

## 2.8 Kostenrechnung

Die Kosten einer energietechnischen Anlage bestehen gemäß /67/ aus folgenden Bestandteilen:

1. Kapitalgebundene Kosten für Zins und Tilgung eines für die Beschaffung der Investitionssumme tatsächlich aufgenommenen oder hypothetischen Kredits.
2. Verbrauchsgebundene Kosten, die mit Energieerzeugung und/oder Verbrauch direkt verbunden sind, also vorrangig Brennstoff- oder Stromkosten.
3. Betriebsgebundene Kosten, die weitestgehend unabhängig von der Auslastung der Anlage anfallen, vorrangig Wartung und Instandhaltung sowie Betriebsstrom. Sie werden zumeist als ein Prozentsatz der Investition berücksichtigt.
4. Sonstige Kosten wie Steuern und Versicherungen, die Solaranlagen nicht betreffen.

Solaranlagen liefern zumeist nur eine zusätzliche Energiemenge. Aufgrund schlechter Einstrahlungsverhältnisse im Winter muß die konventionelle Anlage in voller Größe beibehalten werden. Es werden daher der durch den Einsatz der Solaranlage auf der konventionellen Seite weniger verbrauchten Energie die Kosten der Solaranlage gegenübergestellt. Von der notwendigen Investition können gegebenenfalls Anlagenbestandteile abgezogen werden, die auf konventioneller Seite eingespart wurden. Bei Anlagen in Einfamilienhäusern betrifft dies zum Beispiel den Speicher der konventionellen Anlage, was etwa 15 % bis 30 % ausmacht.

Vorrangig sind bei den Solaranlagen die kapitalgebundenen Kosten. Diese errechnet man, indem die Investition auf die rechnerische Nutzungsdauer verteilt wird. Dies erfolgt üblicherweise mit dem Annuitätenmodell, das für jedes Jahr eine konstante Summe von Zins und Tilgung vorsieht. Die Annuität berechnet sich nach folgender Formel:

$$a = \frac{q^n(q-1)}{q^n-1} ; \quad q = 1 + p$$

p: Zinssatz

n: rechnerische Nutzungsdauer

In Bild 52 ist die monetäre Entwicklung für einen Zinssatz von 9 %/a, eine Nutzungsdauer von 20 a und eine Kreditsumme von 1000 DM angegeben. Jeweils zum Jahresende wird eine Zahlung von 109,55 DM fällig. Diese besteht anfänglich vorrangig aus Zinszahlungen. Mit der Abnahme der Restschuld steigt der Anteil der Tilgung an.

Problematisch an diesem Modell ist, daß über die gesamte Nutzungsdauer konstante Kosten errechnet werden, während die Energiepreise ansteigen und damit die Kosteneinsparung durch die Solaranlage, also ihr Ertrag, ansteigt. Es ist keine Vergleichbarkeit gegeben. Ein Ausweg wäre, die spezifischen Kosten der Solaranlage nicht mit den gegenwärtigen Energiekosten, sondern mit über die Nutzungsdauer gemittelten Kosten zu vergleichen und dann die Investitionsentscheidung zu treffen.

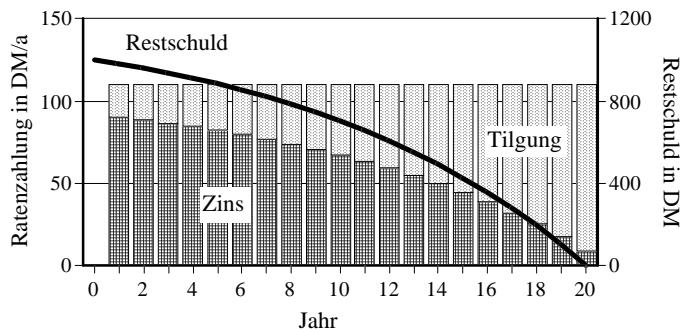


Bild 52: Kreditentwicklung bei unkorrigiertem Zins

st jedoch ziemlich umständlich. Sehr viel einfacher ist der Einsatz eines korrigierten Annuitätenmodells, bei dem nicht von konstanten, sondern von mit der Energiepreissteigerung ansteigenden Ratenzahlungen ausgegangen wird. Die Berechnung erfolgt dergestalt, daß gemäß folgender Formel /68/ ein reduzierter Zins errechnet wird:

$$p_r = \frac{1+p}{1+e} - 1 \quad p_r: \text{reduzierter Zins}$$

e: Energiepreissteigerung

Dieser Zins kann nun in die übliche Annuitätengleichung eingesetzt werden. Man erhält die Annuität für den Beginn des ersten Jahres. In Bild 53 ist die monetäre Entwicklung entsprechend Bild 53, jedoch mit einer Berücksichtigung der Energiepreissteigerung von 2 %/a dargestellt.

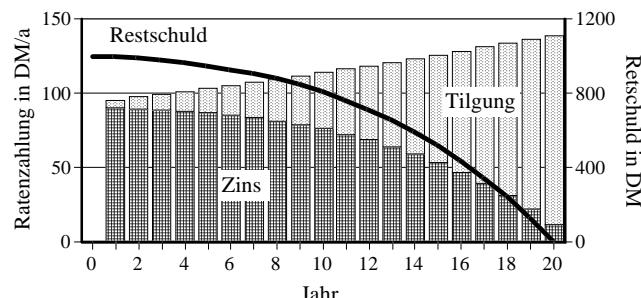


Bild 53: Kreditentwicklung bei korrigiertem Zins

Dabei ist eine Erhöhung der Ratenzahlungen zu erkennen. Zu Anfang beträgt der Zinsanteil fast 100 %, sinkt dann aber zum Schluß stark ab. Die kapitalgebundenen Kosten für den Beginn des ersten Jahres betragen 93,39 DM, sind also deutlich niedriger als beim unkorrigierten Modell mit 109,55 DM

In Bild 54 sind die Annuitäten und die Quotienten der Annuitäten für korrigiertes und unkorrigiertes Modell aufgetragen. Es ist zu erkennen, daß die Bedeutung der Korrektur mit der Lebensdauer ansteigt.

In /69/ sind Energiepreissteigerungen angegeben:

Strom:	1 %/a
Erdgas:	3 %/a
Heizöl:	4 %/a

In dieser Arbeit wird ein Bankzins von 9 %/a und eine Preissteigerung von 3 %/a angenommen, da Erdgas sich zur wichtigsten Quelle thermischer Energie in den neuen Bundesländern entwickelt. Es errechnet sich ein korrigierter Zins von 5,8 %/a, der ungefähr der Annahme von /21/ mit 6 %/a entspricht. Für die wichtigsten Investitionen ergeben sich dann Annuitäten gemäß Tabelle 15:

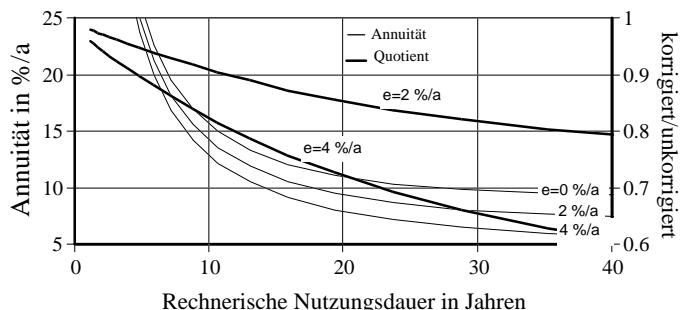


Bild 54: Annuität und Annuitätenquotient

Tabelle 15: Annuitäten

Investition	Lebensdauer [a]	Annuität [%/a]
Heizkessel, Kompressionskältemaschine, Rückkühlwerke	15	10,18
BHKW, Wärmepumpen	18	9,11
häusliche Wärmeverteilung, Sonnenkollektoren, Abs.-KM	20	8,6
Fernwärmennetz, Großspeicher, Adsorptionskältemaschine	30	7,13
baulicher Wärmeschutz	40	6,5