokus auf den Methoden des MADM liegt. Der strukturierte Entscheidungsprozess im Rahmen von MADM-Methoden wird erläutert, zu dem neben der Modellierung des Entscheidungsproblems auch die Bewertung der betrachteten Alternativen anhand verschiedener Aggregationsmethoden zählt. In diesem Zusammenhang wird die MADM-Methode PROMETHEE beschrieben. Zudem wird auf die Durchführung von Sensitivitätsanalysen und die Berücksichtigung externer Unsicherheit eingegangen.

In Kapitel 3 wird zunächst eine Einteilung verschiedener Arten von Verhaltenseffekten vorgenommen. Hierauf aufbauend werden drei grundsätzliche Ansätze für deren Berücksichtigung innerhalb des strukturierten Entscheidungsprozesses von MADM-Methoden aufgezeigt. Anschließend zeigt eine Literaturübersicht, wie relevante Verhaltenseffekten in MADM-Methoden berücksichtigt werden können. Zudem werden in diesem Kontext die theoretischen Grundlagen zur Prospect Theory detailliert vorgestellt und analysiert, wie deren Erkenntnisse angemessen in MADM-Methoden einfließen können.

Kapitel 4 stellt den zentralen Teil der Arbeit dar. Zunächst wird die besondere Eignung von PROMETHEE für eine Integration der Prospect Theory erläutert. Anschließend wird ein Ansatz entwickelt, der PROMETHEE um die Aspekte Referenzabhängigkeit und Verlustaversion der Prospect Theory erweitert. Dieser Ansatz wird im weiteren Verlauf als PT-PROMETHEE bezeichnet. Im Anschluss werden auch Ansätze für eine Sensitivitätsanalyse vorgestellt, die spezifisch auf PT-PROMETHEE angepasst wurden. Weiterhin wird eine Version von PT-PROMETHEE unter Berücksichtigung von Unsicherheit entwickelt.

Um eine erste Validierung von PT-PROMETHEE vorzunehmen, wird die Methode in Kapitel 5 im Rahmen von zwei Fallstudien angewendet. Beide Fallstudien beziehen sich auf eine Nachhaltigkeitsbewertung von Bioenergiekonzepten, wobei in Fallstudie I PT-PROMETHEE unter Sicherheit und in Fallstudie II PT-PROMETHEE unter Unsicherheit durchgeführt wird. In beiden Fallstudien wird PT-PROMETHEE auf bereits existierende Entscheidungsmatrizen aus bestehenden Anwendungen des ursprünglichen PROMETHEE angewendet (Eigner-Thiel et al. 2013b; Geldermann et al. 2012; Wan und Scharpenberg 2014). Dieses Vorgehen soll ermöglichen, die Chancen und Herausforderungen von PT-PROMETHEE gegenüber der ursprünglichen Version von PROMETHEE herauszuarbeiten. Die Diskussion der gewonnenen Erkenntnisse hinsichtlich der Anwendung von PT-PROMETHEE steht daher im Fokus dieses Kapitels.

In Kapitel 6 werden die Forschungsfragen zusammenfassend beantwortet und Schlussfolgerungen aus den Erkenntnissen der Arbeit gezogen. Anschließend wird ein Ausblick auf weiteren Forschungsbedarf gegeben. Die Arbeit schließt in Kapitel 7 mit einer Zusammenfassung.

2 Multikriterielle Entscheidungsunterstützung als Methode der präskriptiven Entscheidungstheorie

Das Ziel dieser Arbeit liegt darin, einen adäquaten Ansatz zur Integration der Prospect Theory in die MADM-Methode PROMETHEE zu entwickeln. Um zu bestimmen, wie die Prospect Theory *adäquat* in PROMETHEE berücksichtigt werden kann, sollen zunächst in Kapitel 2 die relevanten theoretischen Grundlagen der multikriteriellen Entscheidungsunterstützung, zu der die MADM-Methoden zählen, erläutert werden.

Zu diesem Zweck wird zunächst in Abschnitt 2.1 auf die allgemeinen Grundlagen der Entscheidungstheorie eingegangen, dem Forschungsbereich, dem die multikriterielle Entscheidungsunterstützung zugeordnet wird. Hierfür werden zunächst die verschiedenen Forschungsansätze der Entscheidungstheorie betrachtet. Zudem werden die Bestandteile beschrieben, die zur Modellierung von Entscheidungsproblemen im Rahmen der Entscheidungstheorie verwendet werden. Darauf aufbauend werden in Abschnitt 2.2 die Methoden der multikriteriellen Entscheidungsunterstützung erläutert. Der Schwerpunkt liegt hierbei auf der Ausgestaltung des strukturierten Entscheidungsprozesses von MADM-Methoden sowie der verbundenen Modellierung, da diese die Grundlage für die Ermittlung darstellen, wie die Prospect Theory sinnvoll in PROMETHEE berücksichtigt werden kann. Im Kontext des strukturierten Entscheidungsprozesses wird auch die Aggregationsmethode PROMETHEE näher erläutert. Da im Rahmen der Integration der Prospect Theory in PROMETHEE auch der Aspekt der Unsicherheit eine Rolle spielt, werden zudem Ansätze beschrieben, wie Unsicherheiten in MADM-Methoden berücksichtigt werden können.

2.1 Entscheidungstheoretische Grundlagen

Die Entscheidungstheorie setzt sich mit der systematischen Aufbereitung von Entscheidungsproblemen und der Bereitstellung von daraus resultierenden Handlungsempfehlungen auseinander. Zudem wird das individuelle Entscheidungsverhalten von Entscheidungsträgern analysiert und einbezogen. Ein Entscheidungsproblem zeichnet sich im Allgemeinen dadurch aus, dass ein Einzelner oder eine Gruppe von Entscheidungsträgern eine Entscheidung hinsichtlich mehrerer, einander ausschließender Alternativen trifft. Als Entscheidung wird schließlich die Wahl einer Alternative verstanden (Laux 2005, S. 1f.; Dinkelbach und Kleine 1996, S. 1).



Um ein Entscheidungsproblem zu lösen, muss dieses zunächst als Entscheidungsmodell aufbereitet werden. Ein Entscheidungsmodell besteht im Allgemeinen aus den betrachteten Alternativen, dem Zielsystem des Entscheidungsträgers sowie möglichen Umweltzuständen, die einen Einfluss auf die Ergebnisse aufweisen (Laux 2005, S. 17ff.). Die Aufstellung des Entscheidungsmodells und die darauf basierende Ermittlung einer Handlungsempfehlung werden als Entscheidungsprozess bezeichnet. Der Entscheidungsprozess ist in seiner Ausgestaltung flexibel, sodass nachträgliche Anpassungen vorgenommen werden oder einzelne Schritte bei der Aufstellung des Modells parallel ablaufen können (Zimmermann und Gutsche 1991, S. 6f.; Laux 2005, S. 8f.).

Einen wichtigen Aspekt in der Entscheidungstheorie stellt zudem die Rationalität dar. Im Rahmen der historischen Entwicklung sind verschiedene entscheidungstheoretische Forschungsansätze entstanden, die unterschiedliche Zielsetzungen verfolgen und hierfür verschiedene Annahmen hinsichtlich der Rationalität des Entscheidungsträgers treffen (Eisenführ und Weber 2003, S. 4ff.; Laux 2005, S. 1f.).

2.1.1 Forschungsansätze der Entscheidungstheorie

Innerhalb der Entscheidungstheorie wird zwischen der normativen, deskriptiven und präskriptiven Entscheidungstheorie unterschieden. Die **normative** Entscheidungstheorie analysiert, nach welchen Prämissen Entscheidungen im Allgemeinen getroffen werden sollten, unabhängig von der spezifischen Ausgestaltung des Entscheidungsproblems. Sie hat somit einen vorschreibenden Charakter (Bouyssou et al. 2006, S. 22; Coombs et al. 1975, S. 140; Gregory et al. 2012, S. 6). Eine grundlegende Annahme ist dabei, dass es sich bei dem Entscheidungsträger um einen *homo oeconomicus* handelt, der unabhängig von zeitlichen oder kognitiven Restriktionen in jeder Situation stets eine korrekte Bewertung vornimmt und entsprechend seinen Vorstellungen das optimale und gewünschte Resultat erzielt (Langer und Rogowski 2009, S. 179).

Ein bedeutendes Element der normativen Entscheidungstheorie ist das von BERNOULLI (Bernoulli 1738) entwickelte Prinzip des erwarteten Nutzens. Dieses beruht auf der Annahme, dass für jeden Entscheidungsträger die faktischen Ergebnisse über eine individuelle Werteskala in einen subjektiven Nutzenwert umgewandelt werden können. Für die Anwendung dieser Nutzenfunktion wurde eine axiomatische Grundlage von SAVAGE (1954) entwickelt, die unabhängig vom Entscheidungsträger rationales Verhalten sicherstellen soll (Coombs et al. 1975, S. 145).

Demgemäß wurden Rationalitätspostulate entwickelt, die ein rationaler Entscheider bei der Äußerung von Präferenzen und der Einschätzung von Wahrscheinlichkeiten erfüllen muss (Eisenführ und Weber 2003, S. 6f.). Zwei der bedeutendsten Axiome sind das Ordnungs- und das Transitivitätsaxiom. Das Ordnungsaxiom stellt sicher, dass der Entscheidungsträger sämtliche betrachtete Alternativen vergleichen kann. Er muss angeben können, welches Ergebnis bevorzugt wird beziehungsweise ob er zwischen zwei Ergebnissen indifferent ist. Über das Transitivitätsaxiom wird gewährleistet, dass die Aussagen des Entscheidungsträgers in sich konsistent sind. Dies bedeutet, dass bei dem Vergleich mehrerer Ergebnisse eine widerspruchsfreie Rangfolge entsteht (Laux 2005, S. 31ff.). Im Rahmen der normativen Entscheidungstheorie werden somit axiomatisch fundierte Entscheidungsregeln entwickelt, die unabhängig vom Entscheidungsträger und vom betrachteten Problem anzuwenden sind und rationales Verhalten sicherstellen sollen (Bouyssou et al. 2006, S. 21f.).

Die **deskriptive** Entscheidungstheorie analysiert hingegen, wie Entscheidungen von Menschen in der Realität tatsächlich getroffen werden. Sie beruht daher zu großem Teil auf Erkenntnissen der Psychologie. Hierbei wird untersucht, inwieweit sich Entscheidungsträger gemäß den



Rationalitätspostulaten verhalten oder ob ihre Entscheidungen kognitiven Verzerrungen unterliegen (Coombs et al. 1975, S. 139f.; Eisenführ und Weber 2003, S. 2). Zur Identifikation von systematischem Entscheidungsverhalten wendet die deskriptive Entscheidungstheorie empirische Untersuchungen an. Die darin gewonnenen Erkenntnisse werden schließlich genutzt, um in der Realität erkennbare Verhaltensmuster zu formulieren und anhand dieser zukünftige Entscheidungen realitätsnäher zu prognostizieren (Laux 2005, S. 14f.).

Im Rahmen der deskriptiven Entscheidungstheorie wurde zudem die normative Funktionalität des Prinzips des erwarteten Nutzens in Frage gestellt. Den Ausgangspunkt hierfür stellt das Allais-Paradoxon (Allais 1953) dar. So zeigte ALLAIS mittels theoretischer Spiele, dass Entscheidungsträger die zugrunde liegenden Axiome verletzen und inkonsistente Präferenzen äußern (Coombs et al. 1975, S. 153f.). Auch im Rahmen weiterer Experimente wurde beobachtet, dass z.B. das Transitivitätsaxiom nicht erfüllt wird (Schneeweiß 1966, S. 131).

Neben der Verletzung des Transitivitätsaxioms stellt das Konzept der *eingeschränkten Rationalität* von SIMON (1955) einen bedeutenden Aspekt der deskriptiven Entscheidungstheorie dar (Bouyssou et al. 2006, S. 28f.). Gemäß dieser Konzeption besitzen Entscheidungsträger nur eingeschränkte Kapazitäten in Form von Zeit und kognitiven Fähigkeiten, um Entscheidungsprobleme zu lösen. Aus diesem Grund wählen sie die erste *zufriedenstellende* Lösung, anstatt weitere Kapazitäten darauf zu verwenden, eine optimale Lösung zu ermitteln. Menschen verhalten sich demnach bei ihren Entscheidungen nicht entsprechend den Annahmen des *homo oeconomicus*, sondern eher im Sinne eines sogenannten *satisficer* (Simon 1955, S. 101). Auch GIGERENZER und TODD (1999, S. 5ff.) weisen darauf hin, dass Menschen oft Entscheidungen unter Zeitdruck treffen müssen und daher Heuristiken anwenden. Eine weitere bedeutende Theorie, um Phänomene wie das Allais-Paradoxon zu erklären und eine Systematik hinter dem tatsächlichen Wahlverhalten zu identifizieren, ist die Prospect Theory von KAHNEMAN und TVERSKY (1979).

Des Weiteren existiert die **präskriptive** Entscheidungstheorie, wobei diese als Begriff vereinzelt in einem Zug mit der normativen Entscheidungstheorie genannt wird (z.B. (Bamberg und Coenenberg 2006, S. 1; Zimmermann und Gutsche 1991, S. 2). So beruht diese zwar wie die normative Entscheidungstheorie auf dem Anspruch, eine rationale Entscheidung zu erzielen. Die Entscheidung soll jedoch nur aus der individuellen Sicht des Entscheiders rational sein (Bouyssou et al. 2006, S. 25f.). Der Entscheidungsträger muss somit nicht dem Anspruch eines *homo oeconomicus* genügen. Gemäß der Erkenntnis, dass Menschen aufgrund zeitlicher und kognitiver Restriktionen nur eingeschränkt mit komplexen Problemen umgehen können, sollen im Rahmen der präskriptiven Entscheidungstheorie formalisierte Regeln angewendet werden, die zu einer möglichst rationalen Entscheidung führen (Eisenführ und Weber 2003, S. 2ff.).

Ein Entscheidungsprozess gilt dabei als rational, wenn er eine prozedurale Rationalität erfüllt. Prozedurale Rationalität bedeutet, dass das richtige Problem untersucht wird, dass der Aufwand zur Lösung und die Bedeutung des Problems in einem angemessenen Verhältnis zueinander stehen, Wahrnehmungsverzerrungen möglichst vermieden werden, der Entscheidungsträger seine Ziele und Präferenzen ausdrücken kann und letztendlich gemäß dieser entscheidet (Eisenführ und Weber 2003, S. 5).

Das Ziel der präskriptiven Entscheidungsunterstützung ist es somit, basierend auf entscheidungstheoretischen Erkenntnissen, fundiertere Entscheidungen zu ermöglichen und dabei praktische Restriktionen wie Zeit und Aufwand zu berücksichtigen (Bouyssou et al. 2006, S. 25; Eisenführ und Weber 2003, S. 5). Hierfür sollen dem Entscheidungsträger zum einen Hilfestellungen geboten werden, um seine Ziele und Präferenzen offenzulegen, anhand derer schließlich eine möglichst rationale Wahl getroffen werden soll. Zum anderen ist die Aufstellung des Entschei-



Modells ein expliziter Bestandteil, mit dessen Hilfe das Problem zerlegt und strukturiert werden soll (Laux 2005, S. 14ff.; Eisenführ und Weber 2003, S. 9ff.).

Zwischen den Forschungsansätzen bestehen jedoch auch Schnittstellen, sodass diese aufeinander aufbauen können (Coombs et al. 1975, S. 140). So liefern die Erkenntnisse der deskriptiven Entscheidungstheorie eine Grundlage dafür, wie bessere Entscheidungen im Rahmen der präskriptiven Entscheidungstheorie getroffen werden können. Eine Handlungsempfehlung ist beispielsweise nur dann sinnvoll, wenn der Entscheidungsträger die zugrundeliegenden Angaben korrekt vornehmen kann. Um dies sicherzustellen, können die Erkenntnisse der deskriptiven Entscheidungstheorie dabei helfen zu identifizieren, welche Anforderungen der Entscheidungsträger erfüllen kann und bei welchen Schritten eine Unterstützung nötig ist. Hierdurch kann die Einbeziehung von falschen Informationen aufgrund kognitiver Verzerrungen vermieden werden. Zudem wird eine realitätsnähere Prognose und Abbildung des tatsächlichen Empfindens ermöglicht (Laux 2005, S. 15; Eisenführ und Weber 2003, S. 2). Die Sinnhaftigkeit einer Berücksichtigung der Erkenntnisse der deskriptiven Entscheidungstheorie wird zudem daran deutlich, dass Probanden in Experimenten ihr „falsches“ Verhalten überwiegend im Nachhinein korrigieren (Coombs et al. 1975, S. 156).

2.1.2 Bestandteile zur Modellierung und Lösung eines Entscheidungsproblems

Um ein Entscheidungsproblem im Rahmen eines Entscheidungsprozesses zu lösen, wird dieses unter Verwendung mehrerer Bestandteile modelliert. Die Basiselemente eines Entscheidungsmodells stellen die Alternativen, das Zielsystem, die Ergebnisse sowie die Umweltzustände dar (Laux 2005, S. 20). Darüber hinaus können noch weitere Aspekte zur Aufbereitung von Entscheidungsproblemen, z.B. Kriterien oder Gewichte, herangezogen werden (Belton und Stewart 2002, S. 4ff.; Zimmermann und Gutsche 1991, S. 54). Nachfolgend werden die Bestandteile näher erläutert, die im Rahmen der multikriteriellen Entscheidungsunterstützung von Bedeutung sind.

Die **Alternativen** stellen die potenziellen Wahlmöglichkeiten dar, die für die Lösung des Entscheidungsproblems betrachtet werden. Damit überhaupt ein Entscheidungsproblem vorliegt, müssen immer mindestens zwei Alternativen miteinander verglichen werden (Roy 2005, S. 7f.; Eisenführ und Weber 2003, S. 18). Zudem müssen sich die einzelnen Alternativen gegenseitig ausschließen, sodass der Entscheider sich letztendlich nur für eine Alternative entscheiden kann. Zusätzlich besteht die Möglichkeit, den Status quo in Form einer Unterlassensalternative zu berücksichtigen (Laux 2005, S. 4).

Die Definition der Alternativen kann über zwei Ansätze vorgenommen werden. Zum einen kann es sich bei den Alternativen um eine beliebig teilbare Menge in einem stetigen Lösungsraum handeln. In diesem Fall liegen stetige Entscheidungsvariablen vor und die Anzahl an zulässigen Alternativen wird über Nebenbedingungen vorgegeben. Zum anderen ist es möglich, für die Alternativen *a priori* die als entscheidungsrelevant erachteten Charakteristika mit einem konkreten Wert zu definieren, um hierüber eine diskrete Anzahl an potenziellen Wahlmöglichkeiten abzubilden (Roy 2005, S. 8; Eisenführ und Weber 2003, S. 18f.). Wichtig ist jedoch zu beachten, dass die Alternativen untereinander vergleichbar sind und für jede Alternative die Entscheidungsvariablen vollständig definiert werden können (Gregory et al. 2012, S. 152f.).

Einen wesentlichen Bestandteil stellt das **Zielsystem** des Entscheiders dar, da aus den Zielen letztendlich die vorteilhafte Alternative abgeleitet werden soll (Laux 2005, S. 5). Von einem Zielsystem wird gesprochen, wenn mehrere Ziele parallel verfolgt werden, wobei sich diese optional anhand weiterer dazugehöriger Unterziele spezifizieren lassen (Eisenführ und Weber 2003, S.



62f.). Ein Ziel stellt im Allgemeinen einen angestrebten Zustand dar, wobei die Richtung der gewünschten Änderung angegeben wird (Eisenführ und Weber 2003, S. 31).

Bei komplexen Entscheidungsproblemen stellt ein Zielsystem mit mehreren konfliktären Zielen die Realität oftmals besser dar. Dies bedeutet, dass die Verfolgung eines Zieles zu einer Verschlechterung hinsichtlich eines anderen Zieles führt. Somit gilt es, einen geeigneten Kompromiss zu identifizieren (Bamberg und Coenenberg 2006, S. 43; Eisenführ und Weber 2003, S. 31). Wichtig ist es zudem zu beachten, dass die Ziele das persönliche Bestreben des Entscheiders repräsentieren und daher von diesem individuell festgelegt werden sollten (Laux 2005, S. 59f.).

Liegen mehrere Ziele vor, so können auf Basis des Zielsystems schließlich die entscheidungsrelevanten **Kriterien** definiert werden. Ein Kriterium stellt eine Komponente dar, die logisch mit einem Ziel zusammenhängt und als Indikator für dessen Befriedigung fungiert (Belton und Stewart 2002, S. 55f.; Hwang und Yoon 1981, S. 16).

Damit das Zielsystem durch das Entscheidungsmodell zutreffend abgebildet wird, müssen die Kriterien mehreren Anforderungen genügen. Zum einen müssen sie *vollständig* sein, d.h. dass sämtliche entscheidungsrelevanten Ziele erfasst wurden. Zum anderen sollten sie möglichst *redundanzfrei* sein, sodass nicht mehrere Kriterien eine identische Aussage haben. Die Kriterien sollten zudem gut *messbar* sein, d.h. dass sowohl die Zielerreichung möglichst genau ermittelt werden kann. Zwischen den Kriterien soll zudem eine *Präferenzunabhängigkeit* vorherrschen, d.h. dass der Entscheider seine Präferenz hinsichtlich der verschiedenen Ausprägungen äußern kann, ohne dass er hierfür die Ausprägungen hinsichtlich eines anderen Kriteriums kennt. Letztlich sollten die Kriterien einfach gehalten werden, indem die Anzahl an Kriterien möglichst gering ist und diese leicht verständlich ausformuliert werden (Belton und Stewart 2002, S. 55ff.; Eisenführ und Weber 2003, S. 60f.; Keeney 1992, S. 82ff.).

Die Kriterien werden schließlich über messbare Attribute, die für sämtliche Alternativen formuliert werden müssen, konkretisiert. Für jedes Kriterium werden hierfür die dazugehörigen Attribute in der jeweiligen Maßeinheit abgebildet (Hwang und Yoon 1981, S. 16; Eisenführ und Weber 2003, S. 67). Die Attribute der verschiedenen Kriterien stellen somit die potenziellen **Ergebnisse** hinsichtlich der angestrebten Ziele dar (Stewart 1992, S. 570).

Für die Interpretation der Attribute muss neben der Maßeinheit auch das zugrundeliegende Skalenniveau berücksichtigt werden. Die Nominal-, Ordinal-, Intervall-, Verhältnis- und Absolutskala unterscheiden sich hinsichtlich der Messbarkeit sowie der zulässigen Rechenoperationen. Die drei Skalenniveaus Intervall-, Verhältnis- und Absolutskala werden auch als Kardinalskalen bezeichnet. Die folgende Beschreibung basiert auf ZIMMERMANN und GUTSCHE (1991, S. 11f.).

Auf einer *Nominalskala* werden die Attribute lediglich über eine Einteilung in verschiedene Klassen ausgedrückt. Sie wird für die Darstellung von qualitativen Daten verwendet. Da zwischen den einzelnen Klassen keine Größenrelationen bestehen, sind Rechenoperationen nicht sinnvoll möglich.

Eine *Ordinalskala* bildet die Attribute über Rangplätze ab. Damit kann zwar ausgedrückt werden, ob ein Attribut größer, kleiner oder gleich einem anderen Attribut ist, die Differenz lässt sich jedoch nicht exakt bestimmen. Somit ist nur die Angabe einer Rangfolge möglich. Rechenoperationen, wie z.B. eine Mittelwertberechnung, können nicht durchgeführt werden.

Bei der *Intervallskala* werden Skaleneinheiten angesetzt, die in identischen Abständen zueinander stehen. Da diese jedoch nicht vorgegeben sind, können sie eigenständig festgelegt werden. Darüber hinaus orientieren sich die Skaleneinheiten auch nicht an einem natürlichen Nullpunkt. Ein natürlicher Nullpunkt sagt aus, dass bei einem Skalenwert in Höhe von null das Attribut auch tatsächlich den Wert null aufweist. Rechenoperationen wie eine Mittelwertbildung



sind auf diesem Skalenniveau möglich. Die Ermittlung von Verhältniswerten über eine Quotientenbildung ist jedoch aufgrund des fehlenden natürlichen Nullpunkts nicht durchführbar.

Die *Verhältnisskala* weist dieselben Merkmale wie die Intervallskala auf, jedoch orientiert sie sich an einem natürlich festgelegten Nullpunkt. Somit wird die Ermittlung von relativen Verhältniswerten ermöglicht.

Eine *Absolutskala* hat das größte Messbarkeitsniveau und ermöglicht sämtliche Rechenoperationen. Die Attribute werden hierbei über reelle, dimensionslose Zahlen abgebildet.

Neben dem Begriff Attribut werden in der Literatur auch weitere Bezeichnungen wie Leistungsparameter, Charakteristika, Ausprägungen oder Kennzahlen verwendet (Hwang und Yoon 1981, S. 16; Geldermann 1999, S. 84f.). Im Rahmen dieser Arbeit wird als Begriff **Kriterienausprägung** verwendet. Die Kriterienausprägung stellt somit die Konsequenz dar, die aus der Wahl einer Alternative hinsichtlich des betrachteten Kriteriums resultiert.

Als **Umweltzustände** werden externe Faktoren bezeichnet, die zwar einen Einfluss auf die Ausgestaltung der Ergebnisse der Alternativen hinsichtlich der einzelnen Kriterien aufweisen, aber nicht durch den Entscheider beeinflusst werden können (Bamberg und Coenenberg 2006, S. 16). Die Erwartungen des Entscheiders hinsichtlich der Eintrittswahrscheinlichkeit können jedoch berücksichtigt werden (Laux 2005, S. 22).

Demzufolge hängen die betrachteten Zustände von der Erwartungsstruktur des Entscheiders ab (siehe Abbildung 2-1). In einem ersten Schritt wird daher zwischen Sicherheit und Unsicherheit unterschieden. Bei Entscheidungen unter Sicherheit kann der Entscheider bei jeder Alternative für sämtliche Ergebnisse einen aus seiner Sicht sicheren Wert angeben. Liegt dagegen Unsicherheit vor, so muss in einem zweiten Schritt geprüft werden, ob ein Urteil über die Eintrittswahrscheinlichkeiten der verschiedenen Zustände vorgenommen werden kann. Ist eine Angabe von Eintrittswahrscheinlichkeiten möglich, so wird der Zustand als Risiko bezeichnet. Falls jedoch eine Angabe von Wahrscheinlichkeiten nicht vorgenommen werden kann, so liegt Ungewissheit vor (Bamberg und Coenenberg 2006, S. 17). Um die Umweltzustände zu ermitteln, die für Aufstellung der möglichen Ergebnisse sinnvoll sind, sollte sich an den Zielen des Entscheiders orientiert werden, da sich hieraus entscheidungsrelevanten Kriterien ableiten (Eisenführ und Weber 2003, S. 29).

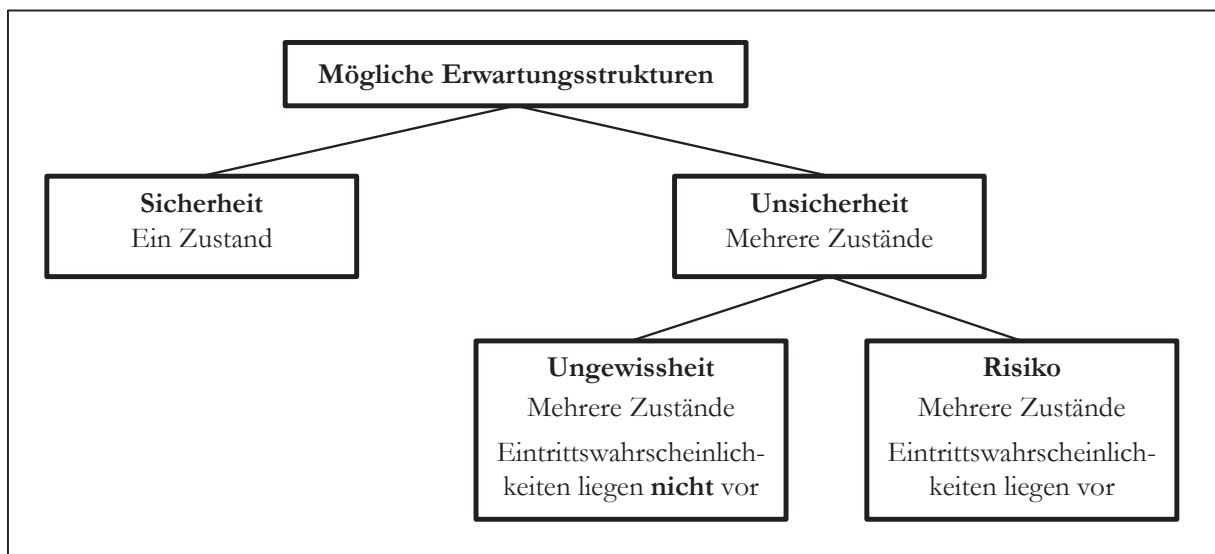


Abbildung 2-1: Mögliche Erwartungsstrukturen hinsichtlich potenzieller Umweltzustände

Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an (Laux 2005, S. 23).



Unter Berücksichtigung der ermittelten Daten, die zur Abbildung des Entscheidungsproblems herangezogen werden, können schließlich die **Präferenzen** des Entscheiders erhoben werden. Über die Äußerung seiner Präferenzen bringt der Entscheider seine subjektiven Bewertungen in die Lösung des Entscheidungsproblems ein. Letztendlich soll ein Ergebnis erzielt werden, das den persönlichen Einstellungen des Entscheidungsträgers entspricht (Eisenführ und Weber 2003, S. 31).

Zur Äußerung der subjektiven Präferenzen wird zwischen Höhen- und Artenpräferenz unterschieden (Bamberg und Coenenberg 2006, S. 27). Die *Höhenpräferenz* gibt an, inwieweit eine Maximierung oder Minimierung eines Kriteriums angestrebt wird. Über die Höhenpräferenz kann der Entscheider somit für jedes Paar an Alternativen ausdrücken, ob eine Alternative aufgrund eines „besseren“ Ergebnisses hinsichtlich des betrachteten Kriteriums bevorzugt wird (Bamberg und Coenenberg 2006, S. 27; Schneeweiß 1991, S. 96).

Werden bei der Entscheidungsfindung mehrere konfliktäre Ziele verfolgt, so ist auch die *Artenpräferenz* von Bedeutung. Die Artenpräferenz beschreibt die Wichtigkeit der einzelnen Ziele und der damit verbundenen Kriterien für das Gesamtproblem aus Sicht des Entscheiders. Eine verbreitete Ausdrucksform für die Artenpräferenz ist die Gewichtung (Bamberg und Coenenberg 2006, S. 27). Jedem Kriterium wird hierbei ein Gewichtungsfaktor zugeordnet, der dessen subjektiv empfundene Bedeutung in Relation zu den anderen Kriterien widerspiegelt. Der Wert des Gewichtungsfaktors wird auf einer Kardinalskala gemessen, die in der Regel so ausgestaltet ist, dass jedem Kriterium ein Wert im Intervall $[0; 1]$ zugeordnet wird, wobei sämtliche Gewichte in Summe eins ergeben müssen (Zimmermann und Gutsche 1991, S. 54).

Um die Präferenzen des Entscheiders abzubilden, werden Präferenzfunktionen verwendet. Über eine solche Präferenzfunktion wird jeder Alternative ein Präferenzwert Φ zugeordnet, mittels dessen die Alternativen schließlich verglichen werden können (Laux 2005, S. 26). Die Ermittlung des Präferenzwerts kann zum einen auf direkten paarweisen Vergleichen der Alternativen beruhen (Belton und Stewart 2002, S. 106). Zum anderen ist es möglich, dass der Entscheider den Präferenzwert Φ mittels Nutzenfunktionen über die einzelnen Ergebnisse einer Alternative ermittelt. Zu diesem Zweck wird eine Nutzenfunktion für jedes Kriterium angegeben, die auf einer vereinheitlichten Skala beruht. Hierüber werden die Ergebnisse der Alternativen in Nutzenwerte transformiert und können somit einheitlich bewertet werden. Der Präferenzwert Φ einer Alternative wird anschließend aus den aggregierten Nutzenwerten abgeleitet (Laux 2005, S. 26f.). Um den Präferenzwert Φ über Nutzenfunktionen herzuleiten, müssen diese jedoch dem Transitivitäts- und Ordnungsaxiom genügen (Eisenführ und Weber 2003, S. 33).

Zur Abbildung der Präferenzen stehen verschiedene Präferenzrelationen zur Verfügung. Eine strikte Präferenzrelation liegt entsprechend der Bezeichnung vor, wenn eine Alternative einer anderen strikt vorgezogen wird. Wird hingegen eine Alternative nur als mindestens gleichwertig betrachtet, so wird von Präferenz bzw. schwacher Präferenz gesprochen. Weiterhin ist es jedoch auch möglich, dass eine sogenannte Indifferenz zwischen zwei Alternativen besteht. Dies bedeutet, dass der Entscheidungsträger beide Alternativen als gleichwertig betrachtet. Zusätzlich kann eine weitere Präferenzrelation in Form von Unvergleichbarkeit vorliegen (Roy et al. 1980, S. 468):

$a_i P a_j$	Alternative a_i wird Alternative a_j strikt vorgezogen
$a_i I a_j$	Zwischen Alternative a_i und Alternative a_j herrscht Indifferenz
$a_i Q a_j$	Alternative a_i wird Alternative a_j schwach vorgezogen
$a_i R a_j$	Alternative a_i und Alternative a_j sind unvergleichbar

Zur Notation der Präferenz stehen somit vier Relationen zur Verfügung.



2.2 Methoden der multikriteriellen Entscheidungsunterstützung und deren strukturierte Anwendung

Bei der Aufbereitung von Entscheidungsproblemen stellt sich oftmals heraus, dass die Entscheider mehrere Ziele verfolgen, wodurch die Komplexität des Entscheidungsproblems zunimmt (Roy 2005, S. 5f.; Tversky 1969, S. 31). Dies kann dazu führen, dass die Handhabung des Problems für den Entscheider erschwert wird. Liegt z.B. ein Problem mit vielen Kriterien und mehreren Alternativen vor, die mit weitreichenden sowie langfristigen Konsequenzen verbunden sind, so ist der Entscheider aufgrund der Berücksichtigung mehrerer konfliktärer Ziele eventuell kognitiv überfordert (Belton und Stewart 2002, S. 2f.). MILLER entwickelte bereits 1956 auf Basis mehrerer Experimente die These, dass der Mensch nur eingeschränkt in der Lage ist, Informationen aufzunehmen und zu verarbeiten. Er nennt in diesem Zusammenhang die *Magical Number Seven* als Richtwert für die Menge an Informationen, die durch Menschen nachvollzogen werden kann (Miller 1956, S. 83ff.). Einen Ansatz, um mit zunehmender Komplexität umzugehen, stellen die Methoden der multikriteriellen Entscheidungsunterstützung dar, die dem Bereich der präskriptiven Entscheidungstheorie zugeordnet werden (Belton und Stewart 2002, S. 2f.).

Das Ziel der Arbeit liegt in der Integration der Prospect Theory in die MADM-Methode PROMETHEE, die zur multikriteriellen Entscheidungsunterstützung angewendet wird. Als Grundlage für die Diskussion, wie die Prospect Theory sinnvoll in PROMETHEE integriert werden kann, werden daher zunächst die Ziele der multikriteriellen Entscheidungsunterstützung erläutert sowie die MADM-Methoden in diese eingeordnet. Der Fokus liegt anschließend auf der Beschreibung des strukturierten Entscheidungsprozesses von MADM-Methoden. Das Verständnis der aufgeführten Bestandteile dieses Entscheidungsprozesses ist schließlich wichtig für die Ermittlung, wie und an welcher Stelle des Prozesses die Prospect Theory berücksichtigt werden sollte.

2.2.1 Grundlagen zur multikriteriellen Entscheidungsunterstützung

Im Allgemeinen werden MCDA-Methoden angewendet um eine Entscheidungsunterstützung für einen oder mehrere Entscheider anzubieten. Sie stellen einen Ansatz dar, objektive Daten mit subjektiven Präferenzen bei gleichzeitiger Berücksichtigung mehrerer, teilweise konfliktärer Ziele zu verknüpfen. Zudem soll der Entscheidungsprozess transparent ausgestaltet sein und bei allen Beteiligten ein besseres Verständnis für das Problem als Ganzes sowie sämtliche entscheidungsrelevanten Faktoren geschaffen werden. Hierfür wird das Entscheidungsproblem in einem strukturierten Entscheidungsprozesses aufbereitet, um die zur Auswahl stehenden Alternativen unter simultaner Berücksichtigung sämtlicher Ziele zu bewerten (Belton und Stewart 2002, S. 2ff.).

Innerhalb der MCDA-Methoden wird zwischen den Methoden des Multi-Objective Decision Making (MODM) und des Multi-Attribute Decision Making (MADM) unterschieden (siehe Abbildung 2-2). Die Unterscheidung basiert zum einen auf der Modellierung des Problems und zum anderen auf dem Vorgehen zu dessen Lösung (Hwang und Yoon 1981, S. 3).

Die Methoden des MODM formulieren das Entscheidungsproblem so, dass die Menge an zulässigen Alternativen durch einen stetigen Lösungsraum definiert wird, der durch Nebenbedingungen beschränkt ist. Somit existieren unendlich viele Alternativen, die alle Elemente einer zumeist zusammenhängenden Teilmenge darstellen. Aus dieser stetigen Menge an zulässigen Alternativen soll schließlich eine aus Sicht des Entscheidungsträgers optimale Lösung ermittelt werden, indem mehrere Zielfunktionen parallel optimiert werden. Zur Identifizierung der optimalen



Lösung gilt es schließlich, einen Kompromiss zwischen den verschiedenen Zielen zu finden, die auch als Trade-offs bezeichnet werden. Eine wichtige Anforderung ist, dass die Zielfunktionen eindeutig quantifizierbare Größen abbilden, um sie im Rahmen des Optimierungsmodells abbilden zu können (Zimmermann und Gutsche 1991, S. 25).

Die MADM-Methoden betrachten hingegen eine diskrete Menge an vorab definierten Alternativen. Die Alternativen werden daher explizit *a priori* anhand verschiedener Charakteristika ausformuliert, hinsichtlich derer sich die Alternativen unterscheiden. Die Alternativen sollen dann hinsichtlich mehrerer Kriterien bewertet werden, wobei die subjektiven Präferenzen des Entscheidungsträgers einfließen (Zimmermann und Gutsche 1991, S. 25).

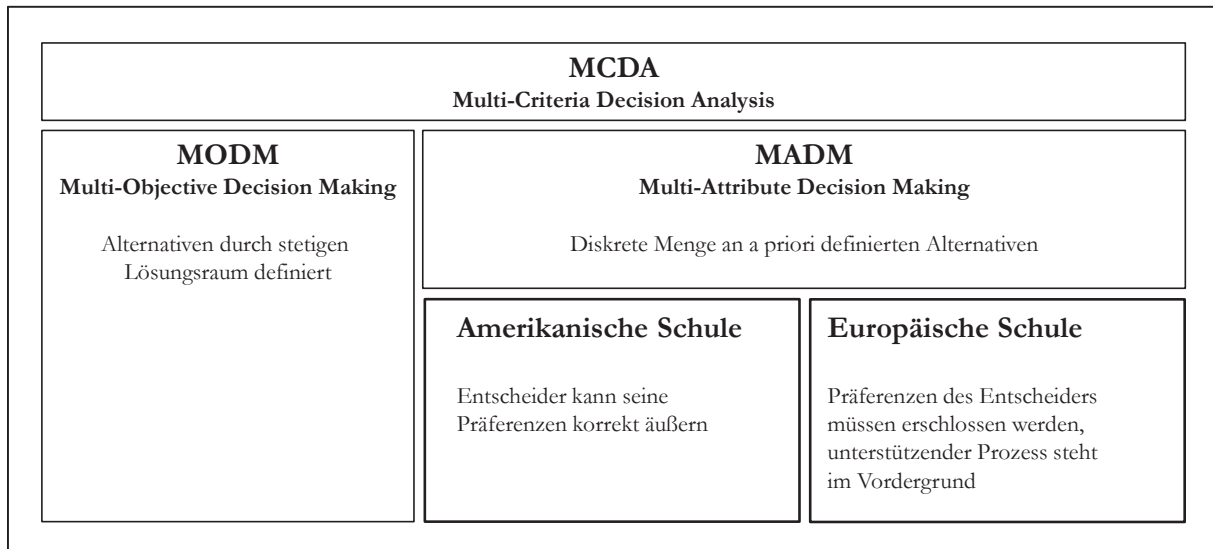


Abbildung 2-2: Übersicht MCDA-Methoden

Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an (Zimmermann und Gutsche 1991, S. 26f.)

Innerhalb der MADM-Methoden wird zudem zwischen der amerikanischen und der europäischen Schule unterschieden (Lootsma 1990, S. 264). Beide Ansätze grenzen sich primär durch die Annahme ab, inwieweit der Entscheidungsträger seine Präferenzen ausdrücken kann. Dementsprechend sind auch die jeweilig zugehörigen Methoden unterschiedlich konstruiert. Den amerikanischen Methoden liegt die Annahme zugrunde, dass der Entscheider stets in der Lage ist, seine Präferenzen korrekt zu äußern, um darauf basierend eine subjektiv beste Alternative zu ermitteln. Die europäischen Methoden beziehen den Aspekt ein, dass ein Entscheider bei Äußerung seiner Präferenzen auch kognitiv einschränkenden Faktoren unterliegen kann. Daher liegt bei diesen Methoden auch ein Ziel in der Bereitstellung eines Prozesses, durch den der Entscheider bei der Erschließung der eigenen Präferenzen unterstützt werden soll (Stewart 1992, S. 571ff.).

2.2.2 Der strukturierte Entscheidungsprozess von MADM-Methoden

MADM-Methoden werden zur Entscheidungsunterstützung angewendet. So können MADM-Methoden eingesetzt werden, um als Ergebnis entweder eine beste Alternative zu identifizieren (Selektion bzw. α -Problem), die Alternativen anhand der Kriterienausprägungen vorher definierter Gruppen zuzuordnen (Sortierung bzw. β -Problem) oder eine Rangfolge zu bilden (Ordnung bzw. γ -Problem) (Roy 2005, S. 11f.).

Neben dem angestrebten Ergebnis ist bei MADM-Methoden jedoch auch der Prozess der Entscheidungsfindung ein wichtiger Teil der Entscheidungsunterstützung (Stewart 1992, S. 571).



Insbesondere bei den Methoden der europäischen Schule steht die Durchführung eines strukturierten Entscheidungsprozess im Vordergrund (Zimmermann und Gutsche 1991, S. 26f.). Dem Entscheider soll bei der Strukturierung und Erschließung des komplexen Problems geholfen werden, indem entscheidungsrelevante Aspekte sowie deren Auswirkungen und Abhängigkeiten verdeutlicht werden. Des Weiteren soll der Entscheider am Entscheidungsprozess partizipieren. So sollen seine Präferenzen einfließen und bei der Aufstellung des Problems die für ihn entscheidungsrelevanten Bestandteile definiert werden. Über die aktive Auseinandersetzung mit dem Entscheidungsproblem soll der Entscheider zusätzliche Informationen gewinnen, um ein besseres Verständnis für das Problem als Ganzes zu entwickeln. Am Ende der Entscheidungsfindung soll daher nicht nur ein Ergebnis stehen (z.B. in Form einer Rangfolge), sondern der Entscheider auch besser informiert werden, sodass dieser sich der einflussreichen Aspekte des Problems bewusst ist, um wichtige Interdependenzen sowie Auswirkungen einschätzen zu können (Roy und Vanderpooten 1996, S. 26; Belton und Stewart 2002, S. 2ff.; Stewart 1992, S. 571). Zur Erreichung dieser Ziele wird in MADM-Methoden ein Entscheidungsprozess verfolgt, der über die in Abbildung 2-3 dargestellte Schrittfolge dargestellt werden kann (Belton und Stewart 2002, S. 5f.).

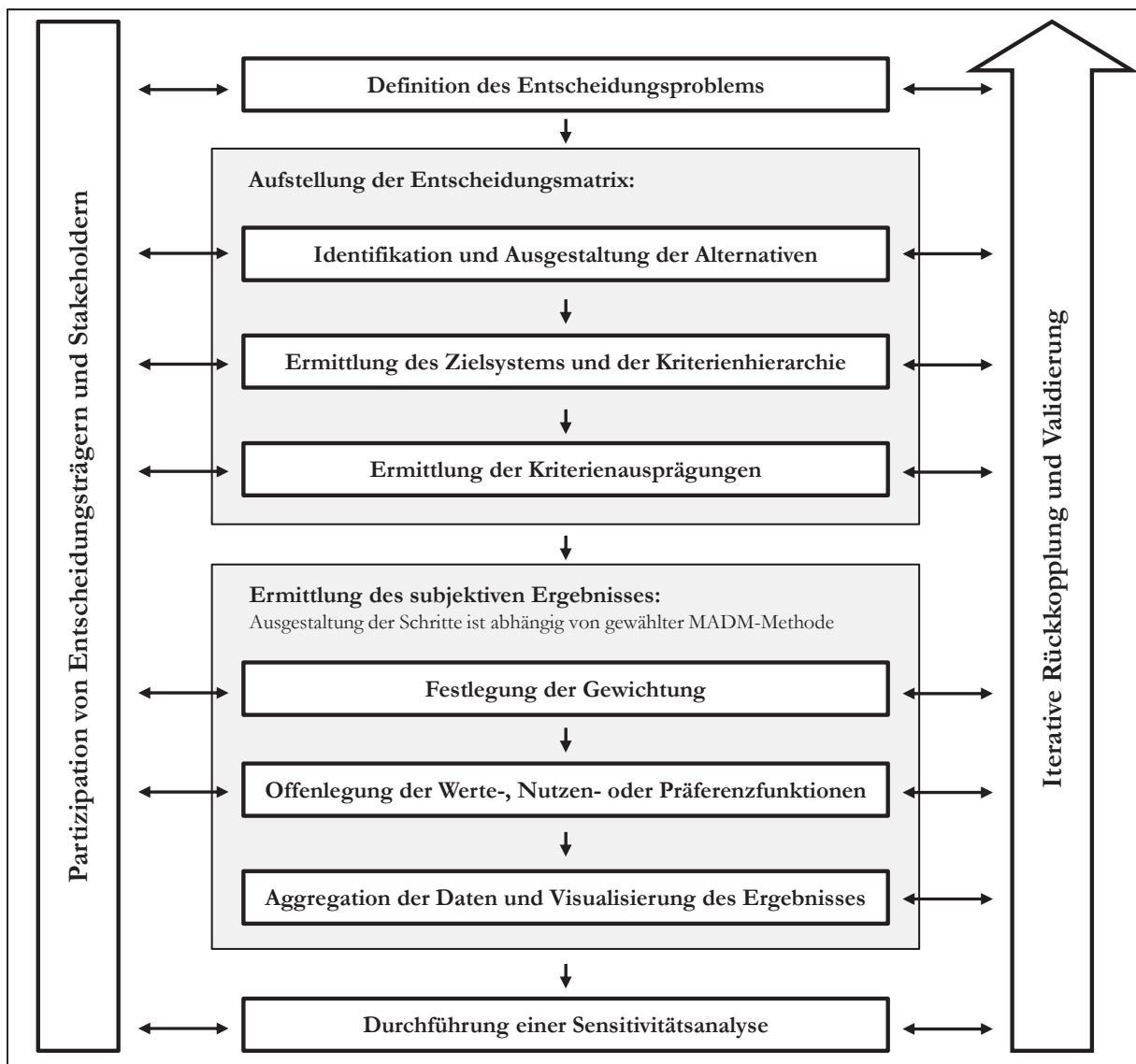


Abbildung 2-3: Der strukturierte Entscheidungsprozess im Rahmen von MADM-Methoden

Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an (Belton und Stewart 2002, S. 6) und (Oberschmidt 2010, S. 62).



Durch das Aufspalten des komplexen Gesamtproblems in die einzelnen Bestandteile und die damit verbundene partielle Bearbeitung sollen diese leichter zu handhaben sein. Die aufgeführten Schritte müssen jedoch nicht strikt nacheinander durchlaufen werden. Eine veränderte Abfolge ist möglich und nachträgliche Anpassungen aufgrund gewonnener Erkenntnisse sind explizit erwünscht (Belton und Stewart 2002, S. 5f.; Oberschmidt 2010, S. 61f.). In den strukturierten Entscheidungsprozess werden zudem verschiedene Akteure aktiv eingebunden. Bei den Akteuren wird zwischen Analysten, Entscheidungsträgern und Betroffenen, sogenannten Stakeholdern, unterschieden (Belton und Stewart 2002, S. 7). Der Analyst¹ ist neutral gegenüber dem zu erzielenden Ergebnis und hat die Aufgabe, den Entscheider durch den Prozess zu führen und die korrekte Anwendung der Methode zu gewährleisten. Die Unterscheidung zwischen Entscheidungsträgern und Stakeholdern resultiert aus der vorhandenen Entscheidungsgewalt. Der Entscheidungsträger trifft letztlich die Entscheidung, wohingegen als Stakeholder die Personen bezeichnet werden, die sich von den verbundenen Konsequenzen betroffen fühlen, aber die Entscheidung selber nicht beeinflussen können. Aufgrund ihres unmittelbaren Interesses an den Auswirkungen sollten die Präferenzen der Stakeholder jedoch in den Prozess der Entscheidungsfindung einbezogen werden (Bouyssou et al. 2006, S. 32; Belton und Stewart 2002, S. 14).

Zu Beginn des Entscheidungsprozess steht die **Definition des Entscheidungsproblems**. Dieses sollte verständlich und eindeutig ausformuliert werden, sodass bei sämtlichen Akteuren ein einheitliches Verständnis hinsichtlich der zugrundeliegenden Problemstellung existiert (Tsoukiàs 2008, S. 150). In diesem Zusammenhang gilt es auch zu verdeutlichen, welche Rolle die einzelnen Akteure im Entscheidungsprozess einnehmen. So sollte aufgezeigt werden, wer bzw. welche Gruppe der Entscheidungsträger ist. Zudem muss beschlossen werden, ob und wenn ja welche Stakeholder in den Entscheidungsprozess einbezogen werden sollen. Dabei muss auch festgelegt werden, in welchem Maße die Stakeholder berücksichtigt werden, d.h. ihre Präferenzen einbringen können (Belton und Stewart 2002, S. 59f.).

Des Weiteren sollte in diesem vorgeschalteten Schritt diskutiert werden, welche Art der Entscheidungsunterstützung von der Anwendung der MADM-Methode erwartet wird. In diesem Zusammenhang sollte zudem durch den Analysten verdeutlicht werden, welchen Beitrag die angewendete MADM-Methode überhaupt leisten kann (Belton und Stewart 2002, S. 2ff.). Zudem sollte die Wahl der MADM-Methode im Zuge der Problemformulierung vorgenommen werden. Diese vorgelagerte Wahl ist dahingehend sinnvoll, dass manche nachgelagerte Schritte in ihrer spezifischen Ausgestaltung von der angewendeten MADM-Methode abhängen (Belton und Stewart 2002, S. 7).

Weiterhin sollte im Rahmen der Problemdefinition bereits analysiert werden, inwieweit die Berücksichtigung von Unsicherheiten sinnvoll ist. Je nachdem, ob Sicherheit, Risiko oder Ungewissheit vorliegt (siehe Abschnitt 2.1.2), müssen zusätzliche Schritte eingebaut bzw. bestehende Schritte angepasst werden (French 1995, S. 73ff.; Stewart 2005, S. 450ff.). Weiterhin besteht die Möglichkeit, unscharfe Informationen explizit abzubilden und einzubeziehen. Hierfür muss die angewendete MADM-Methode entsprechend angepasst werden oder auf bereits bestehende Ansätze für solche Problemstellungen zurückgegriffen werden (Geldermann 1999, S. 121ff.; Rommelfanger und Eickemeier 2002, S. 161ff.).

¹ Neben den Analysten kann zudem auch ein Facilitator den Entscheidungsprozess unterstützen. Die Aufgabe von beiden liegt hierbei darin, den Informationsfluss zu gewährleisten und die Kommunikation zu fördern (Belton und Stewart 2002, S. 268ff.). Weiterhin kann auch ein Moderator eingesetzt werden, der zusätzlich zum Facilitator gezielt Methoden einsetzt, um die Kooperation der Gruppe zu fördern und eine strukturierte Durchführung der Workshops zu gewährleisten (Geldermann und Rentz 2003, S. 87f.).