



# **Systemdenken und Gestaltungsmethodik**

## **Lösungsauswahl durch Bewertung**

Prof. Dr.-Ing. Stefan Brunthaler  
TFH Wildau 2006ff  
Master Telematik

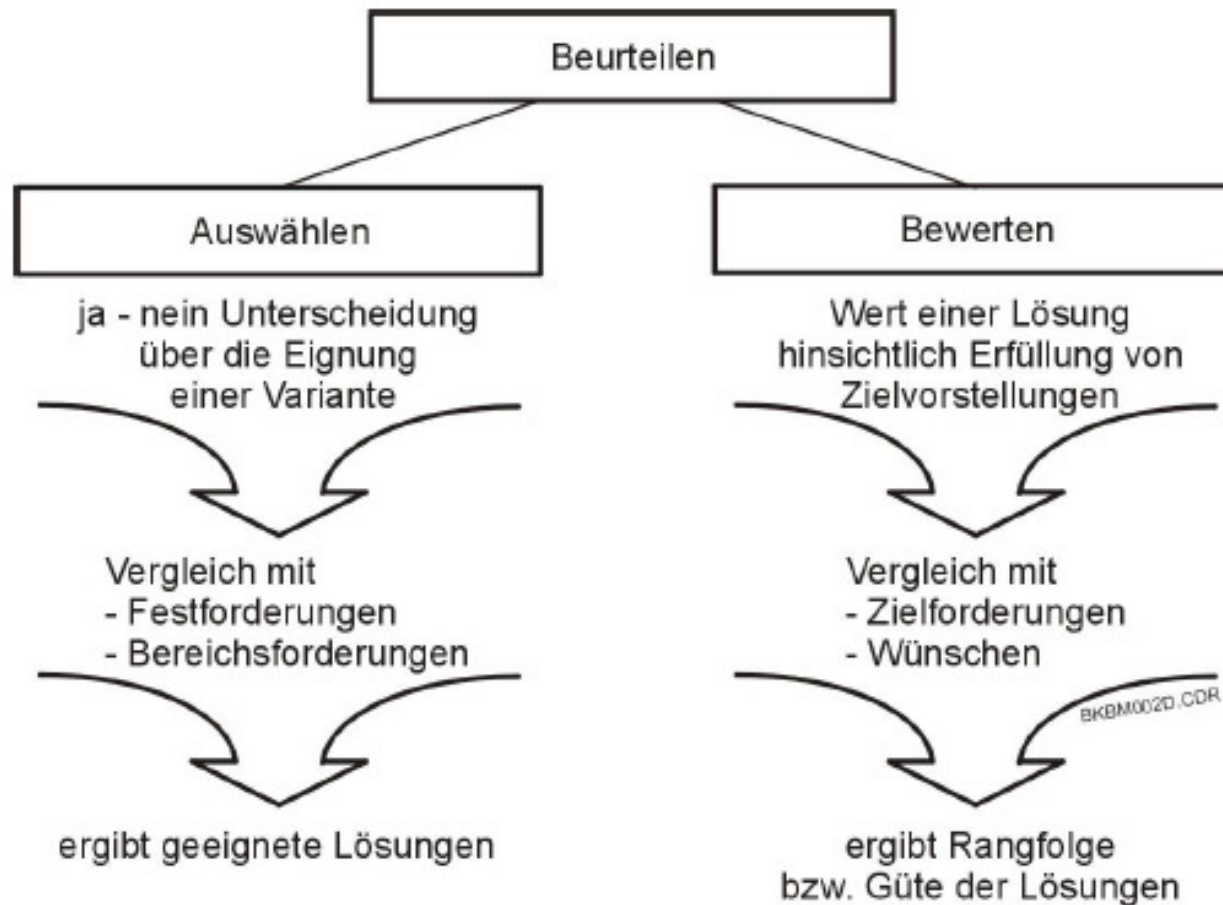
# Was war nochmal das „Ziel“?

- Erst war die Vision,
- Daraus folgten konkrete Anforderungen,
- Projektziel = **Umsetzung der Vision durch die Erfüllung der Anforderungen,**
- Zielerreichung muss **gemessen** werden!

# Vorgehensweise (reloaded)

- „Unmögliche“ Lösungs-Kombinationen herausfiltern
- Machbare Lösungs-Kombinationen dokumentieren und zu Konzepten ausarbeiten
- Lösungs-Konzepte methodisch bewerten

# Auswählen vs. Bewerten



# Methoden und Standards

- Methode: „Nutzwertanalyse in der Systemtechnik“ nach Zangemeister
- Standard: Technisch-wirtschaftliche Bewertung nach VDI 2225
- NWA ist genauer, aber auch aufwändiger -> für komplexe Projekte

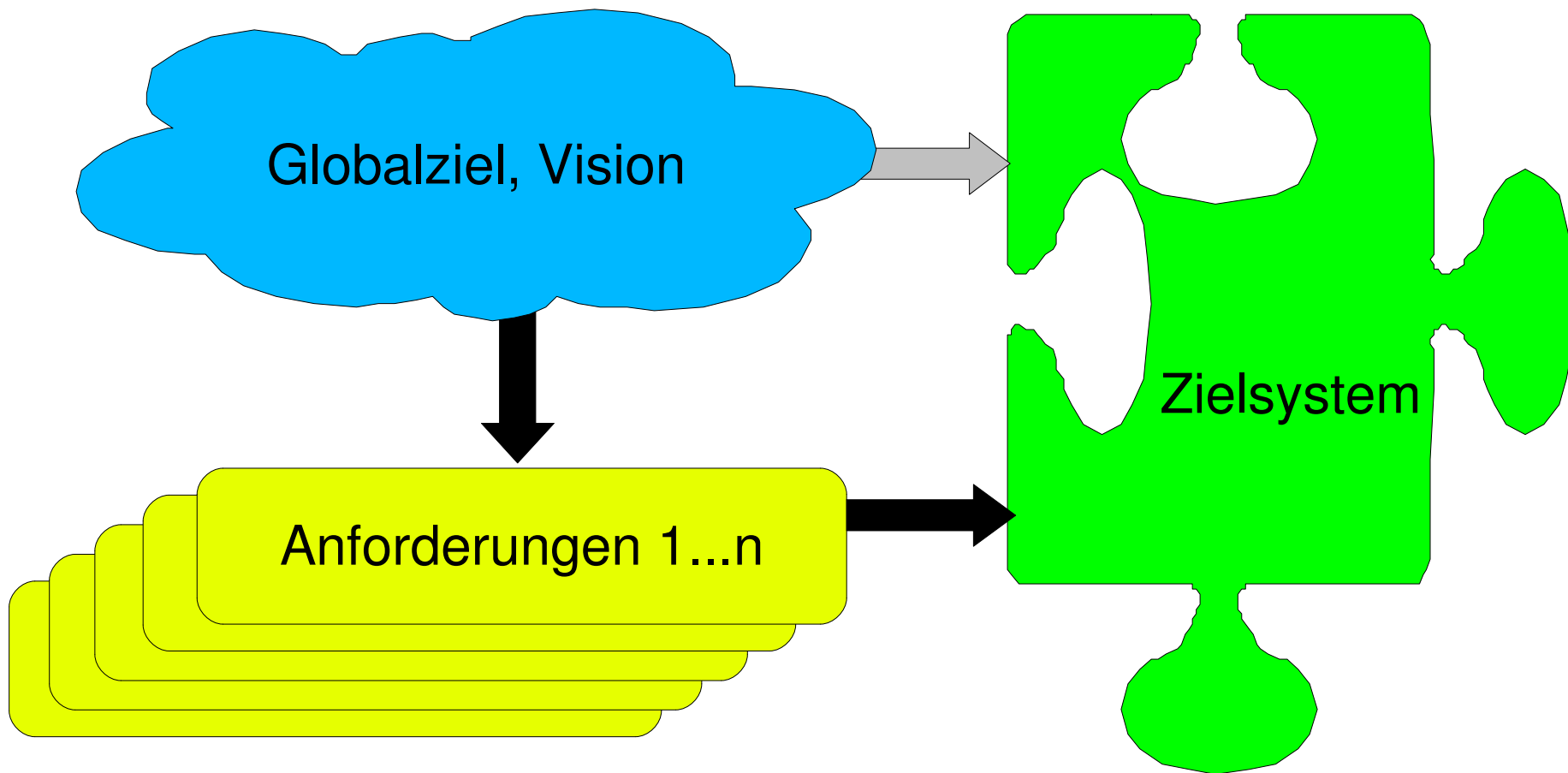
# Anforderungen vs. Ziele

- Anforderungen aus dem Lastenheft:
  - Objektiv, quantitativ, messbar
- Ziele werden aus Anforderungen und „weichen“ Überlegungen abgeleitet:
  - Eher subjektiv, qualitativ
  - statt „messbar“ -> „bewertbar“
  - Erfüllungsgrad der Anforderungen

# Einzelsschritte

- Ziele ermitteln und Hierarchie aufbauen
- Ziele stufenweise gewichten
- Gewichtungen untereinander abgleichen
- Zielerreichung bewerten (Punkte 0...10)
- Aufwände ermitteln (Punkte 0...10)
- Gesamt-Nutzwert/Aufwand berechnen
- Nutzen/Aufwands-Rangfolge bilden

# Entstehung von Zielen



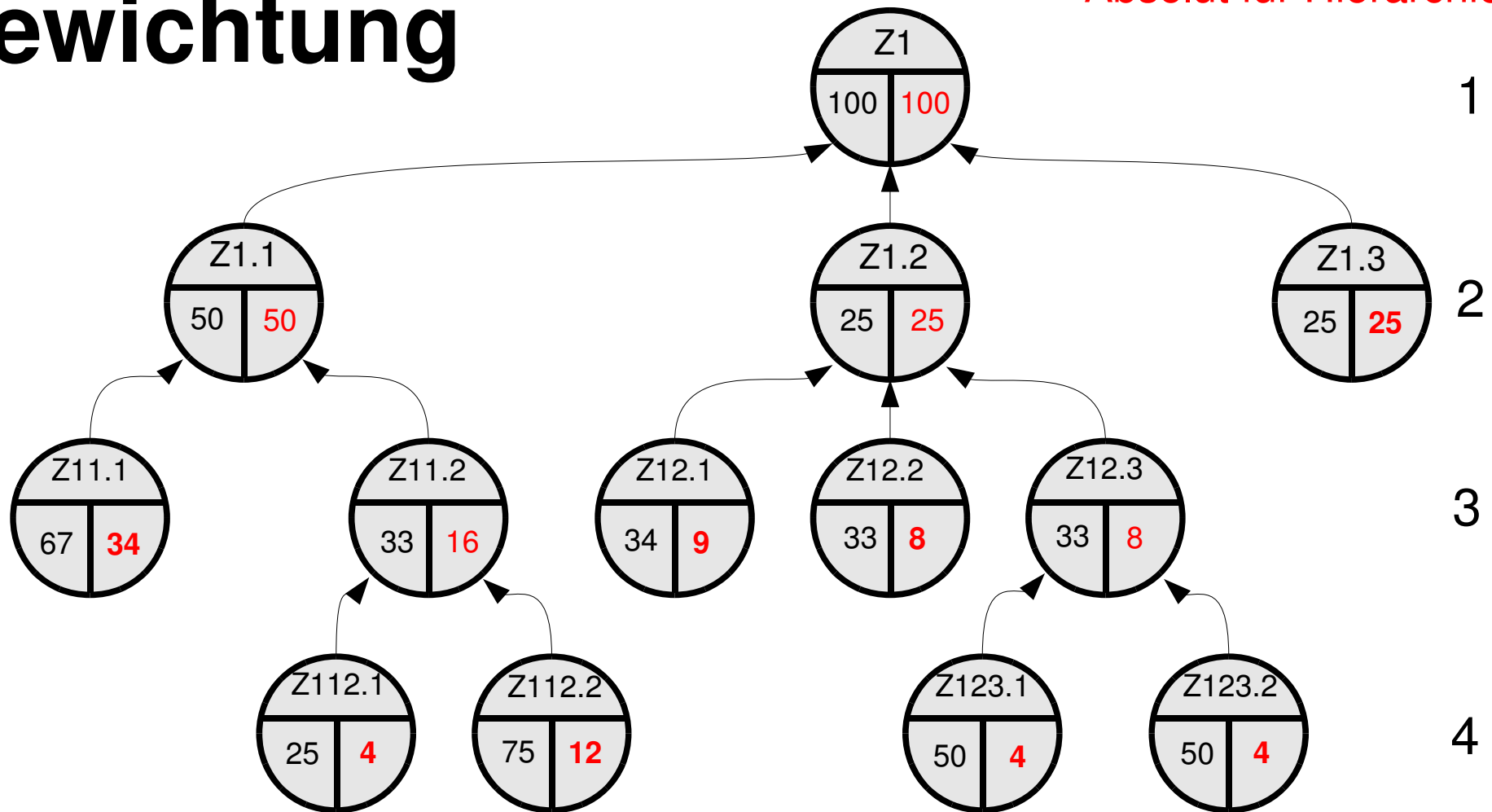
# Hauptziele (Beispiele)

- Funktionale Ziele
- Performance-Ziele
- Zuverlässigkeits-Ziele
- Qualitäts-Ziele
- ... bei Bedarf weitere ...

# Ziel-Hierarchie, Gewichtung

Relativ in Ebene

Absolut für Hierarchie



# Abgleich der Gewichte

- Bei komplexen Systemen erhält man viele Ziele und Teilziele
- Die Gewichtung der Teilziele muss möglichst objektiv sein
- Methode: Paarweiser Vergleich – ist Teilziel 1.2.3.4 wichtiger als 1.3.5.1?
- Aufwändig, aber nötig!

# Beurteilung

- Eigenschaftsgrößen ermitteln
  - Z.B.: Downtime für Datensicherung
- Bewertungslisten aufstellen (Skalierung)
  - Z.B.: Nie = 10 Pkt., 5 Std. = 0 Pkt.
- Punkte verteilen
- Analoge Vorgehensweise zur Aufwands-Abschätzung der Varianten!

# Gesamt-Nutzwert

- Der Gesamtnutzwert errechnet sich aus der Summe aller Teilziel-Punktwerte multipliziert mit dem jeweiligen Teilziel-Gewicht.
- Das Nutzen-Kosten-Verhältnis erhält man durch Division durch den Gesamt-Aufwand.

# Wirtschaftliche Bewertung

- Jede Variante insgesamt beurteilen
- Trennen nach Aufwandsarten:
  - Entwicklungsaufwand,
  - Herstellungsaufwand,
  - Betriebsaufwand.
- Jeweils gewichten und beurteilen,
- Skala schätzen.

# Wertigkeiten

- Technische und wirtschaftliche Wertigkeiten sind zu betrachten
- Relative Wertigkeit: Varianten werden untereinander verglichen
- Absolute Wertigkeit:
  - Bilden eines optimalen „Bezugswertes“, z.B. minimales Invest-Volumen Kunde
  - Diesen Bezugswert durch aktuelles Ergebnis der Variante(n) teilen

# Wertigkeits-Diagramm

- VDI 2225 schlägt ein s-Diagramm vor
- Man trägt die technische und wirtschaftliche Wertigkeit in einem Diagramm auf
  - X-Achse: Technische Wertigkeit
  - Y-Achse: Wirtschaftliche Wertigkeit
- Ermittlung der Wertigkeiten aufwändig

# Morphologischer Kasten

|                   | Lösung 1    | Lösung 2            | Lösung 3            | Lösung 4                    | Lösung 5        |
|-------------------|-------------|---------------------|---------------------|-----------------------------|-----------------|
| Energie speichern | Batterie    | Feder               | <b>Gewicht</b>      | Flüssigkeit                 | Sandkörner      |
| Takt erzeugen     | Quarz       | Unruhe              | <b>Pendel</b>       | Portionsbecher              |                 |
| Takte zählen      | Zähler-Chip | Getriebe            | <b>Getriebe</b>     | Reservoir                   |                 |
| Uhrzeit anzeigen  | Nixi-Röhre  | <b>Mech. Zeiger</b> | <b>Leuchtfelder</b> | Schwimmer an linearer Skala | Füllstand/Skala |

Wir haben jetzt 3 mögliche Lösungskonzepte ...

# Verträglichkeits-Matrix

... durch die Verträglichkeits-Matrix verifiziert.

|                   | Batterie | Feder            | Gewicht   |
|-------------------|----------|------------------|---|
| Quartz-Oszillator | Ja       | n/a              | n/a   |
| Unruhe            | n/a      | Ja, mit Getriebe | Ja, wenn Unruhe senkrecht liegt und/oder mit Getriebe |
| Pendel            | n/a      | Ja, mit Getriebe | Ja, mit Getriebe                                      |

# Bewertungs-System

| Eigenschaft                  | Gewicht | Skala                            | Quartzuhr  |     | Armbanduhr |     | Omas Standuhr |     |
|------------------------------|---------|----------------------------------|------------|-----|------------|-----|---------------|-----|
|                              |         |                                  | Pkt.       | P*G | Pkt.       | P*G | Pkt.          | P*G |
| Hohe Genauigkeit             | 30,00%  | Hoch=10                          | 8          | 2,4 | 5          | 1,5 | 7             | 2,1 |
| Grosse Gangreserve           | 30,00%  | 1 Tag = 1,<br>>=10 Tage = 10     | 10         | 3   | 3          | 0,9 | 7             | 2,1 |
| Kleine Bauform               | 10,00%  | Klein = 10                       | 8          | 0,8 | 10         | 1   | 5             | 0,5 |
| Unempfindlich gegen Bewegung | 10,00%  | Statisch = 1,<br>Beliebig = 10   | 10         | 1   | 9          | 0,9 | 3             | 0,3 |
| Umweltfreundlich             | 10,00%  | Hoch = 10                        | 1          | 0,1 | 10         | 1   | 10            | 1   |
| Hohe Attraktivität möglich   | 10,00%  | Spießig = 1,<br>Extravagant = 10 | 8          | 0,8 | 6          | 0,6 | 1             | 0,1 |
| <b>Endergebnis:</b>          |         |                                  | <b>8,1</b> |     | <b>5,9</b> |     | <b>6,1</b>    |     |

Es gewinnt die Digitaluhr mit extravagantem Display...

# Ein mögliches System...



Über das Feindesign  
war noch nichts gesagt  
worden!

War die Bewertung  
wirklich neutral?

Bildquelle: <http://shop.timeevolution.de/>