Gegenüberstellung : Energieversorgung mit WKK : bisherige konventionelle Energieversorgung

Autor(en): **Kälin, W.**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins, des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen = Bulletin de l'Association Suisse des Electriciens, de l'Association des Entreprises électriques suisses**

Band (Jahr): **75 (1984)**

Heft 6

PDF erstellt am: **28.05.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-904376

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

Gegenüberstellung: Energieversorgung mit WKK – bisherige konventionelle Energieversorgung

W. Kälin

Ein Vergleich der gekoppelten Energieversorgung durch WKK-Anlagen mit der getrennten Erzeugung von Wärme und Strom darf sich nicht nur auf eine Gegenüberstellung der Wirkungsgrade beschränken. Weitere wichtige Kriterien sind die Art des eingesetzten Energieträgers und der Ausstoss von Schadstoffen. Speziell bei kleinen WKK-Anlagen mit Verbrennungsmotor bestehen in dieser Hinsicht völlig andere Voraussetzungen als bei der herkömmlichen Art der Energieversorgung.

Une comparaison entre l'approvisionnement en énergie par systèmes de couplage chaleur-force et la production séparée de chaleur et de courant ne doit pas se limiter à un parallèle entre les degrés de rendement. Le type d'agent énergétique employé et le rejet de matières nocives sont d'autres critères importants. Spécialement pour les petites unités avec moteur à combustion, les exigences à ce point de vue sont tout à fait différentes que pour les systèmes traditionnels d'approvisionnement en énergie.

1. Einleitung

Wärme-Kraft-Kopplungs-(WKK-)-Anlagen werden von ihren Befürwortern als Alternative zu den Kernkraftwerken vorgestellt. Dabei verstehen sie unter der Wärme-Kraft-Kopplung kleine, dezentrale, mit Dieselmotoren ausgerüstete Systeme, die Elektrizität produzieren und die Motorabwärme für Heizzwecke nutzen [1]. Diese Anlagen werden mit dem Hinweis auf einen maximal möglichen Wirkungsgrad von bis zu 90% propagiert. Wenn der Jahresnutzungsgrad in der Regel auch erheblich tiefer liegt, so bewegt sich dieser trotzdem noch über demjenigen eines thermischen Kraftwerkes, das sich mit 30 bis 40% zufriedengeben muss [2].

Neben dem Wirkungs- bzw. Nutzungsgrad sind aber auch die Art des verwendeten Energieträgers und der Schadstoffausstoss von mindestens ebenso grosser Bedeutung. Es stellt sich also auch in dieser Hinsicht die Frage nach den Auswirkungen der WKK-Technik.

2. Vergleich des Primärenergieaufwandes

Figur 1 zeigt den Primärenergieaufwand bei der Produktion einer gleichen Menge von Strom und Wärme einerseits in dezentralen WKK-Anlagen und anderseits bei der getrennten Produktion wie bis anhin (Ölheizkessel für Wärme und beispielsweise Kernkraftwerk für den Strom).

Bei der getrennten Lösung ist wohl der Einsatz von Primärenergie um 60% grösser als bei der Versorgung mit dezentralen WKK-Anlagen mit Dieselmotoren. Bei der WKK-Variante ist

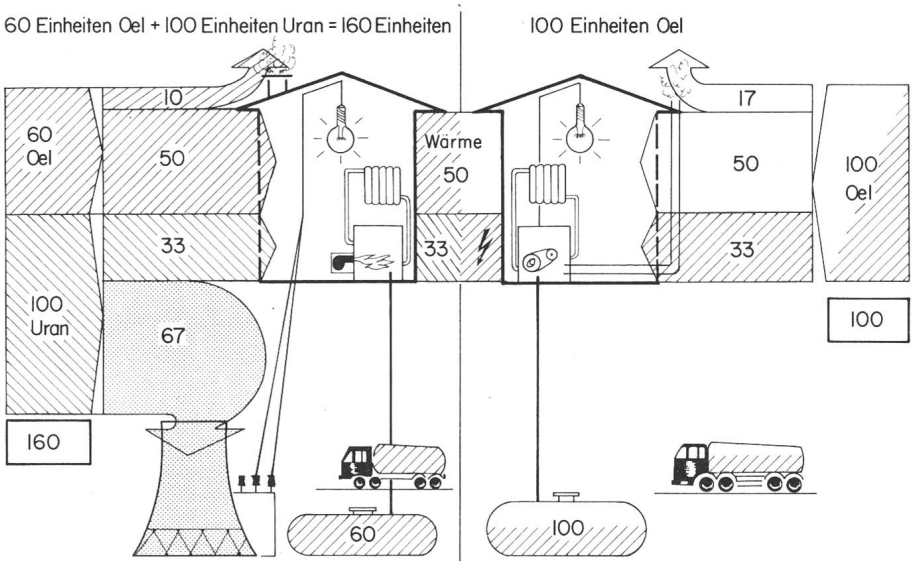

Fig. 1 Primärenergieaufwand bei der Produktion einer gleichen Menge von Strom und Wärme
links: getrennte Energieversorgung
rechts: gekoppelte Energieversorgung mit dezentralen WKK-Anlagen

Adresse des Autors
W. Kälin, Centralschweizerische Kraftwerke (CKW), Hirschengraben 33, 6002 Luzern

aber anderseits der Ölverbrauch um mehr als die Hälfte höher. Dieser Sachverhalt zeigt klar, dass bei ölbetriebenen WKK-Anlagen Strom aus Öl produziert wird.

Obwohl im Moment Öl im Überfluss vorhanden zu sein scheint, darf bezweifelt werden, dass dieser Zustand von Dauer sein wird. Auch kurzfristig sollte von der Parole – weg vom Öl – nicht abgewichen werden.

3. Vergleich der Umweltbelastung

Im Rahmen einer Untersuchung des Eidg. Amtes für Umweltschutz [3] wurde eine Bewertung der sogenannten Totalenergieanlagen (WKK) aus der Sicht der Luftreinhaltung vorgenommen. Dabei wurden folgende Erzeugungsarten einander gegenübergestellt und in bezug auf ihre Emissionen an Stickoxiden, Kohlenwasserstoffen, Kohlenmonoxid, Schwefeldioxid sowie Russ und Staub bewertet:

- Stromerzeugung mit Abwärmenutzung in WKK-Anlagen mit Dampf- oder Gasturbinen sowie mit Diesel- oder Gasmotoren
- reine Stromerzeugung mit Dampf- oder Gasturbinen sowie mit Diesel- oder Gasmotoren
- reine Wärmeerzeugung in Dampfkesselanlagen

Bezogen auf die *produzierte Nutzenergie* (nicht auf die zugeführte Primärenergie) und auf die Brennstoffe Heizöl schwer, Heizöl extra leicht (Dieselöl) und Erdgas ergibt sich aus lufthygienischer Sicht folgende Rangfolge der verschiedenen Anlagesysteme:

1. Reine Wärme-Erzeugungsanlagen (beste Lösung)
2. WKK-Anlagen mit Dampf- oder Gasturbinen
3. Reine Stromerzeugungsanlagen mit Dampf- oder Gasturbinen
4. WKK-Anlagen mit Gas- oder Dieselmotoren
5. Reine Stromerzeugungsanlagen mit Gas- oder Dieselmotoren (in der Schweiz praktisch nur als Notstromanlagen vorhanden)

Von den betrachteten Anlagesystemen ergeben somit reine Wärmeerzeugungsanlagen die geringste Luftverschmutzung. In der gleichen Grössenordnung liegen Totalenergieanlagen mit Dampf- und Gasturbinen. Zweibis dreimal höher ist hingegen die Luftverschmutzung bei Stromerzeugungsanlagen, die mit Turbinen, aber ohne Wärmenutzung arbeiten, und gar zehn- bis zwanzigmal grösser ist sie bei Anlagen mit Gas- oder Dieselmotoren (immer bezogen auf die *produzierte Nutzenergie* und auf gleiche Brennstoffe).

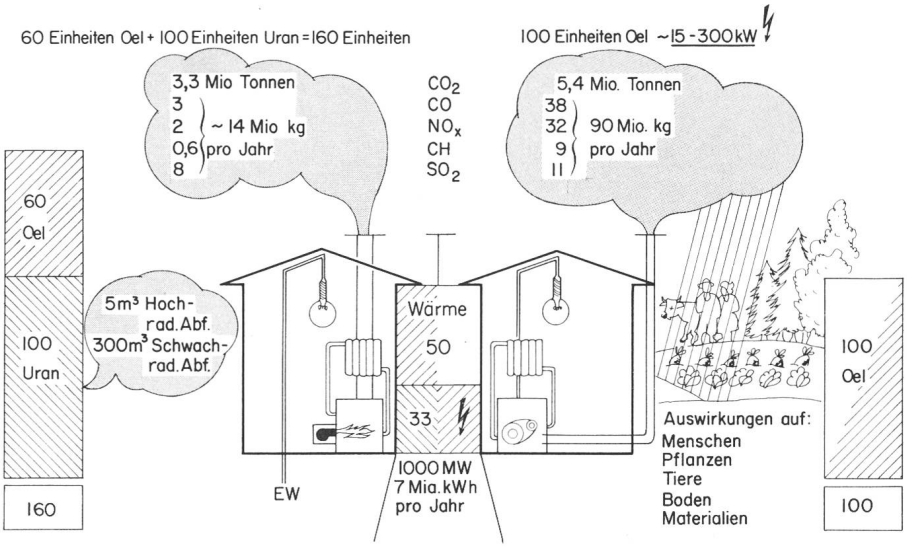

Fig. 2 Schadstoffausstoss bei der Produktion einer gleichen Menge von Strom und Wärme
links: getrennte Energieversorgung
rechts: gekoppelte Energieversorgung mit dezentralen WKK-Anlagen

Neben der Art des Anlagesystems hat auch der verwendete *Brennstoff* einen entscheidenden Einfluss auf die entstehende Luftverschmutzung. Die geringste Verschmutzung (unter sonst gleichen Verhältnissen) ergibt sich mit Erdgas, gefolgt von Heizöl extra leicht und Heizöl schwer.

In der Nähe der Verbraucher liegende Anlagen stellen zudem in bezug auf die Reinhaltung der Luft hohe Anforderungen an die Reinheit der Brennstoffe. Minderwertige Brennstoffe wie Braunkohle, Schweröl usw. lassen sich nur in zentralen Grossanlagen verwerten, denn nur bei diesen lohnt sich der hohe Aufwand für Massnahmen zur Luftreinhaltung.

In Figur 2 ist dargestellt, wie der Schadstoffausstoss drastisch ansteigt, wenn von der bisherigen getrennten Energieversorgung auf eine solche mittels WKK-Anlagen übergegangen würde. Die berechneten Mengen gründen auf der Annahme, dass eine Jahresstrommenge von 7 Mia kWh (entspricht einem 1000-MW-Kernkraftwerk) in WKK-Anlagen erzeugt wird.

Dabei kommt zum Ausdruck, dass es sich bezüglich der Emissionen ganz anders auswirkt, ob 1 kg Öl in einem Heizkessel verbrannt oder als Treibstoff in einem Dieselmotor eingesetzt wird (Tab. I). Wobei noch zu berücksichtigen ist, dass bei der Verbrennung von 1 kg Öl etwa 3 kg Kohlendioxid (CO_2) entsteht. Was das für Auswirkungen haben kann, zeigt die Schrift «Wie wir unsere Erde zum Treibhaus machen» der Nationalen Schweizerischen Unesco-Kommission [4].

Emission von Luftfremdstoffen bei der Verbrennung von 1 kg Heizöl in einem Heizkessel oder in einer WKK-Anlage mit Dieselmotor (Angaben in Gramm)

Tabelle I

	Heizkessel [5]	Dieselmotor
Kohlenmonoxid (CO)	1–4	19–41
Schwefeldioxid (SO_2)	7	6
Stickoxide (NO_x)	2,1	14–38
Kohlenwasserstoffe (CH)	0,5–0,6	4–10

Die Dieselmotorwerte schwanken je nach Motorgrösse und Betriebsverhalten in weiten Bereichen. Die vorliegenden Zahlen sollen dementsprechend auch nur als Richtwerte dienen. Wesentlich ist die Tatsache, dass Dieselmotoren weit mehr Schadstoffe pro kg Brennstoff emittieren als Heizkessel. Ähnlich liegen die Verhältnisse, wenn Erdgas statt im Heizkessel in einem Gasmotor zum Einsatz kommt. Auch hier ist die Schadstoffabgabe des Gasmotors erheblich höher als diejenige des Gasheizkessels, wie Tabelle II anhand einer konkreten Messung illu-

Abgasanalyse bei einem Gaskessel und einer WKK-Anlage mit Gasmotor (Angaben in Vol.-%) Tabelle II

	Gaskessel	Gasmotor
NO_x	0,007	0,18–0,22
CO	*)	0,90–1,36
CO_2	9,2	12,4

*) weit unter 0,1 Vol.-%, daher mit dem eingesetzten Messgerät nicht messbar. Quelle: [6]

striert. Durch eine Reduktion des Gasdurchsatzes kann zwar beim Gasmotor eine Verringerung der CO-Emissionen erreicht werden, dafür steigt aber die NO_x-Emission, und es müssen Leistungseinbussen in Kauf genommen werden.

Der Einbau von Abgasreinigungsanlagen, welche die Schadstoffmengen stark reduzieren, kommt aus wirtschaftlichen Gründen erst bei Grossanlagen mit mehr als 1000 kW Gesamtleistung in Frage. Die vorhergehenden Angaben beziehen sich deshalb auf eine Vielzahl von dezentralen Kleinanlagen, wie sie häufig gefordert werden.

4. Schlussfolgerung

Als Schlussfolgerung ergibt sich, dass aus der Sicht der Luftreinhaltung vor allem kleine (dezentrale) WKK-Anlagen mit Dieselmotoren abzulehnen sind. Neben den emissionsbezogenen Aspekten sollte im konkreten Einzelfall auch noch die Immissionsituation in die Beurteilung eingeschlossen werden. Stichworte dazu sind: Standort, Meteorologie, Vorbelastung, Kaminhöhe. Auch diese Gesichtspunkte dürften in vielen Fällen zuungunsten dezentraler, in Verbrauchernähe aufgestellter kleiner WKK-Anlagen sprechen.

Literatur

[1] Panda 9/1978, WWF Zürich.

[2] *W. Kälin:* Energiewirtschaftliche Bedeutung sowie Systeme von Wärme-Kraft-Kopplungs-Anlagen. Bulletin SEV/VSE 24/1979 S. 1281...1285.

[3] Beurteilung von Totalenergie-Anlagen aus lufthygienischer Sicht. Eidg. Amt für Umweltschutz, 21. Juni 1978.

[4] Wie wir unsere Erde zum Treibhaus machen. Nationale Schweizerische UNESCO-Kommission, Schweizerische Naturforschende Gesellschaft, Bern 1983.

[5] Luftreinhaltung im Kanton Zürich. Amt für technische Anlagen und Lufthygiene, Weinbergstrasse 15/17, 8090 Zürich.

[6] Bericht über Betriebserfahrungen mit einem «Klein-Blockheizkraftwerk» – Elektrowärme im Technischen Ausbau – Heft Mai 1983.