

Materialien zu PACER

Externe Kosten und kalkulatorische Energiepreiszuschläge im Strom- und Wärmebereich

Kurzfassung des
Syntheseberichtes der
gleichnamigen Studie

Walter Ott
Klaus P. Masuhr



PACER
Bundesamt für
Konjunkturfragen



Bundesamt für
Energiewirtschaft



Amt für
Bundesbauten

Externe Kosten und kalkulatorische Energiepreiszuschläge für den Strom- und Wärmebereich:

Neue Argumente für Investitionsentscheide

Die Strom- und Wärmeversorgung verursacht Kosten, die in den Energiepreisen nicht enthalten sind, und für die die jeweiligen KonsumentInnen 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 InvestorInnen und KonsumentInnen einbezogen werden, solange werden diese Umweltressourcen zu stark beansprucht, was zu fibermässiger 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-WKKAnlagen, 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 InvestorInnen, 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.

(Synthese-Bericht, Bestell-Nr. 724.270 d)

Externe Kosten und kalkulatorische Energiepreiszuschläge im Strom- und Wärmebereich

Kurzfassung des Syntheseberichtes der
gleichnamigen Studie über die Berechnung der
Externalitäten der Strom- und Wärmeversorgung
in Gebäuden in der Schweiz

Walter Ott
Klaus P. Masuhr



Bundesamt für Konjunkturfragen

Impressum

Herausgeber: Bundesamt für Konjunkturfragen
Amt für Bundesbauten
Bundesamt für Energiewirtschaft

Programmleiter: PACER Dr. Jean-Bernard Gay
c/o EPFL-LESO
1015 Lausanne

ProjektbegleiterIn: Irene Wuillemin
Bundesamt für Konjunkturfragen

Martin Kraus
Amt für Bundesbauten

Lorenz Frey
Bundesamt für Energiewirtschaft

AutorInnen: Walter Ott
Klaus P. Masuhr

Diese Studie gehört zu einer Reihe von Untersuchungen, welche zu Händen des Bundesamtes für Konjunkturfragen im Rahmen von PACER sowie im vorliegenden Fall zu Händen des Bundesamtes für Energiewirtschaft und des Amtes für Bundesbauten, von Dritten erarbeitet wurden. Die Bundesämter und die vom BFK eingesetzte PACER-Programmleitung geben die vorliegende Studie zur Veröffentlichung frei. Die inhaltliche Verantwortung liegt bei den AutorInnen.

Bestellnummern:
Externe Kosten und kalkulatorische Energiepreiszuschläge für den Strom- und Wärmebereich in der Schweiz.

Teilbericht 1:
Externe Kosten von Luftverschmutzung und staatlichen Leistungen im Wärmebereich
1994,724.270.1 d

Teilbericht 2:
Die externen Kosten der Stromerzeugung aus Kernenergie
1994,724.270.2 d

Teilbericht 3:
Externe Kosten der fossilen Ressourcennutzung im Wärmebereich
1994,724.270.3 d

Teilbericht 4:
Die externen Kosten der Stromerzeugung aus Wasserkraft
1994,724.270.4 d

Teilbericht 5:
Die externen Kosten der Übertragung und Verteilung von Elektrizität
1994, 724.270.5 d

Teilbericht 6:
Externe Kosten von Photovoltaik-Anlagen, Sonnenkollektoren, Fenster und Wärmedämmstoffen
1994,724.270.6 d

Teilbericht 7:
Kurzfassung des Syntheseberichtes der gleichnamigen Studie
1994,724.270.7 d

Copyright: Bundesamt für Konjunkturfragen
3003 Bern

Auszugsweiser Nachdruck unter Quellenangabe erlaubt. Zu beziehen bei der Eidg. Drucksachen- und Materialzentrale, Bern.

Form.724.270.7 d 4.95 1000 U22293

Inhalt:

1.	Tiefe Energiepreise, aber hohe Energiekosten.....	1
2.	Externe Kosten und kalkulatorische Energiepreiszuschläge.....	3
2.1.	Wie gross sind die externen Kosten?.....	3
2.2.	Kalkulatorische Energiepreiszuschläge im Strom- und Wärmebereich.....	7
2.3.	Zum Stellenwert der Ergebnisse.....	9
2.4.	Wofür lassen sich die Ergebnisse verwenden?.....	9
3.	Bewertung externer Unfallrisiken bei der Stromerzeugung.....	11
3.1.	Externe Unfallrisiken bei der Kernenergienutzung.....	11
3.2.	Externe Unfallrisiken bei der Wasserkraftnutzung	13
4.	Wie werden die externen Kosten und die kalkulatorischen Energiepreiszuschläge berechnet? - Zur Methodik.....	15
4.1.	Was sind externe Kosten?.....	15
4.2.	Konzepte zur Messung externer Kosten.....	16
4.3.	Und die externen Nutzen?.....	17
4.4.	Von den externen Kosten der Energieversorgung zu kalkulatorischen Energiepreiszuschlägen im Strom- und Wärmebereich.....	18
4.5.	Wie genau ist genau genug?.....	19
5.	Schlussbemerkungen, Ausblick.....	21
Anhang:	Berichte zum Projekt "Externe Kosten und kalkulatorische Energiepreiszuschläge für den Strom- und Wärmebereich".....	23

1. Tiefe Energiepreise, aber hohe Energiekosten

Trotz den aufrüttelnden Ölkrisen anfangs der siebziger und achtziger Jahre ist der Energieverbrauch in der Schweiz bis 1992 weiter gestiegen. Ein Blick auf die Entwicklung der realen Energiepreise¹ gibt teilweise eine Erklärung für diese beunruhigende Tatsache: Real ist Energie in den letzten Jahren wieder laufend billiger geworden, die Ölpreise liegen heute auf dem Niveau von 1970! Trotz höherem Energieverbrauch geben wir heute deutlich weniger für Energie aus als anfangs 1970.

Weniger bekannt und nicht so leicht mit Zahlen zu belegen, ist eine andere Entwicklung: Während die Preise der Energie real zurückgegangen sind, haben sich ihre volkswirtschaftlichen Kosten erhöht. Die Verschmutzung der Luft verursacht Kosten infolge von Atemwegs- und Kreislauferkrankungen, von landwirtschaftlichen Produktionsausfällen, von Wald- und von Gebäudeschäden. Dazu kommt die Gefahr des Treibhauseffektes, dessen erste Auswirkungen sich schon heute in Form von Sturmschäden und Überschwemmungen anzukündigen scheinen. Neben den laufenden Kosten infolge der Umweltbelastung gibt es auch Unfallrisiken. Im Vordergrund stehen dabei die Risiken von Grossunfällen bei der Stromerzeugung (Staudammbruch oder Grossunfall bei einem KKW), die zwar eine sehr kleine Eintretenswahrscheinlichkeit haben, im Ereignisfall aber absolut katastrophal sein können. Auch diese Risiken stellen Kosten dar.

Neben den üblichen Kostenkategorien wie Rohstoff-, Betriebs-, Kapital- und Lohnkosten verursacht unser Energiesystem also in fast allen Lebensbereichen Kosten, die in den Energiepreisen nicht auftauchen. Sie werden damit nicht von den Verursacher/-innen - letztlich den Energiekonsument/-innen - getragen, sondern der Allgemeinheit aufgebürdet. Diese Kosten werden daher als externe Kosten bezeichnet (im Gegensatz zu den betriebswirtschaftlich relevanten, internen Kosten wie Lohnkosten, Kapitalkosten und weiteren Kosten, welche von den Verursacher/-innen bezahlt werden). Insgesamt kostet unser Energiekonsum also bedeutend mehr, als wir dafür bezahlen.

In den hier beschriebenen Untersuchungen wird versucht, diese externen Umwelt- und Risikokosten des Energieverbrauches in der Schweiz zu beziffern und sie im Bereich der Strom- und Wärmeversorgung den Marktpreisen gegenüberzustellen. Die Untersuchungen zeigen:

1 Reale Energiepreise: Aktuelle (nominelle) Energiepreise abzüglich der Teuerung. Entwicklung der realen Energiepreise 1980-1992: Elektrizität -15 %; HEL -54 %; Gas -24 %; Benzin -41 %; Holz -4 %; Kohle +2%.

- Ž Im Jahr 1990 verursachten Energieproduktion und -verbrauch in der Schweiz externe Kosten im Umfang von über 6,7 Mrd Fr./a bis 12 Mrd Fr./a, davon etwa 4,0- 7,2 Mrd Fr. für die Strom- und Wärmeversorgung. Die Unfallrisiken der Stromerzeugung (Staudammbrüche, KKW-Unfälle) sind dabei noch nicht einberechnet. Die Vermeidungskosten des Treibhauseffektes dominieren mit 5,2- 7,4 Mrd Fr./a die externen Kosten von Energieproduktion und -verbrauch.
- Es zeigt sich, dass eine CO₂-Reduktionsstrategie (-50 % - CO₂-Emissionen bis ins Jahr 2025) bedeutend kleinere Kostenrisiken mit sich bringen dürfte als eine unbeeinflusste Trendentwicklung: Die CO₂-Vermeidungskosten dürften um einiges tiefer liegen als die zu erwartenden Schadenskosten des Treibhauseffektes (- die Schadenskostenangaben sind noch spekulativ Bandbreite 1,7-44 Mrd Fr./a).
- Die "wahren" Kosten der Energieversorgung liegen noch um einiges höher als die heute bezahlten Kosten plus die von uns berechneten externen Kosten: Viele externe Kosten könnten nicht erfasst oder berechnet werden (beispielsweise immaterielle "Kosten" wie Leid, Schmerz, etc.), viele sind noch unbekannt und können erst vermutet werden. Die ermittelten 6,7 bis 12 Mrd Fr./a (mit Vermeidungskosten Treibhauseffekt) dürften eine untere Grenze für die externen Kosten darstellen. Würden sie dem heutigen Verbrauch angerechnet, so würden die Energieausgaben von rund 19 Mrd Fr. (1992) um rund 30 % -60 % auf etwa 26-31 Mrd Fr./a steigen.
- Ž Werden die in den Untersuchungen geschätzten externen Kosten verursachergerecht auf die Energiepreise im Strom- und Wärmebereich umgelegt, dann ergeben sich beim Heizöl die grössten Abweichungen: Die Kosten liegen beim Heizöl extraleicht um 140% - 220% über den Marktpreisen von 1992, beim Heizöl mittel und schwer sind die Preiszuschläge noch grösser. Erdgas wurde um 70% bis 100%, Holz um 25-50% und Elektrizität um 5-11% teurer (Elektrizität ohne Risikozuschläge).
- Ž Die Bewertung der Risiken von Staudammbrüchen oder grossen KKW-Unfällen hängt entscheidend von der Haltung der Bevölkerung gegenüber derartigen Risiken ab (sehr kleine Eintretenswahrscheinlichkeit, aber ausserordentlich grosses Schadenspotential). Zur Monetarisierung von sogenannten Risikopräferenzen gibt es verschiedene Konzepte, die zu Strompreiszuschlägen im Bereich von 0,1 Rp./kWh bis zu 2-14 Rp./kWh führen können.

Dieser Befund zeigt, dass Energie heute zu billig konsumiert wird. Weil die aktuellen Energiepreise den Entscheidungsträger/-innen und den Konsument/-innen falsche Signale geben, wird zuviel Energie verbraucht und zuwenig Energie gespart.

2. Externe Kosten und kalkulatorische Energiepreiszuschläge

Die externen Kosten werden für die gesamte schweizerische Energieversorgung im Jahr 1990 ermittelt, d. h. inkl. externe Kosten des Energieverbrauches im Verkehr (aber ohne die nicht energiebezogenen externen Kosten des Verkehrs wie externe Unfallkosten, Lärmkosten, Staukosten des Verkehrs). Die kalkulatorischen Energiepreiszuschläge (KEPZ) werden jedoch nur für Anwendungen im Strom- und Wärmebereich abgeleitet.

2.1. Wie gross sind die externen Kosten?

Mit dem heute verfügbaren empirischen Wissen ist es nicht möglich, eine auch nur annähernd vollständige Berechnung aller externen Kosten der Energieversorgung vorzunehmen. Es gelingt aber in einzelnen Schadensfeldern, Teilaspekte der vermuteten Externalitäten zu erfassen:

So gibt es bei den luftverschmutzungsbedingten Material- oder Gesundheitsschäden zumindest prinzipiell die Möglichkeit, durch Dosis-Wirkungs-Analysen und/oder durch epidemiologische Untersuchungen quantitative Bezüge zwischen bestimmten Verursachern und Schadenswirkungen herzustellen. Es kann gezeigt werden, dass es eindeutige quantitative Zusammenhänge zwischen bestimmten Schadstoffen (SO_2 , NO_x , Staube, Ozon) und der Häufigkeit von (ausgewählten) Krankheitsbildern gibt. Auch die Kausalkette Luftverschmutzung - Gebäudeschäden lässt sich gut belegen. Landwirtschaftliche Produktionsausfälle als Folge hoher Ozonbelastungen sind empirisch ebenfalls nachweisbar.

In anderen Bereichen sind aber Wissensdefizite unverkennbar: Die Beeinträchtigung der Tier- und Pflanzenwelt ist naturwissenschaftlich kaum zu messen und zum Teil noch wenig untersucht. Die Wirkung niedriger radioaktiver Dosen muss sich im empirischen Bereich auf die noch sehr lückenhaften Informationen über die Tschernobyl-Catastrophe oder auf die nur bedingt aussagefähigen Analysen der Spätfolgen in Hiroshima und Nagasaki stützen. Auch die Folgen einer drohenden Klimakatastrophe sind hier angesprochen. Nach den bisherigen Erkenntnissen sind ein Anstieg der Meeresspiegel und eine Häufung von schwerwiegenden Wetteranomalien zu erwarten. Die Versteppung oder Verödung grosser (bevölkerter) Flächen und dadurch ausgelöste weiträumige Massenwanderungen sind nicht ausgeschlossen. Eine Quantifizierung oder gar Monetarisierung dieser Vorgänge ist aber nur mit Hilfe diverser Annahmen möglich. In den Berichten werden letztere offengelegt und damit diskutierbar gemacht.

Die unmittelbare monetäre Ermittlung der Schadenshöhe (d. h. die sogenannten Schadenskosten) bei empirisch gesicherten Sachverhalten ist daher nur in den folgenden Schadensfeldern möglich (vgl. dazu im einzelnen die beigefügten Literaturhinweise zu den jeweiligen Arbeitsberichten):

- landwirtschaftliche Produktionsausfälle,
- Gebäudeschäden,
- Waldschadenskosten (Ausfälle von forstwirtschaftlichen Einkommen, Kosten für zusätzlich notwendige Verbauungen oder Schutzmassnahmen) und
- Gesundheitskosten (Produktionsausfälle durch Krankheit, Behandlungskosten).

In wenigen Bereichen (Erholungs- und Existenzwert von Flora und Fauna) sind auch erste Monetarisierungen individueller Präferenzen möglich. Die Schätzungen zu den Kosten des Treibhauseffekts müssen dagegen noch als spekulativ angesehen werden. Das Vorsorgeprinzip legt nahe, dass die schlimmsten (irreversiblen) Gefahren der Klimaveränderungen verhindert werden müssen. Daher werden hier die Vermeidungskosten² als Basis für die Schätzung der externen Kosten des Treibhauseffektes verwendet.

Die in der folgenden Übersicht aufgeführten Kostenschätzungen sind also nicht vollständig, weil wesentliche Aspekte nicht quantifiziert werden könnten. Die Angaben entsprechen deswegen eher der Spitze eines "Eisberges von externen Kosten". Die grosse Bandbreite der Schätzungen - ausgeprägt insbesondere bei den Angaben zu den Kosten des Treibhauseffekts - macht die erheblichen Unsicherheiten der Schätzungen deutlich.

Die monetarisierbaren externen Kosten des schweizerischen Energieverbrauches³ betragen im Jahr 1990 zwischen 6,7 Mrd Fr./a bis 12 Mrd Fr./a (mit Vermeidungskosten des Treibhauseffektes, siehe Tabelle 1). Selbst wenn die externen Kosten des Treibhauseffektes nicht einbezogen werden, betragen die verbleibenden externen Kosten immer noch 1,5 Mrd Fr./a bis 4,8 Mrd Fr./a. Die externen Kosten der Unfallrisiken bei der Stromproduktion sind hier noch nicht eingeschlossen. Sie werden wegen des grundsätzlich anderen Characters der Monetarisierung von Schadensrisiken separat ausgewiesen (s. Kapitel 3: Risiken und Risikozuschläge).

2 Vermeidungskosten: (Mehr-)kosten, um ein bestimmtes umweltpolitisches Ziel zu erreichen; hier Mehrkosten, um die CO₂-Emissionen bis 2025 auf die Hälfte der Trend-CO₂-Emissionen zu reduzieren.

3 Systemgrenzen: Global wirksame Externalitäten wie Treibhauseffekt und Meeresverschmutzung: Schweizerischer Anteil nach Massgabe des Anteils an den globalen Emissionen bzw. am globalen Energieverbrauch. Lokale /regionale Externalitäten (Luftverschmutzung): Schäden in der Schweiz plus Schäden aufgrund der Emissionen bei der Energieträgerbereitstellung (bewertet mit den schweizerischen Schadenskostensätzen).

Identifizierte Schäden im Energiebereich (Wärme, Strom+ Verkehr)	Gesicherte Kostenschätzungen Mio Fr./a	Teilweise gesicherte Kostenschätzungen	
		Mio Fr./a	
Durch Luftschadstoffe zumindest prädisponierend verursachte Waldschäden	–	Forstwirtschaft	330- 560
		Naturgefahren	410-1'770
		Berglandwirtschaft	40- 50
		Tourismus	310
		Erholungs- u. Existenznutzen	0 - 200
		Summe	1'090-2'890
		Davon energiebedingt	545-1'445
Landwirtschaftliche Produktionsausfälle durch erhöhte Ozonbelastung	65-140		
Atemwegs- und Herz/Kreislauf-erkrankungen durch erhöhte Emissionen von Stickoxiden, Schwefeldioxid und Stäuben		Produktionsausfälle durch	
		Ž Atemwegserkrankungen	260- 790
		Ž Herz/Kreislauf-erkrankungen	120- 1'060
Gebäudeschäden durch Luftschadstoffemissionen	Kapitalkosten 260-760	Zusätzliche Reinigungskosten	60- 200
Meeres- und Bodenverunreinigungen durch Transport und Lagerung von Erdöl, Erdölprodukte und Erdgas		● Mineralölprodukte: CH-Anteil am weltweiten Schadensvolumen	6- 29
		Ž Gas: vernachlässigbar	
		● Kohle: nicht untersucht	
Todesfälle im Normalbetrieb von KKW			3- 14
Naturschäden und landwirtschaftliche Produktionsausfälle durch den Normalbetrieb von Wasserkraftwerken		Speicherkraftwerke	102- 267
		Laufwasserkraftwerke	28- 73
Naturraumschäden Stromtransport			12- 23
Total ohne Treibhauseffekt	325-900		1'136 - 3'901
Folgewirkungen des energetisch bedingten Treibhauseffekts		Schweizer Anteil an den geschätzten weltweiten Schäden	1'670- 43'600
		Kostenvolumen nach dem Vermeidungskostenkonzept	5'200- 7'400
Total gesicherte+teilweise gesicherte:			
Ž mit Schadenkosten Treibhauseffekt			3'130 - 48'400
Ž mit Vermeidungskosten Treibhauseffekt			6'660 - 12'200

Tabelle 1: Übersicht über die Schätzungen zu den externen Kosten im Energiebereich (ohne Monetarisierung der **Schadensrisiken** der Stromproduktion, s. Kap.3)

	Nicht bewertbare/nicht erfassbare externe Kosten	Bewertung
Wald	<ul style="list-style-type: none"> - Auswirkungen der Luftschadstoffe auf Flora und Fauna insgesamt - Auswirkungen auf das Grundwasser - Auswirkungen auf Artenvielfalt und ökologische Stabilität 	<p>Bezüglich der Waldschäden besteht bei der Entwicklung der Waldschadensszenarien Bedarf an weiterer Ursachenforschung.</p> <p>Die monetäre Bewertung des Erlebnis- und Existenznutzens des Waldes und der Natur überhaupt steht erst am Anfang</p>
Landwirtschaft	<ul style="list-style-type: none"> - Schäden aus Synergiewirkungen von Ozon mit anderen Schadstoffen - Schäden an Naturwiesen, Weiden - langfristige Gefährdung der Bodenqualität 	Die Schadensszenarien sind bei Konzentration auf die wichtigsten ozonempfindlichen Kulturen gut abgesichert
Gesundheit	<ul style="list-style-type: none"> - Erhöhung der Mortalität nicht abgeklärt - Nur Atemwegs- und Herz-/Kreislaufkrankungen erfasst - Keine Erfassung von Allergien, Synergieeffekten, Schmerz, Leid etc. - Nur Krankheitsfälle mit Arbeitsunterbruch erfasst - Nutzen Freizeit 	Die Basiswerte für die Schätzungen kommen aus der BRD; SO ₇ -Wirkung daher überschätzt, NO _x -Wirkung unterschätzt, Epidemiologische Forschung für die Schweiz läuft
Gebäude	<ul style="list-style-type: none"> - Schäden an historischen Gebäuden, Kulturdenkmälern - Schäden im Gebäudeinnern 	Monetarisierung der Wertschätzung durch die Bevölkerung ist ungeklärt
Transport von Öl, Gas	<ul style="list-style-type: none"> - Flüssiggasunfälle - Lokale Explosionen 	
Klima	Dynamik, Ausmass und viele Auswirkungen einer Klimaveränderung können heute überhaupt noch nicht eingeschätzt werden	Die Schätzungen haben eine enorme Bandbreite und sind eher spekulativ
Kernenergie (Normalbetrieb)	<ul style="list-style-type: none"> - Morbidität - Psychosoziale Schäden bei Erkrankung - Auswirkungen auf Flora und Fauna - Entsorgung der Abfälle 	Die Langzeit-Schadenswirkung niedriger Dosen ist unter Experten umstritten Erste grobe Schätzungen
Wasserkraft (Normalbetrieb)		Konkrete Beeinträchtigungen können nur im Einzelfall bewertet werden Forschungsbedarf zur Weiterentwicklung von Präferenzmessungen (Wert unbeeinträchtigter Natur)
Stromtransport	<ul style="list-style-type: none"> - Wirkung auf menschliche Gesundheit - Beeinträchtigung für Flora und Fauna 	Forschungsbedarf zur Weiterentwicklung von Präferenzmessungen (Störung des Landschaftsbildes) und bei Gesundheitseffekten (elektromagnetische Felder)

Tabelle 2: Übersicht zur Bewertung der Qualität und Vollständigkeit der Schätzungen

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]
Gebäude, 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
Gebäude, 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 - 36	4,9 -7,6	1,0 -2,4
Brennwertkessel 1990	3,5	2,4 -38	4,9 ->,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

Tabelle 3: 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

2.3. Zum Stellenwert der Ergebnisse

Die Ergebnisse in Tabelle 3 sind notwendigerweise unvollständig: Viele externe Kosten immaterieller Art können (noch) nicht erfasst werden und andere sind nicht bekannt, da über die Wirkungszusammenhänge noch Unklarheit herrscht (möglich Synergie- und Akkumulationseffekte, etc.) oder weil ihre Wirkung noch gar nicht eingetreten ist.

Die Ergebnisse weisen beträchtliche Unsicherheiten auf, welche sich in den ausgewiesenen Bandbreiten widerspiegeln. Unter Berücksichtigung dieser Unvollständigkeiten und Ungewissheiten signalisieren die Ergebnisse eine untere Grenze für die externen Kosten und die KEPZ. Sie können als die monetarisierte Spitze des gesamten "Eisberges externer Kosten" betrachtet werden.

Angesichts des potentiellen Ausmasses des Treibhauseffektes, der dabei noch bestehenden Ungewissheiten und der Tatsache der Irreversibilität der Klimaentwicklung - ist sie einmal eingetreten - wird die KEPZ-Variante 2 favorisiert, welche die Kosten des Treibhauseffektes mit dem Vermeidungskostenansatz schätzt.

Die Ergebnisse sind deutlich: Selbst diese Minimalkostenschätzung wurde zu einer Verdoppelung (Gas) bis Verdreifachung (Heizöl extraleicht) der fossilen Energiepreise führen. Der Einbezug der externen Kosten verbessert die Konkurrenzfähigkeit des Energieholzes klar (infolge der geringen CO₂-Emissionen), auch Erdgas wurde gegenüber Heizöl extraleicht konkurrenzfähiger. Bei der Elektrizität müssen die ausgewiesenen Resultate interpretiert werden. Die externen Kosten ohne Unfallrisiken liegen bei der KEPZ-Variante 2 zwischen 0,7 und 1,6 Rp./kWh, d.h. im Bereich von 5 % -11 % der mittleren Gestehungskosten von 1990. Hinzuzurechnen sind aber noch die externen Risikokosten (s. Kap. 3), welche von der Bewertung des Risikos, von der sogenannten Risikopräferenz abhängen.

Durch die kalkulatorischen Energiepreiszuschläge wird der Energieeinsatz im Strom- und Wärmebereich verteuert, wodurch die Preisrelationen zugunsten von Energiespar-technologien und von erneuerbaren Energien verändert werden. Auch wenn die externen Kosten bei der Herstellung, Verteilung, Installation und Entsorgung von Energiesparmassnahmen ebenfalls in das Wirtschaftlichkeitskalkül einbezogen werden, verbessert sich die Konkurrenzfähigkeit von Energiesparmassnahmen massiv (Wärmedämmmassnahmen an Fassaden, Estrich- und Kellerdecken und Verteilleitungen, Energiesparfenster; anhand von zwei Sparpaketen an drei Modellgebäuden ermittelt). Die betrachteten Massnahmen rücken in den Bereich der Wirtschaftlichkeit, teilweise sind sie sogar deutlich wirtschaftlicher als eine konventionelle Lösung ohne Energiesparmassnahmen.

Die Gestehungskosten von Strom aus Photovoltaikanlagen und von Wärme aus Warmwasser-Sonnenkollektoranlagen erhöhen sich durch die Belastung von Herstellung, Transport und Installation mit Energiepreiszuschlägen nur wenig (+3% - +10%). Auch wenn der Einbezug der externen Kosten bei den konventionellen Energiesystemen zu viel höheren Energiepreiszuschlägen führt, bleiben die solare Warmwasser-Produktion und die Stromproduktion in Photovoltaikanlagen unwirtschaftlich.

2.4. Wofür lassen sich die Ergebnisse verwenden?

Ziel der Studie war es, Anhaltspunkte über die externen Kosten zu erhalten und eine Grundlage für erweiterte Wirtschaftlichkeitsrechnungen zu erarbeiten. In erweiterten Wirtschaftlichkeitsrechnungen sollen möglichst alle heutigen und künftigen Kosten einbezogen werden, also auch die externen Kosten der Umweltbelastung, des Ressourcenverbrauches und der Unfallrisiken. Die hier abgeleiteten kalkulatorischen Energiepreiszuschläge ermöglichen erweiterte Wirtschaftlichkeitsrechnungen, in welchen mindestens die hier monetarisierten externen Kosten enthalten sind. Bei Investitionen der öffentlichen Hand, bei welchen das gesamtwirtschaftliche Interesse verfolgt wird sowie bei Investitionen umweltbewusster Unternehmen und Privater erlaubt die derart erweiterte Wirtschaftlichkeitsrechnung die Abschätzung der gesamtwirtschaftlichen Rentabilität.

Werden die externen Kosten in die Wirtschaftlichkeitsrechnung einbezogen, verbessert sich unter anderem die Konkurrenzfähigkeit von Energiesparmassnahmen. Gerade bei bestehenden Gebäuden wurden dadurch die Voraussetzungen geschaffen, dass zusätzliche Wärmeschutzmassnahmen - auch an der Fassade - im Rahmen von Gebäudesanierungen wirtschaftlich werden. In den nächsten Jahren müssen rund 1 Mio Wohnungen, die in den Hochkonjunkturjahren von 1961-1975, gebaut wurden, saniert werden. Viele sind energetisch schlecht. Ein Teil wird trotz fehlender Wirtschaftlichkeit auch heute schon im Rahmen von Sanierungen energetisch verbessert. Werden die externen Kosten in die Wirtschaftlichkeitsrechnung einbezogen, so dürfte infolge der verbesserten Wirtschaftlichkeit von Wärmeschutzmassnahmen allein im Bereich der Wohnungssanierungen ein zusätzliches Investitionsvolumen von 1-2 Mrd Fr. pro Jahr ausgelöst werden.

Die Studie vermittelt eine Übersicht der relevanten externen Effekte und ihrer Kosten. Sie liefert dabei über die kalkulatorischen Energiepreiszuschläge hinaus viele neue Kenntnisse, welche eine Voraussetzung für die Umsetzung energie- und umweltpolitischer Massnahmen sind und kann auch als Argumentationshilfe bei der Schaffung von Akzeptanz für energie- und umweltpolitische Massnahmen (wie CO₂- und/oder Energie- und Umweltabgaben) verwendet werden.

Die monetarisierten externen Kosten bzw. die kalkulatorischen Energiepreiszuschläge liefern eine wichtige Grundlage für umfassendere Kosten-Nutzenüberlegungen bei energie- und umweltpolitischen Massnahmen (Vorschriften, Subventionen, Abgaben). Die ermittelten KEPZ dürften jedoch, weder in ihrer Struktur noch in ihrer Höhe, als optimale Abgabensätze betrachtet werden.

3. Bewertung externer Unfalrisiken bei der Stromerzeugung

Während bisher monetarisierte externe Kosten der Energieversorgung ausgewiesen werden, die kontinuierlich oder zumindest mit einer gewissen Regelmässigkeit anfallen, zeigen sich die externen Kosten bei der Elektrizitätserzeugung in Kern- und Wasserkraftwerken in einer anderen Konstellation. Hier muss versucht werden, Ereignisabläufe zu bewerten, deren Folgen zwar zum Teil gut beschrieben und quantifiziert werden können, deren tatsächlicher Eintritt aber nur in Form von Wahrscheinlichkeitsaussagen näher zu bestimmen ist. Das gilt vor allem für die Schadenspotentiale grösserer Unfälle (worst case: GAU).

3.1. Externe Unfalrisiken bei der Kernenergienutzung

Unfälle in Kernkraftwerken, die zu einer (mehr oder weniger grossen) Freisetzung von Radioaktivität führen, können durch die verschiedensten Ereignisabläufe im Reaktorbetrieb ausgelöst werden. Risikoanalysen zeigen in ihrer Grundstruktur, dass es zahlreiche Ereignisabläufe gibt, die zu geringen oder zu vernachlässigenden Freisetzungen führen, wobei die Eintrittswahrscheinlichkeit relativ hoch ist. Grosse Kernschmelzunfälle, bei denen das Containment des Reaktors versagt und grosse Mengen des radioaktiven Inventars in die Umgebung entweichen, sind nach diesen Analysen nicht auszuschliessen, ihre Wahrscheinlichkeit wird aber von vielen Experten als extrem gering eingeschätzt.

Die Autoren der vorliegenden Untersuchungen haben eine Reihe von verschiedenen möglichen Ereignisabläufen mit unterschiedlichen Freisetzungen von Radioaktivität analysiert und ihre Auswirkung auf die potentiell betroffene Bevölkerung in zwei modellhaft angenommenen Ausbreitungsfällen abgeschätzt. Mit Hilfe sogenannter Dosis-Wirkungsparameter lässt sich hieraus die Zahl der strahlungsinduzierten Langzeittodesfälle bestimmen.

Hier werden Unfälle mit vernachlässigbar kleiner Kollektivdosis und geringen Schäden, aber auch Unfälle mit sehr hoher Kollektivdosis und einer grossen Zahl von Langzeittodesfällen berücksichtigt. Entsprechend gross ist die Bandbreite der resultierenden Schadenspotentiale: Die externen Kosten reichen von 4 Millionen Fr. bis 2,2 Billionen Fr.

Hervorzuheben ist, dass bei diesen Schaden-Berechnungen extreme Unsicherheiten bestehen und die in die erforderlichen Analysen eingehenden Parameter in der Fachwelt äusserst kontrovers diskutiert werden.

Erhebliche Unsicherheiten gibt es auch in einem zweiten Komplex der Monetarisierungsoperationen: der Eintrittswahrscheinlichkeit eines oder mehrerer der oben erwähnten Schadensfälle. Es ist offenkundig, dass eine konsequente Monetarisierung dieser Externalitäten nicht bei der Bestimmung der absoluten Schadenshöhe halt machen kann. Allerdings zeigt sich auch sehr rasch, dass es im Zusammenhang mit der Risikoanalyse erhebliche Schwierigkeiten gibt, für die monetäre Bewertung der Externalitäten ein geeignetes "Kostenmass" zu finden. In vielen Fällen wird versucht, der Besonderheit der betrachteten Schadensfälle (der Möglichkeit von Unfällen mit extremen Schadensfolgen bei gleichzeitig sehr niedriger Eintrittswahrscheinlichkeit solcher Unfälle) dadurch Rechnung zu tragen, dass durch die Multiplikation von Schadensausmass und Eintrittswahrscheinlichkeit sogenannte Erwartungswerte gebildet werden.⁵

Da die Eintrittswahrscheinlichkeiten insbesondere von sehr grossen Kernschmelzunfällen als äusserst niedrig eingeschätzt werden (die Bandbreite reicht hier für den worst case von einem Ereignis in 1 Million bis zu einem in 100 Millionen Betriebsjahren), fallen die Erwartungswerte mit einer Bandbreite von 250.000 Fr./a bis 34 Mio Fr./a entsprechend niedrig aus.

Obwohl solche Erwartungswerte in vielen Fällen als taugliches Mass für eine Schadensbewertung angesehen werden, kommt natürlich mit diesen Werten das wahre Ausmass der möglichen Schäden nicht zum Ausdruck. Hier muss neben dem Erwartungswert auch die Streuung der möglichen Schadenshöhe ins Kalkül gezogen werden. Ein gängiges statistisches Mass hierfür ist die sogenannte Standardabweichung der Wahrscheinlichkeitsverteilung von bestimmten Schadensabläufen. Es handelt sich dabei um ein Mass, das in der Lage ist, die "mittlere" Streubreite "der möglichen Schäden um den Erwartungswert zu veranschaulichen.

Entscheidend ist nun, wie ein rational handelndes Individuum, eine Bevölkerungsgruppe oder die Gesellschaft insgesamt, dieses Risiko (monetar) bewertet. Bei ausgeprägtem Risikobewusstsein würde der Standardabweichung eine grosse Bedeutung zugemessen. In Fällen, in denen Entscheidungsträger/-innen schwerpunktmässig auf das mittlere Risiko einer Vielzahl von möglichen Ereignissen abstellen, hätte die Standardabweichung keine oder nur eine geringe Bedeutung. Da keine empirischen Arbeiten zu solchen sogenannten Risikonutzeneinschätzungen vorliegen, werden hier zwei exemplarische Extremwerte, nämlich die externen Kosten des Kernenergieunfallrisikos als Erwartungswert einerseits und die Standardabweichung andererseits ausgewiesen.

⁵ Erwartungswerte "verteilen", bildlich gesprochen, das Ausmass des Schadens auf einen sehr langen Zeitraum (z.B. mehrere Millionen Betriebsjahre), in dem der Schaden mit einiger Sicherheit eintreten wird.

Diese Risikobewertungen sind mögliche Eckwerte der in der schweizerischen Bevölkerung effektiv gegebenen Risikopräferenz. Weitere empirische Absicherungen und Präzisierungen sind nötig.

Externe Kosten möglicher Kernkraftwerksunfälle bei	
Orientierung am Erwartungswert	0,3 Mio - 34 Mio Fr./a
Orientierung an der Standardabweichung	430 Mio -6'850 Mio Fr./a

Diese Wertepaare beziehen sich auf den gesamten KKW-Park der Schweiz und die gesamte Stromerzeugung dieses Parks (21 '690 GWh pro Jahr). Umgelegt auf die mittlere jährliche Stromproduktion des KKW-Parks ergeben sich Werte von:

Orientierung am Erwartungswert	0,001 -0,17 Rp./kWh
Orientierung an der Standardabweichung	1,0 -31,8 Rp./kWh

3.2. Externe Unfallrisiken bei der Wasserkraftnutzung

Die möglichen Schäden eines Grossunfalls bei Wasserkraftanlagen, d.h. eines Staudamm-Mauerbruchs bei Speicherkraftwerken sowie eines Wehrbruchs bei Laufkraftwerken sind vielfältig und nicht abschliessend zu bewerten. Die in der Fachliteratur für Europa und die weltweit dokumentierten Grossunfälle (Staudamm-Mauerbrüche) belegen nachhaltig die zum Teil hohen Verluste an Menschenleben und materiellen Werten. Die Schädigungen immaterieller Werte wie Naturraumbeträchtigungen (Fauna und Flora), Baudenkmäler etc. werden in der Literatur zwar nicht explizit aufgeführt, sie sind aber bestimmt nicht gleich Null.

Die Folgen von Grossunfällen lassen sich nur sehr schwer quantifizieren:

- Das Schadensausmass eines Grossunfalls wird durch die Rahmenbedingungen der Anlage (Grösse, Standort, Topographic, Unterhalt, Sicherheitsvorkehrungen) bestimmt. Pläne über die wahrscheinlichen geographischen Auswirkungsradien von Grossunfällen (Staudamm-Mauerbrüche) der Speicherkraftwerke in der Schweiz sind nicht verfügbar.
- Die Risikoabschätzung im Zusammenhang mit Grossunfällen der Wasserkraftanlagen in der Schweiz ist explizit noch nicht diskutiert.

Im Rahmen der Untersuchungen musste deshalb mit sehr groben Schätzungen auf der Basis der vorhandenen Literatur gearbeitet werden.

Die nachfolgende Tabelle gibt einen Überblick über diese Grobschätzungen. Hervorzuheben ist, dass mit diesen quantitativen Analysen völliges Neuland betreten wird. Die Zahlenangaben ergeben einen ersten Orientierungsrahmen über das mögliche Ausmass der externen Unfallrisiken der Wasserkraftnutzung.

	Speicherkraftwerke	Laufwasserkraftwerke
Externe Kosten als Erwartungswert des Unfallrisikos	26 Mio Fr./a	11 Mio Fr./a
Bezogen auf die Stromproduktion	0,14 Rp./kWh	0,07 Rp./kWh
Externe Kosten als Standardabweichung des Unfallrisikos	(813 Mio Fr./a) ¹⁾	? ²⁾
Bezogen auf die Stromproduktion	(4,2 Rp./kWh) ¹⁾	? ²⁾

1) Erste Grobabschätzung (empirische Grundlagen noch ungenügend).

2) Mit den vorhandenen Grundlagen können keine empirischen Werte abgeleitet werden.

Tabelle 4: Externe Kosten der Unfallrisiken der schweizerischen Speicher- und Laufwasserkraftwerke (Jahreskosten und Kosten bezogen auf die Produktion der Speicher- bzw. der Laufwasserkraftwerke). Bei der Risikobewertung von Speicherkraftwerken wird neben der Orientierung am Erwartungswert auch eine erste grobe Schätzung zur Orientierung an der Standardabweichung vorgenommen.

4. Wie werden die externen Kosten und die kalkulatorischen Energiepreiszuschläge berechnet? - Zur Methodik

4.1 Was sind externe Kosten?

Die Externalitäten der Strom- und Wärmeversorgung sind ein äusserst komplexes und vielschichtiges Problem. Die **Identifizierung**, also die **qualitative** Beschreibung möglicher externer Effekte, ist in der Analyse ein noch eher "einfacher" Schritt. Viele Effekte können wahrgenommen werden, und es besteht die Möglichkeit, einige Kausalbeziehungen prinzipiell zu beschreiben. So gibt es relativ gut gesicherte Erkenntnisse darüber, dass bestimmte Luftschadstoffemissionen

- Waldschäden verursachen, die landwirtschaftliche Produktion mindern,
- Atemwegs- und Herz-/Kreislaufkrankungen auslösen und
- zu Gebäudeschäden und -verunreinigungen führen.

Auch der Einfluss bestimmter Emissionen auf den Treibhauseffekt ist bekannt. Die schädigenden Auswirkungen radioaktiver Strahlung werden intensiv erforscht. Aber bereits auf dieser ersten Stufe gibt es zahlreiche Unsicherheiten. So sind vor allem die Wirkungen von Schadstoffakkumulationen (die allmähliche Anreicherung von Stoffen in Luft und Boden, aber auch im Menschen) und Schadstoffsynergien (die Schädigung aus einem Zusammenwirken von verschiedenen Stoffen) noch nicht bekannt, oder - methodisch noch problematischer - die Wirkungen sind bisher noch gar nicht wahrnehmbar. **Zusätzlich** bestehen konzeptionelle oder empirische Probleme der technisch/physikalischen **Messung** qualitative identifizierter externer Effekte.

Insgesamt ist aber die Fülle der Informationen beeindruckend. In fast allen Erfahrungsbereichen unseres Lebens treten externe Effekte der unterschiedlichsten Art auf. Materialschäden oder landwirtschaftliche Produktionsausfälle sind am leichtesten zu belegen. Der Hinweis, dass im Gesundheitsbereich oder bei der Gefährdung der Artenvielfalt derzeit keine genaue oder vollständige qualitative und quantitative Beschreibung verfügbar ist, beeinträchtigt in keiner Weise die Sicherheit der Aussage, dass Beschädigungen erheblichen Ausmasses wahrscheinlich sind, also nicht gleich Null gesetzt werden dürfen. Auch bei der drohenden, globalen Klimaveränderung (oder beim Risiko einer atomaren Katastrophe vgl. Kap. 3) bestehen grosse Externalitäten, deren Ausmass allerdings kontrovers diskutiert wird.

4.2. Konzepte zur Messung externer Kosten

Zum besseren Verständnis der angestellten Berechnungen für die einzelnen Schadensbereiche soll darauf hingewiesen werden, dass es ein für alle Bereiche einheitliches Schadensbemessungskonzept nicht gibt. Je nach Fragestellung kommen zwei grundsätzlich unterschiedliche Verfahren zum Tragen.

- **Schadenskostenermittlung**

- Ž unmittelbare Erfassung

- Ž Ermittlung von Präferenzen (Zahlungsbereitschaften, direkt und indirekt)

- **Vermeidungskostenermittlung.**

Schadenskosten

Die **unmittelbare Erfassung** von Schäden ist im Grundsatz einfach. Es handelt sich hier zum Beispiel um Schäden an Bauwerken und Pflanzen oder um Gesundheitsschäden, die reversibel sind und durch eine "Reparaturleistung" beseitigt werden können: Der Schaden besteht in den Kosten der Reparatur⁶, die in einfachen Fällen auch eine Entschädigung - zum Beispiel von messbaren Einkommensverlusten in der Land- und Forstwirtschaft - mit einschliesst.

Leider kann mit dieser einfachen unmittelbaren Schadensmessung nur ein kleiner Teil der Externalitäten erfasst werden. Es liegt in der Natur der Externalitäten (die ja gerade dadurch entstehen, dass sie nicht über Märkte abgewickelt werden können), dass der grösste Teil dieser Phänomene einer **einfachen** Bewertung "nicht zugänglich" ist, weil sie keinen Marktpreis haben. Zu dieser Gruppe der Externalitäten gehören alle Schäden **nicht-materieller** Art und **irreversible Schäden**, zum Beispiel der Verlust an Menschenleben, das Verschwinden von Arten in Flora und Fauna, der Erholungs- und Erlebniswert unbeeinträchtigter Landschaften. Auch die Bewertung des **Risikos** grosser Kernkraftunfälle (nicht die monetäre Bewertung des möglichen Schadens selbst) ist in dieser Sphäre anzusiedeln. Dies sind Kategorien von Schäden, die empirisch am schwierigsten zu bestimmen sind, die aber zugleich den wohl grössten Teil der relevanten Externalitäten ausmachen.

Hier können Verfahren zur Anwendung kommen, die aus den Präferenzen der Betroffenen monetäre Grossen für die jeweils relevanten Schäden ableiten. Der ökonomisch messbare Schaden bestimmt sich dabei aus der Wertschätzung, welche die durch externe Effekte betroffenen Güter erfahren. Diese Wertschätzung kann dabei über die Zahlungsbereitschaft der Betroffenen für diese Güter, also über die Schätzung eines "fiktiven Kaufpreises" für das Nichteintreten des Schadens, ermittelt werden.

⁶ Reversibel bedeutet hier die Möglichkeit einer prinzipiellen Wiederherstellung: Der abgestorbene Baum wird ersetzt (Funktionsreversibilität), das Absterben selbst ist natürlich irreversibel.

Vermeidungskosten

Die erheblichen Probleme bei der Bestimmung der Schadenskosten haben dazu geführt, dass in der Wissenschaft häufig empfohlen wird, auf sie zu verzichten, und direkt die Kosten der Vermeidung eines externen Effekts durch präventive Massnahmen als Hilfsgrösse für die Monetarisierung eben dieses Effekts zu definieren.

In dieser zugespitzten Formulierung wird deutlich, dass ein reiner Vermeidungskostenansatz überhaupt nicht nach der Höhe der Schäden fragt, die durch die Massnahme zu vermeiden sind. Es findet also kein Abgleich von Schadens- und Vermeidungskosten (im Sinne einer Gesamtoptimierung) statt. Allerdings ist ein solcher Vergleich in einigen Schadensfeldern auch ohne explizite monetäre Quantifizierung der Schäden möglich. Nämlich dann, wenn es eine berechtigte Vermutung gibt, dass die Schäden auf jeden Fall höher sind als die Vermeidungskosten (in diesem Falle ist es statthaft, die zu erwartenden Vermeidungskosten als minimale Kosten anzugeben; das Umgekehrte gilt bei der Vermutung, dass die genaue Schadenshöhe zwar unbekannt ist, dass sie aber auf jeden Fall unter den Vermeidungskosten liegt).

4.3. Und die externen Nutzen?

Energie ist eine wesentliche Voraussetzung unseres Wohlstandes. Oft wird daher postuliert, dass auch die externen Nutzen der Energie sehr gross seien, weil Produktivitätswachstum und Wirtschaftswachstum ohne Energieeinsatz kaum möglich waren. Diese Vorstellung von externen Nutzen beruht auf einem Missverständnis: Nutzen sind nur dann extern, wenn sie nicht über den Markt vermittelt werden, wenn also die Anbietenden für den Nutzentransfer nicht adäquat entschädigt werden. Im Energiebereich gibt es jedoch kaum externe Nutzen, für deren Bereitstellung die jeweiligen Anbieter/-innen entlohnt werden sollten (mögliches Beispiel: Speicherseen können die Abflüsse bei Hochwasser regulieren und verzögern. Für diesen Nutzen erhalten die Betreiber/-innen in der Regel keine Entschädigung, dieser Nutzen ist also extern). Der Nutzen, den die Energieproduktion und der Energieverbrauch vermitteln, ist jeweils die Ursache für die individuellen Produktions- oder Verbrauchsentscheide. Diese Nutzen fliessen daher in die individuellen Wirtschaftlichkeitsentscheide der Energieanbieter/-innen und -verbraucher/-innen ein. Im Gegensatz zu den externen Kosten besteht bei den Nutzen ein Interesse seitens der Energieanbieter/-innen und -verbraucher/-innen, die Energienutzen zu internalisieren. Es fällt daher äusserst schwer, im Energiebereich überhaupt ein Beispiel für externe Nutzen zu finden, bei dem es angebracht wäre, Preiskorrekturen vorzunehmen, damit die gesamtwirtschaftlich optimale Energiemenge produziert oder verbraucht würde (vgl. Beispiel der Speicherseen).

4.4. Von den externen Kosten der Energieversorgung zu kalkulatorischen Energiepreiszuschlägen im Strom- und Wärmebereich

Ziel der Untersuchung war die Ermittlung kalkulatorischer Energiepreiszuschläge (KEPZ), die den monetarisierbaren externen Kosten im Strom und Wärmebereich entsprechen und die für erweiterte Wirtschaftlichkeitsrechnungen verwendet werden können. Die spezifischen externen Kosten (Fr./kWh), die bei einem konkreten Energiesystem entstehen, hängen vom eingesetzten Energieträger und von den Luftschadstoffemissionen des Systems ab. Die Luftschadstoffemissionen werden dabei durch die Feuerungs- und Abgasreinigungstechnologie des jeweiligen Energiesystems bestimmt. Ausgehend von den externen Gesamtkosten der Luftverschmutzung werden Emissionszuschläge (Fr./kg Schadstoff) für die schadenverursachenden Luftschadstoffe (SO₂, NO_x, Nichtmethan-VOC im Sommer, NO_x im Sommer) ermittelt. Dabei wird angenommen, dass die Schäden nur durch diejenigen Emissionsmengen verursacht werden, welche die Emissionsziele des Luftreinhaltekonzepts des Bundes überschreiten. Indem die externen Kosten der Luftverschmutzung nicht auf sämtliche Emissionen verteilt werden, sondern nur auf die zielwertüberschreitenden (schädigenden) Emissionsmengen, ergeben sich grenzkostenorientierte KEPZ. Diese sind höher als die durchschnittlichen, spezifischen externen Kosten (externe Kosten/Gesamtemissionen). Toxizitätsfaktoren erlauben die Berücksichtigung der relativen Schädlichkeit der verschiedenen zielwertüberschreitenden Emissionen auf Mensch, Gebäude und Vegetation.

Die Wirkung von Luftschadstoffemissionen hängt daneben von der Lage der Emissionsquellen und den lokal vorherrschenden Immissionsverhältnissen ab. Im Sommer sind beispielsweise Nichtmethan-Kohlenwasserstoff- und Stickstoffoxidemissionen für die Ozonbildung und die daraus resultierenden Schäden mitverantwortlich. Im Winter besteht dagegen kein Ozonproblem. Die saisonal unterschiedliche Schadenswirkung von Nichtmethan-Kohlenwasserstoff- und Stickstoffoxidemissionen wird berücksichtigt. Weitere regionale und zeitliche Differenzierungen sind aufgrund der verfügbaren Daten nicht möglich (in der Studie wird noch eine KEPZ-Variante für ländliche Gebiete ausgewiesen, bei denen keine Gesundheits- und Gebäudeschäden angerechnet werden).

Aus den Emissionszuschlägen und den spezifischen Schadstoffemissionen pro Energiesystem (kg Schadstoff pro TJ Endenergieinput) resultiert der luftschadstoffbedingte Anteil der KEPZ. Die übrigen externen Kosten (Treibhauseffekt, Unfälle, Externalitäten der Stromversorgung und -verteilung) werden jeweils direkt auf die verursachenden Energieträger bezogen. Die Energiepreiszuschläge hängen bei ihnen nur vom Energieträger und nicht vom Energiesystem ab.

4.5. Wie genau ist genau genug?

Die bei den externen Kosten und bei den KEPZ angegebenen Bandbreiten deuten auf die Ungewissheiten bei den angenommenen Schadensszenarien, bei den Berechnungsannahmen und bei diversen Grundlagendaten hin. Eine "genaue" Ermittlung der externen Kosten ist und wird unmöglich bleiben. Die Ergebnisse sind jedoch genau genug, um eine wissenschaftlich belastbare Untergrenze der externen Kosten zu signalisieren.

Die Ergebnisse können daher u.E. in erweiterten Wirtschaftlichkeitsrechnungen wie auch in der energie- und umweltpolitischen Diskussion umgesetzt werden. Übersteigerte methodische Anforderungen, Kausalitätsnachweise und Genauigkeitsvorstellungen sind im Bereich der externen Kosten nicht angebracht. Zu stark sind die heutigen Verzerrungen infolge der Nichtberücksichtigung der externen Effekte. Der Einbezug der hier ausgewiesenen externen Kosten ist ein Schritt in die richtige Richtung, welcher eine gewisse Entlastung der Umwelt bringen würde und in die Richtung nachhaltigen Wachstums geht. Die Umwelt ist kein beliebig reproduzierbares Gut, das verbraucht und wiederhergestellt werden kann. Bei den mittlerweile allgemein erkannten und - mindestens grundsätzlich - akzeptierten Schadenswirkungen wird mit den hier aufbereiteten Grundlagen die Richtung für energie- und umweltpolitische Verbesserungen deutlich genug vorgezeichnet. Werden diese externen Kosten nicht in die Wirtschaftlichkeitsüberlegungen einbezogen, so bedeutet das, dass diesen Externalitäten kein Wert, bzw. ein Wert von Null zugerechnet wird. Damit ergibt sich eine Bewertung, die sicher falsch ist, was zu den erwähnten Fehlallokationen, bzw. zur Übernutzung der Umwelt führt.

5. Schlussbemerkungen, Ausblick

Das Amt für Bundesbauten beabsichtigt im Rahmen von ENERGIE 2000, die kalkulatorischen Energiepreiszuschläge in seine Investitionsentscheidungen einzubeziehen. Im Impulsprogramm PACER werden die in Kursen und Publikationen verwendeten Wirtschaftlichkeitsrechnungen um die monetarisierbaren externen Kosten, das heisst um die KEPZ erweitert. Des weiteren werden entsprechende PACER-Schulungen allen privaten Investor/-innen und Entscheidungsträger/-innen die Anwendung erweiterter Wirtschaftlichkeitsrechnungen näher bringen.

Die hier erarbeiteten Informationen und Ergebnisse - so neuartig sie in dieser konkreten Art auch sind - genügen allerdings noch nicht, um auf dem Weg zu volkswirtschaftlich und ökologisch sinnvollen Investitionsentscheidungen definitiv weiterzukommen. Die Informationen sind zwar vorhanden, der monetäre Anreiz für die (privaten) Investoren dagegen fehlt immer noch. Die geplante CO₂-Abgabe, für welche der Bundesrat am 23.3.1994 die Vernehmlassung eröffnet hat, ist ein solches Anreizinstrument, auch wenn die zur Zeit diskutierten Abgabesätze aus der Sicht der hier ermittelten Ergebnisse zu tief erscheinen.

Die Ausführungen zum Treibhauseffekt machen deutlich, dass die im Bereich der Klimapolitik bestehenden Risiken gross sind. Die Schätzungen der Schadenkosten sind noch sehr unsicher, entsprechend gross ist die ausgewiesene Bandbreite der Kosten. Die Natur des Treibhausrisikos - noch grosse Unsicherheiten über die künftige Schadensentwicklung, starke Verzögerung zwischen CO₂-Emissionen und Schadenswirkungen und Irreversibilität - legt eine am Vorsorgeprinzip orientierte Strategie nahe. Dies umso mehr, als sich hier zeigt, dass die Kosten und vor allem die Kostenrisiken einer Vermeidungsstrategie um einiges geringer sind, als die einer Laissez faire-Strategie.

Die Arbeit weist auf einige Erkenntnis- und Forschungslücken hin, die im Interesse der Umwelt- und Energiepolitik zusätzlich bearbeitet werden sollten:

Ž Die Externalitäten der Wasserkraftnutzung könnten nur ansatzweise quantifiziert werden. Die erforderlichen Daten fehlen noch weitgehend und könnten im Rahmen dieser Studie nicht erarbeitet werden.

Ž Die Frage der Risiken von Grossunfällen bei Wasser- und Kernkraftwerken verdient zusätzliche Vertiefung. Dabei geht es einerseits um die Ermittlung der Risiken selbst, zu welchen vor allem bei den Wasserkraftwerken noch kaum schweizerische Grundlagendaten (Auswirkungen, Risikoanalysen) vorliegen. Zusätzlich geht es aber bei Risiken mit extrem kleinen Eintretenswahrscheinlichkeiten und sehr grossen (und ungewissen) Auswirkungen auch um die Bewertung der Risiken selbst (Erfassung und monetäre Präzisierung der individuellen Risikopräferenzen der Bevölkerung).

ŽDer Treibhauseffekt führt zum grössten externen Kostenelement. Die Klimaprognosen sind vorläufig noch unsicher und werden das auch in näherer Zukunft bleiben. Wir erachten - wie bereits erwähnt - die Übernahme eines "politischen" CO₂-Reduktionsziels als das in der gegebenen Risikosituation adäquate Vorgehen. Die hier ausgewiesenen Vermeidungskosten werden statisch ermittelt, die zugrundeliegende Technologieprognose reicht nicht weit über den heutigen Stand der Technik hinaus. Interessant wäre eine überarbeitete (dynamisierte) Vermeidungskostenschätzung mit Hilfe einer Technologieprognose bis ins Jahr 2025 (basierend auf Entwicklungstrends in der Vergangenheit). Schliesslich muss die Thematik der Externalitäten bzw. der externen Kosten einer interessierten Öffentlichkeit in geeigneter Form zugänglich gemacht werden.

Anhang: Berichte zum Projekt “Externe Kosten und kalkulatorische Energiepreiszuschläge für den Strom- und Wärmebereich”

Im Rahmen des Projektes wurden die folgenden Berichte erstellt; sie können bei der Eidgenössischen Drucksachen- und Materialzentrale, EDMZ, 3000 Bern, bestellt werden:

Externe Kosten und kalkulatorische Energiepreiszuschläge für den Strom- und Wärmebereich

Erstmals wurden für die Schweiz die häufig diskutierten externen Kosten von Strom und Wärme geschätzt (Synthesebericht, 1994). INFRAS/PROGNOS im Auftrag des Bundesamtes für Konjunkturfragen, des Bundesamtes für Energiewirtschaft und des Amtes für Bundesbauten

1994, Bestell-Nr. 724.270 d
Fr. 36.-

Externe Kosten von Luftverschmutzung und staatlichen Leistungen im Wärmebereich

Teilbericht 1 des Projektes “Externe Kosten und kalkulatorische Energiepreiszuschläge für den Strom- und Wärmebereich in der Schweiz”. Autor/-innen: Walter Ott, Reto Dettli, Jurg Heldstab, Barbara Jaggin, Anita Sigg, Saskia Willemse, Heidi Ramseier, Margrit Schaal

1994, Bestell-Nr. 724.270.1 d
Fr. 13.-

Die externen Kosten der Stromerzeugung aus Kernenergie

Teilbericht 2 des Projektes “Externe Kosten und kalkulatorische Energiepreiszuschläge für den Strom- und Wärmebereich in der Schweiz”. Autoren: Klaus P. Masuhr, Thomas Oczipka

1994, Bestell-Nr. 724.270.2 d
Fr. 10.-

Externe Kosten der fossilen Ressourcennutzung im Wärmebereich

Teilbericht 3 des Projektes “Externe Kosten und kalkulatorische Energiepreiszuschläge für den Strom- und Wärmebereich in der Schweiz”. Autor/-innen: Walter Ott, Reto Dettli, Barbara Jaggin, Heidi Ramseier

1994, Bestell-Nr. 724.270.3 d
Fr. 8.-

Die externen Kosten der Stromerzeugung aus Wasserkraft

Teilbericht 4 des Projektes "Externe Kosten und kalkulatorische Energiepreiszuschläge für den Strom- und War-
mebereich in der Schweiz". Autor/-innen: Klaus P.
Masuhr, Inge Weidig, Wolfgang Tautschnig

1994, Bestell-Nr. 724.270.4 d
Fr. 6.-

Die externen Kosten der Übertragung und Verteilung von Elektrizität

Teilbericht 5 des Projektes "Externe Kosten und kalkulatorische Energiepreiszuschläge für den Strom- und War-
mebereich in der Schweiz". Autor: Dr. Reinhard Schüss-
ler

1994, Bestell-Nr. 724.270.5 d
Fr. 5.-

Externe Kosten von Photovoltaik-Anlagen; Sonnenkollektoren, Fenstern und Wärmedämmstoffen

Teilbericht 6 des Projektes "Externe Kosten und kalkula-
torische Energiepreiszuschläge für den Strom- und War-
mebereich in der Schweiz". Autoren: Walter Ott, Peter
Koch

1994, Bestell-Nr. 724.270.6 d
Fr. 9.-

Externe Kosten und kalkulatorische Energiepreiszuschläge - Kurzfassung des Syntheseberichtes

1994, Bestell-Nr. 724.270.7d
gratis

Aussi disponible en français

No. de commande 724.270.7f
1994
gratuit



Publikationen und Videos des Impulsprogrammes PACER

Ab 1995 verstehen sich die Preisangaben inklusive Mehrwertsteuer: Bücher 2%; Videos, Dias und Disketten 6,5%.

Die aufgeführten Publikationen und Videos können gegen Verrechnung der Selbstkosten bezogen werden bei der EDMZ, Eidg. Drucksachen- und Materialzentrale, 3000 Bern. Die aktuelle Übersicht finden Sie in der Zeitschrift IMPULS (Gratisabonnement).

Erneuerbare Energien: Der notwendige <<Forb>>-Schritt

Der vermehrte Einsatz erneuerbarer Energien gilt als eine Option, langfristige fossile Energieträger zu substituieren und eine Energieversorgung zu gewährleisten, die im Einklang mit der Ökologie steht. «Erneuerbare Energien: Der notwendige «Fort»-Schritt»: So liess sich die Option umschreiben und nach ihr heisst die Broschüre, welche das Impulsprogramm PACER kurz zusammenfasst. Die einfache, prägnante Beschreibung ermöglicht einen Überblick über die Zielsetzungen, die verschiedenen Angebote und Mittel der Wissensumsetzung von PACER und ist mit grossen Bildern illustriert, die der Veranschaulichung dienen. Ferner umfasst sie die Adressen der Programmleitung und derverschiedenen Ansprechstellen in der Schweiz sowie eine Liste der Träger- und Patronatsorganisationen.

Bestell-Nr: 724.201 d
gratis

Strom aus erneuerbaren Energien:

«Photovoltaik - Grundlagen, Montage und Einspeisung»

Studien des Bundesamtes für Energiewirtschaft zeigen: Der Strom aus Solaranlagen konnte rund 10 Prozent des gesamten Stromverbrauchs in der Schweiz abdecken. Zur Produktion von Solarstrom bieten sich insbesondere ungenutzte Gebäudeflächen, Parkplätze sowie Flächen entlang von Eisenbahnlinien und Autobahnen an. Für die entsprechende Verbreitung der Solarzellentechnik sind interessierte Berufsleute nötig, welche die Möglichkeiten erkennen und Photovoltaikanlagen bauen wollen. So lässt sich letztlich auch auf eine Kostensenkung hinwirken.

An solche Elektroinstallateure richtet sich die Dokumentation zum gleichnamigen PACER-Kurs **«Photovoltaik - Grundlagen, Montage und Einspeisung»**. Sie bietet diesen Berufsleuten das Fachwissen, um die eigene Hemmschwelle gegenüber der unbekannteren Technik abzubauen und eine Anlage realisieren zu können. Schwerpunkt bilden die Netzverbund-Anlagen, bei welchen als Speicher für den unregelmässig anfallenden Solarstrom das öffentliche Netz benutzt wird.

Die Dokumentation soll dem Elektroinstallateur als Nachschlagewerk bei Installation und allfälliger Wartung einer Solaranlage dienen. Sie vermittelt deshalb – nebst theoretischem Grundlagewissen über Meteorologie, Solarzellentechnologie sowie Komponenten und Besonderheiten der Solaranlage – eine praktische Anleitung für die Installation. Dazu gehören unter anderem Gesetze, Vorschriften und Bewilligungen, die es beim Bau zu berücksichtigen gilt.

1991, 110 Seiten
Bestell-Nr. 724.242 d
Fr. 24.50

Video **«Photovoltaik:**

Einführung für Architekten und Bauherrn

Elektrizität ist die gebräuchlichste Energieform, um die Nacht in Tag zu verwandeln. Elektrizität lässt sich mit Hilfe von Photovoltaik aus der Sonne gewinnen: Solarzellen wandeln die Sonnenstrahlung in Strom um. Das PACER-Video **«Photovoltaik:** Einführung für Bauherren und Architekten visualisiert die Möglichkeiten der solaren Stromerzeugung und motiviert zu deren Anwendung.





Die Funktion und der Aufbau einer Solarzelle, ihr Wirkungsgrad sowie die weiteren Komponenten einer Photovoltaik-Anlage sind im Video erklärt und grafisch dargestellt. Solaranlagen werden entweder als Inselanlage oder im Netzverbund betrieben. Bei einer Netzverbundanlage dient das öffentliche Stromnetz als Speicher. Im Gegensatz dazu funktioniert eine Inselanlage unabhängig vom Elektrizitätsnetz und eignet sich dementsprechend für die Stromerzeugung abseits eines Netzanschlusses. Eine Batterie speichert den Überschussstrom.

Nebst diesen Grundlagen zeigt das Video die Montage von Photovoltaik-Anlagen detailliert auf. Statements von Besitzern verdeutlichen, dass sich Unterhalt und Wartung auf periodische Kontrollen beschränken, weil eine Photovoltaik-Anlage keine mechanisch beweglichen Teile aufweist. Beispiele dokumentieren den Handlungsspielraum und die ästhetische Herausforderung, die sich für ArchitektInnen insbesondere bei der Integration von Solarzellen in eine Gebäudefassade ergeben.

Eine Begleitbroschüre – sie ist im Preis inbegriffen – vertieft die Thematik und tritt zusätzlich auf die Planung, Dimensionierung und den Bau einer Photovoltaik-Anlage detailliert ein. Anhand einer Checklist mit den wesentlichen Beurteilungskriterien lässt sich abschätzen, ob es sinnvoll ist, am untersuchten Objekt eine Anlage zu realisieren.

Video (VHS-PAL 15'), inklusive
Begleitbroschüre (36 Seiten):
1992, Bestell-Nr. 724.241 d
Fr. 31.95

«Photovoltaik - Planungsunterlagen für autonome und netzgekoppelte Anlagen»

Die Photovoltaik, die direkte Erzeugung von Strom aus Sonnenenergie, hat in den vergangenen Jahren den Sprung von der Anwendung bei Pilotanlagen zur weitverbreiteten Technologie geschafft. Bis ins Jahr 2000 – so sieht das Aktionsprogramm Energie 2000 vor – soll die heute installierte Solarzellenfläche um rund das **200-fache** gesteigert werden.

An diese Zielsetzung tragen der PACER-Kurs «Photovoltaik – Planung in Theorie und Praxis» sowie die für den Kurs ausgearbeitete Publikation **«Photovoltaik - Planungsgrundlagen für autonome und netzgekoppelte Anlagen»** massgeblich bei. Die Publikation bietet Fachleuten, wie Planern und Ingenieuren, Grundlagenkenntnisse über Sonneneinstrahlung sowie verschiedene Solarsysteme und deren Installation. Das Hauptgewicht liegt auf der Vermittlung praxisnaher Anleitungen für die Planung von Solaranlagen. Insbesondere bei autonomen Systemen, die unabhängig vom öffentlichen Elektrizitätsnetz funktionieren, ist die Planung von grösster Bedeutung, muss doch die Anlage genügend Strom für alle Verbraucher erzeugen und eine Batterie überschüssigen Sonnenstrom speichern können. Bei den Netzverbundanlagen stehen Marktübersicht und Ertragsberechnungen im Mittelpunkt, welche die korrekte Planung erleichtern sollen. Angaben zur Installation von Solaranlagen wie auch Kostenberechnungen runden den planerischen Teil der Dokumentation ab. Zur Beurteilung der Wirtschaftlichkeit von Photovoltaikanlagen werden sowohl Kosten und Tarifierung als auch graue Energie und Energierücklaufzeit aufgezeigt und Subventionsmöglichkeiten erläutert.

1992, 90 Seiten
Bestell-Nr. 724.243 d
Fr. 20.40

«Photovoltaik: Dachmontagesystemen»

Heute können einfache standardisierte Photovoltaikanlagen bis zu einer Leistung von rund 3 kW durch das Installationsgewerbe ohne grosse Spezialkenntnisse realisiert werden. Damit eröffnet sich für die Fachleute des Baubereichs, insbesondere für Dachdecker und Elektroinstallateure ein neues Auftragspotential. Die Dokumentation **«Photovoltaik: Dachmontagesysteme»** und der gleichnamige Kurs bietet der Dachdecker das notwendige Wissen, um diese berufliche Chance wahrzunehmen und zusammen mit dem Elektroinstallateur eine photovoltaische Solaranlage normgerecht und einwandfrei funktionsfähig zu installieren, in Betrieb zu setzen und allenfalls zu warten. Grundlageninformationen zum Potential, zum Aufbau





und zur Funktion von Photovoltaik- sowie Kollektoranlagen, führen in die Thematik ein. Das Hauptgewicht liegt auf einer detaillierten Übersicht über die verschiedenen Montagearten, wie die Systeme t<<Auf Dach>>, Spezial- und Solardachziegel sowie Integration in die Dachebene oder Fassade. Die Publikation tritt ausserdem auf die Standorteignung der Solaranlagen, das Bewilligungsverfahren sowie die Zusammenarbeit mit Planern und Elektrikern ein und behandelt kurz die Montagesysteme für Kollektoranlagen.

1993, 123 Seiten
Bestell-Nr. 724.246 d
Fr. 30,60

Passive und aktive Sonnenenergienutzung:

Video: **«Sonne** und Architektum

Schon früh richteten die Menschen die Bauweise ihrer Wohnhäuser nach der Sonne aus und profitierten von der Speicherfähigkeit gewisser Materialien: Sie haben die Sonnenenergie passiv genutzt. Wenn Licht und Wärme die Räume durchfluten, ist nicht nur eine Energieeinsparung zu erzielen, sondern ebenso lässt sich die Wohnqualität für die BewohnerInnen steigern. Die heutigen Erkenntnisse eröffnen neue Möglichkeiten, mit der Sonne zu bauen, was im Video **«Sonne** und Architektum dargestellt wird. Es bietet ArchitektInnen und PlanerInnen aber auch LehrerInnen angehender **Baufachleute** einen Einblick in eine der Zeit angepasste Bauweise, die dem Anspruch gerecht wird: Moderne Architektur befindet sich im Einklang mit Ökonomie. Anhand von Entwurfskizzen wird durch die wichtigsten planerischen Grundsätze der Solararchitektur geführt. Neuere Bauten aus den Bereichen Wohnen, Dienstleistung, Industrie und Gewerbe verdeutlichen, dass sich mit geschickter Bauweise für alle Gebäudetypen optimale Lösungen zur passiven Nutzung der Sonnenenergie realisieren lassen. Grundsätzlich soll möglichst viel Licht in ein Gebäude eindringen und möglichst wenig Wärme verlorengehen. So gelten beispielsweise in der Grosse der Orientierung des Baues angepasste Fenster und Scheiben mit guter thermischer Isolierung als wichtige Bestandteile der Solararchitektur. Beinahe grenzenlos ist bei der passiven Sonnenenergienutzung der gestalterische Spielraum für ArchitektInnen. In diesem Zusammenhang sind Glasatrien zu erwähnen und architektonische Konzepte mit durchdachtem Lichteinfall, der eine wohnlich-belle Atmosphäre in den Räumen schafft. Glasatrien wie auch Wintergarten bieten als Pufferzone zwischen beheiztem Wohn- oder Arbeitsbereich und dem Aussenklima zusätzlichen Raum.

1991, (VHS-PAL 12')
Bestell-Nr. 724.211 d
Fr. 26,60

«Sonne und Architektur - Leitfaden für die Projektierung»

Schon heute leistet die Sonneneinstrahlung durch die Fenster einen ansehnlichen Beitrag zur Deckung des Heizwärmebedarfs in Gebäuden. Eine konsequente Nutzung der passiven Sonnenenergie kann mithelfen, den Verbrauch nicht erneuerbarer Energien zu senken. Wie dieses Ziel erreicht werden kann, zeigt das Handbuch **«Sonne** und Architektur - Leitfaden für die **Projektierung**.

Die Publikation ist unterteilt in die folgenden Kurzbeschreibungen:

- Potential
- Bauteile und Grundsätze
- technische Installationen
- Bauprojekt Gesetze und Normen

In einer reich gestalteten Beispielsammlung wird anhand bestehender Bauten aufgezeigt, dass sich die Nutzung der passiven Sonnenenergie bereichernd auf die architektonischen Möglichkeiten auswirken kann.

1992, 151 Seiten
Bestell-Nr. 724.212 d
Fr. 46,90





«Solare Warmwassererzeugung - Realisierung, Inbetriebnahme und **Wartung**»

Die Sonnenenergienutzung bildet für Sanitär- und Heizungsfachleute eine berufliche Herausforderung: Die Fähigkeit, Sonnenenergieanlagen zu installieren und zu warten, kann mithelfen, Arbeitsplätze zu erhalten, "neue zu schaffen und Gewinne zu erzielen.

Der PACER-Kurs **«Solare Warmwassererzeugung - Realisierung, Inbetriebnahme und **Wartung**»** und die gleichnamige Dokumentation unterstützen insbesondere Sanitär- und Heizungsfachleute der Planungs- und Ausführungsstufe sowie Sanitär- und Heizungszeichner in ausführenden Betrieben, sich die fachliche Kompetenz anzueignen, um diese berufliche Chance wahrnehmen zu können. Die Publikation bietet einleitend meteorologische Grundlagen und tritt auf das Funktionsprinzip eines Sonnenkollektors, dessen Aufbau und die gebräuchlichsten Kollektortypen ein. Im Mittelpunkt stehen Anleitungen zur selbständigen Dimensionierung, Installation, Inbetriebnahme und Wartung von Solaranlagen. Dabei werden einfache Warmwasseranlagen im Ein- und Zweifamilienhaus, Warmwasseranlagen im Mehrfamilienhaus sowie Warmwasseranlagen mit Heizunterstützung im Ein- und Zweifamilienhaus eingehend behandelt. Die Dokumentation beinhaltet ferner das Vorgehen bei der Realisierung einer Solaranlage im Überblick. Sie beschreibt den **Ablauf** von der Idee, über Preisabsprache, Datenerhebung, Kollektorstandort und Art der Zusatzenergie bis hin zu Baubewilligung und möglichen Subventionen.

1993, 221 Seiten
Bestell-Nr. 724.213 d
Fr. 51.-

Video: «Solare Wassererwärmung: Techniken von heute für eine Energie der **Zukunft»**

Wie wird die Energie der **Sonne** zur Wassererwärmung genutzt? Welches sind die idealen Einsatzgebiete für Sonnenkollektoranlagen? Diese Fragen stehen im Zentrum des Videos **«Solare Wassererwärmung: Techniken von heute für eine Energie der **Zukunft**»**. Es visualisiert die aktive Nutzung von Sonnenenergie: Sonnenkollektoren eignen sich zur Erwärmung des Brauchwassers in Wohn- und Geschäftsbauten und für die Schwimmbadbeheizung und zur Heizungsunterstützung. Ebenso verdeutlicht das Video, - insbesondere durch Interviews mit ausführenden Berufsleuten und Anlagebesitzern - dass es sich bei der aktiven Sonnenenergienutzung, um eine einfache Technik handelt. Die Installation erfordert die üblichen Fachkenntnisse von Heizungs- und Sanitärinstallateuren. Zusätzlich können aktive Solarsysteme ArchitektInnen vor eine berufliche Herausforderung stellen: Die Suche nach einer ästhetisch optimalen Lösung für die Integration eines Systems. Weitere Aspekte bilden Wirtschaftlichkeit, Kosten und sinnvolle Realisierungsmöglichkeiten von Sonnenkollektoranlagen. Denn sowohl der Einbezug eines Solarsystems bei der Planung eines Neubaus, wie auch eine notwendige Heizungssanierung bei einem bestehenden Gebäude kann der geeignete Zeitpunkt für die Installation sein.

Das Video wird durch eine Begleitbroschüre vertieft und richtet sich an Architekten, Mitarbeiter von Installationsfirmen, Verantwortliche der Verwaltung, Bauherren und weitere Interessierte.

1993, Bestell-Nr. 724.214 d
Fr. 37.25

«Erneuerbare Energien in der Landwirtschaft: Planungsgrundlagen»

Auf landwirtschaftlichen Betrieben wird Biomasse produziert, in den Ställen fällt Wärme an und ebenso sind Flächen für die Installation von Sonnenkollektoren vorhanden. Vor diesem Hintergrund ist die Dokumentation **«Erneuerbare Energien in der Landwirtschaft: **Planungsgrundlagen**»** entstanden, ausgearbeitet zum gleichnamigen PACER-Kurs. Sie behandelt schwerpunktmäßig die Themenbereiche Wärmerückgewinnung aus der Stallluft mittels Wärmepumpen für die Beheizung des Wohnhauses und Wärmetau-





scher für die Beheizung der Zuluft sowie **Sonnenkollektoren für** die Heubelüftung und im Anhang die Dimensionierung von Biogasanlagen. Landwirtschaftlichen BeraterInnen, MitarbeiterInnen von Meliorationsämtern sowie von Architektur- und Ingenieurbüros vermittelt die Dokumentation die nötigen Planungsgrundlagen und Kenntnisse, um den Einsatz von Wärmerückgewinnung, Sonnenkollektoren und Biogasanlagen bei einem Neu- oder Umbau zu evaluieren. Auf Grund dieser Abklärungen lässt sich in der Vorprojektphase beurteilen, wie sinnvoll die Anwendung eines der Systeme, sowohl in ökologischer als auch in wirtschaftlicher Hinsicht, ist. Die Grunddaten zur Dimensionierung der drei Anlagentypen werden mit PC-Programmen berechnet. Sie sind im Anhang der Publikation erläutert und können mit dem dort beigelegten Gutschein bezogen werden.

1991, 123 Seiten
Bestell-Nr. 724.221 d
Fr. 38.75
(inkl. 3 MS-DOS-Disketten)

Video mit Unterrichtshilfe: «**Erneuerbare** Energien in der Landwirtschaft»

Seit jeher nutzt der Landwirt die Sonnenenergie: Indirekt, indem er aus Biomasse Nahrung für Mensch und Tier produziert und direkt bei der Grastrocknung im Freien für die Futteraufbereitung. Die Nutzung von nicht erneuerbaren Energien hat zur Verdrängung interner Kreisläufe auf landwirtschaftlichen Betrieben und zu massiven Umweltbelastungen geführt. Der Einsatz erneuerbarer Energien wie Sonnenenergie, Wasserkraft oder Energie aus Biomasse reduzieren die Belastung.

In der Dokumentation und dem Video «Erneuerbare Energien in der **Landwirtschaft**» werden die heutigen Möglichkeiten der Sonnenenergienutzung erklärt und aufgezeigt: Als bewährte Beispiele sind Biogasanlagen zur Erzeugung von Wärme und Strom, Photovoltaikanlagen und Kleinwasserkraftwerken zur Stromproduktion und Sonnenkollektoren für die Heubelüftung dargestellt. Die neuere Technik der Treibstoffproduktion mittels nachwachsender Rohstoffe wird am Beispiel des Raps aufgezeigt.

Die Dokumentation ist speziell für landwirtschaftliche Schulen konzipiert. Sie bietet mit Kopieworlagen, Grafiken, Abbildungen und prägnanten Zusammenfassungen für die Herstellung von Folien ideale Unterrichtshilfen. Ergänzend sind Beispiele aus der Praxis und Wirtschaftlichkeitsrechnungen angeführt,

Video: vergriffen
Publikation: 1992, 69 Seiten
Bestell-Nr. 724.222.1 d
Fr. 17.35

«**Vergärung** von häuslichen Abfällen und Industrieabwässern»

Bei der anaeroben Vergärung oder Methanisierung werden organische Reststoffe in den erneuerbaren Energieträger Biogas und in organischen Dünger umgewandelt. Sowohl zur Vergärung fester als auch flüssiger Substrate sind in jungster Zeit neue Verfahren entwickelt worden. Sie eröffnen der Abfallbewirtschaftung, die sich im Zusammenhang mit der getrennten Sammlung organischer Abfälle im Umbruch befindet, ganz neue Perspektiven.

Neben Informationen zu den Grundlagen der Vergärung gibt die Dokumentation «**Vergärung** von hauslichen Abfällen und Industrieabwässern» eine Übersicht über die neuesten Verfahren. Durch einen technischen und ökonomischen Vergleich der Vergärung mit aeroben Verfahren (Kompostierung, Abwasserbelüftung) lassen sich zukünftige Einsatzmöglichkeiten anaerober Verfahren abgrenzen. Ebenso kann das Potential an erneuerbarer Energie in Form von Biogas bestimmt werden. Anhand realisierter Anlagen werden betriebliche Konsequenzen, Kosten und Energiebilanzen vorgestellt.

Die Dokumentation richtet sich an Vertreter von Gemeinden und Industries, welche sich mit der Verwertung biogener Abfälle und Abwasser beschäftigen, an Ingenieur- und Planungsbüros sowie an interessierte öffentliche Stellen. Ziel ist, dem Leser einen Überblick über die Aufbereitung biogener Reststoffe zu geben, welcher eine optimale Entscheidungsfindung für zukünftige Projekte erlaubt.

1993, 68 Seiten
Bestell-Nr. 724.230 d
Fr. 16.30





Selbstbaukura:

«Sonnenkollektoren für die Heubelüftung»

Sonnenkollektoren für die Heubelüftung werden oft im Zusammenhang mit Neubauten von Ökonomiegebäuden realisiert. Diese Kollektoren baut in der Regel der beauftragte Zimmermann während den Aufrichtearbeiten. Bei bestehenden Scheunen werden Kollektoren nachgerüstet, wobei diese Arbeiten oft durch den Bauern selbst ausgeführt werden können.

Die agrarpolitische Lage wird in Zukunft ein Absinken der Neubautätigkeit in der Landwirtschaft bewirken. Das grosse Potential von ca. 40000 bestehenden Heubelüftungen konnte zum grössten Teil nachgerüstet werden. Da die schweizerische Landwirtschaft in Zukunft keine Produktionsexpansion mehr realisieren kann und die Betriebe unter einem hohen Kostendruck stehen, müssen sich in Zukunft die Betriebsleiter vermehrt auf Massnahmen zur Betriebskosteneinsparung konzentrieren. Dazu gehören auch die Energiekosten.

Während einzelner kurzer Zeitperioden sind die Arbeitskräfte auf dem Bauernhof nicht voll ausgelastet. Diese Zeit wird genutzt, um administrative Arbeiten nachzuholen und an Maschinen, Geraten und Gebäuden Unterhaltsarbeiten durchzuführen. Zahlreiche Bauern sind auch bereit, grossere Bauarbeiten, zum Beispiel bei der Erstellung eines Sonnenkollektors, selber durchzuführen, doch brauchen sie dazu entsprechende Anleitungen. Für den Bau von Sonnenkollektoren soll das Handbuch, neben den fehlenden theoretischen Kenntnissen, folgendes Wissen vermitteln:

- für den Laien verständliche Planungsgrundlagen,
- Anleitung zum Selbstbau,
- Anleitung zur Unfallverhütung,
- Kenntnis über geeignete Materialien. ,

Die angebotenen Selbstbaukurse helfen, die theoretischen Kenntnisse in die Praxis umzusetzen. Sie können für ein breites Zielpublikum von Interesse sein:

- praktizierende Landwirte,
- Angestellte von Gutsbetrieben,
- Verkaufsberater von Heubelüftungsfirmen,
- Kantonale landwirtschaftliche Maschinen- und Betriebsberater,
- LandwirtschaftslehrerInnen
- Zimmereibetriebe, welche für landwirtschaftliche Neu- und Umbauten spezialisiert sind.

1994, 79 Seiten,
Bestell-Nr. 724.223 d
Fr. 19.40

Faltblatt & «Selbstbau-Sonnenkollektoren Heubelüftung»

Mit einem Sonnenkollektor für die Heubelüftung sparen LandwirtInnen nicht nur Strom und Geld. Er verkürzt auch die Trocknungszeit und verbessert zudem die Futterqualität. Dem Faltblatt können Kurzinformationen **über** die Schritte für den Bau ebenso entnommen werden wie über die Funktionsweise eines solchen Sonnenkollektors für die Heubelüftung.

1993, Bestell-Nr. 724.223.1 d
gratis

«Energie aus Restholz -

Ein Leitfaden für Holzverarbeitende Betriebe»

Momentan werden in der Schweiz rund 1,4 Millionen m³ Holz energetisch genutzt. Das entspricht 1,6% der Gesamtenergie oder 3% der Wärmeenergieerzeugung. Das sofort verfügbare Potential liegt bei 2,5 Millionen m³. Theoretisch könnten sogar 6 Millionen m³ als Energieholz verwendet werden.

Neben dem Brennholz aus dem Wald bildet das Restholz aus Holzverarbeitenden Betrieben einen wesentlichen Anteil des Potentials. Dazu gehören Schwarten, Spreissel, Rinde und Sagemehl aus Sagereien sowie Verschnittstücke und Sagemehl aus Zimmereien und Schreinereien.

Das Inkrafttreten der Luftreinhalte-Verordnung 92 (LRV) hat in vielen Holzver-





arbeitenden Betrieben Verunsicherung bezüglich der Emissionsgrenzwerte bei Holzfeuerungsanlagen ausgelöst. Daraus ergeben sich für holzverarbeitende Betriebe neue Fragen: Ist die energetische Nutzung des Restholzes überhaupt noch sinnvoll und wirtschaftlich? Welche Auswirkungen haben die **Grenzwerte** der LRV auf die energetische Nutzung eines spezifischen Restholzsortiments? Soll die bestehende Heizung saniert werden und welche Feuerungstechniken stehen zur Verfügung? Die Dokumentation «Energie aus Restholz – Ein Leitfaden für holzverarbeitende Betriebe» vermittelt Antworten auf diese aktuellen Fragen von Besitzern und Verantwortlichen holzverarbeitender Betriebe. Daneben behandelt sie die Aspekte der schadstoffarmen Verbrennung von Restholz mit Betrieb, Regelung und Abgasreinigung der Feuerungsanlage, die Reduktion des Energieverbrauchs in einem Betrieb und liefert ergänzend Fallbeispiele zur Grobabschätzung der Betriebsdaten der eigenen Holzfeuerungsanlage. Der Leitfaden zeigt damit grundsätzlich auf, wie ein holzverarbeitender Betrieb eine Vorauswahl für ein sinnvolles Anlagekonzept trifft, das der bestimmten Grösse und **dem spezifischen** Restholzsortiment entspricht. Das Anlagekonzept für die kostengünstige und ökologisch einwandfreie energetische Nutzung des Restholzes erarbeitet ein Planer.

1994, 109 Seiten,
Bestell-Nr. 724.238 d
Fr. 25.50

Energie in ARA

«**Energiesparmassnahmen in Abwasserreinigungsanlagen**»

Abwasserreinigungsanlagen sind dank der Produktion von Faulgas nicht nur interessante Erzeugervon erneuerbarer Energie, sondern auch bedeutende Energieverbraucher: Sie verbrauchen rund einen Funftel der Elektrizität kommunaler Bauten und Anlagen. Im Durchschnitt machen heute die Energiekosten einer Abwasserreinigungsanlage 18% des Betriebsaufwandes aus – an sich schon Anlass genug, sich intensiv mit der energetischen Optimierung zu befassen. Die Ermittlung von Energiesparmassnahmen und insbesondere die Umsetzung der wirtschaftlich rentablen Teile liegen daher im Interesse des Klaranlagenbetreibers wie des Abwasserlieferanten. Die damit verbundenen Investitionen sind bestimmt gut angelegt. In einer zunehmenden Zahl von Klaranlagen müssen in nächster Zeit Anlagenkomponenten wegen Erreichens ihrer Nutzungsdauer ersetzt werden. Zudem werden viele Anlagen mit einer weiterführenden Reinigungsstufe versehen. Diese kostenintensive **Zäsur** bietet gleichzeitig die Chance, nicht nur die Reinigungsleistung den heutigen Anforderungen anzupassen, sondern ebenso den Energieaufwand zu optimieren und damit wieder Betriebskosten einzusparen.

Diese Chance haben auch das Bundesamt für Energiewirtschaft (B Ew), das Bundesamt für Konjunkturfragen (BfK) und das Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (BUWAL) erkannt und ein **koordiniertes** Programm initiiert: E2000, PACER und die Abteilung Abwasseranlagen des BUWAL erteilten gemeinsam den Auftrag zur Erarbeitung von Grundlagen für eine energetische Optimierung von Klaranlagen.

Das vorliegende Handbuch ist das Resultat der gemeinsamen Interessen der drei Ämter. Die Autoren sind im Abwasserbereich seit langem tätige Fachleute mit grossem Erfahrungsschatz. Die vom Verband Schweizer Abwasserfachleute (WA) getragenen Weiterbildungskurse werden helfen, das im Handbuch zusammengefasste Wissen zu verbreiten. Das Handbuch soll über die Kurse hinaus allen mit Planung und Projektierung von Klaranlagen beauftragten Fachleuten als praktisches Nachschlagewerk dienen, welches ihnen für die Entscheidungsfindung gesichertes Wissen bietet. Zusammen mit den exemplarischen Feinanalysen, welche in der Reihe Materialien zu PACER (Bestell-Nr. 724.239.1 d) herausgegeben werden, und einem EDV-gestützten Anwendungsprogramm soll das Handbuch zu einem neuen, energetischen Standard in der Abwasserreinigung beitragen. Alle am vorliegenden Werk beteiligten Stellen hoffen, dass die Lektüre dem



1994.240 Seiten
Bestell-Nr. 724.239 d
Fr. 32.65

Leser und der Leserin nicht nur zur Vertiefung ihres Wissens, sondern daraus Motivation und Können entstehen und die Unterlagen schliesslich Anstösse für möglichst viele energetisch optimale Kleinanlagen liefern.

Elektrizität aus Kleinstwasserkraftwerken - eine saubere und umweltfreundliche Energie:

«Kleinstwasserkraftwerke - Einführung in Bau und **Betrieb**»

In der Schweiz besteht ein beträchtliches Potential für Kleinstwasserkraftwerke. Dank Förderungsmassnahmen von Bund und Kantonen kann sich die Realisierung einer solchen Anlage aus finanzieller Sicht als interessant erweisen.

Für den Einstieg in diese Thematik dient der Faltprospekt «Kleinstwasserkraftwerke». Ausführlichere Informationen enthält die vorliegende Broschüre. Sie ist eine Übersetzung der bereits erschienenen französischsprachigen Publikation «Petites centrales hydrauliques» des Bundesamtes für Konjunkturfragen. Sie richtet sich an all jene, die sich generell über Kleinstwasserkraftwerke informieren möchten oder eine Anlage zu realisieren gedenken. Die vorliegende Broschüre wird durch kantonale Informationsblätter zum Thema Kleinstwasserkraftwerke ergänzt. All diese Publikationen können bei der Eidg. Drucksachen- und Materialzentrale (EDMZ) in 3000 Bern bezogen werden.

1993, 96 Seiten
Bestell-Nr. 724.244 d
Fr. 25.50

Die Zukunft der Kleinstwasserkraftwerke ist aufs engste mit der Entwicklung der Strompreise, im besonderen der Rücklieferungstarife verbunden. Zu Redaktionsschluss dieser Broschüre zeichnen sich rasche, für die Kleinstwasserkraftnutzung erfreuliche Veränderungen ab.

Faltblatt **«Kleinstwasserkraftwerke»**

Prospekt für Entscheidungsträger mit einem Kurztext über dezentrale, umweltgerechte Energieerzeugung sowie Beispielen: Reaktivierung und Modernisierung alter Anlagen sowie Elektrizitätsversorgung von Siedlungen und Alpwirtschaften, die nicht ans öffentliche Stromnetz angeschlossen sind.

1993, Bestell-Nr. 724.245 d
gratis

Volkswirtschaftliche Aspekte der erneuerbaren Energien:

« Externe Kosten und kalkulatorische Energiepreiszuschläge im Strom- und Wärmebereich. Neue Argumente für Investitionsentscheide »

Die Strom- und Wärmeversorgung verursacht Kosten, die in den Energiepreisen nicht enthalten sind und für die die jeweiligen KonsumentInnen 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 Wirtschaftlichkeitskalkule der InvestorInnen und KonsumentInnen einbezogen werden, solange werden diese Umweltressourcen verschwendet, was zu übermässiger Umweltbelastung führt. Die wichtigsten externen Effekte der Strom- und Wärmeversorgung werden identifiziert, ihr Ausmass quantifiziert und die resultierenden Kosten monetarisiert: Externe Kosten der Luftverschmutzung (Waldschäden, landwirtschaftliche Produktionsausfälle, Gesundheitsschäden, Gebäudeschäden), externe Kosten der unbedingten Meeres- und Bodenverschmutzung, Kosten des Treibhauseffektes, externe Kosten der Elektrizitätsproduktion und -verteilung (Beeinträchtigung von Gewässern und der Landschaft, Grossrisiken bei KKW und Staudammen). Pro Energieträger und pro Energiesystem (z. B. Gasheizungen, Ölheizungen, Gas-WKK-Anlagen, etc.) resultieren daraus kalkulatorische Energiepreiszuschläge (Rp./kWh), welche die monetarisierten externen Kosten widerspiegeln. 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 für eine erweiterte Wirtschaftlichkeitsrechnung verwendet werden, welche externe Kosten integriert. Sie bilden eine Grundlage für die Evaluation von energie- und umweltpolitischen Massnahmen (Kosten/Nutzen-Überlegungen bei Sparmassnahmen, etc.).

Die Arbeit richtet sich an öffentliche und private InvestordInnen sowie an Interessierte 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.

1994, 169 Seiten
Bestell-Nr. 724.270 d
Fr. 36.70

1. PA CER-Treffpunkt

{{Gebäude im Zeichen der **Sonne**» Tagungsband des 1. PACER-Treffpunktes 1993

Fragen nach intelligentem Energieeinsatz und nach der Anwendung erneuerbarer Energien im Bauwesen erhalten heutzutage infolge ökologischer und ökonomischer Randbedingungen eine wachsende Bedeutung. Bei den Entscheidungsträgern/innen finden die erneuerbaren Energien aus verschiedenen Gründen noch nicht die verdiente Beachtung. Die Konkurrenzfähigkeit konnte jedoch durch Anwendung marktwirtschaftlicher Instrumente wie kalkulatorische Energiepreiszuschläge verbessert werden. Die öffentliche Hand ist insbesondere gefordert, in einer Vorreiterrolle Energiepreiszuschläge bei Investitionsentscheidungen zu berücksichtigen.

Die Frage nach einem intelligenten Umgang mit erneuerbarer Energie steht auch mit dem Begriff des angemessenen Bauens in Zusammenhang. Machbarkeit, Qualitätsbewusstsein und Komfortverständnis sind Kriterien, die eine ganzheitliche Betrachtungsweise des Planungs- und Bauprozesses verlangen. Angesprochen sind Architekten/innen, Bauherren, Behördenvertreter/innen und Energiefachleute. Sie sind die Akteure/innen, welche diese Thematik aufgreifen und sich dieser Aufgabe stellen müssen.

Bei der Lösung dieser neuen Aufgabe stehen vier Fragen im Vordergrund.

Was kosten erneuerbare Energien, sind sie nur wirtschaftlich unter dem Gesichtspunkt **der** Ökologie?

Bietet die Anwendung von erneuerbaren Energien den Architekten/innen neue gestalterische Chancen?

Wie lassen sich die erneuerbaren Energien in den Planungsprozess integrieren?

Können erneuerbare Energien auch **bei Umbauten und Sanierungen eingesetzt werden?**

Genau auf diese und andere wichtige Fragen versuchte der PACER-Treffpunkt 1993 Antworten zu geben. Er stellte neue Werkzeuge für den Planungsalltag sowie Handlungsanleitungen vor und bietet damit allen Fachleuten, die Entscheidungen im Baubereich treffen, ein Hilfsmittel an, um zur Anwendung erneuerbarer Energien motivieren zu können.

(1 Artikel und Zusammenfassungen französisch)

vergriffen





2. PACER-Treffpunkt

«PACER in der **Gemeinde** - von den Erfahrungen anderer profitierender Tagungsband des 2. PACER-Treffpunktes 1995

Alle sind einverstanden: Wir wollen Energie **effizienter** einsetzen und erneuerbare Energien nutzen. Rationeller Energieverbrauch zusammen mit dem Einsatz erneuerbarer Energien brauchen die Unterstützung der Kantone und insbesondere der Gemeinden. Gemeinden sollen mit gutem Beispiel vorangehen und Anreize schaffen, damit erneuerbare Energien vorausschauend sowohl in die Planung einzelner Anlagen als auch in die Zonenplanung miteinbezogen werden. Das lohnt sich für die Gemeinden: Auf die Dauer bringt der Einsatz umweltfreundlicher Technologies mehr Umwelt- und Lebensqualität, steigert die Attraktivität der Region, die Erschliessung von einheimischen Energiequellen schafft regionale Arbeitsplätze, und alles trägt letztlich zu einer höheren Steuerkraft bei.

Der Abdruck der Referate beinhaltet u.a.: «Hier wird es so gemacht... >> – Beispiele der Energiepolitik aus den Kantonen Zurich und Bern, «Mustergültige Projekte» – wie das Kleinwasserkraftwerk von Roggwil und die Heizgenossenschaft in Affoltern a.A., «Rechtsformen für die interkommunale Zusammenarbeit», «Energiebewirtschaftung: Schlusselfrage der ökologischen Unternehmensführung.

Als praktisches Nachschlagewerk client der umfangreiche Teil «Beispiele interkommunaler Zusammenarbeit» und «Organisationen und Fordermittel im Dienste der Gemeinden» in dem die verschiedenen Subventionen, Forderungsmittel, P+ D-Projekte und Kontaktadressen aufgelistet sind.

1995, 168 Seiten,
Bestell-Nr. 724.202.2 d/f
Fr. 40.80

Ausserdem erhältlich:

Photovoltaik und Architektur. Die Integration von Solatzellen in Gebäudehüllen.

Die Nutzung der Sonnenenergie durch photovoltaische Anlagen ist eine wirkliche Alternative zur herkömmlichen Stromerzeugung, doch ihre architektonische Umsetzung lasst noch immer zu wünschen übrig. Das vorliegende Buch zeigt die gestalterischen und technischen Anforderungen für photovoltaische Fassaden und Dächer auf, und es demonstriert, wie diese Elemente in die Architektur der Bauwerke integriert werden können. Durch die anschauliche Darstellung von bereits existierenden Lösungen und zukünftigen Modellen und mit präzisen Sachinformationen über die benötigten Technologies führt dieser Band die Realisierbarkeit einer Architektur vor, in der sich ökologische, technische und ästhetische Aspekte wechselseitig durchdringen.

1993, 120 Seiten
Bestell-Nr. 724.203 d/f/i/e
Fr. 59.15

(viersprachig deutsch, französisch, italienisch, englisch, zahlreiche Abb.)

«Erneuerbare Energien und Architektur.

Fragestellungen im Entwurfsprozess - ein **Leitfaden»**

Die Anwendung erneuerbarer Energien an und im Gebäude gewinnt zunehmend an Bedeutung. Eine Forderung vieler Bauherrschaften und damit Herausforderung an alle ArchitektInnen. Die vorliegende Dokumentation vermittelt den entwerfenden ArchitektInnen die Kompetenz zur frühzeitigen (sprich rechtzeitigen) Integration der Systeme in das Projektkonzept. Der inhaltliche Schwerpunkt dieses Leitfadens als Arbeitsmittel liegt im frühen Planungsprozess, also dort, wo die entscheidenden Weichen für einen substantiellen Zusammenhang von Projektidee und Umgang mit Energie gestellt werden. Berücksichtigt wird sowohl die Anwendung bei Neubauten wie auch selbstverständlich unter eingeschränkten Randbedingungen, bei der Bauerneuerung. Der Leitfaden zeigt grundsätzliche, allgemeingültige Zusammenhänge auf und behält so, über die heutigen Rahmenbedingungen hinaus, seine Berechtigung als aktuelles Planungshilfsmittel. Es wird deshalb weitgehend auf konkrete, rezeptartige Lösungsvorschläge verzichtet,





um nicht vom rasanten Technologiefortschritt und den sich verändernden wirtschaftlichen Rahmenbedingungen überholt zu werden. Der Leitfaden lässt sich für alle Gebäudetypen anwenden, wobei sich die unterschiedlichen Nutzungsarten durch die jeweils eigene Energiecharakteristik auszeichnen. Planungsabläufe sind keine kontinuierlichen, linearen Vorgänge von A bis Z, sondern eher individuell unterschiedlich strukturierte, associative Prozesse. Die gleichzeitige Bearbeitung von auf den verschiedensten Ebenen angesiedelten Kriterien sowie ein Bewusstsein für die relevanten Fragestellungen im richtigen Zeitpunkt des Projektierungsprozesses und das Wissen um integrale Planungsmethoden sind von Bedeutung. ArchitektInnen als GeneralistInnen und oft einzige(r) GesprächspartnerInnen der Bauherrschaft in den frühen Planungsphasen sind zunehmend gefordert, sich den Energiefragen kompetent zu stellen und in den Entwurf wie selbstverständlich einfließen zu lassen. Bereits bei der Programmformulierung sind die energetischen Zielsetzungen zu definieren. Aber auch bei der Situierung des Gebäudes im Grundstück sind zentrale Energie-Entscheidungen zu fällen. Verpasste Weichenstellungen können in den späteren Projektierungsphasen nicht mehr oder nur mit Erschwernissen (von FachplanerInnen) korrigiert werden. Der Leitfaden setzt sich zum Ziel, die Anwendung erneuerbarer Energien auszuleuchten und prioritäre, objektspezifische Fragestellungen aufzuzeigen und auf erfolversprechende Lösungsansätze hinzuweisen.

1995,95 Seiten
Bestell-Nr. 724.215 d
Fr. 33.-

Die im Leitfaden entwickelte und vorgestellte Prozessmatrix kann in Plakatform für Architekturbüros separat bezogen werden.

1995, Bestell-Nr. 724.215.1 d
Fr. 13.-

Projektieren von automatischen Holzfeuerungen

Holz deckt in der Schweiz heute rund 1.6% des Gesamtenergieverbrauchs oder 3% des Wärmebedarfs ab. Aufgrund des verfügbaren Potentials kann der Energieholzverbrauch noch verdoppelt bis verdreifacht werden. Der erneuerbare Brennstoff Holz kann damit wesentlich zur Substitution fossiler Brennstoffe beitragen und er leistet gleichzeitig den grössten Beitrag zur Erreichung der Ziele von Energie 2000.

Eine verstärkte Holzenergienutzung setzt jedoch voraus, dass gut organisierte Versorgungsketten für Energieholz vorhanden sind. Im weiteren müssen Feuerungsanlagen zur effizienten und schadstoffarmen Nutzung von Holz zur Verfügung stehen und wirtschaftlich konkurrenzfähig sein.

Automatische Holzfeuerungen sind eine geeignete Lösung, den Energieträger Holz auf hohem technischen Stand energetisch zu nutzen. Bei der Projektierung solcher Anlagen müssen die Bedürfnisse von Wärmebezug und Anlagenbetreiber erfüllt und gleichzeitig die Randbedingungen der Holzversorgung berücksichtigt werden. Die Projektierung automatischer Holzfeuerungen erfordert deshalb den Einbezug von Holzlieferant, Bauherr, Architekt, Behörden und Anlagenlieferant. Es ist Aufgabe des Planers, die verschiedenen Bedürfnisse zu befriedigen und unter Berücksichtigung der jeweiligen Gegebenheiten ein geeignetes Anlagenkonzept zu realisieren.

Die Dokumentation «Projektieren von automatischen Holzfeuerungen» richtet sich an Heizungsplaner und an Mitarbeiter von Planungsbüros in der Haus- und Energietechnik. Der gleichnamige Kurs vermittelt die Grundlagen zur Projektierung von automatischen Holzfeuerungen und er stellt die wichtigsten Anlagekomponenten vor. Den Schwerpunkt der Dokumentation bilden automatische Holzfeuerungen im Leistungsbereich von 100 kW bis 5 MW, wobei sowohl Anlagen für Waldholz als auch für Restholz aus der Holzverarbeitenden Industrie behandelt werden. Im weiteren werden die Versorgungsketten, die Brennstoffkategorien und die Abrechnungsarten beschrieben. Die Bedeutung der wichtigsten Vorschriften, insbesondere der Luftreinhalte-Verordnung (LRV) sowie der Sicherheits- und Brandschutzvorschriften, werden erläutert und der Planungsablauf vom Vorprojekt bis zur Projektausführung und zum Betrieb der Anlage vorgestellt.





1995, 190 Seiten
Bestell-Nr. 724.237 d
Fr. 44.40

Die Dokumentation berücksichtigt die Erkenntnisse der letzten Jahre und weist auf neuere Entwicklungen hin. Die Kosten von Gesamtanlagen werden anhand von Beispielen aufgezeigt. Im weiteren wird der Einfluss der wichtigsten Kostenfaktoren an hand von Sensitivitätsbetrachtungen erläutert.

Materialien zu PACER

Mit «**Materialien zu PACER**» startet das Impulsprogramm PACER 1993 eine Dokumentationsreihe zu aktuellen Fragen der Anwendung erneuerbarer Energien, inkl. ökologische und ökonomische Aspekte. «**Materialien zu PACER**» trägt dem Wunsch vieler Beteiligten Rechnung, im Rahmen von PACER erarbeitetes Wissen, das nicht direkt in Kursen umgesetzt werden soll, einem breiten Kreis von Interessierten raschmöglichst zugänglich zu machen.

Die Programmleitung PACER hofft, die Dokumentationsreihe, welche keineswegs auf das Gebäude beschränkt ist, baldmöglichst durch weitere Themen zu ergänzen.

Die ersten vier Hefte sind dem Thema « Möglichkeiten passivsolarer Massnahmen bei Sanierungen und Umbauten » gewidmet.

Passivsolare Elemente **bei Sanierungen und Umbauten.**

1993, Bestell-Nr. 724.210.1 d
Fr. 12.25

Synthesebericht
Autor: Markus Kunz

1993, Bestell-Nr. 724.210.2d
Fr. 12.25

Passivsolare Elemente bei Sanierungen und Umbauten.
Balkonverglasungen
Autoren: Christian Susstrunk, Eric Labhard

1993, Bestell-Nr. 724.210.3d
Fr. 12.25

Passivsolare Elemente bei Sanierungen und Umbauten.
Luftkollektorfassaden
Autoren: Hansruedi Meier, Peter Steiger

1993, Bestell-Nr. 724.210.4d
Fr. 12.25

Passivsolare Elemente bei Sanierungen und Umbauten.
Transparenz Wärmedämmung
Autoren: Sandro Bernasconi, Heini Glauser,
Andreas Hailer, Andreas Herbster, Beat Zusli

Erstmals wurden für die Schweiz die häufig diskutierten externen Kosten von Strom und Wärme in Gebäuden geschätzt (Synthesebericht, 1994, Bestell-Nr. 724.270 d)

Externe Kosten von Luftverschmutzung und staatlichen Leistungen im Wärmebereich

1994, Bestell-Nr. 724.270.1 d
Fr. 13.25

Teilbericht 1 des Projektes «**Externe Kosten und kalkulatorische Energiepreiszuschläge für den Strom- und Wärmebereich in der Schweiz**»
AutorInnen: Waker Ott, Reto Dettli, Jurg Heldstab, Barbara Jaggin, Anita Sigg, Saskia Willemse, Heidi Ramseier, Margrit Schaal





Die externen Kosten der Stromerzeugung aus Kernenergie

Teilbericht 2 des Projektes «Externe Kosten und kalkulatorische Energiepreiszuschläge für den Strom- und Wärmebereich in der Schweiz»
Autoren: Klaus P. Masuhr, Thomas Oczipka

1994, Bestell-Nr. 724.270.2 d
Fr. 10.20

Externe Kosten **der fossilen Ressourcennutzung** im Wärmebereich

Teilbericht 3 des Projektes «Externe Kosten und kalkulatorische Energiepreiszuschläge für den Strom- und Wärmebereich in der Schweiz»
AutorInnen: Walter Ott, Reto Dettli, Barbara Jaggin, Heidi Ramseier

1994, Bestell-Nr. 724.270.3 d
Fr. 8.15

Die externen Kosten der Stromerzeugung aus Wasserkraft

Teilbericht 4 des Projektes «Externe Kosten und kalkulatorische Energiepreiszuschläge für den Strom- und Wärmebereich in der Schweiz»
AutorInnen: Klaus P. Masuhr, Inge Weidig, Wolfgang Tautschnig

1994, Bestell-Nr. 724.270.4 d
Fr. 6.10

Die externen Kosten der Übertragung und Verteilung von Elektrizität

Teilbericht 5 des Projektes «Externe Kosten und kalkulatorische Energiepreiszuschläge für den Strom- und Wärmebereich in der Schweiz»
Autor: Dr. Reinhard Schussier

1994, Bestell-Nr. 724.270.5 d
Fr. 5.10

Externe Kosten von Photovoltaik-Anlagen, Sonnenkollektoren, Fenstern und Wärmedämmstoffen

Teilbericht 6 des Projektes «Externe Kosten und kalkulatorische Energiepreiszuschläge für den Strom- und Wärmebereich in der Schweiz»
Autoren: Walter Ott, Peter Koch

1994, Bestell-Nr. 724.270.6 d
Fr. 9.20

Zusammenfassung des Syntheseberichts

(aussi **disponible en français**)

Ein weiteres Buch (Materialien) ist im Rahmen des Projektes «Energie in ARA» erstellt worden,

1994, Bestell-Nr. 724.270.7 d
1994, note comm.724.270 f
gratis/gratuit

Energie in ARA: Musteranalysen

Für den planenden Ingenieur oder die planende Ingenieurin bietet dieses Buch in Ergänzung zum Handbuch (Bestell-Nr. 724.239 d) wichtige Arbeitsinstrumente zur Erstellung energetischer Analysen: Muster von energetischen Feinanalysen an zwei konkreten ARA sowie ein EDV-Programm dazu (mit Disketten und Erläuterungen).

1994, Bestell-Nr. 724.239.1 d
Fr. 25.50
Disketten
724.239.11 für Macintosh
724.239.12 für MS-DOS

Autoren: Andreas Baumgartner, Beat Kobel, Hugo Kutil, Ernst A. Müller, Peter Stihli, Rolf Thommen



e

Bisher erschienene Materialien zu PACER

Mit «Materialien zu PACER» startete 1993 das Impulsprogramm PACER eine Dokumentationsreihe zu aktuellen Fragen der Anwendung erneuerbarer Energien inkl. ökologische und ökonomische Aspekte. «Materialien zu PACER» trägt dem Wunsch vieler Beteiligten Rechnung, im Rahmen von PACER erarbeitetes Wissen, das nicht direkt in Kursen umgesetzt werden soll, einem breiten Kreis von Interessierten raschmöglichst zugänglich zu machen.

Die Programmleitung PACER hofft, die Dokumentationsreihe, welche keineswegs auf das Gebäude beschränkt ist, baldmöglichst durch weitere Themen zu ergänzen.

Die ersten vier Hefte sind dem Thema «Möglichkeiten passivsolarer Massnahmen bei Sanierungen und Umbauten» gewidmet

Erstmals wurden dann für die Schweiz die häufig diskutierten externen Kosten von Strom und Wärme im Gebäude geschätzt. (Synthesebericht 1994, Bestell-Nr. 724.270 d).

Ein weiteres Buch ist im Rahmen des Projektes «Energie in ARA» erschienen.

1993, 724.210.1d

Passivsolare Elemente bei Sanierungen und Umbauten

Synthesebericht

Autor: Markus Kunz

1993, 724.210.2d

Passivsolare Elemente bei Sanierungen und Umbauten

Balkonverglasungen

Autoren: Christian Sktrunk, Eric Lab hard

1993, 724.210.3d

Passivsolare Elemente bei Sanierungen und Umbauten

Luftkollektorfassaden

Autoren: Hansruedi Meier, Peter Steiger

1993, 724.210.4d

Passivsolare Elemente bei Sanierungen und Umbauten

Transparenz **Wärmedämmung**

Autoren: Sandro Bernasconi, Heini Glauser, Andreas Hailer, Andreas Herbst, Beat Zusli

1994, 724.239.1d

Energie in AR& Musteranalysen

Autoren: Andreas Baumgartner, Beat Kobel, Hugo Kutil, Ernst A. Müller, Peter Stahl, Rolf Thommen

Bezugsadresse

EDMZ, 3000 Bern

Projekt «Externe Kosten und kalkulatorische Energiepreiszuschläge für den Strom- und Wärmebereich in der Schweiz»

Autodnnen: Walter Ott, Reto Dettli, Jurg Heldstab, Barbara Jaggin, Anita Sigg, Saskia Willemse, Heidi Ramseier, Margrit Schaal

1994,724.270.1 d

Externe Kosten von Luftverschmutzung und staatlichen Leistungen im Wärmebereich

Teilbericht 1

1994,724.270.2 d

Die externen Kosten der Stromerzeugung aus Kernenergie

Teilbericht 2

Autoren: Klaus P. Masuhr, Thomas Oczipka

1994,724.270.3 d

Externe Kosten der fossilen Ressourcennutzung im WWnebereich

Teilbericht 3

AutorInnen: Walter Ott, Reto Dettli,

Barbara Jaggin, Heidi Ramseier

1994,724.270.4 d

Die externen Kosten der Stromerzeugung aus Wasserkraft

Teilbericht 4

AutorInnen: Klaus P. Masuhr, Inge Weidig,

Wolfgang Tautschnig

1994,724.270.5 d

Die externen Kosten der Übertragung und Verteilung von Elektrizität

Teilbericht 5

Autor: Dr. Reinhard Schussler

1994,724.270.6 d

Externe Kosten von Photovoltaik-Anlagen, Sonnenkollektoren, Fenstern und **Wärmedämmstoffen**

Teilbericht 6

Autoren: Walter Ott, Peter Koch

1994,724.270.7 d

Externe Kosten und kalkulatorische Energiepreiszuschläge für den Strom- und Wärmebereich in der Schweiz

Kurzfassung des Syntheseberichtes der gleichnamigen Studie

Autoren: Walter Ott, Klaus P. Masuhr