

# Das Whitepaper zum ENTSCHEIDUNGSNAVI

Stand: 02.10.2024 – ENTSCHEIDUNGSNAVI 8.2

*Das ENTSCHEIDUNGSNAVI ist ein Open-Source-Webtool zur Unterstützung eines reflektierten Entscheidungsprozesses. Dieses Whitepaper gibt einen Einblick in die Konzeption des Tools, verweist auf die theoretischen Hintergründe und skizziert die verwendeten Berechnungsmethodiken.*

## 1. Das Wichtigste in Kürze

Das ENTSCHEIDUNGSNAVI ...

- führt den Anwender durch einen reflektierten Entscheidungsprozess,
- ist nicht auf bestimmte Entscheidungskontexte beschränkt,
- stützt sich in weiten Teilen auf den Ansatz des Value-Focused Thinking,
- gibt Hinweise zur Vermeidung typischer Biases und Entscheidungsfehler,
- berechnet Nutzenwerte auf der Basis der multiattributiven Nutzentheorie,
- lässt hierbei unpräzise Angaben über Präferenzen und Daten zu,
- bietet ein breites Spektrum entscheidungstheoretischer Instrumente, z. B. Sensitivitätsanalysen, Risikoprofile, Tornadodiagramme, Dominanzüberprüfungen und Monte-Carlo-Simulationen,
- ermöglicht eine Selbsteinschätzung der erreichten Entscheidungsqualität in verschiedenen Kriterien und
- fördert das Zusammenführen von Kopf und Bauch.

Das ENTSCHEIDUNGSNAVI gibt es in drei Varianten:

ENTSCHEIDUNGSNAVI „**Starter**“ - Diese Variante ist bewusst einfach gehalten und dementsprechend vom Funktionsumfang stark reduziert. Sie bietet sich an, wenn man mit wenig Zeit einen ersten Eindruck von der Vorgehensweise erhalten möchte.

ENTSCHEIDUNGSNAVI „**Educational**“ - Diese Variante führt in vielen Teilschritten und mit umfangreichen inhaltlichen Erläuterungen in einem Navi-Assistenten durch den reflektierten Entscheidungsprozess und eignet sich insbesondere dann, wenn man sich intensiv mit allen Aspekten einer reflektierten Entscheidung beschäftigen und die eigene Entscheidungskompetenz verbessern möchte.

ENTSCHEIDUNGSNAVI „**Professional**“ - Diese Variante bietet ein ähnlich umfangreiches funktionales Spektrum wie Educational, verzichtet jedoch auf einen geführten Prozess und detaillierte inhaltliche Erläuterungen. Somit eignet sich diese Variante für diejenigen, die sich mit den implementierten Instrumenten und Methodiken gut auskennen und lediglich ein Entscheidungsproblem effizient lösen möchten.

Beim Anlegen eines neuen Projektes ist eine der drei Varianten auszuwählen. Von der Starter-Variante ist ein Wechsel in die beiden anderen Varianten jederzeit möglich, der Weg zurück in die Starter-Variante ist jedoch in dem bearbeiteten Projekt nicht mehr möglich. Zwischen Educational und Professional kann beliebig gewechselt werden.

Das ENTSCHEIDUNGSNAVI ist zwar primär als Tool für Individualentscheidungen konzipiert, das strukturierte Vorgehen fördert aber in besonderem Maße auch Entscheidungen, die in einer Gruppe zu treffen sind. Um solche Teamentscheidungen besser zu unterstützen, gibt es sowohl in der Educational-Variante als auch in der Professional-Variante zusätzliche **Teamfunktionalitäten**, die einen reflektierten

Gruppenentscheidungsprozess mit dem ENTSCHEIDUNGSNAVI unter Führung eines Moderators deutlich erleichtern.

## 2. Die fünf Schritte eines reflektierten Entscheidungsprozesses

Ein reflektierter Entscheidungsprozess<sup>1</sup> besteht aus den folgenden fünf Schritten:

1. Formulierung der Entscheidungsfrage
2. Entwicklung der Fundamentalziele
3. Identifikation der Handlungsalternativen
4. Aufstellung eines Wirkungsmodells
5. Evaluation auf Basis von Präferenzangaben

Diese fünfschrittige Aufteilung ergibt sich durch die enge Anlehnung an das **Value-Focused Thinking** (VFT) - Konzept.<sup>2</sup> VFT wurde schon in den 90er-Jahren von dem US-amerikanischen Entscheidungsforscher Ralph Keeney entwickelt und hat sich mittlerweile in unzähligen Anwendungen als Goldstandard in der Analyse von Entscheidungen etabliert. VFT folgt dem Gedanken, dass Entscheidungen proaktiv angegangen werden sollten, d. h. Entscheidungssituationen sollten als Chancen verstanden werden, etwas vorausschauend gestalten zu können. Der erste Schritt eines reflektierten Entscheidungsprozesses fördert demnach eine breite und offene Formulierung der Entscheidungsfrage, die den Weg für einen entsprechend großen Gestaltungsspielraum ebnet.

Ein besonderes Augenmerk legt VFT auf eine reflektierte Formulierung der Ziele in der Entscheidungssituation. Dabei sollte das Augenmerk weniger auf *Instrumentalzielen* liegen, die per Definition nur Mittel zum Zweck darstellen. Vielmehr sollte der Entscheider gemäß VFT seine *Fundamentalziele* benennen, also die Ziele, auf die es im Kern ankommt. Deshalb erfordert der zweite Schritt eines reflektierten Entscheidungsprozesses ein intensives Hinterfragen aller gesammelten Zielaspekte, um diese Fundamentalziele gut erkennen und begrifflich exakt fassen zu können.

Bei der Identifikation der möglichen Handlungsalternativen fordert VFT eine hohe Kreativität, um auch neue attraktive Handlungsalternativen zu finden bzw. selbst auszugestalten. Hierbei sollten immer die schon formulierten Fundamentalziele im Blick gehalten werden, damit bei der Ausgestaltung von neuen Alternativen eine hohe Attraktivität erreicht wird. Insofern ist für den dritten Schritt eines reflektierten Entscheidungsprozesses wichtig, dass Scheuklappen abgenommen werden und mit einer an den Fundamentalzielen ausgerichteten Kreativität ein breites Spektrum möglichst attraktiver Handlungsmöglichkeiten aufgestellt wird.

Der vierte Schritt eines reflektierten Entscheidungsprozesses besteht in der Einschätzung, welche Auswirkungen die identifizierten Handlungsalternativen in den Fundamentalzielen (vermutlich) haben werden. Bei der Aufstellung dieses Wirkungsmodells besteht die Gefahr verzerrter Einschätzungen bzw. Biases, die mit verschiedenen verhaltenspsychologischen Phänomenen in Verbindung stehen. Hierzu gibt es ausreichend Erkenntnisse, die häufig auf Arbeiten des amerikanischen Psychologieprofessors und Nobelpreisträgers für Wirtschaftswissenschaften Daniel Kahneman aufbauen.<sup>3</sup> Insofern ist ein wichtiger Bestandteil des vierten Schrittes, diese möglichen Biases zu kontrollieren, d. h. darauf hinzuweisen und durch ein entsprechendes **Debiasing** zu minimieren.

---

<sup>1</sup> Siehe von Nitzsch & Methling (2022) sowie sehr ähnlich auch Gregory u.a. (2012).

<sup>2</sup> Siehe Keeney (1992) und Keeney (2020)

<sup>3</sup> Siehe Kahnemann & Schmidt (2012)

Für die Evaluation von Handlungsalternativen in Mehrfachziel-Kontexten werden in der Entscheidungstheorie verschiedene Methoden vorgeschlagen, z. B. die sehr einfach aufgesetzte Nutzwertanalyse, der in vielen Bereichen angewendete Analytic Hierarchy Process (AHP), die im französisch-sprachigen Raum verbreiteten Outranking-Ansätze und die wissenschaftlich fundierte **multiattributive Nutzentheorie**<sup>4</sup> (oder kurz MAUT für Multi Atttribute Utility Theory). Im Vergleich aller Ansätze ist es die MAUT, die sich für den Einsatz in einem anspruchsvollen, reflektierenden Entscheidungsansatz am besten eignet. Zwar erfreut sich z. B. der AHP einer großen Beliebtheit in der Praxis, weil die Methode trotz komplexer Berechnungslogik geringe Ansprüche an den Anwender stellt. Die analytisch hergeleiteten Alternativenbewertungen im AHP haben jedoch einen Black-Box-Charakter und lassen es deshalb nur beschränkt zu, das Ergebnis nachzuvollziehen, zu reflektieren und Gründe für eine mögliche Diskrepanz zwischen Kopf und Bauch herauszufinden.<sup>5</sup> Bei der MAUT ist dies insofern anders, da insbesondere in den erfragten Tradeoffs zwischen Zielen zwar höhere kognitive Ansprüche an den Anwender gestellt werden, jedoch die gewünschte Transparenz hierdurch gut erreicht wird. Insofern stützt sich der fünfte Schritt des reflektierten Entscheidungsprozesses konsequent auf das anspruchsvolle Vorgehen der MAUT. Dies gilt wohlgerne jedoch nur in der Educational- und Professional-Variante, in der Starter-Variante wird bewusst ein einfacheres Vorgehen ähnlich zur Nutzwertanalyse umgesetzt, um ein schnelles, grundsätzliches Kennenlernen des Prozesses nicht zu behindern.

### Menüführung in den drei Varianten

Die Menüführung des Tools bezieht sich grundsätzlich in allen Varianten auf die genannten fünf Schritte, wenn auch mit Unterschieden zwischen den Varianten.

So folgt die Hauptmenüführung sowohl in der Starter- als auch in der Educational-Variante sehr strikt diesem Fünf-Schritte-Prozess. In der **Starter-Variante** stehen dabei nur ausgewählte Funktionen aus der Educational-Variante zur Verfügung.

In der **Educational-Variante** bilden die fünf Schritte die fünf zu durchlaufenden Hauptschritte, die noch weiter in kleinere Teilschritte heruntergebrochen werden. Diese Teilschritte sollten ebenfalls in der vorgegebenen Reihenfolge durchlaufen werden, Abweichungen in der Reihenfolge werden aber grundsätzlich zugelassen. So ist es auch immer möglich, in bearbeitete Teilschritte zurückzugehen und die dort getätigten Eingaben zu verändern. Es genügt aber im Grunde, wenn die gewünschten Änderungen in der jeweils letzten Seite des Hauptschrittes (der jeweiligen „Ergebnisseite“) vorgenommen werden. Auch in Bezug auf die Hauptschritte ist es möglich und in einem reflektierten Entscheidungsprozess durchaus normal und gewünscht, wenn im Laufe des Prozesses erkannt wird, dass in den schon durchlaufenden Hauptschritten Modifikationen sinnvoll wären und diese dann auch umgesetzt werden. Eine Besonderheit der Educational-Variante ist der Navi-Assistent, der stets über das Fragezeichen in der Kopfleiste zu erreichen ist. Zu jedem Teil- und Hauptschritt bietet der Navi-Assistent kontextabhängig und umfangreich inhaltliche Erläuterungen, theoretische Hintergründe und zum Teil auch Links zu Lehrvideos. Zugleich werden Tipps zur Bedienung der gerade aufgerufenen Funktionalität gegeben.

In der **Professional-Variante** besteht das Hauptmenü aus zwei Auswahlmöglichkeiten. Der erste Hauptmenüpunkt „Strukturieren und Schätzen“ umfasst hierbei die Schritte 1 bis 4 und lässt Anwender in weiteren Untermenüs frei zwischen weiteren relevanten Funktionalitäten auswählen. Der zweite Hauptmenüpunkt „Bewerten und Entscheiden“ entspricht dem Schritt 5 des reflektierten Entscheidungsprozesses. In der Professional-Variante gibt es weder eine vorgegebene Reihenfolgen noch zusätzliche Erläuterungen. Es ist vielmehr dem Anwender selbst überlassen, welche Instrumente er aus

---

<sup>4</sup> Siehe Keeney & Raiffa (1976) sowie von Nitzsch (2021), Kapitel 9 und 10

<sup>5</sup> Zu weiteren grundlegenden Schwächen des AHP siehe Dyer (1990)

dem großen Funktionsumfang der Educational-Variante nutzen möchte und in welcher Reihenfolge er dies macht.

### 3. Die Formulierung der Entscheidungsfrage

Die Formulierung der Entscheidungsfrage dient dazu, sich zunächst einmal über die Entscheidungssituation im Klaren zu werden. Zugleich soll eine bewusst breite und offene Formulierung gewählt werden, um mögliche Scheuklappen abzulegen und Raum für neue, kreative Handlungsmöglichkeiten in den Folgeschritten zu schaffen. Damit dies gelingt, sieht ein idealer Ablauf mit den im ENTSCHEIDUNGSNAVI implementierten Funktionalitäten wie folgt aus:

- *Funktion I<sub>a</sub>: „Erste Formulierung der Entscheidungsfrage und Annahmen“* (verfügbar in Educational & Professional)  
In dieser Funktion kann die Entscheidungsfrage erstmal so formuliert werden, wie man sie gerade im Kopf hat. Zusätzlich können alle Annahmen notiert werden, von denen man in der Entscheidungssituation ausgeht. Ebenso werden Vorentscheidungen notiert, die schon getroffen wurden. Zur besseren Abgrenzung der Entscheidungsfrage ist es zudem möglich, an dieser Stelle schon Entscheidungen zu benennen, die vielleicht in Folge der jetzigen Entscheidung aber erst zu einem späteren Zeitpunkt getroffen werden müssen.
- *Funktion I<sub>b</sub>: „Reflexion der grundlegenden Werte“* (verfügbar in Educational & Starter)  
Um einem möglicherweise zu engstirnigen Denken in der Entscheidungssituation entgegenzuwirken, dient diese Funktion dazu, vorhandene Scheuklappen abzunehmen und das Denken in Bezug auf die Entscheidungssituation bewusst breiter und offener werden zu lassen. Um dies zu erreichen, wird in dieser Funktion eine Beschäftigung mit den eigenen grundlegenden persönlichen Werten verlangt, indem in einer Liste Werte präsentiert werden, die relativ untereinander zu priorisieren sind.
- *Funktion I<sub>c</sub>: „Beantwortung von proaktivitätsfördernden Impulsfragen“* (verfügbar in Educational)  
Ebenfalls zur Förderung einer offenen Denkweise im Hinblick auf die Formulierung der Entscheidungsfrage dient diese Funktion, in der dem Anwender einige Fragen gestellt werden, die ihn gezielt ggfs. eingeschränkte Denkschemata in Bezug auf die Entscheidungssituation aufbrechen lassen. Ihm werden mit seinen Antwortnotizen Denkipulse gegeben, in welche Richtung eine breitere Formulierung der Entscheidungsfrage gehen könnte.
- *Funktion I<sub>d</sub>: „Überprüfung und Umformulierung der Entscheidungsfrage und der Annahmen“* (verfügbar in Educational)  
In dieser Funktion werden die Ergebnisse der Funktionen I<sub>a</sub>, I<sub>b</sub> und I<sub>c</sub> noch einmal zusammenfassend dargestellt. Aufgabe des Anwenders ist es, auf dieser Basis mit einem erweiterten Blick die Entscheidungsfrage ein Stück weit offener und breiter zu formulieren. Zugleich können in diesem Zuge Annahmen und Vorentscheidungen entsprechend angepasst werden.

#### Umsetzung in der Educational-, Professional- und Starter-Variante

In der **Educational-Variante** wird dieser ideale Ablauf exakt in dem Aufbau der Teilschritte umgesetzt. Der Anwender wird somit sukzessive durch die Funktionen I<sub>a</sub> bis I<sub>d</sub> geführt. Zu jedem der Teilschritte finden sich im Navi-Assistenten umfangreiche inhaltliche Erläuterungen, die zum Verständnis beitragen.

Bei Anwendern der **Professional-Variante** wird vorausgesetzt, dass sie eine gute Entscheidungsfrage formulieren können. Insofern ist lediglich die Funktion  $\text{Ia}$  unter dem Menüpunkt „Strukturieren und Schätzen“ aufrufbar. Auch für einen geübten Anwender ist es stets sinnvoll, alle Annahmen, Vorentscheidungen und spätere Entscheidungen klar festzuhalten.

In der **Starter-Variante** wird lediglich die Formulierung der Entscheidungsfrage erfragt mit der Möglichkeit, Annahmen und Vorentscheidungen konkretisieren zu können.

#### 4. Die Entwicklung der Fundamentalziele

Fundamentalziele beschreiben die Aspekte, auf die es im Kern in der Entscheidungssituation ankommt. Für einen reflektierten Entscheidungsprozess ist es notwendig zu gewährleisten, dass alle bewertungsrelevanten Aspekte erfasst sind, d. h. das formulierte Zielsystem vollständig ist. Zudem sollten die Fundamentalziele möglichst wenig Überschneidungen untereinander aufweisen und weitgehend unabhängig voneinander bewertet werden können. Zudem sollte es mit den Fundamentalzielen möglich sein, Unterscheidungen zwischen den Handlungsalternativen deutlich zu beschreiben.

Die Entwicklung eines Zielsystems, das alle diese Bedingungen erfüllt, ist ein herausfordernder Schritt, der nach Unterstützung ruft. Es bietet sich ein Prozess an, in dem zunächst mit einem Brainstorming versucht wird, viele bewertungsrelevante Aspekte zu identifizieren, und dann weitere Quellen angezapft werden, um übersehene Aspekte zu erfassen. Anschließend gilt es, die Vielzahl gesammelter Aspekte zu strukturieren, was im Idealfall in Form einer zu entwickelnden Zielhierarchie umgesetzt werden sollte. Zur Unterstützung eines solchen Prozesses bietet das ENTSCHEIDUNGSNAVI eine Reihe passender Funktionen an.

- *Funktion  $\text{IIa}$ : „Erstes Brainstorming zu bewertungsrelevanten Aspekten“* (verfügbar in Educational)  
In dieser Funktion kann der Anwender frei und unstrukturiert alle Aspekte stichwortartig notieren, die theoretisch von Relevanz in der Entscheidungssituation bzw. in der Bewertung der Alternativen sein könnten.
- *Funktion  $\text{IIb}$ : „Weitere Überlegungen anstellen“* (verfügbar in Educational)  
Aus Studien<sup>6</sup> ist bekannt, dass Menschen nach einem ersten Brainstorming im Schnitt nur etwa die Hälfte der relevanten Ziele benennen. Genau dies wird dem Anwender in dieser Funktion vermittelt, verbunden mit einer Aufforderung, sich noch mehr Mühe zu geben und das Brainstorming fortzuführen.
- *Funktion  $\text{IIc}$ : „Erste Zielhierarchie entwickeln“* (verfügbar in Educational & Professional & Starter)  
Diese Funktion stellt eine grafische Strukturierungshilfe zum Aufbau einer Zielhierarchie dar. Alle schon notierten Aspekte sind vom Anwender zu hinterfragen, ob sie in einer Mittel-Zweck-Beziehung oder ggfs. in einer Unterziel-Oberziel-Beziehung zueinanderstehen. Mit einer sukzessiven Einarbeitung aller Aspekte in die Zielhierarchie, bei der diese Beziehungen berücksichtigt werden, entsteht eine erste strukturierte Darstellung des Zielsystems. Zudem werden durch diese Untersuchungen die Fundamentalziele herausgearbeitet und von den Instrumentalzielen getrennt.

---

<sup>6</sup> Siehe Bond u.a. (2008)

- **Funktion II d:** „*Beispiele und Vorschläge*“ (verfügbar in Educational & Professional)  
In dieser Funktion kann der Anwender aus Beispiel-Zielhierarchien und Listen mit themenbezogenen Zielvorschlägen relevante bislang noch übersehene Aspekte übernehmen und zu seiner Sammlung hinzufügen. Die Ziele sind zum Teil mit passenden Erläuterungstexten versehen und enthalten in den meisten Fällen passende Teilziele.
- **Funktion II e:** „*Überprüfung der Zielhierarchie auf geforderte Eigenschaften*“ (verfügbar in Educational)  
Nach dieser ersten Strukturierung bedarf es in der Regel einer Überarbeitung der Zielhierarchie, damit die eingangs erwähnten Bedingungen erfüllt sind. Am Ende sollte sich nämlich eine Zielhierarchie ergeben, die in der ersten Hierarchieebene am besten fünf bis sieben Fundamentalziele umfasst. In den weiteren Hierarchieebenen der überarbeiteten Zielhierarchie finden sich die entsprechend untergeordneten Teilziele und Instrumentalziele, die in Folgeschritten, z. B. bei der Definition von Messskalen, noch eine wertvolle Hilfe sein können.
- **Funktion II f:** „*Darstellung der Fundamentalziele in Listenform*“ (verfügbar in Educational & Professional)  
Mit dieser Funktion werden die Fundamentalziele in einer Listenform dargestellt. In dieser Darstellung kann der Anwender in einem separaten Erläuterungsfeld zu jedem Ziel formulieren, was er unter diesem Ziel genau versteht. Dieses Erläuterungsfeld kann auch an anderen Stellen im ENTSCHEIDUNGSNAVI aufgerufen werden, wenn oben rechts neben dem Zielnamen ein oranges Dreieck sichtbar ist. Zudem finden sich in den Boxen der einzelnen Ziele rechts Ausschnitte aus der Zielhierarchie, welche die untergeordneten Teil- und Instrumentalziele der Fundamentalziele zeigen.

### Umsetzung in der Educational-, Professional- und Starter-Variante

In der **Educational-Variante** stellen die Funktionen II a bis II f die sukzessiv zu durchlaufenden Teilschritte dar, wobei auf der Ergebnisseite zwar standardmäßig eine Zielhierarchie dargestellt wird, jedoch optional auch in die Listenansicht (Funktion II f) gewechselt werden kann. Zusätzlich finden sich im Navi-Assistenten zu jedem Teilschritt umfangreiche inhaltliche Erläuterungen, die z. B. auch sehr detailliert auf die Bedingungen eingehen, die eine gut aufgestellte Zielhierarchie erfüllen muss. Zudem sei an dieser Stelle auf die Bedienungshinweise im Umgang mit einer Zielhierarchie hingewiesen, die z. B. mit einer Reihe von Shortcuts die Arbeit erleichtern können.

In der **Professional-Variante** sind, die Zielhierarchiefunktion II c, die Vorschlagslistenfunktion II d und die Listenansichtsfunktion II f enthalten, die als wesentliche Stütze zur Formulierung eines guten Zielsystems für erfahrene Anwender in der Regel ausreichen. Diese Funktionen sind im Hauptmenüpunkt „Strukturieren und Schätzen“, im Untermenü „Ziele“ aufgeführt.

In der **Starter-Variante** wird nur die Zielhierarchiefunktion II c verwendet. Auf detaillierte Erläuterungen oder Vorschlagslisten wird hier verzichtet.

## 5. Die Identifikation der Handlungsalternativen

Reflektiertes Entscheiden erfordert, den gesamten theoretisch möglichen Handlungsraum zu berücksichtigen, ohne dabei Handlungsmöglichkeiten zu übersehen. Tatsächlich ist mit Studien<sup>7</sup> belegt, dass Entscheider häufig in Entscheidungssituationen zu wenig nachdenken und auf attraktive Handlungs-

---

<sup>7</sup> Siehe Siebert & Keeney (2015)

möglichkeiten selbst gar nicht kommen. Deshalb konzentrieren sich die diesbezüglich im ENTSCHEIDUNGSNAVI implementierten Funktionen darauf, die Kreativität des Entscheiders anzuregen und hierbei stets das Augenmerk auf die Fundamentalziele zu lenken, damit nicht nur beliebige Handlungsoptionen hinzugefügt werden, sondern auch besonders attraktive. Zugleich ist aber darauf zu achten, dass sich die identifizierten Handlungsalternativen alle gegenseitig ausschließen, weil ansonsten mit der sich anschließenden Nutzenbewertung keine eindeutige Handlungsempfehlung abgeleitet werden kann.

- **Funktion IIIa: „Übersicht der Alternativen“** (verfügbar in Educational, Professional & Starter)  
Diese Funktion stellt die grundlegende Darstellungsform für Handlungsalternativen in Form einer Liste dar. Zu jeder Alternative gibt es ein Erläuterungsfeld, in dem die Alternative kommentiert werden kann. Zusätzlich umfasst das Erläuterungsfeld eine Liste der unter dieser Alternative zusammengefassten Alternativen (siehe Funktion III f). Das Erläuterungsfeld kann auch an anderen Stellen im ENTSCHEIDUNGSNAVI aufgerufen werden, wenn neben dem Alternativennamen oben rechts ein kleines oranges Dreieck sichtbar ist.
- **Funktion IIIb: „Schwachpunktanalyse“** (verfügbar in Educational & Professional)  
In dieser Funktion kann für bereits benannte Alternativen angegeben werden, in welchem Ziel besondere Schwachpunkte vorliegen. Auf dieser Basis wird der Anwender aufgefordert, sich Modifikationen der Handlungsalternativen zu überlegen, die die markierten Schwachpunkte nicht mehr oder nur in einem geringen Umfang aufweisen.
- **Funktion IIIc: „Zielfokussierte Suche nach neuen Alternativen“** (verfügbar in Educational & Professional)  
Mit dieser Funktion wird der Anwender aufgefordert, zunächst isoliert in jedem der definierten Fundamentalziele Ideen zu generieren, die in diesem Ziel ein gutes Ergebnis erreichen. Anschließend gilt es, verschiedene Ideen aus dieser Vorarbeit zu kombinieren und somit neue attraktive Handlungsalternativen zu finden.
- **Funktion III d: „Befragen anderer Leute“** (verfügbar in Educational)  
Diese Funktion ist lediglich eine Aufforderung, sich von weiteren Personen weitere Anregungen geben zu lassen, welche Alternativen noch vorstellbar wären.
- **Funktion III e: „Stellhebel zur Strukturierung des Alternativenraums“** (verfügbar in Educational & Professional)  
Diese Funktion bietet eine anschaulich komfortable Möglichkeit, die Handlungsalternativen nach bestimmten charakterisierenden Eigenschaften zu strukturieren. Man wird aufgefordert, entsprechende Stellhebel und dazugehörige Stellhebelpositionen zu definieren und die Alternativen passenden Stellhebelpositionen zuzuordnen. Mit dieser Funktion ist gut festzustellen, ob der Alternativenraum wirklich vollständig abgebildet wird bzw. welche Kombinationen der Stellhebelpositionen übersehen wurden. Zum anderen kann mit dieser Funktion einfacher geprüft werden, ob sich die Alternativen gegenseitig ausschließen.
- **Funktion III f: „Sinnvolles Zusammenfassen von Alternativen“** (verfügbar in Educational & Professional)  
Um die Anzahl der Alternativen überschaubar zu halten, lassen sich mit dieser Funktionalität Alternativen durch Drag & Drop in andere integrieren, wodurch auch die Gesamtzahl reduziert wird, ohne Alternativen gänzlich löschen zu müssen.

- **Funktion IIIg: „Intuitives Ordnen nach dem Bauchgefühl“** (verfügbar in Educational)  
Die Alternativen sind hier nach dem eigenen Bauchgefühl in eine Reihenfolge zu bringen. Diese Funktion ermöglicht in der Evaluation der Handlungsalternativen, dass die analytisch ermittelte Reihenfolge der Alternativen mit der an dieser Stelle definierten, intuitiven Rangfolge verglichen werden kann und Diskrepanzen zwischen Kopf und Bauch transparent werden.

### **Umsetzung in der Educational-, Professional- und Starter-Variante**

In der **Educational-Variante** beschreiben die Funktionen IIIa bis IIIg die auch in dieser Reihenfolge zu durchlaufenden Teilschritte. Auf der Ergebnisseite wird wieder auf die Übersicht IIIa zurückgegriffen. Zusätzlich finden sich im Navi-Assistenten zu jedem Teilschritt zusätzliche inhaltliche Erläuterungen und Bedienhinweise zu den gerade aufgerufenen Funktionen.

In der **Professional-Variante** sind bis auf die Funktionen IIId und IIIg alle aufgeführten Funktionen im Hauptmenüpunkt „Strukturieren und Schätzen“, im Untermenü „Alternative“ als optionale Funktionen vorhanden.

In der **Starter-Variante** gibt es eine Übersicht IIIa. Auf kreativitätsfördernde Methoden wird hier verzichtet.

## **6. Die Aufstellung eines Wirkungsmodells**

Die Aufstellung eines Wirkungsmodells erfolgt im ENTSCHEIDUNGSNAVI durch Ausfüllen einer Ergebnismatrix, die sich aus Alternativen in den Zeilen und Fundamentalzielen in den Spalten ergibt. Um eine hohe Qualität dieses Wirkungsmodells zu erreichen, sind geeignete Messskalen für jedes Ziel zu definieren, relevante Unsicherheiten im Zuge der anzugebenden Einschätzungen sinnvoll zu integrieren und die Schätzungen ohne Biases auf Basis möglichst guter Informationsquellen abzugeben.

### **Die Definition von Messskalen**

In der **Educational- und der Professional-Variante** gibt es vielfältige Möglichkeiten der Messung. Grundsätzlich kann zwischen drei Typen von Messskalen ausgewählt werden:

**Numerische Skala:** Eine numerische Skala kann mit oder ohne Einheit durch die Angabe eines schlechtesten und eines besten Wertes erstellt werden. Die Bandbreite sollte so gewählt werden, dass die Einschätzungen der Alternativen in das Intervall fallen und als Intervallgrenzen gerundete Zahlen gewählt werden. Zugleich sollte die Bandbreite nicht deutlich größer gewählt werden als erforderlich. Numerische Skalen sind immer stetige Skalen.

**Verbale Skala:** Eine verbale Skala ist eine diskrete Skala, in der jede Ausprägung explizit benannt wird, z. B. „gering“, „eher gering“, „mittel“, „eher hoch“ und „hoch“. Die maximale Anzahl von Abstufungen beträgt hierbei sieben.

**Konstruierte Skala aus Indikatoren:** Eine Indikatorskala bietet sich an, wenn es verschiedene, gut operationalisierbare Indikatoren gibt, die in der Gesamtheit eine valide Bewertung des Fundamentalziels ermöglichen. Diese Indikatoren können fundamentale Teilaspekte, Instrumentalziele oder andere hoch korrelierte Faktoren sein. Hierbei wird zu jedem Indikator ein Gewicht angegeben, mit dem es in die Gesamtbewertung eingehen soll. Hierbei gibt es zwei Arten, wie die Indikatoren zu einem Gesamtwert für die Zielskala aggregiert werden können:

- *Additiv gewichtete Zusammensetzung bei Definition einer gewünschten Bandbreite der Zielskala* - Bei dieser Aggregation werden alle Indikatorwerte in der jeweils angegebenen Bandbreite auf einen Wert zwischen 0 (schlechtester Wert) und 1 (bester Wert) normiert und diese normierten Werte additiv gewichtet zu einem Score zusammengeführt. Der Score wird anschließend auf eine vom Anwender anzugebende Bandbreite in der Zielskala überführt.
- *Benutzerdefinierte Formel* - Mit dieser Option kann der Anwender die Indikatorwerte in einer individuell definierten Formel aggregieren. Hierdurch lassen sich komplexe Messskalen im ENTSCHEIDUNGSNAVI umsetzen. Die sich aus dieser Aggregationsart ergebende Bandbreite für die Zielskala wird vom Tool durch automatisches Einsetzen in die Formel der jeweils schlechtesten Indikatorwerte (Annahme: Hieraus resultiert der schlechtestmögliche Zielwert) und der jeweils besten Indikatorwerte (Annahme: Hieraus resultiert der bestmögliche Zielwert) vorberechnet. Hierbei ist es jedoch theoretisch je nach Ausgestaltung der Formel möglich, dass sich beim Einsetzen von bestimmten Wertekonstellationen der Indikatoren in die Aggregationsformel (unerlaubte) Resultate außerhalb der vorberechneten Bandbreite des Zieles ergeben. Deshalb kann der Anwender bei benutzerdefinierten Formeln die vom Tool vorberechnete Bandbreite durch eine selbst ermittelte größere Bandbreite ersetzen, um derartige Probleme zu vermeiden. Die Verantwortung für die korrekt gewählte Bandbreite wird also bei benutzerdefinierten Formeln dem Anwender übertragen. Hilfreich für die Verwendung benutzerdefinierter Formeln ist oft zudem die Erstellung von globalen Variablen. Diese Funktion kann unterhalb des Wirkungsmodells aufgerufen werden und dient dazu, eigene Variablen zu erstellen, die für benutzerdefinierte Formeln verwendet werden können.

Zur Erhöhung der Transparenz der verwendeten Skalen sollten insbesondere bei allen abstrakten Skalen zusätzliche Kommentierungen auf verschiedenen Ausprägungsstufen ergänzt werden. Hierfür werden im Tool umfangreiche Möglichkeiten angeboten. So kann beispielsweise bei einer Indikatorkala jeder einzelne numerische Indikator in verschiedene Stufen aufgeteilt werden, die dann jeweils kommentiert werden können. Die Kommentierungen umfassen hierbei mindestens Kurzbezeichnungen der gewählten Stufen. Es ist aber auch möglich, ausführlichere Erläuterungen vorzunehmen, die sich zugleich auf mehrere inhaltliche Dimensionen beziehen können. In der Frage, welche Dimensionen hier gewählt werden, kann über den Button „*Vorschläge*“ auf Elemente der schon definierten Zielhierarchie oder der Stellhebel zurückgegriffen werden.

Die durch Kommentierungen erreichte höhere Transparenz der verwendeten Skalen ist insbesondere deshalb wichtig, um in einem späteren Schritt Trade-offs zwischen Zielen valide ermitteln zu können. Deshalb werden bei der Ermittlung eines „*repräsentativen Trade-offs*“ (siehe Kapitel 7) alle vorgenommenen Kommentierungen für jeden Indikator in einer vereinfachten Ausgestaltung automatisch mit angezeigt. Bei komplexeren Indikatorkalen kann es jedoch sinnvoll sein, anstelle der vom Tool vorgegebenen vereinfachten Ausgestaltung der Kommentierungen diese individuell zu verändern. Hierfür wird bei der Definition einer Indikatorkala die Funktion „*Ausprägungen der Zielskala beschreiben*“ angeboten. Dort können über die Funktion „*Qualitative Stufen importieren*“ die Kommentierungen in der vereinfachten Ausgestaltung importiert werden, um anschließend beliebig verändert zu werden. Darüber hinaus können Beispiele für Indikatorkombinationen ermittelt und in die Kommentarfelder hinzugefügt werden, die zu den ausgewählten Zielausprägungen führen.

Zusätzlich ist es für eine gute Dokumentation des Projektes sinnvoll, in die Zielbeschreibung (Aufruf entweder über das orange Kommentardreieck rechts oben am Zielnamen oder über die Listenansicht bei den Zielen) auch noch eine Erläuterung der verwendeten Messskala hinzuzufügen.

In der **Starter-Variante** ist eine Messskala von 1 (schlechtester Wert) bis 10 (bester Wert) für jedes Ziel fest vorgegeben. Alternativ kann eine verbale Skala verwendet werden.

## Berücksichtigung von Unsicherheiten bei der Angabe von Einschätzungen

Sind bestimmte Einschätzungen in der Ergebnismatrix des Wirkungsmodells mit Unsicherheit verbunden, so sollte dies im Modell berücksichtigt werden. Möglich ist dies in der Educational- und Professional-Variante über die Definition von Einflussfaktoren, wobei zwischen zwei Typen unterschieden wird:

- *Systemseitige Einflussfaktoren* - Mit einer „Worst-Median-Best-Verteilung“ lässt sich mit diesem Einflussfaktor durch Angabe des p.10-, p.50 und p.90-Perzentils eine Wahrscheinlichkeitsverteilung modellieren. Das Tool setzt diese Angaben intern dadurch um, dass es eine diskrete Verteilung von jeweils 25 % für das p.10- und das p.90-Perzentil und 50 % für den Median erzeugt und damit alle weiteren Bewertungen durchführt. Bei Vorliegen einer Normalverteilung liefert diese Diskretisierung der Wahrscheinlichkeitsverteilung eine gute Annäherung.
- *Benutzerdefinierte Einflussfaktoren* - Der Anwender definiert mögliche Zustände für einen explizit zu benennenden Einflussfaktor (z. B. Einflussfaktor „Höhe der Absatzzahlen“ mit dazugehörigen Zuständen „unter 1000“, „zwischen 1000 und 2000“ und „über 2000“). Zusätzlich sind vom Anwender Wahrscheinlichkeiten für alle Zustände anzugeben. Die Angabe von Wahrscheinlichkeiten kann durch die optionale Hilfsfunktion „Automatische Vorgabe“ erleichtert werden. Sollte dem Anwender die Angabe exakter Wahrscheinlichkeiten schwerfallen, so wird über den Präzisionsparameter eine nur ungefähre Eingabe ermöglicht (siehe Abschnitt „Arbeiten mit ungenauer Präzision im Kapitel 7).

In jedem Matrixfeld kann maximal nur ein Einflussfaktor definiert werden, d. h. *entweder* ein systemseitiger *oder* ein benutzerdefinierter. Hierbei ist es jedoch möglich, zwei benutzerdefinierte Einflussfaktoren zu einem kombinierten Einflussfaktor zusammenzufügen. In diesem werden die Wahrscheinlichkeiten der neuen, kombinierten Zustände automatisch berechnet. Kombinierte Einflussfaktoren können zudem kaskadiert werden, d. h. sie können mit weiteren Einflussfaktoren zu neuen kombinierten Einflussfaktoren ergänzt werden.

Die Verknüpfung eines Matrixfelds mit einem Einflussfaktor erfolgt über Anklicken des Stift-Icons, welches beim Hovern über das Matrixfeld erscheint und das Eingabefenster für das jeweilige Matrixfeld öffnet. Im dortigen Reiter „Dateneingabe“ und der dann erscheinenden oberen Dropdown-Auswahleiste kann nicht nur auf alle schon definierten Einflussfaktoren zugegriffen und eine Verknüpfung hergestellt werden, es ist auch möglich, einen neuen benutzerdefinierten Einflussfaktor zu kreieren.

Ein wichtiger Unterschied zwischen systemseitigen und benutzerdefinierten Einflussfaktoren besteht darin, wie sie sich im Gesamtmodell verhalten. Eine systemseitige Worst-Median-Best-Verteilung an einer Stelle im Wirkungsmodell ist stets gänzlich unabhängig von jeder weiteren Verwendung an anderer Stelle. Alle Wahrscheinlichkeitsverteilungen von systemseitigen Einflussfaktoren werden somit stets als stochastisch unabhängig voneinander betrachtet. Dies gilt sogar für alle Indikatoren bei der Verwendung einer aus mehreren Indikatoren konstruierten Messskala. Wird also eine Worst-Median-Best-Verteilung mit einer Indikatorkala verknüpft, so sind die unsicheren Ausprägungen in allen Indikatoren stochastisch unabhängig voneinander.

Werden hingegen zwei Matrixfelder mit demselben benutzerdefinierten Einflussfaktor verknüpft, so unterstellt das Programm, dass die jeweiligen Zustände inkl. Wahrscheinlichkeiten in den beiden Matrixfeldern als identisch angesehen werden, d. h. global definiert sind. Wenn dies so nicht gelten soll, müssen unterschiedliche Einflussfaktoren für die beiden Matrixfelder definiert werden.

*Beispiel: Sowohl für die Handlungsalternative A als auch für B sind die Absatzzahlen unsicher. Darüber hinaus ist die Formulierung von Zuständen „unter 1000“, „zwischen 1000 und 2000“*

und „über 2000“ angedacht, aber es soll von keinem Zusammenhang zwischen den dazugehörigen Wahrscheinlichkeitsverteilungen für A und B ausgegangen werden. In diesem Fall wäre korrekterweise neben dem Einflussfaktor „Absatz bei Alternative A“ ein weiterer „Absatz bei Alternative B“ zu definieren.

Alle erstellten benutzerdefinierten Einflussfaktoren können stets in dem Menüpunkt *Einflussfaktoren* in einer Übersicht aufgerufen werden. Zusätzlich lassen sich auf dieser Seite auch neue Einflussfaktoren definieren, kombinierte Einflussfaktoren erstellen und die bereits definierten modifizieren.

Zur Darstellung und Analyse der jeweils modellierten Unsicherheit in einem Matrixfeld gibt es zwei Zusatzfunktionen im Eingabemenü: Erstellung eines Risikoprofils und eines Indikatoreinflussdiagramms.

Im Reiter *Risikoprofil* wird für die betreffende Handlungsalternative ein Risikoprofil grafisch dargestellt. Das Risikoprofil  $R(x)$  steht in einer komplementären Beziehung zur Verteilungsfunktion  $F(x)$ , d. h. es gilt  $R(x) = 1 - F(x)$ . Mit anderen Worten zeigt das Risikoprofil an, mit welcher Wahrscheinlichkeit ein Ergebnis  $x$  echt überschritten wird. Für einen Vergleich mit den Risikoprofilen der anderen Handlungsalternativen in dem betrachteten Ziel können in dem „Vergleichen mit“-Auswahlfenster weitere Risikoprofile in die Grafik aufgenommen werden. Stochastische Dominanzen ersten Grades können in dieser Grafik somit, bezogen auf das jeweilige Ziel, grafisch abgelesen werden.

Die Funktionalität im Reiter *Indikatoreinfluss* ist aufrufbar, wenn eine Indikatorskala mit einem systemseitigen (also einer Worst-Median-Best-Verteilung) oder benutzerdefinierten Einflussfaktor verknüpft wurde. Das Indikatoreinflussdiagramm macht transparent, welche Indikatoren durch die jeweilige bestehende Unsicherheit den größten, zweitgrößten, etc. Einfluss auf das Ergebnis haben. Die Berechnung des Einflusses eines Indikators auf das Zielergebnis kann entweder unter der Annahme erfolgen, dass in den jeweils anderen Indikatoren der Median in die Berechnung für das Zielergebnis eingeht (Auswahl: *einfache Variante*). Alternativ kann auch ausgewählt werden, dass in den anderen Indikatoren jeweils mit der definierten Wahrscheinlichkeitsverteilung gerechnet und das Ergebnis sodann als Erwartungswert angegeben wird (Auswahl: *probabilistische Variante*).

## **Berücksichtigung von Biases bei allen Schätzungen im Wirkungsmodell**

Damit die im Wirkungsmodell einzutragenden Schätzungen möglichst valide sind und keinen Bias aufweisen, sind im ENTSCHEIDUNGSNAVI einige Inhalte verfügbar, die den Anwender über mögliche Fehlerquellen und typische Biases aufklären. Je weniger Kenntnisse eines reflektierten Entscheidungsprozesses vorhanden sind, desto wichtiger ist die Aufklärung über diese Fallen. Deshalb sind in der **Educational-Variante** entsprechende erklärende Ausführungen im Navi-Assistenten im Wirkungsmodell unter „Weitere Hinweise“ und „Achte auf typische Fehler und Verzerrungen in den Wirkungsprognosen“ zu finden. In der **Professional-Variante** sind diese Erläuterungen zwar nicht verfügbar, Anwender haben jedoch immer die Möglichkeit, von der Professional-Variante unproblematisch zu Educational-Variante zu wechseln. Dort können sie sich die Erläuterungen im Navi-Assistenten durchlesen und anschließend wieder zurückwechseln.

## **Weitere Tipps und Funktionalitäten im Umgang mit dem Wirkungsmodell**

Die farbliche Darstellung in Grün- und Rot-Einfärbungen soll schon mit einem Blick auf das Wirkungsmodell verdeutlichen, welche Alternativen eher gut sind und welche weniger gut. Optional kann diese Farbmarkierung deaktiviert werden.

In allen Varianten werden in der Ergebnismatrix automatisch Dominanzbeziehungen zwischen Alternativen analysiert. Alternativen, die von einer anderen Alternative dominiert werden, erhalten eine rote Markierung mit einem Info-Button. Klickt man auf diesen Info-Button, wird aufgezeigt, welche

Alternative bzw. Alternativen die betreffende dominiert bzw. dominieren. Hierbei wird von Dominanz von Handlungsalternative A gegenüber B gesprochen, wenn A in ausnahmslos allen Zielen das Zielergebnis von B jeweils stochastisch dominiert.

Um die Dateneingabe bei komplexeren Wirkungsmodellen, wie sie sich z. B. bei aufwändigeren Indikatorkalen und der gleichzeitigen Verwendung von Einflussfaktoren ergeben, zu erleichtern, können per Drag & Drop Inhalte eines Matrixfeldes auf ein anderes in derselben Spalte kopiert werden. Ebenfalls lässt sich die Definition einer Skala von einer Spalte auf eine andere kopieren. Eine entsprechende Funktion wird verfügbar, wenn die Maus über die Kopfzeile im Wirkungsmodell bewegt wird. Ebenso ist es in der Professional-Variante möglich, Alternativen zu duplizieren, wenn die Maus über den Alternativennamen bewegt wird und die Kopierfunktion aufgerufen wird.

### Schnittstelle für einen Excel Ex- und Import

Über eine Schnittstelle ist es möglich, das Wirkungsmodell als Excel-Datei zu exportieren und diese Datei später wieder ins ENTSCHEIDUNGSNAVI zu importieren. Diese Funktion bietet sich vor allem dann an, wenn zur Erstellung von Wirkungsprognosen komplexe Formeln oder Berechnungen zugrunde gelegt werden sollen, die im ENTSCHEIDUNGSNAVI nicht abbildbar sind. Diese komplexen Berechnungen können in einem separaten Excel-Sheet vorgenommen und mit Zellen aus der exportierten Matrix verknüpft werden. Wenn die Excel-Datei wieder importiert wird, werden die neu berechneten Wirkungsprognosen automatisch übernommen. Ein entsprechender Button zum Ex- bzw. Import findet sich links oben im Wirkungsmodell. Damit der Import der Excel-Datei ins ENTSCHEIDUNGSNAVI gelingt, müssen einige Umgangsregeln mit der Datei beachtet werden, welche der Funktion und dem Excel-Sheet selbst entnommen werden können.

## 7. Berechnung des Nutzenerwartungswertes nach Ermittlung von Nutzenfunktionen und Zielgewichten

Die Bewertung der Handlungsalternativen erfolgt auf der Basis der multiattributiven Nutzentheorie (MAUT). Dies bedeutet, dass für jede Alternative  $A_j$  mit  $1 \leq j \leq J$  ein Nutzenerwartungswert  $EU(A_j)$  (für Expected Utility) berechnet wird, der die Attraktivität der Alternative in einem relativen Vergleich zu den anderen Alternativen numerisch beschreibt. Der absolute Betrag von  $EU(A_j)$  spielt hierbei aufgrund der in der  $EU$ -Berechnung vorgenommenen Normierungen nur eine untergeordnete Rolle. Entscheidend sind am Ende nur die relativen Unterschiede zwischen den  $EU$ -Werten aller Alternativen. Da sich die Handlungsalternativen untereinander ausschließen müssen, lautet die Entscheidungsempfehlung, die Alternative mit dem höchsten  $EU$ -Wert umzusetzen.

In die Berechnung des Nutzenerwartungswertes  $EU$  einer Alternative  $A_j$  in einem Entscheidungsmodell mit  $I$  Fundamentalzielen und Einflussfaktoren in jedem Ziel  $O_i$  ( $1 \leq i \leq I$ ) mit jeweils  $K_{ij}$  Zuständen  $s_{ij}^k$  ( $1 \leq k \leq K_{ij}$ ) fließen die dazugehörigen Zustandswahrscheinlichkeiten  $P(s_{ij}^k)$ , die Nutzenwerte  $U_i(x_{ij}^k)$  für die Wirkungsprognosen  $x_{ij}^k$  in den Zielen und Zuständen sowie die Zielgewichte  $w_i$  ein. Die Formeln lauten:

$$EU(A_j) = \sum_{i=1}^I w_i \left[ \sum_{k=1}^{K_{ij}} P(s_{ij}^k) U_i(x_{ij}^k) \right]$$

$$\sum_{i=1}^I w_i = 1$$

$$\sum_{k=1}^{K_{ij}} P(s_{ij}^k) = 1$$

Die Nutzenwerte  $U_i(x_{ij}^k)$  werden bei numerischen oder Indikatorkalen durch zielspezifische, exponentielle Nutzenfunktionen gemäß

$$U_i(x_{ij}^k) = \begin{cases} \frac{1 - e^{-c_i \frac{x_{ij}^k - x_i^-}{x_i^+ - x_i^-}}}{1 - e^{-c_i}} & \text{für } c_i \neq 0 \\ \frac{x_{ij}^k - x_i^-}{x_i^+ - x_i^-} & \text{für } c_i = 0 \end{cases}$$

berechnet, wobei  $x_i^-$  den schlechtesten und  $x_i^+$  den besten Wert aus der Definition der zum Ziel gehörenden Messskala darstellt. Der Parameter  $c_i$  stellt den Risikoaversionsparameter für das Ziel  $O_i$  dar und determiniert die Krümmung der zugehörigen Nutzenfunktion. Ein positives  $c_i$  führt zu einem rechtsgekrümmten Verlauf, modelliert also einen abnehmenden Grenznutzen bzw. risikoscheues Verhalten. Umgekehrt ist der Verlauf bei negativem  $c_i$  linksgekrümmt, modelliert also einen zunehmenden Grenznutzen bzw. Risikofreude. Je größer der Betrag von  $c_i$  ausfällt, desto ausgeprägter ist die jeweilige Krümmung. Eine lineare Bewertung bei  $c_i = 0$  korrespondiert mit einer risikoneutralen Bewertung (äquivalent zu einer Erwartungswertberechnung im Erwartungswertkalkül).

Die Nutzenwerte  $U_i(x_{ij}^k)$  für Ziele mit verbalen Skalen werden mithilfe diskreter Nutzenwerte ermittelt.

$$U_i(x_{ij}^k) = \begin{cases} 0 & \text{für } x_{ij}^k = x_i^- \\ DR(x_{ij}^k) & \text{für } x_{ij}^k \in (x_i^-, x_i^+) \\ 1 & \text{für } x_{ij}^k = x_i^+ \end{cases}$$

Die einzelnen Nutzenwerte für jede Stufe der Zielskala können vom Anwender explizit angegeben und somit der Nutzenwert für Wirkungsprognose  $x_{ij}^k$  durch die Direct Rating Funktion  $DR(x_{ij}^k)$  dargestellt werden. Wenn keine eigene Bewertung vorgenommen wird, unterstellt das Tool ein äquidistantes Ansteigen der Nutzenwerte von 0 für die schlechteste verbale Ausprägung bis 1 für die beste.

Unabhängig von der Skala gilt ausnahmslos, dass der zielspezifische Nutzenwert für den schlechtesten Wert  $x_i^-$  bei 0 liegt und für den besten Wert  $x_i^+$  bei 1. Da die Zielgewichte auf eine Summe von 100% normiert sind, lässt sich leicht an der Formel erkennen, dass auch der Gesamtwert  $EU(A_j)$  in dem Nutzenintervall zwischen 0 und 1 normiert ist. In den Ergebnisdarstellungen im ENTSCHEIDUNGSNAVI werden diese Nutzenerwartungswerte jedoch aus optischen Gründen mit 100 multipliziert dargestellt.

### Die Ermittlung der Nutzenfunktionen

Alle Nutzenfunktionen werden standardmäßig vom Programm als linear ( $c_i = 0$ ) angenommen. In vielen Fällen ist diese Linearität angemessen und muss nicht vom Anwender angepasst werden. Dies gilt insbesondere dann, wenn künstliche Skalen wie Punktbewertungen oder Indikatorkalen zum Einsatz kommen und Risikopräferenzen eine untergeordnete Rolle spielen. Die Linearität ist hierbei meist deshalb ausreichend und sinnvoll, da in den definierten Abstufungen der künstlichen Skalen meist ein abnehmender oder zunehmender Grenznutzen implizit schon berücksichtigt ist. Demgegenüber gilt dies nicht in Fällen, in denen natürlich-numerische Skalen, wie z. B. Euro-Beträge oder physikalische Größen, definiert sind. Hier sollte die Gestalt der Nutzenfunktion genauer reflektiert und auf eine passende Einstellung der Krümmung geachtet werden. Ebenfalls für den Fall, dass in dem betrachteten

Ziel Unsicherheiten eine große Rolle spielen und die Risikoeinstellung des Entscheiders nicht risikoneutral ist, ist eine eingehendere Beschäftigung mit der richtigen Krümmung der Nutzenfunktion empfehlenswert.

Eigene erste Studien zeigen jedoch, dass die Gestalt der Nutzenfunktionen in vielen Fällen einen eher geringen, bis keinen entscheidenden Einfluss auf die resultierende Rangfolge der Alternativen hat. Insofern sollte eine Analyse der richtigen Gestalt einer Nutzenfunktion zwar erfolgen, allein aus praktischen Überlegungen sollte der Aufwand dazu jedoch nicht übermäßig hoch angesetzt werden.

In der **Starter-Variante** wird grundsätzlich eine lineare Nutzenfunktion unterstellt. Der Anwender hat sich also in dieser Variante nicht mit Fragen der richtigen Gestalt seiner Nutzenfunktionen auseinanderzusetzen.

In der **Educational- und der Professional-Variante** gelangt man beim Aufruf der Nutzenfunktionen auf eine Übersichtseite. Zusätzlich steht für jede Nutzenfunktion eine Detailansicht mit erhöhter Funktionalität zur Verfügung.

- *Übersichtsseite* - Die Übersichtseite dient primär der übersichtlichen Darstellung aller Nutzenfunktionen für alle Ziele auf einen Blick. Zugleich ist es auch schon in dieser Ansicht möglich, die einzelnen Nutzenfunktionen durch Verändern der Parameter oder direkt in der Grafik zu verändern.
- *Detailansicht* – Die Detailansicht erreicht man durch Anklicken der Kopfzeile der betrachteten Nutzenfunktionen in der Übersicht oder durch die Auswahlbox links oben. In dieser Ansicht wird der Anwender durch verschiedene verbale Interpretationshilfen (Reiter I bis III) bei der Festlegung der Nutzenfunktion unterstützt. Die Interpretation des Reiters I verweist ausschließlich auf Überlegungen zum Grenznutzen, da möglicherweise durch Einflussfaktoren modellierte Unsicherheiten hier ausgeblendet werden. Die Reiter II und III adressieren hingegen eher die Risikopräferenzen des Anwenders. Der Anwender kann die für die jeweilige Situation geeignetere Form der Präferenzinterpretation wählen und muss die Nutzenfunktion so wählen, dass er sich gut mit den ausgegebenen Präferenzaussagen identifizieren kann. Mit den Schieberegler können verschiedene Intervalle eingestellt werden, auf die sich die Präferenzaussagen jeweils beziehen. Der Sinn dieser Schieberegler besteht darin, mit unterschiedlichen Intervallen auszutesten, ob sich der Anwender in allen Fällen immer noch mit den ausgegebenen Präferenzaussagen identifizieren kann. Ist dies nicht der Fall, so kann an dem Parameter „*Präzisionsintervall*“ ein Toleranzbereich eingestellt werden, der auch ungenauere Präferenzaussagen zulässt (siehe Kapitel „Arbeiten mit ungenauer Präzision“).

## Die Ermittlung der Zielgewichte

Die Zielgewichte haben in der Regel einen großen Einfluss auf die Rangfolge der Alternativen. Deshalb legt die MAUT großen Wert auf eine fundierte Ermittlung von Zielgewichten und setzt auf eine Ermittlung über Trade-offs, obwohl dieser Schritt für den Anwender meist nicht einfach ist. Werden – wie in anderen Methoden üblich - die Wichtigkeiten  $w_i$  lediglich pauschal abgefragt, so müsste der Anwender bei seinen Wichtigkeitsangaben eigentlich die für die Normierung verwendeten Bandbreiten in seinen Aussagen exakt berücksichtigen. Mit einer größeren (niedrigeren) Bandbreite müsste eine höhere (niedrige) Wichtigkeit angegeben werden und dies in einem ganz bestimmten Ausmaß. Studien<sup>8</sup> belegen, dass Entscheider hierzu in der Regel nicht in der Lage sind. Die mit dieser pauschalen Methodik ermittelten Ergebnisse sind demnach nicht sehr aussagekräftig.

---

<sup>8</sup> Siehe von Nitzsch & Weber (1991)

Dennoch kommt in der **Starter-Variante** diese pauschale Abfragemethodik zum Einsatz, um die Anwender nicht schon beim ersten Kennenlernen der Methodik mit zu hohen Herausforderungen abzuschrecken. Bei wichtigen Entscheidungen, in denen die Entscheidungsempfehlung stark von den Zielgewichten abhängt, sollte jedoch auf eine der beiden anderen Varianten übergegangen werden.

Zwischen der Zielgewichtung in der **Educational- und Professional-Variante** gibt es keine Unterschiede. Die Zielgewichtungsfunktionalität startet mit einer Übersichtsseite und bietet noch weiterführende Funktionalitäten zur konkreten Ermittlung der Trade-offs.

- *Übersichtsseite* – Auf dieser Seite wird eine erste, noch sehr ungefähre Einschätzung der  $I$  Zielgewichte mittels einer pauschalen Wichtigkeitsangabe mithilfe eines Balkendiagramms erfragt. Auf Basis dieser Ersteinschätzung wird vom Tool ein Referenzziel vorgeschlagen, mit dem alle anderen  $(I - 1)$  Ziele zur Validierung jeweils in einem Trade-off-Paarvergleich zu vergleichen sind. Der Anwender kann das Referenzziel jedoch verändern. Der Aufruf eines einzelnen Tradeoff-Paarvergleichs erfolgt innerhalb dieser Übersichtsseite über die „Tradeoff“-Buttons unterhalb der Balken. Wurde ein Trade-off ermittelt, verschwindet das Warndreieck und wird durch einen blauen Haken ersetzt. Zugleich ändern sich die auf der Übersichtsseite dargestellten Zielgewichte, so dass sie mit den gegebenen Trade-off-Aussagen konsistent sind. Wenn am Ende alle  $(I - 1)$  Trade-offs ermittelt sind, sind die dargestellten Zielgewichte konsistent zu allen ermittelten Trade-offs und mögliche Verzerrungen durch die zunächst pauschale Angabe der Zielgewichte korrigiert.
- *Trade-off-Ermittlung über Diagramme mit Indifferenzkurven* – In dieser Funktionalität wird vom Anwender ein Trade-off für das ausgewählte Ziel im Vergleich mit dem Referenzziel ermittelt. Diese Ermittlung erfolgt auf der Basis der Darstellung von Indifferenzkurven und einer unterstützenden, tabellarischen oder verbalen Erläuterung der Indifferenzkurve neben dem Diagramm. Der Anwender muss durch Veränderung der Zielgewichtung die dargestellten Trade-offs so gestalten, dass sie den eigenen Präferenzen entsprechen. Um die Trade-offs möglichst realistisch zu gestalten, bezieht sich ein Punkt im Diagramm immer auf eine tatsächlich definierte Alternative, wobei mit dem Slider *Bezugspunkt* eine andere Alternative ausgewählt werden kann. Mit dem Slider *„Vergleichspunkt“* wird die Position des zweiten Punktes im Diagramm verändert. Die relative Gewichtung der beiden betrachteten Ziele in diesem Trade-off-Diagramm kann genau dann als erfolgreich abgeschlossen angesehen werden, wenn sich der Anwender mit der Indifferenzkurve bzw. den Aussagen in der Erläuterung für alle Positionen der beiden Slider identifizieren kann. Gelingt das nicht, kann an dem Parameter *„Präzisionsintervall“* ein Toleranzbereich eingestellt werden, der auch ungenauere Präferenzangaben zulässt (siehe Kapitel *„Arbeiten mit ungenauer Präzision“*).
- *Ermittlung eines einzigen repräsentativen Trade-offs* – Diese Funktionalität wird durch das orangefarbene Icon eines doppelten Schiebereglers in der eben dargestellten Trade-off-Ermittlungs-Seite aufgerufen. Auf eine Darstellung von Indifferenzkurven und Erläuterungen wird hier gänzlich verzichtet. Stattdessen wird der Fokus auf eine einzige Trade-off-Aussage gelegt. Diese Darstellung ist insbesondere dann sinnvoll, wenn die beiden Ziele gut dokumentierte Messskalen besitzen, die auch in verschiedenen Zwischenstufen beschrieben sind. In diesem Fall kann sich der Anwender mit einem guten Verständnis der Skalen auf diesen einzelnen Trade-off konzentrieren, die Vergleichspunkte A und B hierbei frei wählen und so einen fundierten Trade-off zwischen den beiden Zielen finden. Durch *Übernehmen* wird dieser Trade-off für das entsprechende Ziel übernommen. Der Button auf der Trade-off-Ermittlungs-Seite wechselt seine Farbe von orange auf weiß, wenn ein Trade-off mit dieser Funktion eingestellt wurde. Dennoch sollten auch nach der Eingabe eines repräsentativen Trade-offs verschiedene

Positionen der Schieberegler für den Bezugs- und Vergleichspunkt getestet werden, um die eigene Trade-off-Aussage bzw. die daraus ermittelte Indifferenzkurve zu validieren.

### Arbeiten mit ungenauer Präzision

Bei der Angabe von Wahrscheinlichkeiten, bei der Gestalt der Nutzenfunktionen und bei den Zielgewichten werden vom Anwender zwar grundsätzlich exakte Angaben erwartet, es ist aber möglich, durch Veränderung der geforderten „Präzisionsintervall“-Einstellung ungenaue Angaben zuzulassen. Hierbei wird um den zunächst exakt angegebenen Wert ein symmetrisches Intervall gebildet, dessen Größe über den Präzisions-Parameter eingestellt werden kann. Der Anwender sollte das Intervall so groß wählen, dass seine Schätzungen oder Präferenzaussagen in jedem Fall in dem gezeigten Intervall liegen. Diese Intervalle werden in allen Fällen grafisch zusätzlich veranschaulicht. Eine Auswirkung haben diese Ungenauigkeiten bei der Auswertung im Rahmen der Funktion *Robustheitstest* (siehe nächstes Kapitel).

## 8. Evaluation und Auswertungsmöglichkeiten für die Ergebnisse

In allen drei Varianten wird im Auswertungsteil die Rangfolge der Alternativen auf Basis der berechneten Nutzenerwartungswerte dargestellt. In der **Educational- und Professional-Variante** bietet das ENTSCHEIDUNGSNAVI im Auswertungsteil verschiedene Funktionalitäten, die zu einem besseren Verständnis der Analyse beitragen und dem Anwender helfen, selbst mögliche Diskrepanzen zwischen Kopf und Bauch erklären zu können. In der **Starter-Variante** ist nur eine eingeschränkte Auswahl dieser Funktionalitäten verfügbar.

### Ergebnisseite

Auf der Ergebnisseite wird aus den berechneten Nutzenerwartungswerten aller Alternativen eine Rangfolge abgeleitet und die Alternativen werden in dieser Rangfolge dargestellt. Hierbei werden mit Darstellungsoptionen zwei zusätzliche Funktionalitäten angeboten:

- *Darstellung „Einfach“ vs. „Detailliert“* – In der einfachen Darstellungsform werden nur die Gesamtnutzenwerte präsentiert. In der detaillierten Darstellung werden die Nutzenerwartungswerte in die Nutzenbestandteile der Ziele aufgeschlüsselt. Durch Klick auf einen Nutzenbestandteil kann jedes Ziel zudem aus der Analyse herausgerechnet werden. Es wird in diesem Fall die Rangfolge präsentiert, die sich bei Vernachlässigung dieses Ziels in allen Alternativen ergeben würde.
- *Sortierung nach „Nutzenwerten“ vs. „Bauchgefühl“* – Standardmäßig werden die Alternativen in der Reihenfolge der Nutzenwerte präsentiert. Wenn auf eine Sortierung nach Bauchgefühl umgestellt wird, werden dem Anwender Diskrepanzen zwischen Bauch und Kopf transparent gemacht. In der Educational-Variante wird hierbei auf die Rangfolge zurückgegriffen, die in der diesbezüglichen Funktion IIII<sub>g</sub> spezifiziert wurde. Wenn in der Professional-Variante eine Sortierung nach Bauchgefühl gewählt wird, wird auf die Rangfolge zurückgegriffen, die in der Übersicht IIII<sub>a</sub> gewählt wurde.

### Sensitivitätsanalyse

In der Sensitivitätsanalyse können fast alle Parameter des Entscheidungsmodells variiert und simultan die Auswirkungen auf die resultierende Rangfolge beobachtet werden. Für jeden Parameter stehen hierzu entsprechende Sliderboxen zur Verfügung.

- *Alternativen* - Hier kann ausgewählt werden, welche Alternativen in der Sensitivitätsanalyse gezeigt werden sollen.
- *Auswahl der Parameter* – Hier wird ausgewählt, auf welche Parameter sich die Sensitivitätsanalyse beziehen soll. Bei den *Zielgewichten* bezieht sich eine Sliderbox stets auf alle Zielgewichte. Bei *Nutzenfunktionen* können in einer Detailauswahl bestimmte Ziele ausgewählt werden, bei *Einflussfaktoren* einzelne Einflussfaktoren mit den dazugehörigen Wahrscheinlichkeiten und bei Indikatorgewichten die Ziele, in denen Indikatorskalen definiert werden. Mit Auswahl des Parameterfeldes *Wirkungsmodell* wird eine neue Auswahlbox erzeugt, über die jedes einzelne Feld der Ergebnismatrix selektiv ausgewählt werden kann.

Wurden Parameter durch Auswahl eines entsprechenden Präzisionsgrades ungenau angegeben, so wird das vom Anwender angegebene Präzisionsintervall grafisch auf dem Slider mit einem grauen Bereich markiert.

### Pros und Kontras

Angeboten werden zwei Darstellungsformen, mit denen die Vor- und Nachteile der Alternativen gegenübergestellt werden.

- *Netzdiagramm (absolut)* - In dieser Darstellung werden die zielspezifischen Nutzenwerte der ausgewählten Alternativen in einem Netzdiagramm gegenübergestellt. Markierungen am äußeren Rand stehen für den besten erreichbaren Wert in der Zielskala, d. h. einen Nutzenwert von 1. Entsprechend gilt ein Nutzenwert von 0 für den schlechtesten Wert der Zielskala am Rande des inneren Vielecks. Diese Darstellungsform setzt voraus, dass mindestens drei Ziele definiert sind.
- *Balkendiagramm (relativ)* – In dieser Darstellung werden relative Nutzenunterschiede der jeweiligen Alternativen zu dem Durchschnittsnutzenwert der ausgewählten Peer-Group dargestellt. Die darzustellenden Alternativen werden in der Auswahlbox *Alternativen* zusammengestellt, die Gesamtheit dieser Alternativen bildet zugleich die Peer-Group. Grüne Balken in einem Ziel zeigen an, dass die jeweilige Alternative in diesem Ziel einen höheren Nutzenwert als der Durchschnitt aufweist, ein roter Balken entsprechend einen niedrigeren. Die Höhe der jeweiligen Balken berücksichtigt die Wichtigkeit des Ziels, d. h. mit einer höheren Wichtigkeit des Zieles fallen tendenziell die Balken größer aus als bei einer niedrigeren. Diese Darstellung erfordert mindestens zwei ausgewählte Alternativen.

### Robustheitstest

In dieser Analyse wird mit einer Monte-Carlo-Simulation überprüft, wie robust das Ergebnis in Bezug auf Unsicherheiten, die in den definierten Einflussfaktoren modelliert sind, und nicht präzise angegebene Parameter ist.

- *Einbeziehen der Unsicherheit von Einflussfaktoren* – Die systemseitigen Einflussfaktoren zur Unsicherheitsmodellierung können nur in ihrer Gesamtheit entweder ganz oder gar nicht einbezogen werden. Bei den benutzerdefinierten Einflussfaktoren ist es hingegen auch möglich, einzelne Faktoren zu selektieren. Bei einer Berücksichtigung von Einflussfaktoren im Robustheitstest wird in jeder Iteration der Monte-Carlo-Simulation in jedem Einflussfaktor zufällig und unter Berücksichtigung der jeweiligen Wahrscheinlichkeit ein Zustand ausgewählt. Die Gesamtheit der gezogenen Zustände bildet ein bedingtes (sicheres) Szenario für die Berechnung der Nutzenerwartungswerte und der Rangfolge aller Alternativen.

- *Einbeziehen von nicht präzise angegebenen Parametern* – Es werden die folgenden drei Bereiche unterschieden: nicht-präzise angegebene Wahrscheinlichkeiten von benutzerdefinierten Einflussgrößen, nicht-präzise angegebene Nutzenfunktionen und nicht-präzise angegebene Zielgewichte bzw. Tradeoffs. Für jeden dieser Bereiche kann einzeln ausgewählt werden, ob er in die Analyse mit einbezogen werden soll. Ist ein Bereich ausgewählt, so wird in jeder Iteration der Monte-Carlo-Simulation gleichverteilt zufällig ein Wert aus dem zulässigen Intervall des Parameters gezogen und für die Berechnung der Nutzenerwartungswerte und der Rangfolge unterstellt. Sowohl bei den Wahrscheinlichkeiten als auch bei den Zielgewichten wird diese Ziehung noch mit einer notwendigen Normierung verknüpft, bei den Nutzenfunktionen erfolgt die Ziehung aus einem Intervall für den Parameter  $c$  der Nutzenfunktion bzw. bei einer verbalen Skala unmittelbar über die Intervalle der Nutzenwerte einzelner Ausprägungsstufen.

Die Monte-Carlo-Simulation startet mit Klick auf den Button „Robustheitstest“ automatisch. Standardmäßig wird dieser initiale Robustheitstest auf Basis der drei bestplatzierten Alternativen durchgeführt. Zudem werden alle im Projekt vorhandenen Einflussfaktoren (systemseitige und benutzerdefinierte) und nicht präzise angegebenen Parameter automatisch in die Berechnung mit einbezogen. Der Robustheitstest stoppt automatisch, wenn ein „stabiles Ergebnis“ erreicht wurde. Damit ist gemeint, dass nicht mehr zu erwarten ist, dass sich das ermittelte Ergebnis bei weiteren Simulationsläufen noch ändern wird. Bei Bedarf kann die Berechnung jedoch fortgesetzt werden.

Wenn der Robustheitstest mit anderen als den von Beginn an eingestellten Parametern gestartet werden soll, können die gewünschten bzw. nicht gewünschten Parameter einfach an- oder abgewählt werden. Über den Button „Neue Berechnung starten“ wird dann eine Monte-Carlo-Simulation mit den gewünschten Parametern durchgeführt.

Als Ergebnis der Simulation wird für jede Alternative die Bandbreite der berechneten Nutzenerwartungswerte dargestellt. Zudem wird eine tabellarische Übersicht gezeigt, wie häufig jede einzelne Alternative in den durchgeführten Simulationsschritten auf dem Rang 1, 2, 3 etc. gelandet ist. Liegt eine Alternative in 100 % der Fälle auf dem Rang 1, so liegt ein maximal robustes Ergebnis vor. Je niedriger diese Prozentzahl ausfällt, desto häufiger tritt der Fall ein, dass in bestimmten Konstellationen eine andere Alternative besser ist. Aus allen ermittelten Häufigkeiten wird ein Score gebildet, der anhand dieser Häufigkeiten den gewichteten Mittelwert der erreichten Ränge wiedergibt. Je niedriger dieser Score ist, desto häufiger war eine Alternative auf den vorderen Rängen und desto attraktiver ist sie.

Wurden in der Simulation benutzerdefinierte Einflussfaktoren berücksichtigt, so wird durch das Bewegen des Mauszeigers auf eine Rangposition jeweils dargestellt, welche Zustände der Einflussfaktoren zu dieser Rangposition geführt haben. Hierbei werden grundsätzlich aber nur die Zustände bzw. Zustandskombinationen benannt, die bei jedem Simulationsschritt hinter dieser Rangposition vorgelegen haben.

### **Risikovergleich**

Mit dieser Auswertungsfunktion werden die Risiken der Alternativen gegenübergestellt. Im Gegensatz zur Darstellung von Risikoprofilen im Wirkungsmodell bezieht sich das hier gezeigte Risikoprofil nicht auf die Skala des betrachteten Zieles, sondern auf die Nutzenwerte der Alternativen. Es werden hierbei also nicht wie im Gesamtergebnis Nutzenerwartungswerte berechnet, sondern jeweils die Nutzenwerte unter der Bedingung, dass es keine Unsicherheit gibt. Hierzu werden ähnlich wie im Robustheitstest alle möglichen Konstellationen von Zuständen aus allen systemseitigen und benutzerdefinierten Einflussfaktoren in einer Monte-Carlo-Simulation ausgespielt und in jedem Iterationsschritt jeweils der Nutzenwert berechnet, der sich in diesem Szenario ergibt. Die Risikoprofile zeigen an, mit welcher Wahrscheinlichkeit die jeweiligen Nutzenwerte übertroffen werden.

## Zielgewichtsanalyse

Mithilfe der Zielgewichtsanalyse kann untersucht werden, welche Zielgewichte gelten müssen, damit eine Alternative die beste ist. Es wird eine Simulation durchgeführt, bei welcher algorithmisch in jedem Berechnungsschritt andere Zielgewichtskombinationen gewählt und die daraus resultierende Rangfolge der Alternativen ermittelt wird. Als Ergebnis wird eine prozentuale Verteilung abgebildet, wie häufig die Alternativen auf dem ersten Platz gelandet sind. Die Analyse kann durch verschiedene Darstellungsarten beliebig vertieft werden. So können neben einer Anzeige der durchschnittlichen Zielgewichte aus der Simulation auch detailliertere Darstellungen gewählt werden („Verteilung“), in denen zusätzlich Mediane, die maximalen bzw. minimalen Werte, sowie die p.10- und p.90-Quantile der gezogenen Zielgewichte angezeigt werden. In dieser detaillierteren Darstellung können zudem die p.25- und p.75-Quantile betrachtet werden.

## Kosten-Nutzen-Analyse

Die Kosten-Nutzen-Analyse ist sinnvoll anwendbar, wenn Ziele existieren, die sich um Kosten oder vergleichbares drehen. Im entsprechenden Diagramm wird angezeigt, welche Zugewinne bzw. Einbußen in allen Zielen (aggregiert) entstehen, wenn sich die Kosten erhöhen bzw. reduzieren. Die abgebildeten Indifferenzkurven visualisieren gleichbleibende Nutzenerwartungswerte der Handlungsalternativen. Steigende Kosten werden also durch Zugewinne in anderen Zielen ausgeglichen, ohne dass sich die Nutzenerwartungswerte verändern.

## Tornadodiagramm

Mithilfe des Tornadodiagramms kann genauer untersucht werden, wie sich die Unsicherheiten aus den definierten Einflussfaktoren auf die Bewertung der Alternativen auswirken. Einerseits wird im Diagramm angezeigt, welche Nutzenbewertungen sich in Abhängigkeit der möglichen Zustände der relevanten Unsicherheiten ergeben. Zudem können in dieser Funktion Handlungsalternativen miteinander verglichen werden. Es wird farblich visualisiert, welche Alternative von den beiden ausgewählten die bessere ist, wenn bestimmte Zustände bei den definierten Einflussfaktoren eintreten. Die Einflussfaktoren, welche den größten Einfluss auf das Ergebnis ausüben, werden als die längsten Balken ganz oben dargestellt. Die restlichen Einflussfaktoren werden absteigend nach ihrer Relevanz für das Ergebnis darunter eingeordnet. Auf diese Art und Weise ergibt sich die Form eines Tornados, was dem Diagramm seinen Namen gibt.

## 9. Bewerten der Entscheidungsqualität

In der entscheidungstheoretisch ausgerichteten Unternehmensberatung wird häufig auf das Konzept der „Entscheidungsqualität“ Bezug genommen, wie es in dem Buch „Decision Quality“ von Carl Spetzler<sup>9</sup> beschrieben ist. Entscheidungsqualität wird in diesem Konzept anhand von sechs Kriterien definiert. Fünf Kriterien (Appropriate Frame, Clear Values, Creative Doable Alternatives, Meaningful Reliable Information, Logically Correct Reasoning) entsprechen im Grunde genommen den fünf Schritten im ENTSCHEIDUNGSNAVI. Das sechste, im ENTSCHEIDUNGSNAVI nicht explizit adressierte Kriterium „Commitment to Action“ betrifft die Frage, inwieweit der Entscheider ernsthaft bereit ist, die als beste ermittelte Handlungsoption in die Tat umzusetzen und mögliche Hindernisse aus dem Weg zu räumen.

---

<sup>9</sup> Siehe Spetzler u.a. (2016)

Das Decision-Quality-Konzept folgt hierbei dem Gedanken, dass die Qualität einer Entscheidung immer nur so gut ist wie das qualitativ schwächste dieser sechs Kriterien. Um eine hohe Entscheidungsqualität zu erreichen, muss/müssen demnach sowohl (1) die Entscheidungsfrage proaktiv formuliert sein, (2) die Fundamentalziele ausreichend reflektiert sein, (3) kreativ alle Handlungsalternativen betrachtet worden sein, (4) mit einer guten Informationsgrundlage und unverzerrt Einschätzungen vorgenommen worden sein, (5) mit einer überlegten und nachvollziehbaren Bewertung die Entscheidung begründet werden können als auch (6) die ernsthafte Bereitschaft vorliegen, die Entscheidung auch gegen mögliche Hindernisse umzusetzen. Sobald einer dieser Punkte nicht erfüllt ist, wurde eine hohe Qualität noch nicht erreicht.

In der **Educational-Variante** findet sich am Ende jedes Schrittes die Funktion „Qualität bewerten“, mit der bezogen auf das jeweilige Kriterium eine Selbsteinschätzung vorgenommen werden kann. In der *Abschlussbetrachtung* am Ende des Prozesses wird unter Hinzunahme des o. g. sechsten Kriteriums noch einmal eine Gesamtbewertung der Entscheidungsqualität vorgenommen, die im Ergebnis stets dem Minimum aus den sechs Kriterien entspricht.

In der **Professional-Variante** kann die Einschätzung der Entscheidungsqualität jeweils in den orangenen Fragezeichen auf den beiden Übersichtsseiten aufgerufen werden. Wird die Qualität als nicht ausreichend angegeben (kleiner als 8 auf einer Skala von 0 bis 10), so wird ein Wechsel in die Educational-Variante empfohlen, um den Schritt zu überarbeiten und die dortigen Erläuterungen und Hinweise berücksichtigen zu können.

In dem „i“ – Informationsfeld in der Kopfzeile und dem dortigen Reiter *Entscheidungsqualität* lässt sich in beiden Varianten stets die Gesamtbewertung der Entscheidungsqualität aufrufen und auf den Fortschritt anpassen.

In der **Starter-Variante** ist eine Einschätzung der Entscheidungsqualität nicht implementiert.

## 10. Verwalten von Projekten: Speichern, Exportieren, Teilen

Zur Arbeit mit dem ENTSCHEIDUNGSNAVI wird stets empfohlen, sich oben rechts in der Kopfzeile zunächst anzumelden bzw. zu registrieren, wenn dies noch nicht erfolgt ist. Zwar sind die meisten Funktionalitäten auch ohne Anmeldung möglich, allerdings bestehen Einschränkungen. So ist es nicht möglich, an einem Teamprojekt mitzuwirken. Auch kann die „Teilen“-Funktion (siehe unten) nicht angewendet werden und auch das Speichern ist weniger komfortabel. Die im Falle einer Registrierung gespeicherten Daten werden in keiner Weise kommerziell genutzt. Vielmehr wird bei der Registrierung lediglich erfragt, ob die Daten für wissenschaftliche Zwecke und zur Verbesserung des Tools verwendet werden dürfen. Für entsprechende Studien werden die Daten zudem anonymisiert und zugleich auch nur auf einem Server an der RWTH Aachen gespeichert.

### Speichern ohne Anmeldung

Ohne Anmeldung ist das Speichern eines Projektes nur über die „Projekt exportieren“-Funktion in der Projektverwaltung möglich. Die Projektdatei wird als \*.json-Datei lokal im Download-Bereich des eigenen Computers abgespeichert. Ein Importieren dieser Datei kann entweder mit der Funktion „Projekt importieren“ durchgeführt werden, alternativ kann die Datei per Drag & Drop in die Projektverwaltung verschoben werden. **Hinweis:** Ein einfaches Öffnen der \*.json-Datei per Doppelklick reicht nicht aus, um das Projekt wieder zu öffnen!

## Speichern in einem angemeldeten Account

Nach Anmeldung können neue Projekte mit „*Projekt speichern*“ in der Projektverwaltung im eigenen Account gespeichert werden. Noch schneller geht es allerdings mit dem Speicher-Icon in der Kopfzeile. Sobald ein Projekt im Account gespeichert wurde, werden alle Änderungen automatisch gespeichert. In der Kopfzeile ist ein Icon zu finden, über welches ein Versionsverlauf über alle gespeicherten Versionen des Projekts aufgerufen werden kann. Dadurch ist es möglich, jederzeit ältere Versionen des Projekts einzusehen und ggf. erneut zu bearbeiten.

Um bei größeren Projekten mit viel Zeitaufwand ganz sicher zu gehen, sollte zusätzlich zu dieser automatischen Versionierung von Zeit zu Zeit eine \*.json-Datei als Sicherungskopie auf den eigenen Rechner exportiert werden (s. „Speichern ohne Anmeldung“).

## Exportieren als Excel-Datei oder PDF

Die Möglichkeit, Projekte als \*.json-Datei zu exportieren, ist nur eine Möglichkeit des Exportes. Eine weitere ist das Exportieren als Excel-Datei mit der Funktion „*Als Excel Exportieren*“ in der Projektverwaltung. Ausgegeben werden die Daten, die in dem Reiter „*Ergebnismatrix*“ hinter dem „i“ in der Kopfzeile dargestellt werden. Ein Re-Import der Daten aus diesem Excel-Sheet ist nicht möglich. Eine weitere Möglichkeit des Exports ist die Funktion „*PDF Report Erzeugen*“. Erstellt wird eine PDF-Datei, die in einem zu wählenden Detaillierungsgrad die wesentlichen Elemente des Projektes textbasiert enthält.

## Teilen

Angemeldete Benutzer können ein im persönlichen Account gespeichertes Projekt mit anderen Nutzern teilen. Hierzu ist in der Projektverwaltung unter „*Meine Projekte*“ ein Klick auf die drei Punkte und dann auf „*Teilen*“ notwendig. Erzeugt wird ein Link, der in eine Mail o.ä. kopiert und an die gewünschte Person versendet werden kann. Diese Person kann mit dem Link jederzeit die zuletzt gespeicherte Version des Projektes aufrufen, dieses Projekt jedoch nicht verändern. Ein gemeinsames Arbeiten an dem Projekt ist hierbei nicht möglich, zu diesem Zweck sollte auf die Teamfunktionalitäten (siehe Kapitel 12) zurückgegriffen werden.

## 11. Den Ideen-Pool nutzen

Der Ideen-Pool ist eine Funktion, mit der jederzeit und unstrukturiert Gedanken zum Projekt eingetragen werden können. Ein Aufruf erfolgt über das entsprechende Icon in der Kopfzeile. Unstrukturiert bedeutet hierbei, dass nicht überlegt werden muss, an welcher Stelle des Projektes diese Idee relevant sein könnte. Alle eingetragenen Ideen landen zunächst im Bereich „*Nicht zugeordnet*“. Innerhalb des Ideen-Pools ist es jedoch möglich, jede Idee einem der vier genannten Bereiche „*Entscheidungsfrage*“, „*Ziele*“, „*Alternativen*“ oder „*Einflussfaktoren*“ zuzuordnen. Im Anschluss an eine solche Zuordnung kann in weiteren Schritten die jeweilige Idee in das Projekt eingefügt werden. Innerhalb des Bereichs „*Entscheidungsfrage*“ ist beim Einfügen hierbei zusätzlich zwischen „*neue Entscheidungsfrage*“, „*Annahme*“ oder „*spätere Entscheidung*“ auszuwählen, innerhalb des Bereichs „*Ziele*“ zwischen „*Fundamentalziel*“ oder „*Brainstorming-Aspekt*“.

Die Funktionalität wird sowohl in der **Educational-** als auch in der **Professional-Variante** angeboten. Während der Anwender in der Educational-Variante durch die vier Bereiche sukzessive durchgeführt wird und ihm dort im Grunde ausreichend ähnliche Brainstorming-Funktionen zur Verfügung stehen, eignet sich der Ideen-Pool insbesondere für eine Anwendung in der Professional-Variante. Hier können bei der Aufstellung eines neuen Projektes die Gedanken in einem ersten Einstieg etwas geordnet werden, um erst anschließend die Zuordnung zu den vier genannten Bereichen umzusetzen.

## 12. Arbeiten in Teamprojekten

Ein Teamprojekt ist ein Projekt, das ein Mitwirken von mehreren Personen unterstützt. Zur Erstellung eines Teamprojektes ist beim Anlegen eines neuen Projektes die Option „*als Teamprojekt anlegen*“ zu wählen. Alternativ kann jedes in einem ENTSCHEIDUNGSNAVI-Account gespeicherte Projekt auch zu einem späteren Zeitpunkt noch in ein Teamprojekt überführt werden. Möglich ist dies in der Projektverwaltung unter „*Meine Projekte*“ über einen Klick auf die drei Punkte und dann auf „*Teamprojekt aus Vorlage erstellen*“.

Mit der Erstellung eines Teamprojektes wird der Ersteller automatisch zum **Moderator** des Teamprojektes. Der Moderator kann weitere Personen einladen, koordiniert das Zusammenarbeiten im Team, kann bestimmte Einstellungen vornehmen sowie Rechte vergeben und verschiedene Zusatzauswertungen ausführen. Ähnliches können auch **Co-Moderatoren** mit dem Unterschied, dass diese das Projekt nicht löschen und das Besitzrecht am Projekt nicht auf andere übertragen können. Neben den Moderatorenrollen gibt es noch die Rolle des **Editors**. Ein Editor hat grundsätzlich wie der Moderator das Recht, eigenständig Änderungen an dem Projekt vorzunehmen. Ohne die Editor-Rolle können somit keine Änderungen vorgenommen werden. In einem Teamprojekt ist es allerdings nicht möglich, dass mehrere Editoren gleichzeitig an dem Projekt Änderungen vornehmen. Dies würde unweigerlich zu Datenkonflikten führen. Jeder Editor kann deshalb nur dann im Projekt Änderungen vornehmen, wenn er sich temporär ein sogenanntes „*Bearbeitungsrecht*“ genommen hat. Hingegen ist eine reine Sichtung des Projektes ohne Veränderungswunsch für alle Teammitglieder stets und uneingeschränkt möglich.

### Das Team-Dashboard

Beim Aufrufen eines Teamprojektes erscheint zunächst die Übersichtsseite des Team-Dashboards. Der Umfang der angezeigten Elemente auf dem Dashboard hängt hierbei von der eigenen Rolle im Team ab. Das Dashboard des Moderators ist aufgrund der zusätzlichen Möglichkeiten deutlich umfangreicher als das der übrigen Teammitglieder. Folgende Bestandteile sind aber in jedem Fall auf den Karten der Übersichtsseite des Dashboards enthalten:

- **Bearbeitungsrecht:** In dieser Karte ist zu sehen, ob das Bearbeitungsrecht momentan vergeben ist und ggfs. wer es besitzt. Zugleich kann man sich an dieser Stelle auch das Bearbeitungsrecht zuweisen lassen bzw. wieder abgeben.
- **Deine Aufgaben:** Hier ist zu sehen, welche Aufgaben der Moderator einem zugewiesen hat. Aufgaben können sich auf Brainstorming-Aspekte bei den Zielen, auf die Definition von Zielkalen, oder auf persönliche Einschätzungen wie das Angeben von Zielgewichten oder eine Meinung zu Alternativen durch die Vergabe von „Veto-Label“ (roter Daumen nach unten) und „Unterstützungs-Label“ (grüner Daumen nach oben) für ausgewählte Alternativen beziehen.
- **Bearbeitungsrecht-Logbuch:** Das Logbuch informiert alle Mitglieder darüber, wer in der Vergangenheit das Bearbeitungsrecht für das Projekt hatte.
- **Whiteboard:** Das Whiteboard ist ein zentrales Kommunikationsmedium für die Teammitglieder. Der Moderator und alle Editoren können hier verschiedene Informationen oder Vereinbarungen rund um das Projekt eintragen, die für alle stets sichtbar sind. Es können nicht mehrere Mitglieder gleichzeitig in das Whiteboard schreiben. Wenn für einen Eintrag in das Whiteboard der Editiermodus aufgerufen wird, ist in dieser Zeit kein Eintrag anderer Mitglieder möglich.

- **Forum:** Das Forum steht für alle Mitglieder offen. Auch Nicht-Editoren können hier jederzeit einen Kommentar eintragen, der für alle sichtbar ist. Alle Kommentare werden nach Aktualität geordnet.

### Funktionen nur für den Moderator

Neben den obigen Funktionen auf der Übersichtsseite des Dashboards stehen dem Moderator noch in weiteren Reitern folgende Zusatzfunktionen zur Verfügung.

- **Mitglieder:** Über diesen Reiter kann der Moderator dem Team neue Mitglieder per E-Mail-Einladung hinzufügen und hierbei die Rolle eines Editors zuweisen. Jedes Mitglied erhält eine Mail mit einem Link, über den der Beitritt zum Team möglich ist. Eine Einladung bleibt so lange im Reiter angezeigt, bis diese von dem Teammitglied angenommen wurde. Jedes Teammitglied muss einen eigenen Account mit der entsprechenden Mailadresse im ENTSCHEIDUNGSNAVI besitzen, um dem Team beitreten zu können. Dem Moderator ist es zudem möglich, sogenannte virtuelle Mitglieder ohne einen eigenen Account in das Team aufzunehmen. Allerdings erhalten diese Mitglieder keinen eigenen Zugang zum Projekt und können immer nur gemeinsam mit dem Moderator über seinen Account in dem Projekt arbeiten. Außerdem kann der Moderator hier sein Moderatorenrecht an ein anderes Teammitglied übertragen.
- **Aufgabenverwaltung:** Hier werden Aufgaben an Teammitglieder definiert und Anfragen über persönliche Einschätzungen von Teammitgliedern erstellt. Aufgaben betreffen z. B. Brainstorming-Aspekte für die Ziele oder die Definition von Messskalen für das Wirkungsmodell. Persönliche Einschätzungen betreffen z. B. die Angabe von Zielgewichten. In diesem Reiter wird zudem sichtbar gemacht, welche Aufgaben schon erledigt sind und welche noch nicht.
- **Zielgewichte:** Hier werden die als persönliche Einschätzungen abgegebenen Zielgewichte der Mitglieder dargestellt. Zusätzlich können auf Basis der Einträge in der Spalte „Bedeutung“ Gewichte abgeleitet werden, wie stark die Zielgewichte der jeweiligen Mitglieder in einen gewichteten Mittelwert einfließen sollen. Neben der Bedeutung können noch weitere Dimensionen definiert werden, die zur Gewichtung herangezogen werden können. In zwei unterschiedlichen grafischen Darstellungsvarianten kann analysiert werden, wie sich die Zielgewichte der Mitglieder unterscheiden und ob es besonders auffällige Abweichungen der Einschätzungen einzelner Mitglieder von einem möglichen Konsens gibt.
- **Auswertung:** In einer sowohl tabellarischen als auch grafischen Übersicht wird zum einen die Gesamtbewertung der Alternativen auf Basis des gewichteten Mittelwertes der Zielgewichte dargestellt. Zum anderen wird dieses Ergebnis den Bewertungen der einzelnen Teammitglieder gegenübergestellt. Hierbei werden auch die Vetos und Unterstützungen mit aufgeführt.
- **Einstellungen:** Folgende Gestaltungsmöglichkeiten zur Steuerung der Teamarbeit stehen dem Moderator zur Verfügung:
  - Aktivierung des automatischen Zurückgebens eines nicht mehr verwendetes Bearbeitungsrecht nach 15 Minuten
  - Festlegung, wer das Bearbeitungsrecht an sich nehmen kann, auch wenn dieses bereits vergeben ist
  - Löschen des Teams

### 13. Arbeiten in der Vorabversion „ENTSCHEIDUNGSNAVI-Nightly“

Unter der Adresse <https://nightly.enavi.app> kann eine Vorabversion des ENTSCHEIDUNGSNAVIS aufgerufen werden. Es handelt sich um eine Version, die schon die nächsten Funktionserweiterungen und sonstige Verbesserungen umfasst. Diese Version ist in aller Regel noch nicht ausgetestet. Deshalb sind einzelne Fehler nicht ganz auszuschließen. Unser Entwicklerteam freut sich, wenn solche Fehler dann unter [kontakt@entscheidungsnavi.de](mailto:kontakt@entscheidungsnavi.de) gemeldet werden, damit diese noch abgestellt werden können.

Zu berücksichtigen ist allerdings, dass die Nightly-Version nicht mit den Accounts in der offiziellen Version verbunden ist, sondern eigene Nightly-Accounts notwendig sind. Um also von den Vorteilen des angemeldeten Arbeitens auch in der Nightly-Version profitieren zu können, muss man sich in der Nightly-Version einen Account erstellen, d. h. sich erneut registrieren. Aufgrund dieser klaren Trennung der beiden Versionen sind Projekte, die in der Nightly-Version im persönlichen Account gespeichert werden, nur dort gespeichert und nicht in dem Account der offiziellen Version. Sollten Sie also mit Ihren Projekten von der Nightly-Version zur offiziellen Version umziehen wollen, müssen Sie die Projekte als \*.json-Datei aus der Nightly-Version exportieren und in die offizielle Version wieder importieren.

#### Literaturverzeichnis

- Bond, Samuel D., Carlson, Kurt A. & Keeney, Ralph L. (2008), Generating Objectives: Can Decision Makers Articulate What They Want, in: Management Science, Vol. 54(1), S. 56–70.
- Clemen, Robert T. (2004), Making Hard Decisions: An Introduction to Decision Analysis, 4<sup>th</sup> edition, Duxbury, Belmont.
- Dyer, James S. (1990), Remarks on the Analytic Hierarchy Process, in: Management Science, Vol. 36(3), S. 249-258.
- Gregory, Robin; Failing, Lee; Harstone, Michael; Long, Graham; McDaniels, Tim & Ohlson, Dan (2012): Structured Decision Making: A Practical Guide to Environmental Management Choices, Wiley-Blackwell.
- Hammond, John S.; Keeney, Ralph L. & Raiffa, Howard (2015), Smart Choices: A Practical Guide to Making Better Decisions, Harvard Business School Press, Cambridge, Massachusetts.
- Kahneman, Daniel & Schmidt, Thorsten (2012), Schnelles Denken, langsames Denken, 7. Auflage, Siedler.
- Keeney, Ralph L. & Raiffa, Howard (1976), Decisions with multiple objectives: Preferences and value tradeoffs. Cambridge University Press.
- Keeney, Ralph L. (1992), Value-Focused Thinking: A Path to Creative Decision Making, Harvard University Press, Cambridge, MA.
- Keeney, Ralph L. (2020), Give Yourself a Nudge: Helping Smart People Make Smarter Personal and Business Decisions, Cambridge University Press.
- Siebert, Johannes & Keeney, Ralph L. (2015), Creating More and Better Alternatives for Decisions Using Objectives, in: Operations Research, Vol. 63 (5), S. 1144–1158. DOI: 10.1287/opre.2015.1411.
- Spetzler, Carl; Winter, Hannah & Meyer, Jennifer (2016), Decision Quality: Value Creation from Better Business Decisions, Wiley.
- von Nitzsch, Rüdiger (2021), Entscheidungslehre – Wie Menschen entscheiden und wie sie entscheiden sollten, 11. überarbeitete Auflage, Springer Gabler.
- von Nitzsch, Rüdiger & Methling, Florian (2022), Reflektiert Entscheiden: Kompetent mit Kopf und Bauch, 2. Auflage, Frankfurter Allgemeine Buch, ISBN: 978-3962511401.

von Nitzsch, Rüdiger. & Weber, M. (1993), The Effect of Attribute Ranges on Weights in Multiattribute Utility Measurements, *Management Science*, Vol. 39, No. 8.,  
[doi.org/10.1287/mnsc.39.8.937](https://doi.org/10.1287/mnsc.39.8.937)