

# Rational Entscheiden bei vorliegenden Unsicherheiten – ein Ding der Unmöglichkeit?

Martin Weikinger, AlgoTec GmbH

Sind Sie einsam? Sind Sie es leid, alleine zu arbeiten?

Hassen Sie es, Entscheidungen zu treffen?

Dann gehen Sie doch zu einer Besprechung!

Dort können Sie:

- Leute treffen
- Kaffee trinken
- sich wichtig fühlen
- Kollegen beeindrucken
- sich ausheulen
- Verantwortung abwälzen

**AlgoTec®**



Understanding processes. **Creating solutions.**



- Herausforderungen
  - Komplexität mancher Entscheidungen
  - klare Artikulation eigener Ziele und Präferenzen
  - Unsicherheit bzgl. der Entscheidungsgrundlagen
- Hintergrund
  - sog. präskriptive Entscheidungstheorie (decision analysis)
  - beliebig komplexes Thema, hier theoretisch und mathematisch nur ganz oberflächlich betrachtet
- Abgrenzung: deskriptive Entscheidungstheorie

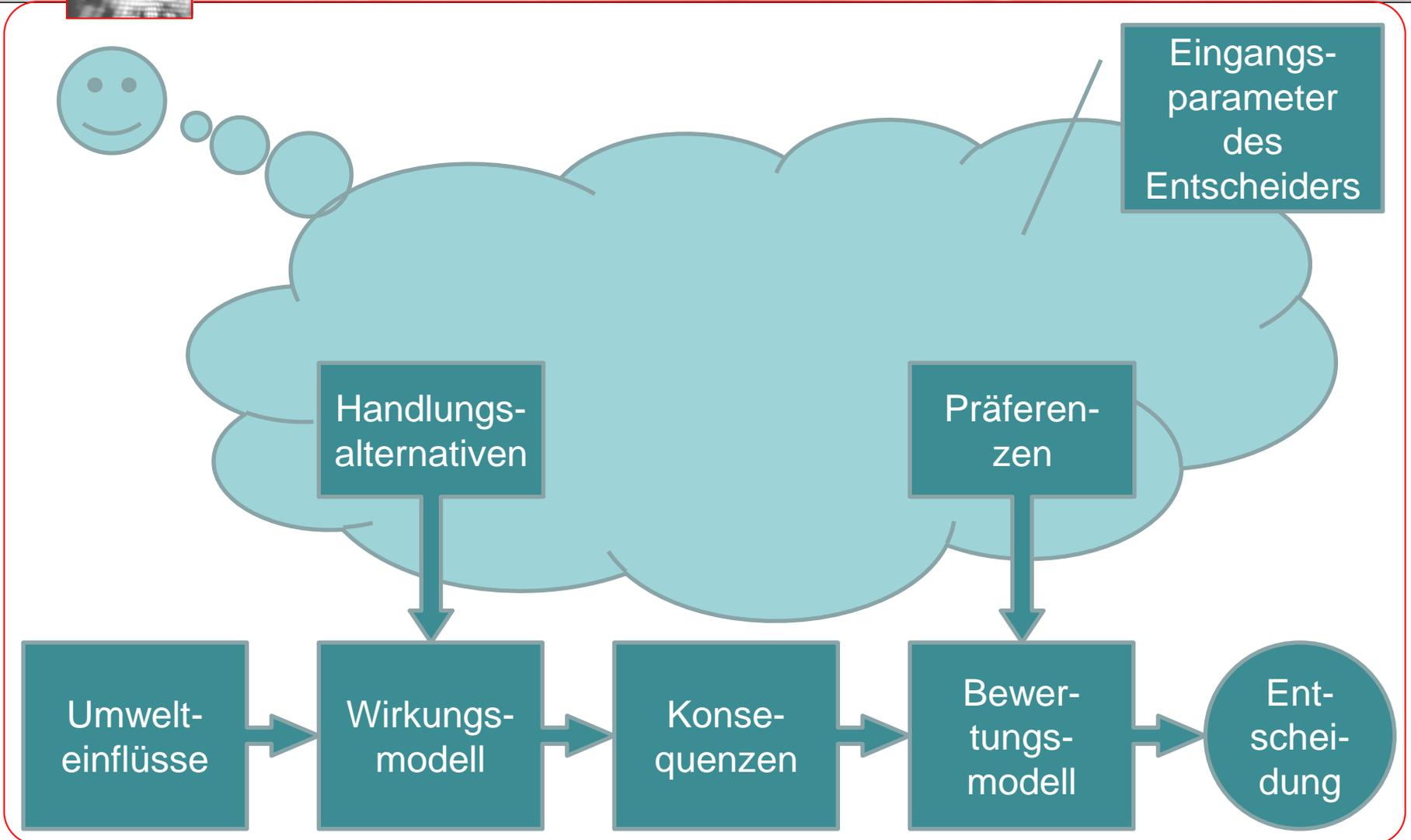


# „richtige“ vs. rationale Entscheidungen

- es gibt leider keine objektiv „richtigen“ Entscheidungen
- es gibt aber rationale Entscheidungen
  - diese zu treffen streben wir als Entscheider an
  - sie verbessern auf systematische Weise unsere Chancen gesteckte Ziele zu erreichen
- rationale Entscheidungen basieren auf
  - prozeduraler Rationalität
  - Einhaltung der Konsistenz / Widerspruchsfreiheit
  - Dekomposition / Zerlegung in Teilprobleme

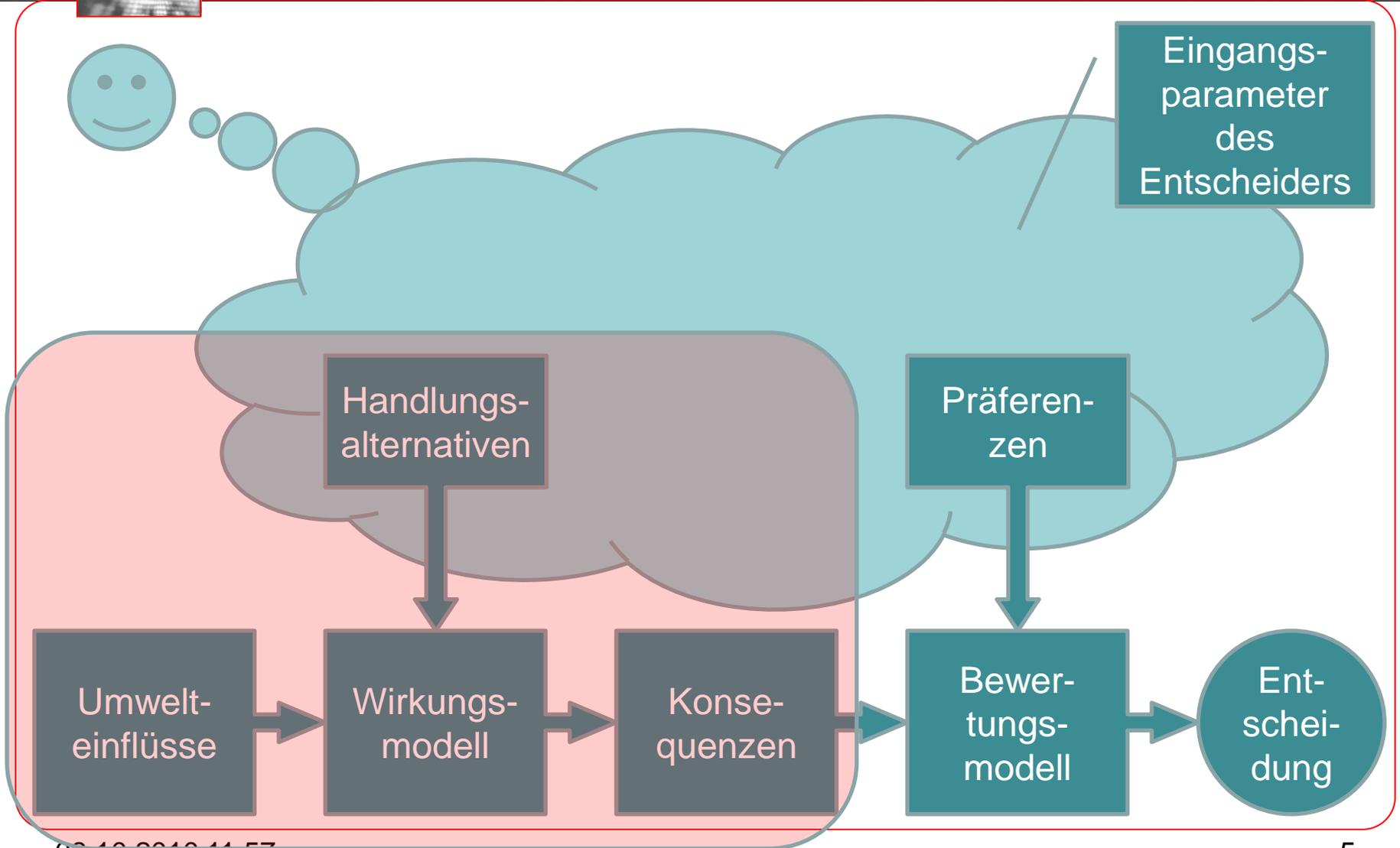


# das Entscheidungsproblem



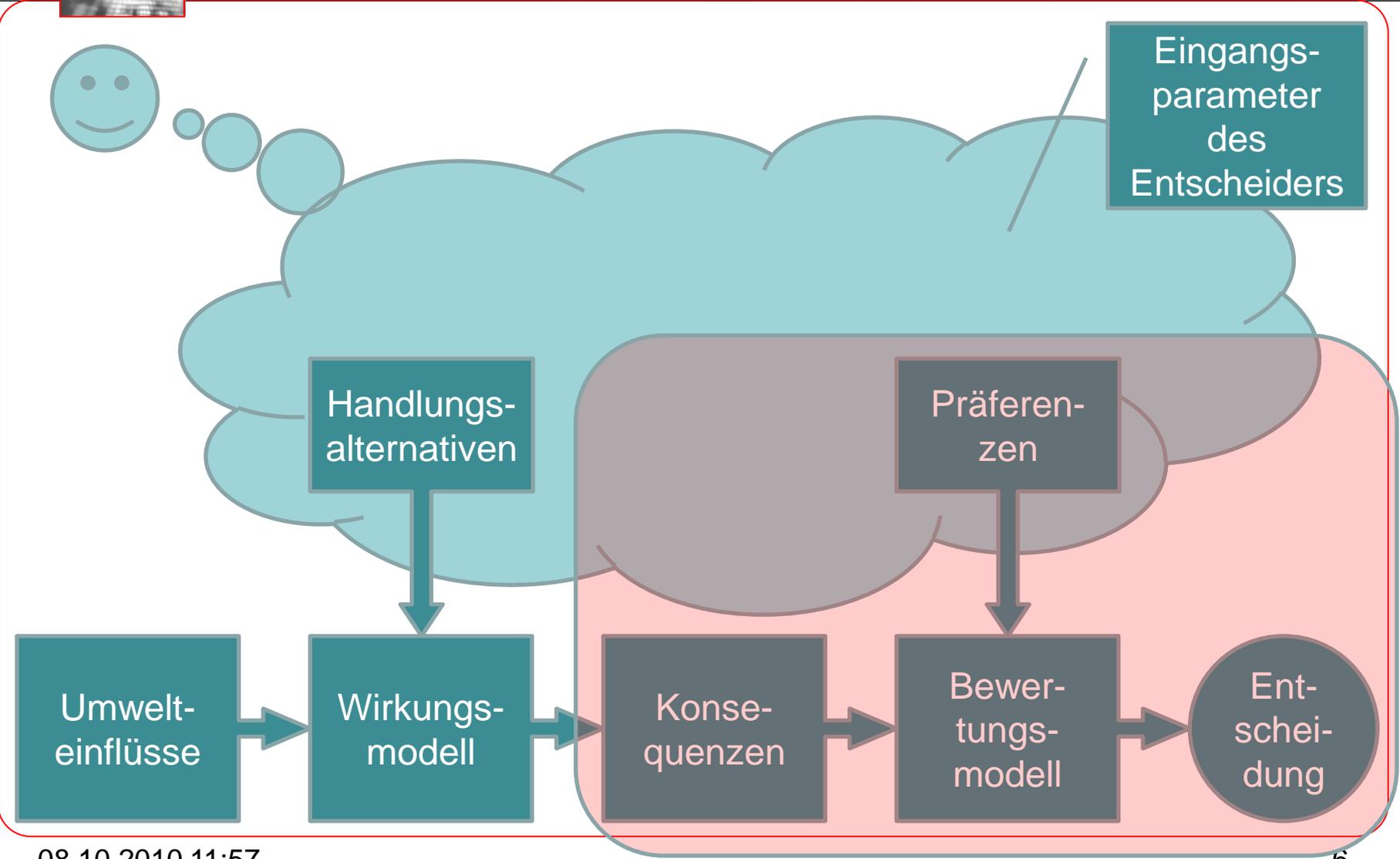


# das Entscheidungsproblem



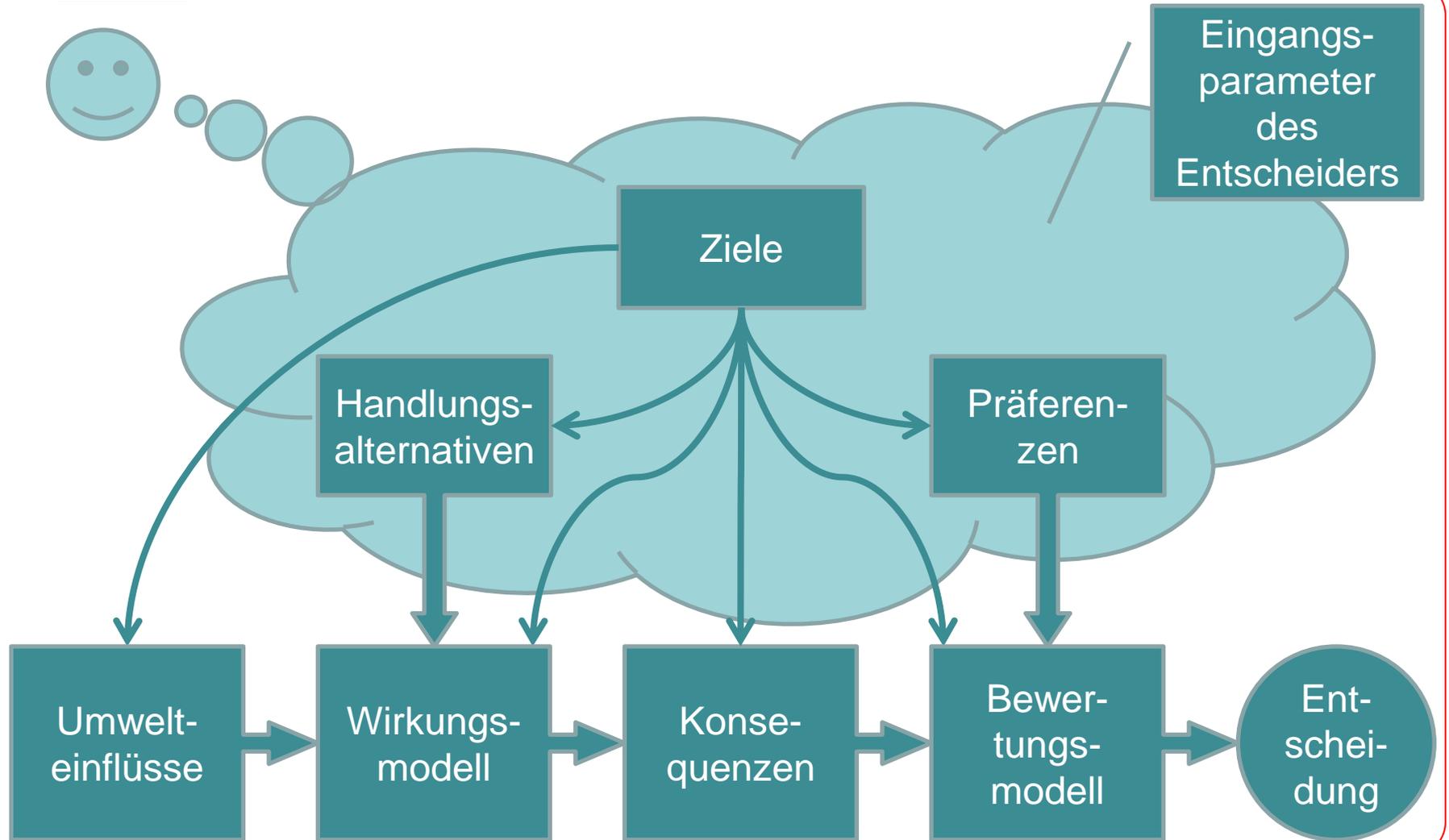


# das Entscheidungsproblem



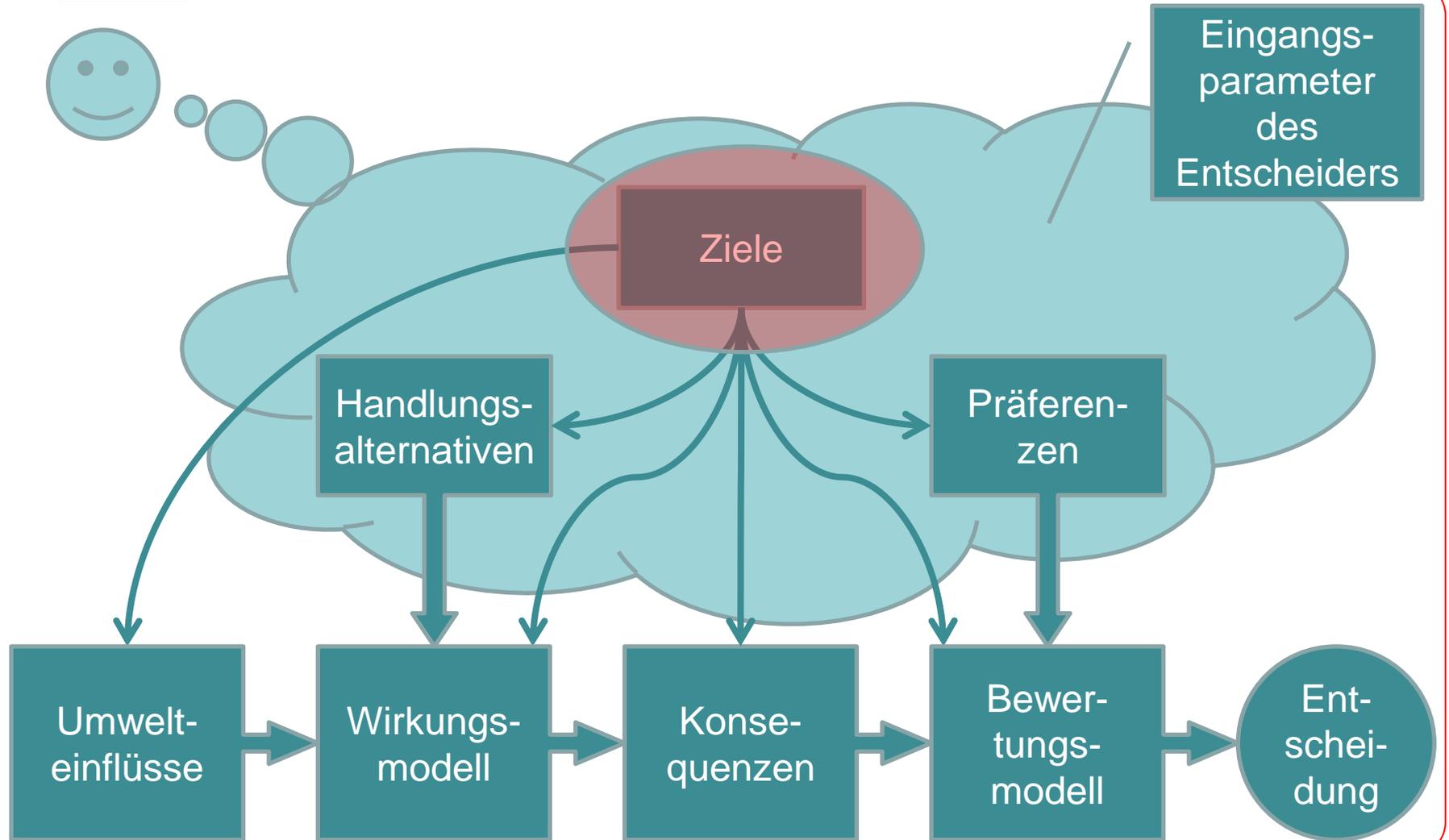


# das Entscheidungsproblem





# das Entscheidungsproblem





- Ziele sind „nicht einfach da“ – Wegweiser:
  - Mängel am bestehenden oder erwarteten Zustand
  - Vergleich vorliegender Alternativen
  - strategische Ziele
  - externe Vorgaben
  - betroffene Personen
- Klarheit über Ziele ist zentrale Bedingung für das Treffen rationaler Entscheidungen



# Instrumentalziele vs. Fundamentalziele

- **Fundamentalziele**
  - werden um ihrer selbst Willen verfolgt
  - bedürfen für den Entscheider keiner weiterer Begründung
- **Instrumentalziele**
  - werden verfolgt, weil sie positive Wirkung auf die Erreichung von fundamentaleren Ziele erwarten lassen
- **Kernfrage zur Unterscheidung**
  - Warum ist dieses Ziel wichtig ?



- Wir brauchen ein ausformuliertes Zielsystem ausschließlich aus Fundamentalzielen, denn
  - es öffnet den Blick auf weitere Alternativen
  - es vermeidet „Doppelzählung“ von Zielen und damit „falsche“ Schwerpunkte
- Anforderungen an gute Zielsysteme
  - Vollständigkeit
  - Redundanzfreiheit
  - Messbarkeit der Zielerreichung

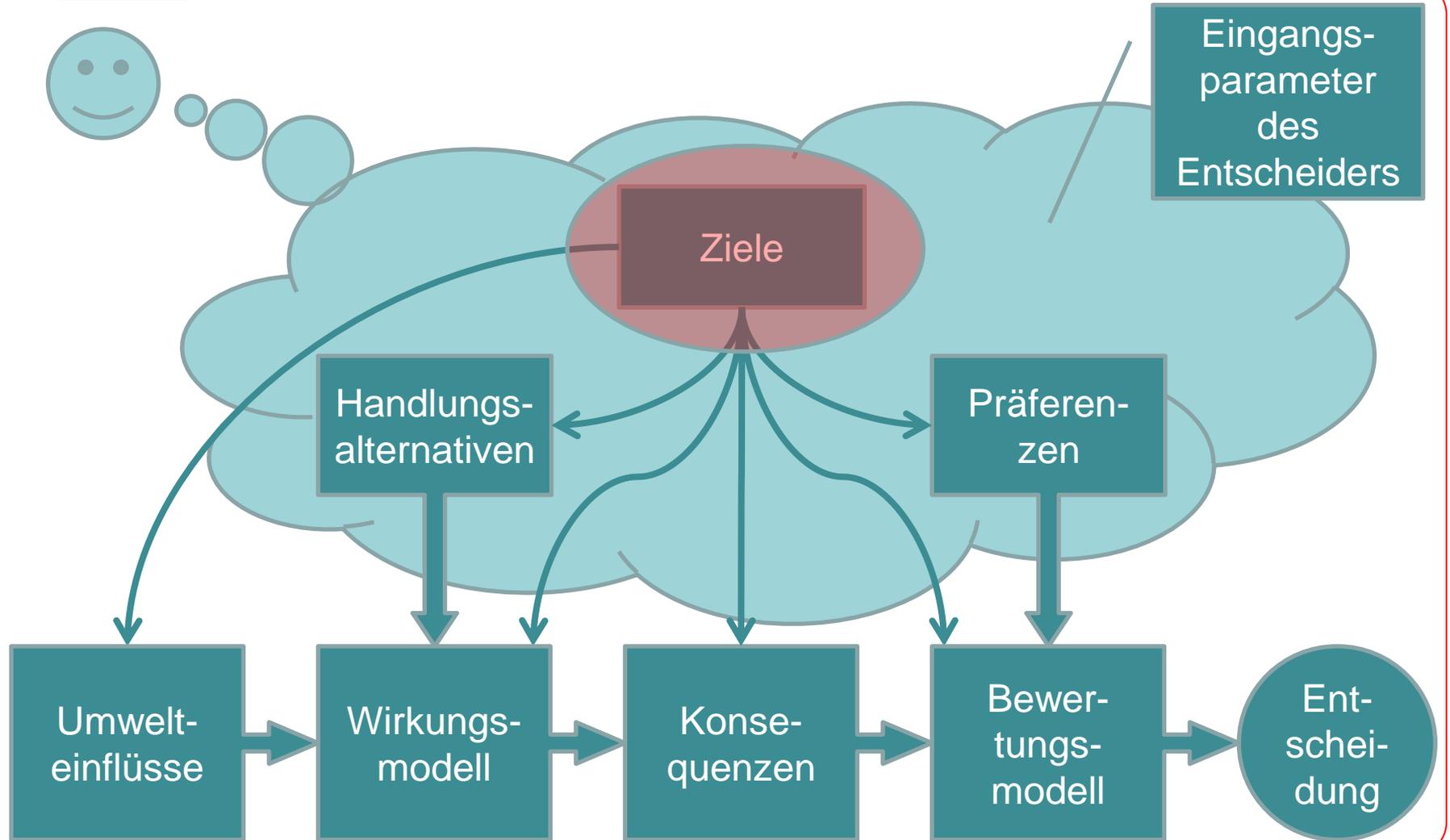


- ein Ziel ist eine Zielgröße in Verbindung mit einer Angabe über die diesbzgl. Präferenz
- Zielkonflikte bei mehreren Einzelzielen
  - keine Alternative ist bzgl. aller Ziele besser
  - Lösung: additives Aggregationsmodell



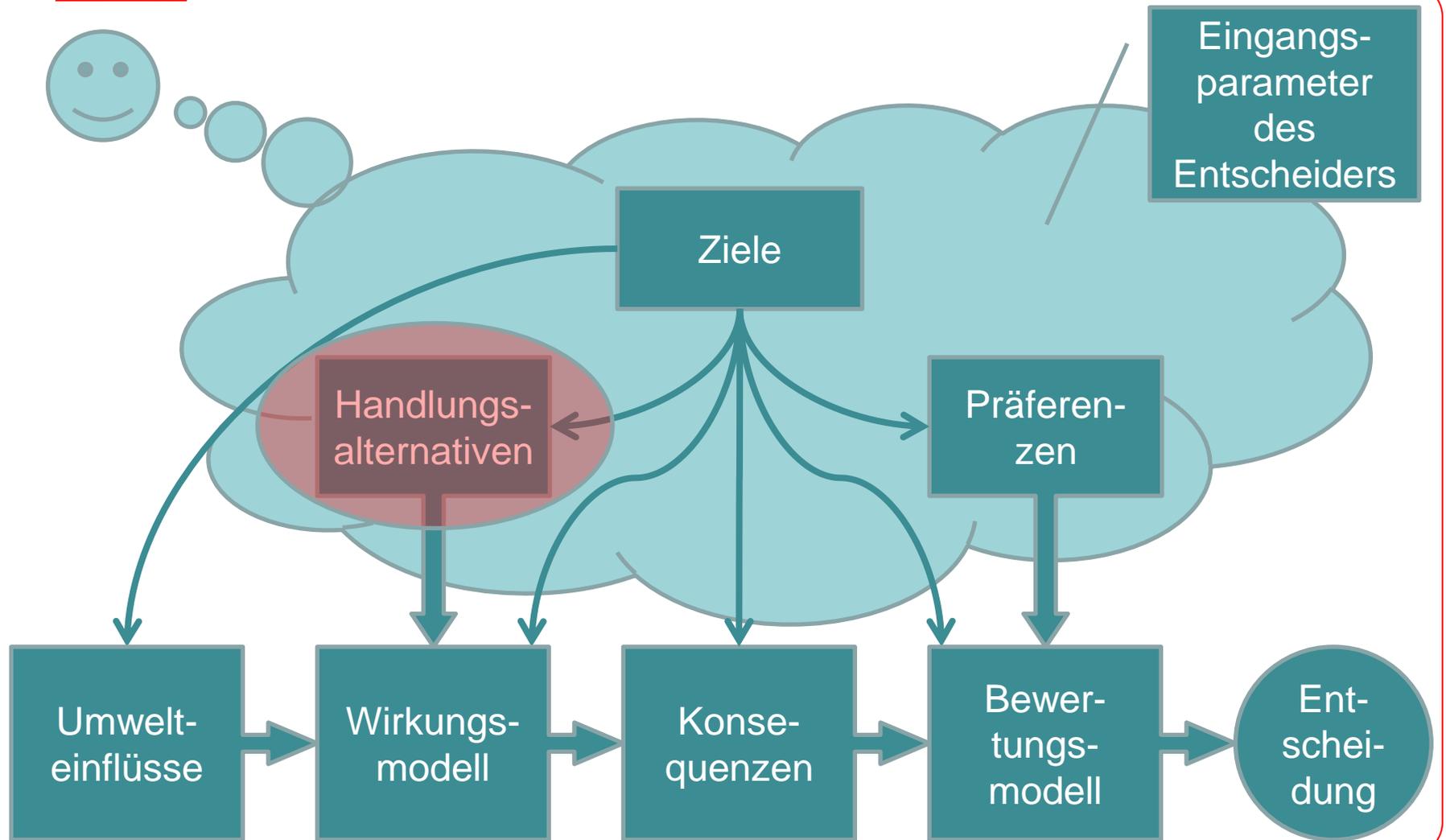


# das Entscheidungsproblem





# das Entscheidungsproblem





- kann einfach sein, oft kennt man aber akzeptable Alternativen zunächst nicht
- Alternativen müssen gesucht bzw. generiert werden, oft unter Zeit- und Budgetrestriktionen
- Ergebnis: sich gegenseitig ausschließende Alternativen
  - min. = 2
  - max. = noch handhabbare Anzahl



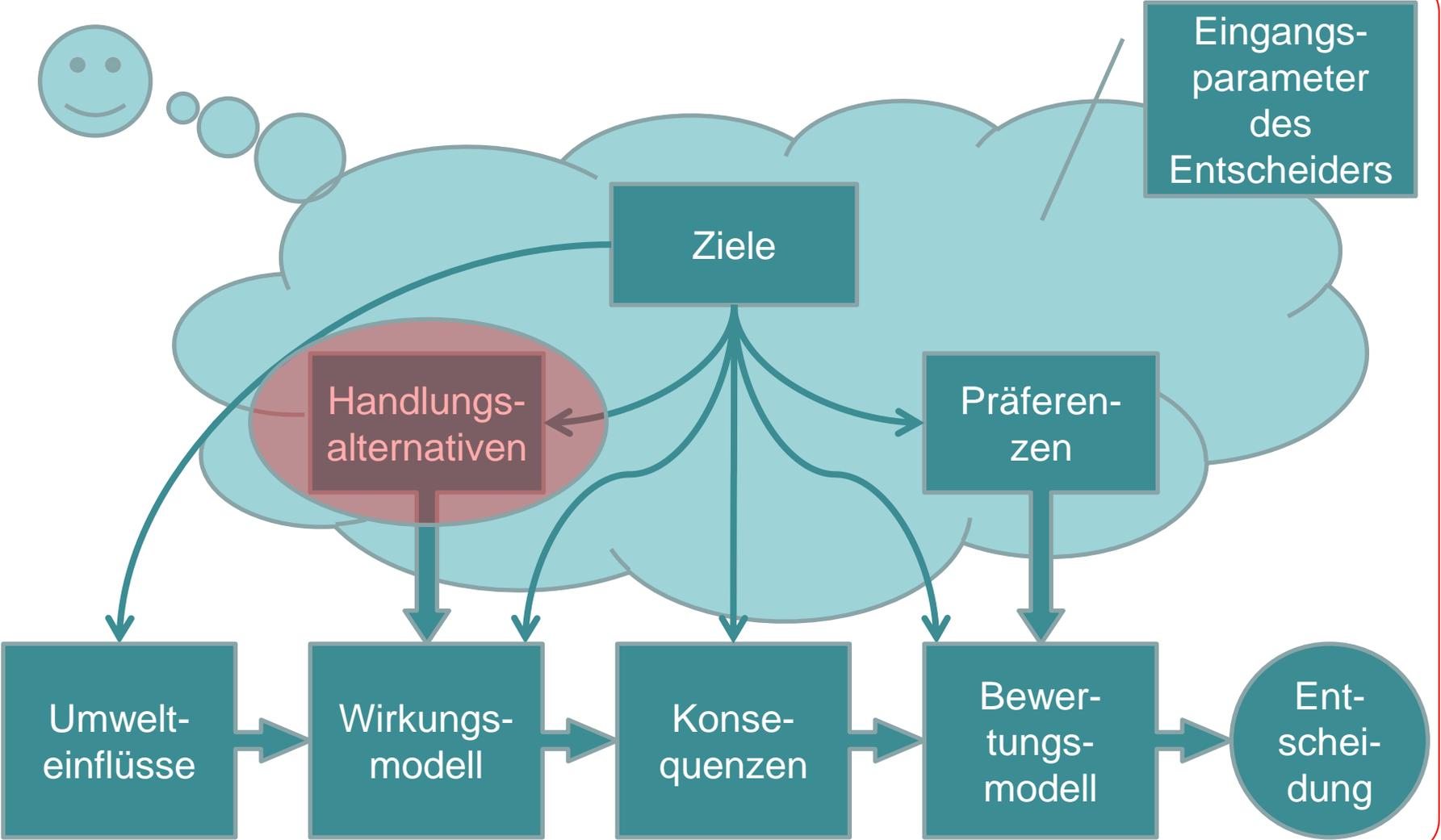
- die Suche / Generierung von Alternativen sollte sich am Zielsystem orientieren
- Orientierung an Ideal-Alternativen
- Einsatz von Kreativitätstechniken, z.B. Brainstorming
- Praxis: systematisch Suche nach Alternativen unterbleibt und zu wenige werden produziert



- Aussonderung von weniger guten Alternativen
  - jede Alternativenanalyse kostet Aufwand
  - Vorauswahl sinnvoll, wenn weniger aufwendig als vollständige Bewertung
  - Risiko: Verlust von guten oder besten Alternativen
  - Einführung von „Killer-Kriterien“
    - von außen, z.B. Gesetzeslage, i.O.*
    - selbst gesetzte: teilweise notwendig, kann aber wg. Rationalitätsdefiziten problematisch sein*

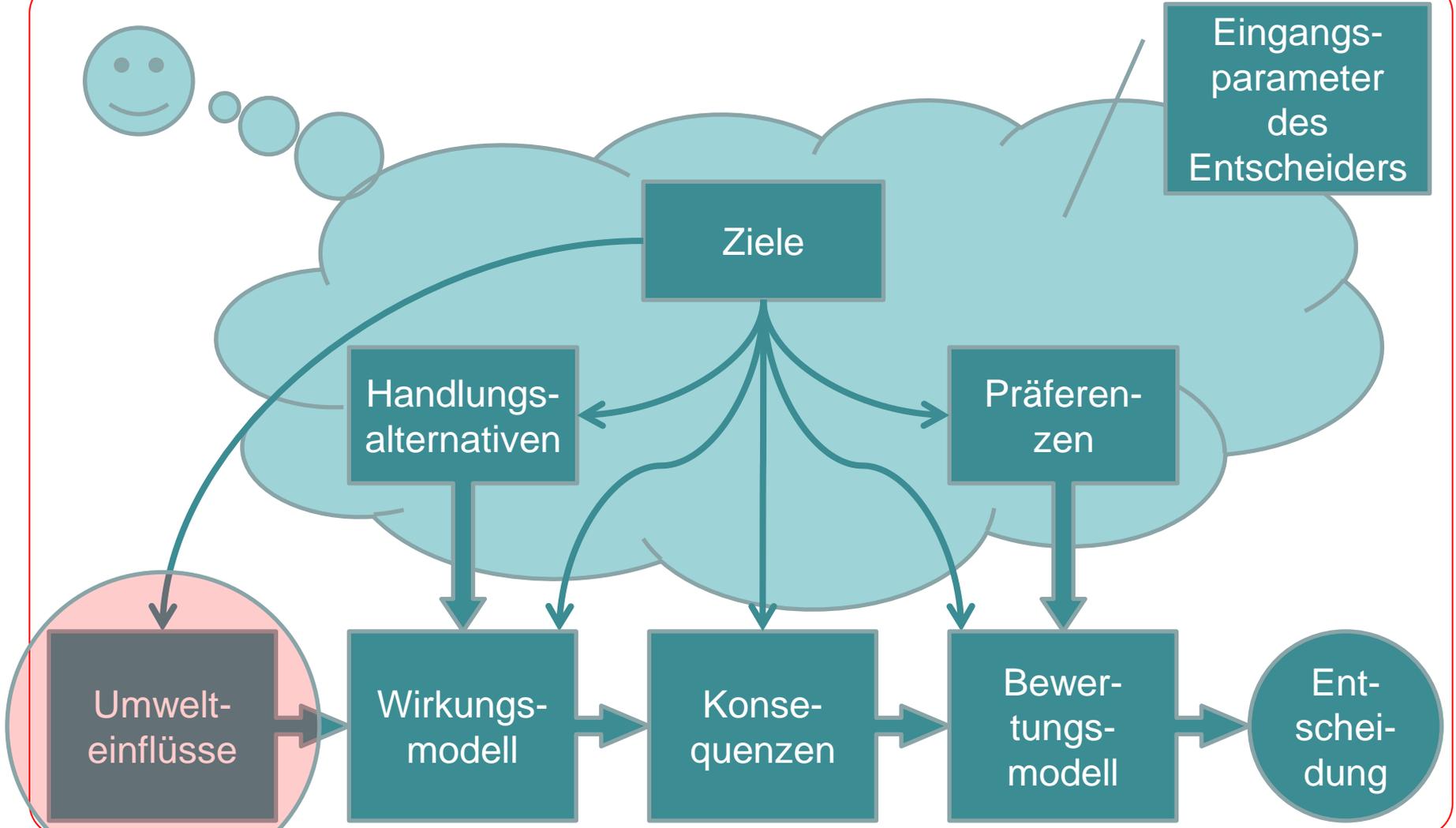


# das Entscheidungsproblem





# das Entscheidungsproblem





- Entscheidung unter Sicherheit
  - ein statischer Umweltzustand, z.B. Gesetzeslage
  - Konsequenz aus jeder Alternative ist klar
- Entscheidung unter Unsicherheit
  - Konsequenzen vom Entscheider nicht (vollständig) determinierbar
  - Umwelt enthält einen oder mehrere unsichere Tatbestände



- Modellierung unsicherer Tatbestände

- Menge von Ergebnissen, von denen genau eines eintreten wird

*die Ergebnismenge ist vollständig*

*die Ergebnisse schließen sich gegenseitig aus*

- Ergebnisse kommen vor

*als Ereignisse oder Zustände*

*diskret oder kontinuierlich*

- Ergebnisse haben eine Eintrittswahrscheinlichkeit





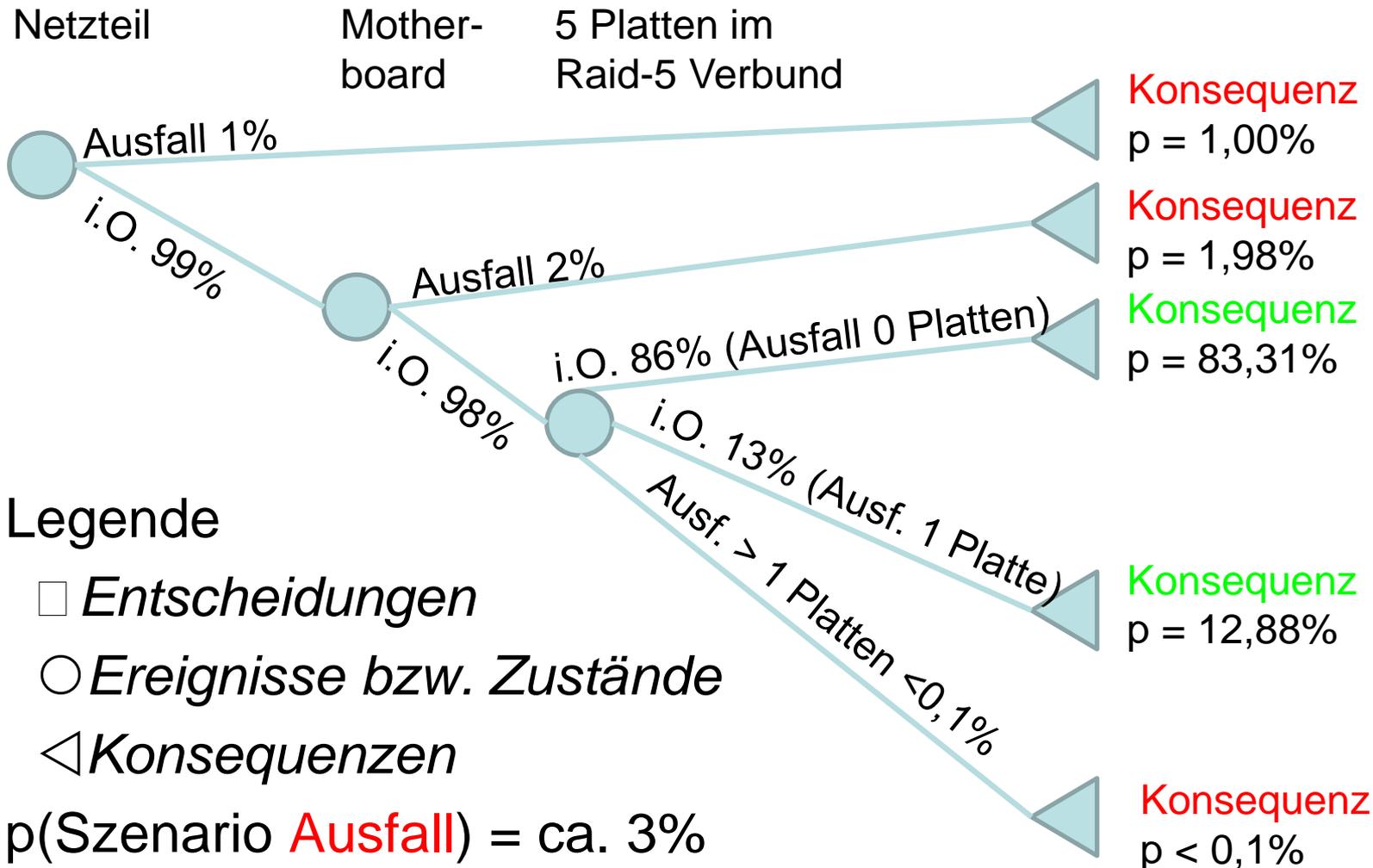
- Unsicherheit kann manchmal vernachlässigt werden
  - wenn klar ist, dass bei allen Umweltszenarien die gleiche Alternative optimal ist
  - wenn die Entscheidung leicht reversibel ist
  - ansonsten ist Unsicherheit oft das Kernproblem
- Arbeiten mit Szenarien
  - modellieren mehrere unsicherer Umwelteinflüsse
  - bei unabhängigen Ereignissen gilt

$$p(a,b) = p(a) \times p(b)$$



# Modellierung der Umwelt

## Visualisierung Ereignisbaum



### – Legende

□ Entscheidungen

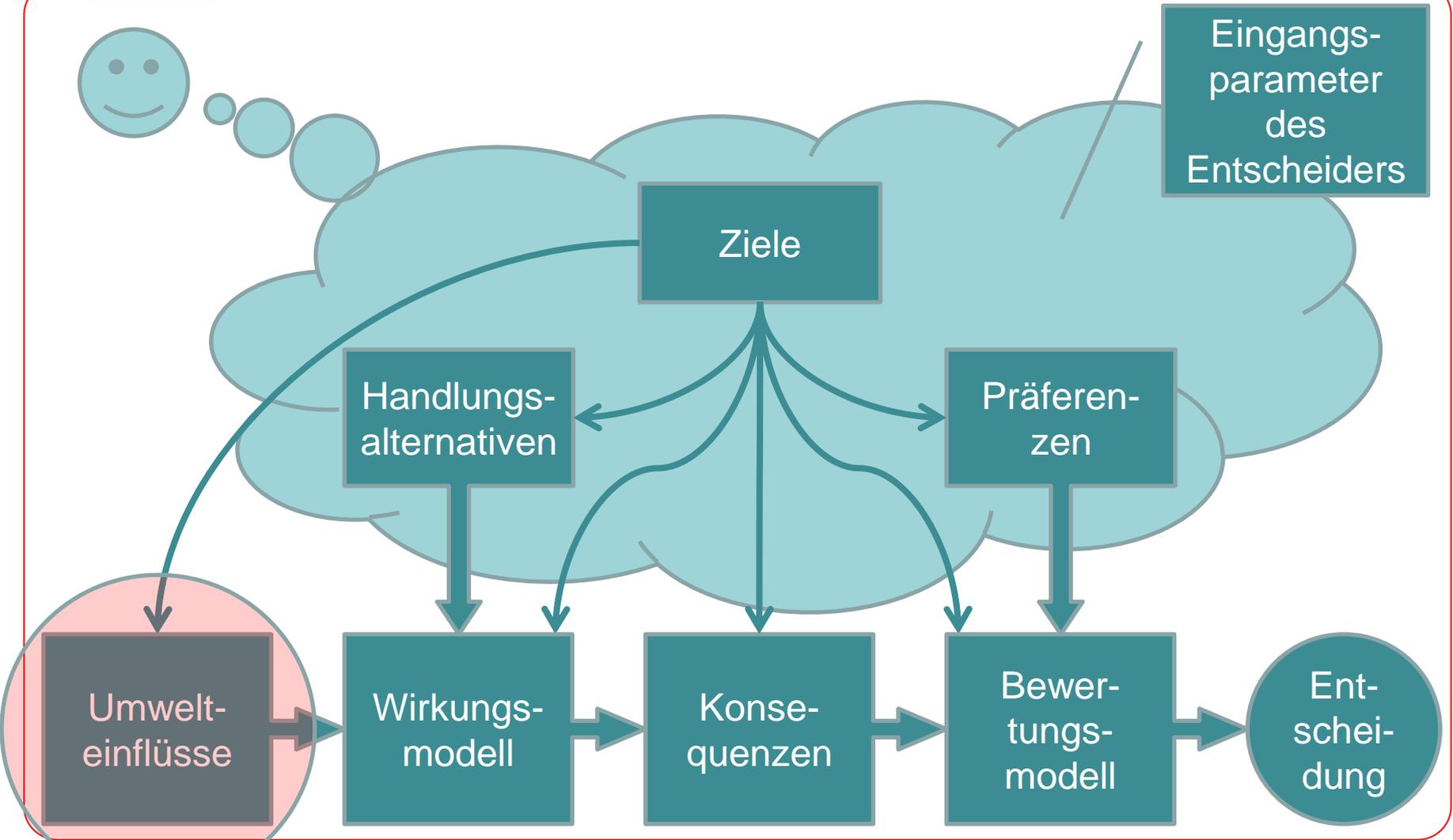
○ Ereignisse bzw. Zustände

◁ Konsequenzen

–  $p(\text{Szenario Ausfall}) = \text{ca. } 3\%$

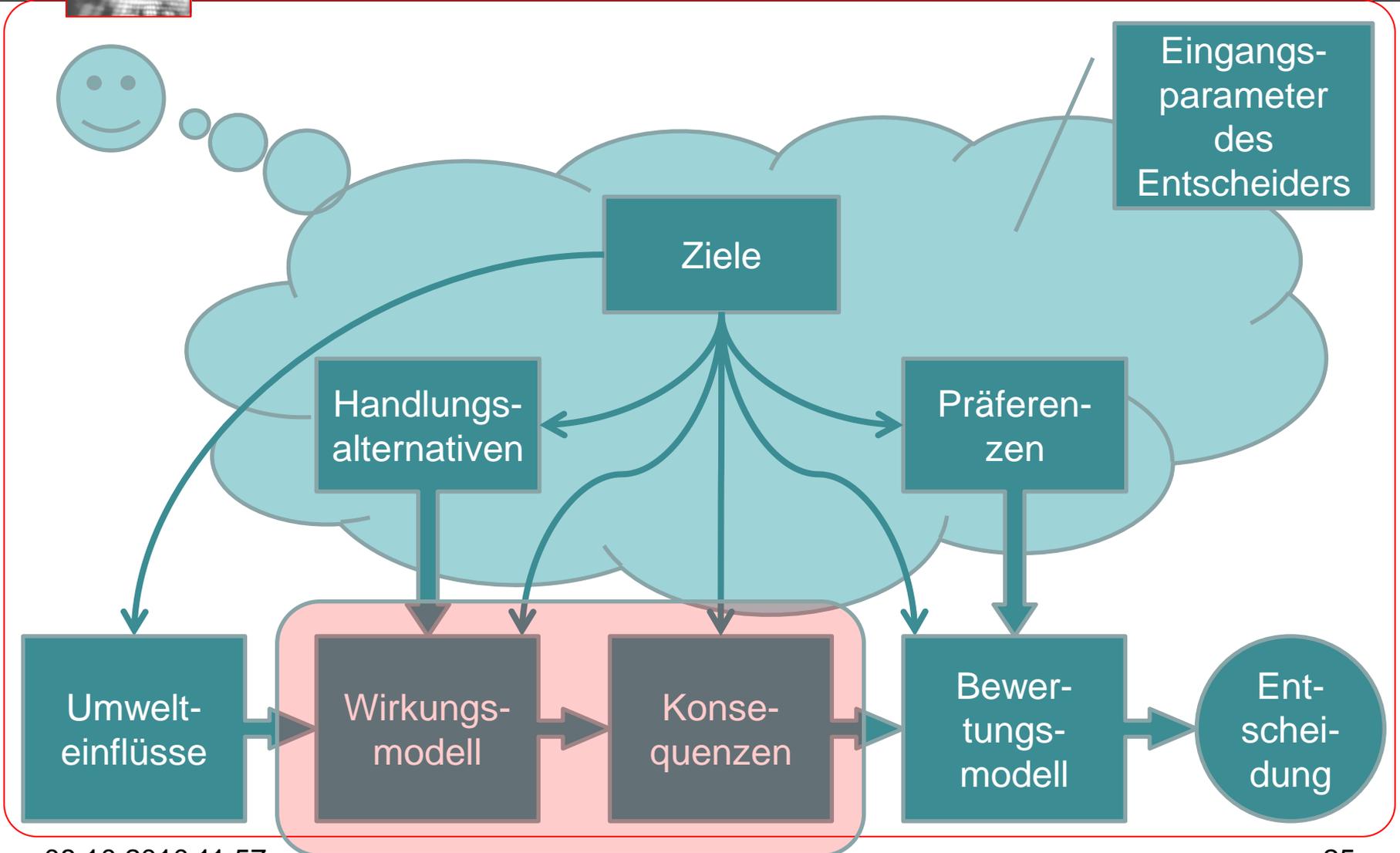


# das Entscheidungsproblem





# das Entscheidungsproblem



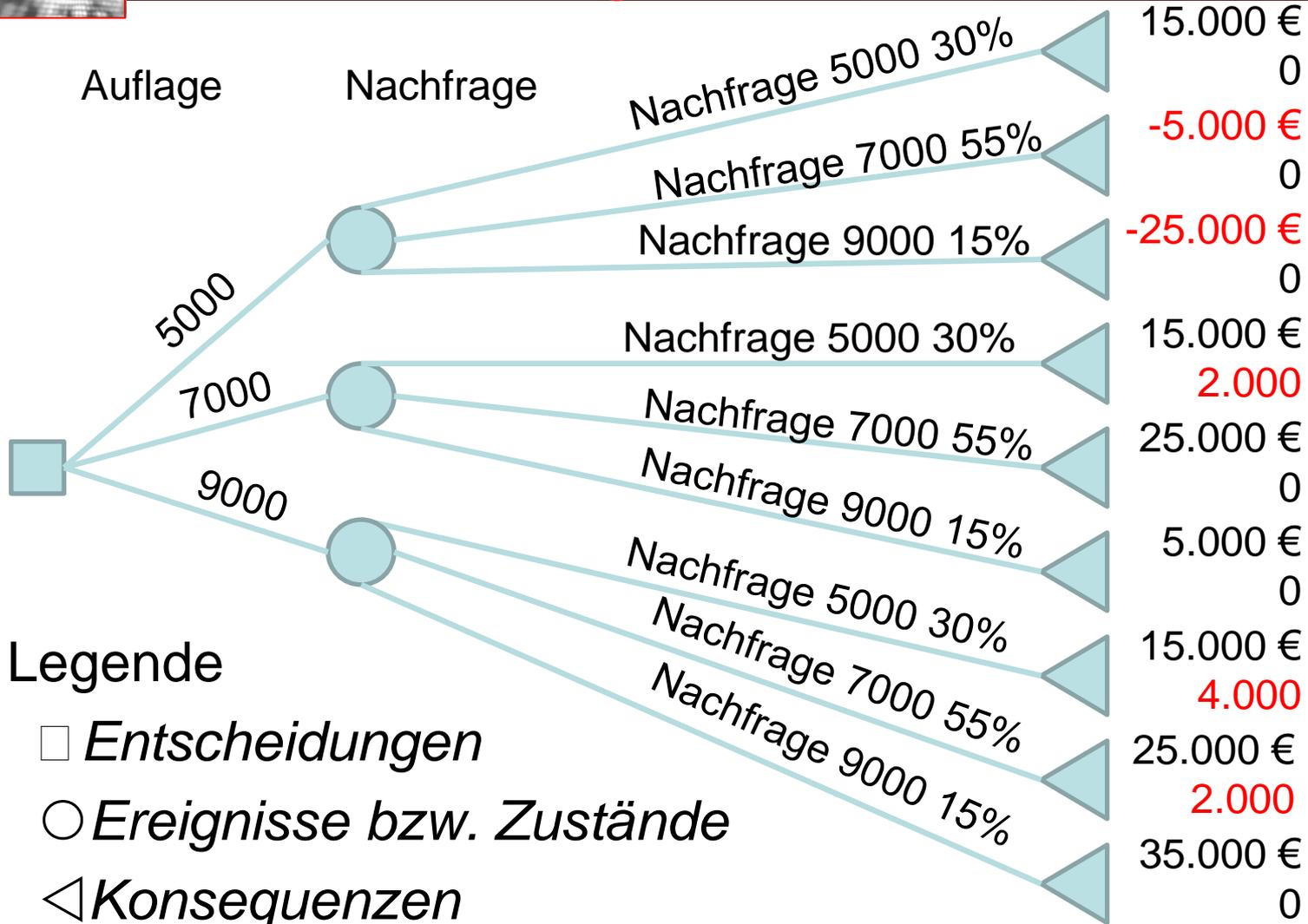


# Modellierung der Konsequenzen

- oft einfach / straight forward
- manchmal ist ein Wirkungsmodell nötig
  - typisch Gleichung / Gleichungssystem oder Algorithmus
  - dabei Festlegung, durch welche Zielgrößen die Konsequenzen beschrieben werden sollen
  - Beispiel: Auflageentscheidung eines Buchverlags
    - $Gewinn = \min(Auflage, Nachfrage) \times 15 \text{ €} - (10 \text{ €} \times Auflage) - 10.000 \text{ €}$
    - $Enttäuschung = \max(Nachfrage - Auflage, 0)$



# Visualisierung im Entscheidungsbaum



– Legende

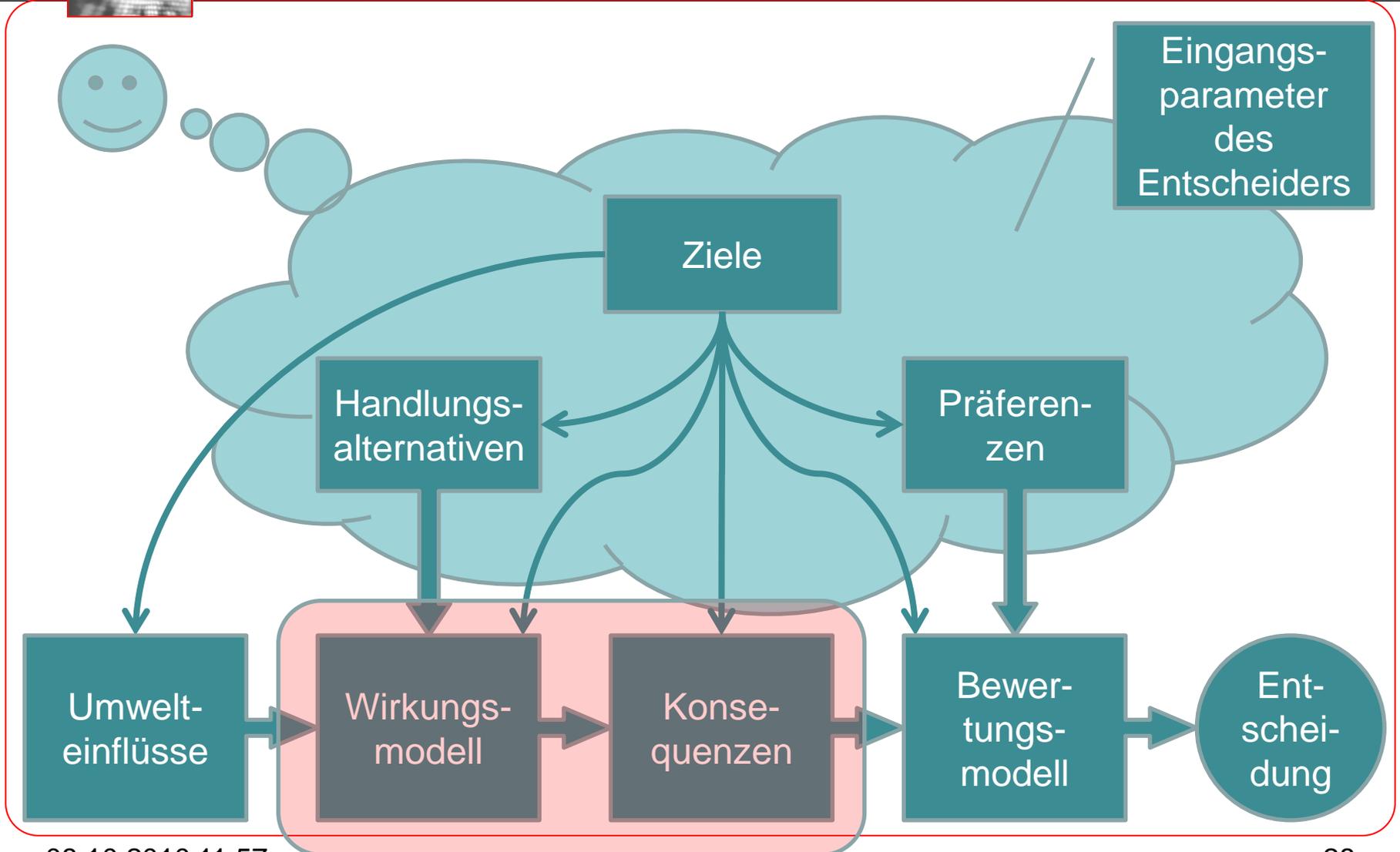
□ Entscheidungen

○ Ereignisse bzw. Zustände

◁ Konsequenzen

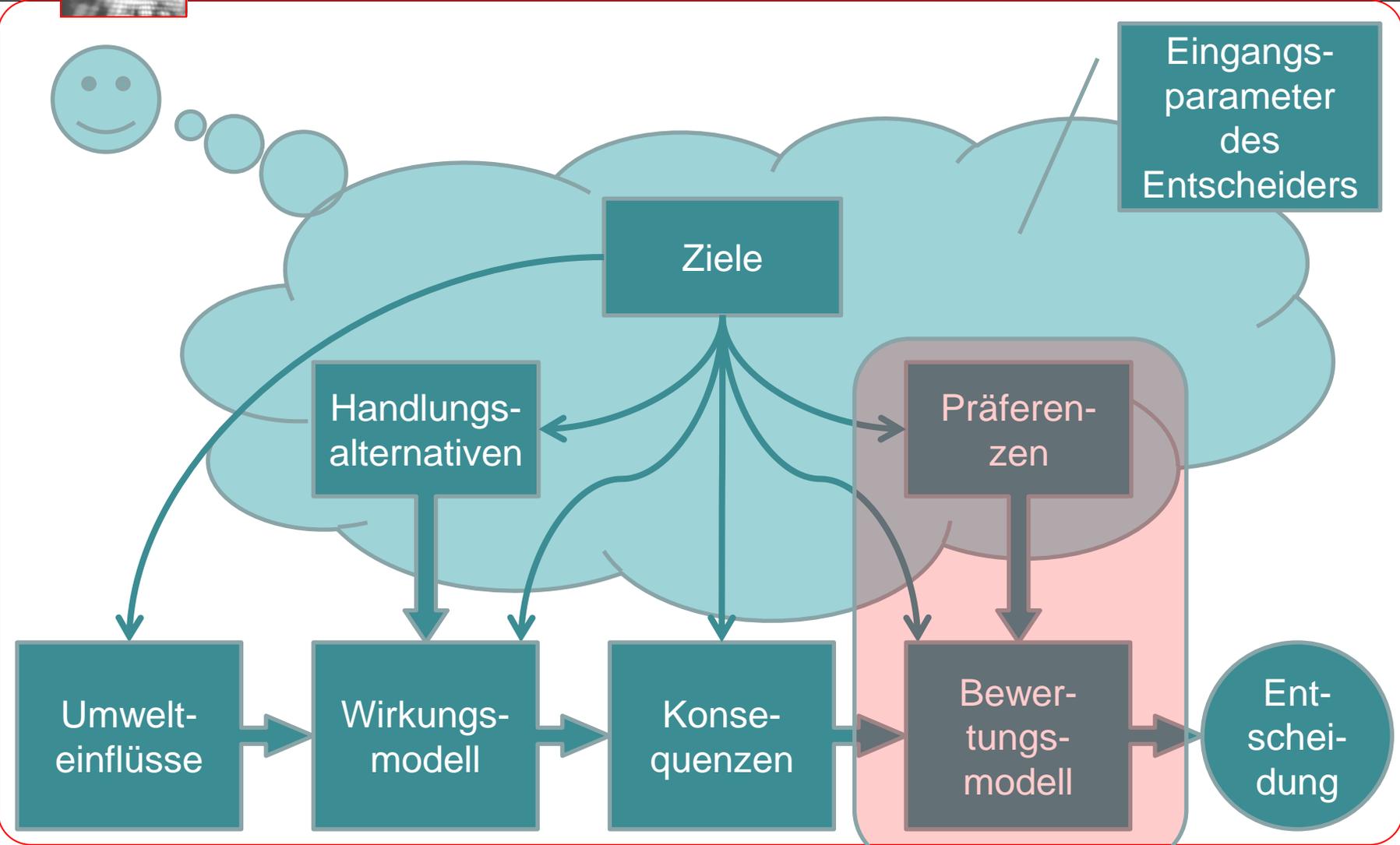


# das Entscheidungsproblem





# das Entscheidungsproblem





# Modellierung von Präferenzen und Bewertungsmodell



- Präferenzen
  - Einstellungen des Entscheiders zu Konsequenzen einer Entscheidung, nicht zu Alternativen
  - präferierte Alternative ist eine Folge daraus
- Bewertungsmodell
  - bildet Präferenz des Entscheiders bzgl. der Alternativen ab
  - Entscheidungen unter Sicherheit → Wertfunktion
  - Entscheidungen unter Unsicherheit → Nutzenfunktion



# Bewertungsmodell - Entscheidungen bei Sicherheit



- Wertfunktion bei einem Ziel
  - $f_{\text{Wert}}(\text{Alternative})$  = Maß für Alternativenpräferenz
  - ist die Funktion gefunden, ist die Entscheidung zu Gunsten der optimalen Alternative klar
  - Methodik: paarweiser Vergleich (Alternativenpräferenz / -indifferenzaussagen einholen)
- Wertfunktion bei mehreren Zielen
  - typisch: additives Modell mit Gewichtung von Zielattributen à la

$$f_{\text{Wert}}(\text{Alternative}) = \sum_{x=1}^{\text{Anz. Zielattribute}} \text{GewichtZielattribut}_x \times v_{\text{Wert}(x)}(\text{Zielattribut}_x)$$



# Bewertungsmodell – Entscheidungen bei Unsicherheit



- die Wahl einer Alternative hat nun  $n$  mit Wahrscheinlichkeiten hinterlegte Konsequenzen zu Folge
- optimale Entscheidung bedingt Kenntnisse über die Wahrscheinlichkeitsverteilung der Konsequenzen jeder Alternative





# Bewertungsmodell – Entscheidungen bei Unsicherheit



- Notwendigkeit der Quantifizierung von Wahrscheinlichkeiten
  - intersubjektiv eindeutig verständlich
  - manche tun sich schwer damit (Ärzte, Juristen, ...)
  - ermöglicht leichteres diskutieren und vergleichen
  - man kann damit rechnen
  - maximale Genauigkeit ist in unserem Fall nicht nötig, oft helfen schon Intervalle weiter



# Bewertungsmodell – Entscheidungen bei Unsicherheit

- bei Entscheidungen unter Unsicherheit wird ein weiterer Faktor wichtig, die Risikopräferenz
- Wertfunktion unter Sicherheit → Nutzenfunktion unter Unsicherheit
  - bildet den Wert einer Konsequenz UND den Risikoaspekt auf einer Skala von 0..1 ab

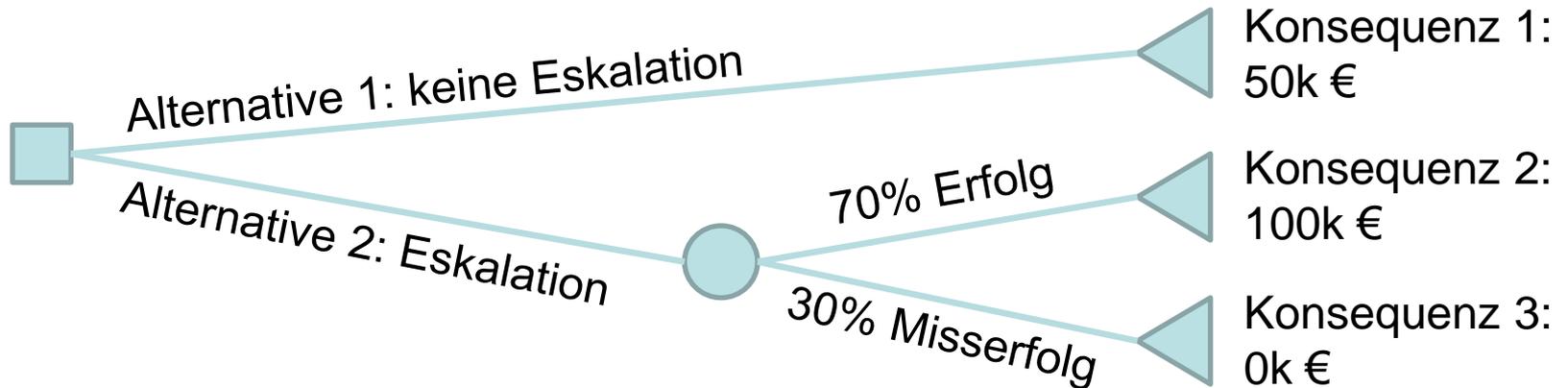
$$f_{\text{Nutzen}}(\text{Alternative}) = \sum_{i=1}^{\text{Anz.mögl.Konsequenzen}} p_i \times \text{Nutzen}(\text{Konsequenz}_i)$$

- bei mehreren Zielen: wieder additives Modell, jedoch eine Ecke komplexer als unter Sicherheit



# Entscheidungsbeispiel

## Budgetantrag für IT Projekt



Konsequenz	Nutzen
1 (50k €)	0,60
2 (100k €)	1,00
3 (0k €)	0,00

beste und schlechtestes  
Konsequenz auf 1 bzw.  
0 normiert

Nutzen Alternative 1:  $100\% \times 0,60 = 0,60$

Nutzen Alternative 2:  $30\% \times 0,00 + 70\% \times 1,00 = 0,70$



- komplexe Entscheidungen überfordern oft den „gesunden Menschenverstand“
- es gibt rationale, jedoch keine objektiv „richtigen“ Entscheidungen
- rationales Entscheiden bedeutet
  - prozedurale Rationalität
  - Einhaltung der Konsistenz / Widerspruchsfreiheit
  - ggfs. Dekomposition / Zerlegung in Teilprobleme
- Klarheit über Ziele ist zentrale Bedingung





- bei Entscheidung unter Unsicherheit
  - denken in Szenarien
  - Quantifizieren von Eintrittswahrscheinlichkeiten
  - Einsatz der Nutzenfunktion
- Fazit
  - Unser Ziel als Entscheider sollte auch bei Unsicherheit sein, stets rationale Entscheidungen zu treffen
  - Im Nachhinein betrachtet sind diese zwar nicht immer die besten Entscheidungen, doch maximieren Sie so die Chancen auf Erzielung der erwünschten Ergebnisse.



ab hier Backups





# Vortragsstruktur

- Einführung und Abgrenzung
- Klärung von Grundbegriffen
- die Modellierung von Entscheidungsproblemen
- Entscheidungen unter Sicherheit
- Entscheidungen unter Unsicherheit
- Zusammenfassung / Fazit



# Visualisierung in Entscheidungsmatrix

		unsicherer Umwelteinfluss Nachfrage (N)					
Handlungsalternative Auflage (A)	4.000 (0,10)	5.000 (0,15)	6.000 (0,15)	7.000 (0,30)	8.000 (0,20)	9.000 (0,10)	
5.000	0 € 0	15.000 € 0	15.000 € 1.000	15.000 € 2.000	15.000 € 3.000	15.000 € 4.000	
7.000	-20.000 € 0	-5.000 € 0	10.000 € 0	25.000 € 0	25.000 € 1.000	25.000 € 2.000	
9.000	-40.000 € 0	-25.000 € 0	-10.000 € 0	5.000 € 0	20.000 € 0	35.000 € 0	



# Grundprinzipien des rationalen Entscheidens



- prozedurale Rationalität
  - das richtige Problem
  - angemessener Informationsaufwand
  - systematische Bildung von Zielen / Präferenzen
- Einhaltung Konsistenz / Widerspruchsfreiheit
  - Zukunftsorientierung
  - Transitivität
  - Invarianz
  - Unabhängigkeit von irrelevanten Alternativen
- Dekomposition / Zerlegung in Teilprobleme