

**Zeitschrift:** Schweizer Ingenieur und Architekt  
**Herausgeber:** Verlags-AG der akademischen technischen Vereine  
**Band:** 115 (1997)  
**Heft:** 32

**Artikel:** Grosses Potential an Strom aus Erdgas-WKK-Anlagen: Potentialstudie über Erdgas-Wärmekraftkoppelung zeigt hohen Deckungsbeitrag  
**Autor:** Stadelmann, Martin  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-79284>

### **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:** 06.02.2025

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

Martin Stadelmann, Zürich

# Grosses Potential an Strom aus Erdgas-WKK-Anlagen

**Potentialstudie über Erdgas-Wärmekraftkopplung zeigt hohen Deckungsbeitrag**

**Bis zu 820 MW Strom könnten erdgasbetriebene Wärmekraftkopplungsanlagen (WKK) im Jahr 2010 erzeugen. Das wäre mehr als die doppelte Leistung des Kernkraftwerks Mühleberg. Die Stromdarbietung durch WKK würde dabei auf 2800 GWh im Jahr 2010 steigen. Dies ergibt eine WKK-Potentialstudie des Verbandes der Schweizerischen Gasindustrie (VSG).**

Wärmekraftkopplungsanlagen, welche mit Verbrennungsmotoren oder Gasturbinen dezentral Strom und Wärme erzeugen, können einen wichtigen Beitrag zur Deckung des Stromverbrauchs leisten. Als Brennstoff für solche WKK-Anlagen steht Erdgas im Vordergrund. Sie wandeln heute bis zu 40% des Erdgases in Strom um; Gasturbinen-Kombianlagen erreichen sogar 60% Stromwirkungsgrad. WKK-Anlagen sind in allen Leistungskategorien am Markt erhältlich, bis zu einigen 100 kW Leistung sogar als vorgefertigte, anschlussbereite Einheiten. Ein breiter Einsatz dieser Technologie ist also möglich. 1995 standen gemäss WKK-Statistik in der Schweiz 341 erdgasbetriebene WKK-Anlagen in Be-

trieb, die insgesamt 700 GWh<sub>el</sub>/a Strom produzieren. Von diesen Anlagen befinden sich 30 in Industrie-, 235 in Gewerbe- oder Dienstleistungsbetrieben und 73 in Wohngebäuden.

Um abzuklären, welchen Strombeitrag WKK im Jahre 2010 leisten könnten, beauftragte der VSG das Ingenieurbüro Dr. Eicher & Pauli AG, Liestal, mit der Ausarbeitung einer Potentialstudie.

## Zwei Szenarien

Zur Abgrenzung eines kleineren und eines grösseren Potentials des Einsatzes von Erdgas-WKK wurden zwei Szenarien geschaffen: Trend und Progressiv (Bild 1).

Zur Ermittlung der Potentiale wurden zehn repräsentative Gasversorgungen mittels Fragebogen über die Situation in ihrem Versorgungsgebiet befragt. Aus der Summe der Antworten wurden spezifische Kennwerte errechnet, mit bestehendem statistischem Material verglichen, ergänzt und auf die Schweiz hochgerechnet.

Als Basis dienten die Zahlen über den Erdgasverbrauch der Schweiz 1995 - gesamthaft und nach Sektoren Industrie,

Dienstleistung/Gewerbe und Wohngebäude sowie nach Erdgasverbrauchskategorien (< 80 MWh/a, 80 bis 200 MWh/a<sub>el</sub>). Davon wurde in der Gross- und Klein-WKK-Statistik ausgewiesenes, 1995 bereits ausgeschöpftes WKK-Potential abgezogen, woraus sich der Erdgasverbrauch heutiger konventioneller Gasfeuerungen ergab.

Annahmen zur Grobauslegung und Erfahrungszahlen von WKK-Anlagen dienten sodann zur Ermittlung des potentiellen Erdgasverbrauchs wirtschaftlich arbeitender WKK-Anlagen inkl. Spitzenkessel. Als Resultat ergab sich aus der Hochrechnung für die beiden Szenarien «Trend» und «Progressiv» auch die Elektrizitätserzeugung des WKK-Potentials für 1995 und 2010.

Der Einbau einer WKK-Anlage ist nicht an jedem Standort einer konventionellen Heizung möglich. WKK-Anlagen können nicht überall wirtschaftlich betrieben werden. Der Erlös aus Verkauf des mit WKK erzeugten Stroms muss über den Stromgestehungskosten liegen. Diese und andere Hemmnisse - z.B.: Geld für Finanzierung fehlt oder ganz einfach mangelndes Vertrauen in diese Technik - für die Realisierung von WKK-Anlagen wurden gewichtet und in die Studie eingebracht. Schliesslich sollte die VSG-Potentialstudie ein realistisches Bild der Möglichkeiten dieser Technologie zur Stromerzeugung errechnen.

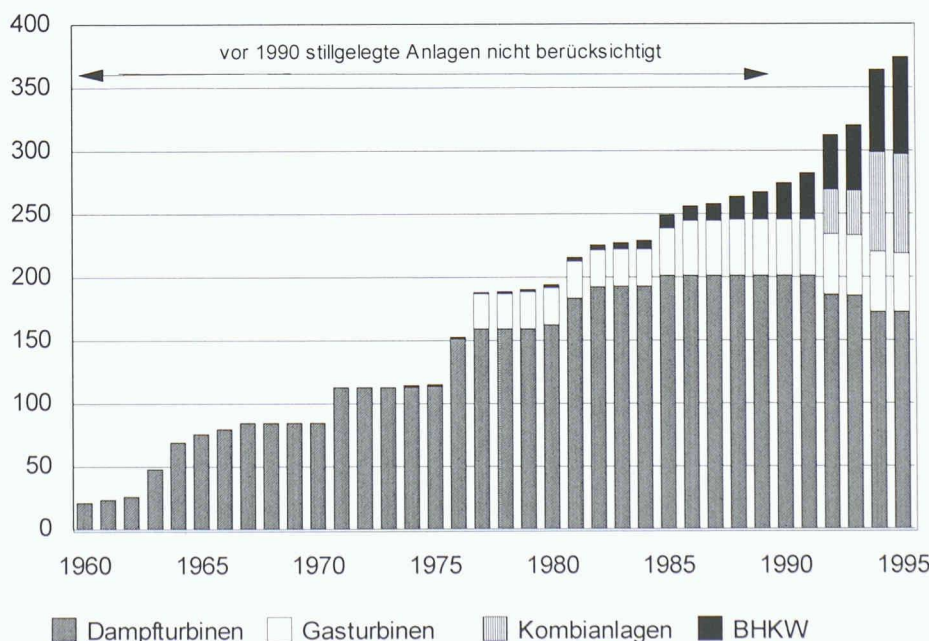
## Fernwärme unterbewertet

Die Potentialerhebung basiert auf dem durchschnittlichen Auslegungsfall von

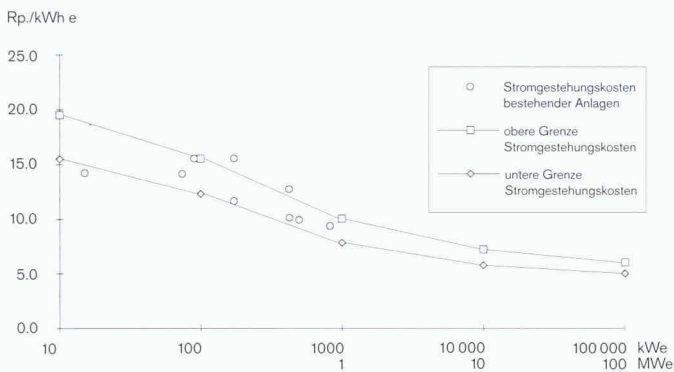
Trend	Progressiv
Heutiger Stand der Technik	Entwicklung vor allem auf Klein-BHKW-Stufe
Heutige Energiepolitik: Energienutzungsabschluss, Energie 2000, Luftreinhalteverordnung	Progressive Energiepolitik: Energiegesetz
Rückspeisung zu den lokalgültigen Rückliefer-tarifen	Verkauf der erzeugten Elektrizität an Dritte und ans EW zu Verkaufstarifen (ausg. Industrie)
Heutige Kostenstruktur Bezugstarif/Rückliefer-tarif	Progressive Kostenstruktur, heutiger Bezugstarif/höherer Verkaufstarif

1 Zwei Szenarien: «Trend» und «Progressiv» zur Abgrenzung des Potentials von Erdgas-WKK

2 WKK-Anlagebestand in der Schweiz 1960-1995 (Installierte elektrische Leitungen in MWe)

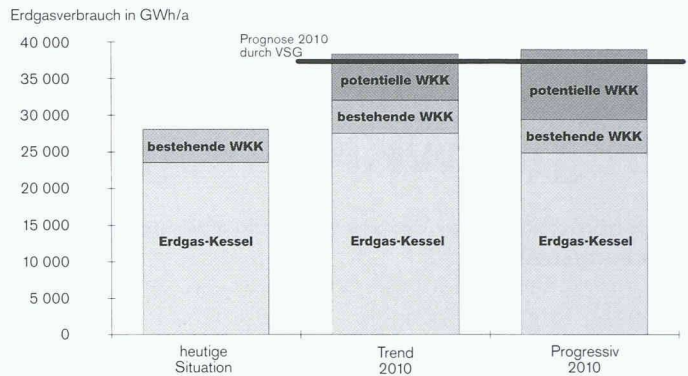






3

Stromgestehungskosten von Erdgas-WKK-Anlagen



5

Erdgasverbrauch der Strom- und Wärmeerzeugungsanlagen

WKK-Anlagen oder Blockheizkraftwerken (BHKW). Anlagen mit Abwärmege- winnung zur Kälteerzeugung mit Absor- bern in Bürogebäuden wurden ebenso wenig berücksichtigt wie die zusätzliche Aus- nutzung der Abgaswärme mit Kondensa- tionsrekuperatoren, welche den Jahres- Gesamtwirkungsgrad von BHKW gegen 100% erhöht. Die Studie basiert auf dem eher konservativ eingesetzten Gesamt- wirkungsgrad von gegen 90%. Obschon vor Ablauf des Betrachtungszeitraums der Studie, also bis zum Jahr 2010, Erdgas-Brenn- stoffzellen am Markt einige Bedeutung er- langen dürften, wurden sie für die Poten- tialerhebung ebenfalls noch nicht berück- sichtigt.

WKK-Anlagen eignen sich ganz be- sonders zum Einsatz bei Fernwärmever- sorgungen, weil die Abnahme der gleich- zeitig zur Stromproduktion anfallenden Wärme von Gasmotoren oder Gasturbi- nen durch bestehende Netze, also ohne wärmeseitige Zusatzinvestitionen, gesi- chert ist. Deshalb wurde bei den Betrei- bern grösserer Fernwärmeanlagen eine se- parate Umfrage durchgeführt. Das Resul- tat war jedoch ernüchternd: Potential Null. Dies widerspiegelt die politische Si-

tuation bei den Fernwärmebetreibern: Kein Geld für Investitionen. In der Studie weisen Fussnoten auf das technische Po- tential hin - und lassen vermuten, dass das WKK-Potential in der Schweiz noch er- heblich höher sein könnte, als es in der Stu- die hochgerechnet wurde.

**Wirtschaftlichkeit stark gewichtet**

Die Beurteilung des wirtschaftlichen Po- tentials basiert unter anderem auf der Kostenstruktur für elektrischen Strom. Die Bezugstarife basieren auf Angaben des VSE (Verband Schweizerischer Elektrizitäts- werke), die Rücklieferarife wurden den Sektoren (Industrie, Gewerbe usw.) und (Leistungs-)Kategorien entsprechend angepasst. In grossen Leistungsklassen existieren oft Spezialverträge mit dem zuständigen EW.

Das Szenario Progressiv nahm eine Angleichung der Verkaufstarife an die Be- zugstarife an, ausser im Sektor Industrie. Die grösste Anpassung der Verkaufstarife des Szenarios Progressiv wurde in der Kleinst-WKK-Kategorie (< 80 MWh/a) vorgenommen. Hier wurden die Ver-

**Investitionen**

Durchschnittliche spezifische Investitionen für WKK-Anlagen	Fr. 1800.-/kW <sub>el</sub>
Durchschnittliche spezifische Investitionen für Fernleitungen, Spitzenkessel, Sanierungsarbeiten	Fr. 2000.-/kW <sub>el</sub>
Total spezifische Investitionen	Fr. 3800.-/kW <sub>el</sub>

**Arbeitsplatzabschätzung**

Betrachtungszeitraum	1995 bis 2010
Jahresvollbetriebsstunden WKK	4000 h/a
Neu geschaffene Arbeitsplätze	11 pro Mio. Fr. Jahresinvestition

7

Auswirkungen auf neue Arbeitsplätze bei der Ausschöpfung des WKK-Potentials

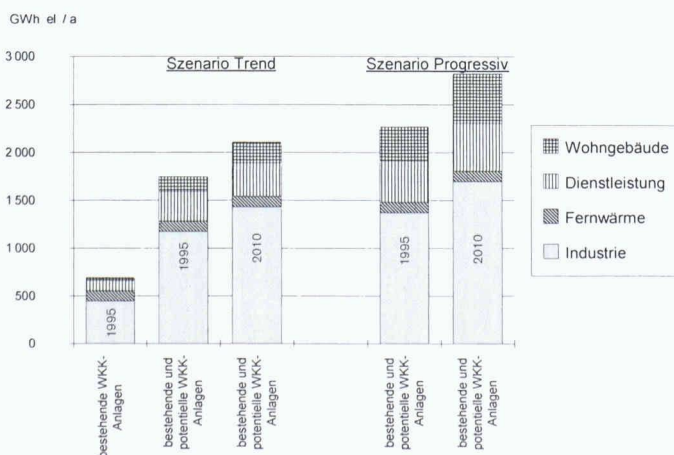
8

Neue Arbeitsplätze bei Szenarien «Trend» und «Progressiv»

	Investitionen pro Jahr im Mio. Fr.	Neue Arbeitsstellen
Trend	89	1000
Progressiv	135	1500

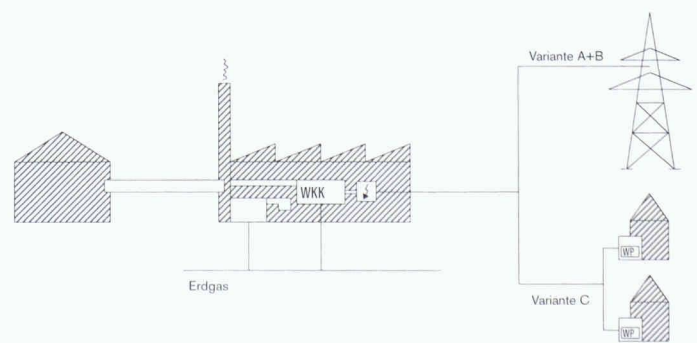
4

Elektrizitätserzeugung in Erdgas-WKK-Anlagen

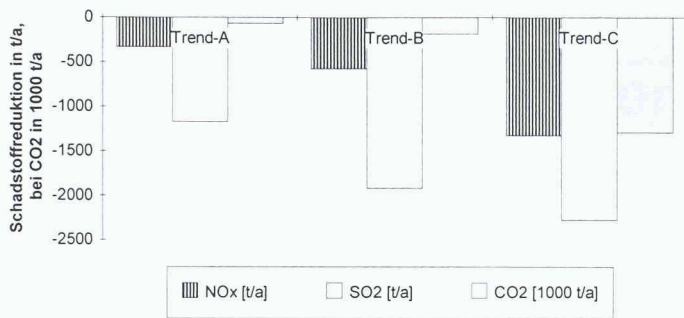


6

Schematische Darstellung der Varianten für ökologische Auswirkungen

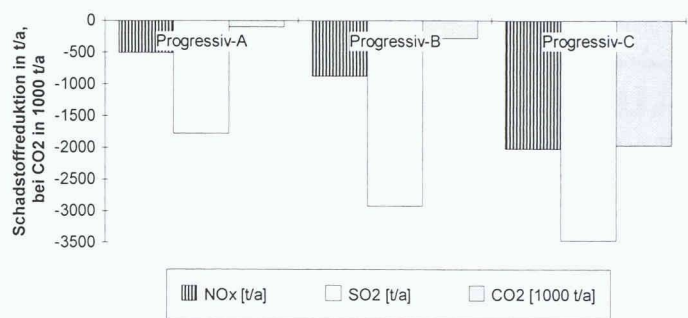






9

Emissionsbilanz von Szenario Trend



10

Emissionsbilanz von Szenario Progressiv

kaufstarife an die Bezugstarife angeglichen. Solche Modelle existieren bereits.

Für die Erhebung des wirtschaftlichen Potentials wurde nicht berücksichtigt, dass heute schon einige Elektrizitätswerke für Spitzenstrom aus WKK-Anlagen zu klar definierten Tageszeiten sogar höhere Preise vergüten, als sie ihren Tarifkunden verrechnen, was die Wirtschaftlichkeit von WKK-Anlagen erhöht. Auch unter diesem Aspekt wurde das wirtschaftliche Potential für WKK-Anlagen in der VSG-Studie sehr vorsichtig eingeschätzt, um am unteren Rand des unvermeidlichen Toleranzbereichs zu bleiben.

### Beachtliches Potential

Das beschriebene Vorgehen zur Potentialermittlung, das zur Kontrolle das - nur teilweise realisierte - Potential für 1995 erhebt und auf dieser Basis auf das Jahr 2010 hochrechnet, weist sowohl in den Sektoren Wohngebäude als auch in der Industrie ein erhebliches Stromerzeugungspotential durch erdgasbetriebene WKK-Anlagen auf.

Bei Vollausbau des WKK-Potentials und der Annahme von 4000 Jahresvollbetriebsstunden bei den neuen WKK-Anlagen erheben sich WKK-Leistungen von 640 bis 820 MW<sub>el</sub>.

Selbstverständlich steigt durch diese WKK-Anlagen auch der Erdgasverbrauch, und zwar um 10 000 bis 11 000 GWh.

### Umwelt profitiert

Die ökologischen Auswirkungen der Realisierung des ausgewiesenen WKK-Potentials errechneten Dr. Eicher & Pauli in drei Varianten: Der WKK-Strom geht ins Netz und substituiert emissionsfreien Strom (A). Oder er substituiert nur 90% emissionsfreien «Schweizer Strom» plus 10% emissionsbelasteten Europa-Strom-Mix (UCPTE-Strom), was die Stromproduktion im Ausland und die damit verbundenen Emissionen verringert (B). Die Vari-

ante C geht davon aus, dass der gesamte WKK-Strom zum Antrieb von Elektrowärmepumpen mit einer Jahresarbeitszahl von 2,8 verwendet wird, und dass diese in nicht mit Erdgas versorgten Gebieten 100% Ölfeuerungen ersetzen (Bild 6).

In allen drei Varianten ersetzen die Erdgas-WKK-Anlagen (ältere) Ölheizungen und reduzieren so die Emissionen an Schadstoffen und Treibhausgasen bis zu 2 Mio. t/a oder rund 7% der vom Wärmemarkt emittierten Kohlendioxidmenge.

### WKK schafft Arbeitsplätze

Die volkswirtschaftliche Bedeutung einer WKK-Wärmepumpen-Strategie wurde in einer Arbeit von Ravel ausführlich untersucht. Die VSG-Studie schätzt lediglich die Auswirkungen auf neue Arbeitsplätze bei der Ausschöpfung des WKK-Potentials ab.

Als Grundlage werden Zahlen gemäss Bild 7 verwendet. Mit diesen Werten und dem erhobenen Potential lassen sich, wie Bild 8 zeigt, über den Betrachtungszeitraum von 15 Jahren eine beträchtliche Anzahl Arbeitsstellen neu schaffen. Von diesen Arbeitsplätzen dürften rund ein Drittel auf Planung und Bau der WKK-Anlagen und zwei Drittel auf Betrieb und Unterhalt entfallen.

### Erdgas-WKK: Viele Vorteile

Die WKK-Potentialstudie des VSG belegt, dass erdgasbetriebene Wärmekraftkopplungsanlagen einen erheblichen Beitrag zur Deckung des schweizerischen Strombedarfs leisten können. Weil WKK-Anlagen vorwiegend im Winterhalbjahr Strom produzieren, passen sie gut ins Bedarfsprofil der schweizerischen Stromversorgung. Im Vergleich zur Wärmeerzeugung mit andern Brennstoffen und Strombezug vom Netz verbessern Erdgas-WKK-Anlagen zudem die Schadstoffbilanz und vermindern den Ausstoss von Treibhausgas (Bild 9 und 10).

### Literatur

[1] Prognos AG (Motor Columbus, Sulzer Energieconsulting AG, Koreferat Dr. Eicher + Pauli AG): Potentiale der Wärme-Kraft-Kopplung in der Industrie. Schriftenreihe Nr. 6 - Studie im Auftrag des Bundesamtes für Energiewirtschaft (BEW), Winterthur, 1987

[2] Sulzer Energieconsulting: Potentiale der Wärmekraftkopplung in der Industrie stromgeführte Heizkraftwerke. Schriftenreihe Nr. 8 - Studie im Auftrag des BEW, Winterthur, 1987

[3] Energiepolitische Entscheidungsmöglichkeiten. Bericht der Expertengruppe Energieszenarien, Bern, 1988

[4] Energieszenarien. Hauptbericht im Auftrag des eidg. Verkehrs- und Energiewirtschaftsdepartements (EVED), Bern, 1988

[5] Dr. Eicher + Pauli AG: Industrielles und gewerbliches WKK-Potential im Kanton Bern. Studie im Auftrag der Direktion für Verkehr, Energie und Wasser Bern, 1989

[6] Infraconsult AG: Potentiale der Wärmekraftkopplung im Wohn- und Dienstleistungsbereich. Bern, 1989

[7] Emch + Berger: Wärmekraftkopplung in der Industrie. Studie im Auftrag des BEW, Bern, 1989

[8] Dr. Eicher + Pauli AG: Wärmekraftkopplung mit 1 bis 10 MW<sub>e</sub>. Studie im Auftrag des Elektrizitätswerkes der Stadt Zürich, 1991

[9] Dr. Eicher + Pauli AG: Wärmekraftkopplung im Kanton Thurgau. 1991

[10] Colenco AG: Potentiale WKK-Standorte beider Basel/Phase A. Basel, 1992

[11] Wirtschaftliches und ausschöpfbares Potential der Kraft-Wärme-Kopplung in Baden-Württemberg. Studie im Auftrag des Wirtschaftsministeriums Baden-Württemberg, Stuttgart, 1994

[12] Ecoplan: Evaluation der Anschlussbedingungen für Selbstversorger: Studie im Auftrag des BEW, Bern, 1995

Adresse des Verfassers:

Martin Stadelmann, Verband der Schweizerischen Gasindustrie, Fachpressestelle, Grütlstrasse 44, 8027 Zürich