

# **Stromeffizienz der Schweizer Wirtschaft - Auswertung und Szenarien aus der Erfahrung der EnAW**

Bericht

**avec un résumé en français  
con un riassunto in italiano  
with a summary in English**

**5. April 2012**

# Impressum

## **Auftraggeberin**

Energie-Agentur der Wirtschaft (EnAW)

Hegibachstrasse 47, 8032 Zürich

Telefon +41 44 421 34 45, Fax +41 44 421 34 78

[www.enaw.ch](http://www.enaw.ch)

## **Datengrundlagen**

Energie-Agentur der Wirtschaft (EnAW)

## **Projektbegleitung und Mitarbeit seitens Auftraggeber**

Armin Eberle, Geschäftsleitung EnAW

Oliver Luder, Projektleiter EnAW

Benjamin Marti, Monitoring EnAW

## **Auftragnehmerin**

TEP Energy GmbH

Ein Spin-off Unternehmen der ETH Zürich

Rotbuchstrasse 68, CH-8037 Zürich

[www.tep-energy.ch](http://www.tep-energy.ch)

Telefon +41 43 500 71 71, Fax +41 43 500 71 79

## **Autorenschaft und wissenschaftliche Bearbeitung**

Martin Jakob, TEP Energy

Aio Häberli, TEP Energy

# Inhalt

<b>Vorwort .....</b>	<b>6</b>
<b>Executive Summary (deutsch) .....</b>	<b>7</b>
Zielsetzung .....	7
Ausgangslage, Datenbasis und Kontext (EnAW-Wirtschaft-CH) .....	7
Auswertung Monitoring-Daten: Methodik (TEP) und Daten (EnAW).....	7
Auswertung Monitoring-Daten: Resultate.....	7
Szenarien: Annahmen und Ergebnisse .....	8
Kontext, Vergleich der Resultate und Folgerungen .....	9
<b>Executive Summary (français) .....</b>	<b>11</b>
Objectif .....	11
Historique, contexte et bases de données (AEnEC – économie – Suisse) .....	11
Évaluation des données de monitoring : méthode (TEP) et données (AEnEC).....	11
Évaluation des données de monitoring : résultats .....	11
Scénarios : hypothèses et résultats .....	12
Contexte, comparaison des résultats et perspectives.....	13
<b>Executive Summary (italiano).....</b>	<b>15</b>
Obiettivo .....	15
Situazione iniziale, basi dei dati e contesto (AEnEC-economia-CH) .....	15
Valutazione dei dati di monitoraggio: metodo (TEP) e dati (AEnEC) .....	15
Valutazione dei dati di monitoraggio: risultati.....	15
Scenari: ipotesi e risultati.....	16
Contesto, confronto dei risultati e prospettive .....	17
<b>Executive Summary (english) .....</b>	<b>19</b>
Purpose .....	19
Situation, data base and context (EnAW – businesses – country) .....	19
Evaluation of monitoring data: methodology (TEP) and data (EnAW) .....	19
Evaluation of monitoring data: results.....	19
Scenarios: assumptions and results .....	20
Context, comparison of results and conclusions .....	21

<b>Zusammenfassung und Ergebnisse der Studie .....</b>	<b>23</b>
Ausgangslage .....	23
Zielsetzung .....	23
Daten und Methodik .....	23
Ergebnisse der explorativen Analyse und der Regressionsmodelle .....	24
Effizienzgewinn nach Sektoren und Branchen .....	25
Effizienzgewinn nach Verwendungszweck .....	26
Zeitliche Dynamik.....	26
Relevanzanalyse.....	26
Einflussfaktoren auf spezifische Massnahmenwirkung .....	27
Szenario-Rechnungen .....	28
Szenario-Definitionen.....	28
Szenario Sz1: Basis-Szenario .....	29
Szenario Sz2: Erhöhte Massnahmentätigkeit .....	30
Szenario Sz3: Maximal-Szenario .....	31
Szenario Sz4: Langfrist-Szenario .....	32
Die vier Szenarien in der Übersicht .....	34
<b>1 Ausgangslage, Zielsetzung und Vorgehen .....</b>	<b>36</b>
1.1 Ausgangslage.....	36
1.2 Zielsetzung des Projekts und Projektumfang.....	37
1.3 Vorgehen .....	38
<b>2 Grundlagen .....</b>	<b>39</b>
2.1 Datengrundlage.....	39
2.1.1 Charakterisierung des Datensatzes.....	40
2.1.2 Vergleich mit Grundgesamtheit.....	41
2.2 Explorative Analyse der EnAW EM-Monitoringdaten.....	41
2.2.1 Effizienzgewinne nach betroffenem Verwendungszweck .....	41
2.2.2 Effizienzwirkung nach Sektoren und Branchen.....	42
2.2.3 Effizienzgewinne nach Branchen und Verwendungszweck.....	44
2.2.4 Relevanzanalyse .....	44
2.2.5 Struktur nach Effizienzgewinn-Grössenklassen .....	48
2.2.6 Zeitliche Entwicklung.....	48
2.2.7 Nachfrageentwicklung der EnAW-Teilnehmerfirmen.....	51
2.2.8 Fazit explorativen Analyse.....	53
2.3 Statistische Analyse der Massnahmentätigkeit (Häufigkeit pro Jahr).....	53
2.3.1 Massnahmentätigkeit (Häufigkeit pro Jahr) .....	54
2.3.2 Vergleich Modell und Daten .....	55
2.4 Statistische Analyse der spezifischen Stromeffizienzgewinne als Funktion verschiedener Einflussfaktoren .....	56
<b>3 Projektion der künftigen Stromeffizienzgewinne in verschiedenen Szenarien .....</b>	<b>59</b>
3.1 Definitionen der Szenarien und ihre Umsetzung im Überblick .....	59
3.1.1 Definitionen der Szenarien .....	59

3.1.2	Umsetzung der definierten Szenarien.....	61
3.2	Szenario Sz1: Basis-Szenario .....	62
3.2.1	Annahmen im Basis-Szenario Sz1.....	62
3.2.2	Ergebnisse im Basis-Szenario .....	64
3.3	Szenario Sz2: Fortschreibung mit erhöhter Massnahmen­tätigkeit.....	66
3.3.1	Konkretes Vorgehen und Annahmen .....	66
3.3.2	Ergebnisse im Szenario Sz2.....	68
3.3.3	Szenario 2: Sensitivität höherer Strompreis .....	69
3.3.4	Szenario 2: Sensitivität ohne die 50 bzw. 100 grössten Unternehmen.....	70
3.4	Szenario Sz3: Maximalszenario.....	71
3.4.1	Annahmen im Szenario Sz3.....	71
3.4.2	Ergebnisse Szenario 3 .....	72
3.5	Szenario Sz4: Langfrist-Szenario bis 2035 und 2050 .....	74
3.5.1	Annahmen Szenario Sz4 .....	74
3.5.2	Ergebnisse Szenario Sz4 .....	76
<b>4</b>	<b>Quervergleiche, methodische Folgerungen und Empfehlungen ...</b>	<b>77</b>
4.1	Quervergleich zu anderen Studien und Ergebnissen .....	77
4.1.1	Vergleich der vergangenen Entwicklung .....	77
4.1.2	Vergleich der Langfristszenarien.....	78
4.2	Fazit Szenario-Betrachtungen .....	79
4.3	Plausibilisierung und inhaltliche Einschätzung der Ergebnisse .....	80
4.3.1	Massnahmenhäufigkeit .....	80
4.3.2	Massnahmenwirkung .....	80
4.4	Methodische Einschätzung der Ergebnisse .....	81
4.4.1	Hintergrund .....	81
4.4.2	Datencharakterisierung.....	81
4.4.3	Beurteilung .....	81
4.5	Empfehlungen .....	84
<b>5</b>	<b>Literaturhinweise und Referenzen.....</b>	<b>85</b>
<b>Anhang</b>	<b>.....</b>	<b>86</b>

## Vorwort

Die Energie-Agentur der Wirtschaft (EnAW) arbeitet seit 2001 mit wirtschaftlichen Massnahmen und über 2000 Unternehmen an der Verbesserung der Energieeffizienz. Neben rechtlich gestützten CO<sub>2</sub>-Zielen wurden auch Gesamtenergieeffizienzziele in den Zielvereinbarungen festgelegt. So wurden in den letzten 10 Jahren zahlreiche Massnahmen zur Verbesserung der Stromeffizienz umgesetzt. Mit den Daten aus dem Monitoring der EnAW wurde die energetische Wirkung von über 5000 strombezogenen Massnahmen von gut 620 Unternehmen analysiert und im vorliegenden Bericht zusammengefasst.

Um ein methodisch sauberes Vorgehen und eine wissenschaftlich fundierte Auswertung dieser Daten zu garantieren, wurde Dr. Martin Jakob (TEP Energy), ein anerkannter Experte auf diesem Gebiet, engagiert.

Diese Zusammenarbeit und die Verwendung realer Unternehmensdaten bilden eine wohl einmalige Grundlage, um die Verbesserungspotenziale der Wirtschaft realitätsgetreu einschätzen zu können. Damit erhält auch die EnAW eine solide Basis, um die Energieeffizienz zusammen mit den Unternehmen weiterhin erfolgreich und wirtschaftlich zu optimieren.

# Executive Summary (deutsch)

## Zielsetzung

Das Ziel dieses Berichts ist, die Wirkung der bisherigen Tätigkeit der EnAW im Bereich Stromeffizienz statistisch auszuwerten und ihre Struktur transparent und nachvollziehbar darzustellen. Mit Hilfe eines darauf basierenden Modells sollen mögliche künftige Entwicklungen bottom-up abgeschätzt werden. Künftige Möglichkeiten und Zielsetzungen bzgl. Stromeffizienzsteigerung im Bereich der Wirtschaft können so realistisch eingeschätzt werden.

## Ausgangslage, Datenbasis und Kontext (EnAW-Wirtschaft-CH)

Als Grundlage der Studie dienen die empirischen Monitoringdaten des Energie-Modells (EM) der EnAW. Darin sind per Ende 2010 rund 5000 stromwirksame Einzelmassnahmen von rund 620 Unternehmen festgehalten. Die berücksichtigten Unternehmen des EM decken einen elektrischen Energieverbrauch von rund 10 TWh ab. Das entspricht einer Stromnachfrage von 28 % der Wirtschaft oder 1/6 der Gesamtnachfrage der Schweiz. Die Abdeckung durch die Teilnehmerfirmen im Industriesektor ist mit rund 40 % deutlich höher im Vergleich zum Dienstleistungssektor mit 17%. Die Stromeffizienzwirkung betrug Ende 2010 brutto rund 0.81 TWh, also rund 8 % der Nachfrage.

## Auswertung Monitoring-Daten: Methodik (TEP) und Daten (EnAW)

Die im Monitoring der EnAW erfassten Massnahmen wurden in 15 verschiedene Kategorien eingeteilt, wobei die Massnahmenkategorien „Ökostromeinkauf“, „Substitution“ und „Wärmeleistungskoppelung“ nicht berücksichtigt wurden. Die übrigen Einzelmassnahmen wurden zu rund 3'500 Jahresmassnahmen zusammengefasst. Diese nehmen Bezug auf den Verwendungszweck der betroffenen elektrischen Anwendungen (z.B. Produktionsprozesse, Gebäudetechnik, Kälteerzeugung, Beleuchtung), Branchen oder Branchengruppen sowie weiteren Einflussfaktoren. Die Monitoringdaten wurden kategorisiert und mittels Regressionsmodellen statistisch analysiert. Letzteres hat zum Ziel, die Wirkung der verschiedenen Einflussfaktoren auf die Häufigkeit und die Wirkung der Effizienzmassnahmen zu eruieren.

## Auswertung Monitoring-Daten: Resultate

Die Analyse der heutigen Daten zeigt, dass die einbezogenen Unternehmen eine Effizienzwirkung von rund brutto 8% erreichten, d.h. rund 1% pro Jahr (gewichtetes Beitrittsjahr 2003). Dabei ist die relative Wirkung im DL-Sektor mit 12% um ein Drittel höher und doppelt so hoch wie im Industriesektor mit 6%. Umgekehrt erzielte der Industriesektor absolut gesehen mit rund 0.450 TWh (55%) eine leicht höhere Wirkung als der DL-Sektor mit 0.350 TWh (43%); die restlichen 2% kommen von der Landwirtschaft. Auf Branchenebene sind es Nahrungsmittel und Papier aus dem Industriesektor sowie die DL-Branchen Handel, Banken und Versicherungen sowie Verkehr und Nachrichtenüber-

mittlung, welche die höchsten Wirkungen pro Massnahme aufweisen und in der Summe über die Hälfte der Wirkung auf sich vereinigen. Als relevante Einflussfaktoren haben sich im Regressionsmodell Grössen wie Strompreis, Stromverbrauch, Branche und Verwendungszweck herausgestellt.

Auf dieser Basis konnte aus dem Regressionsmodell zusammen mit weiteren Szenario-Annahmen auf künftige Entwicklungen geschlossen werden.

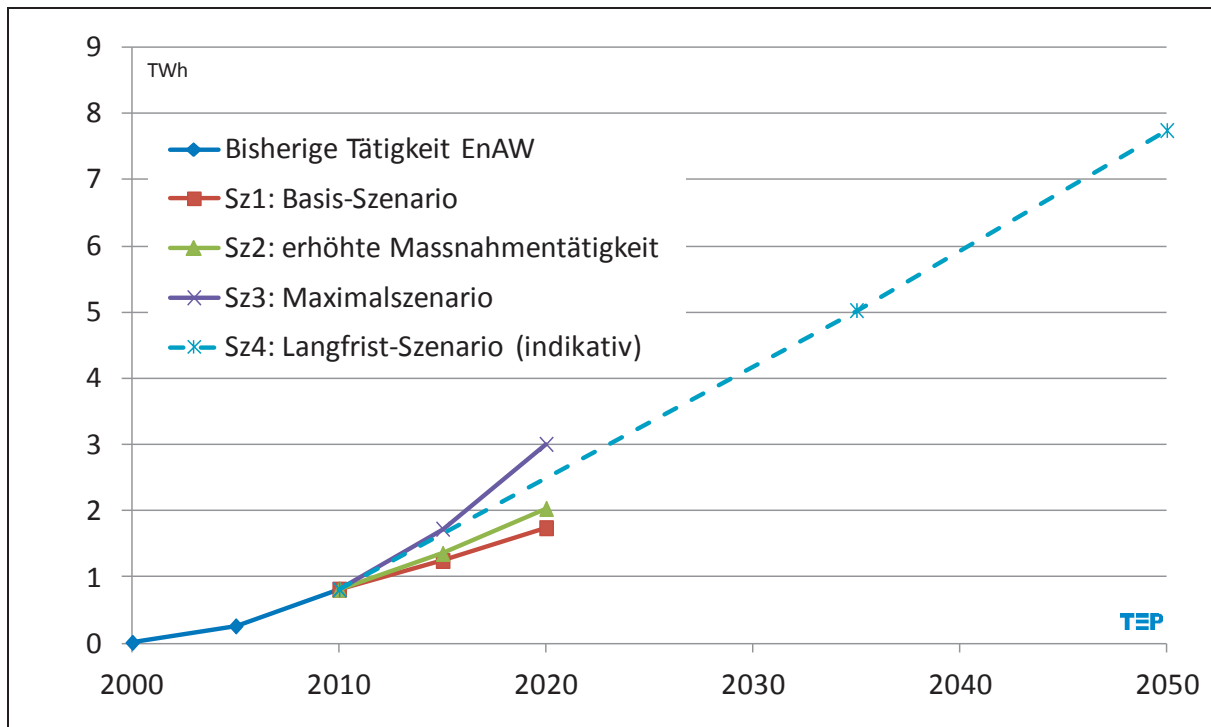
## **Szenarien: Annahmen und Ergebnisse**

Um die mögliche künftige Entwicklung der Effizienzsteigerungen der Unternehmen unter verschiedenen Bedingungen und in verschiedenen Zeiträumen abschätzen zu können, wurden vier Szenarien und zwei Szenario-Varianten definiert, dies unter der Prämisse, dass nach wie vor nur wirtschaftliche Massnahmen umgesetzt werden.

Annahmen und Ergebnisse werden wie folgt zusammengefasst:

- S1** Das Basis-Szenario beschreibt den Trend bis 2020 unter Annahme einer konstanten Massnahmentätigkeit, der im Modell festgestellten spezifischen Massnahmenwirkung und einer geringen Zunahme der Anzahl Teilnehmerfirmen. Damit kann die Effizienzwirkung bis 2020 gegenüber heute mehr als verdoppelt und von 0.81 TWh auf rund 1.7 TWh gesteigert werden (siehe auch untenstehende Abbildung).
- S2** Das Szenario mit erhöhter Massnahmentätigkeit beschreibt den Trend bis 2020 unter Annahme einer leicht steigenden Massnahmetätigkeit bei sonst gleichen Bedingungen wie Szenario Sz1. Im Jahr 2020 wird damit eine kumulierte Einsparwirkung von rund 2 TWh erreicht.
- S3** In einem Maximalszenario wurden ein erhöhter gesellschaftlicher Druck und Anreize unterstellt, so dass sich zusätzliche Unternehmen Effizienzziele geben und in einer Zielvereinbarung Effizienzmassnahmen umsetzen. Sie intensivieren die Massnahmentätigkeit und vergrössern die spezifischen Wirkungen der Massnahmen. Die Effizienzwirkung wird damit um weitere 1 TWh auf 3 TWh.
- S4** Im Langfrist-Szenario wurde unterstellt, dass bis 2050 Unternehmen mit einer Abdeckung von 80 % (!) der Stromnachfrage der Wirtschaft in der Schweiz Effizienzziele erarbeiten und wie die heutigen EnAW-Teilnehmer Massnahmen umsetzen. Innerhalb dieses viermal längeren Zeitraums erhöht sich die Effizienzwirkung um knapp 7 TWh auf knapp 8 TWh.

Bei der Szenario-Variante mit einer Verdoppelung der Strompreise würden die Einsparungen noch um rund 30 % zunehmen, dies bezogen auf Szenario Sz2. Wenn hingegen aufgrund eines neuen Regulierungsansatzes (EHS statt Zielvereinbarungen) Anreize zum Stromsparen für die grössten 50 oder 100 CO<sub>2</sub>-Emitenten wegfielen, weil sie nur noch über das CO<sub>2</sub>-Gesetz durch das Emissionshandelssystem (EHS) Anreize erhielten, würde das Einsparpotenzial von 20% bis 30% möglicherweise nicht mehr oder nur teilweise umgesetzt werden.



## Kontext, Vergleich der Resultate und Folgerungen

Grundsätzlich lässt sich sagen, dass die Unternehmen ihre Energieeffizienz in den Jahren bis 2020 unter den heute bekannten politischen und gesellschaftlichen Rahmenbedingungen und unter der Prämisse der Wettbewerbsfähigkeit verdoppeln können. Das heisst, dass bis 2020 durch die Wirtschaft zwischen 1 und 2 TWh zusätzlich eingespart werden können. Diese Werte sind vergleichbar mit den bisherigen Schätzungen von BFE/Prognos vom Mai 2011.

In der Perspektive bis 2050 müssen die Resultate äusserst vorsichtig interpretiert werden. Denn zum einen ergeben sich bei der Extrapolation über diese lange Frist im Vergleich zur Stützperiode des Regressionsmodells hohe Unsicherheiten. Zum anderen müssen darüber, wie viele Unternehmen bis dann ihre Effizienzmassnahmen in der Qualität der heutigen EnAW-Unternehmen umsetzen werden, sehr wagemutige Annahmen getroffen werden. Dabei überlagern sich auch treibende Effekte wie höhere Einsparungen dank technischem Fortschritt, höhere Energiepreise und ein wesentlich längerer verfügbarer Zeitraum mit dämpfenden Effekten, abnehmende Potenziale oder zunehmende Kosten bei steigender Effizienz. Unter diesen Vorbehalten und Annahmen errechneten wir für die Langfristwirkung ein Effizienzpotenzial von zusätzlich rund 7 TWh, was für die Unternehmen eine Reduktion ihres Stromverbrauchs von langfristig 24% bedeuten würde (ohne Wachstumseffekte).

Unter dem Strich bedeutet dies, dass die Wirtschaft bis 2050 rund 7 TWh wird beitragen können, wohingegen die Reduktion für die Schweiz als Ganzes gemäss dem Szenario Neue Energiepolitik des Bundes knapp 23 TWh beträgt; hierbei bezieht sich letztere Zahl auf eine Bezugsgrösse von 79 TWh (inkl. Wachstumseff-

fekte) und diejenige der einbezogenen Unternehmen auf 29 TWh (ohne Wachstumseffekte).

## **Executive Summary (français)**

### **Objectif**

L'objectif du présent rapport est d'évaluer statistiquement les effets de l'activité de l'AEnEC dans le domaine de l'efficacité électrique et de présenter sa structure de manière transparente et compréhensible. Ces données ont permis d'élaborer un modèle et des scénarios d'évolution (approche « bottom-up »). Il est ainsi possible d'évaluer de manière réaliste le potentiel d'amélioration de l'efficacité électrique au sein de l'économie.

### **Historique, contexte et bases de données (AEnEC – économie – Suisse)**

Cette étude repose sur les données de monitoring du « modèle énergétique » (ME) de l'AEnEC. Celui-ci englobait à la fin 2010 environ 5000 mesures destinées à réduire les dépenses électriques de quelque 620 entreprises. Les entreprises intégrées à ce modèle consomment environ 10 térawattheures (TWh), soit 28 % de la demande de l'économie ou un sixième de la consommation finale totale de la Suisse. Les entreprises industrielles représentent 40 % des sociétés de ce groupe, une proportion nettement supérieure à celle des entreprises du secteur des services (17 %). L'amélioration de leur efficacité électrique s'est traduite par 0,81 TWh d'économies à la fin de 2010, ce qui correspond à 8 % de leur consommation.

### **Évaluation des données de monitoring : méthode (TEP) et données (AEnEC)**

Les mesures prises en compte dans le monitoring de l'AEnEC ont été réparties en quinze catégories et regroupées pour représenter au final 3500 mesures (agrégats annuel). Celles-ci concernent les divers modes d'utilisation de l'électricité (processus de production, technique du bâtiment, réfrigération, éclairage, par exemple), des branches ou groupes de branches, ou encore d'autres facteurs d'influence. À noter que trois des catégories, à savoir « Achat de courant vert », « Substitution » et « Couplage chaleur-force », n'ont pas été retenues dans le cadre de cette étude. Les données de monitoring ont été classées et ont fait l'objet d'évaluations statistiques à l'aide de modèles de régression afin de mesurer l'impact des divers facteurs d'influence sur la fréquence et l'effet des mesures d'efficacité énergétique.

### **Évaluation des données de monitoring : résultats**

L'analyse des données révèle que les entreprises comprises dans l'étude ont amélioré leur efficacité brute de quelque 8 %, soit environ 1 % par année (année de départ pondérée : 2003). L'efficacité relative du secteur des services (12 %) est supérieure d'un tiers à la moyenne et correspond au double du résultat enregistré par les entreprises industrielles (6 %). En valeur absolue, c'est l'industrie qui arrive en tête avec 0.45 TWh (55 %) ; elle précède le secteur des services (0.35 TWh, soit 43 %) et l'agriculture (2 %). Sur le plan sectoriel, la meilleure efficacité par mesure prise est constatée dans l'industrie agro-alimen-

taire et celle du papier, alors que pour les services il s'agit des assurances, les transports et les communications. Ces secteurs génèrent à eux seuls plus de la moitié des gains d'efficacité. Les principaux facteurs d'influence mis en évidence par le modèle ont été le prix du courant, la consommation électrique, la branche d'activité et le but d'utilisation.

C'est sur la base de ce modèle et d'autres hypothèses de scénarios qu'ont été déduites les évolutions probables.

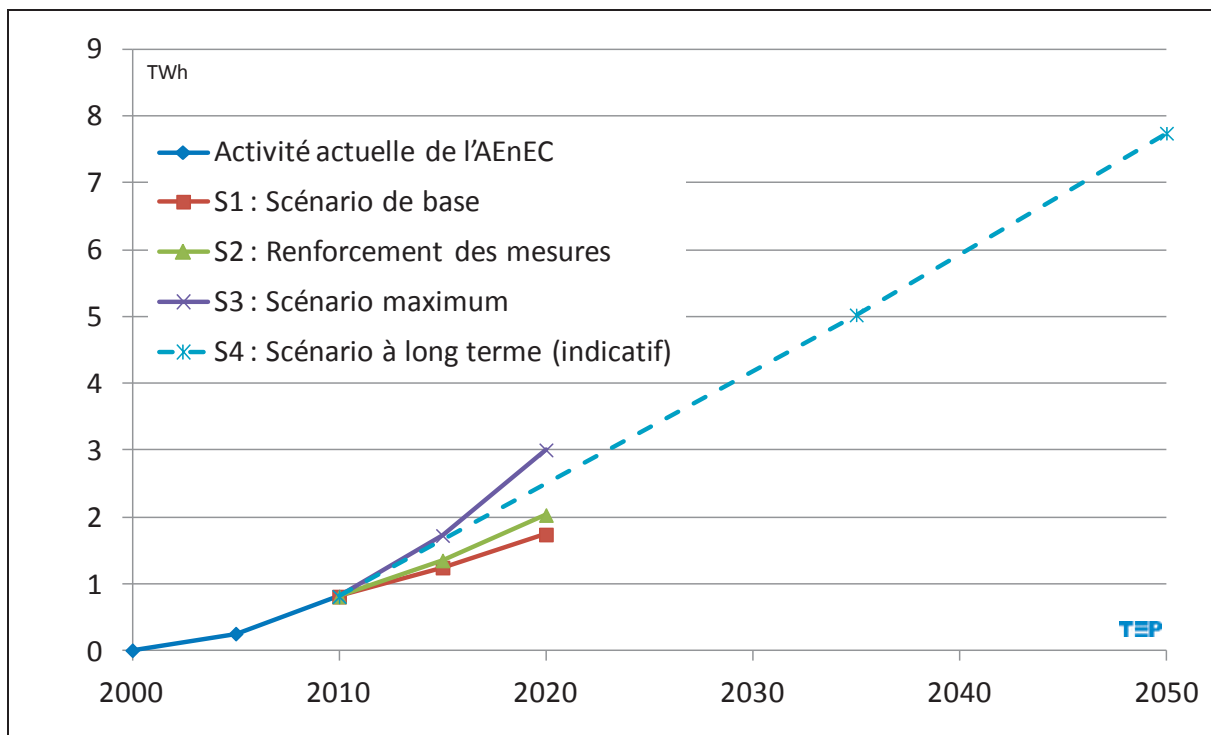
## **Scénarios : hypothèses et résultats**

Afin de pouvoir déterminer l'évolution future de l'amélioration de l'efficacité énergétique des entreprises dans des contextes différents et sur diverses périodes, quatre scénarios et deux variantes ont été élaborés, en se basant sur la mise en œuvre de mesures économiquement rentables, comme c'est le cas aujourd'hui.

Les hypothèses et résultats peuvent être résumés de la manière suivante :

- S1** Le scénario de base décrit la tendance jusqu'en 2020, moyennant l'hypothèse d'un nombre de mesures prises identique à celui d'aujourd'hui, d'une efficacité des mesures conforme aux normes fixées dans le modèle et d'un faible accroissement du nombre d'entreprises participantes. Cela permettrait de plus que doubler les gains d'efficacité d'ici à 2020, qui passeraient ainsi de 0,81 TWh à environ 1,7 TWh (voir graphique ci-dessous).
- S2** Le scénario fondé sur un renforcement des mesures décrit la tendance jusqu'en 2020, avec pour hypothèse une légère augmentation du nombre de mesures prises, les autres critères restant semblables au scénario de base. Il permet une économie totale d'environ 2 TWh en 2020.
- S3** Le scénario maximum postule une augmentation des incitations et de la pression sociale, encourageant de nouvelles entreprises à améliorer leur efficacité et à intégrer des mesures d'efficacité énergétique dans une convention d'objectifs. Ces entreprises intensifient leurs efforts et augmentent les effets spécifiques de ces mesures. Le gain augmente de 1 TWh supplémentaire et passe ainsi à 3 TWh.
- S4** Le scénario à long terme part du principe que, à l'horizon 2050, les entreprises se fixant des objectifs en matière d'efficacité énergétique et appliquant des mesures similaires à celles mise en œuvre actuellement par les participants à l'AEnEC représenteront 80 % (!) de la demande d'électricité de l'économie helvétique. Durant cette période quatre fois plus longue, les gains d'efficacité augmentent de quelque 7 TWh pour atteindre près de 8 TWh.

Dans la variante impliquant un doublement du prix de l'électricité, les économies réalisées augmenteraient d'environ 30 % par rapport au scénario S2. En revanche, la suppression des incitations à économiser l'énergie pour les 50 ou 100 plus gros émetteurs de CO<sub>2</sub>, liée à l'introduction d'une nouvelle forme de réglementation (remplacement des conventions d'objectifs par un marché des droits d'émission), aurait pour conséquence que le potentiel d'économies, de l'ordre de 20 % à 30 %, ne serait plus ou pas entièrement exploité.



### Contexte, comparaison des résultats et perspectives

En conclusion, les entreprises sont capables de doubler leur efficacité énergétique d'ici à 2020, pour autant que le contexte sociopolitique demeure stable et que la compétitivité soit préservée. Elles peuvent réaliser une économie supplémentaire de 1 ou 2 TWh d'ici à 2020. Ces chiffres coïncident avec les estimations effectuées par l'OFEN/Prognos publiés en mai 2011.

L'extension des perspectives à l'horizon 2050 exige une grande prudence dans l'interprétation des résultats. D'une part, les extrapolations à long terme comportent un haut degré d'incertitude par rapport à la période de référence du modèle ; d'autre part, l'estimation du nombre d'entreprises qui appliqueront à cette date des mesures d'efficacité énergétique conformes aux normes actuelles des membres de l'AEnEC repose nécessairement sur des hypothèses audacieuses. Enfin, les facteurs favorables, comme l'augmentation des économies dues aux progrès techniques, la hausse des prix de l'énergie et un délai à disposition nettement plus long sont contrebalancés par les effets pénalisants de la diminution du potentiel d'accroissement de l'efficacité énergétique et de l'accroissement des coûts. Compte tenu des réserves et hypothèses susmentionnées, nous évaluons le potentiel d'efficacité supplémentaire à long terme à environ 7 TWh par an, ce qui correspondrait à une diminution de la consommation électrique à long terme des entreprises de 24 % (sans les effets de croissance).

Dans l'ensemble, cela signifie que l'économie pourrait contribuer à hauteur de 7 TWh à l'amélioration de l'efficacité électrique, alors que la réduction de la consommation totale de la Suisse fixée dans le scénario de la nouvelle politique énergétique de la Confédération se monte à 23 TWh, partant de l'idée que, sans mesures d'économies, la consommation totale du pays s'élèverait à 79 TWh

(effets de croissance inclus) à l'horizon 2050 et celle des entreprises incluses à 29 TWh (hors effets de croissance).

## **Executive Summary (italiano)**

### **Obiettivo**

Questo rapporto ha l'obiettivo di valutare statisticamente gli effetti dell'attività dell'Agenzia dell'energia per l'economia (AEnEC) nel settore dell'efficienza energetica e di presentare i suoi campi d'azione in maniera trasparente e comprensibile. Questi dati hanno permesso di elaborare un modello (approccio "bottom-up") e degli scenari. E' così possibile valutare in maniera realistica il potenziale di miglioramento dell'efficienza energetica nell'ambito dell'economia.

### **Situazione iniziale, basi dei dati e contesto (AEnEC-economia-CH)**

Questo studio si basa sui dati del „modello energetico“ (ME) dell'AEnEC. Quest'ultimo comprendeva alla fine del 2010 circa 5000 misure destinate a ridurre i costi per l'elettricità di circa 620 imprese. Le imprese integrate in questo modello consumano circa 10 terawattore (TWh), ossia il 28% della domanda di energia dell'economia o un sesto del consumo totale svizzero. Il consumo delle imprese industriali rispetto al totale del settore (40%) è maggior rispetto al correlativo nel settore dei servizi (17%). Il miglioramento della loro efficienza energetica si è tradotto in 0,81 TWh di risparmi alla fine del 2010, ciò che corrisponde all'8% del loro consumo.

### **Valutazione dei dati di monitoraggio: metodo (TEP) e dati (AEnEC)**

Le misure prese in considerazione nel monitoraggio dell'AEnEC sono state ripartite in quindici categorie e raggruppate per rappresentare in totale 3500 misure. Queste ultime concernono i vari sistemi d'utilizzo dell'elettricità (processo di produzione, tecnica della costruzione, refrigerazione, illuminazione, ecc.) dei settori o gruppi di settori. Da notare che le misure "Acquisto di elettricità verde", "Sostituzione" e "Cogenerazione calore-forza" non sono state prese in considerazione nell'ambito di questo studio. I dati di monitoraggio sono stati classificati e sono stati oggetto di valutazioni statistiche attraverso modelli di regressione, allo scopo di misurare l'impatto dei diversi fattori d'influenza sulla frequenza e l'effetto delle misure d'efficienza energetica.

### **Valutazione dei dati di monitoraggio: risultati**

L'analisi dei dati rivela che le imprese considerate dallo studio hanno migliorato la loro efficienza lorda di circa l'8%, ossia dell'1% all'anno (anno di partenza: 2003). L'efficienza relativa al settore dei servizi (12%) è superiore di un terzo alla media e corrisponde al doppio del risultato registrato dal settore industriale (6%). In valori assoluti, l'industria è in testa con 0.45 TWh (55%); essa precede il settore dei servizi (0.35 TWh, ossia il 43%) e l'agricoltura (2%). Sul piano settoriale, la migliore efficienza per misura adottata è stata registrata nell'industria alimentare e in quella della carta, mentre per i servizi si tratta del commercio, delle banche e delle assicurazioni, dei trasporti e delle comunicazioni. Questi settori sono da soli all'origine di oltre la metà dei guadagni d'efficienza. I princi-

pali fattori d'influenza messi in evidenza dal modello sono stati il prezzo dell'elettricità, il consumo energetico, il settore d'attività e lo scopo dell'utilizzo.

Sulla base di questo modello e di altre ipotesi di scenari sono state dedotte le probabili evoluzioni.

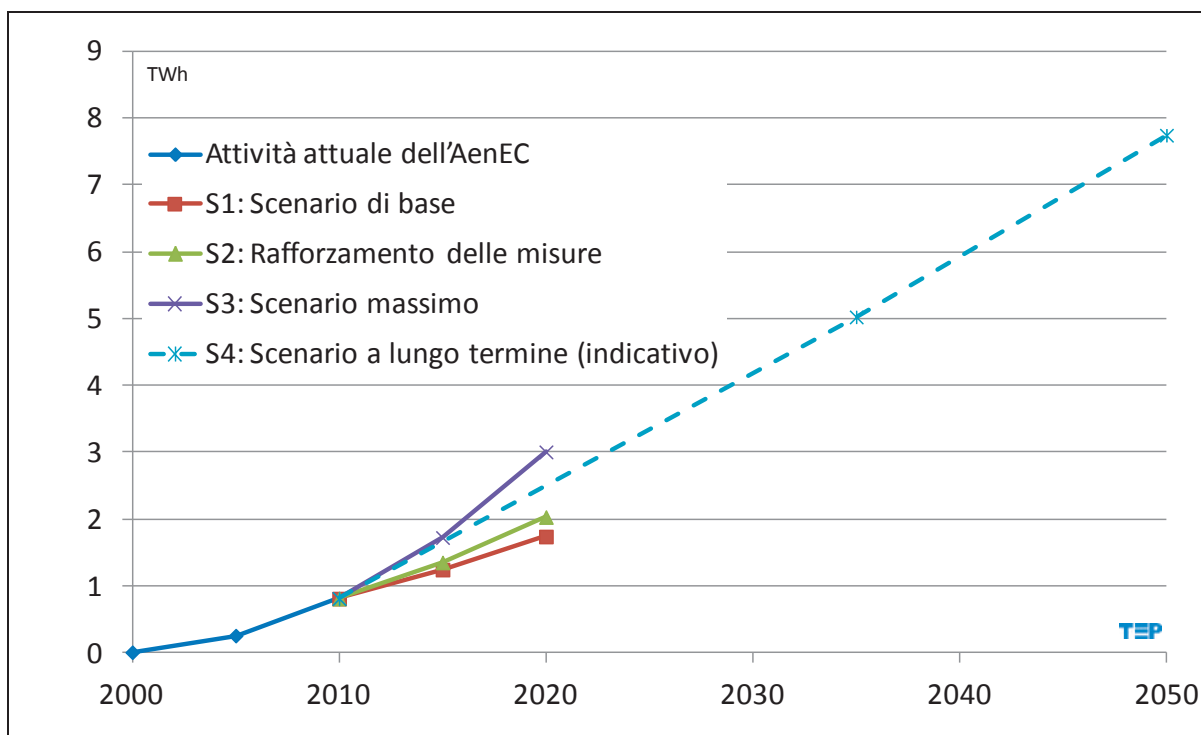
### **Scenari: ipotesi e risultati**

Allo scopo di determinare l'evoluzione futura del miglioramento dell'efficienza energetica delle imprese nei vari contesti e su diversi periodi, sono stati elaborati quattro scenari e due varianti, basandosi sull'adozione di misure economicamente redditizie, come già oggi è il caso.

Le ipotesi e i risultati possono essere riassunti nel seguente modo:

- S1** Lo scenario di base descrive la tendenza fino al 2020, mediante l'ipotesi di uno stesso numero di misure prese rispetto a quelle di oggi, di un'efficacia delle misure conforme alle norme fissate nel modello e di un debole aumento del numero delle imprese partecipanti. Questo permetterebbe di raddoppiare i guadagni d'efficienza entro il 2020, che passerebbero così da 0,81 TWh a circa 1,7 TWh (si veda anche il grafico sottostante).
- S2** Lo scenario basato su un rafforzamento delle misure descrive la tendenza fino al 2020, con l'ipotesi di un leggero aumento del numero di misure prese; gli altri criteri resterebbero simili allo scenario di base. Esso permette un risparmio totale di circa 2 TWh nel 2020.
- S3** Lo scenario massimo postula un aumento degli incitamenti e della pressione sociale, incitando nuove imprese a migliorare la loro efficienza e ad integrare misure di efficienza energetica in una convenzione d'obiettivi. Queste imprese intensificano i loro sforzi e aumentano gli effetti specifici di queste misure. Il guadagno aumenta di 1 TWh supplementare e passa così a 3 TWh.
- S4** Lo scenario a lungo termine parte dal principio che le imprese che forniscono uno sforzo di efficienza energetica coprono l'80% (!) della domanda di elettricità dell'economia elvetica (nel 2050) e applichino misure simili a quelle adottate attualmente dai partecipanti all'AEnEC. Durante questo periodo quattro volte più lungo, i guadagni d'efficienza aumentano di circa 7 TWh per raggiungere quasi 8 TWh.

Nella variante che implica un raddoppio del prezzo dell'elettricità, i risparmi realizzati aumenterebbero di circa il 30% rispetto allo scenario S2. Per contro, la soppressione degli incitamenti di risparmio per i 50 o 100 principali produttori di emissioni di CO<sub>2</sub>, legata all'introduzione di una nuova forma di regolamentazione (sostituzione delle convenzioni d'obiettivi con un mercato dei diritti d'emissione) ridurrebbe fortemente il potenziale di risparmio, in un ordine di grandezza stimato attorno al 20 o 30%.



## Contesto, confronto dei risultati e prospettive

In conclusione, le imprese sono in grado di raddoppiare la loro efficienza energetica entro il 2020, sempre che il contesto sociopolitico rimanga stabile e che la competitività sia preservata. Esse possono realizzare un risparmio supplementare tra gli 1 e i 2 TWh entro il 2020. Queste cifre coincidono con le stime effettuate dall'UFE/Prognos (maggio 2011).

L'estensione delle prospettive all'orizzonte 2050 richiede grande prudenza nell'interpretazione dei risultati. Da una parte, le estrapolazioni a lungo termine comportano un alto grado d'incertezza rispetto al periodo di riferimento del modello; dall'altra parte, la stima del numero di imprese che applicheranno in un futuro così lontano le misure d'efficienza energetica conformi alle norme attuali dei membri dell'AEnEC si basa forzatamente su audaci ipotesi. Infine, i fattori favorevoli come l'aumento dei risparmi dovuti ai progressi tecnici, l'aumento dei prezzi dell'energia e i termini nettamente più lunghi sono controbilanciati dagli effetti penalizzanti della diminuzione del potenziale di crescita dei costi. Tenuto conto delle riserve e delle ipotesi menzionate sopra, si valuta il potenziale d'efficienza supplementare a lungo termine a circa 7 TWh all'anno, ciò che corrisponderebbe ad una diminuzione del consumo di elettricità a lungo termine delle imprese del 24% (senza gli effetti di crescita).

Nel complesso, questo significa che l'economia potrebbe contribuire in ragione di 7 TWh, mentre il risparmio totale della Svizzera si fisserebbe a quasi 23 TWh come considerato nello scenario della nuova politica energetica; quest'ultima cifra si riferisce ad un consumo totale del paese di 79 TWh (inclusi gli effetti di crescita) e a quello delle imprese incluse di 29 TWh (esclusi gli effetti di crescita).



## **Executive Summary (english)**

### **Purpose**

The purpose of this report is to perform a statistical evaluation of the effect of the activity carried out to date by EnAW/AEnEC (Swiss Private Sector Energy Agency) in the field of efficient use of electricity and to present its structure in a transparent and comprehensible manner. Using a model with that as its basis, the report sets out to estimate possible future developments bottom-up. This makes it possible to obtain a realistic idea of future possibilities and targets as regards improving the efficient use of electricity in the business sector.

### **Situation, data base and context (EnAW – businesses – country)**

The study's input is the empirical monitoring data produced by EnAW's energy model (EM). This contains approximately 5000 individual measures from some 620 businesses with an impact on electricity at the end of 2010. The businesses considered in the model account for electricity consumption of around 10 TWh. This corresponds to 28% of the business demand for electricity in Switzerland or 1/6 of the country's total end use demand. The manufacturing businesses participating account for around 40% of that sector, which is very considerably higher than in the case of the services sector, with a 17% involvement. The gross impact on efficient use of energy amounted to roughly 0.81 TWh at the end of 2010, in other words approximately 8% of demand.

### **Evaluation of monitoring data: methodology (TEP) and data (EnAW)**

The measures included in the EnAW's monitoring programme were placed in 15 different categories, but the categories of measures called "purchase of ecological electricity", "substitution" and "combined generation of heat and power" were not given any further consideration. The other individual measures were grouped together to annual aggregates of around 3500. These refer to the electrical applications concerned (such as production processes, heating, ventilation and air-conditioning, refrigeration and lighting), the sectors or groups of sectors, and further influencing factors. The monitoring data was categorised and statistically analysed using regression models. The purpose of the latter is to establish the effect of the various influences on the frequency and effect of the efficiency measures.

### **Evaluation of monitoring data: results**

The analysis of the present-day data shows that the businesses included achieved a gross efficiency effect of approximately 8%, i.e. roughly 1% per year (weighted joining year 2003). Within this aggregate, the relative impact of 12% in the services sector is a third higher than the mean effect and twice as high as that in the manufacturing sector at 6%. In terms of absolute figures, on the other hand, the manufacturing sector achieved about 0.450 TWh (55%), which is a slightly higher overall effect than the services sector at 0.350 TWh (43%); the

remaining 2% come from agriculture. Looking at the sub-sectors, it is food and paper within the manufacturing sector and commerce, banks and insurances, as well as transport and communications, within the service sector that display the highest effects per measure and, all in all, account for more than half the total impact. In the regression model, those factors that have emerged as the most relevant influences have been parameters such as electricity price, electricity consumption, sector and type of use.

On this basis, it was then possible to use the regression model in combination with other scenario assumptions to draw conclusions about future developments.

### **Scenarios: assumptions and results**

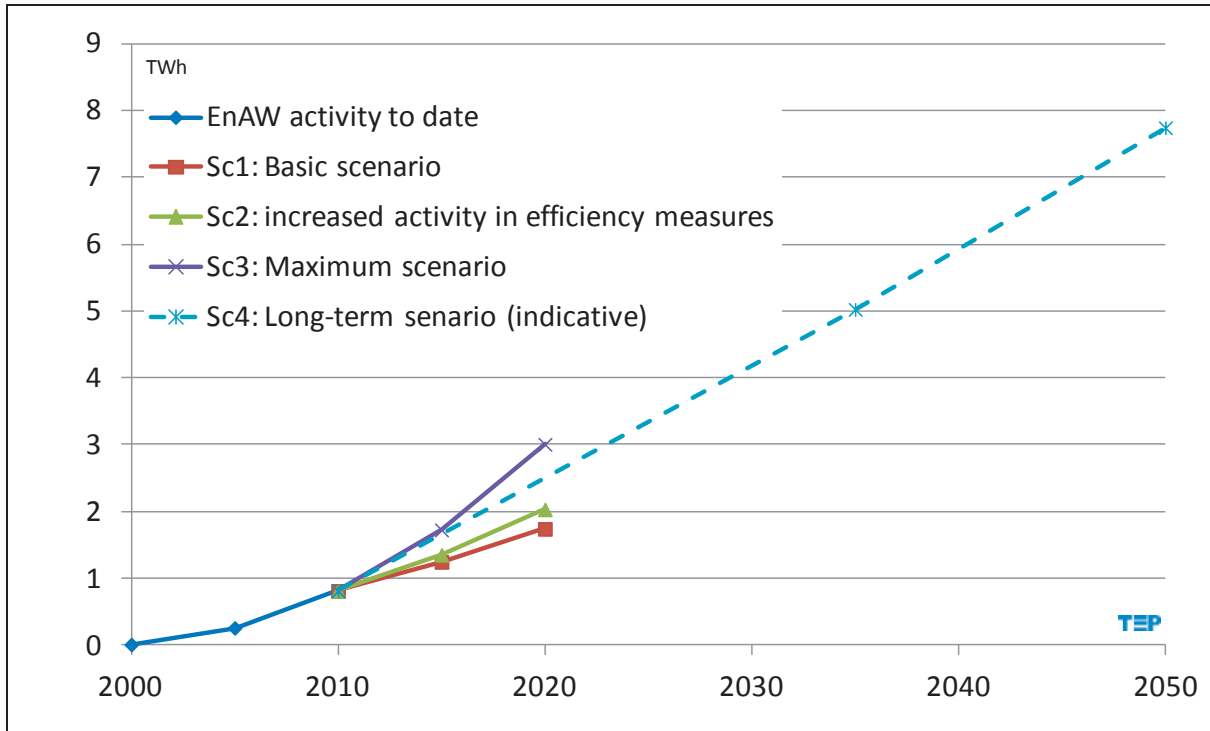
In order to be able to appraise the possible future development in efficiency improvements of the businesses subject to various conditions and over various periods of time, four scenarios and two scenario variants were defined under the premise that it would continue to be the case that the only measures which would be implemented would be those producing an economic return.

The assumptions and results can be summarised as follows:

- S1** The basic scenario describes the trend up to 2020, assuming the activity level remaining constant, the measures having the same specific effect as established in the model, and a slight increase in the number of participating businesses. That is a combination that is capable of achieving more than twice the efficiency impact by 2020 compared with today, up from 0.81 TWh to approximately 1.7 TWh (cf. illustration below).
- S2** The scenario with a higher level of activity describes the trend up to the year 2020, assuming a slight increase in the activity level, with all the other conditions remaining the same as in Scenario Sc1. If this does happen, the cumulative saving effect up to the year 2020 will reach approximately 2 TWh.
- S3** In a maximum scenario, it was assumed that there would be increases in social pressure and incentives, so that more businesses would set efficiency targets for themselves and implement them through a target agreement on efficiency measures. They would intensify the activity dedicated to efficiency measures and would increase the specific effects of the measures. The efficiency effect would thus increase by a further 1 TWh to a total of 3 TWh.
- S4** In the long-term scenario it was assumed that, by the year 2050, companies accounting for 80%(!) of the electricity demand of Swiss business will have drawn up efficiency targets and will be implementing measures like today's EnAW participants. Within this period, which is four times longer, the efficiency effect would increase by almost 7 TWh to a total very close to 8 TWh.

In the scenario variant involving a doubling of electricity prices, the savings would increase by a further 30% or so relative to Scenario Sc2. If, on the other hand, there were to be a new approach to regulation (emission trading system (ETS) instead of target agreements), incentives to save electricity would dis-

appear for the biggest 50 or 100 CO<sub>2</sub> emitters, because the only incentives they would then receive would be through the emission trading system as laid down in the CO<sub>2</sub> law, and thus the saving potential of 20-30% might possibly no longer be achieved in practice or only partially so.



## Context, comparison of results and conclusions

Fundamentally, it can be concluded that companies are capable of doubling their energy efficiency over the years between now and 2020, working on the assumption of the general political and social environmental conditions known today and the premise of competitiveness. What that means is that business would be able to save between 1 and 2 TWh additionally up to the year 2020. These values are comparable with the estimates already published in May 2011 by the Swiss Federal Office of Energy and Prognos.

Taking the timeframe up to 2050, the results must be interpreted extremely cautiously. One reason for this is that the extrapolation over such a long period of time results in high uncertainties compared with the baseline period used for the regression model. Another is that very bold assumptions have had to be made as regards how many businesses will by then have implemented efficiency measures with the quality of today's EnAW businesses. There are also overlaps with other driving effects, such as further-reaching savings thanks to technological progress, higher energy prices and a very considerably longer available period of time with smoothing effects, diminishing potential or increasing costs as efficiency improves. Taking all these provisos and assumptions, we have calculated that, for the long-term effect, there is an efficiency potential of an additional 7 TWh or so per annum, which for businesses

would mean a long-term reduction in electricity consumption of 24% (without considering any effects resulting from growth).

The bottom line of all this is that business will be able to contribute roughly 7 TWh, whereas the necessary reduction for Switzerland as a whole is almost exactly 23 TWh according to the new-energy-policy scenario of the Swiss Confederation, where the figure of 23 TWh must be seen in relation to a baseline of 79 TWh, which includes growth effects, and business's contribution of 7 TWh in relation to a baseline of 29 TWh (which does not include growth effects).

# Zusammenfassung und Ergebnisse der Studie

## Ausgangslage

Mit dem Entscheid des Schweizerischen Bundesrates und dessen Bestätigung durch das Parlament, die bestehenden Kernkraftwerke nach dem Ende ihrer Lebensdauer nicht mehr zu ersetzen, hat das Thema der künftigen Stromnachfrage in der Schweiz neue Aktualität gewonnen. Über die Rolle der Stromeffizienzpotenziale in diesem neuen Umfeld bestehen zwischen den verschiedenen Akteuren unterschiedliche Ansichten. Dies betrifft sowohl die Höhe der Potenziale als auch die energiepolitischen Instrumente, wie diese erschlossen werden könnten.

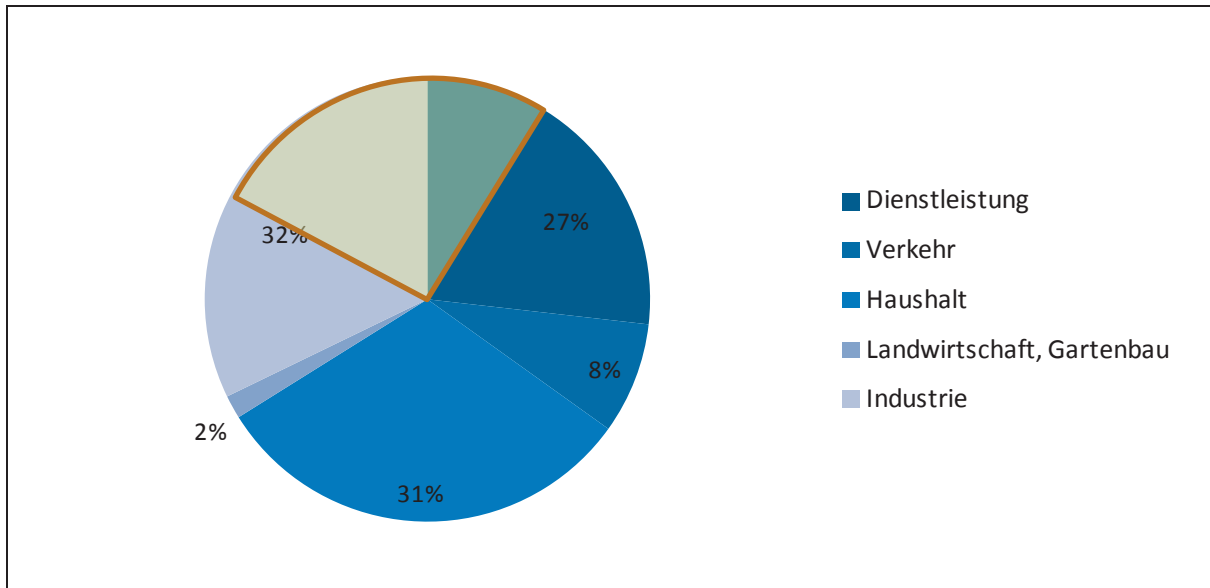
Vor diesem Hintergrund und gestützt auf ihre bisherigen eigenen Erfahrungen mit dem Umsetzen von Stromeffizienzmassnahmen ist die EnAW weiter daran interessiert, zuhanden seiner Teilnehmerfirmen und als Grundlage für die Formulierung von künftigen Stromeffizienzzielen, praxisbezogene, unabhängige Abschätzungen zu Stromeffizienzpotenzialen zu erarbeiten.

## Zielsetzung

Das Ziel dieses Berichts ist es, die Wirkung der bisherigen Tätigkeit der EnAW im Bereich Stromeffizienz statistisch auszuwerten und bezüglich ihrer Struktur transparent und nachvollziehbar darzustellen. Die Ergebnisse sind zu analysieren und im Quervergleich zur relevanten Literatur einzuordnen. Aufgrund dieser empirisch abgestützten Grundlagen sollen verschiedene Effizienz-Szenarien abgeleitet werden. Dies soll die EnAW dabei unterstützen, ihre Möglichkeiten und Zielsetzungen bzgl. der künftigen Tätigkeit im Bereich Stromeffizienz realistisch einzuschätzen.

## Daten und Methodik

Als Grundlage der Studie dienen die praxisbezogenen Monitoringdaten des Energie-Modells (EM) der EnAW. Darin sind per Ende 2010 rund 5000 stromwirksame Einzelmassnahmen von rund 620 Unternehmen festgehalten. Diese in der Folge berücksichtigten Unternehmen des EM decken eine Nachfrage von rund 10 TWh ab, was einer Abdeckung von 28% der Stromnachfrage der Wirtschaft und rund einem Sechstel der gesamten Endnachfrage entspricht (Abbildung 1). Die Abdeckung ist im Industriesektor mit rund 40% deutlich höher im Vergleich zum Dienstleistungssektor mit 17%.



Quelle: EnAW, Bundesamt für Energie BFE, Schweizerische Elektrizitätsstatistik 2010 (Tabelle 21); aktualisiert am 25.5.2011.

Abbildung 1 Prozentuale Aufteilung der Stromnachfrage der Schweiz auf Endverbrauchersektoren und Abdeckung des Elektrizitätsverbrauchs in Zielvereinbarungen der Energie-Agentur der Wirtschaft

Gestützt auf die von den Moderatoren verfassten Beschriebe wurden die Massnahmen durch die EnAW in 15 verschiedene Kategorien eingeteilt und zu rund 3500 Jahresmassnahmen zusammen gefasst. Diese nehmen auf den Verwendungszweck der betroffenen Stromanwendungen wie z.B. Produktionsprozesse, Gebäudetechnik, Kälteerzeugung, Beleuchtung Bezug.

Die Monitoringdaten wurden explorativ-beschreibend und mittels Regressionsmodellen statistisch analysiert. Letztere hatte zum Ziel, die Einflussfaktoren auf die Effizienzmassnahmen zu eruieren und erfolgte in zwei Stufen:

- Massnahmentätigkeit, d.h. die Häufigkeit der Massnahmen pro Unternehmen.
- Spezifische Wirkung, d.h. erreichter Effizienzgewinn pro Massnahme.

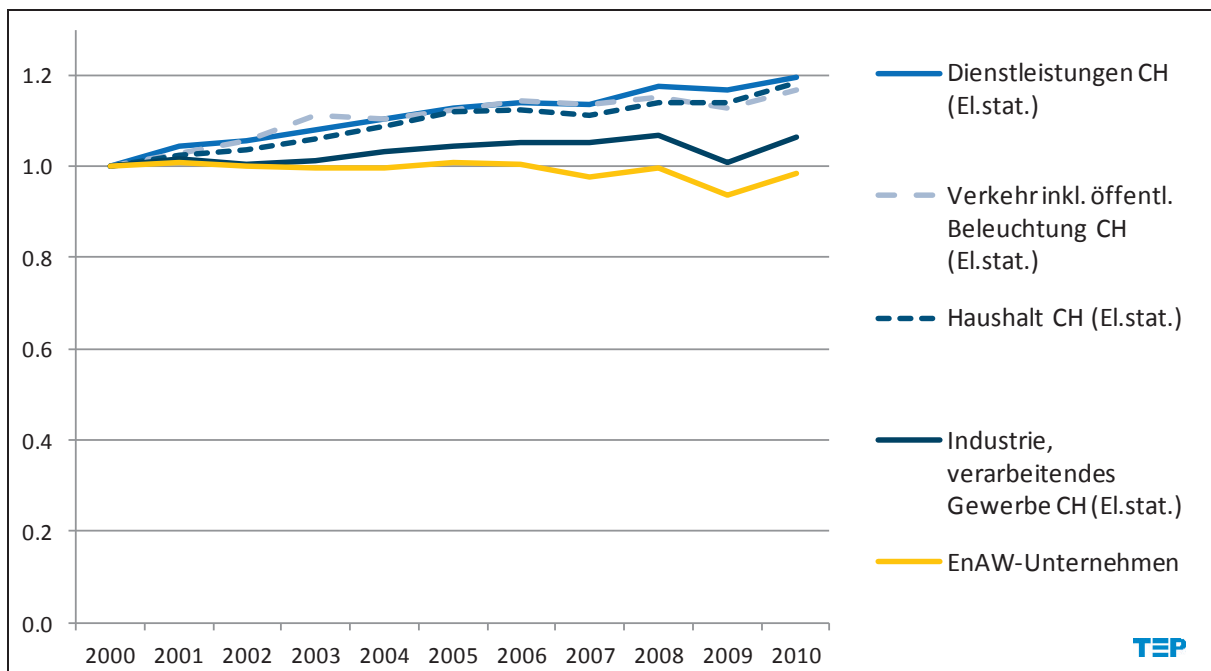
Gestützt auf die empirisch fundierten Modellergebnisse und mittel zusätzlicher Annahmen (Tabelle 1) wurden in der Folge die Effizienzwirkungen von vier verschiedenen Szenarien und zwei Sensitivitäten berechnet.

### Ergebnisse der explorativen Analyse und der Regressionsmodelle

Die Stromeffizienzwirkung betrug Ende 2010 brutto, d.h. ohne Berücksichtigung einer Referenzentwicklung, rund 0.81 TWh, d.h. rund 8% der Nachfrage der einbezogenen Unternehmen, also etwa 1%/Jahr bezogen auf das energetisch gewichtete Beitrittsjahr von 2003.

Als Folge umgesetzten Massnahmen und von weiteren Einflussfaktoren ist bei den EnAW-Teilnehmerfirmen im Vergleich zum Jahr 2000 eine Stabilisierung oder gar ein leichter Rückgang der Stromnachfrage zu verzeichnen (Abbildung 2). Im Gegensatz dazu nahm die Nachfrage bei der jeweiligen Gesamtheit der Sektoren Industrie und Dienstleistungen um knapp 7% respektive rund 20% zu

und auch bei den übrigen Nachfragesektoren ist ein Zuwachs in einer ähnlichen Grössenordnung festzustellen. Die Entwicklung bei den EnAW-Teilnehmerfirmen liegt also deutlich unter allen übrigen Nachfragesegementen.



Quelle: EnAW, Bundesamt für Energie (BFE), Schweizerische Elektrizitätsstatistik 2010 (Tabelle 21); aktualisiert am 25.5.2011.

Abbildung 2 Relative Elektrizitätsnachfrageentwicklung (Index, Jahr 2000=1) der EnAW-Teilnehmerfirmen und der Gesamtschweiz nach verschiedenen Verbrauchergruppen

### Effizienzgewinn nach Sektoren und Branchen

Der Industriesektor erzielte mit rund 0.450 TWh (55%) eine leicht höhere Wirkung als der DL-Sektor mit 43%; die restlichen 2% kommen von der Landwirtschaft (Tabelle 4, Seite 43 des Berichts). Auf Branchenebene sind es Nahrungsmittel und Papier aus dem Industriesektor, die DL-Branchen Handel, Banken und Versicherungen sowie Verkehr und Nachrichtenübermittlung, welche mit je rund 0.100 TWh die höchsten Wirkungen aufweisen und in der Summe über die Hälfte der Wirkung auf sich vereinigen (Tabelle 5, S. 44).

Prozentual war die Effizienzwirkung rund 8% gemessen an der Stromnachfrage 2010 der ausgewerteten Unternehmen, wobei der Industriesektor mit 6% leicht unterdurchschnittlich und der primäre und der tertiäre Sektor mit 14% bzw. 12% überdurchschnittlich abschnitten. Industrieseitig sind die Branchen Industrie sowie der Geräte- und Fahrzeugbau die höchsten Effizienzwirkungen (zwischen 11% und 14%) und dienstleistungsseitig die Branche Verkehr und Nachrichtenübermittlung inkl. Telekommunikation.

### **Interpretation aus Sicht der EnAW:**

Bei den Unternehmen aus dem Industriesektor haben im Unterschied zum Dienstleistungssektor die Energiekosten einen grösseren Anteil an den Gesamtkosten eines Unternehmens. Deshalb haben die Industriebetriebe in der Regel bereits in der Vergangenheit eher auf einen optimalen Ressourceneinsatz geachtet und verfügen über eigene Energiefachleute. Dies ist ein möglicher Grund, weshalb bei ihnen das verbleibende wirtschaftliche Effizienzsteigerungspotenzial tiefer war als in der Dienstleistungsbranche.

Zusätzlich verstärkend wirkte, dass im DL-Sektor in der Nachrichtenübermittlung und Telekommunikation flächendeckende Programme zur Verbesserung der Stromeffizienz umgesetzt wurden.

### **Effizienzgewinn nach Verwendungszweck**

Der Verwendungszweck (VZ) Produktionsprozesse ist mit einem Anteil von 24% derjenige mit dem höchsten Beitrag, dies abgesehen von der Kategorie „Andere und Sammelmassnahmen“ mit einem ebenso hohen Anteil. Der nächst grössere Verwendungszweck mit einem Anteil von 11% liegt demgegenüber deutlich tiefer. Die übrigen 41% der Wirkung teilen sich auf 9 VZ mit Anteilen zwischen 2% und 7% auf (siehe Tabelle 3 auf Seite 42 des Berichts).

### **Zeitliche Dynamik**

Die meisten Teilnehmerfirmen mit stromwirksamen Massnahmen, nämlich knapp 400 von 620, wurden im Jahr 2000 in das Energie-Modell-Monitoring aufgenommen und bis 2006 war der Zuwachs der Unternehmen im Wesentlichen abgeschlossen. Das energetisch gewichtete Beitrittsjahr ist 2003. Im Gegensatz zum Beitritt der Unternehmen, der schwergewichtig in der ersten Phase stattfand, wurde eine grosse Mehrheit der Massnahmen erst in der zweiten Hälfte ergriffen (rund zwei Dritteln nach 2005) und auch die Wirkung fiel mit dem etwa gleichen Anteil während dieser zweiten Teilperiode an. Abgesehen von buchungstechnischen Gründen beim Monitoring kann daraus abgeleitet werden, dass eine gewisse Zeit für das Initiieren und das Umsetzen der Massnahmen erforderlich war.

### **Relevanzanalyse**

Die Relevanzanalyse ergab, dass die 44 grössten Massnahmen (nur rund 1% von rund 3500) mit mehr als je über 3000 MWh über 40% der Gesamtwirkung auf sich vereinigen (Abbildung 3). Zusammen mit der zweitgrössten Wirkungsklasse 1000-3000 MWh/Massnahme werden sogar beinahe 60% abgedeckt, dies mit gut 3% der Massnahmen. Diese Grösstmassnahmen verteilen sich relativ heterogen über die verschiedenen Branchen und Verwendungszwecke.

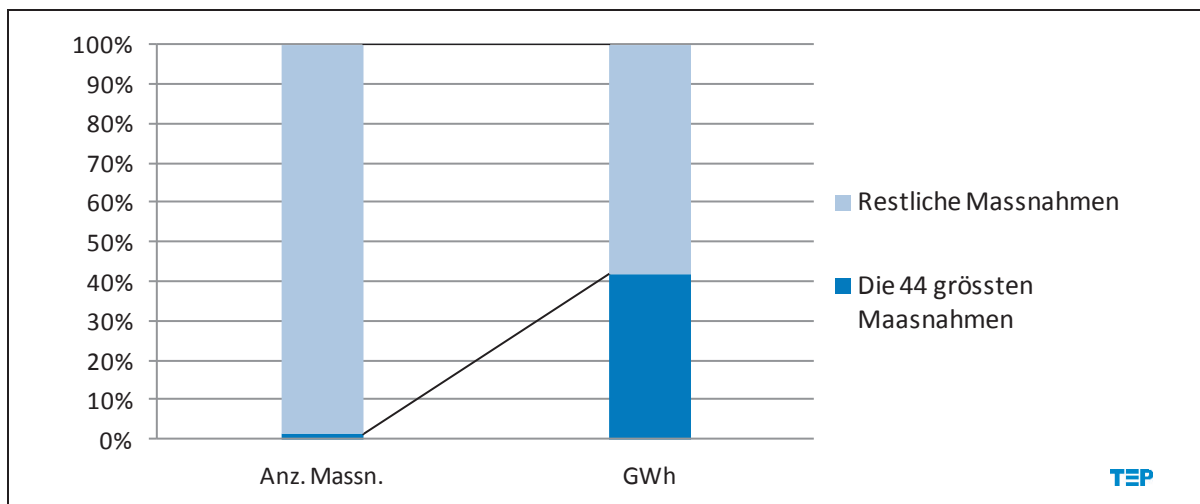


Abbildung 3 Relevanz der 44 grössten Massnahmen (vergleiche Tabelle 8 für weitergehende Details)

Seit 2000 nahm die Massnahmen­tätigkeit, also die Anzahl Massnahmen pro Unternehmen stetig zu, und zwar für alle Verwendungszwecke. Die Zunahme verlangsamte sich allerdings gegen das Ende der Betrachtungsperiode. Dies und folgendes lässt sich anhand der logistischen Regressionsmodelle herleiten: bei rund der Hälfte der Verwendungszwecke steigt die Häufigkeit der Massnahmen mit dem Stromverbrauch der Unternehmen, bei der anderen Hälfte ist der Zusammenhang nicht statistisch signifikant. Die Massnahmen­tätigkeit ist bei den Verpflichtern eher geringer im Vergleich zu den Nicht-Verpflichtern, allerdings nicht bei allen VZ. Die Branchenzugehörigkeit hat nur bei einzelnen VZ einen Einfluss auf die Häufigkeit. Beispielsweise ist sie beim VZ Beleuchtung für die meisten DL-Branchen sowie für die MEM-Branchen erhöht.

#### Interpretation aus Sicht der EnAW:

Die Zielvereinbarungen haben die Steigerung der Gesamtenergieeffizienz sowie der Reduktion der CO<sub>2</sub>-Emissionen zum Ziel. Werden die Ziele nicht erreicht, sind bisher nur im CO<sub>2</sub>-Bereich gesetzliche Sanktionen vorgesehen (und teilweise bei einzelnen Kantonen im Rahmen des Grossverbraucherartikels).

Eine wichtige Motivation bei der EnAW teilzunehmen ist die Erfüllung der gesetzlichen Auflagen zur CO<sub>2</sub>-Reduktion, währenddem freiwillig teilnehmende Unternehmen mutmasslich eher Energiekosten und Gesamteffizienz im Fokus haben. Deshalb führen erstere vergleichsweise mehr Massnahmen im Bereich Brennstoffe durch, d.h. letztere relativ gesehen mehr im Bereich Strom.

#### Einflussfaktoren auf spezifische Massnahmenwirkung

Die mittlere Einsparung über alle Verwendungszwecke und Branchen beträgt 236 MWh pro Massnahme. Hierbei sind allerdings sehr grosse Unterschiede zu verzeichnen. Massnahmen von deutlich unter 1 MWh stehen solche mit über 1000 MWh gegenüber. Selbst wenn über die Unternehmen gemittelt und nur noch

nach Branchen und Verwendungszweck unterschieden wird, liegen spezifischen Wirkungen um mehrere Grössenordnungen auseinander (siehe Tabelle 6 im Hauptteil des Berichts).

Die Einsparung nimmt erwartungsgemäss mit steigendem Stromverbrauch der Unternehmen zu und zwar um etwa 50% bei jeder Verdoppelung. Die prozentuale Einsparung nimmt allerdings ab (um 25% bei Unternehmen mit doppelt so hohem Stromverbrauch und ansonsten vergleichbaren Unternehmen).

Des Weiteren lässt sich aus dem Regressionsmodell ableiten, dass die spezifische Wirkung bei den Verwendungszwecken Prozesswärme, Warmwasser, Beleuchtung, Informations-, Kommunikations- und Unterhaltungstechnik (IKTU) sowie Gebäudehülle unterdurchschnittlich, beim Verwendungszweck Prozesskälte Produktionsprozess überdurchschnittlich ist. Bei den Branchen stechen Textil, Papier, sowie der Handel mit überdurchschnittlich hohen spezifischen Massnahmenwirkungen hervor.

Im Quervergleich zwischen den verschiedenen Unternehmen des Industriesektors hat der Strompreis einen Einfluss auf die spezifische Wirkung pro Massnahme, nicht jedoch im Dienstleistungssektor. Auf die Massnahmentätigkeit (jährliche Häufigkeit) hat der Strompreis keinen Einfluss.

## **Szenario-Rechnungen**

### **Szenario-Definitionen**

In Zusammenarbeit mit der EnAW wurden im Folgenden 4 Szenarien mit Ausblick bis 2020 respektive bis 2050 definiert (Tabelle 1). Damit sollen die einzelnen Einflussfaktoren auf die mögliche künftige Entwicklung der Stromeffizienzgewinne sichtbar gemacht werden, um damit eine realistische Einschätzung der künftig durch die EnAW und die Wirtschaft zu erschliessenden Stromeffizienzpotenziale ermöglichen.

Das Spektrum der Szenarien reicht von einer konservativen Fortschreibung der bisherigen Tätigkeit der EnAW und ihrer Teilnehmerfirmen bis zu einem als maximal bezeichneten Szenario, welches von deutlich mehr Teilnehmerfirmen, häufigerer Massnahmentätigkeit und höherer Wirkung pro Massnahme ausgeht.

### **Hintergrund-Information zu den Ergebnissen der Szenario-Rechnungen:**

Die Ergebnisse der Szenarien stützen sich auf folgende Grundlagen:

1. Empirische Daten des Energie-Modell-Monitorings
2. Auswertung und Erstellung von Regressionsmodellen durch TEP Energy
3. Szenario-Annahmen durch Zusammenarbeit EnAW mit TEP Energy

Die Szenario-Ergebnisse werden also sowohl durch die bisherigen Erfahrungen der EnAW (v.a. Szenario Sz1 und Sz2) als auch durch zusätzliche Annahmen (v.a. Sz3 und Sz4) beeinflusst.

Tabelle 1 Definition der Szenarien und ihre Umsetzung

	Szenario-Definition	Umsetzung		
		Abdeckung (Anteil EnAW- Teilnehmer)	Massnahmen-tätigkeit pro Unternehmen	Spezifische Wirkung pro Massnahme
Szenario 1 Basis-Szenario	Rahmenbedingungen ähnlich wie bisher, d.h. Fortsetzung des leichten Trends zu höheren Strompreisen und höherem Bewusstsein für Stromeffizienz	Leicht steigend im Rahmen des Freiwilligen: - Steigerung um gut 20% - Resultierende Abdeckung 1/3	Stagnation auf Niveau 2008 bis 2010	Wie 2008 bis 2010
Szenario 2 Erhöhte Massnahmen-tätigkeit	- Kantone: höhere Bedeutung GVA - Bund: Aktionsplan, Drohkulisse Abgaben	Wie Szenario 1	Fortsetzung des vergangenen steigenden Trends	Wie im Basis-Szenario
Szenario 3 Maximal-Szenario	- Erhöhter Druck Bund und Kantone (z.B. GVA flächendeckend, Effizienzbonus) - höherer Strompreis wegen Re-Investitionen Stromversorgung, Integration Strommärkte, Lenkungsmassnahmen - Intensivierung EnAW-Tätigkeit im skizzierten Umfeld	- Steigerung um knapp 50% - Resultierende Abdeckung rund 40%	25% mehr im Vergleich zu Sz2	25% höhere spezifische Wirkung im Vergleich zu Sz2
Szenario 4 Langfrist-Szenario	- Vergleichsweise langer Zeithorizont (40 statt 10 Jahre)	- Steigerung um Faktor 3 - Resultierende Abdeckung 80%	Wie im Basis-Szenario Sz1	Wie im Basis-Szenario Sz1

Quelle: EnAW, TEP Energy

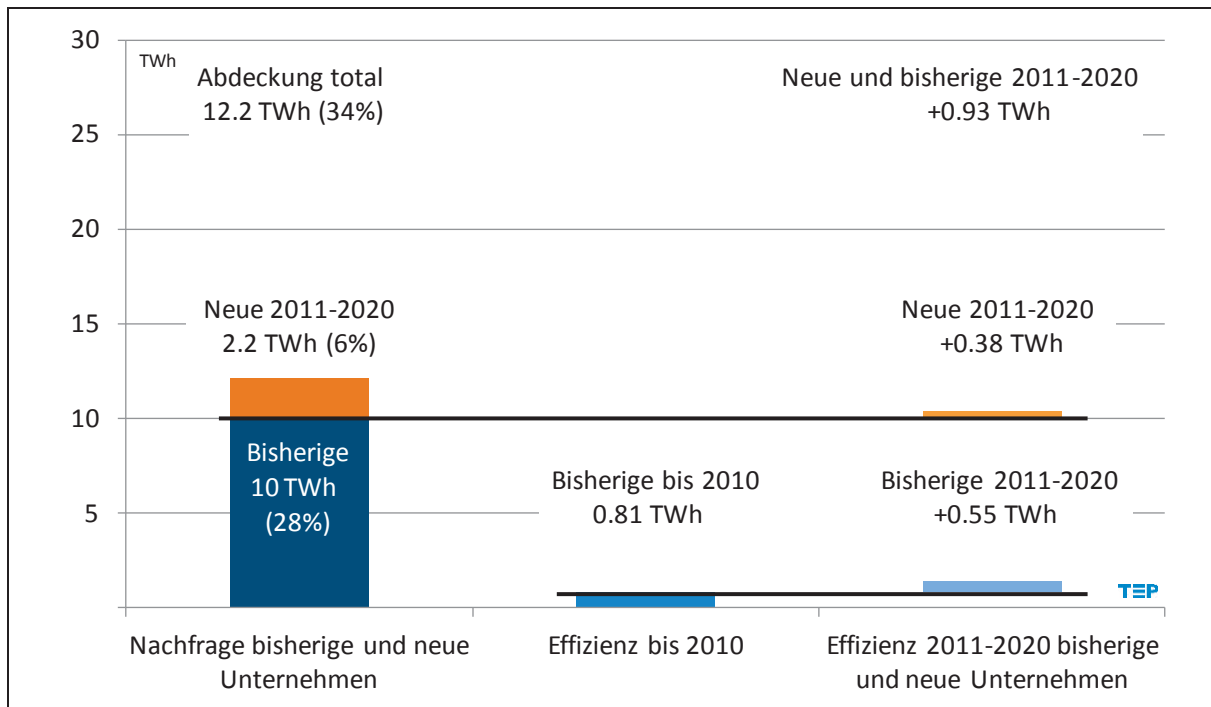
### Szenario Sz1: Basis-Szenario

Das Basis-Szenario (Szenario 1) geht von einer konstanten Massnahmen-tätigkeit pro Unternehmen und von konstanten Wirkungen pro Massnahme aus. Es wird jedoch damit gerechnet, dass die Anzahl der Teilnehmerfirmen im Vergleich zu 2010 zunimmt. Dadurch erhöht sich die Abdeckung der EnAW-Teilnehmerfirmen an der Wirtschaft um rund 20% auf rund 12 TWh, d.h. auf rund ein Drittel der Stromnachfrage der Wirtschaft des Jahres 2010.

Gemäss der Szenario-Definition und gestützt auf die Ergebnisse der statistischen Modelle zur Häufigkeit der Massnahmen und zur spezifischen Massnahmenwirkungen ergibt sich im Basis-Szenario bis Ende 2020 eine Stromeffizienzwirkung von 1.74 TWh. Im Vergleich zum Stand Ende 2010 wird somit im Basis-Szenario ein zusätzlicher Stromeffizienzgewinn von +0.93 TWh erreicht (Abbildung 15).

Davon entfallen 0.55 TWh auf die bisherigen Teilnehmerfirmen und 0.38 TWh auf Teilnehmerfirmen mit Beitritt zur EnAW ab 2011. Dazu tragen der Industriesektor rund 0.4 TWh und der Dienstleistungssektor rund 0.5 TWh bei.

Gemessen an der Abdeckung von 12.2 TWh beträgt der Effizienzzuwachs innerhalb von 10 Jahren brutto rund 8%, d.h. knapp 1% pro Jahr.



Quelle: EnAW, Auswertung und Modellanwendung TEP Energy.

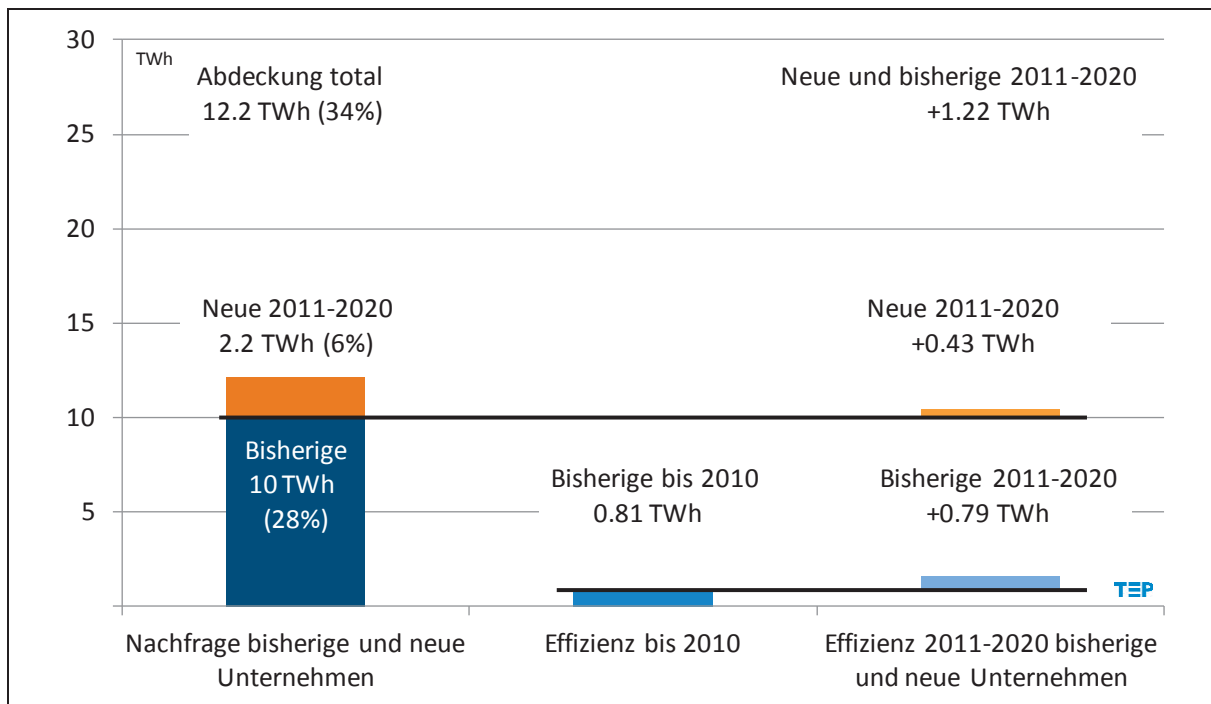
Abbildung 4 Stromeffizienzgewinne (TWh) durch EnAW-Unternehmen in der Vergangenheit und in der Projektion bis 2011 und bis 2020, aufgeteilt auf bisherige und ab 2011 neu dazu kommende Teilnehmerfirmen: Szenario Sz1, Basis-Szenario

### Szenario Sz2: Erhöhte Massnahmenätigkeit

Im Szenario Sz2 wird von derselben Anzahl EnAW-Teilnehmerfirmen wie im Basis-Szenario ausgegangen. Aufgrund verstärkter Anreize und eines erhöhten energiepolitischen Drucks (Grossverbraucherartikel, mögliche Abgaben) wird jedoch eine erhöhte Massnahmenätigkeit unterstellt. Insgesamt wird zwischen 2011 und 2020 von mehr 9000 zusätzlichen Massnahmen ausgegangen. Zum Vergleich: im Basis-Szenario sind es knapp 6000 Massnahmen und in der Vergangenheit bis 2010 gut 3500 Massnahmen, allerdings bei weniger Teilnehmerfirmen.

Bis Ende 2020 ergibt sich im Szenario Sz2 eine Stromeffizienzwirkung von kumuliert 2 TWh. Dies entspricht einem zusätzlichen Stromeffizienzgewinn von +1.22 TWh innerhalb einer Frist von zehn Jahren (Abbildung 5). Davon entfällt die Mehrheit, nämlich etwa zwei Drittel (0.79 TWh) auf die bisherigen Teilnehmerfirmen und ein Drittel (0.43 TWh) auf neue Teilnehmerfirmen. Der Effizienzzuwachs teilt sich etwa hälftig auf die beiden Sektoren Industrie und Dienstleistungen auf.

Der Effizienzzuwachs von 1.2 TWh entspricht 10% der Ende 2020 erreichten Abdeckung, d.h. die Effizienzsteigerung beträgt brutto gut 1% pro Jahr.



Quelle: EnAW, Auswertung und Modellanwendung TEP Energy.

Abbildung 5 Stromeffizienzgewinne (TWh) durch EnAW-Unternehmen in der Vergangenheit und in der Projektion bis 2011 und bis 2020, aufgeteilt auf bisherige und ab 2011 neu dazu kommende Teilnehmerfirmen: Szenario 2

Die beiden Sensitivitätsanalysen ergeben, dass gemäss Regressionsmodell der Effizienzzuwachs im Industriesektor bei einem doppelt so hohen Strompreis rund 0.2 TWh höher wäre. Umgekehrt reduziert sich die Massnahmenwirkung um rund 0.5 TWh bzw. knapp 0.7 TWh, wenn die 50 bzw. 100 grössten Teilnehmer wegfallen würden, z.B. bei einem Austritt aus der EnAW im Zusammenhang mit einem Beitritt zum europäischen Emissionshandelssystem (EHS).

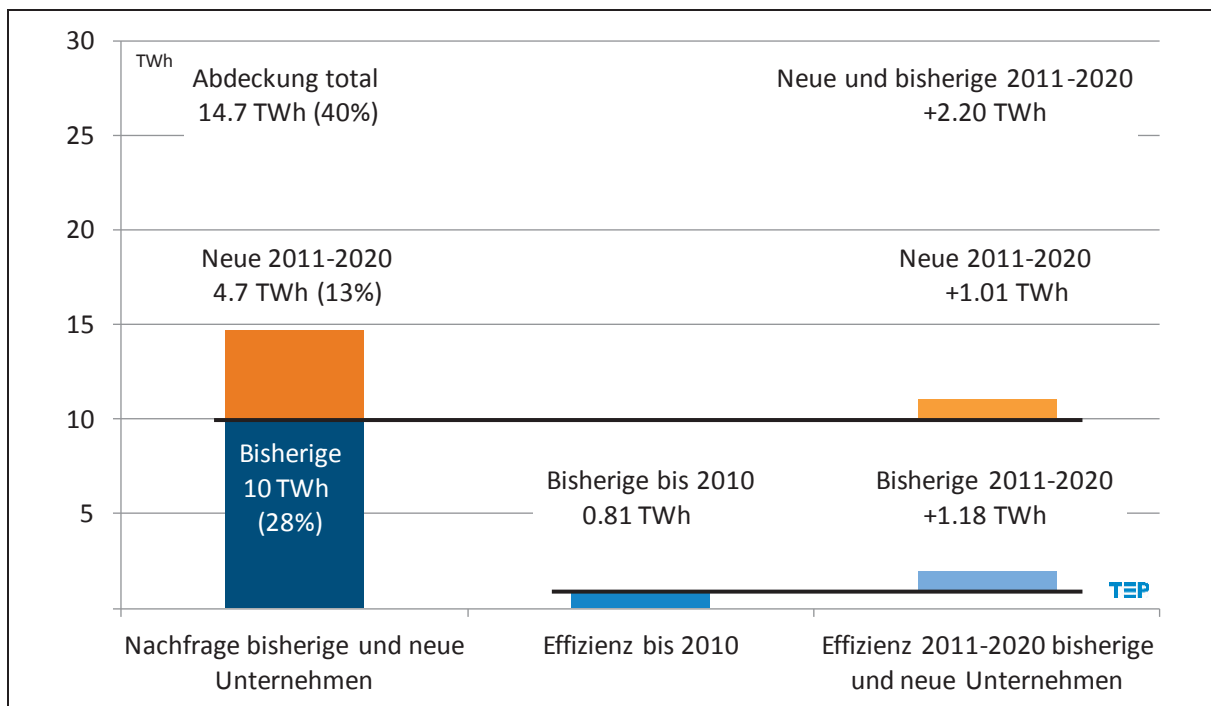
### Szenario Sz3: Maximal-Szenario

Im Szenario Sz3 wird davon ausgegangen, dass der Grossverbraucherartikel (GVA) flächendeckend Pflicht wird, dass die Kantone dem Vollzug ein hohes Gewicht beimessen und die Umsetzung durch die Kantone und die EnAW konsequent verfolgt wird. Darüber hinaus wird im Sz3 von weiterem Druck von Seiten des Bundes ausgegangen, z.B. bzgl. Anforderungen, welche Effizienzverpflichtungen für Energieversorger beinhalten können.

Im Vergleich zum Szenario Sz2 wird im Sz3 von einem deutlich höheren Strompreis ausgegangen, begründet durch flexible Tarifmodelle, energiepolitische Instrumente (z.B. Lenkungsmaßnahmen, Effizienzverpflichtungen oder Effizienzboni), dem Abschluss des Stromabkommens und sich europäisch angleichende Marktpreise, welche an die Strombezüger weiter gegeben werden.

Mit Verweis auf diese Szenario-Definitionen wird um Szenario Sz3 von einem stärkeren Zuwachs der Teilnehmerfirmen und entsprechend einer höheren Abdeckung ausgegangen. Sie erreicht knapp 15 TWh, d.h. rund 40% der Stromnachfrage der Wirtschaft des Jahres 2010. Darüber hinaus wird eine um 25% höhere Massnahmenätigkeit pro Unternehmen und eine um 25% höhere spezifische Wirkung unterstellt, dies mit Verweis auf eine Intensivierung der EnAW-Tätigkeit im skizzierten energiepolitischen Umfeld sowie auf die höheren Strompreise. Der Teilnehmerzuwachs und die stärkere Massnahmenwirkung finden im Wesentlichen ab 2013 statt und erstrecken sich damit über 8 Jahre.

Mit diesen Annahmen wird bis Ende 2020 eine Gesamtwirkung von 3 TWh erreicht. Das heisst, dass der Effizienzgewinn auf 2.2 TWh gesteigert wird, wovon gut die Hälfte auf die bisherigen und knapp die Hälfte (1 TWh) auf neue Teilnehmerfirmen entfällt (Abbildung 6). Namentlich gestützt auf die Annahme von einem höheren Teilnehmerzuwachs trägt der Dienstleistungssektor rund 30% mehr zu diesem Zuwachs bei.



Quelle: EnAW, Auswertung und Modellanwendung TEP Energy.

Abbildung 6 Stromeffizienzgewinne (TWh) durch EnAW-Unternehmen in der Vergangenheit und in der Projektion 2011 und bis 2020, aufgeteilt auf bisherige und ab 2011 neu dazu kommende Teilnehmerfirmen: Szenario 3

#### Szenario Sz4: Langfrist-Szenario

Im Szenario Sz4 bietet der lange Zeithorizont grundsätzlich die Chance, die Abdeckung wesentlich zu steigern; es wird davon ausgegangen, dass diese bis 2050 rund 29 TWh beträgt. Dies bedeutet, dass ein grosser Teil der Wirtschaft mit einer Stromnachfrage von rund **80% (!)** in der einen oder anderen Form Stromeffizienz-Massnahmen umsetzt, sei dies über das Energie-Modell oder andere Instrumente.

#### **Spezielles Szenario Sz4**

Das Langfrist-Szenario Sz4 ist im Vergleich zu den übrigen Szenarien als speziell zu bezeichnen. Aufgrund des langen Zeithorizonts im Vergleich zur Datengrundlage ergeben sich bei der angewandten Methodik und dem zur Verfügung stehenden Detaillierungsgrad der Daten relativ hohe Unsicherheiten und die Ergebnisse sind daher äusserst vorsichtig zu interpretieren. In diesem Sinn haben Ergebnisse des Sz4 vor allem indikativen Charakter im Sinne eines „was-wäre-wenn“. Für verlässlichere Aussagen müsste die Methodik in Richtung eines technologie-gestützten Modells erweitert werden.

Bei der Fortschreibung bis 2050, d.h. über einen vier Mal längeren Zeitraum, sind zudem grundsätzlich mehrere Einflussfaktoren zu berücksichtigen, welche zum Teil gegenläufig sind.

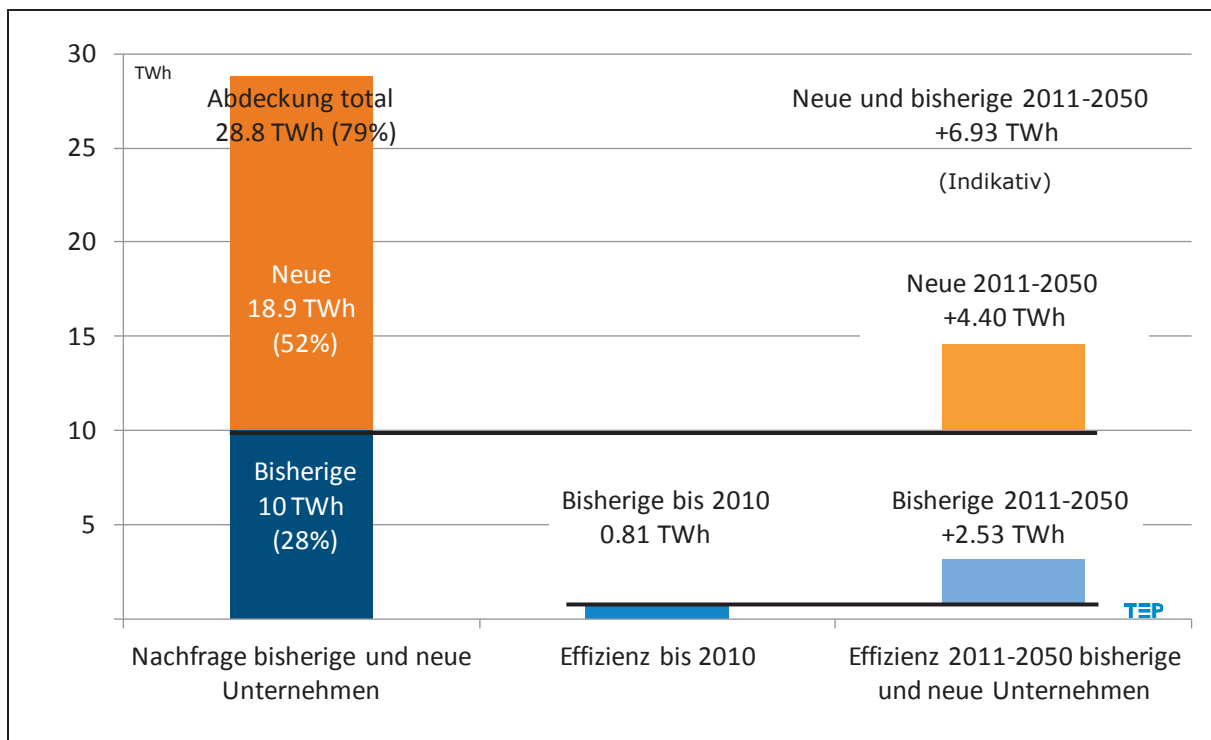
Auf der einen Seite kommt in der langen Frist, nach 2020, z.B. die Wirkung des Stromabkommens voll zum Tragen und zudem könnte die Integration der europäischen Strommärkte noch weiter voran schreiten, was für die Wirtschaft, v.a. für die grösseren Verbraucher, zu tendenziell höheren Strompreisen führen dürfte. Lerneffekte und Erfahrungswerte im Umgang mit Effizienzmassnahmen sowie Potenziale, welche in Bereichen mit langfristigen Re-Investitionszyklen zum Tragen kommen, tragen ebenfalls zu einer Steigerung der Wirkung bei.

Auf der anderen Seite ist die Umsetzung bei kleineren Unternehmen mit höheren Transaktionskosten verbunden und es können zudem Sättigungseffekte eintreten. Entsprechend wurde der Effizienzzuwachs leicht abgeschwächt. Dies betrifft insbesondere Grösstmassnahmen, welche im Vergleich zur Vergangenheit nicht vervierfacht wurden.

Insgesamt wurde nicht von einer steigenden, sondern von einer konstanten spezifischen Massnahmentätigkeit pro Unternehmen und einer konstanten spezifischen Wirkung pro Massnahme ausgegangen. Kumuliert ergibt sich damit ein Effizienzzuwachs von knapp 7 TWh, wovon rund 2.5 TWh auf die bisherigen und 4.4 TWh auf neue EnAW-Teilnehmerfirmen entfallen (Abbildung 7).

Der Industriesektor (inkl. Landwirtschaft) trägt zu gut 40%, der Dienstleistungssektor zu knapp 60% zum Wirkungszuwachs bei.

Die Gesamtwirkung von brutto 7 TWh entspricht rund 25% der am Ende der Periode erreichten Abdeckung von knapp 29 TWh. Bezogen auf die über die Betrachtungsperiode gemittelte Abdeckung von rund 19 TWh ergibt sich ein Anteil von 36%, was einer mittleren linearen Effizienzsteigerung von 0.9% pro Jahr entspricht.



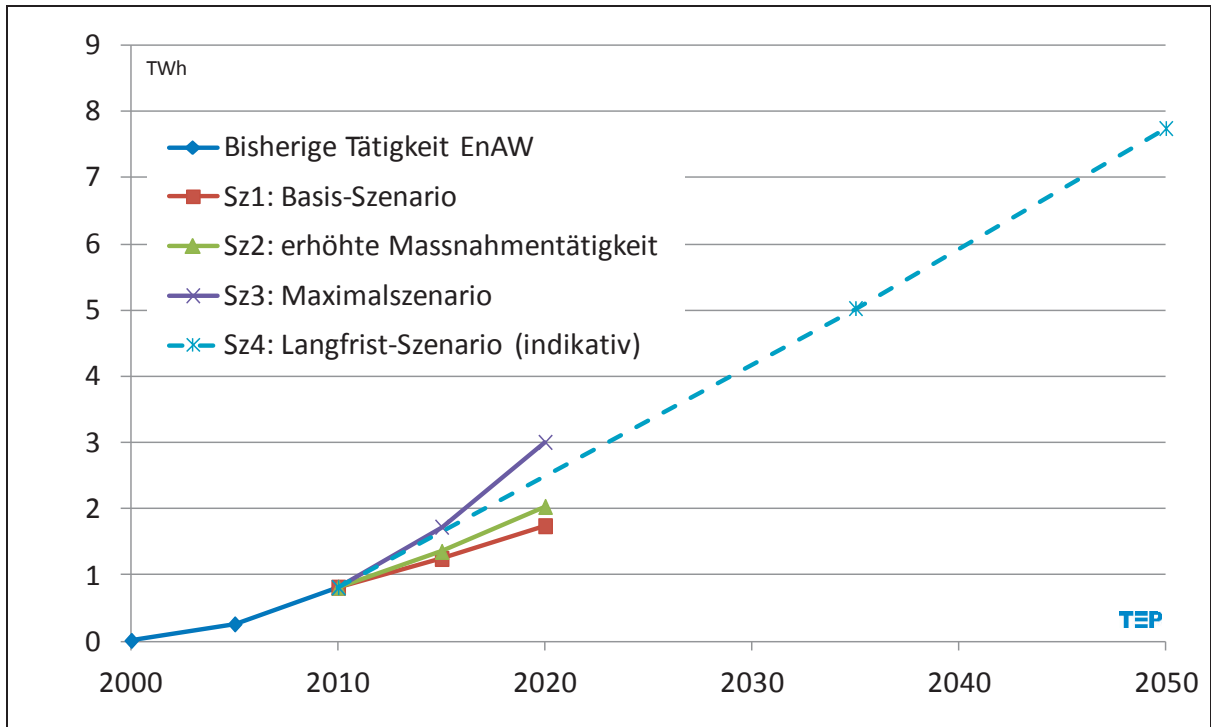
Quelle: EnAW, Auswertung und Modellanwendung TEP Energy.

Abbildung 7 Stromeffizienzgewinne (TWh) durch EnAW-Unternehmen in der Vergangenheit und in der Projektion bis 2050, aufgeteilt auf bisherige und ab 2011 neu dazu kommende Teilnehmerfirmen: Szenario 4 (indikativ)

### Die vier Szenarien in der Übersicht

Abbildung 8 zeigt die vier Szenarien im Zeitablauf in der Übersicht. Im Basis-Szenario Sz1 kann die Effizienzwirkung bis 2020 gegenüber heute mehr als verdoppelt und von 0.81 TWh auf rund 1.7 TWh gesteigert werden. Im Szenario Sz2 werden rund 2 TWh erreicht. (siehe auch untenstehende Abbildung). Im Maximalszenario erhöht sich die Wirkung der Massnahmen bis 2020 um weitere 1 TWh auf 3 TWh. Im Langfrist-Szenario mit einer vier Mal längeren Betrachtungsperiode erhöht sich die Effizienzwirkung um knapp 7 TWh auf knapp 8 TWh.

Ausgehend von einem linearen Zuwachs ist die Wirkung in der zweiten Hälfte der Betrachtungsperiode jeweils höher als in der ersten Hälfte: die in der ersten Hälfte dazu kommenden Unternehmen setzen auch in der zweiten Hälfte Massnahmen um.



Quelle: EnAW, Auswertung und Modellanwendung TEP Energy.

Abbildung 8 Stromeffizienzgewinne (TWh) durch EnAW-Unternehmen in der Vergangenheit und Übersicht über die vier Szenarien in der Projektion bis 2020 bzw. bis 2050

Im Langfristszenario bedeutet dies, dass die Wirtschaft zur notwendigen Reduktion von knapp 23 TWh gemäss dem Szenario Neue Energiepolitik des Bundes rund 7 TWh beitragen können, wobei sich die erste Zahl auf eine Bezugsgrösse von 79 TWh bezieht und diejenige der Wirtschaft auf 29 TWh (vgl. folgende Abbildung 9).

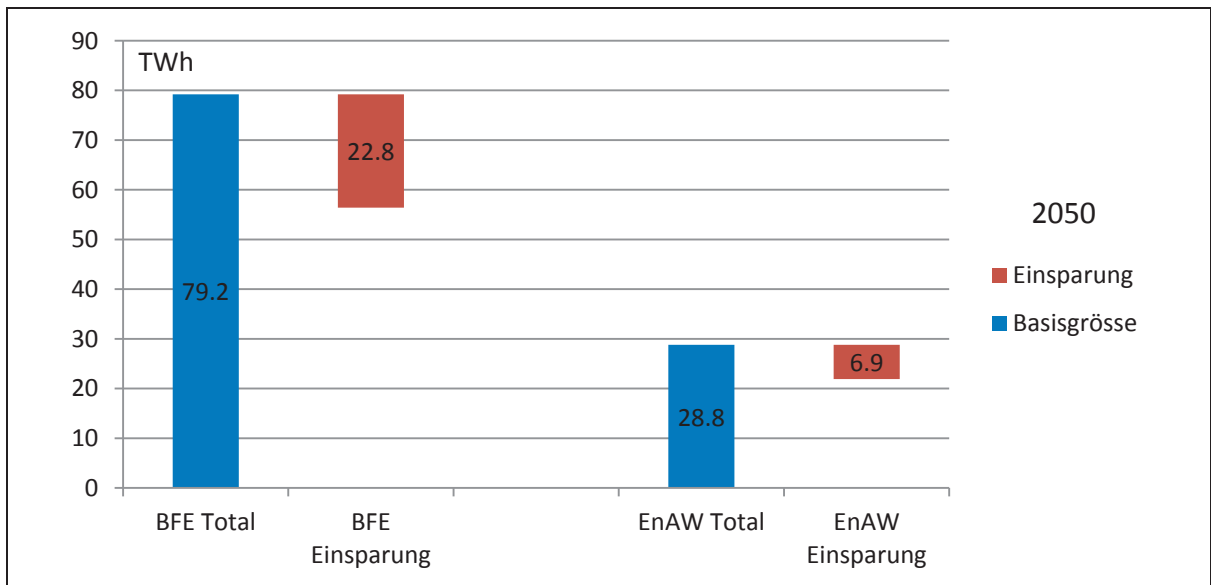


Abbildung 9 Einsparpotenziale Elektrizität und Bezugsgrösse 2050: Gemäss aktualisierten BFE-Energieperspektiven (BFE 2011b) und dem indikativen EnAW-Langfristszenario Sz4

# 1 Ausgangslage, Zielsetzung und Vorgehen

## 1.1 Ausgangslage

Mit dem Entscheid des Schweizerischen Bundesrates vom 25. Mai 2011, die bestehenden Kernkraftwerke nach dem Ende ihrer Lebensdauer nicht mehr zu ersetzen, hat die Frage der zukünftigen Stromnachfrage in der Schweiz neue Aktualität gewonnen. An Sondersessionen im Juni und im Herbst 2011 bestätigten National- und Ständerat den schrittweisen Ausstieg aus der Kernkraft und signalisierten damit einen Richtungswechsel in der eidgenössischen Energiepolitik.

Entsprechend werden Stromeffizienz und Versorgungssicherheit ein wichtiges Thema werden. Im Weiteren stehen Regulierungsdrohungen wie Subventionen, Effizienzvorgaben für EVU, Gerätevorschriften und Lenkungsabgaben im Raum, die das Thema Energieeffizienz beeinflussen werden. Der Bundesrat erstellt einen Aktionsplan zur Verbesserung der Energieeffizienz und ein Strom-Abkommen soll gemäss Planung bis Ende 2011 abgeschlossen werden.

Der Bundesrat möchte die Potenziale, die zusätzlichen Fördermassnahmen und den Zeitbedarf kennen. Insbesondere will er Massnahmen in den Bereichen Smart energy, Smart grids, Netze, Energieeffizienz, erneuerbare Energien, Forschung und Entwicklung sowie Pilot- und Demonstrationsanlagen vertieft analysieren.

Die EnAW legt bereits heute einen Erfolgsausweis der Wirtschaft vor. Seit der Einführung des EM-Modells konnte in den letzten 10 Jahren bis 2010 in den Sektoren Industrie (inkl. Landwirtschaft) und Dienstleistungen die Energieeffizienz im Elektrizitätsbereich um 7.7% gegenüber den Ausgangsjahren der Teilnehmer verbessert werden d.h. es wurden rund 0.81 TWh von rund 10 TWh eingespart (Tabelle 2).

Tabelle 2 Erfolgsausweis der EnAW (Grundlage EM-Modell)

	Elektrizitäts- endnachfrage 2010  TWh	Endverbrauch Elektrizität in ZV der EnAW eingebunden (Abdeckung)		Effizienzsteigerung Elektrizität der in ZV der eingebunden EnAW-Teilnehmer <sup>1)</sup>	
		TWh	Anteil am Endverbrauch des Sektors	TWh	Anteil
Landwirtschaft	1.0	0.1	10%	0.014	13%
Industrie	19.3	7.1	41%	0.446	6%
Dienstleistungen	16.0	2.8	12.5%	0.351	12%
Total Wirtschaft <sup>2)</sup>	36.8	10.0	27.2%	0.812	7.7%
Total CH	60.1				

<sup>1)</sup> Nur Effizienzwirksame Massnahmen im Strombereich, ungewichtet  
<sup>2)</sup> Inklusive Wirkungen von Massnahmen, welche nicht einem Sektor zugeordnet wurden

Quelle: EnAW, Elektrizitätsstatistik 2010

Vor diesem Hintergrund ist die EnAW weiter daran interessiert, zuhanden seiner Teilnehmerfirmen und als Grundlage für die Formulierung von Vorschlägen neuer Zielvereinbarungen im Bereich Stromeffizienz unabhängige Abschätzungen zu Stromeffizienzpotenzialen zu erarbeiten.

Auf Wunsch der EnAW sollen diese Abschätzung insbesondere auf den Erfahrungen und Daten, welche die EnAW im Zusammenhang ihrer bisherigen Aktivitäten mit Fokus CO<sub>2</sub> und Brennstoffe gewinnen konnte, abstützen. Als Grundlage dazu sollen zwei miteinander verknüpfte Datensätze des EnAW-internen Monitorings des Energie-Modell (EM) statistisch bzgl. Stromeffizienzsteigerungen ausgewertet und analysiert werden, um damit eine Hochrechnung auf die Schweiz und eine Fortschreibung für verschiedene Szenarien vorzunehmen.

## 1.2 Zielsetzung des Projekts und Projektumfang

Vor der oben beschriebenen Ausgangslage verfolgt das Projekt die Zielsetzung, die EnAW bei der Formulierung von Zielvereinbarungen im Stromanwendungsbereich zu unterstützen. Dazu sind insbesondere Aussagen zu vergangenen und möglichen künftigen Stromeffizienzentwicklungen der Wirtschaft zu treffen, dies unterteilt nach Clustern (typischerweise Sektoren, Branchen, Grössenklassen) heutiger und potentieller zukünftiger Teilnehmerfirmen (Energie-Modell und KMU-Modell):

- Statistische Auswertung der Monitoringdaten bzgl. spezifischer Stromeffizienzgewinne, als Grundlage für die weiteren Zielsetzungen, aber auch zur direkten Verwendung der EnAW und ihrer Moderatoren im Sinne eines Benchmarks.
- Entwicklung der Stromeffizienz je der Sektoren Industrie (I) und Dienstleistungen (DL) und deren Branchen auf Basis der Monitoringdaten des EM-Modells der EnAW (und weiterer Grundlagen).
- Massnahmenwirkung (Stromeffizienzeffizienzgewinne) in den verschiedenen Verwendungszweck-Kategorien.
- Zusammengefasste Entwicklung der Stromeffizienz in den beiden Sektoren I und DL.
- Analyse und Einschätzung der Ergebnisse (wie realistisch sind die Zahlen, Streuung etc., Präzisierungen und Abgrenzungen).

Die möglichen Effizienzentwicklungen im Sinn von erschliessbaren Potenzialen sind mittels Szenario-Rechnungen und Sensitivitätsanalysen zu konkretisieren, indem folgende Fragen zu beantworten sind:

- Welche Entwicklung der Stromeffizienzgewinne ist bei einer Fortschreibung bei vergleichbaren Rahmenbedingungen wie in den letzten Jahren zu erwarten?
- Wie würde sich ein doppelt so hoher Strompreis auf die Stromeffizienzgewinne auswirken (bei sonst gleichen Bedingungen)?

- Maximales Szenario: Wo liegt ein maximal zu erreichendes Potenzial, das die Wirtschaft noch ohne Schaden offerieren könnte?
- Minimales Szenario: Welche Reduktion ist bei einem Verlust der grössten Industrieunternehmen (minus 50 bzw. 100 der grössten fossilen Energieverbraucher, da diese aus den EnAW Zielvereinbarungen ins ETS überführt werden könnten) zu erwarten.
- Wie sähe die Entwicklung der Stromeffizienzsteigerung bis 2035 und 2050 aus?

### 1.3 Vorgehen

Das Vorgehen wird in die folgenden Arbeitsschritte (AS) gegliedert:

- Detaillierte Analyse der durch die EnAW zur Verfügung gestellten Daten durch explorative Methoden: Mittelwertbildung, Streubreiten, Verteilungen.
- Statistische Analyse der Massnahmenätigkeit, d.h. der Häufigkeit der Massnahmen pro Jahr sowie der Stromeffizienzgewinne (Einsparungen) pro Massnahme als Funktion verschiedener Einflussfaktoren.
- Hochrechnung und Fortschreibung der Stromeffizienzpotenziale auf Branchen- und Sektorebene (NOGA-Gruppen bzw. Industrie- und Dienstleistungssektor) für verschiedene Szenarien, basierend auf den Ergebnissen der statistischen Analysen, Einschätzungen von EnAW-Moderatoren und ergänzenden Annahmen.
- Plausibilisierung und Quervergleich, z.B. zur vergangenen Entwicklung (Ex-post Analysen), zum Update der Energieperspektiven des Bundesamt für Energie (BFE) vom Mai 2011 (Bundesamt für Energie, 2011a,b).
- Integration, Empfehlungen, u.a. bzgl. Stromeffizienz-Zielvereinbarungen (ZV).

Zwischenergebnisse aus den einzelnen Arbeitsschritten wurden mit der EnAW diskutiert und erforderliche Annahmen, namentlich bezüglich der Szenariorechnung, in enger Zusammenarbeit entwickelt. Festzuhalten ist, dass es sich bei der Effizienzwirkung um eine statische Bruttowirkung handelt, d.h. ohne Berücksichtigung einer Referenzentwicklung. Das heisst, dass die Wirkung der Massnahmen, welche mutmasslich auch ohne EnAW ergriffen worden wäre, nicht in Abzug gebracht wird.

Die detailliertere Beschreibung des methodischen Vorgehens ist im Anhang dieses Berichts dokumentiert.

## 2 Grundlagen

### 2.1 Datengrundlage

Als Grundlage der Studie dienen die praxisbezogenen Monitoring-Daten der EnAW. Dabei werden nur die Daten des Energie-Modells untersucht (siehe Kasten). Die gesamte Massnahmenwirkung des Benchmark-Modells (BM) und des KMU-Modells für KMU hat im Vergleich zum EM-Modell eine zu geringe Wirkung und wird für die Studie vernachlässigt. Zudem basiert das BM-Modell auf spezifischen Zielwerten, d.h. die Massnahmenwirkung kann in diesem Modell methodisch nicht direkt ermittelt werden. Genutzt werden entsprechend zwei Datensätze des Energie-Modell-Monitorings, welche über eine Unternehmens-ID verknüpft sind:

- Datensatz 1: Massnahmen (Massnahmen-ID, Unternehmens-ID, Massnahmenbeschreibung inkl. Kategorisierung, Stromverbrauch, relative Einsparung, weitere massnahmen-spezifische Attribute)
- Datensatz 2: Unternehmen (Unternehmens-ID, Branchen-CODE, Unternehmensstandort, unternehmensspezifische Attribute insbesondere Anzahl Beschäftigte)

#### **Energie-Modell der EnAW**

Mit dem Energie-Modell werden in Gruppen von 8 bis 15 Unternehmen Vorschläge zur Emissionsbegrenzung (Vorschlag) bzw. Zielvereinbarungen erarbeitet und umgesetzt. Das Angebot ist auf mittlere und grosse Unternehmen aus Industrie, Dienstleistung und Handel ausgerichtet. Die Zielsetzung im Energie-Modell ist massnahmenorientiert. Das heisst, dass nicht die absolute Veränderung von Energieverbrauch und CO<sub>2</sub>-Fracht für die Zieldefinition und Zielerreichung massgebend ist, sondern die ausgewiesene Einsparung durch Massnahmen gegenüber einer "unbeeinflussten Entwicklung".

Grundsätzlich ist eine Massnahme im Sinne des Monitorings, resp. CO<sub>2</sub>-Gesetzes eine Veränderung von Verhalten, Organisation, Technologie und/oder Prozessführung, die zu vermindertem Energieverbrauch oder verminderter CO<sub>2</sub>-Fracht führt. Im Normalfall sind Massnahmen bewusst geplante und realisierte Veränderungen.

Die Massnahmenwirkung beschreibt die Differenz zwischen dem Energieverbrauch des Unternehmens mit und ohne Massnahme. Der Energieverbrauch ohne Massnahme heisst dabei "unbeeinflusste Entwicklung". Berücksichtigt wird die Wirkung der Massnahme auf alle Energieträger (z.B. kann eine Massnahme einen Minderverbrauch an Heizöl, aber einen Mehrverbrauch an Strom bewirken). Da die isolierte Wirkung einer Massnahme meist nicht mit vertretbarem Aufwand oder gar nicht gemessen werden kann, wird die Wirkung normalerweise berechnet oder qualifiziert geschätzt.

Massnahmen wirken so lange, wie sie in Betrieb sind. Werden zum Beispiel Geräte wie Computer durch effizientere ersetzt, wirkt diese Massnahme ab dem

Zeitpunkt der Inbetriebnahme der neuen Geräte. Die Wirkung der Massnahme resultiert aus der Einsparung gegenüber den Geräten im Ausgangszustand. Werden die neuen Geräte wiederum ersetzt, wird die Massnahme beendet. Gleichzeitig wird eine neue Massnahme für die neuen Geräte eingebucht, welche die Einsparung gegenüber dem ursprünglichen Ausgangszustand bemisst.

Weitere detaillierte Beschreibung des Energie-Modells ist im "Anhang zur Vollzugsweisung: Verpflichtungen und Zielvereinbarungen, Beschreibung der Zielvereinbarungsmodelle, Berichterstattung" der Bundesämter für Umwelt und für Energie (BAFU und BFE) zu finden.

### 2.1.1 Charakterisierung des Datensatzes

Per Ende 2010 umfasste das EM-Monitorings 2010 rund 770 Unternehmen. Davon setzten bis Ende 2010 rund 620 auch stromwirksame Massnahmen um. Ende 2010 waren rund 5000 stromwirksame Einzelmassnahmen festgehalten. Davon waren rund 3000 Massnahmen der Verbrauchskategorie „Andere“ zugeteilt. Durch die Moderatoren wurden in diese Kategorie auch Sammelmassnahmen in das System eingebucht. Die einzelnen Massnahmen dieser Kategorie sind im Quervergleich zwischen den verschiedenen Unternehmen sehr heterogen in der Art des Verwendungszweckes. Diese Massnahmen wurden durch die EnAW in zwei Schritten vor und während der Studiererstellung einem der definierten Verwendungszwecke, welcher durch die Einsparung betroffen ist, zugeteilt (Tabelle 3). Um Doppelzählungen zu vermeiden, wurde eine Massnahme jeweils nur einem Verwendungszweck zugeordnet. Die Zuteilung erfolgte zu einem grossen Teil über Suchbegriffe oder direkt mittels individueller Beurteilungen gestützt auf die erfassten Massnahmenbeschreibungen. Eine klare und scharfe Zuordnung der Verwendungszwecke war nicht für alle Massnahmen möglich.

Drei der Verwendungszwecke betreffen die Kategorien Ökostrom, Stromerzeugung (z.B. aus Photovoltaik oder Wärmekraftkopplung) und Substitution, welche mit Verweis auf die Zielsetzung der Studie in der Folge von den weiteren Analysen ausgeschlossen wurden. Bei letzteren werden in der Regel fossile Energieträger zur Vermeidung von CO<sub>2</sub>-Emissionen durch Elektrizität ersetzt. Bezogen auf den Strombereich haben diese Massnahmen eine negative Wirkung. Dass CO<sub>2</sub>-Reduktionen mit Effizienzmassnahmen im Strombereich konkurrieren zeigen die 203 Substitutionsmassnahmen mit einer Wirkung von -0.144 TWh.

Nach der Kategorisierung der übrigen 12 Verwendungszwecke verblieben rund 3000 effizienzwirksame Massnahmen, welche je einer Kategorie zugeordnet werden konnten. Diese hatten 2010 eine Wirkung von 0.617 TWh. Die Summe der Massnahmenwirkung aller gut 3400 effizienzwirksamen Massnahmen der zwölf Verwendungszwecke inkl. „Andere, Sammelmassnahmen“ beträgt 0.812 TWh (ungewichtete und HGT-normiert).

Die Massnahmen sind u.a. nach folgenden Merkmalen charakterisiert:

- Verwendungszweck (Tabelle 3)
- Wirtschaftssektor (Landwirtschaft, Industrie, Dienstleistungen (Tabelle 4))

- Branche des Unternehmens gemäss Einteilung durch in EnAW (Tabelle 20 im Anhang) und auf Branchengruppe zusammengefasst (Tabelle 5)

### **2.1.2 Vergleich mit Grundgesamtheit**

Die in der Studie berücksichtigten Unternehmen des EM decken eine Stromnachfrage von rund 10 TWh ab, was einer Abdeckung von 28% der Stromnachfrage der Wirtschaft und rund 15% der gesamten Endnachfrage entspricht. Hierbei ist die Abdeckung im Industriesektor mit rund 40% deutlich höher im Vergleich zum Dienstleistungssektor mit 17%.

In Ergänzung zur Feststellung der energetischen Abdeckung wurden zwei weitergehende Vergleiche mit der Grundgesamtheit angestellt: Anhand des Vergleichs der Anzahl Unternehmen pro Branche und Grössenklasse wird ersichtlich, dass die EM-Modellteilnehmerfirmen in den Branchen Banken und Versicherungen, Verkehr und Nachrichtenwesen (inklusive Telekommunikation) sowie Gesundheits- und Sozialwesen und generell bei der Grössenklasse über 250 Beschäftigte eine hohe bis sehr hohe Abdeckung erreichen (siehe Tabelle 22 im Anhang). Ein ähnliches Bild ergibt sich aufgrund eines Strukturvergleichs des Stromverbrauchs und der Anzahl Beschäftigter (siehe Abbildung 21 im Anhang).

Die erwähnten Monitoringdaten der EnAW beschreiben nach unserer Einschätzung eine Stichprobe von Unternehmen, welche sich freiwillig (self-selection) dem Energie-Modell (EM) der EnAW angeschlossen haben, u.a. um von einer allfälligen CO<sub>2</sub>-Lenkungsabgabe befreit zu werden (exogenes Anreizsystem für die Unternehmen) und Kosten zu sparen. Durch diese Entstehungsweise der EnAW Monitoring-Daten ergeben sich Besonderheiten (nicht-zufällige Stichprobe, Verzerrung durch self-selection und auf Brennstoffe ausgerichtetes Anreizsystem), welche bei der Interpretation der Ergebnisse und der Erstellung von Szenario-Fortschreibungen zu berücksichtigen sind.

## **2.2 Explorative Analyse der EnAW EM-Monitoringdaten**

In diesem Kapitel wird die Effizienzwirkung nach Sektor, Branche, Verwendungszweck (VZ) und zeitlicher Entwicklung aufgeteilt und es werden differenzierte Mittelwerte, Streubreiten und Verteilungen dargestellt.

### **2.2.1 Effizienzgewinne nach betroffenem Verwendungszweck**

Der Verwendungszweck Produktionsprozesse weist mit einem energetischen Wirkungsanteil von 24% den höchsten Beitrag auf, dies abgesehen von der Kategorie „Andere und Sammelmassnahmen“ mit einem ebenso hohen Anteil. Der nächst grössere Verwendungszweck mit einem Anteil von 11% liegt demgegenüber deutlich tiefer. Die übrigen 41% der Wirkung verteilen sich auf 9 VZ mit Anteilen zwischen 2% und 7% (Tabelle 3).

Eine stark überproportional hohe Wirkung im Vergleich zu ihrem Anteil gemessen an der Anzahl Massnahmen ist bei den bereits erwähnten Verwendungszwecken Produktionsprozesse und „Andere inklusive Sammelmassnahmen“ sowie beim VZ Stilllegung/Vorleistung zu verzeichnen (Tabelle 7). Zu letzterer ist anzumerken, dass es eine durchaus effektive und effiziente Massnahme sein kann, nicht mehr

oder nur wenig benötigte Strom verbrauchende Anlagen still zu legen, z.B. Teile des Druckluftnetzes. Auch eine überproportionale Wirkung weisen die VZ Prozesskälte und Antriebstechnik auf, wenn auch in weniger starkem Ausmass. Stark unterproportional sind in absteigender Reihenfolge die VZ Druckluft, Beleuchtung und Gebäudehülle und vor allem Warmwasser.

Tabelle 3 Stromeinsparung (TWh) und Anzahl Massnahmen nach Verwendungszweck

	Anzahl Massnahmen		Stromeinsparung	
	Anzahl	Anteil	TWh	Anteil
1 Prozesswärme	127	4%	0.043	5%
2 Warmwasser	63	2%	0.002	0%
3 Prozesskälte	213	6%	0.059	7%
4 Heizung, Lüftung, Klima (HLK)	502	15%	0.088	11%
5 Druckluft	343	10%	0.043	5%
6 Beleuchtung	643	19%	0.052	6%
7 Gebäudehülle	182	5%	0.014	2%
8 IKTU	182	5%	0.029	4%
9 Produktionsprozesse	436	13%	0.197	24%
10 Antriebstechnik	217	6%	0.055	7%
11 Andere und Sammelmassnahmen	448	13%	0.194	24%
12 Stilllegung/Vorleistung	78	2%	0.036	4%
Zwischentotal VZ 1-12	3434	100%	0.812	100%
13 Stromerzeugung	29		0.017	
14 Substitution	177		-0.144	
15 Ökostrombezug	136		0.244	

Quelle: EnAW, Auswertung TEP Energy

### 2.2.2 Effizienzwirkung nach Sektoren und Branchen

Mit rund 0.45 TWh respektive 55% der Wirkung hat die Industrie (inkl. Gewerbe) unter den Sektoren die grösste Bedeutung und vereinigt mit einem Anteil von zwei Dritteln auch die meisten Massnahmen auf sich (Tabelle 4). Aufgrund der um mehr als 50% höheren Wirkung kommt der Dienstleistungssektor mit nur rund 30% der Massnahme auf 43% der Wirkung. Dies ist ein Ergebnis, welches a priori nicht zu erwarten war. Zu erklären ist es durch die hohe Bedeutung von Unternehmen mit vielen Filialen (Handel, Banken, Telekom) sowie durch Sammelmassnahmen mit hoher Wirkung.

Tabelle 4 Stromeinsparung und Anzahl Massnahmen nach Sektor

NOGA95	Sektor	Anzahl Massnahmen		Effizienzwirkung		
		Anzahl	Anteil	TWh	Anteil	MWh/Massahme
A	Landwirtschaft, Garten	128	4%	0.014	2%	110
C, C*, D*, E, F	Industriesektor	2'305	67%	0.446	55%	194
G bis O	Dienstleistungssektor	1'001	29%	0.351	43%	351
	Total Wirtschaft	3434	100%	0.812	100%	236

Quelle: EnAW, Auswertung TEP Energy

Die Branchen Nahrungsmittel, Handel, Banken, Papier und Karton aus dem Industriesektor und die Branchen Versicherungen sowie Verkehr und Nachrichtenübermittlung aus dem Dienstleistungssektor weisen mit je rund 0.1 TWh oder mehr die höchsten Branchenwirkung auf (Tabelle 5 und Tabelle 7). Diese Branchen vereinigen über die Hälfte der Wirkung auf sich.

In der zusammengefassten Darstellung (Tabelle 5) wird zudem die Bedeutung der bürolastigen Branchen (J, K, L) ersichtlich, welche inklusive der Effizienzwirkung der Schulen (Branche M) einen Anteil von 18% auf sich vereinigen.

Nebst der Einsparung gemessen an absoluten Grössen ist auch die relative Effizienzwirkung von hohem Interesse. Diese bemisst sich im Folgenden am Branchentotal der im Energie-Modell vertretenen Unternehmen. Über alle Branchen gesehen beträgt die gewichtete Einsparwirkung rund 8%. Mit rund 6% schneidet der Industriesektor leicht unterdurchschnittlich ab, währenddem die relative Effizienzwirkung beim primären und beim tertiären Sektor mit 14% bzw. 12% deutlich über dem Mittel der Gesamtwirtschaft liegt.

Im Dienstleistungssektor sind es die Branche I (Verkehr und Nachrichten) sowie die bürolastigen Branchen J, K, L, welche relativ gesehen die höchsten Effizienzwirkungen aufweisen, nämlich 14% bzw. 16% gemessen an der Stromnachfrage der EnAW-Teilnehmerfirmen dieser Branchen (Tabelle 5). Mit über 20% ist die Effizienzsteigerung in der Branche Verkehr und Nachrichtenübermittlung, worunter insbesondere die Telekommunikation fällt, besonders hoch. Eine ähnliche hohe Wirkung weist der primäre Sektor auf; hier sind es insbesondere Unternehmen aus der Branche Garten (Gemüseanbau). Bei den relativen Wirkungen liegen die Holzverarbeitungsbranche mit 13% (siehe Tabelle 21 im Anhang) und das Gastgewerbe ebenfalls über dem Gesamtdurchschnitt, letzteres mit 10% allerdings nur leicht.

Innerhalb der Branchengruppen sind weitere Unterschiede zu verzeichnen, z.B. innerhalb der Gruppe MEM, der Geräte (DL) und des Fahrzeugbaus (DM), welche die Stromeffizienz überdurchschnittlich gesteigert haben (siehe Tabelle 21 im Anhang). Stark unterdurchschnittlich ist die relative Effizienzwirkung in den Branchen Chemie, Metallerzeugnisse und (DJ) sowie des Maschinenbaus (DK).

Tabelle 5 Anzahl Massnahmen sowie absolute und relative Effizienzwirkung nach Branchen-  
gruppe

NOGA95	Branchengruppe	Anzahl Massnahmen		Stromeinsparung		
		Anzahl	Anteil	Absolut TWh	Anteil am Total	Relativ pro Branche
A	Landwirtschaft, Garten	128	4%	0.014	2%	14%
C	Steine und Erden	78	2%	0.003	0%	8%
DA	Nahrungsmittel und Getränke	913	27%	0.117	14%	9%
DB	Textil und Bekleidung	92	3%	0.005	1%	7%
DD.DH.DI.DN	diverse verarbeitende Branchen	247	7%	0.064	8%	10%
DE	Papier und Karton	289	8%	0.089	11%	7%
DG	Chemie	163	5%	0.058	7%	3%
DJ, DK, DL, DM	Metall und Maschinen (MEM)	501	15%	0.104	13%	6%
E, F	Infrastruktur (Energie, Bau)	22	1%	0.007	1%	7%
G	Handel	306	9%	0.092	11%	9%
H	Gastgewerbe	129	4%	0.006	1%	10%
I	Verkehr und Nachrichten	87	3%	0.099	12%	14%
J, K, L, M	Bürobranchen (und Schulen)	290	8%	0.144	18%	16%
N	Gesundheit	157	5%	0.008	1%	7%
O	sonstige DL	32	1%	0.001	0%	3%
	Total Wirtschaft	3434	100%	0.812	100%	8%

Quelle: EnAW, Auswertung TEP Energy

### 2.2.3 Effizienzgewinne nach Branchen und Verwendungszweck

Wird die mittlere Wirkung sowohl nach Verwendungszweck als auch nach Branche differenziert berechnet, wird eine hohe Heterogenität sichtbar. Besonders augenfällig sind einzelne Verwendungszwecke in den einzelnen Branchen mit einer mehr als zehnmals so hohen mittleren Wirkung. Dies sind die Prozesswärme in der Papierindustrie, die Prozesskälte und die Produktionsprozesse in der Branche Verkehr und Nachrichtenübermittlung (mutmasslich Rechenzentren und Telekom-Zentralen), sowie Produktionsprozesse bei der Energie- und Wasserversorgung und die Antriebstechnik in der Holz verarbeitenden Industrie (Tabelle 6).

Umgekehrt haben einige Verwendungszwecke einzelner Branchen eine bis zu zehnmals geringere mittlere Wirkung im Vergleich zum Gesamtdurchschnitt des Verwendungszwecks. Zu erwähnen sind wiederum die VZ Produktionsprozesse, aber auch IKTU, Antriebstechnik und HLK.

### 2.2.4 Relevanzanalyse

Die über die Betrachtungsperiode (1995-2010) kumulierten Stromeffizienzgewinne verteilen sich sehr ungleichmässig auf die verschiedenen Branchen-Verwendungszweck-Kombinationen (Tabelle 7 im Anhang). Nachfolgend werden einzel-

ne relevante Kombinationen (Schnittmengen) mit einer Effizienzwirkung von mehr als 10 GWh (0.01 TWh entspricht je knapp 1% der Gesamtwirkung) herausgegriffen:

- Entsprechend der hohen Bedeutung der Effizienzgewinne im Bereich Produktionsprozesse ergeben sich bei diesem Verwendungszweck eine gehäufte Anzahl Branchen mit einer hohen Relevanz. Die meisten dieser Branchen stammen aus dem Industriesektor (Nahrungsmittel, Papier, Chemie, Metall und Geräte), dazu kommt die Branche Verkehr und Nachrichtenübermittlung aus dem DL-Sektor.
- Aus Branchensicht sind die Nahrungsmittelbranche, die Papierindustrie, Verkehr und Nachrichtenübermittlung mit hohen spezifischen Effizienzwirkungen herauszugreifen.
- Bei den Verwendungszwecken Prozesswärme, Prozesskälte, Antriebstechnik und HKL sind jeweils unterschiedliche Branchen hervorzuheben, wobei die Industriebranchen Nahrungsmittel und Papier sowie die Dienstleistungsbranche Verkehr und Nachrichtenübermittlung je zwei Mal vorkommen.

Dass sehr hohe Massnahmenwirkungen nur in einzelnen Branchen bei einzelnen Prozessen auftreten, könnte darauf hindeuten, dass solche hohen Wirkungen auch an anderen Stellen noch brach liegen.

Tabelle 6 Mittlere Massnahmenwirkung (MWh/Massnahme) pro Verwendungszweck und pro Branche. Sehr hohe Werte sind farblich hervorgehoben.

	Prozess- wärme	Warm- wasser	Prozess- kälte	HLK	Druck- luft	Beleuch- tung	Gebäude- hülle	IKTU	Produktions- prozesse	Antriebs- technik	Andere	Stilllegung/ Vorleistung	Summe (*)
A: Land- und Forstwirtschaft, Jagd	38	27	77	42	22	238	9	11	291	53	86	-	112
C: Bergbau	-	-	-	-	-	-	-	-	5	8	34	-	9
CA: Gewinnung von energetischen Produkten	-	-	-	-	-	-	-	-	251	-	-	-	251
CB: Steine und Erden	154	-	-	18	74	4	-	14	54	20	22	-	43
DA: Herstellung Nahrungsmittel und Getränke	142	24	171	158	131	48	38	64	222	74	136	687	128
DB: Herstellung von Textilien und Bekleidung	26	36	114	77	40	24	0	32	67	93	25	-	53
DD: Be- und Verarbeitung von Holz	-	-	-	-	622	372	-	-	668	7'855	-	-	3'278
DE: Papier-, Karton-, Verlags- und Druckgewerbe	3'571	1	218	208	103	48	8	79	599	338	135	488	308
DG: Chemische Industrie	1'125	35	238	330	164	37	2	46	859	332	149	141	354
DH: Herstellung von Gummi- und Kunststoffwaren	-	118	633	76	132	30	5	37	361	99	315	-	187
DI: Herstellung sonstige Produkte aus nichtmetallischen Mineralien	69	-	651	267	171	58	2	104	231	44	323	243	203
DJ: Erzeugung und Bearbeitung von Metall, Herstellung von Metallerzeugnissen	8	73	168	282	173	66	1	2	869	215	434	-	328
DK: Maschinenbau	18	7	12	58	78	52	22	36	164	257	191	-	89
DL: Herstellung von elektronischen Geräten und Einrichtungen, Feinmechanik, Optik	10	-	342	74	92	68	45	33	602	136	129	426	159
DM: Fahrzeugbau	-	-	8	76	69	34	11	4	253	126	304	-	104
DN: sonstiges verarbeitendes Gewerbe	16	11	79	126	203	42	10	62	80	75	66	-	79
E: Energie- und Wasserversorgung	120	-	300	13	-	-	2	-	5'997	3	77	-	654
F: Baugewerbe	-	-	-	29	-	-	-	7	157	-	17	-	52
G: Handel; Reparatur von Automobilen und Gebrauchsgütern	118	98	155	370	42	93	104	-	205	12	730	10	302
H: Gastgewerbe	15	19	21	29	6	29	71	15	22	42	36	610	47
I: Verkehr und Nachrichtenübermittlung	193	4	6'424	321	436	538	13	1'428	5'834	333	311	15	1'137
J: Kredit- und Versicherungsgewerbe	5	-	369	150	17	106	745	375	208	299	2'578	30	706
K: Immobilien; Vermietung; Informatik; F&E; Unternehmens-DL	62	36	197	87	60	74	213	29	26	10	206	2'638	180
L: Öffentliche Verwaltung; Landesverteidigung; Sozialversicherung	-	-	-	-	-	786	-	-	-	-	-	-	393
M: Unterrichtswesen	-	-	-	27	-	0	-	-	-	-	-	-	18
N: Gesundheits- und Sozialwesen	45	13	60	100	88	17	35	46	22	37	37	-	53
O: Erbringung von sonstigen öffentlichen und persönlichen Dienstleistungen	7	40	-	15	2	30	-	1	15	25	91	33	38
Alle Branchen	342	29	277	174	125	82	78	157	451	252	433	467	236

Quelle: EnAW, Auswertung TEP Energy

Tabelle 7 Stromeffizienzgewinne (MWh/Jahr) pro Branche und Verwendungszwecke (gesamte Periode bis 2010)

Stromeinsparung nach Verwendungszwecken und Branchen	Prozess- wärme	Warm- wasser	Prozess- kälte	HLK	Druck- luft	Beleuch- tung	Gebäude- hülle	IKTU	Produktions- prozesse	Antriebs- technik	Andere	Stilllegung/ Vorleistung	Summe
A: Land- und Forstwirtschaft, Jagd	188	106	767	1'052	263	5'469	65	88	4'360	424	943	620	14'346
C: Bergbau									15	8	34		56
CA: Gewinnung von energetischen Produkten									251				251
CB: Steine und Erden	768			288	297	8		82	757	224	288	367	3'079
DA: Herstellung Nahrungsmittel und Getränke	6'817	660	13'993	19'853	15'852	6'145	2'576	2'934	24'183	4'569	11'573	7'558	116'712
DB: Herstellung von Textilien und Bekleidung	128	73	342	1'309	514	438	0	97	941	653	225	187	4'906
DD: Be- und Verarbeitung von Holz					1'245	744			668	23'566			26'223
DE: Papier-, Karton-, Verlags- und Druckgewerbe	17'853	1	4'146	8'117	4'123	2'289	42	948	35'917	10'126	3'499	1'953	89'015
DG: Chemische Industrie	14'628	35	3'328	6'261	3'288	557	12	416	19'750	5'642	3'437	283	57'636
DH: Herstellung von Gummi- und Kunststoffwaren		118	1'265	76	1'053	298	10	110	4'698	296	315		8'239
DI: Herstellung sonstige Produkte aus nichtmetallischen Mineralien	412		651	4'001	2'737	577	2	104	7'399	349	5'173	973	22'380
DJ: Erzeugung und Bearbeitung von Metall, Herstellung von Metallerzeugn.	8	73	673	6'213	6'219	3'516	17	7	24'338	1'933	5'638	11'629	60'263
DK: Maschinenbau	18	7	12	404	543	995	132	251	656	257	3'251		6'525
DL: Herstellung von elektronischen Geräten und Einrichtungen, Feinmechanik, Optik	20		4'099	1'484	2'210	3'669	628	660	15'051	1'499	4'135	853	34'306
DM: Fahrzeugbau			8	152	275	171	33	16	1'516	126	607	19	2'922
DN: Sonstiges verarbeitendes Gewerbe	65	11	236	1'004	1'625	670	41	371	1'519	821	328		6'689
E: Energie- und Wasserversorgung	120		300	39			4		5'997	3	77		6'540
F: Baugewerbe				58				14	471		86		629
G: Handel; Reparatur von Automobilen und Gebrauchsgütern	1'296	391	2'794	22'950	504	6'042	1'567		5'524	71	51'080	167	92'386
H: Gastgewerbe	15	194	213	529	13	1'202	142	29	217	125	927	2'439	6'045
I: Verkehr und Nachrichtenübermittlung	386	4	19'271	4'491	1'307	11'844	13	14'281	40'838	2'997	3'425	61	98'919
J: Kredit- und Versicherungsgewerbe	5		4'425	4'211	17	4'247	5'217	7'495	1'249	597	95'402	623	123'489
K: Immobilien; Vermietung; Informatik; F&E; Unternehmens-DL	309	36	1'972	1'647	60	1'918	3'412	351	130	20	2'060	7'913	19'827
L: Öffentliche Verwaltung; Landesverteidigung; Sozialversicherung						786							786
M: Unterrichtswesen				55		0							55
N: Gesundheits- und Sozialwesen	450	92	419	3'301	705	587	280	324	157	329	1'012	715	8'370
O: Erbringung von sonstigen öffentlichen und persönlichen Dienstleistungen	7	40		62	2	274		1	46	50	639	98	1'219
Summe	43'493	1'841	58'915	87'555	42'851	52'447	14'192	28'581	196'646	54'685	194'152	36'457	811'814

Quelle: EnAW, Auswertung TEP Energy

## 2.2.5 Struktur nach Effizienzgewinn-Grössenklassen

Anhand Tabelle 8 wird ersichtlich, dass in der grössten Grössenklasse (mehr als 3000 MWh) eine relative geringe Anzahl Massnahmen (44 an der Zahl, d.h. 1.3% von rund 3500) eine Wirkung von 42% der Massnahmenwirkung ausmacht (Tabelle 8). Zusammen mit der zweitgrössten Wirkungsklasse werden sogar beinahe 60% abgedeckt, dies mit nur rund 120 Massnahmen, d.h. weniger als 4% der Massnahmen. Auf der anderen Seite des Spektrums erbringen 27% der Massnahmen zusammen weniger als 0.5% und mit rund 70% der Massnahmen werden weniger als 10% Wirkung erzielt.

Tabelle 8 Stromeffizienzgewinne (TWh) und Anzahl Massnahmen pro Periode und pro Grössenklasse der Massnahmenwirkung

TWh	vor 2000	2001 bis 2005	2006 bis 2010	Total bis 2010	vor 2000	2001 bis 2005	2006 bis 2010	Total bis 2010
Bis1MWh	0.00001	0.00002	0.00005	0.00008	0.001%	0.002%	0.006%	0.010%
1bis10MWh	0.00009	0.001	0.002	0.003	0.01%	0.1%	0.3%	0.4%
10bis100MWh	0.00077	0.018	0.041	0.061	0.1%	2%	5%	7%
100bis1000MWh	0.0017	0.090	0.191	0.282	0.2%	11%	23%	35%
1000bis3000MWh	-	0.032	0.094	0.126	0.0%	4%	12%	16%
>3000MWh	-	0.114	0.226	0.340	0.0%	14%	28%	42%
Alle Grössenklassen	0.002.6	0.255	0.554	0.812	0.3%	31%	68%	100%
Anzahl	vor 2000	2001 bis 2005	2006 bis 2010	Total bis 2010	vor 2000	2001 bis 2005	2006 bis 2010	Total bis 2010
Bis1MWh	17	62	138	217	0.5%	1.8%	4.0%	6.2%
1bis10MWh	20	238	471	729	0.6%	6.8%	13.5%	20.9%
10bis100MWh	21	450	1'051	1'522	0.6%	12.9%	30.1%	43.6%
100bis1000MWh	6	292	607	905	0.2%	8.4%	17.4%	25.9%
1000bis3000MWh	-	18	57	75	0.0%	0.5%	1.6%	2.1%
>3000MWh	-	13	31	44	0.0%	0.4%	0.9%	1.3%
Alle Grössenklassen	64	1'073	2'355	3'492	1.8%	30.7%	67.4%	100.0%

Quelle: EnAW, Auswertung TEP Energy.

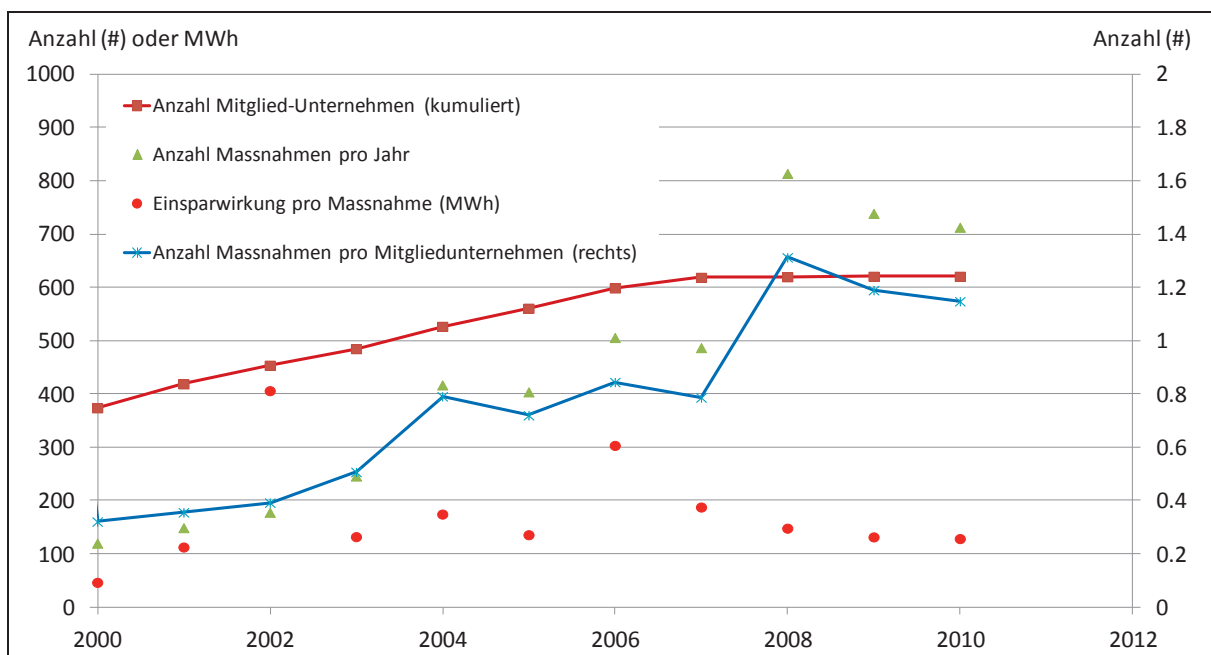
## 2.2.6 Zeitliche Entwicklung

Die meisten Teilnehmerfirmen mit stromwirksamen Massnahmen, nämlich knapp 400 von 620, wurden im Jahr 2000 in das Energie-Modell-Monitoring aufgenommen und bis 2006 war der Zuwachs der Unternehmen im Wesentlichen abgeschlossen (Abbildung 10). Das energetisch gewichtete Beitrittsjahr ist 2003.

Startend von einem tieferen Niveau nimmt die Anzahl Massnahmen pro Jahr stärker zu als der Zuwachs der Unternehmen pro Jahr. Mit einem Anteil von rund zwei Dritteln wurde eine grosse Mehrheit der Massnahmen nach 2005 ergriffen und auch die Wirkung mit dem etwa gleichen Anteil während dieser zweiten Teilperiode an. Abgesehen von buchungstechnischen Gründen beim Monitoring kann

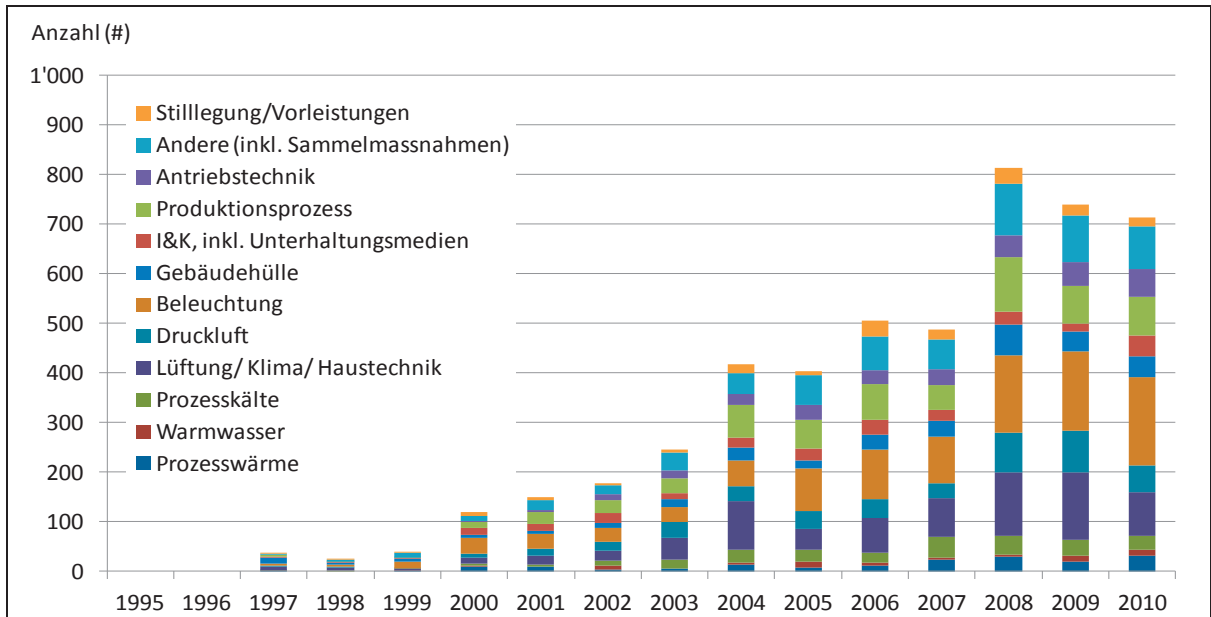
daraus abgeleitet werden, dass eine gewisse Zeit für das Initiieren und das Umsetzen der Massnahmen erforderlich war.

Ab 2006 wurde im Mittel pro Unternehmen mindestens 1 Massnahme ergriffen und relativ gesehen besonders viele Massnahmen ab dem Jahr 2008 (1.4 bis 1.5 Massnahmen pro Unternehmen pro Jahr). Hierbei ist das Muster bei allen Verwendungszwecken ähnlich, siehe Abbildung 23 im Anhang. Aus dieser Abbildung geht auch hervor, dass die Häufigkeit der Anzahl Massnahmen und damit die Wahrscheinlichkeit für das Ergreifen einer Massnahme von 2000 bis 2003 bei den meisten VZ weniger als 5% pro Jahr betrug. Ab 2004 steigt die Häufigkeit einzelner Verwendungszwecke an und erreicht 10% bis zu 20% pro Jahr. Dies betrifft HLK, Produktionsprozesse, Druckluft und Beleuchtung, wobei letztere 20% pro Jahr sogar leicht übersteigen.



Quelle: EnAW, Auswertung TEP Energy.

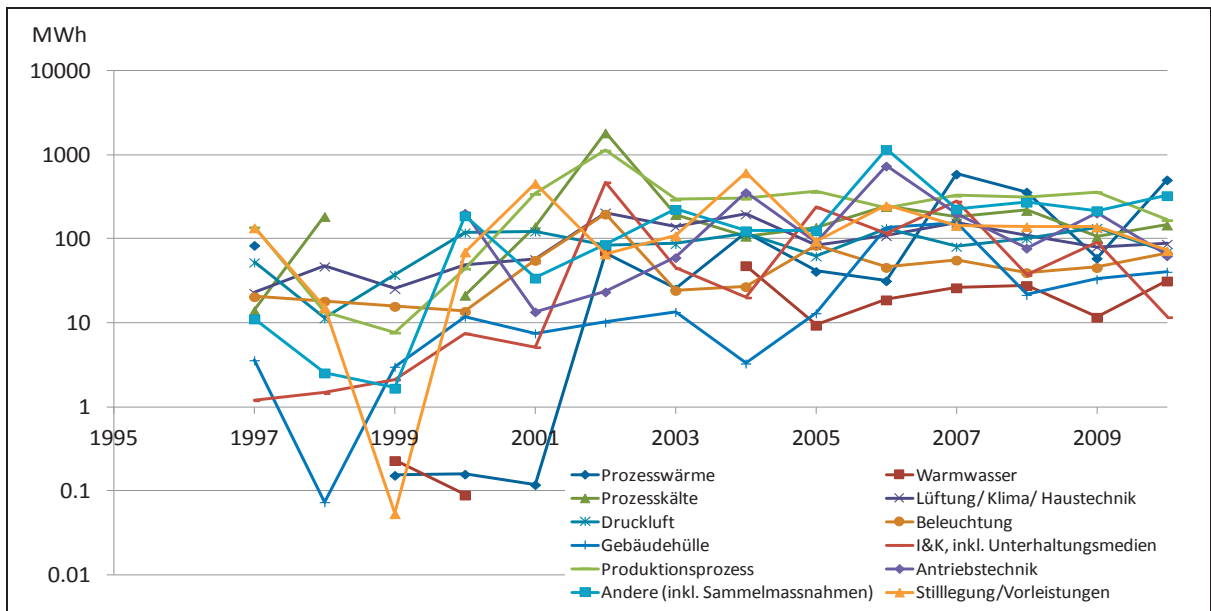
Abbildung 10 Entwicklung im Energie-Modell bis 2010



Quelle: EnAW, Auswertung TEP Energy.

Abbildung 11 Zeitlicher Verlauf der Anzahl Einsparmassnahmen nach Verwendungszwecken und Jahren

Die zeitliche Entwicklung der Effizienzwirkung pro Massnahme ist sehr unstat und schwankte stark von Jahr zu Jahr, selbst in einer Darstellung mit logarithmierter Skala (Abbildung 12), vor allem aber bei einer linearen Skala (siehe Abbildung 24 im Anhang).

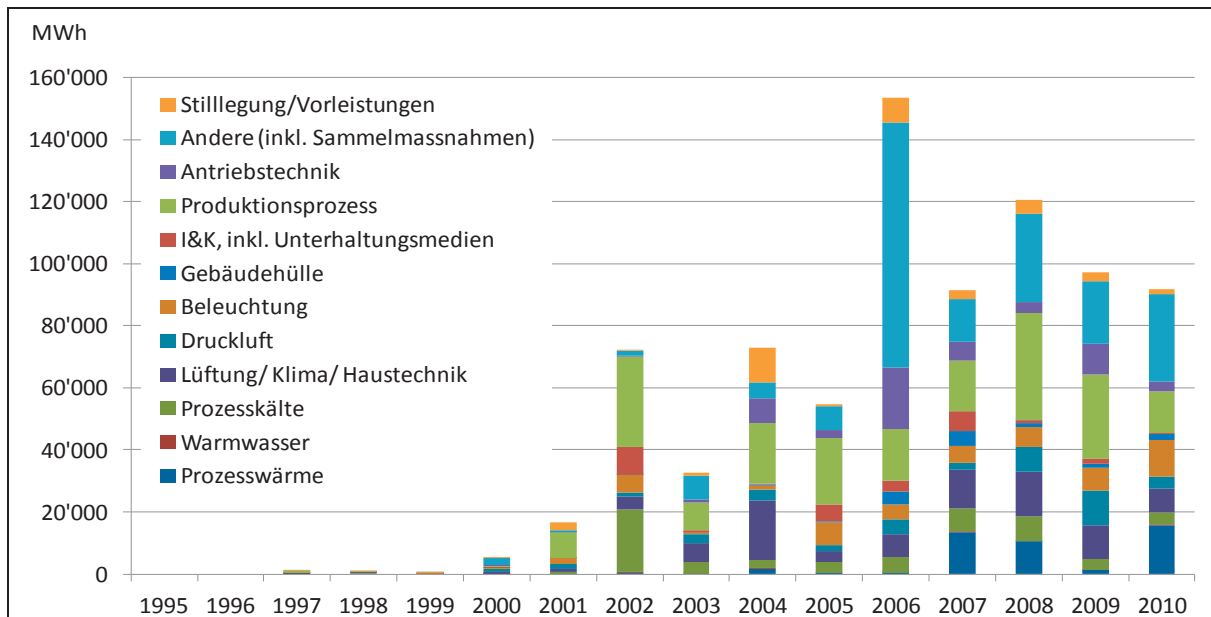


Quelle: EnAW, Auswertung TEP Energy.

Abbildung 12 Zeitlicher Verlaufs der Stromeffizienzgewinne pro Massnahme und Jahr bis 2010 (logarithmische Darstellung)

Zusammen aus der Massnahmenstätigkeit (Häufigkeit) und der mittleren Massnahmenwirkung ergibt sich zusammengefasst die aggregierte Wirkung der im

EM-Monitoring erfassten Massnahmen. Die einzelnen Verwendungszwecke tragen hierbei von Jahr zu Jahr sehr unterschiedlich zur gesamten Jahreswirkung bei, woraus sich abgesehen von einem generellen Trendanstieg hohe Schwankungen ergeben (Abbildung 13). Diese sind nicht zuletzt auf die Sammelkategorie „Andere“ zurück zu führen, welche auch für den zwischenzeitlichen Peak im Jahr 2006 verantwortlich ist. Laut Auskunft der EnAW sind darunter auch Massnahmen subsummiert, welche bereits in vorangehenden Jahren ergriffen, aber erst 2006 in das Monitoringsystem eingebucht wurden.



Quelle: EnAW, Auswertung TEP Energy.

Abbildung 13 Zeitlicher Verlauf der Stromeinsparung in MWh nach Verwendungszwecken

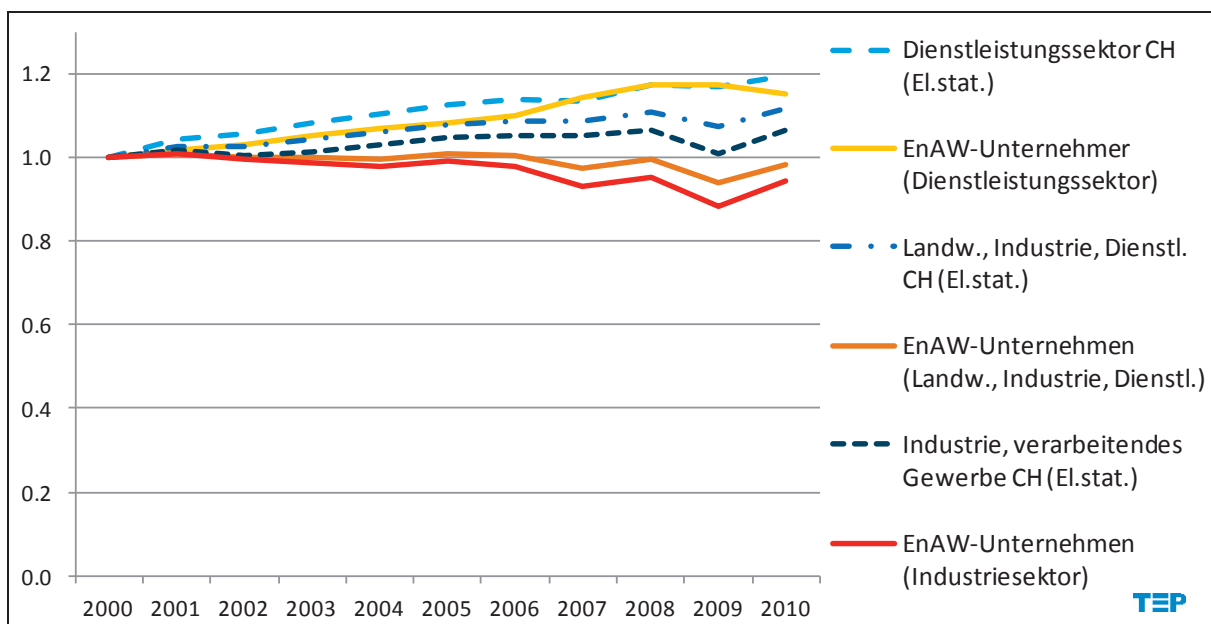
### 2.2.7 Nachfrageentwicklung der EnAW-Teilnehmerfirmen

Nebst den Wirkungen der umgesetzten Effizienzmassnahmen werden im Monitoringsystem der EnAW auch die tatsächlichen jährlichen Stromverbräuche erfasst. Diese Datenbasis ermöglicht es, die Nachfrageentwicklung der EnAW-Teilnehmerfirmen abzuschätzen und diese mit der Entwicklung der jeweiligen Sektoren als Ganzes zu vergleichen. Eine entsprechende Analyse wurde für die Periode 2000 bis 2010 durchgeführt.

Zu diesem Zweck wurde bei denjenigen Unternehmen, welche für einzelne Jahre fehlende Werte aufweisen, ein sogenanntes Backcasting durchgeführt. Dies betrifft typischerweise Unternehmen, welche erst nach 2000 zur EnAW dazu kamen, wobei teilweise vorgelagerte Verbrauchswerte durch die EnAW-Moderatoren nacherhoben und im Monitoringsystem erfasst wurden. Die fehlenden Werte wurden aufgrund der verfügbaren Verbrauchswerte ergänzt, indem pro Unternehmen eine einfache lineare Regression durchgeführt wurde. In speziellen Fällen mit sehr grossen Verbrauchsveränderungen musste das Verfahren leicht angepasst werden, um unplausible Ergebnisse zu vermeiden.

Aufgrund der so ergänzten Daten wurde für das Total EnAW-Teilnehmerfirmen eine Indexentwicklung mit Basisjahr 2000 erstellt, je separat für die Sektoren Industrie und Dienstleistungen. Zu Vergleichszwecken wurde in der selben Art auf Basis der Schweizerischen Elektrizitätsstatistik auch eine Indexentwicklung der Sektoren Industrie (inkl. Gewerbe) und Dienstleistungen sowie der drei Wirtschaftssektoren als Ganzes gebildet.

Aus der graphischen Darstellung dieser Indexentwicklungen wird ersichtlich, dass die Stromnachfrage bei den EnAW-Teilnehmerfirmen als Ganzes deutlich weniger stark anstieg im Vergleich zum Total der Sektoren Landwirtschaft, Industrie und Dienstleistungen (Abbildung 14). Besonders deutlich ist der Unterschied beim Industriesektor, welcher gesamtschweizerisch um 6.6% zunahm und bei den EnAW-Unternehmen um 5.5% ab.



Quelle: Schweizerische Elektrizitätsstatistik 2011, EnAW, Auswertung TEP Energy.

Abbildung 14 Zeitlicher Verlauf der Elektrizitätsnachfrageentwicklung (Index, Jahr 2000=1) der EnAW-Teilnehmerfirmen und der Gesamtschweiz nach verschiedenen Verbrauchergruppen

Die unterschiedlich Entwicklung ist, zumindest zu einem markanten Teil, auf die Wirkung der umgesetzten Energieeffizienzmassnahmen zurück zu führen. Nicht gänzlich ausgeschlossen werden kann, dass auch strukturelle Gründe für die Unterschiede verantwortlich sind. Damit gemeint sind Unterschiede zwischen den EnAW-Teilnehmerfirmen und den übrigen Firmen der jeweiligen Sektoren in Bezug auf Produktionsausweitungen oder -reduktionen, Aus- und Verlagerungen, sowie technische, prozessbedingte und/oder energetische Substitutionseffekte (Strom kann durch andere Energieträger ersetzt worden sein oder, wahrscheinlicher, umgekehrt).

### 2.2.8 Fazit explorativen Analyse

Aufgrund der explorativen Analyse können folgende Merkmale festgehalten werden:

- Die aggregierte Effizienzwirkung beträgt rund 0.810 TWh, d.h. rund 8% der Nachfrage, also etwa 1%/Jahr bezogen auf das energetisch gewichtete Beitrittsjahr von 2003. Festzuhalten ist, dass es sich bei der Effizienzwirkung um eine statische Bruttowirkung handelt, d.h. ohne Berücksichtigung einer Referenzentwicklung.
- Als Branchen mit höchster Wirkung hervorzuheben sind: Nahrungsmittel, Papier, Metall, Handel, Verkehr/Nachrichten, Kredit/Versicherungen.
- Verwendungszwecke Produktionsprozess in den meisten Branchen sowie Prozesswärme, Prozesskälte, Antriebstechnik und HLK in vereinzelt Branchen haben hohe Wirkung
- Einzelne Grösstmassnahmen haben sehr hohes Gewicht. Die grössten 44 Massnahmen mit je über 3000 MWh Wirkung vereinigen über 40% der Gesamtwirkung des Energie-Modell.
  - Diese verteilen sich unregelmässig auf Branchen und Verwendungszweck.
  - Nicht nur der Industrie-, sondern auch der Dienstleistungssektor ist betroffen.
  - Rund  $\frac{1}{4}$  der Massnahmenwirkung kann nicht einem einzelnen VZ zugeordnet werden, sondern wird im VZ „Andere, Sammelmassnahmen“ subsummiert.
- Zeitliche Entwicklung: Der Zuwachs der Wirkung von 2006 bis 2010 ist etwa doppelt so hoch wie in der vorangehenden Fünfjahresperiode. Der Zuwachs der Anzahl Unternehmen verhält sich umgekehrt: er ist weniger stark in der zweiten Fünfjahresperiode. Die spezifische Wirkung pro Massnahme ist stark schwankend zwischen den Jahren.
- Sehr heterogene Daten: Das Spektrum reicht von einzelnen Kleinstmassnahmen mit weniger als 1 MWh oder gar weniger als 0.1 MWh (100 kWh) bis zu mehrjährigen Massnahmen. Die durchschnittliche Wirkung pro Massnahme beträgt über alle Massnahmen rund 230 MWh und rund 150 MWh, wenn die grössten 44 Massnahmen nicht in den Durchschnitt einbezogen werden.

### 2.3 Statistische Analyse der Massnahmentätigkeit (Häufigkeit pro Jahr)

Die statistische Analyse dient dazu, den Einfluss verschiedener Faktoren statistisch zu erhärten und zu quantifizieren. In einem ersten Modell werden die Einflussfaktoren auf die Massnahmentätigkeit, d.h. auf die Häufigkeit der ergriffenen Massnahmen untersucht (2.3.1). In einem zweiten Schritt erfolgt eine analoges Vorgehen für die spezifische Wirkung pro Massnahme (2.4).

In beiden Fällen wird untersucht, ob die folgenden Einflussfaktoren wie vermutet einen statistisch signifikanten Einfluss haben und wenn ja, wie stark dieser ist:

- Betrachteter Verwendungszweck gemäss Kategorisierung EnAW
- Branche (NOGA-Code gemäss Einteilung EnAW Moderatoren)
- Unternehmensgrösse (approximiert durch Stromverbrauch, Beschäftigte)
- Jahr der Massnahmengreifung bzw. der Zielvereinbarung (ist die Einsparung bei Unternehmen, welche später eine ZV abgeschlossen haben, eher grösser oder geringer?)
- Brennstoffseitige Einsparungen (sind relative Stromeinsparungen bei Unternehmen mit hohen Brennstoffeinsparungen eher grösser oder geringer?)
- Standortkanton, evtl. Standortgemeinde (PLZ) und damit verbundene Strukturvariablen (Kanton mit GV-Modell ja/nein, Effizienzbonus ja/nein, Gemeindetyp gemäss Bundesamt für Statistik) und andere gemeindespezifische Variablen wie z.B. der Strompreis.

### **2.3.1 Massnahmentätigkeit (Häufigkeit pro Jahr)**

Zu statistischen Analyse der Massnahmentätigkeit kommt ein sogenanntes logistisches Regressionsmodell zum Einsatz. Dieses schätzt die Wahrscheinlichkeit, dass eine bestimmte Massnahme ergriffen wird, als Funktion verschiedener Einflussfaktoren (Branche, Unternehmensgrösse etc.). Die verschiedenen Einflussfaktoren werden dabei in ein und dasselbe Modell integriert, ähnlich wie bei einem linearen multiplen Regressionsmodell.

Für die zwölf verschiedenen Verwendungszwecke wurde je ein separates Modell geschätzt. Die Zielvariable ist binär, wobei die zwei Werte für jedes Unternehmen beschreiben, ob eine Massnahme eines bestimmten Verwendungszweckes durchgeführt wurde oder nicht. Der Datensatz musste zu diesem Zweck in die erforderliche Form gebracht werden.

Aufgrund der Ergebnisse der logistischen Regressionsmodelle für die verschiedenen Verwendungszwecke, welche im Anhang dokumentiert sind, lässt sich folgendes festhalten:

- Was bereits aufgrund der beschreibenden Statistik vermutet werden kann, lässt sich anhand der logistischen Regressionsmodelle statistisch auf einem Signifikanzniveau von 10% bzw. 5% erhärten. Die Massnahmentätigkeit, also die Anzahl Massnahmen pro Unternehmen, nahm seit 2000 stetig zu, und zwar für alle Verwendungszwecke. Die Zunahme verlangsamte sich allerdings gegen das Ende der Betrachtungsperiode.
- Bei rund der Hälfte der Verwendungszwecke steigt die Häufigkeit der Massnahmen mit dem Stromverbrauch der Unternehmen, d.h. Unternehmen mit einem hohen Stromverbrauch ergreifen eher Massnahmen im Strombereich. Bei der anderen Hälfte der VZ ist der Zusammenhang nicht statistisch signifikant, aber auch nicht negativ.

- Die Massnahmen­­tätigkeit ist bei den Verpflichtern eher geringer im Vergleich zu den Nicht-Verpflichtern, allerdings nicht bei allen VZ.
- Die Branchenzugehörigkeit hat nur bei einzelnen VZ einen Einfluss auf die Häufigkeit. Beispielsweise ist sie beim VZ Beleuchtung für den meisten DL-Branchen sowie für die MEM-Branchen erhöht (Tabelle 9).

Tabelle 9 Logit-Modell Massnahmenhäufigkeit Bsp. VZ Beleuchtung

	Koeffizient	Standardfehler	z-Wert	Signifikanz
Inbetriebnahme Massnahme 1997-1999	0.31	0.34	0.9	0.37
Inbetriebnahme Massnahme 2000-2003	-1.53	0.13	-11.5	0.00**
Inbetriebnahme Massnahme 2004-2007	-0.61	0.09	-6.5	0.00**
log(Beitritt EnAW)	-0.59	0.21	-2.8	0.01**
log(Stromverbrauch)	0.03	0.07	0.4	0.69
log(Stromverbrauch/Mitarbeiter)	-0.05	0.08	-0.7	0.48
Verpflichteter Ja	-0.19	0.11	-1.8	0.08*
NOGA Grösse 1	0.56	0.32	1.8	0.08*
NOGA Grösse 2	-0.44	0.22	-2.0	0.05**
NOGA Grösse 4	0.37	0.15	2.5	0.01**
Branche DB	0.31	0.27	1.2	0.25
Branche DE	0.15	0.18	0.8	0.40
Branchen Verarb. (DD, DH, DI, DN)	0.01	0.19	0.1	0.94
Branchen MEM (DJ, DK, DL, DM)	0.56	0.13	4.2	0.00**
Branche G	0.42	0.17	2.5	0.01**
Branche H	1.00	0.21	4.6	0.00**
Branche I	0.80	0.28	2.9	0.00**
Branchen JKLM (J, K, L, M)	0.58	0.18	3.24	0.00**
Branche N	0.62	0.23	2.7	0.01**
Branche O	0.57	0.38	1.5	0.14
Konstante	-0.52	0.66	-0.8	0.44
* 10%-Niveau, ** 5%-Niveau				

Quelle: TEP Energy

### 2.3.2 Vergleich Modell und Daten

Die Qualität der Regressionsmodelle lässt sich u.a. anhand eines Vergleichs der Daten mit den Ergebnissen der Anwendung des Modells charakterisieren.

Der Vergleich pro VZ und pro Sektor zeigt eine gute Übereinstimmung. Beispielsweise wurden zwischen 2001 und 2005 im Industriesektor 115 Beleuchtungsmassnahmen ergriffen und durch das Modell 112 Massnahmen vorausgesagt (die Summe der Wahrscheinlichkeiten über alle Unternehmen). Wird über alle VZ summiert, zeigt sich ebenfalls eine gute Übereinstimmung. 744 durchgeführten

Massnahmen stehen 757 voraus gesagten gegenüber. In der Summe über die Sektoren und für die zweite Betrachtungsperiode ist die Übereinstimmung ähnlich gut (siehe Tabelle 23 im Anhang).

## **2.4 Statistische Analyse der spezifischen Stromeffizienzgewinne als Funktion verschiedener Einflussfaktoren**

Die statistische Analyse der spezifischen Stromeffizienzgewinne pro Massnahme erfolgt mit einem multiplen Regressionsmodell. Die verschiedenen Einflussfaktoren werden dabei in ein und dasselbe Modell integriert. Das Modell schätzt die Wirkung pro Massnahme (genauer: den Logarithmus davon) als Funktion verschiedener massnahmen- und unternehmensspezifischer sowie externer Einflussfaktoren (Branche, Unternehmensgrösse, Jahr der Massnahmenergreifung, Strompreis etc.).

Eine besondere Herausforderung stellte die grosse Heterogenität und insbesondere die grosse Streubreite der Daten dar (Massnahmen mit weniger als 0.1 MWh stehen einzelnen wenigen Massnahmen mit mehr als 3000 MWh gegenüber und auch innerhalb der Verwendungszwecke ist eine grosse Streubreite festzustellen. Bei grossen Streubreiten ist die logarithmische Transformation der Daten state-of-the-art. Bei sehr grossen Streubreiten hat dies allerdings den Nachteil, dass Ergebnisse nicht mehr mittelwerttreu sind und sich damit die Summe der Wirkung über alle Unternehmen Abweichungen zwischen Modellergebnissen und den Daten ergeben. Aus diesen Gründen wurden die 44 Massnahmen mit der grössten Effizienzwirkung über 3000 MWh sowie Kleinstmassnahmen unter 0.1 MWh nicht in das Regressionsmodell einbezogen. Vom verbleibenden Datensatz wurde basierend auf das Regressionsmodell zudem eine Ausreisseranalyse durchgeführt.

Aufgrund der Ergebnisse des multiplen Regressionsmodells, welches die grössten 44 Massnahmen aussen vor lässt, ergibt sich folgendes:

- Die Einsparung nimmt erwartungsgemäss mit steigendem Stromverbrauch der Unternehmen zu und zwar um etwa 50% bei jeder Verdoppelung.
- Die prozentuale Einsparung nimmt allerdings ab (um 25% bei Unternehmen mit doppelt so hohem Stromverbrauch und ansonsten vergleichbaren Unternehmen).
- Des Weiteren lässt sich aus dem Regressionsmodell ableiten, dass die spezifische Wirkung bei den Verwendungszwecken Prozesswärme, Warmwasser, Beleuchtung, IKTU, Antriebstechnik und Gebäudehülle unterdurchschnittlich, beim Verwendungszweck Produktionsprozess Prozesskälte überdurchschnittlich ist. Bei den Branchen stechen Textil, Papier, sowie der Handel mit überdurchschnittlich hohen spezifischen Massnahmenwirkungen hervor.
- Im Quervergleich zwischen den verschiedenen Unternehmen des Industriesektors hat der Strompreis einen Einfluss auf die spezifische Wirkung pro Massnahme. Beim Dienstleistungssektor ist die Sachlage unsicher; bei einigen getesteten Modellspezifikationen kann kein statistisch signifikanter Einfluss nachgewiesen werden.

Der Einbezug der grössten 44 Einzelmassnahmen bestätigen nicht alle diese Regeln; so weisen Massnahmen im Bereich Antriebstechnik (Branche Holzverarbeitung) und IKTU (Branche Verkehr und Nachrichtenübermittlung) sehr hohe spezifische Wirkungen auf (siehe Tabelle 6).

Tabelle 10 Regressionsmodell spezifische Wirkung (LN(MWh) pro Massnahme)

LN(Stromverbr/Massnahme)	Koeffizient	Standardfehler	t-Wert	Signifikanz
<b>Unternehmensspezifische Variablen</b>				
log(Strompreis)	0.291	0.11	2.640	0.008**
log(Stromverbrauch)	0.511	0.03	19.570	0.000**
log(Stromverbrauch/Mitarbeiter)	-0.060	0.03	-2.360	0.018**
Inbetriebnahme Massnahme 1997-1999	-0.316	0.10	-3.270	0.001**
Inbetriebnahme Massnahme 2000-2003	0.016	0.07	0.210	0.831
Inbetriebnahme Massnahme 2004-2007	0.189	0.05	3.560	0.000**
<b>Verwendungszweck (VZ)</b>				
Prozesswärme	-0.592	0.15	-3.960	0.000**
Warmwasser	-1.187	0.20	-5.820	0.000**
Prozesskälte	0.225	0.11	1.990	0.047**
Druckluft	-0.023	0.10	-0.230	0.816
Beleuchtung	-0.864	0.08	-10.360	0.000**
Gebäudehülle	-1.461	0.14	-10.590	0.000**
IKTU	-1.382	0.13	-11.030	0.000**
Produktionsprozesse	0.345	0.09	3.710	0.000**
Antriebstechnik	-0.391	0.11	-3.420	0.001**
Andere	0.085	0.09	0.930	0.353
Stilllegung, Vorleistungen	0.126	0.14	0.890	0.376
<b>Branchen</b>				
Branche DB	0.322	0.15	2.120	0.034**
Branche DE	0.476	0.09	5.370	0.000**
Branchen Verarb. (DD, DH, DI, DN)	0.131	0.75	0.170	0.862
Branchen MEM (DJ, DK, DL, DM)	0.666	0.56	1.190	0.234
Branche G	0.902	0.96	0.940	0.346
Branche H	0.977	0.99	0.980	0.325
Branche I	1.370	1.15	1.190	0.234
Branchen JKLM (J, K, L, M)	0.042	0.99	0.040	0.966
Branche N	0.459	1.01	0.450	0.650
Branche O	0.823	1.08	0.770	0.444
<b>Interaktionsterme</b>				
Log(Stromverbr)•Branche Mem	-0.027	0.06	-1.540	0.659
Log(Stromverbr)•Branchen Verarb. (DD, DH, DI, DN)	0.050	0.08	-2.260	0.546
Stromverbrauch•Branchen Verarb. (DD, DH, DI, DN)	0.043	0.11	0.000	0.692
Log(Stromverbr)•Branchengruppe J, K, L, M	0.189	0.12	0.000	0.103
Log(Stromverbr)•Tertiärer Sektor	0.005	0.09	0.000	0.960
Log(Strompreis)•Tertiärer Sektor	-0.378	0.25	0.000	0.124
<b>Konstante</b>	-0.979	0.43	0.000	0.024**
* 10%-Niveau, ** 5%-Niveau				

Quelle: TEP Energy

### 3 Projektion der künftigen Stromeffizienzgewinne in verschiedenen Szenarien

#### 3.1 Definitionen der Szenarien und ihre Umsetzung im Überblick

##### 3.1.1 Definitionen der Szenarien

In Absprache mit der EnAW wurden die folgenden 4 Szenarien definiert, um eine Einschätzung der künftig zu erschliessenden Stromeffizienzpotenziale zu erhalten. Damit sollen die einzelnen Einflussfaktoren auf die mögliche künftige Entwicklung der Stromeffizienzgewinne sichtbar gemacht werden, um damit eine realistische Einschätzung der künftig durch die EnAW und die Wirtschaft zu erschliessenden Stromeffizienzpotenziale ermöglichen. Es wird von folgenden Szenario-Definitionen ausgegangen (siehe Tabelle 11):

- Das Basis-Szenario (Szenario 1) geht von einer konstanten Massnahmen-tätigkeit pro Unternehmen und von konstanten Wirkungen pro Massnahme aus. Es wird jedoch damit gerechnet, dass die Anzahl der Teilnehmerfirmen im Rahmen des Freiwilligen leicht zunimmt (Tabelle 11).
- Im Szenario Sz2 wird von einer erhöhten Massnahmentätigkeit, jedoch von der selben Anzahl EnAW-Teilnehmerfirmen wie im Basis-Szenario ausgegan-gen. Die erhöhte Massnahmentätigkeit wird mit verstärkten Anreizen und mit einem erhöhten energiepolitischen Druck (Grossverbraucherartikel, mögliche Abgaben) begründet.
- Im Szenario Sz3 wird die Einführung von energiepolitischen Instrumenten oder zumindest von deren Möglichkeit unterstellt, sowie, zum Teil daraus ab-geleitet, von höheren Strompreisen. In der Folge wird von einem stärkeren Zuwachs der Teilnehmerfirmen und entsprechend einer höheren Abdeckung ausgegangen. Darüber hinaus wird eine höhere Massnahmentätigkeit pro Unternehmen und eine höhere spezifische Wirkung unterstellt, dies mit Ver-weis auf eine Intensivierung der EnAW-Tätigkeit im skizzierten Umfeld.
- Szenario Sz4 hat mit 40 Jahren einen wesentlich längeren Betrachtungshori-zont zu den Zehnjahresperioden der anderen Szenarien. Darauf bezugneh-mend wird im Szenario Sz4 definiert, dass ein grosser Teil der Wirtschaft Stromeffizienz-Massnahmen in der einen oder anderen Form umsetzt, sei dies über das Energie-Modell oder andere Instrumente.

Für das Szenario Sz2 werden darüber hinaus zwei Sensitivitätsanalysen wie folgt definiert, um die Auswirkung interessanter und kritischer Einflussfaktoren auf die Ergebnisse aufzuzeigen:

- Sensitivitätsanalyse 1: Verdoppelung des Strompreises gegenüber 2000 bis 2010 aufgrund von Markteffekten und energiepolitischen Instrumenten
- Sensitivitätsanalyse 2 (Szenario-Variante minimal): Austritt der 50 bzw. 100 grössten Industrieunternehmen, d.h. der grössten fossilen Energieverbrau-cher aus dem Energiemodell der EnAW im Zusammenhang mit einem Beitritt zum europäischen Emissionshandelssystem (ETS).

Tabelle 11 Definition der Szenarien und ihre Umsetzung

	Szenario-Definition	Umsetzungsansätze 1 bis 3		
		1. Abdeckung (Anteil EnAW- Teilnehmer an Stromnachfrage CH)	2. Massnahmen-tätigkeit pro Unternehmen (Häufigkeit pro Jahr)	3. Spezifische Wirkung pro Massnahme (MWh/Massnahme)
Szenario 1 Basis-Szenario	Rahmenbedingungen ähnlich wie bisher, d.h. Fortsetzung des leichten Trends zu höheren Strompreisen und höherem Bewusstsein für Stromeffizienz	Leicht steigend im Rahmen des Freiwilligen: - Steigerung um gut 20% - Resultierende Abdeckung 1/3	Stagnation auf Niveau 2008 bis 2010	Wie 2008 bis 2010
Szenario 2 Erhöhte Massnahmen-tätigkeit	- Kantone: höhere Bedeutung GVA - Bund: Aktionsplan, Drohkulisse Abgaben	Wie Szenario 1	Fortsetzung des vergangenen steigenden Trends	Wie im Basis-Szenario
Szenario 3 Maximal-Szenario	- erhöhter Druck Bund und Kantone (z.B. GVA flächendeckend, Effizienzbonus) - Höherer Strompreis wegen Re-Investitionen Stromversorgung, Integration Strommärkte, Lenkungsmassnahmen - Intensivierung EnAW-Tätigkeit im skizzierten Umfeld	- Steigerung um knapp 50% - Resultierende Abdeckung rund 40%	25% mehr im Vergleich zu Sz2	25% höhere spezifische Wirkung im Vergleich zu Sz2
Szenario 4 Langfrist-Szenario	- Vergleichsweise langer Zeithorizont (40 statt 10 Jahre)	- Steigerung um Faktor 3 - Resultierende Abdeckung 80%	Wie im Basis-Szenario Sz1	Wie im Basis-Szenario Sz1

Quelle: EnAW, TEP Energy

Die Definition der Szenarien wird im Einzelnen wie folgt begründet:

- Szenario 2: erhöhte Massnahmentätigkeit
  - Wirtschaftlichkeitskriterien: gemessen an heutigen Richtlinien der EnAW werden die wirtschaftlichen Potenziale gemäss Einschätzung von EnAW Moderatoren noch nicht vollständig ausgeschöpft. Weitere wirtschaftliche Potenziale könnten erschlossen werden, wenn nicht die Paybackperiode, sondern die interne Verzinsung (ROI) als Bemessungsgrösse herangezogen würde.

- Im Kontext der unterstellten energiepolitischen Instrumente und von höheren Strompreisen sowie dem damit verbundenen verstärkten Bewusstsein kann von einer höheren Teilnehmerbereitschaft und einer Intensivierung der Massnahmendurchführung (Häufigkeit und Tiefe) der Unternehmen ausgegangen werden, welches wiederum der EnAW ihre Umsetzungsaktivitäten erleichtert.
- Szenario 3 (maximales Szenario):
  - Im Vergleich zur Vergangenheitsperiode ergeben sich aufgrund gesetzlicher Vorgaben (Grossverbraucherartikels der Kantone, evtl. weitere Massnahmen des Bundes wie z.B. Effizienzverpflichtungen der EVU im Zusammenhang mit der „Neuen Energiepolitik“) zusätzliche Anreize für die Realisierung von Stromeffizienzmassnahmen.
  - Im Vergleich zum Szenario Sz2 wird von deutlich höheren Strompreisen ausgegangen, was u.a. mit energiepolitischen Instrumenten (z.B. Lenkungsmaßnahmen, Effizienzboni), flexiblen Tarifmodellen, dem Abschluss des Stromabkommens und sich europäisch angleichenden Marktpreisen, welche an die Strombezügler weiter gegeben werden, begründet wird.
  - Mit Verweis auf die erstgenannten zwei Punkte und aufgrund des Erfolgs sowie der positiven Resonanz der Unternehmen gegenüber der EnAW verstärkt diese ihre Aktivitäten und Angebote im Strombereich.
- Szenario Sz4: Im Bewusstsein, dass das Modell für diese Betrachtung nur bedingt geeignet ist, werden bei der Extrapolation keine weitergehenden Annahmen und Einflüsse unterstellt, sondern es wird mit gegebenen Modellparametern extrapoliert. Das heisst, bzgl. der Massnahmentätigkeit (Wahrscheinlichkeiten) und der spezifischen Wirkungen (MWh pro Massnahme) werden keine Steigerungsraten unterstellt, sondern es wird mit Basisgrössen gearbeitet. Charakteristisch für das Langfrist-Szenario 4 ist ein hoher Ausschöpfungsgrad der Teilnehmer (Annahme für die ganze Wirtschaft, unabhängig von EnAW ZV).

### 3.1.2 Umsetzung der definierten Szenarien

Die künftige Entwicklung der Effizienzwirkung pro Szenario wird bestimmt, indem die drei in Tabelle 11 genannten Umsetzungsansätze 1 bis 3 rechnerisch konkretisiert und miteinander verknüpft werden. Die Gesamtwirkung ergibt sich aus der Menge der Unternehmen (bzw. die energetische Abdeckung), welche mit der Häufigkeit und der spezifischen Effizienzwirkung multipliziert wird. Diese Multiplikation erfolgt differenziert pro Branche und pro Verwendungszweck.

Anzumerken ist an dieser Stelle, dass im Hinblick auf die Szenario-Umsetzung ein Vergleich der Stichprobe der EnAW-Unternehmen mit der Grundgesamtheit erstellt wurde (Kap. 5A-2.2 im Anhang), welcher bei der Umsetzung der Szenario-Definition mitberücksichtigt wurde. Zu diesem Zweck wurden Steigerungsfaktoren definiert, welche die Aufnahme von weiteren Teilnehmerfirmen in das Energie-Modell charakterisieren. Diese Steigerungsfaktoren wurden nach Bran-

che und Grössenklasse differenziert, siehe dazu die entsprechenden Tabellen in den einzelnen Szenario-Kapiteln.

Bei der Festlegung wurde nicht zuletzt auf die bis Ende 2010 bereits erreichte Abdeckung Bezug genommen. Diese Abdeckung ist im Industriesektor im Vergleich zum Dienstleistungssektor und generell bei den oberen Grössenklassen höher (siehe Tabelle 12), weshalb die Steigerungsfaktoren in diesen Bereichen höher angesetzt wurden.

Tabelle 12 Strombezogene energetische Abdeckung (TWh) im Jahr 2010

	Klasse 1 Mikro (bis 9)	Klasse 2 Kleine (10 - 49)	Klasse 3 Mittlere (50 - 249)	Klasse 4 Grosse (250 und mehr)	Alle Grössen- klassen	Relative Abdeckung 2010	Vergleichs- basis El.Stat 2010
Industrie (*)	0.11	0.15	1.5	5.4	7.2	36%	20.27
Dienstleistungen	0.04	0.06	0.4	2.4	2.8	17%	16.06
Total Wirtschaft	0.16	0.21	1.9	7.8	10.0	28%	36.34
(*) inkl. Gewerbe und Landwirtschaft							

Quelle: EnAW, Auswertung und Modellanwendung TEP Energy.

Die Szenarien 1 bis 3 beziehen sich hierbei auf die Periode bis 2020, d.h. sie decken einen vergleichbaren Zeitraum wie die analysierten Daten ab. Das vierte Szenario erstreckt sich bis 2050 und ist aufgrund des relativ langen Zeithorizonts (40 Jahre) und der daran gemessenen kurzen Stützperiode (in den wesentlichen 11 Jahren zwischen 2000 und 2010) mit einer gewissen Zurückhaltung zu interpretieren und zwar in beide Richtungen (Sättigungseffekte auf der einen Seite und erst langfristig erschliessbare Potenziale bei langen Re-Investitionszyklen auf der anderen Seite).

Auf die konkrete Umsetzung dieser Szenario-Definition wird in den nachfolgenden Unterkapiteln methodisch und inhaltlich näher eingegangen.

## 3.2 Szenario Sz1: Basis-Szenario

### 3.2.1 Annahmen im Basis-Szenario Sz1

Das Basis-Szenario (Sz1) geht von einem ähnlich energiepolitischen und wirtschaftlichen Umfeld aus, wie während der vergangenen zehn Jahre und entsprechend von einer konstanten Massnahmenätigkeit pro Unternehmen und von konstanten Wirkungen pro Massnahme. Es wird jedoch damit gerechnet, dass die Anzahl der Teilnehmerfirmen im Vergleich zu 2010 leicht zunimmt, auch mit Verweis auf tendenziell weiterhin steigende Strompreise und einem erhöhten Bewusstsein, namentlich seit dem Frühjahr 2011. Die angenommenen Steigerungsfaktoren sind in aggregierter Form für Industrie und Dienstleistungen sowie die Unternehmensgrössenklassen (gemessen in Anzahl Beschäftigter) in Tabelle 13 dokumentiert.

Grundsätzlich wurde eine stärkere Steigerung im Dienstleistungssektor im Vergleich zum Industriesektor unterstellt und eine grössere Steigerung bei den kleinen und mittleren Unternehmen im Vergleich zu den Grossunternehmen. Beide Ansätze werden zum einen mit mutmasslich ersten Sättigungstendenzen und zum anderen mit dem grösseren ungenutzten Potenzial im DL-Sektor und bei mittleren Unternehmen begründet.

Die aus den Annahmen resultierende Abdeckung ergibt im Industriesektor eine Steigerung von rund 10% (von 36% auf 40% bzw. von 7.2 TWh auf 8.1 TWh), im DL-Sektor eine von gut rund 45% (von 2.8 TWh auf 4.0 TWh) und für die Wirtschaft als Ganzes eine von rund 20% (von rund 10.0 TWh auf rund 12.0 TWh).<sup>1</sup> Sie erreicht damit rund einen Drittel der Stromnachfrage der Wirtschaft des Jahres 2010.

Tabelle 13 Annahmen bzgl. Steigerungsfaktoren und strombezogener Abdeckung der EnAW-Unternehmen (TWh) in den Szenarien Sz1 und Sz2

	Klasse 1 Mikro (bis 9)	Klasse 2 Kleine (10 - 49)	Klasse 3 Mittlere (50 - 249)	Klasse 4 Grosse (250 und mehr)	Alle Grössen- klassen	Relative Abdeckung 2010	Vergleichs- basis El.Stat 2010
Steigerungsfaktoren							
Industrie	1.6	1.9	1.2	1.1	1.1		
Dienstleistungen	2.0	2.0	1.8	1.3	1.4		
TotalWirtschaft	1.6	1.9	1.3	1.2	1.2		
Resultierende stromspezifische Abdeckung (TWh, %)							
Industrie	0.18	0.28	1.8	5.9	8.1	40%	20.27
Dienstleistungen	0.08	0.12	0.7	3.2	4.0	25%	16.06
TotalWirtschaft	0.26	0.40	2.4	9.1	12.2	33%	36.34

Quelle: EnAW, Auswertung und Modellanwendung TEP Energy.

Die Steigerung der Massnahmenätigkeit wurde festgelegt, indem mit dem logistischen Regressionsmodell die Wahrscheinlichkeiten für das Ergreifen von Massnahmen bis 2020 fortgeschrieben wurde. Tabelle 14 dokumentiert die erhaltenen Werte, ausgedrückt als Summe der Wahrscheinlichkeiten pro Fünfjahresperiode. Zum Vergleich sind die entsprechenden Werte für die Vergangenheit (2001 bis 2010) aufgeführt.

<sup>1</sup> Die Dynamik der Stromnachfrage, welche insbesondere im Dienstleistungssektor weiterhin zunehmend ist, wird hierbei ausser Acht gelassen. Sinngemäss erhöhen sich die ausgewiesenen Stromeffizienzpotenziale um den erwarteten relativen Anstieg der Stromnachfrage der jeweiligen Sektoren.

Tabelle 14 Steigerung der Massnahmen­­tätigkeit, ausgedrückt als Summe der Wahrscheinlichkeiten pro Fünfjahresperiode für die Vergangenheit (2001 bis 2010) und für den Betrachtungshorizont bis 2020 im Basis-Szenario

2001-2005	Prozesswärme	Warmwasser	Prozesskälte	HLK	Druckluft	Beleuchtung	Gebäudehülle	IKTU	Produktionsprozesse	Antriebstechnik	Andere	Stilllegung/Vorleistung	Summe (*)
Industrie	23	13	49	94	108	112	34	45	117	48	79	33	757
Dienstleistungen	9	8	21	60	11	73	14	21	22	9	67	13	327
Total 2001-2005	32	20	70	154	119	185	49	66	139	57	146	46	1'084
2006-2010													
Industrie	60	24	91	194	187	259	71	66	230	124	148	54	1'508
Dienstleistungen	23	15	38	119	20	160	29	30	44	24	119	21	641
Total 2006-2010	83	39	130	313	207	418	100	97	274	147	266	75	2'149
2011-2015													
Industrie	80	29	105	252	274	361	101	72	299	183	199	68	2'024
Dienstleistungen	30	18	44	149	31	217	41	32	58	35	154	27	838
Total 2011-2015	111	47	149	401	305	578	142	104	358	218	353	95	2'861
2016-2020													
Industrie	87	30	109	266	306	382	108	72	317	196	213	72	2'160
Dienstleistungen	32	18	46	161	33	229	44	33	64	37	164	28	890
Total 2016-2020	118	49	155	428	339	611	152	105	381	233	378	100	3'050

Quelle: EnAW, Auswertung und Modell­­anwendung TEP Energy.

### 3.2.2 Ergebnisse im Basis-Szenario

Gemäss der Szenario-Definition (Kap. 3.1) und gestützt auf die Ergebnisse der statistischen Modelle zur Häufigkeit der Massnahmen (Kap. 2.3) und der spezifischen Massnahmenwirkungen (Kap. 2.4) ergibt sich im Szenario Sz1 bis Ende 2020 eine Stromeffizienzwirkung von knapp 1.74 Mio. MWh bzw. 1.74 TWh (Abbildung 15). Im Vergleich zum Stand Ende 2010 wird somit im Basis-Szenario ein zusätzlicher Stromeffizienzgewinn von +0.93 TWh erreicht, dies bei konstanter Massnahmen­­tätigkeit und konstanten spezifischen Wirkungen. Dazu tragen der Industriesektor mit rund 0.4 TWh und der Dienstleistungssektor mit rund 0.5 TWh bei.

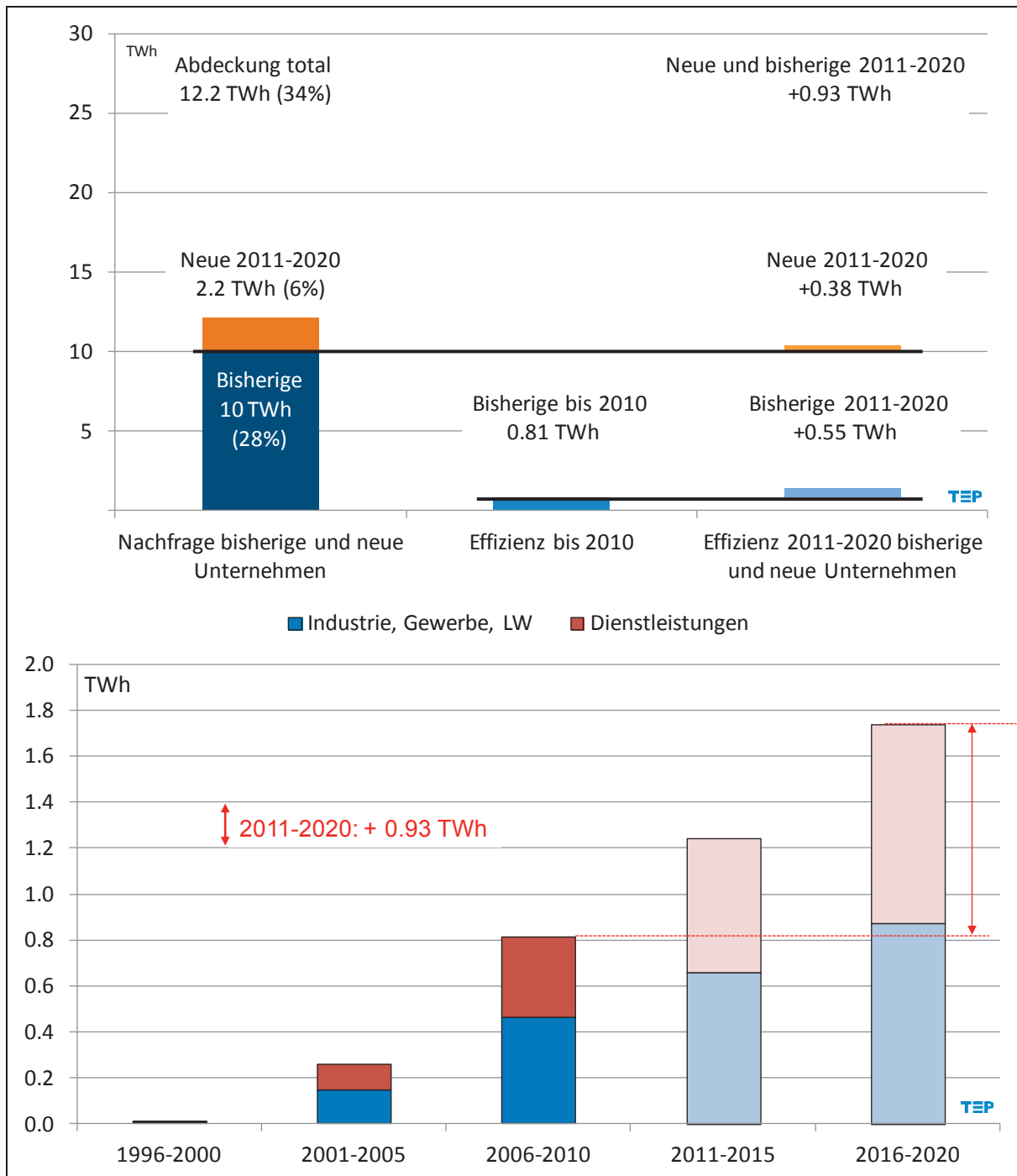
Vom Gesamtzuwachs entfallen 0.55 TWh auf die bisherigen Teilnehmerfirmen und 0.38 TWh auf Teilnehmerfirmen mit Beitritt zur EnAW ab 2011. Bei den neuen Unternehmen tragen nicht zuletzt Grösst-Massnahmen im Dienstleistungssektor zum Zuwachs bei.

Der Zuwachs ist bei den grössten Massnahmen mit 0.580 TWh im Allgemeinen grösser als bei den übrigen gut 3'000 Massnahmen, für welche der Zuwachs knapp 0.36 TWh beträgt (Tabelle 15). Die beiden Sektoren Industrie und Dienstleistungen verzeichnen einen ähnlichen Zuwachs, wobei der Beitrag des Dienstleistungssektors leicht höher ist. Dies ist vor allem auf die Steigerung bei den Grossmassnahmen zurück zu führen.

Zu erwähnen ist, dass das statistische Modell die Wirkung der übrigen Massnahmen um 30% bis 40% unterschätzt, dies aus arithmetischen Gründen aufgrund

der durchgeführten Variablentransformation. Der tatsächliche Zuwachs kann demzufolge um schätzungsweise 0.1 bis 0.15 TWh höher angesetzt werden.

Gemessen an der Abdeckung von 12.2 TWh beträgt der Effizienzgewinn innerhalb von 10 Jahren zwischen 2011 und 2020 brutto rund 8%, d.h. knapp 1% pro Jahr.



Quelle: EnAW, Auswertung und Modellanwendung TEP Energy.

Abbildung 15 Stromeffizienzgewinne (TWh) durch EnAW-Unternehmen in der Vergangenheit und in der Projektion bis 2015 und bis 2020, je für Industrie und Dienstleistungen: Szenario Sz1, Basis-Szenario

Tabelle 15 Stromeffizienzgewinne (TWh) durch EnAW-Unternehmen in der Vergangenheit und in der Projektion bis 2015 und bis 2020, je für Industrie und Dienstleistungen, je für die x Grösstmassnahmen und die übrigen Massnahmen: Szenario 1, Basis-Szenario

Beitrag grösste Effizienzmassnahmen				
	Industrie, Gewerbe, LW	Dienstleistungen	Total	
1996-2000	-	-	-	
2001-2005	0.039	0.075	0.114	
2006-2010	0.091	0.135	0.226	
2011-2015	0.095	0.158	0.253	Zuwachs 2011 bis 2020:
2016-2020	0.099	0.180	0.280	0.533
Beitrag übrige Effizienzmassnahmen				
	Industrie, Gewerbe, LW	Dienstleistungen	Total	
1996-2000	0.007	0.002	0.008	
2001-2005	0.102	0.033	0.136	
2006-2010	0.222	0.106	0.328	
2011-2015	0.103	0.077	0.181	Zuwachs 2011 bis 2020:
2016-2020	0.115	0.100	0.215	0.396
Beitrag alle Effizienzmassnahmen				
	Industrie, Gewerbe, LW	Dienstleistungen	Total	
1996-2000	0.007	0.002	0.008	
2001-2005	0.141	0.108	0.249	
2006-2010	0.313	0.241	0.554	
2011-2015	0.199	0.235	0.434	Zuwachs 2011 bis 2020:
2016-2020	0.214	0.280	0.495	0.929

Quelle: EnAW, Auswertung und Modellanwendung TEP Energy.

### 3.3 Szenario Sz2: Fortschreibung mit erhöhter Massnahmentätigkeit

#### 3.3.1 Konkretes Vorgehen und Annahmen

Gemäss Szenario-Definition wird im Szenario Sz2 von einer Steigerung der Massnahmentätigkeit ausgegangen. Begründet wird dies durch verstärkte Anreize und einen erhöhten energiepolitischen Druck (Grossverbraucherartikel, mögliche Abgaben).

Die Fortschreibung der Massnahmentätigkeit stützt sich auf die vergangene Entwicklung und die daraus abgeleiteten logistischen Regressionsmodelle. Zu Vergleichszwecken wird nachfolgend zunächst die vergangene Entwicklung dargestellt.

**Vergangene Entwicklung:** die Anzahl Massnahmen pro Unternehmen hat in der Periode 2006 bis 2010 im Vergleich zur vorangehenden Fünfjahresperiode bei allen Verwendungszwecken zugenommen. Inklusiv der Zunahme der Anzahl Unternehmen im EnAW-Monitoring ist in der Regel ungefähr eine Verdoppelung der Massnahmenanzahl festzustellen (Tabelle 24). Dies ist nur zu einem geringeren Teil auf den Anstieg der Anzahl Unternehmen zurück zu führen; diese hat sich nur um etwa 20% gesteigert (siehe Abbildung 10, Seite 49). Es ist vielmehr die Massnahmentätigkeit pro Unternehmen, welche stark zugenommen hat.

**Fortschreibung 2011 bis 2020:** Aufgrund des hohen Einflusses der grössten 44 Einsparungen (je über 3000 MWh) auf die Ergebnisse des Regressionsmodells der Massnahmenwirkung wird das Vorgehen zweigeteilt. Für das Gros der Massnahmen erfolgt die Fortschreibung auf drei Ebenen:

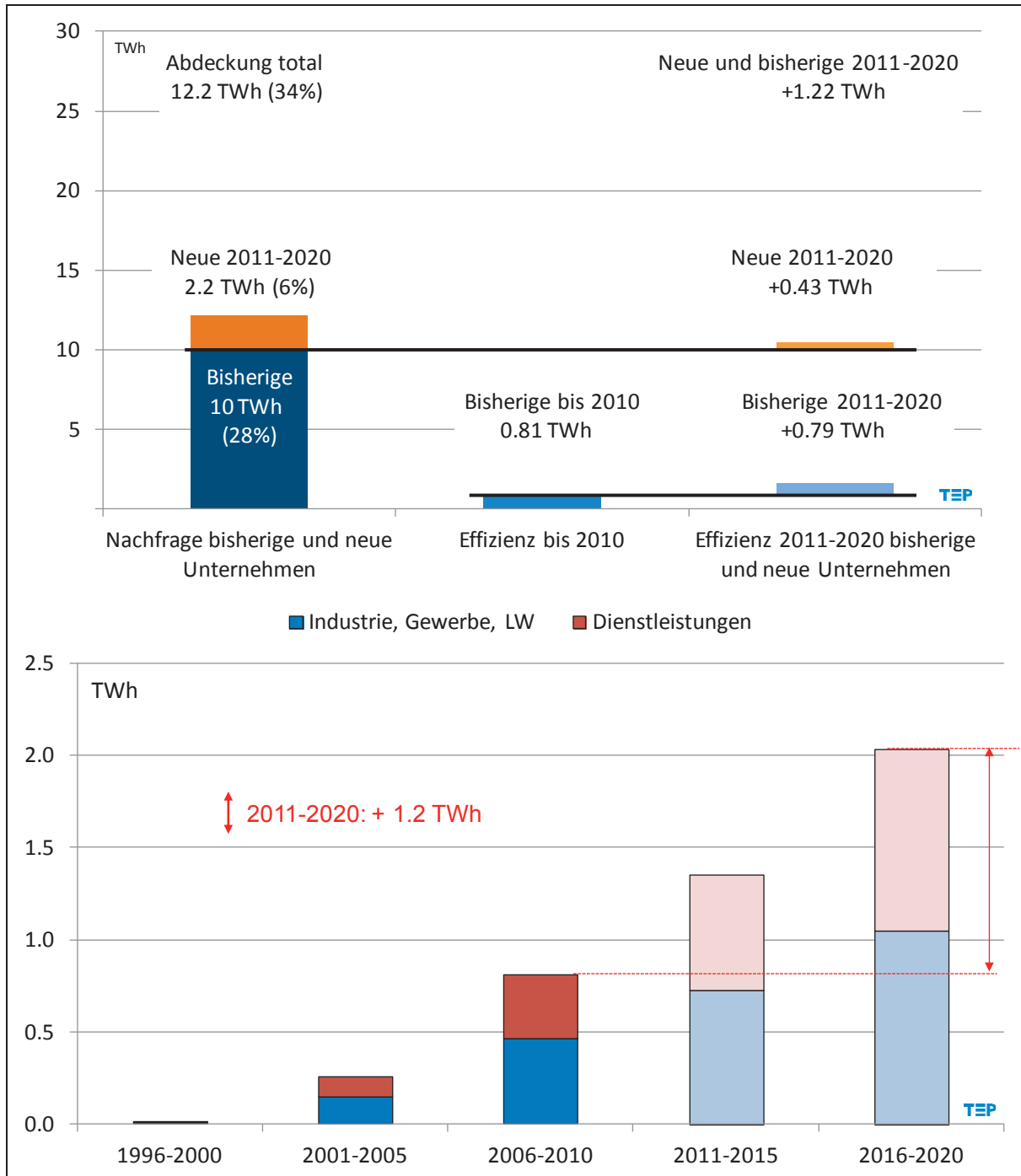
1. **Massnahmentätigkeit:** Die Steigerung wird auf der Basis von Dreijahresperioden fortgeschrieben. Der Anstieg von der zweitletzten zur letzten Dreijahresperiode [gemessen an der Differenz der jeweiligen Koeffizienten der Modelle] wird auf die Folgeperiode 2011 bis 2013 übertragen. Für die darauf folgenden Dreijahresperioden wird der Anstieg jeweils um die Hälfte reduziert. Insgesamt wird zwischen 2011 und 2020 von mehr als 9'000 zusätzlichen Massnahmen ausgegangen. Zum Vergleich: im Basis-Szenario sind es knapp 6'000 Massnahmen und in der Vergangenheit bis 2010 gut 3'500 Massnahmen, allerdings bei weniger Teilnehmer-Firmen.
2. **Steigerung der Abdeckung:** es wird von der selben Steigerung wie im Basis-Szenario (Sz1) ausgegangen (Tabelle 15).
3. Die **spezifische Massnahmenwirkung** (Effizienzgewinn pro Massnahme pro Verwendungszweck und Branche) wird ausgehend vom Wert 2008 bis 2010 konstant fortgeschrieben.

Den beiden Punkten Steigerung der Massnahmentätigkeit und Steigerung der Abdeckung durch die EnAW ergeben ungefähr eine Verdoppelung der Anzahl Massnahmen für die nachfolgende Fünfjahresperiode 2011 bis 2015 im Vergleich zur Vorperiode; danach nimmt die Steigerung deutlich ab (siehe Tabelle 24 im Anhang). Konkret sind 2011 bis 2015 gut 4'000 und in der darauf folgenden Fünfjahresperiode gut 5'000 Massnahmen durch die EnAW und die beteiligten Unternehmen abzuwickeln.

Für die grössten 44 Massnahmen wird im Sinne einer konservativen Annahme keine Zunahme im Sinne von obenstehendem Punkt 1 unterstellt, sondern es wird von einer Konstanz ausgegangen: es wird damit gerechnet, dass in den beiden nächsten Fünfjahresperioden nochmals Grossmassnahmen im selben Umfang wie zwischen 2006 bis 2010 realisiert werden können. Hingegen wird Punkt 2 (Steigerung der Abdeckung durch neue Unternehmen im Energie-Modell) auch für die Grösstmassnahmen unterstellt, d.h. es wird davon ausgegangen, dass sowohl im Industrie- als auch im DL-Sektor nochmals Unternehmen gefunden werden können, welche Grossmassnahmen realisieren. Angewendet wurden die Steigerungsfaktoren gemäss Tabelle 13.

### 3.3.2 Ergebnisse im Szenario Sz2

Bis 2020 ergibt sich im Szenario Sz2 eine Stromeffizienzwirkung von rund 2.03 TWh (Abbildung 16). Dies entspricht einem zusätzlichen Stromeffizienzgewinn von +1.22 TWh, also etwa ein Drittel mehr als im Basis-Szenario. Im Vergleich zur Abdeckung im Jahr 2020 beträgt die Effizienzwirkung rund 10%.



Quelle: EnAW, Auswertung und Modellanwendung TEP Energy.

Abbildung 16 Stromeffizienzgewinne (TWh) durch EnAW-Unternehmen in der Vergangenheit und in der Projektion bis 2015 und bis 2020, je für Industrie und Dienstleistungen: Szenario 2

Im Sz2 tragen die EnAW-Teilnehmerfirmen, welche bereits stromwirksame Massnahmen umsetzen, mit rund zwei Dritteln zum Zuwachs bei, diejenigen, die neu Massnahmen zusammen mit der EnAW umsetzen ein Drittel.

In der detaillierten Ergebnisdarstellung wird die hohe Bedeutung der Grössteinsparungen deutlich. Trotz der geringen Anzahl Massnahmen beträgt der Effizienzgewinn zwischen 2011 und 2020 über 0.500 TWh. Damit liegt deren Beitrag in einer ähnlichen Grössenordnung wie der Beitrag der übrigen Massnahmen in der Höhe von gut 0.600 TWh. In der Summe ergibt sich ein Zuwachs der Stromeffizienzsteigerung von 1.1 bis 1.2 TWh (Tabelle 25 im Anhang).

### 3.3.3 Szenario 2: Sensitivität höherer Strompreis

Die Sensitivität des Strompreises auf die Effizienzwirkung wurde mittels des Regressionsmodells der Massnahmenwirkung ermittelt. Aufgrund der Datenlage konnte hierbei nur der Querschnittseffekt, also der Quervergleich zwischen Unternehmen mit unterschiedlichen Strompreisen bestimmt werden. Damit kann nicht der Effekt von Strompreisänderungen über die Zeit gemessen werden, welche mutmasslich ebenfalls einen Einfluss auf die Massnahmenaktivität (Häufigkeit) der Unternehmen und auf die Wirkung der Massnahmen hat.

Der Querschnittseffekt stellt zwar nur eine Annäherung an die wirklich interessierende Grösse dar, nämlich die Sensitivität von künftigen Strompreisänderungen über die Zeit, gibt aber doch wertvolle Hinweise darüber.

Die Strompreissensitivität ergibt sich also aus dem Quervergleich zwischen den Unternehmen, welche aufgrund ihrer verschiedenen Standorte ihre Entscheidungen auf unterschiedliche Strompreise basieren. Ein Einfluss des Strompreises auf die Massnahmenwirkung ist insofern plausibel, als dass das Wirtschaftlichkeitskriterium in den Richtlinien der EnAW eine wichtige Rolle spielt. Es ist davon auszugehen, dass die EnAW-Moderatoren hierbei auf die lokale Situation eingehen und mit den jeweils für die Unternehmen geltenden Strompreisen rechnen.

Die aus dem Modell abgeleitete Strompreissensitivität ist für den Dienstleistungssektor nicht signifikant von 0 verschieden und beträgt für den Industriesektor 0.5 (siehe Tabelle 10, S. 58). Dies bedeutet, dass sich die Wirkung bei einem beispielsweise 10% höheren Strompreis um den Faktor  $1.1^{0.5}$ , d.h. um den Faktor 1.049 erhöht. Eine Strompreissensitivität von 0.5 entspricht umgerechnet einer Nachfrageelastizität von 3.3%.

Bei einer Strompreissteigerung um den Faktor 2 und der Annahme einer über diese Preisspanne konstanten Preissensitivität wäre die Wirkung in der Vergangenheit bei einem doppelt so hohen Strompreis rund 0.65 TWh statt 0.46 TWh gewesen, also etwa 40% mehr. Bezogen auf die Periode 2011 bis 2020 ergibt sich bei einer Strompreisverdoppelung im Industriesektor eine Erhöhung der Wirkung von rund 0.600 TWh auf 0.830 TWh (Tabelle 16).

Tabelle 16 Sensitivität des Strompreises auf die Massnahmen: Auswirkung einer hypothetischen Strompreissteigerung auf die Massnahmenwirkung des Industriesektors.

	Heutiger Strompreis	Höherer Strompreis
<b>Vergangenheit (2000 bis 2010)</b>		
Strompreis(Rp/kWh)	12	24
Preiselastizität Einsparung (aus Modell): 0.5		
Verbrauch ohne Einsparung	7.66	7.66
Einsparung bis 2010	0.46	0.65
Verbrauch nach Einsparung	7.20	7.01
<b>Szenario2 (2011-2020)</b>		
Verbrauch ohne Einsparung	8.69	8.69
Einsparung 2010 bis 2020	0.59	0.83
Verbrauch nach Einsparung	8.10	7.86

Quelle: EnAW, Auswertung und Modellanwendung TEP Energy.

### 3.3.4 Szenario 2: Sensitivität ohne die 50 bzw. 100 grössten Unternehmen

Würden künftig die 50 bzw. 100 grössten Unternehmen wegfallen (Sensitivität 2.1 bzw. Sensitivität 2.2) würde die Effizienzwirkung im Fall der Sensitivität 2.1 im Jahr 2020 nur rund 1.44 TWh betragen und im Fall der Sensitivität 2.2 sogar nur 1.36 TWh. Im Vergleich zur Wirkung des Szenario Sz2 von 2.04 TWh im 2020 bedeutet dies eine verminderte Wirkung von knapp bzw. gut 30% (Tabelle 17). Relativ gesehen reduziert sich der Effizienzzuwachs zwischen 2010 und 2020 noch stärker. Statt um 1.23 TWh (von 0.810 auf 2.04 TWh) wie im Szenario Sz2 nimmt die Effizienzwirkung bei der Sensitivität 2.1 nur um rund 0.63 TWh zu (von 0.81 auf 1.44 TWh) und bei der Sensitivität 2.2 um 0.55 TWh (von 0.81 auf 1.36 TWh). Damit ist der Effizienzzuwachs bei den zwei Sensitivitäten 2.1 und 2.2 rund 50% bzw. 55% geringer im Vergleich zum Sz2.

Tabelle 17 Sensitivität ohne die 50 bzw. 100 grössten Unternehmen auf die Effizienzwirkung (TWh) des Szenario Sz2

	Szenario2	Szenario2, Sensitivität2.1: ohne Top 50		Szenario2, Sensitivität2.2: ohne Top 100	
bis 2000	0.08				
bis 2005	0.260				
bis 2010	0.810				
bis 2015	1.350	1.080	-20%	1.050	-22%
bis 2020	2.040	1.440	-29%	1.360	-33%

Quelle: EnAW, Auswertung und Modellanwendung TEP Energy.

### 3.4 Szenario Sz3: Maximalszenario

#### 3.4.1 Annahmen im Szenario Sz3

Im Szenario Sz3 wird davon ausgegangen, dass der Grossverbraucherartikel (GVA) flächendeckend Pflicht wird, dass die Kantone dem Vollzug ein hohes Gewicht beimessen und die Umsetzung durch die Kantone und die EnAW konsequent verfolgt wird. Darüber hinaus wird im Sz3 von weiterem Druck und Anreizen von Seiten des Bundes ausgegangen, welche Effizienzboni, Effizienzverpflichtungen für Energieversorger beinhalten könnten.

Im Vergleich zum Szenario Sz2 wird im Sz3 von einem noch höheren Strompreis ausgegangen, begründet durch flexible Tarifmodelle, dem Abschluss des Stromabkommens und sich europäisch angleichende Marktpreise, welche an die Strombezüger weiter gegeben werden.

Gestützt auf diese Szenariodefinition wird beim Szenario 3 in Absprache mit der EnAW davon ausgegangen, dass mittelfristig (bis 2020) im Vergleich zu heute ein deutlich höherer Teil der Wirtschaft durch die EnAW abgedeckt werden könnte. Aufgrund der Entstehungsgeschichte und der ursprünglichen Haupt-Zielsetzung der EnAW, nämlich den Ausstoss von CO<sub>2</sub>-Emissionen einzudämmen, besteht im Dienstleistungssektor ein grösseres Steigerungspotenzial. Vor diesem Hintergrund wurde gemäss Tabelle 18 angenommen, dass die energetische (strombezogene) Abdeckung:

- im Industriebereich von heute 36% auf 45% gesteigert werden kann (ähnlich wie die aktuelle Abdeckung bei den CO<sub>2</sub>-Emissionen),
- im Dienstleistungssektor von heute 17% auf rund 35%, was in etwa einer Verdopplung entspricht.

Über die gesamte Wirtschaft gesehen ergibt sich damit eine Abdeckung von rund 40%. Die Abdeckung durch die EnAW ist bei mittleren und kleinen Unternehmen im Vergleich zu den grossen Unternehmen leicht überproportional zu steigern und im Dienstleistungssektor stärker als im Industriesektor, siehe Tabelle 18. Anzumerken an dieser Stelle ist, dass die Anzahl der Unternehmen noch stärker zu steigern ist, im Vergleich zu den Steigerungsfaktoren der energetischen Abdeckung. Der Teilnehmerzuwachs und die stärkere Massnahmenwirkung finden im Wesentlichen ab 2013 statt und erstrecken sich damit über 8 Jahre.

Darüber hinaus wird eine um 25% höhere Massnahmen­tätigkeit pro Unternehmen und eine um 25% höhere spezifische Wirkung unterstellt, dies mit Verweis auf eine Intensivierung der EnAW-Tätigkeit im skizzierten energiepolitischen Umfeld, auf die höheren Strompreise und die mehr auf die Lebenszyklusbetrachtung fokussierenden Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen.

Tabelle 18 Annahmen bzgl. Steigerungsfaktoren und strombezogener EnAW-Abdeckung (TWh) im Szenario 3

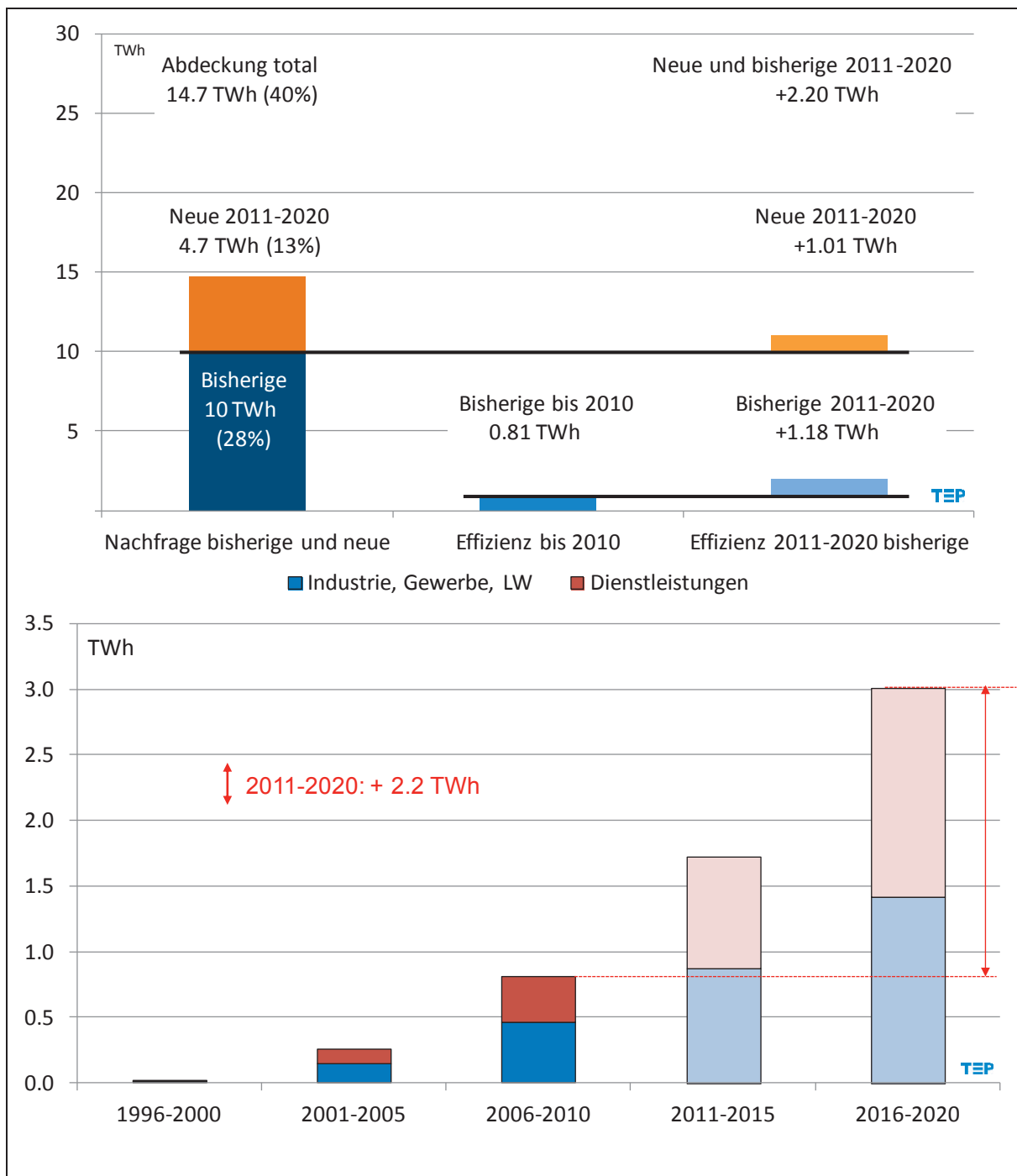
	Klasse 1 Mikro (bis 9)	Klasse 2 Kleine (10 - 49)	Klasse 3 Mittlere (50 - 249)	Klasse 4 Grosse (250 und mehr)	Alle Grössen- klassen	Relative Abdeckung 2020	Vergleichs- basis El.Stat 2010
<b>Steigerungsfaktoren</b>							
Industrie	2.4	2.1	1.5	1.2	1.3		
Dienstleistungen	3.3	3.0	2.5	1.8	2.0		
Total Wirtschaft	2.4	2.4	1.7	1.4	1.5		
<b>resultierende stromspezifische Abdeckung</b>							
Industrie	0.260	0.320	2.2	6.3	9.10	45%	20.27
Dienstleistungen	0.130	0.180	1.0	4.3	5.6	35%	16.06
Total Wirtschaft	0.390	0.500	3.2	10.6	14.7	41%	36.34

Quelle: EnAW, Auswertung und Modellanwendung TEP Energy.

### 3.4.2 Ergebnisse Szenario 3

Gegenüber Szenario 2 wird die Effizienzwirkung deutlich gesteigert und am Ende der Betrachtungsperiode beträgt sie im Szenario Sz3 rund 3 TWh, dies ausgehend von gut 0.8 TWh Ende 2010. Dies entspricht einer Steigerung von rund 2.2 TWh (Abbildung 17). Am Ende der Betrachtungsperiode im Jahr 2020 beträgt die Effizienzwirkung rund 15%. Davon tragen die bisherigen Stromeffizienzmassnahmen umsetzenden Unternehmen gut die Hälfte bei (1.2 TWh) und die neu dazu kommenden knapp die Hälfte (1 TWh). Namentlich gestützt auf die Annahme eines höheren Teilnehmerzuwachses im DL-Sektor trägt dieser Sektor rund 30% mehr zum Effizienzzuwachs bei (siehe Detailergebnisse in Tabelle 26 im Anhang).

Aus den Detailergebnissen geht auch hervor, dass die Wirkungssteigerung für die zwei nachfolgenden 5-Jahresperioden ungefähr doppelt so hoch ist, im Vergleich zur Periode 2006 bis 2010. Die Steigerung in der zweiten Hälfte der Betrachtungsperiode ist höher, weil annahmengenäss ein Teil der Unternehmen erst dann zum Energie-Modell dazu stossen wird.



Quelle: EnAW, Auswertung und Modellanwendung TEP Energy.

Abbildung 17 Stromeffizienzgewinne (TWh) durch EnAW-Unternehmen in der Vergangenheit und in der Projektion bis 2015 und bis 2020, je für Industrie und Dienstleistungen: Szenario 3

### 3.5 Szenario Sz4: Langfrist-Szenario bis 2035 und 2050

#### 3.5.1 Annahmen Szenario Sz4

Im Szenario Sz4 bietet der lange Zeithorizont von vierzig Jahren bis 2050 grundsätzlich die Chance, die Abdeckung wesentlich zu steigern. Bei der Fortschreibung über diesen langen Zeitraum sind grundsätzlich mehrere Einflussfaktoren zu berücksichtigen, welche zum Teil gegenläufig sind.

- Auf der einen Seite kommt in der langen Frist, nach 2020, z.B. die Wirkung des Stromabkommens voll zum Tragen und zudem könnte die Integration der europäischen Strommärkte noch weiter voran schreiten, was für die Wirtschaft in der Schweiz, v.a. für die grösseren Verbraucher, zu tendenziell höheren Strompreisen führen dürfte. Lerneffekte und Erfahrungswerte im Umgang mit Effizienzmassnahmen sowie Potenziale, welche in Bereichen mit langfristigen Re-Investitionszyklen zum Tragen kommen, tragen ebenfalls zu einer Steigerung der Wirkung bei.
- Auf der anderen Seite ist die Umsetzung bei kleineren Unternehmen mit höheren Transaktionskosten verbunden (Ostertag et al. 2000) und es können zudem Sättigungseffekte eintreten. Entsprechend wurde der Effizienzzuwachs leicht abgeschwächt. Dies betrifft insbesondere Grösstmassnahmen, welche im Vergleich zur Vergangenheit nicht vervierfacht wurden.

Beim Szenario 4 wird in Absprache mit der EnAW davon ausgegangen, dass langfristig (bis 2050) der grösste Teil der Wirtschaft Stromeffizienzmassnahmen ergreifen könnte. Es wurde deshalb angenommen, dass die energetische (strombezogene) Abdeckung

- im Industriebereich von heute 36% auf fünf Sechstel gesteigert werden kann,
- im Dienstleistungssektor von heute 17% auf drei Viertel.

Über die gesamte Wirtschaft gesehen ergibt sich damit eine Abdeckung von rund 36 TWh, was knapp vier Fünfteln (79%) der Nachfrage des Jahres 2010 entspricht. Hierbei ist die Abdeckung durch die EnAW bei mittleren und kleinen Unternehmen stark überproportional im Vergleich zu den grossen Unternehmen und im Dienstleistungssektor stärker als im Industriesektor zu steigern, siehe Tabelle 19. Noch stärker als beim Szenario 3 ist die Anzahl der Unternehmen überproportional zu steigern im Vergleich zu den Steigerungsfaktoren der energetischen Abdeckung.

Zu betonen ist hierbei, dass die Aufteilung der Stromverbräuche auf die einzelnen Beschäftigen-Grössenklassen der EnAW-Unternehmen im Vergleich zur Grundgesamtheit stark verzerrt sein könnte. Diese mutmassliche Verzerrung, welche aufgrund nicht verfügbarer Daten nicht empirisch gestützt werden kann, kann inhaltlich und datentechnisch begründet werden:

- Aufgrund der Aufnahmekriterien handelt es sich bei den EnAW Unternehmen per Definition um Energiegrossverbraucher. Während dies bei der grössten Beschäftigtenklasse weniger ein Selektionskriterium darstellt (bei den meisten Unternehmen über 250 Beschäftigte dürfte es sich um Grossverbraucher

handeln), ergibt sich bei den mittleren und unteren Beschäftigtenklassen ein sogenannter selection bias (nur eine spezielle Auswahl von besonders energieintensiven Unternehmen einer bestimmten Branche sind Grossverbraucher).

- Die im EnAW-Monitoring erfasste Anzahl Beschäftigte stammt aus Unternehmensangaben, welche unter Umständen nicht mit den vom Bundesamt für Statistik (BFS) erhobenen Annahmen übereinstimmt. Abgrenzungsprobleme können sich insbesondere bei Holding Gesellschaften oder Konzernen ergeben, wenn die Perimeter für die energetischen und die beschäftigungsspezifischen Angaben nicht übereinstimmen. Im Monitoringsystem wurde das Augenmerk auf energetische und emissionsseitige Aspekte gelegt und weniger auf Attribute wie Beschäftigte.

Trotz dieser Vorbehalte kann an der Grundaussage festgehalten werden, dass die Abdeckung bei mittleren und kleinen Unternehmen und im Dienstleistungssektor überproportional stark zu steigern ist.

Dies impliziert auch, dass bei einem Szenario mit relativem hohem Abdeckungsgrad die Instrumente an die unterschiedliche Struktur anzupassen sind. Benchmarkmodelle und Massnahmen mit Breitenwirkung kommt eine höhere Bedeutung zu im Vergleich zu individuellen Lösungen oder Gruppenbetreuungen.

Tabelle 19 Annahmen bzgl. Steigerungsfaktoren und strombezogener Abdeckung der EnAW-Unternehmen (TWh) im Langfrist-Szenario Sz4

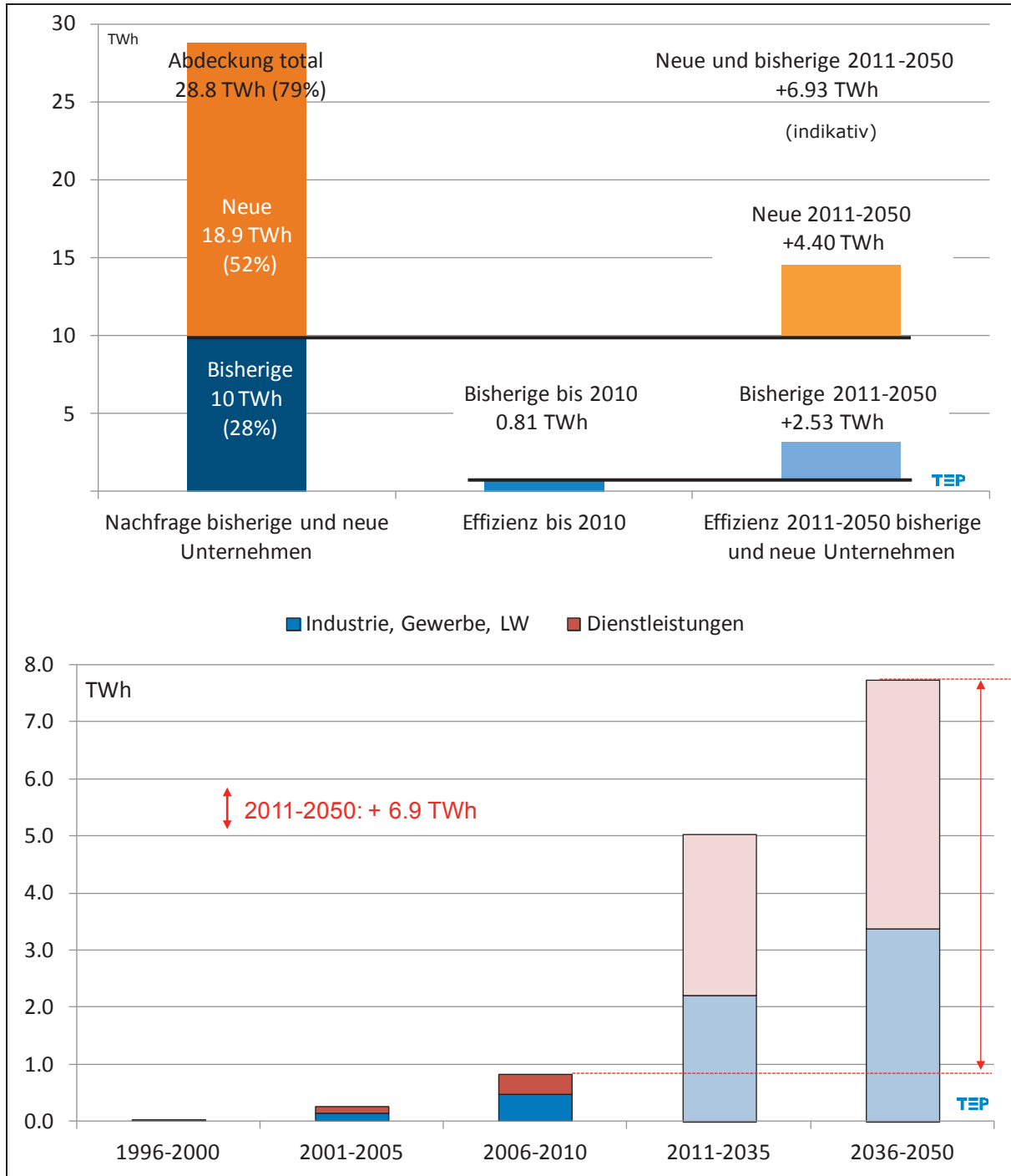
	Klasse 1 Mikro (bis 9)	Klasse 2 Kleine (10 - 49)	Klasse 3 Mittlere (50 - 249)	Klasse 4 Grosse (250 und mehr)	Alle Grössen- klassen	Relative Abdeckung 2020	Vergleichs- basis El.Stat 2010
Steigerungsfaktoren							
Industrie	2.7	25.3	2.7	1.6	2.3		
Dienstleistungen	3.3	36.7	6.0	3.0	4.3		
Total Wirtschaft	2.7	28.1	3.4	2.0	2.9		
resultierende stromspezifische Abdeckung							
Industrie	0.30	3.8	4.1	8.6	16.8	83%	20.27
Dienstleistungen	0.13	2.2	2.4	7.3	12.0	75%	16.06
Total Wirtschaft	0.43	5.9	6.5	15.9	28.8	79%	36.34

Quelle: EnAW, Auswertung und Modellanwendung TEP Energy.

Insgesamt wurde nicht von einer steigenden, sondern von einer konstanten spezifischen Massnahmentätigkeit pro Unternehmen und einer konstanten spezifischen Wirkung pro Massnahme ausgegangen. Dafür wurde unterstellt, dass die Unternehmen nicht nur sporadisch, sondern mit über die Betrachtungsperiode anhaltender Intensität Stromeffizienzmassnahmen umsetzen und die sich bietenden Potenziale im Re-Investitionszyklus und im betrieblichen Ablauf ausschöpfen, dies im Rahmen des jeweils wirtschaftlichen.

### 3.5.2 Ergebnisse Szenario Sz4

Am Ende der Betrachtungsperiode im Langfrist-Szenario betragen die Effizienzgewinne insgesamt beinahe 8 TWh (Abbildung 18). Dies entspricht einer Steigerung von etwa 7 TWh im Vergleich zum Jahr 2010. Zum Vergleich: Die Effizienzgewinne des Szenario 4 entsprechen in etwa dem Doppelten des Szenario Sz3, welches allerdings von einer vierfach kürzeren Betrachtungsperiode ausgeht.



Quelle: EnAW, Auswertung und Modellanwendung TEP Energy.

Abbildung 18 Stromeffizienzgewinne (TWh) durch EnAW-Unternehmen in der Vergangenheit und in der Projektion bis 2030 und bis 2050, je für Industrie und Dienstleistungen: Szenario 4, Langfristszenario (indikativ)

## 4 Quervergleiche, methodische Folgerungen und Empfehlungen

Die Datengrundlage des Energie-Modell-Monitorings bietet grundsätzlich die einmalige Chance, die praxisbezogene und empirisch abgestützte Effizienzwirkung einer grossen Anzahl von Massnahmen von zahlreichen Unternehmen auszuwerten. Im Hinblick auf die Beurteilung der Ergebnisse, auf weitere Monitoring- und Auswertungsaktivitäten sowie auf die Formulierung von künftigen Zielvereinbarungen zwischen der Wirtschaft und dem Bund werden die Ergebnisse nachfolgend bezüglich Plausibilität eingeschätzt und aus inhaltlicher und methodischer Sicht beurteilt. Hierbei ist zu berücksichtigen, dass das Energie-Modell-Monitoring nicht primär zu diesem Zweck erstellt wurde und betrieben wird.

### 4.1 Quervergleich zu anderen Studien und Ergebnissen

Die in dieser Studie erstmals präsentierten Ergebnisse bzgl. Energieeffizienzwirkung, welche stark auf empirisch abgestützte Grundlagen basieren, werden nachfolgend mit anderen Studien und Ergebnissen von Modellen verglichen. Bei solchen Quervergleichen ist die jeweils zugrunde legende Methodik mit zu berücksichtigen. Der Quervergleich wird auf zwei Ebenen vorgenommen:

- Vergangene Effizienzentwicklung (2000 bis 2010)
- Künftige Entwicklung verschiedener Szenarien (2010 bis 2020 bzw. 2050)

#### 4.1.1 Vergleich der vergangenen Entwicklung

Die Stromeffizienzwirkung betrug Ende 2010 brutto, d.h. ohne Berücksichtigung einer Referenzentwicklung, rund 0.810 TWh, d.h. rund 8% der Nachfrage der einbezogenen Unternehmen, also etwa 1%/Jahr bezogen auf das energetisch gewichtete Beitrittsjahr von 2003.

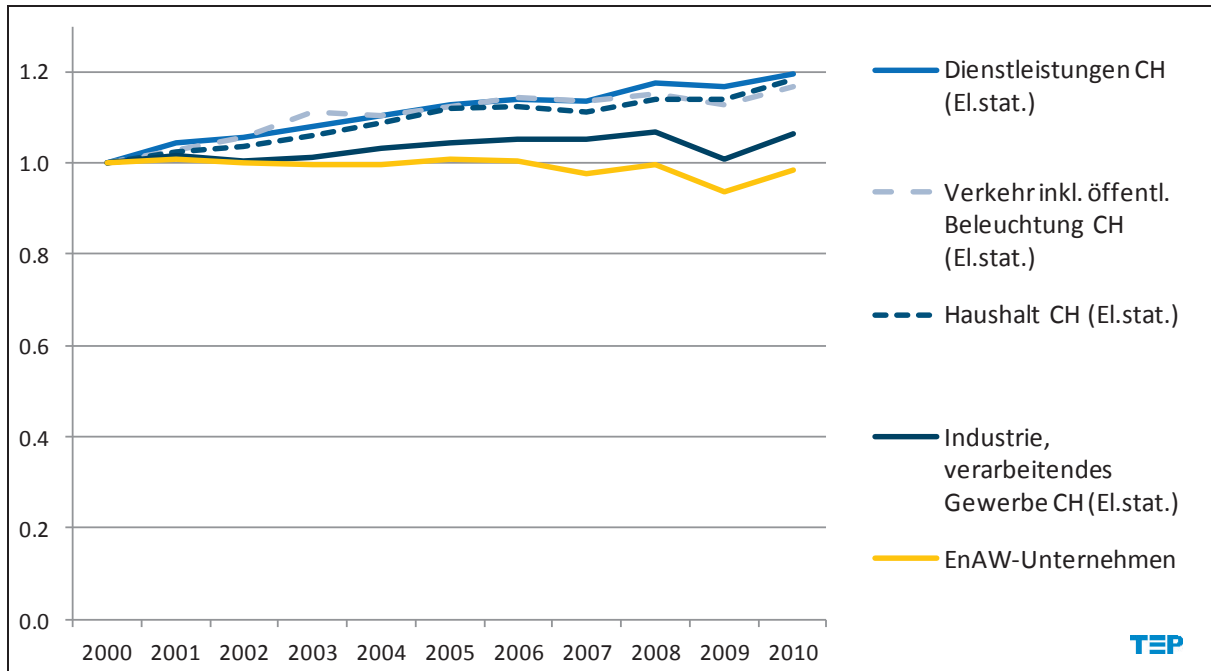
Bezogen auf das Jahr 2000 ist bei den EnAW-Teilnehmerfirmen eine Stabilisierung oder gar ein leichter Rückgang der Stromnachfrage zu verzeichnen (Abbildung 19). Im Gegensatz dazu nahm die Nachfrage gemäss Schweizerischer Elektrizitätsstatistik bei der jeweiligen Gesamtheit der Sektoren zu, und zwar um knapp 7% bei Industrie inkl. Gewerbe und 20% im Fall des Dienstleistungssektors. Auch bei den übrigen Nachfragesektoren ist ein Zuwachs in einer ähnlichen Grössenordnung festzustellen. Die Entwicklung bei den EnAW-Teilnehmerfirmen liegt also deutlich unter allen übrigen Nachfragesegementen.

Diese unterschiedliche Entwicklung ist zum einen auf die umgesetzten Massnahmen bei den EnAW-Teilnehmerfirmen zurückzuführen. Nicht ausgeschlossen werden können weitere Einflussfaktoren. Dazu gehören namentlich strukturelle Gründe, d.h. eine unterschiedliche Bedeutung der folgenden Einflussfaktoren zwischen EnAW-Teilnehmerfirmen und dem Rest der Nachfragesektoren:

- Mengengerüst: Produktionsausweitungen oder Aus- und Verlagerungen können steigernd bzw. dämpfend auf die Nachfrage gewirkt haben.

- Substitutionseffekte: Strom kann durch andere Energieträger ersetzt worden sein oder, wahrscheinlicher, andere Energieträger wurden durch Strom ersetzt (Jakob et al. 2009).

Um den Effekt der verschiedenen Einflussfaktoren einzeln darstellen zu können, wären weitergehende Analysen erforderlich.



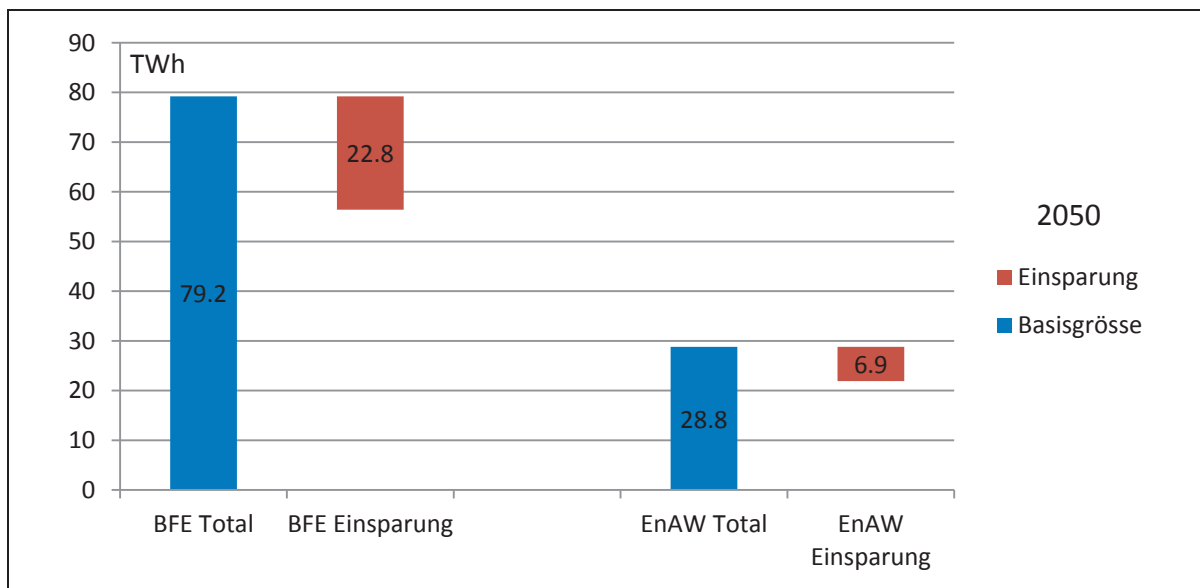
Quelle: EnAW, Bundesamt für Energie (BFE), Schweizerische Elektrizitätsstatistik 2010 (Tabelle 21); aktualisiert am 25.5.2011.

Abbildung 19 Relative Elektrizitätsnachfrageentwicklung (Index, Jahr 2000=1) der EnAW-Teilnehmerfirmen und der Gesamtschweiz nach verschiedenen Verbraucherguppen

#### 4.1.2 Vergleich der Langfristszenarien

Die aktuellsten öffentlich verfügbaren Szenario-Ergebnisse im Strombereich stellen die im Frühjahr 2011 aktualisierten Energieperspektiven des Bundesamts für Energie (BFE) dar, welche die Grundlage der neuen Energiepolitik des Bundes bilden (BFE 2011b). Die dort gewählten Szenarien sind aus methodischen Gründen nicht direkt vergleichbar, da u. A. die Bezugsgrösse anders ist.

Unter dem Strich zeigt sich, dass die Wirtschaft bis 2050 rund 7 TWh wird beitragen können, wohingegen die Reduktion für die Schweiz als Ganzes gemäss dem Szenario Neue Energiepolitik des Bundes knapp 23 TWh beträgt; hierbei bezieht sich letztere Zahl auf eine Bezugsgrösse von 79 TWh (inkl. Wachstumseffekte) und diejenige der im Szenario Sz4 einbezogenen Unternehmen auf 29 TWh (ohne Wachstumseffekte), siehe folgende Abbildung 20.



Quelle: EnAW, BFE 2011b

Abbildung 20 Einsparpotenziale Elektrizität und Bezugsgrösse 2050: Gemäss aktualisierten BFE-Energieperspektiven (BFE 2011b) und dem indikativen EnAW-Langfristszenario Sz4

## 4.2 Fazit Szenario-Betrachtungen

Aufgrund der Szenarienbetrachtungen kann folgendes Fazit gezogen werden:

- Erstmals liegen mit den Szenarien 1-3 Potentialabschätzungen für die Stromeffizienz vor, welche auf empirisch ermittelten Grundlagen basieren. Diese stützen sich auf die Einzeldaten der in den Unternehmen umgesetzten Massnahmenwirkungen ab, welche über die vergangenen zehn Jahre im Monitoringsystem der EnAW festgehalten wurden.
- Das Spektrum der Szenarien ist relativ breit und reicht von einer stagnierenden Massnahmentätigkeit mit nur leichter Erhöhung der Teilnehmerfirmen (Szenario Sz1) bis hin zu einer starken Erhöhung der Abdeckung der Massnahmentätigkeit und der spezifischen Wirkung (Szenario Sz3). Entsprechend variiert die Zunahme der Wirkung zwischen 2011 und 2020 relativ stark, nämlich zwischen gut 0.9 TWh bis 2.2 TWh, bzw. kumuliert am Ende der Betrachtungsperiode 1.8 bis 3 TWh. Bezogen auf die jeweilige energetische Abdeckung am Ende der Periode entspricht dies einer Effizienzsteigerung von brutto 0.8% bis 1.5% pro Jahr im Fall der mittelfristigen Szenarien Sz1 bis Sz3 und 0.6% pro Jahr beim Langfrist-Szenario.
- Die Szenario-Ergebnisse sind insbesondere aus zwei Gründen durch eine gewisse Unsicherheit geprägt: zum einen basiert ein nicht geringer Teil der Wirkung auf Grösstmassnahmen, welche nicht direkt im statistischen Modell erfasst werden konnten und welche entsprechend schwieriger in Bezug auf Multiplizierbarkeit einzuschätzen sind. Zum anderen basiert der Zuwachs von neuen Teilnehmerfirmen auf Annahmen, welche zwar möglichst gut abgestützt wurden, aber naturgemäss Annahmen bleiben.

- Tendenziell ist eher davon auszugehen, dass die Resultate eine Unterschätzung darstellen, zum einen aus methodischen (arithmetischen) Gründen und zum anderen aufgrund des Umfeldes, in dem die ausgewerteten Massnahmen zustande kamen. Die Ergebnisse sind in der Tat nicht zuletzt auch mit Bezug zur Grundlage, auf welche die Projektionen abgestützt sind, zu sehen. Die zur Verfügung stehende Datenbasis entstand zwischen 2000 und 2010 mit folgenden Rahmenbedingungen:
  - Keine explizite Stromeffizienzpolitik, keine nationalen Anreize (abgesehen von lokalen Stromeffizienzboni und dem Vollzug des Grossverbraucherartikels in den Kantonen Neuenburg und Zürich)
  - Fokus EnAW-Tätigkeit auf CO<sub>2</sub>, Stromeffizienz wurde „nebenbei“ und in den meisten Fällen völlig freiwillig umgesetzt (Ausnahmen sind der Kanton und die Stadt Zürich mit dem Grossverbraucherartikel und dem Effizienzbonus)

Entsprechend sind die Potenziale in vielen Anwendungsbereichen noch nicht erschlossen. Diese Aussage stützt sich auf das Muster der getätigten Massnahmen und auf Expertenaussagen von EnAW-Moderatoren.

### **4.3 Plausibilisierung und inhaltliche Einschätzung der Ergebnisse**

#### **4.3.1 Massnahmenhäufigkeit**

Die Häufigkeit der Anzahl Massnahmen und damit die Wahrscheinlichkeit für das Ergreifen einer Massnahme von 2000 bis 2003 betrug bei den meisten VZ weniger als 5% pro Jahr und stieg ab 2004 bei den Verwendungszwecken HLK, Produktionsprozesse Druckluft und Beleuchtung auf 10% bis zu 20% pro Jahr an. Umgerechnet bedeutet dies für die meisten Verwendungszwecke einen Re-Investitionszyklus bzw. eine Intervalldauer für das Ergreifen von Massnahmen von 20 Jahren. Gemessen an der typischen Lebensdauer der meisten Verwendungszwecke ist die Massnahmentätigkeit als mittel bis tief zu bezeichnen.

Für HLK, Produktionsprozesse, Druckluft und Beleuchtung ist die Intervalldauer ab 2004 länger und beträgt 5 bis 10 Jahre. Gemessen an den typischen Re-Investitionszyklen sind dies eher kurze Intervalle und die Massnahmentätigkeit ist für diese VZ mittel bis hoch einzustufen. Zum Teil könnte es sich um vorgezogene Erneuerungen handeln. Allerdings könnten beispielsweise bei den HLK und Produktionsprozessen auch Teilmassnahmen ergriffen worden sein, was eine Beurteilung erschwert und die Aussage relativiert.

Aus diesen Überlegungen kann gefolgert werden, dass für die meisten Verwendungszwecke Potenzial für weitere Massnahmen besteht.

#### **4.3.2 Massnahmenwirkung**

Die Kategorisierung der Massnahmen in einzelne Verwendungszwecke bietet eine gewisse Grundlage, die Effizienzwirkung zu beurteilen. Die Beurteilungsmöglichkeiten sind jedoch eingeschränkt, weil es sich hierbei nur um eine relativ grobe Charakterisierung handelt und weitere vertiefte Beschreibungen im Projektrah-

men nicht ausgewertet werden konnten. Zudem standen keine weiteren spezifischen Kennwerte zur Verfügung.

Aufgrund der hohen Bedeutung der Grösst-Massnahmen kommt diesen beiden Szenario-Ergebnissen eine hohe Bedeutung zu. Weil dieser Bereich von den Modellen nicht direkt erfasst werden konnte, ergibt sich daraus deshalb eine gewisse Unsicherheit bei der Fortschreibung in den einzelnen Szenarien.

## **4.4 Methodische Einschätzung der Ergebnisse**

### **4.4.1 Hintergrund**

Die Qualität und die Präzision der Ergebnisse hängen bei statistischen Modellen und darauf aufbauenden Hochrechnungen und Extrapolationen stark von zwei Faktoren ab. Zum einen werden sie naturgemäss bestimmt durch die Qualität und die Genauigkeit der einzelnen Datensätze. Zum anderen ist es entscheidend, wie komplett die auszuwertenden Grössen beschrieben und charakterisiert sind. Die Charakterisierung soll dabei nachvollziehbare Grössen und Kategorisierungen umfassen, welche möglichst gut den Einflussfaktoren entsprechen, welche zur Erklärung der Zusammenhänge dienen. Der nicht zu beschreibende und nicht zu beobachtende Teil der Einflüsse soll dabei möglichst gering sein. Je grösser die Streuung der auszuwertenden Grösse ist, desto mehr beschreibende Einflussfaktoren (Variablen) sind erforderlich und folglich auch mehr Datensätze.

### **4.4.2 Datencharakterisierung**

Die zur Verfügung stehenden Daten des EnAW-Monitorings sind wie folgt zu charakterisieren.

- Die Streubreite der auszuwertenden Energieeffizienzmassnahmen ist als sehr gross zu bezeichnen und erstreckt sich über mehrere Grössenordnungen (von weniger als 0.1 MWh bis über 3'000 MWh).
- Ebenfalls als gross zu bezeichnen ist die Heterogenität der Daten, denn sie decken sehr unterschiedliche Branchen und sehr unterschiedliche Typen von Effizienzmassnahmen ab. Zudem erfolgte die Datenerfassung nicht einheitlich (z.B. Einzelstandorte versus Konzerninformationen) und über die Datenerfassung sind wenig Metainformationen bekannt. Die Abgrenzung der Daten erfolgte pragmatischen und nach Gegebenheiten der EnAW-Teilnehmern.
- Die Anzahl der zur Verfügung stehenden erklärenden Variablen ist relativ gering. Abgesehen davon standen mutmasslich entscheidende Variablen nicht zur Verfügung.

### **4.4.3 Beurteilung**

Bezugnehmend auf den eingangs aufgeführten theoretischen Hintergrund, die oben erwähnte Charakterisierung der Daten und die bei den Analysen gemachten Erfahrungen sind die Daten wie folgt einzuschätzen:

- Absolut gesehen ist die Menge der Daten mit gut 3'400 Jahresmassnahmen als ausreichend einzuschätzen. Diese verteilen sich auf ca. 620 Unterneh-

men, womit sich im Mittel etwa 6 Massnahmen pro Unternehmen ergeben, was als knapp ausreichend, aber nicht übermässig bezeichnet werden kann.

- Die Anzahl erklärender Variablen ist eher gering, könnte aber unter Umständen für interessante Aussagen ausreichend sein, je nach Zielsetzung.
- Aus statistischer und vor allem aus ökonomischer Sicht ist im vorliegenden Fall weniger die Anzahl als besonders kritisch zu beurteilen, sondern vielmehr das Fehlen von entscheidenden Variablen. So fehlte z.B. Information über das Jahr der letzten vorangehenden Massnahme des entsprechenden Verwendungszwecks, die Vollständigkeit der Massnahme (wurde z.B. die gesamte Beleuchtung oder alle Anlagen innerhalb des Betriebs saniert), spezifische auf den Verwendungszweck bezogene Kennwerte. Zu nennen sind z.B. Energieverbrauch des betroffenen VZ, Fläche, Laufmeter, Leistungsklasse, Produktionsmenge, die erforderlichen Investitionen, die Information, ob ein bestimmter Verwendungszweck in einem Betrieb überhaupt vorkommt.

Die Ergebnisse der Regressionsmodelle lassen sich wie folgt beurteilen:

- Die mit den logistischen Modellen geschätzten Wahrscheinlichkeiten bilden die Häufigkeiten der Massnahmen relativ gut ab. Die statistisch signifikanten Einflussfaktoren wie z.B. Branchenzugehörigkeit und die verschiedenen Zeitabschnitte haben die erwarteten Vorzeichen und sind in ihrem Ausmass in einem plausiblen Bereich.
- Ähnliches gilt grundsätzlich auch für das Regressionsmodell der spezifischen Massnahmenwirkung, wobei folgende Einschränkung zu formulieren ist: Kleinst-Einsparungen und Grössteinsparungen können durch das Modell nicht genügend adäquat erfasst werden. Solche extremen Wirkungen an beiden Seiten des Spektrums treten vereinzelt über verschiedene Verwendungszwecke, Branchen und Jahre auf und unterliegen keinen (mit den verfügbaren Daten) beschreibbaren Mustern.

Basierend auf den Einschätzungen zu den Ergebnissen der Regressionsmodelle und mit Verweis auf die Annahmen, welche zusätzlich zu treffen waren, lassen sich die Szenario-Ergebnisse wie folgt beurteilen:

- Das **Basis-Szenario (Sz1)** und das **Szenario (Sz2) mit erhöhter Massnahmentätigkeit** sind empirisch gut abgestützt. Die aus den Modellen abgeleitete Massnahmentätigkeit, welche die Häufigkeiten der Massnahmen beschreibt, bewegt sich bei diesen Szenarien pro Jahr und auch kumuliert über die nächsten zehn Jahre (ab Stichpunkt Ende 2010) bis 2020 in einem plausiblen Bereich. Die Aussage von weiteren Massnahmemöglichkeiten lässt sich auch durch das Fehlen eines griffigen Anreizsystems im Strombereich in der Vergangenheit und die verwendeten Wirtschaftlichkeitskriterien von relativ kurzen Rückzahlfristen (gleichbedeutend mit hohen internen Verzinsungen) stützen.
- Das **Maximal-Szenario (Sz3)** ist als ambitioniert einzuschätzen. Die angestrebte Erhöhung der energetischen Abdeckung um 50% auf knapp 15 TWh

(40 % der Stromnachfrage der Wirtschaft) kann als erreichbar bezeichnet werden, auch vor dem Hintergrund, dass

- 140 Energie-Modell-Teilnehmer-Unternehmen mit einer Stromnachfrage von mindestens 0.66 TWh bis Ende 2010 noch keine Strommassnahmen umsetzen (zumindest nicht nennenswerte und einbuchrelevante)
- im Querverweis auf die Abdeckung im Brennstoff- und CO<sub>2</sub>-Bereich, in dem derzeit bereits ein stringentes Anreizsystem besteht, was beim Strom derzeit noch weit weniger der Fall ist, im Sz3 aber unterstellt wird.

Auch die Erhöhung der Massnahmentätigkeit und die Erhöhung der spezifischen Wirkung wird, auch von EnAW-Moderatoren als erreichbar beurteilt, dies mit Verweis auf:

- die unterstellten Rahmenbedingungen: höhere Strompreise, Druck durch energiepolitische Instrumente und damit verbundener Zwang bzw. Nachfrage nach Effizienzmassnahmen (Stichwort Effizienzbonus bzw. -verpflichtung der EVU)
  - Wirtschaftlichkeitskriterien, die sich weniger an der Rückzahlfrist, sondern viel mehr an der Lebenszyklusbetrachtung bzw. internen Verzinsungen orientieren.
- **Langfrist-Szenario:** rein methodisch ist die weitgehende Extrapolation einer vier Mal längeren Periode im Vergleich zur Stützperiode als kritisch zu bezeichnen. Die angewandten Methodik und der zur Verfügung stehende, relativ grobe Detaillierungsgrad der Daten mit wenig technologischer Fundierung führt zu relativ hohen Unsicherheiten. In diesem Sinn haben Ergebnisse des Sz4 vor allem indikativen Charakter im Sinne eines „was-wäre-wenn“. Für verlässlichere Aussagen müsste die Methodik in Richtung eines technologiegestützten Modells erweitert werden. Um diesen grossen Unsicherheiten zumindest teilweise Rechnung zu tragen, wurden eher konservative Annahmen getroffen. Bzgl. Massnahmentätigkeit wurde eine leichte Sättigung unterstellt und bei der spezifischen Massnahmenwirkung wurden Grösst-Wirkungen nicht eins zu eins fortgeschrieben. Als sehr anspruchsvoll ist sicherlich die unterstellte energetische Abdeckung von rund 80% zu bezeichnen. Hierbei sind nebst grösseren Verbrauchern auch mittlere einzubeziehen, was bedeutet, dass nicht in allen Fällen auf die Instrumente des EM abgestützt werden kann, sondern dass auch der Benchmarkansatz und weitere Instrumente zu entwickeln und einzusetzen sind.

Zu guter Letzt ist festzuhalten, dass es sich bei der Effizienzwirkung nicht um eine dynamische Nettowirkung, sondern um eine statische Bruttowirkung handelt, d.h. ohne Berücksichtigung einer Referenzentwicklung. Das heisst auch, dass die Wirkung der Massnahmen, welche mutmasslich auch ohne EnAW ergriffen worden wäre, vereinbarungsgemäss nicht in Abzug gebracht wurde.

## 4.5 Empfehlungen

Vereinbarungsgemäss wird an dieser Stelle keine inhaltliche Empfehlung bzgl. möglichen Zielen erstellt, dies obliegt der Verantwortung der EnAW.

Die Empfehlungen werden im Hinblick auf eine weitere spezifischere Nutzung der EM-Monitoring-Daten formuliert und um eine gute Grundlage für nachgelagerte energiepolitische Diskussionen und das Verfassen von Zielvereinbarungen zu erhalten. Konkret werden folgende Empfehlungen abgegeben:

- Analysen: Zusätzliche inhaltliche Analyse der Grösst-Massnahmen aufgrund der Beschreibungen und Beurteilung im Hinblick auf die Extrapolierbarkeit.
- Monitoringsystem: Separates Erfassen der Effizienzwirkung für jede Arbeitsstätte (Betriebsstätte) bzw. jeden Standort, zumindest Erfassung der Anzahl Arbeitsstätten sowie Erfassen von zusätzlichen spezifischen Kennwerten wie Flächen, Laufmeter, Produktionsmengen, Vollständigkeit der Massnahmen pro Arbeitsstätte etc.
- Abschätzen des Energieverbrauchs des betroffenen Verwendungszwecks, evtl. Einrichten von Messstellen, um eine Basis für die relative Wirkung zu erhalten.

## 5 Literaturhinweise und Referenzen

- Banfi, Farsi, Jakob et al. (2011). An Analysis of Investment Decisions for Energy-Efficient Renovation of Multi-Family Buildings. CEPE, ETH Zürich und TEP Energy i.A. CCEM, BFE, Kantone BL, TG, ZH, Stadt Zürich. Zürich, Juli.
- Bundesamt für Energie (2011a). Schweizerische Elektrizitätsstatistik 2010, Bern, Juni.
- Bundesamt für Energie (2011b). Grundlagen für die Energiestrategie des Bundesrates; Frühjahr 2011. Aktualisierung der Energieperspektiven 2035 (energiewirtschaftliche Modelle). Bern, Mai.
- Bundesrat (2011). Faktenblatt Energieperspektiven 2050 - Analyse der Stromangebotsvarianten des Bundesrats. Bern, Mai.
- Jakob M., Gross N. et al., (2010). Energetische Gebäudeerneuerungen – Wirtschaftlichkeit und CO<sub>2</sub>-Vermeidungskosten. Eine Auswertung des Gebäudeprogramms der Stiftung Klimarappen. TEP Energy, Meier+Steinauer und HSLU i.A. Stiftung Klimarappen. Zürich, Juni.
- Jakob M., Gross N., de Haan P., Jochem E. (2009). Quantifizierung der Energieeffizienzpotenziale, der Substitutionseffekte und der Energienachfrage in der Schweiz bis 2050. Bericht im Auftrag des Energie Dialog Schweiz (ETS), Zürich, Juli.
- Jakob M., Jochem E., Honegger A., Baumgartner A., Menti U., Plüss I. (2006). Grenzkosten bei forcierten Energie-Effizienz-Massnahmen und optimierter Gebäudetechnik bei Wirtschaftsbauten. Bundesamt für Energie (Hrsg.). Bern. November.
- Jochem E., Jakob M. (2004): Energieperspektiven und CO<sub>2</sub>-Reduktionspotenziale für die Schweiz bis 2010. vdf Verlag. Zürich.
- Kirchner A. et al. (2007). Die Energieperspektiven 2035 - Band 2 – Szenarien I bis IV (Energienachfrage und Angebot in der Schweiz 1990-2035 Szenarien I bis IV und der zugehörigen Sensitivitäten BIP hoch, Preise hoch und Klima wärmer). Prognos AG i.A. BFE. Bern. Juli.
- Ostertag K. et al. (2000). Energiesparen – Klimaschutz, der sich rechnet. Ökonomische Argumente in der Klimapolitik. Physica-Verlag
- Wallbaum H., Heeren N., Jakob M., Gabathuler, M. Gross N., Martius G. (2009). Gebäudeparkmodell SIA Effizienzpfad Energie Dienstleistungs- und Wohngebäude - Vorstudie zum Gebäudeparkmodell Schweiz – Grundlagen zur Überarbeitung des SIA Effizienzpfades Energie. ETH Zürich und TEP Energy i.A. Bundesamt für Energie (BFE), Bern, September.

# Anhang

## A-1 Methodisches Vorgehen im Detail

Die nachfolgend beschriebene Methodik entspricht dem zu Beginn der Studie geplanten Vorgehen und wurde im Verlauf der Projektbearbeitung den Erfordernissen angepasst. Einzelne methodische Schritte wurden zwar durchgeführt und liegen der EnAW vor oder sind in Form von TEP internen Arbeitsunterlagen, nicht jedoch im Hauptteil des Berichts dokumentiert.

### A-1.1.1 Arbeitsschritt 1: Problemanalyse und Analyse der durch die EnAW zur Verfügung gestellten Daten

Durch die mit der Zielsetzung verbundene Problemstellung ergeben sich nach einer ersten Einschätzung der Ausgangssituation und der Datenlage namentlich die folgenden Herausforderungen und Besonderheiten, welche zu berücksichtigen und darzustellen sind:

- Nicht-zufällige und nicht-repräsentative Stichprobe (selection bias, nicht auf Strom basiertes Anreizsystem).
- Keine optimalen exogenen Bezugsgrösse wie z.B. Arbeitsplätze, Produktionsmengen, Wertschöpfung), welche Stichprobe und Grundgesamtheit miteinander verbinden.
- Unvollständiger und bzgl. Qualität heterogener Datensatz (Indikatoren, NOGA-Einteilung etc. im EM-Modell nicht standardisiert, uneinheitlich codiert, unterschiedlich sorgfältig gepflegt, siehe E-Mail EnAW vom 28.07.2011).

Nebst einer qualitativen Analyse der Problemstellung werden im AS1 die von der EnAW zur Verfügung gestellten Daten näher bzgl. Datenqualität, missing values, Repräsentativität, relativen Häufigkeiten, etc. untersucht. Hierbei kommen Methoden der deskriptiven Statistik zur Anwendung.

### A-1.1.2 Arbeitsschritt 2: Statistische Analyse der Stromeffizienzgewinne (Einsparungen) als Funktion verschiedener Einflussfaktoren

Im Arbeitsschritt 2 werden anhand von geeigneten statistischen Modellen für die Hochrechnung relevante Fragestellungen untersucht bzw. Zusammenhänge quantifiziert.

Die wichtigste dieser Fragestellungen ist folgende: Hängt die relative Stromeinsparung statistisch signifikant von folgenden Einflussfaktoren ab und wenn ja, wie stark?

- Massnahmentyp gemäss Kategorisierung EnAW<sup>2</sup>
- Betrachteter Verwendungszweck (z.B. Kühlung, gewerbliche Kälte, Beleuchtung etc.)
- Interaktion mit Massnahmen weiterer Verwendungszwecke
- Branche (NOGA-Code gemäss Einteilung EnAW Moderatoren)
- Unternehmensgrösse (approximiert durch Stromverbrauch, evtl. gewichtet)
- Lebensdauer der Massnahmen (hat die Lebensdauer einen Einfluss auf die Höhe der Einsparung pro Jahr?)
- Jahr der Zielvereinbarung (ist die Einsparung bei Unternehmen, welche später eine ZV abgeschlossen haben, eher grösser oder geringer?)
- Brennstoffseitige Einsparungen (sind relative Stromeinsparungen bei Unternehmen mit hohen Brennstoffeinsparungen eher grösser oder geringer?)
- Standortkanton, evtl. Standortgemeinde (PLZ) und damit verbundene Strukturvariablen (Kanton mit GV-Modell ja/nein, Effizienzbonus ja/nein, Gemeindetyp gemäss Bundesamt für Statistik)
- Weitere, branchenspezifische Indikatoren (bei Branchenmodellen)

Diese Fragestellung wird mittels eines oder mehrerer<sup>3</sup> multiplen Regressionsmodells untersucht (wie z.B. in Jakob et al. 2010 oder Banfi et al. 2011), wobei auf die Besonderheit der Daten Bezug genommen wird (z.B. gegen 0 begrenzte Verteilung).

Ebenfalls geprüft wird, ob ein Diffusionsmodell an die Daten angepasst werden kann. Damit kann untersucht werden, der zeitliche Diffusionspfad der in das EM-Modell (und anderen EnAW-Modellen) aufgenommenen Firmen beschreiben werden kann und von welchen Faktoren hängt dieser Pfad abhängt. Es sei darauf hingewiesen, dass bei dieser Art von Modellen die langfristigen Sättigungswerten häufig nicht direkt aus den zur Verfügung stehenden Daten gewonnen werden können (insbesondere falls erst der untere Teil der Diffusionskurve empirisch zur Verfügung steht), sondern exogen abzuschätzen sind (siehe Jochem, Jakob 2004). Dieser Umstand ist auch bei der Anwendung von solchen Modellen bei der Hochrechnung zu berücksichtigen (durch die Ausdehnung bzw. die Einführung von Zielvereinbarungen im Strombereich erfolgt faktisch in der Tat eine exogene Verschiebung der Sättigungskurve).

---

<sup>2</sup> Gemäss Mitteilung EnAW vom 16. 8. 2011 ist der Massnahmentyp aufgrund der textlichen Beschreibung der Massnahmen anhand von Stichwörtern und Schlüsselbegriffen zu kategorisieren. Nicht zuletzt aufgrund des beschränkten Zeitrahmens ist davon auszugehen, dass dies nur für die wichtigsten Massnahmentypen (z.B. 10 bis 20 Typen) und nicht für 100% der Massnahmen gelingt.

<sup>3</sup> Grundsätzlich wird versucht, mittels nur eines Modells die relevanten Zusammenhänge zu erfassen. Je nach Datenlage und Heterogenität der Zusammenhänge können mehrere Modelle zielführender sein, z.B. je eins für den Industrie- und den Dienstleistungssektor oder für einzelne Branchen.

### **A-1.1.3 Arbeitsschritt 3: Ableitung der Stromeffizienzpotenziale**

Die eigentlichen Stromeffizienzpotenziale auf Unternehmensebene, differenziert nach den statistisch signifikanten Einflussfaktoren, werden in der Folge von den Ergebnissen der statistischen Analysen abgeleitet: Mit der Anwendung des an die Daten angepassten statistischen Modells (bzw. der Modelle) im Sinne eines „forecasts“ können Aussagen wie z.B. wie folgt erzeugt werden:

Die Stromeinsparung einer Massnahme des Verwendungszwecks x eines Unternehmens der Branche B der Grösse G (mit dem Energieverbrauch E) beträgt im Mittel y%.

Nebst dem Mittelwert der Einsparungen kann auch die Standardabweichung und gegebenenfalls die Verteilung der Einsparungen berechnet werden.

An dieser Stelle ist in Zusammenarbeit mit der EnAW und aufgrund von Einschätzungen von EnAW-Mitgliedern zu entscheiden, ob eher die Mittelwerte oder gegebenenfalls weitergehende Einsparungen (z.B. plus 1 oder 2 Standardabweichungen oder das 75% oder 90%-Percentil) als Basis für die relevante Stromeinsparung zugrunde zu legen ist (oder gegebenenfalls weniger weit gehende, falls davon ausgegangen wird, dass die in der Stichprobe enthaltenen Unternehmen überdurchschnittlich hohe Potenziale aufweisen).

### **A-1.1.4 Arbeitsschritt 4: Hochrechnung der Stromeffizienzpotenziale auf Branchen- und Sektorebene**

Die Einsparung hängt u.a. von folgenden Einflussfaktoren ab:

- Branche (NOGA-Gruppe)
- Unternehmensgrösse

Diese Einflussfaktoren wurden bei der Hochrechnung, welche folgende Schritte umfasst, berücksichtigt:

- Festlegung der spezifischen Einsparung pro Unternehmen bzw. pro kWh Gesamtverbrauch gemäss Arbeitsschritt 3: E1
- Festlegen des Anteils an Unternehmen, welche dem EnAW-Modell beitreten (in Zusammenarbeit mit EnAW): E2
- Berechnung der aggregierten Einsparung:  $E1 \cdot E2$

Die Faktoren E1 und E2 werden nach Branche und Unternehmensgrösse differenziert.

Als Basis für die Hochrechnung stehen als Grundgesamtheit zum einen die regelmässig durchgeführte Betriebs- und Unternehmenserhebung und die Beschäftigtenstatistik zur Verfügung, welche nach Branche und Unternehmensgrösse differenziert sind, und zum anderen die Erhebung „Energieverbrauch in der Industrie und im Dienstleistungssektor“ (Helbling und BFS 2006 bis 2010). Zu letzterer liegt jedoch keine Auswertung nach Unternehmensgrösse differenziert vor. Es wird geprüft, ob für die Hochrechnung eine entsprechende Spezialauswertung erforderlich ist und falls ja, ob eine solche beim BFE veranlasst werden kann.

Bei den EnAW-Daten fehlt die Anzahl Beschäftigte pro Betrieb bzw. Arbeitsstätte fehlt, wird die Unternehmensgrösse durch den Energie- bzw. Stromverbrauch approximiert. Hierbei sind allfällige Verzerrungen zwischen diesen Grössen zu berücksichtigen, d.h. es ist vorgängig zu prüfen, ob die Unternehmensgrösse den spezifischen Energieverbrauch pro Beschäftigten beeinflusst. Ebenfalls zu berücksichtigen sind allfällige Unterschiede zwischen den NOGA-Abschnitten gemäss EnAW (e-mail EnAW vom 28.07.2011) und den NOGA-Gruppen der Industrie- und Dienstleistungs-Erhebung (Helbling, BFS, 2007 bis 2010).

#### **A-1.1.5 Arbeitsschritt 6 Fortschreibung**

Bei den bis an dieser Stelle abgeschätzten Potenzialen handelt es sich um statische Brutto-Potenziale im Vergleich zum Ist-Zustand eines bestimmten Jahres (des Startjahres der ZV des jeweiligen Unternehmens).

#### **Vorgehen Hochrechnung und Projektion 2020 Teil 1: Unternehmen bereits bei EnAW**

- Pro Verwendungszweck (VZ):  
Statistische Schätzung der Wahrscheinlichkeit, dass eine Massnahme im Jahr  $t$  ergriffen wird (logistisches Modell) => Massnahmen-Rate
- Fortschreibung im Hinblick künftige Massnahmen-tätigkeit pro (VZ): Anwendung des logistischen Modells (evtl. ergänzende Annahmen)
- Effizienzpotenzial ( $t$ ) pro VZ =  
Energieeffizienz pro Massnahme (aus Regressionsmodell) \* Anzahl Massnahmen (Rate aus logistischem Modell)
- Unterscheidung grösste (> 3000 MWh) und übrige Massnahmen

#### **Teil 2: Neu zu EnAW dazu kommende Unternehmen**

- Pro Verwendungszweck (VZ):  
Massnahmen-Rate gleich wie bei EnAW-Unternehmen
- Energieeffizienz pro Massnahme:
  - Erstmassnahme erhöht (Ergebnis Regressionsmodell)
  - Weitere Massnahmen gleich wie bei EnAW-Unternehmen
- Anzahl neu hinzukommende Unternehmen: Steigerungsfaktor (Input EnAW)
  - pro Unternehmensgrösse
  - pro Branche
- Effizienzpotenzial pro Branche =  
Energieeffizienz pro Massnahme \* Massnahmen-Rate \*  
Steigerungsfaktor

#### **A-1.1.6 Arbeitsschritt 7: Plausibilisierung und Quervergleich**

Die erhaltenen spezifischen Stromeffizienzpotenziale auf Unternehmensebene (Arbeitsschritt 3) und die hochgerechneten Potenziale (Arbeitsschritt 4) sind in

der Folge zu plausibilisieren. Dabei ist auch der Potenzialtyp (statisch, dynamisch, brutto/netto) zu berücksichtigen. Das Plausibilisieren erfolgt in Zusammenarbeit mit der EnAW und mit Quervergleichen zu öffentlich verfügbaren Quellen und relevanter Literatur (z.B. Ergebnisse der Bottom-up Modelle der Energie-Perspektiven des BFE von Basics AG und des CEPE der ETH Zürich sowie mit der BAFU-Studie „Treibhausgasentwicklung ab 1990 ohne Massnahmen“ der Econcept AG.

#### **A-1.1.7 Arbeitsschritt 8: Integration, Schlussfolgerungen, Empfehlungen**

In einem letzten Schritt werden die Ergebnisse und Erkenntnisse der vorangehenden Arbeitsschritte zu einem Ganzen integriert. Darauf basierend werden die für die Fragestellung und Zielsetzung relevanten Schlussfolgerungen gezogen und Empfehlungen zuhanden der EnAW angeleitet.

## A-2 Weitergehende Grundlagen-Dokumentation

### A-2.1.1 Charakterisierung der Energie-Modell-Datengrundlage

Tabelle 20 Anzahl Massnahmen und Effizienzwirkung pro Branche

NOGA95, Branche		Anzahl Massnahmen		Stromeinsparung	
		Anzahl	Anteil	GWh	Anteil
A	A: Land- und Forstwirtschaft, Jagd	128	3.7%	14.3	1.8%
C	C: Bergbau	6	0.2%	0.1	0.0%
C	CA: Gewinnung von energetischen Produkten	1	0.0%	0.3	0.0%
C	CB: Steine und Erden	71	2.1%	3.1	0.4%
DA	DA: Herstellung Nahrungsmittel und Getränke	913	26.6%	116.7	14.4%
DB	DB: Herstellung von Textilien und Bekleidung	92	2.7%	4.9	0.6%
DD.DH.DI.DN	DD: Be- und Verarbeitung von Holz	8	0.2%	26.2	3.2%
DE	DE: Papier-, Karton-, Verlags- und Druckgewerbe	289	8.4%	89.0	11.0%
DG	DG: Chemische Industrie	163	4.7%	57.6	7.1%
DD.DH.DI.DN	DH: Herstellung von Gummi- und Kunststoffwaren	44	1.3%	8.2	1.0%
DD.DH.DI.DN	DI: Herstellung sonstige Produkte aus nichtmetallischen Mineralien	110	3.2%	22.4	2.8%
MEM	DJ: Erzeugung und Bearbeitung von Metall, Herstellung von Metallerzeugnissen	184	5.4%	60.3	7.4%
MEM	DK: Maschinenbau	73	2.1%	6.5	0.8%
MEM	DL: Herstellung von elektronischen Geräten und Einrichtungen, Feinmechanik, Optik	216	6.3%	34.3	4.2%
MEM	DM: Fahrzeugbau	28	0.8%	2.9	0.4%
DD.DH.DI.DN	DN: Sonstiges verarbeitendes Gewerbe	85	2.5%	6.7	0.8%
Infra	E: Energie- und Wasserversorgung	10	0.3%	6.5	0.8%
Infra	F: Baugewerbe	12	0.3%	0.6	0.1%
Handel	G: Handel; Reparatur von Automobilen und Gebrauchsgütern	306	8.9%	92.4	11.4%
Gastgewerbe	H: Gastgewerbe	129	3.8%	6.0	0.7%
Verkehr	I: Verkehr und Nachrichtenübermittlung	87	2.5%	98.9	12.2%
JLLM	J: Kredit- und Versicherungsgewerbe	175	5.1%	123.5	15.2%
JLLM	K: Immobilien; Vermietung; Informatik; F&E; Unternehmens-DL	110	3.2%	19.8	2.4%
JLLM	L: Öffentliche Verwaltung; Landesverteidigung; Sozialversicherung	2	0.1%	0.8	0.1%
JLLM	M: Unterrichtswesen	3	0.1%	0.1	0.0%
Gesundheit	N: Gesundheits- und Sozialwesen	157	4.6%	8.4	1.0%
Sonstige DL	O: Erbringung von sonstigen öffentlichen und persönlichen Dienstleistungen	32	0.9%	1.2	0.2%
		3434	100.0%	811.8	100.0%

Quelle: EnAW, Auswertung TEP Energy

Tabelle 21 Stromnachfrage 2010 sowie absolute und relative Effizienzwirkung pro Branche

NOGA95, Branche		Stromnachfrage 2010 (GWh)	Stromeinsparung	
			Absolut (GWh)	Relativ zu Stromnachfrage 2010 (%)
A	A: Land- und Forstwirtschaft, Jagd	105	14.3	14%
C	C: Bergbau	1	0.1	4%
C	CA: Gewinnung von energetischen Produkten	5	0.3	5%
C	CB: Steine und Erden	38	3.1	8%
DA	DA: Herstellung Nahrungsmittel und Getränke	1'296	116.7	9%
DB	DB: Herstellung von Textilien und Bekleidung	68	4.9	7%
DD.DH.DI.DN	DD: Be- und Verarbeitung von Holz	197	26.2	13%
DE	DE: Papier-, Karton-, Verlags- und Druckgewerbe	1'350	89.0	7%
DG	DG: Chemische Industrie	1'657	57.6	3%
DD.DH.DI.DN	DH: Herstellung von Gummi- und Kunststoffwaren	111	8.2	7%
DD.DH.DI.DN	DI: Herstellung sonstige Produkte aus nichtmetallischen Mineralien	253	22.4	9%
MEM	DJ: Erzeugung und Bearbeitung von Metall, Herstellung von Metallerzeugnissen	1'376	60.3	4%
MEM	DK: Maschinenbau	199	6.5	3%
MEM	DL: Herstellung von elektronischen Geräten und Einrichtungen, Feinmechanik, Optik	238	34.3	14%
MEM	DM: Fahrzeugbau	27	2.9	11%
DD.DH.DI.DN	DN: Sonstiges verarbeitendes Gewerbe	100	6.7	7%
Infra	E: Energie- und Wasserversorgung	95	6.5	7%
Infra	F: Baugewerbe	8	0.6	8%
Handel	G: Handel; Reparatur von Automobilen und Gebrauchsgütern	996	92.4	9%
Gastgewerbe	H: Gastgewerbe	63	6.0	10%
Verkehr	I: Verkehr und Nachrichtenübermittlung	717	98.9	14%
JLLM	J: Kredit- und Versicherungsgewerbe	586	123.5	21%
JLLM	K: Immobilien; Vermietung; Informatik; F&E; Unternehmens-DL	236	19.8	8%
JLLM	L: Öffentliche Verwaltung; Landesverteidigung; Sozialversicherung	82	0.8	1%
JLLM	M: Unterrichtswesen	4	0.1	1%
Gesundheit	N: Gesundheits- und Sozialwesen	122	8.4	7%
Sonstige DL	O: Erbringung von sonstigen öffentlichen und persönlichen Dienstleistungen	38	1.2	3%
		9'969	811.8	8%

Quelle: EnAW, Auswertung TEP Energy

## **A-2.2 Vergleich EnAW-Stichprobe und Grundgesamtheit**

Der Vergleich mit der Grundgesamtheit erfolgt zum einen anhand der Anzahl Unternehmen pro Branche und Grössenklasse (siehe Tabelle 22) und zum anderen aufgrund eines Strukturvergleichs des Stromverbrauchs und der Anzahl Beschäftigter (siehe Abbildung 21).

### **A-2.2.1 Vergleich der Anzahl Unternehmen pro Grössenklasse**

Der erste Vergleich zwischen EnAW-Daten und Grundgesamtheit betrifft die Anzahl Unternehmen. Die Grundgesamtheit kann durch die Betriebszählung des Bundesamts für Statistik (BFS) charakterisiert werden. Hierbei ist zwischen Arbeitsstätten und sogenannten Institutionellen Einheiten zu unterscheiden. Letztere entsprechen Unternehmen oder andere Einheiten des privaten oder öffentlichen Sektors.

Gemäss Angaben der EnAW stellen die mit der Unternehmens-ID charakterisierten Einträge des EM-Monitorings in der Regel Unternehmen oder Unternehmens-einheiten darstellen (und nicht Arbeitsstätten). Die Anzahl der EnAW-Unternehmen des EM-Datensatzes ist entsprechend nicht mit den Arbeitsstätten der Betriebszählung zu vergleichen, sondern mit den Institutionellen Einheiten.

Der Vergleich wird hergestellt, indem die Anzahl Unternehmen des Monitoring-Datensatzes durch die Anzahl Institutionellen Einheiten dividiert wird, dies pro Branche (NOGA 1995-Unterabteilung) und pro Grössenklasse.

Anhand dieses Vergleichs (Tabelle 22) wird ersichtlich, dass

- über alle Grössenklassen gerechnet die Abdeckung in der Regel geringer als 10% beträgt, aber auch einige namhafte Ausnahmen zu verzeichnen sind:
  - Kredit und Versicherungsgewerbe
  - Gesundheits- und Sozialwesen

Diese Ausnahmen könnten auf Unschärfen bei der Datendefinition zurück zu führen sein (z.B. Unternehmenseinheiten oder Arbeitsstätten im Datensatz)

- In der grössten Grössenklasse (mehr als 250 Beschäftigte) ist die Abdeckung in der Regel wesentlich höher (über 30%), vor allem in der Branchengruppe D (Herstellung von Waren) und in einigen Branchen des Dienstleistungssektors (Gastgewerbe, Kredit- und Versicherungswesen und Branche K [Immobilien, Vermietung, Informatik etc.]

### **A-2.2.2 Vergleich der energetischen Struktur**

Nebst dem Vergleich der Anzahl Unternehmen pro Grössenklasse ist es auch zielführend, einen Vergleich zu erstellen, welche der energetischen Bedeutung der Unternehmen besser Rechnung trägt.

In der zu untersuchenden EnAW-Stichprobe (Datensatz) bildet der Stromverbrauch der Unternehmen die entsprechende Grösse. Bei der Grundgesamtheit

stellt die jährliche Erhebung des Energieverbrauchs des Industrie- und Dienstleistungssektors (BFS, Helbling) potenziell die entsprechende Grundlage dar.

Dies ermöglicht einen Vergleich auf Branchenebene, wobei die Abdeckung als Stromverbrauch der EnAW-Unternehmen dividiert durch den Stromverbrauch der (hochgerechneten) Grundgesamtheit definiert ist. Ein solcher Vergleich wurde durch die EnAW bereits im Vorfeld erstellt (siehe E-Mail von O. Luder, EnAW, vom 28.8.2011).

Ein weitergehender Vergleich, der auch die Grössenklassen der Unternehmen mit einbezieht, ist grundsätzlich möglich, aber zum derzeitigen Zeitpunkt (Ende August 2011) nicht mittels öffentlich verfügbarer Daten, da BFE/Helbling nicht nach Grössenklasse differenzieren. Es könnte jedoch eine Auswertung beim BFE beantragt werden (eine ähnliche Auswertung bzgl. der Bruttogeschossflächen pro Grössenklasse wurde durch das BFE bereits vorgenommen).

Aufgrund dieser Ausgangslage erfolgt der Vergleich zwischen Stichprobe und Grundgesamtheit nur bzgl. der relativen Struktur. Auf Seite der EnAW-Stichprobe werden die Anteile der Stromverbräuche aufgeteilt auf die vier verschiedenen Grössenklassen (dieselben Grössenklassen nach Anzahl Mitarbeiter wie oben) dargestellt. Auf Seite der Grundgesamtheit werden die Anzahl Beschäftigten pro Grössenklasse als Vergleichsbasis herangezogen. In beiden Fällen erfolgt der Vergleich auf Branchenebene. Hierbei kann festgestellt werden, dass:

- bei den meisten energetisch wichtigen Branchen der Branchengruppe D (Herstellung von Waren) die grösste Grössenklasse (mehr als 250 Mitarbeiter) bei der EnAW-Stichprobe strukturell übervertreten ist. Ausnahme bilden die Branchen Herstellung von Textilien (DB) und Herstellung von Gummi- und Kunststoff (DH).
- auch im Dienstleistungssektor eine starke Übervertretung der grossen und vor allem eine starke Untervertretung der kleinen Unternehmen festzustellen ist. Dies betrifft den Sektor als Ganzes und alle einzelnen Branche.



Quelle: EnAW, BFS, Betriebszählung 2008 (Spezialauswertung im Auftrag TEP Energy).

Abbildung 21 Strukturvergleich zwischen Energie-Modell (GWh) und Anzahl Beschäftigten pro Grössenklasse

### A-2.2.3 Charakterisierung und Bereinigung

Im Monitoring des EM-Modells 2010 sind rund 5000 stromwirksame Einzelmassnahmen festgehalten. Davon waren rund 3000 Massnahmen der Verbrauchskategorie „Andere“ zugeteilt. Diese Massnahmen wurden durch die EnAW einem Verwendungszweck zugeteilt. Um eine Doppelzählung zu vermeiden wurde eine Massnahme immer nur einem Verwendungszweck zugeordnet. Die Zuteilung erfolgte zu einem grossen Teil über Suchbegriffe oder direkt mittels individueller Beurteilungen gestützt auf die erfassten Massnahmenbeschreibungen. Eine klare und scharfe Zuordnung der Verwendungszwecke war nicht für alle Massnahmen möglich.

Durch die Moderatoren wurden auch Sammelmassnahmen in das System eingebucht. Die einzelnen Massnahmen dieser Kategorie sind teilweise sehr heterogen in der Art und des Verwendungszweckes.

Nach der Kategorisierung verblieben zunächst 4038 effizienzwirksame Massnahmen, welche einer Kategorie zugeordnet werden können. Diese hatten 2010 eine Wirkung von 0.548 TWh. Zum Vergleich: die Summe der Massnahmenwirkung aller effizienzwirksamen Massnahmen der genannten Verwendungszwecke beträgt 0.811 TWh (ungewichtete und HGT-normiert).

Seit dem Jahr 2006 wurde eine markant höhere Einsparmenge der Verwendungszweckrubrik „Andere (inkl. Sammelmassnahmen)“ zugeordnet. Besonders sticht hierbei das Jahr 2006 mit rund 80 GWh heraus, was allein 10% der Einsparwirkung der gesamten Betrachtungsperiode entspricht. Davon entfallen 50 GWh auf die 4 grössten Einsparwirkungen. Gemäss der Einschätzung der EnAW handelt es sich bei diesen Massnahmen des Jahres 2006 häufig um einzelne Massnahmen, welche während der Jahre 2001 bis 2005 realisiert, aber erst 2006 im Monitoring erfasst wurden.

Nach der Lieferung der Daten an die TEP Energy wurden folgende Datenbereinigungen durchgeführt, zum Teil in Zusammenarbeit mit der EnAW:

- Mittels des Regressionsmodells wurden Ausreisser identifiziert, welche in der Folge durch die EnAW überprüft wurden. Aufgrund dieser Überprüfung wurden 10 von 620 Unternehmen komplett von den weiteren Analysen ausgeschlossen. Hierbei handelt es sich in der Regel um Kleinst-Einsparungen oder falsche Einteilungen.
- 37 Einzelmassnahmen (72 GWh) durch EnAW auf verschiedene, besser zutreffende Verwendungszwecke VZ aufgeteilt (vgl. Abbildung 13 mit Abbildung 22)
- 4 Sammelmassnahmen 2001-2005 (rund 50 GWh) nicht aufgeteilt
- Weitere rund 10 Massnahmen (rund 50 GWh) nicht aufgeteilt

Leider konnte die verbleibende Einsparwirkung der Rubrik „andere“ während des gegebenen Projekt- und Zeitrahmens nicht mehr weiter aufgeteilt werden.

Im Hinblick auf die statistischen Auswertungen und die Beurteilung der Repräsentativität wäre eine Aufteilung der Einsparwirkung auf die einzelnen Betriebs- bzw. Arbeitsstätten von Nutzen. Eine solch detaillierte Erfassung war im EnAW-

Monitoring jedoch nicht vorgesehen. Einzig von einer Minderheit von 106 Unternehmen ist die Anzahl Betriebsstätten bekannt (332 Betriebsstätten).

Eine weitere Aufteilung der Massnahmen auf die einzelnen Betriebsstätten der Unternehmen konnte aufgrund der ungenügenden Datenlage im EnAW-Monitoring nicht durchgeführt werden. Eine solche Aufteilung würde eine Nacherhebung bei rund gut 500 (von 620 Unternehmen mit Strommassnahmen) erfordern.

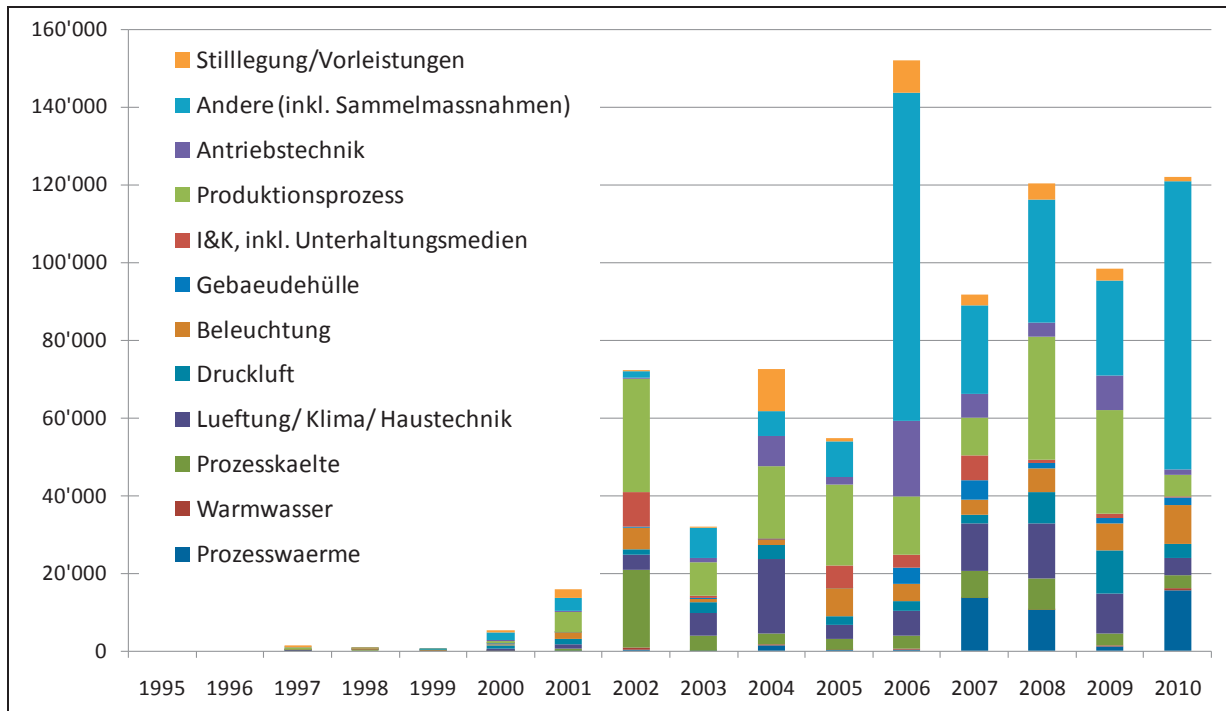
#### **A-2.2.4 Vergleich mit Grundgesamtheit**

Tabelle 22 EnAW-Energiemodell: Anzahl Unternehmen pro Grössenklasse und Abdeckung an Grundgesamtheit gemäss Betriebszählung 2008

	Mikro (bis 9)		Kleine (10-49)		Mittlere (50-249)		Grosse (>=250)		Alle Grössenkl.	
	Anzahl EnAW	Abdeckung	Anzahl EnAW	Abdeckung	Anzahl EnAW	Abdeckung	Anzahl EnAW	Abdeckung	Anzahl EnAW	Abdeckung
<b>C Bergbau</b>	<b>6</b>	<b>0.3%</b>	<b>17</b>	<b>3.6%</b>	<b>3</b>	<b>1.7%</b>	<b>1</b>	<b>2.2%</b>	<b>27</b>	<b>1.0%</b>
CA Gewinnung von energetischen Produkten	-	0.0%	-	0.0%	1	0.7%	-	0.0%	1	0.0%
CB Steine und Erden	6	1.2%	16	13.7%	2	4.9%	1	50.0%	25	3.7%
<b>D Herstellung von Waren</b>	<b>4</b>	<b>0.0%</b>	<b>40</b>	<b>0.2%</b>	<b>204</b>	<b>7.1%</b>	<b>179</b>	<b>34.7%</b>	<b>427</b>	<b>0.4%</b>
DA Herstellung Nahrungsmittel und Getränke	-	0.0%	16	1.8%	74	74.7%	75	416.7%	165	2.5%
DB Herstellung von Textilien und Bekleidung	-	0.0%	3	1.4%	14	11.6%	1	1.9%	18	2.1%
DD Be- und Verarbeitung von Holz	-	0.0%	-	0.0%	1	2.4%	1	5.6%	2	0.7%
DE Papier-, Karton-, Verlags- und Druckgewerbe	-	0.0%	-	0.0%	29	8.9%	22	27.8%	51	1.5%
DG Chemische Industrie	-	0.0%	-	0.0%	20	8.4%	19	31.1%	39	1.2%
DH Herstellung von Gummi- und Kunststoffwaren	1	0.3%	1	2.4%	12	109.1%	2	25.0%	16	3.8%
DI Herstellung sonstige Produkte aus nichtmetallischen Mineralien	2	1.1%	14	17.7%	9	69.2%	4	.	29	10.4%
DJ Erzeugung und Bearbeitung von Metall, Herstellung von Metallerzeugnissen	-	0.0%	1	0.0%	27	3.6%	19	34.5%	47	0.1%
DK Maschinenbau	-	0.0%	-	0.0%	3	0.6%	8	12.1%	11	0.1%
DL Herstellung von elektrischen und elektronischen Geräten und Einrichtungen, .	-	0.0%	1	0.0%	9	1.8%	18	30.5%	28	0.1%
DM Fahrzeugbau	-	0.0%	-	0.0%	-	0.0%	3	3.5%	3	0.1%
DN Sonstiges verarbeitendes Gewerbe	1	0.0%	4	0.4%	6	5.8%	7	50.0%	18	0.2%
E Energie- und Wasserversorgung	-	0.0%	1	0.1%	2	0.5%	1	1.4%	4	0.0%
F Baugewerbe	-	0.0%	-	0.0%	1	5.6%	3	150.0%	4	3.3%
G Handel; Reparatur von Automobilen und Gebrauchsgütern	1	0.0%	-	0.0%	7	0.9%	7	4.4%	15	0.1%
H Gastgewerbe	-	0.0%	2	0.6%	18	50.0%	1	100.0%	21	0.2%
I Verkehr und Nachrichtenübermittlung	-	0.0%	2	200.0%	10	.	8	.	20	87.0%
J Kredit- und Versicherungsgewerbe	-	0.0%	-	0.0%	1	100.0%	24	600.0%	25	227.3%
K Immobilien; Vermietung; Informatik; Forschung u. Entwicklung; ....	-	0.0%	2	1.7%	7	17.9%	5	29.4%	14	3.4%
L ÖFFENTLICHE VERWALTUNG; LANDESVERTEIDIGUNG; SOZIALVERSICH.	1	3.3%	-	0.0%	-	0.0%	1	.	2	6.3%
M UNTERRICHTSWESEN	-	0.0%	-	0.0%	-	0.0%	1	2.6%	1	0.1%
N GESUNDHEITS- UND SOZIALWESEN	-	0.0%	-	0.0%	6	200.0%	16	.	22	36.1%
O ERBRINGUNG VON SONSTIGEN ÖFFENTLICHEN UND PERSÖNLICHEN DL	-	.	1	.	7	.	2	.	10	.
C bis O <b>Total (ohne Land- und Forstwirtschaft, Jagd)</b>	<b>12</b>	<b>0.0%</b>	<b>65</b>	<b>0.3%</b>	<b>266</b>	<b>5.8%</b>	<b>249</b>	<b>29.2%</b>	<b>592</b>	<b>0.3%</b>

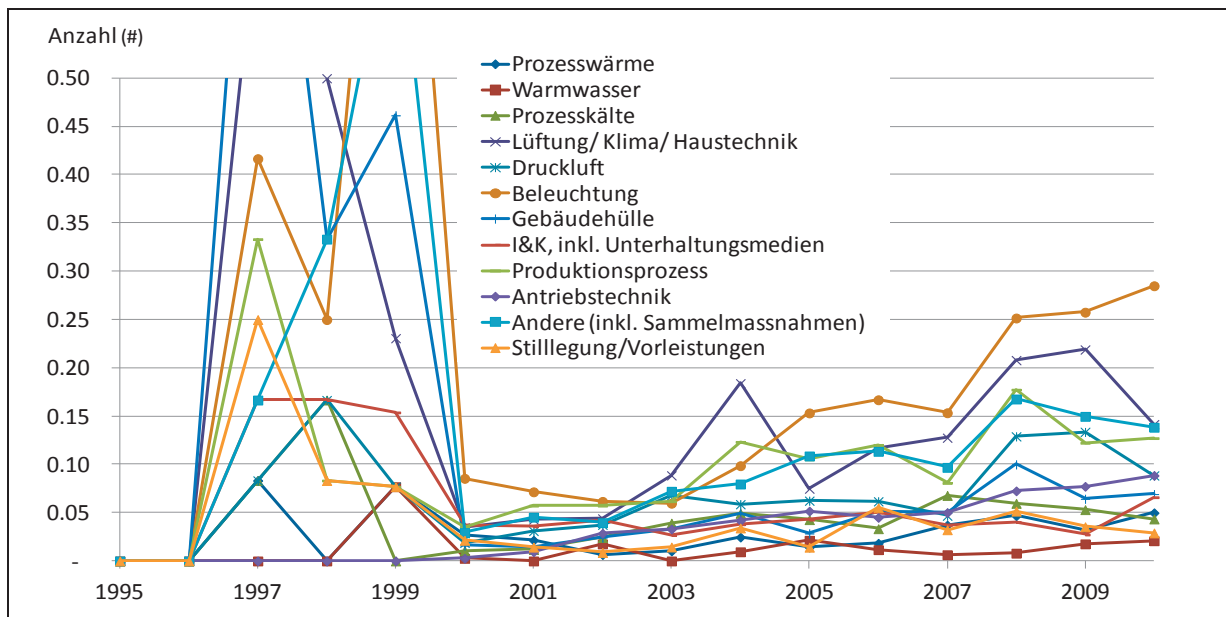
Quelle: EnAW (Datenlieferung 1 und 3), Bundesamt für Statistik, Betriebszählung 2008 (Spezialauswertung im Auftrag TEP Energy), Auswertung TEP Energy

### A-2.2.5 Detaillierergebnisse Auswertungen explorative Analysen



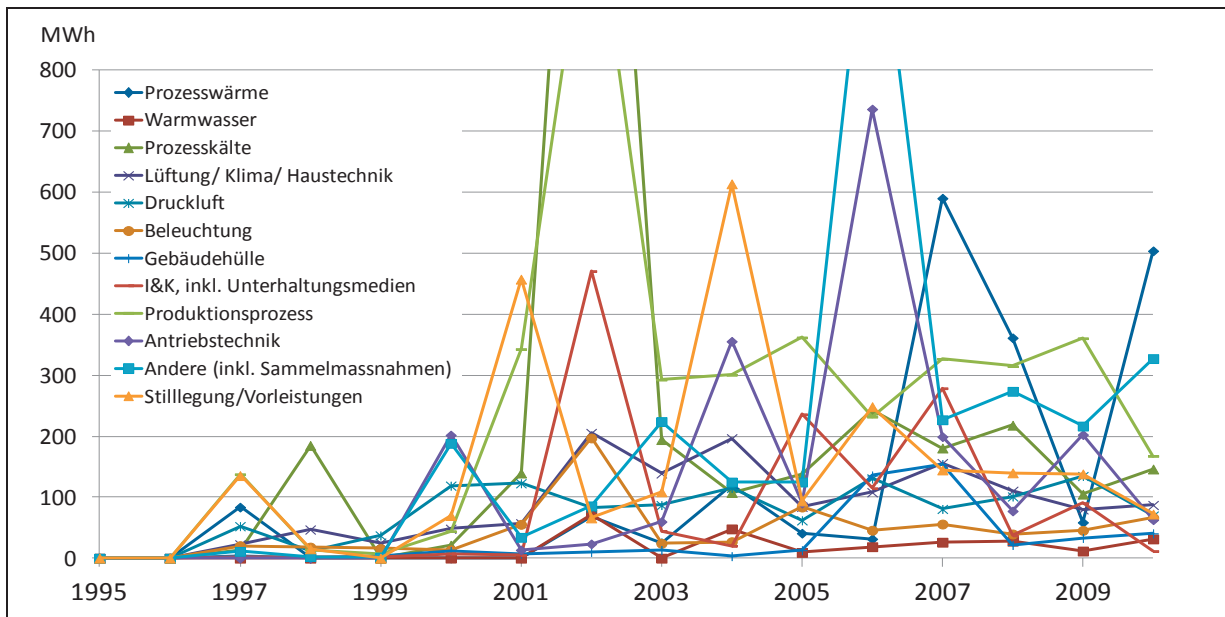
Quelle: EnAW -, Auswertung TEP Energy.

Abbildung 22 Zeitlicher Verlauf der Stromeinsparung in MWh nach Verwendungszwecken (vor Bereinigung der Rubrik „andere“)



Quelle: EnAW, Auswertung TEP Energy.

Abbildung 23 Zeitlicher Verlauf der Anzahl Einsparmassnahmen pro Unternehmen und Jahr nach Verwendungszwecken



Quelle: EnAW, Auswertung TEP Energy.

Abbildung 24 Zeitlicher Verlauf der Stromersparung pro Massnahme und Jahr bis 2010

Tabelle 23 Anzahl Massnahmen (Summe Wahrscheinlichkeiten) pro 5-Jahre und Verwendungszweck (Daten und Modell, Sz. 2)

	Prozess- wärme	Warm- wasser	Prozess- kälte	HLK	Druck- luft	Beleuch- tung	Gebäude- hülle	IKTU	Produk- tions- prozess	Antriebs- technik	Andere	Stilllegung / Vorleistung	Summe
Daten													
2001-2005													
Industrie	19	14	51	92	105	115	37	47	125	42	91	6	744
Dienstleistung	10	8	17	44	4	46	8	14	14	10	45	6	226
Total	29	22	68	136	109	161	45	61	139	52	136	12	970
2006-2010													
Industrie	71	23	95	213	199	271	79	69	235	141	149	19	1564
Dienstleistung	21	16	43	131	24	189	34	36	50	22	139	46	751
Total	92	39	138	344	223	460	113	105	285	163	288	65	2315
Modell													
2001-2005													
Industrie	23	13	49	94	108	112	34	45	117	48	79	33	757
Dienstleistung	9	8	21	60	11	73	14	21	22	9	67	13	327
Total	32	20	70	154	119	185	49	66	139	57	146	46	1'084
2006-2010													
Industrie	60	24	91	194	187	259	71	66	230	124	148	54	1'508
Dienstleistung	23	15	38	119	20	160	29	30	44	24	119	21	641
Total	83	39	130	313	207	418	100	97	274	147	266	75	2'149

Quelle: EnAW, TEP Energy

Tabelle 24 Steigerung der Massnahmenätigkeit, ausgedrückt als Summe der Wahrscheinlichkeiten pro Fünfjahresperiode für die Vergangenheit (2001 bis 2010) und für den Betrachtungshorizont bis 2020 im Szenario 2

2001-2005	Prozesswärme	Warmwasser	Prozesskälte	HLK	Druckluft	Beleuchtung	Gebäudehülle	IKTU	Produktionsprozesse	Antriebstechnik	Andere	Stilllegung/Vorleistung	Summe
Industrie	23	13	49	94	108	112	34	45	117	48	79	33	757
Dienstleistungen	9	8	21	60	11	73	14	21	22	9	67	13	327
Total 2001-2005	32	20	70	154	119	185	49	66	139	57	146	46	1'084
2006-2010													
Industrie	60	24	91	194	187	259	71	66	230	124	148	54	1'508
Dienstleistungen	23	15	38	119	20	160	29	30	44	24	119	21	641
Total 2006-2010	83	39	130	313	207	418	100	97	274	147	266	75	2'149
2011-2015													
Industrie	120	38	129	361	463	563	158	80	436	296	295	96	3'035
Dienstleistungen	45	24	54	209	54	319	64	36	88	58	215	38	1'203
Total 2011-2015	165	62	183	570	517	883	222	116	524	354	510	133	4'238
2016-2020													
Industrie	150	45	144	436	601	702	202	84	528	385	365	115	3'758
Dienstleistungen	55	28	60	246	73	383	82	38	109	77	255	45	1'452
Total 2016-2020	205	72	204	682	674	1'086	284	122	637	463	620	161	5'210

Quelle: EnAW, Auswertung und Modellanwendung TEP Energy.

## A-3 Detailergebnisse Szenarien

Tabelle 25 Stromeffizienzgewinne (MWh) durch EnAW-Unternehmen in der Vergangenheit und in der Projektion bis 2015 und bis 2020, je für Industrie und Dienstleistungen:  
Szenario 2: erhöhte Massnahmenätigkeit

Beitrag grösste Effizienzmassnahmen				
	Industrie, Gewerbe, LW	Dienstleistungen	Total	
1996-2000	-	-	-	
2001-2005	39'000	75'000	114'000	
2006-2010	91'000	135'000	226'000	
2011-2015	95'000	158'000	253'000	Zuwachs 2011 bis 2020:
2016-2020	99'000	180'000	280'000	533'000
Beitrag übrige Effizienzmassnahmen				
	Industrie, Gewerbe, LW	Dienstleistungen	Total	
1996-2000	7'000	2'000	8'000	
2001-2005	102'000	33'000	136'000	
2006-2010	222'000	106'000	328'000	
2011-2015	169'000	118'000	287'000	Zuwachs 2011 bis 2020:
2016-2020	226'000	174'000	400'000	687'000
Beitrag alle Effizienzmassnahmen				
	Industrie, Gewerbe, LW	Dienstleistungen	Total	
1996-2000	7'000	2'000	8'000	
2001-2005	141'000	108'000	249'000	
2006-2010	313'000	241'000	554'000	
2011-2015	265'000	276'000	540'000	Zuwachs 2011 bis 2020:
2016-2020	325'000	354'000	680'000	1'220'000

Quelle: EnAW, Auswertung und Modellanwendung TEP Energy.

Aus den Detailergebnissen (Tabelle 26) wird ersichtlich,

- dass der DL-Sektor wiederum einen leicht höheren Beitrag an die Effizienzsteigerung aufweist.
- die Wirkungssteigerung für die zwei nachfolgenden 5-Jahresperioden ungefähr doppelt so hoch ist im Vergleich zur Periode 2006 bis 2010.

Tabelle 26 Stromeffizienzgewinne (MWh) durch EnAW-Unternehmen in der Vergangenheit und in der Projektion bis 2015 und bis 2020, je für Industrie und Dienstleistungen:  
Szenario 3

Beitrag grösste Effizienzmassnahmen				
	Industrie, Gewerbe, LW	Dienstleistungen	Total	
1996-2000	-	-	-	
2001-2005	39'000	75'000	114'000	
2006-2010	91'000	135'000	226'000	
2011-2015	154'000	295'000	449'000	Zuwachs 2011 bis 2020:
2016-2020	166'000	379'000	545'000	994'000
Beitrag übrige Effizienzmassnahmen				
	Industrie, Gewerbe, LW	Dienstleistungen	Total	
1996-2000	7'000	2'000	8'000	
2001-2005	102'000	33'000	136'000	
2006-2010	222'000	106'000	328'000	
2011-2015	259'000	205'000	464'000	Zuwachs 2011 bis 2020:
2016-2020	376'000	360'000	737'000	1'201'000
Beitrag alle Effizienzmassnahmen				
	Industrie, Gewerbe, LW	Dienstleistungen	Total	
1996-2000	7'000	2'000	8'000	
2001-2005	141'000	108'000	249'000	
2006-2010	313'000	241'000	554'000	
2011-2015	413'000	500'000	913'000	Zuwachs 2011 bis 2020:
2016-2020	542'000	739'000	1'282'000	2'195'000

Quelle: EnAW, Auswertung und Modellanwendung TEP Energy.

Tabelle 27 Stromeffizienzgewinne (MWh) durch EnAW-Unternehmen in der Vergangenheit und in der Projektion bis 2015 und bis 2020, je für Industrie und Dienstleistungen:  
Szenario 4

Beitrag grösste Effizienzmassnahmen				
	Industrie, Gewerbe, LW	Dienstleistungen	Total	
1996-2000	-	-	-	
2001-2005	39'000	75'000	114'000	
2006-2010	91'000	135'000	226'000	
2011-2035	490'000	1'450'000	1'940'000	Zuwachs 2011 bis 2050:
2016-2050	244'000	458'000	702'000	2'642'000
Beitrag übrige Effizienzmassnahmen				
	Industrie, Gewerbe, LW	Dienstleistungen	Total	
1996-2000	7'000	2'000	8'000	
2001-2005	102'000	33'000	136'000	
2006-2010	222'000	106'000	328'000	
2011-2035	1'253'000	1'022'000	2'275'000	Zuwachs 2011 bis 2050:
2016-2050	925'000	1'092'000	2'017'000	4'292'000
Beitrag alle Effizienzmassnahmen				
	Industrie, Gewerbe, LW	Dienstleistungen	Total	
1996-2000	7'000	2'000	8'000	
2001-2005	141'000	108'000	249'000	
2006-2010	313'000	241'000	554'000	
2011-2035	1'743'000	2'472'000	4'215'000	Zuwachs 2011 bis 2050:
2016-2050	1'170'000	1'550'000	2'719'000	6'934'000

Quelle: EnAW, Auswertung und Modellanwendung TEP Energy.

