

**Zeitschrift:** Bulletin Electrosuisse  
**Herausgeber:** Electrosuisse, Verband für Elektro-, Energie- und Informationstechnik  
**Band:** 95 (2004)  
**Heft:** 8

**Artikel:** Gibt es die CO<sub>2</sub>-freie fossile Stromproduktion  
**Autor:** Kehlhofer, Rolf / Bachmann, Rolf  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-857928>

### **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:** 18.03.2025

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

# Gibt es die CO<sub>2</sub>-freie fossile Stromproduktion?

## Ein Gedankenanstoss zu einer möglichen Weiterentwicklung in der schweizerischen Stromproduktion

Trotz schwacher Konjunktur steigt der Bedarf an elektrischer Energie in der Schweiz. Die kommende Erholung der Wirtschaft wird eine Steigerung der Nachfrage mit sich bringen (Bild 1). Aus volkswirtschaftlicher Sicht ist es unabdingbar, dass diese wertvolle Energieform in ausreichender Menge, zu günstigen Preisen und unter umweltschonenden Bedingungen produziert wird. Im nachfolgenden Artikel wird ein möglicher Weg aufgezeigt, wie diese Aufgabe gelöst werden kann. Dabei wird insbesondere darauf geachtet, dass die CO<sub>2</sub>-Emissionen nicht zunehmen sollten. Die beschriebene Lösung würde es der Schweiz auch erlauben, ihre Position als Stromdrehzscheibe Europas zu stärken

■ Rolf Kehlhofer und Rolf Bachmann

### Umfeld der Stromerzeugung

Die umweltfreundliche Wasserkraft wurde bis Anfang der siebziger Jahre

stark ausgebaut. Dies führte dazu, dass die Produktion der Wasserkraft bis Mitte der siebziger Jahre den einheimischen Bedarf an elektrischer Energie abzudecken vermochte. Etwa zur Hälfte wird diese elektrische Energie in der wertvollsten Form produziert, nämlich als Spitzen-

energie bzw. Regelenergie, welche bedarfsgerecht erzeugt werden kann. Die andere Hälfte wird als Bandenergie ins Netz eingespeist.

Im Weiteren konnten keine grösseren Ausbauprojekte mehr realisiert werden, wie das Greina-Projekt oder der geplante Ausbau im Madris.

Kleinere Wasserkraftwerke wurden weiterhin verschiedentlich realisiert. Diese Kraftwerke produzieren dezentral in der Nähe der Verbraucher und dürfen deshalb teurer produzieren, da die Energieübertragungskosten wesentlich tiefer liegen. Diese Produktion fällt als Bandenergie mit Schwerpunkt im Sommerhalbjahr an. Sie kann somit zur Entlastung der angespannten Situation im Winterhalbjahr, in dem im Allgemeinen die Nachfrage grösser wird und die Produktion sinkt, nur wenig beitragen (Bild 2 und 3).

Mit den Abstimmungen vom 18. Mai 2003 ist die mittelbare Zukunft der bestehenden schweizerischen Kernkraftwerke gesichert. Die Kernenergie liefert einen wesentlichen Teil der schweizerischen Bandenergie. Ein weiterer Ausbau der Kernenergie ist aus wirtschaftlichen Gründen, wegen der langen Realisierungszeit und auch aus Sicht der mangelnden Akzeptanz in den nächsten Jahren kaum denkbar. (Die Produktion wird auch mit der Problematik der Endlagerung verknüpft. Schon Sondierbohrungen stossen auf Widerstand. Das Zwischenlager in Würenlingen ist in Betrieb, der Weg zu einem Endlager dürfte aber noch mit vielen Hindernissen behaftet bleiben.)

Bei Photovoltaik und Windenergie lässt der Durchbruch in der Schweiz auf sich warten. Ohne Subventionen oder andere Formen der Unterstützung können sie in absehbarer Zeit keinen bedeutenden Beitrag zur Produktion elektrischer Energie leisten. Diese fällt weder bedarfsgerecht noch als Bandenergie an. Sie wird durch die Verfügbarkeit von Wind und Sonne bestimmt. Diese Produktionsarten benötigen deshalb selbst Spitzenenergie (Regelenergie), um ihre Produktion mit dem Bedarf des elektrischen Netzes abzugleichen.

In der Pilotphase befindet sich derzeit das «Deep Heat Mining» mit einem Projekt in Basel. Dabei wird Erdwärme zur Strom- und Wärmeproduktion genutzt.

fachbeiträge

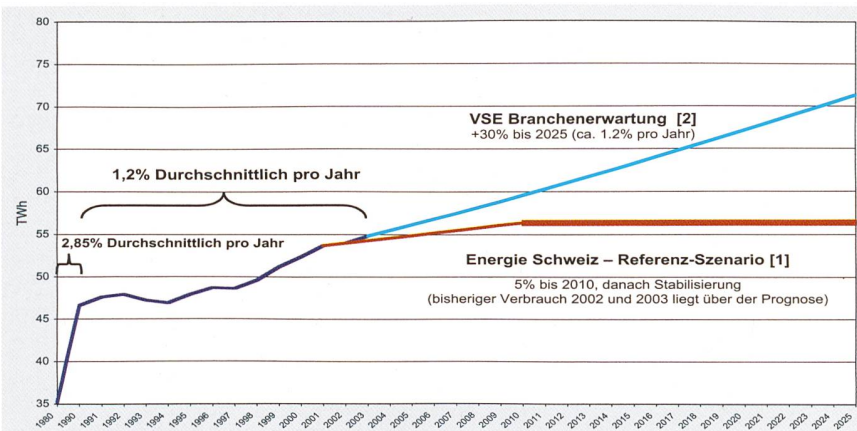


Bild 1 Entwicklung Verbrauch elektrischer Energie in der Schweiz (Quelle: BFE und VSE).

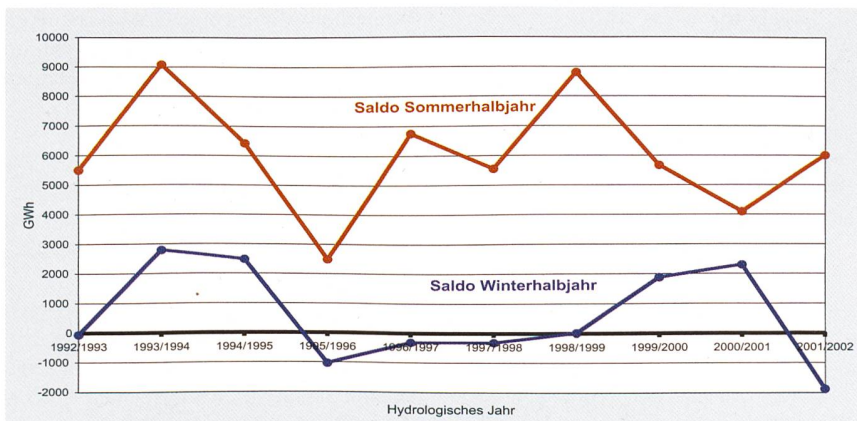


Bild 2 Export-/Import-Saldo der Schweiz (Quelle: BFE).



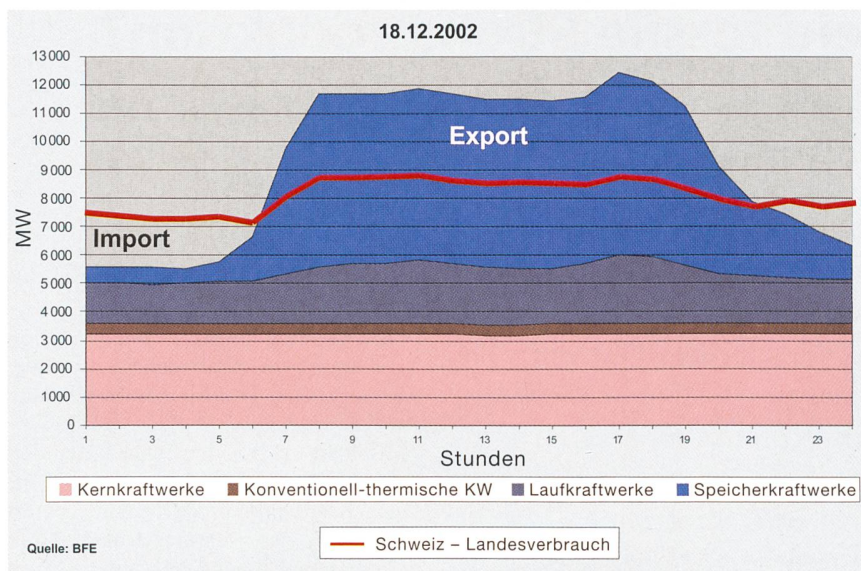


Bild 3 Typischer Verlauf der Produktion und des Verbrauchs im Winterhalbjahr.

fachbeiträge

Aufschlüsse über Potenzial und Wirtschaftlichkeit dieser Technologie sollten in wenigen Jahren vorhanden sein. Diese Produktionsart liefert im Winter Bandenergie mit zusätzlicher Wärmeproduktion.

Fossile Energieträger, speziell Erdgas und Heizöl, werden in der Schweiz neben dem Strassenverkehr oft zu Heizzwecken eingesetzt. Wärmekraftanlagen und Blockheizkraftwerke (BHKW) produzieren neben thermischer Energie auch Strom für das Netz. Diese Anlagen sind im Normalfall auf die Bedürfnisse des Abnehmers der thermischen Energie ausgerichtet. Die elektrische Energie fällt als Nebenprodukt an. Für das Netz bedeutet dies Bandenergie oder sogar Bereitstellung von Spitzenenergie bei wärmege-

führten Anlagen. Ein Vorteil dieser Anlagen besteht darin, dass mit sinkender Temperatur mehr elektrische Energie erzeugt wird.

**Fazit**

Die elektrische Produktion hat sich in den letzten Jahrzehnten von einem hohen Anteil an Spitzenenergie hin zu einem höheren Anteil an Bandenergie verlagert, oder sogar zu Anlagen, welche Spitzenenergie konsumieren.

Um mit dem laufenden Verbrauchszuwachs Schritt halten zu können, ist jedes Jahr gegen 1 Mrd. kWh mehr an elektrischer Energie bereitzustellen. Dies entspricht einem Zuwachs von rund 200 MW Kraftwerksleistung im Mittellastbereich, Jahr für Jahr.

**Die Rolle der Schweiz im europäischen Verbund**

Die Karte (Bild 4) zeigt die Anbindung der Schweiz an Europa. Mit den Nachbarn Deutschland, Italien und Frankreich werden grosse Energiemengen ausgetauscht.

Der grösste Export findet im Sommerhalbjahr statt, da dank guter Wasserführung der Flüsse die Produktion den Bedarf übersteigt. Mit dem Verkauf dieser Überschüsse kann ein Deckungsbeitrag an die schweizerischen Infrastrukturkosten geleistet werden.

Im Winterhalbjahr ist die Bilanz ziemlich ausgeglichen. Die Speicherkraftwerke erlauben den Export von Spitzenenergie während der Tageszeiten zu höheren Preisen. Zu Nachtzeiten erfolgen die Importe zu tieferen Kosten.

**Fazit**

Die Struktur der schweizerischen Produktion, mit einem hohen Anteil an regelbarer Spitzenenergie, erlaubt es, eine «Stromveredelung» zu betreiben, und zwar auf der Basis einer umweltfreundlichen Produktion. Diese Position schwächt sich aber laufend ab, durch den Verbrauchszuwachs und den sinkenden Anteil der regelbaren Spitzenenergie in der Produktion.

**Anforderungen an zukünftige Produktionseinheiten**

Neue Produktionseinheiten sollten auf drei Säulen beruhen: Die Ökonomie, die Ökologie und die Akzeptanz eines Projektes in der Bevölkerung. Diese drei Elemente sind alle zu erfüllen; es kann kein Entweder-oder geben.

**Ökonomie**

Die neuen Produktionseinheiten wären auf den Spitzenlast- und Mittellastbetrieb auszurichten, mit Schwerpunkt auf dem Winterhalbjahr, da eine Grundlasteinheit bei den bestehenden Überschüssen im Sommer die Produktion zu schlechten Preisen herabsetzen müsste.

Das Ziel, konkurrenzfähige Stromentstehungskosten zu erhalten, führt zur Anforderung tiefer spezifischer Installationskosten, die bei einem Betrieb von 3000 bis 5000 Vollaststunden pro Jahr amortisiert werden können.

Da der schweizerische Elektrizitätsverbrauch mit sinkender Umgebungstemperatur steigt, hätte eine Anlage mit entsprechender Leistungszunahme Vorteile. Gleichzeitig würde dies die spezifischen Installationskosten senken.

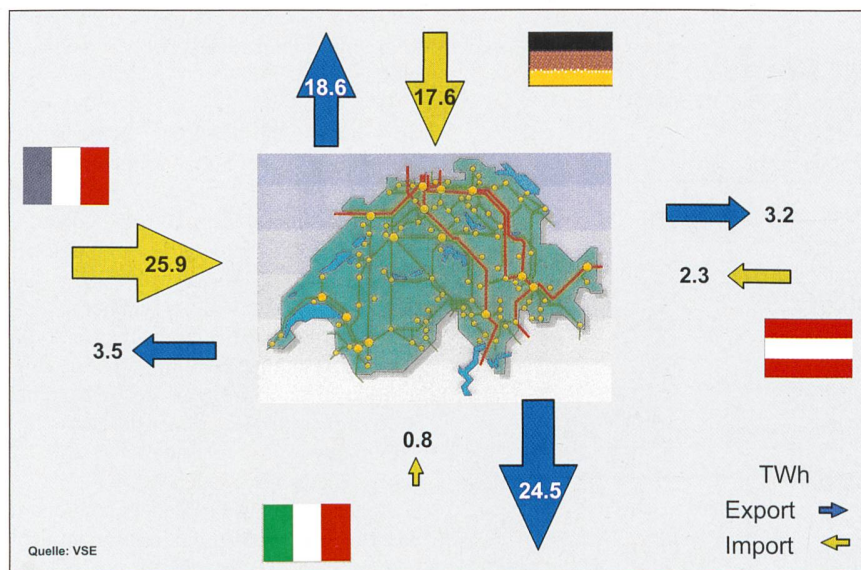


Bild 4 Überblick der Transmissionsleitungen und des Energieaustausches in der Schweiz.



Auf der Preisseite muss die Produktionseinheit in der Lage sein, die Zeiten hoher Strompreise abdecken zu können. Dies ist tendenziell im Winter der Fall und während der Wochentage in der restlichen Zeit des Jahres. Der Sommer 2003 zeigt aber auch, dass Hochpreiszeiten in Zukunft nicht den traditionellen Erfahrungen vergangener Zeiten entsprechen müssen.

Die neue Produktionseinheit muss somit sehr flexibel im Betrieb sein, bei guten Preisen produzieren können und die übrige Zeit abgestellt sein. Mit anderen Worten: Das Kraftwerk muss bedarfsgerecht produzieren können, ähnlich wie ein Speicherwasserkraftwerk.

### Ökologie

Mit der Häufung klimatischer «Jahrhundertereignisse» innerhalb weniger Jahre müssen die ökologischen Bedürfnisse den ökonomischen gleichgestellt werden. Daraus resultieren Anforderungen wie

- minimaler Einfluss auf unser Klima,
- geringer landschaftlicher Eingriff,
- tiefste Emissionen aller Art (Schadstoffe, Lärm, Abwärme usw.),
- keine umweltbelastenden Abfälle für kommende Generationen,
- kurze Transportwege zum Verbraucher, usw.

Eine Einheit, die Spitzenenergie umweltfreundlich produziert, führt dann auch dazu, dass das Netz mehr Kapazität für alternative Energien zur Verfügung stellen würde; für Energien, welche wenig prognostizierbar produzieren (da abhängig von der Verfügbarkeit von Wind oder Sonne, und somit losgelöst vom Bedarf des Netzes).

### Akzeptanz

Die meisten Leute möchten jederzeit zuverlässig die gewünschte Menge an Elektrizität beziehen können, doch ein Kraftwerk wollen die wenigsten direkt vor der Haustüre stehen haben. In diesem Spannungsfeld gilt es, Akzeptanz für ein Projekt zu finden.

Stimmen die ökologischen und ökonomischen Bedingungen eines Projektes, so sind wesentliche Argumente geschaffen, mit denen eine Akzeptanz erzielt werden kann. Einen diesbezüglich positiven Einfluss haben auch weitere Kriterien, wie krisensichere Arbeitsplätze, langjährige gute Steuereinnahmen usw.



Bild 5 Kombiniertes Gas- und Dampfkraftwerk PGN Altbach in Deutschland.

### Mögliche Lösung

Die Lösung zu den genannten Anforderungen liegt nicht direkt auf der Hand. In der freien Marktwirtschaft und in Zeiten des Klimawandels kann aber durchaus eine systemübergreifende Lösung gewählt werden.

Eine gasgefeuerte Kombianlage (Bild 5) erfüllt bereits einige der genannten Anforderungen, aber noch nicht alle. Die Ökonomie ist gut erfüllt, wie dies ja auch durch den hohen Marktanteil dieser Technologie weltweit unterstrichen wird [3]. Die sehr hohen Anforderungen an die Ökologie sind aber erst teilweise erfüllt. Mit dem Verbrennen von Gas entsteht  $\text{CO}_2$ , welches zur Erderwärmung beiträgt.

Wenn es gelingt, diese Emissionen zu eliminieren, so wäre der Weg frei für eine ökonomische und ökologische Lösung.

In der Schweiz werden 11 Mio. Tonnen  $\text{CO}_2$  pro Jahr in den Haushalten freigesetzt [4]. Heizöl wird aufgrund des günstigen Preises weit verbreitet zu Heizzwecken eingesetzt. Damit besteht ein grosses Potenzial an  $\text{CO}_2$ -Reduktionsmöglichkeiten.

Die Idee besteht nun darin, über eine «indirekte elektrische Wärmekraftkopplung» mit einer Kombianlage  $\text{CO}_2$ -produzierende ölgefeuerte Heizungen zu ersetzen. Eine Kombianlage produziert in sich bereits Strom auf eine umweltfreundliche Art und Weise. Ein Teil dieses Stromes kann nun eingesetzt werden, um mit elektrisch betriebenen Wärmepumpen die Häuser zu heizen. Das einge-

sparte  $\text{CO}_2$  der durch die Wärmepumpe ersetzten ölgefeuerten Heizungen, sowie weitere Emissionsreduktionen, können dem Kraftwerk gutgeschrieben werden.

Eine Kombianlage kann die üblichen standortspezifischen Anforderungen für Kraftwerke in der Schweiz leicht erfüllen. Standorte im Mittelland und der Betrieb bei Umgebungsbedingungen welche im Winterhalbjahr vorherrschen, erlauben es, mit modernster Technologie fast 60% des eingesetzten Erdgases netto in Strom umzuwandeln. Die ganze produzierte elektrische Energie wird ins Netz eingespeist und zu den Verbrauchern transportiert. Ein Teil dieser elektrischen Energie wird dazu verwendet, in Wärmepumpen beim Verbraucher Strom in Wärme umzuwandeln. Dabei wird gezielt der Ersatz von ölgefeuerten Heizungen gesucht, respektive bei Neubauten werden Wärmepumpen als Alternative zur ölgefeuerten Heizung eingesetzt.

Berechnungen der ECG zeigen, dass 36% der Produktion der Kombianlage für diesen Zweck eingesetzt werden müssten, um die  $\text{CO}_2$ -Emissionen des Kraftwerkes zu kompensieren. Dabei werden auch die Übertragungsverluste zum Verbraucher berücksichtigt. Die restlichen 64% der Produktion stehen dann quasi als « $\text{CO}_2$ -freier Strom» frei zur Verfügung.

In Bild 6 wird der Fall betrachtet, bei dem 1 kWh Heizwärme zur Verfügung gestellt werden soll. Eine ölgefeuerte Heizung produziert dabei etwa 0,32 kg  $\text{CO}_2$ . Liefert eine Kombianlage mit der indirekten elektrischen Wärmekraftkopplung 1 kWh Wärme, so kann sie bei



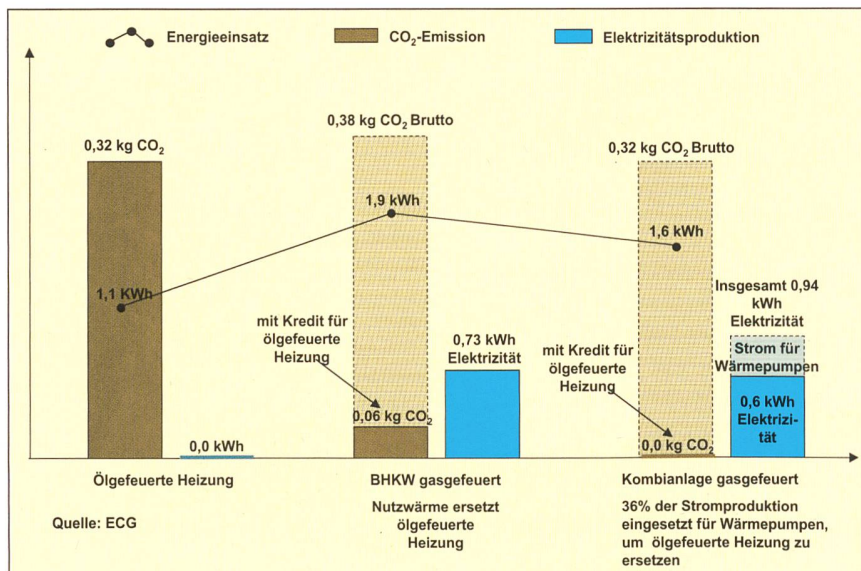


Bild 6 Vergleich verschiedener Technologien zur Bereitstellung von 1 kWh Nutzwärme.

gleicher CO<sub>2</sub>-Emissionsmenge 1,6 kWh Gas einsetzen und produziert damit neben 1 kWh Wärme noch zusätzlich 0,6 kWh Strom. Dies entspricht einer Ausnutzung des Erdgases von 100%. Die effektive Stromproduktion ist insgesamt sogar 0,94 kWh (0,34 kWh für elektrische Wärmepumpen plus 0,60 kWh als «freie» elektrische Energie).

Die Hauptgründe dafür sind der gute Wirkungsgrad der Kombianlagen und der Einsatz von Erdgas statt Öl.

Das gasgefeuerte Blockheizkraftwerk erreicht mit dem aktuellen Stand der Technik ähnlich gute Werte (bei bereits installierten Anlagen liegen diese tiefer). Wird bei dieser Technologie die Wärme als Ersatz für ölgefeuerte Heizungen eingesetzt, so bleibt zwar etwas mehr Stromproduktion übrig wie bei einer Kombianlage, aber es muss mehr Brennstoff ein-

gesetzt werden. Damit müsste ein Teil des Stromes zur CO<sub>2</sub>-Neutralisierung verwendet werden. Die Resultate sind praktisch gleich derer einer Kombianlage, nur sind bezüglich betrieblicher Flexibilität klare Nachteile erkennbar (starre Aufteilung zwischen Wärme und Strom usw.).

In Bild 7 werden Grösse und Wertigkeit der elektrischen Produktion verglichen. Vom Blockheizkraftwerk fallen 0,73 kWh elektrische Produktion an (bei der Bereitstellung von 1 kWh Nutzwärme). Das Blockheizkraftwerk läuft wärmegeführt entsprechend der starren Kopplung von Wärme und Kraft. Die elektrische Produktion fällt unabhängig vom Bedarf des elektrischen Netzes an.

Bei der Kombianlage steht mehr als der Saldo von 0,6 kWh für die elektrische Produktion zur Verfügung. Wegen der

Entkopplung von Produktion und Wärmeverbrauch kann sogar die gesamte elektrische Produktion als Spitzenenergie eingesetzt werden. Eine solche Anlage kann flexibel und bedarfsgerecht produzieren. Dies würde auch zu einer Stärkung der schweizerischen Produktion von Spitzenenergie führen.

## Ökonomie

Die spezifischen Investitionskosten einer 400-MW-Kombianlage belaufen sich auf etwa 700 Fr./kW. Bei einem Einsatz im Mittellastbereich resultieren Stromgestehungskosten von 6 bis 7 Rp/kWh. Dieser Preis ist konkurrenzfähig. Die indirekte elektrische Kopplung mit den Wärmepumpen erlaubt es, den Einsatz des Kraftwerkes ganz auf die Bedürfnisse der elektrischen Verbraucher und der Netzanforderungen auszurichten. Die verfügbare Leistung einer Kombianlage steigt zudem mit sinkender Umgebungstemperatur und folgt damit dem Strombedarf im Netz.

Ein Blockheizkraftwerk produziert im Vergleich zur Kombianlage etwa doppelt so teuren Strom [5]. Dies erklärt sich damit, dass durch die Grösse der Kombianlage die spezifischen Investitionskosten tief liegen, die hohen Kosten für die Erstellung des Wärmenetzes entfallen und ausserdem durch den Grossbezug tiefere Preise für das Gas (ein wesentlicher Kostenfaktor) ausgehandelt werden können.

Im Blockheizkraftwerk ist die Produktion der elektrischen Energie starr an die Wärmeproduktion gekoppelt und kann im Normalfall wenig auf die Bedürfnisse des elektrischen Netzes eingehen. Ein «Notbetrieb» bei hohen Strompreisen im Netz, wie im Sommer 2003, ist nicht sinnvoll (schlechter elektrischer Wirkungsgrad). Mit einer Kombianlage liesse sich hingegen bei derartigen Bedingungen ein wertvoller Deckungsbeitrag erzielen.

Die günstigen Kosten übertragen sich auch auf die Gestehungskosten der Wärme bei den Verbrauchern. Die variablen Kosten der Wärme beim Verbraucher lägen bei rund 2,5 Rp./kWh. Dieser Wert ist konkurrenzfähig im Vergleich zu den variablen Kosten des Heizöls.

Die Verteilung der elektrischen Energie für die Wärmepumpen lässt nur geringe Kosten erwarten. Die Kombianlage ist nicht standortgebunden und kann somit in der Nähe der Verbraucher aufgestellt werden. Wesentliche zusätzliche Installationskosten sind nicht zu erwarten, da beim Endverbraucher andere Elektrogeräte die Leistungsspitzen definieren (die Anschlussleistung einer optimierten Wärmepumpe für ein Einfamilienhaus

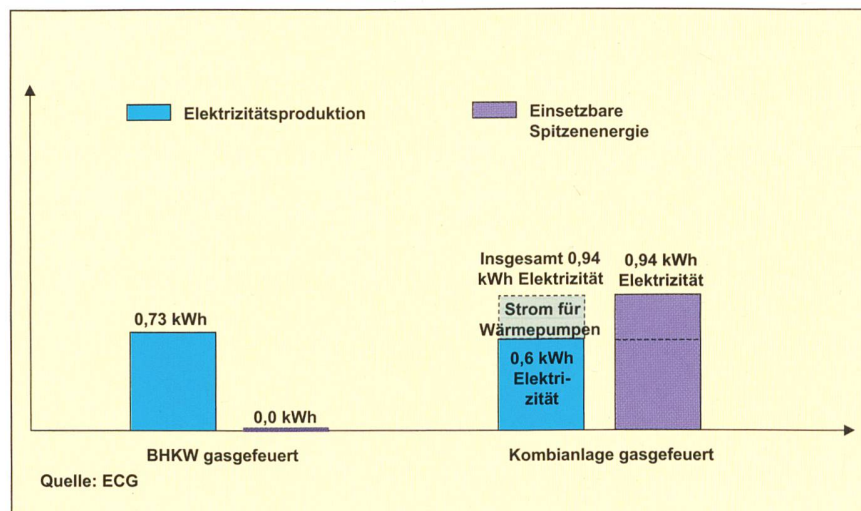


Bild 7 Elektrizitätsproduktion.



bewegt sich in der Grössenordnung eines Geschirrspülers, ausserdem liessen sich Spitzen mit Rundsteuergeräten brechen).

### Ökologie

Eine Kombianlage setzt das umweltfreundliche Erdgas ein. Durch den genannten Einsatz eines Teiles der produzierten elektrischen Energie in Wärmepumpen ist die CO<sub>2</sub>-Bilanz neutral. Man könnte auch mehr als 36% der elektrischen Produktion für die Wärmepumpen einsetzen, womit per Saldo eine CO<sub>2</sub>-Reduktion erreicht werden könnte.

Zusätzlich würden weitere Emissionen der ersetzten Ölfeuerungen entfallen. Russ, Stickoxide, Kohlenmonoxide und andere Schadstoffe werden in der stationären Verbrennung der Gasturbine einer Kombianlage auf deutlich tieferen Werten gehalten, zum Teil entfallen sie fast ganz. Damit resultiert per Saldo eine Reduktion der Schadstoffe.

Werden nun zum Beispiel rund 5% des jedes Jahr von den Schweizerischen Haushalten emittierten CO<sub>2</sub> durch die indirekte elektrische Wärmekraftkopplung eingespart, kann eine 400-MW-Kombianlage im Mittellastbereich faktisch CO<sub>2</sub>-frei betrieben werden.

Um die Endverbraucher zum Wechsel von den ölgefeuerten Heizungen auf die Wärmepumpen zu bewegen, gibt es folgende Möglichkeiten:

- Die günstigen variablen Kosten der Stromproduktion werden an den Endverbraucher weitergegeben
- Eine CO<sub>2</sub>-Steuer auf den Heizölverbrauch wird eingeführt (die Schweiz hatte z.B. 2001 die drittiefsten Heizölpreise im OECD-Raum, 27% unter dem OECD-Durchschnitt [6])
- CO<sub>2</sub>-Zertifikate werden ausgestellt und zum Handel freigegeben.

Wegen des hohen Wirkungsgrades der Anlage wird verhältnismässig wenig Kühlwasser benötigt. Bei Bedarf kann zusätzlich Wärme direkt ab der Anlage in ein lokales Fernwärmenetz eingespeist werden, was zu einer weiteren Verbesserung der Energienutzung führen würde.

### Akzeptanz

Das Erscheinungsbild einer Kombianlage kann den Gegebenheiten des Standortes angepasst werden. Weltweite Beispiele zeigen, dass eine Kombianlage als

«guter Nachbar» wahrgenommen wird und gut in eine Industriegegend integriert werden kann.

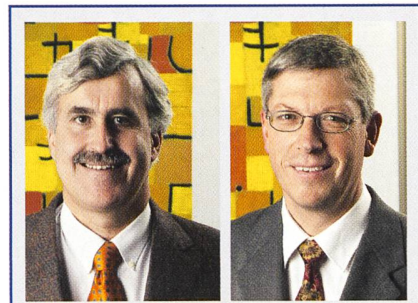
Die Produktion von elektrischer Energie mit einer Kombianlage kann auch eine sinnvolle Ergänzung zu der variablen Wasserführung der schweizerischen Flüsse sein, indem damit die Schwankungen der Wasserkraftproduktion ausgeglichen werden können.

### Schlusswort

Der Bau umweltfreundlicher Kombikraftwerke mit indirekter elektrischer Wärmekraftkopplung würde die Stellung der Schweiz als Stromdrehscheibe Europas stärken. Der Bau von 2 bis 4 Kombianlagen zu 400 MW mit indirekter elektrischer Wärmekraftkopplung wäre eine gute Ergänzung zum bestehenden Kraftwerkspark und ist ökonomisch und ökologisch sinnvoll. Es wäre ein Schritt in die richtige Richtung und würde auch den Vorstellungen der Schweizer Regierung entsprechen [7].

Die Gesteungskosten von elektrischer Energie und Wärme sind beim Einsatz vorgängig beschriebener Lösung tiefer im Vergleich zum Konzept eines konventionellen Blockheizkraftwerkes, bei zusätzlich wesentlich höherer betrieblicher Flexibilität.

Durch diese Investitionen könnten Wirtschaftsimpulse ausgelöst werden.



#### Adresse der Autoren

Rolf Kehlhofer, Inhaber und Geschäftsführer der ECG (links oben)

Rolf Bachmann, Partner der ECG  
The Energy Consulting Group AG  
Weinbergstrasse 1  
8001 Zürich

E-Mail: rolf.bachmann@the-ecgroup.com  
www.the-ecgroup.com

### Referenzen

- [1] Bulletin SEV/VSE 8/2003.
- [2] Umfrage anlässlich eines VSE-Symposiums, Oktober 2003 in Luzern
- [3] Combined Cycle Gas & Steam Turbine Power Plants. 2<sup>nd</sup> edition. Rolf H. Kehlhofer, Judy Warner, Henrik Nielsen and Rolf Bachmann.
- [4] Quelle BUWAL.
- [5] www.energie-schweiz.ch: Förderstrategie WKK Energie Schweiz.
- [6] International Energy Agency, Energy Policies of IEA Countries: Switzerland 2003.
- [7] Die Lösung des schweizerischen Energie- und Klimaproblems, Referat an der 7. Schweizerischen Energieforschungskonferenz in Luzern am 11. November 2003 von Bundesrat Moritz Leuenberger.

## Peut-on produire de l'électricité avec de l'énergie fossile sans émettre de CO<sub>2</sub> ?

### Réflexion sur un développement potentiel pour la production d'électricité suisse

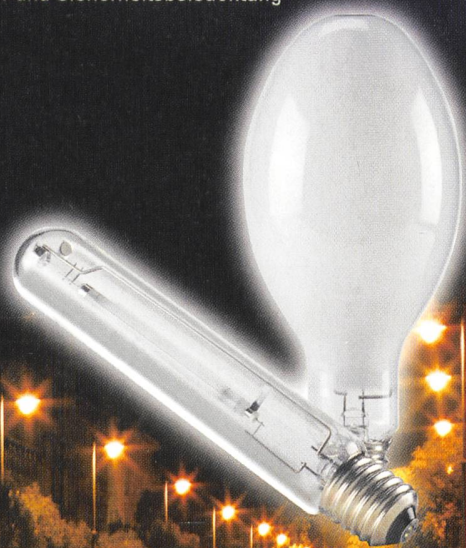
Malgré la faible conjoncture, la demande d'électricité continue de croître en Suisse. Du point de vue de l'économie nationale, cette précieuse forme d'énergie doit être produite en quantité suffisante, à des prix avantageux et dans le respect de l'environnement. L'article expose une solution pour y parvenir, en tenant compte avant tout du fait que les émissions de CO<sub>2</sub> ne doivent pas augmenter. La solution décrite permettrait aussi à la Suisse de renforcer sa position en tant que plaque tournante de l'électricité en Europe.



# Lucalox™ XO

Die Lösung für Zuverlässigkeit

Die neue Generation der Natriumdampf-Hochdrucklampen für mehr Sicherheit in der Straßen- und Sicherheitsbeleuchtung



*We bring good things to life.*

## Lucalox™ X-tra Output Natriumdampf-Hochdrucklampen

GE Lucalox™ X-tra Output Lampen setzen einen neuen Maßstab für die Zuverlässigkeit durch Verbesserung in diesen Bereichen:

- Einfachere, robustere Konstruktion des Entladungsrohres (monolithisch) für höhere Zuverlässigkeit
- Hohe Vibrationsfestigkeit
- Neue Starthilfe GRS (GE Reliable Starting Technology) für gleichmäßigeren Start
- Neues Gettermaterial, Zirkon-Eisen-Getter, für verbesserten Lichtstromerhalt und angenehmeres Aussehen
- Einsetzbar in vorhandene Leuchten für Natriumdampf-Hochdrucklampen

# KNOBEL

Knobel AG, CH-8755 Ennenda, Tel. +41 55 645 47 47  
mail: sales@knobelag.ch  
www.knobelag.ch



## GE Lighting

# ingénieur-e HES

**NOUVEAU!**

Systèmes  
industriels

Ingénierie  
Conception  
Génie climatique

Génie  
électrique

Electronique embarquée  
Electronique - Mécatronique  
Systèmes énergétiques

Géomatique

Ecotechnologie  
Construction et infrastructures  
Géomatique

Ingénieur  
des médias

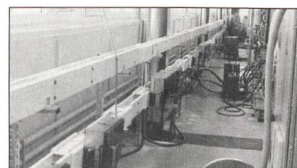
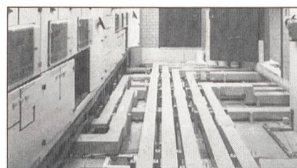
Gestion des technologies  
de l'information

024 - 423 22 07

**eiva**

www.eivd.ch | **Hes-so**

Ecole d'ingénieurs du Canton de Vaud



## LANZ HE-Stromschienen zur sicheren Stromübertragung und -Verteilung IP 68 Giessharzvergossen 400 A – 6000 A

**Die weltbeste Stromschiene.** 100% korrosionsfest. Max. Personensicherheit und Verfügbarkeit. Abgangskästen steckbar. EN / IEC typengeprüft. Abschirmung für höchste EMV-Ansprüche. Auch mit 200% Neutralleiter. Anschlussköpfe nach Kundenspezifikation.

- Für die änder- und erweiterbare Stromversorgung von Beleuchtungen, Anlagen und Maschinen in Labors, Werkstätten, Fertigungsstrassen, Fabriken, Sportstadien etc.
- **Speziell empfohlen** für die Trafo-Hauptverteilungs-Verbindung, zur Stockwerk-Erschliessung in Verwaltungsgebäuden, Rechenzentren und Spitälern, zum Einsatz in Kraftwerken, Kehrlichtverbrennungs-, Abwasserreinigungs- und Aussenanlagen. – Produktion ISO 9001. Sicherheitszeichen (S).

Beratung, Offerte, rasche preisgünstige **Lieferung weltweit** von **lanz oensingen ag 4702 Oensingen** Tel. 062 388 21 21  
e-mail [info@lanz-oens.com](mailto:info@lanz-oens.com) Fax 062 388 24 24

Mich interessieren **LANZ HE**. Bitte senden Sie Unterlagen.

Könnten Sie mich besuchen? Bitte tel. Voranmeldung!

Name / Adresse / Tel. \_\_\_\_\_

S1



**lanz oensingen ag**

CH-4702 Oensingen  
Telefon 062 388 21 21  
www.lanz-oens.com

Südringstrasse 2  
Fax 062 388 24 24  
info@lanz-oens.com