

Allgemeines:

gedauerte Vorwegnahme zutrifft. Handelt es sich um die Wahl von Alternativen und Entscheidung für den günstigsten Weg?

- Notwendigkeit d. Planungs einschätzung Konsequenzen unteren Handeltus
- ZIEL: Entwicklung Handlungsempfehlung und Bewertungskriterien zur Beurteilung d. Konsequenzen

↳ Planungsproblem:

- **Einschätzungen & Entscheidungsfeldern**
- **Ziele**
- **Planungszeitraum**

operativ (k, m)  
taktisch (0,5 - 2 Jahre)  
strategisch (2 - 10 Jahre)

Planungs-  
frequenz

aber rechtig  
Brauchbarkeit etc.

- Qualitative & Quantitative Planung (math.)
- Realsystem → Modell → Modellevaluation → Rückkopplung

Netzplantechnik:

- Beschreibt: Projektplanung bzw. Übergangsverhalten in Systemen

„Netzplan“:

- Bewertetes Digraph mit  $1 \times Q$  &  $1 \times S$
- Bewertung von Pfeil ODER Knoten
- keine isolierten Knoten

„Ereignis“:

- Zustand, in welchen Vorgänge beginnen od. enden

„Vorgang“:

- Einzelereignisse / Teile

„Projekt“:

- Vorhaben aus Vorgängen & Ereignissen mit einer bestimmten Reihenfolge

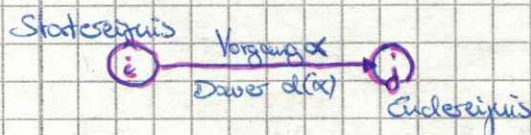


Grundregeln:

- 1.) Nur eine Quelle
- 2.) Immer eine Senke festgelegt
- 3.) Scheinvorgänge, da keine parallelen Pfeile erlaubt
- 4.) " für Überkreuzbeziehungen
- 5.) " für Vorgangsbeziehungen

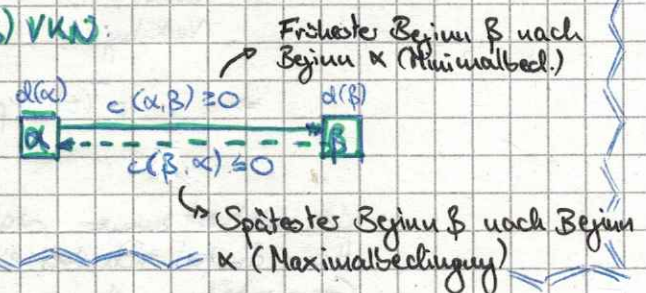


**A) VKN:**



↳ keine Zyklen

**B) VKN:**



↳ Nur Zyklen  $\sum \leq 0$

{ Der kritische Weg ist der, bei welchem Knoten einen identischen Puffer zum Schlussereignis/-vorgang haben }

- ▷ Exakt
- ▷ Näherung
- ▷ Heuristik
- ▷ Simulation



II

• Bezeichnungen:

PD

Projektdauer; maximaler Weg von Anfang bis Ende

FAZ(FEZ)

Frühester Anfangs- (End-) Zeitpunkt bei Einhaltung PD ( $FEZ = FAZ + d$ ) ( $= c_j$ )

SAZ(SEZ)

Spätester Anfangs- (End-) Zeitpunkt ( $SEZ = SAZ + d$ ) ( $c_j - c_i$ )

GP

Maximal mögliche Zeitverschiebung eines Vorgangs unter Einhaltung PD ( $GP = SAZ - FAZ = SEZ - FEZ$ )

↳ Bestimmung der maximalen Wege im Digraphen mit dem Triplealgorithmus  
↳ Muss topologisch sortiert sein!

• Zeitplanung:

• Wenn deterministische Daten & zyklenfrei

↳ CRITICAL PATH METHOD

I) Knackfortschritt mit Knoten-Max

II) Rückwärtsrechnung mit Knoten-Min

⇒ Verringerung von DLZ:

• Verringerung Übergangszeit hr. Vorgänge durch Priorisierung

• Überlappende/Geteilte Bearbeitung

• Stochastik & Markovketten:

• Definierte Zustandsräume mit Übergangswahrscheinlichkeiten

• Stochastische Kette: Betrachtet vollkommene Vergangenheit (WK-Verteilung)

• Markovkette: immer mit Betrachtung d. letzten Vergangenheitzustandes (Übergangswk)

• homogene: WK sind zeitunveränderlich

⇒ Zeitverlauf:

$$p^T(1) = p^T(0) \cdot P$$

Zweite Verteilung
1. Verteilung
→ Übergangsmatrix

$$\Rightarrow p^T(t) = p^T(0) \cdot P^t$$

• Es existiert immer „stationäre Verteilung“, allerdings nicht immer eindeutig. Hierin ändert sich bei einer un-1'ten Iteration nichts.

• Grenzverteilung mit  $\lim_{t \rightarrow \infty}$  Stat. Vert. ist Grenz V. zu sich selbst. Grenz V. ist stationär, aber nicht stationär. Grenzverteilung  $\neq$  stationäre Verteilung

ergodisch ...

- ...  $\in$  genau eine stat. Verteilung
- ...  $\in \mathbb{R}_+$  so dass  $p^t$  eine Spalte  $\geq 0$  besitzt
- ...  $\in$  genau eine Grenzverteilung unabhängig von  $p(0)$



# Warteschlangen:

- Filo, Eine Warteschlange, Wartezeit nicht begrenzt
- Ankunftsstrom & Bedienungsrate Poisson-Verteil.
- Verteilung von Kunden im System (L) zeitlich konstant

$X(1)$  ... Anzahl Kunden 1ZE  
 $E(X(1))$  ...  $\lambda$ , Ankunftsrate = mittlere Anzahl ank. Kunden  
 $Y(1)$  ... Anzahl abgef. Kunden 1ZE  
 $E(Y(1))$  ...  $\mu$ , Bedienungsrate  
 $S$  ... Bedienzeit (Exponentialverteilt)  
 $E(S) = \frac{1}{\mu}$  ... mittlere Bedienzeit

MIM1 - System (Filo/1/∞ // Ankunfts  $P_0(x)$  // Bedienung  $P_0(x)$ )

MIM1 - System im GG (  $\mu$  //  $P(L) = \text{konstant}$  )

$\rho = \frac{\lambda}{\mu} < 1$  ... Auslastungsgrad  
 $L_q$  ... Länge Warteschlange ohne Bediente  
 $V$  ... Verteilung d. Kunden im System  
 $W = V - S$  ... reine Wartezeit

$\Rightarrow P(L \geq 1) = \rho$   
 $P(L \geq k) = \rho^k$   
 $P(L = k) = \rho^k \cdot (1 - \rho)$   
 $P(L \leq k) = 1 - \rho^k$

| Länge Warteschlange  | Mittlere Anzahl Kunden im System                               |
|----------------------|----------------------------------------------------------------|
| $L = 0, 1$           | $E(L) = \frac{\rho}{1 - \rho} = \frac{\lambda}{\mu - \lambda}$ |
| $L = 1, 2, 3, \dots$ |                                                                |

| Mittlere Warteschlangenlänge:                                                                       | Mittlere Zeit im System:         | Mittlere reine Wartezeit:                                                                     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|
| $E(L_q) = \frac{\rho^2}{1 - \rho} = \frac{\lambda^2}{\mu \cdot (\mu - \lambda)}$<br>$= E(L) - \rho$ | $E(V) = \frac{1}{\mu - \lambda}$ | $E(W) = E(V) - E(S) = \frac{\lambda}{\mu \cdot (\mu - \lambda)} = \frac{\rho}{\mu - \lambda}$ |

## Lineare Programmierung:

<sup>SPRACH</sup>  
 $\Rightarrow$  Bestimmung von **Extrema** einer **linearen Funktion** (Z-Funktion) mit **mehreren Unbekannten**, unter Beachtung einer **bestimmten Anzahl an Nebenbedingungen**

$\Rightarrow$  Alle Lösungen die NB erfüllen zulässig  $\Rightarrow$  NICHT optimal  $\Rightarrow$  Simplex/graphisch + Sensitivitätsanalyse

### linear

#### Proportionalität:

Zielfunktionswert & Ressourcenverbrauch **gleiches** Ausmaß (keine Ratsche etc.).

#### Additivität:

**Entscheidungsvariablen unabhängig** (Gesamt =  $\oplus 2V$ )

### Graphisch:

- 1.) Zulässiger Bereich
- 2.) Verschieben Zielgerade

### Analytisch: Simplex

## Graphische Sensitivitätsanalyse:

mit  $Z = c_1x_1 + c_2x_2$  | Bereich % in welchem sich Optimum NICHT ändert.

$\hookrightarrow$  Ermittlung aus **angrenzenden Restriktionen** **Steigung 1 =  $\frac{c_1}{c_2}$  = Steigung 2**



II

## Variation der Ressourcenbeschränkungen:

- Ermitteln der **nächstgelegenen Optimalpunkte**
- Einsetzen dieser **NO** in die zu **minimierende NB**
- Bereich der Ressource für welchen sich Lösungsträger nicht ändert

! **Veränderung einzelner Erreichen eines vorhandenen OF oder Erzeugen eines Neuen!**

## Schattenspreis:

• Berechnung aus Lösigkeitsbereichen von Ressourcen

$$Y_{R_i} = \frac{\text{Zielfunktionsänderung im BzR}}{\text{Veränderung d. Menge } R_i} = \frac{a_i}{c_i} \quad (\text{Opf.-Kosten})$$

"Änderung z.F.W. wenn Änderung Ressource; um eine Einheit ohne Veränderung Optimallösung"

## Simplex:

- 1974 von Dantzig
- auch bei n-Varialen anwendbar; geprüft alle Eckpunkte
- immer nur Maximieren & Schlupfvariablen
- Bzw. = abgeschlossenen, konvexen Punktmenge! (jede Vert. Strecke  $\leq$  Bzw.)

⇒ Normalform & kanonische Form!

↳ Schlupfvariablen = 0 in ZF / alle anderen  $\neq 0$

↳ in Matrix A Einheitsmatrix bei  $c_1/c_2$

↳ RHS  $\geq 0$

|                       |       | Strukturvar. |       |       |       |       |       |       |       | RHS      |
|-----------------------|-------|--------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|----------|
|                       |       | $x_1$        | $x_2$ | $x_3$ | $x_4$ | $x_5$ | $x_6$ | $x_7$ | $x_8$ |          |
| "n"<br>Basisvariablen | $x_5$ |              |       |       |       | 1     | 0     | 0     | 0     | $\alpha$ |
|                       | $x_6$ |              |       |       |       | 0     | 1     | 0     | 0     | $\beta$  |
|                       | $x_7$ |              |       |       |       | 0     | 0     | 1     | 0     | $\gamma$ |
|                       | $x_8$ |              |       |       |       | 0     | 0     | 0     | 1     | $\delta$ |
| Z                     |       | -3           | -5    | -1    | -2    | 0     | 0     | 0     | 0     | 0        |

Lösungswerte d. Basisvariablen

#BV = #NB

#NBV = #Eckk. V.

! wenn gelöst

Verdichtungs-  
koeffizienten

Zielfunktionskoeffizienten  
Opf.-Kosten (Schattenspreise)

↳ Zielfunktionswert

a) Wert BV · DB

b) Opf.-Kosten · Ress. Beschr.

• Startpunkt ist Eckpunkt eines zulässigen Lösg.

1.) Wahl Spalte  $z \leq 0$  (Wahl kleinster Wert)

2.) Nicht neg. Pivot-Element

3.) Berechnung Spalte  $\rightarrow$  min (0 &  $\leq 0$  gel.)

6.) Tausch Zeile Spalte:  $NPE = APE : PE$

$$Z = AZ - (\text{Spaltenw.}) \cdot NPE$$

Bis alle z-Werte  $\geq 0$ !

## Ermittlung einer zulässigen Basislösung:

•  $\leq$  Restriktionen // = Restriktionen  $\Rightarrow$  Ziel: zulässige Basislösung

↳ Duales Simplex:

1.) Pivotzeile mit ug. Wert (Wert  $\neq < 0$ )

2.) Spaltenwahl mit  $|Q| \rightarrow$  Minimieren

3.) Analog Primale Simplexmethode



⑦

## MaPl 8st.

→ oder „Zweifasermethode“:

- 1.) Für alle  $\geq$  Restriktionen (- Schl. V.) künstliche Variable  $u_i$
- 2.) Beseitigung in zusätzlicher Zielfunktion -1
- 3.) Betrachtung der neuen Zielfunktion & Einschränkung  $u_i$  ( $z' = 0$ )

- 1.) Addition des Einflusses auf  $u_i$  von  $x_i = z'$  (siehe -1)
- 2.) Wahl d. größten  $\oplus$  Wertes in  $z'$
- 3.) Schritt normal
- 4.) Wenn  $z' = 0 \rightarrow u$ -Zeilen speichern & primalem Simplex-Algorithmus

⚡ Wenn viele  $\geq$  Restriktionen: Substitution dieser mit kleinem RHS-Wert von jenen mit größtem  $\Rightarrow$  1x künstliche Variable

### • Sonderfälle d. Simplex:

- A) Widersprüchliche Restriktionen: • Bei dualen Simplex nur „ $\geq 0$ “ in Pivotzeilen
- B) Unbeschränkter L-Raum: • Bei primalem Simplex nur „ $\leq 0$ “ in Pivot-Spalte
- C) Mehrdeutigkeit: • Zielfunktion parallel mit Restriktion  $\Rightarrow$  Linearkombi  $[x = \lambda \cdot x^A + (1-\lambda) \cdot x^B]$   
• NBV-Spalte hat Zielfunktionswert 0
- D) Redundanz: • Überflüssige / Dominierte Restriktionen:
- E) Degeneration: • Eine oder mehrere BV den Wert 0; spezielle Redundanz  
• Es schneiden sich in jenem Punkt mehr Restriktionen als BV

### • Das Dualproblem:

- Jedes Primalproblem mit dualen Variablen
  - Probleme & Lösungen können zueinander zugeordnet werden (entspr. Regeln)
- $\Rightarrow$
- I Primalkosten werden zu Dualvariablen  $\bar{u}$
  - II Primal Schlupf  $\rightarrow$  Dual Schlupf // Primal Schlupf  $\rightarrow$  Dual Schlupf
  - III Zielfunktionskoeffizienten & RHS tauschen
  - IV Umkehren Optimierungsrichtung
  - V NB ( $\frac{1}{2}$ ): Primal  $\rightarrow$  max - tauschen -  $\nabla$  NNB: Primal  $\rightarrow$  max - lassen -  
 $\rightarrow$  min - lassen -  $\rightarrow$  min - tauschen -

### • Satz des komplementären Schlupfes:

- zulässige Lösung der Probleme mit  $p$  Variablen & in Nebenbedingung

Primal:  $x_j \cdot \bar{u}_{mj} = 0$  // Dual  $\bar{u}_i \cdot x_{pi} = 0$



## Beziehung zwischen Lösungen Dual/Primal:

- DUALWERTE Dual  $\hat{=}$  BV-WERTE Primal
- BV-WERTE Dual  $\hat{=}$  DUALWERTE Primal
- VZW Zielfunktionswert
- Basisinverse Dual  $\Rightarrow$  VZW  $\Rightarrow$   $B^{-1}$  Primal

## BERECHNUNGS-REGELN

**I**  $\begin{pmatrix} \text{ZF-Koeffizienten} \\ \text{des BV}_i \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} \text{Basis-} \\ \text{inverse}_i \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \text{Dualwerte} \\ \text{unter Basisinv.} \end{pmatrix}$

**II**  $\begin{pmatrix} \text{Basis-} \\ \text{inverse}_i \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} \text{RHS} \\ \text{(Ausgang)} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \text{RHS} \\ \text{ } \end{pmatrix}$

**III**  $\begin{pmatrix} \text{Basis-} \\ \text{inverse}_i \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} \text{Spalte NBV} \\ \text{(Ausgang)} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \text{Spalte NBV} \\ \text{ } \end{pmatrix}$

**IV**  $\begin{pmatrix} \text{Dualwerte} \\ \text{zu } V_i \end{pmatrix} = \underbrace{\begin{pmatrix} \text{LHS der} \\ \text{Dualrestriktion} \end{pmatrix}}_{\text{mit einges. Werten}} - \underbrace{\begin{pmatrix} \text{RHS d. entspr.} \\ \text{Dualrestriktion} \end{pmatrix}}_{\text{ }}$   $\rightarrow$  einsetzen in Restriktion

zulässigkeit?  
 $\Rightarrow$  RHS  $\geq 0$

Optimalität?  
 $\Rightarrow$  Dualwerte  $\geq 0$

## Suboptimale Analyse:

- Frage der Auswirkung der Aufnahme einer NBV in die Basis
- Schattenpreise (Dualwerte) & Werte der Spalte **logisch umgekehrt!**

$\Rightarrow$  Obergrenze der Kostensenkung:

- Werte in entspr. Spalte  $> 0$
- RHS-Wert: Spaltenwert  $\rightarrow$  min
- Ergebnis: Schattenpreis  $= \Delta \text{ZF}$

## Sensitivitätsanalyse: **zwingend $\rightarrow$ Max & $\leq$ Restriktionen!**

- Bereich Variation d. Ausgangsdaten ohne qualitative/strukturelle Änderung Optimallösung  
 $\hookrightarrow$  ohne notwendigen Basistausch (RHS & ZFW)

### RANDSPALTENWERTE

- Addition Parameter  $\epsilon$  zur Restriktion

$(\epsilon_1)_{\max} - \frac{b_i}{a_{ij}} \mid i=1, \dots, m \mid a_{ij} > 0 \leq \epsilon \mid \begin{matrix} \text{Werte} \\ \text{aus} \end{matrix}$   
 $\epsilon \leq \min \left\{ \frac{b_i}{a_{ij}} \mid i=1, \dots, m \mid a_{ij} < 0 \right\} (\epsilon_2)$   $\begin{matrix} \text{Optimal.} \end{matrix}$

- wenn  $\geq 0$  nicht  $\epsilon$ ;  $\Rightarrow +\infty$

$b^u = b + \epsilon_1 \mid b^o = b + \epsilon_2$

$z_{\text{opt}} = z_{\text{opt}} + \epsilon_1 \cdot \epsilon_2$

### ZIELFUNKTIONSKOEFFIZIENTEN

- Addition Parameter zu Zielfunktionskoeffizienten

**NBV**  $\left\{ \begin{array}{l} \text{untere Schranke nicht zu ermitteln} - \infty \\ \text{obere Schranke nicht zu ermitteln} + \infty \end{array} \right.$   $\rightarrow$  Veränderung des ZFW  
 $\epsilon \leq \text{Dualwert der NBV} \parallel \epsilon \in [-\infty, \text{Dualwert NBV}]$

BV  $\left\{ \begin{array}{l} \text{Regel I} \rightarrow \text{Regel IV} \end{array} \right.$  vereinfachte Berechnung

- Suche  $> 0$  Werte in 2-Zeile; alle Spalten mit ges. Zeile
- $\epsilon_1 = \max \left\{ -\frac{c_i}{a_{ij}} \mid \text{alle Spalten } j \neq k \text{ mit } a_{ij} > 0 \right\}$
- $\epsilon_2 = \min \left\{ \frac{c_i}{a_{ij}} \mid \text{alle Spalten } j \neq k \text{ mit } a_{ij} < 0 \right\}$  **hier wenn  $a_{ij} < 0$**

$c^u = c + \epsilon_1$   
 $c^o = c + \epsilon_2$



VII

Simulationen:• Arten:

## A) Monte-Carlo-Simulation:

- Analyse statischer (Nicht-zeitinvariant), stochastischer Systeme durch Stichprobenexperimente
- Wiederholte Stichproben mit sich verändernden Parametern
- Wahrscheinlichkeiten a priori bekannt & unabh. v. Ergebnissen

## B) Diskrete-Ereignis-Simulation:

- Dynamische Systeme mit zeitlich veränderlichen Zustandsvariablen
- Zeitfluss: Periodenorientiert: entstehen & Pfaden & Ereignisse  
Ereignisorientiert:  $t=0$  & nächsten Ereignispunkte

## C) Kontinuierliche-Simulation:

- Dynamische Systeme mit DGL zur Ableitung Zust. zw. Zeit & Parameteränderung
- DGL ≠ analytische Behandlung  $\rightarrow$  Feedback-Modelle
- System-Dynamics (Forrester)

Vorgehensweise:

- 1) Problemformulierung & Definition d. Berechnungsmodells
- 2) Informationsbeschaffung
- 3) Erzeugen & Transformation von ZFB
- 4) Validierung, Bewertung, Interpretation

Simulationen:

## • Anforderungen:

- 1) Gute Annäherung an Verteilung
- 2) Reproduzierbarkeit (Zahlenfolgen)
- 3) Große Periodenlänge
- 4) Schnelle Generierung & geringer Speicherbedarf

Lévy-Markov-Modell:

$$a, m \in \mathbb{N}; b \in \mathbb{N} \cup \{0\}$$

$$\Rightarrow g_i = (a \cdot g_{i-1} + b) - \lfloor (a \cdot g_{i-1} + b) \cdot m \rfloor \cdot m$$

$$z_i = g_i / m$$

•  $g_i = m$  durch Modulo  $\Leftarrow$ •  $b=0 \Rightarrow$  multiplikative KM //  $g_i \neq 0$  // gleichverteilte Zahlen•  $b>0 \Rightarrow$  additive KM //  $g_i \neq 0$  //

$\rightarrow$  Transformation in Verteilung durch Verteilungsfunktion:  $F(x) = z$   
 $z \cdot x = ( \dots z )$

Bsp:

Zeitzugungsproblem:

- Periodenbedarf in einem Bestellsystem
- Problem für kurzlebige Güter Modelle oft anwendbar
- Nachfrage unvorhersehbar

 $\rightarrow$  Bei stochastischen Annahmen $\Rightarrow$  + diskrete KM gegeneinander auftragend & KM $\rightarrow$  Maximieren fließender Erwartungswert



# Dichlexikon Lösungsproblemen

- Reale Problemstellungen oft sehr komplex  $\rightarrow$  nur mit hohem Rechenaufwand oder gar nicht in reallicher Zeit exakt lösbar

↳ „Suchproblem“:

- Minimierungsproblem:

$$S = \Omega^n$$

$$F: \Omega^n \rightarrow \mathbb{R}$$

$$x \in \Omega$$

Suchraum  
zulässiger Bereich  
Gütekfunktion  
als globales Optimum

Lösungsrepräsentation

Evolutionsoptionen



Lösungen als Heuristiken:

„Systematische Suchverfahren, deren generierte Lösungen nicht notwendigerweise optimal, aber zufriedenstellend sind.“

ODER Simulationen...

↳ Heuristiken:

- nicht willkürlich & oft iterativ
- keine Garantie auf globales Optimum

A) ERÖFFNUNGSVERFAHREN:

Greedy / Vorausschauen

z.B. nearest  
Neighbor

z.B. Kugelsche Approximation  
(echte Diskreten etc...)

B) VERBESSERUNGSVERFAHREN:

- Starten mit zulässiger Lösung
- Bilden immer wieder Nachbarn  $N(x)$  und suchen diese nach besseren Lösungen ab (Nachbarnschaften d. Transform. an einer Stelle)

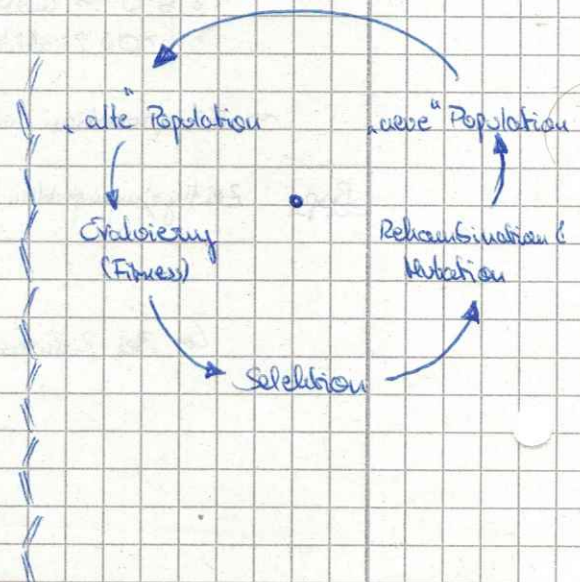
C) Kombination A & B

⇒ Heuristische Metastراتيجien:

- Häufig Heuristik, unzulässige Heuristik wird durch Gegenbeispiele Heuristik gestoppt (Informationsauswertung)
- Breitere Suche ermöglicht ( $\Omega^n$ ) überwinden lokaler Optima
- Naturanaloge Verfahren
  - ↳ Evolutionär (Genet. / Evolut. Progn.)
  - ↳ Physikalisch (Simulated Annealing, Simulot)
  - ↳ Neurolog (Tabu, Ameisen)

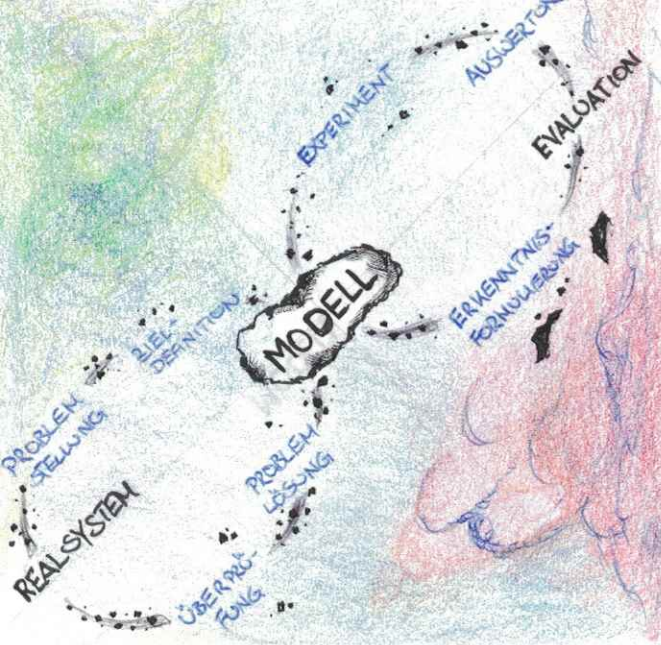
BSP: Genetischen Algorithmus:

- Generierung Individuen, die Lösungsraum gut abdecken (Start)
- Deskriptoren in  $x$ -Werte (Mit Des.-Funktion)
- Berechnung EF-Werte
- Fitnessfunktion  $F(x_i)$  mit  $\{F(x_i) \rightarrow \max \text{ \& \; } \frac{1}{F(x_i)} \rightarrow \min\}$
- EF & Fitness  $\rightarrow$  Steigerung
- Bes. Selektionswahrscheinlichkeit  $\frac{F(x_i)}{\sum F} = p_i$
- Glückswahl & Konstruktion mating Pool
- Stochastische Wahl aus MP (Eltern) zweier Individuen (Strecken)
- 1-Point-Crossover mittels Binärvariable entscheiden, sonst Kopie
- WU ein Bit zu Mutation  $\frac{1}{100} \rightarrow \frac{1}{1000}$



- Begrenzung durch Abbruchbedingungen, Maximalitätskriterien etc.
- Betrachtung vorkommender Allele
- Fitnessfunktion fällt durch Auswahl bei Crossover/DeCrossover





## Abkürzung zur Lehner-Methode:

- $m \geq 2 \parallel a/b/g_0 \in \{0, \dots, m-1\}$
- $g_0$  ist als "Seed" vorgegeben
- wenn  $b=0$  "multiplikative Kongruenzen"
- wenn  $b>0$  "additive Kongruenzen"
- Vgl.: "echten" & "pseudo"-ZFZ

↳ Transformation

$$F(x) = [\dots] \cdot x$$

$$\hookrightarrow z = [\dots] \cdot x$$

$$\hookrightarrow x = [\dots]z \text{ wo sortieren wir in } F(x) = \dots z$$

## Beschreibungsmodell:

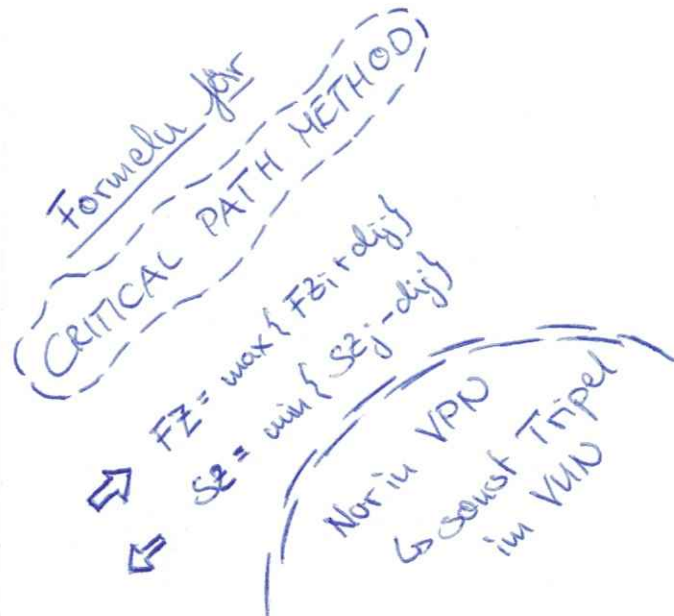
- Deskriptive, abstrahierende Darstellung betrieblicher Prozesse

## Erklärungsmodell:

- Explikative Modelle zur Ursachen-Begründung betrieblicher Prozesse

## Entscheidungsmodelle:

- Zweck des praktisch-normativen BWL
- Entscheidungswahl unter Beachtung der (gesamten) Umwelt



## AUSWAHLREGELN

- Steepest Unit Award
- Steepest Edge Pricing
- Devex Pricing
- Partial Pricing
- Multiple Pricing

» Wahl des BV, dessen Aufnahme die größte ZFW-Aenderung mit sich bringt «