

## 13. Exkurs: Methoden der Kostenberechnung (Elektrizitätsangebot)

Almut Kirchner, Vincent Rits, Michael Schlesinger (alle Prognos AG)

23.03.2007

---

### Inhalt

<b>1. Direkte gesamtwirtschaftliche Kosten</b>	<b>1</b>
1.1. jährliche Gesamtkosten während des Betrachtungszeitraums (bis 2035)	2
1.2. Stromgestehungskosten je produzierter Einheit	3
<b>2. Diskontierung</b>	<b>3</b>
<b>3. Informationsgehalt der verschiedenen Darstellungsarten</b>	<b>4</b>
Tabelle 1 <b>Informationsqualitäten verschiedener Kostendarstellungen bei der gesamtwirtschaftlichen Bewertung von Anlagen zur Elektrizitätserzeugung</b>	<b>5</b>

---

### 1. Direkte gesamtwirtschaftliche Kosten

Die im Kraftwerksparkmodell ermittelten benötigten neuen Anlagen zur Elektrizitätserzeugung – Ersatz und Neubau – werden mit ihren direkten gesamtwirtschaftlichen Kosten bewertet. Unter den direkten gesamtwirtschaftlichen Kosten werden diejenigen Kosten verstanden, die die Anlagen zur Elektrizitätserzeugung (oder auch z.B. zur CO<sub>2</sub>-Einsparung) der Gesamtwirtschaft verursachen. Dazu zählen die Ausgaben für die Investitionen in Anlagen, die Finanzierungs- und Betriebskosten sowie die Energieträgerkosten (falls solche anfallen).

Die gesamtwirtschaftliche Sicht auf die Finanzierungskosten geht davon aus, dass die Anlagenkosten über die Lebensdauer annuitätisch mit dem langfristigen realen Obligationszins (Nationalbank) verteilt werden. Diese Betrachtungsweise schliesst definitionsgemäss sekundäre Kreislauf- und Allokationseffekte, wie sie aus der einzelwirtschaftlichen Betrachtungsweise durch kürzere Abschreibungsdauern, höhere Zinsen und interne Verzinsungsanforderungen resultieren, aus. Zur Erläuterung: Abschreibungsdauern, die kürzer als die Lebensdauer sind, führen nach dem Ende des Abschreibungszeitraums durch den Wegfall der Kapitalkosten zu geringen laufenden Kosten (und somit bei gleich bleibenden Preisen zu höheren Gewinnen). Dies wird jedoch mit höheren Kapitalkosten

(aufgrund hoher jährlicher Abschreibungen) während des Finanzierungszeitraums bezahlt. Diese „Produktion am goldenen Ende“ aus abgeschriebenen Anlagen wird mit der gesamtwirtschaftlichen Betrachtungsweise nicht abgebildet – es werden die tatsächlichen Anlagen- und Betriebskosten über die gesamte Lebensdauer verteilt.

Ebenso werden dadurch Allokationseffekte durch Rendite- und Gewinnverteilung ausgeschlossen.

Alle Kosten und Preise werden ohne Steuern/Abgaben bzw. Subventionen berechnet, da diese gesamtwirtschaftlich zunächst nur eine Umverteilung zwischen Verbrauchern und Staat bewirken.

Bewertet wird somit die reine gesamtwirtschaftliche Ressourceninanspruchnahme für die Volkswirtschaft als Ganzes durch die Anlageninvestitionen und ihren Betrieb.

Diese Kosten werden jeweils durchgängig in zwei Darstellungsweisen ermittelt: Als gesamte Jahreskosten während des Szenarien-Zeithorizonts sowie als Stromgestehungskosten je kWh neuer Produktion im jeweiligen Betrachtungsjahr.

Zusätzlich werden jeweils die Barwerte als abdiskontierte Summen bis zum Ende des Betrachtungszeitraums gebildet, um die Gesamtaufwendungen vergleichen zu können, sowie die entsprechenden mittleren Stromgestehungskosten.

Diese Berechnung wird für die Kosten von neuen Anlagen zur Stromerzeugung angewendet. Der bestehende Park wird nicht bewertet, ebenso wie die Netze. Unter der Voraussetzung, dass die Investitionen in die Infrastruktur sich zwischen den Szenarien nicht allzu stark unterscheiden, eignet sich diese Methode der Kostenberechnung insbesondere für den Vergleich (Differenzbetrachtung) der gesamtwirtschaftlichen Kosten zwischen den Varianten und Szenarien, am ehesten in Bezug auf eine Referenz. Zur Berechnung von Kosten oder Preisen aus der Sicht von Einzelakteuren (z.B. EVUs oder Stromkunden) ist sie nicht geeignet.

### **1.1. jährliche Gesamtkosten während des Betrachtungszeitraums (bis 2035)**

Die jährlichen Gesamtkosten der neuen Produktion werden einzeln nach Technologien ermittelt und abschliessend addiert.

Die Jahreskosten der Technologien setzen sich jeweils additiv zusammen aus:

- Der Annuität der Anlageninvestition, mit dem langfristigen Zins über die Lebensdauer ermittelt. Die Anlageninvestition enthält die Einbindung in die jeweils abnehmende Netzebene.
- Sonstigen Projektkosten wie Planungs-, Genehmigungs-, Erschliessungs- und Rechtskosten (werden den zu finanzierenden Kapitalkosten zugerechnet),
- „fixen“ (leistungsabhängigen) Betriebskosten (Personalkosten, Revision, etc.),
- „variablen“ (arbeitsabhängigen) Betriebskosten, die stärker mit dem Verschleiss zusammenhängen, wie Hilfs- und Betriebsstoffen,

- Brennstoffkosten und ggf. CO<sub>2</sub>-Kosten. Bei Windkraft- und Photovoltaikanlagen sind diese Null, bei Biomasseanlagen und KVAs können diese je nach Brennstoff in Einzelfällen sogar aufgrund von Entsorgungsbeiträgen negativ werden.

Mit dieser Methode werden die Investitionskosten gleichmässig in „Jahresscheiben“ aufgeteilt. Damit werden Anlagen unterschiedlicher Lebensdauern und unterschiedlicher Inbetriebnahmezeitpunkte während des Zeithorizonts der Szenarien vergleichbar gemacht. Von einem spät in den Betrieb gehenden Kernkraftwerk mit einer Lebensdauer von 60 Jahren trägt innerhalb des Szenarienhorizonts (2035) nur der jeweilige Zeitanteil zu den gesamtwirtschaftlichen Kosten bei. Bei einem Zeithorizont bis 2050 wäre dieser Anteil entsprechend grösser.

Für neue Stromimporte werden die Stromerzeugungskosten neuer Erdgaskraftwerke angesetzt.

## 1.2. Stromgestehungskosten je produzierter Einheit

Die spezifischen Stromgestehungskosten je Einheit (kWh) in der gesamtwirtschaftlichen Betrachtung werden durch Division der jeweiligen Jahreskosten durch die im Betrachtungsjahr produzierte Strommenge ermittelt.

Dies kann jeweils für die einzelnen Technologien erfolgen sowie für die gesamte im jeweiligen Bezugsjahr produzierte Strommenge (Durchschnittsbildung).

## 2. Abdiskontierung

Um eine Einschätzung über die aufkumulierten Kosten oder Differenzkosten im Vergleich zu einer Referenz innerhalb des Szenarienhorizonts zu erzeugen, werden die jeweiligen Jahreskosten aufsummiert. Diese Summation kann – rein technisch – mit und ohne Abdiskontierung erfolgen.

Die Abdiskontierung erfolgt mit dem langfristigen Realzins, mit dem auch die Finanzierungskosten der direkten gesamtwirtschaftlichen Kosten ermittelt werden. Durch dieses Vorgehen wird der Tatsache Rechnung getragen, dass für später anfallende Kosten heute weniger Kapital angelegt werden muss, um diese Kosten zu decken (es kann sich bis zum Fälligkeitszeitpunkt noch – aus den oben genannten Gründen mit dem entsprechenden Zinssatz - vermehren). Somit erfordert eine Investition K in 2035 aufgrund des Diskonteffekts heute ein Kapital von  $K/(1+p)^{(2035-2007)}$ , wobei p der aktuelle langfristige Zinssatz ist. Bei einem Zinssatz von 2.5 % erfordert eine in 2035 fällige Zahlung von 1'000'000 CHF heute 500'878 CHF.

Diese Abdiskontierung wird ebenfalls verwendet, um die mittleren Kosten der über die gesamte Zeit neu produzierten Strommenge zu ermitteln, sowohl jeweils für die einzelnen Technologien als auch im Durchschnitt.

### **3. Informationsgehalt der verschiedenen Darstellungsarten**

Jede Form der Aggregation führt zu einem Informationsverlust. Die genauesten Darstellungen sind jeweils die nach Technologien aufgeschlüsselten Zeitreihen der Jahreskosten bzw. der jährlichen Stromgestehungskosten. Sowohl durch Durchschnittsbildungen als auch durch diskontierte oder nicht diskontierte Summation der Jahreskosten geht jeweils Differenzierung verloren.

Da für politische Entscheide oder Investitionsentscheidungen jedoch auch Vor- oder Nachteile (Differenzen oder Überschüsse) über die Gesamtstrategie oder den gesamten Zeitraum mit abgewogen werden sollten, sind für solche Betrachtungen die zu tief aufgeschlüsselten Zeitreihen oft zu komplex. Daher werden für die Bewertung des Elektrizitätsangebots unterschiedliche Kostenarten ermittelt.

Die mit der jeweiligen Darstellungsart verbundenen Informationsgewinne und –defizite werden in der folgenden Tabelle verdeutlicht. Grau unterlegt sind die in den Perspektiven verwendeten Darstellungsarten. Die nicht unterlegten Werte können im Prinzip gebildet werden, sind aus unserer Sicht für die weitere – und insbesondere politische und gesellschaftliche – Diskussion jedoch nicht von hoher Aussagekraft.

Tabelle 1 **Informationsqualitäten verschiedener Kostendarstellungen bei der gesamtwirtschaftlichen Bewertung von Anlagen zur Elektrizitätserzeugung**

		Informationsgewinn	Informationsdefizit
<b>Jahreskosten</b>	nicht diskontiert	Zeigen die jeweiligen realen Kosten im ausgewiesenen Jahr, vernachlässigen Zeitpunkt der Kapitalbeschaffung (Opportunitätskosten)	Überschätzen volkswirtschaftliche Kosten aus Sicht Referenzjahr (2003)
	diskontiert	Zeigen die volkswirtschaftlichen Kosten vom Referenzjahr aus gesehen, incl. Zeitpräferenz.	Unterschätzen scheinbar die im zukünftigen Jahr (z.B. 2020) realen Kosten für z.B. Kernenergie oder Erneuerbare.
<b>Gesamtkosten (Summe über Zeit)</b>	nicht diskontiert	Summe der realen Gesamtkosten	Verlust der Information über Zeitpunkt der Belastung
	diskontiert	Gesamtkosten aus heutiger Sicht incl. Bewertung des Zeitpunkts der Belastung	Gefahr der Unterschätzung der realen Kosten (je produzierter und aufkumulierter Einheit)
<b>Kosten pro kWh – Technologie</b>		Sehr präzise	Keine Aussage über Anteil der Technologie am Mix
<b>Kosten pro kWh – aggregiert</b>		Gegenüber einer Referenz vergleichbare Grösse über Gesamtbelastung im jeweiligen Szenario/Variante	Keine Aussage über Streuung der spezifischen Kosten im Mix – „die billigen scheinen die teuren zu subventionieren“ (das ist das Wesen des Durchschnitts)