

**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:** 90 (1999)

**Heft:** 4

**Artikel:** Aufwind für die thermischen Stromerzeuger

**Autor:** Kaufmann, Urs

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-901916>

### **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:** 19.11.2024

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

# Aufwind für die thermischen Stromerzeuger

## Ergebnisse einer statistischen Untersuchung über die Stromproduktion aus thermischen Anlagen in der Schweiz

Thermische Stromerzeuger haben 1997 rund 4,1% Anteil an der landesweiten Stromproduktion erbracht. Der weitaus grösste Teil davon wird durch Kehrlichtverbrennungsanlagen, durch Anlagen in der Industrie und durch stromproduzierende Klein-WKK-Anlagen erzeugt.

■ Urs Kaufmann

### 4,1% aus thermischer Stromerzeugung

Im Jahr 1997 wurden in der Schweiz insgesamt 60 600 GWh Elektrizität erzeugt. Davon stammen 2510 GWh, also 4,1%, aus den Generatoren von thermischen Stromerzeugern (Bild 1). Dieses Ergebnis hat eine Untersuchung erbracht, die im Auftrag des Bundesamtes für Energie (BFE) durchgeführt wurde. Das Ziel war, alle thermischen Stromproduktionsanlagen statistisch zu erfassen und ihre Leistungsfähigkeit auszuwerten und darzustellen. Dazu wurde eine Umfrage bei allen Anlagenbetreibern grösserer Anlagen sowie den Lieferanten von kleineren Anlagen durchgeführt.

Als thermische Stromerzeuger werden alle Anlagen bezeichnet, die aus fossilen oder biogenen Energieträgern Strom produzieren (Tabelle I). Soll eine solche Anlage zusätzlich als Wärmekraftkopplungs-Anlage (WKK-Anlage) bezeichnet werden, so muss sie mindestens 5% der eingesetzten Energie in Elektrizität um-

wandeln und 60% Gesamtwirkungsgrad (Wärme und Elektrizität) ausweisen. Die Grenze zwischen Klein- und Gross-WKK-Anlagen liegt bei 1 MW installierter elektrischer Leistung.

### Die «Kleinen» ganz gross

Im Jahr 1997 haben insgesamt 774 Anlagen an die thermische Stromproduktion beigetragen (Tabelle I). Den grössten Anteil stellt mit 692 Anlagen die Gruppe Klein-WKK, 29 Anlagen gehören der Kategorie Gross-WKK an. Die Klein-WKK-Anlagen verzeichnen auch den deutlichsten Zuwachs der letzten sieben Jahre. 400 solcher Anlagen sind in dieser Zeitspanne realisiert worden. Ein Abwärtstrend in der jährlichen Steige-

rungsrate von 1995 bis 1996 ist zwischenzeitlich wieder aufgefangen worden.

### Die dicken «Brummis»

Gesamthaft sind heute 1012 MW elektrische Leistung in thermischen Stromerzeugern installiert, 1990 waren es knapp 800 MW<sub>e</sub>. Alle WKK-Anlagen gemeinsam steuern 438 MW<sub>e</sub> bei, davon sind rund 80% in Gross-WKK-Anlagen zu finden.

Hier wiederum sind es vor allem die Dampfturbinen, die den Löwenanteil beisteuern. Rund 181 MW<sub>e</sub> stehen in den Generatoren dieser Kategorie zur Stromproduktion bereit (Bild 2). Stark im Kommen sind die Kombianlagen. Bei dieser Technologie wird einer Gasturbine ein Hochdruck-Abhitzekeessel mit Dampfturbine nachgeschaltet. Eine solche Anlage, die 1997 in der Raffinerie in Collombey gebaut wurde, hat die gesamthaft installierte Leistung dieser Kategorie um 50% erhöht.

Die vier Fernheiz-Kraftwerke der Schweiz mit Gross-WKK-Anlagen sind schliesslich noch mit 63 MW<sub>e</sub> am Netz.

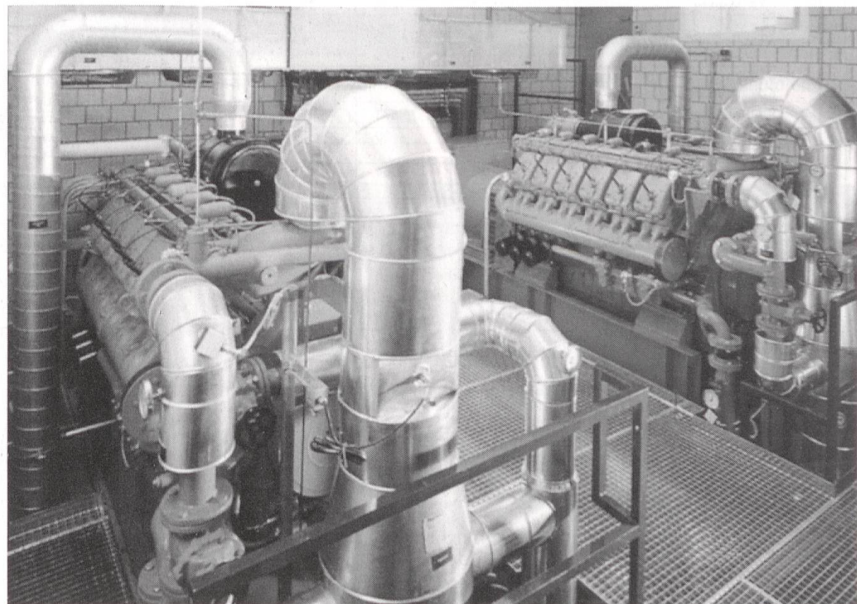


Bild 1 Blockheizkraftwerk-Anlage.

#### Adresse des Autors

Urs Kaufmann  
Dr. Eicher + Pauli AG  
Kasernenstrasse 21  
4410 Liestal

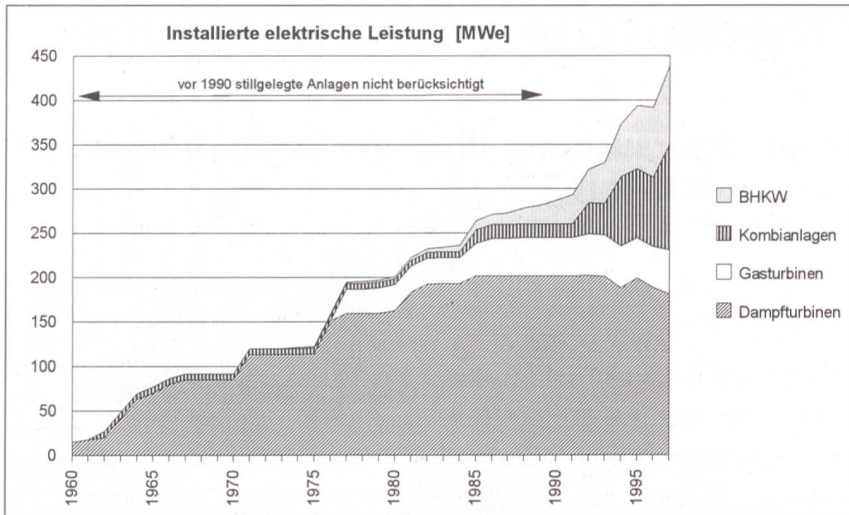


Bild 2 Entwicklung der elektrischen Leistung der WKK-Anlagen, unterschieden nach Technologien.

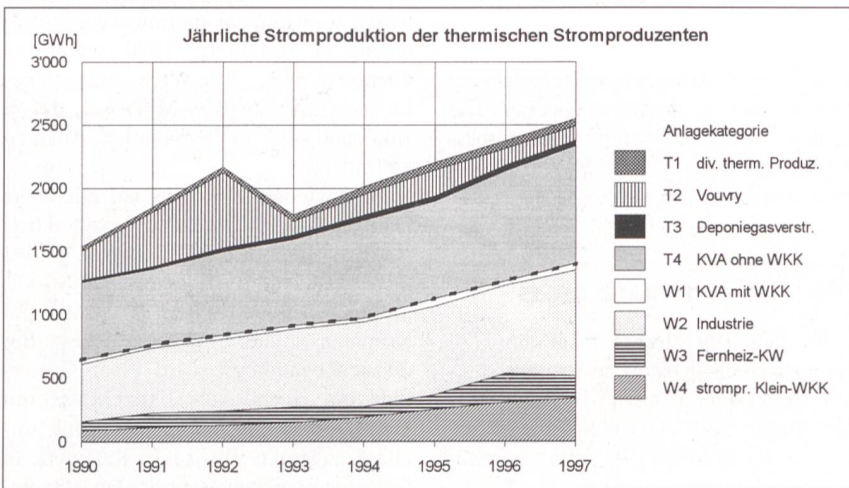


Bild 3 Entwicklung der thermischen Stromproduktion.

als verdoppeln, sie deckt jetzt 56% der thermischen Stromproduktion. Zusätzlich werden noch 933 MWh von KVA geliefert, was gegenüber 1990 einer Steigerungsrate von gut 50% entspricht.

Die Stromproduktion des ölthermischen Kraftwerkes in Vouvry hat demgegenüber in den letzten Jahren markant abgenommen. Wurden 1992 noch 28% Anteil an der thermischen Stromproduktion aus den Generatoren aus dem Wallis geliefert, so waren es 1997 gerade noch 4% oder 112 MWh.

Die schweizerische Elektrizitätsstatistik weist allerdings nur 73% der hier ausgewiesenen und effektiv produzierten Elektrizitätsmenge aus thermischen Kraftwerken aus. Die Differenz entsteht dadurch, dass Kehrichtverbrennungsanlagen, die industriellen Gross-WKK-Anlagen und die Klein-WKK-Anlagen in der Elektrizitätsstatistik nur zum Teil erfasst werden.

## Ob Kläranlage oder Bürogebäude...

Die wichtigsten Einsatzgebiete für Gross-WKK-Anlagen sind die Chemie und die Papierindustrie. Klein-WKK-Anlagen hingegen werden zur Hauptsache in Kläranlagen (37% der Anlagen) oder als fossil angetriebene BHKW (51% der Anlagen) eingesetzt. Diese finden sich ungefähr gleichmässig verteilt in Bürogebäuden, Schulen, Wohngebäu-

	Nr.	Anlagenkategorie	Anzahl Anlagen Ende 1997	Inst. el. Leist. Ende 1997 [MWe]	Stromproduktion 1997		
					GWh	%	
Thermische Stromproduktion	T1	diverse therm. Stromerzeuger	20	75	16	1%	
	T2	Vouvry	1	284	112	4%	
	T3	Deponiegasverstromung	8	7	43	2%	
	T4	Kehrichtverbrennungsanlagen (KVA ohne WKK*)	24	207	933	37%	
	Subtotal Nicht-WKK-Anlagen			53	573	1'104	44%
	Wärmeerkopplung	W1	Kehrichtverbrennungsanlagen (KVA mit WKK*)	2	20	54	2%
		W2	Industrie**	23	264	831	33%
		W3	Fernheizkraftwerke**	4	63	181	7%
		W4	stromproduzier. Klein-WKK (Blockheizkraftwerke und Gasturbinen < 1MW)	692	92	341	14%
		W5	nicht stromprod. Klein-WKK (Gas-/Dieselmotor-Wärmepumpen)	(56)	0	0	0%
Subtotal WKK-Anlagen (ohne W5)			721	439	1'406	56%	
Total gesamte thermische Stromproduktion			774	1'012	2'510	100%	

Kommentare:  
\* Definition der Wärmeerkopplungs(WKK)-Anlagen im Rahmen dieser Statistik: ETA<sub>tot</sub> >= 60% und ETA<sub>el</sub> >= 5%  
\*\* ohne Gas-/Dieselmotoren-Blockheizkraftwerke (diese sind bei den stromprod. Klein-WKK-Anlagen erfasst)

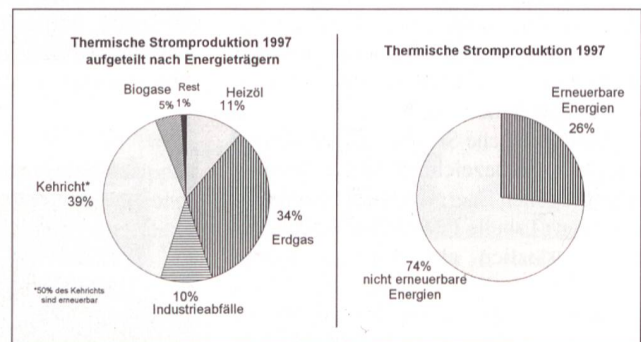


Bild 4 Aufteilung der thermischen Stromproduktion des Jahres 1997 nach Energieträgern.

◀ Tabelle I Übersicht über die thermische Stromproduktion in der Schweiz.

## (Fast) Alle haben zugelegt

Die Stromproduktion der thermischen Kraftwerke konnte von 1517 MWh im Jahr 1990 auf 2510 MWh 1997 gesteigert werden (Bild 3). Zu diesem Ergebnis bei-

getragen haben vor allem die WKK-Anlagen. Diese haben 1997 gemeinsam 1065 GWh Strom in die Netze der Betreiber geliefert, davon die «Kleinen» allein 341 MWh (Bild 3). Damit konnte die Kategorie WKK ihre Produktion mehr

den, Gewerbe- und Industriebetrieben, Spitälern oder Heimen (Tabelle II).

Erfreulich ist die Tatsache, dass 26% der zum Betrieb der Anlagen benötigten Energie aus regenerativen Energiequellen stammt. Dies sind primär die erneuerbaren Anteile der Abfälle in Kehrichtverbrennungsanlagen und Industriebetrieben sowie etwa 5% Biogase (Bild 4).

## Die Spitzenreiter

Im Mittel wurden in der Schweiz 1997 pro Kopf der Bevölkerung 198 kWh Strom aus thermischen Kraftwerken produziert. Die Kantone Wallis und Solothurn sind dabei mit knapp 1100 und 800 kWh pro Kopf die Spitzenreiter. Die nächsten beiden Plätze werden von den Kantonen Basel-Stadt und Basel-Landschaft eingenommen, wo dank einer hohen Dichte an BHKW, der Stromproduktion der chemischen Industrie und einem Fernheiz-Kraftwerk ebenfalls überdurchschnittliche Werte erreicht werden.

## Die Ausbildung der Planer bringt's

Erfreulich ist, dass die Anstrengungen der letzten Jahre bezüglich Ausbildung von Planern und Betreibern von Anlagen Früchte tragen. Die seit 1993 in Betrieb genommenen Anlagen weisen markant höhere Vollbetriebsstunden aus. Waren vor diesem Zeitpunkt von einem Modul im Mittel noch 3300 Stunden zu erwarten, so stieg dieser Wert in den letzten fünf Jahren auf fast 4700 Stunden (Bild 5). Das hängt neben einer besseren Planung auch mit der kleinen Störanfälligkeit der Anlagen zusammen. Rund 53% der Betreiber bezeichnen ihre Anlage als nahezu störungsfrei, 58% sind ausserdem überzeugt, dass eine gute Wirtschaftlichkeit der Anlage gegeben ist. Insgesamt sind damit 74% der Besitzer mit ihrer Anlage zufrieden. Diese Ergebnisse konnten aufgrund einer zusätzlichen Stichprobenerhebung ermittelt werden.

## Literatur

[1] Wärme-Kraft-Kopplung. Wirtschaftlichkeit, Politik, Markt. Fachverband für Wärmekraftkopplung, 4410 Liestal (1998).

## Einsatzgebiete von Blockheizkraftwerken (BHKW)

In der Schweiz waren Ende 1997 rund 960 Blockheizkraftwerke mit Gas- und Dieselmotoren in Betrieb (elektrische Anschlussleistung 91,8 MW). Ein Viertel dieser Leistung wird mit Klärgas, Biogas und Deponiegas betrieben. Die restlichen 75% werden mit den fossilen Energieträgern Erdgas, Propan und Diesel generiert. Wie Bild 5 zeigt, haben die fossilen BHKW in den vergangenen Jahren eine starke Zunahme erfahren. Die wichtigsten Einsatzgebiete sind Bürogebäude, Gewerbe- und Industriebetriebe, Schulen und Sportanlagen sowie Nahwärmeverbundnetze.

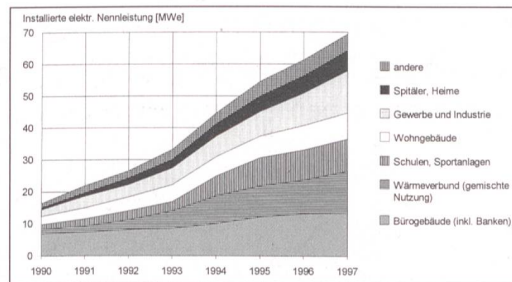


Bild 5 zeigt, haben die fossilen BHKW in den vergangenen Jahren eine starke Zunahme erfahren. Die wichtigsten Einsatzgebiete sind Bürogebäude, Gewerbe- und Industriebetriebe, Schulen und Sportanlagen sowie Nahwärmeverbundnetze.

Bild 5 Entwicklung der elektrischen Nennleistungen fossiler BHKW nach Einsatzgebieten.

## Vollbetriebsstunden von Blockheizkraftwerken (BHKW)

Mit Erdgas, Propan und Diesel betriebene BHKW weisen rund 4150 Vollbetriebsstunden auf. Dies ist das Resultat einer repräsentativen Stichprobenerhebung über die Betriebsjahre 1996 und 1997. Dabei wurden die Vollbetriebsstunden wie folgt definiert:

Vollbetriebsstunden = Jahresstromproduktion Brutto\* (kWh/a)/elektrische Nennleistung (kW).

\*Inkl. Eigenverbrauch der BHKW-Aggregate, der gemäss Schätzungen rund 2% beträgt (bzw. 6% bei Anlagen mit interner Wärmepumpe zur Nutzung der Strahlungswärme).

Die Detailauswertung in Tabelle II zeigt, dass bis Ende 1992 in Betrieb genommene Anlagen im Mittel weniger als 3400 Vollbetriebsstunden aufweisen. Insbesondere ältere Aggregate über 500 kW<sub>e</sub> liegen mit 2400 Stunden deutlich unter dem Durchschnitt. Ab 1993 in Betrieb genommene fossile BHKW erreichen im Mittel beachtliche 4700 Vollbetriebsstunden. Dies entspricht im Vergleich mit den älteren Anlagen einer rund 40% höheren Laufzeit.

Kategorie der fossil-betriebenen Klein-WKK-Anlagen	Elektrische Vollbetriebsstunden* (h/a) (Mittelwert Betriebsjahre 96/97)		Leistungsanteil am Bestand per 31.12.1996	
	Inbetriebnahme bis 92	ab 93	Inbetriebnahme bis 92	ab 93
Anlagen über 500 kW <sub>e</sub>	2420	4890	10,2%	11,0%
Erdgasbetriebene Anlagen	3760	4850	28,4%	37,2%
Propanbetriebene Anlagen	3310	3500	1,2%	1,8%
Dieseltbetriebene Anlagen	2850**	4010	1,6%	8,5%
Gewichteter Mittelwert der elektr. Vollbetriebsstunden	3380	4690	41,5%	58,5%
	4150		100%	

\*bezogen auf die Bruttostromproduktion \*\*Annahmen

Tabelle II Durchschnittliche elektrische Vollbetriebsstunden von BHKW mit Verbrennungsmotoren (Betrieb mit Erdgas, Diesel und Propan).

Name der Studie:  
Thermische Stromproduktion  
inklusive Wärmekraftkopplung (WKK)  
in der Schweiz, 1990 bis 1997;  
September 1998 (90 Seiten)

Auftraggeber: Bundesamt für Energie,  
3003 Bern

Verfasser: Dr. Eicher+Pauli AG,  
U. Kaufmann, 4410 Liestal

Bezugsquelle: Eidg. Drucksachen- und  
Materialzentrale (EDMZ),  
3003 Bern  
Tel. 031 322 39 08  
Bestell-Nr. 805.280

## Essor de la production d'électricité thermique

Résultats d'une étude statistique sur la production d'électricité provenant d'installations thermiques suisses

60 600 GWh d'électricité – dont 2510 GWh, ou 4,1%, provenant de générateurs de producteurs d'électricité thermiques classiques – ont été produits en Suisse en 1997. Tel est le résultat d'une étude réalisée à la demande de l'Office fédéral de l'énergie. Cette étude avait pour objectif de saisir les données statistiques de toutes les installations de production d'électricité thermiques et d'évaluer de même que représenter leurs performances. Une enquête a été réalisée auprès des exploitants de grandes installations ainsi que des fournisseurs de petites installations.