

13. Symposium Energieinnovationen, 14.02.2014

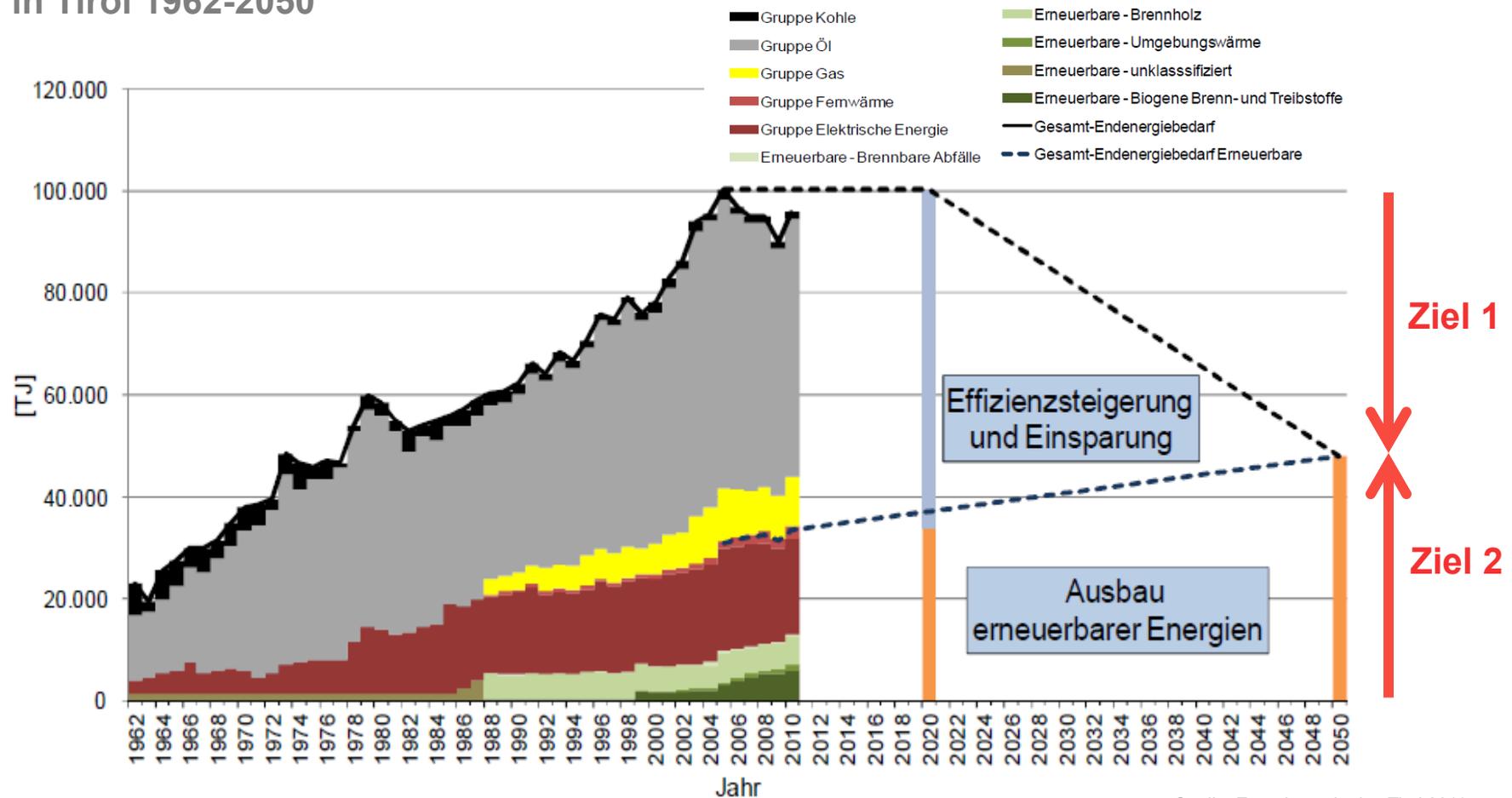
Session A6 – Kommunale Energieplanung

Martin Tschurtschenthaler, David Koch

Anwendung der Monte-Carlo-Simulation als Entscheidungsmodell für kommunale Energiekonzepte

Hintergrund und Motivation

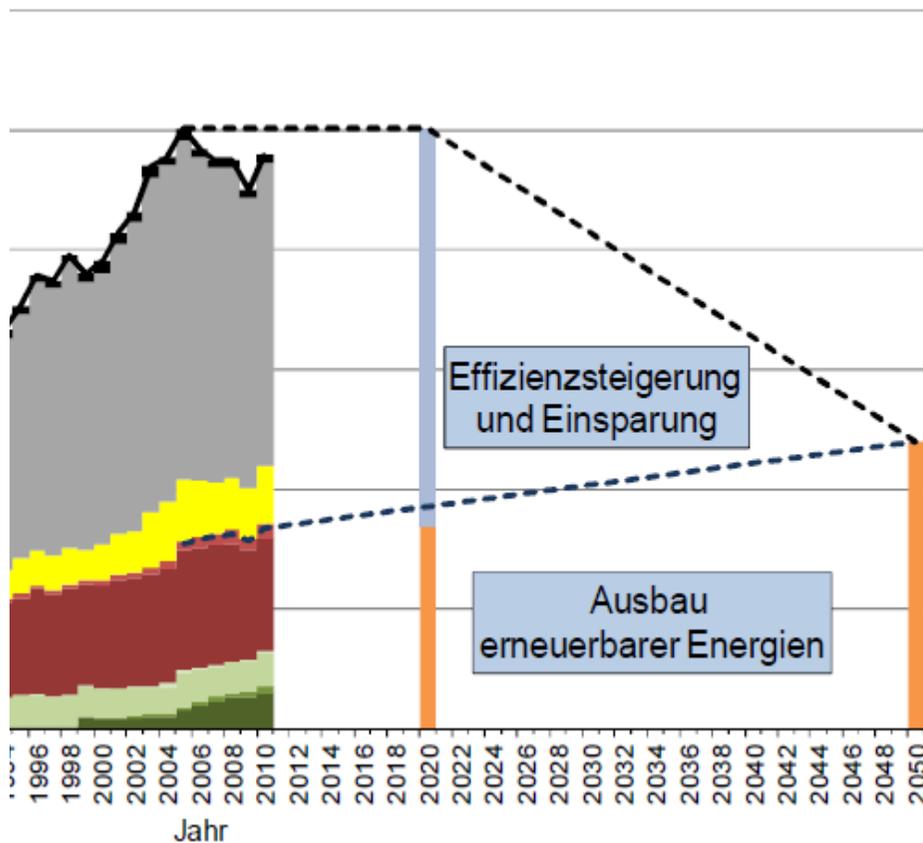
Auszug Tiroler Energie-Monitoringbericht 2011 Entwicklung und Prognose des Endenergieeinsatzes nach Energieträgern in Tirol 1962-2050



Quelle: Energiemonitoring Tirol 2011

Hintergrund und Motivation

Auszug Tiroler Energie-Monitoringbericht 2011 Entwicklung und Prognose des Endenergieeinsatzes nach Energieträgern in Tirol 1962-2050



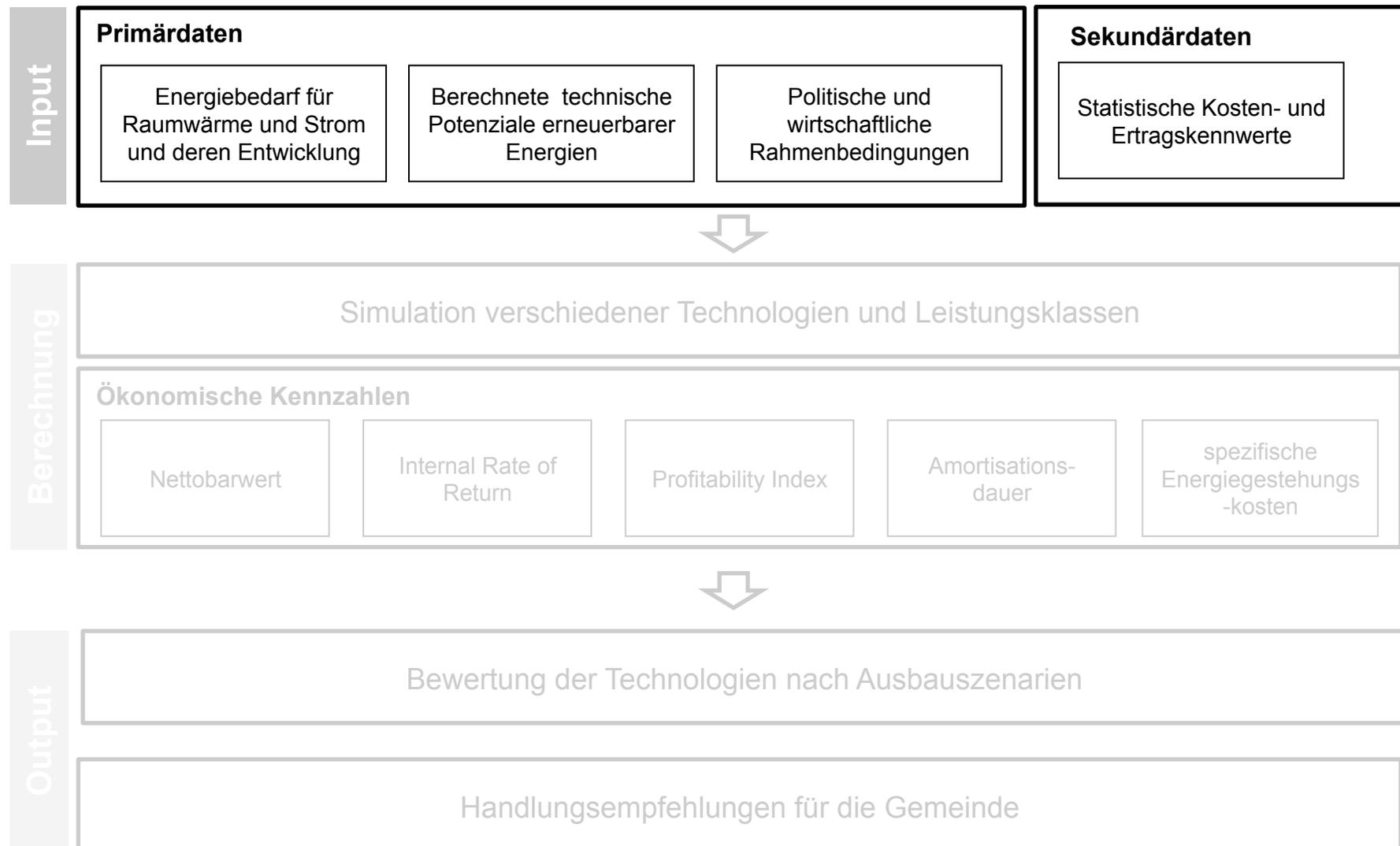
Zentrale Fragestellungen:

- Welche Energieträger kommen zukünftig zum Einsatz?
- Welche Kosten hat dieser Ausbau zu tragen?
- Welche Chancen ergeben sich für eine Gemeinde/Region?

Zielsetzung des Beitrags

- **Welche Technologien zur regenerativen Energieerzeugung können in einer Gemeinde auf Basis des Bedarfs und der Potenziale genutzt werden?**
- **Wie können diese Technologien priorisiert werden?**
- **Welche Kosten verursacht der Ausbau regenerativen Energien in der Gemeinde?**
- **In welchem Ausmaß können diese Technologien unter Berücksichtigung von Budgetrestriktionen in der Gemeinde umgesetzt werden?**

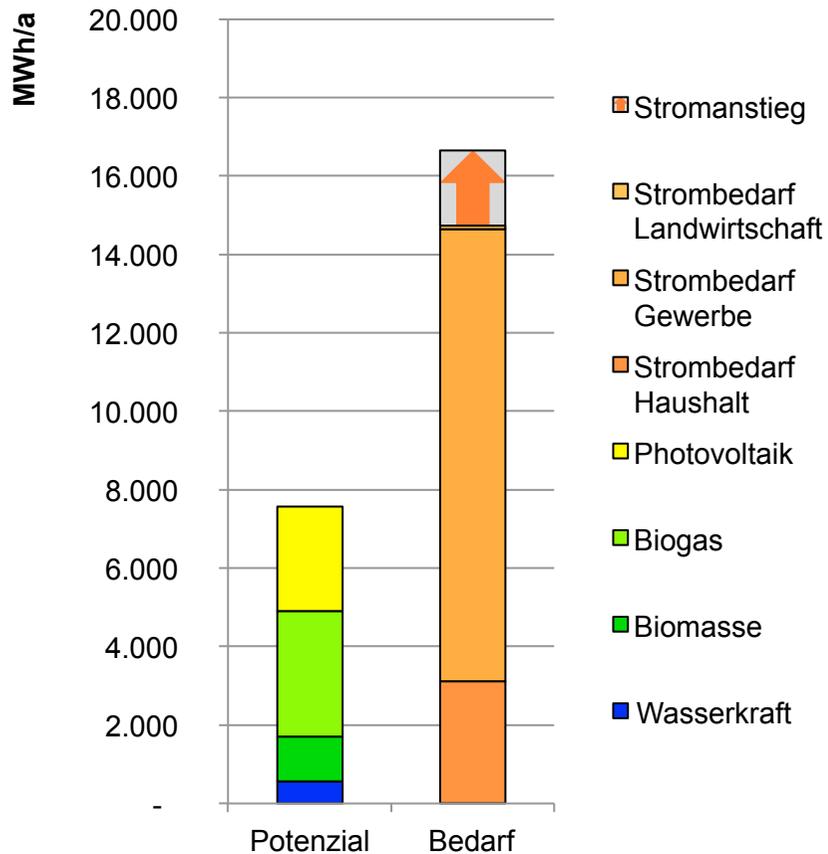
Struktur und Aufbau des Berechnungsmodells



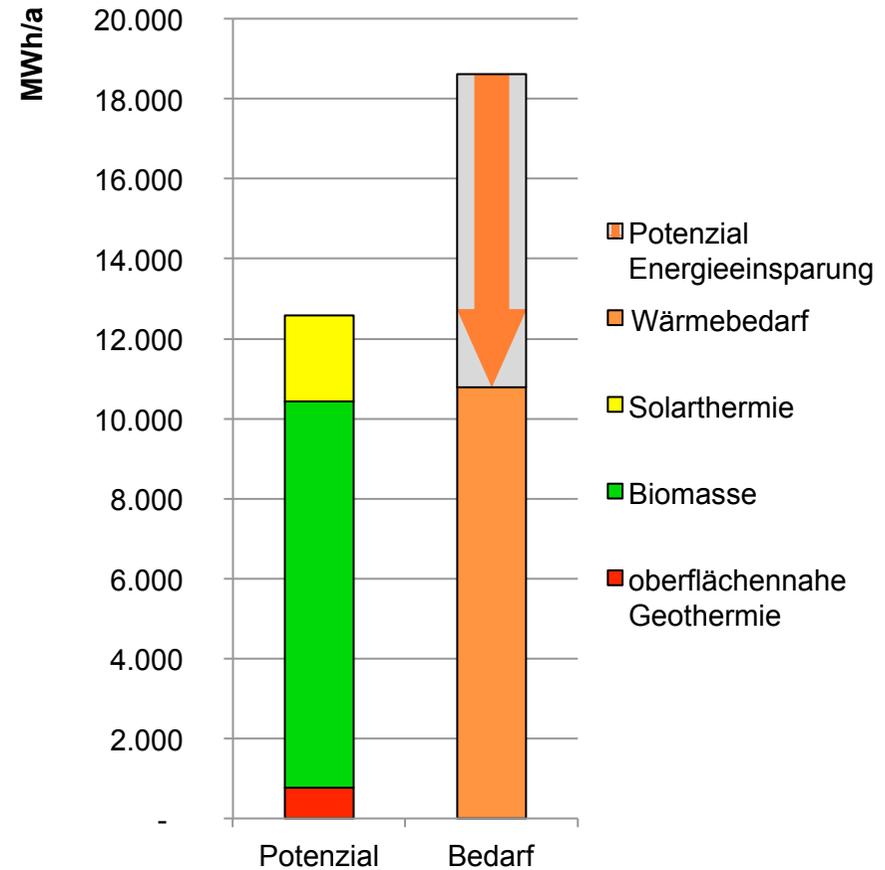
Primärdaten

Bilanzierung der Potenziale mit dem Bedarf

Stromversorgung



Wärmeversorgung



Sekundärdaten

Anlagenkonzepte zur Nutzung erneuerbarer Energien Bsp: Photovoltaik

Kennwert	Anlagengröße	Minimum	Erwartungswert	Maximum	Einheit
Leistungsgröße		2	-	13.000	kW _p
Investitionskosten	Bis 10 kWp	1.700	1.900	2.200	€/kWp
	Bis 1000 kWp	1.500	1.700	1.800	€/kWp
	Ab 1000 kWp	1.500	1.600	1.700	€/kWp
Betriebskosten		25	30	40	€/kWp
Volllaststunden		900	1.000	1.100	h/a

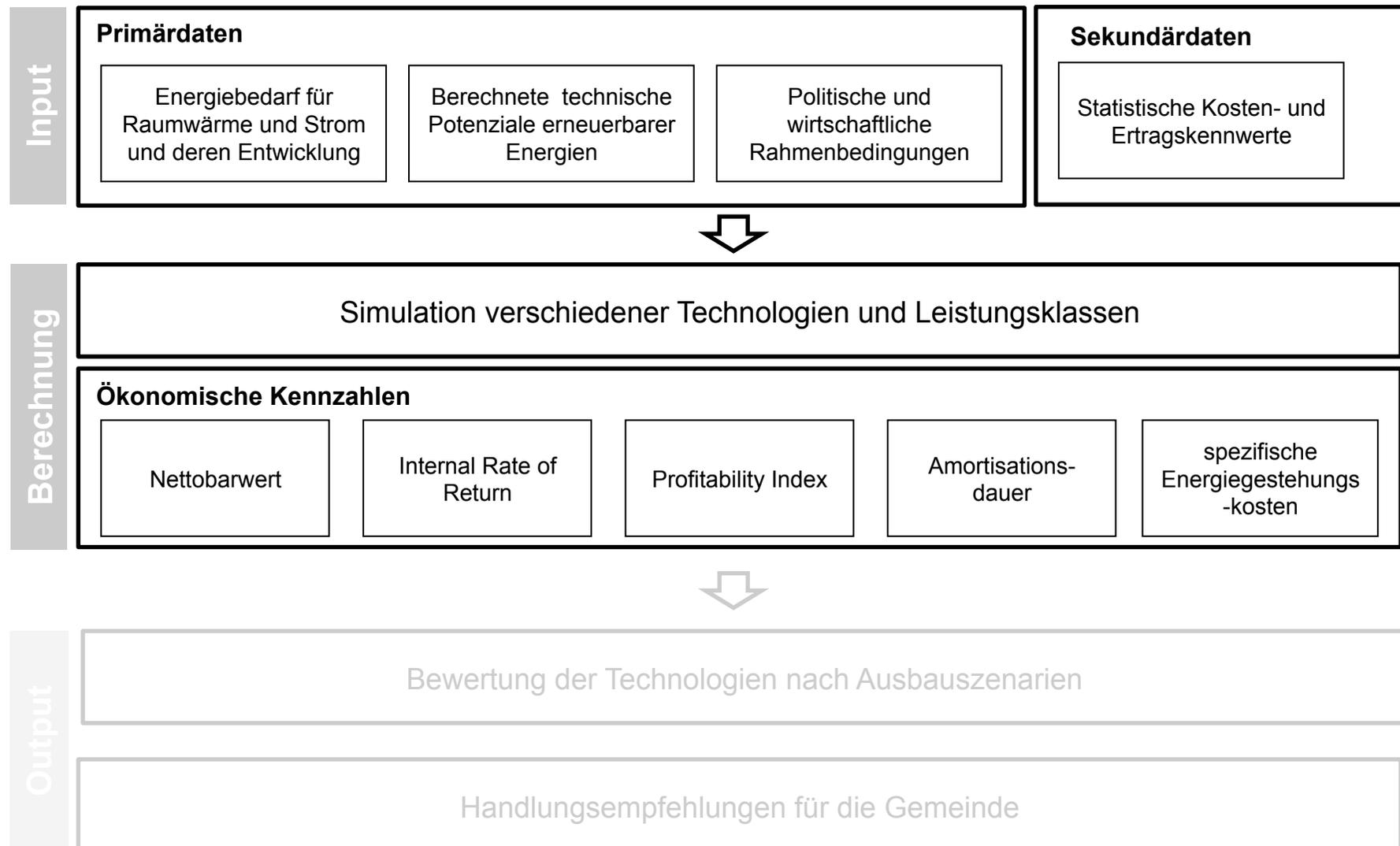
Unterschiedliche Kennwerte

Unterschiedliche Anlagengrößen

Parameter für Dreiecksverteilung

Unterschiedliche Einheiten

Struktur und Aufbau des Berechnungsmodells



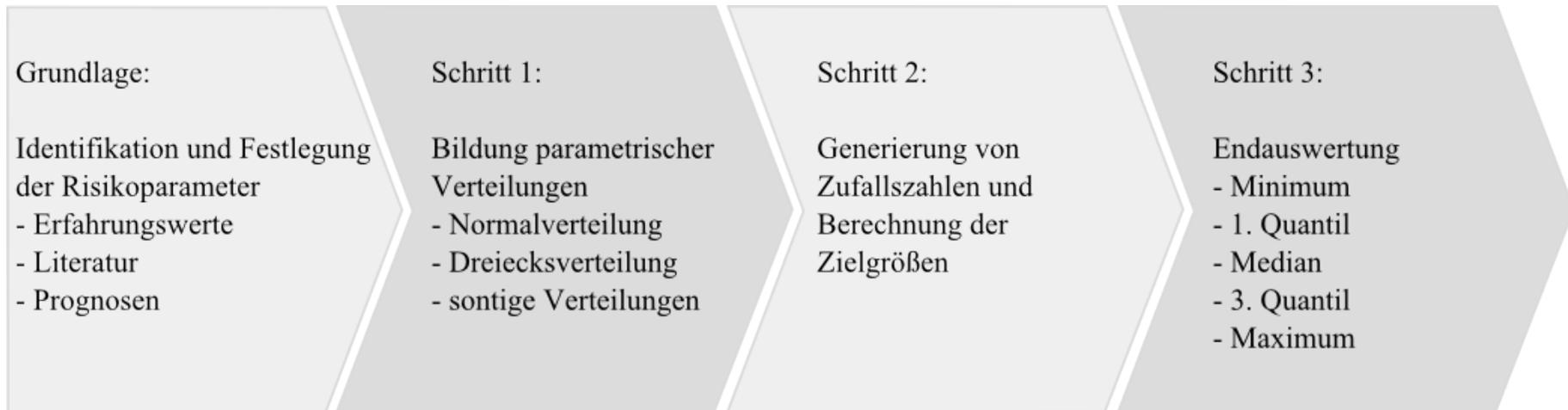
Monte-Carlo-Simulation zur Quantifizierung der Risiken

Was ist eine Monte-Carlo-Simulation?

Analytisches Verfahren zur Lösung komplexer Fragestellungen

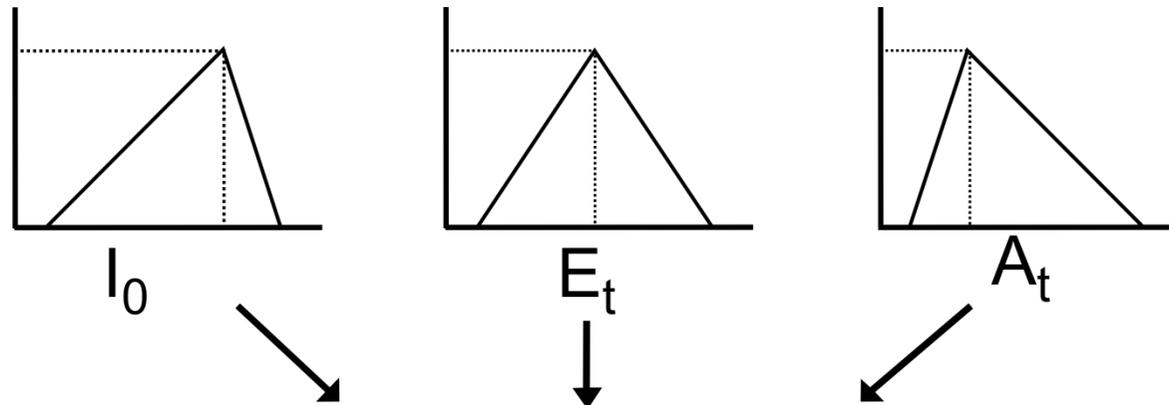
Grundlage „Gesetz der großen Zahlen“ – Über die Monte-Carlo-Simulation werden möglichst viele Ergebnisse simuliert. Deren Zusammenfassung ergibt eine Risikoaggregation.

Aufbau der MCS:



Vorgehensweise der Monte-Carlo-Simulation

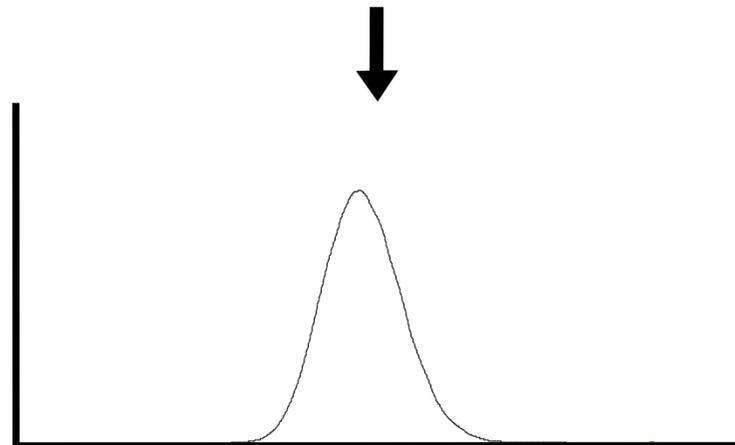
Bestimmen der Zufallsvariablen x_1, x_2, \dots, x_n



100.000-mal
Berechnen des Kapitalwerts

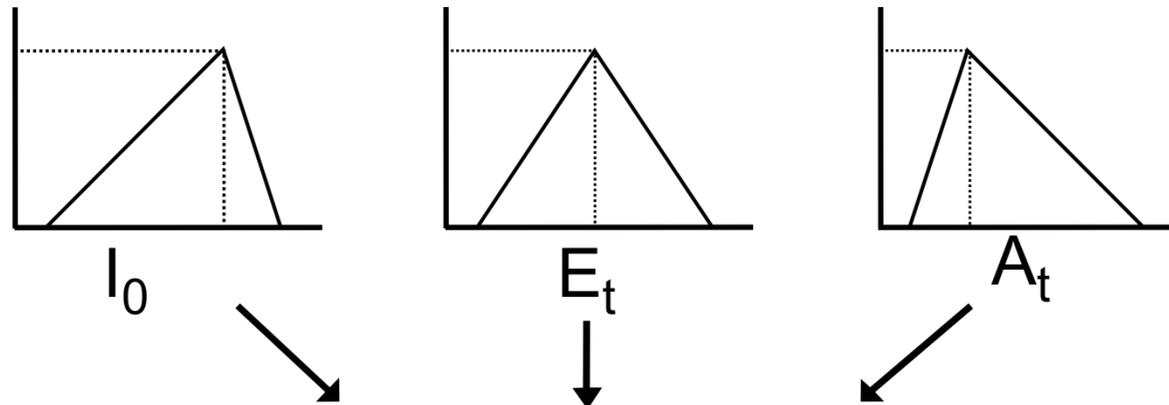
$$K_0 = -I_0 + \sum_{t=1}^{t=n} \frac{(E_t - A_t)}{q^t}$$

Endauswertung
unterschiedlicher
Anlagentechnologien



Vorgehensweise der Monte-Carlo-Simulation

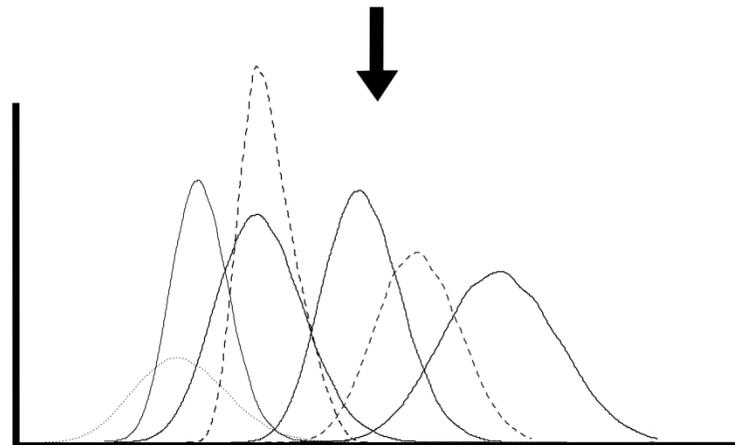
Bestimmen der Zufallsvariablen x_1, x_2, \dots, x_n



100.000-mal
Berechnen des Kapitalwerts

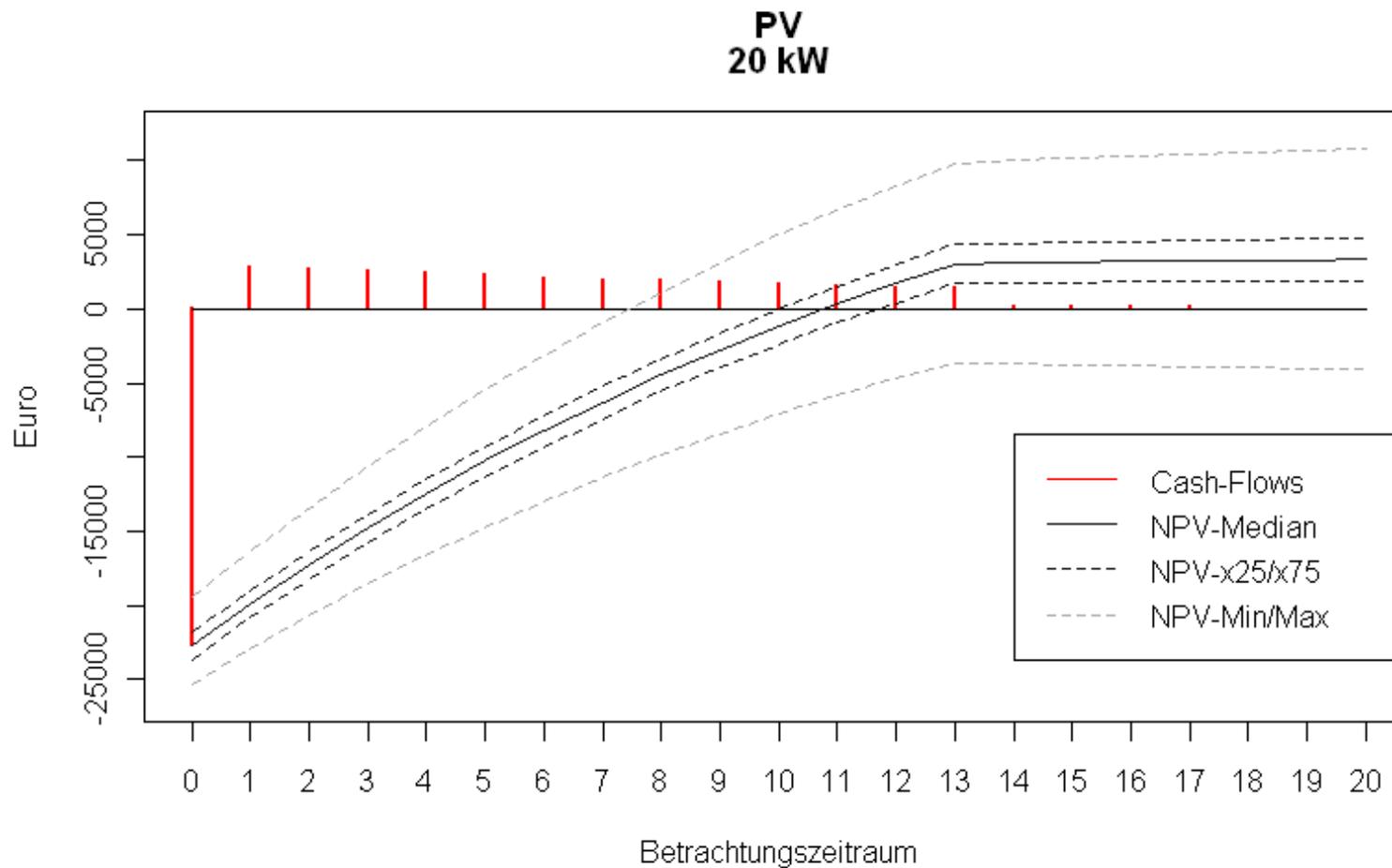
$$K_0 = -I_0 + \sum_{t=1}^{t=n} \frac{(E_t - A_t)}{q^t}$$

Endauswertung
unterschiedlicher
Anlagentechnologien



Darstellung der Berechnungsergebnisse

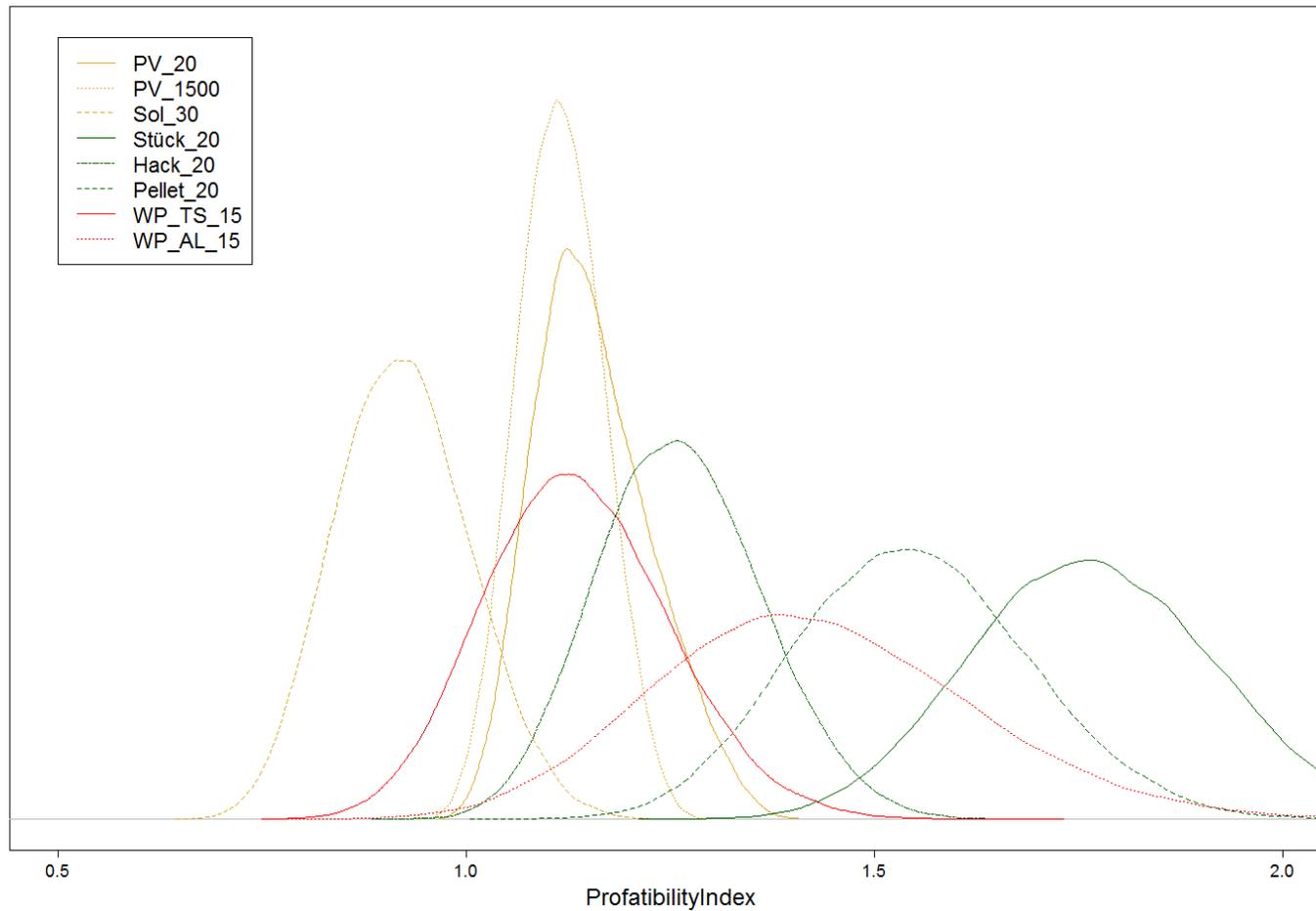
Beispiel: Kapitalwertberechnung einer 20-kW PV-Anlage



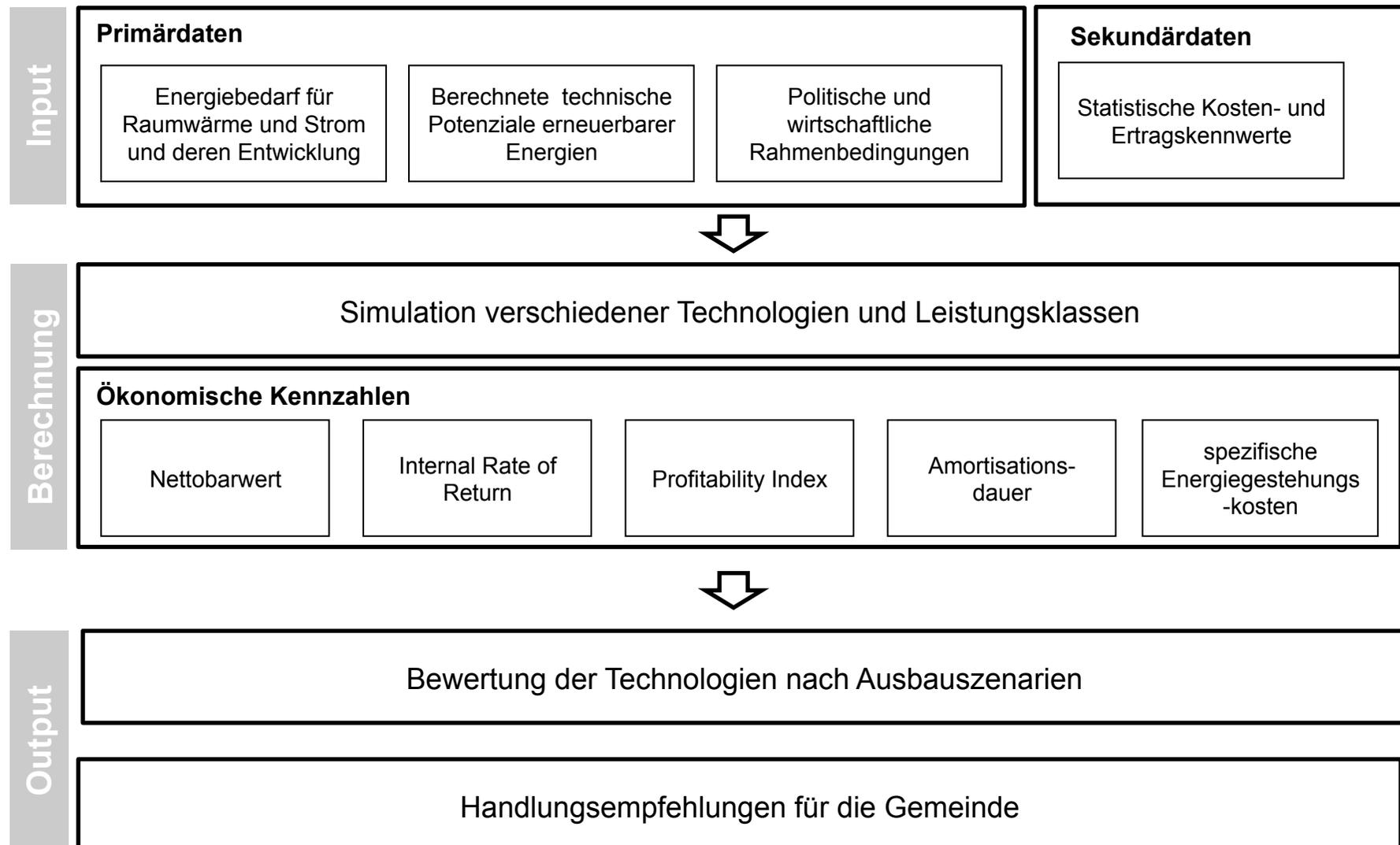
Analyse der Berechnungsergebnisse

Vergleichende Betrachtung unterschiedlicher Anlagen

Vergleich Profitability Index



Struktur und Aufbau des Berechnungsmodells

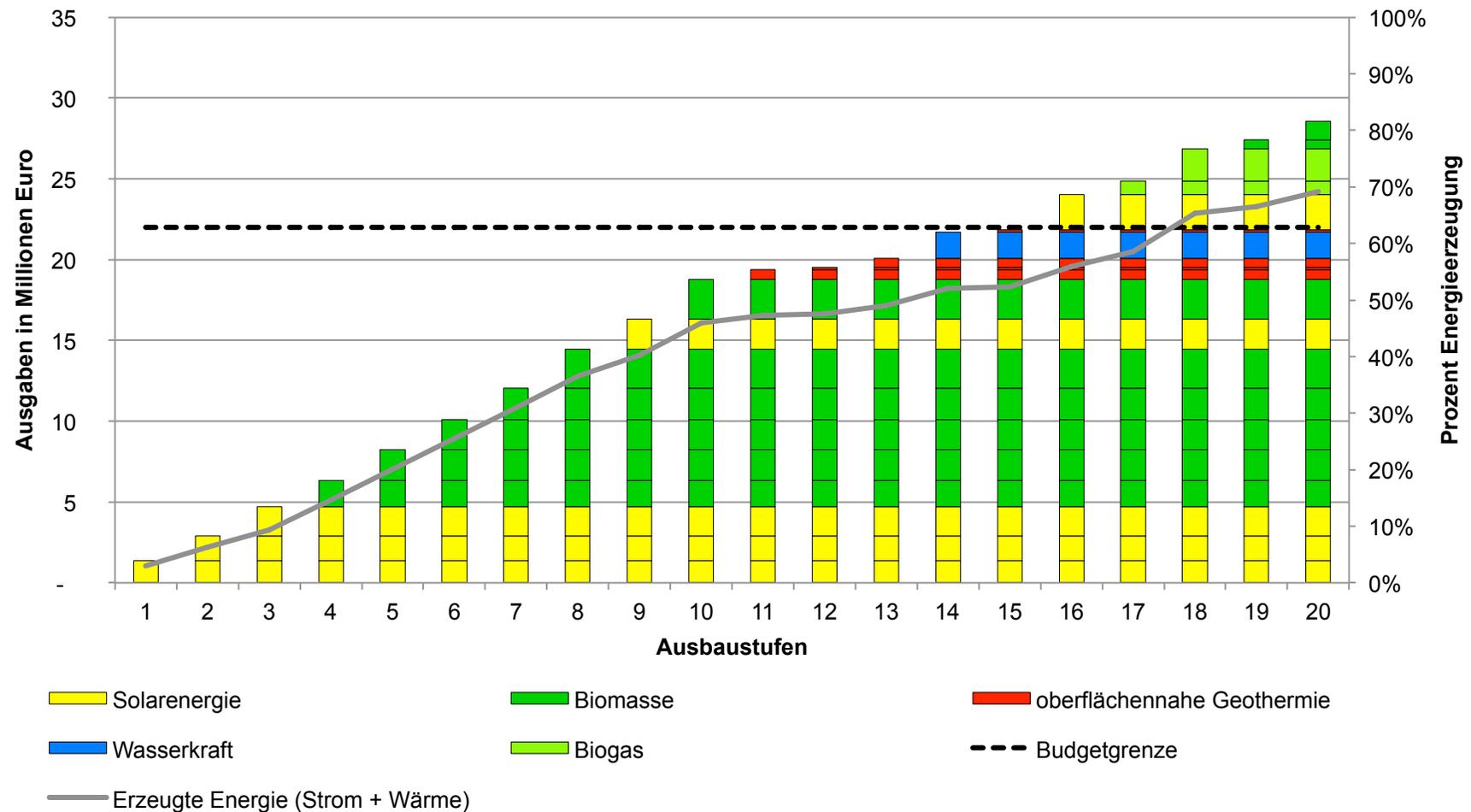


Erstellung eines Entscheidungsmodells

- **Schritt 1: Definition verschiedener Ausbaustufen (z.B. 20 kW-PV)**
- **Schritt 2: Monte-Carlo-Simulation dieser Ausbaustufen**
- **Schritt 3: Bildung von Mittelwert μ und Standardabweichung σ der Verteilungen**
- **Schritt 4: Priorisierung nach dem Verhältnis μ / σ**
- **Schritt 5: Aufbauende Analyse der Ausbaustufen. Betrachtung der Kosten und des Energieertrages.**
- **Schritt 6: Ableitung von Handlungsempfehlungen**

Anwendung des Modells an der Gemeinde Roppen

Darstellung des Maximum-Profit Szenarios



Zusammenfassung

„Gemeinden und Regionen sind wesentliche Motoren, die die Umstellung unseres Energiesystems mit innovativen Projekten nachhaltig vorantreiben“

Die Methodik dieser Arbeit hilft dabei der Gemeinde:

- **Zur Veranschaulichung der erforderlichen Kosten des Ausbaus erneuerbarer Energien**
- **Zum Vergleich unterschiedlicher Anlagentechnologien und –konzepte**
- **Zur Ermittlung des Investitionsrisikos verschiedener Technologien**
- **Zur Darstellung der Möglichkeiten des Ausbaus erneuerbarer Energien anhand verschiedener Ausbauszenarien**