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 auf E-Periodica. 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. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

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. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

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. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 03.12.2025

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 Betrieb, die insgesamt 700 GWhel/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 el). 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

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.

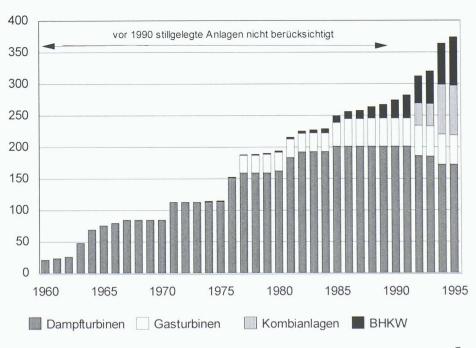
Fernwärme unterbewertet

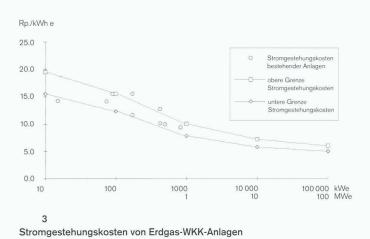
Die Potentialerhebung basiert auf dem durchschnittlichen Auslegungsfall von

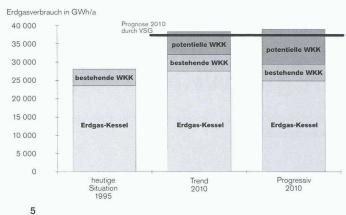
Trend	Progressiv
Heutiger Stand der Technik	Entwicklung vor allem auf Klein-BHKW-Stufe
Heutige Energiepolitik: Energienutzungsbe- schluss, Energie 2000, Luftreinhalteverordnung	Progressive Energiepolitik: Energiegesetz
Rückspeisung zu den lokalgültigen Rück- liefertarifen	Verkauf der erzeugten Elektrizität an Dritte und ans EW zu Verkaufstari- fen (ausg. Industrie)
C .	Progressive Kostenstruk- tur, heutiger Bezugstarif/ höherer Verkaufstarif

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

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







Erdgasverbrauch der Strom- und Wärmeerzeugungsanlagen

WKK-Anlagen oder Blockheizkraftwerken (BHKW). Anlagen mit Abwärmegewinnung zur Kälteerzeugung mit Absorbern in Bürogebäuden wurden ebensowenig berücksichtigt wie die zusätzliche Ausnutzung der Abgaswärme mit Kondensationsrekuperatoren, welche den Jahres-Gesamtwirkungsgrad von BHKW gegen 100% erhöht. Die Studie basiert auf dem eher konservativ eingesetzten Gesamtwirkungsgrad von gegen 90%. Obschon vor Ablauf des Betrachtungszeitraums der Studie, also bis zum Jahr 2010, Erdgas-Brennstoffzellen am Markt einige Bedeutung erlangen dürften, wurden sie für die Potentialerhebung ebenfalls noch nicht berücksichtigt.

WKK-Anlagen eignen sich ganz besonders zum Einsatz bei Fernwärmeversorgungen, weil die Abnahme der gleichzeitig zur Stromproduktion anfallenden Wärme von Gasmotoren oder Gasturbinen durch bestehende Netze, also ohne wärmeseitige Zusatzinvestitionen, gesichert ist. Deshalb wurde bei den Betreibern grösserer Fernwärmeanlagen eine separate Umfrage durchgeführt. Das Resultat war jedoch ernüchternd: Potential Null. Dies widerspiegelt die politische Situation bei den Fernwärmebetreibern: Kein Geld für Investitionen. In der Studie weisen Fussnoten auf das technische Potential hin – und lassen vermuten, dass das WKK-Potential in der Schweiz noch erheblich höher sein könnte, als es in der Studie hochgerechnet wurde.

Wirtschaftlichkeit stark gewichtet

Die Beurteilung des wirtschaftlichen Potentials basiert unter anderem auf der Kostenstruktur für elektrischen Strom. Die Bezugstarife basieren auf Angaben des VSE (Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke), die Rückliefertarife 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 Bezugstarife 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 Fr. 1800.-/kW_{el} Investitionen für WKK-Anlagen

Durchschnittliche spezifische
Investitionen für Fernleitungen,

Spitzenkessel, Sanierungsarbeiten Fr. 2000.-/kW_{el} Total spezifische Investitionen Fr. 3800.-/kW_{el}

Arbeitsplatzabschätzung

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

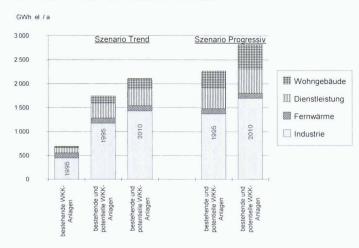
7

Auswirkungen auf neue Arbeitsplätze bei der Ausschöpfung des WKK-Potentials

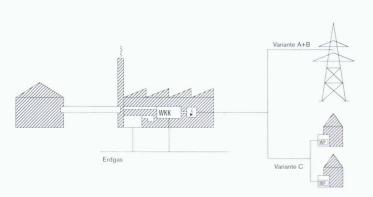
8
Neue Arbeitsplätze bei Szienarien «Trend» und
«Progressiv»

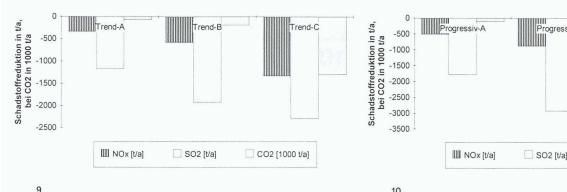
	Investitionen pro		Neue
	Jahr im	Mio. Fr.	Arbeitsstellen
Trend	89		1000
Progressi	v 135		1500





Schematische Darstellung der Varianten für ökologische Auswirkungen





Emissionsbilanz von Szenario Trend

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_{el}.

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).

Literarur

[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

CO2 [1000 t/a]

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_c. 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, Grütlistrasse 44, 8027 Zürich