
Analyse der Effektivität von Stromeffizienz- Massnahmen in der Schweiz



„Verlieren Sie Ihre überflüssigen Kilowattstunden“ – aus dem Stromsparparcours der ewb [www.stromsparcours.ch]

Betreuung: Andreas Ulbig, Power System Laboratory (PSL), ETH Zürich
Sabine von Stockar, Schweizerische Energiestiftung (SES)
Pascal Mages, seed sustainability ETH Zürich

Nina Boogen
Bellariarain 8
8038 Zürich

Zürich, den 11. April 2011

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung	
1 Einleitung/Ausgangslage.....	1
2 Überblick: Stromeffizienz-Massnahmen in der Schweiz.....	3
2.1 Von den EVU umgesetzte Massnahmen	5
2.1.1 Stromsparfonds des ewz	5
2.1.2 Effizienzbonus des ewz	7
2.1.3 Stromsparbonus der ewb	8
2.2 Von der Politik umgesetzte Massnahmen.....	10
2.2.1 Lenkungsabgabe Basel-Stadt.....	10
2.2.2 Massnahmen des Bundes.....	12
2.3 Regulierung der EVUs durch den Staat	16
3 Effektivität von Stromeffizienz-Massnahmen.....	19
3.1 Massnahmen des ewz.....	21
3.2 Lenkungsabgabe Basel-Stadt.....	22
3.3 Wirkung EnergieSchweiz	23
3.4 Anreiz-Regulierungen in Kalifornien	27
4 Praktikabilität bei der Umsetzung der Massnahmen	29
4.1 Massnahmen des ewz	29
4.2 Stromsparbonus der ewb	29
4.3 Lenkungsabgabe Basel-Stadt.....	30
4.4 EnergieSchweiz	31
4.5 Anreizregulierung in Kalifornien	31
5 Kosteneffizienz von Stromeffizienz-Massnahmen	32
5.1 Vergleich der Effizienz zwischen den Massnahmen	32
5.1.1 Massnahmen des ewz	33
5.1.2 Lenkungsabgabe Basel-Stadt.....	34
5.1.3 EnergieSchweiz	35
5.1.4 Anreiz-Regulierungen in Kalifornien	37
5.2 Vergleich der Effizienz innerhalb einer Massnahme.....	39
5.2.1 Seebeckenwärmeverbund.....	39
5.2.2 Geräteförderung: 1. Methode: ohne CRF.....	40
5.2.3 Geräteförderung: 2. Methode: mit CRF	41

6	Diskussion	45
6.1	Multikriterielle Bewertung	45
6.2	Vergleich innerhalb eines Massnahmenpakets	47
6.3	Vermischung erneuerbare Energien und Energieeffizienz.....	48
6.4	Lenkungsabgabe versus EnergieSchweiz.....	49
7	Dank	51
8	Literatur.....	52

Zusammenfassung

Stromeffizienzmassnahmen werden in Zukunft immer eine grössere Rolle spielen, um die Probleme der steigenden Nachfrage und der immer knapper werdenden Ressourcen zu bewältigen. Bis im Jahr 2020 werden drei der fünf schweizerischen Atomkraftwerke aus Altergründen vom Netz gehen müssen. Daher steht die Schweizer Stromwirtschaft vor einem Investitionsentscheid. Dabei können Investitionen in Energieeffizienz eine lukrative Alternative zu neuen Kraftwerkskapazitäten darstellen. Die Elektrizitätsversorgungsunternehmen (EVU) spielen hier eine wichtige Rolle.

Diese Arbeit soll einen Überblick über verschiedene Stromeffizienz- Massnahmen vermitteln und einzelne Massnahmen auf deren Wirksamkeit hin analysieren. Dabei werden der Stromsparfonds und der Effizienzbonus des ewz, der Stromsparbonus der ewb, die Lenkungsabgabe im Kanton Basel-Stadt, das Programm EnergieSchweiz, insbesondere die Energieetikette und die Wettbewerblichen Ausschreibungen, und das Instrument ‚Decoupling‘ in Kalifornien genauer untersucht. Die Wirksamkeit wird dabei durch eine multikriterielle Bewertung durch die drei Indikatoren Effektivität (real erreichte Stromeinsparungseffekte), Praktikabilität und Kosteneffizienz (Rappen/kWh) beurteilt.

Die Auswertung durch die multikriterielle Bewertung zeigt deutlich, dass die Lenkungsabgabe in Basel-Stadt zwar bei keinem der drei Kriterien die volle Punktzahl erreicht, aber über alle drei Kriterien gesehen am Besten abschneidet. Dieses Ergebnis wird bei gleicher Gewichtung der drei Kriterien erreicht.

Zum Schluss wird die gesamtschweizerische Situation kritisch betrachtet: Es werden die Stromeinsparungen pro Kopf des EnergieSchweiz-Programms, der Lenkungsabgabe in Basel-Stadt und einer hypothetischen schweizweiten Lenkungsabgabe verglichen. So kann im pessimistischen Fall eine schweizweite Lenkungsabgabe gleich viel Strom einsparen wie Energie-Schweiz, aber zu wesentlich geringeren Kosten und einem kleineren administrativen Aufwand. Im optimistischen Fall sind die Einsparungen durch eine schweizweite Lenkungsabgabe sogar doppelt so hoch.

1 Einleitung/Ausgangslage

Stromeffizienz gewinnt im Hinblick auf immer knapper werdende Energieressourcen und steigenden Energieverbrauch an Bedeutung. Die grossen Verbundunternehmen der schweizerischen Strombranche gehen davon aus, dass im Jahr 2035 in der Schweiz zwischen 25 und 30 TWh des nachgefragten Stroms fehlen werden [42], einerseits wird dies durch die Zunahme der Nachfrage verursacht, andererseits durch die Abschaltung der in die Jahre gekommenen AKWs. Dabei steht die Schweizer Stromwirtschaft vor einer Investitionsentscheidung, denn die Investition in Effizienz könnte eine lukrative Alternative zu neuen Kraftwerkskapazitäten darstellen. Die Elektrizitätsversorgungsunternehmen (EVU) spielen dabei eine wichtige Rolle und müssen als wichtige Akteure der Stromwirtschaft bei der Ausgestaltung einer sinnvollen Stromeffizienzpolitik mit einbezogen werden. Rund 900 Unternehmen sind heute an der Herstellung, der Verteilung und der Versorgung der Schweiz mit Strom beteiligt. Dabei sind Unternehmen verschiedener Grösse in diesem Bereich tätig: vom Kleinversorger für einzelne Gemeinden bis hin zu international tätigen Konzernen. Diese Diversität erschwert es, schweizweit einheitliche Massnahmen umzusetzen. Aber die Unternehmen verfügen über das nötige Know-how zur Umsetzung, den Kontakt und die Glaubwürdigkeit gegenüber den Endkonsumenten. Daher ist es nicht sinnvoll, die Stromversorgungsanbieter von der Umsetzung der Endenergieeffizienz auszuschliessen. Es bestehen heute bereits freiwillige Massnahmen von EVUs zur Förderung der Stromeffizienz.

Im Jahr 2007 trat das Stromversorgungsgesetz (StromVG) in Kraft. Dadurch wurde die Öffnung des Schweizer Strommarkts in zwei Schritten begonnen. Seit Beginn des Jahres 2009 können Grossverbraucher ab einem Verbrauch von 100'000 kWh pro Jahr ihren Stromlieferanten frei wählen. Die praktischen Erfahrungen der ersten Phase zeigen auf, dass die geplanten Ziele der Marktliberalisierung, etwa die Etablierung einer wettbewerbsorientierten und sicheren Stromversorgung mit transparenten Preisen bis jetzt nicht umgesetzt worden sind. Die mangelnde Markttransparenz, das nicht wettbewerbsorientierte Verhalten der Marktteilnehmer und der weiterhin drohende starke Anstieg der Strompreise führten dazu, dass seit Herbst 2008 die Arbeiten zur Revision des StromVG gestartet sind [12]. Dabei wird auch die Festschreibung von einer höheren Stromeffizienz diskutiert. Zudem müsste sich die Schweiz dem 20-20-20-Ziel der EU (20% weniger Treibhausgase im Vergleich zu 1990, 20% der Energie aus Erneuerbaren und 20% höhere Energieeffizienz) angleichen, wenn die Integration in den EU-Strombinnenmarkt erfolgen soll.

Im Moment wird das technisch machbare und ökonomisch sinnvolle Effizienzpotential nicht ausgeschöpft. Dies wird durch Markt-Hemmnisse, sog. market barriers, verhindert. Dazu zählen Umstände wie asymmetrische Information, ungenügendes Bewusstsein, Gewohnheiten, unterschiedliche Anreize der Entscheidungsträger (split incentives) und Externalitäten. Im konkreten Fall dieser Arbeit, ist die Kopplung des Gewinns eines EVUs mit der verkauften Menge Strom ein zusätzliches Hemmnis. Wie können dieses Hemmnisse umgangen oder aufgehoben werden? Dazu gibt es verschiedene politische Ansätze: Einerseits können die EVUs durch den Staat reguliert werden und andererseits kann die Politik auf die Endkunden selbst einwirken. Ausserdem gibt es verschiedene Massnahmen, die durch die EVUs selbst durchgeführt werden können, um die Energieeffizienz bei den Endkunden zu fördern. Die Unterscheidung dieser drei Ebenen ist in dieser Arbeit entscheidend.

Ziel dieser Arbeit ist es, einen Überblick über schon umgesetzte Stromeffizienz- Massnahmen zu verschaffen und einzelne Massnahmen auf deren Wirksamkeit hin zu analysieren. Dabei werden sowohl die Parade-Beispiele aus der Schweiz (ewz, ewb, Kanton Basel-Stadt) und das Programm EnergieSchweiz des Bundes als auch ein Vorzeigebispiel aus dem Ausland (Kalifornien) berücksichtigt. Es werden dabei drei Kriterien betrachtet: Erstens die real erreichten Stromeinsparungseffekte (Effektivität), zweitens die Praktikabilität bei der Umsetzung der Massnahmen und drittens wird die Kosteneffizienz (Rappen/kWh) von einigen Massnahmen untereinander und auch von verschiedenen Teilprojekten innerhalb eines Massnahmen-Projekts verglichen.

2 Überblick: Stromeffizienz-Massnahmen in der Schweiz

Es gibt eine Vielfalt von in der Schweiz und im Ausland vorhandenen und denkbaren Massnahmeninstrumenten. Die Studie ‚Instrumente für Energieeffizienz im Elektrizitätsbereich‘ des Bundesamtes für Energie BFE [9] schlägt einen Instrumenten-Mix für die Schweiz vor, der aus folgenden Massnahmen bestehen könnte:

- Vorschriften und Labels
- Nationaler Stromsparfonds
- Verpflichtung von EVUs
 - durch einen Massnahmenkatalog
 - durch verbindliche Verbrauchsziele
 - Handel mit weissen Zertifikaten
- Preisregulierung
 - als flankierende Massnahmen zur Umsetzung von Effizienzprogrammen
 - Umgestaltung der Regulierung der Netznutzungspreise zur Verringerung von Anreizen zur Absatzsteigerung

Weitere mögliche Massnahmen wären:

- Wettbewerbliche Ausschreibungen (Effizienz-Projekte können mittels Fördergeldern finanziert werden)
- Sanktionsinstrumente (diejenigen, die sich nicht an Einsparziele halten, werden gebüsst)
- Lenkungsabgaben
- Anreizregulierung für EVUs (zur Entkopplung von verkaufter Strommenge und Gewinn)

Um einen Überblick über diese Vielfalt zu bekommen, müssen die entsprechenden Massnahmen gruppiert werden. Die Instrumente können unterschiedlich eingeteilt werden, je nach Kriterium (siehe Tabelle 1). Einerseits wird in der Umweltökonomie zwischen Command & Control Instrumenten und ökonomischen Anreizen unterschieden, andererseits können die Instrumente auch wie in Vine et al. (2003) nach Zweck gruppiert werden. Oder die Einteilung kann auch auf die Kontrollebene der Instrumente basieren. In dieser Arbeit wird die dritte der erwähnten Einteilungskriterien verwendet.

In den drei folgenden Unterkapiteln werden genau diese Ebenen einzeln mit Beispielen illustriert. In Kapitel 2.1 werden die Massnahmen der Elektrizitätsunternehmen (EVU) betrachtet, im

genaueren der Stromsparfonds und der Effizienzbonus des ewz und der Stromsparbonus der ewb. Massnahmen der zweiten Ebene (von der Politik an die Endkunden) beinhalten die Lenkungsabgabe des Kantons Basel-Stadt und Massnahmen des Bundes (Kapitel 2.2). Die Massnahmen des ewz, der ewb und des Kantons Basel-Stadt haben alle eine Vorreiterrolle im Bereich der Stromeffizienzmassnahmen. Zudem wird das Instrument ‚Decoupling‘ seit über 30 Jahren erfolgreich in Kalifornien praktiziert, daher wird es in Kapitel 2.3 ebenfalls betrachtet (Ebene Politik an EVUs).

Tabelle 1: Einteilung der verschiedenen Effizienzmassnahmen

Staat vs. Ökonomie	Zweck (aus [57])	Kontrollebene
Comand & Control z.B. Standards	Market mechanisms	Von EVU an Endkunden
	Control mechanisms	Von Politik an Endkunden
Ökonomische Anreize z.B. Zertifikathandel oder Steuer	Funding mechanisms	Von Politik an EVU
	Support mechanisms	

2.1 Von den EVU umgesetzte Massnahmen

Hier dient das Elektrizitätswerk Zürich (ewz) als Parade-Beispiel. Das ewz bietet eine breite Palette von freiwillig durchgeführten Massnahmen. Hauptsächlich sind dies der Stromsparfonds (Kapitel 2.1.1) und der Effizienzbonus für Grossverbraucher (Kapitel 2.1.2). Diese beiden Elemente werden nachfolgend kurz vorgestellt. Weiter gibt es seit kurzem ein Stromsparbonus bei Energie Wasser Bern (ewb), vorgestellt in Kapitel 2.1.3.

2.1.1 Stromsparfonds des ewz

Das Zürcher Stimmvolk hat sich im Jahr 1989 in einer Volksabstimmung zwar gegen den Ausstieg aus der Kernenergie, aber für den Gegenvorschlag des damaligen Stadtrates entschieden. Dieser Gegenvorschlag bestand aus einem Stromsparbeschluss. Eine in diesem Stromsparbeschluss vorgeschlagenen Massnahmen war die Einrichtung eines Fonds für Investitions- und Betriebsbeiträge zur ‚Förderung der rationellen Elektrizitätsverwendung und der Nutzung erneuerbarer Energiequellen‘ [22]. So entstand der Stromsparfonds in Zürich.

Aus dem Stromsparfonds der Stadt Zürich werden Beiträge an Stromsparmassnahmen und die Förderung von erneuerbaren Energien ausgezahlt. Der Fonds wird aus dem Gewinn des ewz finanziert, 10% des budgetierten Gewinns fliessen jährlich in den Fonds. Der Fonds unterstützt Projekte in sechs verschiedenen Kategorien: Anlagen, welche Strom aus erneuerbaren Energiequellen erzeugen (so z.B. mittels Solarstromanlagen, Biogas, aber auch aus Kleinwasserkraftwerken); Anlagen und Massnahmen, die den Elektrizitätsverbrauch vermindern; Anlagen und Geräte, welche die Elektrizität besonders sparsam nutzen; Anlagen, welche Umgebungs- oder Abwärme nutzen, wie Sonnenkollektoranlagen, Wärmepumpen- oder Wärmerückgewinnungsanlagen; Analysen, welche Aufschluss über sinnvolle Energie- oder Stromsparmassnahmen geben; Forschungs- und Entwicklungsarbeiten zum Thema der rationellen Elektrizitätsverwendung und -erzeugung sowie Pilotanlagen dazu. Die Auszahlung von Förderbeiträgen im Jahr 2009 sind in Tabelle 2 dargestellt.

Tabelle 2: Förderausgaben des Stromsparfonds im Jahr 2009 [23].

Kategorie		Förderbeitrag in CHF
Stromproduktion aus erneuerbaren Quellen		2 707 420.-
Energiesparende Anlagen und Massnahmen		0.-
Energiesparende Geräte	Kühlgeräte	200 000.-
	Wärmepumpenwäschetrockner	258 200 .-

	Kaffeemaschinen	56 310.-
Nutzung von Umgebungs- und Abwärme		2 411 633.-
Energieanalysen		52 000.-
Forschungs- und Entwicklungsarbeiten		57 000.-
Total		5'742'563.-

Die Kategorie ‚Energiesparende Geräte‘ ist in drei Unterkategorien gegliedert. Dies sind Beiträge für stromsparende Kaffeemaschinen (mit Abschalt-Automatik), Wärmepumpenwäschetrockner (Effizienzklasse A++) und effiziente Kühlgeräte (auch Effizienzklasse A++). Im Jahr 2009 wurden so 636 sparsame Kaffeemaschinen, 803 effiziente Wärmepumpenwäschetrockner und 1058 A++-Kühlgeräte gefördert (siehe Tabelle 3). Pro Kaffeemaschine wurde ein Betrag von maximal 100.- CHF ausbezahlt, für die Trockner zwischen 200 – 600.- CHF und für die Kühlgeräte 25% des Kaufpreises oder maximal 400.- CHF. Für diese Geräteförderung wurden in dieser Arbeit Berechnungen zur Kosteneffizienz durchgeführt (siehe Kapitel 5.2).

Tabelle 3: Übersicht Geräteförderung im Jahr 2009 [23].

Geräteart	Kühlgeräte	Wärmepumpenwäschetrockner	Kaffeemaschinen
Anzahl Geräte	1058	803	636
Förderbeitrag (FB)	maximal CHF 400.-	CHF 200 – 600.-	maximal CHF 100.-
Durchschnittlicher FB	CHF 189.04	CHF 321.54	CHF 88.50

Die Kategorien ‚Stromproduktion aus erneuerbaren Energien‘ und ‚Nutzung von Umgebungs- und Abwärme‘ machten im Jahr 2009 rund 89% der Förderbeiträge aus. Durch diese beiden Kategorien werden vordergründig Solaranlagen und Wärmepumpen gefördert. In Tabelle 4 sind die Fördertarife dieser Anlagen zu sehen.

Tabelle 4: Fördertarife Solaranlagen und Wärmepumpen [22].

Fördergegenstand	Maximaler Grösse	Förderbeitrag
Photovoltaik	Bis 20 kW _p	CHF 3000.-/ kW _p
Sonnenkollektoren	Bis 200 m ²	CHF 300.-/ m ²
Wärmepumpen	Bis 40 kW	Luft/Wasser: COP*kW*CHF 80.-
		Sole/Wasser: COP*kW*CHF 120.-

Der Seewasserwärmeverbund, bestehend aus drei einzelnen Verbunden (Escherwies, Fraumünster und Falkenstrasse), ist eines der Beispiele für ein grösseres Projekt aus der Förder-

kategorie ‚Nutzung von Umgebungs- und Abwärme‘. Dabei dient das Zürichseewasser als Wärmequelle für Heiz- und Kühlzwecke: Im Winter entziehen die Wärmepumpen dem Wasser Wärme und heizen damit Gebäude. Im Sommer ist es umgekehrt: Das Wasser wird direkt oder mit Hilfe von Kältemaschinen effizient für die Kühlung von Dienstleistungs- und Gewerbetrieben eingesetzt. Die Anlagen entziehen dem See kein Wasser, sondern lediglich die für die Produktion der Wärme oder Kälte benötigte Energie. Die drei Seewasserverbunde Escherwiese, Fraumünster und Falkenstrasse versorgen Gebäude rund um das Seebecken, wie zum Beispiel das NZZ-Gebäude und das Hyatt Hotel. Der Wärmebedarf für Heizung und Warmwasser pro Jahr betragen dabei 1586, respektive 2560 und 1796 MWh (Gesamt 5942 MWh). Dabei erfolgt eine Deckung mit Wärmepumpen von 886, 2560 und 1421 MWh pro Jahr (Gesamt 4867 MWh, dies entspricht 82% des Wärmebedarfs) [20]. Vom Stromsparfonds wurden dafür CHF 2'793'600.- in einem Gesuch bewilligt. Bis Ende 2010 wurden davon CHF 1'555'300.- ausbezahlt [24].

2.1.2 Effizienzbonus des ewz

Wer über 60'000 kWh Strom pro Jahr verbraucht, kann vom Effizienzbonus profitieren und zwar wird mit der Energieagentur der Wirtschaft (EnAW) eine Zielvereinbarung über eine Laufzeit von 10 Jahren abgeschlossen. Dafür senkt sich der Strompreis um 10%. Für die verschiedenen Gegebenheiten von Grossverbrauchern gibt es vier verschiedene Modelle. In Tabelle 5 werden die einzelnen Modelle vorgestellt.

Tabelle 5: Die verschiedenen Modelle des Effizienzbonus [25, 36 und 32].

Modell	Geeignet für/Ökostrom	Beschreibung
KMU-Modell: 100% an Effizienzbonus anrechenbar	Für KMU mit jährlichen Energiekosten unter 300'000.- CHF. Ökostromanteil gering.	Das KMU-Modell ist auf die Bedürfnisse von KMUs ausgerichtet. Der Hauptaspekt des Modells ist ein Energie-Checkup, der vor Ort im Betrieb mit einem Energieberater der EnAW durchgeführt wird. Danach werden betriebsspezifische Massnahmen zur Energie- und CO ₂ -Reduktion vorgeschlagen und die jährlichen Einsparziele festgelegt. Einmal im Jahr erfasst das Unternehmen seinen Energieverbrauch. Damit hat das Unternehmen gleichzeitig die Kontrolle über den Stand der Massnahmenumsetzung und der Zielerreichung.
Energie-Modell: 30% an Effizienzbonus anrechenbar	Das Energie-Modell ist für mittlere und grosse Unternehmen mit jährlichen Energiekosten von über 300'000.- Franken geeignet. Ökostrom anrechenbar.	In einem Energie-Modell schliessen sich 8 bis 15 Unternehmen zu einer Gruppe zusammen. Sie bilden so ein Forum für den Austausch von Erfahrungen und Vergleichsdaten. Koordiniert durch einen Moderator vom EnAW werden in der Gruppe Energieverbräuche ermittelt, Massnahmen zur Reduktion des CO ₂ -Ausstosses und zum effizienteren Einsatz der Energieträger erarbeitet sowie eine Prognose über die Entwicklung der Energieverbräuche erstellt.
Benchmark-Modell: 30% an Effizienzbonus	Das Benchmark-Modell ist ausgerichtet für kleine industrielle und gewerbliche Unternehmen.	In diesem Modell sind immer mindestens 30 Unternehmen in einer Gruppe zusammengefasst. Es stehen nicht Massnahmen zur Ausschöpfung des Einsparpotenzials der Betriebe im Vor-

anrechenbar	che Unternehmen mit einfachen Produktionsprozessen und homogenen Produkten. Ökostromanteil gering.	dergrund, sondern die Entwicklung des spezifischen Verbrauchs im Vergleich der Unternehmen. Das Ziel orientiert sich somit an einen Benchmark. Die EnAW begleitet die Unternehmensgruppen während des ganzen Prozesses. Sie leistet Beratung, Umsetzungsunterstützung und Monitoring.
Kantonale Zielvereinbarungen: 70% für private Unternehmen und 80% für öffentliche Institutionen an Effizienzbonus anrechenbar	Von öffentlichen Institutionen oder von privaten Unternehmen. Ökostrom nicht anrechenbar.	Die privaten Grossverbraucher können gemäss Artikel 13a des kantonalen Energiegesetzes zwischen der Ausarbeitung einer Energieverbrauchsanalyse oder einer freiwilligen Zielvereinbarung mit der Baudirektion des Kantons Zürich wählen. Die Einführung des Effizienzbonus bewog viele Unternehmen in der Stadt Zürich eine Energieverbrauchsanalyse auszuarbeiten und sich für den Abschluss einer kantonalen Zielvereinbarung zu entscheiden. Die öffentlichen Institutionen mit grossem Energieverbrauch hingegen sind verpflichtet, eine Zielvereinbarung abzuschliessen.

Das ewz setzt im allgemeinen auf Anreize zur Energieeffizienz (und keine Vorschriften und Verbote), Energieberatung und -information, sowie auf einen massiven Ausbau der erneuerbaren Energien. Die Aufgaben des Staates sieht das ewz im Setzen von Mindestvorgaben für stromverbrauchende Geräte, im Unterstützen der Diffusion von Energieeffizienz- Massnahmen innovativer EVU, und im Fördern der Forschung für anwendungsorientierte Energieeffizienz- Massnahmen (z.B. Untersuchung der Marktbarrieren, Verbrauchsinfo vor Ort bzw. Smart Metering) in Zusammenarbeit mit den EVUs. Das ewz selbst hat einen Versorgungsauftrag von der Stadt Zürich und eine festgelegte Gewinnspanne von 6-9% des Umsatzes. Diese Zieldefinition erleichtert das Einführen von z.B. einem Stromsparfonds [39].

2.1.3 Stromsparbonus der ewb

Der Stromsparbonus in Bern wurde am 1. Januar 2010 eingeführt. Als Basisvergleichsjahr gilt das Jahr 2009. Das Anreizsystem funktioniert wie folgt: Wer 10% Strom einspart in einem Jahr (Vergleich der Rechnungen der beiden Jahre), kriegt automatisch, d.h. ohne explizite Anmeldung, einen Bonus auf seine Stromrechnung. Bei Haushalten und Firmen mit einem kleineren Verbrauch als 100'000 kWh pro Jahr beträgt der Bonus auf die Stromlieferung 15%, bei Grosskunden mit einem Verbrauch von mehr als 100'000 kWh pro Jahr beträgt der Bonus 10%. Die ersten Vergleichsperioden sind die des Jahres 2009 und 2010. Die Vorteile dieser Funktionsweise sind die Vermarktbarkeit (es wird auf die individuellen Einsparungen der Kunden eingegangen), der Aufwand wird von der ewb als sehr gering eingeschätzt und das Modell wirkt komplementär zu anderen Massnahmen wie z.B. Förderprogramme [43].

Der Berner Gemeinderat und Energie Wasser Bern (ewb) sind überzeugt, dass mit diesem simplen System ein effektiver Anreiz fürs Stromsparen gesetzt wurde. Dies ist auch nötig: Damit die ewb bis im Jahr 2039 aus der Kernenergie aussteigen kann, darf der Stromverbrauch in Bern bis

dann nur um 0,6% pro Jahr zunehmen. In den vergangenen Jahren lag dieser Wert aber meist deutlich höher (durchschnittlich 1.4% zwischen 1990 und 2009 [55]), was sich nun mit dem Sparbonus verändern soll. Der Berner Gemeinderat sieht in dem Stromsparbonus aber nur ein temporäres Instrument, bis auf kantonaler oder Bundesebene über die Einführung einer Lenkungsabgabe entschieden wird [26].

Wie das Bewusstsein der Kunden ist, kann aufgrund des geringen Alters der Massnahme leider noch nicht gesagt werden. Die ewb führt ab März 2011 aber eine Marktforschungsanalyse durch, zum Zeitpunkt des Abschluss dieser Arbeit liegen leider noch keine Resultate vor [43].

2.2 Von der Politik umgesetzte Massnahmen

Auf dieser Ebene wird der ‚Stromspar-Fonds Basel‘ als Parade-Beispiel erläutert (Kapitel 2.2.1). Dieser gilt schweizweit als erste Lenkungsabgabe. Weiter werden Beispiele für diverse Massnahmen des Bundes aufgezeigt (Kapitel 2.2.2), so zum Beispiel die Wettbewerblichen Ausschreibungen, sowie die Energieetikette für Haushaltsgeräte und Beleuchtung und Verbrauchsstandards für Geräte.

2.2.1 Lenkungsabgabe Basel-Stadt

Der ‚Stromspar-Fonds Basel‘ (SFB) ist eine Stromkostenumlage, und besteht aus einer Lenkungsabgabe in Kombination mit einem Strompreisbonus. Die Lenkungsabgabe ist dabei staatsquotenneutral, da der Ertrag aus der Lenkungsabgabe als Strompreisbonus wieder ausbezahlt wird. Diese Stromkostenumlage wurde im Jahr 1998 vom Grosse Rat Basel-Stadt beschlossen und im folgenden Jahr umgesetzt. Die Lenkungsabgabe wird getrennt nach den beiden Verbrauchergruppen Haushalte und Unternehmen auf den Stromverbrauch erhoben. Die Höhe der Lenkungsabgabe ist an die Entwicklung des Stromverbrauchs gekoppelt unter Berücksichtigung der externen Kosten. Sie ist so gestaltet, dass ihr Ertrag etwa 20% des Umsatzes beträgt (siehe Tabelle 6). Die so festgesetzte Lenkungsabgabe entspricht ungefähr der Tarifiereduktion (17,5% für Haushalte, 27,5% für Betriebe), welche bei den Industriellen Werken Basel (IWB) per 1. April 1999 in Kraft getreten ist. Damit blieb der Betrag auf der Stromrechnung für Durchschnittsverbraucher gleich hoch wie vor der Einführung der Kostenumlage. Die Lenkungsabgabe wird von den IWB direkt auf die Stromrechnung erhoben und dann an den Stromspar-Fonds Basel weitergeleitet. Dieser Fonds wird von der Finanzverwaltung des Kantons Basel-Stadt geführt und verzinst. Aus dem Zinsertrag wird der Verwaltungsaufwand für die Auszahlung der Boni finanziert. Der gesamte Ertrag aus der Lenkungsabgabe wird jährlich an die Unternehmen und Haushalte ausgezahlt [2].

Tabelle 6: Höhe der Lenkungsabgabe je nach Tarif. Lenkungsabgabe in Rp./kWh, HH=Haushalte, MS=Mittelspannung, GN=Niederspannungs-Einheitstarif, GK=Gewerbe-Kleinbezügetarif, LKW=Licht, Kraft, Wärme [5].

HH Einfachtarif	HH Doppeltarif normal	HH Doppeltarif Spartarif	MS	GN Normaltarif Sommer	GN Normaltarif Winter
3.7	5.6	2.6	5.2	6.0	6.0
GN Spartarif Sommer	GN Spartarif Winter	GK/LKW Einfachtarif	GK/LKW Doppeltarif Normal	GK/LKW Doppeltarif Spar	GN Spartarif Sommer
4.3	4.3	5.9	6.0	4.3	4.3

Die Auszahlung von Boni erfolgt bei Haushalten pro Kopf, bei Firmen über die ALV-Beitragssumme. Im Fall der Auszahlung über die ALV-Beitragssumme werden die Wohlfahrtverluste auf dem Arbeitsmarkt durch die Lohnnebenkosten minimiert und somit versucht Anreize für Arbeitsplätze zu setzen. Im Jahr 2001 wurde eine auszahlbare Bonussumme von CHF 47 Mio. erwirtschaftet. Die dabei anfallenden Administrationskosten des SFB betragen CHF 554'000.- (im Einführungsjahr 1999 waren diese deutlich höher und beliefen sich auf 1.5 Mio. CHF) [2]. Zusätzlich fallen bei den IWB jährliche Vollzugskosten von 270'000.- CHF an (im Jahr 1999 zusätzlich Einführungskosten von CHF 200'000.-). Im ersten Jahr wurden die Einführungs- und Vollzugskosten des SFB ganz den IWB belastet. In den Folgejahren hat der SFB seine Vollzugskosten über die Zinserträge aus dem Abgabebaufkommen, jährlich ca. CHF 2.3 Mio., finanziert [5].

Die Ziele des Stromspar-Fonds sind energiepolitisch motiviert und im kantonalen Energiegesetz festgehalten [5]:

- **Verbrauchslenkung**
Die Lenkungsabgabe will Anreize zum Stromsparen bieten.
- **Versorgungssicherheit**
Mit der Lenkungsabgabe soll die Versorgungssicherheit mit Strom ohne Bedarf an neuen Kraftwerken nachhaltig gewährleistet werden.
- **Stromsparinvestitionen**
Die Lenkungsabgabe bzw. der Bonus wollen Anreize für Stromsparmassnahmen und -investitionen schaffen.
- **Rationeller Stromeinsatz**
Mit der Lenkungsabgabe sollen die Anreize für einen rationellen Stromeinsatz aufrechterhalten werden.
- **Entlastung der Arbeitskosten**
Der Strompreis-Bonus soll zu einer Entlastung der Arbeitskosten führen.
- **Schaffung von Arbeitsplätzen**
Mit dem Bonus für die Betriebe soll das Anbieten von Arbeitsplätzen attraktiver werden.
- **Positive Wirtschaftsentwicklung**
Der Strompreis-Bonus soll positive wirtschaftliche Impulse auslösen.
- **Standortattraktivität**
Der Kanton Basel-Stadt will für Menschen und Betriebe, die aus wenig Energie möglichst viel machen, besonders attraktiv sein.

Dies sind alles Leitziele, welche die Motivation und den Sinn hinter der Lenkungsabgabe wieder spiegeln. Quantifizierbare Ziele gibt es aber nicht.

Zusätzlich zur Lenkungsabgabe wird auch eine Förderabgabe erhoben: Der Kanton Basel-Stadt erhebt auf jede Stromrechnung eine Abgabe in der Höhe von 8% der Netzkosten. Für diese Förderabgabe hat sich das Basler Stimmvolk im Jahr 1984 an der Urne ausgesprochen. Auch hier schon war der Kanton Basel-Stadt Vorreiter, es war die erste Förderabgabe auf Strom in der Schweiz. Das Amt für Umwelt und Energie verwaltet die Einnahmen von etwa zehn Millionen CHF pro Jahr und fördert damit erneuerbare Energie, Energieeffizienz, Energiebewusstsein und Zukunftsideen [34].

2.2.2 Massnahmen des Bundes

Am 21. Februar 2007 hat der Bundesrat eine Neuausrichtung der schweizerischen Energiepolitik beschlossen. Gestützt auf vier zentrale Säulen soll sich die Schweiz gegen die drohende Energielücke und die Klimaproblematik wappnen: mehr Energieeffizienz, ein Ausbau der erneuerbaren Energien, eine verstärkte Energieaussenpolitik und der Bau von neuen Kraftwerken zur Produktion von Elektrizität [35]. Im Rahmen dieser Neuausrichtung wurde auch der ‚Aktionsplan Energieeffizienz‘ erarbeitet. Darin sind 18 Einzelmassnahmen aufgeführt. Im Bereich Stromeffizienz wird der Erlass von Mindestanforderungen an elektronische Geräte und beschleunigte Zielvereinbarungen für spezielle Gerätekategorien (Best-Practice-Strategie) gefordert [8].

Am 1. Januar 2009 sind die ersten Effizienzvorschriften für Haushaltslampen in Kraft getreten. Sie wurden per 1. September 2010 an die im März 2009 vom EU-Parlament beschlossene Regelung angepasst. Diese schreibt mindestens eine Energieeffizienzklasse E gemäss der Energieetikette vor [35].

Mitte des Jahres 2009 hat der schweizerische Bundesrat mit der Revision der Energieverordnung (EnV) neue Effizienzvorschriften verabschiedet. Diese schreibt neu eine generelle Vorschrift für alle Elektrogeräte über den Stromverbrauch im Standby- und Aus-Modus vor, sowie Verbrauchsvorschriften für die folgende Gerätekategorien:

- Kühl- und Gefriergeräte
- elektrische Lampen
- Waschmaschinen
- Wäschetrockner
- Wasch-Trocken-Automaten
- Backöfen
- Set-Top-Boxen
- Elektromotoren
- Netzgeräte

Für die technischen Anforderungen versucht der Bund sich an den EU-Vorschriften zu orientieren. Dazu werden schrittweise Anpassungen an die EU-Mindestanforderungen geplant.

Der Bund fördert neben den Effizienzvorschriften noch zahlreiche weitere Stromeffizienzmassnahmen in den Bereichen Label, Öffentlichkeitsarbeit, Forschung & Entwicklung und Wettbewerbliche Ausschreibungen. Doch diese werden alle im Programm EnergieSchweiz zusammengefasst. Nachfolgend eine kurze Übersicht über EnergieSchweiz.

EnergieSchweiz

Anfangs des Jahres 2001 führte der damalige Energieminister Moritz Leuenberger auf der Basis des Energie- und CO₂-Gesetzes das Programm EnergieSchweiz als "Plattform für eine intelligente Energiepolitik" ein. Die Vorteile dieses Programms für Energieeffizienz und erneuerbare Energien liegen in der engen Zusammenarbeit zwischen den drei politischen Ebenen in der Schweiz (Bund, Kantonen, Gemeinden) und den zahlreichen Partnern aus Wirtschaft, Umwelt- und Konsumentenorganisationen sowie öffentlichen und privatwirtschaftlichen Agenturen. Daher werden die Massnahmen auch allgemein in die Kategorien Öffentliche Hand, Wirtschaft, Mobilität und Erneuerbare Energien geteilt.

EnergieSchweiz verfolgt drei Ziele: 1. Klima: Senkung der CO₂-Emissionen bis 2010 um 10% (gegenüber dem Stand von 1990) gemäss CO₂-Gesetzgebung. 2. Elektrizität: Beschränkung des Mehrkonsums von Elektrizität auf maximal 5% gegenüber dem Jahr 2000. Und 3. Erneuerbare Energien: Erhöhung des Anteils der erneuerbaren Energien in der Stromproduktion um 0,5 TWh und in der Wärmeproduktion um 3,0 TWh [35]. Um das zweite Ziel zu erreichen (in dieser Arbeit werden Ziel 1 und 3 ausgeklammert), wurden die Projekte 'Wettbewerblichen Ausschreibungen' und die Energieetikette ins Leben gerufen. Des Weiteren unterstützt EnergieSchweiz durch einen Rahmenvertrag ab dem Jahr 2002 die Schweizerische Agentur für Energieeffizienz (S.A.F.E.), die Energie-Agentur der Wirtschaft (EnAW) und die energie agentur elektrogeräte (eae). Die Wettbewerblichen Ausschreibungen, die Energieetikette und S.A.F.E. werden nachfolgend genauer beschrieben.

Wettbewerbliche Ausschreibungen (ProKilowatt)

ProKilowatt ist ein Instrument zur Förderung der Stromeffizienz vor allem im Unternehmensbereich. Im Rahmen von "Wettbewerblichen Ausschreibungen" werden Programme und Projekte, die zu einem sparsameren Umgang mit Elektrizität im Industrie-, Dienstleistungsbereich und in den Haushalten beitragen, ausgewählt und finanziell gefördert. ProKilowatt unterscheidet zwischen den folgenden "Wettbewerblichen Ausschreibungen" [35]:

- Ausschreibungen für Projekte richten sich insbesondere an Industrie-, Gewerbe- und Dienstleistungsbetriebe.
- Ausschreibungen für Effizienzprogramme richten sich an Trägerschaften, die in der Regel zahlreiche gleichartige Einzelmassnahmen innerhalb eines Programms bündeln.

Die Auswahl der über die "Wettbewerblichen Ausschreibungen" eingereichten Projekt- und Programmgesuche erfolgt im Auktionsverfahren. Den Zuschlag zur Förderung erhalten Projekte und Programme mit den geringsten Kosten pro Nutzen, d.h. Stromeffizienzmassnahmen, die mit einem möglichst geringen finanziellen Input eine maximale Senkung des Stromverbrauchs erreichen [35].

Im Rahmen der Wettbewerblichen Ausschreibungen haben die ersten Projekte und Programme zur Stromeffizienz im Jahr 2010 den Zuschlag für ihr Gesuch erhalten und die finanziellen Mittel dazu bekommen. Es konnten insgesamt rund 9 Millionen Franken an Förderbeiträgen vergeben werden. Die ersten „Wettbewerblichen Ausschreibungen“ im Jahr 2010 lösten grosses Interesse aus. Die Palette der eingereichten Projektgesuche reichte von der Optimierung von Beleuchtungssystemen, Kälteanlagen, Lüftungssystemen oder IT Systemen (Green IT) über die Effizienzsteigerung von mechanischen Antrieben bis zum Smart Metering. Die Programmgesuche umfassten unter anderem Massnahmen zur Selbstkontrolle des Stromverbrauchs von Haushalten (Smart Metering), die Förderung energieeffizienter Grossküchen, den Ersatz von Elektroboilern durch Wärmepumpenboiler, ein Programm zur Förderung des Einsatzes hocheffizienter Motoren, ein nationales Bonusprogramm zur Förderung von energieeffizienten Elektrogeräten [48].

Energieetikette für Haushaltgeräte und Beleuchtung

Seit Beginn des Jahres 2002 sind laut der Energieverordnung (EnV) in der Schweiz der Energieverbrauch und weitere Geräteeigenschaften mit der Energieetikette für verschiedene Haushaltgeräte zu deklarieren. Die Energieverordnung nimmt zusätzlich Bezug auf EG-Richtlinien [35]. Die Energieetikette zeigt die Effizienz der Geräte in sieben Stufen an, von A (beste Klasse) bis G (schlechteste Klasse). Geräte, welche noch effizienter sind als die A-Klasse, werden mit A+ oder A++ bezeichnet. Zudem sind teilweise weitere nützliche Informationen darauf vermerkt, wie zum Beispiel der jährliche Energieverbrauch. Geschirrspülmaschinen, Wäschetrockner, Waschmaschinen, Kühl- und Gefriergeräte, Backöfen, Raumklimageräte und Lampen sind derzeit schon mit Energieetiketten ausgerüstet. Kaffeemaschinen sollten seit dem Herbst 2009 auch Energieetiketten tragen, da sie aber auf freiwilliger Basis eingeführt wurde, konnte sie sich bis jetzt noch nicht durchsetzen. Dies wird nur durch ein Obligatorium erreicht.

S.A.F.E.

Die Schweizerische Agentur für Energieeffizienz (S.A.F.E.) vertritt die Anliegen ökologisch orientierter Konsumentinnen und Konsumenten. Gegenüber dem Bundesamt für Energie tritt sie für den Bereich der Elektrogeräte auf im Namen der Umweltorganisationen WWF Schweiz, Schweizerische Energie-Stiftung (SES), Schweizerische Gesellschaft für Umweltschutz (SGU) und Greenpeace Schweiz [35]. Die Aufgabe von S.A.F.E. ist vorrangig das Käuferverhalten zu beeinflussen und im Markt Anreize zu schaffen für die Wahl von energieeffizienten Geräten. Dazu gehören Marktbeobachtung, Benchmarking und Medienarbeit (Zeitungsbeiträge, Radio, Fernsehen). Dabei publizieren Mitarbeiter von S.A.F.E nicht nur Artikel in Konsumentenzeitschriften, sondern auch in Fachzeitschriften, halten Vorträge und arbeiten im Rahmen von Projekten Ratgeber aus [47]. Das BFE hat sich verpflichtet, im Rahmen von EnergieSchweiz die Arbeiten von eae und S.A.F.E. zu unterstützen [35].

Die Projekte von S.A.F.E. sind im Bereich: Toplicht (Internetplattform für effiziente Beleuchtung), Topmotors (Umsetzungsprogramm für energieeffiziente elektrische Antriebe im Rahmen des Programms EnergieSchweiz), Geräte und Standby (z.B. Web-Applikation ‚Energiebox‘), Gebäude- und Haustechnik (z.B. Web-Applikation ‚Energysystems‘) Kommunikation und Öffentlichkeitsarbeit (Ratgeber) und Topten (www.topten.ch informiert über die effizientesten Haushaltgeräte).

Bei S.A.F.E. wird die Zielerreichung durch den sogenannten ‚publizistischen Wert‘ gemessen. Dieser betrug im Jahr 2010 CHF 1'182'729.-. Dieser teilt sich in die Bereiche TV, Print, Radio und Web auf. Wobei Print im Jahr 2010 über die Hälfte des gesamten publizistischen Werts ausmachte. Der administrative Aufwand von S.A.F.E. wird auf etwa 8% der Gesamtausgaben geschätzt [47].

2.3 Regulierung der EVUs durch den Staat

Als Beispiel für eine politische Regulierungsform, welche den EVUs Anreize für die Umsetzung von Effizienzmassnahmen setzt, ist an erster Stelle Kalifornien zu nennen. Schon mit dem Energy Act im Jahre 1974 legte der kalifornische Staat Grundsteine für ein innovatives Anreizsystem, das den Gewinn der EVUs von der verkauften Strommenge entkoppelt. Endgültig eingeführt wurde diese Regulierungsmethode für Elektrizität im Jahre 1982 (für Gas schon im Jahre 1978). Das Schlüsselwort heisst Decoupling:

„Decoupling – a regulatory policy by which utility revenues are tied to factors other than consumption of natural gas or electricity.” [45]

Die Rahmenbedingungen müssen so gesetzt sein, dass Effizienzmassnahmen für EVUs profitabler sind, als die Investition in neue Kraftwerke. Dann führen auch die EVUs Effizienzprogramme durch, aus rein wirtschaftlichem Interesse. Das System funktioniert wie folgt: Die EVU teilen ihre Ertragsforderungen und Verkaufsschätzungen dem Regulator (California Public Utilities Commission, CPUC) jährlich mit. Dieser bestimmt die Preise, welche regelmässig angepasst werden. Der Regulator sorgt mit den Preisanpassungen dafür, dass die EVUs ihre Kosten inkl. Rendite decken können. Ist die Nachfrage höher als erwartet (ist der Gewinn der EVUs also höher als erwartet), reduziert der Regulator die Preise, um die überschüssigen Erträge den Kunden zurück zu erstatten [14]. Ausserdem bekommen die Kunden generell schon eine tiefere Stromrechnung, weil sie dank dem Energieeffizienz-Engagement der EVUs weniger Strom verbrauchen.

Die Trennung von Ertrag und verkaufter Energiemenge der EVUs bewirkte eine dynamische Auseinander- und Umsetzung von Effizienzmassnahmen. Kalifornien spielt seit 1976 eine Vorreiterrolle bezüglich Effizienzvorschriften für Elektrogeräte, als erster Staat in den USA führte Kalifornien Effizienzvorschriften für Elektrogeräte ein. Auch heute noch passt Kalifornien alle paar Jahre die Effizienzvorschriften für Gebäude und Elektrogeräte an, welche dann später von der ganzen USA und sogar Russland und China übernommen werden [52].

Ab dem Jahr 1996 wurde zusätzlich eine Abgabe (0.3 cents/kWh, etwa 3% des Preises) auf alle Stromverkäufe erhoben, um den sogenannten ‚Public Benefits Funds‘ zu finanzieren. Der Public Benefits Fund finanziert neben Effizienzmassnahmen auch Energieberatung für Haushalte mit niedrigem Einkommen, Förderung von erneuerbaren Energien und Forschungs- und Entwicklungsförderung im Energiebereich [30].

Im Jahr 2007 hat Kalifornien das Schema "decoupling plus" eingeführt, welches darauf abzielt, Investitionen der EVUs in Energieeffizienz profitabler zu machen als Investitionen in neue Kraftwerke (die oben erwähnten Rahmenbedingungen). Neu wird eine Gebühr zur Finanzierung der Effizienzmassnahmen auf jede Rechnung erhoben und die EVUs investieren dieses Geld um die vom Regulator (CPCU) gesetzten Effizienzziele zu erreichen. Der Regulator berechnet anschliessend die Ersparnisse aus diesen Investitionen im Vergleich mit den Ausgaben für neue Kraftwerke. Wenn ein EVU zwischen 85% und 100% des Effizienzzieles erreicht, darf es 9% der Ersparnisse behalten. Wenn es hingegen die geforderten Ziele des Regulators übertrifft, kriegt es 12%, mehr als es je beim Bau von neuer Infrastruktur verdienen würde. Die durchschnittliche Rendite bei Grosskraftwerken wie Kern- oder Wasserkraft liegt nämlich bei ungefähr 6% [32 und 36]. Zwischen 65% und 85% Zielerreichung verdient das EVU gar nichts extra, und unter 65% bezahlt es sogar eine Strafe für jede Kilowattstunde, mit welcher es die Zielmarke unterschritten hat (siehe Abbildung 1) [27]. Dieser Mechanismus wird auch 'Risk/Reward Incentive Mechanism' genannt.

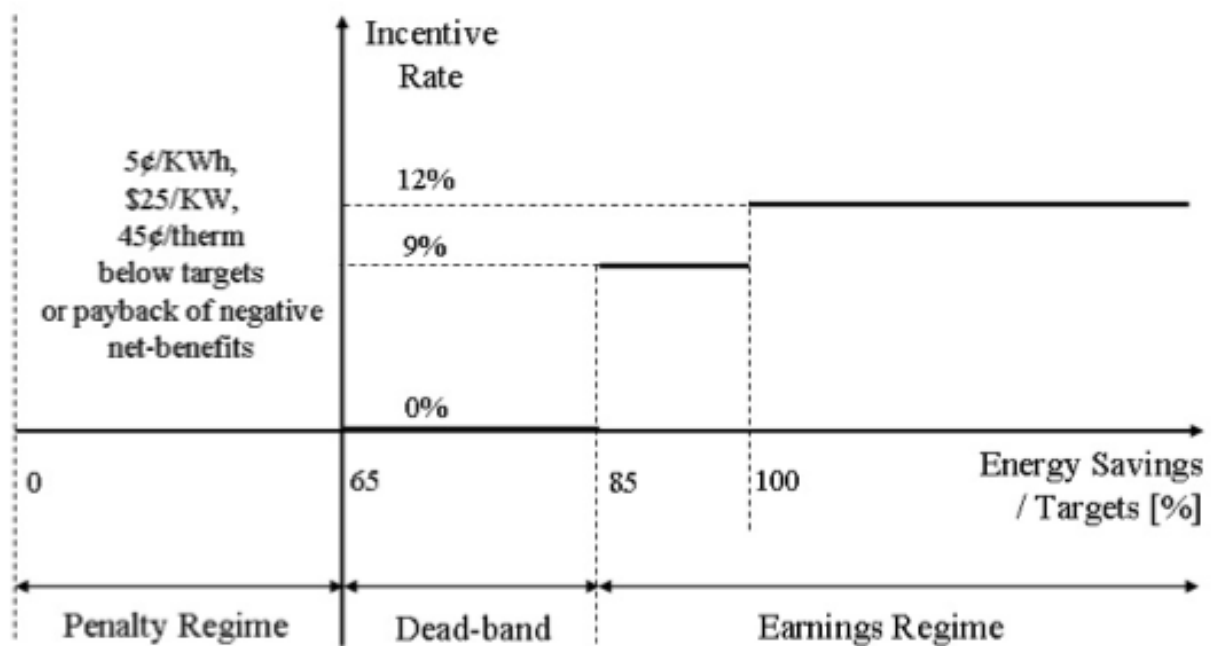


Abbildung 1: Im Jahr 2007 eingeführter Entkopplungsmechanismus. Je nach Zielerreichung (in %) der vereinbarten Effizienzziele verdient oder bezahlt das EVU [27].

Dieses komplizierte System wurde konzipiert, um sicherzustellen, dass die EVUs mehr für Effizienzmassnahmen ausgeben, ohne das Geld ihrer Kunden in fragwürdige Sparmassnahmen zu investieren [55]. Zusammen gaben die drei grössten privaten EVUs in Kalifornien zwischen 2000 und 2004 1.4 Milliarden Dollar für Energieeffizienzprogramme aus. In den Jahren 2000 und 2001 gaben sie jährlich mehr als 300 Millionen Dollar aus, im Jahr 2002 sanken die Ausgaben auf 227 Millionen Dollar. Danach steigen die Ausgaben für die Effizienzprogramme wieder: 279 Millionen Dollar im Jahr 2003 und 317 Millionen Dollar im Jahr 2004 [51].

3 Effektivität von Stromeffizienz-Massnahmen

Als erstes Beurteilungskriterium der Massnahmen wird die Effektivität betrachtet. In dieser Arbeit wird die Effektivität als die real erreichten Stromeinsparungen (in GWh/a oder kWh/cap) definiert. Zur Beantwortung der Frage: ‚Haben die Massnahmen eine Auswirkung auf den Stromverbrauch gehabt?‘ wurde die Abbildung 2 erstellt. Sie vergleichen den Pro-Kopf-Elektrizitätsverbrauch der Schweiz und der Städte Zürich (ewz), Basel (IWB) und Bern (ewb). Zu sehen ist, dass Basel-Stadt trotz der Lenkungsabgabe (seit 1999) einen hohen durchschnittlichen Pro-Kopf-Elektrizitätsverbrauch hat (kein direkter Effekt sichtbar). Dies wird vermutlich durch die Industrie in Basel verursacht (76% der Nachfrage in Basel, Schweizer Durchschnitt ist rund 60%), die beiden grössten Stromnachfrager vereinigen 22% der gesamten Stromnachfrage in Basel-Stadt auf sich [5]. Im Jahre 1990 hatte Zürich den höchsten Pro-Kopf-Energieverbrauch (7818 kWh/cap), doch der Zuwachs über den gesamten Betrachtungszeitraum waren in Bern und Basel grösser, im Jahre 2009 steht Bern mit 8814 kWh/cap an der ersten Stelle gefolgt von Basel mit 8451 kWh/cap (Zürich: 8041 kWh/cap). Ob dies daran liegt, dass Bern erst im Jahr 2010 einen Stromsparbonus eingeführt hat (im Gegensatz zu Basel und Zürich die schon länger Stromeffizienzmassnahmen durchführen) oder ob dies durch unbekannte externe Faktoren bestimmt ist, kann hier nur vermutet werden. Alle drei Städte haben aber heute einen höheren Pro-Kopf-Elektrizitätsverbrauch als im Schweizer Durchschnitt (im Jahr 2009 betrug dieser 7372 kWh/cap). Für den Energieverbrauch des Sektors Haushalt konnte durch ungenügende Datlage leider keine Pro-Kopf-Verbrauch-Analyse gemacht werden.

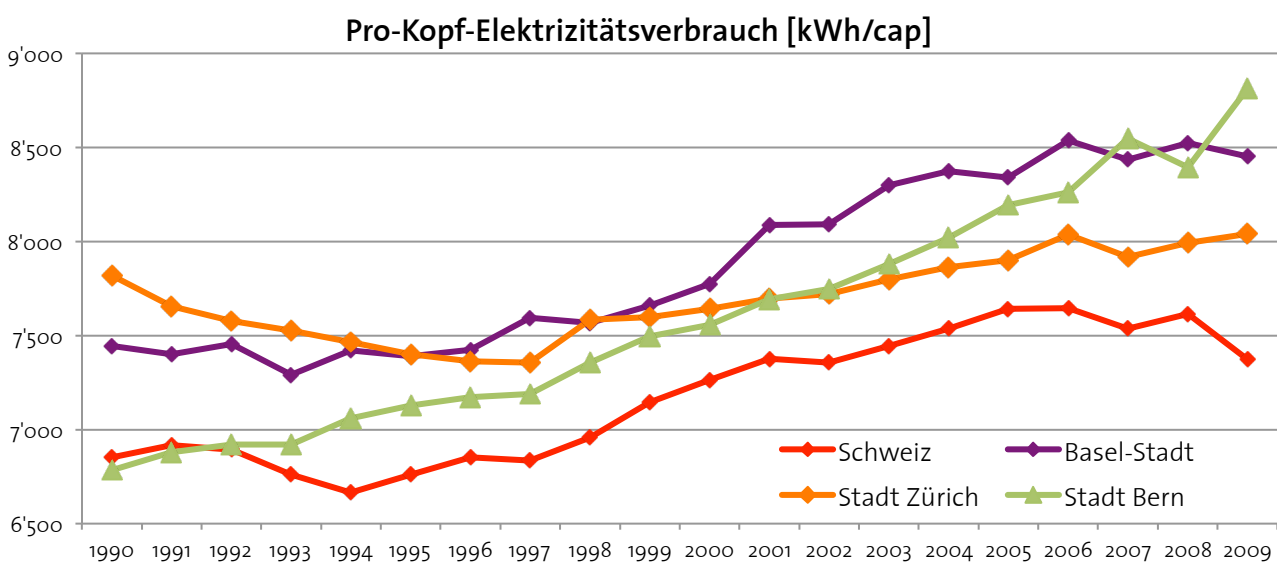


Abbildung 2: Pro-Kopf-Elektrizitätsverbrauch der Schweiz und von den Städten Zürich, Bern und Basel. Daten aus [15] und den Statistischen Ämtern Zürich, Bern und Basel.

Tabelle 7 zeigt eine Übersicht der real erreichten Stromsparwirkung der einzelnen Massnahmen die in Kapitel 2 vorgestellt wurden. Für die Massnahmen ‚Stromsparbonus der ewb‘, neue Effizienzvorschriften des Bundes und die Programme von S.A.F.E. waren leider keine Daten verfügbar. Bei Programmen, die während einem Jahr Massnahmen durchführen, die nicht nur in diesem Jahr zu Einsparungen führen, sondern über die ganze Lebensdauer der Massnahme (z.B. Förderung einer sparsamen Kaffeemaschine), wurden bei jeweiliger Datenverfügbarkeit die Erstjahreseinsparungen (an erster Stelle) und die Einsparungen über die Lebensdauer der Massnahme angegeben (an zweiter Stelle). In den nachfolgenden Unterkapiteln werden die einzelnen Massnahmen aus der Tabelle 7 der Reihe nach genauer untersucht.

Tabelle 7: Übersicht über die Stromeinsparungen der einzelnen Massnahmen. Bei Datenverfügbarkeit sind die Erstjahreseinsparungen (an erster Stelle) und die Einsparungen über die Lebensdauer der Massnahme angegeben (an zweiter Stelle).

Ausführung	Massnahme	Einsparungen in GWh/a	% des CH- Jahresverbrauchs	Bezugsjahr	
ewz					
	Stromsparfonds			2009	
	Ersatz von Kühlgeräten	0.19 / 2.86	0.00033 / 0.0050		
	Ersatz von Wäschetrocknern	0.20 / 2.94	0.00034 / 0.0051		
	Ersatz von Kaffeemaschinen	0.06 / 0.32	0.00011 / 0.0006		
	Effizienzbonus	17.5 (9.7)	0.031	2009	
	Seebeckenwärmeverbund	0.362 (+ 5.47 fossil)	0.0006		
Basel	Lenkungsabgabe	33-100	0.057 - 0.174	2003	
EnergieSchweiz	2009	162 (A) / 3'639 (B) 1306 (C) / 1611 (D) ¹	0.28 (A) / 6.3 (B) 2.27 (C) / 2.8 (D)	2009	
ProKilowatt	Wettbewerbliche Ausschreibungen	Projekte Programme	6.7 / 112 34.1 / 457	0.012/ 0.195 0.059 / 0.795	2010
Energieetikette		40 / 360	0.07/ 0.63	2003	
Kalifornien	Anreizregulierung	1200 / 17'000	≈0.032 / 0.45 % des US-Verbrauchs	2000	

¹ Für die Ausführung der Kategorien A-D siehe Tabelle 10.

3.1 Massnahmen des ewz

Die durch die Geräteförderungen des Stromsparfonds generierten Einsparungen im Jahre 2009 sind in Tabelle 8 zu sehen. Im Falle der Entscheidung beim Neukauf für ein effizientes Neugerät (A++-Gerät) anstatt einem durchschnittlichen ineffizientem Neugerät (C-Gerät) kann so über die realistische Lebensdauer 2.86, 2.94 und 0.32 GWh (Kühlgerät, Trockner und Kaffeemaschine) eingespart werden.

Tabelle 8: Stromeinsparwirkungen durch die Geräteförderung des Stromsparfonds.

	Kühlgeräte	Trockner	Kaffeemaschinen
A++ vs. F Klasse			
Einsparung Strom pro Jahr [kWh/a]	284.96	384.80	140.00
Anzahl geförderte Geräte im Jahr 2009	1'058	803	636
Im ersten Jahr eingesparter Strom [MWh]	301.49	308.99	89.04
Realistische Lebensdauer [a]	15	15	5
Stromeinsparung über die Lebensdauer [GWh]	4.52	4.63	0.45
A++vs. C Klasse			
Einsparung Strom pro Jahr [kWh/a]	179.97	244.40	100.00
Anzahl geförderte Geräte im Jahr 2009	1'058	803	636
Im ersten Jahr eingesparter Strom [MWh]	190.41	196.25	63.60
Realistische Lebensdauer [a]	15	15	5
Stromeinsparung über die Lebensdauer [GWh]	2.86	2.94	0.32

Durch die Seewasserverbunde im Zürcher Seebecken können Stromeinsparung durch Kühlung mit Seewasser in der Grösse von 148 MWh/a, 109 MWh/a und 105 MWh/a (Escherwiese, Fraumünster und Falkenstrasse) generiert werden. Zusammen sind dies 362 MWh pro Jahr oder 0.362 GWh pro Jahr. Zusätzlich werden auch fossile Brennstoffe eingespart: 1010 MWh/a, 2840 MWh/a und 1620 MWh/a (Escherwiese, Fraumünster und Falkenstrasse). Im Ganzen entspricht dies 5470 MWh/a [20].

Durch den Effizienzbonus erzielten Unternehmen mit einer Zielvereinbarung innerhalb der Stadt Zürich im Jahr 2008 eine stromseitige Massnahmenwirkung von 26 GWh Strom und eine wärmeseitige Massnahmenwirkung von 31 GWh. Dem Effizienzbonus dürfen davon 9.6 GWh Strom und 12.7 GWh Wärme als Wirkung angerechnet werden [36]. Im Jahre 2009 waren dies 17.5 GWh Strom und 8.6 GWh Wärme. Davon resultieren 9.7 GWh (oder 55%) dieser 17.5 GWh Strom aus Effizienzmassnahmen [32]. Die anteilmässige Anrechenbarkeit wurde wie in Tabelle 5 aufgeführt angenommen.

3.2 Lenkungsabgabe Basel-Stadt

Basierend auf einer groben Abschätzung der Wirkung des Stromsparfonds Basel (SFB) kann erwartet werden, dass der SFB langfristig einen zusätzlichen Anstieg des Niveaus der Stromnachfrage der Unternehmen und Haushalte zwischen 2.7% und 8.2% (bzw. 33 und 100 GWh/a) verhindern wird im Vergleich zu einer reinen Strompreissenkung. Der Stromverbrauch dürfte gemäss dieser Schätzung innerhalb der nächsten 10 Jahre durch den SFB (im Vergleich zum Referenzszenario) nur um 8% anstatt um 10% (bei einer angenommenen Preiselastizität von -0.1) bzw. nur um 6% statt um 14% (bei einer Preiselastizität von -0.3) zunehmen. Die längerfristigen Wirkungen sind damit als bedeutend einzustufen [5]. Der tatsächliche Anstieg zwischen 1999 und 2009 betrug in Basel-Stadt rund 8.2%. Daher wird die Einsparwirkung durch Marcus Diacon, Mitarbeiter der Abteilung Energie des Amts für Umwelt und Energie in Basel, eher auf 30-50 GWh geschätzt [19] (ein möglicher Grund dafür ist, dass die Strompreise im Mittel nicht erhöht wurden, siehe Kapitel 2.2.1). Dieses Potential könne aber durch eine mögliche Erhöhung der Lenkungsabgabe vergrössert werden.

Zudem wird durch die staatsquotenneutrale Lenkungsabgabe eine besondere Form der Wohlfahrtssteigerung ausgelöst: „Die Doppelte-Dividenden-Hypothese beschäftigt sich mit der Theorie einer aufkommensneutralen Steuerreform. Dabei geht man bei der ersten Dividende von der Annahme aus, dass Umweltsteuern eine Lenkungsfunktion haben und die Marktteilnehmer (Unternehmen und Konsumenten) zu einem umweltgerechten Verhalten bewegen und somit die Umweltqualität gesteigert wird. Da der Staat bei Aufkommensneutralität die eingewonnenen Steuern an die Marktteilnehmer zurückgibt (z. B. durch Senkung der Unternehmens- und Einkommensteuer, Senkung der Sozialabgaben) entsteht eine zweite Dividende. Dies liegt daran, dass jede Steuer bzw. Abgabe auch zu Verzerrungen im Markt führt“ [37].

In Falle der Lenkungsabgabe in Basel-Stadt führt die Lohnsummen-bezogene Rückerstattung dazu, dass der Wohlfahrtsverlust auf dem Arbeitsmarkt infolge der Lohnnebenkosten vermindert wird (neben der ersten Dividende des sparsameren Umgangs mit der Elektrizität). Die Lenkungsabgabe selbst führt nur zu einer geringen Wohlfahrtseinbusse bei den besteuerten Unternehmen und Haushalten, weil die Nachfrage relativ unelastisch ist und die Preiserhöhungen relativ gering sind [5].

3.3 Wirkung EnergieSchweiz

Im Jahr 2009 konnten durch die freiwilligen Massnahmen sowie durch die Förderaktivitäten auf kantonaler Ebene durch EnergieSchweiz insgesamt rund 2.97 PJ/a Brennstoffe, 0.39 PJ/a Treibstoffe sowie rund 0.58 PJ/a Elektrizität zusätzlich eingespart resp. durch erneuerbare Energieträger substituiert werden (siehe Tabelle 9) [16].

Tabelle 9: Zusätzliche energetische Wirkungen der freiwilligen und kantonal geförderter Massnahmen von EnergieSchweiz im Jahr 2009 [16].

Marktsektor		Treibstoffe [TJ/a]	Elektrizität [TJ/a]	Brennstoffe [TJ/a]	Totale Wirkungen [TJ/a]
Öffentliche Hand, Gebäude	Wirkungen total	205	405	1'615	2'225
	Freiwillige Massnahmen	205	345	1'315	1'865
	Kant. geförderte Massnahmen	0	60	305	365
Wirtschaft	Wirkungen total	25	300	105	430
	Freiwillige Massnahmen	25	300	105	430
	Kant. geförderte Massnahmen	-	-	-	0
Mobilität	Wirkungen total	190	0	0	190
	Freiwillige Massnahmen	190	0	0	190
	Kant. geförderte Massnahmen	0	0	0	0
Erneuerbare Energien	Wirkungen total	0	30	1'510	1'540
	Freiwillige Massnahmen	0	20	400	420
	Kant. geförderte Massnahmen	0	15	1'110	1'125
Doppelzählungen	Total	-30	-150	-260	-440
Total EnergieSchweiz	Wirkungen total	385	585	2'970	3'940
	Davon Kant. geförderte Massnahmen	0	75	1'415	1'490

Für diese Arbeit relevant ist vor allem die zweite Spalte in Tabelle 9 (Elektrizität). Gesamthaft wurde durch EnergieSchweiz im Jahr 2009 585 TJ Elektrizität durch zusätzliche Massnahmen eingespart, was etwa 0.1625 TWh (oder 162 GWh) und 0.28% am Endelektrizitätsverbrauch ausmacht (Betrachtungsweise A).

Die Wirkung der Massnahmen, die im Jahr 2009 unter EnergieSchweiz ergriffen worden sind, über die gesamte Lebensdauer kann auf eine Grössenordnung von rund 83 PJ geschätzt werden (siehe Abbildung 3). Der grösste Teil dieser Wirkungen machen dabei die Effizienzmassnahmen bei Brennstoffen aus, weil in diesem Bereich zu einem grossen Teil in Massnahmen mit einer vergleichsweise hohen Lebensdauer investiert wird. Im Bereich Elektrizität sind es noch 13.1 PJ (Einsparungswirkung über die Lebensdauer elektrisch [PJ], entspricht etwa 3'639GWh und 6.3% des Endverbrauchs, Betrachtungsweise B).

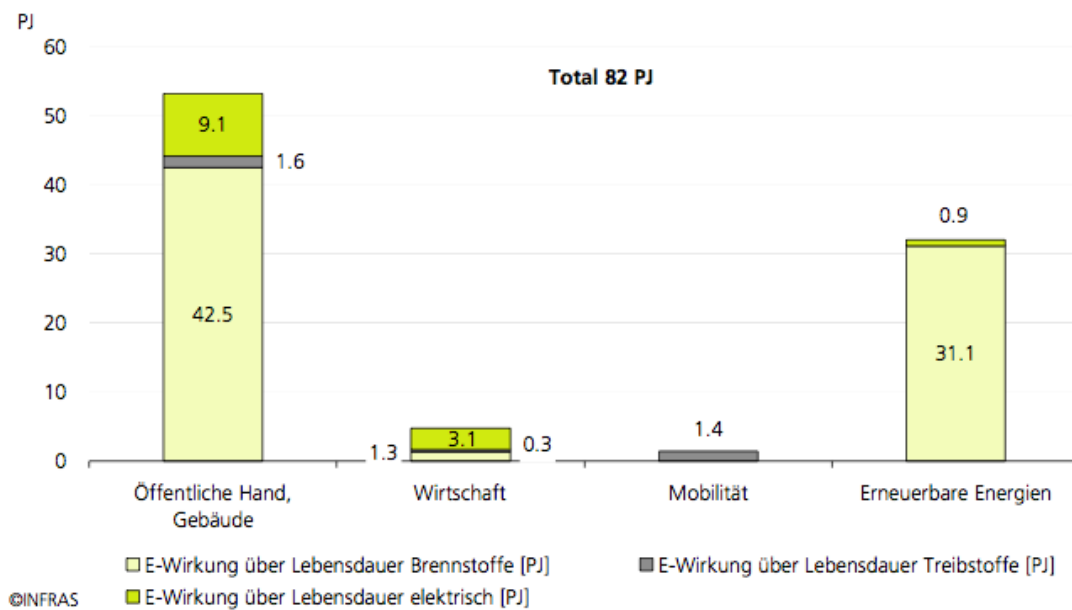


Abbildung 3: Erwartete energetische Wirkungen der im Jahr 2009 unter EnergieSchweiz durchgeführten freiwilligen Massnahmen, prospektiv kumuliert über die gesamte Wirkungskdauer [16].

Zudem gibt es in der Wirkungsanalyse des EnergieSchweiz Programms zwei weitere Betrachtungsarten der Wirkungsaggregation (C und D). Tabelle 10 zeigt alle Betrachtungsweisen und deren Wirkung in den Jahren 2008 und 2009.

Tabelle 10: Die verschiedenen Betrachtungsweisen der Wirkungsaggregation des EnergieSchweiz Programms. Hier werden nur die elektrischen Einsparungen betrachtet.

	Art der Wirkungsaggregation	Wirkung [PJ]		Wirkung [GWh]	
		2008	2009	2008	2009
A	Zusätzliche Wirkungen durch im Jahr 2009 durchgeführte Massnahmen	0.5	0.58	139	162
B	Zusätzliche Wirkungen durch im Jahr 2009 durchgeführte Massnahmen, kumuliert über die gesamte Wirkungskdauer.	11.15	13.1	3097	3639
C	Energieeinsparungen im Berichtsjahr 2009 inklusive anhaltende Wirkungen, der in den acht Jahren von EnergieSchweiz ausgelösten energetischen Wirkungen der freiwilligen Massnahmen.	3.9	4.7	1038	1306
D	Anhaltende Energieeinsparungen auf Grund der freiwilligen Massnahmen inklusive anhaltende Wirkungen der unter Energie 2000 ausgelösten und grösstenteils von EnergieSchweiz weitergeführten Massnahmen.	5.4	5.8 ²	1500	1611

² Geschätzt, da im BFE-Bericht 2009 nur die Gesamtenergieeinsparungen ausgewiesen werden (36 PJ). Dies entspricht einer Steigerung gegenüber 2008 von 7%. Annahme: die elektrischen Einsparungen steigern sich auch um 7%.

Im Speziellen wurde Anfang 2005 eine Evaluation der Energieetikette mit folgenden Ergebnissen durchgeführt: Gesamthaft werden die der Einführung der Energieetikette zurechenbare Einsparung bei den Lampen und Haushaltgeräten auf gut 140 TJ pro Jahr ($144\text{TJ/a} = 40\text{ GWh/a}$) im Jahr 2003 geschätzt. Die mit Abstand grösste Wirkung wird bei den Lampen mit knapp 114 TJ/a erzielt (siehe Abbildung 4). Bei den Haushaltgeräten wird die Wirkung auf knapp 30 TJ/a geschätzt. Die grösste Wirkung wird dabei bei den Kühlschränken mit 14.2 TJ/a erzielt. Bei den Tiefkühlgeräten wird die Wirkung auf gut 7.9 TJ/a geschätzt. Bei den Waschmaschinen und bei den Geschirrspülern ist noch mit Einsparungen in der Grössenordnung von 4.5 bzw. 3.4 TJ/a zu rechnen. Bei den Wäschetrocknern resultiert eine energetische Wirkung von etwa 1 TJ/a [7].

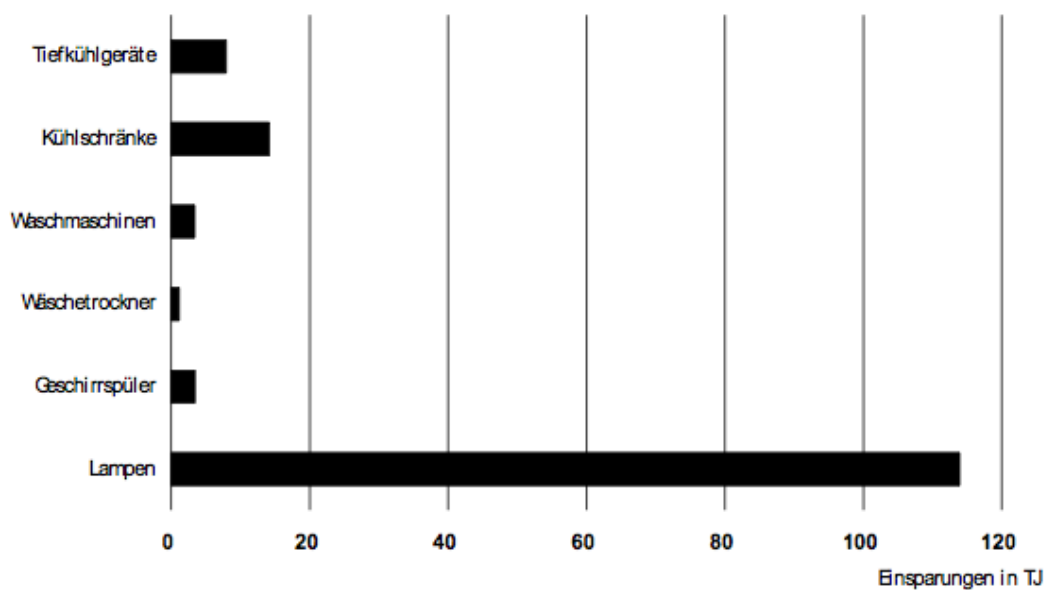


Abbildung 4: Abschätzung der Einsparungen aufgrund der Energieetikette bei den im Jahr 2003 neu verkauften Haushaltgeräten und Lampen in TJ pro Jahr [7].

Die Einsparungen der im Jahr 2003 verkauften energieeffizienten Geräte und Lampen über deren Lebensdauer wird gesamthaft auf eine Grössenordnung von 1300 TJ ($1295\text{ TJ} = 360\text{ GWh/a}$, siehe Abbildung 5) geschätzt. Die Lampen weisen auch bei dieser Betrachtung mit gut 900 TJ die grösste Einsparung auf (911 TJ). Die Haushaltgeräte insgesamt kommen auf 384 TJ. Die grösste Einsparung erfolgt dabei bei den Kühlschränken (170 TJ), gefolgt von den Tiefkühlgeräten (95 TJ) und den Waschmaschinen (68 TJ) [7].

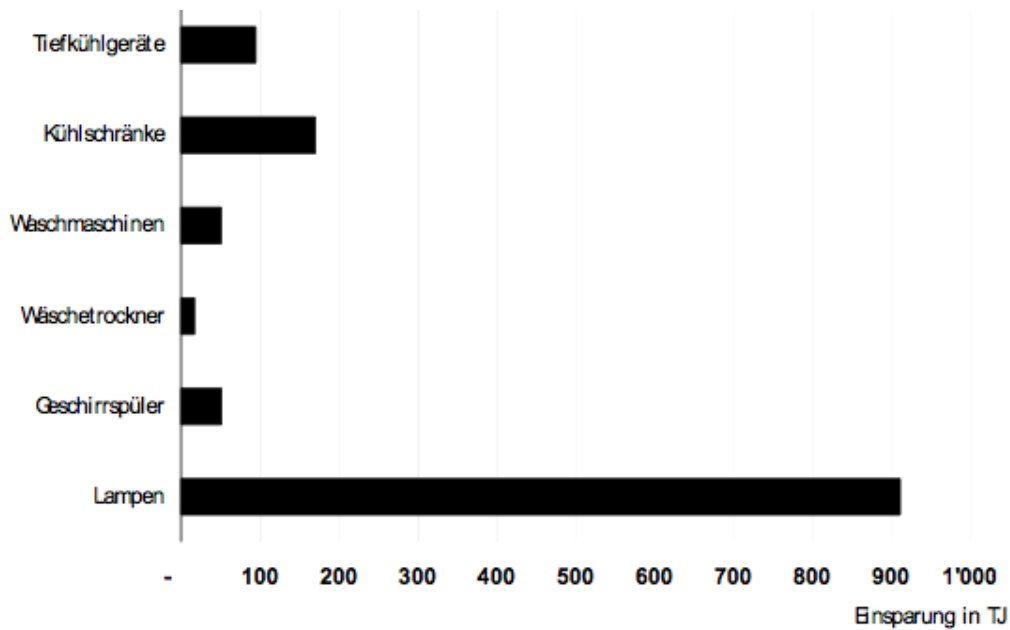


Abbildung 5: Abschätzung der Einsparungen aufgrund der Energieetikette bei den im Jahr 2003 neu verkauften Haushaltgeräte und Lampen über die Lebensdauer [7].

Durch die „Wettbewerbliche Ausschreibungen“ von ProKilowatt konnten in ihrem ersten Jahr (2010) 34.1 GWh/a bzw. 6.7 GWh/a für Programme bzw. Projekte und 457 GWh bzw. 112 GWh über die Lebensdauer der Massnahme an Elektrizität eingespart werden [48].

3.4 Anreiz-Regulierungen in Kalifornien

Der Pro-Kopf-Elektrizitätsverbrauch in Kalifornien stieg zwischen den Jahren 1974 und 2001 kaum an, im Vergleich zu einem Anstieg von fast 50% im Rest des Landes (siehe Abbildung 6). Kaliforniens Pro-Kopf-Elektrizitätsverbrauch war im Jahre 2001 sogar 40% unter dem nationalen Durchschnitt. Wenn der Pro-Kopf Verbrauch in Kalifornien seit 1975 mit der gleichen Rate wie im Rest des Landes gewachsen wäre, hätte Kalifornien ungefähr 50 zusätzliche mittelgrosse Kraftwerke à je 500 MW bauen müssen [52].

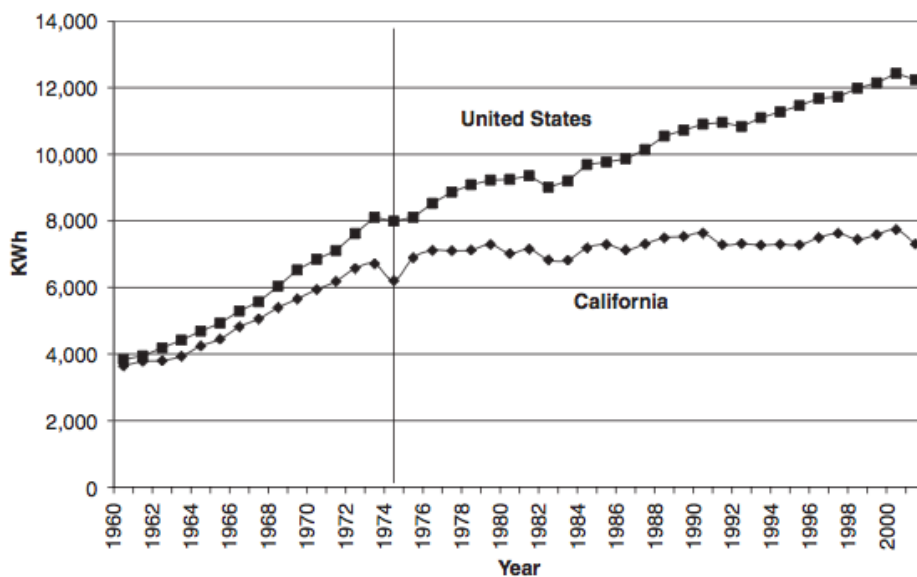


Abbildung 6: Vergleich des Pro-Kopf-Elektrizitätsverbrauch in Kalifornien und der USA [30].

In Abbildung 7 sind die gesamten Elektrizitätseinsparungen zwischen 1975-2000 zu sehen. Die Einsparprogramme von EVUs erreichten im Jahr 2000 17 TWh/a, was 7% des gesamten Konsums von Kalifornien entspricht. Gesetzliche Standards für den Baubereich und Elektrogeräte führten zu weiteren Einsparungen von 18 TWh/a im Jahr 2000. So konnten im Jahr 2000 insgesamt 35 TWh oder 14% des Endverbrauchs an Elektrizität eingespart werden. Im Jahr 2003 wurden sogar eine noch höhere Einsparwirkung als im Jahr 2000 erreicht, es wurden sogar knapp 40 TWh an gespartem Strom erreicht [52].

Abbildung 8 zeigt die Erstjahreseinsparungen in GWh der drei Sektoren (Residential, Non-Residential und Construction). Im Jahr 2004 wurden mit 1'843 GWh die grössten Erstjahreseinsparungen gemacht, im Jahre 2002 wurden hingegen die tiefsten Erstjahreseinsparungen gemacht (1'024 GWh). Für alle Programmjahre ausser im Jahr 2004 machten die Effizienzprogramme im Non-Residential Sektor die grössten Erstjahreseinsparungen aus. Im Jahr 2004

machte der Residential-Sektor durch die Effizienzprogramme die grössten Einsparungen aus. Diese Veränderung wurde wahrscheinlich durch einen signifikanten Anstieg von Einsparungen durch Beleuchtung im Haushaltssektor hervorgerufen. Die im Jahr 2004 gemachten Erstjahres-einsparungen von 1'843 GWh entsprechen ungefähr 1% der Energieverkäufe der EVUs im Jahr 2004 in Kalifornien (in der Übersichts-Tabelle 7 wurden jedoch die Zahlen vom Jahr 2000 benutzt).

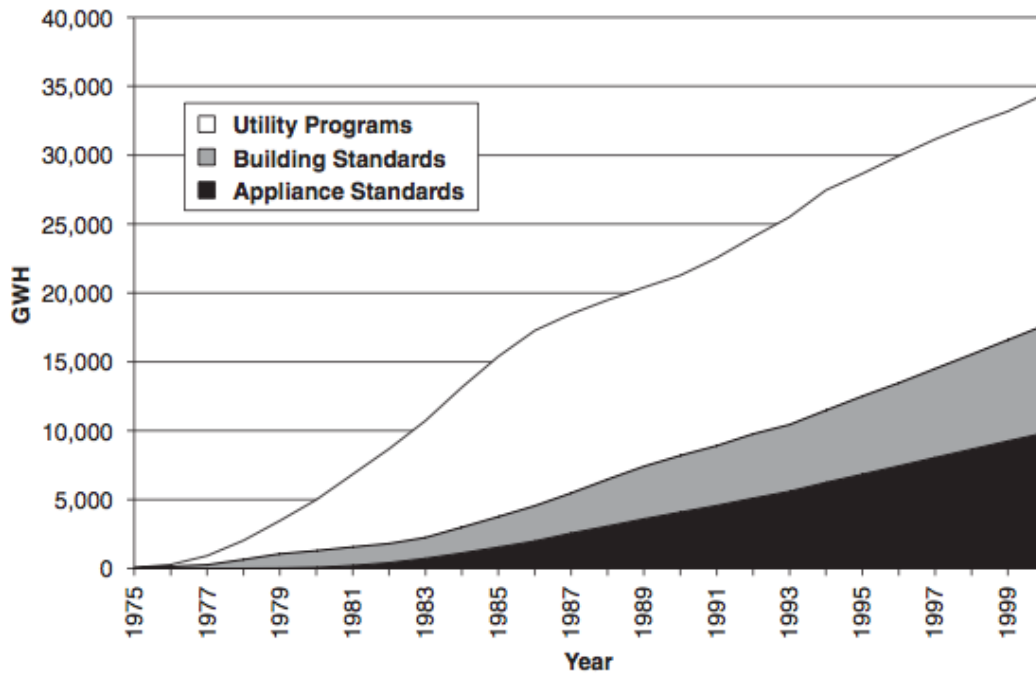


Abbildung 7: Elektrizitätseinsparungen durch die Programme der EVUs, Standards für Bauten und Standards für Elektrogeräte in Kalifornien [30].



Abbildung 8: Erstjahreseinsparungen (GWh/a) zwischen 2000 und 2004 durch die Effizienzprogramme der kalifornischen EVUs [51].

4 Praktikabilität bei der Umsetzung der Massnahmen

Als zweites Beurteilungskriterium wird die Umsetzbarkeit bzw. die Praktikabilität diskutiert. Die Praktikabilität der vorgestellten Massnahmen wird hier unter den folgenden Aspekten diskutiert:

- Administrationsaufwand für Kommunen/Kantone oder EVUs
- Aufwand für Kunden
- Politische Akzeptanz

In den folgenden Unterkapiteln wird die Praktikabilität in der gleichen Reihenfolge wie in der Übersicht im Kapitel 2 besprochen.

4.1 Massnahmen des ewz

Das ewz weist für den Stromsparfonds Ausgaben von CHF 2'278.- für die Verwaltung im Jahr 2009 aus, dies ist sehr gering und entspricht 0.04 % der gesamten Fördermittel des Stromsparfonds im Jahr 2009. Zudem kommt aber der Bearbeitungsaufwand für die Gesuchsbehandlung im Jahr 2009 von gut CHF 920'000.- CHF (diese Kosten werden derzeit nicht dem Stromsparfonds belastet sondern durch ewz getragen) dazu [23]. Dies entspricht 14% der Fördermittel im Jahr 2009.

Für den Effizienzbonus wird nur rund ein Viertel des Stromsparfonds als administrativen Aufwand benötigt mit rund CHF 230'000.-. Dies entspricht 1-2% der geförderten Summe [39].

4.2 Stromsparbonus der ewb

Der Stromsparbonus der ewb zeichnet sich durch ein sehr einfaches System für den Kunden aus, der kaum einen Aufwand hat. Daher ist aber die Information des Kunden sehr wichtig. Der sogenannte ‚Stromsparparcours‘ vermittelt dies sehr witzig und kreativ. Die Einführung des Instruments verursachte rund 30 Personentage an Arbeit und der laufende Aufwand für die Kontrolle der Auszahlungen und weitere Begleitmassnahmen beträgt 60 Personentage an Arbeit pro Jahr [43]. Unter Annahme von internen Kosten von rund CHF 800.- pro Arbeitstag und Person ergeben dies bei 60 Personentagen relativ geringe Kosten von rund CHF 48'000.- für das EVU.

4.3 Lenkungsabgabe Basel-Stadt

Der Stromsparfonds Basel (SFB) stellt vollzugsseitig keine Probleme dar. Das Modell (Abgabebhebung, Rückverteilung, Befreiung und Rückerstattung) ist einfach und transparent und kann mit geringem Aufwand vollzogen werden [19]. Der Vollzugsaufwand liegt bei rund 2% des umgesetzten Abgabevolumens. Er ist somit vergleichsweise gering [5]. Ein weiterer Vorteil der Lenkungsabgabe ist, dass der administrative Aufwand unabhängig von der Höhe der Lenkungsabgabe und somit auch unabhängig vom erreichten Stromspareffekt ist.

Der politische Widerstand war gering: „Der Grosse Rat des Kantons Basel-Stadt hat am 9. September 1998 ein neues Energiegesetz (EnG) mit grossem Mehr gegen sieben Stimmen gutgeheissen.“ [2] Der politische Widerstand war auch deshalb so gering, da der Strompreis sozusagen gleich blieb, weil ohne die Einführung der Lenkungsabgabe sowieso ein Bonus gewährt werden musste [19].

Die Erfahrungen wurden in einem Evaluationsbericht für den Bund zusammen getragen (siehe [5]). Zusammengefasst lässt sich sagen: „Die Basler Baudirektorin Barbara Schneider legte zum Schluss Wert darauf, dass die Lenkungsabgabe nicht die einzige energiepolitische Massnahme in Basel sei, dass sie aber ein wichtiges Zahnrad im Getriebe der Basler Energiepolitik darstelle. Wichtig sei auch, dass man die Vorbehalte und Ängste der Gegner des Stromsparfonds widerlegen konnte. Die Evaluation zeige deutlich, dass das Modell bei der Bevölkerung und den Unternehmen eine hohe Akzeptanz geniesse, dass das langfristige Potenzial zur Minderung des Stromverbrauchs beträchtlich sei und dass man ein optimales Kosten-Nutzen Verhältnis erreiche. Man wisse nun aber auch, dass es nötig sei, die Mechanismen des Systems noch besser zu kommunizieren.“ [6].

In Bern wurde im Jahr 2010 hingegen die Lenkungsabgabe aus der Revision des kantonalen Energiegesetzes gestrichen (81:67 Stimmen bei 3 Enthaltungen): „Eine geplante Lenkungsabgabe auf Strom hatte aber im Kantonsparlament keine Chance. Die von der Regierung vorgeschlagene Lenkungsabgabe von 3 bis 9 Rappen pro Kilowattstunde auf Strom stiess am Mittwoch bei den Bürgerlichen auf harsche Kritik. Sie sei eine zusätzliche Steuer, die vor allem die energieintensive Wirtschaft belasten werde, war der Tenor. Dies werde auch Arbeitsplätze kosten“ [3].

4.4 EnergieSchweiz

Aus [16] lässt sich für das Programm EnergieSchweiz herauslesen, dass 5.5 Mio. CHF für Leitung, Controlling sowie Aus- und Weiterbildung verwendet wurden. Dies entspricht 5.19% der 106 Millionen die im Jahr 2009 für EnergieSchweiz ausgegeben wurde.

4.5 Anreizregulierung in Kalifornien

Das Instrument ‚Decoupling‘ baut in Kalifornien auf ein kompliziertes System auf, daher ist der Administrationsaufwand für EVUs und Staat hoch. Die Kalifornier haben aber inzwischen fast 30 Jahre Erfahrung mit diesem Instrument. Dies ist auch durch die Steigerung der Kosteneffizienz ersichtlich (siehe Abbildung 11, von 1.8-4.5 \$ Cent/kWh im Jahr 2001 auf 1.1-1.8 \$ Cent/kWh im Jahr 2004). Dies lässt sich aber nicht direkt auf die Schweiz übertragen, da hier auch die Umstände und Randbedingungen des Strommarktes eine Rolle spielen (z.B. die Liberalisierung).

Die BFE-Studie ‚Wirkung und Potenzial der Netzpreisregulierung für die Förderung der Stromeffizienz‘ aus dem Jahr 2009 [14] fassen die Erfahrungen mit dem Decoupling-Ansatz folgendermassen zusammen:

Positiv:	Negativ:
<ul style="list-style-type: none">– Bis jetzt sind in den US Bundesstaaten nur gute Erfahrungen gemacht worden. Im Bundesstaat Kalifornien blieb der Pro-Kopf-Energieverbrauch der letzten 30 Jahre in etwa konstant, wohingegen der Pro-Kopf-Energieverbrauch der USA um 50% zugenommen hat (www.cpuc.ca.gov).– Der Decoupling-Ansatz bringt Unternehmens- und Kundeninteressen näher und fördert den ökonomischen wie ökologischen Umgang mit der Energie. Auch erhöht die Konstanz und Preisregulierung dieses Anreizsystems die Investitionssicherheit für Investoren.	<ul style="list-style-type: none">– Einzelne Konsumentenorganisationen haben dahingehend Bedenken geäussert, dass Decoupling zu Preiserhöhungen führen könnte. Bisher haben sich jedoch in den US Bundestaaten mit einem Decoupling-Ansatz die Preise nicht signifikant erhöht.– Rebound-Effekte, die sich ergeben, wenn tiefere Preise aufgrund einer sinkenden Nachfrage infolge von Effizienzanstrengungen zu einem höheren Konsum führen. Und damit die Effizienzgewinne teilweise kompensieren. Studien gehen davon aus, dass 25– 35% der Effizienzgewinne durch Rebound-Effekte kompensiert werden.

5 Kosteneffizienz von Stromeffizienz-Massnahmen

Dieses Kapitel behandelt das dritte und letzte Beurteilungskriterium, die Kosteneffizienz. In Unterkapitel 5.1 werden die Kosten-Nutzen-Verhältnisse der im Kapitel 2 vorgestellten Massnahmen beurteilt. Im Unterkapitel 5.2 werden die einzelnen Massnahmen des Stromsparfonds des ewz genauer betrachtet.

5.1 Vergleich der Effizienz zwischen den Massnahmen

In diesem Kapitel sollen die verschiedenen Massnahmentypen anhand ihrer Kosteneffizienz (Kosten-Nutzen-Relation z.B. in Rappen/kWh) verglichen werden. In Tabelle 11 sind die Ergebnisse zusammengefasst. In den folgenden Unterkapiteln werden die Massnahmen einzeln besprochen.

Tabelle 11: Übersicht über die Kosten-Effizienz von einzelnen Massnahmen. Zuunterst die Kosten für je eine Kilowattstunde Strom für den Endkunden als Vergleich.

Ausführung	Massnahme	Kosteneffizienz in [Rappen/kWh]	Bezugsjahr
ewz	Stromsparfonds		2009
	Ersatz von Kühlgeräten	7.00 / 9.45 ³	
	Ersatz von Wäschetrocknern	8.77 / 11.83 ³	
	Ersatz von Kaffeemaschinen	17.71 / 19.89 ³	
	Gewichteter Durchschnitt	9.05 / 11.78 ³	
	Effizienzbonus	10	2008
	Seebeckenwärmeverbund	1.78	2010
Basel	Lenkungsabgabe	1.2-3.7	2003
EnergieSchweiz	2009	0.5 / 0.6 / 9.6	
ProKilowatt	Wettbewerbliche Projekte	2.3	2010
	Ausschreibungen Programme	1.4	
Energieetikette		0.3-0.4	2003
Kalifornien	Anreizregulierung	1.1-1.8 (hier \$ Cent/kWh)	2000
CH-Stromgestehungskosten		12.00	
ewz	naturepower	Hochtarif	19.98
		Niedertarif	10.26
		Durchschnitt	14.43

³ Annahmen: Effizientes Neugerät im Vergleich mit ineffizientem Neugerät mit realistischer Lebensdauer. Die erste Zahl bezeichnet je das Resultat aus der ersten Methode, die zweite das aus der zweiten Methode (siehe Kapitel 5.2)

5.1.1 Massnahmen des ewz

Abbildung 9 zeigt übersichtlich die Kosteneffizienz der Geräteförderung (mit realistischer Lebensdauer gerechnet) aus dem Stromsparfonds und die Kosteneffizienz des Seebeckenwärmeverbundes und dem Effizienzbonus im Vergleich mit den Strompreisen der naturepower Kategorie des ewz und den durchschnittlichen Stromgestehungskosten in der Schweiz. Diese durchschnittlichen Gestehungskosten wurden durch die Addition von Produktionskosten (5 Rp./kWh für Strom aus Atom und 7 Rp./kWh für Strom aus Wasserkraft, Mix von 40/60%) und Netzkosten (7 Rp./kWh) berechnet. Von dieser Summe wurde anschliessend ein Profitfaktor von 9% abgezogen. Ersichtlich ist, dass alle Massnahmen im Vergleich mit dem Durchschnitt des Strompreises tiefer liegen. Auch im Vergleich zu den durchschnittlichen Gestehungskosten liegen alle betrachteten Massnahmen der ewz darunter, einige tief darunter, andere nur knapp. Auf die Kosteneffizienz der Förderung von einzelnen Gerätegruppen wird im Kapitel 5.2 genauer eingegangen. Die Gewichtung bei der Durchschnittsbildung der Geräteförderung erfolgte aufgrund der Höhe der Fördermittel im Jahr 2009 (Kühlgeräte: 39%, Trockner: 50%, Kaffeemaschinen: 11%). Verglichen wurde mit einem ineffizienten Neugerät und realistischen Lebensdauern.

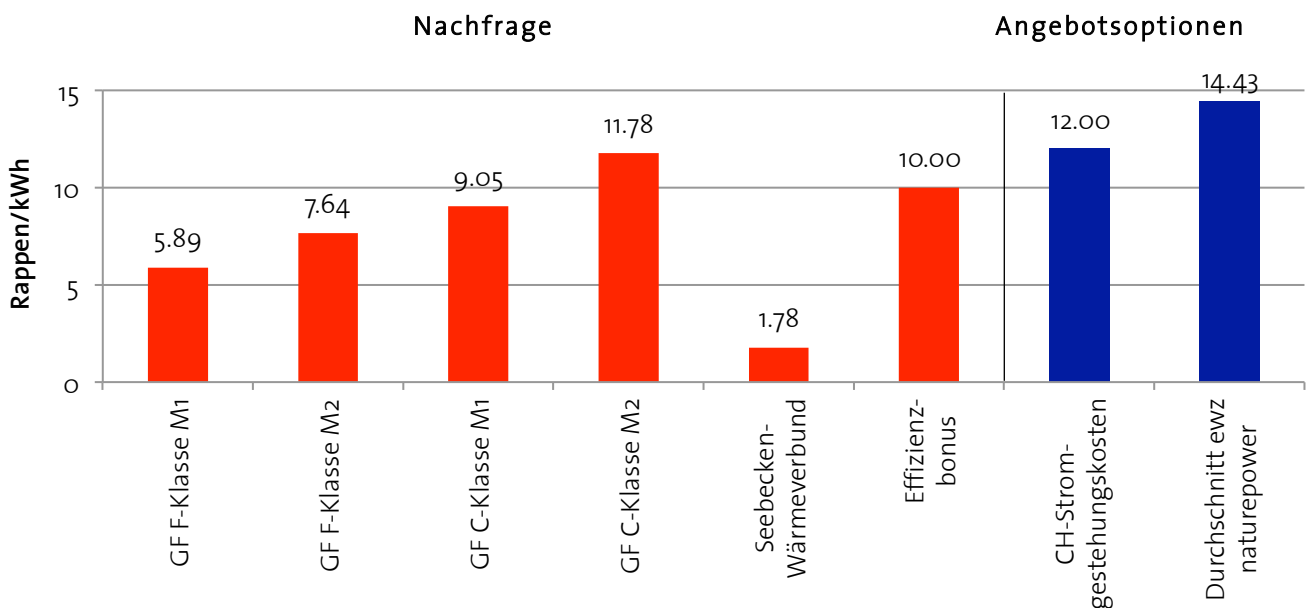


Abbildung 9: Durchschnittspreis der Geräteförderung (GF) durch den Stromsparfonds durch Methode 1 (M1) und Methode 2 (M2), je für den Vergleich eines A⁺-Gerätes mit einem alten Gerät (F-Klasse) und einem ineffizienten Neugerät (C-Klasse), Kosteneffizienz des Seebeckenwärmeverbunds und des Effizienzbonus im Vergleich zu den durchschnittlichen Gestehungskosten in der Schweiz und dem Durchschnittspreis für ewz naturepower Strom.

Stromsparfonds

Für die Berechnung der Kosteneffizienz der einzelnen Massnahmen des Stromsparfonds siehe Kapitel 5.2. Dort werden die einzelnen Förderbereiche des Stromsparfonds getrennt untersucht.

Effizienzbonus

Zur Ermittlung des Kosten-/Nutzenverhältnisses wird die dem Effizienzbonus anrechenbare energetische Gesamtwirkung mit dem monetären Gesamtaufwand für den Effizienzbonus über die Zielvereinbarungs-Laufdauer von 10 Jahren verglichen. Bei einer linearen Betrachtung über die Wirkung aller Zielvereinbarungen beträgt die Einsparung während der 10-jährigen Laufzeit 55 Jahresspartranchen oder Einsparpakete à rund 22 GWh/a (9.6 GWh Strom und 12.7 GWh Wärme) Das sind total 1'210 GWh. Dafür werden während 10 Jahren rund CHF 12 Mio./a Effizienzbonus, also rund CHF 120 Mio., ausgeschüttet. Die Kosten pro eingesparte Kilowattstunde Energie (Strom und Wärme) belaufen sich auf knapp 10 Rappen/kWh. Die Genauigkeit dieser Aussage darf aufgrund der Dynamik des Prozesses der nicht berücksichtigten Abdiskontierung und der Nichtlinearität in der Praxis mit $\pm 20\%$ angenommen werden [36]. Dabei muss hier beachtet werden, dass diese Kosteneffizienz von 10 Rappen/kWh aus den Einsparungen für Strom und Wärmemassnahmen errechnet wurde. Die Förderbeiträge werden nicht getrennt nach wärme- und stromseitigen Massnahmen ausgewiesen.

5.1.2 Lenkungsabgabe Basel-Stadt

Die Kosteneffizienz der Lenkungsabgabe im Kanton Basel-Stadt kann relativ einfach berechnet werden (siehe Tabelle 12). Das langfristige Einsparpotential liegt zwischen 33 und 100 GWh pro Jahr [5] und die Vollzugskosten betragen in einem normalen Jahr etwa 1.05 Mio. CHF (Kosten beim SFB und der IWB). Wenn man die Kosten der Betriebe für das Ausfüllen der Bonusformulare dazuzählt, resultieren Kosten von 1.2 Mio. CHF pro Jahr [5]. Die Verwaltungskosten des SFB für die Lenkungsabgabe und den Bonus werden aus den Zinserträgen des Stromsparmögens gedeckt. Zinserträge fallen an, weil die im aktuellen Jahr erhobenen Lenkungsabgaben dazu dienen, den Bonus des nächsten Jahres auszurichten. In der Zwischenzeit wird das Geld zinstragend angelegt. Die Massnahme finanziert sich sozusagen fast selbst. Dies führt zu einer sehr schlanken Massnahme.

Tabelle 12: Kosteneffizienzrechnung für die Lenkungsabgabe im Kanton Basel-Stadt [5].

Einsparung pro Jahr [GWh]	Vollzugskosten [CHF]	Kosteneffizienz [Rappen/kWh]
33	1'050'000.-	3.2
100	1'050'000.-	1.1
33	1'200'000.-	3.7
100	1'200'000.-	1.2

5.1.3 EnergieSchweiz

In der Wirkungsanalyse EnergieSchweiz [11 und 16] werden jeweils drei verschiedene Kosten-Wirksamkeitsbetrachtungen berechnet:

1. **K/N Mittel eCH:** Die eingesetzten Mittel von EnergieSchweiz werden den gesamten energetischen Wirkungen über die Lebensdauer gegenübergestellt.
2. **K/N Mittel eCH und Kantone:** Die eingesetzten Mittel der öffentlichen Hand (Mittel EnergieSchweiz und Fördermittel Kantone) werden den gesamten energetischen Wirkungen über die Lebensdauer gegenübergestellt.
3. **K/N Gesamtmittel:** Die total eingesetzten Mittel von Bund, Kantonen und Umsetzern sowie die geschätzten ausgelösten Investitionen und Ausgaben (inkl. zusätzliche Zins-, Betriebs- und Unterhaltskosten über die Lebensdauer der Anlage) der Zielgruppen werden den gesamten energetischen Wirkungen über die Lebensdauer der Massnahmen gegenübergestellt.

In Abbildung 10 ist ersichtlich, dass sich die gewichteten Kosten-Wirksamkeiten je nach Marktsektor und Betrachtungsweise z.T. erheblich unterscheiden. Die durchschnittliche Kosten-Wirksamkeit für die Mittel von EnergieSchweiz (Betrachtung 1) verbesserte sich im Jahr 2009 im Vergleich zum Jahr 2008 mit einem Wert von 0.09 Rp./kWh um 6%. In den Marktsektoren Öffentliche Hand, Mobilität und Erneuerbare Energie nahm die Kosten pro erzielte Wirkung ebenso ab. Im Sektor Wirtschaft hat sich die Kosten-Wirksamkeit hingegen verschlechtert (+124%), was auf die deutlich gesunkene zusätzliche Wirkung des Energiemodells der EnAW zurückzuführen ist. Die beste Kosteneffizienz erzielte mit 0.04 Rp./kWh der Sektor Öffentliche Hand und Gebäude. Im Sektor Mobilität ist die Kosteneffizienz 16 Mal tiefer (0.64 Rp./kWh). [16].

Die gewichtete Kosten-Wirksamkeit der Gesamtmittel (Betrachtung 3: 9.6 Rp./kWh) hat sich im Jahr 2009 im Vergleich zum Jahr 2008 leicht verschlechtert (+11%). Grund dafür ist die schlechtere Kosteneffizienz in den Sektoren Öffentliche Hand und Gebäude (+5%), Wirtschaft (+132%) und Mobilität (+28%). Im Sektor Erneuerbare Energie hat sich die Kosteneffizienz über die Gesamtmittel hingegen leicht verbessert (-1%) [16]. Auch hier muss beachtet werden, dass diese Berechnungen nicht nur stromseitige Massnahmen berücksichtigen, sondern alle durch EnergieSchweiz getätigte Massnahmen.

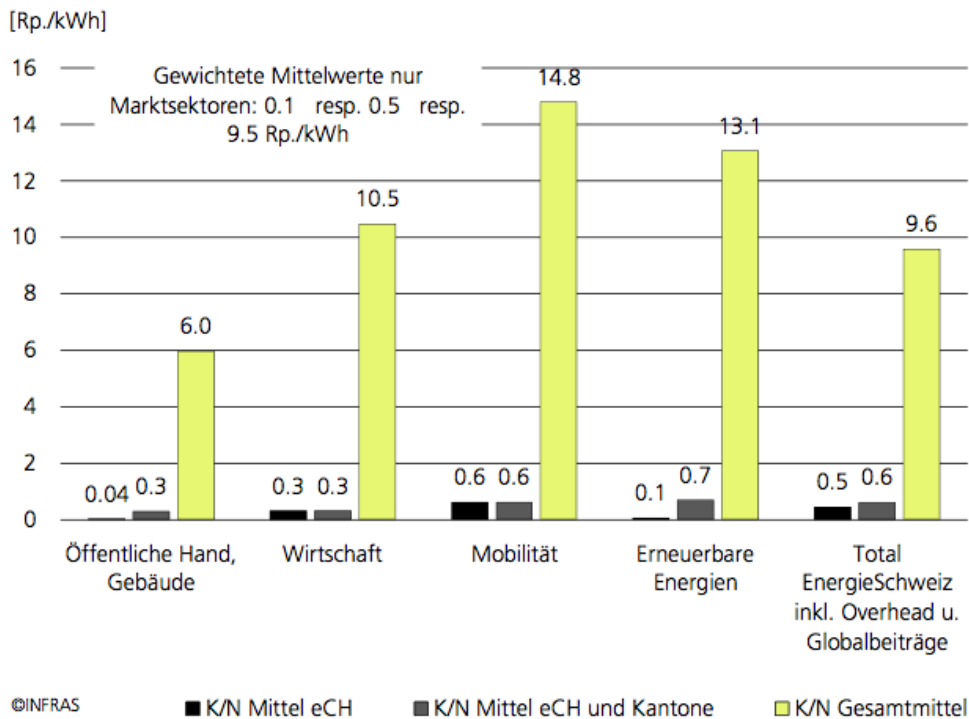


Abbildung 10: Grobschätzung der Kosten-Wirksamkeit der Marktsektoren (Öffentliche Hand und Gebäude, Wirtschaft, Mobilität und erneuerbare Energien) [16].

Wettbewerbliche Ausschreibungen (ProKilowatt):

Die Wettbewerblichen Ausschreibungen zu Effizienzmassnahmen des Bundes wurden erstmals im Jahr 2010 durchgeführt. Die Programme wurden dabei mit 6.4 Millionen CHF gefördert. Dies führte gesamthaft zu Einsparungen von 457 GWh über die Lebensdauer der Massnahmen. Daher beträgt das Kosten-Nutzen-Verhältnis für die Programme 1.4 Rappen/kWh (0.96-2.07). Die Projekte konnten mit 2.6 Millionen CHF gefördert werden, was zu Einsparungen von 112 GWh über die Lebensdauer der Massnahmen führte. Die Kosten-Nutzen-Relation beträgt somit 2.3 Rappen/kWh (0.4-21.6).

Energieetikette:

Die Kosten von EnergieSchweiz im Zusammenhang mit der energieEtikette betragen im Jahr 2004 ca. 1.2 Mio. CHF. Die anrechenbare energetische Wirkung im Jahr 2003 betrug etwa 1300 TJ (entspricht 360 GWh). Daraus resultiert eine Kosten-Wirksamkeit, unter der Annahme, dass die Wirkung im Jahr 2004 in etwa der Grössenordnung im Jahr 2003 entspricht, von ca. 0.3 bis 0.4 Rp. kWh (0.33 Rp/kWh). Die Kosten-Wirksamkeit im Bereich 0.3 bis 0.4 Rp./kWh ist generell als konkurrenzfähig einzustufen, zumal für den Bereich Elektrizität, wo es in der Regel vergleichsweise teurer ist, Wirkungen auszulösen [7].

5.1.4 Anreiz-Regulierungen in Kalifornien

In *Funding and Energy Savings From Investor-Owned Utility Energy Efficiency Programs In California for Program Years 2000 Through 2004* [51] werden die Programmkosteneffektivität zwischen 2000 und 2004 nach Sektoren gegliedert (Residential, Non-Residential und Construction) für die drei grössten EVUs (Pacific Gas and Electric (PG&E), Southern California Edison (SCE) and San Diego Gas and Electric (SDG&E)) aufgezeigt (siehe Abbildung 11). Dabei wurden ‚levelized costs‘ (in \$ Cent/kWh) als Indikator für die Kosteneffizienz benutzt (siehe Kapitel 5.2.3).

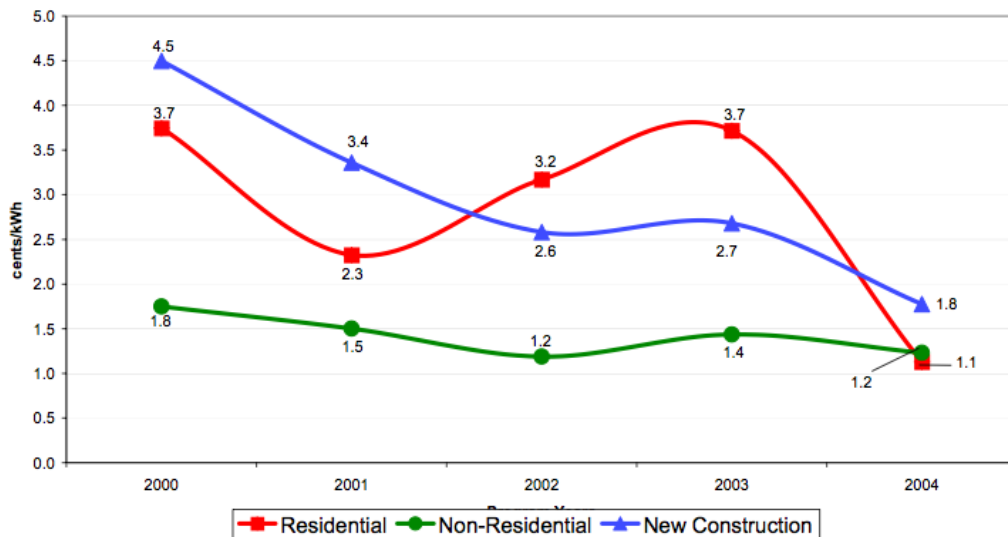


Abbildung 11: Zusammenfassung der Kosteneffizienz nach Sektor für die drei grossen EVUs in Kalifornien (PG&E, SCE und SDG&E) für die Programmjahre 2000-2004 [51].

In den Jahren zwischen 2000 und 2004 hat die Effizienz in allen Sektoren zugenommen, im Jahr 2004 betrug die Kosteneffizienz der Sektoren nur 1.1 \$ Cent/kWh oder leicht darüber (New Construction). Der Sektor New Construction konnte seine Effizienz am meisten steigern zwischen 2000 und 2004 (von 4.5 auf 1.8 \$ Cent/kWh). Der Sektor Non-Residential hatte hingegen die stabilste Kosteneffizienz (zwischen 1.8 und 1.2 \$ Cent/kWh). Die grösste Varianz hatte dafür der Sektor Residential (zwischen 3.7 und 1.1 \$ Cent/kWh). Im Vergleich dazu betrug in Kalifornien im Jahr 2004 der durchschnittliche Strompreis für Haushalte 11.78 \$ Cent/kWh, was 10 mal höher ist als die Kosteneffizienz der Effizienzmassnahmen des Residential-Sektors im Jahr 2004.

Die Berechnungen nehmen eine mittlere Lebensdauer der Massnahmen von 12 Jahren und eine Diskontrate von 4 % an. Zudem werden nur die Programmkosten zur Berechnung hinzugezogen und nicht die Mehrkosten, welche die Massnahmen verursachen. Wenn auch die Mehrkosten dazu genommen werden, würden die ‚levelized costs‘ um 30-80% höher ausfallen.

Als Ergänzung dazu wird in Abbildung 12 die ‚levelized costs‘ der Energieeffizienzprogramme im Durchschnitt der Jahre 2000-2004 mit den Energieproduktionskosten für die verschiedenen Tageszeiten (Peak, Shoulder, Base) verglichen. Der Durchschnitt der ‚levelized costs‘ zwischen 2000 und 2004 betrug 2.9 \$ Cent/kWh. Die ‚levelized costs‘ der Energieproduktion betrug dagegen 5.8 \$ Cent/kWh während der Base load. Während der Shoulder-Zeit waren es 11.8 \$ Cent/kWh und während des Peak 16.7 \$ Cent/kWh.

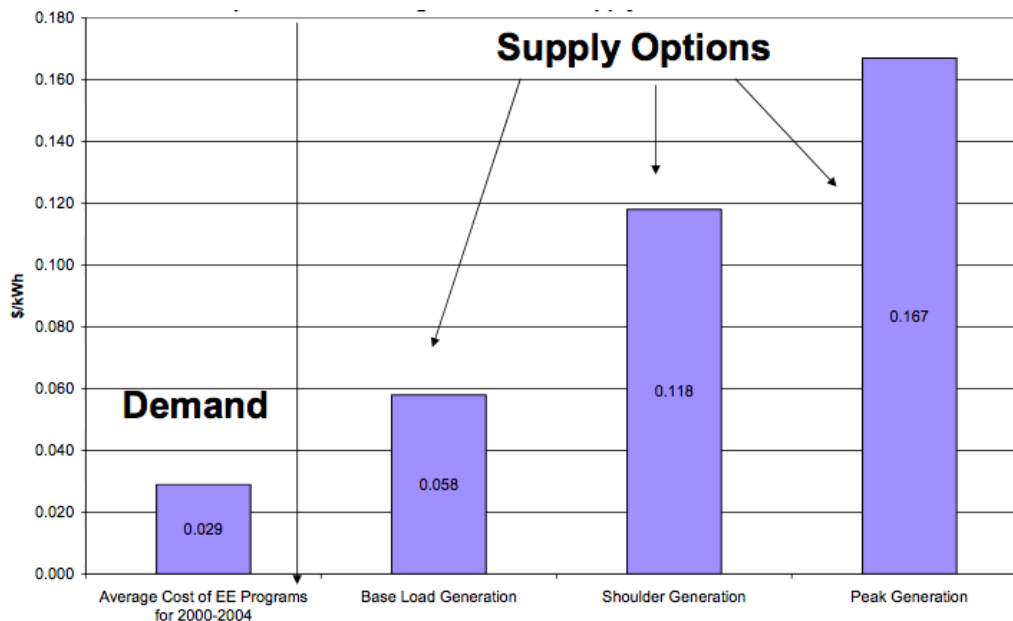


Abbildung 12: Vergleich von Energieeffizienzprogrammkosten und Angebots-Produktionskosten [51].

Diese Graphik zeigt deutlich, dass in Kalifornien die Kosten zur Einsparung von Energie (Angebot) wesentlich tiefer sind als die Kosten für die Produktion (Nachfrage). Die Nachfrage und das Angebot wurden hier beide konservativ eingeschätzt:

- Die Kosten der Nachfrage beinhalten nur die Programmkosten, nicht aber die sozialen Kosten z.B. der Hausbesitzer (+ 50%).
- Bei den Kosten des Angebots wurden nur Grosshandelskosten betrachtet, welche nur die Verluste der Übertragung und Verteilung beinhalten, aber nicht deren Kosten (+3 \$ Cent/kWh).

Die tageszeitlich verschiedenen Tarife wurden wie folgt aufgeteilt: Shoulder (Werktags von 8 Uhr morgens bis 1 oder 2 Uhr mittags und von 7 Uhr bis 9 Uhr abends), Peak (zwischen 12 Uhr mittags und 7 Uhr abends an Werktagen zwischen Mai und Oktober) und Base (alle anderen Zeiten).

5.2 Vergleich der Effizienz innerhalb einer Massnahme

Es können auch einzelne Untermassnahmen einer übergeordneten Massnahme untereinander verglichen werden. Hier werden die Fördermassnahmen des Stromsparfonds des ewz bezüglich der Kosteneffizienz miteinander verglichen. Dabei werden durch die Datenverfügbarkeit folgenden Einzelmassnahmen berücksichtigt:

- Förderung effizienterer Kühlgeräte
- Förderung effizienterer Trockner
- Förderung effizienterer Kaffeemaschinen
- Förderung Seebecken-Wärmeverbund

Die Kosteneffizienz des Seebeckenwärmeverbunds wird durch die Fördermittel des Stromsparfonds an die drei Wärmeverbunde und deren strom- und wärmeseitige Einsparungen übers Jahr berechnet (siehe Kapitel 5.2.1). Für die Elektrogeräteförderung konnte mithilfe der Daten für die Anzahl geförderter Geräte im Jahr 2009 und deren Unterstützungsbeitrag Berechnungen ange stellt werden. Dabei wurden zwei verschiedene Methoden benutzt, die in Kapitel 5.2.2 und 5.2.3 vorgestellt werden. Im Allgemeinen lässt sich sagen, dass die Förderung der Kühlgeräte ökonomisch am effizientesten ist, gefolgt von Wärmepumpentrockner und Kaffeemaschinen.

5.2.1 Seebeckenwärmeverbund

Die drei Wärmeverbünde im Seebecken (Escherwies, Fraumünster und Falkenstrasse) haben durch den Stromsparfonds bis Ende 2010 rund 1,5 Mio. CHF an Fördermitteln erhalten. In Tabelle 13 ist die Berechnung der Kosteneffizienz zu sehen. Mit 1.78 Rappen/kWh ist dies eine sehr kostengünstige Massnahme. Dabei müssen hier aber zwei Dinge beachtet werden: Erstens können die Investitionen nicht nach stromseitigen und wärmeseitigen Einsparungen getrennt werden. Dabei sind wärmeseitige Einsparungen meist auch viel kostengünstiger als stromseitige Einsparungen. Zweitens beinhalten diese Investitionen nur die Förderbeiträge des SSF, da zu den Gesamtinvestitionen leider keine Daten vorliegen.

Tabelle 13: Kosteneffizienzberechnung für den Seebeckenwärmeverbund [20 und 24].

Betrag aus dem SSF					
Ausgezahlt bis Ende 2010	1'555'300	CHF	Lebensdauer	15	a
Einsparungen					
Strom	362	MWh/a	Fossiler Brennstoff	5'470	MWh/a
Total	5'832	MWh/a			
Kosten/Nutzen	1.78	Rappen/kWh			

5.2.2 Geräteförderung: 1. Methode: ohne CRF

Bei der ersten Methode wurden für die Kosteneffizienz das Verhältnis zwischen Programmkosten und eingesparter Menge Strom über die Lebensdauer des Geräts gebildet.

$$\text{Kosten-Effizienz} = \frac{\text{Programmkosten}}{\text{gesparte kWh über die Lebensdauer}} \quad (1)$$

Dabei wurde für jede Gerätegruppe mit zwei verschiedenen Annahmen für die Lebensdauer gerechnet (Tabelle 14). Zudem wurden die geförderten Neugeräte (A+-Effizienzklasse) mit jeweils einem alten ineffizienten Gerät (F-Klasse) und einem ineffizienten Neugerät (C-Klasse) verglichen.

Tabelle 14: Annahmen für die Lebensdauer der Gerätegruppen.

	Lange LD	Kurze LD	Realistische LD
Kühlgerät	15 Jahre	10 Jahre	15 Jahre
Wäschetrockner	15 Jahre	10 Jahre	15 Jahre
Kaffeemaschine	10 Jahre	5 Jahre	5 Jahre

In Abbildung 13 ist der Vergleich mit dem alten Gerät zu sehen und Abbildung 14 jener mit dem ineffizienten Neugerät. Zu sehen ist, dass die Förderung der Kaffeemaschine bei der Berechnung mit der kurzen Lebensdauer (für die Kaffeemaschine: 5 Jahre) jeweils aus dem Rahmen fällt. Beim Vergleich mit dem alten Gerät ist die Kosteneffizienz knapp doppelt so hoch wie beim Kühlgerät (6.63 zu 12.65 Rappen/kWh). Dies fällt natürlich auch ins Gewicht bei der Berechnung der durchschnittlichen Geräteförderung. Die Gewichtung bei der Durchschnittsbildung erfolgte aufgrund der Höhe der Fördermittel im Jahre 2009 (Kühlgeräte: 39%, Trockner: 50%, Kaffeemaschinen: 11%). Die Kernaussage dieser zwei Abbildungen ist, dass mit der Methode 1 alle Geräte mit beiden Annahmen für die Lebensdauer unter dem Durchschnittspreis für Strom beim ewz (14.43 Rappen/kWh) liegen, ausser die Kaffeemaschine, wenn man sie bei einer Lebensdauer von 5 Jahren mit einem ineffizienten Neugerät vergleicht.

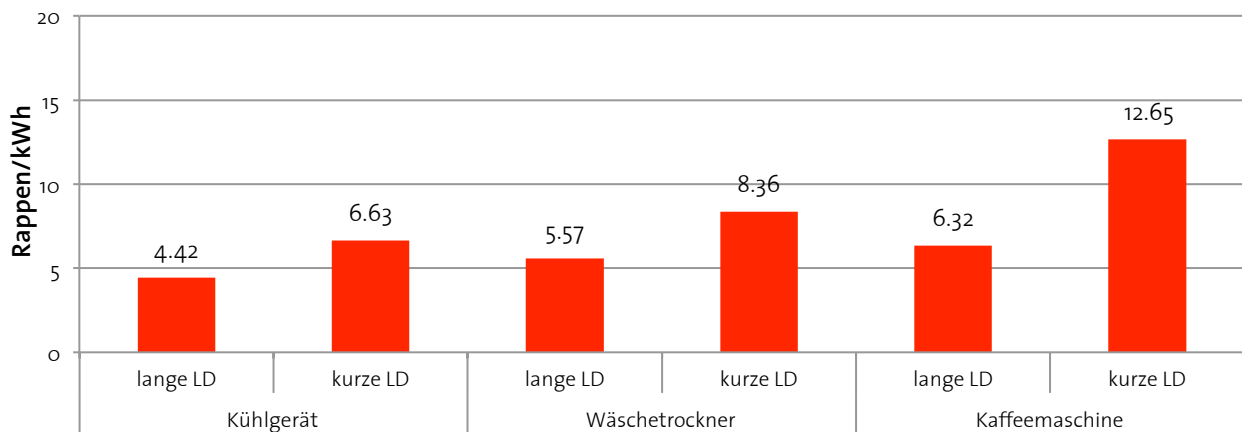


Abbildung 13: Resultate aus den Berechnungen mit Methode 1 für den Vergleich von A+-Geräten und F-Geräten.

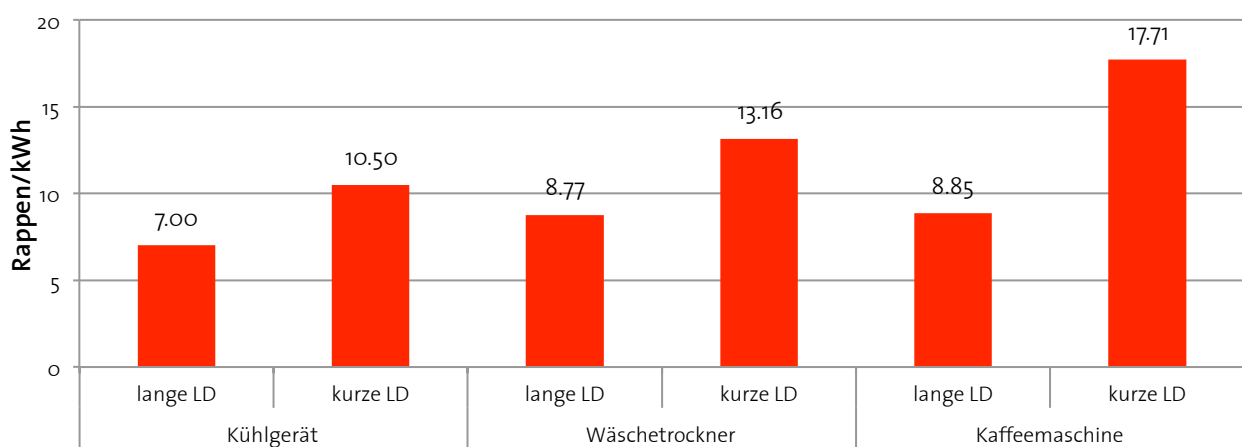


Abbildung 14: Resultate aus den Berechnungen mit Methode 1 für den Vergleich von A+-Geräten und C-Geräten.

5.2.3 Geräteförderung: 2. Methode: mit CRF

Bei der zweiten Methode wurden für die Kosteneffizienz das Verhältnis zwischen Programmkosten multipliziert mit dem ‚Capital Recovery Factor‘ (CRF) und der eingesparten Menge Strom im ersten Jahr gebildet.

$$\text{Kosten-Effizienz} = \frac{\text{Programmkosten} \cdot \text{CRF}}{\text{Im ersten Jahr gesparte kWh}} \quad (2)$$

Der ‚Capital Recovery Factor‘ ist wie folgt definiert:

$$\text{CRF} = \frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1},$$

wobei n die durchschnittliche Lebensdauer und i die reale Diskontrate darstellt. Wenn n = 1, wird der CRF = 1+i. Wenn n unendlich gross wird, nähert sich der CRF i an.

Diese ‚levelized costs Methode‘ stammt aus *Funding and Energy Savings From Investor-Owned Utility Energy Efficiency Programs In California for Program Years 2000 Through 2004* [51].

Für die Lebensdauer der Gerätegruppen wurden dieselben Annahmen wie bei Methode 1 getroffen. Für die Diskontrate wurde 4% eingesetzt. In Abbildung 15 sind die Resultate für den Vergleich mit dem alten Gerät (F-Klasse) und in Abbildung 16 für den Vergleich mit dem ineffizienten Neugerät (C-Klasse) zu sehen. Auffällig ist, dass ausnahmslos alle Ergebnisse höher sind, als mit der Methode 1. Im Durchschnitt macht dies +25% aus (12-35%). Dies wird durch die Diskontrate i verursacht. Daher wurde für diese Methode zusätzlich eine Sensitivitätsanalyse für die Parameter Diskontrate i und Lebensdauer n durchgeführt (siehe Abbildung 18). Ersichtlich ist, dass die Diskontrate den viel grösseren Einfluss hat als die Lebensdauer. Nur bei kleiner Diskontrate ist der Einfluss der Lebensdauer ersichtlich.

Die Kernaussage dieser zwei Abbildungen (15 und 16) ist, dass mit der Methode 2 alle Geräte mit beiden Annahmen für die Lebensdauer unter dem Durchschnittspreis für Strom beim ewz (14.43 Rappen/kWh) liegen, und wie bei Methode 1 die Kaffeemaschine, wenn man sie bei einer Lebensdauer von 5 Jahren mit einem ineffizienten Neugerät vergleicht, eine Ausnahme bildet. Bei Methode 2 gibt es zudem noch eine zweite Ausnahme: Bei einer Lebensdauer von nur 10 Jahren und im Vergleich mit einem ineffizienten Neugerät wird auch der Wäschetrockner nicht mehr wirtschaftlich sein. Im Gegensatz zur Kaffeemaschine hat der Trockner aber die als lange Lebensdauer definierten 15 Jahre als realistische Lebensdauer.

Abbildung 17 zeigt die Übersicht der Resultate bei der Berechnung mit realistischen Lebensdauern (siehe Tabelle 14) für alle drei Gerätegruppen und beide Methoden. Die Kaffeemaschine mit der kurzen Lebensdauer von 5 Jahren fällt hier noch deutlicher aus dem Rahmen als bei den vorhergehenden Vergleichen. Die Förderung der effizienten Kaffeemaschine scheint bei dieser Betrachtungsweise nicht kosteneffizient zu sein.

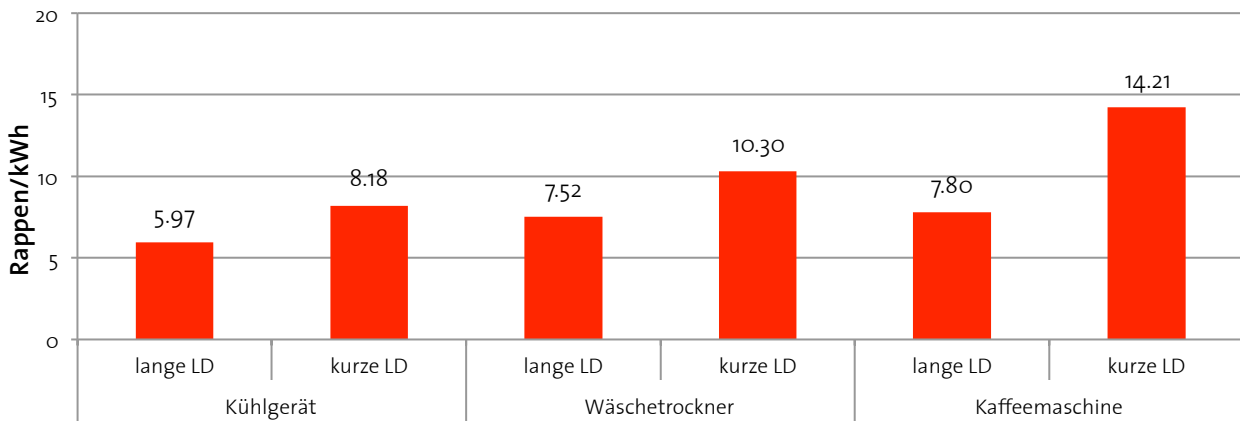


Abbildung 15: Resultate aus den Berechnungen mit Methode 2 für den Vergleich von A+-Geräten und F-Geräten.

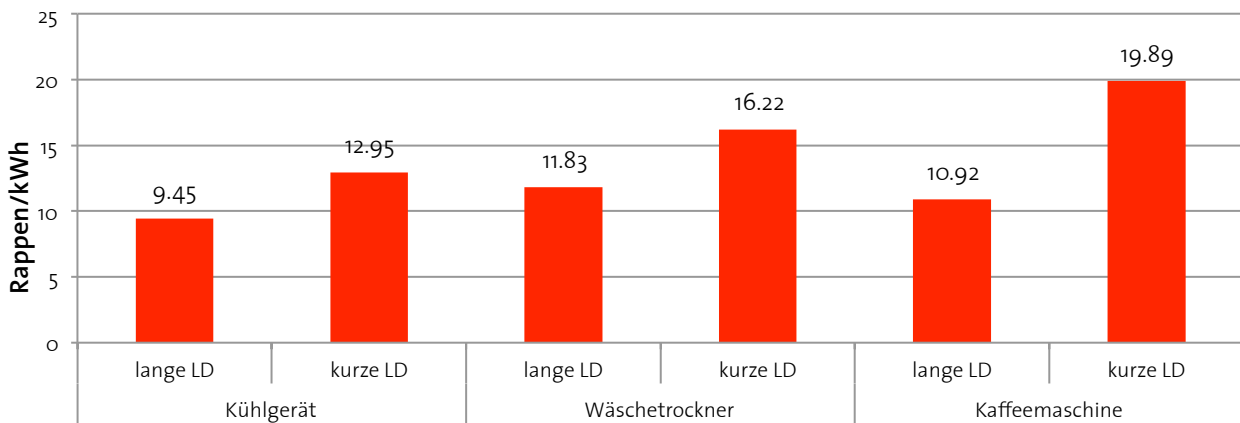


Abbildung 16: Resultate aus den Berechnungen mit Methode 2 für den Vergleich von A+-Geräten und C-Geräten.

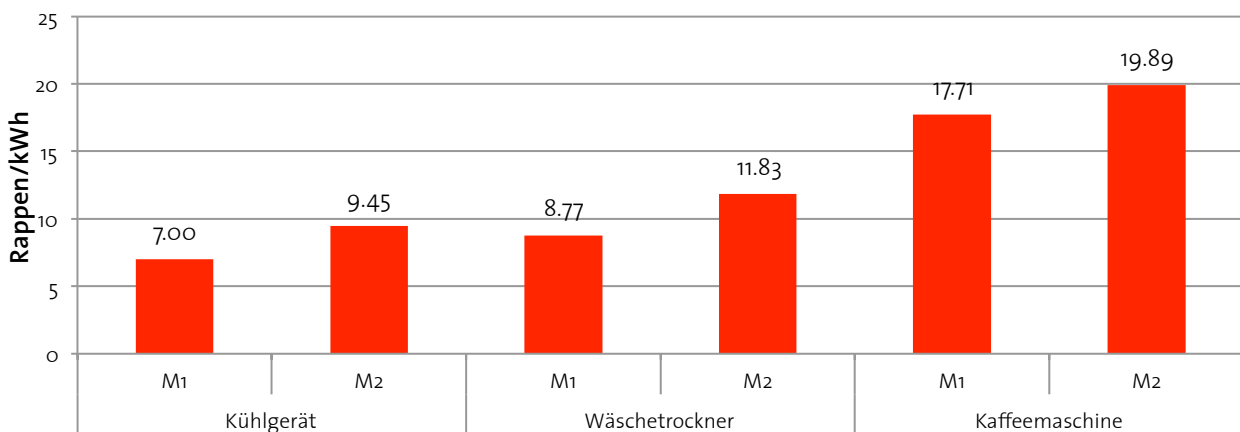


Abbildung 17: Resultate aus den Berechnungen mit realistischen Lebensdauern und Methode 1 (M1) und Methode 2 (M2) für den Vergleich von A+-Geräten und C-Geräten.

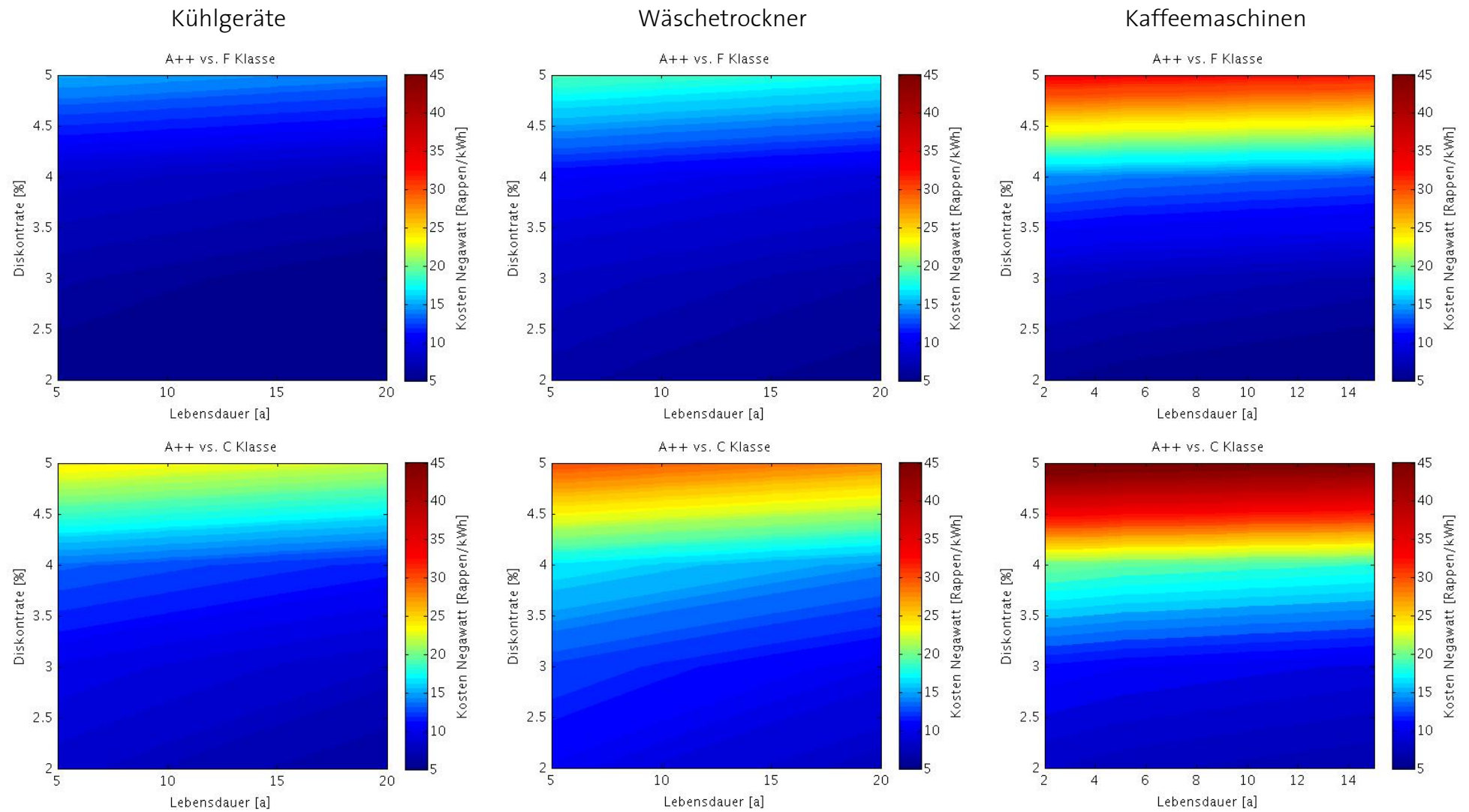


Abbildung 18: Sensitivitätsanalyse mit den Parametern Lebensdauer und Diskontrate. Die obere Reihe zeigt die Resultate der Sensitivitätsanalyse des Vergleichs mit einem alten Gerät, die untere Reihe zeigt die Resultate des Vergleichs mit einem ineffizienten Neugerät.

6 Diskussion

Die Diskussion ist in vier Teile gegliedert. Zuerst werden die Massnahmen aufgrund der drei in den vorherigen Kapiteln (Kapitel 3, 4 und 5) diskutierten Kriterien beurteilt. Danach werden die Schlussfolgerungen des Vergleichs innerhalb eines Massnahmenpakets (hier die Geräteförderung des ewz) diskutiert. Anschliessend wird die heikle Vermischung von Energieeffizienz und erneuerbaren Energien in einem Instrument diskutiert. Zum Schluss wird das jetzige Programm EnergieSchweiz des Bundes mit dem Potential einer schweizweiten Lenkungsabgabe verglichen.

6.1 Multikriterielle Bewertung

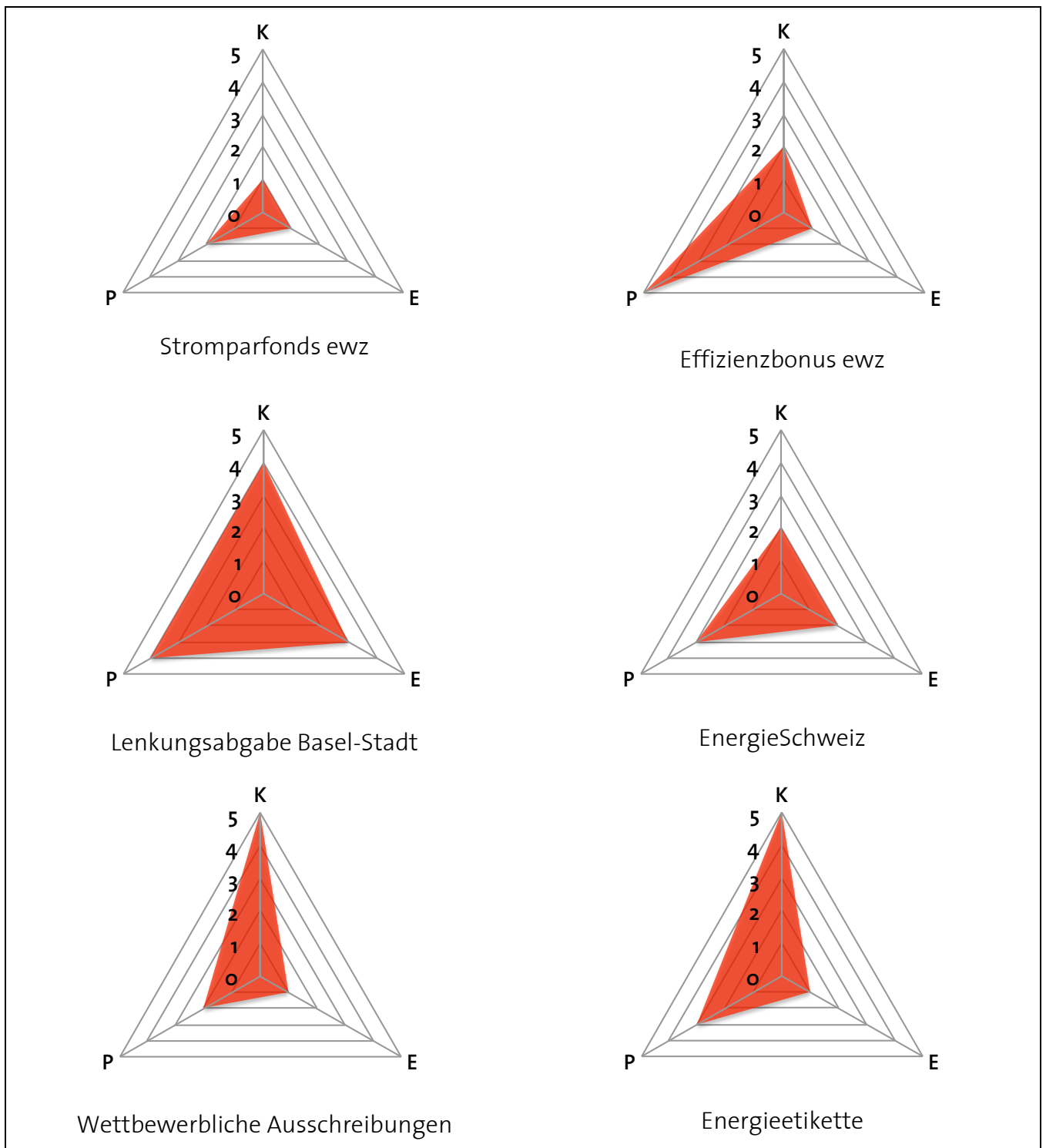
In Tabelle 15 sind sieben der vorgestellten Massnahmen durch die drei Kriterien Effektivität (kWh/cap, erreichter Stromeinsparungseffekt pro Kopf), Praktikabilität (wo verfügbar der administrative Aufwand in CHF) und Kosteneffizienz (in Rappen/kWh) beurteilt worden. Sieben der vorgestellten Massnahmen hatten eine genügende Datenverfügbarkeit für diese Beurteilung.

Tabelle 15: Zusammenfassung der Beurteilung der Stromeffizienzmassnahmen (jene mit genügender Datenverfügbarkeit) durch die drei gewählten Kriterien.

Massnahme	Effektivität [kWh/cap]	Praktikabilität [admin. Aufwand]	Kosteneffizienz [Rp./kWh]
ewz Stromsparfonds	16.0 (nur Geräte)	920'000.-=14%	9.05 / 11.78 (nur Geräte)
ewz Effizienzbonus	45.7 (25.3 ⁴)	230'000.-=1-2%	10
Lenkungsabgabe Basel-Stadt	173-524	800'000.-=2%	1.2-3.7
EnergieSchweiz	20.8 (A) / 466.6 (B) 167.5 (C) / 206.6 (D)	5'000'000.-=5.19%	0.5 / 0.6 / 9.6
Wettbewerbliche Ausschreibungen	Projekte Programme	0.86/14.36 mittel mittel	2.3 1.4
Energieetikette	5.13/46.16	tief-mittel	0.3-0.4
Decoupling Kalifornien	441.2	hoch	1.1-1.8 (hier cents/kWh)

⁴ In Klammer: Reine Effizienzmassnahmen ohne Ökostrom.

Aufbauend auf Tabelle 15 konnten Spinnennetzgraphiken zur Veranschaulichung der Gesamtbeurteilung der Effizienzmassnahmen gemacht werden. Zu sehen sind diese in Abbildung 19. Die Kriterien wurden jeweils in 5 Punkte eingeteilt, welche die Massnahmen erreichen konnten. Wobei die Punktzahl 1 eine schlechte Zielerreichung und die Punktzahl 5 eine sehr gute Zielerreichung darstellt. Die Skala der Punkteverteilung der drei Beurteilungskriterien kann in Tabelle 16 betrachtet werden.



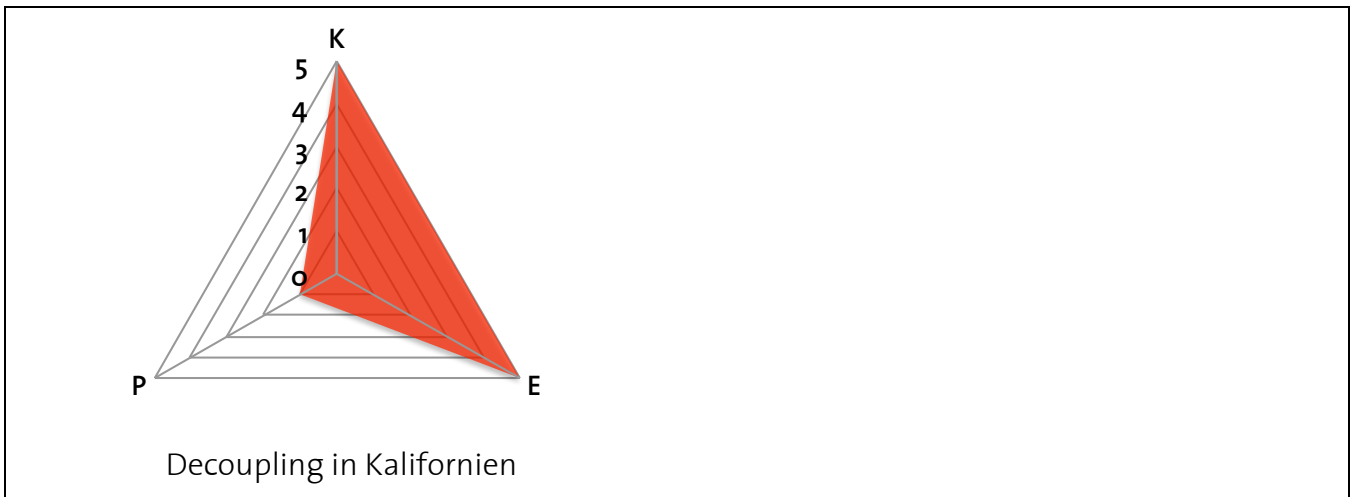


Abbildung 19: Spinnennetzgraphiken von sieben verschiedenen Stromeffizienzmassnahmen, beurteilt nach ihrer Effektivität (E), Praktikabilität (P) und Kosteneffizienz (K). Skala in Tabelle 16.

Tabelle 16: Skala der Zielerreichung der drei Beurteilungskriterien.

Punkte	Effektivität [kWh/cap]	Praktikabilität [admin. Aufwand]	Kosteneffizienz [Rp./kWh]
1	0-100	hoch	12-15
2	100-200	mittel	9-12
3	200-300	mittel-gering	6-9
4	300-400	gering	3-6
5	400-500	sehr gering	0-3

Die Auswertung durch die multikriterielle Bewertung zeigt deutlich, dass die Lenkungsabgabe in Basel-Stadt zwar bei keinem der drei Kriterien die volle Punktzahl erreicht, aber über alle drei Kriterien gesehen am Besten abschneidet. Dieses Ergebnis wird bei gleicher Gewichtung der drei Kriterien erreicht.

6.2 Vergleich innerhalb eines Massnahmenpakets

Bei der Geräteförderung zeigt Abbildung 17 gut, dass es sich nur lohnt, Geräte zu fördern mit einer langen realistischen Lebensdauer und solche, die im Haushalt zu den Grossverbrauchern gehören. Die Kaffeemaschinenförderung beim ewz ist, mit einem durchschnittlichen Förderbeitrag pro Maschine von CHF 88,50, so wie sie jetzt ist, nicht kosteneffizient und sollte daher entweder mit einem kleineren Betrag (z.B. die Hälfte) pro Kaffeemaschine gefördert werden oder abgeschafft werden (Ist CHF 40.- noch eine lohnenswerte Förderung?).

6.3 Vermischung erneuerbare Energien und Energieeffizienz

Bei den beiden Massnahmen des ewz gibt es ein wichtigen Punkt, der bedacht werden muss: Ihre Massnahmen tragen die Titel ‚Effizienzbonus‘ und ‚Stromsparfonds‘, aber in beiden Fällen werden Massnahmen für Effizienz und erneuerbare Energien gefördert. Der Stromsparfonds gab im Jahr 2009 47.1% der Fördermittel für die Stromproduktion aus erneuerbaren Quellen aus. Beim Energie-Modell des Effizienzbonus schliesst eine Firma eine Zielvereinbarung für 10 Jahre ab mit einer Berichtigung eines Rabatts von 10% auf den Strompreis. Um diese zu erreichen, kann die Firma aber anstatt den Strom einzusparen gemäss dem Zielpfad Ökostrom einkaufen und erhält darauf auch den Rabatt von 10%. Seit 1. Januar 2011 kann die Zielerreichung im Energie-Modell aber nur noch zu 30% von Ökostrom gedeckt werden [39].

Diese Vermischung hat beim Effizienzbonus den Grund, dass die Zielerreichung von drei der vier Modelle durch die Energie-Agentur der Wirtschaft (EnAW) kontrolliert wird (ein externes Controlling ist hier nötig). Die Vollzugsweisung an die EnAW ‚Weisung des BAFU und des BFE an die Energie-Agentur der Wirtschaft (EnAW) zu Handen der dort angeschlossenen Unternehmen über die Erarbeitung von Vorschlägen zur Emissionsbegrenzung und zur Reduktion des Energieverbrauchs sowie über die Umsetzung der Verpflichtungen und Zielvereinbarungen‘ [17] schreibt in Kapitel B: Alternative Energien, Regel 2:

Stromeinsparungen und Substitution durch Strom aus neuen erneuerbaren Energiequellen sowie Strom aus seit dem Jahr 2000 neu erstellten bzw. erneuerten Wasserkraftwerken, die der jüngsten Umweltschutzgesetzgebung entsprechen (z.B. Ökostrom mit dem Label nature made star oder gleichwertiger Ökostrom), werden als Massnahmen anerkannt.

Diese Regelung wurde daher vom ewz für das Energie-, KMU- und das Benchmarking-Modell übernommen.

6.4 Lenkungsabgabe versus EnergieSchweiz

Die Lenkungsabgabe im Kanton Basel-Stadt spart langfristig pro Jahr im optimistischen Fall fast so viel ein wie das EnergieSchweiz Programm an zusätzlich im Jahr 2009 durchgeführten stromseitigen Massnahmen eingespart hat (100 zu 162 GWh (Betrachtungsweise A)). Pro Einwohner gesehen ist dies ein Unterschied von 503 kWh/cap (siehe Tabelle 17). Wenn man die optimistischen Einsparungen der Lenkungsabgabe in Basel-Stadt aber mit der Betrachtungsweise C vergleicht, ist der Unterschied immer noch 356 kWh/cap.

Tabelle 17: Einsparpotentiale pro Kopf. 190'815 Personen in Basel, 7'799'000 Personen in der Schweiz (2009).

Massnahme	Einsparpotential	Einsparung pro Kopf
Lenkungsabgabe Basel-Stadt	33 GWh	173 kWh/cap
	100 GWh	524 kWh/cap
EnergieSchweiz im Jahr 2009	162 GWh (A)	21 kWh/cap
	3639 GWh (B)	467 kWh/cap
	1306 GWh (C)	168 kWh/cap
	1611 GWh (D)	207 kWh/cap
Potentielle Lenkungsabgabe	1200 GWh	154 kWh/cap
	3500 GWh	449 kWh/cap

Dazu kann eine hypothetische Hochrechnung gemacht werden: Basel-Stadt brauchte im Jahr 2009 2.8% des Gesamtschweizerischen Elektrizitätsverbrauchs, und spart langfristig durch die Lenkungsabgabe 33-100 GWh pro Jahr ein. Wenn also auf Bundesebene eine solche Lenkungsabgabe eingeführt würde, könnten analog im optimistischen Fall rund 3500 GWh/a (6.2% des Endverbrauchs in der Schweiz) und im pessimistischen Fall rund 1200 GWh/a (2.05% des Endverbrauchs in der Schweiz) gespart werden. Dies ergibt pro Kopf eine Einsparung von 449 kWh/cap respektive 154 kWh/cap. Somit ist man im gleichen Bereich wie in Basel-Stadt.

Ein Diskussionspunkt bei der Lenkungsabgabe ist die unelastische Nachfrage des Stroms: Die kurzfristige Elastizität (Kapitalstock ist fix) wird von Spierer (1988) [54] bei Unternehmen auf -0.1 und bei Haushalten auf -0.25 geschätzt. Die langfristige Elastizität ist hingegen höher (Kapitalstock ist variabel): -0.3 für Unternehmen und -0.4 für Haushalte. Dies beeinflusst das Stromeinsparungspotential einer Lenkungsabgabe massgeblich. Hingegen kann das Einsparpotential durch eine Erhöhung der Lenkungsabgabe vergrössert werden, wobei die administrativen Kosten konstant bleiben.

Hingegen ist die Kosteneffizienz (Betrachtung aller sozialen Kosten) der Lenkungsabgabe wesentlich tiefer als bei dem EnergieSchweiz-Programm, obwohl bei EnergieSchweiz die Kosteneffizienz durch alle Effizienzmassnahmen im gesamten Energiebereich errechnet wird, nicht nur die stromseitigen Massnahmen (9.6 vs. 1.2-3.7 Rappen/kWh). So kann im pessimistischen Fall eine schweizweite Lenkungsabgabe gleich viel Strom einsparen wie EnergieSchweiz, aber zu wesentlich geringeren Kosten und einem kleineren administrativen Aufwand. Im optimistischen Fall sind die Einsparungen sogar doppelt so gross. Zudem hat die Lenkungsabgabe durch die Ausgestaltung wie im Kanton Basel-Stadt den Vorteil einer doppelten Dividende (siehe Kapitel 3.2).

Auch die Studie ‚Stromeffizienz und erneuerbare Energien – Wirtschaftliche Alternativen zu Grosskraftwerken‘ [42], die durch die Infrac und TCN im Jahr 2010 publiziert wurde, sieht in der Lenkungsabgabe entscheidende Vorteile.

„Die Lenkungsabgabe erhöht die Sensibilisierung der Marktakteure, setzt Anreize für die Marktakteure, sich zu informieren und weiterzubilden und verbessert die Wirtschaftlichkeit von Effizienzmassnahmen sowie von Investitionen in erneuerbare Energien. Damit überwindet die Lenkungsabgabe massgebliche Hemmnisse und beeinflusst die Investitions- und Nutzungsentscheide der Marktakteure in Richtung Stromeffizienz. Im Vergleich zu anderen Instrumenten weist die Lenkungsabgabe Effizienzvorteile auf, lässt den Marktteilnehmenden Entscheidungsfreiheit und stimuliert die technische sowie die wirtschaftliche Entwicklung hin zu einem langfristigen Strukturwandel in Richtung Stromeffizienz.“

Hingegen geht die Studie davon aus, dass sich der Strompreis verdoppeln müsste um das Ziel von 19 TWh durch Energieeffizienz im Jahr 2035 zu erreichen. Im Moment bewegen sich die durchschnittlichen Ausgaben der Haushalte für Elektrizität meist unter 2% des Gesamtbudgets [41]. Der Grossteil der Haushalte kennt nicht mal ihren Stromverbrauch. Damit sich dieses Bewusstsein ändert und Anreize zu energieeffizienten Investitionen vergrössert werden, müsste sich der Strompreis in Zukunft in einem eindeutig höheren Rahmen bewegen.

7 Dank

Ich bedanke mich herzlich bei Andreas Ulbig für die Betreuung und die regelmässigen Treffen, die mir geholfen haben auf dem Zielpfad zu bleiben. Weiter bedanke ich mich bei Sabine von Stockar für den hilfreichen Input und die Vermittlung von Kontakten. Auch bei Pascal Mages möchte ich mich bedanken für die Koordination.

Zum Schluss gehört ein Dank an Jürg Nipkow (S.A.F.E.), Florian Hug (ewz), Marcus Diacon (Amt für Umwelt und Energie BS), Cristian Bittig (Axpo AG) und Ivo Kaeser (ewb) für das ausführliche Beantworten meiner Fragen und an alle anderen Mitarbeiter des ewz, ewb und IWB, die meine E-Mail-Anfragen beantwortet haben.

8 Literatur

- 1 AG Stromeffizienz, Sitzung vom Donnerstag, den 18. 6. 2009, Bericht an das UVEK bezüglich Stromeffizienzmassnahmen, 2009, Bern.
- 2 Baudepartement des Kantons Basel-Stadt, Amt für Umwelt und Energie, Der Stromspar-Fonds Basel - Ein Kurzüberblick über die Lenkungsabgabe auf Strom und den Bonus für Haushalte und Betriebe, 2002, Basel.
- 3 Berner Zeitung, Energiegesetz ohne Lenkungsabgabe, aber mit Sanierungspflicht, 18.11.2009, Bern.
- 4 Bittig, C.; Persönliches Gespräch am 17.3.2011.
- 5 Bundesamt für Energie BFE, Evaluation des Stromsparfonds Basel, September 2003a, Bern.
- 6 Bundesamt für Energie BFE, Medienmitteilung vom 10.9.2003, Stromspar-Fonds Basel ist ein Erfolg, 2003b, Bern.
- 7 Bundesamt für Energie BFE, Evaluation der energieEtikette für Haushaltgeräte und Lampen, Februar 2005, Bern.
- 8 Bundesamt für Energie BFE, Aktionsplan Energieeffizienz, Faktenblatt 1, 2007a, Bern.
- 9 Bundesamt für Energie BFE, Instrumente für Energieeffizienz im Elektrizitätsbereich- Ausländische Erfahrungen und Instrumenten- Mix für die Schweiz, 2007b, Bern.
- 10 Bundesamt für Energie BFE, Faktenblatt: Revision der Energieverordnung, 2009a, Bern.
- 11 Bundesamt für Energie BFE, Wirkungsanalyse EnergieSchweiz 2008 - Wirkungen der freiwilligen Massnahmen und der Förderaktivitäten von EnergieSchweiz auf Energie, Emissionen und Beschäftigung, 2009b, Bern.
- 12 Bundesamt für Energie BFE, Medienmitteilung vom 18. November 2009 – Bundesrat will Strommarktgesetz bis 2014 revidieren, 2009c, Bern.
- 13 Bundesamt für Energie BFE, Sektion Energieeffizienz, Wettbewerbliche Ausschreibungen für Effizienzmassnahmen im Elektrizitätsbereich- Vollzugsweisung zur Durchführung von Ausschreibungen und Umsetzung von Massnahmen, 2009d, Bern.
- 14 Bundesamt für Energie BFE, Wirkung und Potenzial der Netzpreisregulierung für die Förderung der Stromeffizienz - Eine Modellbetrachtung, November 2009e, Bern.
- 15 Bundesamt für Energie BFE, Schweizerische Elektrizitätsstatistik 2009, 2010a, Bern.
- 16 Bundesamt für Energie BFE, Wirkungsanalyse EnergieSchweiz 2009 - Wirkungen der freiwilligen Massnahmen und der Förderaktivitäten von EnergieSchweiz auf Energie, Emissionen und Beschäftigung, Juli 2010b, Bern.
- 17 Bundesamt für Umwelt BAFU, Vollzugsweisung: Verpflichtungen und Zielvereinbarungen – Weisung des BAFU und des BFE an die Energie-Agentur der Wirtschaft (EnAW) zu Handen

der dort angeschlossenen Unternehmen über die Erarbeitung von Vorschlägen zur Emissionsbegrenzung und zur Reduktion des Energieverbrauchs sowie über die Umsetzung der Verpflichtungen und Zielvereinbarungen, Juli 2007, Bern.

- 18 California Public Utilities Commission (CPUC), California's Long-Term Energy Efficiency Strategic Plan, September 2008.
- 19 Diacon, M.; Gespräch am Telefon, 17.2.2011.
- 20 Elektrizitätswerk Zürich ewz, Energieverbunde im Zürcher Seebecken. Klimaschonend heizen und kühlen, 2009, Zürich.
- 21 Elektrizitätswerk Zürich ewz, Broschüre Energie und Geld sparen - ewz.effizienzbonus, 2010a, Zürich.
- 22 Elektrizitätswerk Zürich ewz, Der Stromsparmfonds der Stadt Zürich. Die Energie fördert mit, 2010b, Zürich.
- 23 Elektrizitätswerk Zürich ewz, Jahresbericht 2009 – Stromsparmfonds, 2010c, Zürich.
- 24 Emch, G; Schriftlicher Mailkontakt, 8.3.2011.
- 25 Energie-Agentur der Wirtschaft (EnAW), www.enaw.ch, 24. Januar 2010.
- 26 Energie Wasser Bern ewb, Medienmitteilung Stromsparen wird künftig doppelt belohnt, August 2009, Bern.
- 27 Eom, J., Sweeney, J.L.; Shareholder Incentives for Utility-Delivered Energy Efficiency Programs in California (Working Paper), 2009, Precourt Energy Efficiency Center, Stanford University, Stanford.
- 28 Eric Bush und Barbara Josephy (Bush Energie GmbH), Jürg Nipkow (ARENA), Stromsparm-potenzial von Kaffeemaschinen, Februar 2007.
- 29 Fitch, J. A.; Investing in Energy Efficiency: Experience from California, Managing Energy Demand – Bern '09, November 4, 2009.
- 30 Geller, H., et al., Policies for increasing energy efficiency: Thirty years of experience in OECD countries, Energy Policy 34 (2006), pp. 556–573.
- 31 Golove, W.H. and Eto, J.J., Market Barriers to Energy Efficiency: A Critical Reappraisal of the Rationale for Public Policies to Promote Energy Efficiency, Energy & Environment Division Lawrence Berkeley National Laboratory University of California, 1996, Berkeley.
- 32 Hallenbarter, D.; ewz.effizienzbonus; Kurzbeschrieb und Wirkungsanalyse 2009, Zürich.
- 33 Handelszeitung, «Kaum zwei Kernkraftwerke gleichzeitig», Interview mit Kurt Baumgartner, CFO von Alpiq, 23.06.2010.
- 34 <http://www.aue.bs.ch/fachbereiche/energie>, 7.3.2011.
- 35 <http://www.bfe.admin.ch>, 17.2.2011.
- 36 http://www.toermer.com/php/wasserkraft/wasser_statistik.php, 17.2.2011.

- 37 <http://www.wikipedia.de>, 7.3.2011.
- 38 Hug, F.; ewz.effizienzbonus; Kurzbeschreibung und Wirkungsanalyse 2008, Zürich.
- 39 Hug, F.; Persönliches Gespräch am 28.2.2011.
- 40 Hürlimann, B.; Massnahmen 2010 – 2020 im Energiebereich aus Sicht eines Energieversorgungsunternehmens, Zürich.
- 41 Infrac, Soziale und räumliche Verteilungswirkungen von Energieabgaben, im Auftrag des Bundesamtes für Energie BFE, 1998.
- 42 Infrac und TNC, Stromeffizienz und erneuerbare Energien – Wirtschaftliche Alternativen zu Grosskraftwerken, Schlussbericht Zürich, 7. Mai 2010.
- 43 Kaeser, I.; Schriftliches Interview, 4.3.2011.
- 44 Kanton Basel-Stadt; Verordnung zur Lenkungsabgabe und zum Strompreis-Bonus vom 11. Mai 1999.
- 45 Lesh, P.G; Rate Impacts and Key Design Elements of Gas and Electric Utility Decoupling: A Comprehensive Review, The Electricity Journal, Vol. 22, Issue 8 (2009), pp. 1040-6190.
- 46 Nadel, S. and Kushler, M.; Public Benefit Funds: A Key Strategy for Advancing Energy Efficiency, The Electricity Journal, October 2000, pp. 74-84.
- 47 Nipkow, J.; Persönliches Gespräch am 16.2.2011.
- 48 ProKilowatt, Geschäftsstelle für wettbewerbliche Ausschreibungen im Stromeffizienzbereich im Auftrag des Bundesamtes für Energie, Newsletter 2, September 2010, Sion.
- 49 ProKilowatt, Wettbewerbliche Ausschreibungen für Stromeffizienz 2011 – Kurzbeschreibungen Programme 2010, Sion.
- 50 ProKilowatt, Wettbewerbliche Ausschreibungen für Stromeffizienz 2011 – Kurzbeschreibungen Projekte 2010, Sion.
- 51 Rogers, C., Messenger, M., Bender, S.; Funding and Energy Savings From Investor-Owned Utility Energy Efficiency Programs In California for Program Years 2000 Through 2004, Energy Efficiency, Demand Analysis and Renewable Energy Division, California Energy Commission, August 2005.
- 52 Schneider, S., Rosencranz, A., Mastrandrea, M.; Climate Change Science, Chapter 43: Chang, A., Rosenfeld, A. and McAuliffe, P.; Energy Efficiency, Washington, Island Press, 2010.
- 53 Siebert, H.; Analyse der Instrumente der Umweltpolitik, Göttingen, Otto Schwartz & Co., 1976.
- 54 Spierer, Ch.; Modélisation économétrique et perspectives à la long terme de la demande d'énergie en Suisse, Expertengruppe Energieszenarien, Schriftenreihe Nr. 17, 1988, Bern.
- 55 Statistikdienste Bern, Statistisches Jahrbuch der Stadt Bern, Berichtsjahr 2009, 2010, Bern.
- 56 The Economist, The elusive negawatt, May 8th 2008.

- 57 Vine, E., Hamrin, J., Eyre, N., Crossley, D., Maloney, M. and Watt, G.; Public policy analysis of energy efficiency and load management in changing electricity businesses, *Energy Policy* 31 (2003), pp. 405–430.
- 58 Wickart, M.; Die Stadt Zürich auf dem Weg zur 2000-Watt- Gesellschaft: Herausforderungen für ewz. Kolloquium „Aktuelle Probleme der Energietechnik“ ETH Zürich, 27. April 2010.