



6100023-16

Amtszentrale / Centrale téléphonique
Telefon (031) 322 56 11
Telefax (031) 323 25 00

Presse / Dokumentation
Telefon (031) 323 22 44
Telefax (031) 323 25 10

*Eidgenössisches Verkehrs- und Energiewirtschaftsdepartement
Département fédéral des transports, des communications et de l'énergie
Dipartimento federale dei trasporti, delle comunicazioni e delle energie
Departament federal da traffic ed energia*

Empfehlung für energetische Wirtschaftlichkeitsrechnungen mit Einbezug der externen Kosten

Für die Wirtschaftlichkeitsberechnung sind Annahmen über die zu verwendenden Methoden und Rahmendaten zu treffen. Um die wirtschaftliche Beurteilung energetischer Massnahmen, v.a. bei Investoren der öffentlichen Hand (AFB, Kantone, Gemeinden) besser vergleichbar zu machen, empfiehlt das Bundesamt für Energiewirtschaft folgende Methoden und Rahmendaten:

1. Berechnungsmethoden

Die Wirtschaftlichkeitsberechnung ist nach der dynamischen Annuitätenmethode vorzunehmen, welche in der Broschüre "Ravel zahlt sich aus" (EDMZ 724.397.42.01) ausführlich dokumentiert ist.

2. Beurteilungskriterien bei Energiesystemen und Energiesparmassnahmen

Bei einem **Energiesystemvergleich** werden verschiedene Varianten - z.B. für die Erzeugung einer bestimmten Wärmemenge - miteinander verglichen. Die wirtschaftlichste Variante ist diejenige mit den geringsten "mittleren jährlichen Kosten".

Bei sich nicht ausschliessenden **Energiesparmassnahmen** - z.B. verschiedene Massnahmen an der Gebäudehülle - sind alle diejenigen Massnahmen wirtschaftlich, deren "mittlere jährliche Einsparungen" grösser sind als die "mittleren jährlichen Kosten".

Lassen sich aufgrund eines beschränkten finanziellen Budgets nicht alle wirtschaftlichen Energiesparmassnahmen realisieren, wird das Kriterium der "mittleren jährlichen Kosten bzw. Erträge" ergänzt durch ein weiteres Kriterium (interner Zinssatz, Rentabilitätsindex, äquivalenter Energiepreis), das die Erstellung einer Rangfolge der Wirtschaftlichkeit erlaubt.

3. Wirtschaftlichkeitsberechnung mit und ohne externen Kosten

Bei der **betriebswirtschaftlichen Wirtschaftlichkeitsberechnung** werden die für den Investor / die Investorin tatsächlich anfallenden Kosten und Erträge berücksichtigt, zuzüglich neuen allfälligen Energieabgaben und abzüglich Subventionen und Steuererleichterungen.

In der **erweiterten Wirtschaftlichkeitsberechnung** unter Einbezug der externen Kosten sind neue allfällige Energieabgaben, Subventionen und Steuervergünstigungen nicht mit-einzubeziehen, sofern diese energiepolitisch motiviert sind und eine Verminderung der externen Kosten bezwecken.

4. Kalkulationszinssatz

Bei der Realwertmethode werden Kosten und Erträge auf der Preisbasis des Berechnungsjahres berechnet. Für öffentliche und private Berechnungen sind die folgenden Kalkulationszinssätze (Realzinsen) zu verwenden:

Bund	2%
Kantone und Gemeinden	2.5%
Private	3%

5. Teuerung

Für die Nominalwertberechnung ist eine jährliche Teuerung von 2 % beim Kalkulationszinssatz und den Preisen zu berücksichtigen.

6. Nutzungsdauer

Die Nutzungsdauer beträgt im Durchschnitt 15 Jahre für technische Anlagen und 30 Jahre für Bauteile. Anhang I enthält eine detaillierte Zusammenstellung der Nutzungsdauer der am häufigsten gebrauchten Anlagen und Sparmassnahmen.

7. Energiepreise

Die Entwicklung der Energiepreise wurde auf die Energieperspektiven des BEW abgestimmt. Dabei wurde die reale Kostensteigerung pro Jahr für den gesamten Berechnungszeitraum als konstant angenommen.

Ausgangspunkt sind die aktuellen Energiepreise. Als reale Energiepreisteuerung sind folgende Werte anzunehmen:

	Reale jährliche Kostensteigerung
Heizöl	1.5 %
Erdgas	1.0 %
Holz	0.5 %
Elektrizität	1.0 %
Fernwärme	gemäss Tarifen und Zusammensetzung der Energie ist dieser Wert für jede Fernwärmeversorgung individuell festzulegen

Die Energiekostensteigerungen beinhalten keine allfälligen Energieabgaben.

8. Energieabgaben

Allfällige Energieabgaben können auf zwei Varianten berücksichtigt werden:

- a) Konstante Zuschläge zu den Energiepreisen.
- b) Als erhöhte reale jährliche Kostensteigerungen: Bei dieser Variante kann z.B. berücksichtigt werden, dass Energieabgaben am Anfang tief sind und mit der Zeit höher werden.

9. Kalkulatorische Energiepreiszuschläge

Bei der Beurteilung von energetischen Massnahmen und Massnahmenpaketen stellt sich oft die Frage der Wirtschaftlichkeit dieser Massnahmen bei der Berücksichtigung der externen Kosten. Das Amt für Bundesbauten (AFB) und zahlreiche Kantone und Gemeinden schreiben für öffentliche Aufträge die Einberechnung dieser externen Kosten bei der energetischen Wirtschaftlichkeitsrechnung vor.

Zu den aktuellen Energiepreisen sind zur Berücksichtigung der externen Kosten die folgenden kalkulatorischen Energiepreiszuschläge zu addieren:

Erdöl	4.5 Rp/kWh
Erdgas	3.0 Rp/kWh
Holz	1.5 Rp/kWh
Elektrizität	5.0 Rp/kWh
Fernwärme	gemäss Zusammensetzung der Energie ist dieser Wert für jede Fernwärmeversorgung festzulegen

- ☛ Diese Zuschläge entstammen den aktuellen Untersuchungen über externe Kosten im Umweltbereich (Die vergessenen Milliarden 1996). Andere Gesichtspunkte, wie versorgungspolitische Ziele, sind darin nicht berücksichtigt.

Die Energiepreiszuschläge gelten für alle Tarifikategorien des betreffenden Energieträgers. Beim Erdgas beziehen sie sich auf kWh(H₀).

10. Betriebskosten:

Die Betriebskosten enthalten die Wartungs- und Unterhaltskosten. Für die Wartungs- und Unterhaltskosten können die Schätzungen gemäss Anhang 1 verwendet werden, sofern keine detaillierteren Berechnungen vorliegen.

11. Energieverbrauch:

Die Berechnung des Energieverbrauchs eines Gebäudes erfolgt nach SIA 380/1 mit den bestbekanntesten Werten für die Nutzung. Die regionalen Klimadaten sind zu berücksichtigen.

Anhang 1: Nutzungsdauer / Wartungs- und Unterhaltskosten

Die Angaben beziehen sich auf die Nutzungsdauer, während der ein Energiesystem bzw. eine Sparmassnahme amortisiert werden sollte. Unter günstigen Bedingungen und bei zweckmässigem Unterhalt kann die tatsächliche Lebensdauer höher sein als die vorgeschlagene Nutzungsdauer. Die Nutzungsdauer kann aber auch durch gewisse Fehler oder Mängel beim Material, bei der Vorfertigung, bei der Montage wesentlich geringer ausfallen als in der Tabelle angegeben.

Im folgenden werden nur die am häufigsten gebrauchten Anlagen und Sparmassnahmen mit ihren Nutzungsdauern und Betriebskosten (Kosten für Wartung und Unterhalt) aufgelistet. Weitere, detailliertere Informationen sind in den Publikationen "Nutzungszeiten von Gebäuden und Bauteilen" vom Amt für Bundesbauten, "Haustechnik in der Integralen Planung" vom Bundesamt für Konjunkturfragen, der SIA-Norm 380/1 und diversen RAVEL- und PACER-Broschüren zusammengestellt worden.

	Nutzungsdauer in Jahren	Wartung- und Unterhaltskosten	
		in % der Investition	andere Vergleichsgrössen
Wärme-, Stromerzeugung			
Elektrische Speicherheizgeräte, Direktheizgeräte	15	2	
Öl / Gas Kessel, Brenner	15	3	
Wärmepumpen mit Elektromotor-Antrieb	15	3	
Wärmepumpen mit Gas- oder Dieselmotorantrieb	15	5	
Klein-Blockheizkraftwerk (Erdgas) mit 7 - 15 kW	15	8 ¹⁾	7.0 Rp/kWhe ¹⁾
Blockheizkraftwerk mit Industrie-Gasmotor	15	4.5 ²⁾	3.5 Rp/kWhe ²⁾
Gasturbinen-Blockheizkraftwerk > 1 MWe	15	6 ²⁾	3.0 Rp/kWhe ²⁾
Sonnenkollektoren	15	1	
Erdkollektoren, Erdsonden	15	2	
Hausübergabestation bei Fernwärme	15	2	
Holzfeuerung	15	3 ³⁾	
Photozellen	20-40	1	
Wechselrichter	6-10		
Kamin, Tank			
Kamin	30	3	
Brennstofftank	30	3	
Haustechnische Rohrleitungen			
Heizung	40	1	
Sanitär Kaltwasser	40	1	
Sanitär Warmwasser	25	2	
Fernwärmeverteilungen			
	30	2	
Heizflächen			
Heizkörper, Radiatoren	40	1	
Fussbodenheizung	30	1.5	

Regelungen	15	3
Integrale Gebäudeautomation		
Zentraleinheit	8	3
Terminal, Drucker	5	3
SPS / DDC-Technik	10	3
Schaltschrank	15	3
Thermostatische Ventile	15	3
Pumpen		
Spaltrohrpumpen	15	2
In-Line-Pumpen	15	2
Sockel-Pumpen	20	2
Wärmetauscher		
für Wärmerückgewinnung	15	3
mit geschlossenem Wasserkreislauf	15	4
rotierend	15	5
Warmwasser		
Warmwasserspeicher	15	2
Durchlauferhitzer	15	3
Lüftungsanlagen	15	3.5
Klimaanlagen	15	4
Kälteanlagen > 300 kWt	15	3
Wärmedämmung		
von Rohrleitungen	20	1
zusätzliche Dämmung an Gebäudehüllen	30	1
Fenster, Verglasungen		
Fenster, Verglasungen	30	1.5
Wintergartenverglasungen	30	1.5
Rolläden, Lamellenstoren	20	4
Elektrogeräte		
Koch- und Heizgeräte	12	
Kochherde	15	
Kühlschränke	12	
Geschirrwaschmaschine	10	
Waschautomaten	10	
Tumbler	10	
Lampen		
Glühlampen	1'000 h	4)
Fl-Lampen	8'000 h	4)
Leuchten	12	5)

1) inkl. Aufwand für Katalysator und periodische Teileerneuerung

2) inkl. Aufwand für Katalysator

3) ohne Bedienungsaufwand, muss individuell bestimmt werden

4) Dauer für den Ersatz der Lampen: ca. 15 min.

5) Reinigung der Beleuchtungskörper alle 2 Jahre, jeweilige Dauer: ca. 15 min.