

**Zeitschrift:** Bulletin Electrosuisse  
**Herausgeber:** Electrosuisse, Verband für Elektro-, Energie- und Informationstechnik  
**Band:** 103 (2012)  
**Heft:** 8

**Artikel:** Leistung und Potenzial beim Stromsparen in der Wirtschaft  
**Autor:** Eberle, Armin / Jakob, Martin  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-857322>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

**Download PDF:** 29.03.2025

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

# Leistung und Potenzial beim Stromsparen in der Wirtschaft

## Ergebnisse einer Studie der Energie-Agentur der Wirtschaft

In der Studie «Stromeffizienz der Schweizer Wirtschaft» ermittelte die Energie-Agentur der Wirtschaft Szenarien für die Einsparpotenziale der Schweizer Wirtschaft im Bereich Elektrizität. Zudem wurde die Entwicklung der Stromeffizienz im letzten Jahrzehnt geprüft. Nachfolgend werden die Methodik sowie Ergebnisse der Studie vorgestellt.

### Armin Eberle, Martin Jakob

Die über 2200 Industrie- und Dienstleistungsunternehmen, die der Energie-Agentur der Wirtschaft (EnAW) angeschlossen sind, haben per Ende 2011 im Rahmen der Zielvereinbarungen eine jährliche CO<sub>2</sub>-Reduktion von über 1,4 Mio. t CO<sub>2</sub> erzielt. Dies entspricht 30% und damit wesentlich mehr als die im CO<sub>2</sub>-Gesetz verlangten durchschnittlichen Emissionsminderungen.

Zudem sind heute mit über 11 TWh rund 30% des Stromverbrauchs der Wirtschaft oder ein Sechstel des Stromverbrauchs der Schweiz über EnAW-Zielvereinbarungen erfasst (Bild 1). Diese Unternehmen haben rund 10% davon

eingespart, beziehungsweise ihren jährlichen Stromverbrauch um 1 TWh reduziert – was einem Drittel der Stromproduktion des Kernkraftwerks Mühleberg entspricht.

### Zielsetzung

Der EnAW-Vorstand erteilte den Auftrag, das im EnAW-Monitoring gespeicherte empirische Datenmaterial aus 10 Jahren realer Umsetzung als Planungsgrundlage für künftige Tätigkeiten und Potenziale im Strombereich auszuwerten. Mit Hilfe eines darauf basierenden Modells sollten mögliche künftige Entwicklungen bottom-up abgeschätzt werden können. Auslöser für die Analyse bildete die Anpassung der EnAW an die sich ändernden Grundlagen im CO<sub>2</sub>-Gesetz.

Die empirischen Monitoringdaten des Energie-Modells der EnAW umfassten per Ende 2010 über 5000 stromwirksame Einzelmassnahmen von 620 Unternehmen. Die berücksichtigten Unternehmen decken einen Elektrizitätsverbrauch von rund 10 TWh ab. Die Ergebnisse dieser Analyse, die Ende 2011 zusammen mit TEP-Energy erfolgte, dienen zusammen mit weiteren Überlegungen als Grundlage für Szenariobetrachtungen in Bezug auf künftige Effizienzgewinne.

### Methodik

Gestützt auf die von den EnAW-Moderatoren erfassten Berichte, wurden die Massnahmen in 15 Kategorien eingeteilt und zu rund 3500 Jahresmassnahmen zusammengefasst. Diese neh-

men auf den Verwendungszweck der betroffenen Stromanwendungen wie etwa Produktionsprozesse, Gebäudetechnik, Kälteerzeugung oder Beleuchtung Bezug.

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

■ **Massnahmenätigkeit:** Die Häufigkeit der Massnahmen pro Unternehmen. Hierzu wurde mit einem logistischen Modell pro Verwendungszweck eine statistische Schätzung der Wahrscheinlichkeit erstellt, dass eine Massnahme im Jahr *t* ergriffen wird.

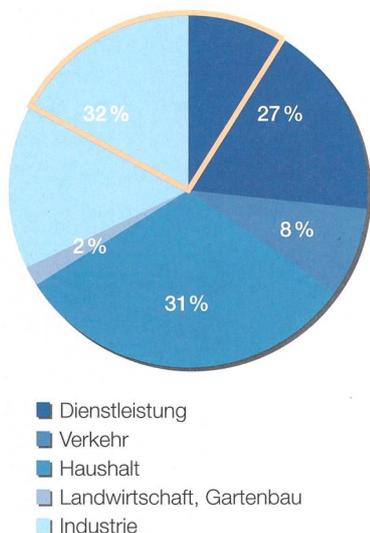
■ **Spezifische Wirkung:** Der erreichte Effizienzgewinn pro Massnahme. Pro Jahr und Unternehmen wurde die Wirkung analysiert und dazu ein multiples Regressionsmodell (log-log) aufgebaut.

Gestützt auf die empirischen Modellergebnisse und mittels zusätzlicher Annahmen wurden in der Folge die Effizienzwirkungen von vier verschiedenen Szenarien und zwei Sensitivitäten berechnet.

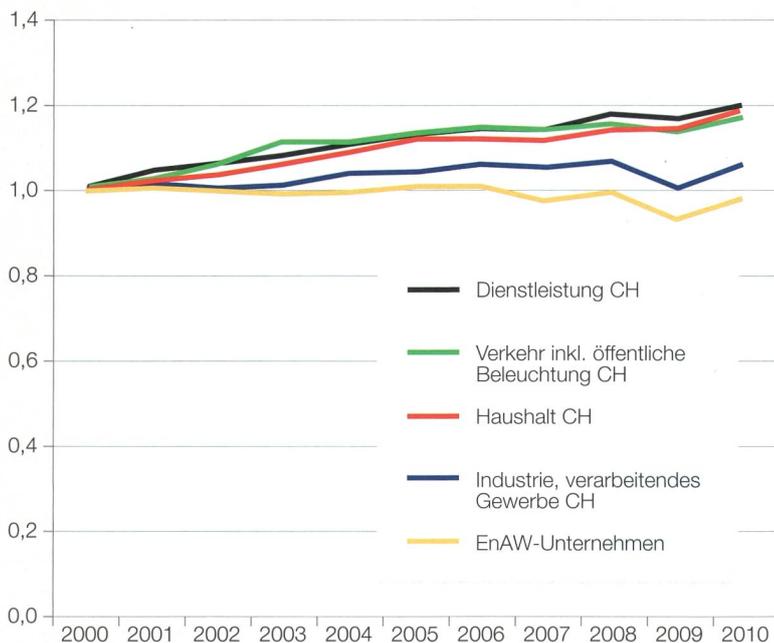
### Explorativen Analyse und der Regressionsmodelle: Resultat

Die Stromeffizienzwirkung betrug Ende 2010 brutto – ohne Berücksichtigung einer Referenzentwicklung – rund 0,81 TWh. Dies entspricht rund 8% der Nachfrage der einbezogenen Unternehmen, also etwa jährlich 1% bezogen auf das energetisch gewichtete Beitrittsjahr von 2003.

Als Folge der Massnahmen und weiterer Faktoren ist bei den EnAW-Teilnehmerfirmen im Vergleich zum Jahr 2000 eine Stabilisierung oder gar ein leichter Rückgang der Stromnachfrage zu verzeichnen (Bild 2). Im Gegensatz dazu stieg die Nachfrage im Sektor Industrie um knapp 7% und im Sektor Dienstleistungen um rund 20%. Auch bei den übrigen Nachfragesektoren ist ein Zuwachs in ähnlicher Grössenordnung festzustellen. Die Entwicklung bei den EnAW-Teilnehmerfirmen liegt also



**Bild 1** Stromnachfrage der Schweiz und Abdeckung durch EnAW-Zielvereinbarungen (gelb).



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

deutlich unter allen übrigen Nachfragesegmente.

Der Industriesektor erzielte mit rund 0,45 TWh (55%) eine leicht höhere Wirkung als der Dienstleistungssektor mit 43%; die restlichen 2% kommen von der Landwirtschaft.

Auf Branchenebene sind es Nahrungsmittel und Papier aus dem Industriesektor, die Dienstleistungsbranchen Handel, Banken und Versicherungen sowie Verkehr und Nachrichtenübermittlung, welche mit je rund 0,1 TWh die höchsten Wirkungen aufweisen und in der Summe über die Hälfte der Wirkung auf sich vereinigen. Aus dem Datenmaterial wird zudem die Bedeutung der bürolastigen Branchen ersichtlich, welche inklusive der Effizienzwirkung der Schulen einen Anteil von 18% auf sich vereinigen.

Nebst der Einsparung in absoluten Grössen ist 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, während die relative Effizienzwirkung bei der Landwirtschaft und im Dienstleistungssektor mit 14% beziehungsweise 12% deutlich über dem Mittel der Gesamtwirtschaft liegt.

Innerhalb der Branchengruppen sind weitere Unterschiede zu verzeichnen, etwa innerhalb der Maschinen-, Elektro- und Metallindustrie, der Geräte und des Fahrzeugbaus, welche die Stromeffizienz überdurchschnittlich gesteigert haben. Stark unterdurchschnittlich ist die relative Effizienzwirkung in den Branchen Chemie, Metallergzeugnisse und Maschinenbau.

Im Regressionsmodell wurden als Hypothesen Einflüsse wie Strompreis, Stromverbrauch, Branche oder Grösse des Unternehmens geprüft. Die meisten vermuteten Einflüsse konnten bestätigt werden. Die spezifische Wirkung der Massnahme hängt erwartungsgemäss stark vom Stromverbrauch des Unternehmens ab, allerdings nur unterproportional. Die Unternehmensgrösse als eigenständiger Einflussfaktor war nur teilweise statistisch signifikant von 0 verschieden. Nicht oder nur teilweise signifikant waren Verwendungszweck des Stromes und gemeindespezifische Variablen.

### Wie könnte es weiter gehen?

Im Vordergrund standen folgende Fragen: Ist das Potenzial bei den teilnehmenden Firmen ausgeschöpft? Wie viele Neue können gewonnen und motiviert werden, ebenfalls Effizienzziele zu setzen und diese mit Massnahmen anzustre-

ben? Welche Rolle spielt der Energiepreis?

Hierzu wurden Szenarien mit Annahmen definiert, womit die einzelnen Einflussfaktoren auf die mögliche künftige Entwicklung der Stromeffizienzgewinne sichtbar gemacht werden sollen. Dies ermöglicht eine realistische Einschätzung der künftigen durch die EnAW und die Wirtschaft zu erschliessenden Stromeffizienzpotenziale.

Die szenariobildenden Einflüsse sind:

- Anteil Unternehmen, die im Sinne der heutigen EnAW Zielvereinbarungen eingehen und wirtschaftliche Massnahmen umsetzen (heutige Abdeckung 28%),
- Massnahmenaktivität pro Unternehmen: Fortschreibung heutiger Tätigkeit, Stagnation, Trendfortsetzung oder Steigerung um 25%,
- Spezifische Wirkung pro Massnahme: gemäss Modell oder 25% höhere spezifische Wirkung.

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 teilnehmenden Unternehmen, häufigerer Massnahmenaktivität und höherer Wirkung pro Massnahme ausgeht.

Entscheidend waren unter anderem die Annahmen, wie viele Unternehmen sich künftig zusätzlich engagieren und Zielvereinbarungen eingehen. Dies kann beispielsweise durch verstärktes Marketing und mit Partnerschaften beeinflusst werden. So wurden gemessen am Stromverbrauch Abdeckungen von 33% (Szenario 2, bis im Jahr 2020) bis zu 80% (Szenario 4, bis im Jahr 2050) angenommen.

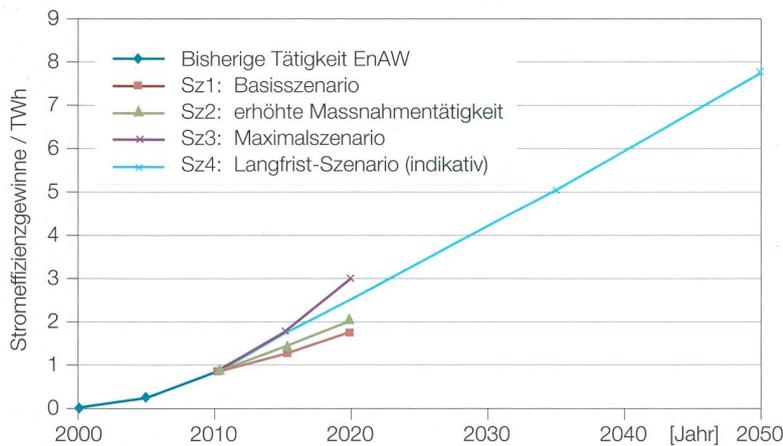
Die künftigen Effizienzgewinne setzen sich aus den beiden Teilresultaten der weiteren Tätigkeit der bisherigen Teilnehmerfirmen und der Tätigkeit von neu eine Zielvereinbarung eingehenden Unternehmen zusammen.

### Resultate aus den Szenarien

Die Ergebnisse der Szenarien stützen sich auf folgende Grundlagen:

- Empirische Daten des Energie-Modell-Monitorings,
- Auswertung und Erstellung von Regressionsmodellen,
- Szenario-Annahmen.

Die Szenario-Ergebnisse werden also sowohl durch die bisherigen Erfahrungen der EnAW (vor allem Szenario 1 und



**Bild 3** Stromeffizienzgewinne durch EnAW-Unternehmen in der Vergangenheit und Übersicht über die vier Szenarien in der Projektion bis 2020 beziehungsweise 2050.

2) als auch durch zusätzliche Annahmen (vor allem Szenarien 3 und 4) beeinflusst.

Szenarien 1 bis 3 bilden verschiedene Entwicklungen bis zum Jahr 2020 ab, Szenario 4 bis 2050. **Bild 3** zeigt die vier Szenarien im Zeitablauf in der Übersicht. Im Basisszenario 1 kann die Effizienzwirkung bis 2020 gegenüber heute mehr als verdoppelt und von 0,81 TWh auf rund 1,7 TWh gesteigert werden. Im Szenario 2 werden rund 2 TWh erreicht. Im Maximalszenario erhöht sich die Wirkung der Massnahmen bis 2020 um weitere 1 TWh auf 3 TWh.

### Szenario 2: erhöhte Massnahmenetätigkeit

In Szenario 2 wird damit gerechnet, dass die Zahl 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 einen Drittel der Stromnachfrage der Wirtschaft des Jahres 2010. Aufgrund verstärkter Anreize und eines erhöhten energiepolitischen Drucks (Gesetzesartikel betreffend Grossverbraucher, mögliche Abgaben) wird zudem eine erhöhte Massnahmenetätigkeit unterstellt. Insgesamt wird zwischen 2011 und 2020 von mehr als 9000 zusätzlichen Massnahmen ausgegangen. Zum Vergleich: Im Basisszenario 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 2 eine Stromeffizienzwirkung von

kumuliert 2 TWh. Dies entspricht einem zusätzlichen Stromeffizienzgewinn von 1.22 TWh innerhalb einer Frist von zehn Jahren. 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.

Die Sensitivitätsanalysen ergeben, dass gemäss Regressionsmodell der Effizienzzuwachs im Industriesektor bei einem doppelt so hohen Strompreis rund 30% höher wäre. Umgekehrt reduziert sich die Massnahmenwirkung um 20 bzw. 30%, wenn die 50 bzw. 100 grössten Teilnehmer der EnAW keine Strommassnahmen mehr ergreifen würden, etwa wenn sie anstelle von Zielvereinbarungen für Strom und Wärme nur noch einen europäischen CO<sub>2</sub>-Emissionsbenchmark anvisieren würden.

### Szenario 4: Langfristszenario

Im Langfristszenario (Szenario 4) 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% (der heutigen Stromnachfragemenge) in der einen oder anderen Form Stromeffizienzmassnahmen umsetzt, sei dies über das EnAW-Energie-Modell oder über andere Instrumente.

Insgesamt wurde in diesem Szenario nicht von einer (beliebig lang) steigenden, sondern von einer konstanten Massnahmenetätigkeit 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. Der Industriesektor einschliesslich Landwirtschaft trägt zu gut 40%, der Dienstleistungssektor zu knapp 60% zum Wirkungszuwachs bei. Hierbei handelt es sich um Bruttoeffekte ohne Berücksichtigung der autonomen Effizienzentwicklung, der künftigen Nachfrageausdehnung und des technischen Fortschritts.

Die Gesamtwirkung von brutto 7 TWh entspricht rund 25% der am Ende der Periode erreichten Abdeckung der Unternehmen, welche 2010 knapp 29 TWh verbrauchten. 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.

Das Langfristszenario ist im Vergleich zu den übrigen Szenarien aber als speziell zu bezeichnen. Aufgrund des langen Zeithorizonts im Vergleich zur Datengrundlage ergeben sich bei der Methodik und dem zur Verfügung stehenden De-

Quelle: EnAW, Auswertung und Modellanwendung: TEP Energy.

### Résumé

#### Prestations et potentiels en matière d'économies d'électricité de l'économie suisse

##### Résultats d'une étude de l'Agence de l'énergie pour l'économie

Actuellement, les plus de 2200 entreprises qui sont raccordées à l'Agence de l'énergie pour l'économie (AEnEC) ont diminué leur consommation annuelle d'électricité de plus de 1 TWh. Dans le cadre de l'étude «Efficacité électrique de l'économie suisse», l'AEnEC a catégorisé et analysé lors de son suivi l'effet des 5000 mesures en matière d'électricité. Grâce à un modèle de régression, d'autres potentiels d'économie ont pu être dérivés sous forme de scénarios d'un montant de 1 à 2 TWh à moyen terme (jusqu'en 2020) à 7 TWh à long terme (jusqu'en 2050).

Mn

taillierungsgrad der Daten relativ hohe Unsicherheiten und die Ergebnisse sind daher äusserst vorsichtig zu interpretieren. In diesem Sinn haben Ergebnisse des Szenario 4 vor allem indikativen Charakter im Sinne eines «Was-wäre-wenn». Für verlässlichere Aussagen müsste die Methodik in Richtung eines technologiegestützten Modells erweitert werden, in dem auch der techno-ökonomische Fortschritt und dynamische Lerneffekte bei den Unternehmen abgebildet werden.

### Fazit

Die Wirtschaft hat mit den freiwilligen Zielvereinbarungen und den entsprechenden Instrumenten der EnAW ge-

zeigt, dass sie bereits eine überdurchschnittliche Effizienzsteigerung beim Strom erreicht hat. Sie ist gewillt, auch weiterhin aktiv zu bleiben und die Effizienz mindestens in gleichem Tempo zu steigern. Damit ist die Wirtschaft bis 2020 gemäss Energiestrategie des Bundes auf Kurs. Beim Langfristszenario hingegen klafft zwischen den Erwartungen der Energiestrategie 2050 und den aufgrund der heutigen Erkenntnisse vorgenommenen Hochrechnungen noch eine gewisse Lücke.

### Literatur

- M. Jakob, A. Häberli: Stromeffizienz der Schweizer Wirtschaft - Auswertung und Szenarien aus der Erfahrung der EnAW, TEP Energy im Auftrag der Energie-Agentur der Wirtschaft, Zürich 2012.

Abrufbar unter:

[www.enaw.ch/de/ueberuns/dokumente](http://www.enaw.ch/de/ueberuns/dokumente)

### Angaben zu den Autoren

Dr. **Armin Eberle** ist seit 2009 Geschäftsführer der Energie-Agentur der Wirtschaft. Der Volkswirt und Ingenieur befasst sich seit 20 Jahren mit effizienter Infrastrukturbereitstellung und -nutzung.  
**Energie-Agentur der Wirtschaft, 8032 Zürich**  
[armin.eberle@enaw.ch](mailto:armin.eberle@enaw.ch)

Dr. **Martin Jakob** ist Geschäftsführer der TEP Energy, welche er 2008 als Spin-off Unternehmen der ETH Zürich mitbegründete. Er promovierte am Centre for Energy Policy and Economics der ETH Zürich und beschäftigt sich mit den Bereichen Energieeffizienz, -ökonomie und -modellierung.

**TEP Energy GmbH, 8037 Zürich**  
[martin.jakob@tep-energy.ch](mailto:martin.jakob@tep-energy.ch)

Anzeige

# Smart statt verkabelt!

Gebäudetechnik leicht gemacht...

Ausführliche Informationen unter:  
[www.optec.ch](http://www.optec.ch)

## Energie Management Systeme (EMS) nach EN16001

### MRG 605/580

- Alles kompakt in einem Koffer!
- Fernwartung und Auslesung mit Modem 3 GS
- Spritzwasser- und staubdicht



### UMG 605

- PQ Netzqualitätsanalysator für die Hutschiene
- Web-Technologie und Browser
- kompaktes Gehäuse



### UMG 511

- PQ-Netzqualitätsanalysator Klasse A (IEC61000-4-30)
- für den Fronteinbau
- Nichts entgeht! Transienten ab 50 µs und 256 MB Speicher



## Optec Netzqualitätsanalyser (PQ) nach EN50160

Mit dem iPad oder iPhone und anderen zeitgemässen Smart Devices direkter Zugriff auf die jeweiligen Homepages der Analysegeräte für einen kurzen und effektiven Überblick zur Netzqualität. Erfasst sowohl Kurzzeitunterbrechungen grösser 50 µs als auch THD Werte und Oberschwingungen bis zur 63ten (UMG 511). Weitreichende Kommunikationsmöglichkeiten über Schnittstellen wie Ethernet oder Protokolle wie Profibus (DPV0), Modbus TCP, SNMP, FTP und E-Mail Funktionen erlauben die

schnelle und kostengünstige Integration in bestehende Architekturen. Umfangreiche Messwertspeicher gewährleistet die Protokollierung aller Messwerte über Monate ohne zwischenzeitliches Auslesen.

Die Software GridVis ermöglicht zudem umfangreiche Auswertungen, Reports und Topologie Ansichten. Durch spezifische Export Funktionen lassen sich die GridVis-Daten in die Microsoft Welt übertragen.

**optec**  
energie ist messbar

Optec AG  
Guyer-Zeller-Strasse 14  
CH-8620 Wetzikon ZH

Telefon: +41 44 933 07 70  
Telefax: +41 44 933 07 77  
Mail: [info@optec.ch](mailto:info@optec.ch)