Klimawandel : notwendige klimapolitische Massnahmen

Autor(en): **Crastan, Valentin**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Bulletin.ch : Fachzeitschrift und Verbandsinformationen von Electrosuisse, VSE = revue spécialisée et informations des associations Electrosuisse, AES**

Band (Jahr): **99 (2008)**

Heft 8

PDF erstellt am: **23.05.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-855848

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

Klimawandel – notwendige klimapolitische Massnahmen

Schlüsselrolle der Stromproduktion bei der Verminderung des CO_2-Ausstosses

Der Klimaschutz erfordert die Begrenzung des Anstiegs der mittleren globalen Erderwärmung auf etwa 2 °C. Dazu muss der weltweite CO_2-Ausstoss bis 2030 stabilisiert und bis 2050 halbiert werden. Wichtigste Massnahme für die meisten Länder ist die Reduktion des CO_2-Ausstosses des Energiesektors, welcher weltweit 45% – in den OECD-Ländern 40%, in den übrigen 50% – der Gesamtemissionen ausmacht und in erster Linie die Elektrizitätsproduktion betrifft. Eine Ausnahme bilden Frankreich, Norwegen, Island, Schweden und die Schweiz sowie die meisten mittel- und südamerikanischen Länder mit einer nahezu CO_2-freien Elektrizitätserzeugung. Ihr CO_2-Ausstoss lag bereits 2004 bei 250 g CO_2/$ oder sogar darunter. Bei Erhaltung dieses Vorteils können sich die Anstrengungen dieser Länder auf den Wärme- und Treibstoffsektor konzentrieren.

Beim Ziel, den CO_2-Ausstoss bis 2030 zu stabilisieren und bis 2050 zu halbieren (Tabelle I, [1]), ist die CO_2-Intensität der Bruttoenergie k eine zentrale Kenngrösse. Sie ergibt sich als Verhältnis von CO_2-Ausstoss pro Kopf α und spezifischem Energieverbrauch e (Tabelle II).

Der gegenwärtige spezifische Bruttoverbrauch liegt weltweit bei etwa 2,3 kW/Kopf, wobei zwischen OECD[1)]-Ländern und den übrigen Ländern ein Faktor 4 bis 5 besteht. Soll der globale Wert 2,5 kW/Kopf nicht

Valentin Crastan

übersteigen, ist eine starke Senkung des spezifischen Werts der OECD-Länder notwendig (2004: 6,14 kW/Kopf), denn in den übrigen Länder ist aufgrund der erheblichen Zunahme ihres Bruttoinlandprodukts mit einem unvermeidlichen Anstieg ihres spezifischen Bruttoverbrauchs (von heute 1,38 kW/Kopf) zu rechnen.

Die wichtigste Massnahme ist die Erhöhung der Energieeffizienz – also die Reduktion der Energieintensität – in den Industrieländern und gleichzeitig die Weitergabe energieeffizienter Technologien an die Entwicklungs- und Schwellenländer. Tabelle II zeigt aber auch, dass die Steigerung der Effizienz alleine nicht genügt, um die Klimaschutzziele zu erreichen. Ebenso wichtig ist eine erhebliche Senkung der CO_2-Intensität, die alle Länder etwa gleichermassen betrifft.

Emissionsindikator und Aufteilung der CO_2-Intensität

Tabelle III zeigt als Mass der Nachhaltigkeit den Indikator η [g CO_2/$], der als Produkt von Energieintensität ε [kWa/10 000 $] und CO_2-Intensität k [t CO_2/kWa][2)] definiert ist [1].

Die CO_2-Intensität k lässt sich für die drei Bereiche Wärme (ohne Elektrizität, k_W), Treibstoffe (k_T) und Energiesektor (k_E) aufschlüsseln. Sie ist das gewogene Mittel[3)] von k_W, k_T und k_E. Die Energie in kWa entspricht dem Bruttoinlandverbrauch. Der Energiesektor umfasst die Elektrizität und die Verluste des Energiesektors. Ebenfalls angegeben ist der sich daraus ableitende Energieverbrauch e pro Kopf (als Verhältnis von für den Klimaschutz erforderlichen spezifischen Emissionen α [t CO_2/(a · Kopf)] und erreichbarer CO_2-Intensität k [t CO_2/kWa]). Die Werte für 2030 und 2050 entsprechen den notwendigen Klimaschutzszenarien. Es handelt sich also um anzustrebende Werte.

Die Energieintensität als Mass der Effizienz des Energieeinsatzes muss nach Tabelle III weltweit in allen Bereichen verbessert werden: bis 2030 insgesamt um den Faktor 0,56 (Effizienz 1,8-fach: 2,5/1,4) und bis 2050 um den Faktor 0,4 (Effizienz 2,5-fach: 2,5/1). Gleichzeitig muss die CO_2-Intensität gesamthaft bis 2030 auf 0,77 und bis 2050 auf 0,33 des Werts von 2004 reduziert werden. Vorrang hat aus den bereits erwähnten sowie aus den nachfolgend genannten Gründen die Verbesserung der CO_2-Intensität des Energiesektors vor derjenigen des Wärmesektors. Am schwierigsten dürfte die Umstellung im Treibstoffbereich werden. Ob die Ziele erreicht werden, hängt in erster Linie vom Erfolg der Anstrengungen der OECD-Länder und des Technologietransfers in die Schwellenländer und Entwicklungsländer – vorab China, Indien und das restliche Ostasien – ab.

Für die Schweiz gelten folgende Zahlen: Verbesserung der Energieintensität gegenüber 2004 um 0,64 bis 2030 und um 0,43 bis 2050; Verbesserung der CO_2-Intensität um 0,75 bis 2030 (vor allem im Wärmesektor) und um 0,42 bis 2050, wobei dann auch der Treibstoffsektor seinen Beitrag mit Faktor 0,67 leisten muss. Die CO_2-Intensität des Energiesektors soll weiterhin praktisch null bleiben; dazu sind eigene Produktion mit Gaskraftwerken und Elektrizitätsimporte aus Ländern mit CO_2-lastiger Elektrizitätsproduktion möglichst zu vermeiden.

Effektive und notwendige Entwicklung der Indikatoren

Die prozentuale Änderung der Indikatoren im Jahr 2005 relativ zu 2004 [2] sowie die für den Klimaschutz notwendige weltweite mittlere jährliche Änderung dieser Indikatoren für die Periode 2004 bis 2030 gemäss Tabelle III werden weltweit und für die 30 OECD-Länder in Bild 1 verglichen. Es lassen sich folgende Schlüsse ziehen:

- Das kaufkraftbereinigte BIP[4)] nahm 2005 etwas stärker zu, als vom IEA-Bericht[5)] [3] im Mittel erwartet. Als Folge davon stieg der weltweite Bruttoenergiebedarf pro Kopf rascher an, als dies erwünscht gewesen wäre; dies obwohl sich die Effizienz (Reduktion der Energieintensität) leicht besser entwickelt hat als angenommen.
- Deutlich mangelhaft ist die Tendenz der CO_2-Intensität, global leicht zu- statt

	Bevölkerung	Emissionen		
	[Mrd]	total CO_2 [Mt]	pro Kopf [t CO_2/Kopf]	pro $ BIP [g CO_2/$]
2004 Welt	6,35	26400	4,2	460
2030 Welt	8,1	27500	3,4	200
2050 Welt	9	13200	1,5	60
2004 OECD	1,16	13400	11,5	410
2004 USA	0,29	6000	20,6	510
2004 EU-15	0,38	3600	9,4	325
2004 Nicht-OECD	5,19	13000	2,5	510
2004 China	1,3	4800	3,7	560

Tabelle I Weltweiter CO_2-Ausstoss 2004 und für den Klimaschutz notwendige Reduktion bis 2030 und 2050.
BIP: Kaufkraftbereinigtes Bruttoinlandprodukt in $ Basis 2005 für 2004 und 2030 gemäss IEA[4] [3].

	α Emissionen pro Kopf und Jahr [t CO_2/(a · Kopf)]	e Mittlerer Leistungsbedarf pro Kopf [kW/Kopf]	k CO_2-Intensität [t CO_2/kWa]
2004 Welt	4,2	2,27	1,84
2030 Welt	3,4	2,4	1,43
2050 Welt	1,5	2,5	0,6
2004 OECD	11,5	6,14	1,88
2004 USA	20,6	10,2	2,02
2004 EU-15	9,4	5,29	1,78
Schweiz	5,8	4,74	1,22
2004 Nicht-OECD	2,5	1,38	1,84
2004 China	3,7	1,6	1,84

Tabelle II Spezifischer CO_2-Ausstoss 2004 als Produkt von spezifischem Bruttoinlandverbrauch und CO_2-Intensität der Bruttoenergie.
Für den Klimaschutz notwendige Reduktion bis 2030 und 2050; $\alpha = e \cdot k$
kWa = 8760 kWh = 0,753 toe ~ 1000 l Benzin.

deutlich abzunehmen, vor allem – aber nicht nur – durch die Entwicklung in den Nicht-OECD-Staaten. Somit ist weltweit eine Steigerung des CO_2-Ausstosses pro Kopf zu verzeichnen statt der für den Klimaschutz notwendigen Abnahme. Auch der CO_2-Indikator (Nachhaltigkeitsindikator) hat sich dementsprechend trotz Verbesserung der Energieeffizienz weniger gut entwickelt als notwendig. Dies gilt für die OECD-Staaten ebenso wie für die übrigen. International sollten deshalb vermehrt Anstrengungen unternommen werden, um die CO_2-Intensität zu senken. Tabelle III zeigt deutlich, dass diese Anstrengungen vor allem im Energiesektor (Elektrizitätssektor) in die Wege zu leiten sind.

Bild 2 zeigt die Entwicklung 2005/2004 von zwei der gewichtigsten Länder mit schlechtem CO_2-Indikator (Tabelle III). Beide Länder – USA und China – weisen starke Defizite auf, vor allem beim Verlauf der CO_2-Intensität der Bruttoenergie.

Länder mit CO_2-lastiger Elektrizitätsproduktion

Wichtige Länder dieser Gruppe sind die USA, China und in Europa Deutschland, Grossbritannien und Italien. Ihre Elektrizitätsproduktion ist im Wesentlichen von der Kohle (China) bzw. stark von Kohle und/oder Erdöl abhängig. Eine möglichst rasche Abkehr von Kohle und Erdöl, oder zumindest von ihrer heutigen Verwendungsart, ist unerlässliche Grundvoraussetzung für einen wirksamen Klimaschutz. Die OECD-Länder sollten dies bei entsprechendem politischem Willen aus eigener Kraft erreichen können, die übrigen Länder vermutlich nur mit internationaler Hilfe. Erschwerend kommt dazu, dass sich der Elektrizitätsbedarf bis 2030 weltweit etwa verdoppeln wird.

Die möglichen Massnahmen und Substitutionen sind:

a) Reduktion der Verluste des Energiesektors durch starke Erhöhung der Energienutzungsgrade im Bereich thermischer Kraftwerke (Wärmekraftkopplung, Kombiprozesse).
b) CO_2-Einfang und Sequestrierung bei Kohle- und Erdölkraftwerken; wichtige Einschränkung: Die Technik ist noch nicht reif, vermutlich auch teuer und muss bezüglich Umweltverträglichkeit noch ernsthaft geprüft werden.
c) Einsatz von mit Erdgas betriebenen Kraftwerken: Die CO_2-Emissionen reduzieren sich gegenüber der Kohle auf etwa 55% (gegenüber dem Erdöl auf rund 75%); Einschränkung: Die Erdgasreserven sind weltweit begrenzt.
d) Einsatz von Kernenergie: Die Kraftwerke sind frei von CO_2-Emissionen; Einschränkungen: Die Reserven an Uran sind bei Einsatz von Reaktoren der 3. Generation ebenfalls begrenzt. Der Einsatz von Reaktoren der 4. Generation ist möglich, muss jedoch technisch und politisch gut überlegt werden. Die Kernfusion kommt frühestens für die zweite Hälfte des Jahrhunderts infrage.
e) Nutzung aller Möglichkeiten zur Produktion von Elektrizität aus Wasserkraft; Einschränkung: Das Potenzial ist begrenzt.
f) Einsatz von Windenergie: die Technik ist reif und bei günstigen Windverhältnissen wirtschaftlich; das Potenzial ist sehr gross.
g) Einsatz von Geothermie und Biomasse. Einschränkungen: Geothermische Kraftwerke eignen sich nur für Standorte mit geothermischen Anomalien. Das Potenzial der Biomasse ist begrenzt. Ihre Nutzung stellt ökologische Probleme. Biomasse sollte deshalb – mit Ausnahme der lokalen Wärmekraftkopplung – in erster Linie für den Treibstoff- und Wärmebereich reserviert werden.
h) Einsatz von Solarthermie und Fotovoltaik. Solarthermische Kraftwerke eignen sich nur für Länder mit niedrigem Anteil an diffusem Licht. Die Fotovoltaik ist zurzeit noch durch den hohen Preis behindert, wegen des praktisch unbegrenzten Potenzials muss jedoch ihre Weiterentwicklung zielstrebig gefördert werden, solange notwendig auch durch Einspeisevergütungen.

Die weltweite Verdopplung des Elektrizitätsbedarfs bis 2030 wird sich aus verschiedenen Gründen auch mit einer Steigerung der Effizienz kaum vermeiden lassen. Es ist deshalb fahrlässig, nur darauf zu set-

		η [g CO_2/$]	ε [kWa/10^4 $]	k [t CO_2/kWa]	k_W [t CO_2/kWa(W)]	k_T [t CO_2/kWa(T)]	k_E [t CO_2/kWa(E)]	e [kW/Kopf]
Welt	2004	460	2,5	1,8	1,5	2,3	1,9	2,3
	2030	200	1,4	1,4	1,4	2	1,3	2,4
	2050	60	1	0,6	0,5	1,4	0,2	2,5
OECD	2004	410	2,2	1,9	1,9	2,4	1,6	6,1
	2030	190	1,4	1,4	1,3	2,1	1	6
	2050	50	0,9	0,5	0,5	1,4	0,1	4,5
Nicht-OECD	2004	510	2,8	1,8	1,3	2,3	2,2	1,4
	2030	250	1,4	1,5	1,4	2,2	1,3	1,7
	2050	70	1,1	0,6	0,5	1,4	0,3	2,1
Schweiz	2004	170	1,4	1,2	1,9	2,1	0,1	4,8
	2030	80	0,9	0,9	1,2	2	0	4
	2050	30	0,,6	0,5	0,4	1,4	0	3

Tabelle III Emissionsindikator η (Nachhaltigkeitsindikator), Energieintensität ε, CO_2-Intensität k und deren Aufteilung auf die Bereiche Wärme, Treibstoffe und Energiesektor sowie Verbrauch pro Kopf e.
Eingetragen sind die Werte 2004 und die anzustrebende Werte für 2030 und 2050; $\eta = \varepsilon \cdot k$, $e = \alpha/k$ (1 t CO_2/10 000 $ = 100 g CO_2/$).
k_W: CO_2-Intensität für den Bereich Wärme (ohne Elektrizität); k_T: CO_2-Intensität für den Bereich Treibstoffe; k_E: CO_2-Intensität für den Energiesektor; k: gewogene Mittel der drei Bereichsintensitäten.

zen, so unerlässlich diese Steigerung auch ist. Der Einsatz von Erdgas sowie von Kernkraftwerken der 3. Generation ist zwar notwendig, ermöglicht aber bestenfalls den Erhalt ihrer prozentualen Anteile (2005: Erdgas 20%, Kernenergie 15%) jedoch kaum den Ersatz der Kohle- und Erdölkraftwerke (Anteile 40% bzw. 7%). Dasselbe gilt auch für die Wasserkraft (Anteil 16%). Der Einsatz der restlichen erneuerbaren Energien (Punkte f) bis h) der oben aufgeführten Massnahmen und Substitutionen) ist also unabdingbar und muss sehr stark gesteigert werden (Anteil 2005: 2%). Die Elektrizität aus Windenergie hat sich weltweit von 2004 bis 2006 bereits beinahe verdoppelt.

Erntefaktor und graue Energie

Oft werden diese Aspekte in die CO_2-Bilanz einbezogen, was einige CO_2-freie Energien schlechter aussehen lässt. Im Hinblick auf die mittel- und langfristigen Klimaschutzziele ist dies jedoch aus folgenden Gründen nicht vertretbar:

Erntefaktor

Ein schlechter Erntefaktor hat zwar einen negativen Einfluss auf die Energiebilanz (und somit auf die Wirtschaftlichkeit), aber nicht auf den mittelfristigen Klimaschutz, sofern die zur Herstellung und für den Transport benötigten Energien ebenfalls CO_2-frei sind, was ohnehin das mittel- und langfristige Ziel sein muss.

Graue Energie

Wenn die zur Herstellung von Importprodukten verwendete Energie mehr CO_2-Emissionen verursacht als die für die Produktion exportierter Güter, wird die CO_2-Bilanz eines Landes theoretisch verschlechtert. Es ist jedoch nicht sinnvoll, dies in der Nachhaltigkeitsbilanz zu berücksichtigen. Jedes Land ist letztlich für die zur Produktion seiner Güter verwendete Energie verantwortlich und sollte mit eigenen Anstrengungen oder im Rahmen internationaler Abkommen bzw. mithilfe des Emissionshandels die nötigen Massnahmen für den Klimaschutz treffen.

Länder mit nahezu CO_2-freier Elektrizitätsproduktion

Diese Länder haben den grossen Vorteil, das wichtigste Emissionsproblem bereits gelöst zu haben. Die Schweiz und Schweden mit einem Mix aus Wasserkraft und Kernenergie, Norwegen mit Wasserkraft, Island mit Wasserkraft und Geothermie, Frankreich vorwiegend mit Kernenergie und Lateinamerika vorwiegend mit Wasserkraft. Erste Priorität hat natürlich die Erhaltung der erreichten CO_2-freien Produktion im Elektrizitätsbereich, was nur durch die oben aufgeführten Massnahmen d) bis h) zu erzielen ist. Diese Länder können somit wegbereitend sein für die Entwicklung und Anwendung neuer Techniken zur Einschränkung der Emissionen in den Bereichen Transport und Wärme, die im Folgenden analysiert werden.

Transportbereich

Die Emissionen werden fast ausschliesslich durch den aus Erdöl gewonnenen Treibstoff verursacht, der im Jahre 2004 weltweit für rund 22% der CO_2-Emissionen verantwortlich war, mit steigender Tendenz (OECD 29%, Übrige 15%). Kurzfristig kann durch die Verbesserung der Effizienz (und die damit verbundene Reduktion des CO_2-Ausstosses pro gefahrenem km), durch die Hybridtechnik (mit Elektromotor als Sekundärmotor) und durch teilweise Substitution von Benzin und Diesel mit Biotreibstoffen der Anstieg in Schranken gehalten werden. Mittel- und langfristig ist jedoch der Klimaschutz nur durch einen Paradigmenwechsel möglich. Die Zukunft gehört zwangsläufig der Hybridlösung mit Elektromotor als Primärantrieb und einem Verbrennungsmotor (möglichst und soweit ökologisch vertretbar mit Biotreibstoffen betrieben) als Sekundärmodul zur Verbesserung der Autonomie. Mindestens 75% der Fahrzeuge haben eine Tagesfahrleistung von weniger als 50 km. Die Batterie des Elektromotors kann somit nachts nachgeladen werden, was zumindest einen weitgehend CO_2-freien Stadtverkehr ermöglicht, sofern die Stromproduktion CO_2-frei erfolgt, was in globaler Hinsicht allerdings nicht gegeben ist. Der Antrieb des Elektromotors mit einer Brenn-

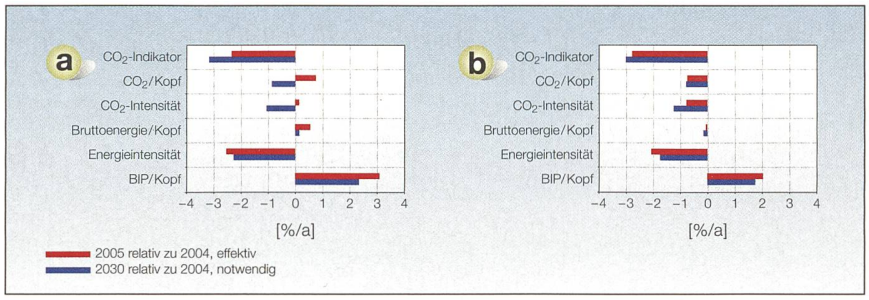
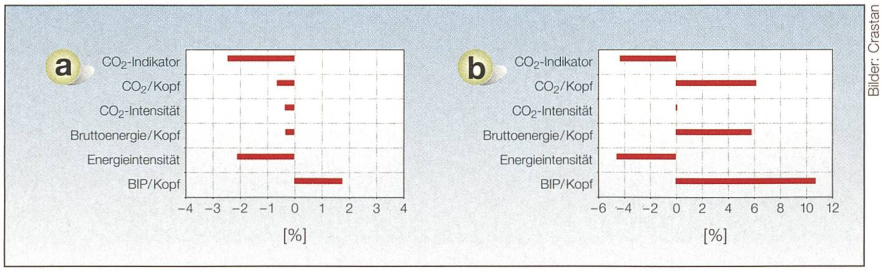


Bild 1 Prozentuale Änderung der Indikatoren: Effektive Änderung 2005/2004 und für einen wirksamen Klimaschutz notwendige Änderung 2030/2004.
Bild 1a: Weltweite Änderung; Bild 1b: Änderung in den OECD-Ländern.



Bilder: Crastan

Bild 2 Prozentuale Änderung der Indikatoren 2005/2004.
Bild 2a: USA; Bild 2b: China.

stoffzelle könnte langfristig ebenfalls einen wichtigen Beitrag leisten; dazu benötigt man aber aus CO_2-freien Energien hergestellten Wasserstoff.

Der Wechsel zwingt sich auch aus rein wirtschaftlichen Überlegungen auf. Der Treibstoff für einen sehr effizienten Mittelklassewagen mit einem Verbrauch von beispielsweise 6 l Benzin pro 100 km (Emissionen etwa 140 g CO_2/km) kostet heute bei einem Preis von 1,75 CHF/l etwa 10,5 CHF/100 km. Der Energieinhalt von 6 l Benzin beträgt 52,6 kWh und ergibt bei einem durchschnittlichen Wirkungsgrad von 20% eine mechanische Nutzenergie von 10,5 kWh/100 km. Der Preis der mechanischen Nutzenergie ist deshalb schon heute 1 CHF/kWh und hat steigende Tendenz. Mit dem Elektromotor lässt sich samt Batterie und Leistungselektronik ein durchschnittlicher Wirkungsgrad von mindestens 65% erreichen, was für dieselbe mechanische Antriebsenergie zu einem Elektrizitätsverbrauch von höchstens 16 kWh/100 km führt. Um mit dem Verbrennungsmotor bezüglich Energiekosten gleichzuziehen, darf also die elektrische Energie ab Steckdose für das Aufladen der Batterie 65 Rp/kWh kosten. Der analoge Vergleich mit Dieseltreibstoff führt zu rund 55 Rp/kWh. Demzufolge ist schon heute der «Treibstoff» Elektrizität ab Netz deutlich billiger als Benzin oder Diesel, und der Zeitpunkt ist nicht mehr fern, dass selbst in Kleinanlagen fotovoltaisch erzeugte Elektrizität günstiger sein wird. Selbst wenn man einen Antriebsleistungszuschlag für das grössere Gewicht des Elektroautos (Batterie) berücksichtigt, ist ein deutlicher Vorteil bei den Energiekosten zu verzeichnen.

Wärmebereich

Die Wärmeanwendungen (ohne Elektrizität) verursachten 2004 weltweit 33% der CO_2-Emissionen. Dies gilt nahezu in gleichem Masse für die OECD-Länder (31%) und für den Rest der Welt (35%).

Komfortwärme

Eine möglichst emissionsfreie Komfortwärme sollte bei entsprechender Förderung keinen besonderen Schwierigkeiten begegnen. Dazu eignen sich: Solararchitektur und gute Isolation (z.B. Minergie-Standard), Solarkollektoren, Biomasse (Holz), nicht zuletzt Fernwärme (Wärmekraftkopplung) und – zur Nutzung von Umgebungswärme und Geothermie – vor allem die Wärmepumpe. Für Letztere gilt die Einschränkung, dass möglichst CO_2-freie Elektrizität dazu verwendet werden sollte (in der Schweiz und Frankreich sind die Bedingungen dazu ideal), was der Bedeutung einer CO_2-armen und ausreichenden Elektrizitätsproduktion eine weitere Dimension hinzufügt. Mit einer modernen Wärmepumpe werden 25% bis 30% der Heizenergie von der Elektrizität geliefert.

Prozesswärme

Bei der Prozesswärme sollte der Anteil an Brennstoffen zugunsten der (möglichst CO_2-freien) Elektrizität verringert und im industriellen Bereich auch durch effizientere Verfahren und Einsatz von Biomasse und Abfälle möglichst emissionsfrei gemacht werden.

Schlussbemerkungen

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass zur Erreichung der Klimaziele neben der Verbesserung der energiewirtschaftlichen Effizienz (Energieintensität) in allen Verbrauchssektoren weltweit folgende Prioritäten für die Verminderung der CO_2-Intensität gesetzt werden sollten:

- Energiesektor (Elektrizitätsproduktion, Massnahmen Punkte a) bis h) der weiter oben aufgeführten Massnahmen und Sub-

Résumé

Changement climatique – mesures politiques nécessaires

Position clef de la production d'électricité pour la diminution des émissions de CO_2. La protection du climat exige que l'on limite le réchauffement moyen de la planète à env. 2 °C. Pour cela, les émissions de CO_2 doivent être stabilisées jusqu'à 2030 et réduites à la moitié jusqu'à 2050. Pour la plupart des pays, la mesure la plus importante à prendre est la réduction des émissions de CO_2 du secteur énergétique, qui représentent 45% des émissions globales (OCDE 40%, autres 50%) et concernent en premier lieu la production d'électricité. Font exception quelques états européens (la France, la Norvège, l'Islande, la Suède et la Suisse) ainsi que la plupart des pays d'Amérique Centrale et d'Amérique du Sud qui ont une économie électrique presque exempte de CO_2. Leurs émissions de CO_2 étaient, déjà en 2004, autour ou inférieures à 250 g de CO_2/$. En maintenant cet avantage, ces pays peuvent focaliser leurs efforts sur le renouvellement technologique des domaines de la chaleur et de la mobilité.

(La version française de cet article a été publiée dans le Bulletin SEV/AES n° 7/2008.)

stitutionen; in der Schweiz ist die Nullintensität praktisch schon erreicht und muss nur erhalten bleiben (Kernenergie, Wasserkraft, Fotovoltaik, Windenergie, Wärmekraftkopplung mit Biomasse).

- Wärmesektor (fossile Brennstoffe): ersetzen durch Biomasse, Abfälle, Solarkollektoren; eine starke Förderung der Wärmepumpe ist bei niedrigen CO_2-Emissionen der Elektrizitätsproduktion möglich und wünschenswert.
- Treibstoffe für Bodenfahrzeuge: Biotreibstoffe (bei ökologisch sinnvoller Herstellung); Elektromotor als Primärantrieb ist bei nahezu CO_2-freier und ausreichender Elektrizitätsproduktion ebenfalls möglich und wirtschaftlich.

Referenzen

[1] V. Crastan: Klimawandel, eine Analyse der weltweiten Energiewirtschaft. Bulletin SEV/VSE Nr. 19/2007.

[2] International Energy Agency (IEA): Key World Energy Statistics 2006 und 2007.

[3] International Energy Agency (IEA): World Energy Outlook 2006.

Angaben zum Autor

Dr. Ing. *Valentin Crastan* war von 1972 bis 1997 Professor für Energietechnik und Energiewirtschaft an der Berner Fachhochschule (HTI Biel, heute BFH). Zwischen 1972 und 1997 leitete er den Bereich Energietechnik und das entsprechende Labor. Von 1983 bis 1992 war er Vorsteher (Dekan) der Abteilung Elektrotechnik. Vor seiner Tätigkeit an der HTI Biel arbeitete er von 1958 bis 1963 bei Brown Boveri (heute ABB) in der Entwicklung von Kontrollgeräten für Energiesysteme und als Leiter des Analogrechenzentrums und von 1963 bis 1972 bei Suisselectra, wo er als Leiter der Gruppe Energie-Studien Projekte im Bereich thermischer, hydraulischer und nuklearer Kraftwerke leitete. Valentin Crastan ist Autor verschiedener Sachbücher zum Thema elektrische Energieversorgung.

www.crastan.ch, valentin.crastan@bluewin.ch

[1] OECD: Organisation for Economic Co-operation and Development (Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung).

[2] 1 t CO_2/10 000 $ entspricht 100 g CO_2/$.

[3] Das gewogene Mittel ist das Mittel oder der Durchschnitt von Grössen, denen mit Rücksicht auf ihre relative Bedeutung eine Reihe von Gewichten zugeordnet worden ist (Summe der Gewichte = 1). Das arithmetische Mittel ist ein Spezialfall des gewogenen Mittels.

[4] BIP: Bruttoinlandprodukt.

[5] IEA: Internationale Energieagentur (International Energy Agency).

La certitude d'une solution EDM simple

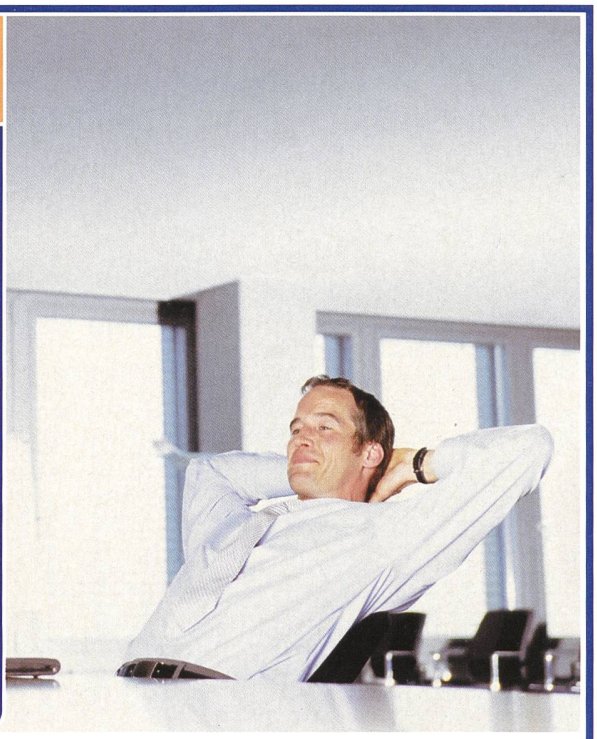
Afin de répondre à la LApEl, Groupe E vous propose une solution «clé en main» pour la gestion des données énergies (EDM).

- Compatible avec la plupart des marques de compteurs et des logiciels de facturation existants
- Permettant l'envoi automatique des données aux acteurs du marché en toute sécurité et selon les nouveaux standards requis
- Sur une plate-forme informatique déjà éprouvée par plusieurs clients et alimentée par des milliers de compteurs
- Modulable tout en tenant compte de vos besoins
- Avec une haute disponibilité et la garantie de confidentialité pour vos données d'énergie

Groupe E SA
Bd de Pérolles 25
CH-1701 Fribourg
T +41 26 352 52 28
F +41 26 352 52 99

info@groupe-e.ch
groupe-e.ch

En collaboration avec:
FMB BKW ENergie SA
FMB

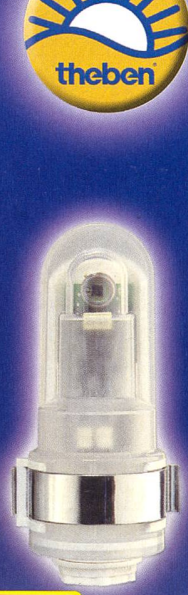


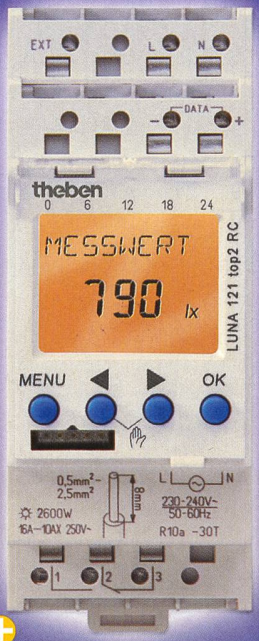
groupe e

LUNA digital. Einfach genial.

Perfect Light Control

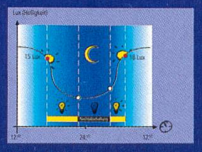
theben





Mit Steckklemmen bis zu 40 % Zeit gespart

Programm mit der Speicherkarte kopieren oder am PC programmieren



Nachtabschaltung mit Wochen- und Feiertagsprogramm

Hohe Lebensdauer dank Nulldurchgangsschaltung

ELEKTRO MARKEN STARKE PARTNER

ELEKTRO+

Aufs Lux genau

Klartext im Display. So programmieren Sie die LUNA 121 top2 selbst im dunkelsten Keller ruck zuck. Das beleuchtete Display „Redet Klartext". Leicht verständlich durch die Schritt für Schritt Führung. **Einfacher und bequemer** – dank Voreinstellungen, einfach mit OK bestätigt und schon sind exakt die 15 Lux für die Wegebeleuchtung eingegeben. Jetzt passt die Einstellung ohne Nachstellen bei Dunkelheit. **Sicherheit gewonnen** – ob Straße, Wege oder Schaufenster – alles wird automatisch, zuverlässig beleuchtet. **Energie gespart** – durch bedarfsoptimierte Nachtabschaltung mit zusätzlichem Ferien- und Feiertagsprogramm. **Montage erleichtert,** denn bis zu 40 % Montagezeit sparen die DuoFix Steckklemmen.
Neugierig auf die neue LUNA top2-Serie?

Mehr Informationen auf **www.theben-hts.ch**

thebenHTS®

Theben HTS AG
Im Langhag 11; CH-8307 Effretikon
Tel : +41 (0) 52 355 17 00
Fax: +41 (0) 52 355 17 01
info@theben-hts.ch, www.theben-hts.ch