

10. Möglichkeiten und Grenzen von Modellbildung und Simulation

10.1 Grenzen der Simulation

Betrachte Pareto-Verteilung für $k > 1$:

- VDF: $f(x) = \frac{k}{x_{\min}} \cdot \left(\frac{x_{\min}}{x}\right)^{k+1}$, $x \geq x_{\min} \Rightarrow \text{Range } [x_{\min}, \infty)$
- VF: $f(x) = 1 - \left(\frac{x_{\min}}{x}\right)^k$, $x \geq x_{\min}$
- Mittelwert: $E[X] = \begin{cases} x_{\min} \cdot \frac{k}{k-1} & k > 1 \\ \infty & k \leq 1 \end{cases}$
- Varianz: $\text{VAR}[X] = \begin{cases} x_{\min}^2 \cdot \left(\frac{k}{k-2} - \frac{k^2}{(k-1)^2}\right) & k > 2 \\ \infty & k \leq 2 \end{cases}$

Bemerkungen

- $k \leq 0$
 - $f(x)$ ist keine Dichte, da die Funktion negativ ist oder 0 liefert.
- $0 < k \leq 1$
 - $f(x)$ ist eine Dichte, ZV können mit Hilfe der Inversionsmethode erzeugt werden.
 - Bei der Modellierung von Eingangsdaten nach einer solchen Verteilung hat man immer endliche Mittelwerte und macht somit Fehler.
 - Der Mittelwert solcher Verteilungen kann grundsätzlich nicht simuliert werden
 - a. begrenzten Simulationszeit
 - b. begrenzter Zahlenraum des Rechners
- $1 < k \leq 2$
 - Mittelwert ist endlich
 - Varianz ist unendlich

- Der Mittelwert hat somit unendliche Varianz: $\text{VAR}[E[X]] = \text{VAR}[X]/n$, d.h., die Konfidenzintervalle werden nicht klein.
- Allgemein
 - Wegen der Inversionsmethode ist die größte Zufallsvariable durch die kleinste/größte Zufallszahl in $(0;1)$ bestimmt. Dadurch wird auch der Mittelwert begrenzt.
⇒ Geeignete Zufallszahlengeneratoren sind notwendig, wenn mit hochvarianten Verteilungsfunktionen gearbeitet werden soll!

10.2 Chancen von Simulationsstudien

- Erfassung der Systemkomplexität
- Erhöhtes Systemverständnis
- Alternative zu Realexperimenten
- Alternative zu analytischer Systembewertung
- Voraussage von Auswirkungen geplanter Systemänderungen
- Strategiebestimmung: Auswahl von Handlungsalternativen
- Entscheidungshilfen
- Integrationsmöglichkeiten von Teilmodellen zu größeren Modellen
- Anregung zur Datenerfassung
- Animierte Simulation: Systemverhalten in Zeitraffer oder Zeitlupe

10.3 Risiken von Simulationsstudien

- Realitätsferne wegen starker Simplifizierung oder schwer quantifizierbarer qualitativer Einflussfaktoren
- Gleichsetzung von Modell und Realsystem bzw. Überbewertung der Modellergebnisse
- Mangelnde Transparenz bei Modellstruktur, vereinfachenden Annahmen, Hypothesen und Prämissen
- Datenmangel
- Fehleranfälligkeit: logische Modellfehler, numerische Messfehler, Zufallsabhängigkeit der Ergebnisse
- Hoher Konstruktionsaufwand
- Computergläubigkeit: Scheinobjektivität des Simulationsmodells
- „Simulation is a GIGO-System: garbage-in-garbage-out“