

1992 724.397.42.01 D

Materialien zu RAVEL

RAVEL zahlt sich aus

Praktischer Leitfaden für
Wirtschaftlichkeitsberechnungen

André Müller
Felix Walter



Ressort 42: Animation und Umsetzung

Bundesamt für Konjunkturfragen

Adressen:

Herausgeber: Bundesamt für Konjunkturfragen (BfK)
Belpstrasse 53
3003 Bern
Tel.: 031/322 2139 Fax: 031/37182 89

Geschäftsstelle: RAVEL
c/o Amstein+Walthert AG Leutschenbachstrasse 45 8050 Zürich
Tel.: 01/305 91 11 Fax: 01/305 9214

Ressortleiter: Felix Walter
ECOPLAN
Wirtschafts- und Umweltstudien Seidenweg 63
3012 Bern
Tel.: 031/302 54 32 Fax: 031 /302 54 93

Autoren: Andre Müller Felix Walter
ECOPLAN
Wirtschafts- und Umweltstudien Seidenweg 63
3012 Bern
Tel.: 031/302 54 32 Fax: 031/302 54 93

Diese Studie gehört zu einer Reihe von Untersuchungen, welche zu Handen des Impulsprogrammes RAVEL von Dritten erarbeitet wurde. Das Bundesamt für Konjunkturfragen und die von ihm eingesetzte Programmleitung geben die vorliegende Studie zur Veröffentlichung frei. Die inhaltliche Verantwortung liegt bei den Autoren und der zuständigen Ressortleitung.

Copyright Bundesamt für Konjunkturfragen 3003 Bern, August 1994

gegenüber der Ausgabe von 1992 aktualisiert um neuere Zahlen zu den Umweltkosten (Kap.5) Auszugsweiser Nachdruck unter 4uellenangabe erlaubt. Zu beziehen bei der Eidg. Drucksachen- und Materialzentrale, Bern (Best. Nr. 724.397.42.01 D)

Form. 724.397.42.01 D 8.94 500

RAVEL-Materialien zu RAVEL

Materialien zu RAVEL

RAVEL zahlt sich aus

Praktischer Leitfaden für
Wirtschaftlichkeitsberechnungen

André Müller
Felix Walter



Bundesamt für Konjunkturfragen

Inhalt

1. Einleitung	1
2. Grundlagen der Wirtschaftlichkeitsberechnung	2
a) Kalkulationszinssatz	2
b) Nutzungsdauer	3
d) Betriebskostensteigerung	3
e) Energiepreise	3
f) Energiepreissteigerungen	4
g) Annuität und Mittelwertfaktoren	5
3. Wirtschaftlichkeit verschiedener Energiesysteme	6
a) Vergleich alternativer Energiesysteme	6
b) Beurteilung von Energiesparmassnahmen	8
4. Berücksichtigung von steuerlichen Aspekten	10
a) Eigennutzung	10
b) Fremdnutzung	12
c) Unternehmungen (juristische Personen)	12
5. Berücksichtigung der Umweltkosten	14
6. Einzelfragen	15
a) Berücksichtigung von Subventionen	15
b) Berechnung der Rückzahlfrist	15
c) Problem Ersatzinvestitionen	15
d) Vergleich bei unterschiedlichen Nutzungsdauern	16
e) Sensitivitätsanalyse	16
Quellen	18
Tabelle A: Annuitätsfaktoren	21
Tabelle B: Mittelwertfaktoren	22
Tabelle C: Nutzungsdauer / Betriebskosten (Wartung- und Unterhalt)	24

1. Einleitung

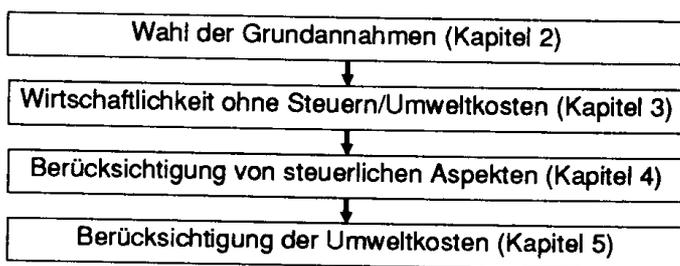
RAVEL versucht, durch eine Verbesserung der fachlichen Kompetenz die rationelle Verwendung von Energie und im speziellen von Strom zu fördern. Rationeller Energieeinsatz bedeutet weniger Energieverschwendung, besseres Funktionieren der Energiesysteme, weniger Umweltbelastung und eine Entlastung des Geldbeutels. Um diesen letzten Punkt geht es in dieser Broschüre. Der Entscheid für oder gegen ein bestimmtes Energiesystem bzw. eine geplante Energiesparmassnahme hängt in hohem Mass von ihrer Wirtschaftlichkeit ab. Lohnt sich eine Energie- bzw. Elektrizitätssparmassnahme? Welches Energiesystem ist am kostengünstigsten? Dies sind die beiden Hauptfragestellungen, die der Energieingenieurin oder dem Ingenieur vom Investor oder von der Investorin am häufigsten gestellt werden. Wie Energiefachleute diese Fragen beantworten können, soll im folgenden aufgezeigt werden.

Für die Wirtschaftlichkeitsberechnung ist die Sicht des Investors bzw. der Investorin massgebend, denn er oder sie entscheidet, ob eine Massnahme verwirklicht wird oder nicht. Für diese Zielgruppe ist vor allem die betriebswirtschaftliche Sichtweise von Interesse, d.h. sie wollen wissen, welche Folgen die Investitionen für ihr Portmonnaie haben. Ein weiteres wichtiges Entscheidungselement, das immer mehr an Bedeutung gewinnt, ist die Umweltbelastung eines Energiesystems bzw. die Umweltentlastung durch Sparmassnahmen. Eine erweiterte, volkswirtschaftliche Betrachtung - unter Einbezug der Umweltkosten (externe Kosten) - ist somit für Private und insbesondere für die öffentliche Hand eine wichtige zusätzliche Entscheidungshilfe.

der Wirtschaftlichkeit spielen vor allem bei Privaten die steuerlichen Aspekte eine wichtige Rolle. Kapitel 4 bietet ein mögliches Vorgehen für die Berücksichtigung von steuerlichen Auswirkungen. Wie die Umweltkosten in die Wirtschaftlichkeitsrechnung miteinbezogen werden, ist dem Kapitel 5 zu entnehmen. Am Schluss (Kapitel 6) sind einige Einzelfragen diskutiert, die immer wieder auftauchen: Subventionen, Rückzahlfrist, Ersatzinvestitionen, Vergleich von Alternativen mit unterschiedlichen Nutzungsdauern und Sensitivitätsanalysen. Der Leitfaden wird ergänzt durch Beispiele aus den RAVEL-Kursen.

Die vorliegende Broschüre geht nur auf die häufigsten, einfacheren Problemstellungen näher ein. Sie versucht, die Wirtschaftlichkeitsberechnung auf intuitivem Wege näher zu bringen, und verzichtet völlig auf die Darstellung von Formeln. Den mathematischen Hintergrund und vertiefte Hinweise - insbesondere über die Methodik der Wirtschaftlichkeitsberechnung, Verfahren bei mehreren Investitionstappen und schwankendem Energieverbrauch sind dem RAVEL-Kompendium bzw. dem Leitfaden "Methoden der Wirtschaftlichkeitsanalyse von Energiesystemen" (RAVEL-Leitfaden ausgearbeitet durch Elektrowatt AG, Zürich, 1991) zu entnehmen.

Die vorgeschlagene Berechnungsmethodik ist eine dynamische Annuitätenrechnung. Sie erlaubt einen Vergleich von jährlichen Kosten bzw. Erträgen. Gerechnet wird mit einem nominalen Zinssatz (z.B. Hypothekarzins). Dies erlaubt einen relativ einfachen Einbezug von steuerlichen Aspekten. Für die Betriebskosten- und Energiepreissteigerungen werden entsprechende Vorschläge unterbreitet. Anstelle des nominalen kann auch mit dem realen Zinssatz gerechnet werden. Die Ergebnisse beider Berechnungsarten führen in der Regel zu denselben Resultaten. Gewisse Probleme können auf einfache Art und Weise nur mit dieser realen Betrachtungsweise gelöst werden. In diesem Leitfaden werden die Ersatzinvestitionsproblematik (Kapitel 6c) und der Vergleich verschiedener Alternativen mit unterschiedlichen Nutzungsdauern (Kapitel 6d) mit Hilfe der realen Berechnungsmethode gelöst.



Die Grundannahmen - wie z.B. Kalkulationszinssatz, Nutzungsdauer und Preissteigerungen - und die gewählte Methodik (statisch, dynamisch) beeinflussen die Resultate einer Wirtschaftlichkeitsberechnung. Im zweiten Kapitel werden Vorschläge für Zinssätze, Nutzungsdauern und Preissteigerungen gegeben.

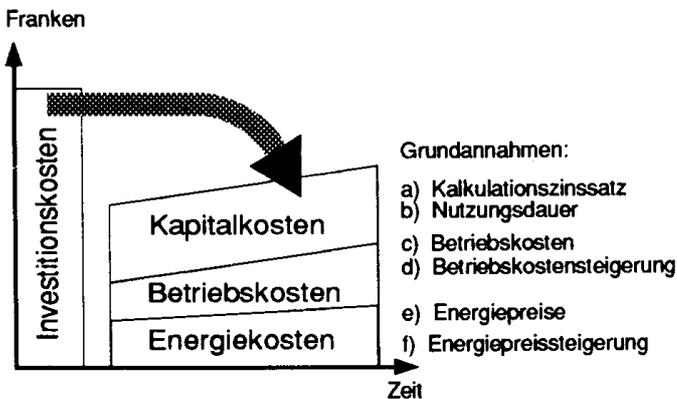
In Kapitel 3 wird ein dynamisches Vorgehen (Annuitätenmethode) skizziert, das möglichst einfach anzuwenden ist und zu unverzerrten Resultaten führt. Für die Beurteilung

2. Grundlagen der Wirtschaftlichkeitsberechnung

Bei der wirtschaftlichen Beurteilung von Energiesparmassnahmen oder beim Vergleich von alternativen Energiesystemen müssen heutige Investitionen mit zukünftigen jährlichen Energie- und Betriebskosteneinsparungen verglichen werden. Für die Gegenüberstellung von Investitionen und jährlichen Kosten werden die Investitionsaufwendungen in jährlich gleichbleibende Beträge (Annuitäten) umgerechnet. Diese jährlichen Kapitalkosten sollen die Aufwendungen für den Zinsendienst und die Amortisation der Investition abdecken. Die Summe von Energie-, Betriebs- und Kapitalkosten ergeben dann die gesamten jährlichen Kosten des Energiesystems.

Beim Vergleich verschiedener Systeme wird dasjenige mit den geringsten Kosten gewählt. Energiesparmassnahmen sind dann wirtschaftlich, wenn die jährlichen Kapital- und Betriebskosten kleiner sind als die jährlichen Energiekosteneinsparungen.

Für die Bestimmung der jährlichen Kapital-, Betriebs- und Energiekosten müssen verschiedene Annahmen getroffen werden. Im einzelnen sind der Kalkulationszinssatz, die Nutzungsdauer der Anlage, die Betriebskosten, Betriebskostensteigerung, Energiepreise und Energiepreissteigerung festzulegen.



Alle folgende Annahmen sind als Richtlinie zu verstehen und können durch eigene ersetzt werden. Häufig werden gewisse Vorgaben von der Auftraggeberin bzw. dem Auftraggeber festgelegt.

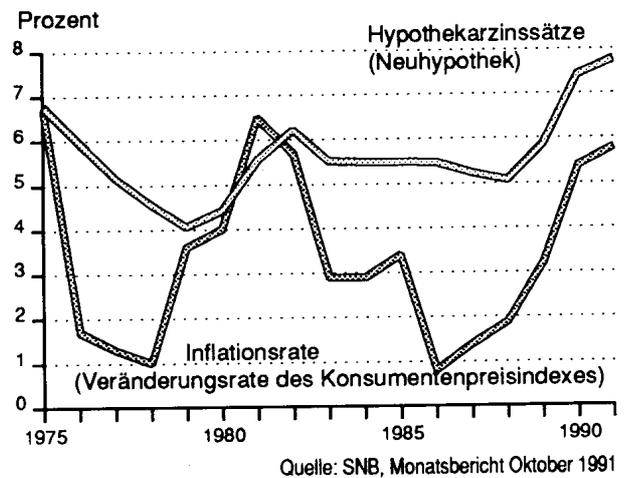
a) Kalkulationszinssatz

Die Berechnung der jährlichen Kapitalkosten erfolgt mit Hilfe des Annuitätsfaktors (siehe Tabelle A im Anhang). Für die Festlegung des massgebenden Annuitätsfaktors müssen der Kalkulationszinssatz, d.h. der für die Berechnung relevante Zinssatz, sowie die Nutzungsdauer bekannt sein. Dabei muss berücksichtigt werden, dass für Bauten im industriellen bzw. gewerblicher Bereich und im Wohnbaubereich unterschiedliche Zinssätze angewendet werden.

Im Wohnbaubereich kann in der Regel für Private wie auch für Unternehmungen mit dem Zinssatz für die 1. Hypothek gerechnet werden (1991: 8% für Neuhypotheken [1]). Im gewerblichen und industriellen Bereich muss unterschieden werden zwischen Energiemassnahmen bei Gebäuden und Produktionsprozessen. Bei Energiemassnahmen für Dienstleistungs-, Gewerbe- und teilweise auch Industriebauten kann ebenfalls der Hypothekzins als Grundlage dienen. Der Hypozins für diese Bauten liegt etwa $\frac{1}{4}$ % bis $\frac{1}{2}$ % über demjenigen für Wohnbauten (1991: $8\frac{1}{4}$ % bis $8\frac{1}{2}$ %). Der Kalkulationszinssatz bei produktionspezifischen Massnahmen wird häufig von den Unternehmungen vorgegeben. In der Praxis arbeiten die meisten Unternehmungen mit einem Zinssatz, der sich aus einer Mischung von Eigen- und Fremdkapitalverzinsung ergibt. Dabei geht man beim Eigenkapital aufgrund des unternehmerischen Risikos von einer höheren Verzinsung aus, so dass man insgesamt einen über den Hypozins liegenden Kalkulationszinssatz verwenden wird (1991 ca. $8\frac{1}{2}$ % + 1% bis + 2%, oder noch mehr bei speziell risikoreichen Projekten [2]).

Hypothekarzinsdsätze und Inflationrate

Hypothekarzinsdsätze und Inflationrate



Wie obige Grafik illustriert, sind Hypothekarzins und allgemeine Teuerung (Inflationrate) voneinander abhängig. Die durchschnittliche Inflationrate über die letzten 15 Jahre betrug 3.4 %. Der durchschnittliche nominale Hypothekarzins (1. Hypothek) lag bei 5.7 %. Der mittlere reale Hypozinssatz beträgt somit $5.7\% - 3.4\% = 2.3\%$ und ist in einer längerfristigen Sichtweise relativ konstant. Dies bedeutet, dass Hypothekarzins und Inflationrate nicht unabhängig voneinander festgelegt werden können. Wird mit einer sinkenden Inflationrate gerechnet, so muss auch der Hypozins entsprechend angepasst werden. Die Differenz zwischen Hypozins und Inflationrate sollte nicht kleiner als 2 % und nicht grösser als 3 % sein.

2. Grundlagen der Wirtschaftlichkeitsberechnung RAVEL

Einer längerfristigen Betrachtungsweise soll die durchschnittliche erwartete Inflationsrate unterstellt werden. Eine Prognose der Inflationsrate über die nächsten 10 bis 15 Jahre ist nicht möglich. Die Herleitung eines realistischen Wertes kann sich somit nur an der Vergangenheit orientieren. Die durchschnittliche erwartete Inflationsrate dürfte somit bei etwa 4% liegen. Die Wahl der Inflationsrate spielt für die Wirtschaftlichkeitsberechnung in der Regel keine grosse Rolle (wenn die Inflationsraten in einer Bandbreite von 2% bis 6% liegen). Wichtig hingegen ist, dass für die Wahl des Kalkulationszinssatzes, der Betriebskosten- und der Energiepreissteigerungen dieselbe Inflationsrate unterstellt wird. Beispiel: Eine Eigenheimbesitzerin gibt einen Kalkulationszinssatz von 8% für die Wirtschaftlichkeitsberechnung vor. Implizit unterstellt sie somit eine Inflationsrate von etwa 6%. Die Betriebskosten- und Energiepreissteigerungen müssen somit ebenfalls auf einer Inflationsrate von 6% basieren (vgl. Tabelle 2).

Bei einer realen Betrachtungsweise wird mit einer Inflationsrate von 0% gerechnet. Sie führt zu denselben Ergebnissen wie die nominale Berechnungsart. Für Auftraggeber, die sich in der Wirtschaftlichkeitsrechnung wenig auskennen, ist allerdings schwer nachvollziehbar, wieso mit einem Kalkulationszinssatz von 2% gerechnet wird, wenn sie ihr aufgenommenes Geld zu einem viel höheren Satz verzinsen müssen: Ein weiterer Vorteil der nominalen Berechnungsmethode liegt in der relativ einfachen Berücksichtigung der steuerlichen Aspekte. Wie schon erwähnt werden wir die reale Betrachtungsweise für die Ersatzinvestitionsproblematik und den Vergleich verschiedener Alternativen mit unterschiedlichen Nutzungsdauern zu Hilfe nehmen.

b) Nutzungsdauer

Die Bestimmung der Nutzungsdauer kann im Normalfall mit Hilfe von Tabelle C (siehe Anhang) oder aufgrund von Herstellerangaben erfolgen. Für die Bestimmung der Nutzungsdauer von produktionsbzw. prozessspezifischen Energieanlagen ist meistens die Nutzungsdauer der Produktionsanlage als Ganzes bestimmend, da diese häufig kleiner ist als die theoretische Nutzungsdauer der Energieanlage.

Die Nutzungsdauer wird oft auch von den Auftraggebern, vor allem wenn es sich um grössere Dienstleistungs- oder Industrieunternehmen handelt, vorgegeben.

c) Betriebskosten

Die Betriebskosten werden pro Jahr ausgewiesen und umfassen Personal- und Materialkosten für Wartung und Unterhalt (darunter fallen auch Bedienung, Reinigung, Überwachung). Zusätzlich fallen teilweise noch Versicherungs- und Verwaltungskosten an. Die Wartungs- und Unterhaltskosten können mit Hilfe von Herstellerangaben oder Serviceverträgen ermittelt werden. Für eine erste Abschätzung kann auch auf Erfahrungswerte zurückgegriffen werden, mit denen die jährlichen Wartungs- und Unterhaltskosten aus den Investitionen bestimmt werden können (Tabelle C im Anhang).

d) Betriebskostensteigerung

Diese jährlichen Betriebskosten sind aber nicht konstant, sondern unterliegen der allgemeinen Teuerung. Die Betriebskostensteigerung beträgt somit minimal ca. 4% (= zukünftig erwartete Inflationsrate). Zusätzlich kann noch eine Realpreissteigerung von bis zu 2% [3] berücksichtigt werden. Die Bandbreite für die jährliche Betriebskostensteigerung liegt somit bei 4% bis 6%, wenn eine Inflationsrate von 4% unterstellt wird.

e) Energiepreise

Die spezifischen Energiepreise für Öl variieren über die Zeit und sind abhängig von der gekauften Menge. Im weiteren sind die Öl- und Holzpreise auch regional verschieden. Die Preise der leitungsgebundenen Energieträger Elektrizität, Erdgas und Fernwärme unterscheiden sich stark zwischen den einzelnen Energieversorgungsunternehmen. Im weiteren bestehen insbesondere beim Erdgas und bei der Fernwärme spezielle Tarife für unterbrechbare Lieferungen. Die Energiepreise unterscheiden sich demnach von Fall zu Fall und müssen für jede Wirtschaftlichkeitsberechnung immer wieder neu erhoben werden. Für die Beispiele in dieser Broschüre wird mit den in Tabelle 1 aufgeführten Energiepreisen [10] gerechnet.

Mittlere Energiepreise für 1991 (beachte Bemerkungen unter Punkt e)

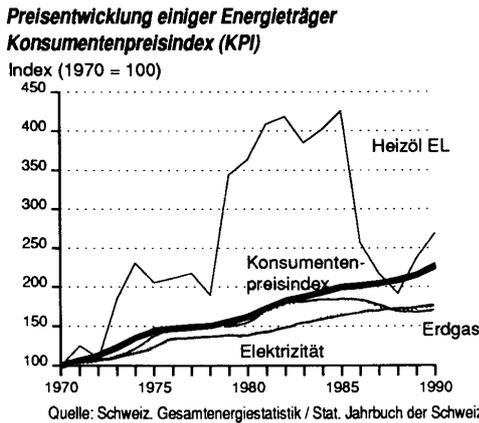
Tabelle 1

Energieträger	Grossverbraucher (Mittelspannung bei der Elektrizität)		Kleinverbraucher (Niederspannung bei der Elektrizität)
	Leistungspreis	Arbeitspreis	(evtl. Grundpreis zusätzlich)
Heizöl EL		40 Fr./100kg	45 Fr./100kg
Elektrizität Hochtarif (HT) Winter	100 Fr./kW und Jahr	12 Rp./kWh	20 Rp./kWh
Elektrizität Hochtarif (HT) Sommer		9 Rp./kWh	
Elektrizität Niedertarif (NT) Winter		8 Rp./kWh	10 Rp./kWh
Elektrizität Niedertarif (NT) Sommer		6 Rp./kWh	
Erdgas (Grund- bzw. Leistungspreis im Arbeitspreis enthalten)		3.5 Rp./kWh	4.5 Rp./kWh
Fernwärme (Grund- bzw. Leistungspreis im Arbeitspreis enthalten)		5.0 Rp./kWh	7.0 Rp./kWh
Energieholz-Hackschnitzel: Laubholz frisch (bis 45% Wassergehalt) ca. 40 Fr. pro m ³ loses Schüttgut			
Energieholz in Sterform: frische Buchenspätle ca. 60 Fr. pro Ster			

f) Energiepreissteigerung

Sind Energiepreise und Energieverbrauch bekannt, lassen sich die aktuellen jährlichen Energiekosten herleiten. Diese Energiekosten werden aber in Zukunft aufgrund der Energiepreisteuerung ansteigen. Die nachfolgende Grafik gibt einen Überblick über die Preissteigerungen verschiedener Energieträger und die Entwicklung des Konsumentenpreisindex von 1970 bis 1990.

Preisentwicklung einiger Energieträger Konsumentenpreisindex (KPI)



Die Grafik zeigt, dass eine Prognose der zukünftigen Energiepreisentwicklung mit grossen Unsicherheiten behaftet ist. Einige Tendenzen lassen sich dennoch festlegen: Die Energiepreise sind heute auf einem sehr tiefen Niveau. In Zukunft ist kaum damit zu rechnen, dass sich die Energiepreise real verbilligen. Die minimale Energiepreissteigerung entspricht somit etwa der Inflationsrate. In der Regel ist aber mit real steigenden Energiepreisen zu rechnen. Verantwortlich dafür sind die begrenzten Vorräte bei den

fossilen Energieträgern Oel und Gas und die wachsenden Ausgaben für die Elektrizitätsversorgung (Sicherheitsvorschriften, Entsorgung, Restwassermengen). Auch eine Energiesteuer oder eine CO₂-Abgabe würden die Endverbraucherpreise verteuern und damit Sparinvestitionen rentabler machen.

Als erster Anhaltspunkt bei der Festlegung der wichtigsten Grundannahmen für die Wirtschaftlichkeitsberechnung kann Tabelle 2 dienen. Für die Energiepreissteigerung ist aufgrund der unsicheren Entwicklung eine Bandbreite angegeben, innerhalb welcher sich die Energiepreise langfristig entwickeln könnten. Am besten geht man so vor, dass man die Wirtschaftlichkeitsberechnung mit den mittleren Werten durchführt und anschliessend verschiedene Grössen, wie z.B. die Oelpreisteuerung, variiert (Sensitivitätsanalyse: siehe Kapitel 6e). Auf diese Weise kann abgeschätzt werden, ob sich die Beurteilung der Wirtschaftlichkeit ändert, und welches die kritischen Grössen sind. In Ausnahmefällen kann auch von obigen Vorgaben abgewichen werden, z.B. wenn bei einer Evaluation einer Elektroheizung der Niedertarif im Winter schon heute bei 15 Rp./kWh liegt. In diesem Falle wäre nicht mit einer jährlichen realen Elektrizitätspreissteigerung von 3.5% (mittlere Variante), sondern mit etwa 1.5% zu rechnen. Auch bei Grossbezüglern ist im Einzelfalle abzuklären, wie sich das Tarifniveau und die Tarifstruktur in Zukunft verändern wird. Allgemeingültige Aussagen können für diese Fälle nicht abgeleitet werden.

In den Energiepreissteigerungen sind lediglich die heutigen staatlichen Abgaben enthalten. Sollte in Zukunft eine Energieabgabe für fossile Energieträger im Umfang von 10% bis 20% eingeführt werden, und der Einführungszeitpunkt ist nicht bekannt, so kann dies berücksichtigt werden, indem die Werte für Energiepreissteigerungen von Oel und Gas um

Übersicht über die Grundlagendaten

Tabelle 2

Kalkulationszinssatz	im Wohnbaubereich:	Inflationsrate + 2.0 % bis max. + 3.0 %	
	im Dienstleistungs-, Gewerbe- und Industriebereich:	Inflationsrate + 2.5 % bis max. + 3.5 %	
	Produktionsprozess (zusätzlich + 1% bis + 2%):	Inflationsrate + 3.5 % bis + 5.5 %	
Nutzungsdauer	nach Erfahrungswerten gemäss Tabelle C im Anhang		
	Herstellerangaben		
	Nutzungsdauer des Produktionsprozesses		
	Vom Auftraggeber vorgegeben		
Betriebskosten	nach Erfahrungswerten gemäss Tabelle C im Anhang		
	Herstellerangaben / Serviceverträge		
	minimal	mittel	maximal
Betriebskostensteigerung p.a.	Inflationsrate	Inflationsrate + 1 %	Inflationsrate + 2 %
Energiekostensteigerung p.a.			
Elektrizität: mittleres Tarifniveau [4]	Inflationsrate	Inflationsrate + 1.0 %	Inflationsrate + 2.0 %
Elektrizität: NT Winter (Elektroheizung) [4]	Inflationsrate + 2.0 %	Inflationsrate + 3.5 %	Inflationsrate + 5.0 %
Heizöl EL [5]	Inflationsrate	Inflationsrate + 2.0 %	Inflationsrate + 4.0 %
Erdgas [6]	Inflationsrate	Inflationsrate + 1.5 %	Inflationsrate + 3.0 %
Fernwärme [7]	Inflationsrate	Inflationsrate + 1.0 %	Inflationsrate + 2.0 %
Holz [8]	Inflationsrate	Inflationsrate	Inflationsrate

Grundlegenden Daten bei einer zukünftig erwarteten Inflationsrate von 4%

Tabelle 3

	minimal	mittel	maximal
Betriebskostensteigerung p. a.	4 %	5 %	6 %
Energiekostensteigerung p. a.			
Elektrizität: mittleres Tarifniveau	4 %	5 %	6 %
Elektrizität: NT Winter (Elektroheizung)	6 %	7.5 %	9 %
Heizöl EL	4 %	6 %	8 %
Erdgas	4 %	5.5 %	7 %
Fernwärme	4 %	5 %	6 %
Holz	4 %	4 %	4 %

weitere 0.5% angehoben werden. Steht eine solche Energieabgabe kurz vor ihrer Einführung, so können die entsprechenden Energiepreise um den entsprechenden Abgabesatz erhöht werden.

Die Beispiele in dieser Broschüre beruhen auf einer zukünftig erwarteten Inflationsrate von 4 %. Die wichtigsten Annahmen über die zukünftige Preisentwicklung sind in Tabelle 3 zusammengefasst.

g) Annuität und Mittelwertfaktoren

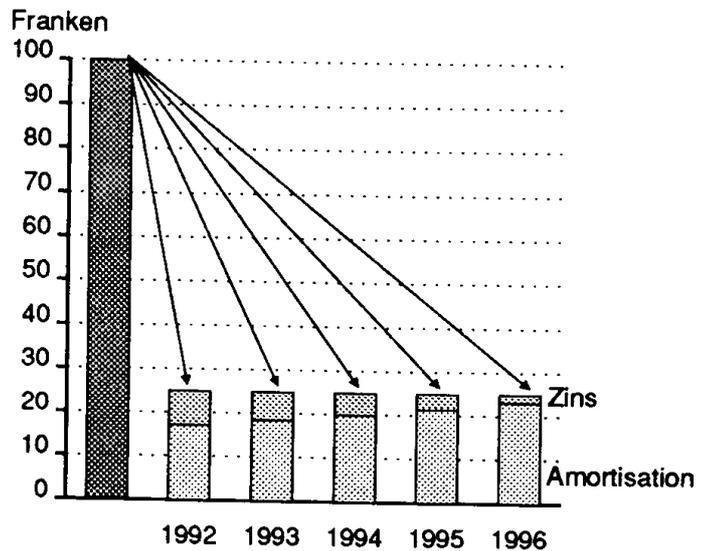
Die vorliegende Wirtschaftlichkeitsrechnung basiert auf dem Vergleich von jährlichen Kosten bzw. Erträgen.

Das erste Problem, das es dabei zu lösen gilt, ist die Umrechnung der einmaligen Investitionsaufwendungen in jährlich konstante Beträge (Annuität). Diese Beträge stellen die jährlichen Kapitalkosten dar und sollen die Aufwendungen für Zinszahlungen und Amortisation der Investition decken. Wie man sich das grafisch vorstellen kann, zeigt nachfolgende Figur.

Beispiel: Betrage der Kalkulationszinssatz 8% und die Nutzungsdauer 5 Jahre, so lassen sich die jährlichen Kapitalkosten mit Hilfe des Annuitätsfaktors (siehe Tabelle A im Anhang) relativ einfach bestimmen. *Eine Investition von 100 Fr. verursacht jährliche Kapitalkosten von 100 Fr. · 0.25 (=Annuitätsfaktor) = 25 Fr.*

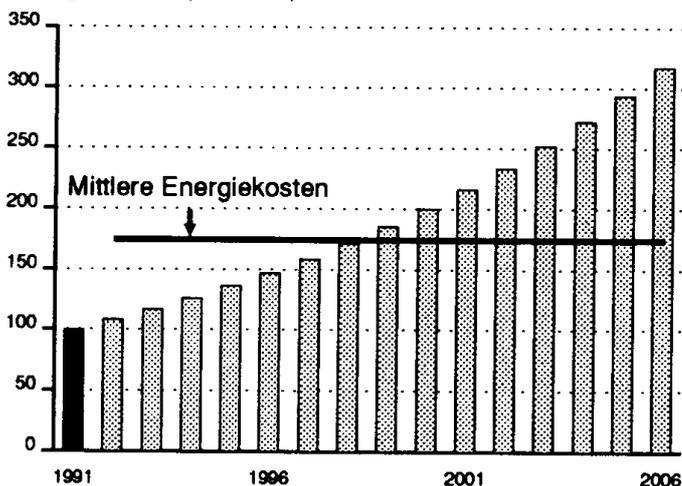
Das zweite Problem besteht darin, für die jährlich steigenden Energiekosten eine Vergleichsgrösse herzuleiten. Es ist naheliegend, eine Art Mittelwert zu bestimmen. Die nachfolgende Grafik illustriert das Problem:

Annuität



Mittelwertfaktor

Energiekosten (Franken)



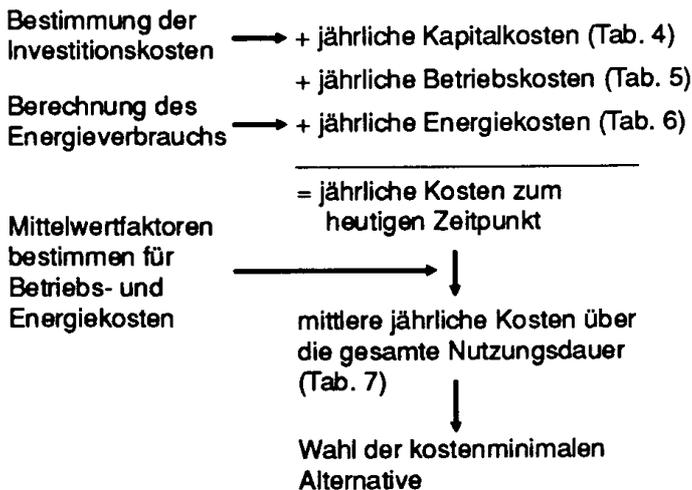
Die Berechnung der mittleren jährlichen Energiekosten kann mit Hilfe des Mittelwertfaktors (siehe Tabelle B im Anhang) berechnet werden. Beispiel: Kalkulationszinssatz und Energiepreissteigerung betragen 8%, die Nutzungsdauer sei 15 Jahre und die heutigen Energiekosten seien 100 Fr. Die mittleren jährlichen Energiekosten über die gesamte Nutzungsdauer von 15 Jahren lassen sich berechnen, indem die heutigen jährlichen Energiekosten mit dem Mittelwertfaktor multipliziert werden; also: mittlere jährliche Energiekosten = 100 Fr. · 1.752 (=Mittelwertfaktor) = 175.20 Fr.

3. Wirtschaftlichkeit verschiedener Energiesysteme

Die Wirtschaftlichkeit wird aufgrund der jährlich anfallenden Kosten beurteilt. Dabei wird aus einer betriebswirtschaftlichen Sicht diejenige Anlage gewählt, welche die minimalen jährlichen Kosten ausweist. Bei Neubauten oder Totalsanierungen stehen meistens verschiedene Energiesysteme zur Auswahl. Wie diese Systeme aus wirtschaftlicher Sicht miteinander verglichen werden können, soll im folgenden Abschnitt erläutert werden. Dabei wird unterstellt, dass die verschiedenen Alternativen eine ähnliche Nutzungsdauer haben. Der Fall unterschiedlicher Nutzungsdauer wird im Kapitel 6d noch näher ausgeführt. Im folgenden wird kurz dargelegt, wie Energiesysteme und Energiesparmassnahmen auf ihre Wirtschaftlichkeit hin überprüft werden können.

a) Vergleich alternativer Energiesysteme (mit gleicher Nutzungsdauer)

Die jährlich anfallenden Kosten lassen sich unterteilen in Aufwendungen für Amortisation und Zinsendienst (jährliche Kapitalkosten), Kosten für Wartung und Unterhalt (Betriebskosten) sowie Energiekosten. Das Vorgehen kann wie folgt skizziert werden:



Als erstes werden die jährlichen Kapitalkosten, die durch die Investitionsausgaben bestimmt werden, berechnet. Die Investitionen fallen als einmalige Ausgaben am Anfang des Betrachtungszeitraumes an und können relativ genau ermittelt werden. Investitionen, die zusammen mit der Energieinvestition getätigt werden, aber einem anderen Zweck dienen (z. B. Komfortverbesserung), gehen nicht in die Wirtschaftlichkeitsberechnung ein. Die Abgrenzung zwischen Investitionsaufwendungen, die für Energiemassnahmen, und solchen, die für reinen Unterhalt oder aufgrund von Komfortansprüchen getätigt werden, ist in der Praxis nicht immer einfach. Auf diese Abgrenzungsproblematik wird in den Beispielen näher eingegangen. Dass die Energieinvestition nicht mit artfremden Kosten belastet wird, ist ein wichtiger Punkt, allerdings müssen auch alle relevanten Ausgaben erfasst werden:

- direkte Ausgaben für Apparate, Maschinen, Leitungen, Montage, Land, Mess- und Regelungstechnik, Isolierung, spezielle Gebäude für Heizanlage oder Lagerhaltung
- indirekte Ausgaben für Planung, Beratung, Bauüberwachung, Baustelleneinrichtungen, Demontage der alten Anlage
- Kosten der Inbetriebnahme und Personalausbildungskosten
- Produktionsausfallkosten
- evtl. einmalige Anschlusskosten (bei leitungsgebundenen Energieträgern), Netzkostenbeiträge

In diesem Zusammenhang stellt sich häufig die Frage, wie der Restwert einer schon bestehenden Anlage in die Wirtschaftlichkeitsrechnung miteinbezogen wird. Grundsätzlich kann man festhalten, dass mit der Wirtschaftlichkeitsrechnung die zukünftigen Ausgaben minimiert werden sollen und dass die in der Vergangenheit getätigten Investitionen nicht mehr rückgängig gemacht werden können. Beim Restwert ist zu unterscheiden zwischen buchhalterischem und marktlichem Restwert (Preis, der für die alte Anlage bei einem Verkauf erzielt werden kann). Wichtig für die Wirtschaftlichkeitsrechnung ist der marktliche Restwert. Es sind zwei Fälle zu unterscheiden:

- die alte Anlage (oder Teile davon) wird verkauft: In diesem Fall sind die Neuinvestitionen um diesen Verkaufserlös zu reduzieren.
- die alte Anlage (oder Teile davon) kann weiter benutzt werden: In diesem Fall sind die Neuinvestitionen um den Marktwert der alten Anlage zu erhöhen.

Der buchhalterische Restwert beeinflusst die Wirtschaftlichkeitsrechnung nur über steuerliche Implikationen, diese sind aber in der Regel vernachlässigbar klein und müssen nicht berücksichtigt werden.

Die Investitionsausgaben lassen sich mit Hilfe des Annuitätsfaktors auf jährlich gleichbleibende Kosten (Annuitäten) umrechnen. Der Annuitätsfaktor ist abhängig vom unterstellten Kalkulationszinssatz und der Nutzungsdauer der Investition und kann mit Hilfe der Annuitätentabelle (siehe Tabelle A im Anhang) bestimmt werden. Mit Hilfe von Tabelle 4 können die jährlichen Kapitalkosten hergeleitet werden.

Die jährlichen Betriebskosten (vgl. Kapitel 2c) werden in Tabelle 5 erfasst. Die jährlichen Energiekosten können aus dem prognostizierten Verbrauch und den Energieeinkaufspreisen mit Hilfe von Tabelle 6 ermittelt werden. Für die leitungsgebundenen Energien (Elektrizität, Erdgas und Fernwärme) sind zusätzlich noch jährliche Grundgebühren zu berücksichtigen.

3. Wirtschaftlichkeit verschiedener Energiesysteme RAVEL

Beispiel: Luft-Wasser-Wärmepumpe:

- Investition WP: 1. 18'000.- WP
- 2. 5'000.- Anschluss Montage
- 3. 2'300.- Diverses (10% von 1. und 2.)
- 25'300.-

Grundlagen:

- Kalkulationszins: 6%
- Betriebskostensenkung: 5%
- Elektr.-Preissteigerung: HT: 5% NT: 7.5%
- Investition für neue Leitungen: 2'000.-

Jährliche Kapitalkosten Tabelle 4

Anlagenteil	Investitionsausgaben	Nutzungsdauer	Annuitätsfaktor	Jährliche Kapitalkosten
Wärmepumpe	25'300	15 Jahre	0,103	2'606
Neue Leitungen	2'000	25 Jahre	0,078	156
Total	27'300			2'762

Jährliche Betriebskosten Tabelle 5

Anlagenteil	Anlagewert	Jährliche Wartungs- und Unterhaltskosten in % des Anlagewertes	Jährliche Betriebskosten
Serviceabonnement Fr. 450.- pro 2 Jahre			225
Total			225

Jährliche Energiekosten Tabelle 6

Energieträger	Jahres-Grundgebühr (Grund-, Leistungspreis)	Verbrauch	spezifische Kosten	Jährliche Energiekosten
Elektrizität Hochtarif	160.- Fr./Jahr	4375 kWh/Jahr	20 Rp/kWh	160 + 875 = 1035
Elektrizität Niedertarif		4375 kWh/Jahr	10 Rp/kWh	438
Heizöl		kg	Fr./100kg	
Erdgas		kWh	Rp/kWh	
Total				1473

Total der mittleren jährlichen Kosten Tabelle 7

	Mittelwertfaktoren durchschnittl. Nutzungsdauer: 15,73	Jährliche Kosten	mittlere jährliche Kosten über die Nutzungsdauer
Kapitalkosten	xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx	2762	2762
Betriebskosten	4454	225	327
Elektrizität Hochtarif	1454	1035	1505
Elektrizität Niedertarif	1773	438	777
Heizöl			
Erdgas			
Total			5371

Die Bilanz über die gesarrjzte Nutzungsdauer für eine Alternative kann mit Hilfe von Tabelle 7 erstellt werden: Die jährlichen Kapitalkosten entsprechen den tatsächlichen nominalen Aufwendungen für Amortisation und Zins und sind über die ganze Nutzungsdauer konstant. Die jährlichen Kapitalkosten verändern sich somit innerhalb der Nutzungsdauer nicht. Die jährlichen Betriebs- und Energiekosten hingegen steigen stetig, da sich Lohn- und Materialkosten sowie Energiepreise ständig erhöhen. Mit Hilfe der Mittelwertfaktoren (Tabelle B im Anhang) können diese Preissteigerungen relativ einfach berücksichtigt werden. Für gemischte Anlagen (mit Bauteilen von unterschiedlicher Nutzungsdauer) wird die Bestimmung des Mittelwertfaktors mit Hilfe einer gewichteten Nutzungsdauer vorgenommen. Beispiel:

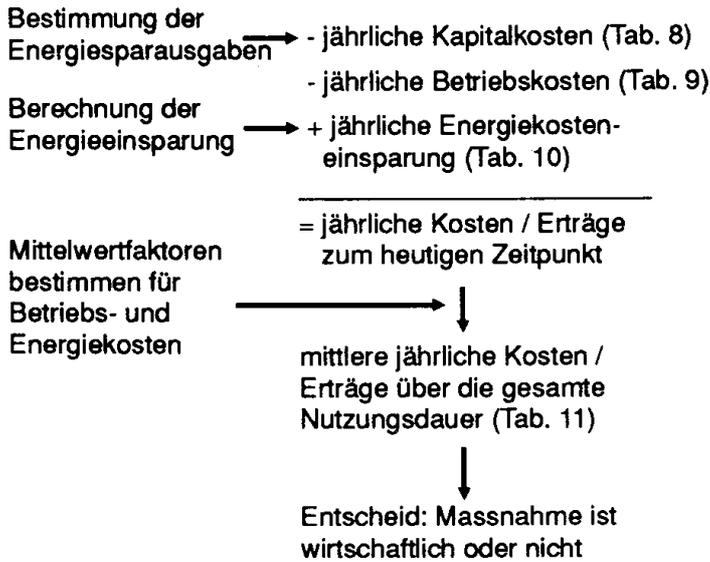
wie folgt berechnet werden: $(15 \cdot 100 + 20 \cdot 200) / (100+200) = 18,3$ Jahre.

Bei einem Vergleich verschiedener Alternativen wird diejenige mit den kleinsten mittleren jährlichen Kosten gewählt. Die verschiedenen Alternativen müssen allerdings etwa dieselbe Nutzungsdauer aufweisen, damit ein Vergleich überhaupt möglich ist. In Abschnitt 6d wird dargestellt, wie ein Vergleich verschiedener Alternativen mit unterschiedlichen Nutzungsdauern durchgeführt werden könnte.

Anlagenteil A koste 100 Fr. mit einer Nutzungsdauer von 15 Jahren. Anlagenteil B koste 200 Fr. mit einer Nutzungsdauer von 20 Jahren. Die gewichtete Nutzungsdauer, die für die Bestimmung des Mittelwertfaktors relevant ist, kann

b) Beurteilung von Energiesparmassnahmen

Im Gegensatz zum Vergleich alternativer Energiesysteme werden bei der Beurteilung von Energiesparmassnahmen nicht die gesamten jährlichen Kosten ausgewiesen, sondern die jährlichen Kapital- und Betriebskosten werden den Energiekosteneinsparungen gegenübergestellt.



rücksichtigt werden und Einsparungen bei den Betriebskosten in Abzug gebracht werden.

Die jährlichen Energiekosteneinsparungen (Tabelle 10) können aus den prognostizierten Einsparungen (als Differenz zwischen den heutigen und zukünftigen Verbräuchen) und den Energieeinkaufspreisen ermittelt werden. Verringern sich die jährlichen Grundgebühren der leitungsgebundenen Energieträger infolge der Energiesparmassnahmen, so sind auch diese Kosteneinsparungen zu berücksichtigen. Führen Energiesparmassnahmen z.B. zu massiven Einsparungen bei der Elektrizität und zu einer leichten Erhöhung des Ölverbrauchs, vermindern sich die Energiekosteneinsparungen um die Kosten dieses Mehrverbrauchs.

Aufgrund der jährlichen Kapital-, Betriebs- und Energiekosteneinsparungen lassen sich wiederum mit Hilfe der Mittelwertfaktoren (Tabelle B im Anhang) die mittleren jährlichen Kosten bzw. Erträge bestimmen (Tabelle 11). Bei Energiesparmassnahmen mit verschiedenen Bauteilen von unterschiedlicher Nutzungsdauer wird auch hier mit einer gewichteten Nutzungsdauer gerechnet. Wie diese gewichtete Nutzungsdauer berechnet werden kann, ist im vorhergehenden Abschnitt gezeigt worden.

Mit Hilfe der Gesamtbilanz von Tabelle 11 kann die Wirtschaftlichkeit einer Energiesparmassnahme beurteilt werden: Übertreffen die mittleren jährlichen Energieeinsparungen die Kapital- und Betriebskosten, so ist die Energiesparmassnahme wirtschaftlich. Eine Bestimmung der Rückzahlfrist ist in Abschnitt 6b hergeleitet.

Am besten geht man so vor, dass man die Kosten als negative Grössen ("Ausgaben") und die Einsparungen als positive Grössen ("Einnahmen") in die Tabelle aufnimmt.

Die jährlichen Kapitalkosten (Tabelle 8) werden durch die Höhe der Energiesparaufwendungen bestimmt.

Diese Energiesparausgaben lassen sich mit Hilfe des Annuitätsfaktors auf jährlich gleichbleibende Kosten (Annuitäten) umrechnen. Der Annuitätsfaktor ist abhängig vom unterstellten Kalkulationszinssatz und der Nutzungsdauer der Investition und kann mit Hilfe der Annuitätentabelle (siehe Tabelle A im Anhang) bestimmt werden.

Energiesparende Investitionen werden oft zusammen mit Instandhaltungs- und Komfortverbesserungsinvestitionen getätigt. So dienen z.B. Massnahmen bei der Beleuchtung nicht nur der Energieeinsparung, sondern sie können auch eine erwünschte Komfortverbesserung bringen. In diesem Falle sind nur diejenigen Ausgabenteile der energiesparenden Investition zuzurechnen, die ausschliesslich der Energieeinsparung dienen. Diese Abgrenzung ist nicht immer einfach und muss oft aufgrund einer theoretischen Schätzung vorgenommen werden. Diese Abgrenzungsproblematik wird in den Beispielen noch näher erläutert.

Die zusätzlichen jährlichen Betriebskosten können mit Tabelle 9 erfasst werden (vgl. auch Kapitel 2c). Wichtig ist, dass auch hier nur die zusätzlich anfallenden Kosten be-

3. Wirtschaftlichkeit verschiedener Energiesysteme RAVEL

Beispiel: Wärmerückgewinnung (WRG)

Investition WRG:

1.	110'000	WRG-Anlage
2.	45'000	Montage, Demontage
3.	12'500	Diverses (10% von 1. und 2.)
	<u>137'500</u>	

Neue Fernwärmeleitung zw. Gebäude A und B: 35'000

Jährliche Kapitalkosten Tabelle 8

Anlagenteil	Investitionsausgaben für Energieeinsparung	Nutzungsdauer	Annuitätsfaktor	Jährliche Kapitalkosten
WRG	137'500	15 Jahre	0,103	- 14'163
FW-Leitung	35'000	30 Jahre	0,073	- 2'555
Total	172'500			- 16'718

Zusätzliche jährliche Betriebskosten Tabelle 9

Anlagenteil	Anlagewert	Jährliche Wartungs- und Unterhaltskosten in % des Anlagewertes	Jährliche Betriebskosten
WRG (nur Anlage)	110'000	3%	- 3'300
FW-Leitung	35'000	2%	- 700
Total			- 4'000

Jährliche Energiekosteneinsparungen Tabelle 10

Energieträger	Jahres-Grundgebühr (Grund-, Leistungspreis)	Einsparung	spezifische Kosten	Jährliche Energiekosten einsparung
Elektrizität Hochtarif	Grundgebühr bleibt unverändert	85'000 kWh/Jahr	11 Rp/kWh	+ 9'350
Elektrizität Niedertarif		50'000 kWh/Jahr	8 Rp/kWh	+ 4'000
Heizöl		12'500 kg	40 Fr./100kg	+ 5'000
Erdgas		kWh	Rp/kWh	
Total				18'350

Total der mittleren jährlichen Kosten bzw. Erträge Tabelle 11

	Mittelwertfaktoren durchschnittl. Nutzungsdauer: 18,04	Jährliche Kosten	mittlere jährliche Kosten bzw. Erträge über die Nutzungsdauer
Kapitalkosten	xx	- 16'718	- 16'718
Betriebskosten	4,522	- 4'000	- 6'088
Elektrizität Hochtarif	1,522	+ 9'350	+ 14'231
Elektrizität Niedertarif	1,522	+ 4'000	+ 6'088
Heizöl	1,664	+ 5'000	+ 8'320
Erdgas			
Total			+ 5'833

} 28'639

Bemerkungen:

Berechnung der durchschnittl. Nutzungsdauer: $\frac{137'500 \cdot 15 + 35'000 \cdot 30}{137'500 + 35'000} = 18,04 \text{ Jahre}$

Fazit: Die WRG-Massnahme ist wirtschaftlich; sie bringt mittlere jährliche Einsparungen von 5'833 Fr.

4. Berücksichtigung von steuerlichen Aspekten

Die Resultate der Wirtschaftlichkeit werden durch steuerliche Aspekte wesentlich beeinflusst. Allerdings sind die steuerlichen Auswirkungen vielfältig, von vielen Faktoren abhängig und von Kanton zu Kanton unterschiedlich. Grundsätzlich muss unterschieden werden zwischen Privaten und Unternehmungen. Als "Private" gelten alle Personen, die nach den Bestimmungen für natürliche Personen besteuert werden. Bei Eigenheimbesitzerinnen und -besitzern sowie Vermieterinnen und -vermietern haben die Investitionsaufwendungen für energetische Massnahmen direkten Einfluss auf Einkommens- und Vermögenssteuern. Für Mieterinnen und Mieter verändert sich das Steueraufkommen nicht; sie profitieren hingegen von den geringeren Energiekosten, müssen in der Regel aber einen höheren Mietzins bezahlen.

Als "Unternehmung" bezeichnen wir alle Körperschaften, die nach den Bestimmungen für juristische Personen besteuert werden. Es sind dies: Aktiengesellschaften und Gesellschaften mit beschränkter Haftung (Vereine und Stiftungen werden oftmals nach den Grundsätzen für natürliche Personen besteuert). Juristische Personen haben eine Gewinn- und zusätzlich eine Kapitalsteuer zu entrichten. Die Kapitalsteuer ist für unsere Fragestellungen völlig irrelevant. Gewinnsteuern sind nur da einzubeziehen, wo die Wirtschaftlichkeitsberechnung keine eindeutigen Resultate liefert, da ihr Einfluss in aller Regel gering ist.

Zuerst gilt es zu bestimmen, wie die energetischen Investitionen das steuerbare Einkommen und Vermögen verändern. Wie sich dann die Erhöhung bzw. Verminderung des steuerbaren Einkommens und Vermögens auf die effektiv zu bezahlenden Steuern auswirkt, hängt von der sogenannten Grenzsteuerbelastung ab. Diese Grenzsteuerbelastung besagt, wieviel Prozent des zusätzlichen Einkommens bzw. Vermögens man als Steuern wieder abliefern muss. Beträgt zum Beispiel die Grenzsteuerbelastung 30 %, so hat ein steuerlicher Abzug beim Einkommen von Fr. 1000.- eine Verminderung der Steuerlast um Fr. 300.- zur Folge. Die Grenzsteuerbelastung für natürliche Personen lässt sich mit Hilfe von Tabelle 12 berechnen.

Auf ähnliche Weise lässt sich auch die Grenzsteuerbelastung für das Vermögen bestimmen. Dieses Vorgehen stimmt hingegen nur, solange sich das steuerbare Einkommen vor und nach der Investition in derselben Progressionsstufe befindet. Werden mehrere Progressionsstufen übersprungen, so sollten für eine genaue Berechnung alle massgebenden Grenzsteuersätze in die Berechnung eingehen. Annäherungsweise kann mit dem Durchschnitt der verschiedenen Grenzsteuersätze gerechnet werden.

Der Steuersatz von Unternehmungen orientiert sich in den meisten Kantonen an der Rendite, d.h. am

Verhältnis des steuerbaren Reinertrages zum Betrag des Kapitals und der Reserven. Die Grenzsteuerbelastung für juristische Personen wird in der Regel vom Unternehmen selbst ermittelt.

a) Eigennutzung

Wir gehen davon aus, dass eine Eigenheimbesitzerin bzw. ein Eigenheimbesitzer an einem bestehenden Gebäude Energiesparmassnahmen evaluieren will. Die mittleren jährlichen Kosten bzw. Erträge ohne Berücksichtigung von steuerlichen Aspekten sind in Tabelle 11 zusammengestellt. Beim Einbezug von steuerlichen Auswirkungen müssen drei Einflüsse berücksichtigt werden:

- einmaliger steuerlicher Anreiz bei der Einkommenssteuer (Tabelle 13)
- jährlich wiederkehrende Veränderung bei der Einkommenssteuer (Tabelle 14)
- jährlich wiederkehrende Veränderung bei der Vermögenssteuer (Tabelle 15)

Energiesparende Investitionen können in den meisten Kantonen ganz oder teilweise als Gebäudeunterhaltskosten beim Einkommen abgezogen werden. Wie hoch dieser einmalige steuerliche Anreiz ist, kann mit Hilfe von Tabelle 13 berechnet werden. Bestimmend für den einmaligen Anreiz ist die Abzugsquote, die vom jeweiligen Kanton festgelegt wird. Dieser einmalige steuerliche Anreiz fällt dahin, falls die Unterhaltskosten eines Gebäudes pauschal abgezogen werden (wird in Tabelle 14 Kolonne 3 berücksichtigt), und der Kanton keine zusätzlichen Abzüge erlaubt. Multipliziert man die möglichen steuerlichen Abzüge mit der Grenzsteuerbelastung, so erhält man die tatsächlich eingesparten Steuern. Dieser einmalige Anreiz wird mit dem Annuitätsfaktor in jährliche Beträge umgerechnet.

Das steuerbare Einkommen erhöht sich bei einer Zunahme des Eigenmietwertes und vermindert sich um die effektiv zu bezahlenden Schuldzinsen (bei einer Fremdfinanzierung) bzw. um den Ertragsausfall von Kapitalanlagen (bei Eigenfinanzierung). Die Effekte dieser veränderten Einkommenssituation lassen sich mit der jährlichen Veränderung der Einkommenssteuer erfassen (Tabelle 14).

Ähnlich wie das steuerbare Einkommen wird sich auch das steuerbare Vermögen verändern und zu jährlichen Veränderungen der Vermögenssteuer führen (Tabelle 15). Das steuerbare Vermögen erhöht sich bei einer Zunahme des Steuerwertes (bei Neueinschätzungen) und vermindert sich um die Neuverschuldung bzw. um die Abnahme der Kapitalanlagen.

Für die Beurteilung der Wirtschaftlichkeit unter Einbezug von steuerlichen Aspekten wird die Tabelle 7 bzw. 11 mit den steuerlichen Auswirkungen ergänzt.

dings von der Annahme aus, dass ein bestehendes Gebäude energietechnisch saniert werden soll. Bei Neubauten kann in der Regel kein einmaliger steuerlicher Abzug geltend gemacht werden. Da ein Hausbau die steuerliche Situation stark ändert, muss bei der Bestimmung des Grenzssteuersatzes vom zukünftigen steuerbaren Einkommen und Vermögen ausgegangen werden. Bei Neubauten ist die Berücksichtigung von Steueraspekten nur interessant, wenn sich Eigenmietwert und damit auch der Steuerwert für die verschiedenen Energiesysteme stark voneinander unterscheiden. Dies ist vor allem der Fall beim Vergleich von konventionellen mit alternativen Energiesystemen.

b) Fremdnutzung

Vermieter und Vermieterinnen überwälzen in der Regel die Betriebs- und Energiekosten, das heisst die Mieter und Mieterinnen profitieren von einer Sanierung. Die Bilanz für die Vermieter bzw. Vermieterinnen wird somit durch die jährlichen Kapitalkosten, die steuerlichen Anreize und - sofern die Energiesparmassnahmen wertvermehrend sind - durch die Mietzinserhöhung bestimmt. Bei der Bestimmung der jährlich wiederkehrenden Veränderung der Einkommenssteuern müssen anstelle des Eigenmietwertes die effektiven Mietzinseinnahmen bzw. -erhöhungen eingesetzt werden. Die Bilanz für die Vermieterin bzw. für den Vermieter ist aus Tabelle 17 ersichtlich.

Für Vermieterin und Vermieter ist im weiteren die Bruttorendite von Interesse. Die Bruttorendite entspricht dem Quotienten von Mietzinseinnahmen und Investitionsaufwendungen. Bei Sanierungen sind die Investitionsaufwendungen um den einmaligen Steuerabzug (Tabelle 13) zu reduzieren. Die Bruttorendite sollte in der Regel mindestens 1 Prozent über dem Kalkulationszinssatz liegen.

Bei Sanierungen kann auch eine Bilanz für Mieterinnen und Mieter erstellt werden. Dabei werden die jährlichen Betriebs- und Energiekosteneinsparungen dem Mietzinsaufschlag gegenübergestellt. Für Mieterinnen und Mieter sind neben den mittleren jährlichen Kosten bzw. Erträgen die Bilanzen für die

ersten 5 bis 6 Jahre nach der Sanierung interessant. Die ersten Jahre nach der Sanierung sind denn auch die kritischen Jahre für die Mieterinnen und Mieter, sie müssen auf der einen Seite schon den vollen Mietzinsaufschlag bezahlen, profitieren aber aufgrund der steigenden Energiepreise von der Energiekosteneinsparung erst im Verlaufe der Zeit vollumfänglich. Sie ziehen demnach reine (nicht wertvermehrende) Ersatzinvestitionen oder wirksame Sofortmassnahmen einer umfassenden Sanierung vor.

c) Unternehmungen (juristische Personen)

Die korrekte Erfassung von steuerlichen Auswirkungen bei Unternehmungen ist äusserst komplex. Die beiden wichtigsten steuerlichen Aspekte sind die Finanzierungsform und die Abschreibungen. Folgendes Vorgehen eignet sich vor allem für die Berücksichtigung von steuerlichen Aspekten bei einer energietechnischen Sanierung in einer Unternehmung (Aktiengesellschaft).

Bei Fremdfinanzierung können die Schuldzinsen bei den Steuern in Abzug gebracht werden (Tabelle 18), im Gegensatz zur Finanzierung mit Eigenkapital (Dividendenaus-schüttung ist nicht steuerlich abziehbar).

Energiesparende Massnahmen sind in der Regel wertvermehrende Auslagen und sind im Gegensatz zu werterhaltenden Auslagen (Unterhalt) bei den Steuern nicht abzugsfähig. Im Einzelfall muss als erstes abgeklärt werden, welche Auslagen wertvermehrend und welche werterhaltend sind. Der Anteil der Investitionskosten, der von den Steuerbehörden als werterhaltend eingestuft wird, kann von den Steuern abgesetzt werden (Tabelle 19). Dieser einmalige Steueranreiz wird in jährlich konstante Beträgen (Annuität) über die Nutzungsdauer verteilt (mit Hilfe des Annuitätsfaktors).

Bei den wertvermehrenden Investitionen für energieparende Einrichtungen sind die buchhalterischen Abschreibungen bei den Steuern abzugsberechtigt, führen somit zu einer Steuerersparnis. Nicht nur Ab

Bilanz für Vermieterinnen bzw. Vermieter

Tabelle 17

	mittlere jährliche Kosten bzw. Erträge über die Nutzungsdauer
Jährliche Kapitalkosten (Tabelle 7 bzw. 11)	- 16'718
Mietzinserhöhung <i>10% der Gesamtinvestition</i>	+ 17'250
Einmaliger steuerlicher Anreiz bei der Einkommenssteuer (Annuität) (Tabelle 13)	+ 2'602
Jährlich wiederkehrende Steuerersparnis bei der Einkommenssteuer (Tabelle 14) *	- 2'535
Jährlich wiederkehrende Steuerersparnis bei der Vermögenssteuer (Tabelle 15)	+ 473
Total	+ 1'072

Bemerkungen:				
* Mietzinserhöhung	Schuldzinsen	Δ steuerbares Einkommen	Grenzssteuersatz	Steuerersparnis
+ 17'250	- 8250 - 2'100	+ 6'900	36,74%	- 2'535

Beispiel: WRG-Beispiel (Seite 9)

Gemäss Kant. Steueramt gilt für Unternehmung X (Grenzsteuersatz: 15%)
 WRG: 90'000 werterhaltend
 47'500 wertvermehrend
 FW-Leitung: 35'000 wertvermehrend

Steuerersparnis bei Fremdfinanzierung für Unternehmungen

Tabelle 18

Anlageteil	Investitionsausgaben	Zinssatz für Fremdkapital	Effektive Schuldzinsen	Grenzsteuerbelastung	Steuerersparnis Gewinnsteuer
WRG	137'500	6%	8'250	15%	+ 1'238
FW-Leitung	35'000	6%	2'100	15%	+ 315
Total					+ 1'553

Steueranreiz bei werterhaltenden Investitionen

Tabelle 19

Anlageteil	wertverhaltende Investitionsausgaben (voll abzugsberechtigt)	Grenzsteuerbelastung	Steuerlicher Anreiz	Annuitätsfaktor	Annuität des steuerlichen Anreizes
WRG	90'000	15%	13'500	0,103	+ 1'391
FW-Leitung	/				
Total					+ 1'391

Steuerersparnis bei Abschreibungen (wertvermehrende Investitionen)

Tabelle 20

Anlageteil	wertvermehrende Investitionsausgaben	jährlicher Abschreibungsbetrag (lineare Abschreibung)	Energiekosten-einsparung	Veränderung der Betriebskosten	Veränderung des versteuerbaren Gewinnes	Grenzsteuerbelastung	Steuerersparnis Gewinnsteuer
WRG	47'500	-3'167 · 1,1*	128'639	-6'088	+17'317	15%	-2'598
FW-Leitung	35'000	-1'167 · 1,5*					
Total							-2'598

* 50% - Abschreibung in 2 Jahren möglich

Korrekturfaktor für 50%-Abschreibung in 2 Jahren

Tabelle 21

Kalkulationszinssatz	Nutzungsdauer					
	5 Jahre	10 Jahre	15 Jahre	20 Jahre	25 Jahre	30 Jahre
5 %	1.0	1.1	1.1	1.2	1.3	1.4
8 %	1.0	1.1	1.2	1.4	1.5	1.6
10 %	1.0	1.1	1.3	1.5	1.6	1.8
15 %	1.0	1.2	1.4	1.7	2.0	2.3

schreibungen, sondern auch erzielte Energiekosteneinsparungen und Veränderungen der Betriebskosten beeinflussen den Gewinn und somit die zu bezahlenden Steuern einer Unternehmung (Tabelle 20). Der Fall linearer Abschreibungen kann relativ leicht in unserer Wirtschaftlichkeitsberechnung berücksichtigt werden. Die Investitionsausgaben geteilt durch die Nutzungsdauer ergibt den jährlichen Abschreibungsbetrag.

Gewinnsituation des Unternehmens günstiger aus als die lineare Abschreibung. Die Implementierung einer solchen Abschreibung ist nicht ganz trivial und soll hier auf einfache Weise mit einem Korrekturfaktor berücksichtigt werden. Kann die Investition in den ersten zwei Jahren auf 50% abgeschrieben werden, so kann der jährliche lineare Abschreibungsbetrag mit den Korrekturfaktoren von Tabelle 21 multipliziert werden.

Weitere Bemerkungen: Die steuerlichen Auswirkungen der Finanzierung können auch durch eine geeignete Wahl des Kalkulationszinssatzes berücksichtigt werden. Wird der Kalkulationszinssatz von den Firmen vorgegeben, so ist in diesem Falle abzuklären, ob die Finanzierungsaspekte in der Wirtschaftlichkeitsberechnung aufgenommen werden müssen.

In der Regel wird die Vermögenssituation eines Unternehmens durch Energieinvestitionen nicht gravierend verändert, so dass die steuerlichen Auswirkungen aufgrund der Vermögensänderung vernachlässigbar klein sind.

Energieeinsparinvestitionen können bei den Bundessteuern in den ersten zwei Jahren bis zu 50%

abgeschrieben werden (auch Kantone gewähren in der Regel grosszügige vorzeitige Abschreibungen). Die Abschreibung hat also degressiven Charakter und wirkt sich auf die

5. Berücksichtigung der Umweltkosten

Bei herkömmlichen Wirtschaftlichkeitsrechnungen wird die Umweltbelastung verschiedener Energiesysteme nicht berücksichtigt. Eine Schadstoff- oder Umweltbilanz kann separat ausgewiesen werden. Es ist aber auch möglich, die Kosten der Umweltbelastung, die sogenannten externen Kosten, in die Wirtschaftlichkeitsrechnung einzubauen: Dabei werden für verschiedene Energieträger und Energiesysteme Preiszuschläge verwendet, die einer vorsichtigen Schätzung der externen Kosten entsprechen. Diese Preiszuschläge werden im Rahmen von Wirtschaftlichkeitsrechnungen auch kalkulatorische Energiepreiszuschläge genannt.

In einer breit abgestützten Studie wurden im Auftrag des Bundesamtes für Energiewirtschaft, des Bundesamtes für Konjunkturfragen (Impulsprogramm PACER) und des Amtes für Bundesbauten die externen Kosten für den Strom- und Wärmebereich in der Schweiz ermittelt.[9] Dies war kein einfaches und kein unumstrittenes Unterfangen, und es bestehen noch immer viele Unsicherheiten, so dass es die externen Kosten nicht gibt. Es lassen sich jedoch beim heutigen Stand des Wissens vorsichtige Mindestwerte sowie Bandbreiten der Resultate darstellen. Für viele Anwendungen dürfte es besser sein, diese Werte einzubeziehen, als die Umwelt in den Wirtschaftlichkeitsrechnungen völlig zu vernachlässigen und damit mit Null zu bewerten.

Eine Übersicht der Ergebnisse der Studie ist in der Tabelle D (Anhang) dargestellt.

Im Rahmen einer mit Umweltkosten erweiterten Wirtschaftlichkeitsrechnung werden die Energiepreise der nicht-erneuerbaren Energieträger um die kalkulatorischen Energiepreiszuschläge erhöht (Tabelle 22). Sie können auch - wie in Tabelle 23 - am Schluss separat ausgewiesen werden (der Mittelwertfaktor wird mit dem Kalkulationszinssatz und der erwarteten Inflationsrate bestimmt).

Bei den öffentlichen Gebäuden und Anlagen sollte die Beurteilung der Wirtschaftlichkeit von Energiemassnahmen wenn immer möglich auch unter Berücksichtigung der Umweltkosten vorgenommen werden. Unter "öffentlichen Gebäuden und Anlagen" werden dabei alle Bauten und Anlagen verstanden, die durch die öffentliche Hand erstellt oder subventioniert werden. Für Private und Unternehmen bietet die umfassende Wirtschaftlichkeitsberechnung mit Einbezug der Umweltkosten eine wichtige zusätzliche Entscheidungshilfe. Ihre Berücksichtigung kann dann beispielsweise in der Sozialbilanz der Unternehmung erwähnt werden.

Kalkulatorische Energiepreiszuschläge

Vorläufige Durchschnittswerte des AFB basierend auf [9]

Tabelle 22

Energieträger	kalkulatorische Energiepreiszuschläge	Bemerkungen
Elektrizität	5.5 Rp./kWh	Das Amt für Bundesbauten (AFB) rechnet, in Absprache mit dem Bundesamt für Energiewirtschaft (BEW), bei allen Projekten im Rahmen von Energie 2000 mit Durchschnittswerten aus der Studie. Dabei handelt es sich um die Mittelwerte der Bandbreite der mittleren Berechnungsvariante (Schadenskosten inkl. Vermeidungskosten Treibhauseffekt). Es ist jedoch darauf hinzuweisen, dass besonders bei der Elektrizität sehr grosse Bandbreiten bestehen. Für alle weiteren Fragen verweisen wir auf die erwähnte Studie. Die Autoren dieses Leitfadens empfehlen ebenfalls die Verwendung dieser Durchschnittswerte.
Heizöl Extra Leicht	6.0 Rp./kWh = ca. 70 Fr./100kg	
Heizöl Schwer	7.0 Rp./kWh = ca. 84 Fr./100kg	
Erdgas (H _u)	4.0 Rp./kWh	
Fernwärme	4.5 Rp./kWh	
Holzsplitzel feucht	1.0 Rp./kWh = ca. 9 Fr./Sm ³	

Beispiel: Umweltkosteneinsparung beim WRG-Beispiel Seite 9

Bestimmung des Mittelwertfaktors: Nutzungsdauer: 18 Jahre } Mittelwertfaktor
 Inflationsrate: 4% } = 1,395
 Kalkulationszins: 6%

mittlere jährliche Umweltkosten bzw. Umweltkosteneinsparung

Tabelle 23

Energieträger	Verbrauch bzw. Einsparung	Energiepreiszuschläge	Mittelwertfaktor	Umweltkosten bzw. -einsparung
Strom-Einsparung	135'000 kWh/Jahr	5.5 Rp./kWh	1.395	10'400
Öl-Einsparung	12'500 kg/Jahr	70 Fr./100kg	1.395	12'200
Total				22'600

Bemerkungen:

Die WRG-Massnahme führt also zu einer Entlastung der Umwelt, was mit 22'600 Fr./Jahr quantifiziert werden kann.

6. Einzelfragen

a) Subventionen

In einigen Kantonen werden Anlagen für die Nutzung erneuerbarer Energien - wie z.B. Sonne, Biogas, Erdwärme und Holz - subventioniert. Ob eine Anlage bzw. Energiesparmassnahme subventioniert wird und wie hoch diese Beiträge sein werden, ist bei den zuständigen kantonalen Fachstellen abzuklären.

naugigkeit linear interpoliert werden. Grafisch lässt sich auf diese Weise die Rückzahlfrist bzw. Amortisationsdauer relativ einfach bestimmen (vgl. Grafik).

Beispiel: *Sonnenenergieanlage* *Bruttoinvestition: 100'000*
kantonale Subvention: 40'000

Jährliche Kapitalkosten bei Subventionen

Tabelle 24

Anlageteil	Investitionsausgaben	Subventionen	Nettoinvestitionen	Nutzungsdauer	Annuitätsfaktor	Jährliche Kapitalkosten
<i>Sonnenenergie</i>	<i>100'000</i>	<i>40'000</i>	<i>60'000</i>	<i>20 Jahre</i>	<i>0,087</i>	<i>5220</i>
Total						5220

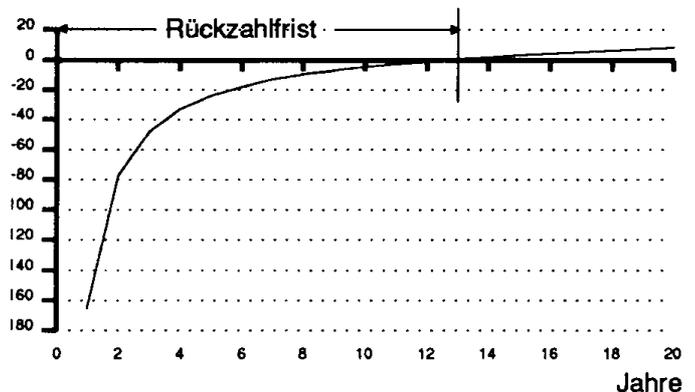
Fachstellen abzuklären. Relevant für die Beurteilung der Wirtschaftlichkeit aus der Sicht der (Investorin bzw. des Investors sind die Nettoinvestitionsaufwendungen (gesamte Investitionskosten minus Subventionsbetrag; vgl. Tabelle 24).

b) Berechnung der Rückzahlfrist

Bei Energiesparmassnahmen wird häufig auch nach der Rückzahlfrist bzw. der Amortisationszeit gefragt. Die Rückzahlfrist bzw. die Amortisationszeit beantwortet die Frage, wie lange es dauert, bis die kumulierten Energiekosteneinsparungen gerade so hoch sind wie die ursprünglichen Investitionen. Diese Fragestellung kann mit Hilfe von Tabelle 25 beantwortet werden. Die Berechnung wird nicht nur über den Zeitraum der Nutzungsdauer, sondern über verschiedene Zeiträume durchgeführt. So können z.B. die mittleren jährlichen Kosten bzw. Erträge für die ersten 5, 10, 15, 20 Jahren berechnet werden (Tabelle 25). Die Werte für die anderen Zeiträume können mit genügender Ge-

Rückzahlfrist

Mittlere jährliche Kosten bzw. Erträge



Beispiel: *Berechnung der Rückzahlfrist für WRG-Beispiel Seite 9*
Resultat: Nach 10 Jahren sind die mittleren jährlichen Kosten noch um 4603 Fr. höher als die mittleren jährlichen Erträge. Nach 15 Jahren ist das Resultat gerade umgekehrt → Rückzahlfrist ca. 13 Jahre

Vergleich für verschiedene Zeitpunkte (Bestimmung der Rückzahlfrist)

Tabelle 25

	Annuitätsfaktoren bzw. Mittelwertfaktoren für die ersten				Investition Jährl. Kosten heute	mittlere jährliche Kosten bzw. Erträge für die ersten			
	5 Jahre	10 Jahre	15 Jahre	20 Jahre		5 Jahre	10 Jahre	15 Jahre	20 Jahre
	Kapitalkosten (Tab. 8)	<i>0,237</i>	<i>0,136</i>	<i>0,103</i>			<i>-172500</i>	<i>-40883</i>	<i>-23460</i>
Betriebskosten (Tab. 9)	<i>1,154</i>	<i>1,290</i>	<i>1,433</i>		<i>-4000</i>	<i>-4616</i>	<i>-5160</i>	<i>-5732</i>	
Elektrizität HT (Tab. 10)	<i>1,154</i>	<i>1,290</i>	<i>1,433</i>		<i>+9350</i>	<i>+10790</i>	<i>+12062</i>	<i>+13399</i>	
Elektrizität NT (Tab. 10)	<i>1,154</i>	<i>1,290</i>	<i>1,433</i>		<i>+4000</i>	<i>+4616</i>	<i>+5160</i>	<i>+5732</i>	
Heizöl (Tab. 10)	<i>1,187</i>	<i>1,359</i>	<i>1,544</i>		<i>+5000</i>	<i>+5935</i>	<i>+6795</i>	<i>+7720</i>	
Total						<i>-24158</i>	<i>-4603</i>	<i>+3351</i>	

c) Problem Ersatzinvestitionen

In der Praxis stellt sich häufig die Frage, ob eine noch funktionstüchtige Anlage, die aber sehr viel Energie verschwendet, durch eine neue energiesparende Anlage ersetzt werden soll. Im folgenden wird ein einfacher, aber für die meisten Fälle tauglicher Lösungsweg vorgeschlagen. Wir gehen dabei von der Annahme aus, dass die alte Anlage nicht mehr verkauft werden kann. Es gilt nun die heutigen jährlichen Betriebs- und Energiekosten der alten Anlage mit den totalen jährlichen Kosten (also Kapital-, Betriebs- und Energiekosten) der neuen Anlage zu vergleichen. Wichtig ist dabei, dass für die Berechnung der jährlichen Kapitalkosten der reale Kalkulationszinssatz eingesetzt wird.

d) Vergleich bei unterschiedlichen Nutzungsdauern

Auch für den Vergleich von Alternativen mit unterschiedlichen Nutzungsdauern eignet sich die reale Betrachtungsweise besser als die nominale. Auch hier müssen wir Vereinfachungen vornehmen: Es wird angenommen, dass der Ersatz der Anlagen nach Ablauf der Nutzungsdauer vorgenommen wird, und zwar zu real gleichen Preisen wie für die ursprünglichen Investitionen. Im folgenden ist nur kochbuchartig geschildert, wie ein solcher Vergleich unter Benutzung unserer Tabellenstruktur (Modifikation von Tabelle 4 und 7) gemacht werden könnte:

Nehmen wir an, dass wir drei Anlagen mit Nutzungsdauern von 10, 15 bzw. 20 Jahren zu vergleichen hätten. Der Zeithorizont für den Vergleich muss also mindestens 20 Jahre betragen. Die Annuitätsfaktoren (Tabelle 4) für die Berechnung der jährlichen Kapitalkosten basieren auf den tatsächlichen Nutzungsdauern der verschiedenen Alternativen und dem realen Zinssatz. Die Mittelwertfaktoren für die Berechnung der mittleren jährlichen Betriebs- und Energiekosten (Tabelle 7) werden nun für alle drei Alternativen mit diesem Zeithorizont (in unserem Falle 20 Jahre) und dem realen Zinssatz bestimmt.

e) Sensitivitätsanalyse

Die Sensitivitätsanalyse erlaubt, die Einflüsse von Änderungen in den Grundannahmen (v.a. Energiepreissteigerungen) auf das Resultat der Wirtschaftlichkeitsrechnung zu analysieren. Im Rahmen einer Sensitivitätsanalyse werden "Was ist, Wenn"-Fragen aufgeworfen. Die Fragestellungen der Sensitivitätsanalyse für energiesparende Investitionen können z.B. lauten:

- Wie ändert sich die Rückzahlfrist einer Energiesparmassnahme:
- wenn die Heizölpreise um 4% statt nur um 2% steigen?
- wenn der Kalkulationszinssatz um 1 % höher gewählt wird?
- wenn die Nutzungsdauer um 5 Jahre gekürzt wird?

Wie hoch darf die Energiepreissteigerung höchstens sein, damit die Massnahme noch wirtschaftlich ist, d.h. die Rückzahlfrist kleiner ist als die Nutzungsdauer (Verfahren des kritischen Wertes bzw. Break-even-Analyse)?

Mit der ersten Fragestellung werden die verschiedenen Grundannahmen variiert und ihr Einfluss auf die Wirtschaftlichkeitsresultate beobachtet. Dabei besteht die Möglichkeit, nur eine Grösse (z.B. die Heizölpreissteigerung) oder mehrere Grössen gleichzeitig (z.B. zusätzlich die Elektrizitätspreissteigerung) zu variieren. Auf diese Art und Weise können die kritischen Grundannahmen, welche die Resultate am nachhaltigsten beeinflussen (meistens die Energiepreise), erkannt werden.

Sind diese kritischen Grundannahmen bekannt, so stellt sich in einer zweiten Etappe die Frage, um wieviel die angenommenen Grundannahmen maximal variieren dürfen, damit die Massnahme gerade noch wirtschaftlich ist. Mit der Sensitivitätsanalyse können somit z.B. folgende Antworten gegeben werden:

- Die Heizölpreissteigerung beeinflusst die Wirtschaftlichkeit einer Massnahme am nachhaltigsten. Ist die reale jährliche Heizölpreissteigerung grösser als 2.5%, so ist die Energiesparmassnahme wirtschaftlich.

Mögliche Fragestellungen und Resultate der Sensitivitätsanalyse werden in der Beispielsammlung aufgearbeitet.

Quellen

Weitertührende Literatur:

RAVEL-Leitfaden "Methoden der Wirtschaftlichkeitsanalyse von Energiesystemen" RAVEL-Kompodium (erscheint Mitte 92)

RAVEL-Handbuch (erscheint Mitte 92)

Handbuch zum Impulsprogramm Haustechnik 1986 "Haustechnik in der integralen Planung",

Band A, Kapitel 7: Wirtschaftlichkeit

Winje D., Witt D. (1991): "Energiewirtschaft", Handbuchreihe Energieberatung / Energiemanagement, Band II, Verlag TÜV Rheinland GmbH, Köln

SIA-Norm 380/1 "Energie im Hochbau"

[1] Die Hypothekarzinsätze für Neuhypothesen lagen im Oktober 1991 bei 7,76%, diejenigen für Afthypothesen bei 6.87% (Durchschnitt aller Kantonalbanken).

Quelle: Schweizerische Nationalbank: "Monatsbericht Oktober 1991"

[2] Kalkulationszinssätze von über 10 % sind bei Energieinvestitionen -auch bei prozessspezifischen Massnahmen - nicht üblich. Einige grössere Industrieunternehmungen belasten den Kalkulationszinssatz mit einer pauschalen Risikokomponente von bis zu 20 %. Dieses Verfahren führt aber zu intransparenten Ergebnissen und sollte nach Möglichkeit nicht angewendet werden. Bessere Verfahren sind: Entscheidbaumverfahren, Berücksichtigung des Risikos im Kalkulationszinssatz aufgrund von erhärteten ökonomischen Theorien.

[3] Betriebskosten setzen sich aus Personal- und Materialaufwendungen zusammen. Insbesondere aufgrund der steigenden Löhne (in den letzten 20 Jahren real um ca.1.5 % pro Jahr) unterliegen die Betriebskosten einer stetigen Teuerung.

Fazit: Für Variantenrechnungen soll mit folgenden jährlichen Kostensteigerungen gerechnet werden: minimal: Inflationsrate (real konst.) / mittel: Inflationsrate+ 1.0% / maximal: Inflationsrate+ 2.0 %

[4] jährliche Elektrizitätspreissteigerung:

Die Veränderung der Elektrizitätspreise vollzieht sich auf mehreren Dimensionen. Einerseits wird uMerschieden zwischen den Spannungsebenen (Nieder-, Mittelspannung), und andererseits existiert auch eine tageszeitliche Differenzierung (Hoch-, Niedertar'f). Auf Mittelspannungsebene und in Zukunft vermehrt auch auf Niederspannungsebene wird weiter zwischen Sommer und Winter differenziert. Im weiteren ist zu berücksichtigen, dass die heutigen Elektrizitätswerke stark unterschiedliche Tar'fniveaus und -strukturen aufweisen. Gehen wir von der Annahme aus, dass sich die Elektrizitätstarife langfristg (bis 2010) an die Grenzkosten annähern, so ergibt sich folgendes Bild:

Übersicht über Elektrizitätspreisentwicklung (Preisbasis 1990)

	Verbrauchs- anteile	billiges EW (-20%)	mittleres EW	teureres EW (+20%)	Grenzkosten 1990	Grenzkosten 2010	Elektrizitätspreissteigerung real pro Jahr, wenn bis 2010 Grenzkosten erreicht werden sollen für:		
							billiges EW	mittleres EW	teureres EW
Mittelspannung									
Leistung Fr./kW		84.1	105	126.2	63	43	-2.6%	-3.5%	-4.2%
WiHT	35%	9.5	11.8	14.2	14.7	21.6	3.4%	2.4%	1.7%
WiNT	19%	6.5	8.2	9.8	9.9	17.4	4.0%	3.1%	2.3%
SoHT	31%	7.5	9.4	11.3	7.8	6.2	-0.7%	-1.6%	-2.3%
SoNT	15%	4.6	5.7	6.9	5.5	4.6	0.1%	-0.8%	-1.5%
Durchschnitt		9.8	12.2	14.6	12.2	15.2	1.8%	0.9%	0.1%
Niederspannung									
WiHT	30%	16.0	20.0	24.0	23.6	30.0	2.5%	1.6%	0.9%
WiNT	24%	8.0	10.0	12.0	15.8	23.2	4.4%	3.4%	2.7%
SoHT	26%	16.0	20.0	24.0	13.1	10.6	-1.6%	-2.5%	-3.2%
SoNT	20%	8.0	10.0	12.0	5.5	4.6	-2.2%	-3.0%	-3.7%
Durchschnitt		12.5	15.6	18.7	15.6	18.2	1.5%	0.6%	-0.1%
Gewichteter Durchschnitt		11.4	14.2	17.0	14.2	17.0	1.6%	0.7%	0.0%

Quellen: Verbrauchsanteile, mittlerer Strompreis 1985¹, Grenzkosten 1985² und 2010³: Infrac (1988): "Grenzkosten und Tarife für Elektrizität", Arbeitsdokument Nr.14, EGES

Bemerkungen: Die Grenzkosten entsprechen dem Moratoriums-Szenario der EGES. Die mittlere Elektrizitätspreissteigerung beträgt bei diesem Szenario +0.7 % (für Ausstiegsszenario 2025: ca. 1%). Die heutige mittlere Tarifstruktur beruht auf einer groben Abschätzung (Tarifstruktur abgeleitet aus BKW-Tarifen). Die Bezeichnungen "billige EWs" und "teure EWs" soll im wesentlichen nur aufzeigen, dass die Preissteigerung verschiedener EWs unterschiedlich ausfallen wird (natürlich müsste noch berücksichtigt werden, dass die EWs auch unterschiedliche Grenzkosten aufweisen). Zu beachten ist im weiteren, dass die Preisentwicklung für eine spezielle Energieanlage oder eine Energiesparmassnahme vom Einzelfall abhängig ist. Für eine Elektroheizung z.B. kann in der Regel nicht mit der mittleren Energiepreissteigerung gerechnet werden, sondern es müssen höhere Steigerungsraten unterstellt werden.

Die Preisentwicklung ist im weiteren abhängig von steuerlichen Belastungen. Die stufenweise Einführung einer 10prozentigen Elektrizitätssteuer hätte eine zusätzliche Preissteigerung von 0.4% zur Folge.

Fazit: Für eine Variantenrechnung kann mit folgenden jährlichen Elektrizitätspreissteigerungen gerechnet werden:

minimal: Inflationsrate (real konst.) / mitte: Inflationsrate + 1.0 % / maximal: Inflationsrate + 2.0 % Für Elektroheizungen (WiNT) werden folgende Preissteigerungen angenommen: minimal: Inflationsrate + 2.0 % / mittel: Inflationsrate + 3.5 % / maximal: Inflationsrate + 5.0%

[5] Jährliche Heizölpreissteigerung:

Für die Erdölpreise kann unterstellt werden, dass sie über eine längere Zeitperiode nicht höher liegen als die Gestehungskosten der Back-Stop-Technologien (z.B. Oel aus Oelschiefer, Oelsand, Kohleverflüssigung). Der Preis für Oel aus Back-Stop-Technologien liegt etwa bei 103 Fr./100 kg⁴. Gehen wir von einem mittleren Oelpreis für Grossverbraucher von 42.7 Fr./100 kg aus, so können je nach Annahme folgende Heizölpreissteigerungen resultieren:

Für die Berechnung der maximalen Heizölpreissteigerung gehen wir von der Annahme aus, dass der Oelpreis schon zwischen 2010 und 2015 die Preise der Back-Stop-Technologien erreichen wird.⁵ Die jährliche Heizölpreissteigerung beträgt in diesem Fall rund 4%.

Eine mittlere Heizölpreissteigerung von rund 2 % ergibt sich, wenn man unterstellt, dass der Oelpreis bis ins Jahr 2005 auf 55 Fr./100 kg⁶ steigen wird.

Die Einführung einer Energieabgabe von 10 bis 20 % auf fossilen Brennstoffen würde die Preissteigerungsrate um ca. 0.5% erhöhen (dies immer unter der Annahme, dass die Abgabe kontinuierlich eingeführt würde).

Fazit: Für eine Variantenrechnung kann mit folgenden jährlichen Teuerungen gerechnet werden: minimal: Inflationsrate (real konst.) / mittel: Inflationsrate + 2.0 % / maximal: Inflationsrate + 4.0 %

[6] Jährliche Erdgaspreissteigerung:

Die Erdgaspreissteigerung wird in den EGES-Szenarien ca.1% tiefer angesetzt als die Heizölpreissteigerung. Auch hier müsste evtl. eine Energieabgabe berücksichtigt werden.

Fazit: Für Variantenrechnungen kann mit folgenden jährlichen Gaspreissteigerungen gerechnet werden:

minimal: Inflationsrate (real konst.) / mittel: Inflationsrate + 1.5 % / maximal: Inflationsrate + 3.0 %

1 Der mittlere Strompreis für 1990 beträgt 14.17 RplkWh (Elektrizitätsstatistik 1990)

2 Die Grenzkosten 1990 sind mit dem mittleren Strompreis 1990 hochgerechnet

3 Die Grenzkosten 2010 wurden mit Hilfe des Konsumentenpreisindex für die Preisbasis 1990 umgerechnet

4 EGES Hauptbericht S.37(Preisbasis 90)

5 Bei den EGES-Szenarien mit hohem Wirtschaftswachstum werden die Back-Stop-Technologie-Preise bereits im Jahre 2005 erreicht.

6 Diese Annahme wurde auch dem EGES-Szenario mit tiefem Wirtschaftswachstum unterstellt (umgerechnet auf Preisbasis1990).

[7] Jährliche Preissteigerung bei Fernwärme:

Die Preissteigerungen für Fernwärme sind stark abhängig von den einzelnen Energieversorgungsunternehmen. Einerseits spielt das Verhältnis der eingesetzten Primärbrennstoffe (Müll, Öl, Kohle, Gas) eine Rolle, andererseits muss aufgrund der hohen Fixkosten auch die Kapitalverzinsung berücksichtigt werden. Unter der Annahme, dass die Fernwärme vor allem mit dem Primärbrennstoff Müll erzeugt wird (was bei den meisten Fernwärmeversorgungen in der Schweiz der Fall ist), können wir folgende Konvention treffen:

Fazit: Für eine Variantenrechnung kann mit folgenden jährlichen Teuerungen gerechnet werden: minimal: Inflationsrate (real konst.) / mittel: Inflationsrate + 1.0 % / maximal: Inflationsrate + 2.0 %

[8] Jährliche Preissteigerung bei Holz:

Das reale Preisniveau von Holz ist seit 1960 relativ stabil (Index 1960:108.7 / 1990:113.9). Wir gehen von der Annahme aus, dass die Holzpreise auch in Zukunft real stabil bleiben. Fazit: Für alle Varianten wird die Holzpreisteuerung durch die Inflationsrate bestimmt.

[9] Externe Kosten und kalkulatorische Energiepreiszuschläge:

Externe Kosten und kalkulatorische Energiepreiszuschläge für den Strom und Wärmebereich, Synthesebericht, 1994, INFRAS/PROGNOS im Auftrag des Bundesamtes für Energiewirtschaft, des Bundesamtes für Konjunkturfragen und des Amtes für Bundesbauten (Bestell-Nr. 724.270 d).

[10] Energiepreise:

Die in dieser Broschüre benutzten Energiepreise wurden aufgrund von EGES-Daten (umgerechnet auf Preisbasis 1991), der Tarifanalyse Elektrizität-Gas-Fernwärme (Stand 1986/87) des Bundesamtes für Energiewirtschaft (umgerechnet auf Preisbasis 1991) und aktuellen Umfragen ermittelt.

Tabelle A: Annuitätsfaktoren

Nutzungsdauer in Jahren	Kalkulationszinssatz											
	1.0%	2.0%	3.0%	4.0%	5.0%	6.0%	7.0%	8.0%	9.0%	10.0%	15.0%	20.0%
1	1.010	1.020	1.030	1.040	1.050	1.060	1.070	1.080	1.090	1.100	1.150	1.200
2	0.508	0.515	0.523	0.530	0.538	0.545	0.553	0.561	0.568	0.576	0.615	0.655
3	0.340	0.347	0.354	0.360	0.367	0.374	0.381	0.388	0.395	0.402	0.438	0.475
4	0.256	0.263	0.269	0.275	0.282	0.289	0.295	0.302	0.309	0.315	0.350	0.386
5	0.206	0.212	0.218	0.225	0.231	0.237	0.244	0.250	0.257	0.264	0.298	0.334
6	0.173	0.179	0.185	0.191	0.197	0.203	0.210	0.216	0.223	0.230	0.264	0.301
7	0.149	0.155	0.161	0.167	0.173	0.179	0.186	0.192	0.199	0.205	0.240	0.277
8	0.131	0.137	0.142	0.149	0.155	0.161	0.167	0.174	0.181	0.187	0.223	0.261
9	0.117	0.123	0.128	0.134	0.141	0.147	0.153	0.160	0.167	0.174	0.210	0.248
10	0.106	0.111	0.117	0.123	0.130	0.136	0.142	0.149	0.156	0.163	0.199	0.239
11	0.096	0.102	0.108	0.114	0.120	0.127	0.133	0.140	0.147	0.154	0.191	0.231
12	0.089	0.095	0.100	0.107	0.113	0.119	0.126	0.133	0.140	0.147	0.184	0.225
13	0.082	0.088	0.094	0.100	0.106	0.113	0.120	0.127	0.134	0.141	0.179	0.221
14	0.077	0.083	0.089	0.095	0.101	0.108	0.114	0.121	0.128	0.136	0.175	0.217
15	0.072	0.078	0.084	0.090	0.096	0.103	0.110	0.117	0.124	0.131	0.171	0.214
16	0.068	0.074	0.080	0.086	0.092	0.099	0.106	0.113	0.120	0.128	0.168	0.211
17	0.064	0.070	0.076	0.082	0.089	0.095	0.102	0.110	0.117	0.125	0.165	0.209
18	0.061	0.067	0.073	0.079	0.086	0.092	0.099	0.107	0.114	0.122	0.163	0.208
19	0.058	0.064	0.070	0.076	0.083	0.090	0.097	0.104	0.112	0.120	0.161	0.206
20	0.055	0.061	0.067	0.074	0.080	0.087	0.094	0.102	0.110	0.117	0.160	0.205
25	0.045	0.051	0.057	0.064	0.071	0.078	0.086	0.094	0.102	0.110	0.155	0.202
30	0.039	0.045	0.051	0.058	0.065	0.073	0.081	0.089	0.097	0.106	0.152	0.201
35	0.034	0.040	0.047	0.054	0.061	0.069	0.077	0.086	0.095	0.104	0.151	0.200
40	0.030	0.037	0.043	0.051	0.058	0.066	0.075	0.084	0.093	0.102	0.151	0.200
50	0.026	0.032	0.039	0.047	0.055	0.063	0.072	0.082	0.091	0.101	0.150	0.200

Formeln: Sind Kalkulationszinssatz i , Nutzungsdauer n und Energiepreissteigerung e gegeben, so gilt (für i und e muss die dezimale Schreibweise angewandt werden: 6% entsprechen somit 0,06):

	Annuitätsfaktor	Mittelwertfaktor	
		für $i = e$	für $i \neq e$
Mathematisch	$a = \frac{i * (1+i)^n}{(1+i)^n - 1}$	$m = n * a$	$m = \frac{\left(1 + \frac{i-e}{1+e}\right)^n - 1}{\left(\frac{i-e}{1+e}\right) * \left(1 + \frac{i-e}{1+e}\right)^n} * a$
LOTUS 123 deutsch	@RATE(1; i; n)	n * @RATE(1; i; n)	@RATE(@AKTWERT(1; (i-e)/(1+e); n); i; n)
LOTUS 123 englisch	@PMT(1; i; n)	n * @PMT(1; i; n)	@PMT(@PV(1; (i-e)/(1+e); n); i; n)
EXCEL deutsch	-RMZ(i; n; 1)	RMZ(i; n; BW((i-e)/(1+e); n; 1))	
EXCEL englisch	-PMT(i; n; 1)	PMT(i; n; PV((i-e)/(1+e); n; 1))	

Tabelle B: Mittelwertfaktoren

Tabelle B: Mittelwertfaktoren

Kalkulationszinssatz: 1%

Nutzungsdauer in Jahren	Preissteigerung								
	-2.0%	-1.0%	0.0%	1.0%	2.0%	3.0%	4.0%	5.0%	6.0%
5	0.942	0.971	1.000	1.030	1.061	1.093	1.126	1.159	1.194
10	0.898	0.947	1.000	1.056	1.115	1.178	1.245	1.315	1.391
15	0.857	0.925	1.000	1.082	1.172	1.270	1.378	1.497	1.627
20	0.820	0.904	1.000	1.108	1.231	1.370	1.529	1.708	1.913
25	0.785	0.884	1.000	1.135	1.294	1.479	1.698	1.955	2.259
30	0.754	0.865	1.000	1.162	1.359	1.598	1.889	2.244	2.679

Kalkulationszinssatz: 2%

Nutzungsdauer in Jahren	Preissteigerung								
	-1.0%	0.0%	1.0%	2.0%	3.0%	4.0%	5.0%	6.0%	7.0%
5	0.971	1.000	1.030	1.061	1.092	1.125	1.158	1.192	1.227
10	0.948	1.000	1.055	1.113	1.175	1.241	1.310	1.384	1.462
15	0.927	1.000	1.080	1.167	1.263	1.368	1.484	1.610	1.749
20	0.907	1.000	1.105	1.223	1.357	1.509	1.682	1.877	2.099
25	0.889	1.000	1.129	1.281	1.457	1.664	1.908	2.194	2.530
30	0.872	1.000	1.154	1.339	1.564	1.836	2.166	2.569	3.060

Kalkulationszinssatz: 3%

Nutzungsdauer in Jahren	Preissteigerung								
	0.0%	1.0%	2.0%	3.0%	4.0%	5.0%	6.0%	7.0%	8.0%
5	1.000	1.030	1.060	1.092	1.124	1.157	1.191	1.226	1.261
10	1.000	1.054	1.111	1.172	1.237	1.305	1.378	1.454	1.536
15	1.000	1.078	1.163	1.256	1.359	1.471	1.593	1.727	1.875
20	1.000	1.101	1.215	1.344	1.490	1.655	1.842	2.054	2.295
25	1.000	1.124	1.268	1.436	1.632	1.861	2.130	2.446	2.817
30	1.000	1.146	1.320	1.531	1.784	2.091	2.463	2.915	3.467

Kalkulationszinssatz: 4%

Nutzungsdauer in Jahren	Preissteigerung								
	1.0%	2.0%	3.0%	4.0%	5.0%	6.0%	7.0%	8.0%	9.0%
5	1.030	1.060	1.091	1.123	1.156	1.190	1.224	1.260	1.296
10	1.053	1.110	1.170	1.233	1.300	1.371	1.446	1.526	1.611
15	1.076	1.159	1.250	1.349	1.458	1.577	1.707	1.849	2.005
20	1.098	1.208	1.332	1.472	1.630	1.808	2.010	2.239	2.499
25	1.118	1.256	1.415	1.600	1.817	2.069	2.365	2.712	3.118
30	1.138	1.302	1.499	1.735	2.019	2.363	2.778	3.283	3.896

Kalkulationszinssatz: 5%

Nutzungsdauer in Jahren	Preissteigerung								
	2.0%	3.0%	4.0%	5.0%	6.0%	7.0%	8.0%	9.0%	10.0%
5	1.060	1.091	1.122	1.155	1.188	1.223	1.258	1.294	1.331
10	1.108	1.167	1.229	1.295	1.365	1.439	1.517	1.600	1.688
15	1.155	1.243	1.340	1.445	1.560	1.686	1.824	1.974	2.139
20	1.200	1.319	1.454	1.605	1.775	1.968	2.186	2.432	2.711
25	1.244	1.395	1.570	1.774	2.011	2.288	2.611	2.990	3.433
30	1.285	1.469	1.688	1.952	2.268	2.650	3.111	3.669	4.347

Kalkulationszinssatz: 6%

Nutzungsdauer in Jahren	Preissteigerung:									
	3.0%	4.0%	5.0%	6.0%	7.0%	8.0%	9.0%	10.0%	11.0%	
5	1.090	1.121	1.154	1.187	1.221	1.256	1.292	1.328	1.366	
10	1.164	1.225	1.290	1.359	1.431	1.508	1.589	1.675	1.766	
15	1.237	1.331	1.433	1.544	1.666	1.799	1.945	2.104	2.278	
20	1.308	1.436	1.581	1.744	1.927	2.134	2.368	2.632	2.930	
25	1.376	1.541	1.733	1.956	2.215	2.516	2.868	3.279	3.760	
30	1.440	1.644	1.888	2.179	2.529	2.950	3.458	4.072	4.815	

Kalkulationszinssatz: 7%

Nutzungsdauer in Jahren	Preissteigerung:									
	4.0%	5.0%	6.0%	7.0%	8.0%	9.0%	10.0%	11.0%	12.0%	
5	1.121	1.153	1.186	1.219	1.254	1.290	1.326	1.363	1.401	
10	1.222	1.285	1.353	1.424	1.499	1.579	1.663	1.752	1.846	
15	1.322	1.421	1.529	1.647	1.776	1.916	2.069	2.237	2.420	
20	1.419	1.558	1.713	1.888	2.085	2.306	2.556	2.838	3.156	
25	1.514	1.694	1.903	2.145	2.426	2.754	3.135	3.579	4.099	
30	1.603	1.829	2.097	2.418	2.802	3.263	3.818	4.489	5.299	

Kalkulationszinssatz: 8%

Nutzungsdauer in Jahren	Preissteigerung:									
	4.0%	5.0%	6.0%	7.0%	8.0%	9.0%	10.0%	11.0%	12.0%	
5	1.120	1.152	1.184	1.218	1.252	1.288	1.324	1.361	1.398	
10	1.218	1.281	1.347	1.416	1.490	1.568	1.651	1.738	1.830	
15	1.313	1.409	1.514	1.628	1.752	1.888	2.036	2.197	2.373	
20	1.403	1.536	1.684	1.850	2.037	2.247	2.484	2.750	3.050	
25	1.488	1.658	1.853	2.080	2.342	2.646	2.999	3.410	3.888	
30	1.565	1.774	2.021	2.314	2.665	3.084	3.586	4.190	4.918	

Kalkulationszinssatz: 10%

Nutzungsdauer in Jahren	Preissteigerung:									
	4.0%	5.0%	6.0%	7.0%	8.0%	9.0%	10.0%	11.0%	12.0%	
5	1.118	1.150	1.182	1.215	1.249	1.283	1.319	1.355	1.393	
10	1.211	1.271	1.335	1.402	1.473	1.548	1.627	1.711	1.799	
15	1.296	1.387	1.485	1.592	1.708	1.835	1.972	2.122	2.285	
20	1.373	1.494	1.629	1.780	1.948	2.137	2.349	2.587	2.854	
25	1.440	1.590	1.763	1.961	2.189	2.451	2.754	3.105	3.511	
30	1.497	1.676	1.886	2.133	2.425	2.771	3.182	3.673	4.259	

Kalkulationszinssatz: 15%

Nutzungsdauer in Jahren	Preissteigerung:									
	4.0%	5.0%	6.0%	7.0%	8.0%	9.0%	10.0%	11.0%	12.0%	
5	1.114	1.145	1.176	1.208	1.240	1.274	1.308	1.343	1.379	
10	1.195	1.250	1.308	1.369	1.434	1.502	1.573	1.648	1.728	
15	1.259	1.337	1.421	1.512	1.610	1.716	1.831	1.955	2.090	
20	1.308	1.406	1.513	1.632	1.763	1.908	2.070	2.249	2.449	
25	1.344	1.457	1.584	1.728	1.890	2.074	2.283	2.521	2.793	
30	1.369	1.495	1.638	1.803	1.993	2.212	2.468	2.765	3.113	

Tabelle C: Nutzungsdauer / Betriebskosten (Wartung- und Unterhalt)

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 "Abschreibungszeiten" vom Amt für Bundesbauten, "Haustechnik in der Integralen Planung" vom Bundesamt für Konjunkturfragen und der SIA-Norm 380/1 zusammengestellt worden.

	Nutzungsdauer in Jahren	Betriebskosten (Wartung und Unterhalt)	
		in % des Anlagewertes ¹⁾	andere Vergleichsgrösse
Wärmeerzeugung Elektrisch 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 _e	15	7 ^{2) 3)}	6.0 Rp/kW _h ^{2) 3)}
Blockheizkraftwerk mit Industrie-Gasmotor	15	3,5 ³⁾	2.5 Rp/kW _h ³⁾
Gasturbinen-Blockheizkraftwerk > 1 MW _e	15	5 ³⁾	2.0 Rp/kW _h ³⁾
Sonnenenergie Gesamtanlagen	20	2	
Erdkollektoren, Erdsonden	15	2	
Hausübergabestation bei Fernwärme	15	2	
Holzfeuerung	15	muss individuell bestimmt werden	
Rohrleitungen Heizung	40	1	
Sanitär Kaltwasser	40	1	
Sanitär Warmwasser	25	2	
Fernwärmeverteilungen	30	2	
Heizflächen Heizkörper	30	1	
Fussbodenheizung	25	1,5	
Regelungen	15	3	
Thermostatische Ventile	15	3	

1 Der Anlagewert entspricht in der Regel den gesamten Aufwendungen für die fertig eingebaute Anlage (z. Bsp. Aggregat inkl. Leitungen und Anschlüsse).

2 Die relativ hohen Wartungs- und Unterhaltskosten beinhalten auch Austauschmotoren, was einer periodischen "Teilerneuerung" entspricht, somit kann auch bei kleinen BHKWs mit einer Nutzungsdauer von 15 Jahren gerechnet werden.

3 Ohne Wartungskosten für den Katalysator. Für die Wartung des Katalysators ist zusätzlich mit 1.0 Rp./kW_h bzw. mit 1 % bis 2% des Anlagewertes zu rechnen.

Tabelle D: Kalkulatorische Energiepreiszuschläge

berechnet für 1990, entnommen aus:

Externe Kosten und kalkulatorische Energiepreiszuschläge für den Strom und Wärmebereich, Kurzfassung des Synthesebericht 1994, INFRAS/PROGNOS im Auftrag des Bundesamtes für Energiewirtschaft, des Bundesamtes für Konjunkturfragen und des Amtes für Bundesbauten.

Energiesystem/ Energieträger	Aktuelle End- Energie- Preise 92	Kalkulatorische Energiepreiszuschläge 1990 aufgrund von		
		Schadenkosten generell	Schadenkosten Treibhauseffekt Vermeidungskosten	Schadenkosten, aber ohne externe Kosten Treibhauseffekt
		KEPZ-Variante 1	KEPZ-Variante 2	KEPZ-Variante 3
Erdgas	[Rp./kWh]	[Rp./kWh]	[Rp./kWh]	[Rp./kWh]
Gebälde, Anlage 87, < 1MW	5	1,4 - 27	3,4 - 5,1	0,4 - 0,8
Atmosphärisch 1987, < 1MW	5	1,5 - 27	3,5 - 5,3	0,5 - 1,3
Gebälde, 1990, < 0,1MW	5	1,4 - 27	3,4 - 5,1	0,4 - 0,8
Atmosphärisch 90, < 0,1MW	5	1,5 - 27	3,5 - 5,3	0,5 - 1,1
Low NOx 1990, > 0,1MW	5	1,3 - 27	3,4 - 5,0	0,3 - 0,6
Industrie-Anlage 90, > 0,1MW	5	1,4 - 27	3,5 - 5,2	0,4 - 1,0
Erdöl	[Rp./kWh]	[Rp./kWh]	[Rp./kWh]	[Rp./kWh]
Bestehende Anlage 1987	3,5	2,5 - 39	4,9 - 7,8	1,2 - 2,7
Low NOx, Neuanlage 1990	3,5	2,4 - 38	4,9 - 7,6	1,0 - 2,4
Brennwertkessel 1990	3,5	2,4 - 38	4,9 - 7,6	1,0 - 2,4
Industrie HEL-CH 1990	3,5	2,4 - 38	4,9 - 7,6	1,0 - 2,3
Industrie HS 1990	1,7	4,6 - 44	6,0 - 10,3	3,2 - 7,6
Holzschnitzel feucht 1990	4,0	1,7 - 3,9	0,9 - 2,1 (*)	1,7 - 3,9
Gas-WKK 1990	5	1,3 - 27,0	3,4 - 5,1	0,3 - 0,8
Elektrizität ohne Risikokosten	[Rp./kWh]	[Rp./kWh]	[Rp./kWh]	[Rp./kWh]
Laufkraftwerke		0,20 - 0,5	0,20 - 0,5	0,20 - 0,5
Speicherkraftwerke		0,50 - 1,4	0,50 - 1,4	0,50 - 1,4
Dampfturbinen-KW Heizöl S		6,7 - 98	12,5 - 19,8	3,2 - 7,5
Gas-Dampfturbinen-KW		3,7 - 68	8,5 - 12,7	1,2 - 2,9
Kernkraftwerke		0,33 - 3,3	0,6 - 1,4	0,2 - 0,5
Transport/Verteilung		0,02 - 0,05	0,02 - 0,05	0,02 - 0,05
Elektrizität Mix CH90-91	[Rp./kWh]	[Rp./kWh]	[Rp./kWh]	[Rp./kWh]
a) ohne ext. Risikokosten	14,5	0,5 - 3,8	0,7 - 1,6	0,4 - 1,0
b) mit ext. Risikokosten				
Orientierung am/an der				
- Erwartungswert	14,5	0,6 - 3,9	0,8 - 1,7	0,5 - 1,1
- Standardabweichung	14,5	2,3 - 17,8	2,5 - 15,6	2,2 - 15,0

*) Das CO₂-Reduktionsszenario führt auch zu geringeren Luftschadstoffemissionen + -kosten

Kalkulatorische Energiepreiszuschläge (KEPZ) im Vergleich mit aktuellen Energiepreisen. Drei Varianten, mit und ohne Risikozuschläge für die Unfallrisiken bei der Elektrizitätsproduktion (Produktionsmix CH 1990-1992): KEPZ Variante 1: KEPZ aufgrund von Schadenkostenschätzungen KEPZ-Variante 2: KEPZ basieren beim Treibhauseffekt auf Vermeidungskosten; bei den übrigen Bereichen werden die Schadenkosten verwendet (unter Berücksichtigung der Energieverbrauchsreduktion infolge der Vermeidungsstrategie). KEPZ Variante 3: KEPZ aufgrund von Schadenkostenschätzungen, aber ohne externe Kosten des Treibhauseffektes

Bestellung von RAVEL-Dokumentationen:

Name, Vorname: _____

Firma: _____

Strasse: _____

PLZ, Ort: _____

Datum, Unterschrift: _____

Bundesamt für Konjunkturfragen

Impulsprogramm RAVEL

Belpstrasse 53

3003 Bern

Fax 031 / 371 82 89

Titel	Autor	Bestell-Nr.	Preis	Bestellung
Allgemeine Dokumentationen zu RAVEL				
Broschüre "Neue Handlungsspielräume mit weniger Strom"		724.301 d	gratis	
Broschüre "L'économie d'électricité crée de nouveaux champs d'action"		724.301 f	gratis	
Broschüre "Nuove libertà d'azione con meno energia elettrica"		724.301 i	gratis	
Broschüre "11 Praxislehrstücke, wie Ausgaben zur lohnenden Invest. werden"		724.387 d	gratis	
Untersuchungsergebnisse: "47 heisse Spuren zu lohnenden Stromsparpotentialen"		724.301.3 d	gratis	
Untersuchungsprojekte		724.301.1 d	gratis	
Weiterbildung		724.301.2 d	gratis	
IMPULS - Zeitschrift für IP Bau, RAVEL und PACER			gratis	
Construction et Energie - Bulletin des 3 programmes d'impulsions			gratis	
IMPULSO - Bollettino per PI Edil, RAVEL e PACER			gratis	
RAVEL-Lehrmittel				
Strom rationell nutzen - RAVEL Handbuch		ISBN 3 7281 1830 3	76.-	Buchhandel
Manuel RAVEL - l'électricité à bon escient		ISBN 3 7281 1830 3	76.-	Buchhandel
RAVEL-Tagung 1991: Start zu einer neuen fachlichen Kompetenz		724.300.1 d/f	25.-	
RAVEL-Tagung 1992: Mehr Büro mit weniger Strom		724.300.2 d/f	30.-	
RAVEL-Tagung 1993: Energie-Fitness in der Industrie		724.300.3 d/f	25.-	
RAVEL-Tagung 1994: RAVEL zahlt sich aus		724.300.4 d/f	25.-	
RAVEL-Tagung 91-94: 4er Set		724.300.0 d/f	75.-	
RAVEL-Industrie-Handbuch	A. Huser	724.370 d	50.-	
Erfassung des Energieverbrauchs (2 Bücher und Bon für Diskette)	A. Huser	724.371.0 d	27.-	
Erfassung des Energieverbrauchs (Diskette und Band 1: Leitfaden für Ind. + DL)	A. Huser	724.371.1 d	12.-	
Erfassung des Energieverbrauchs (Band 2: Anleitung für den Beauftragten)	A. Huser	724.371.2 d	15.-	
Energie - ihre Bedeutung in der Industrie	D. Spreng	724.316 d	14.-	
Analyse des Energieverbrauchs	F. Wolfart	724.318 d	31.-	
Organisation und Energiemanagement	R. Hasenböhler	724.374 d		
Küche und Strom	L. Perincioli	724.322 d/f	11.-	
Elektrische Antriebe: Auslegung und Betriebsoptimierung	K. Reichert	724.331 d	38.-	
Umwälzpumpen: Auslegung und Betriebsoptimierung	E. Füglistler	724.330 d	33.-	
Energie-effiziente Lüftungstechnische Anlagen in der Haustechnik	U. Steinemann	724.307 d	38.-	
Elektroantriebe	A. Neyer	724.332 d	9.-	
Beleuchtung - Gesamtpaket mit allen vier Bänden		724.329.0 d	80.-	
Beleuchtung - Grundlagen	Ch. Vogt	724.329.1 d	22.-	
Beleuchtung - Zeitgemässe Beleuchtung in Bürobauten	Ch. Vogt	724.329.2 d	25.-	
Beleuchtung - Mit besserem Licht zu glänzenden Produktions-Ergebnissen	Ch. Vogt	724.329.3 d	21.-	
Beleuchtung - Mit besserem Licht zu steigenden Verkaufszahlen	Ch. Vogt	724.329.4 d	21.-	
Haushaltgeräte - Leitfaden zur Gerätewahl	F. Wolfart	724.347 d	22.-	
Geräte zur Wassererwärmung	H. Hediger	724.349 d	36.-	
Elektroheizungen - Sanierung und Ersatz in Wohnbauten	H.P. Meyer	724.346 d	28.-	
Elektrizität im Wärmesektor (WKK, WP, WRG)	H.R. Gabathuler	724.354 d	8.-	
Electricité et chaleur	P. Renaud	724.354 f	8.-	
Wärmerückgewinnung und Abwärmenutzung	R. Brunner	724.355 d	15.-	
Wärmepumpen	Th. Baumgartner	724.356 d	38.-	
Elektrizität und Wärme (Grundlagen)	H.R. Gabathuler	724.357 d	16.-	
Wärme- und Kälteanlagen - Effizienter planen, bauen und betreiben	Hp. Eicher	724.358 d	17.-	
Einsatz der integralen Gebäudeautomation - Optimierung und Betrieb	J. Willers	724.362 d	24.-	
Gebäudeautomation - Inbetriebsetzung und Abnahme	J. Willers	724.363 d	24.-	
Kompetent antworten auf Energiefragen	M. Kugler	724.386 d	31.-	

Bestellung von RAVEL-Dokumentationen:

Name, Vorname: _____

Firma: _____

Strasse: _____

PLZ, Ort: _____

Datum, Unterschrift: _____

Bundesamt für Konjunkturfragen

Impulsprogramm RAVEL

Belpstrasse 53

3003 Bern

Fax 031 / 371 82 89

Titel	Autor	Bestell-Nr.	Preis	Bestellung
RAVEL-Materialien				
Renouvellement d'air: Extraction d'air des bains, WC, cuisines	G. Spoehrle	724.397.11.51 f	12.-	
Transport de l'air	P. Chuard	724.397.11.52 f	12.-	
Conditionnement des locaux: études de cas	C. Brunner	724.397.11.53 d/f	12.-	
Conditionnement des locaux: humidification, déshumidification	M. Borel	724.397.11.54 f	12.-	
Pompes de circulation - Diminuer la puissance installée et l'énergie cons.	L. Keller	724.397.11.55 f	12.-	
Fallstudie Betrieb und Unterhalt einer Lüftungsanlage	R. Naef	724.397.11.56 d	12.-	
Grundbegriffe der Energiewirtschaft (Glossar)	R. Leemann	724.397.12.51.1 d	12.-	
Methoden der Wirtschaftlichkeitsanalyse von Energiesystemen	R. Leemann	724.397.12.51.2 d	12.-	
Kennwerte betrieblicher Prozessketten	F. Wolfart	724.397.12.54 d	12.-	
Valeurs caractéristiques de processus industriels	F. Wolfart	724.397.12.54 f	12.-	
Elektrische Produktionsverfahren	Hp. Meyer	724.397.12.55 d	12.-	
Energetischer Vergleich pneumatischer, hydraulischer und e.m. Antriebe	J.E. Albrecht	724.397.12.56 d	12.-	
Energieverbrauch in gewerblichen Küchen	J. Tercier	724.397.13 d	12.-	
Fallstudie Testküche	L. Perincioli	724.397.13.52 d	12.-	
Energieverbrauch von Rechner- und Kommunikationsanlagen im Detailhandel	R. Moser	724.397.13.53 d	12.-	
Zuverlässigkeit und Energieverbrauch von elektronischen Geräten	A. Birolini	724.397.13.56 d	12.-	
Elektrizitätsbedarf von Textildruckmaschinen	W. Hässig	724.397.21.51 d	12.-	
Kühlmöbel im Lebensmittelhandel	U. Kaufmann	724.397.21.52 d	12.-	
Wirkungsgradoptimierung der Drucklüfterzeugung und Verteilung	F. Müntz	724.397.21.54 d	12.-	
Analyse du rendement énergétique de processus industr. de prod.	M. Bongard	724.397.21.55 f	12.-	
Analyse processus industriels sélectionnés: utilisation de force dans la chimique	G. Mamane	724.397.21.56 f	12.-	
Elektrizitätsbedarf der Zementindustrie	U. Fischli	724.397.21.61 d	12.-	
Elektrizitätsbedarf von Industrielüftungen	U. Fischli	724.397.21.62 d	12.-	
Lumière, Beleuchtung: Etudes de cas, Fallstudien	R. Miloni	724.397.22.51 d/f	12.-	
Stromverbrauchserhebung in Haushalten	A. Huser	724.397.23.51 d	12.-	
Wäschetrocknen im Mehrfamilienhaus	J. Nipkow	724.397.23.52 d	12.-	
Kühlschränke für Hotelzimmer und Studios	M. Beer	724.397.23.53 d	12.-	
Energieverbrauch von elektronischen Bürogeräten	A. Huser	724.397.23.54 d	12.-	
Energierrelevante Aspekte von elektronischen Bürogeräten	R. Strauss	724.397.23.55 d	12.-	
Energieverluste bei Büro- und Unterhaltungselektronikgeräten	U. Graune	724.397.23.56/57 d	12.-	
Warmwasserbedarfszahlen und Verbrauchscharakteristik	M. Blatter	724.397.23.58 d	12.-	
Sanierung und Ersatz von Elektroheizungen: Zusatzheizungen	Hp. Meyer	724.397.23.59 d	12.-	
WRG / AWN-Checkliste	R. Brunner	724.397.31.52 d	12.-	
Abgeschlossene und laufende Projekte in den Bereichen WKK und WP	Th. Baumgartner	724.397.31.55 d	12.-	
Möglichkeiten der Wärmerückgewinnung	V. Kyburz	724.397.31.56 d	12.-	
Betriebsoptimierung/Erfolgskontrolle von WP- und WKK-Anlagen	R. Bühler	724.397.31.57 d	12.-	
Interne Wärmelasten von Betriebseinrichtungen	B. Nussbaumer	724.397.32.51 d	12.-	
Nachweis der Wirksamkeit der IGA und des Energiemanagements	M. Züst	724.397.32.53 d	12.-	
Einsatz der IGA für die Betriebsführung	S. Graf	724.397.32.54 d	12.-	
Fallstudie Tunnellüftung	H. Hatz	724.397.41 d	12.-	
Kühltemperaturen im Lebensmittelhandel	A. Kümin	724.397.41.52 d	12.-	
Bedeutung organisat. Fragen für Planung energ. Gebäude/Haustechnikanal.	U. Steinemann	724.397.41.57 d/f	12.-	
Erhebung des Elektrizitätsverbrauchs bestehender Strassentunnel	J. Steinemann/Borel	724.397.41.58 d/f	12.-	
RAVEL zahlt sich aus - Prakt. Leitfaden für Wirtschaftlichkeitsberechn.	A. Müller	724.397.42.01 d	12.-	
RAVEL, une économie d'argent - Guide prat. pour les calculs de rentabilité	A. Müller	724.397.42.01 f	12.-	
Energiesparstrategie für Versorgungsunternehmen	F. Spring	724.397.42.51 d	12.-	
Benutzerverhalten im Bürobereich	E. Nussbaumer	724.397.42.55 d	12.-	
Rationelle Stromnutzung - Einfl. neuer Technolog. auf künft. Weiterbildung	W. Baumgartner	724.397.46.51 d	12.-	
Rationelle Stromnutzung - Einfluss neuer Technologien: Kurzfassung	W. Baumgartner	724.397.46.52 d	12.-	

Wirtschaftliche Grundlagendaten

Kalkulationszinssatz:	Inflationsrate =	Realzins =	Nominal=
Betriebskostensteigerung:		Real =	Nominal=
Energiepreissteigerung:	Elektrizität Hochtarif	Real =	Nominal=
	Elektrizität Niedertarif	Real =	Nominal=
	Heizöl	Real =	Nominal=
	Erdgas	Real =	Nominal=
		Real =	Nominal=
		Real =	Nominal=

Jährliche Kapitalkosten

Anlageteil	Investitionsausgaben	Nutzungsdauer	Annuitätsfaktor	Jährliche Kapitalkosten
		Jahre		
		Jahre		
		Jahre		
Total				

Jährliche Betriebskosten

Anlageteil	Anlagewert	Jährliche Wartungs- und Unterhaltskosten in % des Anlagewertes	Jährliche Betriebskosten
		2.00%	
Total			

Jährliche Energiekosten bzw. Energiekosteneinsparungen

Energieträger	Jahres-Grundgebühr (Grund-, Leistungspreis)	Verbrauch bzw. Einsparungen	spezifische Kosten	Jährliche Energiekosten bzw. Einsparungen
Elektrizität Hochtarif		kWh/Jahr	Rp./kWh	
Elektrizität Niedertarif		kWh/Jahr	Rp./kWh	
Heizöl		kg	Fr./100kg	
Erdgas		kWh	Rp./kWh	
Total				

Total der mittleren jährlichen Kosten bzw. Erträge

	Mittelwertfaktoren	Jährliche Kosten	mittlere jährliche Kosten bzw. Erträge über die Nutzungsdauer
	durchschn. Nutzungsdauer: Jahre		
Kapitalkosten	xx		
Betriebskosten			
Elektrizität Hochtarif			
Elektrizität Niedertarif			
Heizöl			
Erdgas			
Total			

Berücksichtigung von steuerlichen Aspekten

RAVEL

Bestimmung der Grenzsteuerbelastung für natürliche Personen

Einkommen Vermögen

Steuerbares Einkommen bzw. Vermögen		
Grenzsteuersatz für Staatssteuern gemäss Wegleitung zur kantonalen Steuererklärung		
Steuerfuss Kanton: Gemeinde: Kirche:		
Grenzsteuersatz für Bundessteuern		xxxxxx
Totale Grenzsteuerbelastung		

Einmaliger steuerlicher Anreiz bei der Einkommenssteuer (Annuität)

Anlageteil	Investitionsausgaben	Abzugsquote	Abzugsberechtigter Teil beim Einkommen	Grenzsteuerbelastung Einkommen	Steuerlicher Anreiz	Annuitätsfaktor	Jährliche Steuerersparnis Einkommenssteuer
Total							

Jährlich wiederkehrende Veränderung bei der Einkommenssteuer

Anlageteil	Erhöhung des Eigenmietwertes	Veränderung des Pauschalabzuges	Fremdfinanz.: Schuldzins: %	Eigenfinanz.: Alternativzins: %	Veränderung steuerbares Einkommen	Grenzsteuerbelastung Einkommen	Jährliche Steuerersparnis Einkommenssteuer
Total							

Jährlich wiederkehrende Veränderung bei der Vermögenssteuer

Anlageteil	Erhöhung des Steuerwertes der gesamten Liegenschaft	Fremdfinanz.: Erhöhung der Schulden	Eigenfinanz.: Verminderung Kapitalanlagen	Veränderung steuerbares Vermögen	Grenzsteuerbelastung Einkommen	Jährliche Steuerersparnis Vermögenssteuer
Total						

Gesamte Steuerersparnis bei Einkommens- und Vermögenssteuer

--	--

Berücksichtigung der Umweltkosten

RAVEL

Mittlere jährlich verursachte Umweltkosten bzw. Umweltentlastung

Energieträger	Verbrauch bzw. Einsparung	Energiepreis zuschläge	Mittelwertfaktor	Umweltkosten Umweltentlastung
Elektrizität	kWh/Jahr	Rp./kWh		
Heizöl	kg	Fr./100kg		
Erdgas	kWh	Rp./kWh		
Total				

Neu ab August 1994

Externalitäten – Synthesebericht

Externe Kosten und kalkulatorische Energiepreiszuschläge für den Strom- und Wärmebereich

Die Strom- und Wärmeversorgung verursacht Kosten, die in den Energiepreisen nicht enthalten sind, und für die die jeweiligen Konsumenten/-Innen nichts bezahlen: Das sind sogenannte externe Kosten, wie zum Beispiel die Kosten der Luftverschmutzung, die nicht versicherten Risiken von Grossunfällen, die Beeinträchtigung von Naturräumen etc. Solange diese Kosten extern bleiben und nicht in die Wirtschaftlichkeitskalküle der Investoren/-Innen und Konsumenten/-Innen einbezogen werden, solange werden diese Umweltressourcen zu stark beansprucht, was zu übermässiger Umweltbelastung führt.

Erstmals wurden für die Schweiz die häufig diskutierten externen Kosten für den Strom- und Wärmebereich auf solider wissenschaftlicher Basis ermittelt. Die Arbeit bereichert die energie- und umweltpolitische Diskussion in der Schweiz, zeigt aber auch methodische Grenzen und Unsicherheiten auf. Die Studie identifiziert die wichtigsten externen Effekte der Strom- und Wärmeversorgung, quantifiziert ihr Ausmass und monetarisiert soweit möglich die resultierenden Kosten: Externe Kosten der Luftverschmutzung (Waldschäden, landwirtschaftliche Produktionsausfälle, Gesundheitsschäden, Gebäudeschäden), externe Kosten der ölbedingten Meeres- und Bodenverschmutzung, Kosten des Treibhauseffektes, externe Kosten der Elektrizitätsproduktion und -verteilung (Beeinträchtigung von Gewässern und der Landschaft, Grossrisiken bei KKW und Staudämmen). Pro Energieträger und pro Energiesystem (z.B. Gasheizungen, Ölheizungen, Gas-WKK-Anlagen, etc.) werden daraus kalkulatorische Energiepreiszuschläge (Rp./kWh) berechnet. Um den bestehenden Unsicherheiten Rechnung zu tragen, werden diese Zuschläge in Form von Bandbreiten angegeben.

Die Risiken eines KKW-Grossunfalles oder eines Staudammbruches werden separat behandelt. Die spezielle Risikosituation bei solchen Grossereignissen – sehr kleine Eintretenswahrscheinlichkeit aber extrem grosse Auswirkungen – wirft heikle methodische Probleme auf. Die externen Kosten der Grossrisiken werden in der Form von Risikozuschlägen ausgewiesen.

Die kalkulatorischen Energiepreiszuschläge und die Risikozuschläge können unter anderem für eine erweiterte Wirtschaftlichkeitsrechnung verwendet werden, welche die externen Kosten integriert. Sie bilden eine gute Grundlage für die Beurteilung von energie- und umweltpolitischen Massnahmen und Kosten/Nutzen-Überlegungen bei Sparmassnahmen etc., leisten aber auch einen generellen Beitrag zur Diskussion der Problematik der externen Kosten.

Die Arbeit richtet sich an öffentliche und private Investoren/-Innen, an Verantwortliche aus Planungs-, Architektur-, Ingenieur- und Beratungsbüros, die bei ihren Projekten umfassende Wirtschaftlichkeitsüberlegungen anstellen, aber auch an Vollzugsfachleute in den Bereichen Energie und Umwelt, an Energie- und UmweltpolitikerInnen sowie generell an den Kreis von energie- und umweltpolitisch Interessierten.

Neue Argumente für Investitionsentscheide

Umfang:
169 Seiten, zahlreiche Tabellen
und Figuren
Fr. 36.–
ISBN 3-905232-46-4

Herausgeber:
Bundesamt für Konjunkturfragen
Bundesamt für Energiewirtschaft
Amt für Bundesbauten

Vertrieb:
EDMZ, 3000 Bern
Bestell-Nr. 724.270 d

Die drei Impulsprogramme des Bundesamtes für Konjunkturfragen 1990–1995

Impulsprogramme sind auf 6 Jahre befristete Massnahmen zur Vermittlung von neuem Wissen in die berufliche Praxis. Ansatzpunkte sind zielgruppen-gerechte Information, Aus- und Weiterbildung. Die Vorbereitung und Durchführung erfolgt in enger Kooperation von Wirtschaft, Bildungsinstitutionen und Bund.



IP BAU – Erhaltung und Erneuerung

Der volkswirtschaftliche Stellenwert der baulichen Erneuerung ist bedeutend; schon heute werden mehr als 50% der jährlichen Bauinvestitionen für die Bauerneuerung inkl. Ersatzneubau aufgewendet. Nur mit vermehrter fachlicher Kompetenz und ganzheitlichem Denken kann verhindert werden, dass die Qualität unserer Bauten und Anlagen, aber auch die wirtschaftlichen, sozialen und kulturellen Werte unserer Quartiere, Siedlungen, Dorf- und Stadtteile verlorengehen. Das Impulsprogramm Bau erarbeitet Wissen aus den Bereichen Hochbau, Tiefbau und Umfeld – gesamtlich und umweltgerecht –, um die Qualität der Erneuerung und Erhaltung zu verbessern und mit guten Lösungen die bestehende Bausubstanz an die heutigen und zukünftigen Anforderungen von Funktion und Nutzung heranzuführen.



RAVEL – Rationelle Verwendung von Elektrizität

Forschungs- und Untersuchungsprojekte des Impulsprogrammes RAVEL über den Stromverbrauch in Industrie, Dienstleistung und Haushalt zeigen: Elektrische Energie wird heute oft nicht oder zu wenig intelligent genutzt. D.h. dieselbe Leistung könnte mit einem Bruchteil des bisherigen Stromverbrauches erzielt werden und das wirtschaftlich, ohne Komforteinbusse. Zudem werden mit Strom zum Teil Leistungen erzeugt, für die sich kein Bedürfnis nachweisen lässt. Wird der heute nicht intelligent genutzte Strom frei, erhält unsere Volkswirtschaft neue Spielräume. Damit diese Chance genutzt werden kann, müssen die RAVEL-Erkenntnisse in der Praxis wirksam werden. Dazu werden sie von Fachleuten in sofort anwendbares, praxisgerechtes Wissen aufgearbeitet und in Weiterbildungskursen, Informationsveranstaltungen und Publikationen an die Praxis vermittelt.



PACER – Erneuerbare Energien

Erneuerbare Energien können – so die Beurteilung von Experten/-Innen – einen nicht unwesentlichen Anteil an die Deckung des Energiebedarfs leisten. Sie zeichnen sich ausserdem durch ihre Umweltverträglichkeit aus. Trotzdem ist ihre Anwendung momentan noch gering.

Hier setzt PACER an. Das Impulsprogramm will Techniken im Bereich erneuerbarer Energien fördern, die ausgereift sind und sich nahe an der Grenze zur Wirtschaftlichkeit befinden: passive und aktive Sonnenenergienutzung für die Wärmeerzeugung, Energiegewinnung aus Biomasse und solare Stromproduktion. Zu diesem Zweck bereitet PACER bestehendes Wissen auf, erarbeitet und vermittelt unter anderem Planungshilfen für Architekten/-Innen, Ingenieure/-Innen und Installateure/-Innen sowie Entscheidungsgrundlagen für Bauleute und Behörden.