



Entscheidungslehre

Präskriptive Entscheidungstheorie

Kapitel 1: Idealtypischer Ablauf eines rationalen Entscheidungsprozesses (Teil 1)

Univ.-Prof. Dr. Rüdiger von Nitzsch

1 Idealtypischer Ablauf eines rationalen Entscheidungsprozesses

1.1 Die Strukturierung der Entscheidungssituation

1.2 Entwicklung des Wirkungsmodells

1.3 Evaluation der Handlungsalternativen

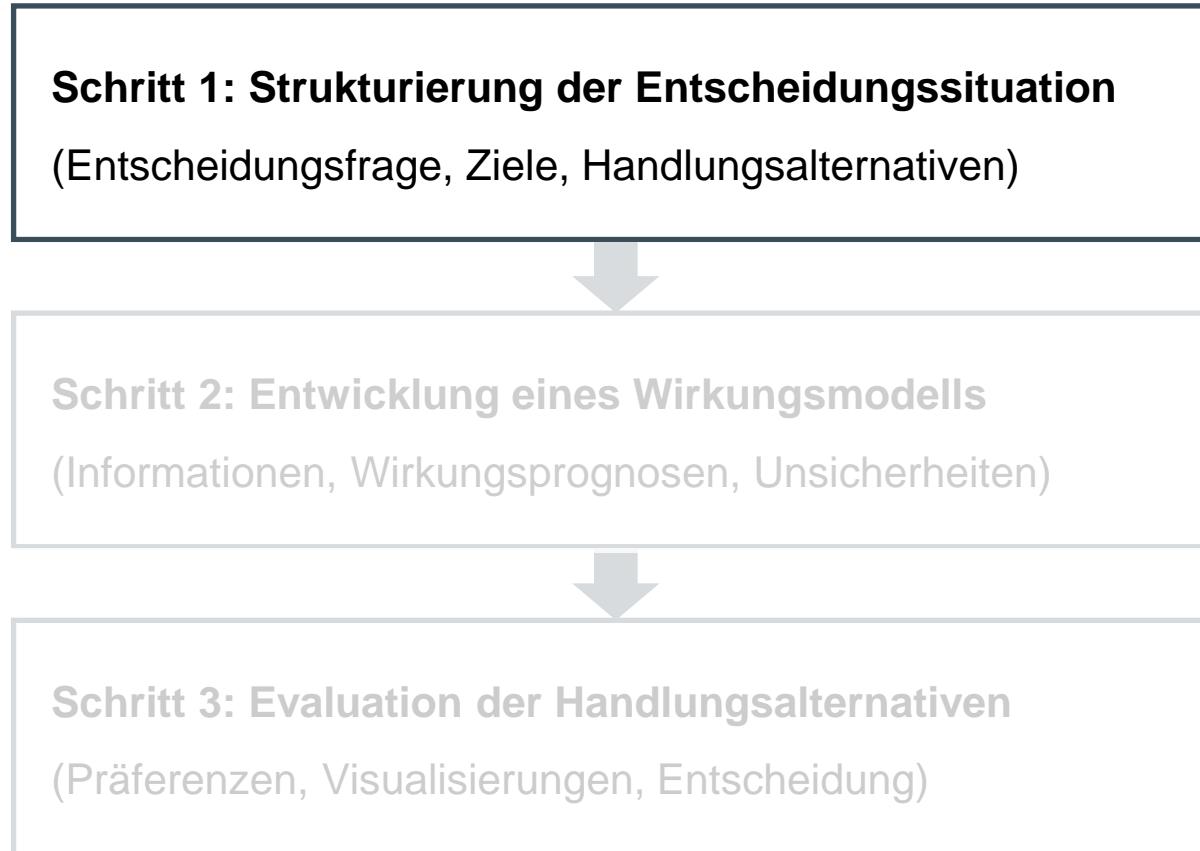
2 Entscheidungen unter Unsicherheit mit einem Ziel: Das Erwartungsnutzenkalkül

3 Berücksichtigung mehrerer Ziele im Präferenzmodell

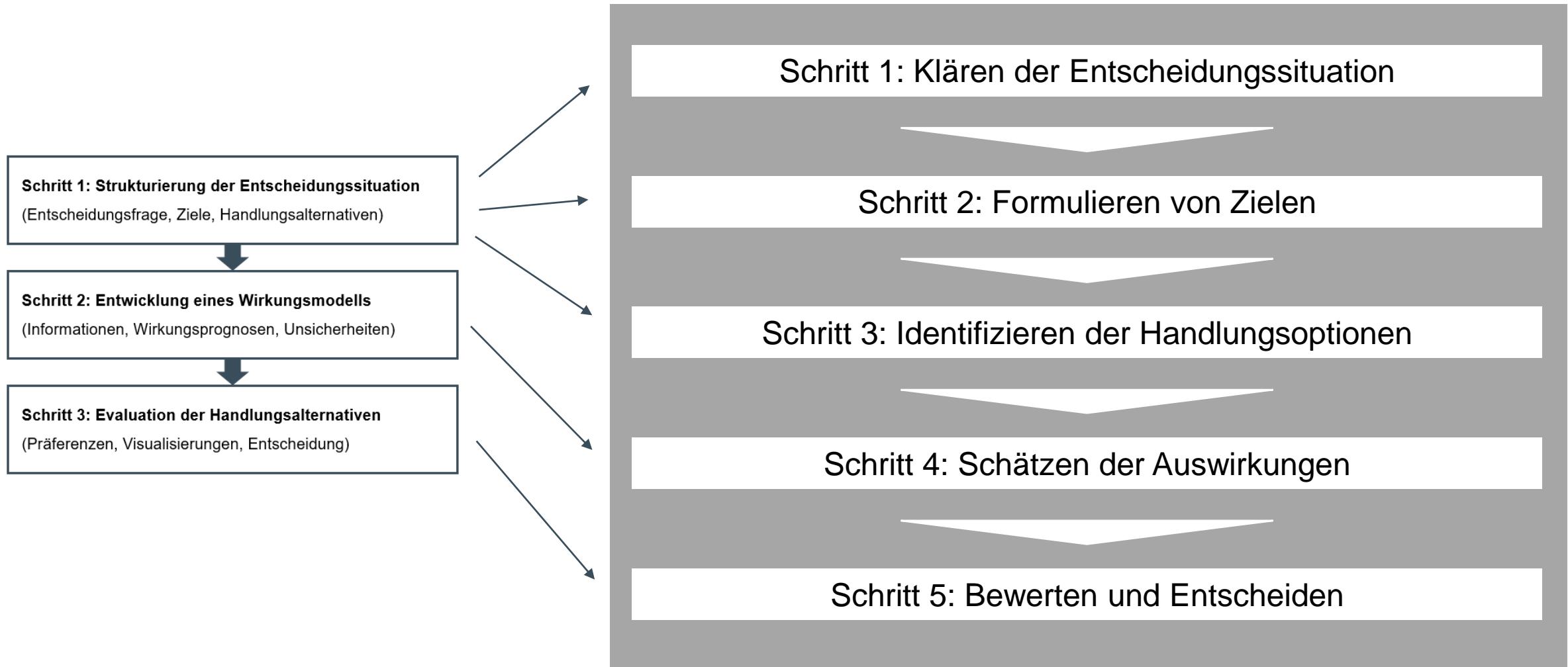
4 Problemlösungen bei unvollständiger Information

5 Mehrstufige Entscheidungsprobleme

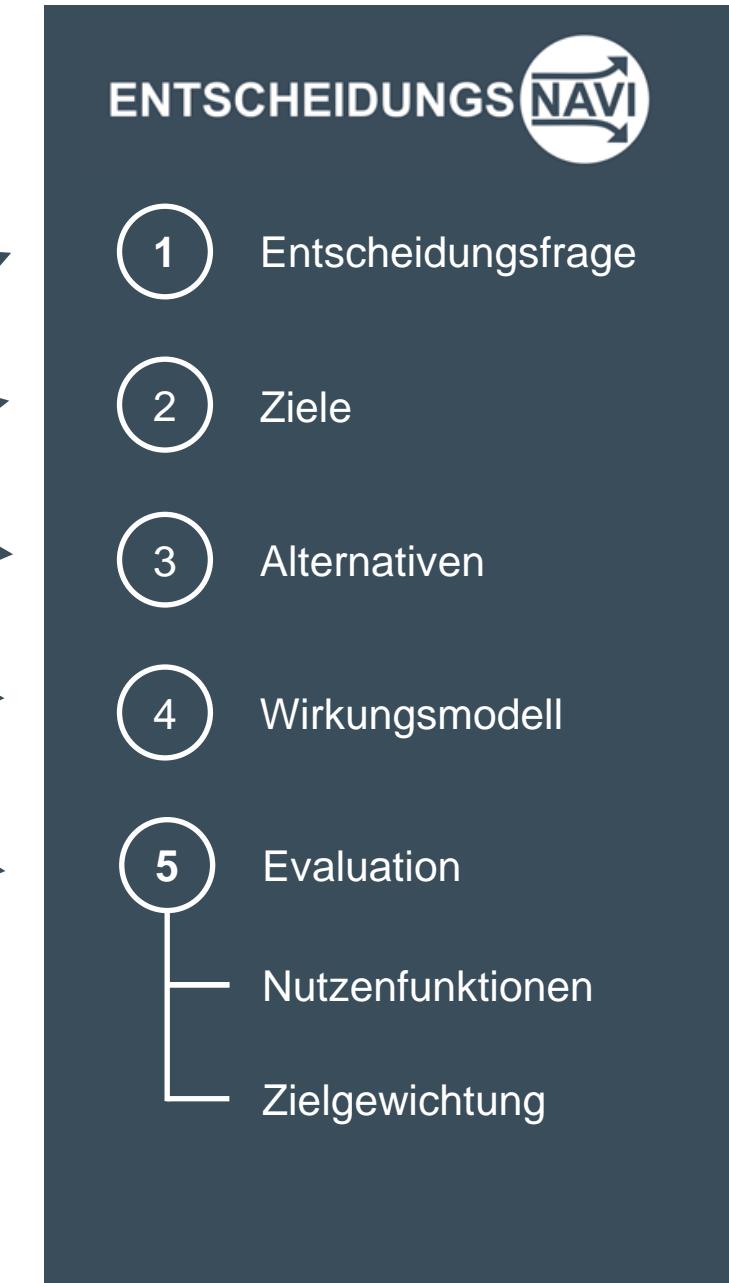
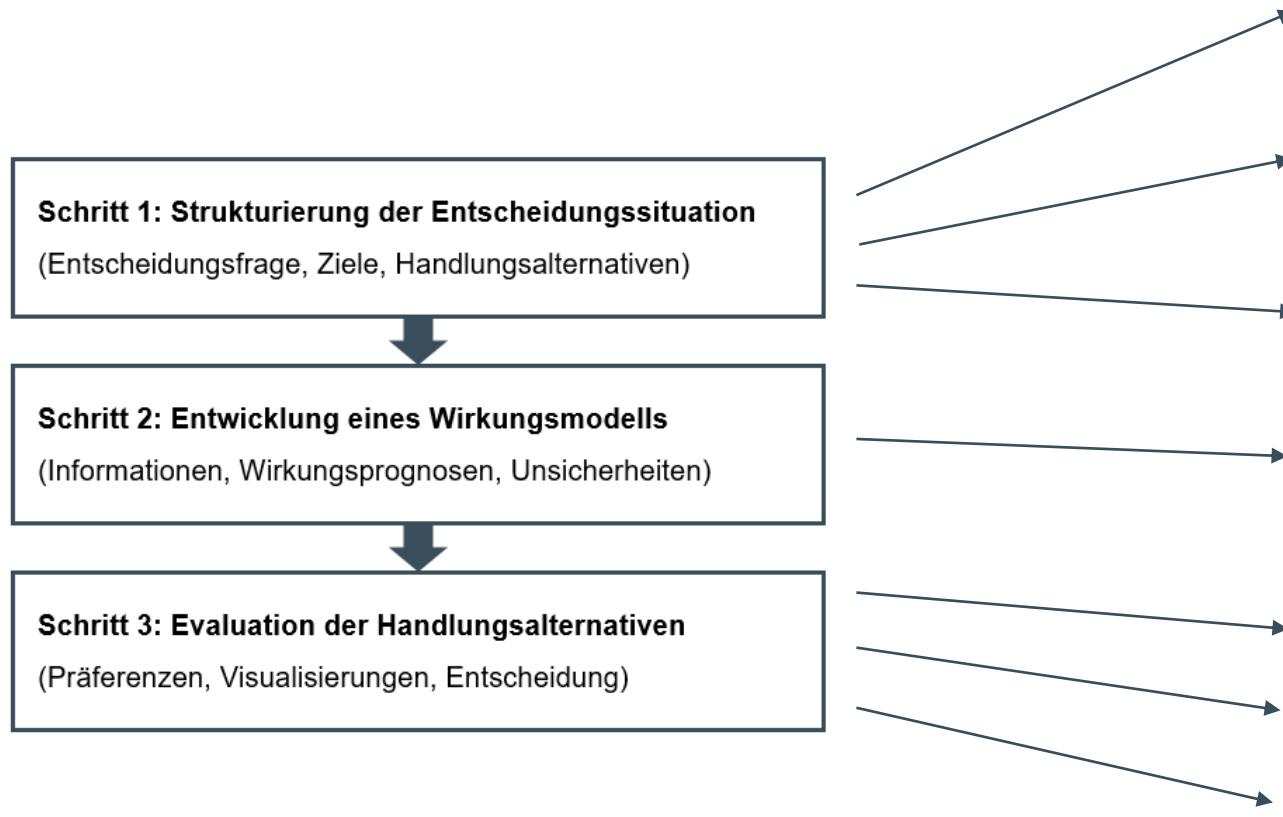
Idealtypischer Ablauf eines rationalen Entscheidungsprozesses in drei Schritten



Alternativ: Eine feinere Aufteilung in fünf Schritte (→ Reflektiert Entscheiden)



... oder noch feiner in sieben Schritten





Entscheidungslehre

Präskriptive Entscheidungstheorie

Kapitel 1: Idealtypischer Ablauf eines rationalen Entscheidungsprozesses (Teil 2)

Univ.-Prof. Dr. Rüdiger von Nitzsch

Präskriptive Entscheidungstheorie

1 Idealtypischer Ablauf eines rationalen Entscheidungsprozesses

1.1 Die Strukturierung der Entscheidungssituation

1.2 Entwicklung des Wirkungsmodells

1.3 Evaluation der Handlungsalternativen

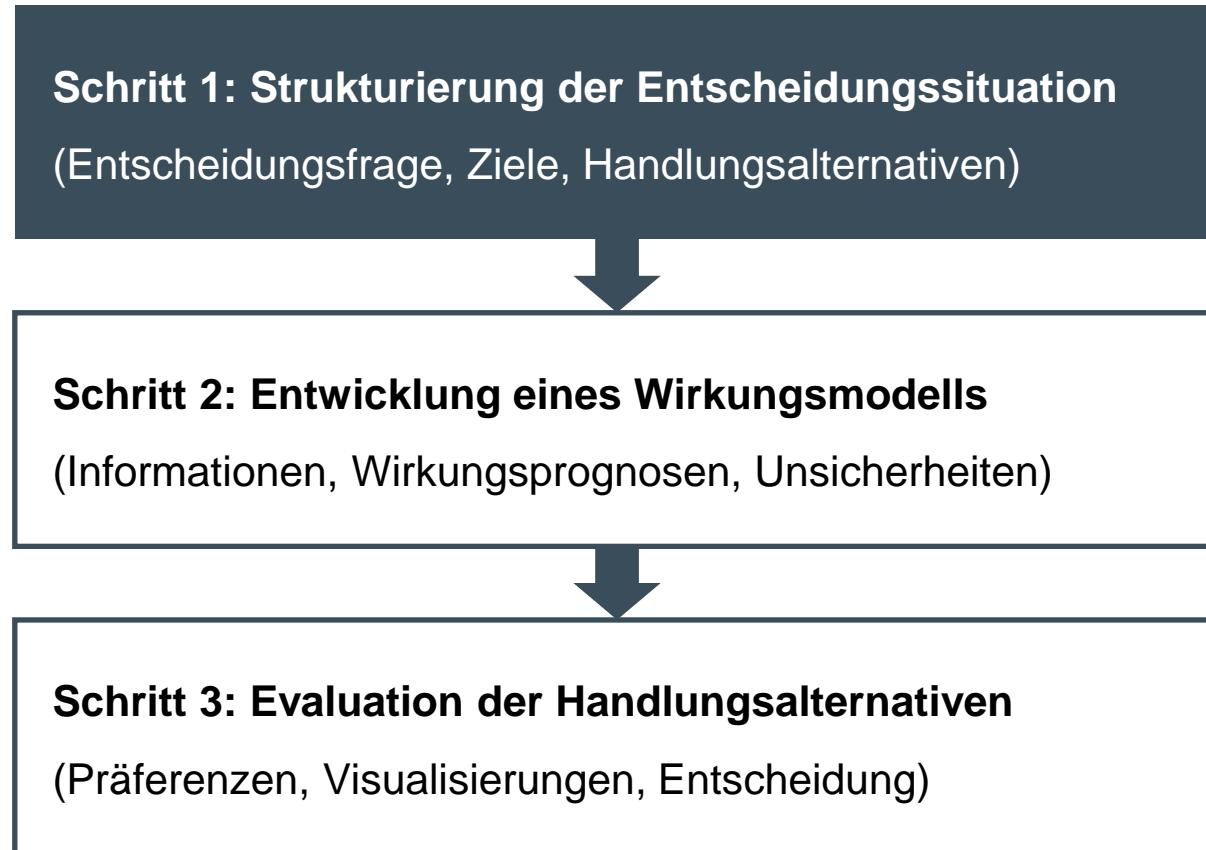
2 Entscheidungen unter Unsicherheit mit einem Ziel: Das Erwartungsnutzenkalkül

3 Berücksichtigung mehrerer Ziele im Präferenzmodell

4 Problemlösungen bei unvollständiger Information

5 Mehrstufige Entscheidungsprobleme

Die Formulierung der Entscheidungsfrage



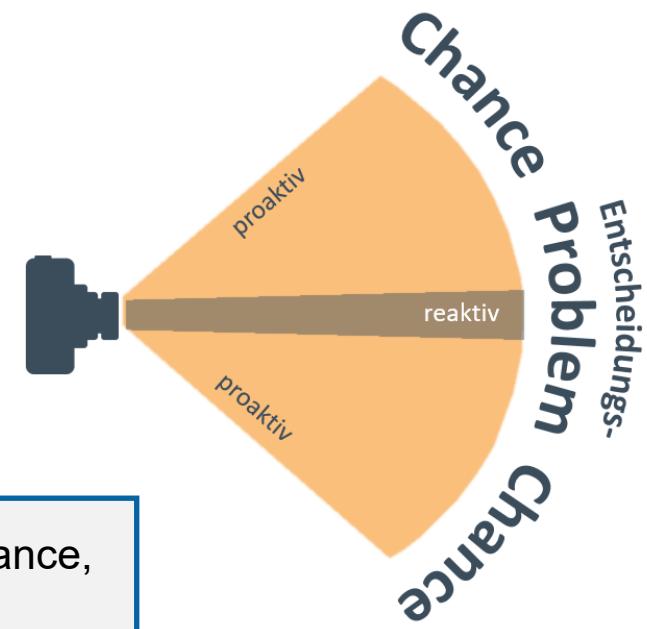
Warum die Formulierung der Entscheidungsfrage so wichtig ist

Exaktes Verständnis der Entscheidungssituation:

- Wessen Handlungen werden betrachtet?
- Was soll mit der Entscheidung erreicht werden?
- Welche Annahmen sollen gelten?
- Was wird jetzt entschieden und was später?



Insbesondere bei Entscheidungen
in Gruppen essentiell



Abnehmen von Scheuklappen und Wandel von einer reaktiven zu einer proaktiven Herangehensweise

Mit einer „breiteren“ Formulierung der Entscheidungsfrage wächst die Chance,
attraktivere Handlungsalternativen zu finden.

Eng und breit formulierte Beispiele für Entscheidungsfragen

Enge Formulierungen („ob“):

Soll ich ein Praktikum im Ausland machen?

Nehme ich den angebotenen Job an?

Mache ich das 12 Monats-Abo im Fitness-Studio?

Breite (proaktive) Formulierungen („wie“):

Wie kann ich am besten interkulturelle Erfahrungen sammeln?

Wie kann ich mich am besten in den nächsten 5 Jahren beruflich weiterentwickeln?

Wie kann ich meine körperliche Fitness am besten steigern?

Wie findet man eine ausreichend breite Formulierung der Entscheidungsfrage?

Vorgehen im ENTSCHEIDUNGSNAVI:

1. Erster Versuch einer Formulierung der Entscheidungsfrage incl. expliziter Angabe von Annahmen und Eingrenzungen
2. Bewusste Beschäftigung mit sehr grundlegenden Lebenszielen
3. Impulsfragen, um Scheuklappen einer engen Formulierung zu entfernen
4. Neuformulierung der Entscheidungsfrage

Impulsfragen zur Entfernung von Scheuklappen:

- *Wenn Sie sich nur für oder gegen etwas entscheiden wollen: Haben Sie sich schon überlegt, was Sie machen wollen, wenn Sie sich dagegen entscheiden? Welche Handlungsoptionen kämen dann noch in Frage?*
- *Wie könnten gänzlich andere Wege aussehen, um Ihr Problem noch grundlegender zu lösen als bislang vielleicht angedacht?*
- *Haben Sie im Vorfeld der jetzigen Situation schon Entscheidungen getroffen, ohne diese wirklich gut begründen zu können? Könnten Sie diese Entscheidungen nicht auch noch einmal hinterfragen?*
- *Betrachten Sie bitte alle Grundannahmen in Ihrem Entscheidungsproblem. Ist es nicht möglich, die eine oder andere Grundannahmen möglicherweise in Frage zu stellen und das Entscheidungsproblem weiter zu fassen? Wie könnte das aussehen?*



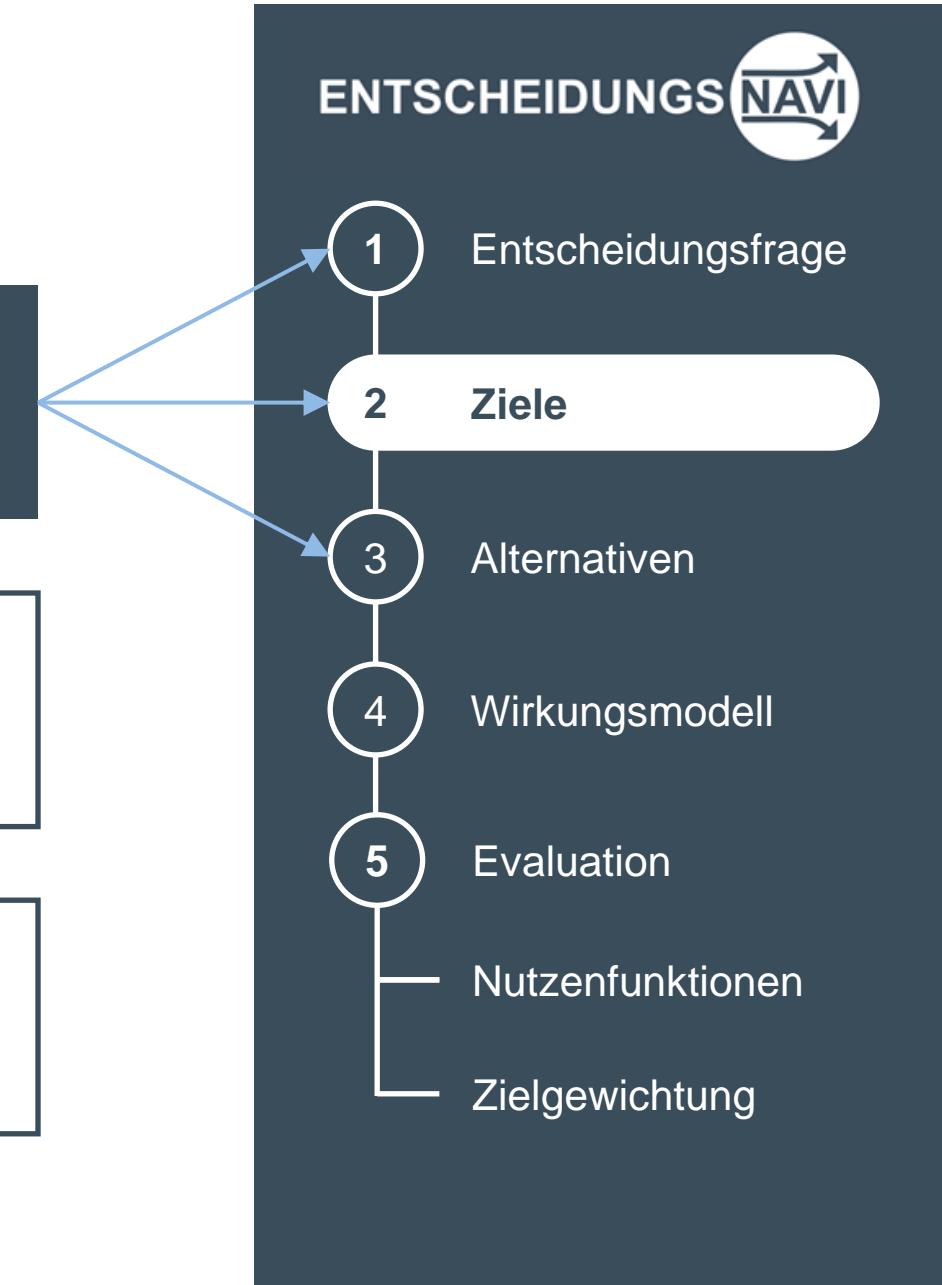
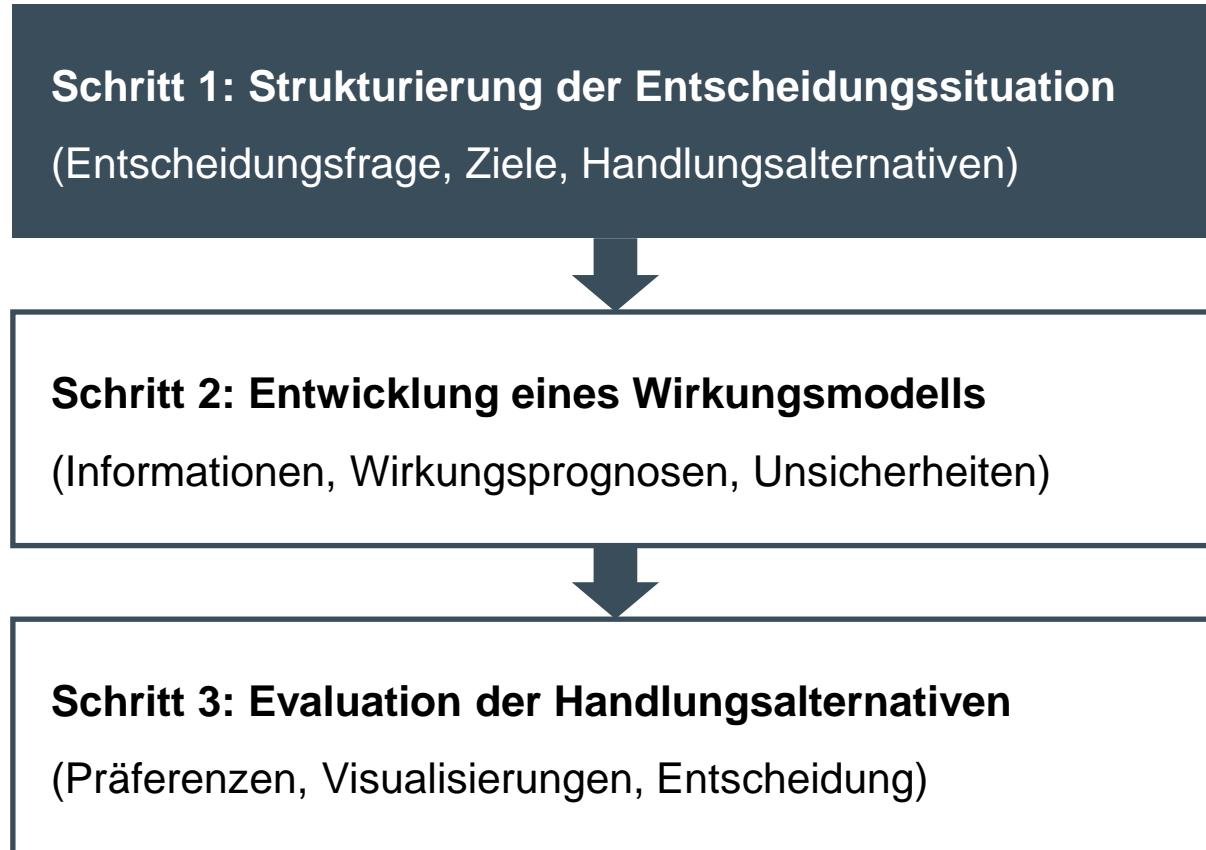
Entscheidungslehre

Präskriptive Entscheidungstheorie

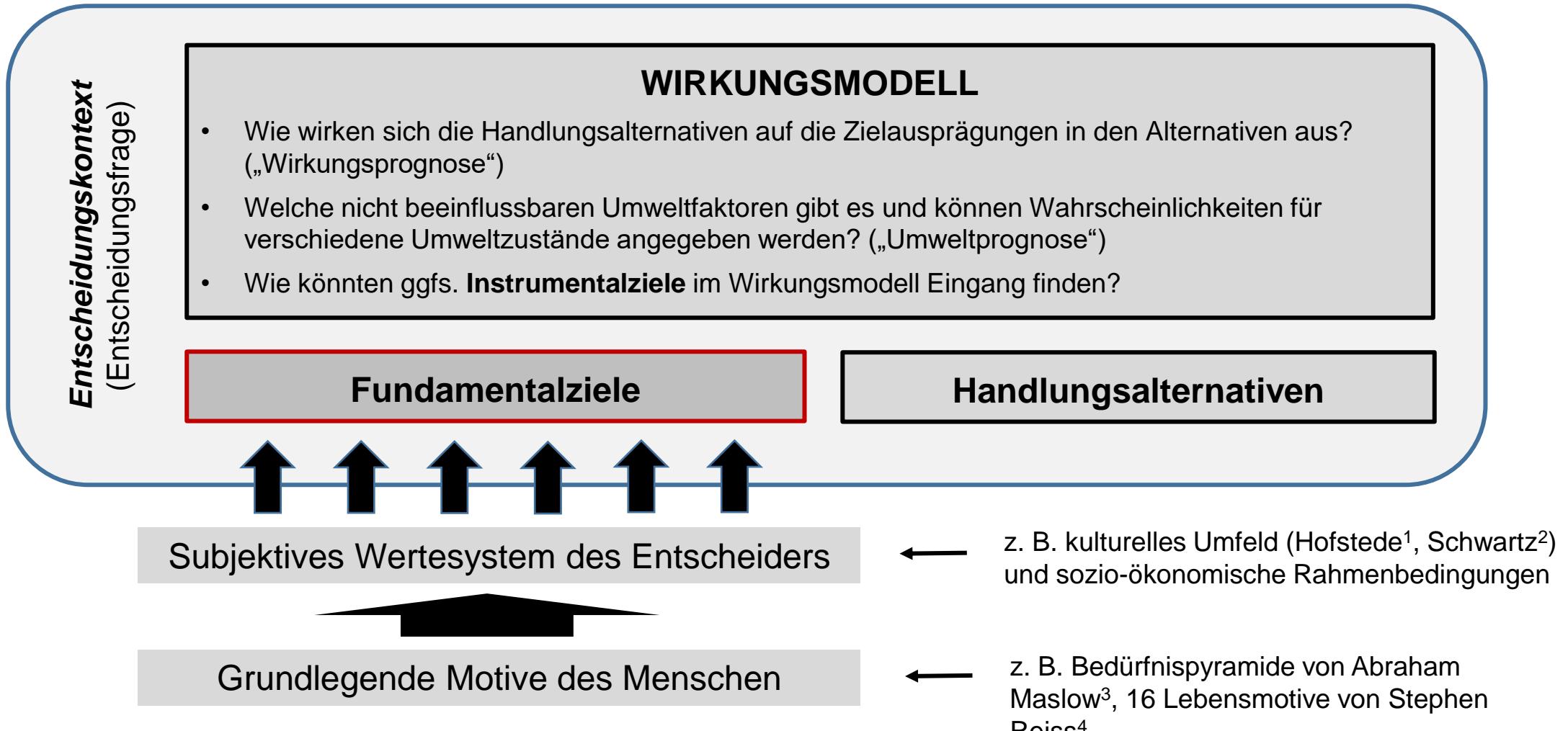
Kapitel 1: Idealtypischer Ablauf eines rationalen Entscheidungsprozesses (Teil 3)

Univ.-Prof. Dr. Rüdiger von Nitzsch

Die Definition von Fundamentalzielen



Die Bedeutung von Fundamentalzielen im Entscheidungsprozess



Instrumentalziele vs. Fundamentalziele

Ein **Fundamentalziel** besitzt einen Wert für sich, ein **Instrumentalziel** ist nur Mittel zum Zweck

Beispiel: „Minimierung der Durchlaufzeiten“

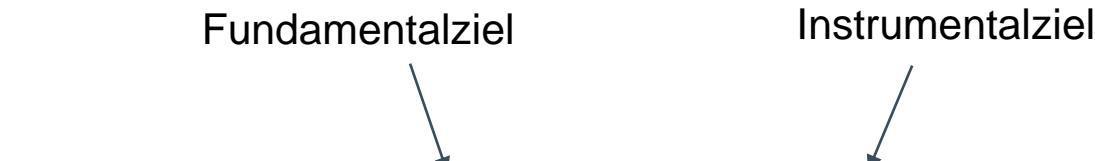
Warum ist das wichtig?

Hat es einen Wert für sich?

→ Ein wirklich fundamentales Ziel ist meist sehr abstrakt

Konsequenz: Ziele möglichst fundamental formulieren, die Alternativen müssen aber noch unterscheidbar bleiben!

Probleme einer Berücksichtigung von Instrumentalzielen



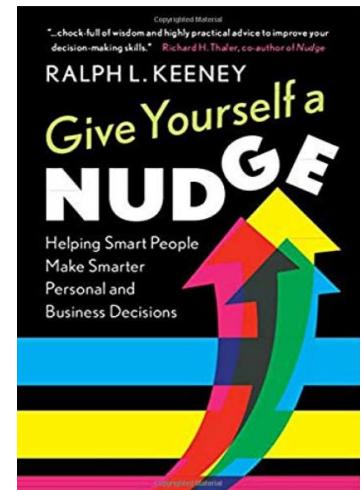
Alternative	Gewinn	Durchlaufzeit
a	6 Mio. €	10 Tage
b	5 Mio. €	4 Tage

Die explizite Gewichtung eines Instrumentalziels könnte möglicherweise zu einem falschen Ergebnis führen.

Fundamentalziele im Value-Focused Thinking

Kerngedanken des Value-Focused Thinking von Ralph Keeney:

- Sehr eingehendes und wiederholtes Hinterfragen von scheinbar offensichtlichen Zielen, um die wirklichen (fundamentalen) Werte dahinter erkennen zu können
- Differenzierung von Fundamental- und Instrumentalzielen
- Abkehr vom üblichen „Alternative-Focused Thinking“ (→ Positionsorientierung) und kreatives Suchen neuer Alternativen durch Fokussierung auf Fundamentalziele



Literaturverzeichnis

- Hofstede, G. (1980): Culture's Consequences - International Differences in Work-Related Values, Newbury Park.
- Keeney, R. (1996): Value-focused Thinking, 1 Aufl., Cambridge.
- Keeney, R. (2020): Give Yourself a Nudge: Helping Smart People Make Smarter Personal and Business Decisions, 1. Aufl., Cambridge.
- Maslow, A. H.; Frager, R. (1987): Motivation and personality, 3. Aufl., New York.
- Reiss, Steven (2009): Das Reiss Profile: Die 16 Lebensmotive. Welche Werte und Bedürfnisse unserem Verhalten zugrunde liegen, Offenbach.
- Schwartz, S. H. (2006): A Theory of Cultural Value Orientations: Explication and Applications, in: Comparative Sociology, 5(2), 137-182.



Entscheidungslehre

Präskriptive Entscheidungstheorie

Kapitel 1: Idealtypischer Ablauf eines rationalen Entscheidungsprozesses (Teil 4)

Univ.-Prof. Dr. Rüdiger von Nitzsch

Zum genauen Verständnis des Zielbegriffs in der Entscheidungstheorie

Üblicher Sprachgebrauch: **Ziel = erreichbarer (diskreter) Zustand**

→ Ziel wird entweder erreicht oder nicht

Entscheidungstheorie:

Bei einem **Fundamentalziel** wird keine konkrete Ausprägung definiert, sondern nur die Richtung angegeben.

Beispiele guter Zielformulierungen:

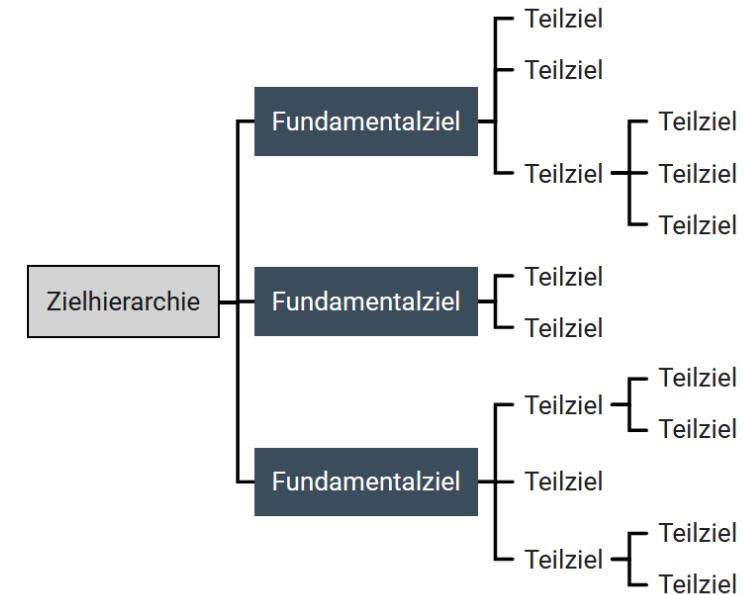
- (möglichst gutes) Gewicht
- (möglichst viel) Sinn im Job
- (maximiere) finanzielle Sicherheit
- (maximiere) Unternehmenswert
- ...

Beispiele ungeeigneter Zielformulierungen:

- 5 kg abnehmen
- einen sinnvollen Job haben
- mindestens 5.000 Euro monatlich verdienen
- Aktienkurs mindestens 200 Euro
- ...

Wie unterstützt das ENTSCHEIDUNGSNAVI bei der Formulierung der eigenen Fundamentalziele?

1. Brainstorming und Sammeln aller entscheidungsrelevanten Aspekte bzw. Teilziele
2. Überprüfung auf Vollständigkeit mittels Durchsicht von „Masterlisten“ für den entsprechenden Entscheidungskontext
3. Gleichzeitiges Hinterfragen („Warum-Methode“) und Strukturieren aller Aspekte in einer Zielhierarchie



Brainstorming-Fragen zur Erreichung eines vollständigen Zielsystems:

- *Was ist für mich in der Entscheidungssituation wichtig?*
- *Was will ich erreichen?*
- *Wann bin ich zufrieden?*
- *In welchen Aspekten unterscheiden sich die Handlungsoptionen, die Ihnen jetzt schon einfallen?*
- *Was stört mich am aktuellen Status Quo?*
- *Welche allgemeinen Werte habe ich, die jetzt in dieser Situation von Bedeutung sein könnten?*

Erfahrungsberichte aus der eigenständigen Zielformulierung im ENTSCHEIDUNGSNAVI

PROAKTIV-Studieren.de

Startseite PROAKTIV-Ent...

Das Projekt Bewertungen Statistiken

Welche Bewertungen gaben die Teilnehmer am Ende ab?

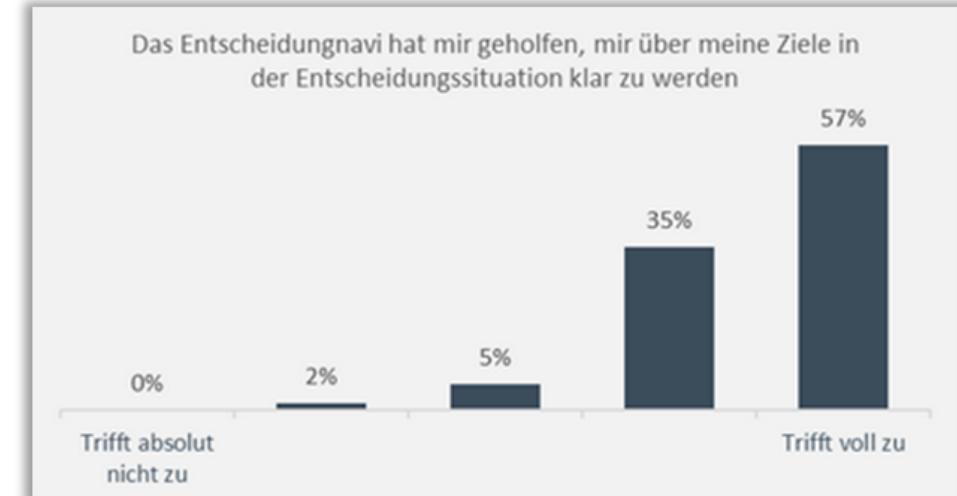
Alle Teilnehmer des Projektes wurden aufgefordert, am Ende ihre Erfahrungen aus der Entscheidungssituation zu bewerten. Dazu wurde eine umfängliche Stellungnahme festzuhalten und zusätzlich noch einen Feedback-Fragebogen auszufüllen (siehe Menüpunkt "Statistiken"). Bei der Frage, ob sie das Entscheidungnavi anderen weiterempfehlen werden, ergab sich folgendes Bild:

Sterne	Anzahl	Bewertung
5 Sterne	268	auf jeden Fall
4 Sterne	355	wahrscheinlich
3 Sterne	93	weiß nicht
2 Sterne	33	wahrscheinlich nicht
1 Stern	5	auf keinen Fall

Aus allen Stellungnahmen haben wir im Folgenden einige aussagekräftige Zitate zusammengestellt. An dieser Stelle bedanken wir uns insbesondere auch bei den Studierenden, die uns zu diesem Zweck sogar ein Foto zur Verfügung gestellt haben.

Positive Kommentare zuerst Negative Kommentare zuerst Aufzählende Kommentare zuerst Kommentare mit Bild zuerst Namen in aufsteigender Reihenfolge Namen in absteigender Reihenfolge Bearbeitungsdauer aufsteigend Bearbeitungsdauer absteigend

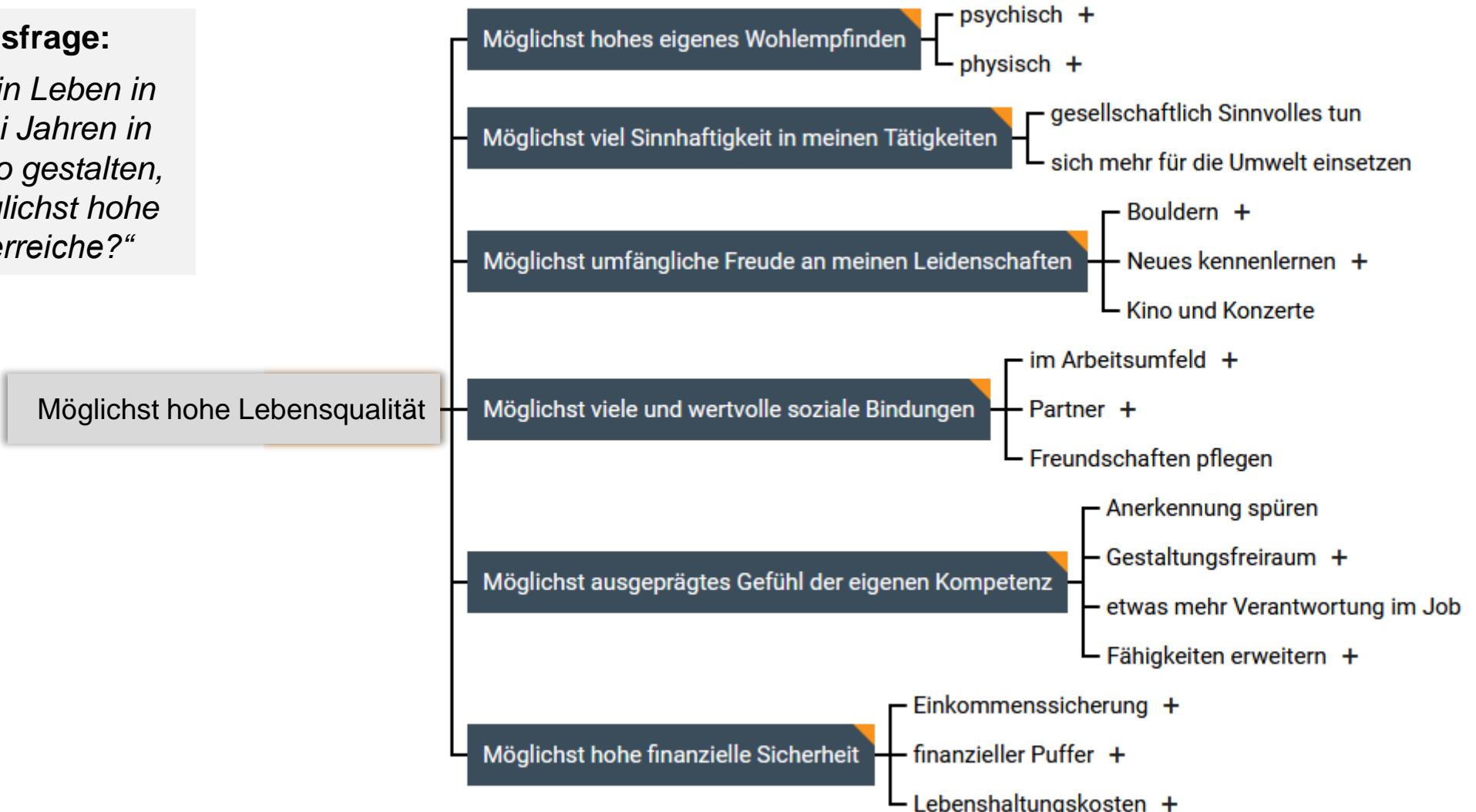
„Ich hätte nie gedacht, dass Ziele herausfiltern so schwer ist!“



Die Formulierung von Fundamentalzielen verlangt ein hohes Maß an Reflexion und Abstraktion

Beispiel einer Zielhierarchie („Alex-Beispiel“ aus Themenprojekt ENTSCHEIDUNGSNAVI)

Entscheidungsfrage:
„Wie kann ich mein Leben in den nächsten drei Jahren in beruflicher Sicht so gestalten, dass ich eine möglichst hohe Lebensqualität erreiche?“



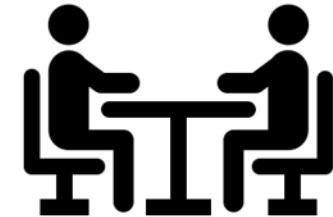
Unterstützung durch einen Entscheidungsanalytiker

Verschiedene Arten von Fragen im Interview:

- Identifikation von Werten („*Was fällt Dir alles ein?*“)
- Ausformulierung von Zielen („*Was meinst Du genau damit?*“)
- Hinterfragen nach Fundamentalität („*Warum ist das wichtig?*“)
- Spezifikation von Fundamentalzielen („*In welche, möglicherweise besser messbaren Unterziele kannst Du das herunterbrechen?*“)

und ggfs.

- Instrumente zur Zielerreichung („*Wie kannst Du das erreichen? → Instrumentalziele*“)





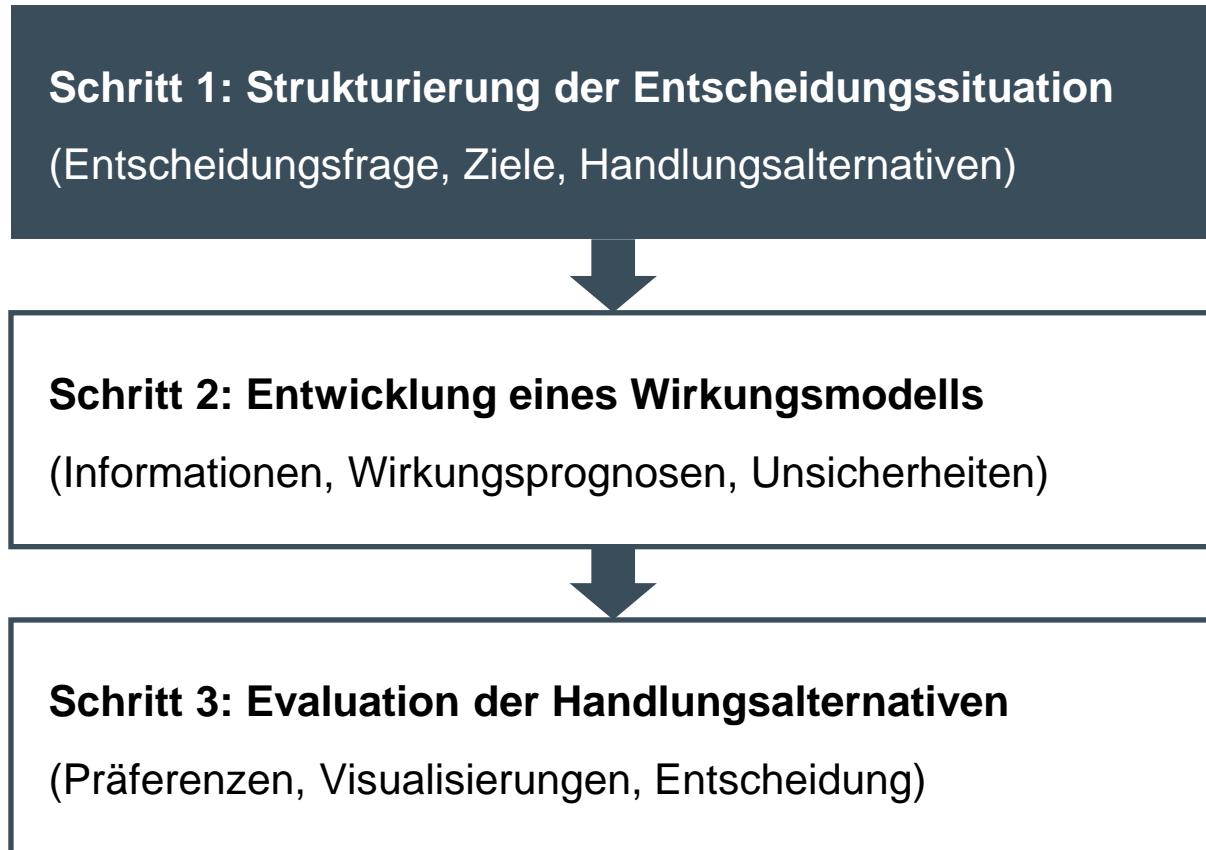
Entscheidungslehre

Präskriptive Entscheidungstheorie

Kapitel 1: Idealtypischer Ablauf eines rationalen Entscheidungsprozesses (Teil 5)

Univ.-Prof. Dr. Rüdiger von Nitzsch

Die Identifikation von Handlungsalternativen



Studie zum „Myopic problem representation bias“

Studien belegen, dass Menschen häufig aufgrund von Scheuklappen attraktive Handlungsalternativen übersehen

Schritt 1: Probanden entwickeln so viele Alternativen wie möglich.
(Keine Zeitrestriktion)

Schritt 2: Probanden sehen die Masterliste, die in Vorstudien entwickelt wurde, und kreuzen alle relevanten Alternativen an

Schritt 3: Probanden weisen die **selbst-generierten** Alternativen den Alternativen auf der Masterliste zu. Die ausschließlich angekreuzten sind **erkannte** Alternativen

Schritt 4: Probanden ranken die Alternativen global und bewerten die Eignung zur Zielerfüllung, den Implementierungsaufwand und die Kreativität der Alternativen von Null bis 10

Alternativen auflisten

- Alternative A
- Alternative B
- Alternative C
- Alternative D
-
-
-

Alternativen ankreuzen

- | | |
|---|---|
| <input type="checkbox"/> Alternative | <input checked="" type="checkbox"/> Alternative |
| <input checked="" type="checkbox"/> Alternative | <input checked="" type="checkbox"/> Alternative |
| <input type="checkbox"/> Alternative | <input type="checkbox"/> Alternative |
| <input type="checkbox"/> Alternative | <input checked="" type="checkbox"/> Alternative |
| <input type="checkbox"/> Alternative | <input type="checkbox"/> Alternative |
| <input type="checkbox"/> Alternative | <input type="checkbox"/> Alternative |
| <input type="checkbox"/> Alternative | <input type="checkbox"/> Alternative |
| <input checked="" type="checkbox"/> Alternative | <input type="checkbox"/> Alternative |
| <input type="checkbox"/> Alternative | <input type="checkbox"/> Alternative |
| <input checked="" type="checkbox"/> Alternative | <input type="checkbox"/> Alternative |
| <input type="checkbox"/> Alternative | <input type="checkbox"/> Alternative |

Alternativen zuweisen

- | | |
|--|--|
| <input type="checkbox"/> Alternative | <input checked="" type="checkbox"/> Alternative |
| <input checked="" type="checkbox"/> Alternative B | <input checked="" type="checkbox"/> Alternative D |
| <input type="checkbox"/> Alternative | <input type="checkbox"/> Alternative |
| <input checked="" type="checkbox"/> Alternative | <input checked="" type="checkbox"/> Alternative |
| <input type="checkbox"/> Alternative | <input type="checkbox"/> Alternative |
| <input type="checkbox"/> Alternative | <input type="checkbox"/> Alternative |
| <input type="checkbox"/> Alternative | <input type="checkbox"/> Alternative |
| <input checked="" type="checkbox"/> Alternative A | <u>Alternative C</u> |
| <input type="checkbox"/> Alternative | <input type="checkbox"/> Alternative |
| <input checked="" type="checkbox"/> Alternative | <input type="checkbox"/> Alternative |
| <input type="checkbox"/> Alternative | <input type="checkbox"/> Alternative |

Alternativen bewerten

- | | |
|---|---|
| <input type="checkbox"/> Alternative | <input checked="" type="checkbox"/> 7 Alternative |
| <input checked="" type="checkbox"/> 1 Alternative B | <input checked="" type="checkbox"/> 2 Alternative D |
| <input type="checkbox"/> Alternative | <input type="checkbox"/> Alternative |
| <input checked="" type="checkbox"/> 5 Alternative | <input checked="" type="checkbox"/> 6 Alternative |
| <input type="checkbox"/> Alternative | <input type="checkbox"/> Alternative |
| <input checked="" type="checkbox"/> 4 Alternative A | 3 Alternative C |
| <input type="checkbox"/> Alternative | <input type="checkbox"/> Alternative |
| <input checked="" type="checkbox"/> 8 Alternative | <input type="checkbox"/> Alternative |
| <input type="checkbox"/> Alternative | <input type="checkbox"/> Alternative |

Nur 37 % der als relevant erachteten Alternativen wurden eigenständig generiert,

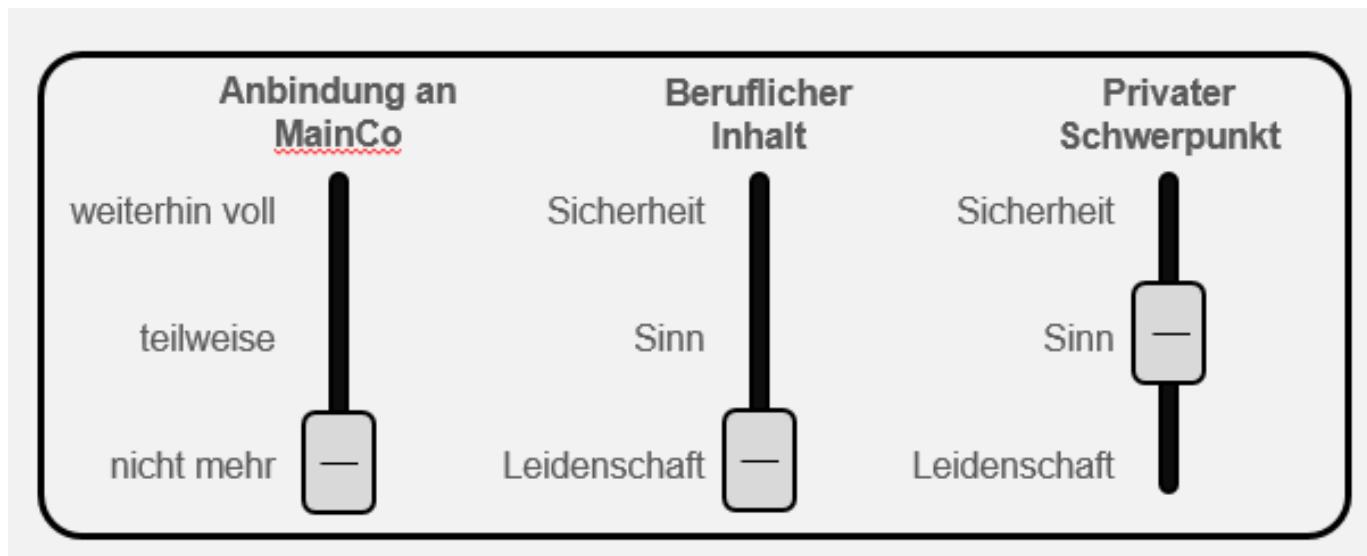
56 % der Versuchspersonen sind auf die beste Alternative nicht von alleine gekommen

Wie identifiziert man die Alternativen?

Vorgehen im ENTSCHEIDUNGSSNAVI:

1. Formulieren der schon bekannten (offensichtlichen) Alternativen
2. Fundamentalziel-bezogene Schwachpunktanalyse der bekannten Alternativen
3. Fundamentalziel-fokussierte und kreative Überlegungen zu gänzlich neuen Alternativen
4. Befragung anderer Personen nach weiteren Ideen
5. Identifizieren von maximal drei Stellhebeln zur Strukturierung und Vervollständigung der Alternativen
6. Sinnvolles Zusammenfassen auf eine überschaubare Anzahl

Stellhebelansatz:



Literaturverzeichnis

Siebert, J.; Keeney, R. L. (2015): Creating More and Better Alternatives for Decisions Using Objectives, in: Operations Research 63 (5), S. 1144–1158.



Entscheidungslehre

Präskriptive Entscheidungstheorie

Kapitel 1: Idealtypischer Ablauf eines rationalen Entscheidungsprozesses (Teil 6)

Univ.-Prof. Dr. Rüdiger von Nitzsch

Präskriptive Entscheidungstheorie

1 Idealtypischer Ablauf eines rationalen Entscheidungsprozesses

1.1 Die Strukturierung der Entscheidungssituation

1.2 Entwicklung des Wirkungsmodells

1.3 Evaluation der Handlungsalternativen

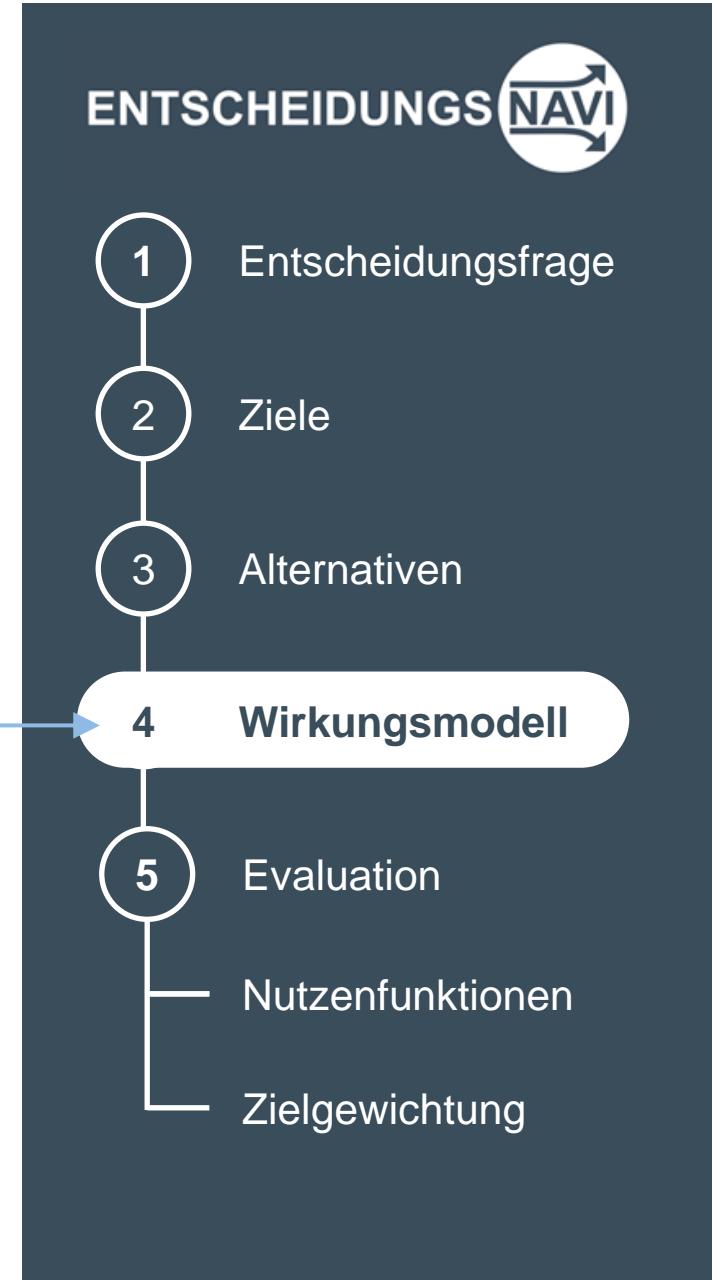
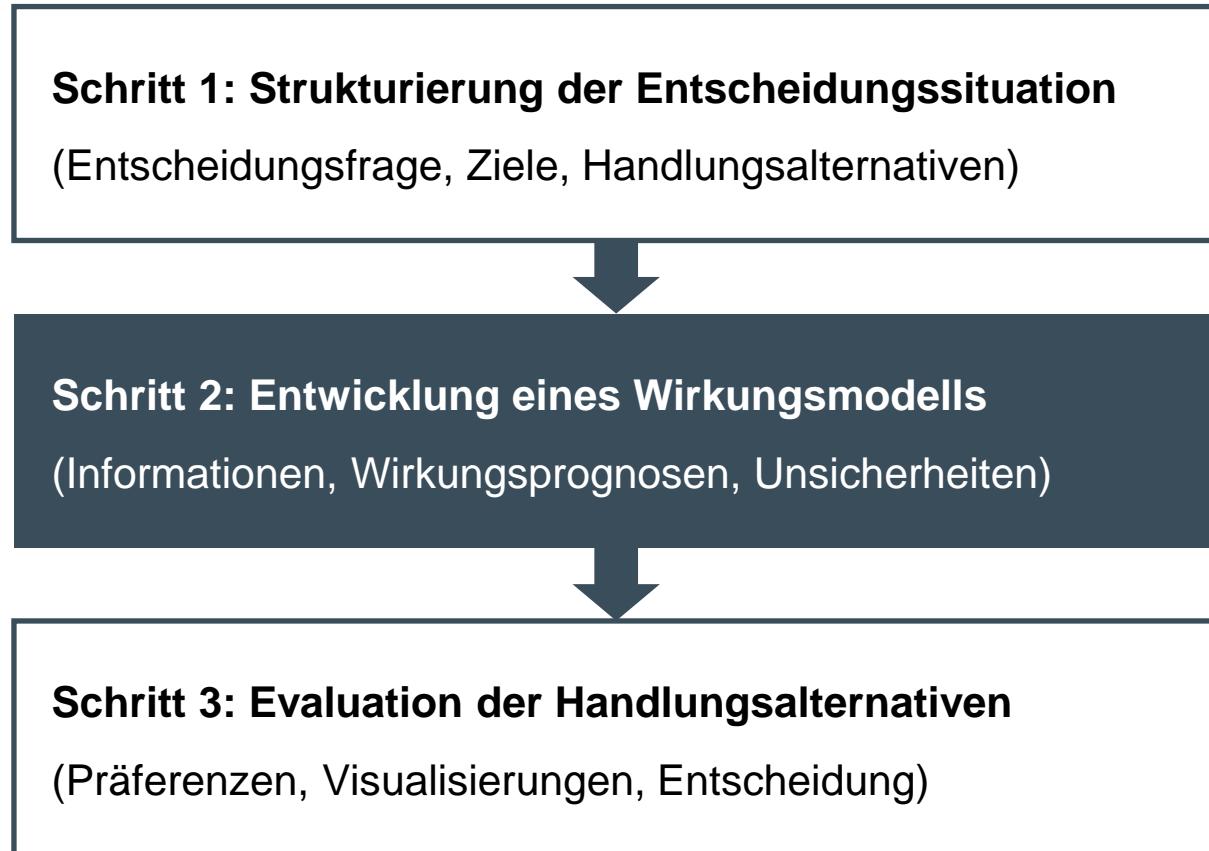
2 Entscheidungen unter Unsicherheit mit einem Ziel: Das Erwartungsnutzenkalkül

3 Berücksichtigung mehrerer Ziele im Präferenzmodell

4 Problemlösungen bei unvollständiger Information

5 Mehrstufige Entscheidungsprobleme

Das Wirkungsmodell



Die leere Ergebnismatrix nach abgeschlossener Strukturierung der Entscheidungssituation

Wirkungsmodell = „Welche Auswirkungen werden die definierten Alternativen in den formulierten Fundamentalzielen (voraussichtlich) haben?“

	Fundamentalziel 1	Fundamentalziel 2	...	Fundamentalziel m
Alternative a				
Alternative b				
Alternative c				
...				

Welche Herausforderungen stellen sich hierbei?



- Geeignete Skalen zur Messung der Ergebnisschätzungen
- Vermeidung von Schätzfehlern (Biasfaktoren)
- Modellierung von Unsicherheiten

Wie man die Zielausprägungen misst: Skalen

Skalen dienen dem Zweck, alle Ergebnisse in jeweils einem Ziel vergleichbar zu machen



nachvollziehbar und
möglichst objektiv

Mögliche Varianten:

- Natürliche Skalen (z. B. Zeitdauern, Geldbeträge, Gewichte, Maße, ...)
- Eigene, künstliche Skalen
 - Verbale beschriebene Kategorien
 - Numerische Skalen (z. B. Schulnotenskala, Beaufortskala, Richterskala, ...)

Definition von guten Skalen ist häufig ähnlich schwierig wie die Definition von Fundamentalzielen

Die leere Ergebnismatrix nach abgeschlossener Strukturierung der Entscheidungssituation

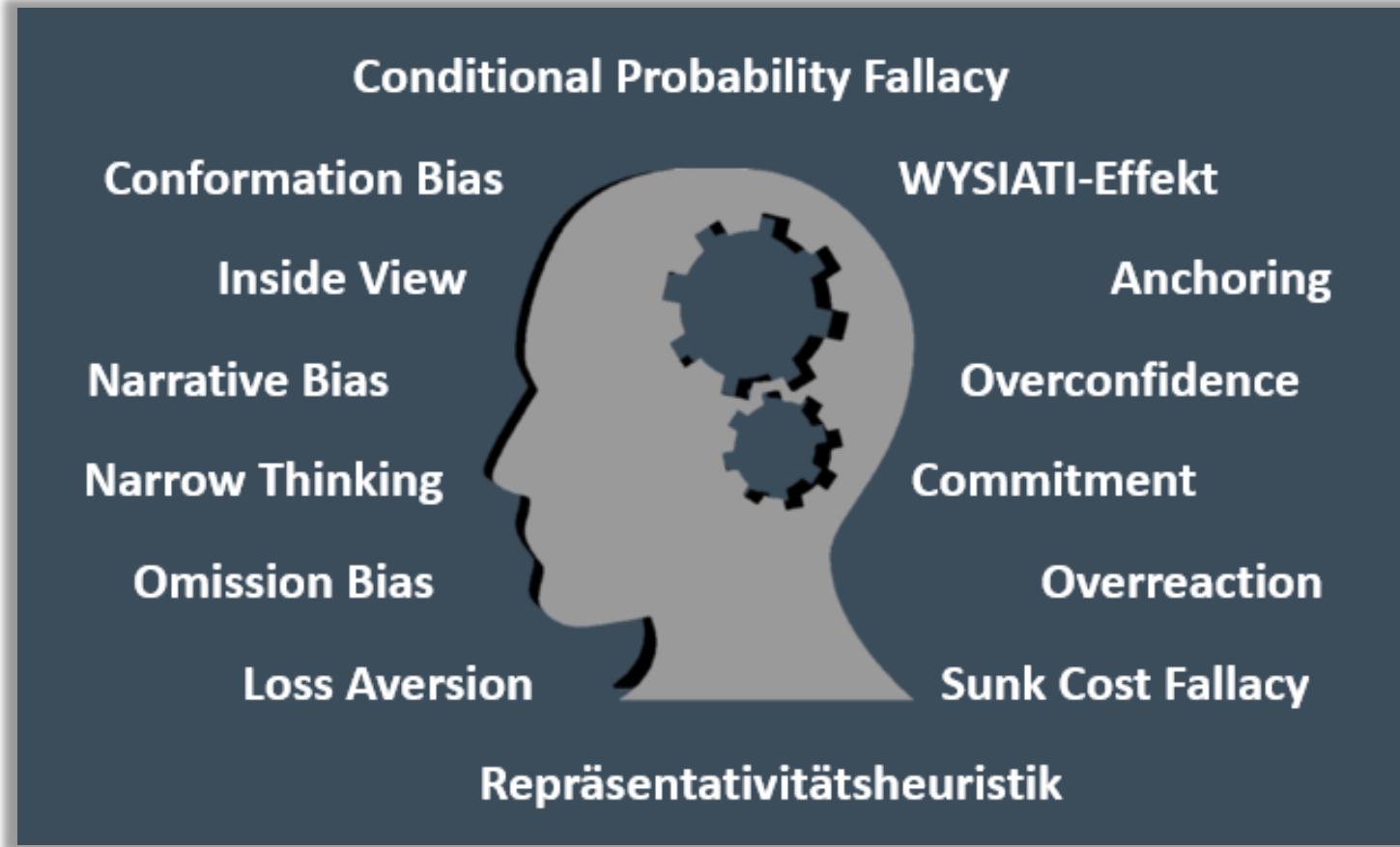
Wirkungsmodell = „Welche Auswirkungen werden die definierten Alternativen in den formulierten Fundamentalzielen (voraussichtlich) haben?“

	Fundamentalziel 1	Fundamentalziel 2	...	Fundamentalziel m
Alternative a				
Alternative b				
Alternative c				
...				

Welche Herausforderungen stellen sich hierbei?

- 
- Geeignete Skalen zur Messung der Ergebnisschätzungen
 - Vermeidung von Schätzfehlern (Biasfaktoren)
 - Modellierung von Unsicherheiten

Viele bekannte Schätzfehler machen ein systematisches Debiasing erforderlich



Die leere Ergebnismatrix nach abgeschlossener Strukturierung der Entscheidungssituation

Wirkungsmodell = „Welche Auswirkungen werden die definierten Alternativen in den formulierten Fundamentalzielen (voraussichtlich) haben?“

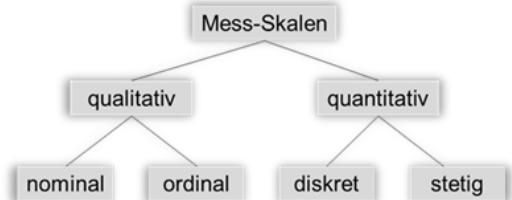
	Fundamentalziel 1	Fundamentalziel 2	...	Fundamentalziel m
Alternative a				
Alternative b				
Alternative c				
...				

Welche Herausforderungen stellen sich hierbei?

- Geeignete Skalen zur Messung der Ergebnisschätzungen
- Vermeidung von Schätzfehlern (Biasfaktoren)
- Modellierung von Unsicherheiten



Die Modellierung von Unsicherheit: Stetig vs. diskret



Unsicherheiten können auf der Basis einer stetigen oder diskreten Modellierung abgebildet werden.

Bei einer stetigen Modellierung wird eine stetige Verteilungsfunktion für die Zielausprägungen gesucht.
(→ Monte-Carlo-Simulation)

Eine diskrete Modellierung führt zu einem dreistufigen Vorgehen:

1. Definition eines oder mehrerer Einflussfaktoren und entsprechender Umweltzustände
2. Angabe von Wahrscheinlichkeiten für die Zustände
3. Angabe von Zielausprägungen für jede Alternative und jeden Zustand

} Umweltprognose
} Wirkungsprognose

	Umweltzustand 1	Umweltzustand 2	...
	Wahrscheinlichkeit 1	Wahrscheinlichkeit 2	...
Alternative 1	Ziel 1: _____	Ziel 1: _____	...
	Ziel 2: _____	Ziel 2: _____	...

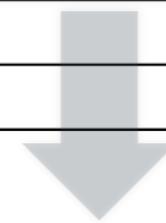
Alternative 2	Ziel 1: _____	Ziel 1: _____	...
	Ziel 2: _____	Ziel 2: _____	...

...

Diskrete Modellierung der Unsicherheit im ENTSCHEIDUNGSNAVI

Definition von unsicheren Einflussfaktoren erfolgt abhängig von Alternative UND Ziel

	Fundamentalziel 1	Fundamentalziel 2	...	Fundamentalziel m											
Alternative a															
Alternative b		<table border="1"><thead><tr><th colspan="4">Unsicherheitsfaktor</th></tr><tr><th>Zustand 1 mit Eintritts- wahrscheinlichkeit</th><th>Zustand 2 mit Eintritts- wahrscheinlichkeit</th><th>...</th><th>Zustand k mit Eintritts- wahrscheinlichkeit</th></tr></thead><tbody><tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></tbody></table>	Unsicherheitsfaktor				Zustand 1 mit Eintritts- wahrscheinlichkeit	Zustand 2 mit Eintritts- wahrscheinlichkeit	...	Zustand k mit Eintritts- wahrscheinlichkeit					
Unsicherheitsfaktor															
Zustand 1 mit Eintritts- wahrscheinlichkeit	Zustand 2 mit Eintritts- wahrscheinlichkeit	...	Zustand k mit Eintritts- wahrscheinlichkeit												
Alternative c															
...															



Unsicherer Einflussfaktor			
Zustand 1 mit Eintritts- wahrscheinlichkeit	Zustand 2 mit Eintritts- wahrscheinlichkeit	...	Zustand k mit Eintritts- wahrscheinlichkeit

Formal: Für jeden Einflussfaktor gibt es Zustände s_i ($1 \leq i \leq n$) mit jeweils Wahrscheinlichkeiten $p(s_i)$



Entscheidungslehre

Präskriptive Entscheidungstheorie

Kapitel 1: Idealtypischer Ablauf eines rationalen Entscheidungsprozesses (Teil 7)

Univ.-Prof. Dr. Rüdiger von Nitzsch

Präskriptive Entscheidungstheorie

1 Idealtypischer Ablauf eines rationalen Entscheidungsprozesses

1.1 Die Strukturierung der Entscheidungssituation

1.2 Entwicklung des Wirkungsmodells

1.3 Evaluation der Handlungsalternativen

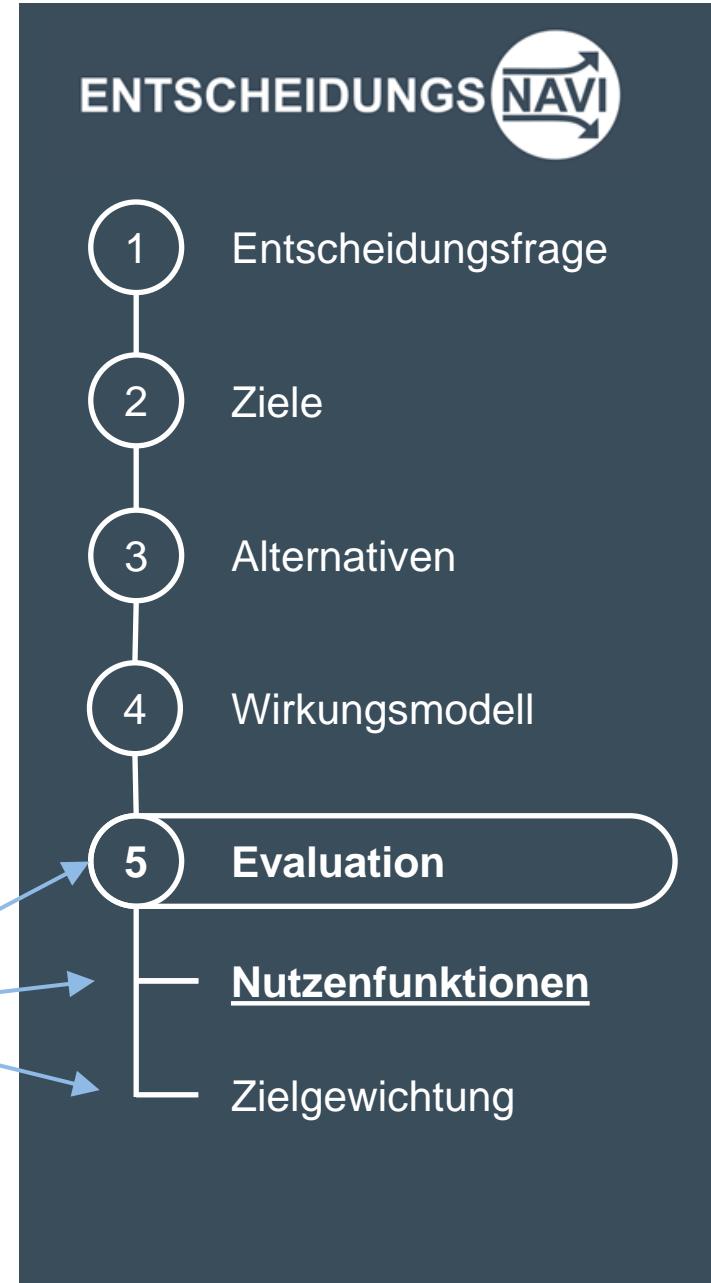
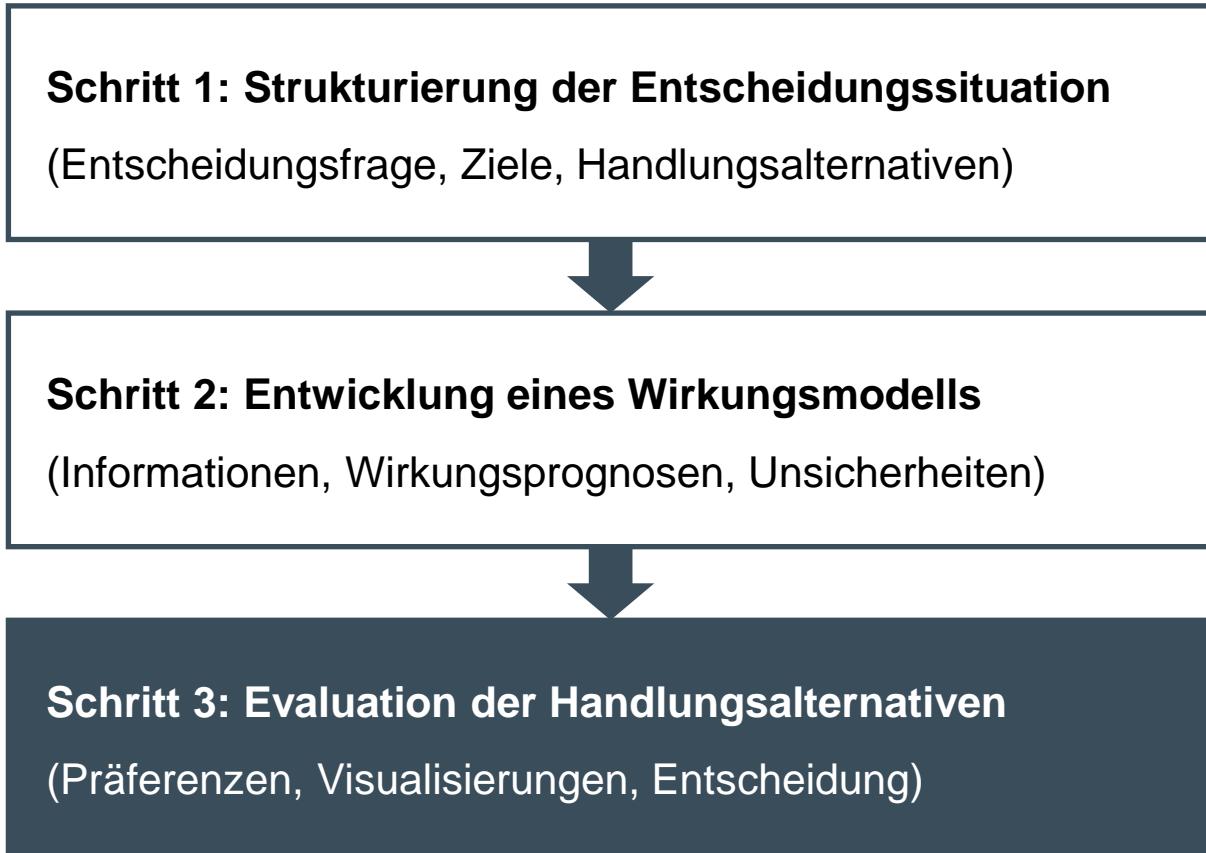
2 Entscheidungen unter Unsicherheit mit einem Ziel: Das Erwartungsnutzenkalkül

3 Berücksichtigung mehrerer Ziele im Präferenzmodell

4 Problemlösungen bei unvollständiger Information

5 Mehrstufige Entscheidungsprobleme

Nutzenfunktionen

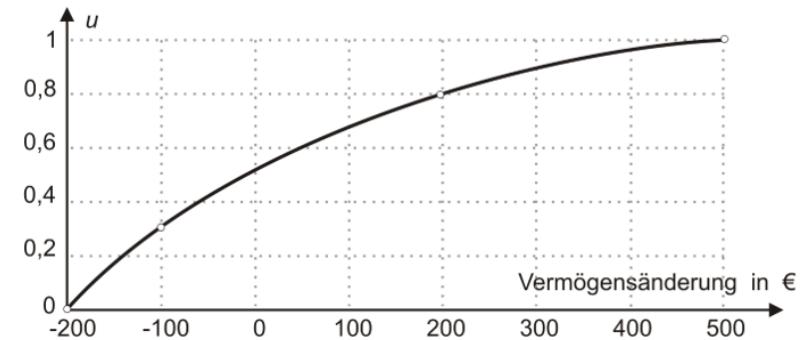


Nutzenfunktionen für jedes Ziel

In jedem Ziel isoliert werden alle Ergebnisse jeweils in einen

NUTZENWERT
(utility)

transformiert. Die Höhe dieses Nutzenwertes hängt von den persönlichen Präferenzen ab.



In der „multiattributiven Nutzentheorie (MAUT)“ wird der Nutzen mit der Variable u meist zwischen 0 und 1 normiert.

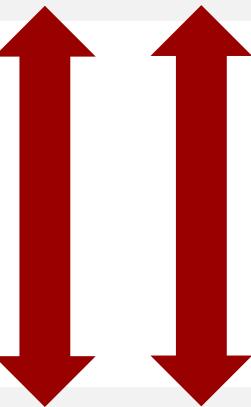
Zusammenhang zwischen präskriptivem und deskriptivem Präferenzmodell

Deskriptives Bewertungskalkül gemäß Prospect Theory

$$PT(a) = \sum_{i=1}^n (\pi(p_i) \cdot v(a_i))$$

Relative Bewertung von Wahrscheinlichkeiten

Relative Bewertung von Ergebnissen



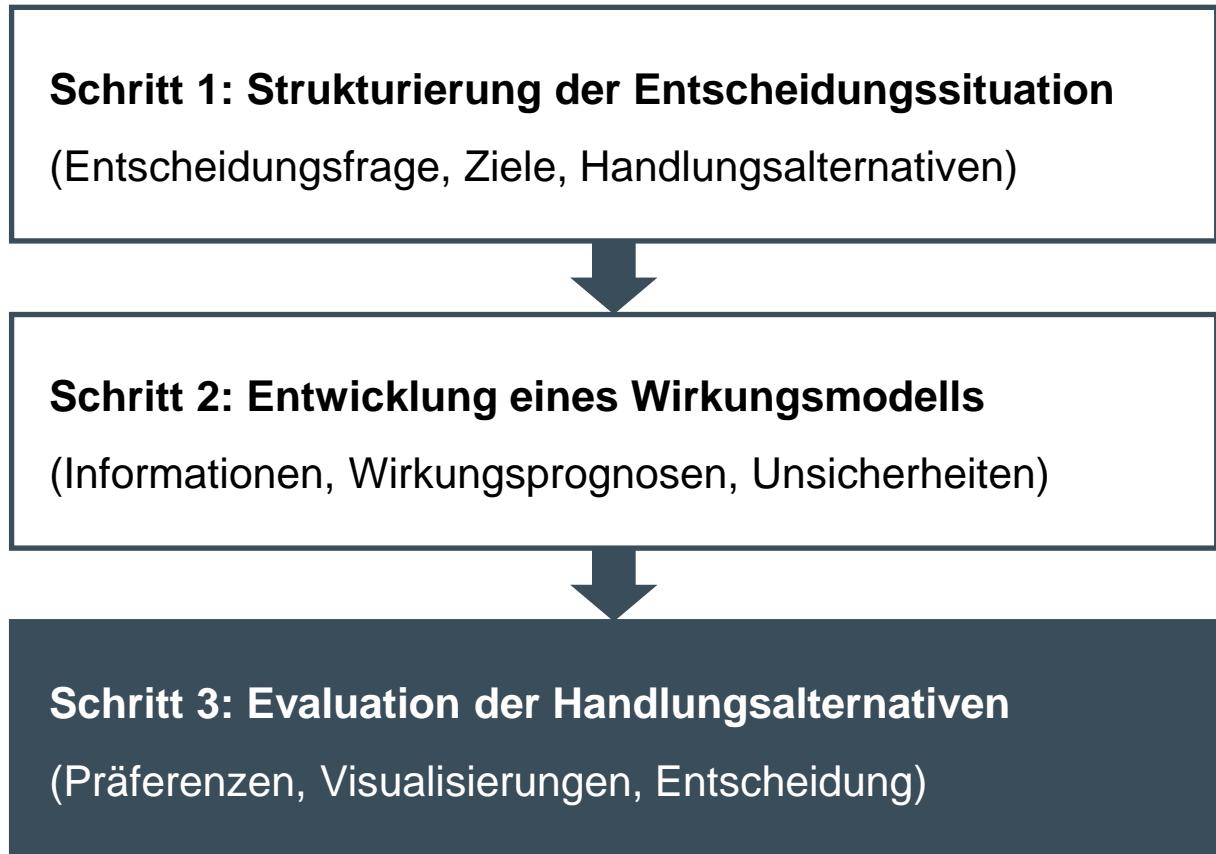
„reine, unveränderte“ Wahrscheinlichkeiten

Bezugspunktfreie Nutzenbewertung

$$EU(a) = \sum_{i=1}^n (p_i \cdot u(a_i))$$

Präskriptives Nutzenerwartungskalkül

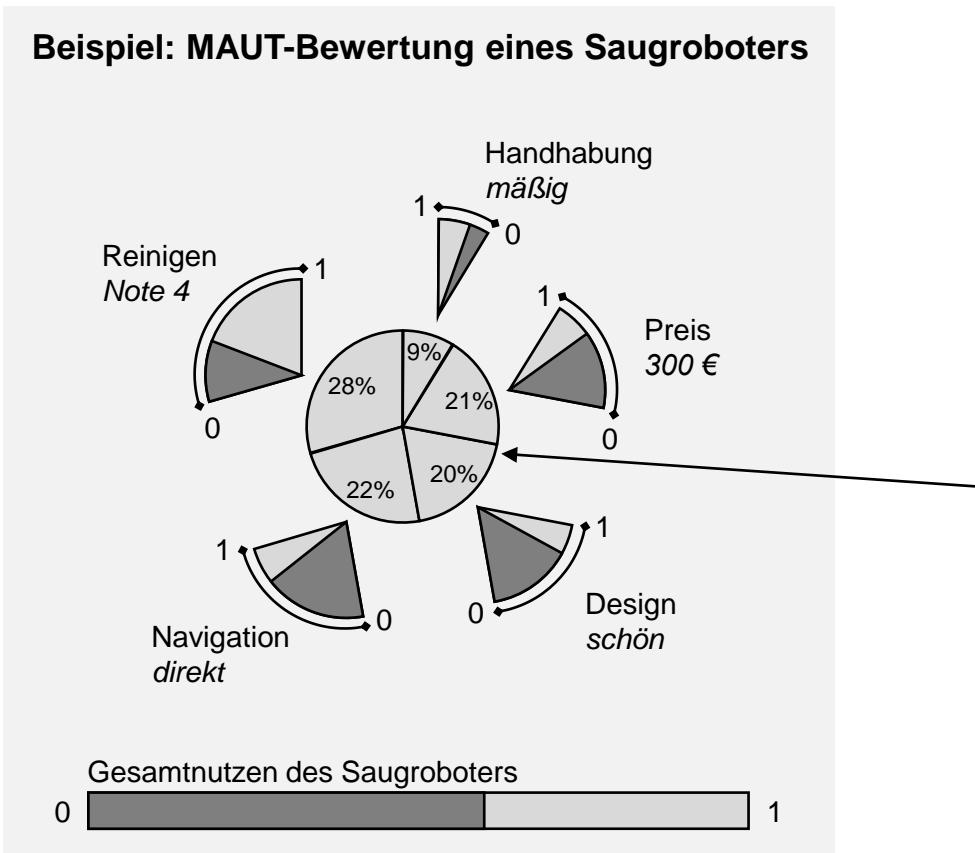
Zielgewichte



Zielgewichte

Die Zielgewichte geben in Abhängigkeit der Präferenzen die relativen Bedeutungen der einzelnen Ziele wieder und gehen in die gewichtete Gesamtnutzenberechnung ein.

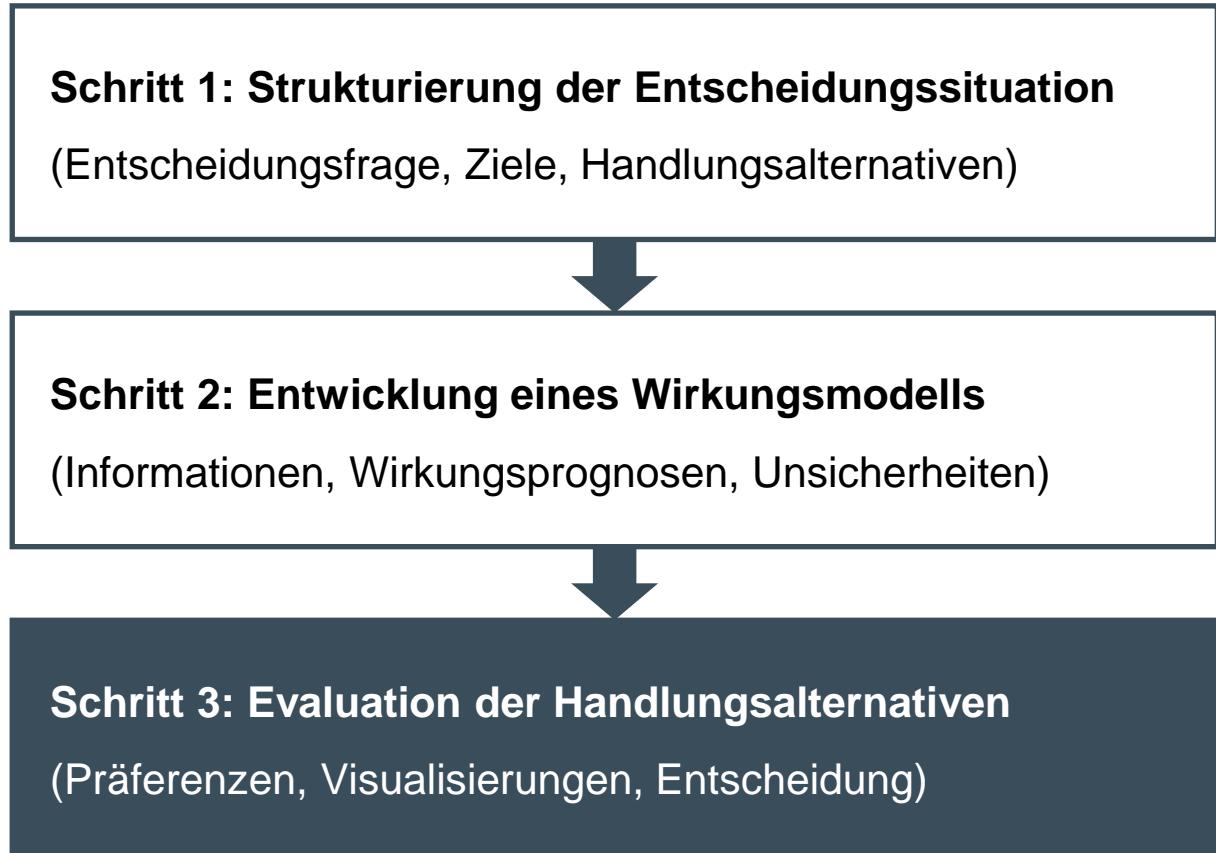
Beispiel: MAUT-Bewertung eines Saugroboters



Vorsicht:

- Zielgewichte haben großen Einfluss auf Gesamtbewertung
- Sie sind aber nicht einfach zu ermitteln (Trade-offs, keine pauschalen Angaben)

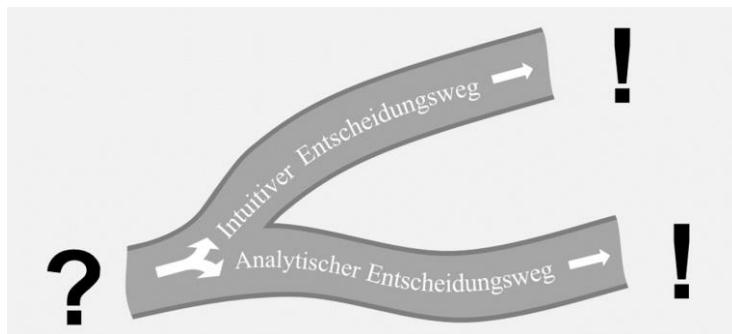
Auswertung



Auswertung

Hauptaufgabe ist es, Kopf und Bauch in Übereinstimmung zu bringen und somit die Entscheidung auch überzeugt treffen zu können.

Worin liegt es, wenn der intuitive und analytischer Weg auseinander laufen?



„Wie kann ich die analytische Berechnung gut verständlich nachvollziehen? (Visualisierungen)“

„Stimmen meine Wahrscheinlichkeitsschätzungen, Zielgewichte und Nutzenfunktionen?“

„Habe ich vielleicht Ziele übersehen?“

„Wie robust ist das Ergebnis und was ergibt sich, wenn ich meine Parameter ändere (Sensitivitätsanalysen, Robustheitstests)?“

Zusammenfassung: Präskriptive Entscheidungstheorie (Kapitel 1)

- ✓ Ein idealtypischer Ablauf eines rationalen Entscheidungsprozesses umfasst die Strukturierung der Entscheidungssituation, die Aufstellung des Wirkungsmodells und die Evaluation der Alternativen.
- ✓ Die Strukturierung ist der wichtigste und zugleich schwierigste Part im gesamten Prozess. Sie umfasst die drei Teilschritte (1) Entscheidungsfrage, (2) Fundamentalziele und (3) Handlungsalternativen.
- ✓ Im Wirkungsmodell wird die noch leere Ergebnismatrix mit Ergebnisschätzungen ausgefüllt. Die hierbei auftretenden Unsicherheiten können stetig oder diskret modelliert werden.
- ✓ In der Evaluation werden Präferenzen modelliert und das Ergebnis des analytischen Weges mit dem Bauchgefühl abgeglichen.



Entscheidungslehre

Präskriptive Entscheidungstheorie

Kapitel 2: Das Erwartungsnutzenkalkül (Teil 1)

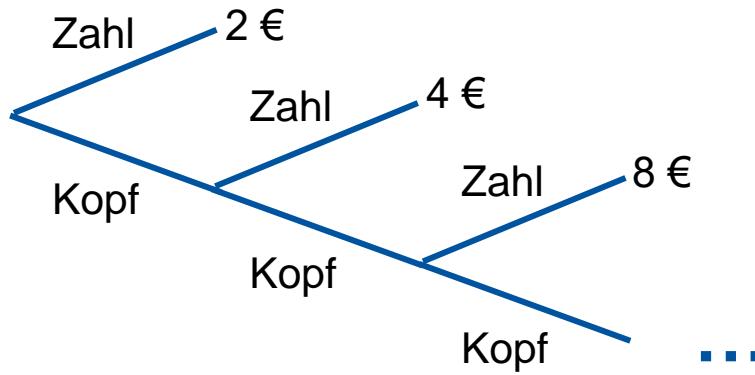
Univ.-Prof. Dr. Rüdiger von Nitzsch

Präskriptive Entscheidungstheorie

- 1 Idealtypischer Ablauf eines rationalen Entscheidungsprozesses
- 2 **Entscheidungen unter Unsicherheit mit einem Ziel: Das Erwartungsnutzenkalkül**
 - 2.1 Das Paradigma der Entscheidungslehre: Erwartungsnutzenmaximierung
 - 2.2 Die Ermittlung von Nutzenfunktionen
 - 2.3 Die Anwendung von $\mu-\sigma$ - Regeln
- 3 Berücksichtigung mehrerer Ziele im Präferenzmodell
- 4 Problemlösungen bei unvollständiger Information
- 5 Mehrstufige Entscheidungsprobleme

St. Petersburger Spiel und das Versagen des Erwartungswertes als rationales Kalkül

„St. Petersburger Spiel“



Erwartungswert ist unendlich

$$50\% \cdot 2 + 25\% \cdot 4 + 12,5\% \cdot 8 + \dots = \\ 1 + 1 + 1 + \dots = \infty$$

Nutzenfunktionen als Ausweg

Fehlende Aspekte im Erwartungswertkalkül

Abnehmender Grenznutzen
(Höhenpräferenzen)

Risikoeinstellung
(Risikopräferenzen)

Beide Aspekte fließen in das Konzept einer Nutzenfunktion ein!

Das Erwartungsnutzenmodell

Eine Alternative a wird definiert durch

$$a = (p_1, a_1; p_2, a_2; \dots; p_n, a_n)$$

↑
Wahrscheinlichkeit eines Zustands

↑
Ausprägung im Zustand

Der Erwartungsnutzen von a ist dann

$$EU(a) = \sum_{i=1}^n (p_i \cdot u(a_i))$$

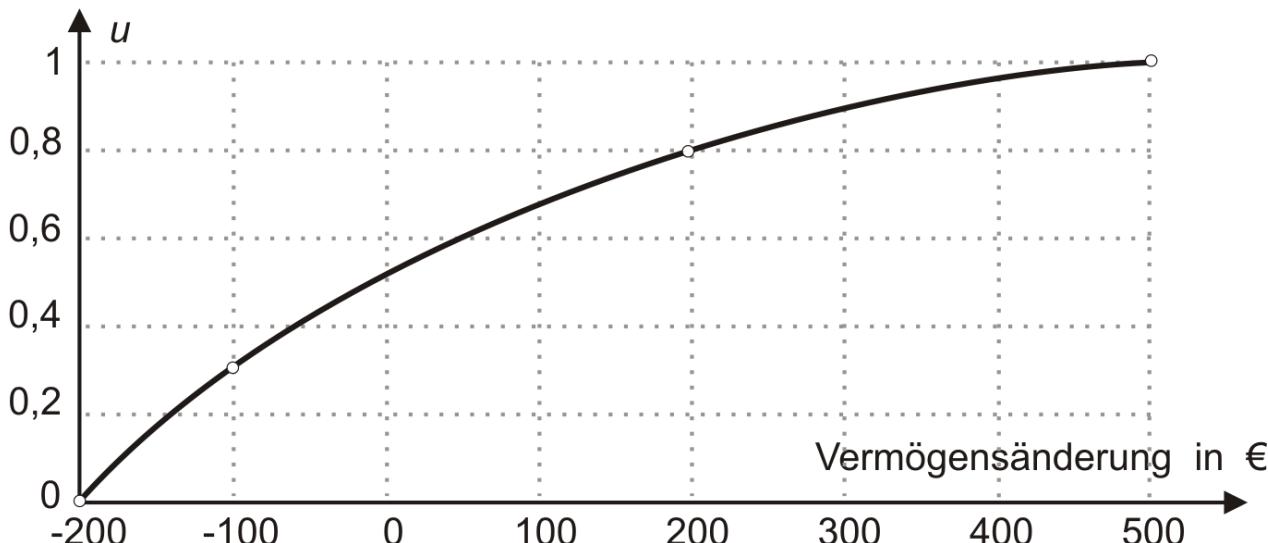
↑
Expected Utility

↑
Nutzenfunktion

Erwartungsnutzenberechnung: Beispiel

Alternative a: (50%, 500 €; 50%, -200 €)

Alternative b: (80%, 200 €; 20%, -100 €)



$$EU(a) = 50\% \cdot u(500 \text{ €}) + 50\% \cdot u(-200 \text{ €}) = 50\% \cdot 1 + 50\% \cdot 0 = 0,5$$

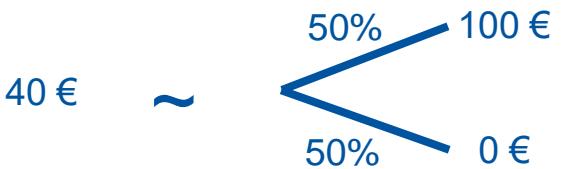
$$EU(b) = 80\% \cdot u(200 \text{ €}) + 20\% \cdot u(-100 \text{ €}) = 80\% \cdot 0,8 + 20\% \cdot 0,3 = 0,7$$

b sollte a vorgezogen werden

Was versteht man genau unter „Risikoverhalten“?

$$\text{Risikoprämie} = \text{Erwartungswert} - \text{Sicherheitsäquivalent}$$

Beispiel:



$$\text{Erwartungswert} = 50 \text{ €}$$

$$\text{Sicherheitsäquivalent} = 40 \text{ €}$$

$$\text{Risikoprämie} = 10 \text{ €}$$



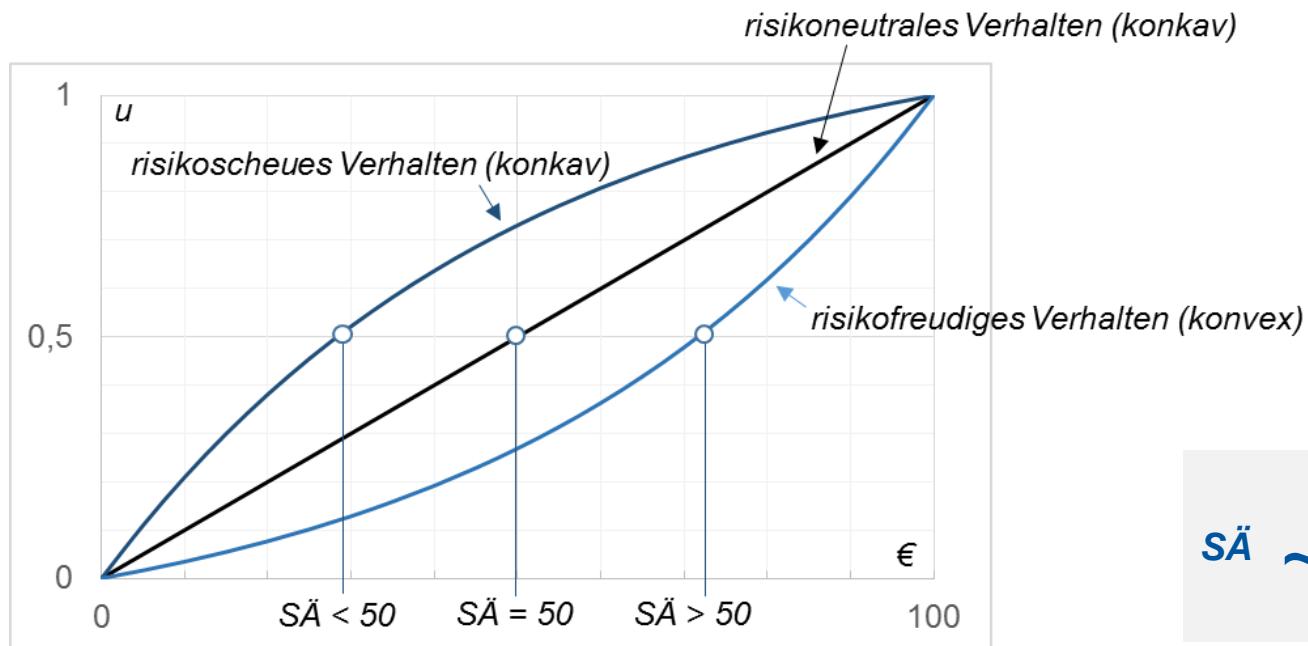
Welchen sicheren Betrag sieht der Entscheider als äquivalent zur unsicheren Alternative an?

Definition „Risikoverhalten“:

- *Risikoprämie = 0: Entscheider verhält sich risikoneutral*
- *Risikoprämie > 0: Entscheider verhält sich risikoscheu*
- *Risikoprämie < 0: Entscheider verhält sich risikofreudig*

Risikoverhalten und die Gestalt der Nutzenfunktion

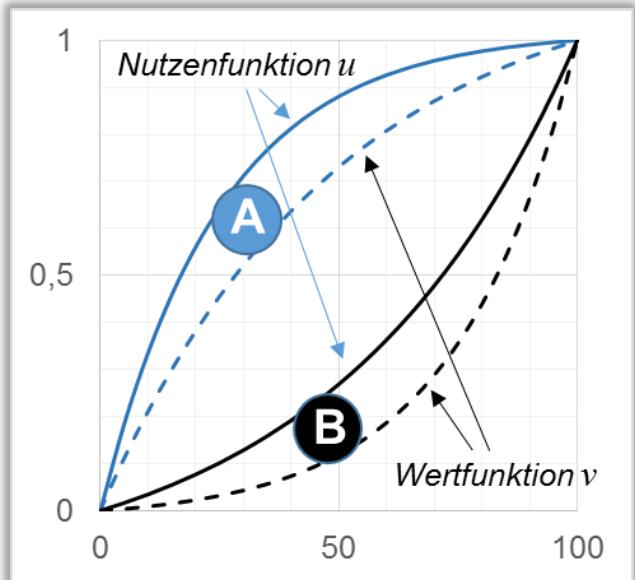
An der Gestalt der Nutzenfunktion ist abzulesen, welches Risikoverhalten der Entscheider zeigt!



Risikoverhalten und Risikoeinstellung im Vergleich

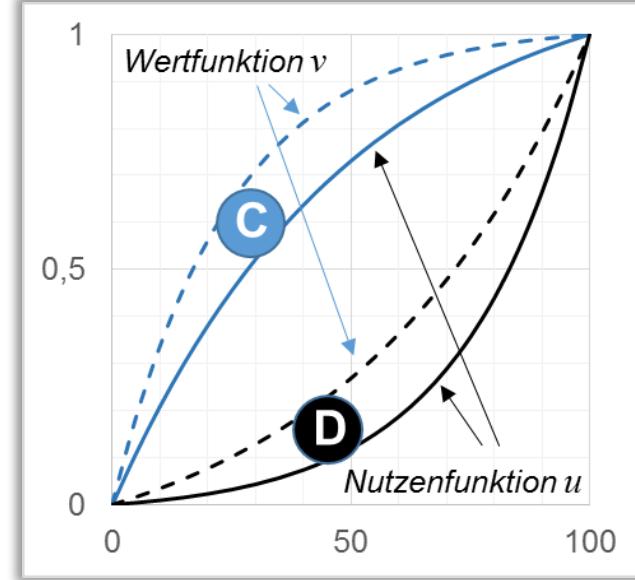
Die Risikoeinstellung kann nur an der Differenz zwischen Nutzenfunktion u und Höhenpräferenzfunktion (Wertfunktion v) abgelesen werden.

Risikoscheue Einstellung, falls Nutzenfunktion u über Wertfunktion v liegt



A: risikoscheues Verhalten
B: risikofreudiges Verhalten

Risikofreudige Einstellung, falls Nutzenfunktion u unter Wertfunktion v liegt



C: risikoscheues Verhalten
D: risikofreudiges Verhalten

Nutzenfunktion umfasst sowohl Höhenpräferenzen als auch Risikoeinstellung: Ein Beispiel

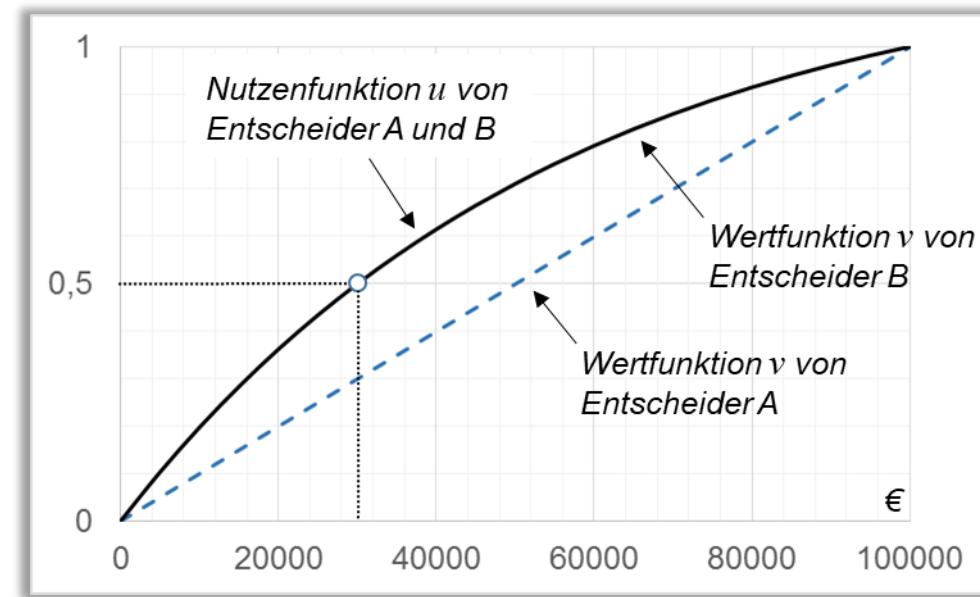
Entscheider A:

- viele Konsumwünsche bis 100.000 €
- keinen abnehmenden Grenznutzen
- klare Abneigung gegenüber Risiko

Entscheider B:

- Bis 30.000 € die wichtigsten Konsumwünsche befriedigt
- darüber nur noch geringen Grenznutzen
- mit Risiko überhaupt kein Problem

Beide Entscheider zeigen folgende Indifferenz:



Literaturverzeichnis

Bernoulli, D. (1738): Specimen theoriae novae de mensura sortis, Commentarii academaiae Scientiarium imperiales Petropolianae, 5, S. 175-192, übersetzt von L. Sommer (1954), in: Econometrica, 22, S. 23-36.



Entscheidungslehre

Präskriptive Entscheidungstheorie

Kapitel 2: Das Erwartungsnutzenkalkül (Teil 2)

Univ.-Prof. Dr. Rüdiger von Nitzsch

Präskriptive Entscheidungstheorie

- 1 Idealtypischer Ablauf eines rationalen Entscheidungsprozesses
- 2 **Entscheidungen unter Unsicherheit mit einem Ziel: Das Erwartungsnutzenkalkül**

2.1 Das Paradigma der Entscheidungslehre: Erwartungsnutzenmaximierung

2.2 Die Ermittlung von Nutzenfunktionen

2.3 Die Anwendung von $\mu-\sigma$ - Regeln

- 3 Berücksichtigung mehrerer Ziele im Präferenzmodell
- 4 Problemlösungen bei unvollständiger Information
- 5 Mehrstufige Entscheidungsprobleme

Die Ermittlung von Nutzenfunktionen

Was braucht man alles bei der Ermittlung der Nutzenfunktion u ?

- *eine geeignete Messskala,*
- *Mut, eine diskrete Skala zu definieren,*
- *Ermittlungsmethoden bei einer stetigen Skala,*
- *eine praktikable funktionale Gestalt bei einer stetigen Funktion,*
- *ein paar sinnvolle Tipps im Umgang mit möglichen Verzerrungen.*

Zur Wahl einer Messskala für ein gegebenes Ziel

Vorgehensweise in der Festlegung einer Messskala:

- Im Falle einer natürlichen, kontinuierlichen Skala (z. B. Geld in €): Definiere Bandbreite möglicher Zielausprägungen $[x_r^-, x_r^+]$ als Definitionsbereich einer normierten Nutzenfunktion $u([x_r^-, x_r^+]) \rightarrow [0, 1]$.
- Sonst: Eigene (diskrete) Skala definieren

Beispiel: „Bewertung von Fachkenntnissen“

Zielausprägung a_r	Punktwert	Bewertung $u(a)$
Masternote 1 an der Universität A	100	
Masternote 2 an der Universität A oder Masternote 1 an der Universität B	90	Normierung der Punktwerte auf das Intervall $[0, 1]$
Masternote 3 an der Universität A oder Masternote 2 an der Universität B oder Masternote 1 an der Universität C	70	„Direct-Rating-Verfahren“

Die Ermittlung von Nutzenfunktionen

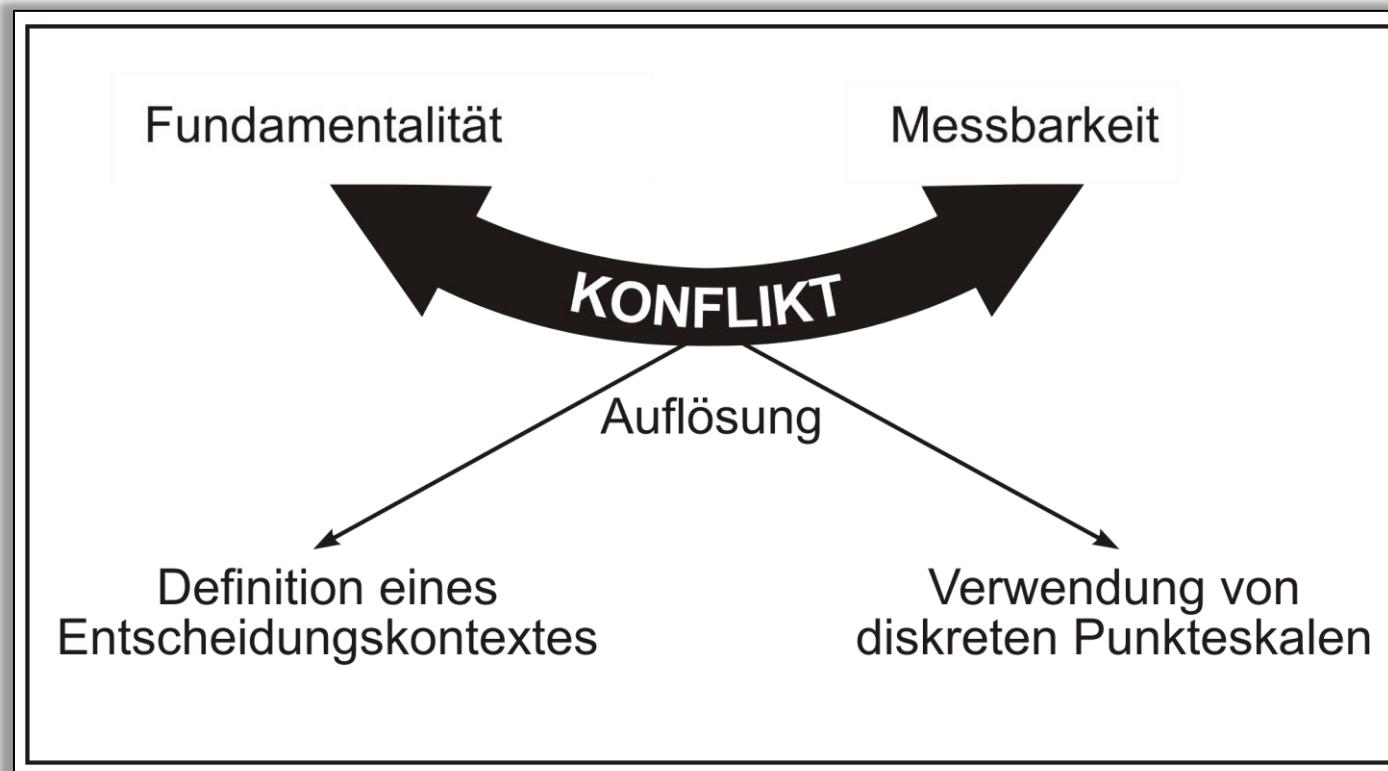
Was braucht man alles bei der Ermittlung der Nutzenfunktion u ?

- *eine geeignete Messskala,*
- *Mut, eine diskrete Skala zu definieren,*
- *Ermittlungsmethoden bei einer stetigen Skala,*
- *eine praktikable funktionale Gestalt bei einer stetigen Funktion,*
- *ein paar sinnvolle Tipps im Umgang mit möglichen Verzerrungen.*

Beispiel für eine diskrete Punkteskala eines sehr schwer messbaren Ziels

Die Rosser-Matrix zur Bewertung von Lebensqualität				
Behinderungsgrad	Kein Schmerz	Milder Schmerz	Mäßiger Schmerz	Schwerer Schmerz
Keine Behinderung	1,0000	0,995	0,990	0,967
Geringfügige gesellschaftliche Behinderung	0,990	0,986	0,973	0,932
Schwere gesellschaftliche Behinderung und/oder leichte Beeinträchtigung bei der Arbeitsverrichtung	0,980	0,972	0,956	0,912
Keine Möglichkeit zur Ausübung bezahlter Tätigkeiten. Alte Leute sind bis auf kurze Spaziergänge an das Haus gebunden, sie können aber nicht mehr allein Einkaufen gehen	0,964	0,956	0,942	0,870
An den Stuhl oder den Rollstuhl gebunden, häusliche Bewegung ist nur noch mit Unterstützung möglich	0,875	0,845	0,680	0,000
An das Bett gebunden	0,677	0,564	0,000	-1,486
Bewusstlos	-1,028	-	-	-
An der Rosser-Matrix lässt sich anhand der Kriterien Behinderung und Schmerz ablesen, wie hoch die Lebensqualität ist. Sie wird in Großbritannien dazu verwendet, den Sinn medizinischer Behandlung einzuschätzen. Eine Operation, die auf Dauer ein schmerzfreies Leben ohne Behinderung ermöglicht, bekommt den optimalen Wert 1,000 und hat damit die besten Chancen, finanziert zu werden.				

Diskrete Punkteskalen lösen einen zentralen Konflikt in der Definition von Zielen



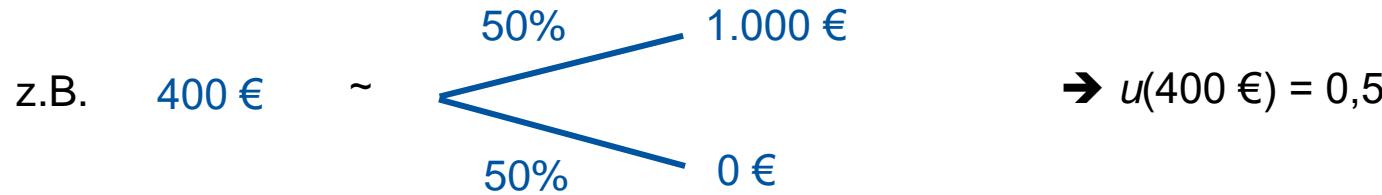
Die Ermittlung von Nutzenfunktionen

Was braucht man alles bei der Ermittlung der Nutzenfunktion u ?

- *eine geeignete Messskala,*
- *Mut, eine diskrete Skala zu definieren,*
- *Ermittlungsmethoden bei einer stetigen Skala,*
- *eine praktikable funktionale Gestalt bei einer stetigen Funktion,*
- *ein paar sinnvolle Tipps im Umgang mit möglichen Verzerrungen.*

Ermittlung der Nutzenfunktion bei einer stetigen Skala – Das Grundprinzip

1. **Ermittlung einer (oder mehrerer) Stützstellen** innerhalb der normierten Bandbreite $[x, x^+]$ mit $u(x^-) = 0$ und $u(x^+) = 1$:



2. **Ableitung der vollständigen Funktion u** in der Bandbreite $[x, x^+]$ durch Interpolation zwischen den Stützstellen oder Approximation durch eine „glatte“ Funktion

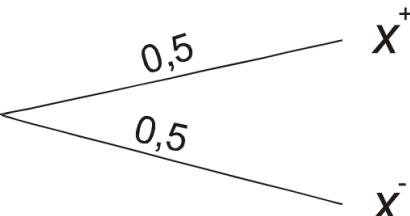
Varianten der Ermittlung von Stützstellen (1)

Halbierungsmethode

Befragung

$$x^{0,5}$$

\sim



$$u(x^{0,5}) = 0,5$$

Fraktilmethode

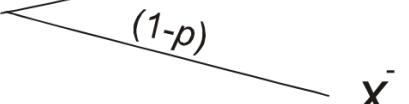
Befragung

$$x$$

\sim

Vorgabe
(z. B. 0,2; 0,4; 0,6; 0,8)

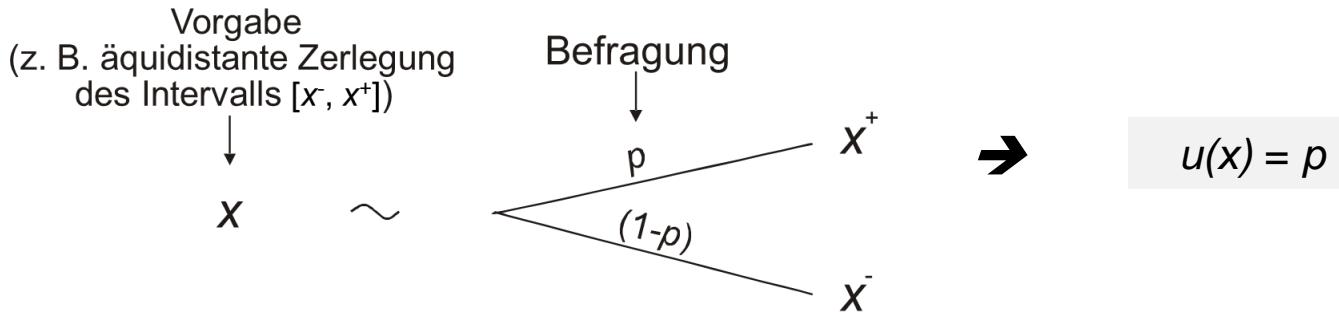
$$p$$



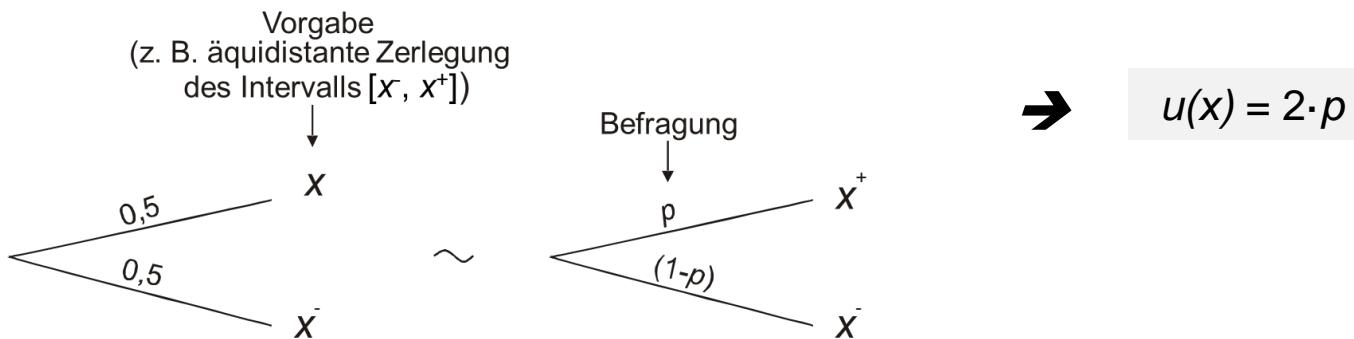
$$\begin{aligned} u(x) &= 0,2 \\ u(x) &= 0,4 \\ u(x) &= 0,6 \\ u(x) &= 0,8 \end{aligned}$$

Varianten der Ermittlung von Stützstellen (2)

Methode variabler Wahrscheinlichkeiten

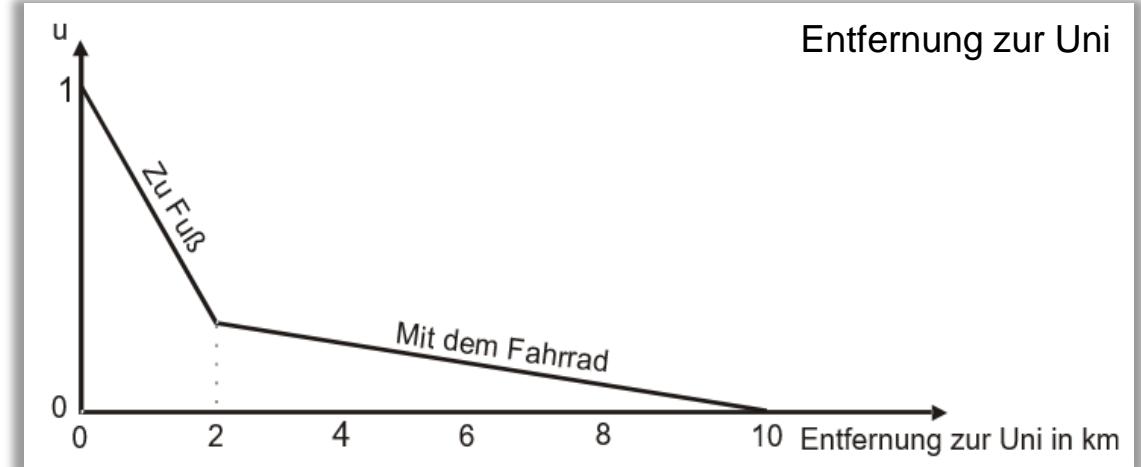
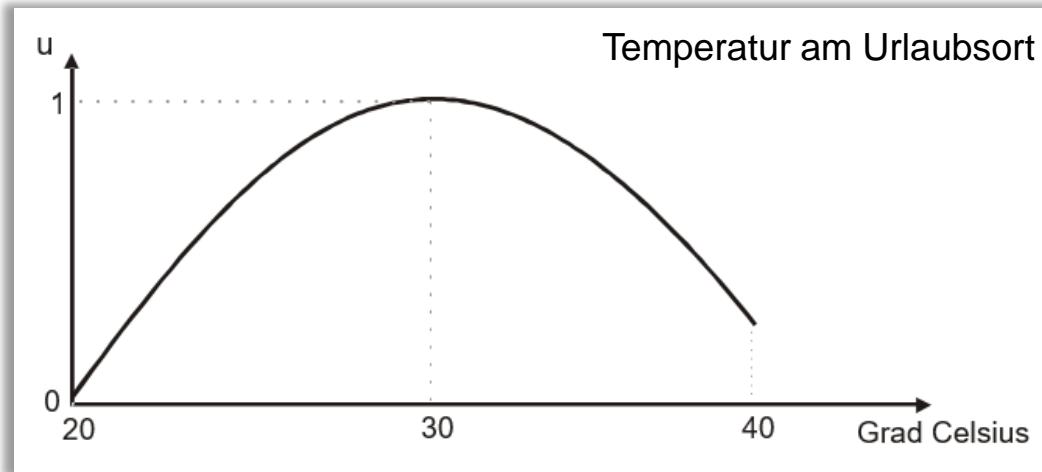


Lotterievergleichsmethode



Lineare Interpolation oder Approximation durch Glättung

Wie sehen Nutzenfunktionen eigentlich meist aus?



Nutzenfunktionen (von fundamental formulierten Zielen) sind meist monoton und verlaufen sehr glatt

→ deshalb besser „glatte“ Funktion suchen als stückweise lineare Interpolation durchführen



Entscheidungslehre

Präskriptive Entscheidungstheorie

Kapitel 2: Das Erwartungsnutzenkalkül (Teil 3)

Univ.-Prof. Dr. Rüdiger von Nitzsch

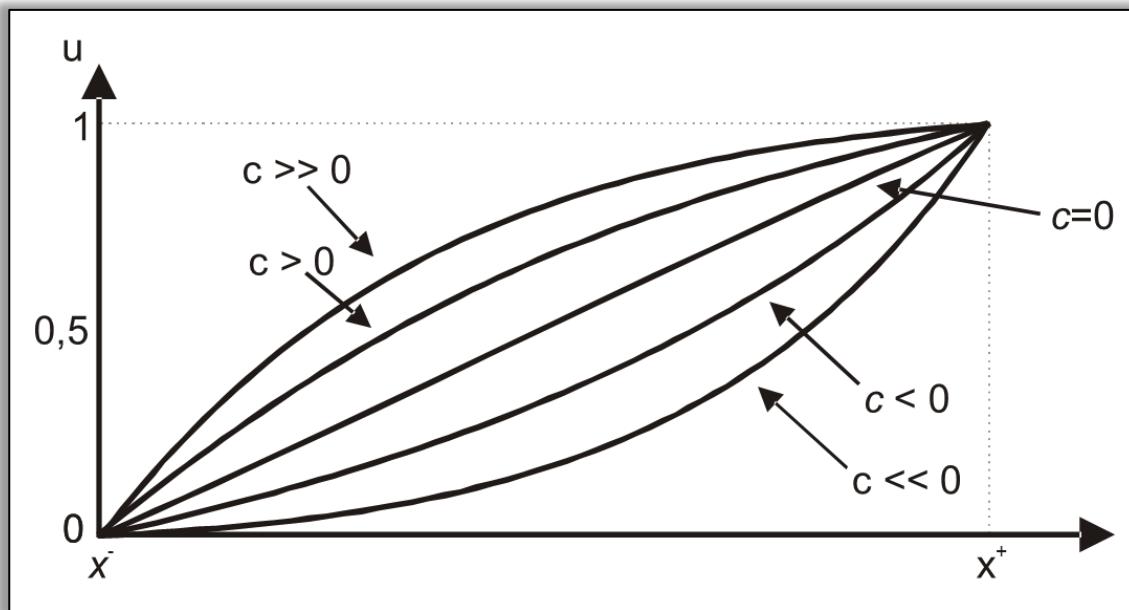
Die Ermittlung von Nutzenfunktionen

Was braucht man alles bei der Ermittlung der Nutzenfunktion u ?

- *eine geeignete Messskala,*
- *Mut, eine diskrete Skala zu definieren,*
- *Ermittlungsmethoden bei einer stetigen Skala,*
- *eine praktikable funktionale Gestalt bei einer stetigen Funktion,*
- *ein paar sinnvolle Tipps im Umgang mit möglichen Verzerrungen.*

Die exponentielle Nutzenfunktion

Die Funktion hat einen gleichmäßigen Verlauf und wird nur durch einen Parameter c („Risikoaversionsparameter“) determiniert

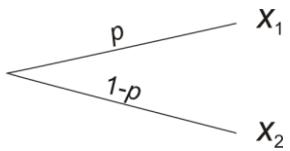


$$u(x) = \begin{cases} \frac{1 - e^{-c\frac{x-x^-}{x^+-x^-}}}{1 - e^{-c}} & \text{für } c \neq 0 \\ \frac{x - x^-}{x^+ - x^-} & \text{für } c = 0 \end{cases}$$

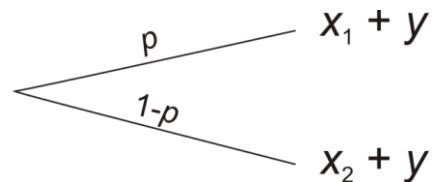
Zwei besondere Eigenschaften der exponentiellen Nutzenfunktion

1. Modellierung eines konstanten Risikoverhaltens

Falls $x \sim$



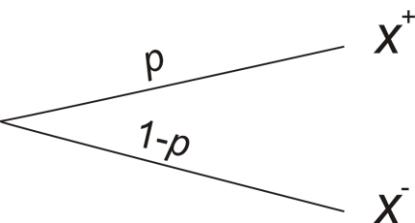
dann muss auch $x + y \sim$



für beliebige y gelten.

2. Einfache Berechnung des Parameters c

Aus $\frac{x^- + x^+}{2} \sim$



folgt

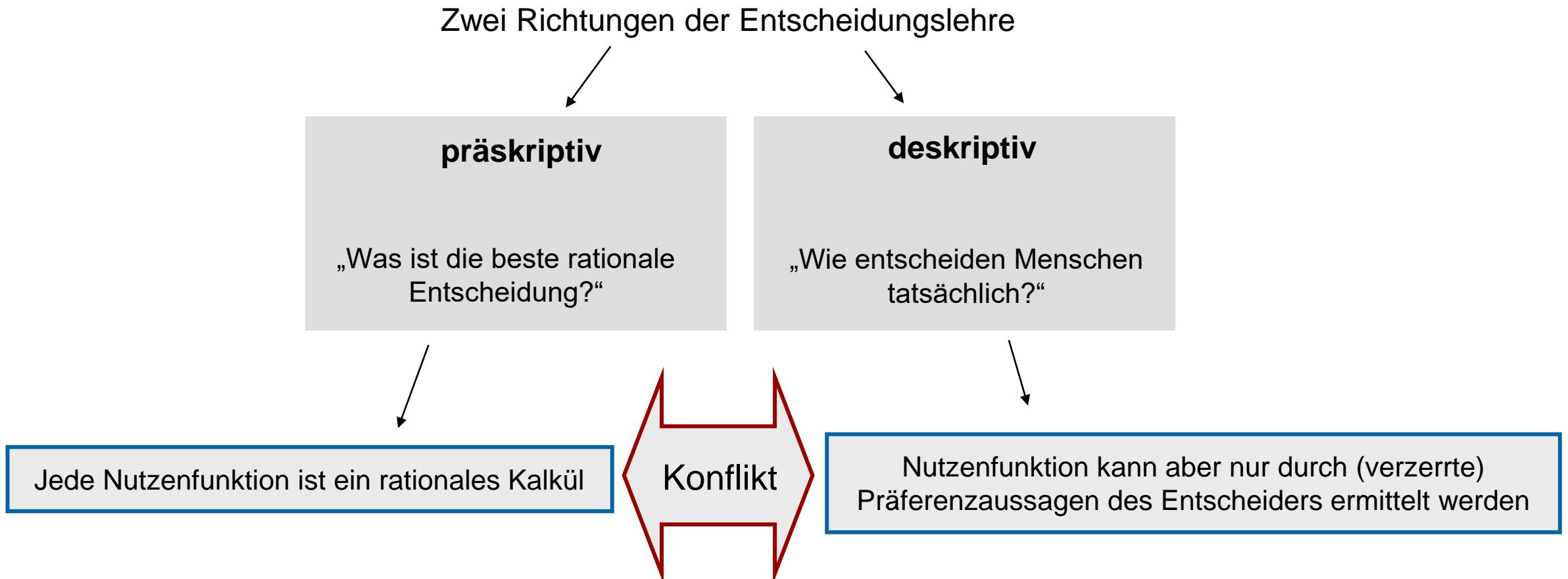
$$c = -2 \ln\left(\frac{1}{p} - 1\right)$$

Die Ermittlung von Nutzenfunktionen

Was braucht man alles bei der Ermittlung der Nutzenfunktion u ?

- *eine geeignete Messskala,*
- *Mut, eine diskrete Skala zu definieren,*
- *Ermittlungsmethoden bei einer stetigen Skala,*
- *eine praktikable funktionale Gestalt bei einer stetigen Funktion,*
- *ein paar sinnvolle Tipps im Umgang mit möglichen Verzerrungen.*

Herausforderung im Erwartungsnutzenmodell



Beispiel: Allais-Paradoxon (1)

Sie können zwischen den folgenden beiden Alternativen wählen. Welche Alternative bevorzugen Sie?

Alternative A

3.000 €

oder

Alternative B

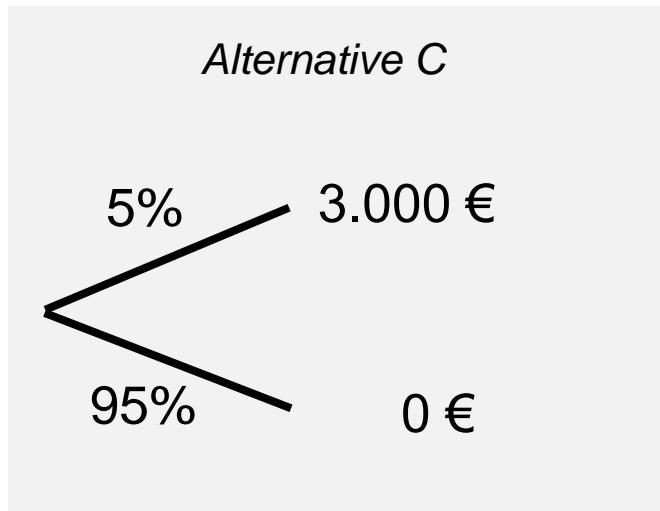


wird meistens bevorzugt

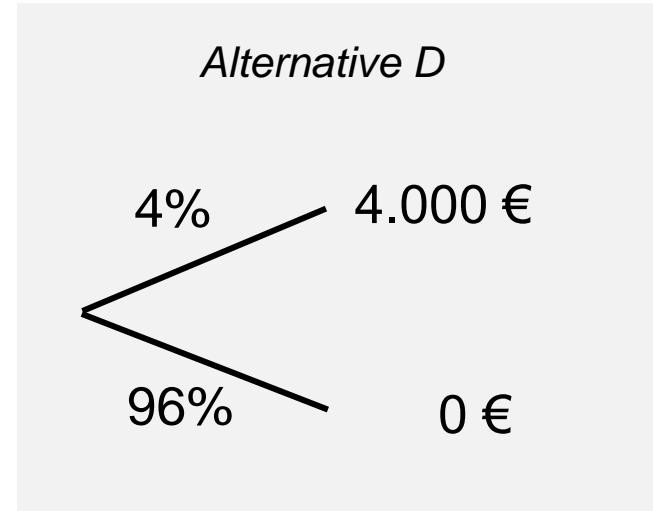


Beispiel: Allais-Paradoxon (2)

Sie können zwischen den folgenden beiden Alternativen wählen. Welche Alternative bevorzugen Sie?



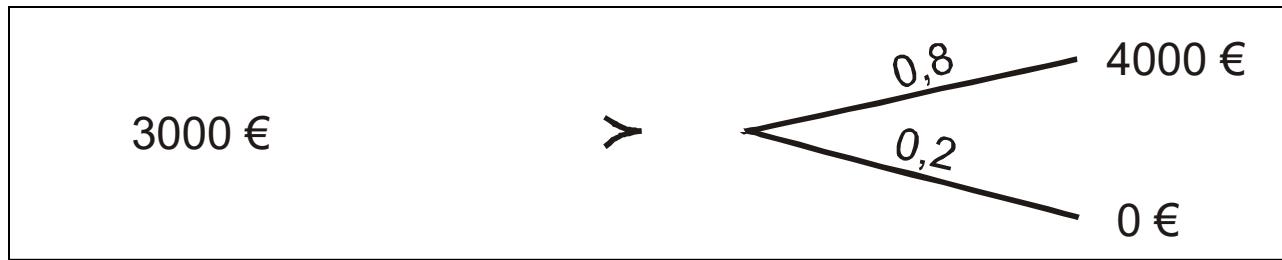
oder



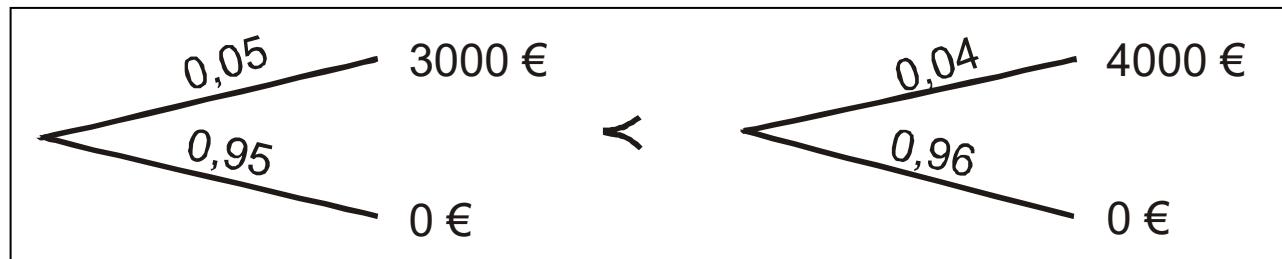
wird meistens bevorzugt



Existenz keiner Nutzenfunktion bei Allais-Paradoxon



- $u(3000) > 80\% \cdot u(4000) + 20\% \cdot u(0)$
→ $u(3000) > 80\% \cdot u(4000)$



- $5\% \cdot u(3000) + 95\% \cdot u(0) < 4\% \cdot u(4000) + 96\% \cdot u(0)$
→ $5\% \cdot u(3000) < 4\% \cdot u(4000)$

Es gibt keine Nutzenfunktion u , die beide (sich widersprechende) Aussagen erfüllt!

Der Umgang mit Verzerrungen: Fazit

Entscheidungsunterstützung durch Nutzenfunktionen ist notwendig, da Menschen nicht stets rational entscheiden



Die beschränkte Rationalität beeinträchtigt allerdings auch die Ermittlung der Nutzenfunktionen (z. B. Allais)



Bewusste Auseinandersetzung mit Verzerrungen und Berücksichtigung in der Ermittlung der Nutzenfunktion

Messskalen und Nutzenfunktionen im ENTSCHEIDUNGSSNAVI

Wie geht das ENTSCHEIDUNGSSNAVI im fünften Schritt vor?

- Neben einer numerischen sowie verbalen (diskreten) Messskala bietet das ENTSCHEIDUNGSSNAVI eine aus Indikatoren konstruierte Skala an.
- Bei der Ermittlung von Nutzenfunktionen auf einer numerischen Skala wird grundsätzlich eine exponentielle Nutzenfunktion unterstellt.
- Es werden neben einer grafischen Darstellung der Nutzenfunktion auch verschiedene verbale Erläuterungen angeboten, die aus den Ermittlungsmethoden abgeleitet sind.



Literaturverzeichnis

Allais, M. (1953): Le comportment de l'homme rationel devant le risque: Critique des postulats et axiomes de l'école américaine, in: *Econometrica*, 21, S. 503-546.



Entscheidungslehre

Präskriptive Entscheidungstheorie

Kapitel 2: Das Erwartungsnutzenkalkül (Teil 4)

Univ.-Prof. Dr. Rüdiger von Nitzsch

Präskriptive Entscheidungstheorie

1 Idealtypischer Ablauf eines rationalen Entscheidungsprozesses

2 Entscheidungen unter Unsicherheit mit einem Ziel: Das Erwartungsnutzenkalkül

2.1 Das Paradigma der Entscheidungslehre: Erwartungsnutzenmaximierung

2.2 Die Ermittlung von Nutzenfunktionen

2.3 Die Anwendung von $\mu-\sigma$ - Regeln

3 Berücksichtigung mehrerer Ziele im Präferenzmodell

4 Problemlösungen bei unvollständiger Information

5 Mehrstufige Entscheidungsprobleme

Einführung zu $\mu-\sigma$ - Regeln

$\mu-\sigma$ - Regeln sind Präferenzmodelle, die deutlich einfacher sind als Nutzenfunktionen, aber unter bestimmten Bedingungen zu Nutzenfunktionen äquivalent sind.

Beispiel:

Die $\mu-\sigma$ - Regel lautet $F(\mu, \sigma) = \mu - 0,5\sigma$

Alternative $a = (50\%: 0 \text{ €}; 50\%: 100 \text{ €})$ $F(\mu(a), \sigma(a)) = 50 - 0,5 \sqrt{0,5 \cdot (-50)^2 + 0,5 \cdot 50^2} = 50 - 25 = 25$

Alternative $b = 30 \text{ €}$ $F(\mu(b), \sigma(b)) = 30 - 0 = 30$

→ Die Alternative b sollte der Alternative a vorgezogen werden

Pauschale Berücksichtigung des Risikos als Problem

Alternative	Zustände		μ	σ
	s_1 Wahr.-keit: 0,0001%	s_2 Wahr.-keit: 99,9999%		
a	- 999.999 €	+ 1 €	0	999,9995 €
b	+ 999.999 €	- 1 €	0	999,9995 €

→ b wird regelmäßig als besser angesehen

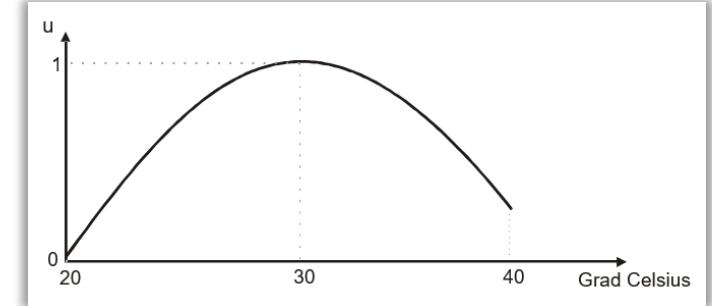
Problem: Keine μ - σ - Regel kann zwischen den beiden Alternativen unterscheiden

Wann gilt μ - σ - Kompatibilität?

μ - σ - Kompatibilität: Falls die Anwendung der μ - σ - Regel zu demselben Ergebnis führt wie bei einer Erwartungsnutzenmaximierung

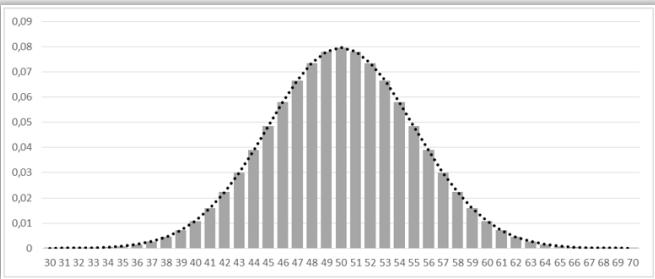
1. Bei Vorliegen einer quadratischen Nutzenfunktion

$$u(x) = ax^2 + bx + c$$

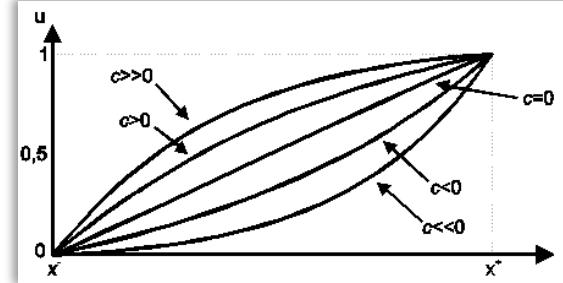


2. oder bei Einschränkung auf zweiparametrische Verteilungen (d. h. alle Verteilungen, die durch μ und σ eindeutig gegeben sind)

μ - σ - Kompatibilität bei exponentiellen Nutzenfunktion



Zielausprägungen sind normalverteilt
(Spezialfall einer zweiparametrischen Verteilung)



Nutzenfunktion ist exponentiell

Parameter der exponentiellen
nicht-normierten (!)
Nutzenfunktion

$$F(\mu(a), \sigma(a)) = \mu(a) - \frac{c}{2} \sigma(a)^2$$

Zusammenfassung: Präskriptive Entscheidungstheorie (Kapitel 2)

- ✓ Im Erwartungsnutzenmodell werden sowohl Höhen- als auch Risikopräferenzen abgebildet.
- ✓ Das Risikoverhalten erkennt man schon an der Gestalt der Nutzenfunktion.
- ✓ Eine Risikoeinstellung ist nur aus einem Vergleich von Nutzen- und Wertfunktionen abzulesen.
- ✓ Eine Möglichkeit, Nutzenfunktionen auch für sehr schwierig zu messende Ziele festzulegen, besteht in der Definition einer diskreten Punkteskala.
- ✓ Bei der Verwendung von stetigen Messskalen führt eine fundamentale Zieldefinition in der Regel zu einer gleichmäßig verlaufenden Nutzenfunktion, die deshalb meist mit einer exponentiellen Funktion abgebildet werden kann.
- ✓ $\mu-\sigma$ - Regeln sind vereinfachende Präferenzmodelle, die nur unter bestimmten Bedingungen angewendet werden dürfen, aber viel in theoretischen Modellen Eingang finden (z. B. Kapitalmarktmodelle).



Entscheidungslehre

Präskriptive Entscheidungstheorie

Kapitel 3: Berücksichtigung mehrerer Ziele im Präferenzmodell (Teil 1)

Univ.-Prof. Dr. Rüdiger von Nitzsch

Präskriptive Entscheidungstheorie

- 1 Idealtypischer Ablauf eines rationalen Entscheidungsprozesses
- 2 Entscheidungen unter Unsicherheit mit einem Ziel: Das Erwartungsnutzenkalkül

3 Berücksichtigung mehrerer Ziele im Präferenzmodell

- 3.1 Das additive Modell
- 3.2 Notwendige Anforderungen an das Zielsystem
 - 3.3 Ermittlung der Zielgewichte mit dem Trade-off-Verfahren
 - 3.4 Der Bandbreiteneffekt
- 4 Problemlösungen bei unvollständiger Information
 - 5 Mehrstufige Entscheidungsprobleme

Das additive Modell bei Sicherheit und Risiko

Additives Modell bei Sicherheit: Jede Alternative lässt sich als Vektor $a = (a_1, a_2, \dots, a_m)$ schreiben.

$$u(a) = \sum_{r=1}^m w_r u_r(a_r) \quad \text{mit } w_r > 0 \ (1 \leq r \leq m) \text{ und } \sum_{r=1}^m w_r = 1$$

Additives Modells bei Risiko: Sei a_{ir} die Ausprägung der Alternative a im i -ten Zustand und r -ten Ziel, sowie $p(s_i)$ die Wahrscheinlichkeit des Umweltzustands s_i , dann gilt:

$$EU(a) = \sum_{i=1}^n p(s_i) (w_1 u_1(a_{i1}) + w_2 u_2(a_{i2}) + \dots + w_m u_m(a_{im}))$$

Präskriptive Entscheidungstheorie

- 1 Idealtypischer Ablauf eines rationalen Entscheidungsprozesses
- 2 Entscheidungen unter Unsicherheit mit einem Ziel: Das Erwartungsnutzenkalkül

3 Berücksichtigung mehrerer Ziele im Präferenzmodell

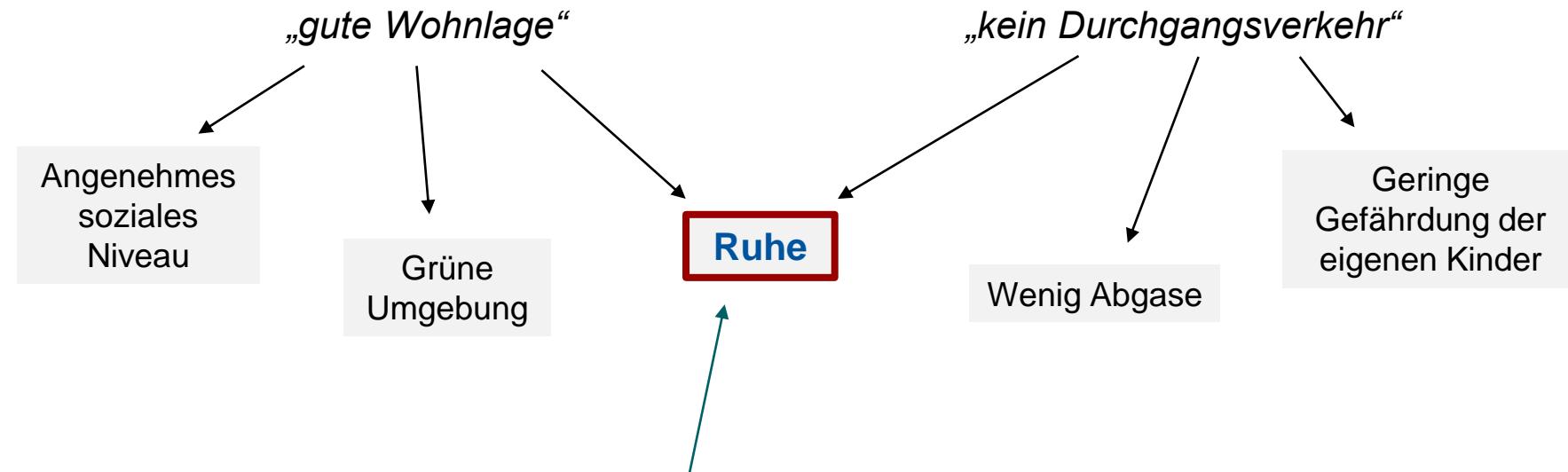
- 3.1 Das additive Modell
 - 3.2 Notwendige Anforderungen an das Zielsystem
 - 3.3 Ermittlung der Zielgewichte mit dem Trade-off-Verfahren
 - 3.4 Der Bandbreiteneffekt
- 4 Problemlösungen bei unvollständiger Information
 - 5 Mehrstufige Entscheidungsprobleme

Anforderungen des additiven Modells an das Zielsystem

Damit das additive Modell angewendet werden darf, müssen eine Reihe von Bedingungen erfüllt sein

1. **Fundamentalität:** Zielsystem darf keine Instrumentalziele umfassen
2. **Messbarkeit:** Die Zielausprägungen sollten noch gut auf einer diskreten oder stetigen Skala abzubilden sein
3. **Vollständigkeit:** Alle entscheidungsrelevanten Aspekte müssen im Zielsystem auftauchen
4. **Redundanzfreiheit:** Kein Aspekt sollte in mehreren Zielen gleichzeitig benannt werden
5. **Präferenzunabhängigkeit:** Präferenzen in einem Ziel dürfen nicht von Ausprägungen in anderen Zielen abhängen

Beispiel einer Redundanz



Dieser redundante Aspekt würde in einem additiven Modell doppelt gezählt werden

Präferenzabhängigkeit: Typ 1

Typ 1: Präferenzabhängigkeit in der zielspezifischen Bewertung

Beispiel

Marke	Farbe
Toyota	Rot ist besser als Schwarz
VW	Schwarz ist besser als Rot

Präferenz in einem Ziel ist abhängig von der Ausprägung in einem anderen Ziel

Präferenzabhängigkeit: Typ 2 (komplementäre Interaktion)

Typ 2: Präferenzabhängigkeit in der Zielgewichtung

Beispiel

Bewertung eines neu einzustellenden Redakteurs anhand zweier Ziele

Schreibtalent

Fachkenntnisse

Je besser die Zielausprägung in einem Ziel, desto wichtiger wird das andere Ziel (komplementäre Interaktion)

Präferenzabhängigkeit: Typ 2 (substitutionale Interaktion)

Typ 2: Präferenzabhängigkeit in der Zielgewichtung

Beispiel

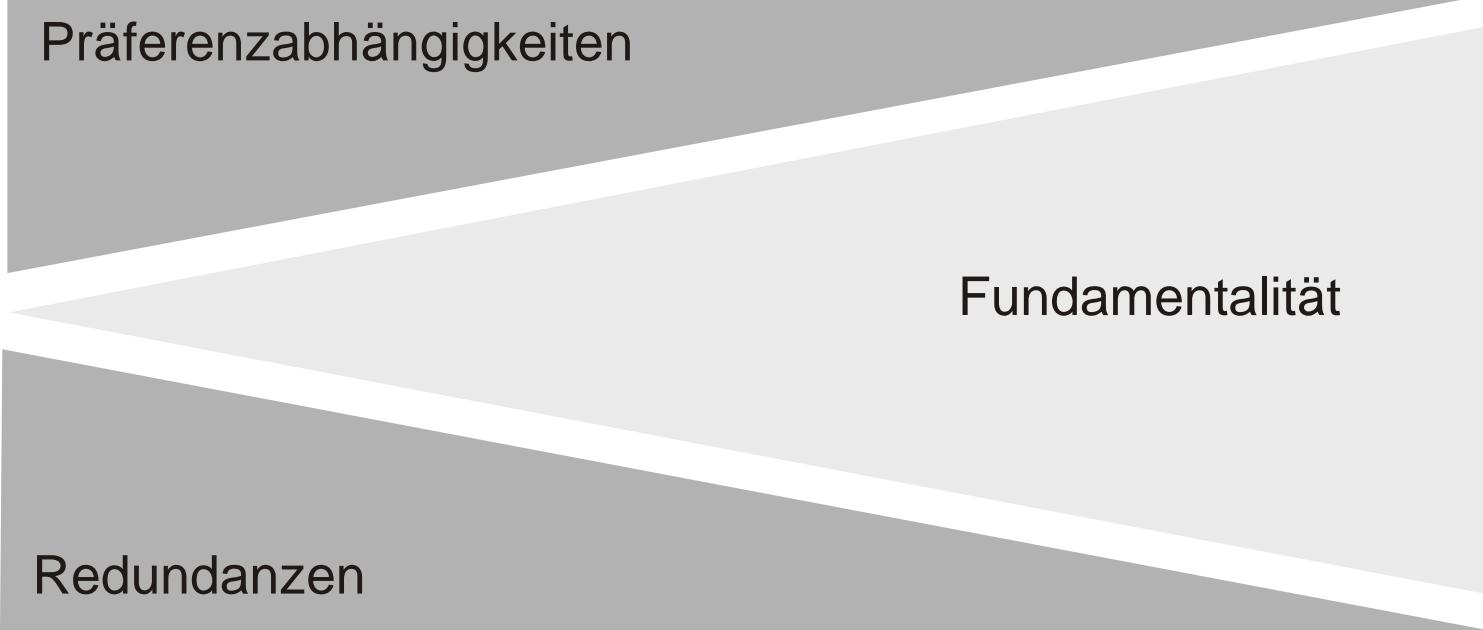
Job in Köln und Bewertung einer neuen Wohnung in Aachen anhand zweier Ziele

Entfernung zur Autobahnauffahrt

Entfernung zum Bahnhof

Je besser die Zielausprägung in einem Ziel, desto unwichtiger wird das andere Ziel (substitutionale Interaktion)

Der hohe Nutzen von fundamental formulierten Zielen





Entscheidungslehre

Präskriptive Entscheidungstheorie

Kapitel 3: Berücksichtigung mehrerer Ziele im Präferenzmodell (Teil 2)

Univ.-Prof. Dr. Rüdiger von Nitzsch

Präskriptive Entscheidungstheorie

- 1 Idealtypischer Ablauf eines rationalen Entscheidungsprozesses
- 2 Entscheidungen unter Unsicherheit mit einem Ziel: Das Erwartungsnutzenkalkül

3 Berücksichtigung mehrerer Ziele im Präferenzmodell

- 3.1 Das additive Modell
 - 3.2 Notwendige Anforderungen an das Zielsystem
 - 3.3 Ermittlung der Zielgewichte mit dem Trade-off-Verfahren
 - 3.4 Der Bandbreiteneffekt
- 4 Problemlösungen bei unvollständiger Information
 - 5 Mehrstufige Entscheidungsprobleme

Zielgewichtung mit dem Trade-off-Verfahren

$$u(a) = \sum_{r=1}^m w_r u_r(a_r)$$


Ermittlung über „Trade-offs“ zwischen jeweils zwei Zielen

Beispiel eines Trade-offs („Jobwahl“):

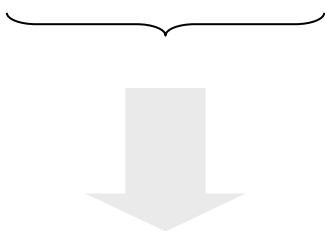
(60 Stunden, 50.000 €) ~ (40 Stunden, 35.000 €)

Bei m Zielen genügen $m-1$ Trade-offs, um alle Zielgewichte zu ermitteln

Der Ermittlungsprozess bei einer Worst-Best-Eingrenzung

Mit Vergleich (x_1^+, x_2^-) vs. (x_1^-, x_2^+) starten,

bis Indifferenzaussage $(a_1, x_2^-) \sim (x_1^-, x_2^+)$ oder $(x_1^+, x_2^-) \sim (x_1^-, a_2)$ gefunden ist.



$$w_I = \frac{u_2(x_2^+) - u_2(x_2^-)}{u_1(a_1) - u_1(x_1^-)} \quad w_2 = \frac{1}{u_1(a_1)} \quad w_2$$

allgemein

$$w_I = \frac{u_2(b_2) - u_2(a_2)}{u_1(a_1) - u_1(b_1)} \quad w_2$$

Präskriptive Entscheidungstheorie

- 1 Idealtypischer Ablauf eines rationalen Entscheidungsprozesses
- 2 Entscheidungen unter Unsicherheit mit einem Ziel: Das Erwartungsnutzenkalkül

3 Berücksichtigung mehrerer Ziele im Präferenzmodell

- 3.1 Das additive Modell
- 3.2 Notwendige Anforderungen an das Zielsystem
- 3.3 Ermittlung der Zielgewichte mit dem Trade-off-Verfahren
- 3.4 Der Bandbreiteneffekt

- 4 Problemlösungen bei unvollständiger Information
- 5 Mehrstufige Entscheidungsprobleme

Interpretation der Zielgewichte

$$w_1 > w_2$$

\Leftrightarrow

„Ziel 1 ist **wichtiger** als Ziel 2“?

Die Zielgewichte sind lediglich Parameter, die Austauschraten zwischen Zielen beschreiben und nicht pauschal interpretiert werden können

Beispiel zur Bandbreiten-Abhängigkeit der Zielgewichte

Beispiel: $a = (35.000 \text{ €}, 50 \text{ Std}) \sim (30.000 \text{ €}, 40 \text{ Std}) = b$

	Fall A	Fall B
Ziel 1: Anfangsgehalt	[30.000 €, 35.000 €]	[30.000 €, 40.000 €]
Ziel 2: Arbeitszeit	[40 Std., 50 Std.]	

	Anfangsgehalt			Arbeitszeit			$u(a)-u(b)$
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	
w_1	$u_1(35.000) - u_1(30.000)$		$= (1) \cdot (2)$ $w_1 (u_1(35.000) - u_1(30.000))$	w_2	$u_2(50) - u_2(40)$	$= (4) \cdot (5)$ $w_2 (u_2(50) - u_2(40))$	$=(3)+(6)$
Fall A	1/2	1	0,5	1/2	-1	-0,5	0
Fall B	2/3	0,5	1/3	1/3	-1	-1/3	0

Zielgewichte müssen sich immer Veränderungen in den Bandbreiten anpassen

Zusammenfassung: Präskriptive Entscheidungstheorie (Kapitel 3)

- ✓ Das additive Modell ist ein einfacher, aber guter Ansatz für ein Präferenzmodell mit mehr als einem Ziel.
- ✓ Damit das Modell die Präferenzen valide abbildet, muss auch auf Redundanzfreiheit und Präferenzunabhängigkeit im Zielsystem geachtet werden.
- ✓ Eine Präferenzabhängigkeit bei der Zielgewichtung kann dann entstehen, wenn Ziele komplementär oder substitutional bewertet werden.
- ✓ Die Zielgewichte sollten am besten mit dem Trade-off-Verfahren ermittelt werden, denn hier wurde die Bandbreite stets korrekt berücksichtigt.
- ✓ Im Trade-off-Verfahren werden jeweils Austauschraten zwischen zwei Zielen erfragt und die Zielgewichte aus einem Gleichungssystem abgeleitet.
- ✓ Auch das ENTSCHEIDUNGSSNAVI wendet das Trade-off-Verfahren an und bezieht sich hierbei auf möglichst realistische Vergleiche.



Entscheidungslehre

Präskriptive Entscheidungstheorie

Kapitel 4: Problemlösungen bei unvollständiger Information (Teil 1)

Univ.-Prof. Dr. Rüdiger von Nitzsch

Präskriptive Entscheidungstheorie

- 1 Idealtypischer Ablauf eines rationalen Entscheidungsprozesses
- 2 Entscheidungen unter Unsicherheit mit einem Ziel: Das Erwartungsnutzenkalkül
- 3 Berücksichtigung mehrerer Ziele im Präferenzmodell

4 Problemlösungen bei unvollständiger Information

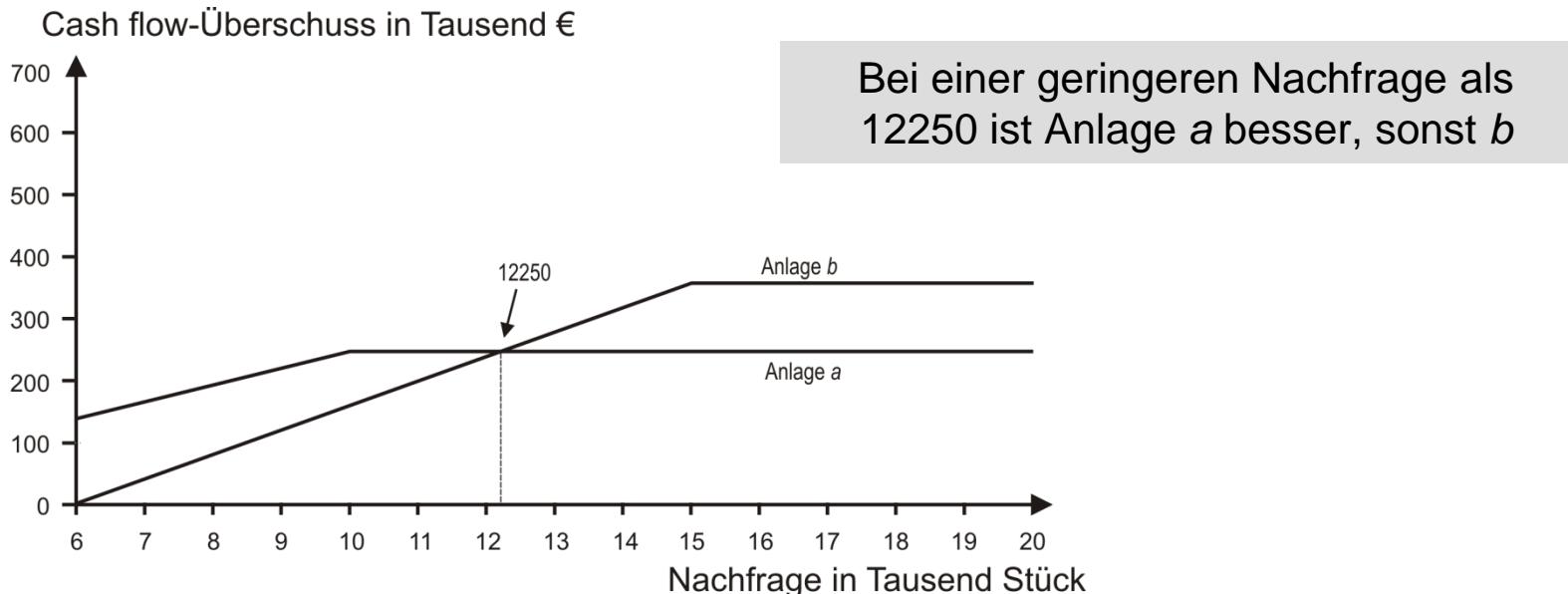
- 4.1 Durchführung von Sensitivitätsanalysen
 - 4.2 Dominanzüberprüfungen bei unvollständiger Information
 - 4.3 Sonderfälle einer Dominanzüberprüfung bei unvollständiger Information
 - 4.4 Übersicht über betrachtete Sonderfälle
 - 4.5 Dominanzüberprüfungen im ENTSCHEIDUNGSSNAVI
- 5 Mehrstufige Entscheidungsprobleme

Konzept einer Sensitivitätsanalyse

In einer Sensitivitätsanalyse wird die Auswirkung einer (oder mehrerer) unsicherer Variablen auf eine Zielgröße grafisch dargestellt und kritische Variablenausprägungen zu erkennen

Beispiel: Unsichere Nachfrage zwischen 6.000 und 20.000 Stück bei einem Preis von 100 €

	Anlage a	Anlage b
Kapazität	10.000 Stück	15.000 Stück
Fixkosten	50.000 €	240.000 €
Variable Kosten	70 €	60 €



Sensitivitätsanalyse im ENTSCHEIDUNGSNAVI



Variieren Sie die angezeigten Parameter und beobachten Sie die Auswirkung auf die Rangfolge! Die dunklen Balken stellen die von Ihnen angegebenen Präzisionsintervalle dar.





Entscheidungslehre

Präskriptive Entscheidungstheorie

Kapitel 4: Problemlösungen bei unvollständiger Information (Teil 2)

Univ.-Prof. Dr. Rüdiger von Nitzsch

Präskriptive Entscheidungstheorie

- 1 Idealtypischer Ablauf eines rationalen Entscheidungsprozesses
- 2 Entscheidungen unter Unsicherheit mit einem Ziel: Das Erwartungsnutzenkalkül
- 3 Berücksichtigung mehrerer Ziele im Präferenzmodell

4 Problemlösungen bei unvollständiger Information

- 4.1 Durchführung von Sensitivitätsanalysen
 - 4.2 Dominanzüberprüfungen bei unvollständiger Information
 - 4.3 Sonderfälle einer Dominanzüberprüfung bei unvollständiger Information
 - 4.4 Übersicht über betrachtete Sonderfälle
 - 4.5 Dominanzüberprüfungen im ENTSCHEIDUNGSNAVI
- 5 Mehrstufige Entscheidungsprobleme

Absolute Dominanz

Eine Alternative *a* dominiert die Alternative *b* **absolut**, falls in jedem entscheidungsrelevanten Aspekt (Ziele, Zustände) *a* mindestens so gut ist wie *b*.

	Ziel 1: Umsatz		Ziel 2: Mitarbeiterzufriedenheit (in Schulnoten)	
	Zustand 1: Gute Marktlage	Zustand 2: Schlechte Marktlage	Zustand 1: Gute Marktlage	Zustand 2: Schlechte Marktlage
Strategie <i>a</i>	100.000 €	20.000 €	1	2
Strategie <i>b</i>	80.000 €	18.000 €	2	2

→ *a* dominiert *b*

- „Echte“ absolute Dominanz, falls zusätzlich in einem Aspekt echt besser
- „Strikte“ absolute Dominanz, falls in allen Aspekten echt besser

Absolute Dominanz bei Rangfolgen

Beispiel

Alternative	Kosten	Ausbringung
a	400.000 €	100 Stück/h
b	401.000 €	99 Stück/h
c	399.000 €	62 Stück/h

← Wird von a dominiert

Dominierte Alternativen können zwar nie die beste Alternative darstellen, aber die zweitbeste!

Formen der unvollständigen Information

Dominanzkonzepte sind auch erweiterbar auf unvollständige Information,
und zwar hier im Hinblick auf

Präferenzen $u \in U(I)$

Menge möglicher Nutzenfunktionen

Wahrscheinlichkeiten $p \in P(I)$

Menge möglicher Wahrscheinlichkeiten



Dominanzüberprüfung bei unvollständiger Information

Eine Alternative a dominiert eine andere b , falls

$$EU(a) \geq EU(b) \text{ für alle möglichen } u \in U(I) \text{ und } p \in P(I)$$

1. Schritt: Minimum und Maximum der Differenz berechnen

Maximiere [$EU(a)-EU(b)$] unter den Bedingungen $u \in U(I)$ und $p \in P(I)$

Minimiere [$EU(a)-EU(b)$] unter den Bedingungen $u \in U(I)$ und $p \in P(I)$

2. Schritt: Auf Dominanz überprüfen

falls Minimum ≥ 0 , dominiert a die Alternative b

falls Maximum ≤ 0 , dominiert b die Alternative a

Beispiel einer Dominanzüberprüfung bei unvollständiger Information

Alternative	s_1	s_2	s_3
a	10	70	60
b	30	40	30

Die Wahrscheinlichkeit von s_1 beträgt mindestens 10%, die von s_3 höchstens 60% und s_2 ist mindestens so wahrscheinlich wie s_1 .

$$\text{Minimiere } p(s_1) \cdot (u(10) - u(30)) + p(s_2) \cdot (u(70) - u(40)) + p(s_3) \cdot (u(60) - u(30))$$

$$\text{unter den Nebenbedingungen: } p(s_1) \geq 0,1$$

$$p(s_2) \geq p(s_1)$$

$$p(s_3) \leq 0,6$$

$$p(s_1), p(s_2), p(s_3) \geq 0$$

$$p(s_1) + p(s_2) + p(s_3) = 1$$



Entscheidungslehre

Präskriptive Entscheidungstheorie

Kapitel 4: Problemlösungen bei unvollständiger Information (Teil 3)

Univ.-Prof. Dr. Rüdiger von Nitzsch

Präskriptive Entscheidungstheorie

- 1 Idealtypischer Ablauf eines rationalen Entscheidungsprozesses
- 2 Entscheidungen unter Unsicherheit mit einem Ziel: Das Erwartungsnutzenkalkül
- 3 Berücksichtigung mehrerer Ziele im Präferenzmodell

4 Problemlösungen bei unvollständiger Information

- 4.1 Durchführung von Sensitivitätsanalysen
 - 4.2 Dominanzüberprüfungen bei unvollständiger Information
 - 4.3 Sonderfälle einer Dominanzüberprüfung bei unvollständiger Information
 - 4.4 Übersicht über betrachtete Sonderfälle
 - 4.5 Dominanzüberprüfungen im ENTSCHEIDUNGSNAVI
- 5 Mehrstufige Entscheidungsprobleme

Unvollständige Information: Wahrscheinlichkeiten lassen sich ordnen

Beispiel: $p(s_1) \geq p(s_2) \geq p(s_3)$

	s_1	s_2	s_3
a	0,7	0,6	0,8
b	0,5	0,7	0,9

Überprüfung dieser Konstellationen genügt:

	$p(s_1)$	$p(s_2)$	$p(s_3)$
I	1	0	0
II	0,5	0,5	0
III	1/3	1/3	1/3

$$EU(a) = 0,7 p(s_1) + 0,6 p(s_2) + 0,8 p(s_3) \geq 0,5 p(s_1) + 0,7 p(s_2) + 0,9 p(s_3) = EU(b)$$

Einfacher Algorithmus über die Berechnung der kumulierten Nutzenwerte:

	s_1	s_2	s_3
A	0,7	0,6	0,8
Kumulierte Werte	0,7	1,3 (=0,7+0,6)	2,1 (=1,3+0,8)
B	0,5	0,7	0,9
Kumulierte Werte	0,5	1,2 (=0,5+0,7)	2,1 (=1,2+0,9)

Unvollständige Information: Wahrscheinlichkeiten lassen sich in Intervallen eingrenzen

Beispiel:

	s_1	s_2	s_3
Wahrscheinlichkeiten	0,3 bis 0,6	0,2 bis 0,4	0,1 bis 0,4
A	0,8	0,6	0,4
B	0,3	0,5	0,8

$$\text{Minimiere } (0,8-0,3) p(s_1) + (0,6-0,5) p(s_2) + (0,4-0,8) p(s_3) = 0,5 p(s_1) + 0,1 p(s_2) - 0,4 p(s_3)$$

Algorithmus zum Berechnen des Minimums:

1. Zustandswahrscheinlichkeiten zunächst auf Minimum setzen
2. Zustandswahrscheinlichkeiten mit dem niedrigsten Koeffizienten in der Zielfunktion auf Maximum setzen
3. Schritt 2 solange wiederholen, bis 100% „verbraucht“



Entscheidungslehre

Präskriptive Entscheidungstheorie

Kapitel 4: Problemlösungen bei unvollständiger Information (Teil 4)

Univ.-Prof. Dr. Rüdiger von Nitzsch

Stochastische Dominanz bei unbekannten Nutzenfunktionen

Stochastische Dominanzen können bei bekannten Wahrscheinlichkeiten, aber unvollständig bekannten Nutzenfunktionen überprüft werden.

Wie ist der Informationsstand bzgl. Nutzenfunktion?



Stochastische Dominanz 1. Grades:

Bekannt ist, dass die Nutzenfunktion monoton ist

Stochastische Dominanz 2. Grades:

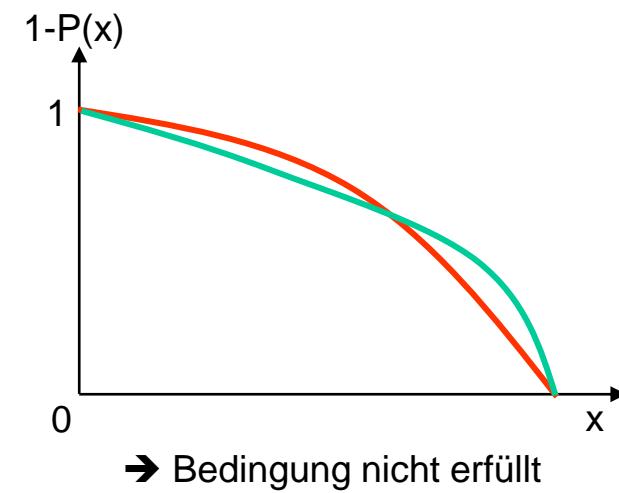
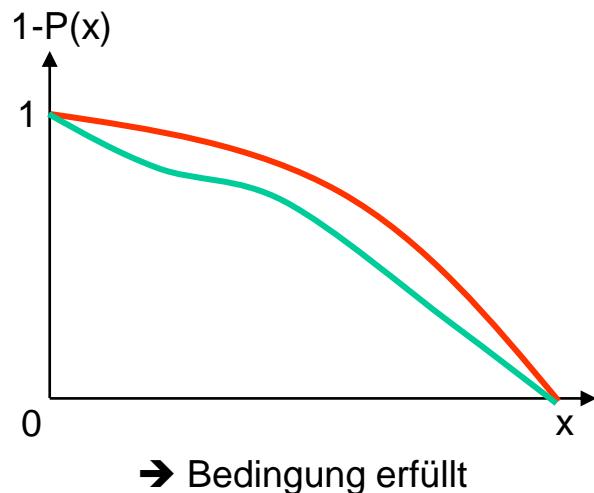
Bekannt ist, dass die Nutzenfunktion monoton und konkav ist



Stochastische Dominanz 1. Grades

Eine Alternative a dominiert eine andere b stochastisch 1. Grades, falls für jede Ausprägung der Zielvariablen die Wahrscheinlichkeit, diese zu überschreiten, bei a mindestens so hoch ist wie bei b .

$P(x)$ = Verteilungsfunktion
 $1-P(x)$ = „Risikoprofil“



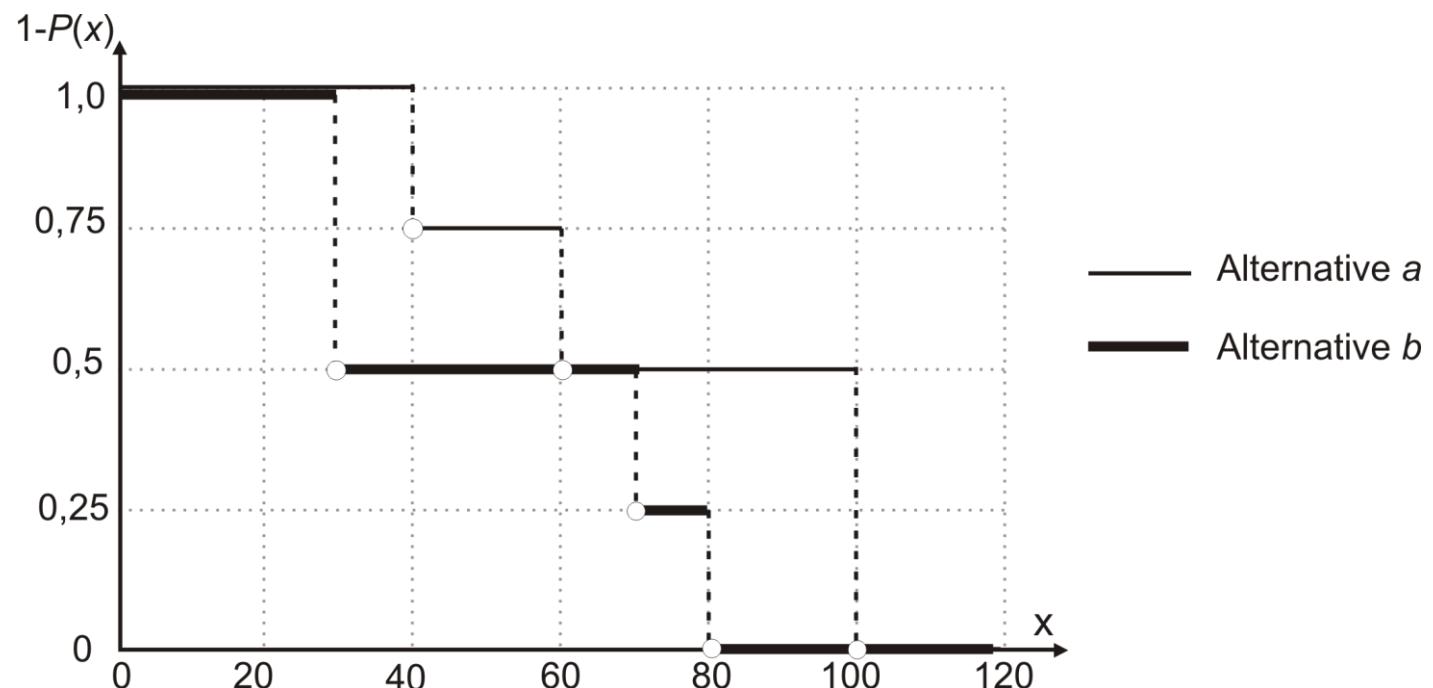
Beispiel zur Stochastische Dominanz 1. Grades (als Tabelle)

	s_1 mit $p(s_1) = 0,50$	s_2 mit $p(s_2) = 0,25$	s_3 mit $p(s_3) = 0,25$
a	100 T €	40 T €	60 T €
b	30 T €	70 T €	80 T €

	Wahrscheinlichkeit, die Ausprägung x zu überschreiten	
	bei a	bei b
$x < 30 \text{ T €}$	100%	100%
$30 \text{ T €} \leq x < 40 \text{ T €}$	100%	50%
$40 \text{ T €} \leq x < 60 \text{ T €}$	75%	50%
$60 \text{ T €} \leq x < 70 \text{ T €}$	50%	50%
$70 \text{ T €} \leq x < 80 \text{ T €}$	50%	25%
$80 \text{ T €} \leq x < 100 \text{ T €}$	50%	0%
$100 \text{ T €} \leq x$	0%	0%

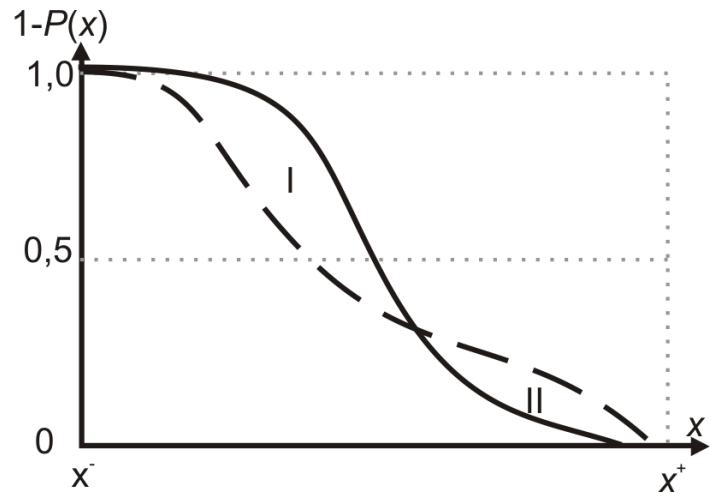
Beispiel zur Stochastische Dominanz 1. Grades (als Risikoprofil)

	s_1 mit $p(s_1) = 0,50$	s_2 mit $p(s_2) = 0,25$	s_3 mit $p(s_3) = 0,25$
a	100 T €	40 T €	60 T €
b	30 T €	70 T €	80 T €

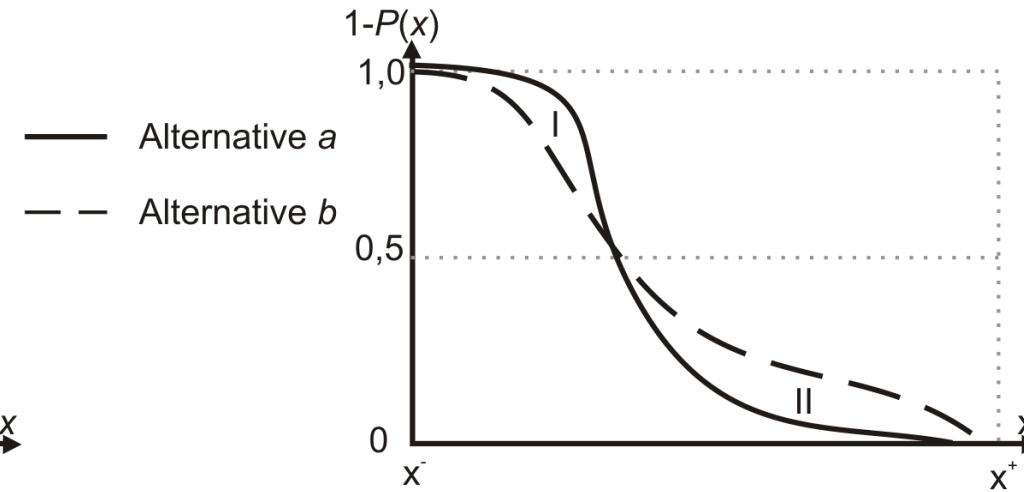


Stochastische Dominanz 2. Grades

Eine Alternative a dominiert eine andere b stochastisch 2. Grades, wenn für jede Ausprägung x die Fläche unter dem Risikoprofil bis zu dieser Ausprägung bei a mindestens so groß ist wie bei b .



→ Bedingung erfüllt



→ Bedingung nicht erfüllt

Präskriptive Entscheidungstheorie

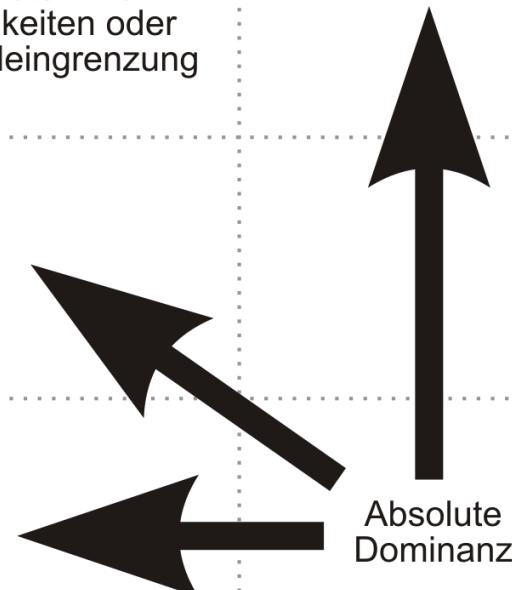
- 1 Idealtypischer Ablauf eines rationalen Entscheidungsprozesses
- 2 Entscheidungen unter Unsicherheit mit einem Ziel: Das Erwartungsnutzenkalkül
- 3 Berücksichtigung mehrerer Ziele im Präferenzmodell

4 Problemlösungen bei unvollständiger Information

- 4.1 Durchführung von Sensitivitätsanalysen
 - 4.2 Dominanzüberprüfungen bei unvollständiger Information
 - 4.3 Sonderfälle einer Dominanzüberprüfung bei unvollständiger Information
 - 4.4 Übersicht über betrachtete Sonderfälle
 - 4.5 Dominanzüberprüfungen im ENTSCHEIDUNGNAVI
- 5 Mehrstufige Entscheidungsprobleme

Übersicht über betrachtete Sonderfälle

		Wahrscheinlichkeiten		
		bekannt	unvollständige Information	keine Information
Nutzenfunktion	bekannt	Vergleich der Nutzenerwartungswerte	Dominanzüberprüfungen bei geordneten Wahrscheinlichkeiten oder bei Intervalleingrenzung	
	monoton und konkav	Stochastische Dominanz zweiten Grades		
	monoton	Stochastische Dominanz ersten Grades		



Präskriptive Entscheidungstheorie

- 1 Idealtypischer Ablauf eines rationalen Entscheidungsprozesses
- 2 Entscheidungen unter Unsicherheit mit einem Ziel: Das Erwartungsnutzenkalkül
- 3 Berücksichtigung mehrerer Ziele im Präferenzmodell

4 Problemlösungen bei unvollständiger Information

- 4.1 Durchführung von Sensitivitätsanalysen
 - 4.2 Dominanzüberprüfungen bei unvollständiger Information
 - 4.3 Sonderfälle einer Dominanzüberprüfung bei unvollständiger Information
 - 4.4 Übersicht über betrachtete Sonderfälle
 - 4.5 Dominanzüberprüfungen im ENTSCHEIDUNGSDNAVI
- 5 Mehrstufige Entscheidungsprobleme

ENTSCHEIDUNGSSNAVI: Dominanzüberprüfungen über Robustheitstest

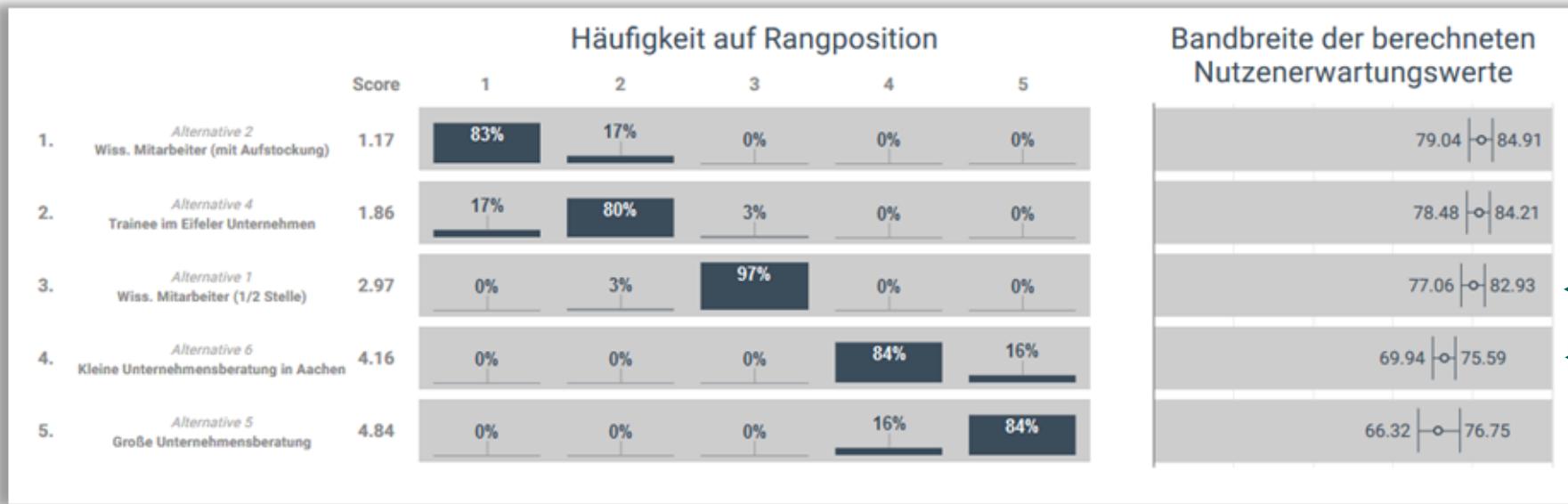
Präzisionsgrade im ENTSCHEIDUNGSSNAVI:

Wahrscheinlichkeiten, Nutzenfunktionen und Zielgewichte müssen nicht exakt angegeben werden. Es gibt jeweils einen Präzisionsgrad $\neq 0$, der die Parameter nur auf Intervalle eingegrenzt.

Robustheitstest im ENTSCHEIDUNGSSNAVI:

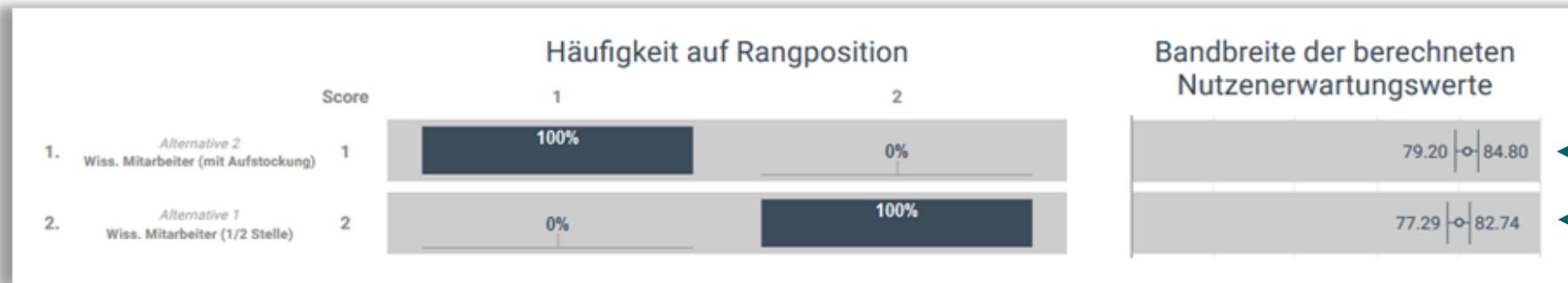
- Monte-Carlo-Simulation über die in den Intervallen erlaubten Parameter
- Ermittlung von Bandbreiten der jeweiligen Nutzenerwartungswerte für alle Alternativen
- Ermittlung einer Rangfolge aller Alternativen nach Häufigkeit der erreichten „Ränge“

ENTSCHEIDUNGSNAVI: Auswertung eines Robustheitstest



„Simulationsdominanz“ liegt vor, falls

die untere Bandbreite der Nutzenerwartungswerte einer Alternative *a* mindestens so hoch ist wie die obere Bandbreite einer anderen Alternative *b*



oder eine Alternative in 100% der Fälle auf einer höheren Rangposition ist.

Zusammenfassung: Präskriptive Entscheidungstheorie (Kapitel 4)

- ✓ Sensitivitätsanalysen sind ein einfaches Mittel, um bei nicht exakt vorliegenden Informationen bzw. Parametern die Auswirkungen von deren Veränderungen auf die Zielgrößen transparent zu machen.
- ✓ Auch bei einer unvollständigen Information kann es dominierte Alternativen geben. Dies kann mit einem Min-Max-Optimierungsansatz analysiert werden.
- ✓ In einigen Sondersituationen kann auf den Min-Max-Ansatz verzichtet werden und die Dominanz per Hand berechnet werden.
- ✓ Stochastische Dominanzen werden an einem Vergleich der Risikoprofile der Alternativen abgelesen. Die Wahrscheinlichkeiten müssen bekannt sein, die Nutzenfunktion hingegen nicht.
- ✓ Unterschieden wird stochastische Dominanz ersten und zweiten Grades.
- ✓ Im ENTSCHEIDUNGSDNAVI wird anstelle einer Dominanzüberprüfung ein Robustheitstest auf der Basis einer Monte-Carlo-Simulation durchgeführt. Hierbei werden im Gegensatz zur herkömmlichen Dominanzüberprüfung stets auch Rangfolgen abgeleitet.



Entscheidungslehre

Präskriptive Entscheidungstheorie

Kapitel 5: Mehrstufige Entscheidungsprobleme (Teil 1)

Univ.-Prof. Dr. Rüdiger von Nitzsch

Präskriptive Entscheidungstheorie

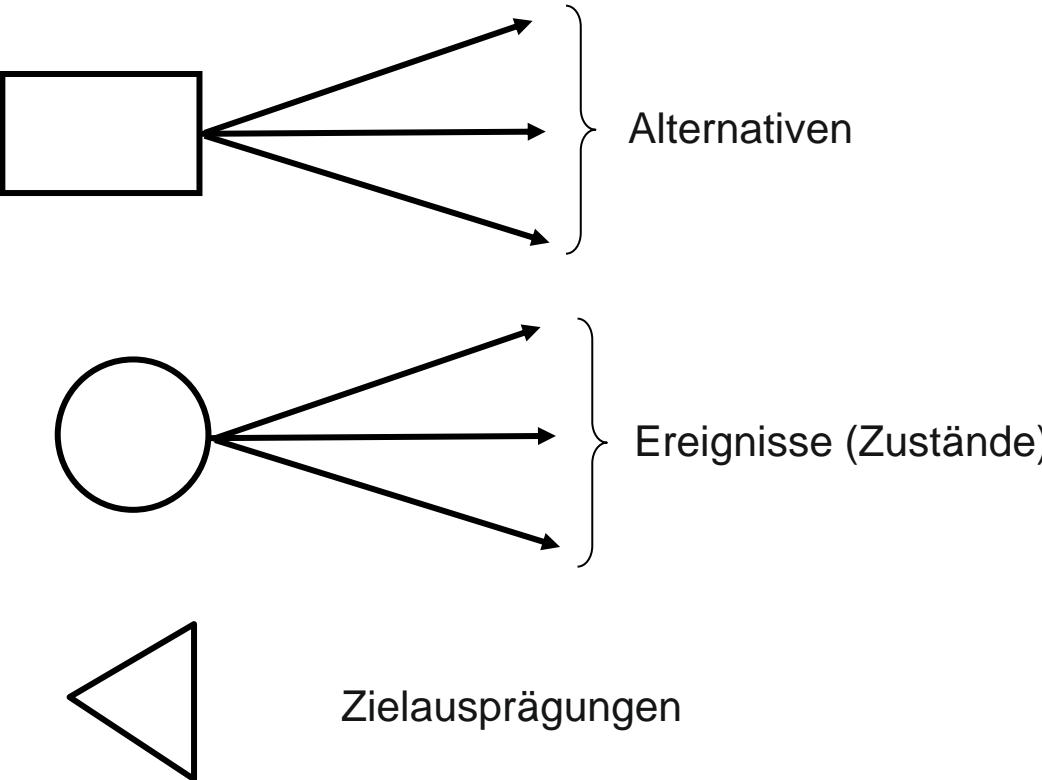
- 1 Idealtypischer Ablauf eines rationalen Entscheidungsprozesses
- 2 Entscheidungen unter Unsicherheit mit einem Ziel: Das Erwartungsnutzenkalkül
- 3 Berücksichtigung mehrerer Ziele im Präferenzmodell
- 4 Problemlösungen bei unvollständiger Information

5 Mehrstufige Entscheidungsprobleme

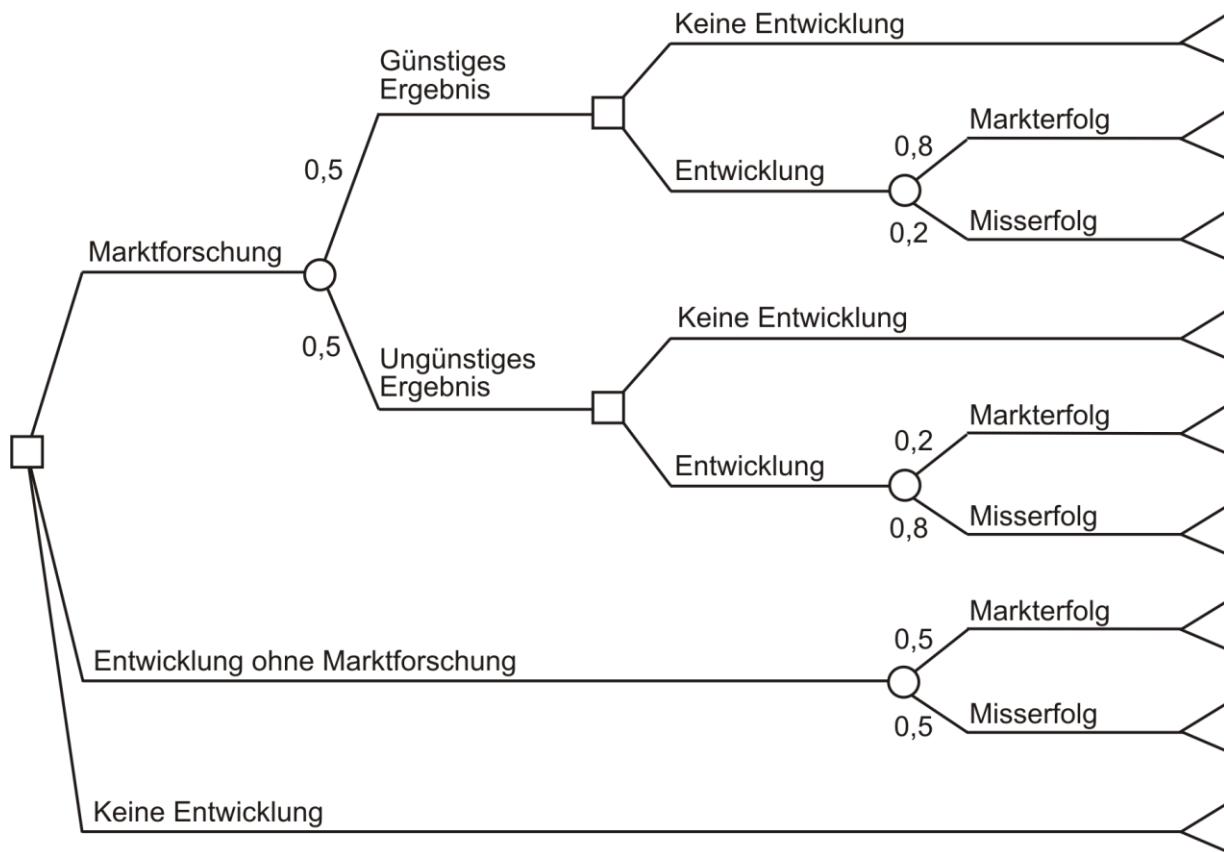
5.1 Entscheidungsbaum und Roll-Back-Verfahren

5.2 Der Wert von Informationen

Die Komponenten eines Entscheidungsbaums



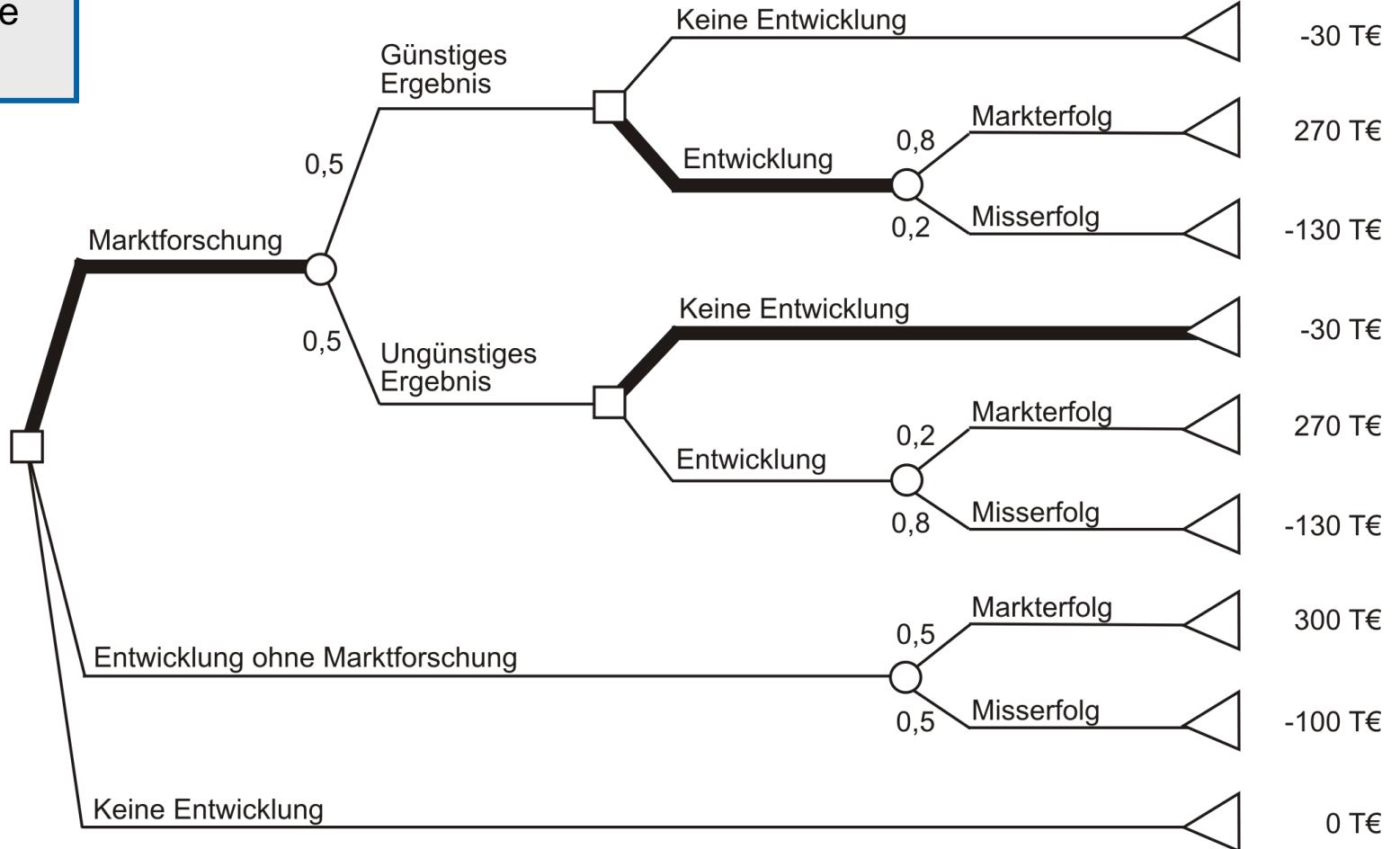
Ein Beispiel eines Entscheidungsbaums



Die Entwicklungskosten für das Produkt betragen 100 T€, die Marktforschung kostet 30 T€. Im Falle eines Markterfolgs rechnet das Unternehmen mit Einnahmen in Höhe von 400 T€, bei einem Misserfolg geht das Unternehmen leer aus.

Kennzeichnung einer Strategie im Entscheidungsbaum

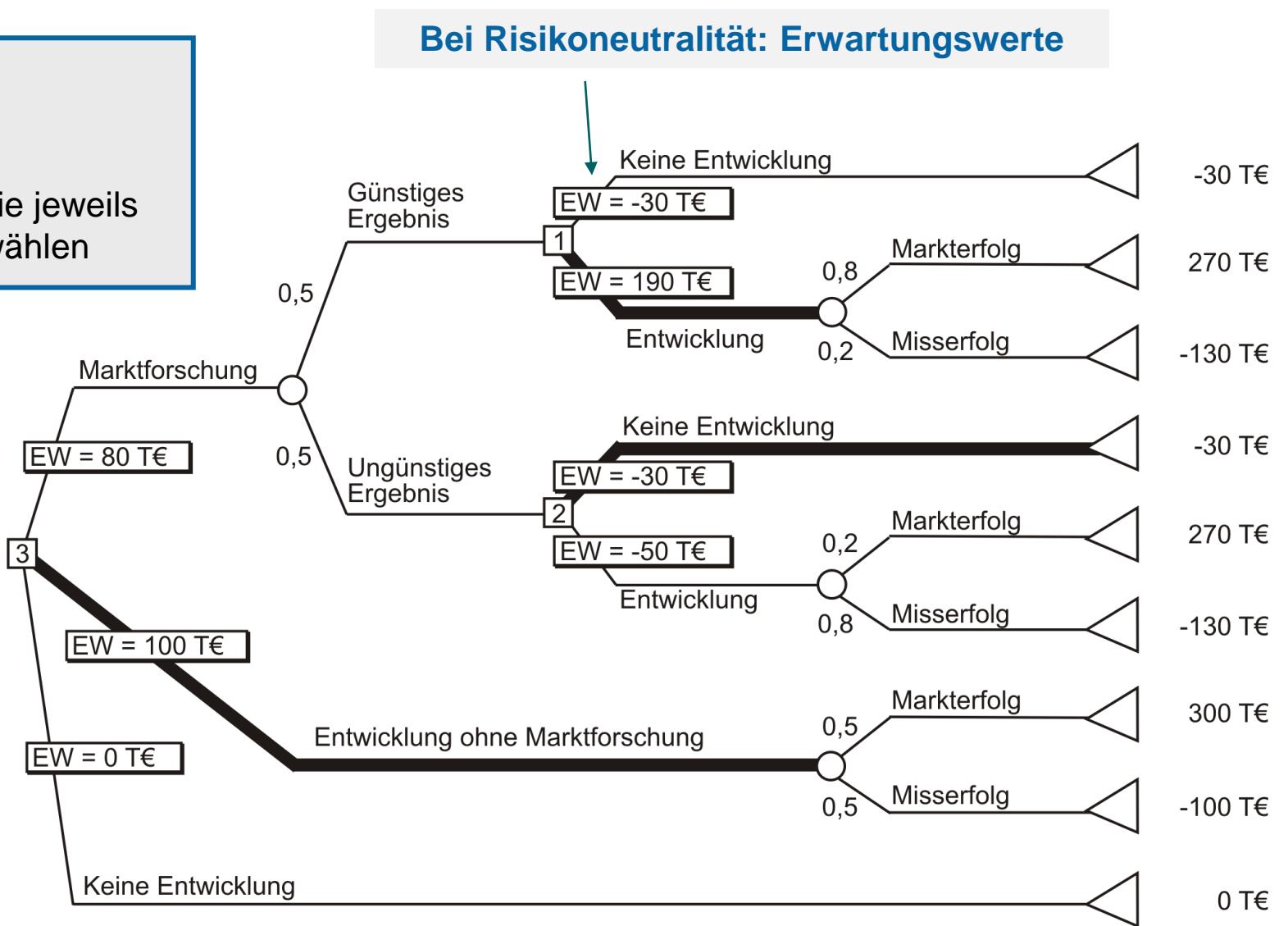
Eine Strategie ist eine bedingte Handlungsfolge



Ermittlung einer optimalen Strategie über das Roll-Back-Verfahren

Roll-back-Verfahren

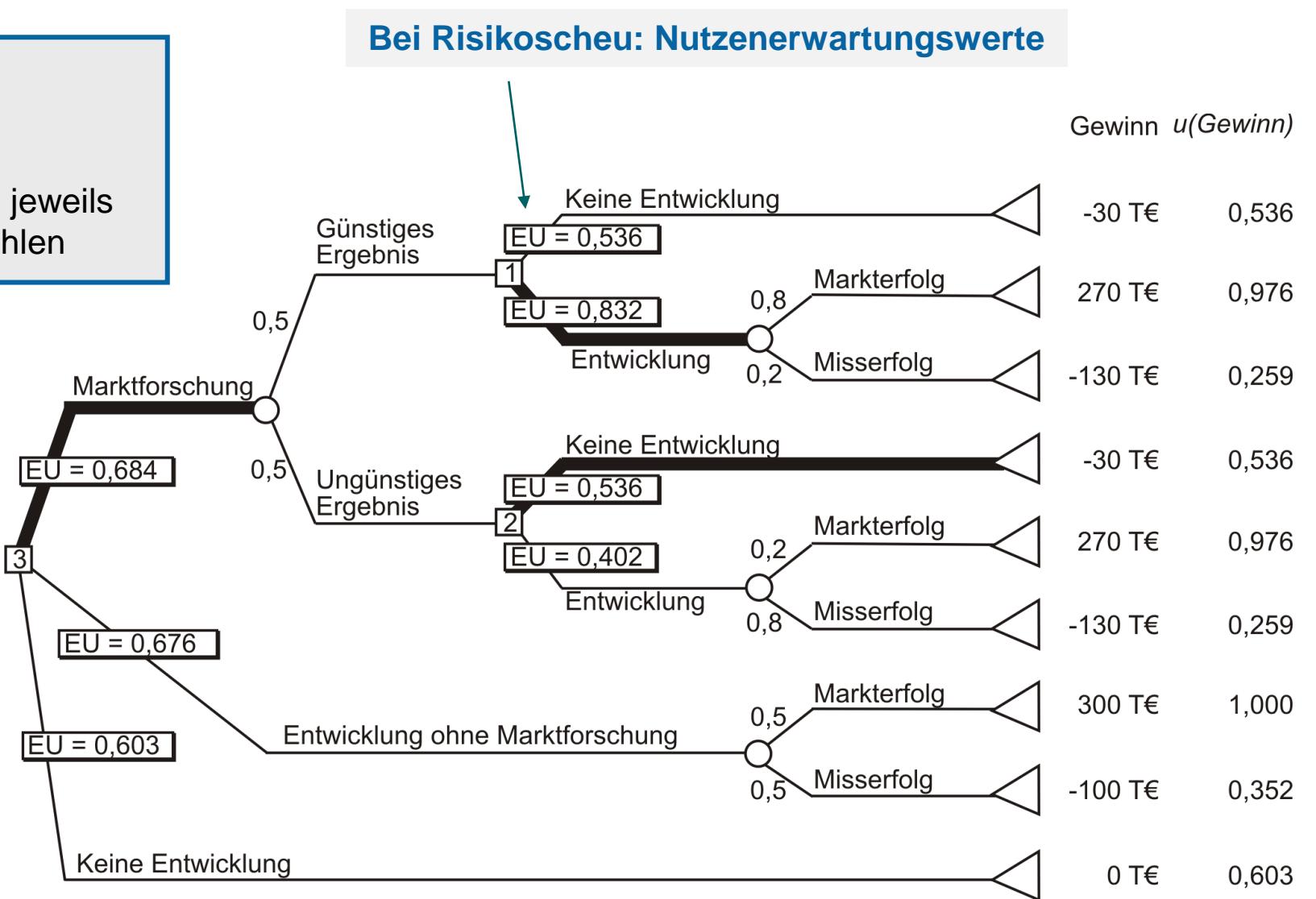
- „Aufrollen“ von rechts nach links
- In jedem Entscheidungsknoten die jeweils beste Handlungsalternative auswählen



Roll-Back-Verfahren bei risikoscheuem Entscheider

Roll-back-Verfahren

- „Aufrollen“ von rechts nach links
- In jedem Entscheidungsknoten die jeweils beste Handlungsalternative auswählen





Entscheidungslehre

Präskriptive Entscheidungstheorie

Kapitel 5: Mehrstufige Entscheidungsprobleme (Teil 2)

Univ.-Prof. Dr. Rüdiger von Nitzsch

Präskriptive Entscheidungstheorie

- 1 Idealtypischer Ablauf eines rationalen Entscheidungsprozesses
- 2 Entscheidungen unter Unsicherheit mit einem Ziel: Das Erwartungsnutzenkalkül
- 3 Berücksichtigung mehrerer Ziele im Präferenzmodell
- 4 Problemlösungen bei unvollständiger Information

5 Mehrstufige Entscheidungsprobleme

5.1 Entscheidungsbaum und Roll-Back-Verfahren

5.2 Der Wert von Informationen

Beispiel zur grundlegenden Vorgehensweise

Situation ohne zusätzliche Information

SPIEL

Nicht einsehbare Urne mit
einer Kugel

Weiß → 90 €

Schwarz → 0 €

SICHER

50 €

Erwartungswert:

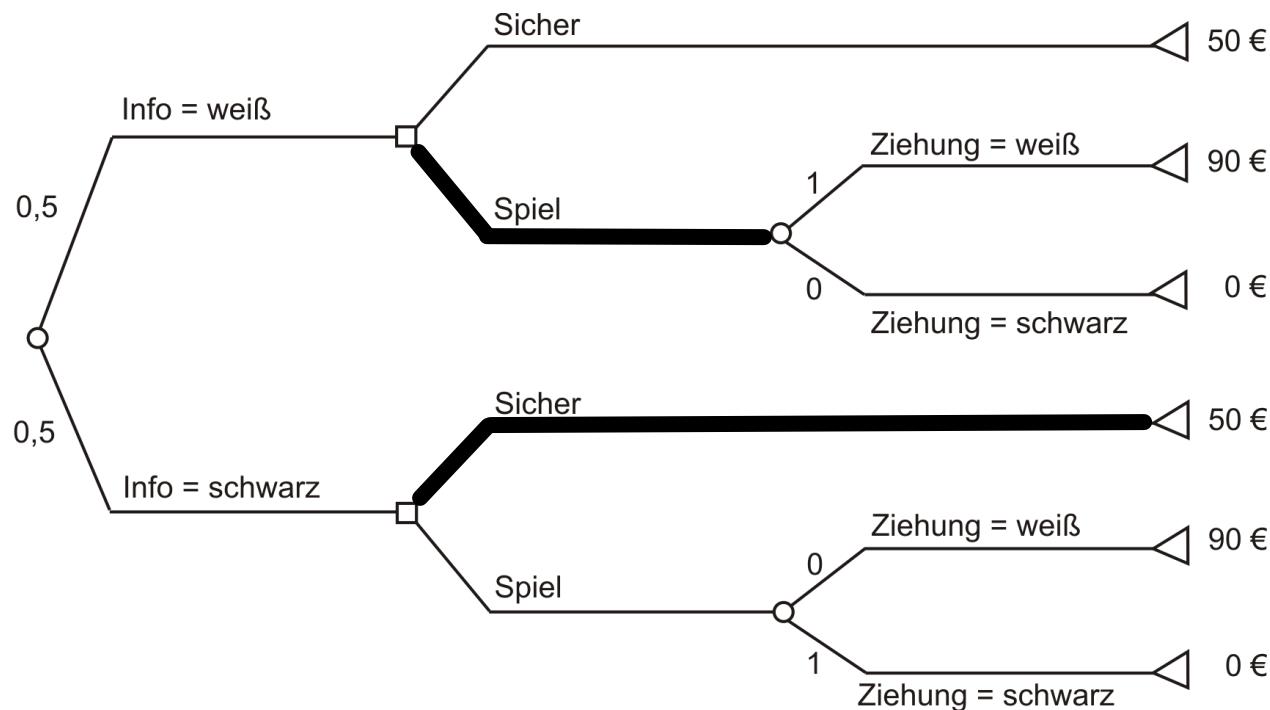
45 €

50 €

Entscheider wählt SICHER und erhält 50 €

Berechnung des Erwartungswertes mit Information

Situation mit Information über Farbe



Der Erwartungswert mit der optimalen Strategie liegt bei 70 €

Ermittlung des Wertes der Information im Beispiel

Der Wert der Information ergibt sich aus einem Vergleich der Situation mit und ohne Information

	Situation ohne Information	Situation mit Information
Erwartungswerte:	50 €	70 €

Der Wert der Information liegt bei 20 €

Erweiterung des Spiels mit zwei Kugeln

Situation ohne zusätzliche Information

SPIEL

Urne mit zwei Kugeln
(WW, WS, SW, SS)

Weiß → 90 €

Schwarz → 0 €

SICHER

50 €

Erwartungswert:

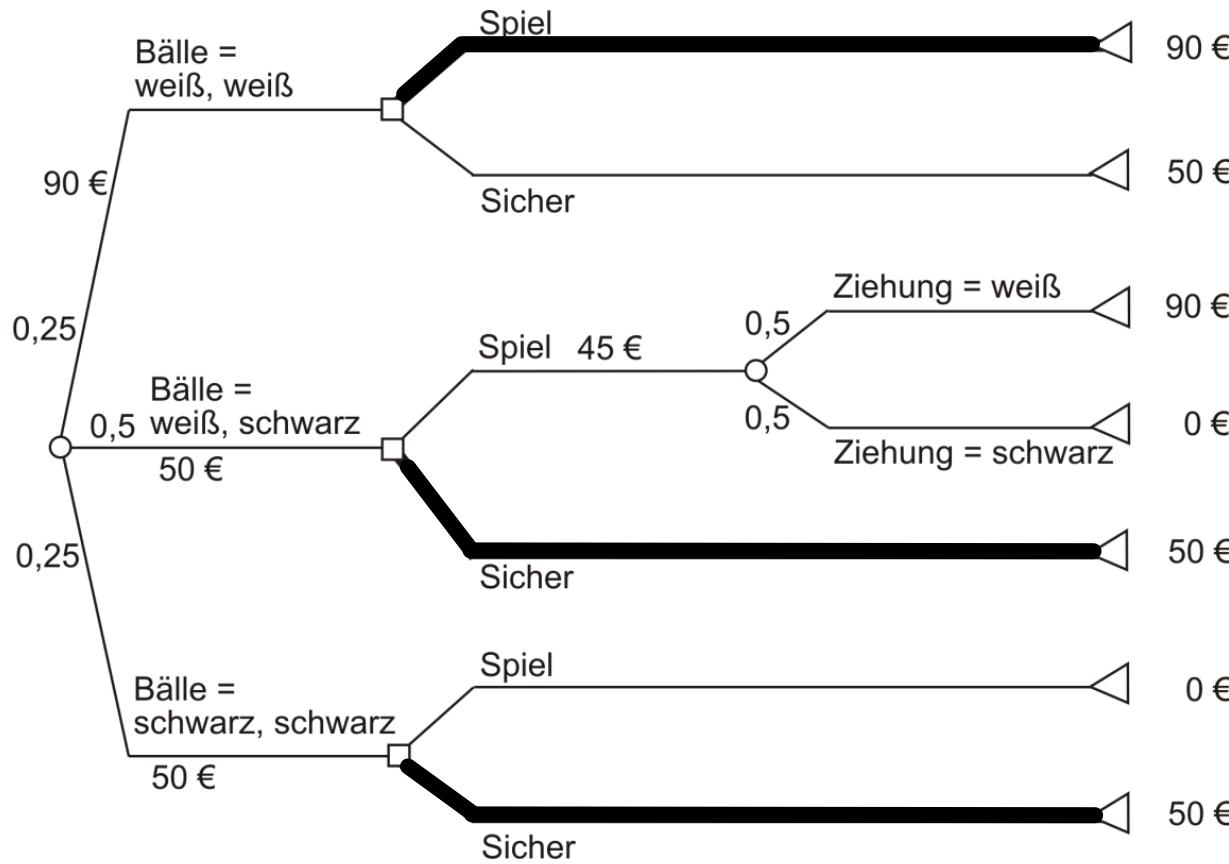
45 €

50 €

Entscheider wählt SICHER und erhält 50 €

Berechnung des Erwartungswertes bei zwei Kugeln mit Information

Situation mit Information über Farbkombination

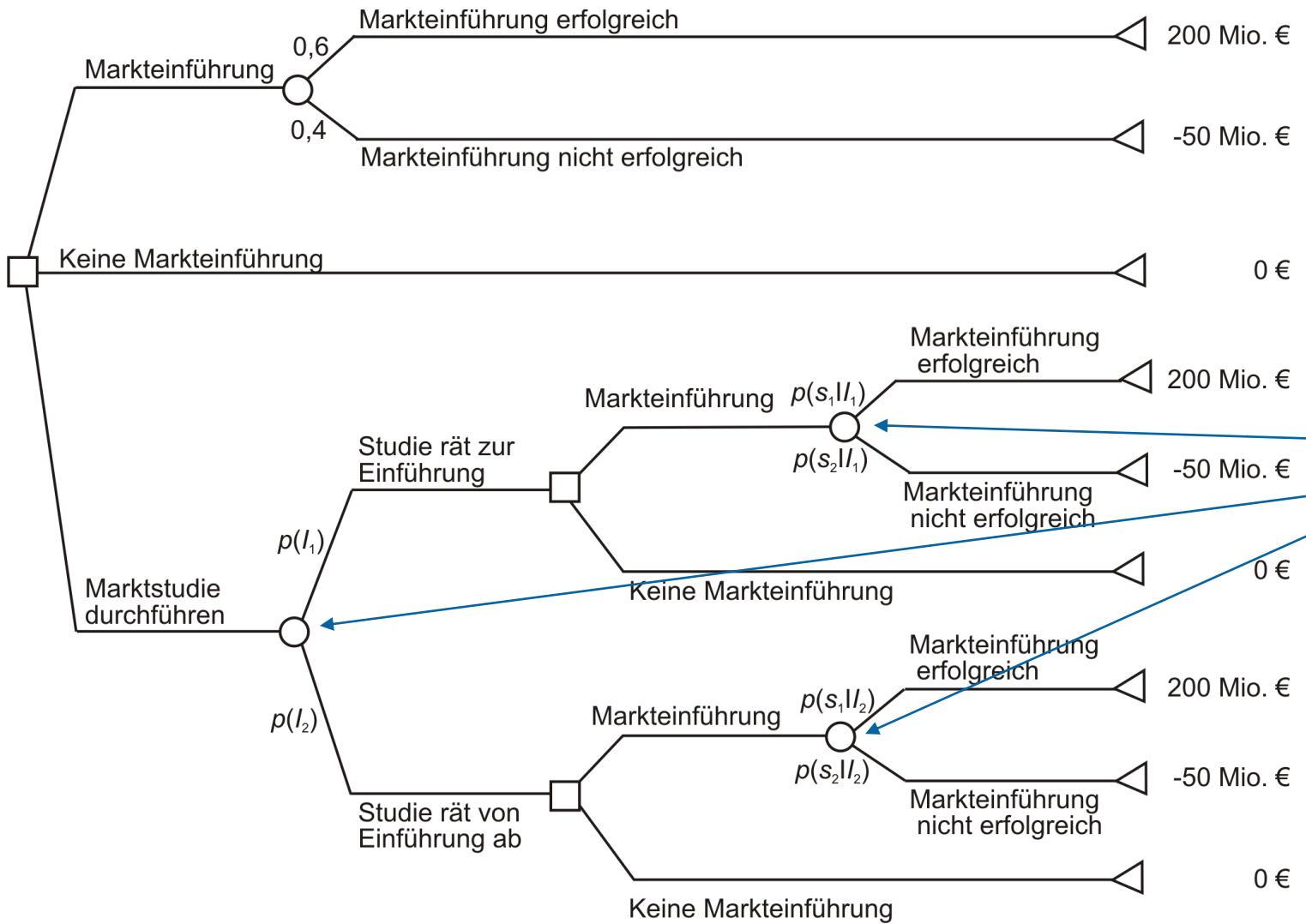


Der Erwartungswert der optimalen Strategie liegt bei 60 €

Vergleich der Situationen

	Beispiel mit einer Kugel	Beispiel mit zwei Kugeln
Information über:	Farbe	Farbkonstellation
Vollkommene Info:	JA	NEIN
Wert der Info:	20 €	10 €

Ermittlung von Wahrscheinlichkeiten für Informationsbeschaffungsmaßnahmen



Häufiges Problem:

Wahrscheinlichkeiten, dass sich nach der Information die jeweiligen Ereignisse einstellen („a posteriori“), sind meist nicht bekannt

Berechnung der gesuchten Wahrscheinlichkeiten über Bayes'sches Theorem

s_1 = Erfolgreiche Markteinführung

s_2 = Keine erfolgreiche Markteinführung

I_1 = Positives Ergebnis der Marktstudie

I_2 = Negatives Ergebnis der Marktstudie

	A-Priori-W.-keiten	Likelihoods $p(I_j s_i)$		Gemeinsame Wahrscheinlichkeiten $p(I_j, s_i) = p(I_j s_i) \cdot p(s_i)$		A-Posteriori-Wahrscheinlichkeiten $p(s_i I_j) = p(s_i, I_j) / p(I_j)$	
	$p(s_i)$	I_1	I_2	I_1	I_2	I_1	I_2
s_1	0,6	0,9	0,1				
s_2	0,4	0,05	0,95				

Bekannt
(Aussage über Zuverlässigkeit
der Information)

gesucht

Berechnung der gesuchten Wahrscheinlichkeiten über Bayes'sches Theorem

s_1 = Erfolgreiche Markteinführung

s_2 = Keine erfolgreiche Markteinführung

I_1 = Positives Ergebnis der Marktstudie

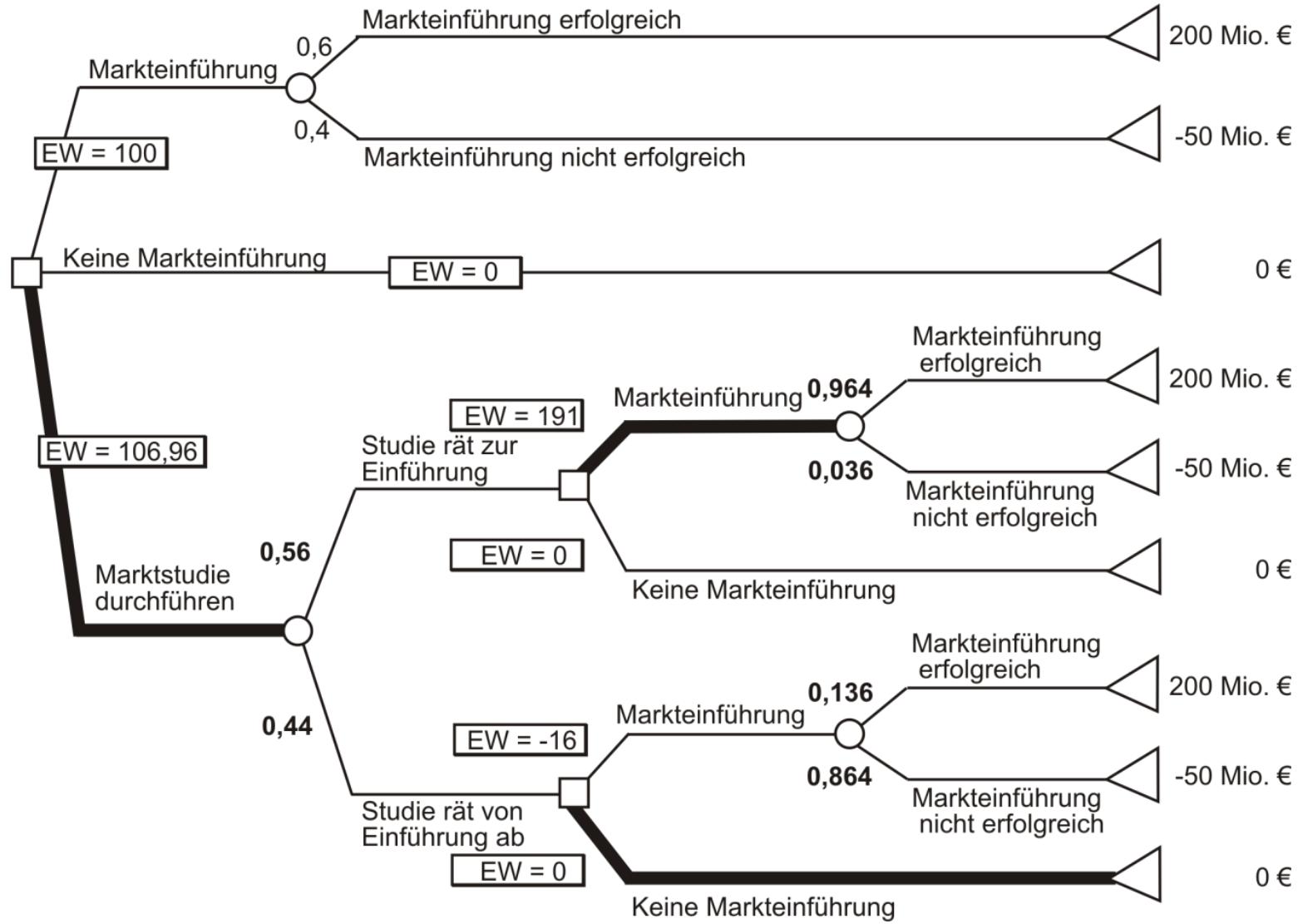
I_2 = Negatives Ergebnis der Marktstudie

	A-Priori-W.-keiten	Likelihoods $p(I_j s_i)$		Gemeinsame Wahrscheinlichkeiten $p(I_j, s_i) = p(I_j s_i) \cdot p(s_i)$		A-Posteriori-Wahrscheinlichkeiten $p(s_i I_j) = p(s_i, I_j) / p(I_j)$	
	$p(s_i)$	I_1	I_2	I_1	I_2	I_1	I_2
s_1	0,6	0,9	0,1	0,54	0,06	0,964	0,136
s_2	0,4	0,05	0,95	0,02	0,38	0,036	0,864
				$p(I_1) = 0,56$		$p(I_2) = 0,44$	1
							1

Bekannt
(Aussage über Zuverlässigkeit
der Information)

gesucht

Beispiel: Marktstudie als Informationsbeschaffungsmaßnahme



Zusammenfassung: Präskriptive Entscheidungstheorie (Kapitel 5)

- ✓ Ein mehrstufiges Entscheidungsproblem liegt vor, wenn Maßnahmen in Abhängigkeit von späteren Ereignissen schon zu Beginn festgelegt werden sollen („Strategien in einem Entscheidungsbaum“).
- ✓ Optimale Strategien werden in einem Entscheidungsbaum durch Anwendung des Roll-Back-Verfahrens ermittelt. Im Roll-Back-Verfahren werden von rechts nach links die (Nutzen-)Erwartungswerte berechnet und in jedem Entscheidungsknoten die suboptimalen Maßnahmen gestrichen.
- ✓ Der Wert einer Information lässt sich aus einem Vergleich der jeweils besten Strategien mit und ohne Information berechnen. Bei Risikoneutralität entspricht der Wert der Information genau der Differenz der Erwartungswerte der beiden optimalen Strategien.
- ✓ Mit Hilfe des Bayes'schen Theorems lassen sich die für die Berechnung der optimalen Strategien im Roll-Back-Verfahren notwendigen A-posteriori-Wahrscheinlichkeiten gut aus den meist gegebenen A-priori-Wahrscheinlichkeiten und Likelihoods berechnen.