

Thermische Stromproduktion inklusive Wärmekraftkopplung (WKK) in der Schweiz 1990 bis 2004

Ausgearbeitet durch

Urs Kaufmann und Stephan Gutzwiller, Dr. Eicher+Pauli AG, Liestal

Im Auftrag des

Bundesamtes für Energie

August 2005

Auftraggeber:

Bundesamt für Energie

Auftragnehmer:

Dr. Eicher+Pauli AG, Kasernenstrasse 21, CH-4410 Liestal

Autor:

Urs Kaufmann
Stephan Gutzwiller

2005

Diese Studie wurde im Auftrag des Bundesamtes für Energie erarbeitet. Für den Inhalt der Studie ist allein der/die Studiennehmer/in verantwortlich.

Bundesamt für Energie BFE

Worblentalstrasse 32, CH-3063 Ittigen • Postadresse: CH-3003 Bern
Tel. 031 322 56 11, Fax 031 323 25 00 • office@bfe.admin.ch • www.admin.ch/bfe

Vertrieb: BBL/Vertrieb Publikationen, 3003 Bern, www.bbl.admin.ch/bundespublikationen

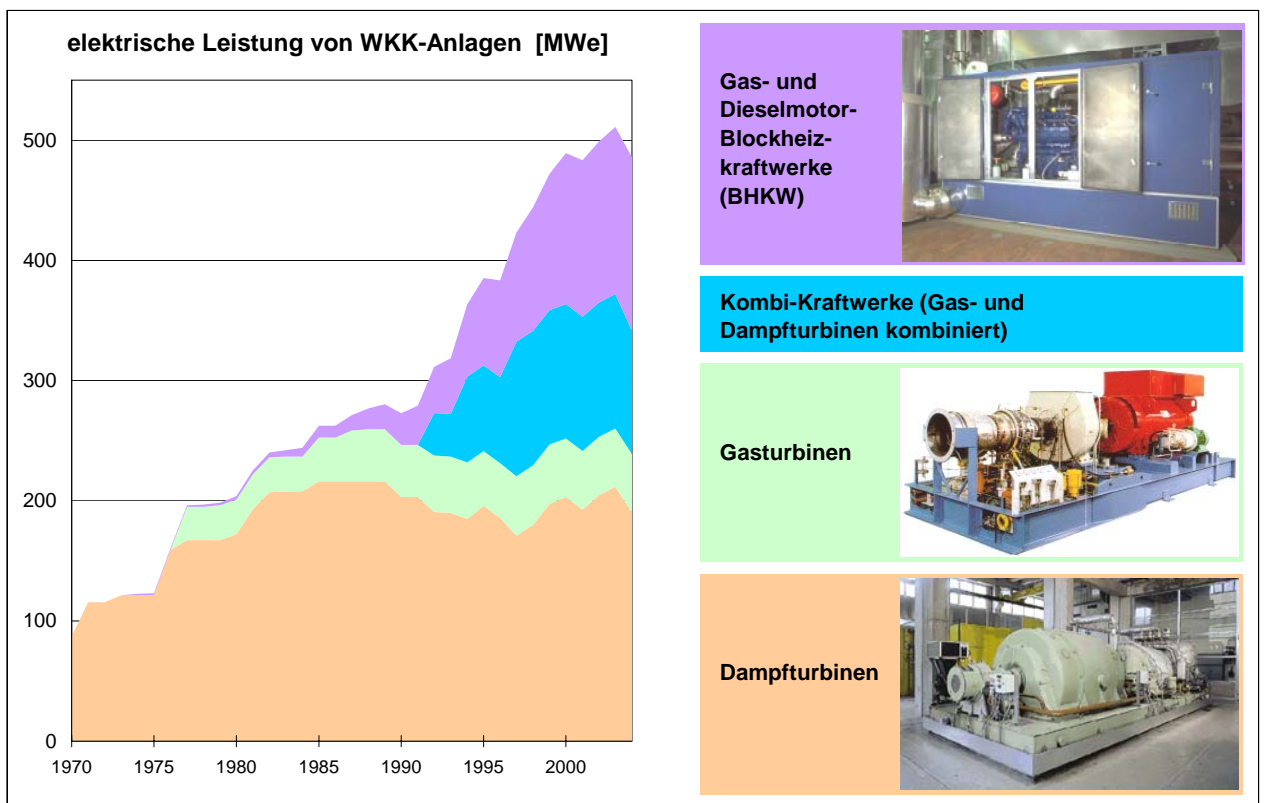
BBL/EDMZ Bestellnummer: 805.281.6 d

Bundesamt für Energie

Thermische Stromproduktion inklusive Wärmekraftkopplung (WKK) in der Schweiz 1990 bis 2004

Ausgabe 2004

31. August 2005



© Dr. Eicher+Pauli AG, Liestal

G:\2005\1013\4-Ausw\LE1-AB60.XLS\Haupttabelle Ber6

Auftraggeberin

Bundesamt für Energie
Frau Jasmin Gülden
3003 Bern

Inhaltsverzeichnis

1.	Zusammenfassung	3
1.	Résumé	7
2.	Einleitung	11
2.1	Ausgangslage	11
2.2	Technologien und Einsatzbereiche von WKK-Anlagen	13
2.3	Definition Wärmekraftkopplung (WKK)	14
2.4	Anlagekategorien	16
3.	Thermische Stromerzeugung	17
3.1	Anlagen und elektrische Leistungen	17
3.2	Stromproduktion 1990 - 2004	18
3.3	Energieträger 2004	20
4.	Wärmekraftkopplung (WKK)	21
4.1	Übersicht	21
4.2	Energieträger 2004	23
4.3	Auswertung nach Kantonen	24
5.	Gross-WKK-Anlagen	27
5.1	Übersicht	27
5.2	Industrie	27
5.3	Fernheizkraftwerke u.a.	30
6.	Klein-WKK-Anlagen	31
6.1	Bestand und Energie	31
6.2	Einsatzgebiete	37
6.3	Schadstoffreduktionsmassnahmen	39
6.4	Jährliche Neuinbetriebnahmen	41
7.	Spezialauswertungen therm. Stromproduktion	43
7.1	Kehrichtverbrennungsanlagen (KVA)	43
7.2	Deponiegasnutzung	45

© Copyright

Dr. Eicher+Pauli AG, CH-4410 Liestal
Vervielfältigung auszugsweise oder des gesamten Inhaltes
nur unter Quellenangabe erlaubt.

Impressum

Projektnummer: 05.1013.1
Verfasser: Urs Kaufmann
Stephan Gutzwiller
Telefon: 061 927 42 67
E-Mail: urs.kaufmann@eicher-pauli.ch
Freigabe: Dr. Felix Andrist, BFE
Jasmin Gülden, BFE

Dokumentation

Stand: Fassung vom 31.08.2005 15:50
Ablage: G:\2005\1013\4-Dok\WKK-2004.doc

Anhang	47
A. Thermische Stromerzeugung	48
A.1 Zeitreihen 1990 - 2004	48
A.2 Energieträgersplit 2004	48
A.3 Bruttoenergieverbrauch der Anlagen mit thermischer Stromverbrauch 2004	48
A.4 Bruttoenergieverbrauch für die thermische Stromproduktion 2004	48
B. Wärmekraftkopplung (WKK)	55
B.1 Zeitreihen elektrische Leistungen 1970 - 2004	55
B.2 Kantonale Verteilung	55
C. Gross-WKK-Anlagen	59
D. Klein-WKK-Anlagen	65
D.1 Jahresstatistiken 2004	65
D.2 Zeitreihen 1986 - 2004	65
E. Spezialauswertungen	76
E.1 Kehrichtverbrennungsanlagen	76
E.2 Deponiegasnutzung	76
F. Erläuterungen zur Statistik	83
F.1 Gross-WKK-Statistik	84
F.2 Klein-WKK-Statistik	85
G. Literatur- und Quellenverzeichnis	93

Hinweise und Abkürzungen

[...] siehe Literatur- und Quellenverzeichnis im Anhang G

WKK Wärmekraftkopplung
 BHKW Blockheizkraftwerk
 KVA Kehrichtverbrennungsanlage
 ARA Abwasserreinigungsanlage

Ausführliche methodische Erläuterungen zur vorliegenden Statistik finden sich im Anhang F.

In der PDF-Fassung sind die Verweise auf Anhänge in der Regel als Hyperlink verfügbar.

1. Zusammenfassung

Im Jahr 2004 wurden in der Schweiz insgesamt 63'523 GWh Elektrizität erzeugt. Davon stammen 3'147 GWh, also knapp 5 % aus den Generatoren von thermischen Stromerzeugern (ohne Kernkraftwerke). Dieses Ergebnis stammt aus der vorliegenden Untersuchung, die im Auftrag des Bundesamtes für Energie (BFE) durchgeführt wurde. Das Ziel war, alle thermischen Stromproduktionsanlagen statistisch zu erfassen und deren Energieproduktion im Jahre 2004 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 1.1). Will eine solche Anlage in dieser Publikation zusätzlich als Wärmekraftkopplungs-Anlage (WKK-Anlage) bezeichnet werden, so muss sie mindestens 5 % der eingesetzten Energie in Elektrizität umwandeln und einen Gesamtnutzungsgrad (Wärme und Elektrizität) von mindestens 60 % ausweisen. Die Grenze zwischen Klein- und Gross-WKK-Anlagen liegt bei 1 MW installierter elektrischer Leistung.

Thermische Stromerzeuger haben im Jahr 2004 rund 5 % Anteil an der schweizerischen Stromproduktion erreicht. Der weitaus grösste Teil davon wird durch Kehrichtverbrennungsanlagen, durch Anlagen in der Industrie und durch Klein-WKK-Anlagen erbracht.

		Nr.	Anlagenkategorie	Anzahl Anlagen Ende 2004	Inst. el. Leist. Ende 2004 [MWe]	Stromproduktion 2004	
						GWh	%
Thermische Stromproduktion	Wärmekraftkopplung	T1	diverse therm. Stromerzeuger	20	75.0	15	0%
		T2	Vouvry (stillgelegt 30.9.1999)	0	0.0	0	0%
		T3	Deponiegasverstromung	7	5.2	19	1%
		T4	Kehrichtverbrennungsanlagen (KVA ohne WKK*)	25	253.4	1'437	46%
		Subtotal Nicht-WKK-Anlagen			52	333.6	1'471
	Klein-WKK	W1	Kehrichtverbrennungsanlagen (KVA mit WKK*)	3	40.2	101	3%
		W2	Industrie**	22	237.4	861	27%
		W3	Fernheizkraftwerke und div.**	9	62.7	148	5%
		W4	stromproduzier. Klein-WKK (Blockheizkraftwerke und Gasturbinen < 1MW)	1'032	145.5	565	18%
		W5	nicht stromprod. Klein-WKK (Gas-/Dieselmotor-Wärmepumpen)	(52)	0.0	0	0%
Subtotal WKK-Anlagen (ohne W5)			1'066	485.8	1'675	53%	
Total gesamte thermische Stromproduktion			1'118	819.4	3'147	100%	

G:\2005\1013\All-Ausw[Zus-Fass2004.xls]Zusammenfassung Ber1

Kommentare:

* Definition der Wärmekraftkopplungs(WKK)-Anlagen im Rahmen dieser Statistik: $ETA_{tot} \geq 60\%$ und $ETA_{el} \geq 5\%$

** ohne Gas-/Dieselmotoren-Blockheizkraftwerke (diese sind bei den stromprod. Klein-WKK-Anlagen erfasst)

Tabelle 1.1 Übersicht über die thermische Stromproduktion in der Schweiz

Die 'Kleinen' ganz gross

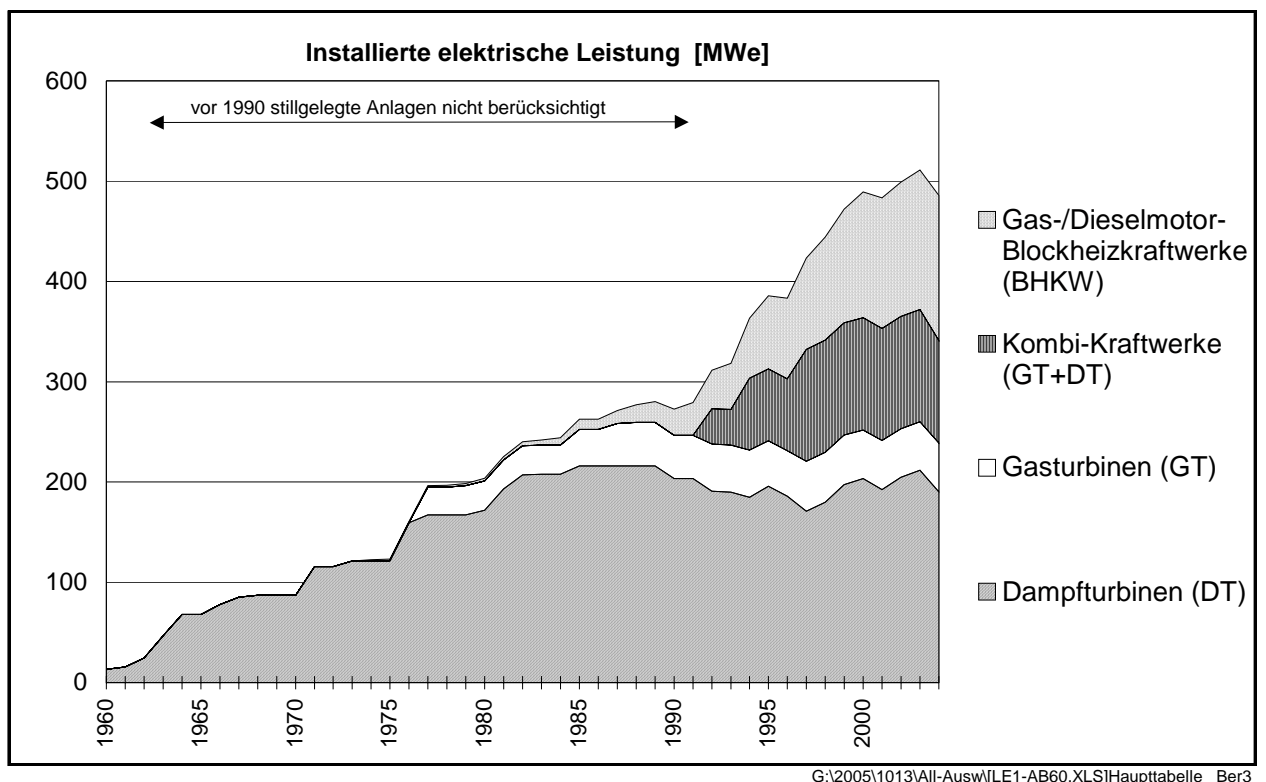
Im Jahr 2004 haben insgesamt 1'118 Anlagen an die thermische Stromproduktion beigetragen (Tabelle 1.1). Den grössten Anteil stellt mit 1'032 Anlagen die Gruppe Klein-WKK, 34 Anlagen gehören der Kategorie Gross-WKK an. Seit anfangs der neunziger Jahre wurden insgesamt 757 Klein-WKK-Anlagen realisiert. Der jährliche Zuwachs hat in den letzten fünf Jahren bei durchschnittlich 36 Anlagen mit ca. 3 MW elektrischer Leistung auf tiefem Niveau stagniert. Im Jahre 2004 sind nur noch 29 zusätzliche Klein-WKK-Anlagen in Betrieb gegangen.

Die dicken 'Brummis'

Gesamthaft sind heute 819 MW elektrische Leistung in thermischen Stromerzeugern installiert. Alle WKK-Anlagen gemeinsam steuern 486 MWe bei, davon sind rund 70 % in Gross-WKK-Anlagen zu finden.

Hier wiederum sind es vor allem die Dampfturbinen, die den Löwenanteil ausmachen. Rund 190 MWe stehen in den Generatoren dieser Kategorie zur Stromproduktion bereit (Bild 1.2). Anfangs der neunziger Jahre erlebten die Kombianlagen einen Boom. Bei dieser Technologie wird einer Gasturbine ein Hochdruckabhitzeessel mit Dampfturbine nachgeschaltet.

Die neun Fernheizkraftwerke (inkl. Spezialanlagen) der Schweiz mit Gross-WKK-Anlagen sind schliesslich noch mit 63 MWe am Netz.



G:\2005\1013\All-Ausw[LE1-AB60.XLS]Haupttabelle Ber3

Bild 1.2 Entwicklung der elektrischen Leistung der WKK-Anlagen unterschieden nach Technologien

(Fast) Alle haben zugelegt

Die Stromproduktion der thermischen Kraftwerke konnte von 1'524 MWh im Jahr 1990 auf 3'147 MWh im Jahr 2004 gesteigert werden (Bild 1.3). Zu diesem Ergebnis beigetragen haben vor allem die WKK-Anlagen. Diese haben 2004 gemeinsam 1'675 GWh Strom in die Netze der Betreiber geliefert, davon die 'Kleinen' allein 565 GWh (Bild 1.3). Damit konnte in der Kategorie WKK seit 1990 ein Wachstum um 157 % erzielt werden. Zusätzlich werden noch 1'437 MWh von Kehrrechtverbrennungsanlagen (KVA) geliefert, was gegenüber 1990 einer Steigerungsrate von 135 % entspricht.

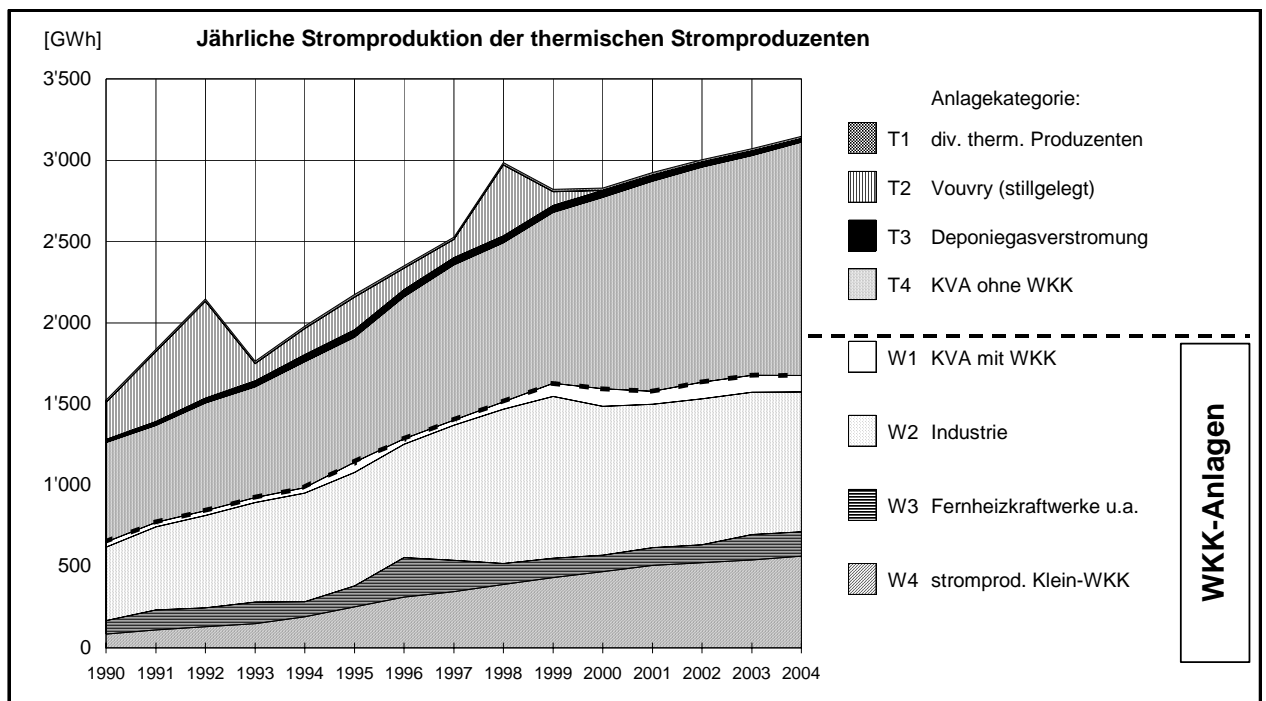


Bild 1.3 Entwicklung der thermischen Stromproduktion

Ob Kläranlage oder Bürogebäude...

Die wichtigsten Einsatzgebiete für Gross-WKK-Anlagen sind die Papier-, die Chemie-, sowie die mineralölverarbeitende Industrie.

Klein-WKK-Anlagen hingegen werden zur Hauptsache in Gewerbe- und Industriebetrieben (19 % der Leistung in fossilen BHKW, 3 % in Biogasanlagen) und Kläranlagen (18 %) eingesetzt. Bürogebäude (12 %), Wärmeverbundenanlagen (11 %), Wohngebäude (9 %) sowie Schulen und Sportanlagen (8 %) sind weitere wichtige Einsatzgebiete von Klein-WKK-Anlagen.

Erfreulich ist die Tatsache, dass 31 % der zum Betrieb der Anlagen benötigte Energie aus regenerativen Energiequellen stammt. Dies sind primär die erneuerbaren Anteile der Abfälle in Kehrichtverbrennungsanlagen und Industriebetrieben sowie etwa 5 % Biogase (Bild 1.4).

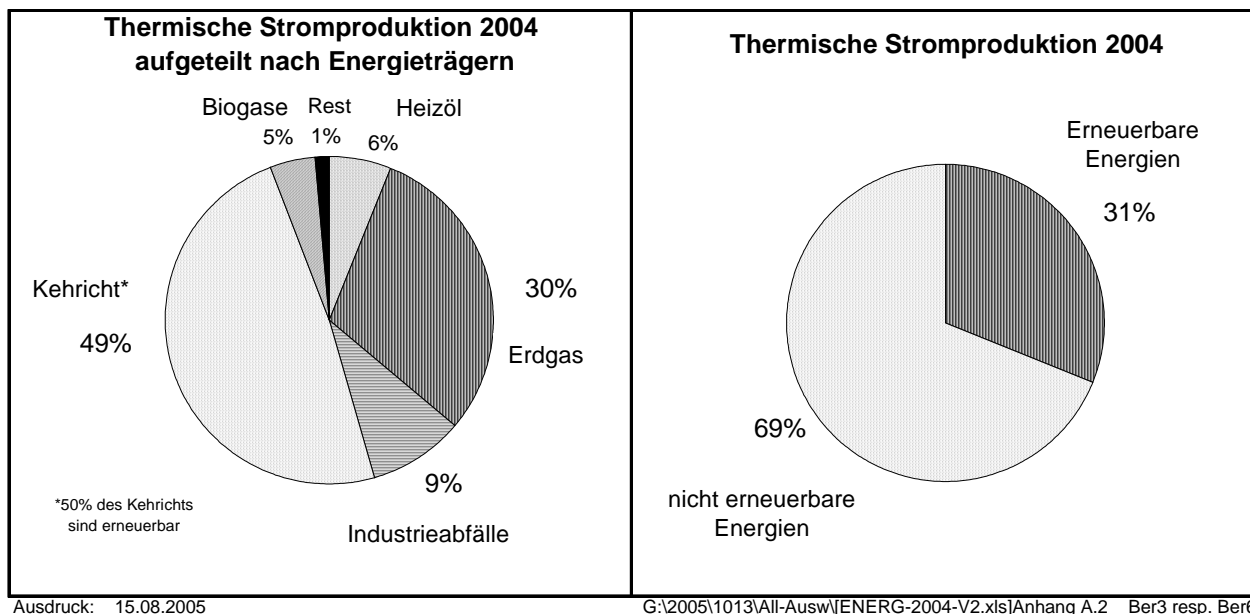


Bild 1.4 Aufteilung der thermischen Stromproduktion des Jahres 2004 nach Energieträgern

Die Spitzenreiter

Im Mittel wurden in der Schweiz im Jahr 2004 pro Kopf der Bevölkerung 227 kWh Strom aus thermischen Kraftwerken produziert. Die Kantone Wallis und Solothurn sind dabei mit 1'200 und 844 kWh pro Kopf die Spitzenreiter. Die nächsten beiden Plätze werden von den Kantonen Basel-Stadt (719 kWh) und Basel-Landschaft (503 kWh) eingenommen.

1. Résumé

En l'an 2004, la Suisse a produit 63'523 GWh d'électricité. 3'147 GWh, soit 5 % du total, est issu de génératrices thermiques (mais non nucléaires). Tel est le résultat de la présente étude, commanditée par l'Office fédéral de l'énergie. Il s'agissait de saisir statistiquement toutes les installations de production thermique d'électricité et d'en présenter la production en l'an 2004. A cet effet, un sondage a touché tous les exploitants d'installations d'une certaine importance ainsi que les fournisseurs d'équipements plus petits.

Sont qualifiées d'équipements de production thermique d'électricité les installations produisant du courant à partir d'agents fossiles ou biogènes (tab. 1.1). Pour apparaître en outre ici comme une installation de couplage chaleur-force (CCF), elles doivent convertir en électricité au moins 5 % de l'énergie absorbée et avoir un rendement global (chaleur et électricité) d'au moins 60 %. La limite entre petites et grandes installations se situe aux alentours de 1 MW de puissance électrique installée.

En l'an 2004, des équipements thermiques ont fourni 5 % de la production totale d'électricité. Dans la grande majorité des cas, il s'agit d'usines d'incinération des ordures ménagères (UIOM), d'équipements industriels et de petites centrales à couplage chaleur-force.

		Nr.	Catégorie d'installations	Nombre d'install. Fin 2004	Puissance installée Fin 2004 [MWe]	Prod. de courant en 2004	
						GWh	%
Production thermique de courant	Couplage chaleur-force	T1	Div. producteurs d'électricité therm.	20	75.0	15	0%
		T2	Vouvry (désaff. depuis le 30.9.99)	0	0.0	0	0%
		T3	Au gaz de décharge	7	5.2	19	1%
		T4	Usines d'incinération des ordures (UIOM sans CCF*)	25	253.4	1'437	46%
		Sous-total sans install. CCF			52	333.6	1'471
	Petits CCF	W1	Usines d'incinération des ordures (UIOM avec CCF*)	3	40.2	101	3%
		W2	Industrie**	22	237.4	861	27%
		W3	Centrales CAD** avec CCF et divers	9	62.7	148	5%
		W4	Petites centrales CCF prod. d'élec. (groupes à CCF et turbines à gaz < 1 MW)	1'032	145.5	565	18%
		W5	Petites centrales CCF non prod. d'électricité. (PAC à mot. gaz/diesel)	(52)	0.0	0	0%
Sous-total install. CCF (sauf W5)			1'066	485.8	1'675	53%	
Total production thermique d'électricité			1'118	819.4	3'147	100%	

G:\2005\1013\All-Ausw[Zus-Fass2004.xls]Zusammenfassung Ber2

Commentaires:

* Définition des install. à couplage chaleur-force (CCF) dans cette statistique: $ETA_{tot} \geq 60\%$ et $ETA_{el} \geq 5\%$

** sans les groupes à CCF à moteur à gaz/diesel (assimilés ici aux petites install. à CCF prod. de courant)

PAC: pompe à chaleur CAD: chauffage à distance

Tableau 1.1 Vue d'ensemble de la production thermique d'électricité en Suisse

Les "petits" sont la majorité

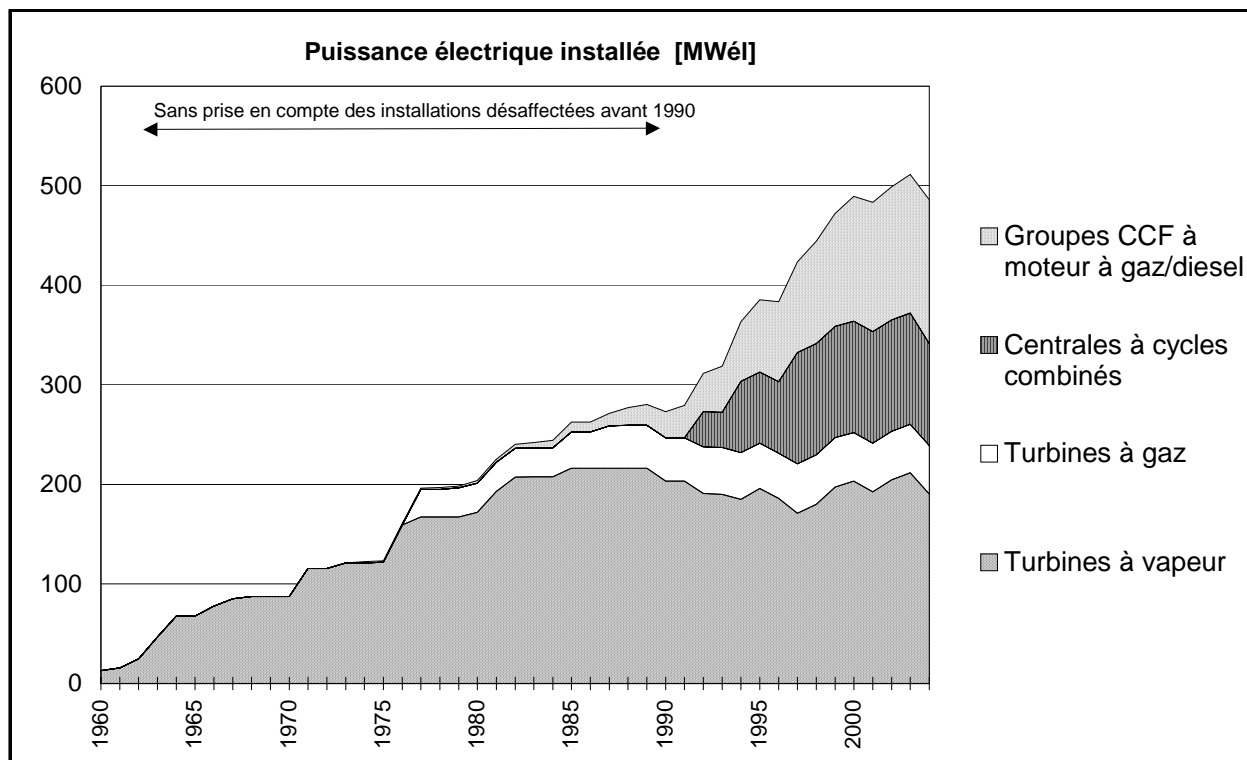
En l'an 2004, des équipements thermiques au nombre de 1'118 ont fourni de l'électricité (tab. 1.1). Ce sont avant tout des petites installations (1'032), mais 34 d'entre eux relèvent de la catégorie des grands CCF. Plus de 757 petits équipements à CCF ont été construits depuis l'an 1990, mais le rythme de ces réalisations a stagné ces années passées aux alentours de 36 installations, avec 3 MW de puissance par année. En l'an 2004, le nombre des mises en service n'a pas dépassé 29.

Poids lourds

L'ensemble des producteurs thermiques représente aujourd'hui 819 MW de puissance électrique installée. Les équipements à CCF en produisent 486 MWe, dont 70 % dans des grosses unités.

Parmi celles-ci, les turbines à vapeur prédominent largement, fournissant quelque 190 MWe (fig. 1.2). Au début des années 1990, les équipements à cycles combinés ont connu un grand succès. Il s'agit d'installations où une turbine à gaz est suivie d'une chaudière haute pression exploitant les rejets de chaleur pour alimenter une turbine à vapeur.

Enfin les neuf centrales de chauffage à distance de Suisse équipées d'un gros CCF fournissent 63 MW au réseau électrique.



G:\2005\1013\All-Ausw[LE1-AB60.XLS]Haupttabelle Ber7

Figure 1.2 Evolution de la puissance électrique des installations à CCF selon leur type

(Presque) tous ont progressé

La production d'électricité issue d'installations thermiques a passé de 1'524 MWh en 1990 à 3'147 MWh en l'an 2004 (fig. 1.3). La progression est due avant tout aux équipements à CCF. Ceux-ci ont injecté 1'675 GWh de courant dans les réseaux des exploitants en l'an 2004, dont 538 GWh en provenance des "petits" (fig. 1.3). Ainsi la catégorie CCF a progressé de 157 % depuis 1990. S'y ajoutent 1'437 MWh produits par les UIOM, en progression de presque 135 % par rapport à 1990.

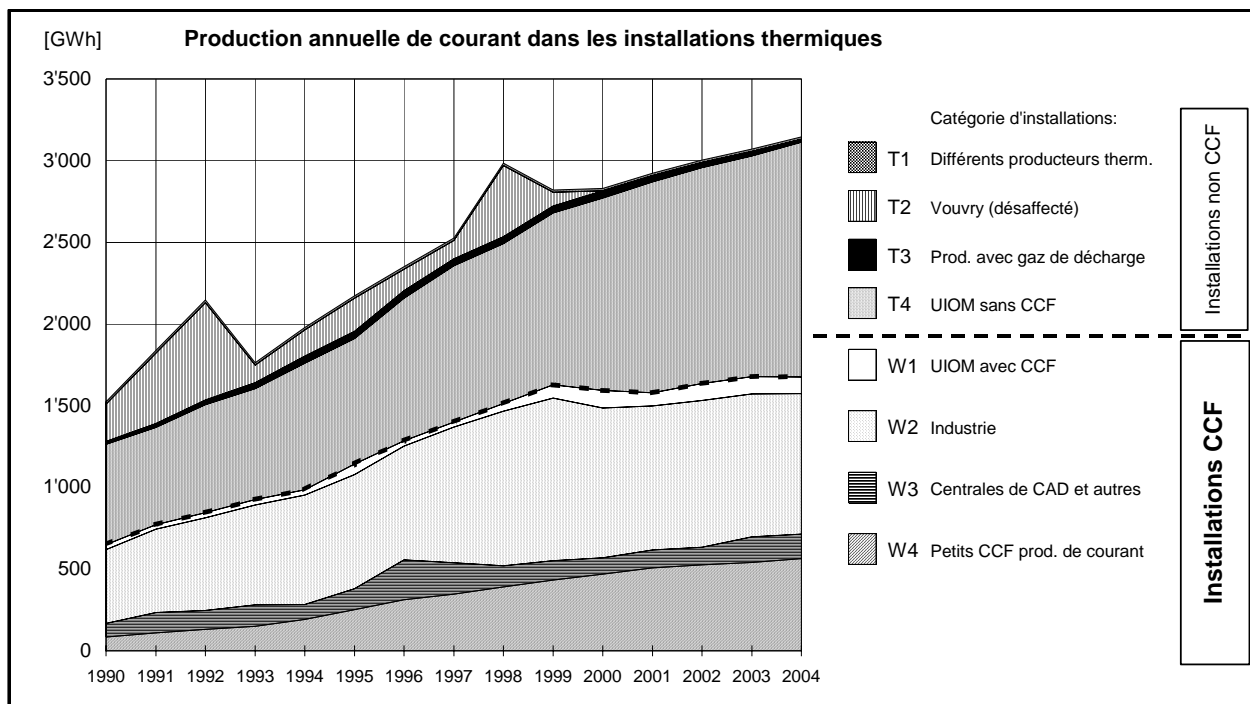


Figure 1.3 Evolution de la production thermique de courant

Station d'épuration ... ou bureaux

Les principaux exploitants de grandes installations à CCF se trouvent dans les industries chimique, du papier et du pétrole.

En revanche, les petits CCF se situent surtout dans les stations d'épuration (18 % de la puissance) et dans des entreprises industrielles ou artisanales (22 %). On en trouve aussi dans les immeubles de bureaux (12 %), les réseaux de chauffage à distance (11 %), les bâtiments scolaires et sportifs (8 %) ainsi que dans l'habitat (9 %).

On constate heureusement que 31 % de l'énergie nécessaire à ces installations provient de sources renouvelables. Ce sont surtout les parts renouvelables des déchets dans les UIOM et les entreprises industrielles, plus 5 % de biogaz (fig. 1.4).

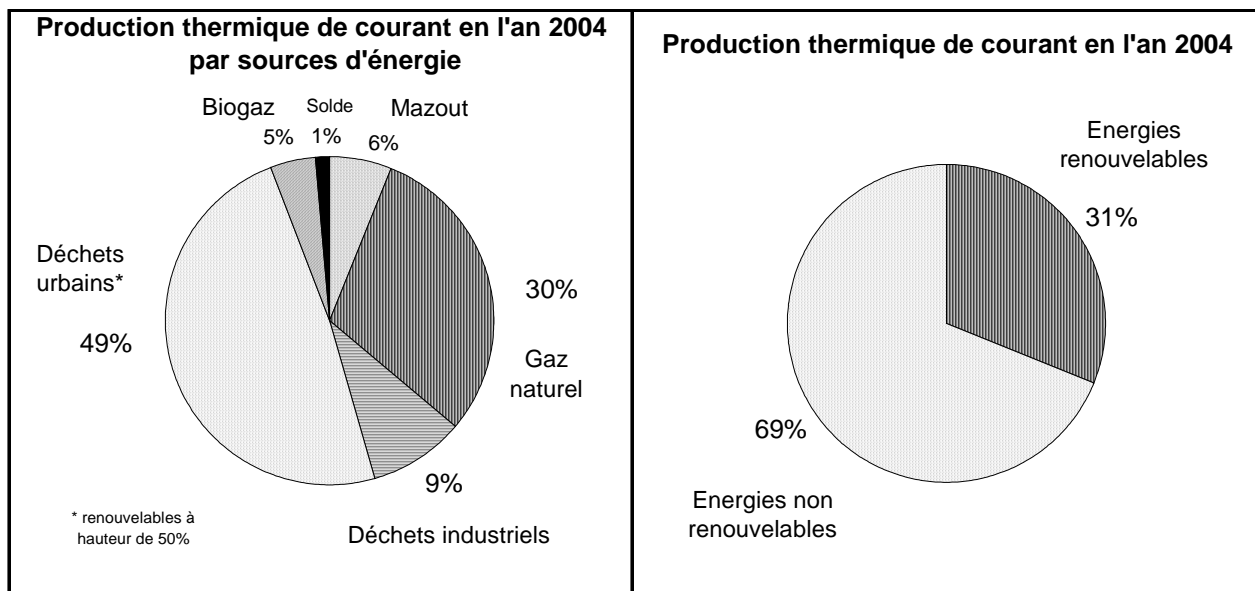


Figure 1.4 Apport des différentes sources d'énergie à la production thermique de courant en 2004

Champions

La production moyenne d'électricité de source thermique en l'an 2004 a été de 227 kWh par tête d'habitant. Avec respectivement 1'200 et 844 kWh par personne, les cantons du Valais et de Soleure en ont fourni la proportion la plus élevée, suivis de Bâle-Ville (719 kWh) et Bâle-Campagne (503 kWh).

2. Einleitung

In den vergangenen 15 Jahren wurden viele neue thermische Stromproduktionsanlagen (insbesondere Wärmekraftkopplungsanlagen) in Betrieb genommen. Der vorliegende Bericht ermöglicht einen umfassenden statistischen Überblick über diese Anlagen.

2.1 Ausgangslage

Gemäss Elektrizitätsstatistik wurden im Jahre 2004 in der Schweiz 63'523 Mio. kWh elektrische Energie produziert. Rund 95 % dieser Strommenge wurde in Wasser- und Kernkraftwerken erzeugt. Die restlichen knapp 5 % wurden in kleineren und grösseren thermischen Kraftwerken produziert.

Da bei **thermischen Kraftwerken ohne nennenswerte Nutzung der anfallenden Abwärme** die eingesetzte Energie nur zu einem kleinen Teil genutzt wird, sind diese Kraftwerke separat zu betrachten. Das ölthermische Kraftwerk Vouvry mit 284 MW elektrischer Leistung war das grösste Kraftwerk dieser Kategorie. Es wurde am 30.9.1999 nach 34 Betriebsjahren stillgelegt. In den vergangenen Jahren wurden in der Schweiz nur noch wenige Kraftwerke ohne Nutzung der Abwärme gebaut. Diese Anlagen dienen zur sogenannten Verstromung von nicht anderweitig nutzbaren Energieträgern (Kehricht, Deponiegas usw.).

Anders sieht es bei Anlagen zur thermischen Stromproduktion mit Nutzung der anfallenden Abwärme aus. Dabei handelt es sich um sogenannte **Wärmekraftkopplungs(WKK)-Anlagen**. Diese leisten einen Beitrag zur dezentralen Stromversorgung in der Schweiz. Da die verfügbare Abwärme meist vollständig genutzt wird, können gleiche Gesamtnutzungsgrade wie beim Einsatz der gleichen Brennstoffe in herkömmlichen Feuerungsanlagen erzielt werden.

Die dezentrale WKK-Stromproduktion ermöglicht den Antrieb von Elektromotor-Wärmepumpen und den Einsatz anderer sogenannter Elektro-Thermo-Verstärkungsprozesse (z.B. Wärmerückgewinnung bei Lüftungsanlagen und gewerblichen Kälteanlagen). Die Kombination von WKK-Anlagen und Elektro-Thermo-Verstärkern ermöglicht im Vergleich zu modernen konventionellen Feuerungen markante Energie- und Luftschadstoffeinsparungen bis zu 40 %. Eine Kombination von Mobilität mit WKK könnte zusätzlich Emissionen verringern.

Die kleineren WKK-Anlagen bis 1 MW elektrischer Leistung haben ab Mitte der achtziger Jahre eine starke Zunahme erfahren. Daher wurde deren statistische Erfassung im Auftrag des Bundesamtes für Energie bereits anfangs der neunziger Jahre begonnen und die Auswertungen in jährlichen Berichten publiziert.

Wärmekraftkopplungs- (WKK)-Anlagen produzieren elektrische Energie, wobei die anfallende Abwärme für Heizzwecke genutzt wird.

Auch bei den grösseren WKK-Anlagen ab 1 MW elektrischer Leistung haben beachtliche Veränderungen stattgefunden. In der Papierindustrie, in Fernheizkraftwerken und Kehrlichtverbrennungsanlagen wurden Anlagen modernisiert oder neu gebaut. Insbesondere die neuen Anlagen wurden in der schweizerischen Elektrizitätsstatistik nicht erfasst. Daher wurde 1997 erstmals ein statistischer Überblick über alle thermischen Kraftwerke und insbesondere alle WKK-Anlagen publiziert.

Für die Fortschreibung der Statistik aller thermischer Kraftwerke und WKK-Anlagen wurde die Dr. Eicher+Pauli AG vom Bundesamt für Energie beauftragt. Die vorliegende Ausgabe präsentiert die Resultate der durchgeführten Erhebungen zu den Bestandesänderungen und Energieumsätzen im Jahr 2004. Folgende Punkte sind speziell zu beachten:

- Der vorliegende Bericht umfasst statistische Auswertungen zu sämtlichen mit fossilen und biogenen Energieträgern betriebenen thermischen Kraftwerken in der Schweiz. Anzahl, elektrische Leistung sowie die Stromproduktion ab 1990 werden ausgewiesen.
- Es wird unterschieden zwischen Wärmekraftkopplungsanlagen und den restlichen Anlagen mit geringer oder fehlender Abwärmenutzung (Definition siehe Kap. 2.2).
- Die WKK-Anlagen werden wie in früheren Jahren unterteilt in Klein- und Gross-WKK-Anlagen (siehe Kap. 2.3).
- Die erfassten thermischen Kraftwerke werden in insgesamt neun Anlagenkategorien unterteilt. Die Kategorien-Bezeichnungen und -Nummern (T1, T2, ... W1, W2) werden auf allen Darstellungen und Auswertungen verwendet (siehe Kap. 2.4).

Detailliertere Erläuterungen zur Statistik finden sich im Anhang F.

Die Verfasser bedanken sich an dieser Stelle bei allen Personen, welche die erhaltenen Erhebungsformulare ausgefüllt und zurückgeschickt haben.

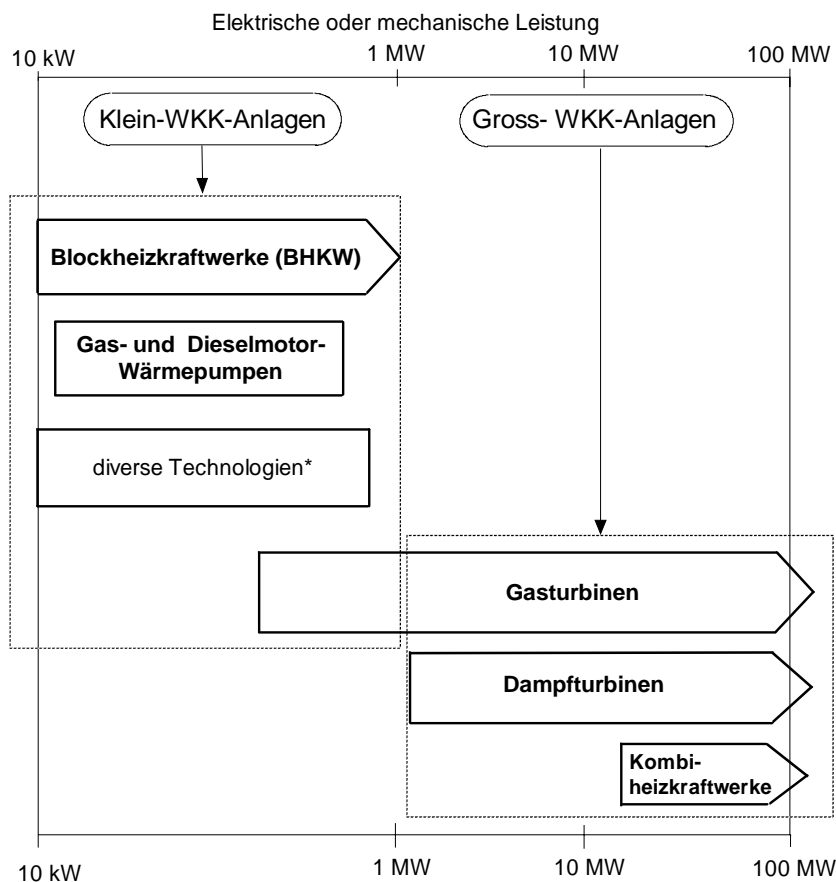
2.2 Technologien und Einsatzbereiche von WKK-Anlagen

Um vergleichbare Technologien und Einsatzbereiche zusammenfassen zu können, wird unterschieden zwischen Klein- und Gross-WKK-Anlagen (siehe Bild 2.2).

Die Klein-WKK-Anlagen werden bereits seit 1991 statistisch erfasst und umfassen folgende Technologien:

- **Blockheizkraftwerke (BHKW)** mit Gas-, Diesel- und Zündstrahlmotoren
- **Wärmepumpen**, welche mit Gas-, Diesel- und Zündstrahlmotoren angetrieben werden
- Mit **Gasmotoren angetriebene Gebläse** in Kläranlagen
- **Total-Energie-Anlagen (TEA)**, die eine Kombination aus Gasmotor, Elektrogenerator und Wärmepumpe darstellen
- **Gasturbinen** unter 1 MW elektrischer Leistung
- Neue Technologien (**Brennstoffzellen, Stirlingmotoren** usw.)

Es gibt ganz verschiedene WKK-Technologien. In dieser Statistik werden Klein- und Gross-WKK-Anlagen unterschieden.



*Total-Energie-Anlagen (TEA); Direktgebläseantriebe

G:\1998\001\ALL-BER\wkk-anl.drw

Bild 2.2 Aufteilung der Wärmekraftkopplungstechnologien und -Leistungsbereiche in Klein- und Gross-WKK-Anlagen

Als Gross-WKK-Anlagen werden folgende Technologien bezeichnet (siehe auch Bild 2.2):

- **Gasturbinen** (ab 1 MW elektrischer Leistung):
Gasturbinen bis 1 MW elektrischer Leistung werden im Rahmen der Klein-WKK-Statistik erfasst. Ab 1 MW sind sie im vorliegenden Bericht den Gross-WKK-Anlagen zugeordnet.
- **Dampfturbinen:**
Es kann zwischen folgenden Dampfturbinen-Typen unterschieden werden: Entnahme-Gegendruckanlagen, Gegendruckanlagen, Entnahme-Kondensations-Anlagen.
Bei reinen Kondensationsanlagen handelt es sich nicht um WKK-Anlagen, da die anfallende Wärme nicht genutzt wird.
Einige kleinere Spezialaggregate (Speisepumpen-Antriebsturbine, Dampfmotor, ORC-Turbogenerator, Holzgas-Motor) wurden aus erhebungstechnischen Gründen ebenfalls der Gross-WKK-Statistik und bei Auswertungen den Dampfturbinen zugeordnet.
- **Kombianlagen:**
Bei Kombiheizkraftwerken wird einer Gasturbine ein Hochdruckabhitzeessel mit Dampfturbine nachgeschaltet. Dadurch kann ein höherer elektrischer Nutzungsgrad erzielt werden.

2.3 Definition Wärmekraftkopplung (WKK)

Im vorliegenden Bericht werden thermische Stromproduktionsanlagen als WKK-Anlagen betrachtet, wenn mindestens 60 % der eingesetzten Energie in Elektrizität und genutzte Heiz- oder Prozesswärme umgewandelt werden. Als zweites Kriterium muss bei einer WKK-Anlage die Stromproduktion mindestens 5 % des Energieeinsatzes betragen.

Im Gegensatz zu konventionellen, thermischen Kraftwerken wird die bei der Stromproduktion anfallende Abwärme bei Wärmekraftkopplungsanlagen vollständig oder mindestens teilweise genutzt. Bei WKK-Anlagen werden folglich die eingesetzten Energieträger sowohl in hochwertige Elektrizität als auch in nutzbare Wärmeenergie umgewandelt.

Auch bei Abfallbehandlungsanlagen wird häufig aus Kehrriech oder Deponiegas sowohl Strom als auch Wärme erzeugt. Es stellt sich die Frage, ob solche Anlagen generell als WKK-Anlagen bezeichnet werden können.

In Bild 2.3 sind alle schweizerischen Kehrriechverbrennungsanlagen (KVA) in Abhängigkeit ihres elektrischen und thermischen Jahresnutzungsgrades eingetragen. Diese sind wie folgt definiert:

- Elektrischer Nutzungsgrad (η_{el}) = prod. Elektrizität/verbrauchte Energiemenge
- Thermischer Nutzungsgrad (η_{th}) = genutzte Wärme¹/verbrauchte Energiemenge
- Gesamtnutzungsgrad (η_{Tot}) = $\eta_{el} + \eta_{th}$

1) Für Eigenbedarf und Verkauf genutzte Wärme (d.h. ohne ungenutzte Überschusswärme)

Voraussetzung für die Bezeichnung als WKK-Anlage ist in dieser Statistik, dass insgesamt 60 % der eingesetzten Energie in Nutzenergie (Strom und Wärme) und mindestens 5 % in Strom umgewandelt wird.

Viele KVA weisen zwar einen elektrischen Nutzungsgrad über 10 % auf. Beim grösseren Teil dieser KVA beträgt der thermische Nutzungsgrad weniger als 20 %. In Bild 2.3 wurden diese KVA als **Kraftwerke** bezeichnet.

Umgekehrt gibt es auch Kehrrechtverbrennungsanlagen, bei welchen zwar beachtliche Wärmemengen genutzt werden (Eta_{th} über 50 %), aber nur wenig Strom produziert wird. Diese Anlagen sind in Bild 2.3 als **Heizwerke** bezeichnet.

Es gilt nun am Beispiel der KVA festzulegen, welche Anlagen als **WKK-Anlagen** bezeichnet werden. Im Rahmen dieses Berichtes müssen folgende Bedingungen eingehalten werden (siehe Bild 2.3):

- Der Gesamtnutzungsgrad der Anlage muss mindestens 60 % betragen ($\text{Eta}_{\text{Tot}} \geq 60\%$). Diese anspruchsvolle Bedingung wurde so festgelegt, dass WKK-Anlagen auch in absehbarer Zukunft höhere Gesamtnutzungsgrade als thermische Kraftwerke ohne Abwärmenutzung aufweisen. Als weiteren Punkt gilt es zu beachten, dass WKK-Anlagen nicht wesentlich schlechtere Gesamtnutzungsgrade aufweisen sollten als normale Feuerungsanlagen.
- WKK-Anlagen müssen einen minimalen elektrischen Nutzungsgrad von 5 % erreichen ($\text{Eta}_{\text{el}} \geq 5\%$). Dadurch ist eine Abgrenzung gegenüber Heizwerken mit marginaler elektrischer Ausbeute gewährleistet.

Selbstverständlich muss beispielsweise bei Kehrrechtverbrennungsanlagen jährlich mit den entsprechenden Betriebsdaten geprüft werden, ob die Anlage als WKK-Anlage bezeichnet werden kann oder nicht.

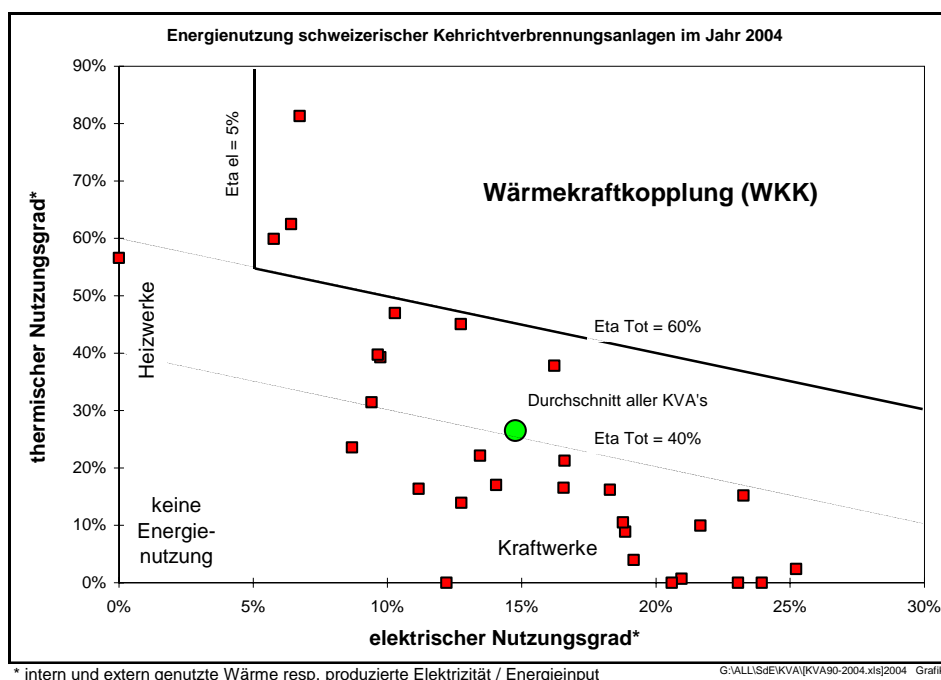


Bild 2.3 Jahresnutzungsgrade der schweizerischen Kehrrechtverbrennungsanlagen im Jahr 2004

2.4 Anlagekategorien

Die erfassten Anlagen werden in neun Kategorien unterteilt (siehe Bild 2.4). Bei den Kategorien T1 bis T4 handelt es sich um thermische Stromproduktionsanlagen mit geringer oder fehlender Abwärmenutzung. Die stromproduzierenden WKK-Anlagen sind in den Kategorien W1 bis W4 aufgeteilt. Kategorie W5 umfasst die nicht stromproduzierenden Klein-WKK-Anlagen. Dabei handelt es sich um Wärmepumpen, die mit Gas- oder Dieselmotoren angetrieben werden.

Die hier gezeigte Kategorisierung der erfassten Technologien findet sich in den meisten Auswertungen wieder.

Zuordnungen		Nr. Kat.	Anlagenkategorie	Beschreibung	Bericht	
Thermische Stromproduktion <small>(Kap. 3, Anh. A)</small>		T1	diverse therm. Stromerzeuger	div. thermische Stromerzeuger mit keiner o. geringer Abwärmenutzung (z.B. Notstromanlagen)	Kap. 3	
		T2	Vouvry	ölthermische Kraftwerk Vouvry	Kap. 3	
		T3	Deponigasverstromung	mit Deponiegas betriebene Gasmotoren, welche die WKK-Bedingungen* nicht erfüllen	Kap. 7.2 Anh. E.2	
		T4	Kehrichtverbrennungsanl. (KVA ohne WKK)	KVA, welche die WKK-Bedingungen* nicht erfüllen	Kap. 7.1 Anh. E.1	
	Wärmekraftkopplung (WKK)* <small>(Kap. 4, Anh. B)</small>	Gross-WKK-Anlagen** <small>(Kap. 5, Anh. C)</small>	W1	Kehrichtverbrennungsanl. (KVA mit WKK)	KVA, welche die WKK-Bedingungen* erfüllen	Kap. 7.1 Anh. E.1
			W2	Industrie	industrielle Gross-WKK-Anlagen	Kap. 5.2
			W3	Fernheizkraftwerke u.a.	Gross-WKK-Anlagen in öffentlichen Fernheizkraftwerken (inkl. einzelne Spezialfälle)	Kap. 5.3
			W4	stromprod. Klein-WKK	Blockheizkraftwerke (mit Gas- und Dieselmotoren) und Gasturbinen < 1 MWe	Kap. 6 Anh. D
			W5	nicht stromprod. Klein-WKK	mit Gas- oder Dieselmotoren angetriebene Wärmepumpen	Kap. 6 Anh. D
	Klein-WKK-Anlagen** <small>(Kap. 6, Anh. D)</small>					

G:\1999\007\ALL-AUSW\STRUKTUR.XLS

Kommentare:

* Bedingungen für die statistische Bezeichnung als Wärmekraftkopplungs(WKK)-Anlagen:

Eta Tot \geq 60% und Eta EI \geq 5%

Bei WKK-Anlagen muss während des betrachteten Betriebsjahres mind. 60% der eingesetzten Energie in Elektrizität und Wärme, welche genutzt wird, umgewandelt werden. Der elektrische Jahresnutzungsgrad muss mindestens 5% betragen. Weitere Angaben finden sich in Kap. 2.3.

** Aus erhebungstechnischen Gründen wird weiterhin zwischen Gross- und Klein-WKK-Anlagen unterschieden. Sämtliche Gas- und Dieselmotoren sowie Gasturbinen bis 1 MWe werden als Klein-WKK-Anlagen bezeichnet (sofern die WKK-Bedingungen eingehalten werden). Weitere Angaben finden sich in Kap. 2.2.

Bild 2.4 Anlagekategorien des vorliegenden Berichtes

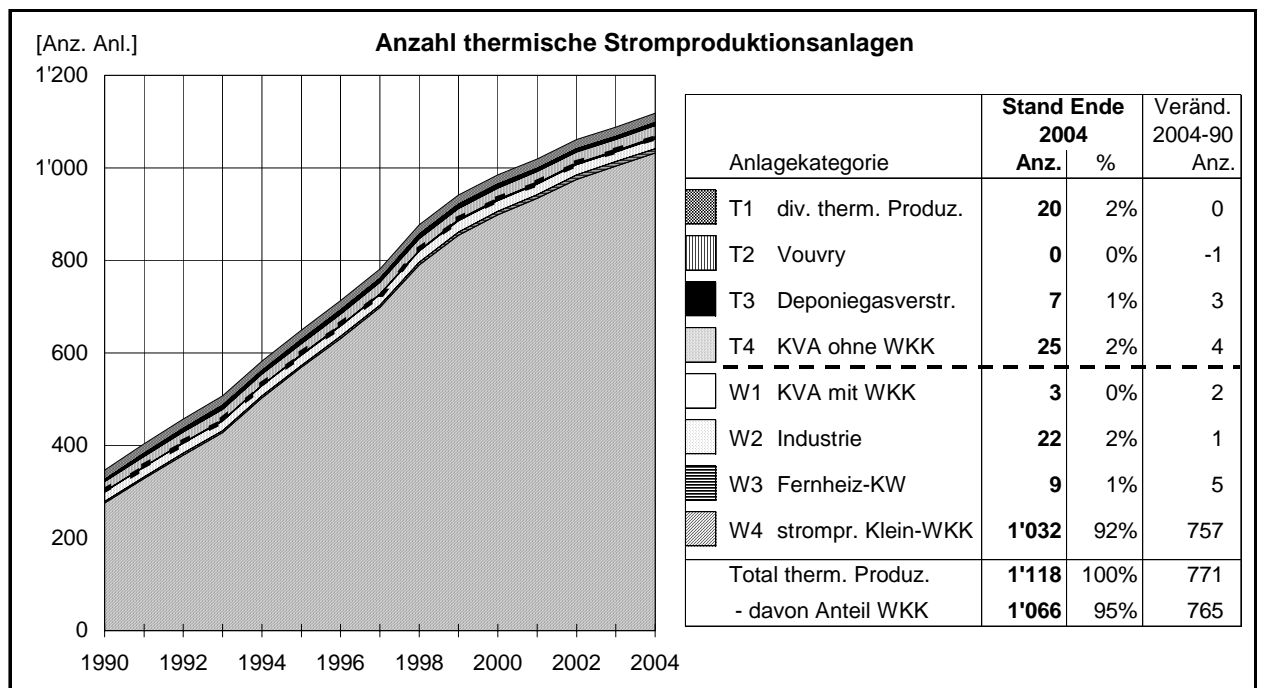
3. Thermische Stromerzeugung

In Kapitel 3 wird die gesamte thermische Stromerzeugung in der Schweiz der Jahre 1990 bis 2004 quantifiziert. Als Grundlage dienen die Erhebungen der Dr. Eicher+Pauli AG. Die detaillierten Auswertungen finden sich im Anhang A.

3.1 Anlagen und elektrische Leistungen

Rund 1'118 Anlagen haben im Jahr 2004 in der Schweiz zur thermischen Stromproduktion beigetragen (siehe Bild 3.1a). Abgesehen von hier nicht erfassten Notstromanlagen wird bei rund 52 Anlagen die Abwärme nicht genutzt (Kat. T1 bis T4). Bei den restlichen 1'066 WKK-Anlagen wird die bei der Stromproduktion anfallende Abwärme meist, soweit technisch möglich, genutzt. Die Klein-WKK-Anlagen sind mit Abstand die grösste Anlagenkategorie (W4). Deren Anzahl hat seit Anfang der neunziger Jahre um 757 Anlagen zugenommen.

Ende 2004 waren 1'118 thermische Stromproduktionsanlagen (ohne Kernkraftwerke) in Betrieb.

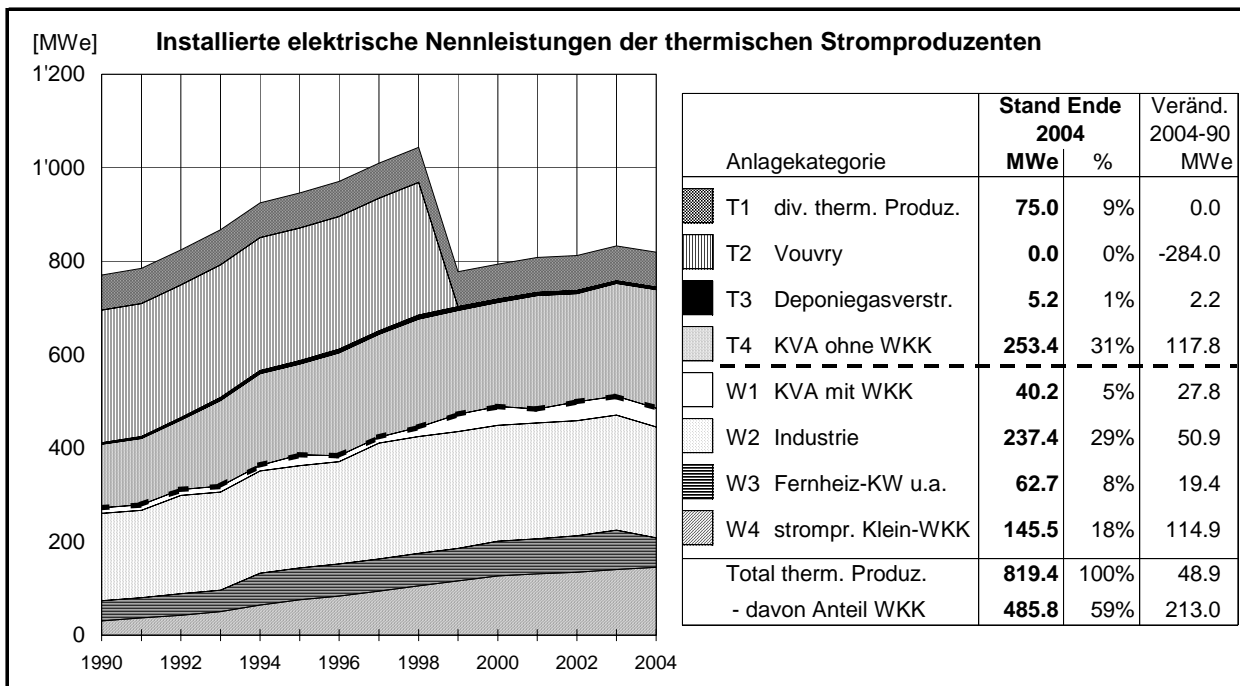


G:\2005\1013\All-Ausw[ANZ-AB90.xls]Ausw-Graf Ber4

Bild 3.1a Entwicklung der Anzahl thermischer Stromproduktionsanlagen

(siehe Anhang A.1a)

Die gesamte elektrische Nennleistung aller thermischen Stromproduzenten betrug Ende 2004 gut 819 MWe (Bild 3.1b). Die elektrische Leistung aller WKK-Anlagen betrug Ende 2004 rund 486 MWe.



G:\2005\1013\All-Ausw[LEI-AB90.xls]Ausw-Graf Ber4

Bild 3.1b Entwicklung der installierten elektrischen Nennleistungen

(siehe Anhang A.1b)

3.2 Stromproduktion 1990 - 2004

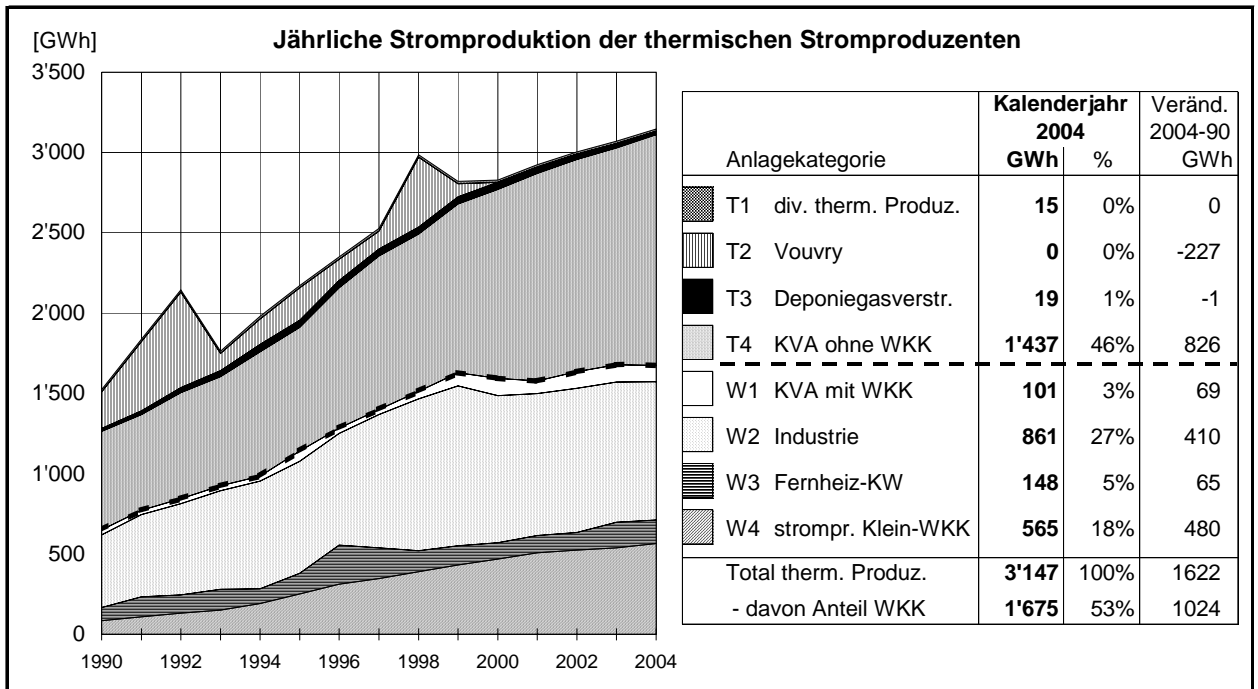
Im Jahr 2004 betrug die thermische Stromproduktion in der Schweiz 3'147 GWh (siehe Bild 3.2a). Neben den 35'177 GWh aus Wasserkraftwerken und den 25'432 GWh aus Kernkraftwerken haben die thermischen Stromerzeuger im Jahr 2004 einen Beitrag von knapp 5 % an die gesamte Landeserzeugung erbracht.

53 % der thermischen Stromproduktion wurde 2004 mit WKK-Anlagen erzeugt. Der grösste Teil davon wurde in Gross-WKK-Anlagen in der Industrie und in Fernheizkraftwerken produziert. Der Beitrag der Klein-WKK-Anlagen betrug mit 565 GWh 18 % der thermischen Stromerzeugung.

Mit 47 % erfolgte weniger als die Hälfte der thermischen Stromproduktion im Jahr 2004 in Kraftwerken mit geringer oder keiner Abwärmenutzung. Dabei handelt es sich zum grössten Teil um Kehrichtverbrennungsanlagen.

Die thermische Stromproduktion hat seit 1990 um 1'622 GWh zugenommen. Dies entspricht einer guten Verdoppelung seit 1990. Die Hälfte dieser Zunahme entfällt mit 826 GWh auf die Kehrichtverbrennungsanlagen ohne WKK (Kat. T4). Weitere massgebliche Zunahmen verzeichneten die Klein-WKK-Anlagen (Kat. W4, 480 GWh) und die industriellen Gross-WKK-Anlagen (Kat. W2, 410 GWh). Die Elektrizitätserzeugung im ölthermischen Kraftwerk Vouvy hatte stark geschwankt und entfällt seit der Stilllegung (30.09.1999) ganz (siehe Bild 3.2a).

Die thermische Stromproduktion (ohne Kernkraftwerke) betrug im Jahr 2004 rund 3'174 GWh, knapp 5% der schweizerischen Landeserzeugung.

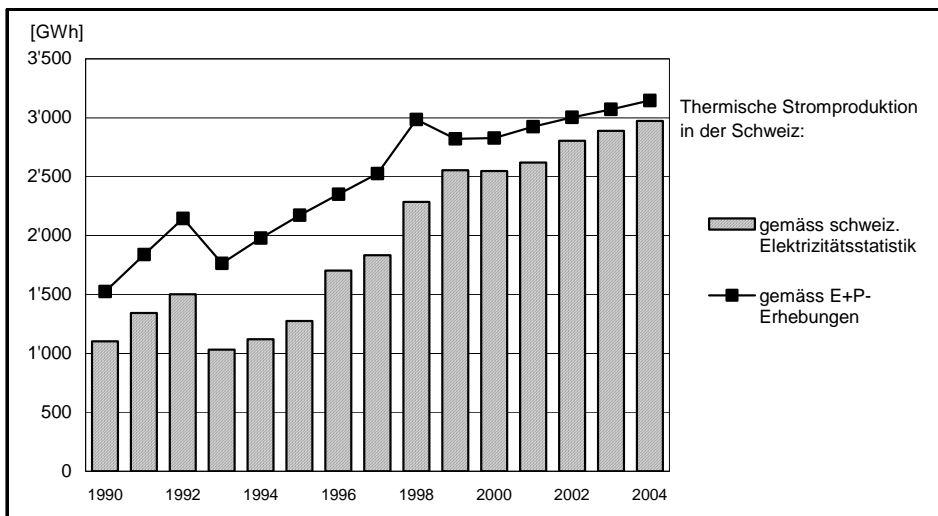


G:\2005\1013\All-Ausw[STR-AB90.xls]Ausw-Graf Ber4

Bild 3.2a Thermische Stromproduktion der Jahre 1990 bis 2004

(siehe Anhang A.1c)

Wie erwähnt, betrug die thermische Stromproduktion des Jahres 2004 gemäss den vorliegenden Erhebungen insgesamt rund 3'147 GWh. In der offiziellen Elektrizitätsstatistik wurde für das gleiche Jahr nur 2'974 GWh ausgewiesen. Folglich wurden darin 173 GWh resp. 5.5 % der effektiven thermischen Stromproduktion nicht erfasst. Bild 3.2b zeigt die Differenz zwischen den in diesem Bericht ausgewiesenen Resultaten sowie denjenigen der Elektrizitätsstatistik der vergangenen Jahre. Die seit einigen Jahren begonnene schrittweise Angleichung der Zahlen in der Elektrizitätsstatistik wird bald abgeschlossen sein.



G:\2005\1013\All-Ausw[STR-AB90.xls]Ausw-Graf Ber5

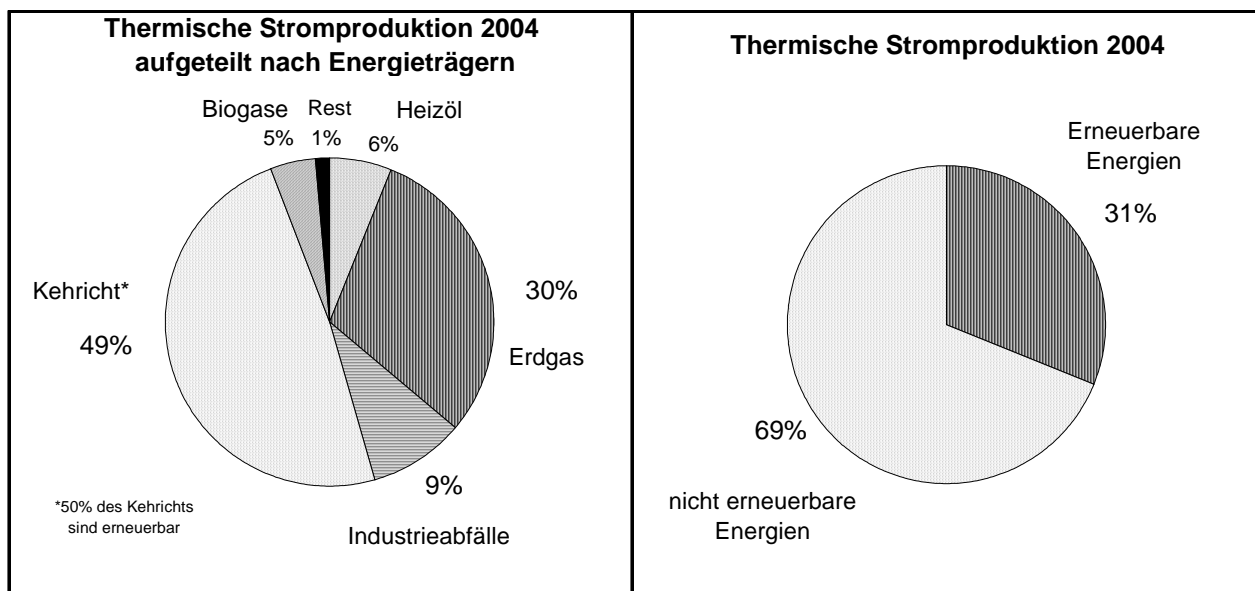
Bild 3.2b Thermische Stromproduktion der Jahre 1990 bis 2004: Vergleich der offiziellen schweizerischen Elektrizitätsstatistik mit den vorliegenden Erhebungsergebnissen

3.3 Energieträger 2004

In Bild 3.3 wird gezeigt, welche Energieträger im Jahre 2004 für die thermische Stromproduktion eingesetzt wurden. Der aus Kehricht stammende Strom weist mit 49 % den grössten Anteil auf. Erdgas (30 %), Industrieabfälle (9 %), Heizöl (6 %) und Biogase (5 %) sind die weiteren Energieträger. Bei den industriellen Abfällen handelt es sich um Raffinerierückstände, Lösungsmittel, Schlämme aus der Papierproduktion und Chemieabfälle.

Kehricht (49 %) und Erdgas (30 %) sind die dominanten Energieträger bei der thermischen Stromproduktion.

Knapp ein Drittel der thermischen Stromerzeugung basiert auf erneuerbaren Energieträgern. Dabei wurde berücksichtigt, dass gemäss Abfallanalysen rund die Hälfte des verbrannten Kehrichts erneuerbaren Ursprungs ist. Auch die verschiedenen Biogasarten (Klärgas, Deponiegas, Biogas aus Vergärungsanlagen in Landwirtschaft, Gewerbe und Industrie) weisen einen nennenswerten Beitrag zur thermischen Stromproduktion mit erneuerbaren Energieträgern auf.



Ausdruck: 15.08.2005

G:\2005\1013\All-Ausw\ENERG-2004-V2.xls\Anhang A.2 Ber3 resp. Ber6

Bild 3.3 Thermische Stromproduktion 2004 aufgeteilt nach Energieträgern. Der relative hohe Anteil erneuerbarer Energien von 31 % an der thermischen Stromproduktion liegt darin begründet, dass rund 50 % des verbrannten Kehrichts erneuerbaren Ursprungs ist. (siehe Anhang A.2)

Angaben zum Bruttoenergieverbrauch der Anlagen zur thermischen Stromproduktion finden sich in den Anhängen A.3 und A.4.

4. Wärmekraftkopplung (WKK)

In diesem Kapitel finden sich einige übergeordnete Auswertungen zur Gesamtheit aller WKK-Anlagen in der Schweiz.

4.1 Übersicht

Ende 2004 waren in der Schweiz 1'066 WKK-Anlagen mit einer elektrischen Nennleistung von 486 MW in Betrieb. Im Kalenderjahr 2004 haben die WKK-Anlagen 1'675 GWh Elektrizität produziert. Dies entspricht 53 % der thermischen und 2.5 % der gesamten schweizerischen Stromproduktion.

2.5 % der gesamten schweizerischen Stromproduktion stammt aus WKK-Anlagen.

Wie Tabelle 4.1a zeigt, ist zwar die WKK-Anlagenzahl im 2004 um weitere 29 Anlagen angestiegen. Die Zunahme lag aber unter dem Durchschnitt der letzten 5 Jahre. Trotz des Anlagenzuwachses hat sowohl die installierte WKK-Leistung als auch die WKK-Stromproduktion im Jahre 2004 spürbar abgenommen. Seit 1990 ist dies die dritte Abnahme in einem langfristig ansonsten steil nach oben gerichteten Trend (Bild 4.1b). Folgende Gründe sind anzuführen:

- Im Fernheizkraftwerk Voltastrasse in Basel (Kat. W3) wurde im Jahr 2004 eine Dampfturbine mit 22 MW elektrischer Leistung nach Jahren mit sehr geringer Stromproduktion definitiv stillgelegt. Eine grössere Ersatzanlage am gleichen Standort ist aber bereits im Bau.
- Die industrielle WKK-Stromproduktion (Kat. W2) verzeichnete im Jahr 2004 einen leichten Rückgang (minus 1.6 %). Die Schliessung der Papierfabrik Zwingen führte zur Stilllegung einer Kombianlage mit gut 10 MW elektrischer Leistung.
- Bei den Kehrlichtverbrennungsanlagen mit WWK reduzierte sich 2004 die Stromproduktion bei konstanter elektrischer Nennleistung um 4.4 %.

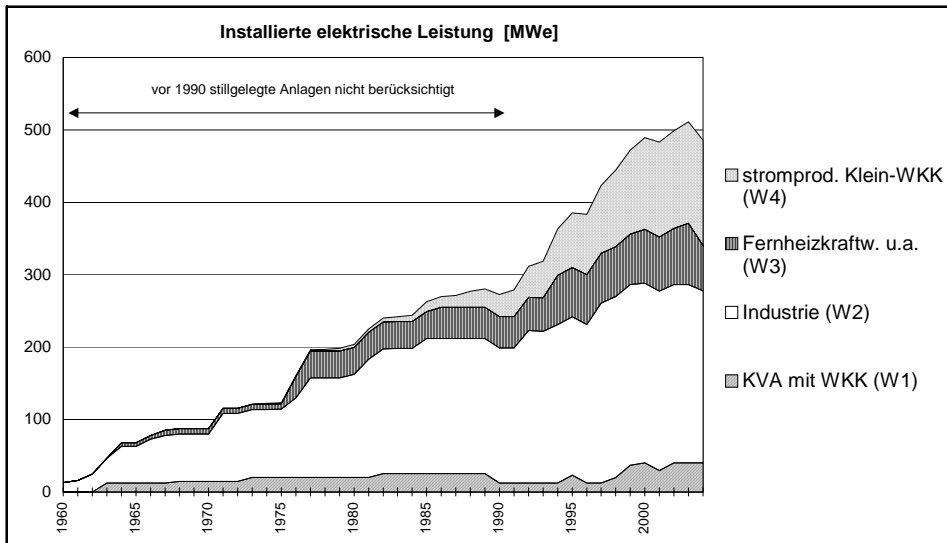
	Total	Jährlicher Zuwachs	
	2004	2004	Ø 2000 - 2004
Anzahl Anlagen*	1'066	29	36 Anl./a
Elektrische Leistung*	486 MW _e	- 25	3 MW _e /a
Jahresstromproduktion	1'675 GWh	- 3	9 GWh/a

* Bestand per Jahresende

Tabelle 4.1a Übersicht über die WKK-Anlagen in der Schweiz
[Anlagekat. W1, W2, W3, W4]

(siehe Anhänge A.1)

Die Entwicklung der elektrischen Nennleistungen aller WKK-Anlagen seit 1960 ist in den zwei nachstehenden Bildern dargestellt.

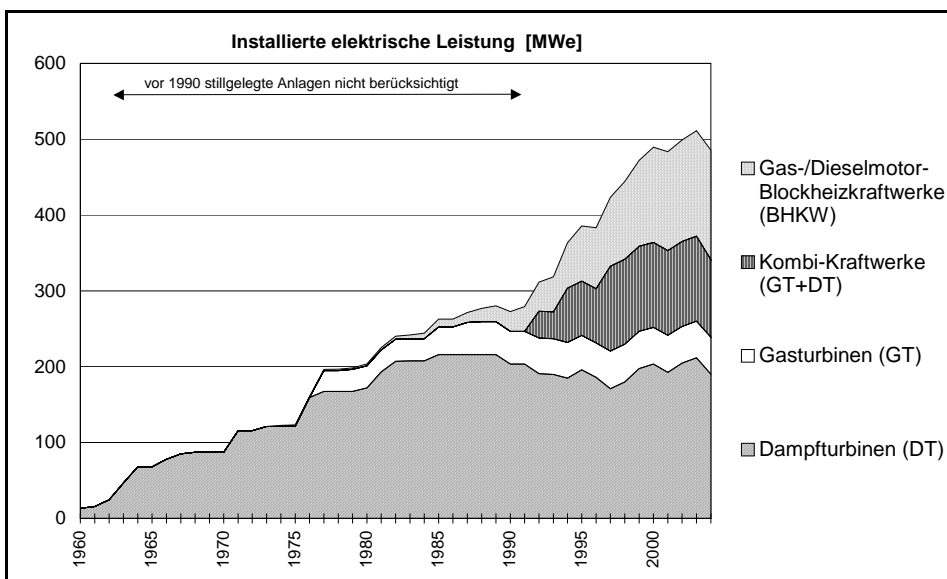


G:\2005\1013\All-Ausw\LE2-AB60.XLS\Anhang B.1a Ber3

Bild 4.1b Elektrische Nennleistungen der WKK-Anlagen aufgeteilt nach Anlagekategorien (siehe Anhang B.1a)

Bild 4.1b zeigt die Aufteilung nach Anlagekategorien. Dabei wird ersichtlich, dass erst ab 1985 die Verbreitung der Klein-WKK-Anlagen zugenommen hat. Der Einsatz von Gross-WKK-Anlagen in Industriebetrieben und Kehrrechtverbrennungsanlagen hat in den 60er Jahren begonnen.

Die WKK-Entwicklung nach Technologien in Bild 4.1c zeigt, dass bis Mitte der 70er Jahre fast ausschliesslich Dampfturbinen eingesetzt wurden. Die Nennleistung von reinen Dampfturbinenanlagen hat in den letzten Jahren stagniert. In den 90er Jahren haben die Kombianlagen (d.h. der kombinierte Betrieb von Gas- und Dampfturbinen) eine sehr starke Zunahme erfahren. Dies trifft auch für die Vielzahl von Blockheizkraftwerken (BHKW) zu.



G:\2005\1013\All-Ausw\LE1-AB60.XLS\Haupttabelle Ber3

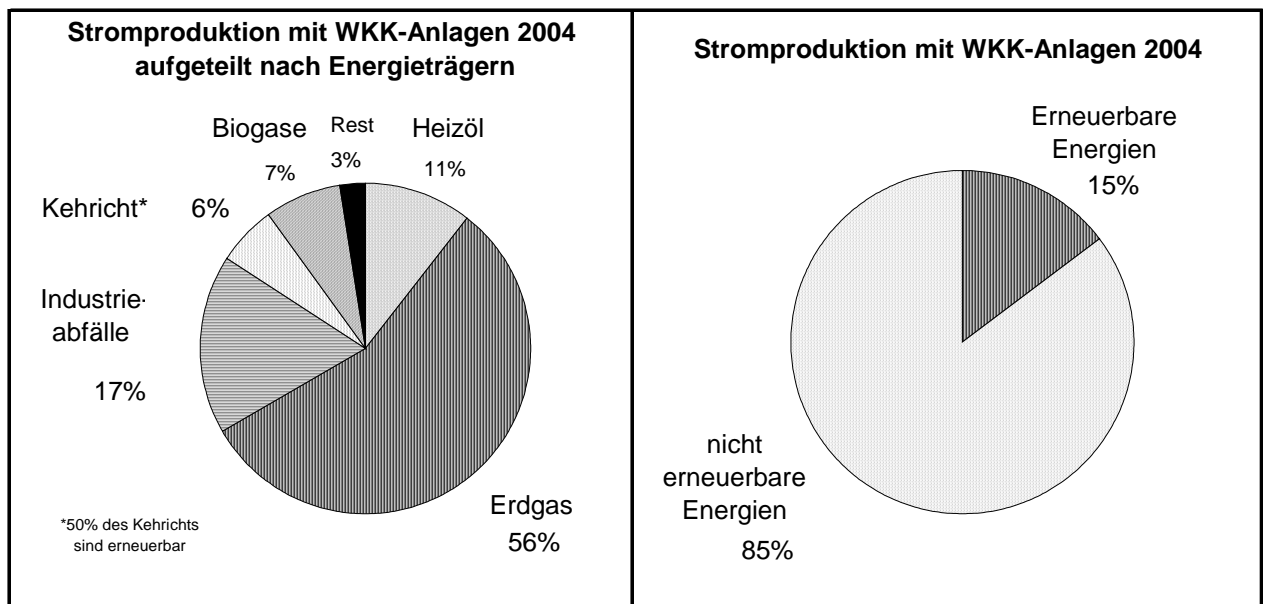
Bild 4.1c Elektrische Nennleistungen der WKK-Anlagen aufgeteilt nach Technologien (siehe Anhang B.1b)

4.2 Energieträger 2004

Unter Punkt 3.3 wurde die gesamte thermische Stromproduktion des Jahres 2004 nach Energieträgern aufgeteilt. In Bild 4.2 findet sich die analoge Aufteilung für die Stromproduktion mit WKK-Anlagen.

Erdgas ist mit 56 % der wichtigste Energieträger. Industrieabfälle und Heizöl sind mit Anteilen von 17 und 11 % weitere wichtige Energieträger bei der Elektrizitätserzeugung in WKK-Anlagen. Die verschiedenen Biogasarten (Klärgas, Deponiegas, Biogas aus Vergärungsanlagen in Landwirtschaft, Gewerbe und Industrie) weisen einen Anteil von 7 % auf.

Der Hauptenergieträger der WKK-Anlagen ist mit 56 % Anteil eindeutig Erdgas.



G:\2005\1013\All-Ausw\ENERG-2004-V2.xls\Anhang A.2 Ber1

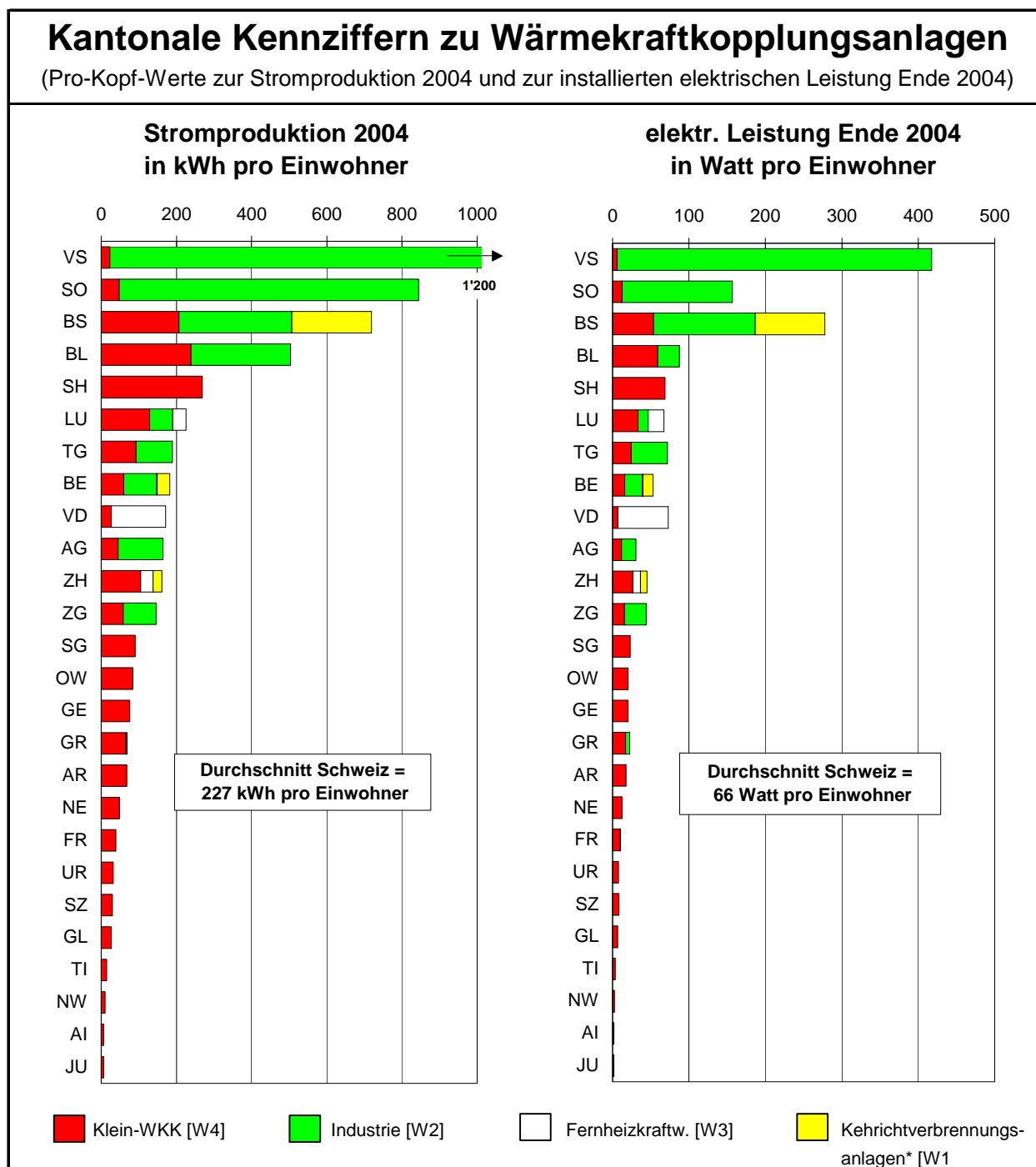
Bild 4.2 Aufteilung der WKK-Stromproduktion 2004 nach Energieträgern

(siehe Anhang A.2)

4.3 Auswertung nach Kantonen

In den Bildern 4.3 und 4.4 werden die kantonale Verbreitung von WKK-Anlagen mittels Pro-Kopf-Werten dargestellt. Die Kantone Wallis und Solothurn sind dank den Anlagen in Industriebetrieben die WKK-Spitzenreiter der Schweiz (Stromproduktion, linke Darstellung Bild 4.3). Basel-Stadt weist neben den industriellen WKK-Anlagen auch viele Blockheizkraftwerke für Nahwärmeverbundenanlagen sowie eine Kehrrechtverbrennungsanlage mit WKK auf.

Wallis und Solothurn sind die WKK-Spitzenreiter.



*nur KVA, welche als WKK-Anlagen definiert wurden

G:\2005\1013\All-Ausw[KT-WKK2004.xls]AuswGraf Ber2

Bild 4.3 Kantonale Pro-Kopf-Werte aller WKK-Anlagen

(siehe Anhang B.2)

Wärmekraftkopplung (WKK) in der Schweiz - Jahr 2004

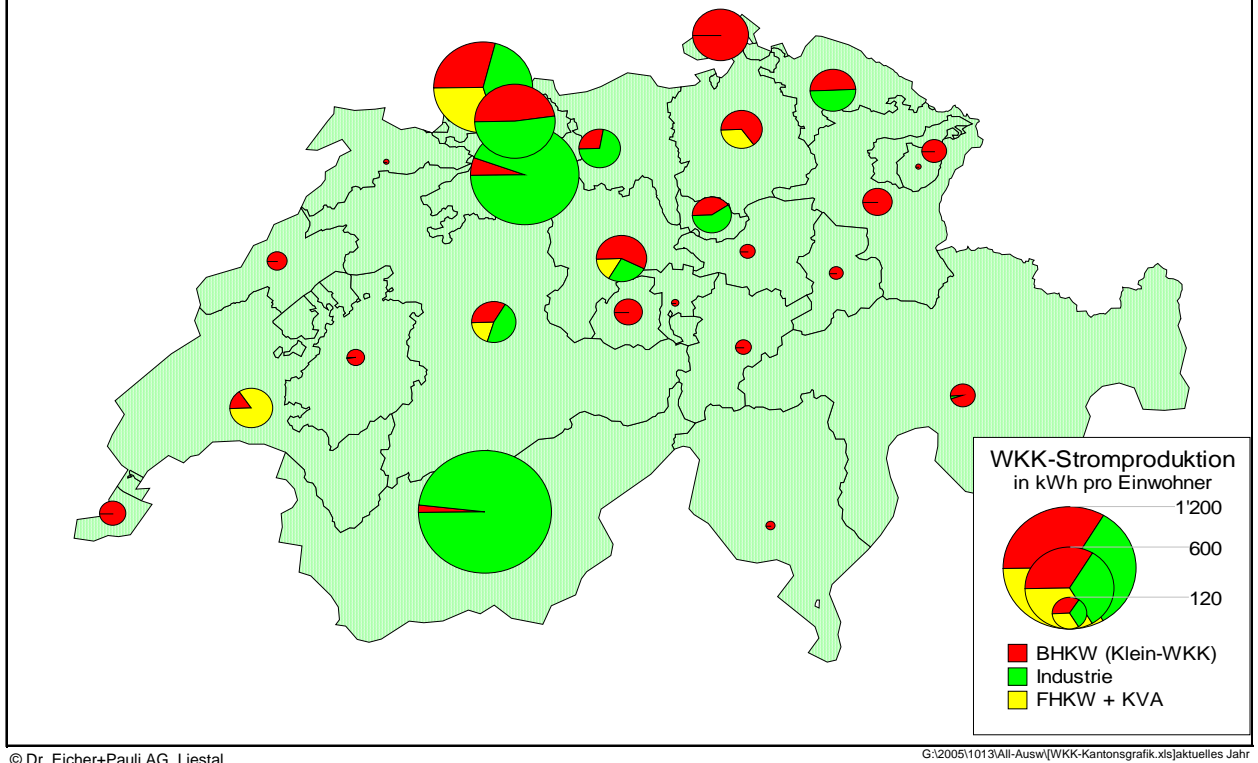


Bild 4.4 Kantonale Verteilung der WKK-Stromproduktion pro Einwohner

BHKW = Blockheizkraftwerke; FHKW = Fernheizkraftwerke (u.a.); KVA = Kehrlichtverbrennungsanlagen mit WKK

(siehe Anhang B.2)

5. Gross-WKK-Anlagen

In diesem Kapitel werden einige Spezialauswertungen zu den Gross-WKK-Anlagen, insbesondere in der Industrie und Fernheizkraftwerken, präsentiert. Die detaillierten Auswertungen finden sich im Anhang C.

5.1 Übersicht

Ende 2004 waren 34 Gross-WKK-Anlagen in Betrieb. Dabei handelt es sich um drei Anlagen in Kehrlichtverbrennungsanlagen (siehe Kap. 7.1), 22 Anlagen in der Industrie (siehe Kap. 5.2) sowie neun Anlagen in Fernheizkraftwerken (siehe Kap. 5.3).

66 % der WKK-Stromproduktion wird in Anlagen ab 1 MWe erzeugt (Gross-WKK-Anlagen).

	Total	Jährlicher Zuwachs	
	2004	2004	Ø 2000 - 2004
Anzahl Anlagen*	34	0	0 Anl./a
Elektrische Leistung*	340 MW _e	- 31	- 3 MW _e /a
Jahresstromproduktion	1'110 GWh	- 28	- 17 GWh/a

* Bestand per Jahresende

Tabelle 5.1 Übersicht über die Gross-WKK-Anlagen in der Schweiz [Anlagekat. W1, W2, W3] (siehe Anhänge A.1)

Im Jahr 2004 hat die installierte elektrische Leistung der Gross-WKK-Anlagen erstmals deutlich um 31 MWe oder 8.4 % abgenommen. Die Gründe wurden bereits im Kapitel 4.1 erläutert.

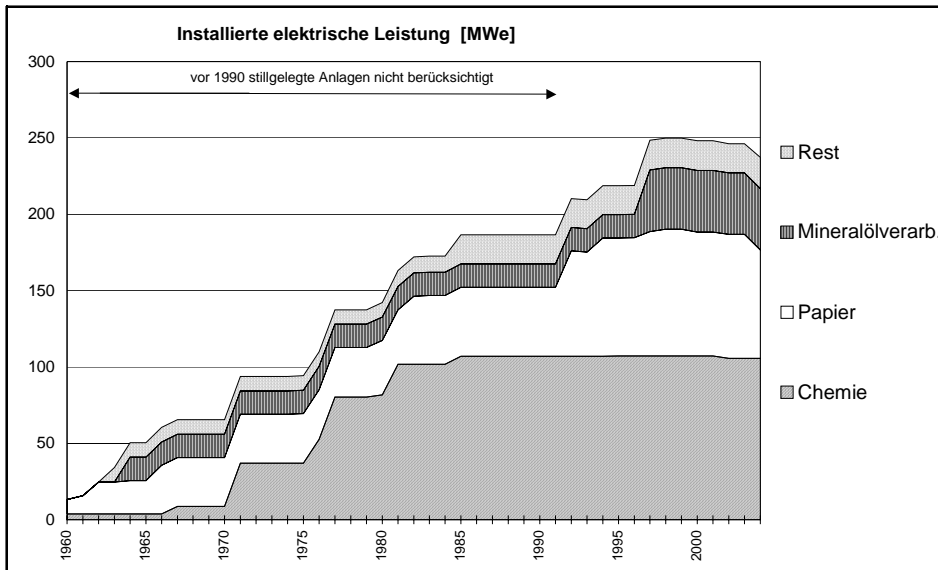
Die Jahresstromproduktion der Gross-WKK-Anlagen hat ebenfalls um 28 GWh oder 2.5 % auf 1'110 GWh abgenommen.

5.2 Industrie

Knapp drei Viertel des Gross-WKK-Bestandes steht in Industriebetrieben. Bild 5.2a zeigt die Entwicklung der elektrischen Leistung aufgeteilt nach Industriebranchen. Chemie und Papierindustrie sind ganz eindeutig diejenigen Branchen mit den meisten Gross-WKK-Anlagen.

51 % des WKK-Stroms stammt aus Gross-WKK-Anlagen in Industriebetrieben.

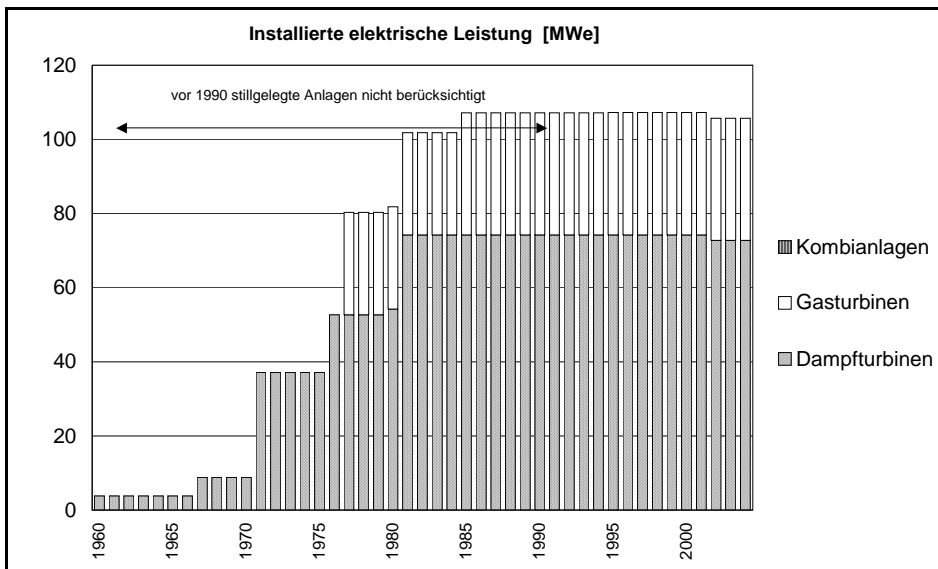
Nach einer Stagnation in der zweiten Hälfte der achtziger Jahre haben die industriellen Gross-WKK-Anlagen in den neunziger Jahren wieder zugenommen. Dies betrifft in erster Linie die Papier- und die mineralölverarbeitende Industrie. In den letzten fünf Jahren hat die installierte Leistung im Industriebereich zuerst stagniert, später leicht und im vergangenen Jahr gar deutlich abgenommen.



G:\2005\1013\All-Ausw[LE3-AB60.XLS]Anhang Ca Ber3

Bild 5.2a Industrielle Gross-WKK-Anlagen aufgeteilt nach Branchen (siehe Anhang Ca)

Die nachstehenden Bilder zeigen die eingesetzten Technologien in den verschiedenen Industriebranchen. In der chemischen Industrie werden ausschliesslich Gas- und Dampfturbinen betrieben (s. Bild 5.2b). In der Papierindustrie stammt rund die Hälfte der installierten Leistung aus kombinierten Gas- und Dampfturbinen-Heizkraftwerken ("Kombianlagen" gemäss Bild 5.2c).



G:\2005\1013\All-Ausw[LE1-AB60.XLS]Haupttabelle Ber5

Bild 5.2b Gross-WKK-Anlagen in der chemischen Industrie (siehe Anhang Cb)

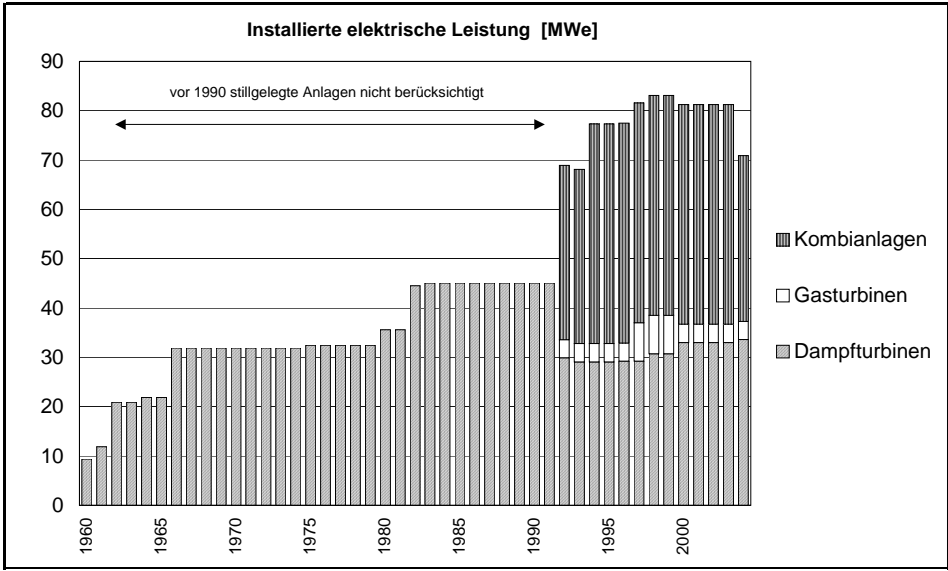


Bild 5.2c Gross-WKK-Anlagen in der Papierindustrie

(siehe Anhang Cc)

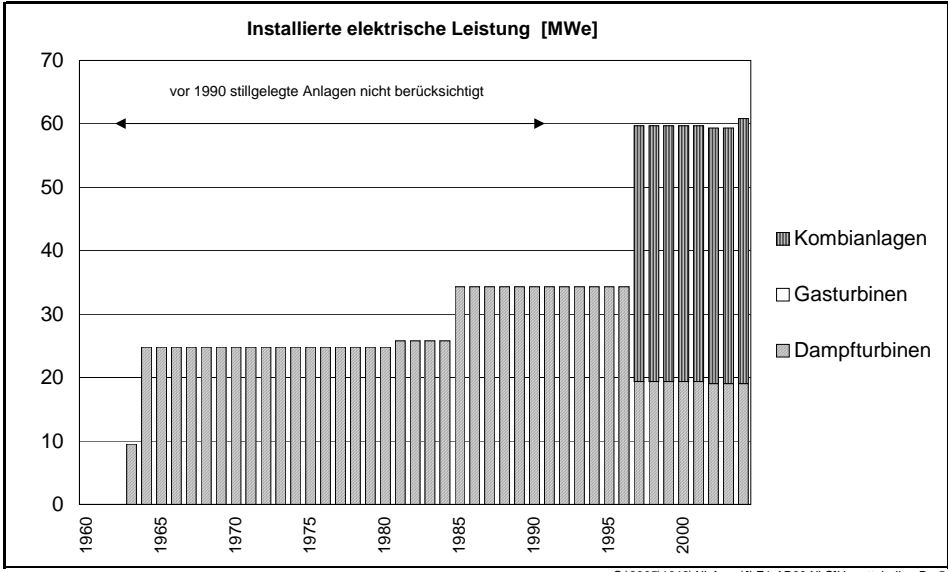


Bild 5.2d Industrielle Gross-WKK-Anlagen ohne Papier- und chemische Industrie

(siehe Anhang Cd)

5.3 Fernheizkraftwerke u.a.

Per Ende 2004 waren der Kategorie "Fernheizkraftwerke u.a." neun Anlagen zugewiesen. Die wichtigste Anlage in dieser Kategorie ist im Moment das Fernheizkraftwerk Pierre de Plan in Lausanne (Kombikraftwerk, 34 MWe). Das in den letzten Jahren aus wirtschaftlichen und luft-hygienischen Gründen nur wenige Stunden betriebene Fernheizkraftwerk Voltastrasse in Basel (Dampfturbine, 22 MWe) wurde 2004 stillgelegt. Eine grössere Ersatzanlage ist aber bereits im Bau. Der daraus resultierende massgebliche Rückgang der installierten Leistung dieser Kategorie wird in Bild 5.3a unmittelbar deutlich.

Fernheizkraftwerke (sowie einige Spezialanlagen) produzieren 9 % des WKK-Stroms.

Zur Vereinfachung werden im Rahmen dieses Berichtes auch folgende Spezialanlagen in der Kategorie "Fernheizkraftwerke u.a." ausgewiesen:

- Zwei Gasturbinen an der EPFL Lausanne mit zusammen 6 MWe.
- Die Wärmeversorgung des Flughafens Zürich mit zwei Dampfturbinen und einer Gasturbine mit insgesamt 10 MWe.
- Die mit Holz betriebenen Dampfturbinen der Nahwärmeverbunde Meiringen (697 kW; seit 1996) und Otelfingen (2.5 MWe, seit 2003).
- Die mit Holz betriebenen ORC-Turbogeneratoren in Bière (335 kW; seit 1999) und in Crissier (600 kW seit 2003).
- Das mit Holzgas betriebene Blockheizkraftwerk beim AC-Zentrum in Spiez (200 kW; seit 2003).
- Eine Dampfturbine zur Abwärmenutzung bei der Transitgas AG in Ruswil (7.37 MWe; seit 2003).

Hingegen werden die von Fernwärmeversorgern betriebenen Gas- und Dieselmotoren in diesem Bericht als Klein-WKK-Anlagen erfasst (siehe Kapitel 6).

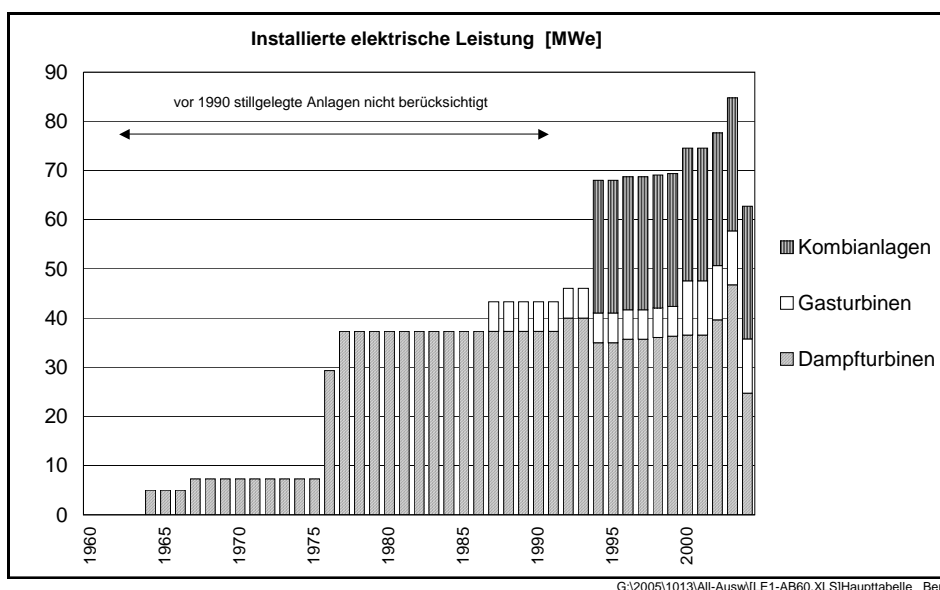


Bild 5.3a Gross-WKK-Anlagen in Fernheizkraftwerken aufgeteilt nach Technologien (siehe Anhang Ce)

6. Klein-WKK-Anlagen

Sämtliche Anlagen mit Gas- und Dieselmotoren sowie Gasturbinen bis 1 MW elektrischer Leistung werden in der vorliegenden Statistik als Klein-WKK-Anlagen bezeichnet, sofern mindestens 60 % der eingesetzten Energie in Form von Elektrizität und Wärme genutzt werden. Dabei ist zu unterscheiden zwischen stromproduzierenden Klein-WKK-Anlagen (Kat. W4) und den nicht stromproduzierenden Gas- und Dieselmotorwärmepumpen (Kat. W5).

Die detaillierten Auswertungen zu den Klein-WKK-Anlagen finden sich im Anhang D. Methodische und erhebungstechnische Angaben zur Klein-WKK-Statistik sind im Anhang F.2 umfassend dargestellt.

6.1 Bestand und Energie

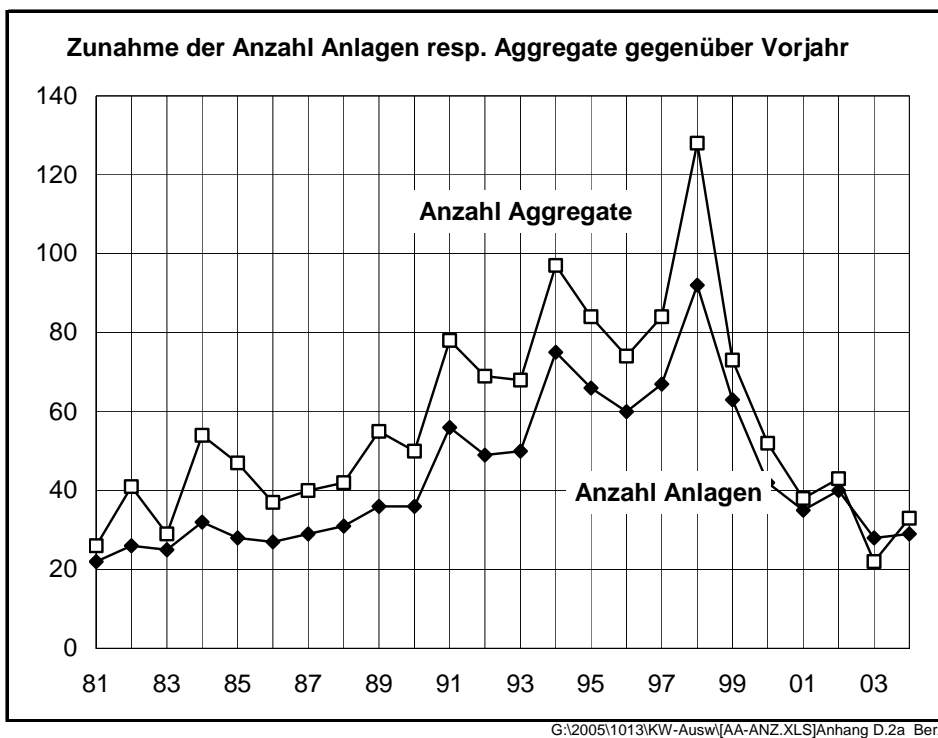
Analog zu den früher separat publizierten Ausgaben der Klein-WKK-Statistik wird im Kapitel 6.1 in der Regel nicht zwischen Klein-WKK-Anlagen mit oder ohne Stromproduktion unterschieden. In den meisten Detailauswertungen im Anhang ist aber eine klare Unterscheidung zwischen stromproduzierenden (Kat. W4) und nicht stromproduzierenden (Kat. W5) Klein-WKK-Anlagen vorhanden.

Die als Klein-WKK-Anlagen bezeichneten Gas- und Dieselmotor-Blockheizkraftwerke, Brennstoffzellen sowie die Gasturbinen bis 1 MWe haben im Jahr 2004 34 % des WKK-Stroms produziert.

6.1.1 Anzahl Anlagen und Aggregate

Im Rahmen der Klein-WKK-Erhebungen wird zwischen Anlagen und Aggregaten differenziert. Eine Anlage entspricht einem Standort. In der Regel handelt es sich dabei um eine Heizzentrale, in welcher sich ein oder mehrere Klein-WKK-Aggregate befinden. Die letzteren werden häufig auch als Module bezeichnet. Im schweizerischen Mittel weist jede Anlage 1.3 Aggregate auf.

Ende 2004 waren in der Schweiz insgesamt 1'083 Klein-WKK-Anlagen mit 1'432 Aggregaten in Betrieb. Im Vergleich zu Ende 2003 bedeutet dies eine Zunahme um 29 Anlagen und 33 Aggregate. Bild 6.1a zeigt, dass in den vergangenen fünf Jahren die Bestandeszunahme wesentlich geringer ausfiel als im Spitzenjahr 1998. Im Jahr 2004 hat der Bestandeszuwachs nach dem Tiefpunkt 2003 wieder leicht zugelegt.



G:\2005\1013\KW-Ausw\AA-ANZ.XLS\Anhang D.2a Ber2

Bild 6.1a Jährliche Zunahme des Klein-WKK-Bestandes

(siehe Anhang D.2a)

6.1.2 Installierte Leistungen

Die 1'432 Klein-WKK-Aggregate, welche Ende 2004 in Betrieb waren, weisen zusammen eine Energie-Inputleistung von 441 MW auf (siehe Tabelle 6.1b). Die maximale elektrische Leistung dieser Klein-WKK-Anlagen beträgt 146 MW. Weitere 0.9 MW werden direkt zum Antrieb von Gebläsen in Kläranlagen genutzt.

Die Klein-WKK-Anlagen konnten Ende 2004 zusammen 254 MW thermische Leistung zur Beheizung von Gebäuden und zur Nutzung als Prozesswärme abgeben.

	Total Ende 2004	Jährlicher Zuwachs	
		2004	Ø 2000 - 2004
Anzahl Anlagen	1'083	29	35 Anl./a
Anzahl Aggregate	1'419	33	38 Aggr./a
Energie-Inputleistung	441.3 MW	14.8	12.9 MW/a
Elektrische Leistung	145.5 MW _e	5.4	5.8 MW _e /a
Mechanische Leistung*	0.9 MW	0.0	-0.1 MW/a
Heizleistung	254.0 MW _{th}	7.0	5.6 MW _{th} /a

G:\2005\1013\KW-Ausw\Jahr_Typ3+2_2004.xls\RES_WKK2 WKK902

* Wellenleistung von Direkt-Gebläseantrieben in Kläranlagen

Tabelle 6.1b Bestand und installierte Leistungen Ende 2004 sowie Jahreszunahmen 2004 und im Zeitraum 2000 - 2004

In Tabelle 6.1b ist der Leistungszuwachs 2004 mit dem Durchschnitt der Jahre 2000 bis 2004 verglichen. Die installierte elektrische Klein-WKK-Leistung hat 2004 um 5.4 MW zugenommen. Dies entspricht rund 93 % der mittleren Leistungszunahme der Vorjahre.

Bild 6.1c zeigt die Entwicklung der jeweils Ende Jahr installierten Energie-Inputleistung aufgeteilt nach Klein-WKK-Technologien. Die Leistung der Wärmepumpen und Gasturbinen bis 1 MWe hat seit 1992 wieder abgenommen und stagniert seit vier Jahren auf tiefem Niveau.

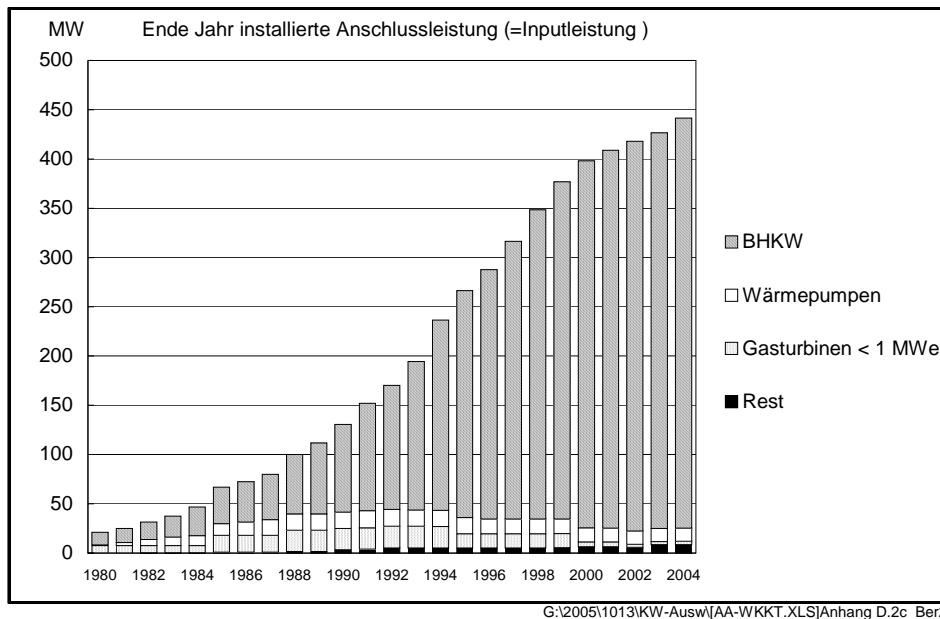


Bild 6.1c Gesamte am Jahresende installierte Energie-Inputleistung aller Klein-WKK-Anlagen aufgeteilt nach Technologien (siehe Anhang D.2c)

Die jährliche Zunahme der installierten Klein-WKK-Leistungen seit 1981 ist in Bild 6.1d dargestellt. 1998 konnte der bisher zweitgrösste Leistungszuwachs verzeichnet werden. Seither verminderte sich der Zuwachs der installierten Leistung stetig bis zum Rekordtief der Jahre 2001 bis 2003. Im Jahr 2004 konnte eine Trendwende festgestellt werden, welche sich bis anhin jedoch auf die Heizleistung beschränkt hat.

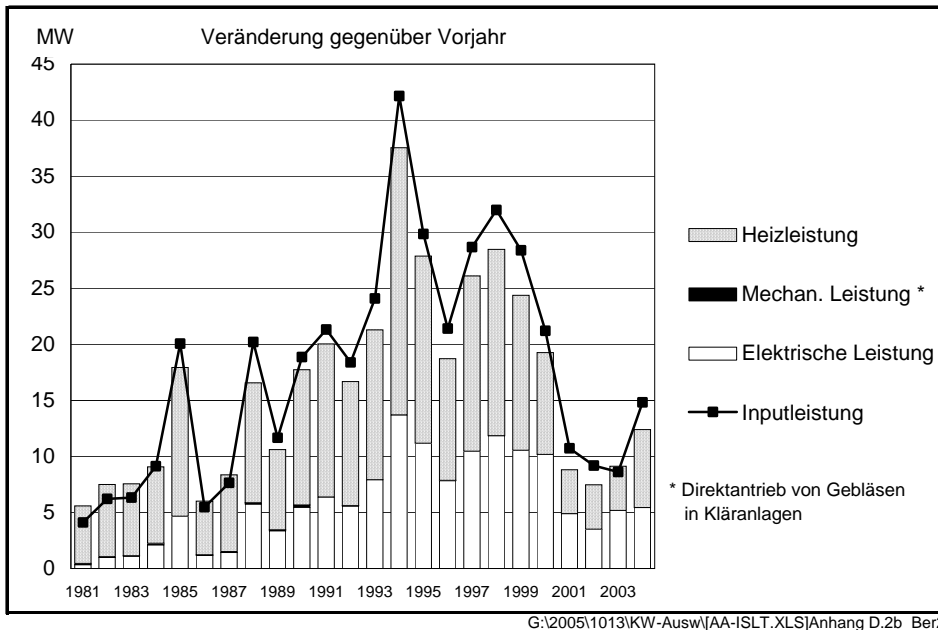


Bild 6.1d Zuwachs der am Jahresende installierten Leistungen gegenüber dem Vorjahr (siehe Anhang D.2b)

Die nachstehende Tabelle 6.1e zeigt eine Auswertung des Klein-WKK-Bestandes Ende 2004 nach Leistungsklassen. Es kann daraus abgeleitet werden, dass die 876 Klein-WKK-Aggregate bis 99 kW elektrischer Nennleistung zusammen 24.5 MW (17 %) aufweisen. Die 543 Klein-WKK-Aggregate ab 100 kW_e weisen 121.0 MW (83 %) elektrische Leistung auf.

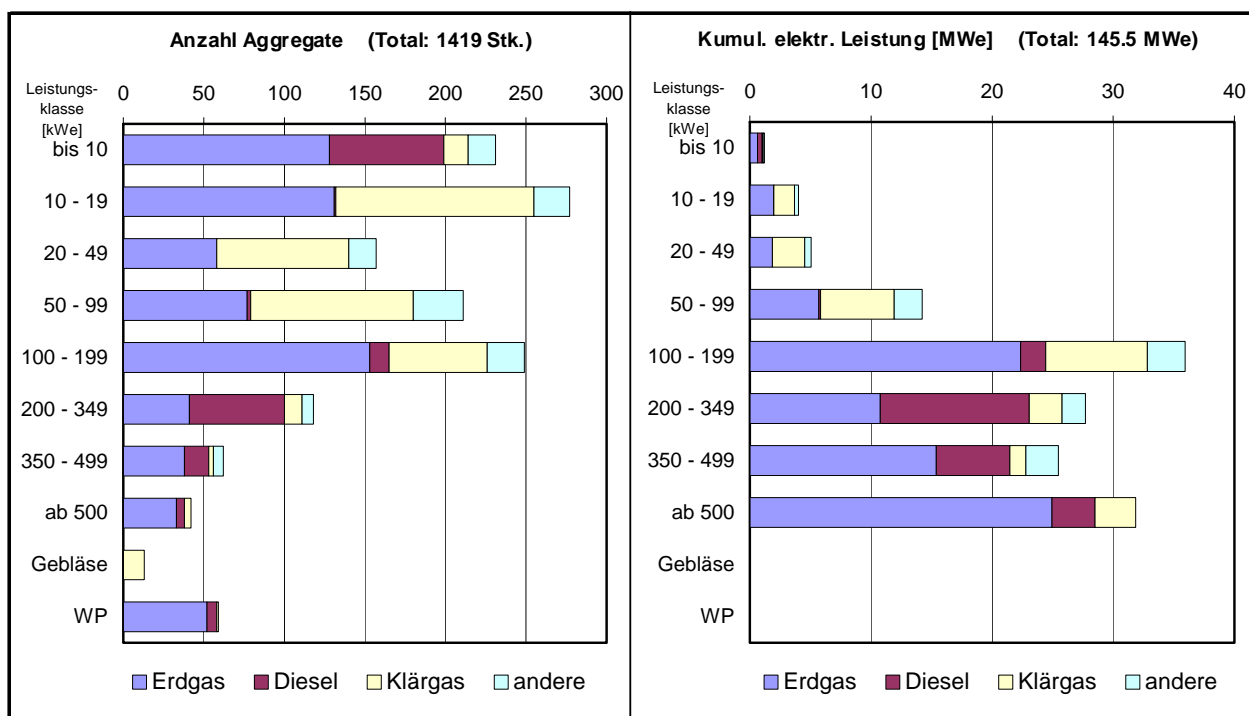
Leistungsklasse der Aggregate	Aggregate in Betrieb		elektrische Leistung	
	Anzahl	%	[MWe]	%
< 10 kW _e	231	16.3%	1.19	0.8%
10 - 19 kW _e	277	19.5%	4.01	2.8%
20 - 49 kW _e	157	11.1%	5.06	3.5%
50 - 99 kW _e	211	14.9%	14.22	9.8%
100 - 199 kW _e	249	17.5%	35.95	24.7%
200 - 349 kW _e	118	8.3%	27.71	19.0%
350 - 499 kW _e	62	4.4%	25.48	17.5%
>= 500 kW _e	42	3.0%	31.85	21.9%
Gebläseantriebe	13	0.9%	-	
Wärmepumpen	59	4.2%	-	
Total	1419	100.0%	145.45	100.0%

Stand per 31.12.2004/ Kantone: alle

G:\2005\1013\KW-Ausw\LeistKlass-Energie.xls\Konzentrat Ber2

Tabelle 6.1e Ende 2004 in Betrieb stehende Klein-WKK-Aggregate, geordnet nach Leistungsklassen (siehe Anhang D.2g)

Bild 6.1f zeigt die Aufteilung des Klein-WKK-Bestandes nach Leistungsklassen und zusätzlich nach Energieträgern in grafischer Form.



G:\2005\1013\KW-Ausw\LeistKlass-Energie.xlsKonzentrat Berl

Bild 6.1f Ende 2004 in Betrieb stehende Klein-WKK-Aggregate, geordnet nach Leistungsklassen und nach Energieträgern (siehe Anhang D.2g)

6.1.3 Energieverbrauch und -produktion

Sämtliche in der Schweiz betriebenen Klein-WKK-Anlagen haben im Jahr 2004 mit einem Endenergieverbrauch von 1'752 GWh rund 565 GWh hochwertige Energie in Form von Elektrizität oder mechanischer Energie erzeugt (siehe Tabelle 6.1g).

Neben der hochwertigen Energie produzierten die Klein-WKK-Anlagen 929 GWh nutzbare Wärme. Davon wurden aber nur 871 GWh effektiv zu Heizzwecken eingesetzt. Die Differenz zwischen produzierter und effektiv genutzter Wärmeenergie von 58 GWh (6 %) wurde mit Notkühlern direkt an die Umwelt abgegeben. Dies tritt in stromgeführten WKK-Anlagen auf. Dabei handelt es sich vorwiegend um Anwendungen in Kläranlagen, die in erster Linie zur Verstromung von anfallendem Klärgas dienen.

	Total Ende 2004	Jährlicher Zuwachs	
		2004	Ø 2000 - 2004
Endenergieverbrauch	1'752.0 GWh	55.4	66.5 GWh/a
Elektrizitätsproduktion	564.8 GWh _e	24.9	26.5 GWh _e /a
Mechan. Nutzenergie *	4.4 GWh _m	-0.7	-0.7 GWh _m /a
Produzierte Wärme **	929.0 GWh _{th}	21.8	28.3 GWh _{th} /a
Genutzte Wärme ***	871.2 GWh _{th}	17.6	25.6 GWh _{th} /a

G:\2005\1013\KW-Ausw\Jahr_Typ3+2_2004.xls\RES_WKK2 WKK903

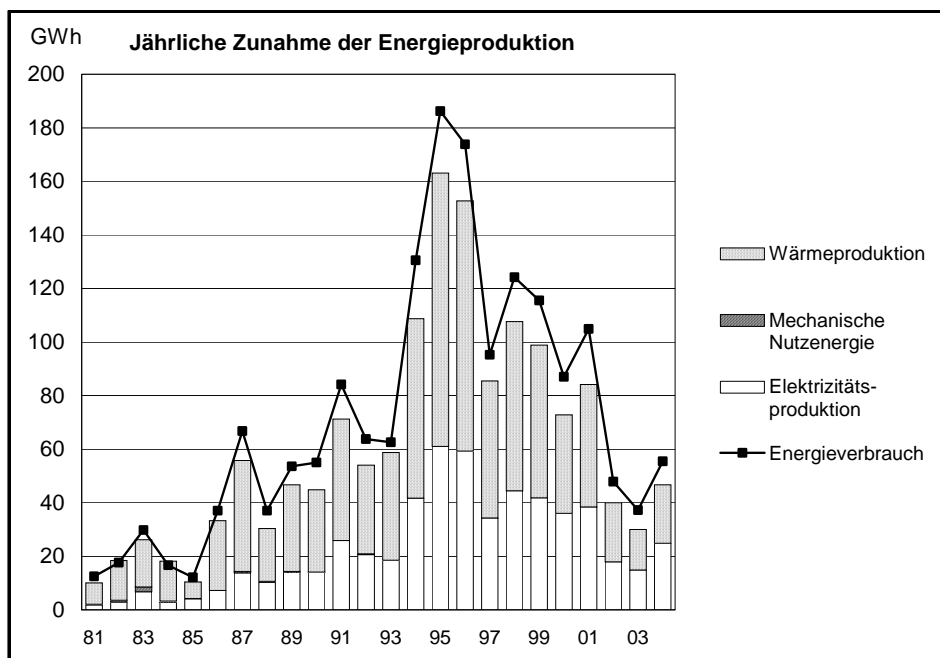
* Energie an der Welle von Direkt-Gebläseantrieben in Kläranlagen

** WKK-Abwärme, welche bei der aktuellen Installation zu Heizzwecken nutzbar wäre

*** WKK-Abwärme, welche effektiv zu Heizzwecken genutzt wird

Tabelle 6.1g Energiedaten 2004 sowie Jahreszunahmen 2004 und im Zeitraum 1999 - 2004

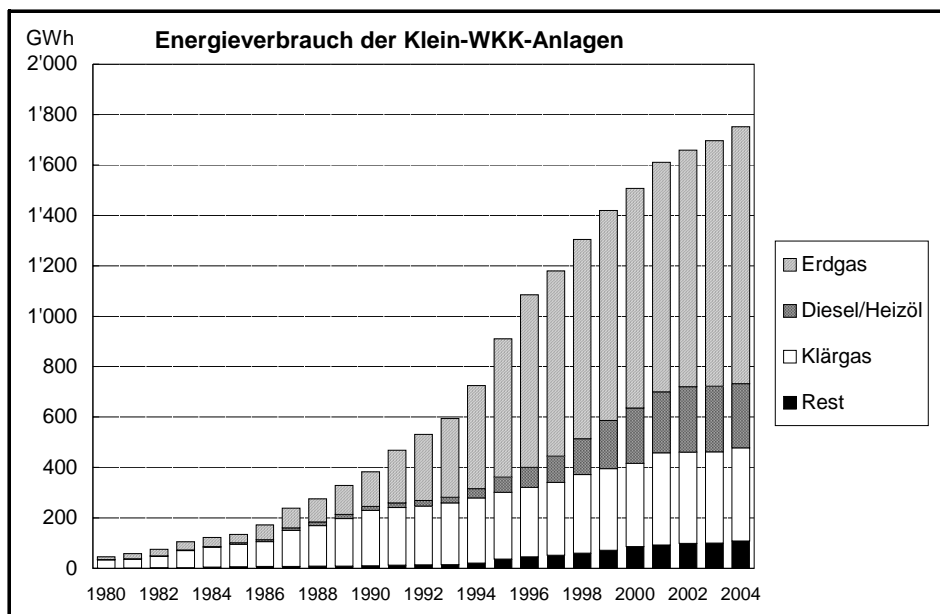
Bild 6.1h zeigt die jährliche Zunahme der Energieproduktion resp. des Energieverbrauchs aller Klein-WKK-Anlagen. Es ist ersichtlich, dass z.B. die Klein-WKK-Stromproduktion seit 1990 jeweils zwischen 15 und 60 GWh pro Jahr zugenommen hat



G:\2005\1013\KW-Ausw\AA-EVPD.XLS\Anhang D.2d Ber2

Bild 6.1h Jährliche Zunahmen der Energieproduktion resp. des Energieverbrauchs der Klein-WKK-Anlagen (siehe Anhang D.2d)

Der Trend zu erdgas- und dieselversorgten Klein-WKK-Anlagen hat 2004 dazu geführt, dass der Anteil erneuerbarer Energieträger (Klärgas, Deponiegas, Biogas) auf 25 % gesunken ist (siehe Bild 6.1i). Es gilt zu beachten, dass die in den achtziger Jahren dominierenden BHKW in Kläranlagen in den letzten Jahren stagniert haben. Viele Kläranlagen weisen inzwischen Gasmotoren zur Verwertung des anfallenden Klärgases auf.



G:\2005\1013\KW-Ausw[AA-EEVT.XLS]Anhang D.2e Ber2

Bild 6.1i Entwicklung des Energieverbrauchs aller schweizerischer Klein-WKK-Anlagen (siehe Anhang D.2e)

6.2 Einsatzgebiete

Tabelle 6.2a zeigt die Aufteilung der Ende 2004 installierten Klein-WKK-Aggregate und deren elektrischer Nennleistung nach Anlagekategorien und Einsatzgebieten.

29 % der Klein-WKK-Aggregate resp. 18 % der elektrischen Leistung wurde in Abwasserreinigungsanlagen zur energetischen Nutzung des anfallenden Klärgases eingesetzt. Anteilsmässig eine geringe Bedeutung weisen die mit Bio- oder Deponiegas betriebenen Klein-WKK-Anlagen auf.

Mit 61 % (Anz.) resp. 76 % (el. Leist.) Anteil am Klein-WKK-Bestand Ende 2004 sind die mit fossilen Energieträgern betriebenen Blockheizkraftwerke (W4.FOS.1) dominierend. Bild 6.2c zeigt, dass seit Beginn der neunziger Jahre die elektrische Leistung der fossilen BHKW von 16.3 auf 110.3 MW sehr stark zugenommen hat. Die Entwicklung der verschiedenen Einsatzgebiete ist ebenfalls ersichtlich.

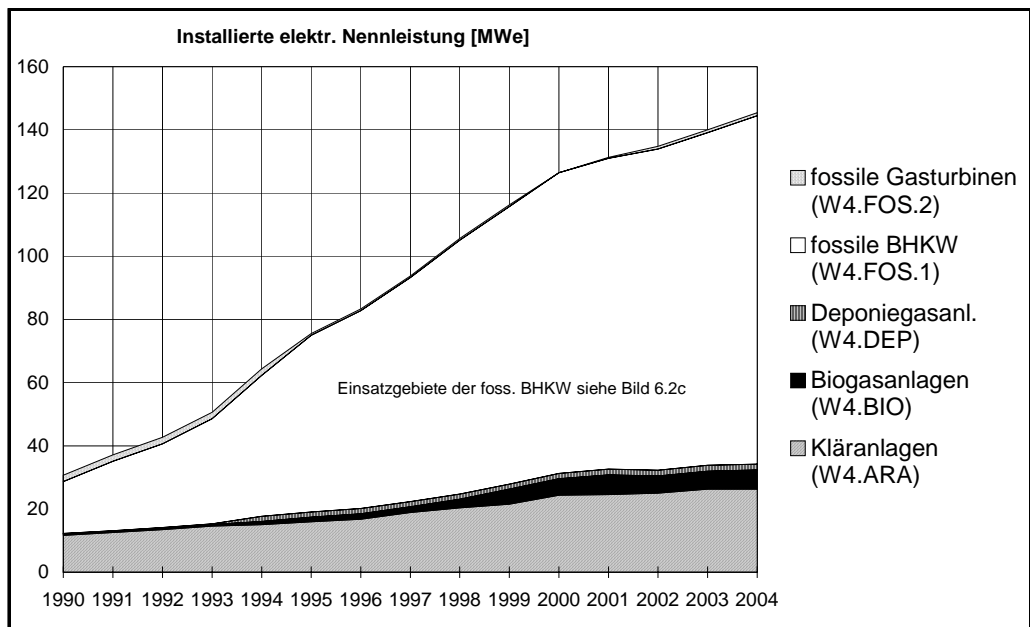
Werden nur die im Jahre 2004 neuinstallierten Klein-WKK-Anlagen betrachtet, so sind die BHKW in Gewerbe und Industrie mit 49 % führend (siehe Bild 6.2d).

Bezogen auf die elektrische Klein-WKK-Leistung sind die Bereiche Kläranlagen (18 %) sowie Gewerbe und Industrie (19 %) am wichtigsten. Bürogebäude (12 %) sowie Wärmeverbundanlagen (11 %) sind weitere wichtige Klein-WKK-Einsatzgebiete.

Anlagekategorie Einsatzgebiete	Aggregate		El. Leistung		Veränd. 2004*		Neuinst. 2004**	
	Anz.	%	MWe	%	MWe	%	MWe	%
W4 Stromproduz. Klein-WKK-Anl.	1'363	96%	145.5	100%	5.43	100%	6.83	100%
W4.ARA.1 Kläranlagen mit BHKW	415	29%	26.3	18%	0.03	1%	0.53	8%
W4.ARA.2 Kläranlagen mit Gasturbinen	0	0%	0.0	0%	0.00	0%	0.00	0%
W4.BIO.1 Biogasanlagen Landwirtschaft	48	3%	2.4	2%	0.69	13%	0.60	9%
W4.BIO.2 Biogasanlagen Gewerbe u. Industrie	26	2%	3.7	3%	-0.35	-6%	0.86	13%
W4.DEP Deponiegas-WKK-Anlagen	5	0%	1.8	1%	0.00	0%	0.00	0%
W4.FOS.1 fossile BHKW	859	61%	110.3	76%	4.99	92%	4.77	70%
Bürogebäude (inkl. Banken)	111	8%	16.9	12%	0.26	5%	0.29	4%
Wärmeverbund (gemischte Nutzung)	62	4%	15.7	11%	0.34	6%	0.19	3%
Schulen, Sportanlagen	111	8%	11.8	8%	-0.02	0%	0.07	1%
Wohngebäude	204	14%	13.1	9%	0.50	9%	0.50	7%
Gewerbe und Industrie	153	11%	28.2	19%	3.72	68%	3.32	49%
Spitäler, Heime	87	6%	11.2	8%	0.07	1%	0.28	4%
andere (und unbekannt)	131	9%	13.3	9%	0.12	2%	0.12	2%
W4.FOS.2 fossile Gasturbinen < 1 MWe	10	1%	1.0	1%	0.08	1%	0.08	1%
W5 Nicht stromprod. Klein-WKK-Anl.	56	4%	0.0	0%	0.0	0%	0.0	0%
Bürogebäude (inkl. Banken)	7	0%						
Wärmeverbund (gemischte Nutzung)	2	0%						
Schulen, Sportanlagen	17	1%						
Wohngebäude	9	1%						
Gewerbe und Industrie	2	0%						
Spitäler, Heime	5	0%						
andere	14	1%						
W4+W5 Total alle Klein-WKK-Anlagen	1'419	100%	145.5	100%	5.4	100%	6.8	100%

G:\2005\1013\KW-Ausw[Einsge2004.xls]Anhang D.2f Ber1

Tabelle 6.2a Anzahl Klein-WKK-Aggregate und elektrische Nennleistungen nach Anlagekategorien und Einsatzgebieten per 31.12.2004 (siehe Anhang D.2f)



G:\2005\1013\KW-Ausw[Einsge2004.xls]Anhang D.2f Ber2

Bild 6.2b Entwicklung der elektrischen Nennleistungen der Klein-WKK-Anlagen nach Anlagekategorien (siehe Anhang D.2f)

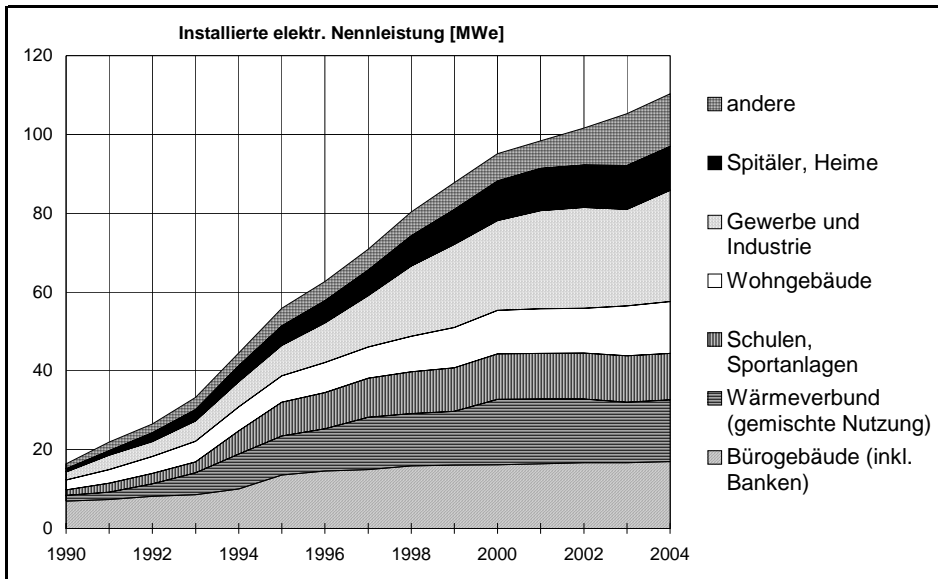


Bild 6.2c Entwicklung der elektrischen Nennleistungen fossiler BHKW nach Einsatzgebieten (siehe Anhang D.2f)

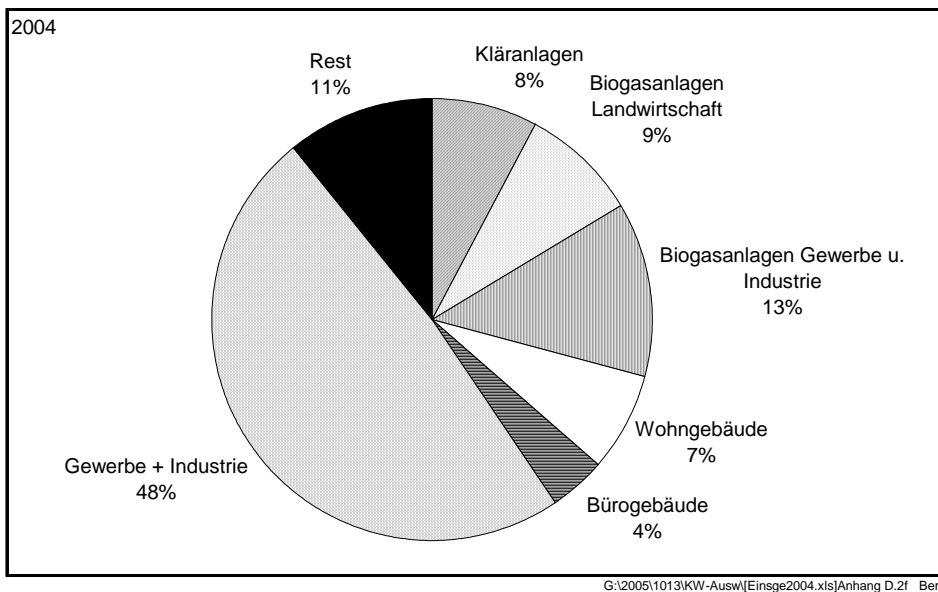


Bild 6.2d Neuinstallierte Klein-WKK-Leistung nach Einsatzgebieten (Jahr 2004)

6.3 Schadstoffreduktionsmassnahmen

In diesem Abschnitt werden die eingesetzten Schadstoffreduktionsmassnahmen von Blockheizkraftwerken analysiert. Dabei wurde unterschieden zwischen den BHKW in Kläranlagen sowie den BHKW, welche mit fossilen Energieträgern betrieben werden.

76 % der in Kläranlagen installierten BHKW-Leistung war Ende 2004 mit Magermotoren ausgerüstet. In Bild 6.3a ist gut ersichtlich, dass bei den ab 1993 installierten BHKW in Kläranlagen fast ausschliesslich Magermotoren eingesetzt wurden.

Magermotoren im Kläranlagen-Bereich sowie Dreiwege- und SCR-Katalysatoren bei den restlichen Klein-WKK-Anlagen sind die häufigsten Verfahren zur Schadstoffreduktion.

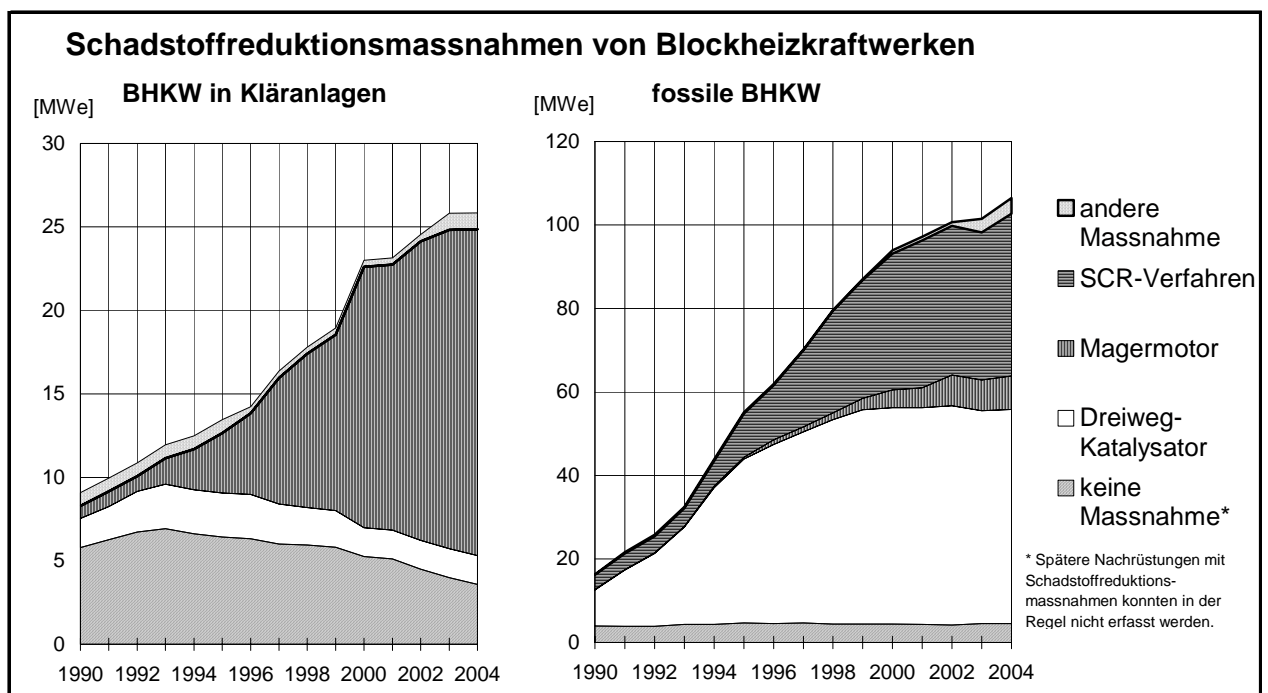
Bei fossilen BHKW sind weiterhin Anlagen mit geregelterm Dreiweg-Katalysator am häufigsten (48 % Ende 2004). Ab 1993 haben Anlagen, welche mit dem SCR-Verfahren ausgerüstet wurden, stark zugenommen. Ende 2004 betrug der leistungsmässige Anteil dieser Anlagen bereits 36 %. Bei der "Selektiv Katalytischen Reduktion" (SCR) werden die Abgase zunächst mit flüssigem Harnstoff geimpft und hernach im SCR-Katalysator "gereinigt". Dank Reaktion mit Ammoniak und Sauerstoff wandeln sich die Stickoxide in Stickstoff und Wasser um.

Anlagekategorie	Schadstoffreduktionsmassnahme	Aggregate		El. Leistung	
		Anz.	%	MWe	%
W4.ARA.1a	BHKW in Kläranlagen	412	100%	25.8	100%
	keine Massnahme*	163	40%	3.6	14%
	geregelter Dreiweg-Katalysator	25	6%	1.7	7%
	Magermotor	221	54%	19.5	76%
	SCR-Verfahren	0	0%	0.0	0%
	andere	3	1%	1.0	4%
W5.FOS.1a	fossile BHKW	843	100%	106.5	100%
	keine Massnahme*	72	9%	4.5	4%
	geregelter Dreiweg-Katalysator	453	54%	51.3	48%
	Magermotor	168	20%	8.0	7%
	SCR-Verfahren	115	14%	38.8	36%
	andere	35	4%	3.8	4%

* Spätere Nachrüstungen mit Schadstoffreduktionsmassnahmen konnten in der Regel nicht erfasst werden.

G:\2005\1013\KW-Ausw\Schadr2004.xls\Auswert Ber1

Tabelle 6.3a Übersicht über die Schadstoffreduktionsmassnahmen von Blockheizkraftwerken Ende 2004



G:\2005\1013\KW-Ausw\Schadr2004.xls\Auswert Ber2

Bild 6.3b Entwicklung der Schadstoffreduktionsmassnahmen von Blockheizkraftwerken

6.4 Jährliche Neuinbetriebnahmen

Im Kapitel 6.4 werden alle neu in Betrieb genommenen Gas- und Dieselmotoren, Brennstoffzellen usw. der letzten Jahre ausgewiesen. Es sind auch die Deponiegasmotoren ohne Abwärmenutzung enthalten.

Die neu in Betrieb genommene Leistung der Gas- und Dieselmotoren (inkl. Brennstoffzellen und Gasturbinen bis 1 MWe) stagniert auf tiefem Niveau. Die Neuinstallation von Diesel-BHKW sank 2004 leistungsmässig gegen Null.

6.4.1 Lieferanten

Die Tabellen 6.4a und 6.4b geben einen Überblick über die Lieferanten der 1999 bis 2004 in der Schweiz in Betrieb genommenen Klein-WKK-Aggregate für den stationären Betrieb. Nicht enthalten sind Notstromanlagen. Im Jahre 2004 dienten rund 32% der neu installierten Aggregate als Ersatz innerhalb der gleichen Anlage. Dieser Ersatzanteil ist gegenüber dem Vorjahr leicht und den Jahren zuvor deutlich angestiegen.

Lieferant	Anzahl in Betrieb genommene Aggregate								Total 1999-2004	
	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2004			
ABB Energie Services Schweiz, Zürich	0	0	6	11	0	0	0%	17	3%	
AKSA Würenlos AG, Würenlos	1	1	1	0	1	4	6%	8	2%	
Avesco AG, Langenthal	13	9	4	2	5	4	6%	37	8%	
BHKW Energie-Service AG, Kronbühl	35	17	7	10	14	6	10%	89	18%	
Cryostar-France SA, Hésingue	0	0	0	0	1	0	0%	1	0%	
Daimler Chrysler Schweiz AG, Schlieren	0	0	0	1	1	1	2%	3	1%	
DISPOTECH GmbH, Oerlingen	9	4	3	10	9	0	0%	35	7%	
Genesys GmbH (ehem. Böhni), Frauenfeld	3	1	4	0	3	4	6%	15	3%	
IWK Integrierte Wärme und Kraft AG, Sarnen	2	5	2	3	6	1	2%	19	4%	
Jenni Energietechnik AG, Oberburg	0	0	0	0	1	0	0%	1	0%	
MENAG Energie AG, Niederdorf	26	27	12	17	15	14	23%	111	23%	
NoNOx SOWAR AG, Obfelden	14	8	5	0	0	0	0%	27	6%	
Royce & Partners SA, Le Mont-Pèlerin	1	5	3	11	7	16	26%	43	9%	
Sulzer Hexis AG, Winterthur	1	0	0	3	5	0	0%	9	2%	
Verdesis Suisse SA, Erlinsbach	0	0	0	0	1	4	6%	5	1%	
Vescal SA, Vevey	0	14	13	11	9	8	13%	55	11%	
andere Lieferanten	6	3	0	1	1	0	0%	11	2%	
TOTAL	111	94	60	80	79	62		486		
Anteil der Aggregate, welche ältere ersetzen*	6%	23%	13%	19%	29%	32%		20%		

* Ersatz für stillgelegte Aggregate innerhalb der gleichen Anlage

G:\2005\1013\KW-Ausw[Lieferanten.xls]Auswert Ber1

Tabelle 6.4a In Betrieb genommene Motoren und Brennstoffzellen 1999 bis 2004

(Kat. T3, W4, W5)

6.4.2 Technologien

Die seit 1994 pro Jahr in Betrieb genommenen Klein-WKK-Technologien sind in Bild 6.4c dargestellt. Darin wird unterschieden zwischen den Gas- und Dieselmotor-BHKW, Klein-Gasturbinen, Brennstoffzellen sowie den restlichen Technologien (Stirlingmotor, Gebläse- und Wärmepumpenantriebe, Zündstrahlmotoren u.a.). Der stark zunehmende Anteil an Dieselmotor-BHKW Mitte der neunziger Jahre ist inzwischen verschwindend klein.

Im Jahre 2004 wurden schweizweit eine Leistung von 6.83 MWe neu installiert. Die drei Gasmotor-BHKW-Aggregate einer Genfer Uhrenfabrik mit einer gesamten elektrischen Leistung von 3.3 MWe machen dabei

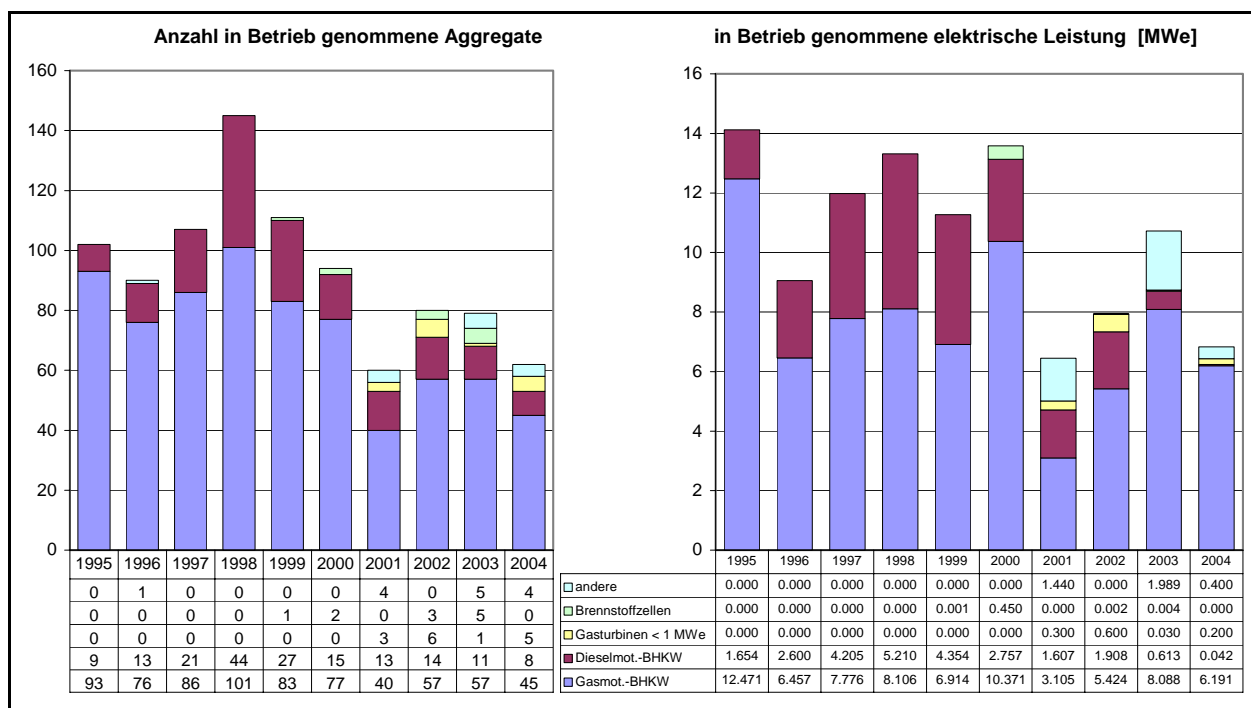
über 48 % aus. Die deutliche Abnahme des Leistungszuwachses gegenüber dem Vorjahr wird dadurch relativiert, dass im 2003 auch die leistungsstarke Spezialanlage in Arlesheim (Gasentspannung, 1.75 MWe) dem Klein-WKK-Bereich zugeordnet wurde.

Lieferant	Installierte elektrische Leistung [MW]							Total 1999-2004	
	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2004		
ABB Energie Services Schweiz, Zürich	0.000	0.000	1.220	2.460	0.000	0.000	0%	3.680	6%
AKSA Würenlos AG, Würenlos	0.085	0.115	0.160	0.000	0.115	0.470	7%	0.945	2%
Avesco AG, Langenthal	2.266	1.660	0.505	0.180	1.433	3.690	54%	9.734	17%
BHKW Energie-Service AG, Kronbühl	0.643	0.293	0.194	0.625	0.330	0.158	2%	2.243	4%
Cryostar-France SA, Hésingue	0.000	0.000	0.000	0.000	1.750	0.000	0%	1.750	3%
Daimler Chrysler Schweiz AG, Schlieren	0.000	0.000	0.000	0.150	0.560	0.080	1%	0.790	1%
DISPOTECH GmbH, Oerlingen	0.042	0.019	0.014	0.047	0.042	0.000	0%	0.165	0%
Genesys GmbH (ehem. Böhni), Frauenfeld	0.200	0.055	0.265	0.000	0.230	0.400	6%	1.150	2%
IWK Integrierte Wärme und Kraft AG, Sarnen	0.421	2.517	1.081	2.597	3.239	0.330	5%	10.185	18%
Jenni Energietechnik AG, Oberburg	0.000	0.000	0.000	0.000	0.009	0.000	0%	0.009	0%
MENAG Energie AG, Niederdorf	2.811	5.364	1.372	1.703	2.862	1.270	19%	15.382	27%
NoNOx SOWAR AG, Obfelden	4.040	2.920	1.520	0.000	0.000	0.000	0%	8.480	15%
Royce & Partners SA, Le Mont-Pèlerin	0.020	0.096	0.054	0.087	0.052	0.274	4%	0.583	1%
Sulzer Hexis AG, Winterthur	0.001	0.000	0.000	0.002	0.004	0.000	0%	0.007	0%
Verdesis Suisse SA, Erlinsbach	0.000	0.000	0.000	0.000	0.030	0.120	2%	0.150	0%
Vescal SA, Vevey	0.000	0.075	0.067	0.058	0.047	0.041	1%	0.288	1%
andere Lieferanten	0.745	0.465	0.000	0.025	0.020	0.000	0%	1.255	2%
TOTAL	11.274	13.578	6.452	7.934	10.724	6.833		56.795	
Anteil der ersetzten elektrischen Leistung*	2%	8%	9%	9%	19%	13%		10%	

*Ersatz für stillgelegte Aggregate innerhalb der gleichen Anlage

G:\2005\1013\KW-Ausw[Lieferanten.xls]Auswert Ber3

Tabelle 6.4b Elektrische Nennleistung der 1999 bis 2004 in Betrieb genommenen Motoren und Brennstoffzellen (Kat. T3, W4, W5)



G:\2005\1013\KW-Ausw[Inbetriebnahmen.xls]Ausw-n-Techn Ber3

Bild 6.4c In Betrieb genommene Motoren und Brennstoffzellen der letzten 10 Jahre (Kat. T3, W4, W5)

7. Spezialauswertungen therm. Stromproduktion

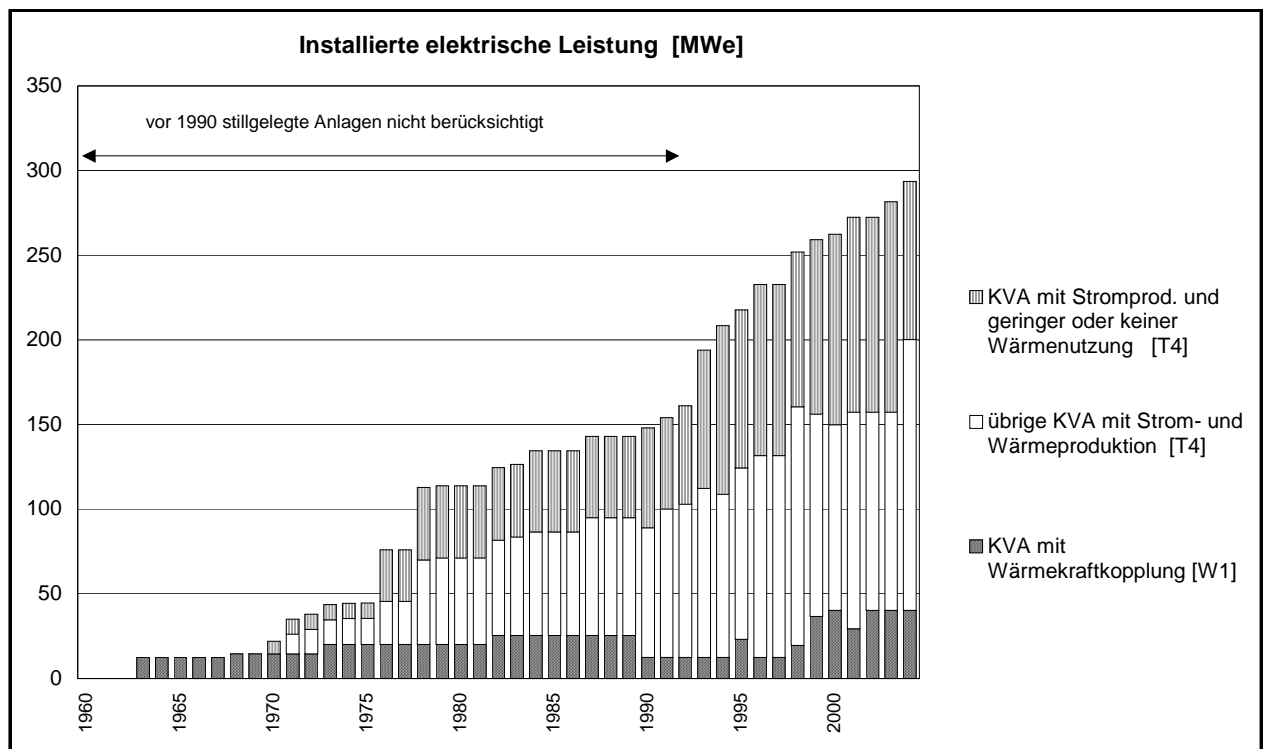
In diesem Kapitel werden zwei Anlagegruppen näher untersucht, bei denen jeweils nur einzelne Anlagen die WKK-Kriterien gemäss Kapitel 2.3 erfüllen. Es handelt sich um Kehrichtverbrennungsanlagen (Kat. T4 und W1) sowie um Deponiegasanlagen (Kat. T3 und W4.DEP).

7.1 Kehrichtverbrennungsanlagen (KVA)

Ende 2004 waren in der Schweiz 28 Kehrichtverbrennungsanlagen in Betrieb. Wie bereits in Bild 2.3 gezeigt, wird die verfügbare Abwärme in KVA sehr unterschiedlich genutzt. Bei vielen Anlagen kann mangels Abnehmer nur wenig Abwärme für Heizzwecke genutzt werden. Bei diesen KVA wird das Hauptgewicht auf die Stromproduktion mit Dampfturbinen gelegt. Die in diesem Bericht festgelegten Bedingungen für WKK-Anlagen erfüllten im Betriebsjahr 2004 nur die KVA Basel, die KVA Bern und die KVA Hagenholz in Zürich. Alle anderen KVA erreichten den als statistische Grenze festgelegten Jahresnutzungsgrad von 60 % nicht und werden daher an dieser Stelle nicht als WKK-Anlagen ausgewiesen.

Im Jahre 2004 wurde die KVA Thun mit einer 12 MW-Dampfturbine in Betrieb genommen.

In den 28 schweizerischen Kehrichtverbrennungsanlagen werden beachtliche Energiemengen genutzt (2004: 1'538 GWh Strom und 2'763 GWh Wärme).



G:\2005\1013\All-Ausw[LE4-AB60-V2.XLS]Anhang E.1a Ber3

Bild 7.1a Entwicklung der installierten elektrischen Leistung aller Kehrichtverbrennungsanlagen in der Schweiz (siehe Anhang E.1a)

In Bild 7.1a ist die Entwicklung der installierten elektrischen Nennleistung der Dampfturbinen in KVA dargestellt. In den neunziger Jahren kann eine beachtliche Leistungszunahme registriert werden. Hauptursache waren die Nachrüstungen und Vergrößerungen von Dampfturbinen im Rahmen von Gesamtanierungen, welche aufgrund der lufthygienischen Vorschriften in den vergangenen Jahren vorgenommen wurden.

Die energetische Nutzung der KVA in den neunziger Jahren ist in Bild 7.1b und Tabelle 7.1c dargestellt.

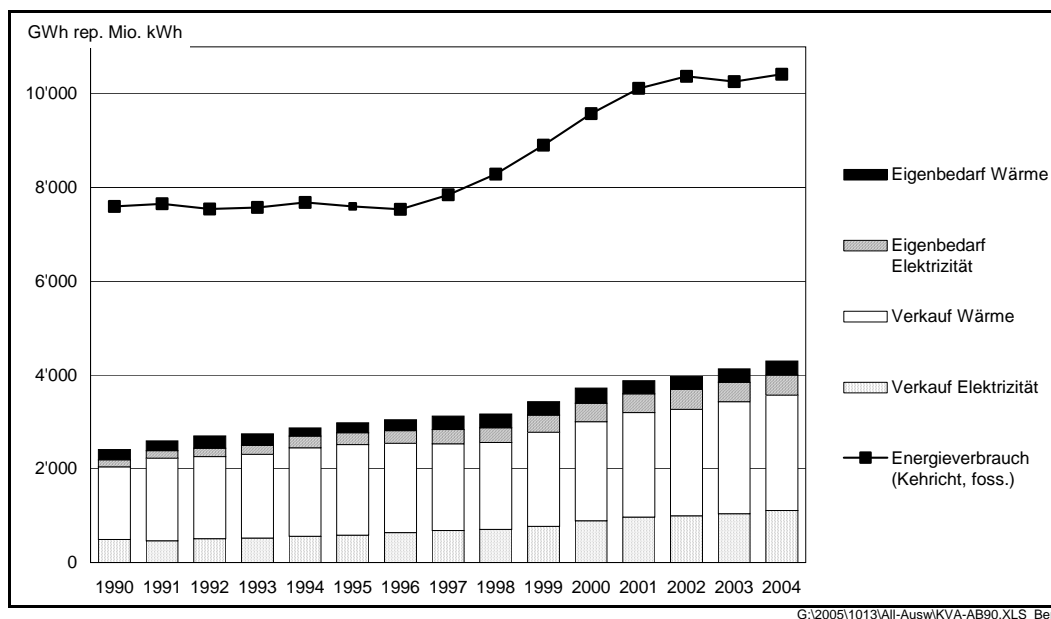


Bild 7.1b Energieverbrauch sowie Eigenbedarf resp. Verkauf von selbstproduzierter Elektrizität und Wärme aller KVA in der Schweiz

		1990	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Install. elektr. Nennleistung (1)	MWe	148.0	217.7	232.6	232.6	251.8	259.1	262.4	272.3	272.3	281.6	293.6
Endenergieverbrauch Total (2)	GWh	7'596	7'599	7'537	7'846	8'287	8'904	9'577	10'116	10'373	10'262	10'419
- davon Kehricht	GWh	7'496	7'431	7'346	7'649	8'081	8'687	9'390	9'934	10'212	10'089	10'253
- davon fossile Energien	GWh	100	168	191	197	204	204	178	176	157	163	154
Elektrizitätsproduktion (3)	GWh	644	833	906	987	1'025	1'134	1'284	1'371	1'426	1'456	1'538
- davon Anteil Eigenbedarf	%	23%	30%	29%	31%	31%	32%	31%	29%	30%	28%	28%
Genutzte Wärmeproduktion (4)	GWh	1'765	2'151	2'140	2'136	2'142	2'297	2'440	2'508	2'541	2'675	2'763
- davon Anteil Eigenbedarf	%	12%	10%	11%	13%	13%	12%	13%	11%	11%	11%	11%
Jahresnutzungsgrad [(3+4)/2]		32%	39%	40%	40%	38%	39%	38%	38%	38%	40%	41%
Vollbetriebsstd. Stromprod. [=3/1]		4'350	3'830	3'900	4'240	4'070	4'370	4'890	5'040	5'240	5'170	5'240

Tabelle 7.1c Energie- und Leistungswerte der schweizerischen KVA seit 1990

Im Jahr 2004 wurde 28 % der Stromproduktion von 1'538 GWh zur Deckung des Eigenbedarfs der KVA verwendet. Von der gesamthaft genutzten Wärmeproduktion von 2'763 GWh dienten rund 11 % für die Deckung des Wärmebedarfs der KVA. Die restlichen 89 %, d.h. 2'459 GWh Wärmeenergie, haben die KVA im Jahre 2004 an Dritte verkauft. Anfangs der neunziger Jahre wurden nur 32 % der in KVA verbrannten Energie (Kehricht und fossile Energien) zur Stromproduktion resp. für Heiz- oder Prozesswärmebedarfsdeckung genutzt. Dank Sanie-

rungen und Ausbau des Wärmeverkaufs an Dritte konnte der Jahresnutzungsgrad auf 41 % gesteigert werden (siehe Tabelle 7.1c). Bild 7.1d zeigt die Energieanteile, welche sämtliche KVA's im Jahre 2004 in Form von Wärme oder Elektrizität an Dritte verkauft haben.

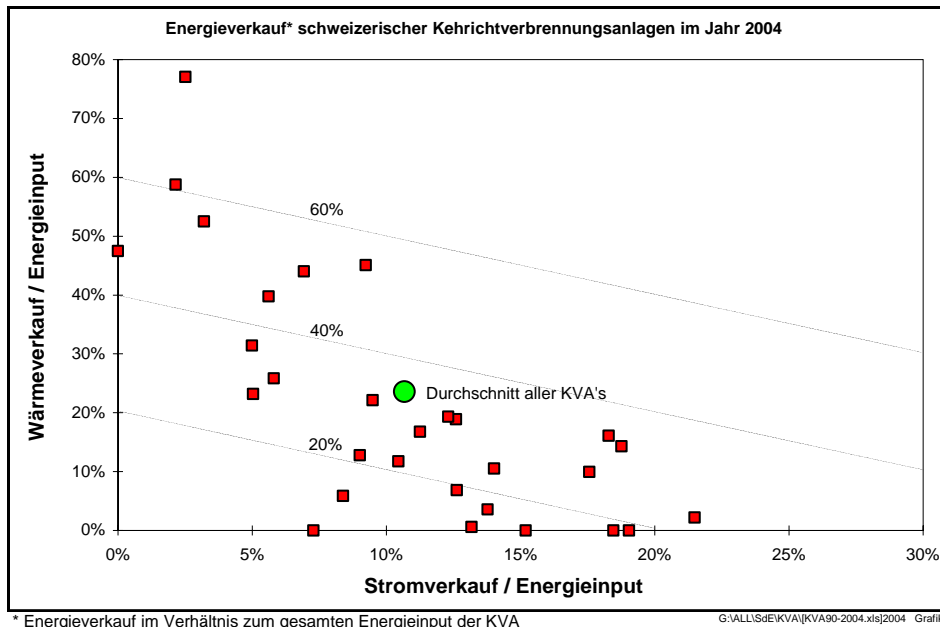


Bild 7.1d Energieverkaufs-Benchmark schweizerischer KVA's (Jahr 2004)

7.2 Deponiegasnutzung

Ab Mitte der achtziger Jahre hatte die energetische Nutzung des in Abfalldeponien anfallenden Gases stark zugenommen. Mitte der neunziger Jahre wurde der Höhepunkt der Deponiegasnutzung erreicht. Seither ist sie rückläufig. Zur Zeit sind noch 17 Deponiegasmotoren in 11 Anlagen zur Elektrizitätsproduktion in Betrieb.

Da diese mit Deponiegas betriebenen Motoren in der Regel weit entfernt von potentiellen Wärmeabnehmern aufgestellt werden müssen, kann der grösste Teil der anfallenden Motorenabwärme nicht genutzt werden. Aus diesem Grund erreichen die meisten Deponiegasmotoren Gesamtnutzungsgrade von weniger als 60 % und können daher nicht als WKK-Anlagen bezeichnet werden (siehe Punkt 2.3). Es sind nur fünf mit Deponiegas betriebene Motoren in den Auswertungen über Klein-WKK-Anlagen enthalten (Kat. W4.DEP).

Ende 2004 wurde in 11 schweizerischen Abfalldeponien Deponiegas energetisch genutzt. In zwei Fällen wurde dieses Gas ausschliesslich in Heizkesseln zur Wärmeproduktion genutzt (siehe Anhang E.2d). Bei den restlichen 9 Deponien wurde das anfallende Gas in erster Linie zur Stromproduktion sowie teilweise zur Wärmeproduktion genutzt. Im Bild 7.2a ist die Entwicklung der installierten elektrischen Leistung dieser Deponiegasmotoren dargestellt (2004: 7.0 MWe).

Die Deponiegasnutzung in der Schweiz hat in der ersten Hälfte der neunziger Jahre stark zugenommen, ist jedoch seit Beginn des neuen Jahrtausends stark rückläufig.

2004 wurde 65.7 GWh Deponiegas zum Antrieb der 17 Motoren eingesetzt. Damit konnte 19.3 GWh Elektrizität erzeugt werden (siehe Bild 7.2b). Die in der Klein-WKK-Statistik berücksichtigten fünf Deponiegasmotoren mit einem Gesamtnutzungsgrad über 60 % erzeugten 2004 nur 0.41 GWh Elektrizität aus Deponiegas (gemäss Anhang E.2b). Diese als Klein-WKK-Aggregate erfassten Deponiegasmotoren wurden im Jahr 2004 aus betrieblichen Gründen zu einem grossen Teil mit Propan oder Erdgas betrieben.

Insgesamt wurde im Jahre 2004 1.5 GWh Motorenabwärme aller 17 Motoren für Heizzwecke genutzt. 9.0 GWh Deponiegas wurden in Heizkesseln zur Produktion von 7.8 GWh Wärme verbrannt.

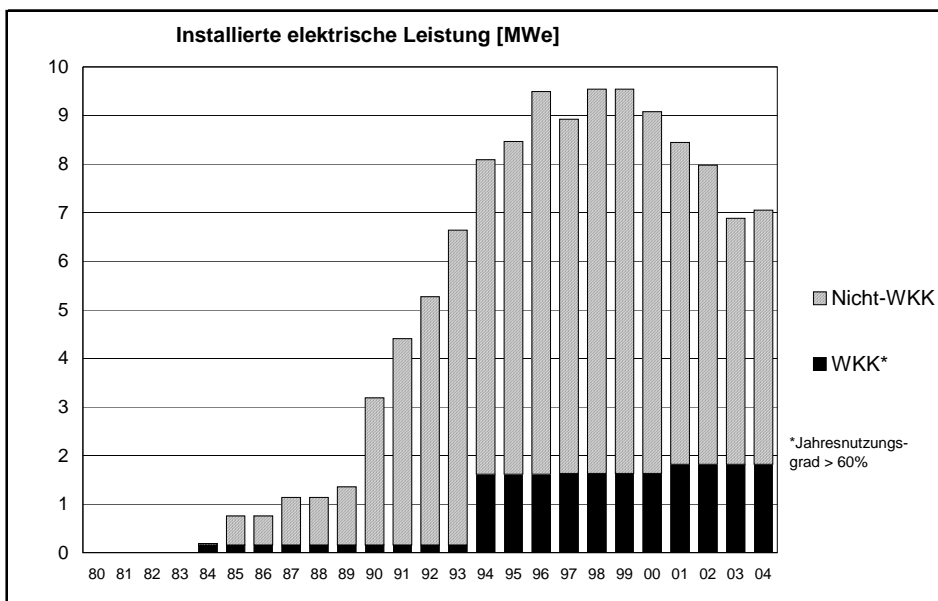


Bild 7.2a Installierte elektrische Leistung sämtlicher mit Deponiegas betriebenen Motoren (siehe Anhang E.2a)

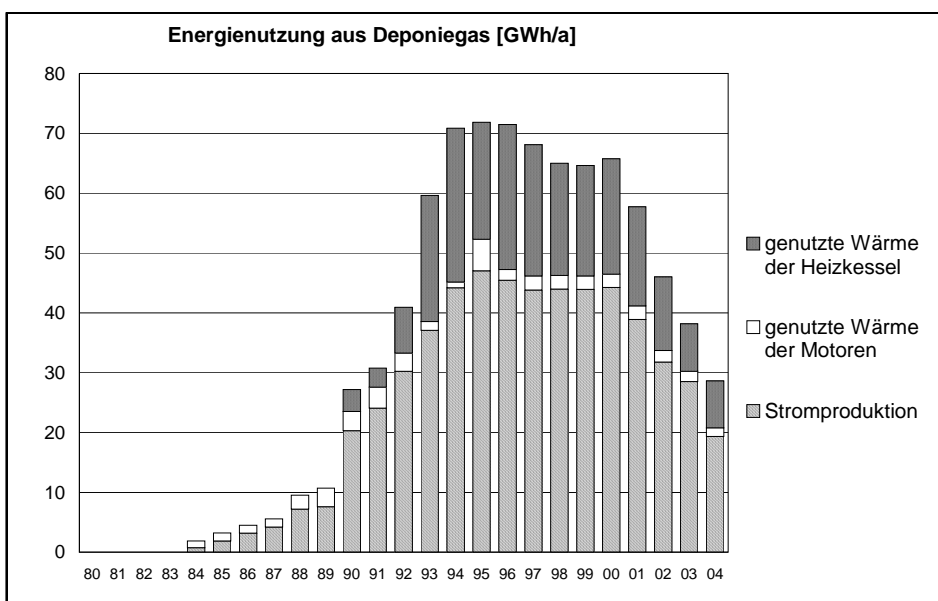


Bild 7.2b Gesamte Wärmenutzung und Stromproduktion mit Deponiegas in der Schweiz (siehe Anhang E.2a)

Anhang

A. Thermische Stromerzeugung

A.1 Zeitreihen 1990 - 2004

Hyperlink und Seiten-Nr.:

A.1a Anzahl Anlagen

Anhang A.1a (S. 49)

A.1b Installierte Leistung

Anhang A.1b (S. 50)

A.1c Stromproduktion

Anhang A.1c (S. 51)

A.2 Energieträgersplit 2004

Anhang A.2 (S. 52)

Aufteilung der thermischen Stromproduktion des Jahres 2004 nach Energieträgern

A.3 Bruttoenergieverbrauch der Anlagen mit thermischem Stromverbrauch 2004

Anhang A.3 (S. 53)

Gesamter Bruttoenergieverbrauch des Jahres 2004 der Anlagen mit thermischer Stromproduktion (für Strom- und Wärmeproduktion)

A.4 Bruttoenergieverbrauch für die thermische Stromproduktion 2004

Anhang A.4 (S. 54)

Bruttoenergieverbrauch des Jahres 2004 für die Stromproduktion, d.h. exkl. Bruttoenergieverbrauch für die Wärmeproduktion der gleichen Anlagen

Anzahl Anlagen ab 1990

	Anlagekategorien Nr. Bezeichnung	Anzahl Anlagen															Kommentare		
		1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004			
Thermische Stromproduktion (Kap. 3)	Wärmekraftkopplung (Kap. 4)	T1 div. therm. Stromerzeuger	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	ganz grobe Schätzung	
		T2 Vouvry (öltherm. Kraftwerk)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	Stilllegung 30.9.1999
		T3 Deponiegasverstromung	4	6	7	8	7	8	8	8	9	9	9	7	7	7	7	7	
		T4 KVA ohne WKK	21	22	23	24	24	23	25	25	25	24	24	25	24	24	25	25	nur KVA's mit Stromproduktion
	Gross-WKK (Kap. 5)	W1 KVA mit WKK	1	1	1	1	1	2	1	1	2	3	3	2	3	3	3	3	
		W2 Industrie	21	21	22	21	22	22	22	23	24	24	23	23	22	21	22	22	
		W2.15 Nahrungsmittelindustrie (NOGA 15)	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
		W2.20 Verarbeitung von Holz (NOGA 20)	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2
		W2.21 Papierindustrie (NOGA 21)	10	10	11	10	11	11	11	11	12	12	11	11	11	10	10	10	
		W2.23 Mineralölverarbeitung (NOGA 23)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
		W2.24 Chemische Industrie (NOGA 24)	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	6	6	6	6	
		W2.26 Nichtmet. Mineralien (NOGA 26)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
	W3 Fernheizkraftwerke u.a.	4	4	4	4	4	4	5	5	6	7	8	8	10	10	9	9		
	Klein-WKK (Kap. 6)	W4 stromprod. Klein-WKK	275	328	379	428	503	569	631	698	790	854	898	934	975	1'003	1'032		
		W4.ARA.1 Kläranlagen mit BHKW	153	168	189	204	219	229	242	255	261	275	281	287	290	293	291		
		W4.ARA.2 Kläranlagen mit Gasturbinen	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	0	0	0		
		W4.BIO.1 Biogasanlagen Landwirtschaft	25	26	25	25	27	27	29	30	31	31	32	35	34	35	40		
		W4.BIO.2 Biogasanlagen Gewerbe u. Industrie	0	0	1	1	3	6	7	8	10	13	16	18	18	17	17	1	1 Anlage nur Erdgas-betrieben
W4.DEP Deponiegas-WKK-Anlagen		2	2	2	2	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2 ab 95 vorw. mit Erdgas betrieben	
W4.FOS.1 fossile BHKW		91	128	158	192	247	302	348	400	483	530	566	588	624	649	674	674	Feingliederung siehe Kap. 6.2	
W4.FOS.2 fossile Gasturbinen < 1 MWe		2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	0	3	7	7	8	8		
W5 nicht stromprod. Klein-WKK	56	59	57	58	58	58	56	56	56	55	53	52	51	51	51	51			
Total Anz. therm. Stromproduzenten	347	403	457	507	582	649	713	781	877	941	985	1'019	1'061	1'088	1'118	1'118	(Total exkl. Kat. W5)		
Subtotal	W1-W4 Wärmekraftkopplung (WKK)	301	354	406	454	530	597	659	727	822	888	932	967	1'010	1'037	1'066			
Subtotal	W1-W3 Gross-WKK	26	26	27	26	27	28	28	29	32	34	34	33	35	34	34			
Subtotal	W4+W5 Klein-WKK	331	387	436	486	561	627	687	754	846	909	951	986	1'026	1'054	1'083			
Anteil	W1-W4 Wärmekraftkopplung (WKK)	87%	88%	89%	90%	91%	92%	92%	93%	94%	94%	95%	95%	95%	95%	95%	Anteil am Total der therm. Produz.		
Anteil	W1-W3 Gross-WKK	7%	6%	6%	5%	5%	4%	4%	4%	4%	4%	3%	3%	3%	3%	3%	Anteil am Total der therm. Produz.		
Anteil	W4+W5 Klein-WKK	95%	96%	95%	96%	96%	97%	96%	97%	96%	97%	97%	97%	97%	97%	97%	Anteil am Total der therm. Produz.		

Ausdruck: 12.08.05

G:\2005\1013\All-Ausw\ANZ-AB90.xls\Anhang A.1a Ber1

Dr.EICHER+PAULI AG, Liestal

Auftraggeber: Bundesamt für Energie, 3003 Bern

Stromproduktion ab 1990

Anlagekategorien		Stromproduktion [GWh/a]															Kommentare			
		1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004				
Thermische Stromproduktion (Kap. 3)	Wärmekraftkopplung (Kap. 4)	Gross-WKK (Kap. 5)	T1	div. therm. Stromerzeuger	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	Schätzungen		
			T2	Vouvry (öltherm. Kraftwerk)	227.0	431.0	595.0	107.0	160.7	202.0	132.0	112.0	436.0	84.0	0.0	0.0	0.0	0.0	Stillegung 30.9.1999	
			T3	Deponiegasverstromung	19.6	23.5	30.2	37.1	44.2	44.6	45.0	43.2	43.3	43.1	43.5	38.2	31.2	28.0	18.9	
			T4	KVA ohne WKK	611.9	595.8	660.9	679.5	774.5	769.6	873.7	955.9	977.9	1'051.2	1'176.4	1'291.8	1'322.3	1'350.5	1'437.4	
	Wärmekraftkopplung (Kap. 4)	Gross-WKK (Kap. 5)	W1	KVA mit WKK	31.9	27.1	30.8	32.0	31.6	63.2	32.7	31.0	46.6	82.4	107.9	79.4	103.7	105.7	101.1	
			W2	Industrie	451.5	511.2	568.0	612.2	670.5	698.6	696.0	830.6	947.3	994.4	916.4	882.9	897.4	875.1	861.1	
			W2.15	Nahrungsmittelindustrie (NOGA 15)	24.0	21.8	22.2	22.8	19.2	20.1	20.1	28.4	26.5	26.1	30.1	24.6	30.1	27.5	30.0	
			W2.20	Verarbeitung von Holz (NOGA 20)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	1.5	1.5	1.5	0.8	0.5	0.0	3.1	
			W2.21	Papierindustrie (NOGA 21)	187.5	196.2	285.1	333.2	387.0	404.8	393.2	416.3	436.4	464.9	439.0	420.8	439.7	448.2	413.7	
			W2.23	Mineralölverarbeitung (NOGA 23)	31.0	90.3	81.0	86.9	99.7	101.8	104.1	205.8	293.8	303.4	264.9	279.8	269.5	249.4	232.6	
W2.24		Chemische Industrie (NOGA 24)	204.7	200.2	174.8	165.4	160.2	167.7	176.5	178.6	188.8	198.4	179.7	156.1	156.4	149.5	181.2			
W2.26		Nichtmet. Mineralien (NOGA 26)	4.3	2.7	4.8	4.0	4.5	4.2	2.1	1.0	0.3	0.1	1.2	0.7	1.2	0.5	0.5			
W3		Fernheizkraftwerke u.a.	83.0	123.9	115.1	131.7	91.5	127.7	244.5	192.8	128.9	119.1	101.9	109.3	109.5	157.1	148.3			
Wärmekraftkopplung (Kap. 4)		Klein-WKK (Kap. 6)	W4	stromprod. Klein-WKK	84.5	110.2	131.2	149.8	191.5	252.5	311.9	346.1	390.6	432.5	468.5	507.0	525.0	539.9	564.8	
	W4.ARA.1		Kläranlagen mit BHKW	39.8	43.0	46.1	49.5	52.9	55.5	58.7	63.6	70.7	75.7	85.5	94.9	97.5	102.9	106.0		
	W4.ARA.2		Kläranlagen mit Gasturbinen	7.7	8.1	6.8	6.7	7.0	6.6	6.4	6.7	6.8	6.6	2.6	5.4	3.1	0.0	0.0		
	W4.BIO.1		Biogasanlagen Landwirtschaft	1.1	1.1	1.5	1.4	1.5	1.5	1.7	1.7	2.1	2.6	3.2	3.8	4.5	5.3	6.5		
	W4.BIO.2		Biogasanlagen Gewerbe u. Industrie	0.0	0.0	0.5	0.7	1.5	2.6	4.2	5.1	6.5	8.2	9.8	10.8	12.5	12.2	13.1	1 Anl. ab 2002 mit Erdgas betr.	
	W4.DEP		Deponiegas-WKK-Anlagen	0.8	0.6	0.1	0.1	0.0	5.1	7.6	7.3	8.1	8.6	7.9	8.3	7.8	9.4	9.3	ab 95 vorw. mit Erdgas betrieben	
	W4.FOS.1		fossile BHKW	30.2	50.9	69.9	85.3	122.8	176.8	232.1	261.4	295.9	330.7	359.5	383.6	397.1	406.3	426.3	Feingliederung siehe Kap. 6.2	
	W4.FOS.2		fossile Gasturbinen < 1 MWe	4.8	6.5	6.4	6.1	5.8	4.3	1.1	0.3	0.6	0.2	0.0	0.2	2.5	3.7	3.6		
	W5		nicht stromprod. Klein-WKK	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		
	Total		Thermische Stromproduktion	1'524	1'838	2'146	1'764	1'980	2'173	2'351	2'527	2'986	2'822	2'829	2'923	3'004	3'071	3'147		
Subtotal	W1-W4 Wärmekraftkopplung (WKK)	651	772	845	926	985	1'142	1'285	1'401	1'514	1'628	1'595	1'579	1'636	1'678	1'675				
Subtotal	W1-W3 Gross-WKK	566	662	714	776	794	890	973	1'054	1'123	1'196	1'126	1'072	1'111	1'138	1'110				
Subtotal	W4 Klein-WKK	84	110	131	150	192	253	312	346	391	432	468	507	525	540	565				
Anteil	W1-W4 Wärmekraftkopplung (WKK)	43%	42%	39%	52%	50%	53%	55%	55%	51%	58%	56%	54%	54%	55%	53%	Anteil an der ges. therm. Prod.			
Anteil	W1-W3 Gross-WKK	37%	36%	33%	44%	40%	41%	41%	42%	38%	42%	40%	37%	41%	37%	35%	Anteil an der ges. therm. Prod.			
Anteil	W4 Klein-WKK	6%	6%	6%	8%	10%	12%	13%	14%	13%	15%	17%	17%	17%	18%	18%	Anteil an der ges. therm. Prod.			
	Therm. Stromprod.* gem. Elektrizitätsstatistik	1'101	1'342	1'502	1'031	1'121	1'275	1'703	1'835	2'285	2'554	2'548	2'620	2'806	2'890	2'974	Erklärungen siehe Kap. 3.2			

Ausdruck: 12.08.05

* inkl. andere Kraftwerke (insb. netzgekoppelte Photovoltaikanlagen)

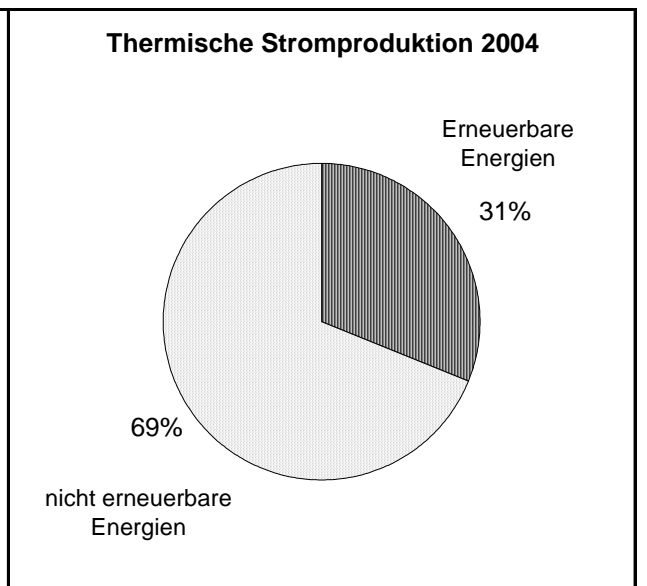
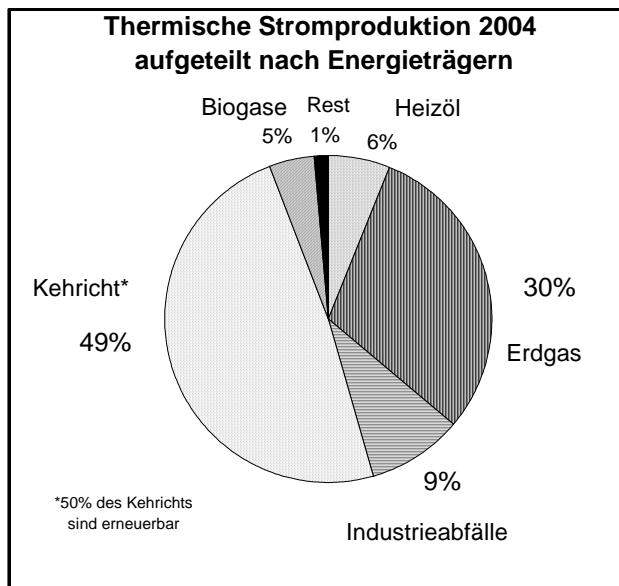
G:\2005\1013\All-Ausw\STR-AB90.xls\Anhang A.1c Ber1

Dr.EICHER+PAULI AG, Liestal

Auftraggeber: Bundesamt für Energie, 3003 Bern

Thermische Stromproduktion 2004 in der Schweiz
aufgeteilt nach Anlagekategorien und Energieträgern

Energieträger	erneuer- barer Anteil	Stromproduktion [GWh] nach Anlagekategorien								Stromprod. Total	
		div. therm. T1	Vouvy T2	Deponie- gasverstr. T3	KVA o. WKK T4	KVA m. WKK W1	Industrie W2	Fernh.- kraftw. W3	Klein- WKK W4	[GWh]	%
Heizöl EL		15.0			1.2	0.9	5.4	3.6	85.4	111.3	4%
Heizöl M&S							83.5			83.5	3%
Erdgas					4.8	5.7	467.1	124.7	342.6	944.8	30%
Propan									13.8	13.8	0%
Kohle											
Ind.abfälle n.erneuerb.						0.5	247.0		0.5	248.1	8%
Kehricht	50%				1429.9	94.0	4.8			1528.7	49%
Ind.abfälle erneuerb.	100%						43.3			43.3	1%
Holz	100%				1.6		0.0	2.2		3.8	0%
Restholz	100%						1.7			1.7	0%
Altholz	100%						5.2	17.9		23.1	1%
Rinde	100%						2.0			2.0	0%
Klärschlamm	100%										
Biogas	100%						1.0		17.4	18.4	1%
Klärgas	100%								105.2	105.2	3%
Deponiegas	100%			18.9						18.9	1%
andere Biomasse	100%										
Stromproduktion Total		15.0		18.9	1437.4	101.1	861.1	148.3	564.8	3146.6	100%
- davon erneuerbar				18.9	716.5	47.0	55.7	20.0	122.6	980.7	31%
- davon nicht erneuerbar		15.0			720.9	54.0	805.4	128.2	442.2	2165.9	69%
Anteil der erneuerbaren Energietr.				100%	49.8%	46.5%	6.5%	13.5%	21.7%		



**Bruttoverbrauch [1] der Anlagen mit thermischer Stromprod. 2004
aufgeteilt nach Anlagekategorien und Energieträgern**

[1] gesamter Bruttoverbrauch für die Strom- und Wärmeproduktion in Anlagen zur thermischen Stromproduktion (s.u.)

Energieträger	erneuer- barer Anteil	Bruttoverbrauch [1] nach Anlagekategorien [GWh]								Brutto- verbrauch [1] Total [GWh] %			
		div. therm. T1	Vouvy T2	Deponie- gasverstr. T3	KVA o. WKK T4	KVA m. WKK W1	Industrie W2	Fernh.- kraftw. W3	Klein- WKK W4				
Heizöl EL		42.9			7.2	12.6	49.1	19.6	250.9			382.3	2%
Heizöl M&S							665.9					665.9	4%
Erdgas (Hu)					38.6	88.2	3'187.6	422.6	997.0			4'734.0	25%
Propan									40.7			40.7	0%
Kohle													
Ind.abfälle n.erneuerb.						7.7	1'631.4		1.5			1'640.6	9%
Kehricht	50%				8'593.6	1'488.5	4.9					10'087.0	53%
Ind.abfälle erneuerb.	100%						542.5					542.5	3%
Holz	100%				12.2		0.1	28.2				40.4	0%
Restholz	100%						19.6					19.6	0%
Altholz	100%						61.2	128.9				190.0	1%
Rinde	100%						21.0					21.0	0%
Klärschlamm	100%												
Biogas	100%						7.0		66.5			73.6	0%
Klärgas	100%								369.7			369.7	2%
Deponiegas	100%			64.2								64.2	0%
andere Biomasse	100%												
Bruttoverbrauch [1] Total		42.9		64.2	8'651.6	1'597.0	6'190.2	599.2	1'726.4			18'871.4	100%
- davon erneuerbar				64.2	4'309.0	744.2	653.8	157.0	436.3			6'364.5	34%
- davon nicht erneuerbar		42.9			4'342.6	852.7	5'536.5	442.1	1'290.1			12'506.9	66%
Anteil der erneuerbaren Energietr.				100%	49.8%	46.6%	10.6%	26.2%	25.3%				

Ausdruck: 16.08.2005

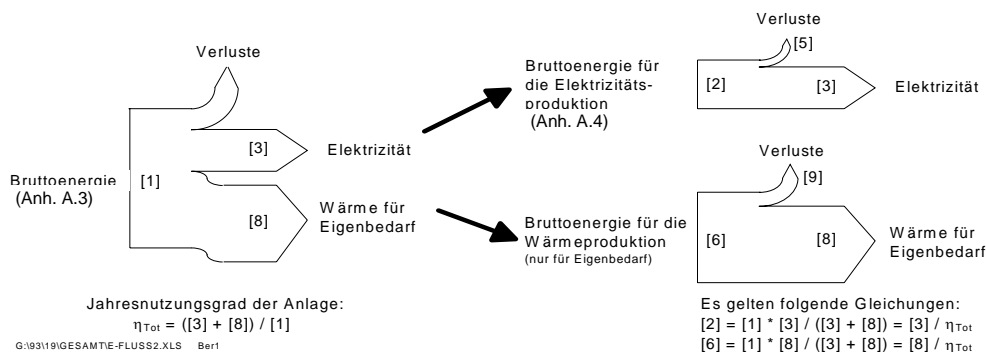
G:\2005\1013\All-Ausw\ENERG-2004-V2.xls\Anhang A.3 Ber4

Hinweis zu den Bruttoverbrauchs-Tabellen sowie zur Aufteilung der thermischen Stromproduktion nach Energieträgern:

Bei konventionell-thermischen Kraftwerken dient der gesamte Bruttoverbrauch der Anlage zur Elektrizitätsproduktion. Bei Wärmekraftkopplungsanlagen hingegen dient ein Teil des Bruttoverbrauchs der Anlage zur Wärmeproduktion (für Eigenbedarf oder für die Fernwärmeabgabe). Im Auftrag des Bundesamtes für Energie wurden daher der Bruttoverbrauch der Anlagen zur thermischen Stromproduktion auf folgende zwei Arten ausgewiesen:

- a. der gesamte Bruttoverbrauch der Anlagen zur therm. Stromprod. => [1] in nachstehendem Schema (Anhang A.3)
- b. Bruttoverbrauch, welcher ausschliesslich zur therm. Stromprod. dient => [2] in nachstehendem Schema (Anhang A.4)

Weiter ist zu beachten, dass im Anhang A.2 sowie unter Punkt 3.3 und 4.2 die thermische Stromproduktion nach Energieträgern aufgeteilt wird. Dabei wurde die Stromproduktion [3] nach Energieträgern aufgeteilt. Es handelt sich folglich nicht um einen Split des Bruttoverbrauchs ([2] oder [1]).



Bruttoverbrauch [2] für die thermische Stromproduktion 2004 aufgeteilt nach Anlagekategorien und Energieträgern

[2] nur Bruttoverbrauch für die Stromproduktion (d.h. exkl. Bruttoverbrauch für die gleichzeitige Wärmeproduktion, s.u.)

Energieträger	erneuerbarer Anteil	Bruttoverbrauch [2] nach Anlagekategorien [GWh]								Bruttoverbrauch [2] Stromprod. [GWh] %	
		div. therm. T1	Vouvry T2	Deponie-gasverstr. T3	KVA o. WKK T4	KVA m. WKK W1	Industrie W2	Fernh.-kraftw. W3	Klein-WKK W4		
Heizöl EL		42.9			4.1	1.0	6.1	4.8	100.2	159.0	2%
Heizöl M&S							97.3			97.3	1%
Erdgas (Hu)					10.4	8.2	536.4	154.2	402.4	1'111.6	16%
Propan									16.2	16.2	0%
Kohle											
Ind.abfälle n.erneuerb.						0.6	277.6		0.6	278.7	4%
Kehricht 50%					4'768.5	126.5	4.9			4'899.9	70%
Ind.abfälle erneuerb. 100%							53.0			53.0	1%
Holz 100%					2.7		0.0	3.3		6.0	0%
Restholz 100%							3.3			3.3	0%
Altholz 100%							12.9	103.9		116.9	2%
Rinde 100%							2.0			2.0	0%
Klärschlamm 100%											
Biogas 100%							1.2		31.9	33.1	0%
Klärgas 100%									146.4	146.4	2%
Deponiegas 100%				62.3						62.3	1%
andere Biomasse 100%											
Bruttoverbrauch [2] Total		42.9		62.3	4'785.7	136.3	994.7	266.3	697.6	6'985.6	100%
- davon erneuerbar				62.3	2'386.9	63.2	74.9	107.2	178.2	2'872.8	41%
- davon nicht erneuerbar		42.9			2'398.8	73.0	919.8	159.0	519.4	4'112.9	59%
Anteil der erneuerbaren Energietr.				100%	49.9%	46.4%	7.5%	40.3%	25.6%		

Ausdruck: 16.08.2005

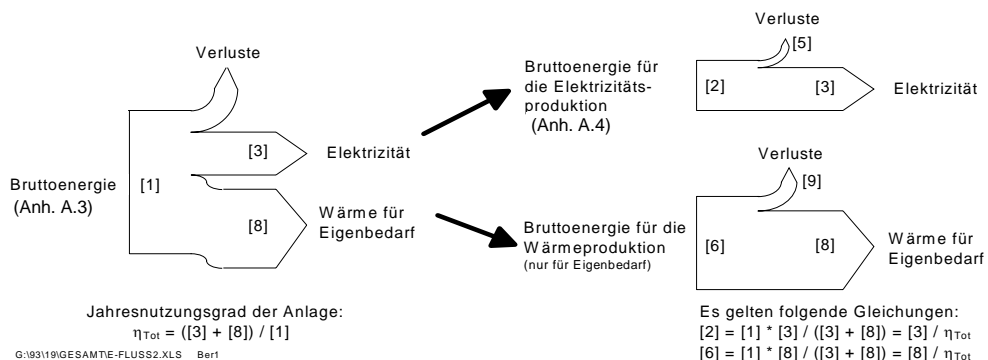
G:\2005\1013\All-Ausw\ENERG-2004-V2.xls\Anhang A.4 Ber5

Hinweis zu den Bruttoverbrauchs-Tabellen sowie zur Aufteilung der thermischen Stromproduktion nach Energieträgern:

Bei konventionell-thermischen Kraftwerken dient der gesamte Bruttoverbrauch der Anlage zur Elektrizitätsproduktion. Bei Wärmekraftkopplungsanlagen hingegen dient ein Teil des Bruttoverbrauchs der Anlage zur Wärmeproduktion (für Eigenbedarf oder für die Fernwärmeabgabe). Im Auftrag des Bundesamtes für Energie wurden daher der Bruttoverbrauch der Anlagen zur thermischen Stromproduktion auf folgende zwei Arten ausgewiesen:

- a. der gesamte Bruttoverbrauch der Anlagen zur therm. Stromprod. => [1] in nachstehendem Schema (Anhang A.3)
- b. Bruttoverbrauch, welcher ausschliesslich zur therm. Stromprod. dient => [2] in nachstehendem Schema (Anhang A.4)

Weiter ist zu beachten, dass im Anhang A.2 sowie unter Punkt 3.3 und 4.2 die thermische Stromproduktion nach Energieträgern aufgeteilt wird. Dabei wurde die Stromproduktion [3] nach Energieträgern aufgeteilt. Es handelt sich folglich nicht um einen Split des Bruttoverbrauchs ([2] oder [1]).



B. Wärmekraftkopplung (WKK)

B.1 Zeitreihen elektrische Leistungen 1970 - 2004

Hyperlink und Seiten-Nr.:

Hinweis: Bei den Kehrlichtverbrennungsanlagen kann die Betriebsart WKK/Nicht-WKK jährlich wechseln (siehe dazu auch Punkt 2.3). Dies führt zu Schwankungen bei der installierten Dampfturbinen-Leistung, welche als WKK-Anlagen der Kategorie W1 ausgewiesen werden.

B.1a Aufteilung nach Anlagekategorien

Anhang B.1a (S. 56)

B.1b Aufteilung nach Technologien

Anhang B.1b (S. 57)

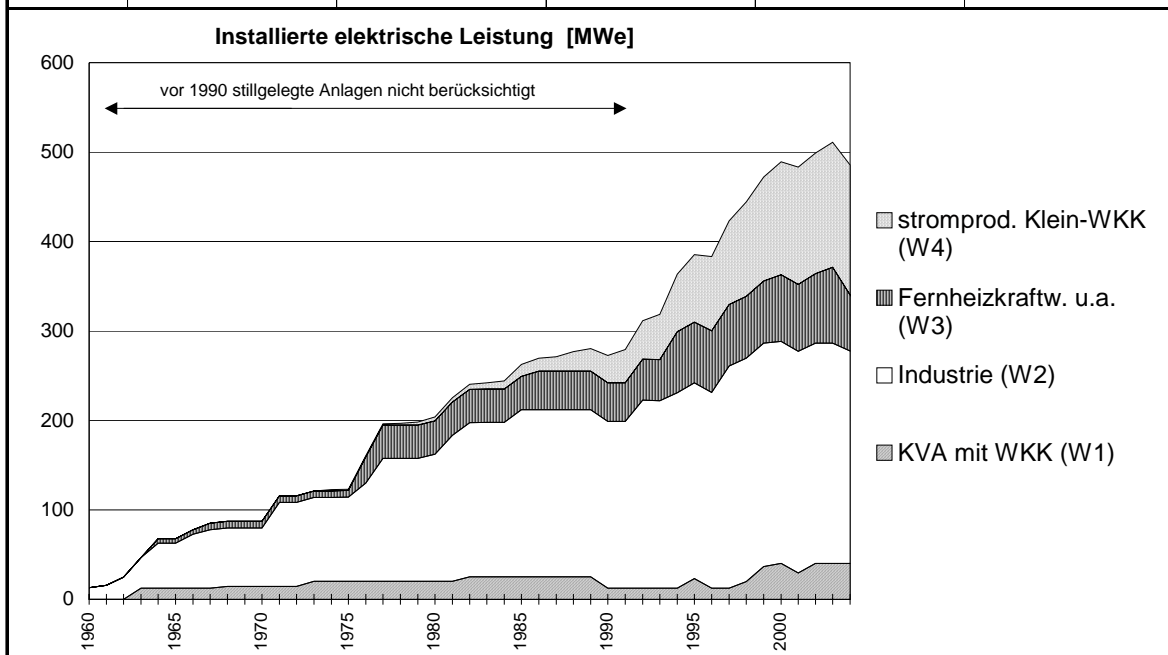
B.2 Kantonale Verteilung

Anhang B.2 (S. 58)

Install. elektr. Nennleistungen nach Anlagekategorien [MWe]

berücksichtigte Anlagen: **alle WKK-Anlagen**

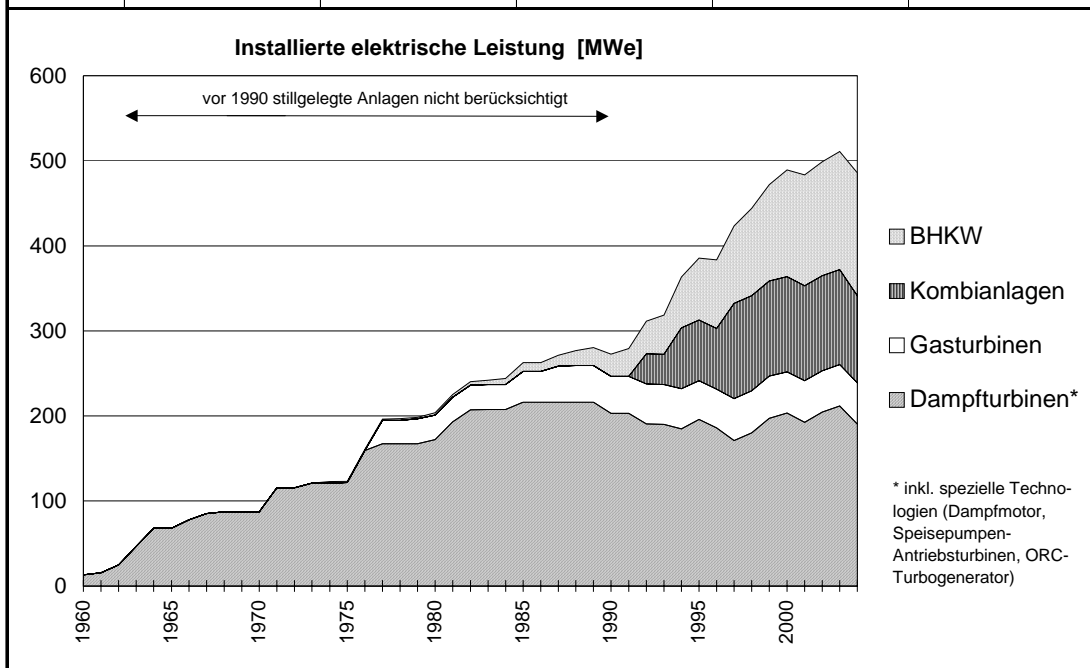
Jahr	KVA mit WKK (W1)	Industrie (W2)	Fernheizkraftw. u.a. (W3)	stromprod. Klein-WKK (W4)	TOTAL
1970	14.50	65.47	7.30	0.00	87.27
1971	14.50	93.77	7.30	0.00	115.57
1972	14.50	93.77	7.30	0.00	115.57
1973	20.10	93.77	7.30	0.00	121.17
1974	20.10	93.77	7.30	1.43	122.60
1975	20.10	94.32	7.30	1.43	123.15
1976	20.10	109.90	29.30	1.43	160.73
1977	20.10	137.50	37.30	1.43	196.33
1978	20.10	137.50	37.30	1.93	196.83
1979	20.10	137.50	37.30	3.43	198.33
1980	20.10	142.20	37.30	4.30	203.90
1981	20.10	163.20	37.30	4.64	225.24
1982	25.30	172.10	37.30	5.65	240.35
1983	25.30	172.66	37.30	6.75	242.01
1984	25.30	172.66	37.30	8.85	244.11
1985	25.30	186.51	37.30	13.52	262.63
1986	25.30	186.51	43.30	14.70	269.81
1987	25.30	186.51	43.30	16.12	271.23
1988	25.30	186.51	43.30	21.90	277.01
1989	25.30	186.51	43.30	25.25	280.36
1990	12.40	186.51	43.30	30.60	272.81
1991	12.40	186.51	43.30	37.00	279.21
1992	12.40	210.35	46.00	42.70	311.45
1993	12.40	209.55	46.00	50.61	318.56
1994	12.40	218.75	68.00	64.33	363.48
1995	23.20	218.79	68.00	75.51	385.50
1996	12.40	218.93	68.70	83.35	383.38
1997	12.40	248.42	68.70	93.81	423.33
1998	19.65	249.92	69.04	105.67	444.28
1999	36.65	249.92	69.34	116.22	472.13
2000	40.20	248.10	74.54	126.40	489.24
2001	29.40	248.10	74.54	131.31	483.35
2002	40.20	246.23	77.66	134.83	498.92
2003	40.20	246.23	84.73	140.02	511.18
2004	40.20	237.39	62.73	145.45	485.77



Installierte elektr. Nennleistungen nach Technologien [MWe]

berücksichtigte Anlagen: **alle WKK-Anlagen**

Jahr	Dampfturbinen*	Gasturbinen	Kombianlagen	BHKW	TOTAL
1970	87.27	0.00	0.00	0.00	87.27
1971	115.57	0.00	0.00	0.00	115.57
1972	115.57	0.00	0.00	0.00	115.57
1973	121.17	0.00	0.00	0.00	121.17
1974	121.17	0.00	0.00	1.43	122.60
1975	121.72	0.00	0.00	1.43	123.15
1976	159.30	0.00	0.00	1.43	160.73
1977	167.30	27.60	0.00	1.43	196.33
1978	167.30	27.60	0.00	1.93	196.83
1979	167.30	29.10	0.00	1.93	198.33
1980	172.00	29.10	0.00	2.80	203.90
1981	193.00	29.10	0.00	3.14	225.24
1982	207.10	29.10	0.00	4.15	240.35
1983	207.66	29.10	0.00	5.25	242.01
1984	207.66	29.10	0.00	7.35	244.11
1985	216.16	36.38	0.00	10.09	262.63
1986	216.16	36.38	0.00	10.09	262.63
1987	216.16	42.38	0.00	12.69	271.23
1988	216.16	43.28	0.00	17.57	277.01
1989	216.16	43.28	0.00	20.92	280.36
1990	203.26	43.28	0.00	26.27	272.81
1991	203.26	43.28	0.00	32.67	279.21
1992	190.75	46.98	35.34	38.37	311.44
1993	189.95	46.98	35.34	46.28	318.55
1994	184.95	46.98	71.54	60.00	363.47
1995	195.79	45.48	71.54	72.68	385.49
1996	185.83	45.48	71.54	80.52	383.37
1997	170.92	49.58	111.84	90.98	423.32
1998	180.01	49.58	111.84	102.84	444.27
1999	197.31	49.58	111.84	113.39	472.12
2000	203.34	48.55	111.84	125.50	489.23
2001	192.54	48.88	111.84	130.08	483.34
2002	204.59	48.55	111.84	133.93	498.91
2003	211.66	48.55	111.84	139.12	511.17
2004	190.26	48.63	102.40	144.47	485.76



Wärmeerkraftkopplung in der Schweiz: Kantonale Verteilung 2004

Anhang B.2

Standort- kanton	Klein-WKK-Anlagen [W4]			Industrie [W2]			Fernheizkraftwerke* [W3]			KVA (nur WKK) [W1]			TOTAL [W1 - W4]			KVA (geringe Wärmenutz.) [T4]		
	Anz.	MWe	GWh	Anz.	MWe	GWh	Anz.	MWe	GWh	Anz.	MWe	GWh	Anz.	MWe	GWh	Anz.	MWe	GWh
AG	64	6.50	25.10	2	10.70	67.13							66	17.20	92.23	3	30.95	207.28
AI	1	0.03	0.10										1	0.03	0.10			
AR	16	0.93	3.62										16	0.93	3.62			
BE	102	15.26	57.09	3	21.74	82.52	2	0.90	1.99	1	12.40	32.06	108	50.30	173.66	2	16.05	76.35
BL	80	15.59	63.12	2	7.50	69.90							82	23.09	133.02			
BS	34	10.00	38.60	3	24.83	55.97			0.04	1	17.00	39.60	38	51.83	134.21			
FR	21	2.46	9.58	1	0.06	0.02							22	2.52	9.60	1	10.00	68.61
GE	28	8.58	32.08										28	8.58	32.08	1	31.00	171.54
GL	4	0.26	1.03										4	0.26	1.03	1	12.40	75.35
GR	38	3.20	12.31	1	1.00	0.52							39	4.20	12.83	1	5.00	17.84
JU	3	0.11	0.44										3	0.11	0.44			
LU	68	11.80	45.48	1	4.60	21.56	1	7.37	12.67				70	23.77	79.71	1	6.70	36.32
NE	29	2.06	8.03										29	2.06	8.03	2	10.45	55.06
NW	2	0.10	0.40										2	0.10	0.40			
OW	3	0.67	2.79										3	0.67	2.79			
SG	114	10.51	41.46										114	10.51	41.46	3	26.90	177.59
SH	25	5.08	19.90										25	5.08	19.90			
SO	32	3.04	11.86	3	35.71	196.54							35	38.75	208.40	1	11.80	56.92
SZ	14	1.15	4.04										14	1.15	4.04			
TG	63	5.67	21.46	2	11.00	22.52							65	16.67	43.98	1	7.25	45.19
TI	11	1.16	4.55										11	1.16	4.55			
UR	3	0.28	1.12										3	0.28	1.12			
VD	66	4.56	16.90				4	41.96	92.51				70	46.52	109.41			
VS	22	1.71	6.59	3	117.30	335.34							25	119.01	341.93	3	28.50	151.93
ZG	10	1.63	6.05	1	2.94	9.08							11	4.57	15.13			
ZH	179	33.13	131.09				2	12.50	41.08	1	10.80	29.38	182	56.43	201.55	5	56.36	297.46
Total	1032	145.5	564.8	22	237.4	861.1	9	62.7	148.3	3	40.2	101.0	1066	485.8	1'675.2	25	253.4	1'437.4

Anz. = Anzahl stromproduzierende Wärmeerkraftkopplungsanlagen am Jahresende

MWe = installierte elektrische Leistung in MW am Jahresende

GWh = Stromproduktion im entsprechenden Jahr (kant. Aufteilung bei den Klein-WKK-Anlagen kann nur näherungsweise erfolgen)

* Fernheizkraftwerke mit Dampf- oder Gasturbinen, Kombiheizkraftwerken und div. Sepzialanlagen (Fernheizkraftwerke mit Gas-/Dieselmotoren sind als Klein-WKK-Anlagen erfasst)

G:\2005\1013\AII-Ausw[KT-WKK2004.xls]AuswTab Ber1

15.08.2005

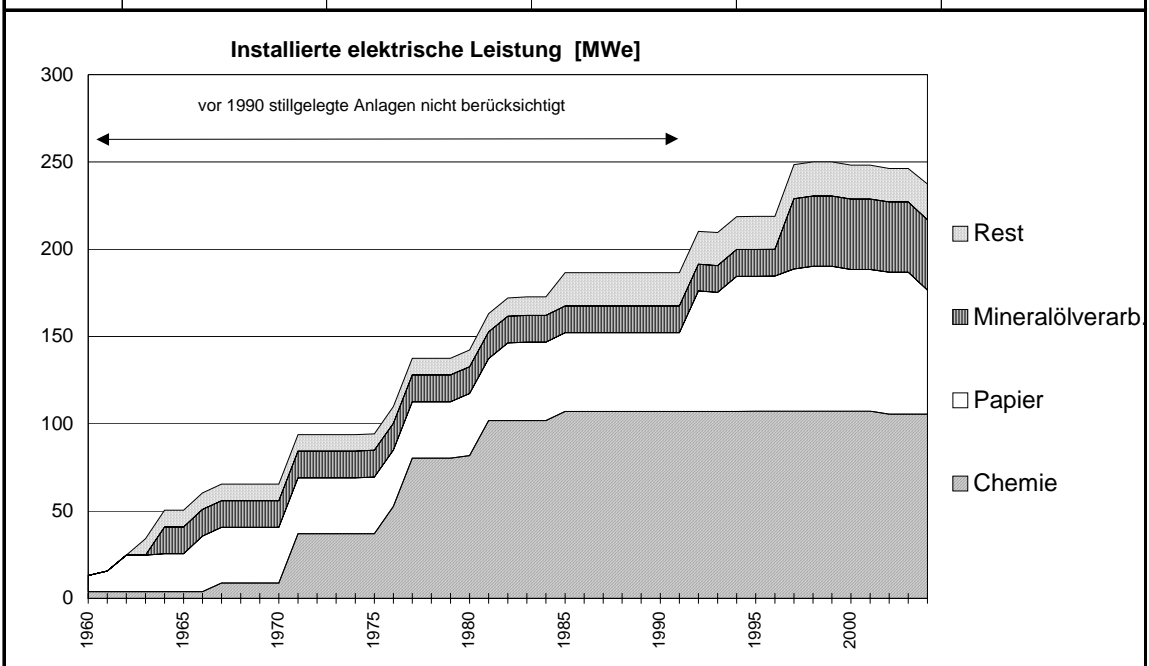
C. Gross-WKK-Anlagen

Hyperlink und Seiten-Nr.:

- | | | |
|------------|---|-------------------|
| Ca. | Entwicklung aller industriellen Gross-WKK-Anlagen nach Branchen | Anhang Ca (S. 60) |
| Cb. | Gross-WKK-Anlagen in der chemischen Industrie nach Technologien | Anhang Cb (S. 61) |
| Cc. | Gross-WKK-Anlagen in der Papierindustrie nach Technologien | Anhang Cc (S. 62) |
| Cd. | Gross-WKK-Anlagen in der Industrie (exkl. Papier und Chemie) nach Technologien | Anhang Cd (S. 63) |
| Ce. | Gross-WKK-Anlagen in Fernheizkraftwerken nach Technologien | Anhang Ce (S. 64) |

Install. elektr. Nennleistungen nach Industriebranchen [MWe]berücksichtigte Anlagen: **Gross-WKK-Anlagen in der Industrie**

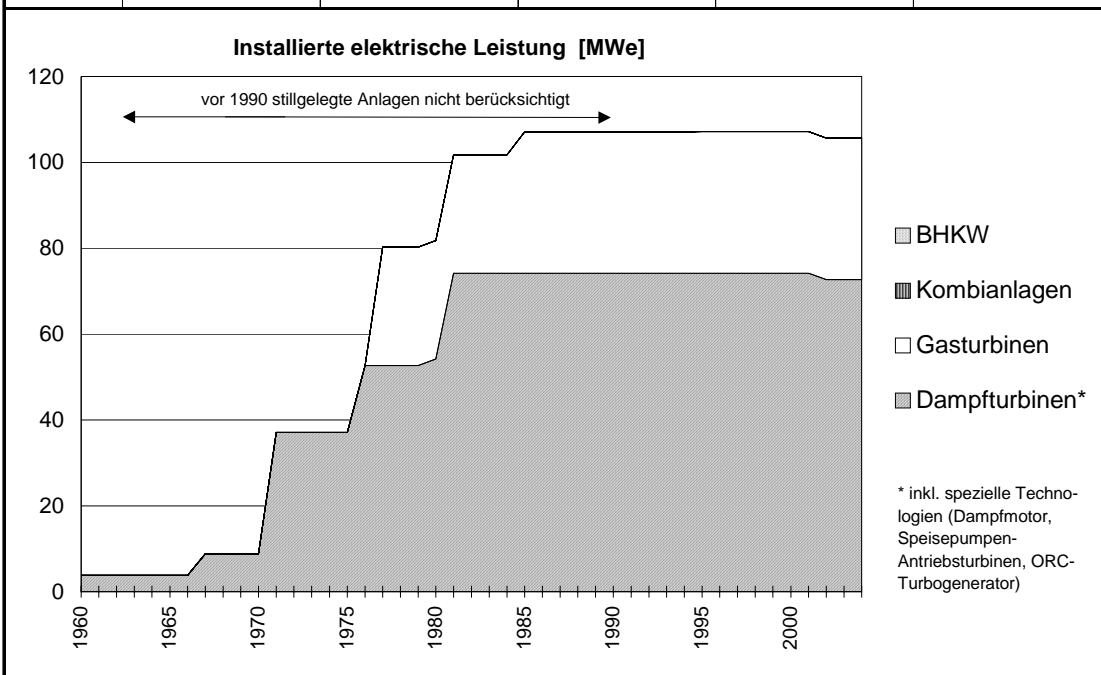
Jahr	Chemie	Papier	Mineralölverarb.	Rest	TOTAL
1970	8.80	31.87	15.30	9.50	65.47
1971	37.10	31.87	15.30	9.50	93.77
1972	37.10	31.87	15.30	9.50	93.77
1973	37.10	31.87	15.30	9.50	93.77
1974	37.10	31.87	15.30	9.50	93.77
1975	37.10	32.42	15.30	9.50	94.32
1976	52.68	32.42	15.30	9.50	109.90
1977	80.28	32.42	15.30	9.50	137.50
1978	80.28	32.42	15.30	9.50	137.50
1979	80.28	32.42	15.30	9.50	137.50
1980	81.78	35.62	15.30	9.50	142.20
1981	101.78	35.62	15.30	10.50	163.20
1982	101.78	44.52	15.30	10.50	172.10
1983	101.78	45.08	15.30	10.50	172.66
1984	101.78	45.08	15.30	10.50	172.66
1985	107.13	45.08	15.30	19.00	186.51
1986	107.13	45.08	15.30	19.00	186.51
1987	107.13	45.08	15.30	19.00	186.51
1988	107.13	45.08	15.30	19.00	186.51
1989	107.13	45.08	15.30	19.00	186.51
1990	107.13	45.08	15.30	19.00	186.51
1991	107.13	45.08	15.30	19.00	186.51
1992	107.13	68.92	15.30	19.00	210.35
1993	107.13	68.12	15.30	19.00	209.55
1994	107.13	77.32	15.30	19.00	218.75
1995	107.17	77.32	15.30	19.00	218.79
1996	107.17	77.46	15.30	19.00	218.93
1997	107.17	81.56	40.30	19.39	248.42
1998	107.17	83.06	40.30	19.39	249.92
1999	107.17	83.06	40.30	19.39	249.92
2000	107.17	81.24	40.30	19.39	248.10
2001	107.17	81.24	40.30	19.39	248.10
2002	105.63	81.24	40.30	19.06	246.23
2003	105.63	81.24	40.30	19.06	246.23
2004	105.63	70.90	40.30	20.56	237.39



Installierte elektr. Nennleistungen nach Technologien [MWe]

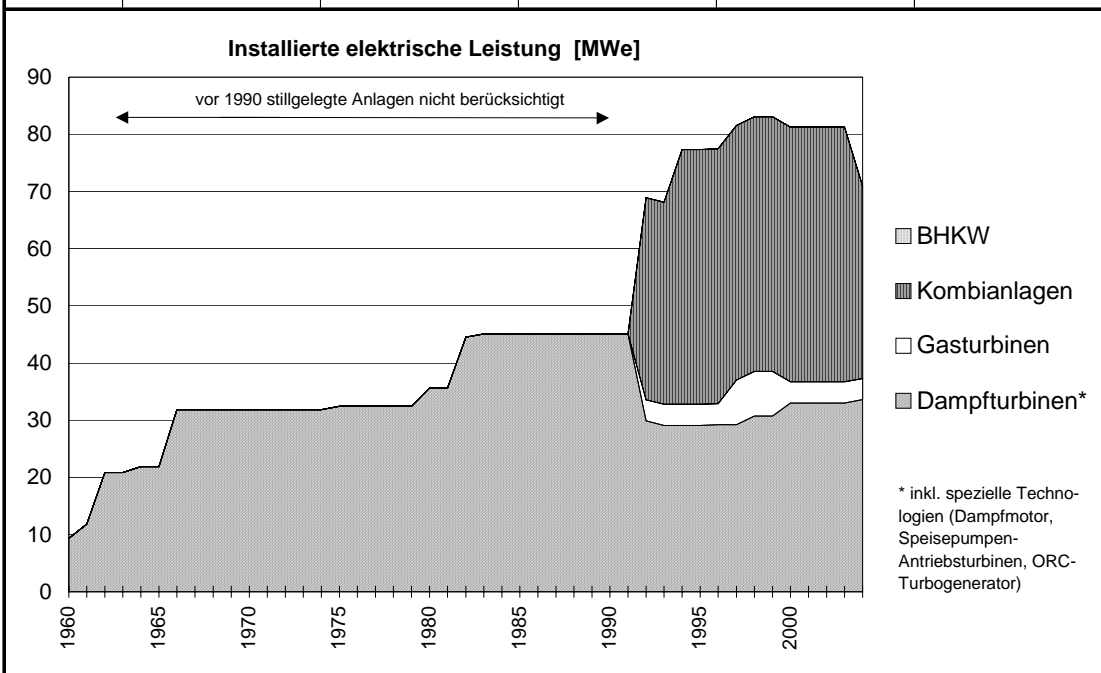
berücksichtigte Anlagen: **Gross-WKK-Anlagen in der chemischen Industrie (NOGA 24)**

Jahr	Dampfturbinen*	Gasturbinen	Kombianlagen	BHKW	TOTAL
1970	8.80	0.00	0.00	0.00	8.80
1971	37.10	0.00	0.00	0.00	37.10
1972	37.10	0.00	0.00	0.00	37.10
1973	37.10	0.00	0.00	0.00	37.10
1974	37.10	0.00	0.00	0.00	37.10
1975	37.10	0.00	0.00	0.00	37.10
1976	52.68	0.00	0.00	0.00	52.68
1977	52.68	27.60	0.00	0.00	80.28
1978	52.68	27.60	0.00	0.00	80.28
1979	52.68	27.60	0.00	0.00	80.28
1980	54.18	27.60	0.00	0.00	81.78
1981	74.18	27.60	0.00	0.00	101.78
1982	74.18	27.60	0.00	0.00	101.78
1983	74.18	27.60	0.00	0.00	101.78
1984	74.18	27.60	0.00	0.00	101.78
1985	74.18	32.95	0.00	0.00	107.13
1986	74.18	32.95	0.00	0.00	107.13
1987	74.18	32.95	0.00	0.00	107.13
1988	74.18	32.95	0.00	0.00	107.13
1989	74.18	32.95	0.00	0.00	107.13
1990	74.18	32.95	0.00	0.00	107.13
1991	74.18	32.95	0.00	0.00	107.13
1992	74.18	32.95	0.00	0.00	107.13
1993	74.18	32.95	0.00	0.00	107.13
1994	74.18	32.95	0.00	0.00	107.13
1995	74.22	32.95	0.00	0.00	107.17
1996	74.22	32.95	0.00	0.00	107.17
1997	74.22	32.95	0.00	0.00	107.17
1998	74.22	32.95	0.00	0.00	107.17
1999	74.22	32.95	0.00	0.00	107.17
2000	74.22	32.95	0.00	0.00	107.17
2001	74.22	32.95	0.00	0.00	107.17
2002	72.68	32.95	0.00	0.00	105.63
2003	72.68	32.95	0.00	0.00	105.63
2004	72.68	32.95	0.00	0.00	105.63



Installierte elektr. Nennleistungen nach Technologien [MWe]berücksichtigte Anlagen: **Gross-WKK-Anlagen in der Papierindustrie (NOGA 21)**

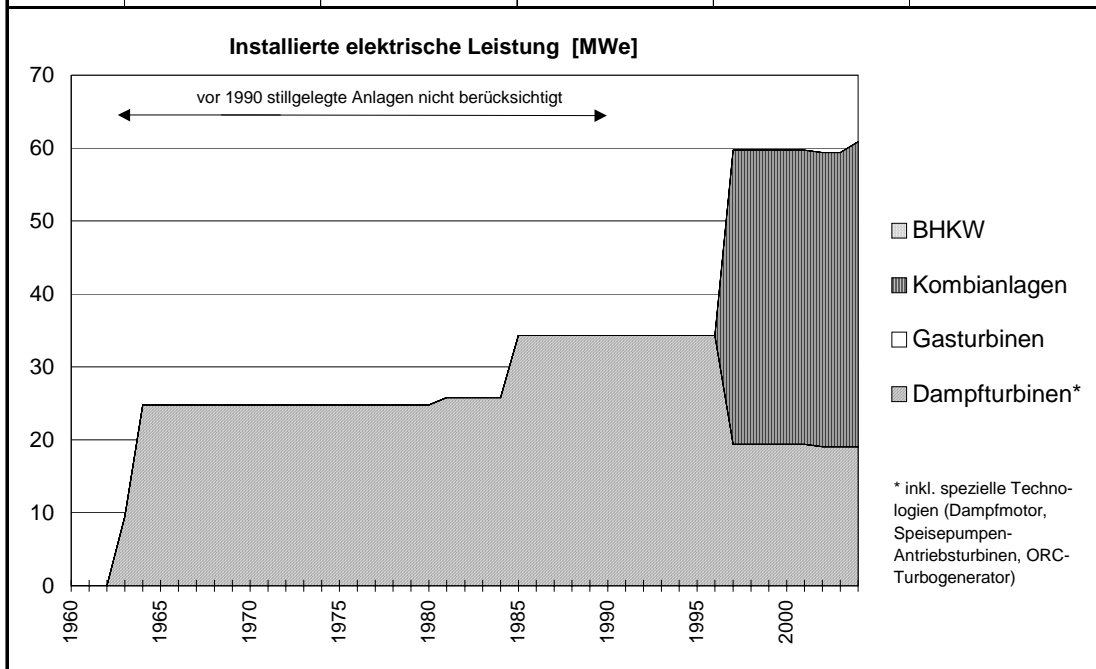
Jahr	Dampfturbinen*	Gasturbinen	Kombianlagen	BHKW	TOTAL
1970	31.87	0.00	0.00	0.00	31.87
1971	31.87	0.00	0.00	0.00	31.87
1972	31.87	0.00	0.00	0.00	31.87
1973	31.87	0.00	0.00	0.00	31.87
1974	31.87	0.00	0.00	0.00	31.87
1975	32.42	0.00	0.00	0.00	32.42
1976	32.42	0.00	0.00	0.00	32.42
1977	32.42	0.00	0.00	0.00	32.42
1978	32.42	0.00	0.00	0.00	32.42
1979	32.42	0.00	0.00	0.00	32.42
1980	35.62	0.00	0.00	0.00	35.62
1981	35.62	0.00	0.00	0.00	35.62
1982	44.52	0.00	0.00	0.00	44.52
1983	45.08	0.00	0.00	0.00	45.08
1984	45.08	0.00	0.00	0.00	45.08
1985	45.08	0.00	0.00	0.00	45.08
1986	45.08	0.00	0.00	0.00	45.08
1987	45.08	0.00	0.00	0.00	45.08
1988	45.08	0.00	0.00	0.00	45.08
1989	45.08	0.00	0.00	0.00	45.08
1990	45.08	0.00	0.00	0.00	45.08
1991	45.08	0.00	0.00	0.00	45.08
1992	29.88	3.70	35.34	0.00	68.92
1993	29.08	3.70	35.34	0.00	68.12
1994	29.08	3.70	44.54	0.00	77.32
1995	29.08	3.70	44.54	0.00	77.32
1996	29.22	3.70	44.54	0.00	77.46
1997	29.22	7.80	44.54	0.00	81.56
1998	30.72	7.80	44.54	0.00	83.06
1999	30.72	7.80	44.54	0.00	83.06
2000	33.00	3.70	44.54	0.00	81.24
2001	33.00	3.70	44.54	0.00	81.24
2002	33.00	3.70	44.54	0.00	81.24
2003	33.00	3.70	44.54	0.00	81.24
2004	33.60	3.70	33.60	0.00	70.90



Installierte elektr. Nennleistungen nach Technologien [MWe]

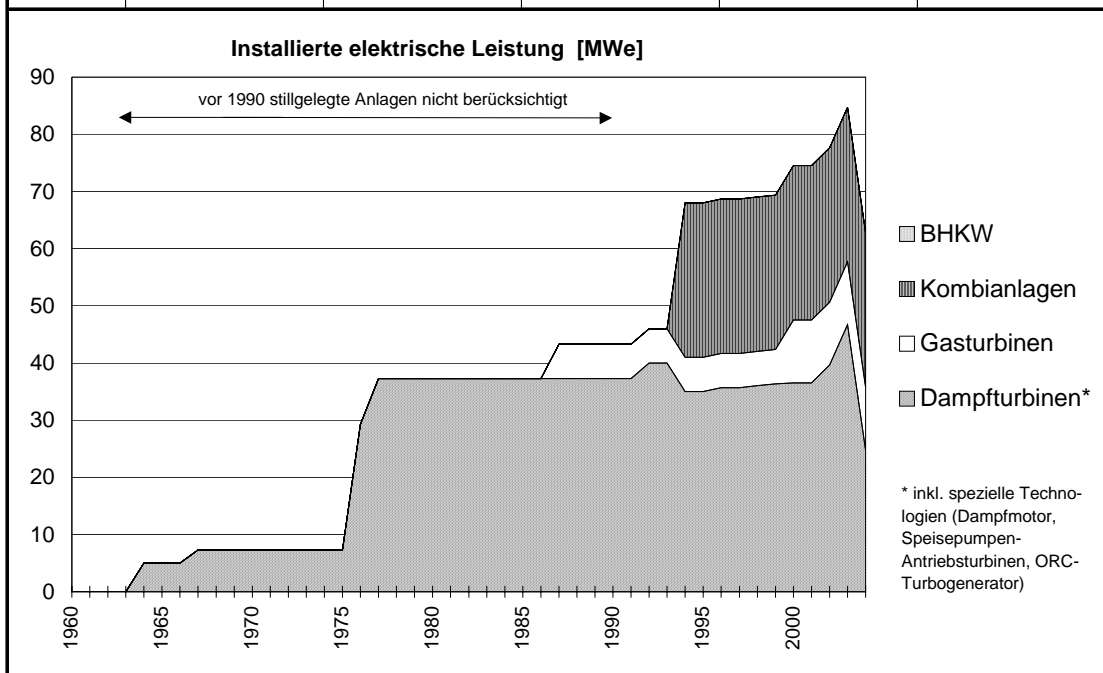
berücksichtigte Anlagen: **Gross-WKK-Anlagen in der Industrie (exkl. Papier + Chemie)**

Jahr	Dampfturbinen*	Gasturbinen	Kombianlagen	BHKW	TOTAL
1970	24.80	0.00	0.00	0.00	24.80
1971	24.80	0.00	0.00	0.00	24.80
1972	24.80	0.00	0.00	0.00	24.80
1973	24.80	0.00	0.00	0.00	24.80
1974	24.80	0.00	0.00	0.00	24.80
1975	24.80	0.00	0.00	0.00	24.80
1976	24.80	0.00	0.00	0.00	24.80
1977	24.80	0.00	0.00	0.00	24.80
1978	24.80	0.00	0.00	0.00	24.80
1979	24.80	0.00	0.00	0.00	24.80
1980	24.80	0.00	0.00	0.00	24.80
1981	25.80	0.00	0.00	0.00	25.80
1982	25.80	0.00	0.00	0.00	25.80
1983	25.80	0.00	0.00	0.00	25.80
1984	25.80	0.00	0.00	0.00	25.80
1985	34.30	0.00	0.00	0.00	34.30
1986	34.30	0.00	0.00	0.00	34.30
1987	34.30	0.00	0.00	0.00	34.30
1988	34.30	0.00	0.00	0.00	34.30
1989	34.30	0.00	0.00	0.00	34.30
1990	34.30	0.00	0.00	0.00	34.30
1991	34.30	0.00	0.00	0.00	34.30
1992	34.30	0.00	0.00	0.00	34.30
1993	34.30	0.00	0.00	0.00	34.30
1994	34.30	0.00	0.00	0.00	34.30
1995	34.30	0.00	0.00	0.00	34.30
1996	34.30	0.00	0.00	0.00	34.30
1997	19.39	0.00	40.30	0.00	59.69
1998	19.39	0.00	40.30	0.00	59.69
1999	19.39	0.00	40.30	0.00	59.69
2000	19.39	0.00	40.30	0.00	59.69
2001	19.39	0.00	40.30	0.00	59.69
2002	19.06	0.00	40.30	0.00	59.36
2003	19.06	0.00	40.30	0.00	59.36
2004	19.06	0.00	41.80	0.00	60.86



Installierte elektr. Nennleistungen nach Technologien [MWe]berücksichtigte Anlagen: **Fernheizkraftwerke (exkl. KVA) sowie andere Spezialanlagen**

Jahr	Dampfturbinen*	Gasturbinen	Kombianlagen	BHKW	TOTAL
1970	7.30	0.00	0.00	0.00	7.30
1971	7.30	0.00	0.00	0.00	7.30
1972	7.30	0.00	0.00	0.00	7.30
1973	7.30	0.00	0.00	0.00	7.30
1974	7.30	0.00	0.00	0.00	7.30
1975	7.30	0.00	0.00	0.00	7.30
1976	29.30	0.00	0.00	0.00	29.30
1977	37.30	0.00	0.00	0.00	37.30
1978	37.30	0.00	0.00	0.00	37.30
1979	37.30	0.00	0.00	0.00	37.30
1980	37.30	0.00	0.00	0.00	37.30
1981	37.30	0.00	0.00	0.00	37.30
1982	37.30	0.00	0.00	0.00	37.30
1983	37.30	0.00	0.00	0.00	37.30
1984	37.30	0.00	0.00	0.00	37.30
1985	37.30	0.00	0.00	0.00	37.30
1986	37.30	0.00	0.00	0.00	37.30
1987	37.30	6.00	0.00	0.00	43.30
1988	37.30	6.00	0.00	0.00	43.30
1989	37.30	6.00	0.00	0.00	43.30
1990	37.30	6.00	0.00	0.00	43.30
1991	37.30	6.00	0.00	0.00	43.30
1992	40.00	6.00	0.00	0.00	46.00
1993	40.00	6.00	0.00	0.00	46.00
1994	35.00	6.00	27.00	0.00	68.00
1995	35.00	6.00	27.00	0.00	68.00
1996	35.70	6.00	27.00	0.00	68.70
1997	35.70	6.00	27.00	0.00	68.70
1998	36.04	6.00	27.00	0.00	69.04
1999	36.34	6.00	27.00	0.00	69.34
2000	36.54	11.00	27.00	0.00	74.54
2001	36.54	11.00	27.00	0.00	74.54
2002	39.66	11.00	27.00	0.00	77.66
2003	46.73	11.00	27.00	0.00	84.73
2004	24.73	11.00	27.00	0.00	62.73



D. Klein-WKK-Anlagen

D.1 Jahresstatistiken 2004

Hyperlink und Seiten-Nr.:

D.1a Klein-WKK-Jahresstatistik Typ 2

Anhang D.1a (S. 66)

Erläuterungen zu dieser Jahresstatistik finden sich im Anhang F.2.4.

D.1b Klein-WKK-Jahresstatistik Typ 3

Anhang D.1b (S. 67)

Erläuterungen zu dieser Jahresstatistik finden sich im Anhang F.2.3.

D.1c Fortschreibungsparameter 2004

Anhang D1.c (S. 68)

Das Modell zur Fortschreibung der Energiedaten der Klein-WKK-Anlagen ab 1994 ist im Anhang F.2.3 ausführlich beschrieben.

D.2 Zeitreihen 1986 - 2004

D.2a Anzahl Anlagen und Aggregate und durchschnittliche Energie-Inputleistungen

Anhang D.2a (S. 69)

D.2b Installierte Leistungen

Anhang D2.b (S. 70)

D.2c Installierte Anschlussleistungen (= Inputleistungen) aufgeteilt nach WKK-Technologien

Anhang D.2c (S. 71)

D.2d Energieverbrauch und -produktion

Anhang D2.d (S. 72)

D.2e Endenergieverbrauch nach Energieträgern

Anhang D.2e (S. 73)

D.2f Anzahl Klein-WKK-Aggregate und elektrische Nennleistungen nach Anlagekategorien und Einsatzgebieten ab 1990

Anhang D.2f (S. 74)

D.2g Aufteilung der Klein-WKK-Aggregate nach Leistungsklassen und Hauptenergieträger per Ende 2004

Anhang D.2g (S. 75)

Jahresstatistik 2004												
Typ 2 der Klein-WKK-Jahresstatistik		TOTAL (alle Anlagen)	Aufteilung nach Anlageart 3)					Aufteilung nach Technologien				
		fossile WP	Biogas	Klärgas	Deponieg.	foss. BHKW	Div. foss.	BHKW 4)	Wärmep.	Gasturb.	Rest 5)	
WKK-Anlagen in Betrieb (Jahresende)		M	N	O	P	Q	R	S	U	V	W	X
Anzahl WKK-Anlagen 1)	-	1083	51	57	291	2	663	19	1010	51	8	14
Anzahl WKK-Aggregate	-	1419	56	74	415	5	843	26	1334	56	10	19
Installierte Leistungen												
- Anschlussleistung	MW	441.33	13.45	18.15	86.13	5.38	307.87	10.35	416.03	13.45	3.29	8.57
- elektrische Leistung	MW	145.45		6.03	26.33	1.82	106.49	4.79	140.18		0.98	4.29
- mechanische Leistung 2)	MW	0.94			0.94				0.94			
- Heizleistung	MW	253.96	21.35	8.95	47.17	3.00	166.12	7.37	224.42	21.35	1.64	6.55
Jahresenergieverbrauch/ -produktion												
Endenergieverbrauch Total	GWh	1751.98	25.62	75.15	372.68	28.44	1207.53	42.57	1675.50	25.62	12.74	38.12
- Erdgas	GWh	1018.94	21.93	8.60	1.58	26.45	917.81	42.57	954.44	21.93	12.74	29.83
- Diesel / Heizöl EL	GWh	254.59	3.70		0.53		250.36		250.89	3.70		
- Propan	GWh	40.66			0.82	0.48	39.36		40.66			
- Klärgas	GWh	369.74			369.74				361.45			8.29
- Deponiegas	GWh	1.51				1.51			1.51			
- Biogas	GWh	66.54		66.54					66.54			
- Fett/Öl erneuerbar	GWh											
- andere Energieträger	GWh											
produzierte Elektrizität	GWh	564.81		19.62	106.02	9.30	410.93	18.94	543.35		3.58	17.88
genutzte mechanische Energie 2)	GWh	4.44			4.44				4.44			
produzierte Wärmeenergie	GWh	928.96	35.87	39.03	189.28	15.36	629.26	20.17	868.58	35.87	6.03	18.49
genutzte Wärmeenergie	GWh	871.16	35.41	21.32	161.83	15.36	617.85	19.40	812.27	35.41	6.01	17.48

Kommentare:

1) Eine WKK-Anlage(=Standort) kann mehrere WKK-Aggregate(=Modul) umfassen.

2) nur direkt genutzte mechanische Leistung und Energie (z.B. von Gebläseantrieben in Kläranlagen)

3) Aufteilung der Anlagen zur Übernahme in die Statistik der erneuerbaren Energieträger

4) Blockheizkraftwerke (BHKW) und Direkt-Gebläseantriebe (in Kläranlagen eingesetzt)

5) Alle WKK-Anlagen, bei denen mehrere Technologien gleichzeitig oder spezielle Technologien wie Brennstoffzellen, Total-Energie-Anlagen TEA usw. installiert sind.

Erstellungsdatum: 12.08.05

G:\2005\1013\KW-Ausw\Jahr_Typ3+2_2004.xls\Anhang D.1a Ber04

Jahresstatistik		2004										
Typ 3		TOTAL	Anlagearten (Typ 3) der Klein-WKK-Statistik 3)									
der Klein-WKK-Jahresstatistik		(alle Anlagen)	fossile WP	Biogas LW	ARA o. GT	Deponieg.	foss. BHKW	Rest foss.	Biog. Gew/In	ARA nur GT	fossile GT	Rest(ARA)
Anlagekategorie 4) ->		W5	W4.BIO.1	W4.ARA.1a	W4.DEP	W4.FOS.1a	W4.FOS.1b	W4.BIO.2	W4.ARA.2	W4.FOS.2	W4.ARA.1b	
WKK-Anlagen in Betrieb (Jahresende)		A	B	C	D	E	F	G	H	I	K	
Anzahl WKK-Anlagen 1)	-	1083	51	40	288	2	663	11	17		8	3
Anzahl WKK-Aggregate	-	1419	56	48	412	5	843	16	26		10	3
Installierte Leistungen												
- Anschlussleistung	MW	441.33	13.45	7.22	84.63	5.38	307.87	7.06	10.94		3.29	1.50
- elektrische Leistung	MW	145.45		2.35	25.84	1.82	106.49	3.81	3.68		0.98	0.48
- mechanische Leistung 2)	MW	0.94			0.94							
- Heizleistung	MW	253.96	21.35	3.58	46.35	3.00	166.12	5.73	5.38		1.64	0.82
Jahresenergieverbrauch/ -produktion												
Endenergieverbrauch Total	GWh	1751.98	25.62	21.69	364.38	28.44	1207.53	29.83	53.46		12.74	8.29
- Erdgas	GWh	1018.94	21.93		1.58	26.45	917.81	29.83	8.60		12.74	
- Diesel / Heizöl EL	GWh	254.59	3.70		0.53		250.36					
- Propan	GWh	40.66			0.82	0.48	39.36					
- Klärgas	GWh	369.74			361.45							8.29
- Deponiegas	GWh	1.51				1.51						
- Biogas	GWh	66.54		21.69					44.85			
- Fett/Öl erneuerbar	GWh											
- andere Energieträger	GWh											
produzierte Elektrizität	GWh	564.81		6.53	103.51	9.30	410.93	15.37	13.09		3.58	2.51
genutzte mechanische Energie 2)	GWh	4.44			4.44							
produzierte Wärmeenergie	GWh	928.96	35.87	10.84	184.93	15.36	629.26	14.14	28.19		6.03	4.35
genutzte Wärmeenergie	GWh	871.16	35.41	9.70	157.75	15.36	617.85	13.40	11.61		6.01	4.08

Kommentare:

1) Eine WKK-Anlage(=Standort) kann mehrere WKK-Aggregate(=Modul) umfassen.

2) nur direkt genutzte mechanische Leistung und Energie (z.B. von Gebläseantrieben in Kläranlagen)

3) Die ausgewiesenen Anlagearten (Typ 3) der Klein-WKK-Statistik weisen leider aus verschiedenen Gründen eine ungeeignete Reihenfolge auf.

4) Ab Ausgabe 1997 wurden neue Kategorien der thermischen Stromproduktion und der Wärmekraftkopplung definiert. Dabei wird u.a. zwischen stromprod. Klein-WKK-Anlagen (Kat. W4) und nicht stromprod. Klein-WKK-Anl. (W5) unterschieden.

Die stromprod. Klein-WKK-Anl. (W4) werden in 7 Unterkat. aufget. (W4.ARA.1, W4.ARA.2, W4.BIO.1, W4.BIO.2, W4.DEP, W4.FOS.1, W4.FOS.2). Es gilt zu beachten, dass in obiger Tabelle die Kat. W4.ARA.1 und W4.FOS.1 in je 2 Spalten erscheinen.

Erstellungsdatum: 12.08.05

G:\2005\1013\KW-Ausw\Jahr_Typ3+2_2004.xls\Anhang D.1b+c Ber02

Fortschreibungsparameter 2004											
	Kommentare zu den Fortschreibungsparameter	Anlagearten (Typ 3) der Klein-WKK-Statistik									
		fossile WP	Biogas LW	ARA o. GT	Deponieg.	foss. BHKW	Rest foss.	Biog. Gew/In	ARA nur GT	fossile GT	Rest(ARA)
Anlagekategorie ->		W5	W4.BIO.1	W4.ARA.1a	W4.DEP	W4.FOS.1a	W4.FOS.1b	W4.BIO.2	W4.ARA.2	W4.FOS.2	W4.ARA.1b
Allgemeine Annahmen		A	B	C	D	E	F	G	H	I	K
Prozentsatz der Vollbetriebsstunden, welche die neu in Betrieb genommenen Anlagen erreichten:											
a.) im letzten Jahr	Wert a gemäss Bild F.2c	35%	-	40%	-	35%	-	-	-	-	-
b.) in diesem Jahr	Wert a gemäss Bild F.2c	35%	-	40%	-	35%	-	-	-	-	-

Fortschreibungsparameter zur Ermittlung des/der Jahresenergieverbrauchs/-produktion

Endenergieverbrauch Total	S3: Vollbetriebsstunden	1905	Die Energiedaten werden summarisch aus der Biogasstatistik (Landwirtschaft, WKK) übernommen.	4305	Die Energiedaten werden durch E+P jährlich erhoben.	4039	Die Energiedaten werden grösstenteils durch E+P jährlich erhoben.	Die Energiedaten werden anlagenweise aus der Biogasstatistik (Industrie und Gewerbe) übernommen.	Die Energiedaten werden durch E+P jährlich erhoben.	Die Energiedaten werden durch E+P jährlich erhoben.	Die Energiedaten werden durch E+P einzeln erhoben oder geschätzt.
- Erdgas	Split des Endenergieverbrauchs Total auf die verschiedenen Energieträger erfolgt:	85.6%		0.4%		76.0%					
- Diesel / Heizöl EL	a. gemäss den erhobenen Werten des Jahres 1993 (Spalten A und C)	14.4%		0.1%		20.7%					
- Propan				0.2%		3.3%					
- Klärgas				99.2%							
- Deponiegas											
- Biogas	b. gemäss den Inputleistungsanteilen des Vorjahres (Spalten E und F)										
- Holz											
- andere Energieträger											
produzierte Elektrizität	S3: Vollbetriebsstunden			4008		3980					
genutzte mechanische Energie	S3: Vollbetriebsstunden		4744								
produzierte Wärmeenergie	S3: Vollbetriebsstunden	1680	3990	3889							
genutzte Wärmeenergie 4)	Anteil an Wärmeproduktion	98.7%	85.3%	98.2%							

Kommentare:

- 1) Die Fortschreibungsparameter zu den fossilen WP (W5) basieren auf den erhobenen Daten der Jahre 1992 und 1993.
- 2) Die Vollbetriebsstunden der Kat. W4.ARA.1a basieren auf erhobenen Daten der Jahre 90-93 sowie 2001. Die Vollbetriebsstunden der Zwischenjahre wurden linear interpoliert. Die Herleitung findet sich in Tabelle F.2e.
Der Energieträgersplit der Kat. W4.ARA.1a basiert auf erhobenen Daten der Jahre 1992 und 1993.
- 3) Die Vollbetriebsstunden der Kat. W4.FOS.1a basieren auf erhobenen Daten der Jahre 90-93 sowie 1996/1997. Die Vollbetriebsstunden der Zwischenjahre wurden linear interpoliert. Die Herleitung findet sich in Tabelle F.2d.
Der Energieträgersplit der Kat. W4.FOS.1a wird ausgehend von den Hauptenergieträgern der installierten WKK-Aggregate per Ende des Vorjahres berechnet (siehe Tabelle F.2d).
- 4) Der prozentuale Anteil der Wärmeenergie, welche effektiv genutzt wird (und nicht via Kühler an die Umwelt abgegeben wird), basiert bei den Kategorien W5, W4.ARA.1a, W4.FOS.1a und W4.FOS.1b auf Erhebungen der Jahre 1992/1993.

Erstellungsdatum: 12.08.05

G:\2005\1013\KW-Ausw[Jahr_Typ3+2_2004.xls]Anhang D.1b+c Ber03

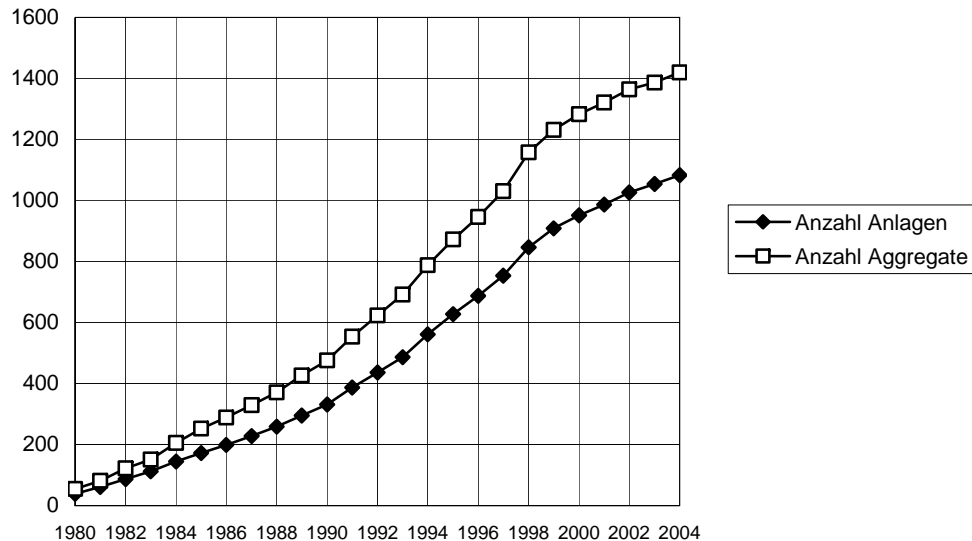
Anzahl Anlagen und Aggregate / Durchschnittliche Energieinputleistungen

betrachtete Anlagen und Aggregate: sämtliche in der Schweiz betriebene Klein-WKK-Anlagen

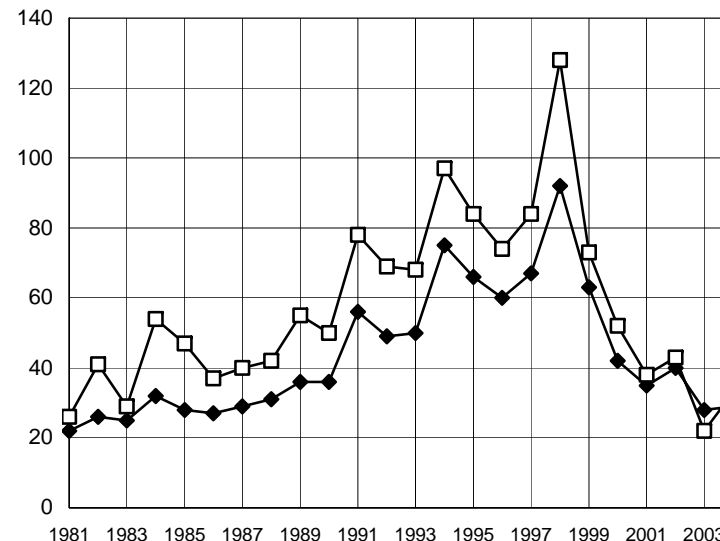
Kat. W4+W5

		1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Anzahl Klein-WKK-Anlagen 1)		228	259	295	331	387	436	486	561	627	687	754	846	909	951	986	1026	1054	1083
Anzahl Klein-WKK-Aggregate 2)		329	371	426	476	554	623	691	788	872	946	1030	1158	1231	1283	1321	1364	1386	1419
Anzahl Aggregate pro Anlage (Mittel)		1.44	1.43	1.44	1.44	1.43	1.43	1.42	1.40	1.39	1.38	1.37	1.37	1.35	1.35	1.34	1.33	1.31	1.31
durchschn. Inputleist. pro Anlage	kW/Anl.	350	386	379	392	391	391	400	422	425	419	420	412	415	419	415	407	405	408
durchschn. Inputleist. pro Aggregat	kW/Aggr.	243	270	262	273	273	273	281	300	305	304	307	301	306	310	309	306	308	311

Anz. Ende Jahr in der Schweiz betriebene Klein-WKK-Anlagen resp. -Aggregate



Zunahme der Anzahl Anlagen resp. Aggregate gegenüber Vorjahr

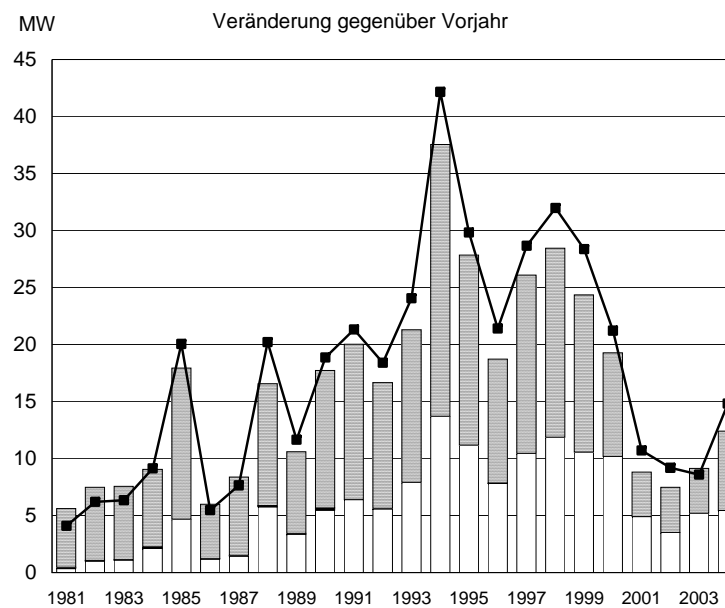
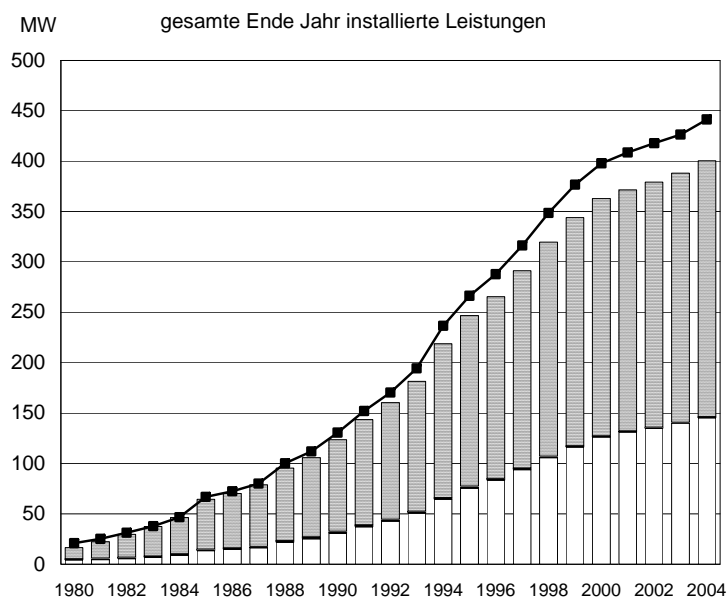


Installierte Leistungen

betrachtete Anlagen und Aggregate: sämtliche in der Schweiz betriebene Klein-WKK-Anlagen

Kat. W4 + W5

		1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Anschlussleistung = Inputleistung	MW	100.10	111.75	130.61	151.93	170.32	194.39	236.55	266.39	287.78	316.46	348.43	376.81	398.02	408.73	417.91	426.51	441.33
Heizleistung	MW	71.49	78.64	90.69	104.32	115.36	128.74	152.57	169.24	180.09	195.72	212.32	226.13	235.20	239.11	243.07	247.00	253.96
Mechanische Leistung	MW	1.85	1.93	2.12	2.12	2.17	2.03	1.92	1.92	1.95	1.71	1.71	1.49	1.24	1.17	1.17	0.94	0.94
Elektrische Leistung	MW	21.89	25.25	30.73	37.12	42.70	50.61	64.33	75.51	83.35	93.81	105.67	116.22	126.40	131.31	134.83	140.02	145.45



12.8.05

G:\2005\1013\KW-Ausw[AA-ISLT.XLS]Anhang D.2b Ber1

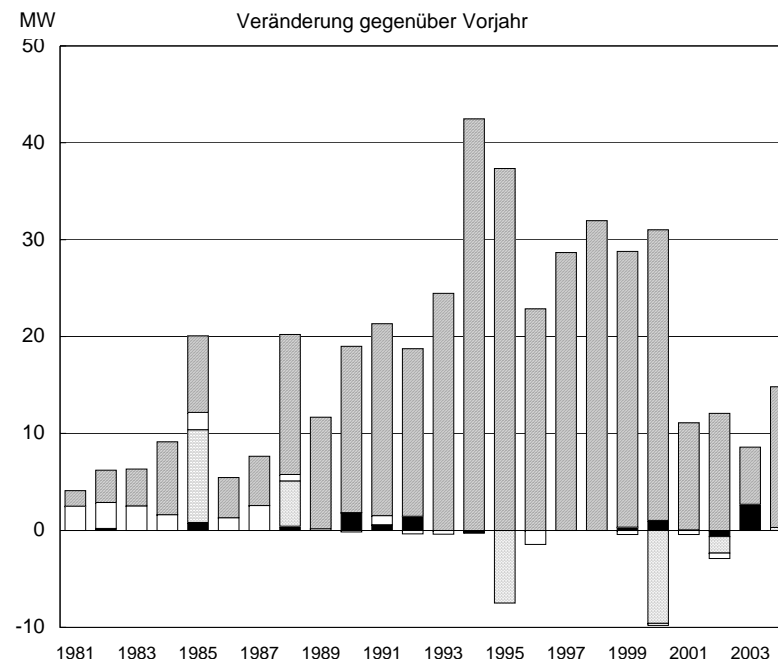
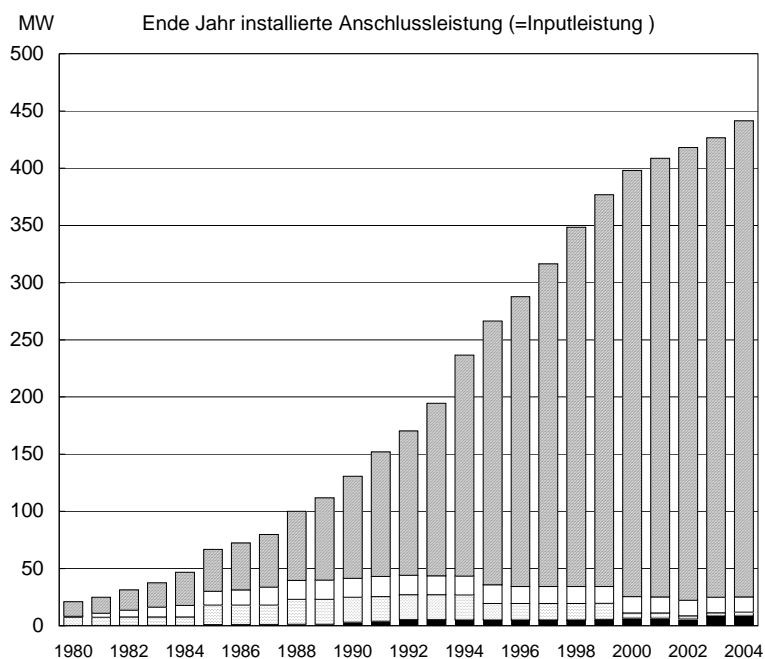
Installierte Anschlussleistungen (=Inputleistungen) aufgeteilt nach WKK-Technologien

betrachtete Anlagen und Aggregate: sämtliche in der Schweiz betriebene Klein-WKK-Anlagen

Kat. W4 + W5

		1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
BHKW (inkl. Gebläseantriebe)	MW	60.47	71.95	89.12	108.91	126.20	150.67	193.13	230.47	253.33	282.01	313.98	342.43	372.43	383.50	395.57	401.49	416.03
Gas- + Dieselmotorwärmepumpen*	MW	16.43	16.61	16.45	17.39	17.02	16.62	16.51	16.51	15.05	15.05	15.05	14.63	14.41	14.00	13.45	13.45	13.45
Gasturbinen (bis 1 MWe)	MW	21.76	21.76	21.76	21.76	21.76	21.76	21.76	14.26	14.26	14.26	14.26	14.26	4.66	4.71	3.00	3.00	3.29
Rest (z.B. Brennstoffzellen, TEA)	MW	1.44	1.44	3.27	3.87	5.34	5.34	5.14	5.14	5.14	5.14	5.14	5.49	6.53	6.53	5.89	8.57	8.57
TOTAL	MW	100.10	111.76	130.61	151.93	170.32	194.39	236.55	266.39	287.78	316.46	348.43	376.81	398.02	408.73	417.91	426.51	441.33

* Kat. W5



12.8.05

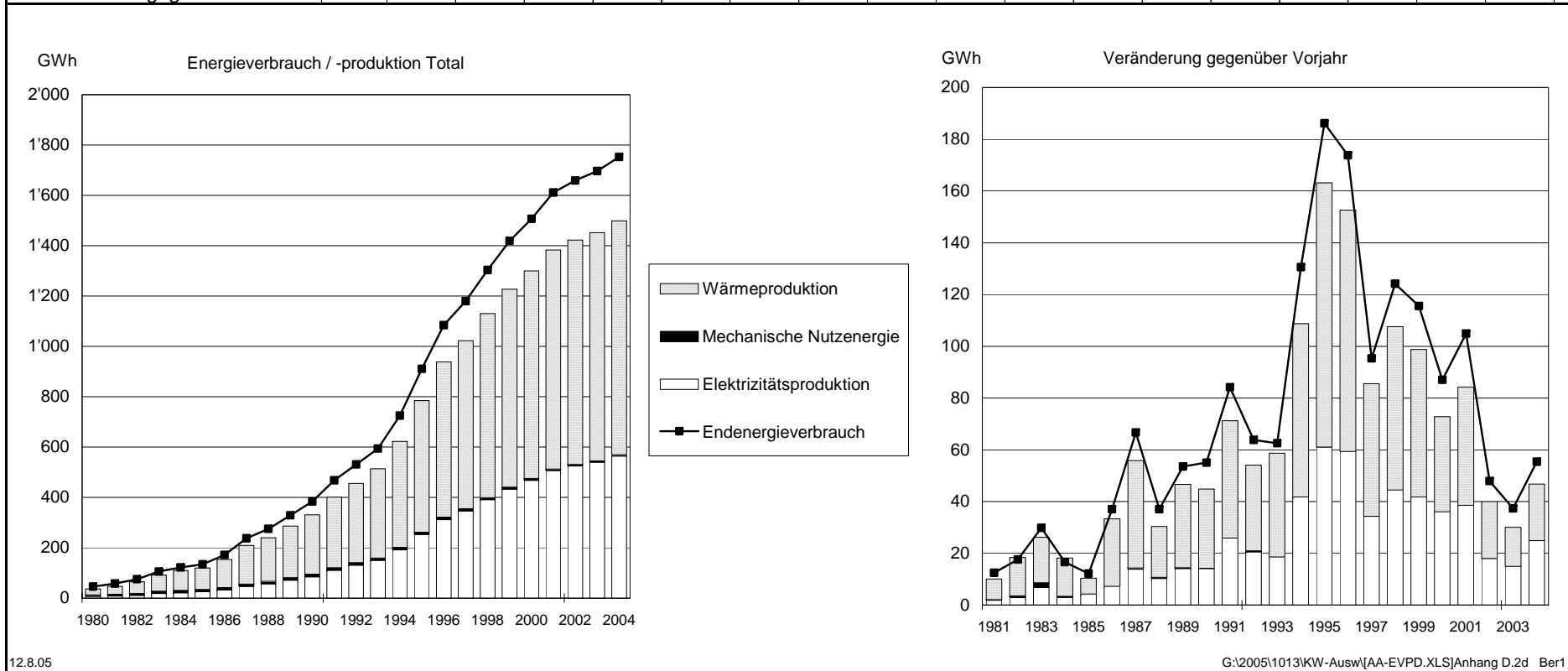
G:\2005\1013\KW-Ausw[AA-WKKT.XLS]Anhang D.2c Ber1

Energieverbrauch / -produktion

betrachtete Anlagen und Aggregate: sämtliche in der Schweiz betriebene Klein-WKK-Anlagen

Kat. W4 + W5

		1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Endenergieverbrauch	GWh/a	274.9	328.5	383.5	467.7	531.4	594.0	724.6	910.7	1084.6	1179.8	1304.0	1419.5	1506.5	1611.4	1659.3	1696.6	1752.0
Wärmeproduktion	GWh/a	172.5	204.7	235.3	280.7	313.8	353.9	420.9	523.0	616.3	667.5	730.6	787.5	824.3	870.0	892.0	907.2	929.0
Mechanische Nutzenergie	GWh/a	10.2	10.5	10.6	10.0	10.3	10.1	10.1	9.6	9.6	9.1	8.4	7.8	6.7	5.7	5.6	5.1	4.4
Elektrizitätsproduktion	GWh/a	56.6	70.7	84.8	110.6	131.2	149.8	191.5	252.5	311.9	346.1	390.6	432.5	468.5	507.0	525.0	539.9	564.8
Gesamtwirkungsgrad	-	87%	87%	86%	86%	86%	86%	86%	86%	86%	87%	87%	86%	86%	86%	86%	86%	86%



12.8.05

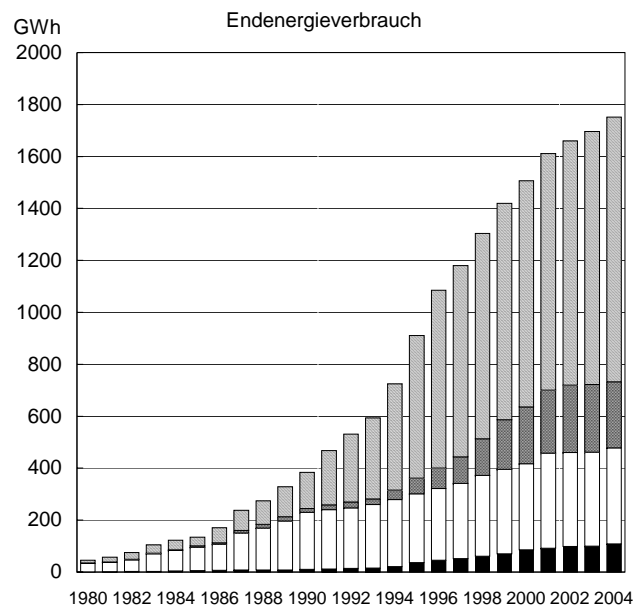
G:\2005\1013KW-Ausw[AA-EVPD.XLS]Anhang D.2d Ber1

Endenergieverbrauch nach Energieträgern

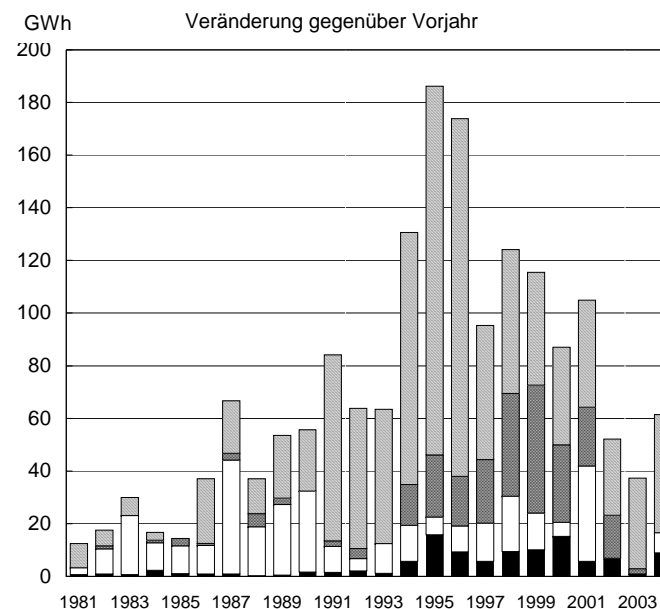
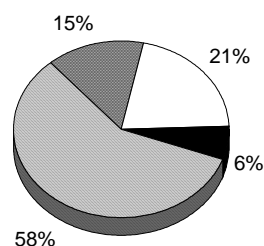
betrachtete Anlagen und Aggregate: sämtliche in der Schweiz betriebene Klein-WKK-Anlagen

Kat. W4 + W5

		1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Erdgas	GWh/a	90.95	114.78	138.02	208.72	261.87	312.87	408.57	548.55	684.42	735.33	790.01	832.93	869.99	910.65	939.63	974.06	1018.9
Diesel / Heizöl EL	GWh/a	14.14	16.58	16.00	18.11	22.03	21.15	36.57	60.15	78.98	103.13	142.17	190.75	220.09	242.44	258.79	260.68	254.59
Propan	GWh/a	1.76	1.85	2.01	3.79	6.06	6.69	9.98	14.18	23.92	25.88	30.59	31.84	39.13	39.53	40.00	39.89	40.66
Klärgas	GWh/a	161.62	188.38	219.12	228.93	233.49	244.81	258.50	265.31	275.15	289.67	310.67	324.60	329.99	366.25	361.95	362.04	369.74
Deponiegas	GWh/a	2.07	2.48	2.50	2.12	0.26	0.30	0.00	7.84	1.76	2.59	2.42	2.66	2.54	2.47	1.87	1.70	1.51
Biogas	GWh/a	4.38	4.36	5.82	5.97	7.73	8.17	10.93	14.68	20.33	23.25	28.10	34.65	39.41	45.68	55.86	58.21	66.54
Fett/Öl erneuerbar	GWh/a	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.04	5.34	4.38	1.18	0.00	0.00
andere Energieträger	GWh/a	0.01	0.03	0.06	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
TOTAL	GWh/a	274.93	328.46	383.53	467.68	531.44	593.99	724.55	910.71	1'084.6	1'179.8	1'304.0	1'419.5	1'506.5	1'611.4	1'659.3	1'696.6	1'752.0
Anteil erneuerbarer Energieträger		61%	59%	59%	51%	45%	43%	37%	32%	27%	27%	26%	26%	25%	26%	25%	25%	25%



Anteile im Jahr 2004



Anzahl Klein-WKK-Aggregate* ab 1990

Anlagekategorie	1990	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
W4 Stromproduz. Klein-WKK-Aggr.	412	882	966	1'094	1'169	1'223	1'263	1'308	1'330	1'363
W4.ARA.1 Kläranlagen mit BHKW	243	372	388	403	411	419	421	424	419	415
W4.ARA.2 Kläranlagen mit Gasturbinen	5	5	5	5	5	2	2	0	0	0
W4.BIO.1 Biogasanlagen Landwirtschaft	26	31	32	33	33	34	38	40	41	48
W4.BIO.2 Biogasanlagen Gewerbe u. Industrie	0	13	14	17	24	28	29	26	26	26
W4.DEP Deponiegas-WKK-Anlagen	2	4	4	4	4	4	5	5	5	5
W4.FOS.1 fossile BHKW	133	456	522	631	691	736	765	804	830	859
Bürogebäude (inkl. Banken)	26	74	85	93	95	97	104	108	110	111
Wärmeverbund (gemischte Nutzung)	9	45	57	57	58	64	64	63	60	62
Schulen, Sportanlagen	17	83	91	98	104	106	109	111	110	111
Wohngebäude	30	75	87	104	124	139	148	168	188	204
Gewerbe und Industrie	17	72	90	121	138	145	150	153	147	153
Spitäler, Heime	13	51	53	59	70	77	80	83	85	87
andere (und unbekannt)	21	56	59	99	102	108	110	118	130	131
W4.FOS.2 fossile Gasturbinen < 1 MWe	3	1	1	1	1	0	3	9	9	10
W5 Nicht stromprod. Klein-WKK-Aggr.	67	64	64	64	62	60	58	56	56	56
Bürogebäude (inkl. Banken)	8	9	9	9	9	9	9	7	7	7
Wärmeverbund (gemischte Nutzung)	7	4	4	4	4	4	2	2	2	2
Schulen, Sportanlagen	21	19	19	19	19	17	17	17	17	17
Wohngebäude	13	11	11	11	9	9	9	9	9	9
Gewerbe und Industrie	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Spitäler, Heime	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5
andere	13	14	14	14	14	14	14	14	14	14
W4+W5 Total alle Klein-WKK-Aggregate	479	946	1'030	1'158	1'231	1'283	1'321	1'364	1'386	1'419

* Eine Klein-WKK-Anlage (=Standort) kann mehrere WKK-Aggregate (=Module) umfassen.

Installierte elektrische Nennleistungen ab 1990 [MWe]

Anlagekategorie	1990	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
W4 Stromproduz. Klein-WKK-Aggr.	30.7	83.3	93.8	105.7	116.2	126.4	131.3	134.8	140.0	145.5
W4.ARA.1 Kläranlagen mit BHKW	9.40	14.49	16.62	18.06	19.31	23.49	23.63	25.02	26.30	26.33
W4.ARA.2 Kläranlagen mit Gasturbinen	2.28	2.28	2.28	2.28	2.28	0.90	0.93	0.00	0.00	0.00
W4.BIO.1 Biogasanlagen Landwirtschaft	0.38	0.48	0.50	0.66	0.80	0.86	1.13	1.47	1.66	2.35
W4.BIO.2 Biogasanlagen Gewerbe u. Industrie	0.00	1.27	1.35	2.13	3.89	4.39	5.14	3.97	4.03	3.68
W4.DEP Deponiegas-WKK-Anlagen	0.19	1.63	1.63	1.63	1.63	1.63	1.82	1.82	1.82	1.82
W4.FOS.1 fossile BHKW	16.42	62.65	70.88	80.34	87.76	95.14	98.36	101.6	105.3	110.3
Bürogebäude (inkl. Banken)	6.92	14.61	14.91	15.85	16.06	16.13	16.38	16.69	16.68	16.94
Wärmeverbund (gemischte Nutzung)	1.48	10.67	13.32	13.32	13.64	16.62	16.43	16.16	15.33	15.68
Schulen, Sportanlagen	1.37	9.19	9.88	10.57	11.07	11.58	11.64	11.64	11.84	11.82
Wohngebäude	2.54	7.64	7.96	9.07	10.28	11.06	11.29	11.38	12.64	13.14
Gewerbe und Industrie	2.00	10.07	12.99	17.83	21.06	22.79	24.92	25.60	24.49	28.21
Spitäler, Heime	0.81	5.61	6.53	7.66	8.81	10.01	10.72	10.78	11.11	11.19
andere (und unbekannt)	1.31	4.85	5.28	6.05	6.85	6.95	6.98	9.39	13.21	13.33
W4.FOS.2 fossile Gasturbinen < 1 MWe	2.05	0.55	0.55	0.55	0.55	0.00	0.30	0.90	0.90	0.98

Druckdatum: 12.08.2005

G:\2005\1013\KW-Ausw[Einsge2004.xls]Anhang D.2f Berf

Klein-WKK-Anlagen nach Leistungsklassen und Energieträger

berücksichtigte Anlagen: - alle Klein-WKK-Aggregate (W4+W5)
 - alle am Ende des Jahres 2004 in Betrieb stehenden Aggregate
 - Auswertung umfasst folgende Kantone: alle

Anzahl Aggregate nach Leistungsklassen und Hauptenergieträger

Leistungs- klasse der Aggregate	Erdgas	Propan	Diesel, HEL	Klärgas	Deponiegas	Biogas	Rest	Total Aggr.	in %
< 10 kWe	128	13	71	15	0	4	0	231	16.3%
10 - 19 kWe	131	9	1	123	0	13	0	277	19.5%
20 - 49 kWe	58	6	0	82	0	9	2	157	11.1%
50 - 99 kWe	77	11	2	101	0	20	0	211	14.9%
100 - 199 kWe	153	2	12	61	1	20	0	249	17.5%
200 - 349 kWe	41	4	59	11	0	3	0	118	8.3%
350 - 499 kWe	38	2	15	3	3	1	0	62	4.4%
>= 500 kWe	33	0	5	4	0	0	0	42	3.0%
Gebläseantriebe	0	0	0	13	0	0	0	13	0.9%
Wärmepumpen	52	0	6	1	0	0	0	59	4.2%
Total Aggr.	711	47	171	414	4	70	2	1'419	100.0%
in %	50.1%	3.3%	12.1%	29.2%	0.3%	4.9%	0.1%	100.0%	

Kumulierte elektr. Leistung [kWe] nach Leistungsklassen und Hauptenergietr.

Leistungs- klasse der Aggregate	Erdgas	Propan	Diesel, HEL	Klärgas	Deponiegas	Biogas	Rest	Total el. Leist.	in %
< 10 kWe	635	72	376	82	0	22	0	1'186	0.8%
10 - 19 kWe	1'961	135	18	1'705	0	187	0	4'006	2.8%
20 - 49 kWe	1'854	211	0	2'677	0	272	50	5'063	3.5%
50 - 99 kWe	5'679	860	162	6'074	0	1'445	0	14'220	9.8%
100 - 199 kWe	22'338	293	2'104	8'370	180	2'661	0	35'946	24.7%
200 - 349 kWe	10'777	1'057	12'290	2'720	0	864	0	27'708	19.0%
350 - 499 kWe	15'379	746	6'082	1'325	1'452	495	0	25'479	17.5%
>= 500 kWe	24'945	0	3'540	3'361	0	0	0	31'846	21.9%
Gebläseantriebe	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0%
Wärmepumpen	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0%
Total el. Leist.	83'568	3'373	24'572	26'313	1'632	5'946	50	145'454	100.0%
in %	57.5%	2.3%	16.9%	18.1%	1.1%	4.1%	0.0%	100.0%	

E. Spezialauswertungen

E.1 Kehrlichtverbrennungsanlagen

Hyperlink und Seiten-Nr.:

E.1a Entwicklung der elektrischen Nennleistung nach Betriebsarten

Anhang E.1a (S. 77)

E.2 Deponiegasnutzung

E.2a Gesamte Deponiegasnutzung in der Schweiz

Anhang E.2a (S. 78)

Gesamtauswertung der Teilauswertungen in den Anhängen E.2b bis E.2d

E.2b Deponiegasnutzung in Anlagen mit WKK-Gasmotoren

Anhang E.2b (S. 79)

Gasmotoren, welche einen Gesamtnutzungsgrad (d.h. Jahresnutzungsgrad) über 60 % aufweisen, werden gemäss Definition im Kapitel 2 als Klein-WKK-Anlagen definiert. Die Energiedaten und Leistungen gemäss Anhang E.2b sind Bestandteil der Klein-WKK-Auswertungen dieses Berichtes (Kategorie W4.DEF).

E.2c Deponiegasnutzung in Anlagen mit Gasmotoren, welche einen Jahresnutzungsgrad unter 60 % aufweisen und darum nicht als Klein-WKK-Anlagen bezeichnet werden können

Anhang E.2c (S. 80)

Gasmotoren, welche einen Gesamtnutzungsgrad (d.h. Jahresnutzungsgrad) unter 60 % aufweisen, werden gemäss Definition im Kapitel 2 nicht als Klein-WKK-Anlagen definiert. Die Angaben gemäss Anhang E.2c (= Kategorie T3) fehlen aus diesem Grund in den WKK-Auswertungen des vorliegenden Berichtes.

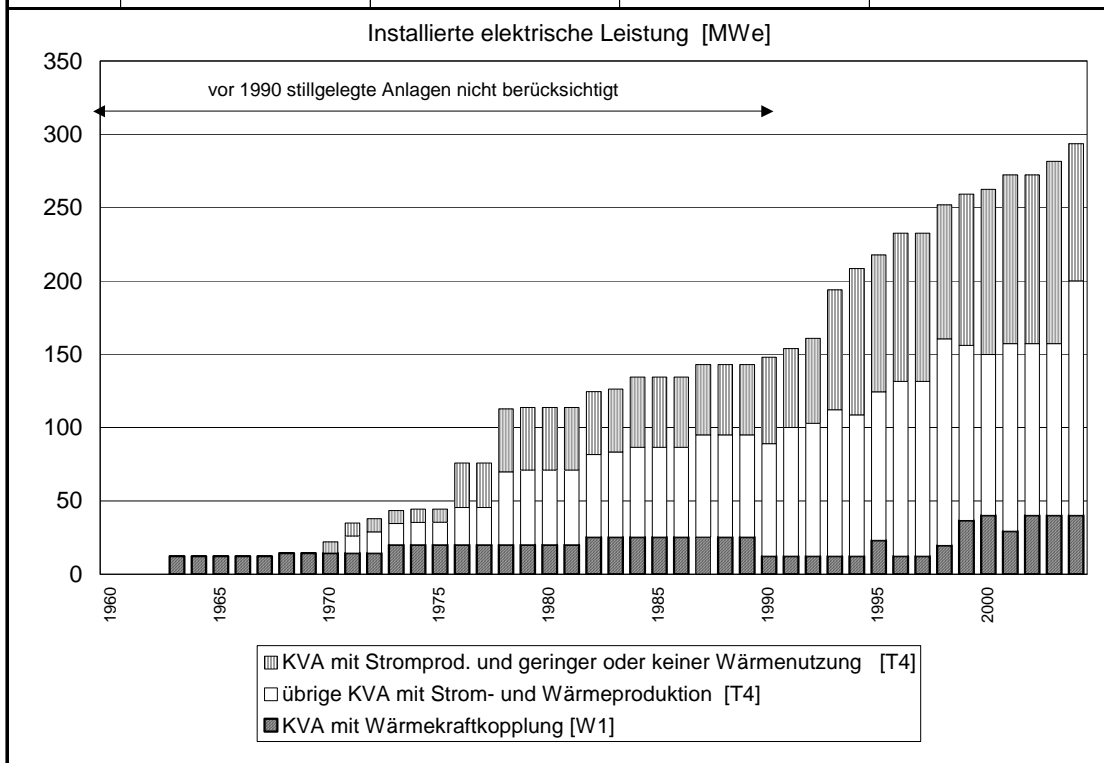
E.2d Deponiegasnutzung ausschliesslich mit Heizkesseln

Anhang E.2d (S. 81)

Deponiegas, welches in Anlagen ohne Gasmotoren (d.h. ausschliesslich mit Heizkesseln) genutzt wird, ist in Anhang E.2d erfasst.

Installierte elektr. Nennleistungen nach Betriebsarten [MWe]berücksichtigte Anlagen: **alle Kehrichtverbrennungsanlagen (KVA)**

Jahr	KVA mit Wärmekraftkopplung [W1]	übrige KVA mit Strom- und Wärmeproduktion [T4]	KVA mit Stromprod. und geringer oder keiner Wärmenutzung [T4]	TOTAL [W1] + [T4]
1975	20.10	15.41	8.99	44.50
1976	20.10	25.41	30.41	75.92
1977	20.10	25.41	30.41	75.92
1978	20.10	49.91	42.81	112.82
1979	20.10	50.91	42.81	113.82
1980	20.10	50.91	42.81	113.82
1981	20.10	50.91	42.81	113.82
1982	25.30	56.41	42.81	124.52
1983	25.30	58.21	42.81	126.32
1984	25.30	61.26	47.91	134.47
1985	25.30	61.26	47.91	134.47
1986	25.30	61.26	47.91	134.47
1987	25.30	69.76	47.91	142.97
1988	25.30	69.76	47.91	142.97
1989	25.30	69.76	47.91	142.97
1990	12.40	76.56	59.01	147.97
1991	12.40	87.61	54.01	154.02
1992	12.40	90.46	58.06	160.92
1993	12.40	99.91	81.56	193.87
1994	12.40	96.37	99.61	208.38
1995	23.20	101.17	93.31	217.68
1996	12.40	119.22	101.01	232.63
1997	12.40	119.22	101.01	232.63
1998	19.65	140.77	91.41	251.83
1999	36.65	119.47	103.01	259.13
2000	40.20	109.61	112.61	262.42
2001	29.40	127.80	115.06	272.26
2002	40.20	117.00	115.06	272.26
2003	40.20	117.00	124.36	281.56
2004	40.20	160.00	93.36	293.56

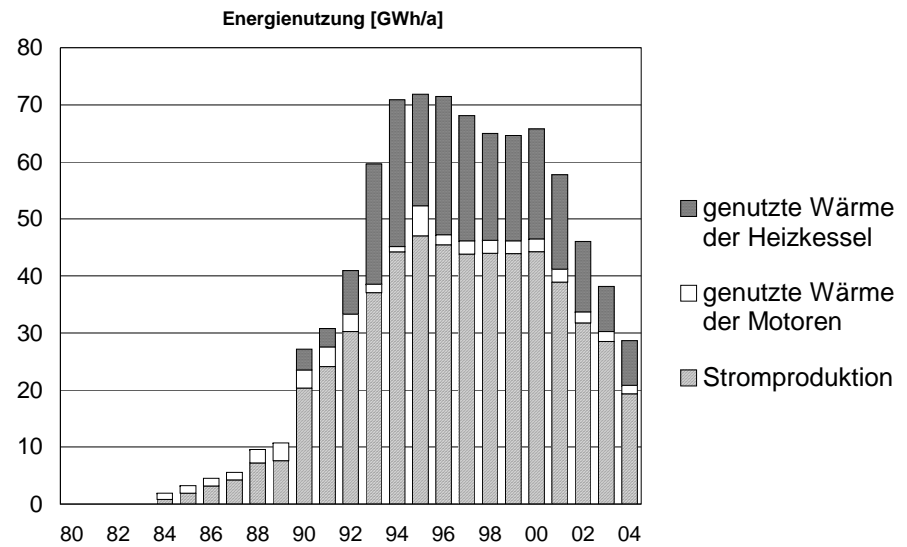
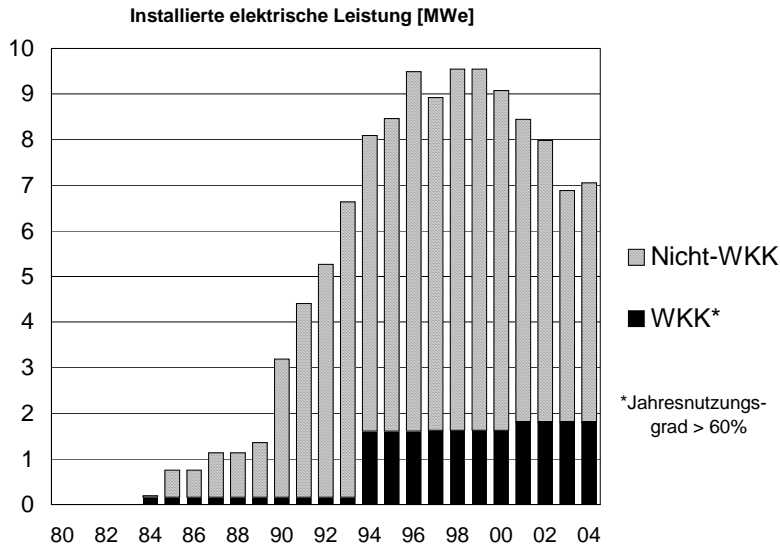


Deponiegasnutzung mit Gasmotoren und Heizkesseln (Gesamtauswertung)

betrachtete Anlagen: sämtliche in der Schweiz mit Deponiegas betriebenen Motoren und Heizkessel

		1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Anzahl Anlagen	-	3	4	4	7	9	11	11	11	12	12	12	13	13	13	11	11	11	11
Anzahl Gasmotoren (WKK-Aggregate)	-	6	6	7	10	13	15	17	20	20	22	21	22	22	21	20	19	17	17
Install. Energieinputleistung der Motoren	MW	3.73	3.73	4.45	10.07	14.11	16.86	20.89	25.16	26.29	29.23	27.30	29.01	29.01	27.58	25.38	23.95	20.49	21.04
Install. elektrische Leistung der Motoren	MW	1.13	1.13	1.35	3.19	4.41	5.27	6.64	8.09	8.47	9.50	8.93	9.55	9.55	9.08	8.45	7.98	6.88	7.05
Deponiegasverbrauch Gasmotoren	GWh/a	13.86	23.64	24.89	63.93	76.15	97.44	118.83	141.55	147.43	141.36	135.49	137.50	138.50	136.05	121.20	99.53	98.55	65.69
Stromproduktion Gasmotoren**	GWh/a	4.20	7.18	7.61	20.31	24.08	30.25	37.10	44.20	47.03	45.44	43.83	43.97	43.92	44.25	38.89	31.79	28.51	19.34
mit Motoren prod. Wärmeenergie	GWh/a	3.05	6.29	7.07	9.61	9.50	11.40	8.88	9.06	13.61	10.64	9.74	9.54	8.53	11.91	11.03	9.52	7.33	3.89
genutzte Wärmeenergie der Motoren	GWh/a	1.36	2.36	3.11	3.20	3.49	3.06	1.45	0.96	5.27	1.78	2.33	2.30	2.24	2.23	2.28	1.92	1.74	1.46
Deponiegasverbrauch Heizkessel*	GWh/a	fehlende Angaben			4.44	3.82	9.13	26.57	35.71	23.10	28.42	25.83	21.19	21.14	23.25	18.14	14.04	9.20	9.03
prod./genutzte Wärme der Kessel*	GWh/a	fehlende Angaben			3.67	3.19	7.65	21.05	25.71	19.57	24.26	21.95	18.73	18.47	19.27	16.55	12.32	7.94	7.83

* mit Deponiegas betriebene Heizkessel



15.8.05

G:\2005\1013\KW-Ausw\DEP1982-2004.XLS\Anhang E.2a Ber1

Deponiegasnutzung mit Gasmotoren (WKK)

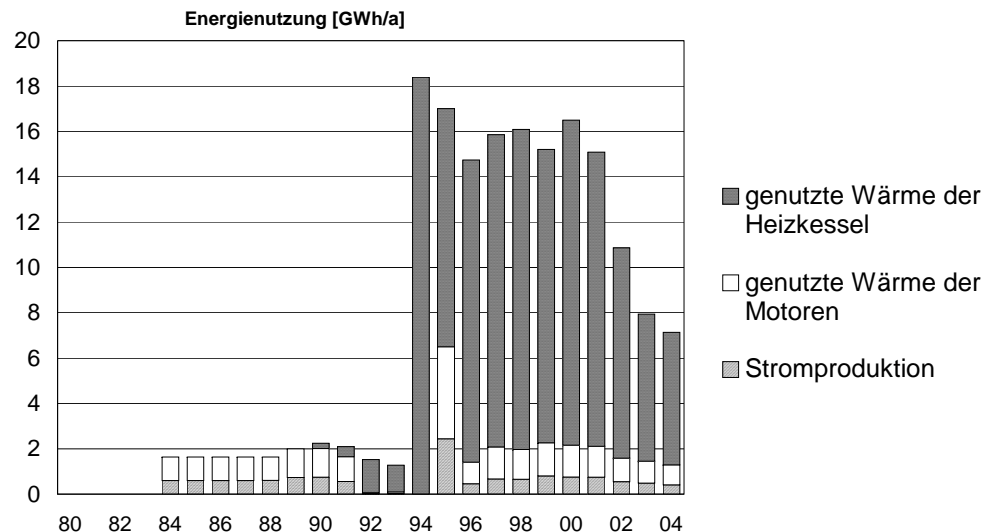
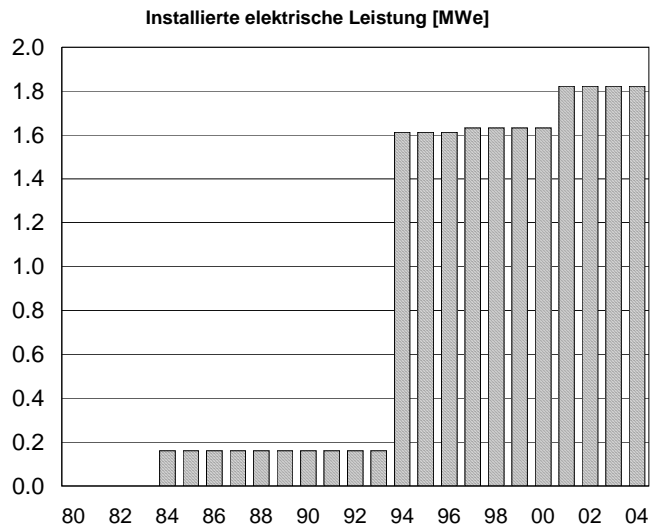
Kat. W4.DEP

betrachtete Anlagen: sämtliche in der Schweiz betriebenen Deponiegasmotoren mit einem Jahresnutzungsgrad* über 60%

* Jahresnutzungsgrad = (genutzte Wärmeenergie + Stromproduktion) / Deponiegasverbrauch

		1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Anzahl Anlagen	-	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Anzahl Gasmotoren (WKK-Aggregate)	-	1	1	1	1	1	1	1	4	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5
Install. Energieinputleistung der Motoren	MW	0.58	0.58	0.58	0.58	0.58	0.58	0.58	4.84	4.84	4.84	4.86	4.86	4.86	4.86	5.38	5.38	5.38	5.38
Install. elektrische Leistung der Motoren	MW	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	1.61	1.61	1.61	1.63	1.63	1.63	1.63	1.82	1.82	1.82	1.82
Deponiegasverbrauch Gasmotoren	GWh/a	1.88	1.88	2.30	2.31	1.93	0.08	0.12	0.00	7.84	1.76	2.59	2.42	2.66	2.54	2.47	1.87	1.70	1.51
Stromproduktion Gasmotoren***	GWh/a	0.60	0.60	0.74	0.74	0.55	0.02	0.02	0.00	2.44	0.45	0.66	0.65	0.80	0.75	0.74	0.55	0.49	0.41
mit Motoren prod. Wärmeenergie	GWh/a	1.03	1.04	1.26	1.27	1.09	0.05	0.08	0.00	4.17	0.96	1.41	1.32	1.46	1.41	1.36	1.04	0.96	0.87
genutzte Wärmeenergie der Motoren	GWh/a	1.03	1.04	1.26	1.27	1.09	0.05	0.08	0.00	4.07	0.96	1.41	1.32	1.46	1.41	1.36	1.04	0.96	0.87
Deponiegasverbrauch Heizkessel**	GWh/a	fehlende Angaben			0.27	0.53	1.71	1.38	26.69	11.83	14.90	15.14	15.56	14.53	17.27	13.87	10.39	7.44	6.57
prod./genutzte Wärme der Kessel**	GWh/a	fehlende Angaben			0.23	0.45	1.45	1.17	18.40	10.50	13.32	13.78	14.11	12.95	14.34	12.99	9.27	6.49	5.85

** mit Deponiegas betriebene Heizkessel in der gleichen Heizzentrale



Deponiegasnutzung mit Gasmotoren (ohne WKK)

Kat. T3

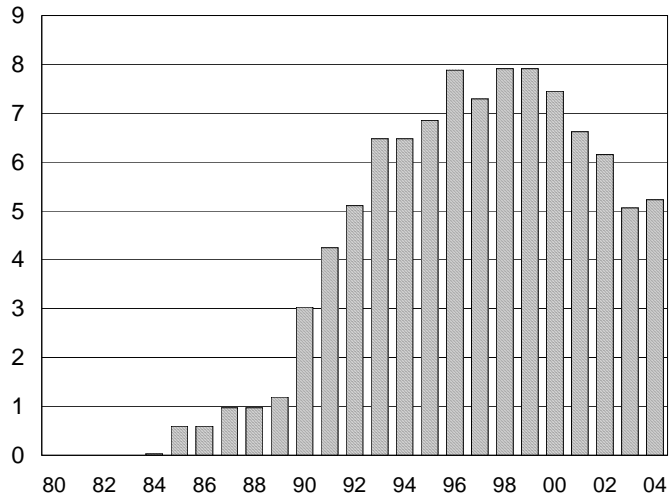
betrachtete Anlagen: sämtliche in der Schweiz betriebenen Deponiegasmotoren mit einem Jahresnutzungsgrad* bis 60%

* Jahresnutzungsgrad = (genutzte Wärmeenergie + Stromproduktion) / Deponiegasverbrauch

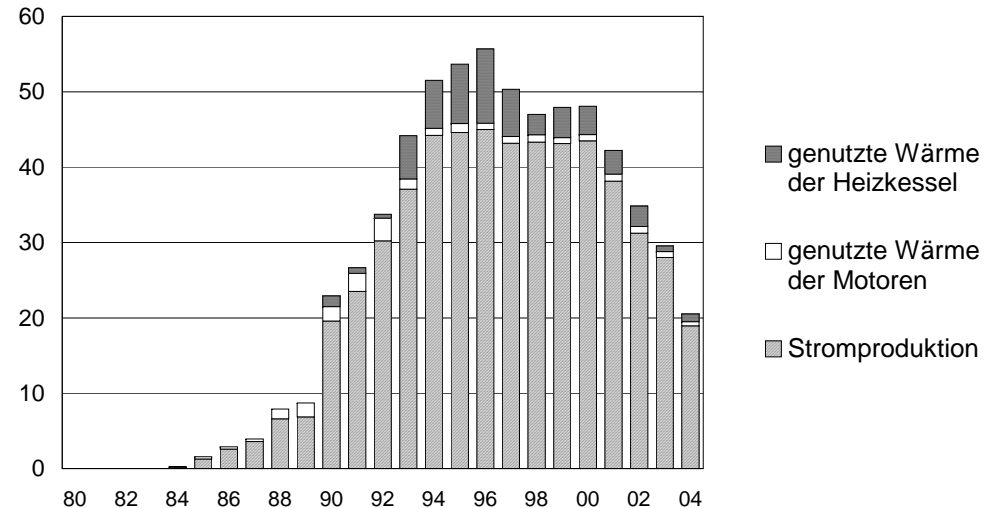
		1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Anzahl Anlagen	-	2	3	3	4	6	7	8	7	8	8	8	9	9	9	7	7	7	7
Anzahl Gasmotoren (WKK-Aggregate)	-	5	5	6	9	12	14	16	16	16	18	17	18	18	17	15	14	12	12
Install. Energieeinputleistung der Motoren	MW	3.15	3.15	3.87	9.49	13.53	16.28	20.31	20.32	21.45	24.39	22.44	24.15	24.15	22.72	20.01	18.58	15.12	15.66
Install. elektrische Leistung der Motoren	MW	0.97	0.97	1.19	3.03	4.25	5.11	6.48	6.48	6.85	7.88	7.29	7.91	7.91	7.45	6.62	6.16	5.06	5.23
Deponiegasverbrauch Gasmotoren	GWh/a	11.99	21.75	22.60	61.62	74.21	97.36	118.71	141.55	139.59	139.59	132.89	135.08	135.83	133.51	118.73	97.66	96.85	64.18
Stromproduktion Gasmotoren	GWh/a	3.60	6.58	6.87	19.57	23.53	30.23	37.08	44.20	44.60	44.99	43.17	43.32	43.13	43.50	38.15	31.24	28.02	18.93
mit Motoren prod. Wärmeenergie	GWh/a	2.02	5.25	5.81	8.34	8.41	11.35	8.80	9.06	9.44	9.68	8.33	8.22	7.07	10.50	9.67	8.49	6.37	3.02
genutzte Wärmeenergie der Motoren	GWh/a	0.32	1.32	1.84	1.92	2.40	3.01	1.38	0.96	1.20	0.82	0.91	0.98	0.77	0.82	0.92	0.88	0.77	0.58
Deponiegasverbrauch Heizkessel**	GWh/a	fehlende Angaben			1.79	0.90	0.64	7.01	7.80	9.78	12.22	8.30	3.23	4.89	4.52	3.73	3.23	0.87	1.24
prod./genutzte Wärme der Kessel**	GWh/a	fehlende Angaben			1.43	0.72	0.51	5.71	6.35	7.88	9.89	6.26	2.71	4.03	3.77	3.14	2.72	0.74	1.01

** mit Deponiegas betriebene Heizkessel in der gleichen Heizzentrale

Installierte elektrische Leistung [MWe]



Energienutzung [GWh/a]



15.8.05

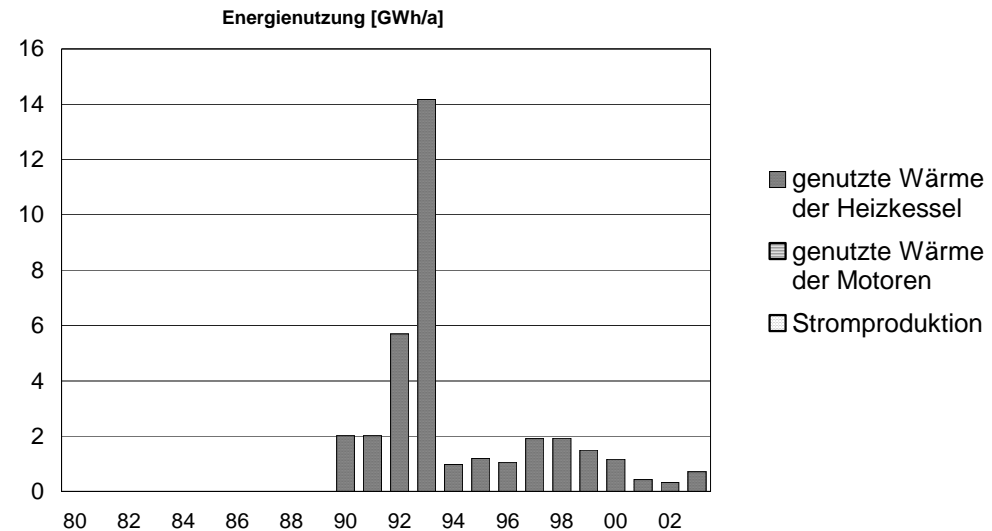
G:\2005\1013\KW-Ausw[DEP1982-2004.XLS]Anhang E.2c Ber3

Deponiegasnutzung ausschliesslich mit Heizkesseln

betrachtete Anlagen: sämtliche in der Schweiz betriebenen Deponiegas-Feuerungen (Anlagen ausschliesslich mit Heizkesseln)

		1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Anzahl Anlagen	-	fehlende Angaben			2	2	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Anzahl Gasmotoren (WKK-Aggregate)	-				0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Install. Energieinputleistung der Motoren	MW																		
Install. elektrische Leistung der Motoren	MW																		
Deponiegasverbrauch Gasmotoren	GWh/a																		
Stromproduktion Gasmotoren	GWh/a																		
mit Motoren prod. Wärmeenergie	GWh/a																		
genutzte Wärmeenergie der Motoren	GWh/a																		
Deponiegasverbrauch Heizkessel*	GWh/a	fehlende Angaben			2.39	2.39	6.79	18.19	1.21	1.49	1.31	2.39	2.40	1.72	1.46	0.54	0.42	0.89	1.22
prod./genutzte Wärme der Kessel*	GWh/a	fehlende Angaben			2.01	2.01	5.69	14.17	0.97	1.19	1.05	1.91	1.92	1.49	1.16	0.43	0.33	0.71	0.98

* mit Deponiegas betriebene Heizkessel in der gleichen Heizzentrale



F. Erläuterungen zur Statistik

Bis zur vorliegenden Ausgabe wurden im Auftrag des Bundesamtes für Energie durch die Dr. Eicher+Pauli AG im Wesentlichen folgende Berichte über WKK-Anlagen und die thermische Stromproduktion in der Schweiz veröffentlicht:

- Für die Jahre 1992 bis 1996 wurde jährlich eine eigenständige Statistik über die Klein-WKK-Anlagen publiziert.
- Ab dem Auswertungsjahr 1997 wurde jährlich eine Statistik über die gesamte thermische Stromproduktion veröffentlicht [Thermisch].

Zusammenfassungen dieser Resultate wurden in den vergangenen Jahren auch in der schweizerischen Elektrizitäts- und in der Gesamtenergiestatistik präsentiert. Andererseits wurden die Angaben über thermische Stromerzeuger, welche erneuerbare Energien verwenden, in der schweizerischen Statistik der erneuerbaren Energien [SdEE] verwendet.

In den Kapiteln F.1 und F.2 finden sich nähere Angaben zu früheren Ausgaben, zu den vorhandenen Daten, zu den durchgeführten Erhebungen und zur Energiedatenfortschreibung der Klein- und Gross-WKK-Statistik.

F.1 Gross-WKK-Statistik

F.1.1 Frühere Ausgaben und Erhebungen

Im Jahre 2004 wurden mittels Vollerhebung die Stammdaten aller Gross-WKK-Anlagen aktualisiert, neue Anlagen sowie die Jahresdaten des Betriebsjahres 2004 erfasst. Im Vergleich zu den bisherigen Resultaten ergaben sich nur geringe Unterschiede (einzelne Korrekturen von Vorjahreswerten).

F.1.2 Vorliegende Gross-WKK-Daten

Datenbank:	Die Daten zu den Gross-WKK-Anlagen werden in einer Access-Datenbank verwaltet (Access-Vers. 2000).
erfasste Daten: (Kat. W1, W2, W3)	<ul style="list-style-type: none">• Adresse und Bezeichnung der Anlage• Adresse des Anlagebetreibers• Stammdaten zu den Gross-WKK-Aggregaten (Inbetriebnahmedatum, Hersteller, Typ, elektrische Leistung, Energieträger)• Endenergieverbrauch seit 1990 (bei einigen Anlagen konnte nur der Energieträgersplit erhoben werden)• Stromproduktion und Verkauf ans EW (Jahre 1990 bis 2004)
zusätzliche Daten: (Kat. T4)	In der gleichen Access-Datenbank werden auch die Stamm- und Energiedaten sämtlicher KVA erfasst (d.h. nicht nur Kat. W1 sondern auch Kat. T4). Zusätzlich zu obigen Daten sind zu den KVA auch die produzierten und verkauften Wärmemengen erfasst.

F.2 Klein-WKK-Statistik

F.2.1 Frühere Ausgaben und Erhebungen

Seit 1992 wurde jährlich eine Statistik über die Klein-WKK-Anlagen publiziert. Die Klein-WKK-Statistik hat in den vergangenen Jahren einige Änderungen erfahren (methodische Änderungen, Korrektur von Fehlern). Aus diesem Grund stimmen einzelne Angaben früherer Statistik-Ausgaben nicht mehr mit der jeweils neusten Publikation überein.

Nachstehend sind die wichtigsten Änderungen der Klein-WKK-Statistik aufgelistet:

- In der ersten 1992 erschienenen Ausgabe waren Kleinst-Anlagen bis 100 kW Inputleistung nicht berücksichtigt.
- Bis zur Statistik 1994 wurden die Stammdaten der neuen Klein-WKK-Anlagen bei den Anlagebetreibern eingeholt. Seither basieren die Angaben zu den neuen Klein-WKK-Anlagen in der Regel weitgehend auf Angaben der Lieferanten.
- Die Energiedaten bis und mit Betriebsjahr 1993 basieren grösstenteils auf Betreiberangaben (Quasi-Vollerhebung). Ab 1994 wurden die Energiedaten entsprechend der Leistungsentwicklung und mit den aus den Betriebsjahren 92/93 abgeleiteten Vollbetriebsstunden fortgeschrieben. Nur bei einigen speziellen Kategorien (siehe Anhang D.1c) wurden die jährlichen Energiedaten weiterhin einzelanlagenweise erhoben. Das Fortschreibungsmodell der Kategorien W5, W4.ARA.1a und W4.FOS.1a ist im Anhang F.2.3 ausführlich beschrieben.

Aufgrund der anfangs 1998 durchgeführten Stichprobenerhebung wurde festgestellt, dass die Vollbetriebsstunden der fossilen BHKW (Kat. W4.FOS.1a) im Zeitraum 1993 bis 1996 um beachtliche 35 % zugenommen haben (siehe Tabelle F.2d). Bei der Energiedaten-Fortschreibung mussten aus diesem Grund bei den fossilen BHKW (Kat. W4.FOS.1) rückwirkende Korrekturen vorgenommen werden.

- In der Statistik 1996 wurde erstmals die in der Einleitung beschriebene WKK-Definition angewandt. Dies hatte zur Folge, dass die meisten mit Deponiegas betriebenen Anlagen nicht mehr als Klein-WKK-Anlagen betrachtet wurden. Dies entsprach einer (rückwirkenden) "Umbuchung" des grössten Teils von Kategorie W4.DEP in Kategorie T3.
- Im Jahre 1999 wurde eine neue Access-Datenbank für die Klein-WKK-Anlagen geschaffen. Diese ermöglichte eine wesentliche Vereinfachung der Datenerfassung, -pflege und -auswertung. Seit Beginn der Klein-WKK-Erhebungen anfangs der neunziger Jahre wurden die Daten mittels einer dreiteiligen Omnis-Datenbank-Applikation sowie einer Excel-Tabelle mit Kleinst-Anlagen verwaltet. Die seinerzeit erste Windows-konforme Datenbank Omnis ist aus heutiger Sicht zu komplex und zu unflexibel für eine bedienerfreundliche Datenbank. Aus diesem Grund wurden die Daten in eine Access-Datenbank portiert. Dies ermöglicht nun wesentlich einfachere Auswertungen, Eingaben usw.

- Basierend auf einer Erhebung wichtiger Stamm- und Betriebsdaten zu den kommunalen Abwasserreinigungsanlagen konnten als Grundlage für die Ausgabe 2002 die erfassten WKK-Anlagen in ARA überprüft und soweit nötig bereinigt werden. Weiter konnten auch Vollbetriebsstunden des Betriebsjahres 2001 für die Kategorie W4.ARA.1a ermittelt werden. Durch lineare Interpolation mussten auch die Vorjahreswerte ab 1994 korrigiert werden (siehe Tabelle F.2e). Wegen den vorgenommenen Bestandeskorrekturen sowie der Aktualisierung der Vollbetriebsstundenwerte ändern die Zahlen der Kat. W4.ARA.1a ab 1994.

F.2.2 Vorliegende Klein-WKK-Daten

Datenbank: (Kat. W4, W5, T3)	Die Daten zu den Klein-WKK-Anlagen werden seit März 1999 in einer Access-Datenbank verwaltet (Access-Vers. 2000).
erfasste Daten: (Kat. W4 und W5) <p>* Bei Anlagen, deren Angaben ausschliesslich vom Lieferanten stammen (d.h. sogenannte minimal erfasste Anlagen) ist die Datenqualität z.T. nicht optimal (z.B. unvollständige Adressen)</p> <p>** Energiedaten bis 1993 ziemlich vollständig; ab 1994 nur noch bei Anlagen mit jährlicher Erhebung (siehe Kap. F.2.3) oder bei Teilnahme an der Stichprobenerhebung 2004)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Adresse und Bezeichnung der Anlage* • Adresse des Anlagebetreibers* • Art und Beschreibung der mit Wärme versorgten Gebäude* • Folgende Stammdaten zu den Klein-WKK-Aggregaten: Inbetriebnahme- und evtl. Stilllegedatum, Hersteller, Typ, Nennleistungen (Input, elektrisch, thermisch), Energieträger, Schadstoffreduktionsmassnahme • Endenergieverbrauch der Klein-WKK-Anlagen** • Stromproduktion und Verkauf ans EW** • Wärmeproduktion und -nutzung** • Betriebsstunden und Startimpulse der einzelnen Aggregate**
zusätzliche Daten: (Kat. T3)	In der Access-Datenbank der Klein-WKK-Anlagen werden auch die Stamm- und Energiedaten sämtlicher Deponiegasverstromungsanlagen erfasst (Kat. T3). Die Energiedaten der Deponiegasmotoren und allfälliger Heizkessel mit Deponiegasnutzung werden jährlich erhoben.
Unsicherheiten:	<p>Die aktuelle Klein-WKK-Statistik weist folgende Unsicherheiten auf:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Allfällige ersatzlose Stilllegungen von Anlagen werden nur z.T. in Erfahrung gebracht. Insbesondere bei den Gas- und Dieselmotor-Wärmepumpen (Kat. W5) und auch älteren fossilen BHKW dürften diese Fälle zunehmen. Im Jahre 2005 wird eine Umfrage durchgeführt, um allfällige Stilllegungen älterer Anlagen erfassen zu können. • Die aus den Jahren 1996/97 stammenden Vollbetriebsstundenzahlen bei fossilen BHKW (Kat. W4.FOS.1a) sollten aktualisiert werden.

F.2.3 Fortschreibung der Energiedaten

Aus Kostengründen können nur alle rund 5 Jahre Energiedaten bei den Betreibern von bestehenden Anlagen erhoben werden. Aus diesem Grund wurde ein geeignetes **Modell für die Fortschreibung** entwickelt.

In einem ersten Schritt wurde der Anlagebestand in möglichst homogene Gruppen aufgeteilt. Insgesamt wurden zehn Anlagearten unterschieden. Dazu wurde der **Typ 3 der Jahresstatistik** definiert (siehe Bild F.2a und Anhang D.1b). Darin sind die statistischen Angaben zu den zehn Anlagearten spaltenweise aufgeführt. Die Spalten werden mit den Buchstaben A bis K bezeichnet (siehe Bild F.2a und zugehörige Definitionen in Tabelle F.2b).

Bei den Anlagearten in den Spalten A, C und E werden die Energiedaten jeweils mit dem in Bild F.2c beschriebenen Berechnungsmodell ermittelt. Dieses einfache Modell zur Fortschreibung der Energiedaten ergibt genügend genaue Resultate. Die grösste Ungenauigkeit dürfte beim Split des gesamten Endenergieverbrauchs auf die verschiedenen Energieträger auftreten. Dieser Split wurde bei den Anlagearten A, B und C vereinfachend dem Split des Jahres 1993 gleichgesetzt. Bei den mit fossilen Energieträgern betriebenen BHKW (= Anlageart E) wurde der mit dem Berechnungsmodell ermittelte Endenergieverbrauch entsprechend dem Verhältnis der installierten Inputleistungen auf die Energieträger Erdgas, Diesel und Propan aufgeteilt.

Die für das Fortschreibungsmodell verwendeten Parameter wie Vollbetriebsstunden und Energieträgersplit sind im Anhang D.1c sowie in den Tabellen F.2d und F.2e dargestellt.

Jahresstatistik		2002										
Typ 3 der Klein-WKK-Jahresstatistik	TOTAL (alle Anlagen)	Anlagearten (Typ 3) der Klein-WKK-Statistik 3)										
		fossile WP	Biogas LW	ARA o. GT	Deponieg.	foss. BHKW	Rest foss.	Biog. Gew/In	ARA nur GT	fossile GT	Rest(ARA)	
Anlagekategorie 4) ->		W5	W4.BIO.1	W4.ARA.1a	W4.DEP	W4.FOS.1a	W4.FOS.1b	W4.BIO.2	W4.ARA.2	W4.FOS.2	W4.ARA.1b	
WKK-Anlagen in Betrieb (Jahresende)		A	B	C	D	E	F	G	H	I	K	
Anzahl WKK-Anlagen 1)	-	1031	52	34	287	2	620	7	19		7	3
Anzahl WKK-Aggregate	-	1379	58	40	422	5	802	10	30		9	3
Installierte Leistungen												
- Anschlussleistung	MW	426.76	14.00	4.85	83.01	5.38	295.68	4.39	14.95		3.00	1.50
- elektrische Leistung	MW	138.09		1.47	25.00	1.82	102.29	0.95	5.17		0.90	0.48
- mechanische Leistung 2)	MW	1.17			1.17							
- Heizleistung	MW	248.03	22.39	2.53	45.63	3.00	159.72	4.72	7.72		1.50	0.82
Jahresenergieverbrauch/ -produktion												
Endenergieverbrauch Total	GWh	1661.99	26.66	15.49	344.58	24.43	1157.66	20.55	41.55	14.61	8.60	7.86
- Erdgas	GWh	938.63	22.82		1.49	22.22	862.95	20.55			8.60	
- Diesel / Heizöl EL	GWh	260.00	3.85		0.50		255.65			0.00		
- Propan	GWh	40.19			0.78	0.35	39.06					
- Klärgas	GWh	364.27			341.80					14.60		7.86
- Deponiegas	GWh	1.87				1.87						
- Biogas	GWh	55.86		15.49					40.37			
- Fett/Öl erneuerbar	GWh	1.18							1.18			
- andere Energieträger	GWh											
produzierte Elektrizität	GWh	526.53		4.49	95.75	7.81	393.85	5.44	11.15	3.07	2.50	2.48
genutzte mechanische Energie 2)	GWh	5.56			5.56							
produzierte Wärmeenergie	GWh	892.21	37.61	8.02	176.42	13.28	604.42	16.17	20.24	7.84	4.13	4.08
genutzte Wärmeenergie	GWh	840.79	37.13	7.25	150.49	13.28	593.45	15.42	10.10	5.56	4.13	3.97

Bild F.2a Typ 3 der Klein-WKK-Jahresstatistik (Beispiel, aktuelle Auswertung siehe Anhang D.1b)

10 Anlagearten gemäss Typ 3 der Klein-WKK-Statistik				
Spalte (Typ 3)	Kategorie	Kurzbezeichnung	Art der betroffenen Klein-WKK-Anlagen	Herkunft der Energiedaten ab 1994
A	W5	Fossile WP	Mit fossilen Energieträgern betriebene Wärmepumpen	Fortschreibung gemäss Bild F.2c
B	W4.BIO.1	Biogas LW	Mit Biogas betriebene Klein-WKK-Anlagen in Landwirtschaftsbetrieben	Energiedaten gemäss schweizerischer Biogas-Statistik (summarisch erfasst)
C	W4.ARA.1a	ARA o. GT	Mit Klärgas betriebene Anlagen (ohne die Anl. der Spalten H und K)	Fortschreibung gemäss Bild F.2c mit den Vollbetriebsstunden gemäss Tab. F.2e
D	W4.DEP	Deponiegas	Mit Deponiegas betriebene Anlagen	jährliche Erhebung
E	W4.FOS.1a	Foss. BHKW	Mit fossilen Energieträgern betriebene Blockheizkraftwerke (BHKW)	Fortschreibung gemäss Bild F.2c (Aktualisierung der Vollbetriebsstunden im Rahmen der Stichprobenerhebung 2004; siehe Kapitel 6.5.1 und Tabelle F.2d)
F	W4.FOS.1b	Rest foss.	Spezielle mit fossilen Energieträgern betriebene Klein-WKK-Anlagen (TEA's, Anlagen mit GMWP und BHKW sowie Brennstoffzellen)	jährliche Erhebung oder Schätzung
G	W4.BIO.2	Biog. Gew/In	Mit Biogas betriebene Gasmotoren in Gewerbe und Industrie (Biogas aus der Vergärung von Grünabfällen und industriellen Abwässern) sowie Einzelanlage mit Tierfett-Antrieb	Energiedaten gemäss schweizerischer Biogas-Statistik (Energiedaten jeder Anlage einzeln erfasst)
H	W4.ARA.2	ARA nur GT	Gasturbinen in Kläranlagen (Stilllegung der letzten Anlage im Jahre 2004)	jährliche Erhebung
I	W4.FOS.2	Fossile GT	Mit fossilen Energieträgern betriebene Gasturbinen bis 1 MWe	jährliche Erhebung
K	W4.ARA.1b	Rest (ARA)	Spezielle mit Klärgas betriebene Klein-WKK-Anlagen (TEA und Anlagen mit GMWP und BHKW) sowie Klärgasbetriebene Anlagen ausserhalb von kommunalen ARA	jährliche Erhebung oder Schätzung

Tabelle F.2b Definition der zehn Anlagearten A bis K gemäss Typ 3 der Klein-WKK-Jahresstatistik

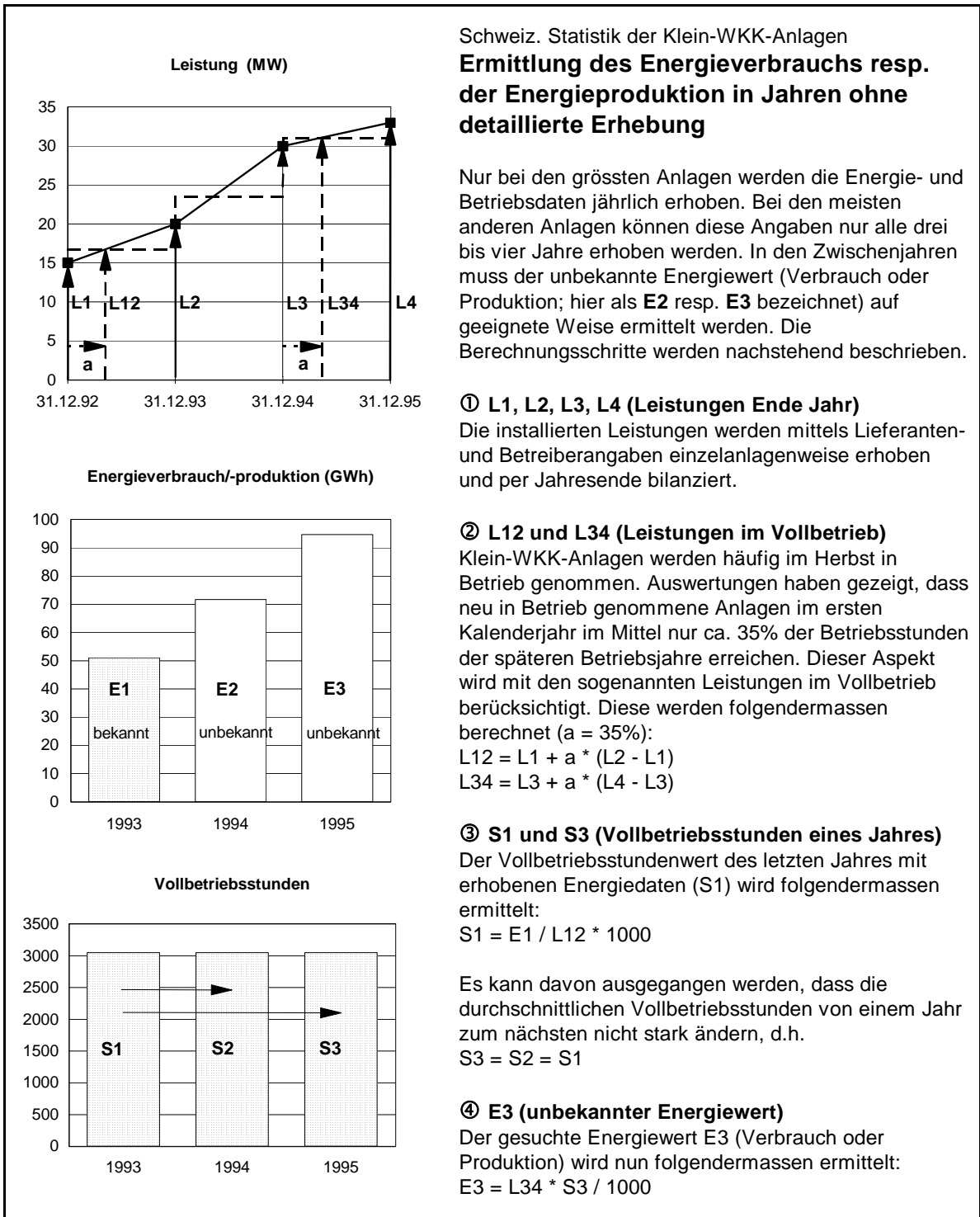


Bild F.2c Fortschreibung der Energiedaten in Jahren ohne detaillierte Erhebung (Berechnung der gesuchten Energiemenge E3 aus den bekannten Werten E1 sowie L1 bis L4)

A. Herleitung des Energieträgersplits der Kategorie W4.FOS.1a (fossile BHKW)

Co.	Hauptenergieträger	Einh.	Inputeistung per Jahresende (Kat. W4.FOS.1a)									
			1992	1993	1994	1995	1996	2000	2001	2002	2003	2004
1	Erdgas	MW	70.4	90.5	119.1	146.2	159.5	206.4	210.1	219.1	223.6	236.5
2	Propan	MW	2.5	2.5	3.4	5.5	6.0	9.5	9.5	9.5	9.6	10.7
6	Diesel, Heizöl	MW	7.5	8.4	13.8	17.6	23.3	58.4	62.2	63.3	61.0	60.7
	Total		80.5	101.4	136.3	169.3	188.8	274.3	281.8	292.0	294.2	307.9

Co.	Hauptenergieträger	Energieträgersplit per Ende Jahr (Kat. W4.FOS.1a)									
		1992	1993	1994	1995	1996	2000	2001	2002	2003	2004
1	Erdgas	87.5%	89.2%	87.4%	86.4%	84.5%	75.3%	74.5%	75.0%	76.0%	76.8%
2	Propan	3.1%	2.5%	2.5%	3.3%	3.2%	3.5%	3.4%	3.3%	3.3%	3.5%
6	Diesel, Heizöl	9.3%	8.3%	10.1%	10.4%	12.4%	21.3%	22.1%	21.7%	20.7%	19.7%
	Total	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%

Co.	Hauptenergieträger	Energieträgersplit für die Aufteilung des Energieverbrauchs									
		Erhebung		gemäss Split per Ende des Vorjahres							
		1992	1993	1994	1995	1996	2000	2001	2002	2003	2004
1	Erdgas	89.9%	91.6%	89.2%	87.4%	86.4%	76.1%	75.3%	74.5%	75.0%	76.0%
2	Propan	2.5%	2.3%	2.5%	2.5%	3.3%	3.6%	3.5%	3.4%	3.3%	3.3%
6	Diesel, Heizöl	7.6%	6.1%	8.3%	10.1%	10.4%	20.3%	21.3%	22.1%	21.7%	20.7%
	Total	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%

B. Herleitung der Vollbetriebsstunden (VBSTD) der Kategorie W4.FOS.1a (fossile BHKW)

Ze.			1992	1993	1994	1995	1996	2000	2001	2002	2003	2004	Kommentar resp. Berechnung:
[1]	VBSTD elektr. (Brutto)	h/a		*3'070			4'150	4'150	4'150	4'150	4'150	4'150	Auswertung gemäss Stichprobenerh. (Betriebsjahre 1996/97; s. Ausgabe 1997 vom Sept. 1998)
[2]	VBSTD elektr. (Netto)	h/a		**2'948	3'292	3'636	3'980	3'980	3'980	3'980	3'980	3'980	= [1] * 0.96 (Abzug Eigenverbrauch BHKW von 4%; s.u.); Jahre 94+95 interpoliert
[4]	VBSTD Input	h/a		**3'045	3'344	3'693	4'042	4'040	4'039	4'039	4'039	4'039	= ([2] * [7]) / [13] / [6]
[5]	VBSTD therm.	h/a		**2'992	3'225	3'562	3'898	3'893	3'891	3'890	3'889	3'889	= ([2] * [7]) / [13] * [14] / [8]
				** aus Vollerhebung 92/93									
	Leistungen des Bestandes am Jahresanfang:												
[6]	Input	MW		80.5	101.4	136.3	169.3	256.4	274.3	281.8	292.0	294.2	
[7]	elektrisch	MW		25.8	32.5	43.8	55.1	87.0	93.9	97.2	100.7	101.5	
[8]	thermisch	MW		44.5	56.9	76.9	94.7	141.3	149.9	153.0	158.0	159.5	
	theoretische Wirkungsgrade:												
[9]	Total			87.4%	88.1%	88.6%	88.5%	89.1%	88.9%	88.8%	88.6%	88.7%	= [10] + [11]
[10]	elektrisch			32.0%	32.0%	32.2%	32.6%	33.9%	34.3%	34.5%	34.5%	34.5%	= [7] / [6]
[11]	thermisch			55.3%	56.1%	56.4%	55.9%	55.1%	54.6%	54.3%	54.1%	54.2%	= [8] / [6]
	Jahresnutzungsgrade:												
[12]	Total			84.9%	85.6%	86.1%	86.0%	86.6%	86.4%	86.3%	86.1%	86.2%	= [13] + [14]
[13]	elektrisch			31.5%	31.5%	31.7%	32.1%	33.4%	33.8%	34.0%	34.0%	34.0%	= [10] - 0.5% (Erfahrungswert)
[14]	thermisch			53.3%	54.1%	54.4%	53.9%	53.1%	52.6%	52.3%	52.1%	52.2%	= [11] - 2% (Erfahrungswert)

Umrechnung der Vollbetriebsstunden (VBSTD) der Bruttostromproduktion auf Nettostromproduktion:

Der Eigenstromverbrauch aller fossiler BHKW beträgt rund 2%.

BHKW mit internen Elektrowärmepumpen (EWP) weisen einen zusätzlichen Eigenstromverbrauch von rund 6% aus.

Rund ein Drittel des Bestandes fossiler BHKW weisen interne EWP's auf.

Gesamthaft muss von der Bruttostromproduktion 4% abgezogen werden, um die Nettostromproduktion der BHKW zu erhalten.

Erstellungsdatum: 12.08.05

G:\2005\1013\KW-Ausw\Jahr_Typ3+2_2004.xls\FOS.1a BerTabF2d

Tabelle F.2d Herleitung des Energieträgersplits und der Vollbetriebsstunden ab 1993 der Kategorie W4.FOS.1a (Spalte E in Statistik Typ 3)

Die mittleren elektrischen Vollbetriebsstunden der Betriebsjahre 1996/97 wurden im Rahmen der Stichprobenerhebung 1998 ermittelt. Aufgrund der markanten Zunahme gegenüber den zuletzt erhobenen Jahresdaten aus den Betriebsjahren 1992/93 mussten die Vorjahreswerte schrittweise angehoben werden.

Herleitung der Vollbetriebstunden für Energiedaten-Berechnung der WKK-Anlagen in Kläranlagen (W4.ARA.1a)

Zeile		1992	1993	1994	1995*	2000	2001	2002	2003	2004	Kommentar resp. Berechnung	
A. Kat. W4.ARA.1a (nur BHKW)												
A.1	Leistungen am Jahresende gemäss Datenbank											
[1]	Input-Leistung	kW	36'457	40'076	42'295	45'378	73'761	74'180	77'999	81'599	81'708	Auswertung Klein-WKK-Datenbank E+P
[2]	elektrische Leistung	kW	10'869	11'940	12'491	13'456	23'004	23'146	24'538	25'784	25'842	Auswertung Klein-WKK-Datenbank E+P
[3]	thermische Leistung	kW	20'684	22'770	24'187	25'866	41'034	41'213	43'217	44'776	44'825	Auswertung Klein-WKK-Datenbank E+P
A.2	theoretische Wirkungsgrade											
[4]	Total		86.5%	86.6%	86.7%	86.7%	86.8%	86.8%	86.9%	86.5%	86.5%	= [5] + [6]
[5]	elektrisch		29.8%	29.8%	29.5%	29.7%	31.2%	31.2%	31.5%	31.6%	31.6%	= [2] / [1]
[6]	thermisch		56.7%	56.8%	57.2%	57.0%	55.6%	55.6%	55.4%	54.9%	54.9%	= [3] / [1]
[5a]	Abzug beim elektr. Wirkungsgrad		2.0%	2.0%	2.0%	2.0%	2.0%	2.0%	2.0%	2.0%	2.0%	Erfahrungswert für Herleit. des Jahresnutz. grades
[6a]	Abzug beim therm. Wirkungsgrad		4.0%	4.0%	4.0%	4.0%	4.0%	4.0%	4.0%	4.0%	4.0%	Erfahrungswert für Herleit. des Jahresnutz. grades
A.3	Jahresnutzungsgrade											
[7]	Total		80.5%	80.6%	80.7%	80.7%	80.8%	80.8%	80.9%	80.5%	80.5%	= [8] + [9]
[8]	elektrisch		27.8%	27.8%	27.5%	27.7%	29.2%	29.2%	29.5%	29.6%	29.6%	= [5] - [5a] (Erfahrungswert)
[9]	thermisch		52.7%	52.8%	53.2%	53.0%	51.6%	51.6%	51.4%	50.9%	50.9%	= [6] - [6a] (Erfahrungswert)
A.4	Vollbetriebsstunden											
[10]	Input-Leistung	h/a	4'645	4'645	4'604	4'559	4'326	4'283	4'280	4'279	4'279	= [11] * [2] / [8] / [1]
[11]	elektrische Leistung	h/a	4'333	4'333	4'292	4'252	4'049	4'008	4'008	4'008	4'008	1993 + 2001 = Erhebung; 94-00 = Interpolation
[12]	thermische Leistung	h/a	4'317	4'318	4'282	4'239	4'015	3'974	3'971	3'967	3'967	= [11] * [2] / [8] * [9] / [3]
B. Kat. W4.ARA.1a (nur Gebläseantriebe)												
B.1	Leistungen am Jahresende gemäss Datenbank											
[21]	Input-Leistung	kW	6'738	6'342	6'065	6'065	3'802	3'615	3'615	2'920	2'920	Auswertung Klein-WKK-Datenbank E+P
[22]	mechanische Leistung	kW	2'166	2'028	1'918	1'918	1'236	1'172	1'172	937	937	Auswertung Klein-WKK-Datenbank E+P
[23]	thermische Leistung	kW	3'583	3'377	3'233	3'233	2'004	1'906	1'906	1'525	1'525	Auswertung Klein-WKK-Datenbank E+P
B.2	theoretische Wirkungsgrade											
[24]	Total		85.3%	85.2%	84.9%	84.9%	85.2%	85.2%	85.2%	84.3%	84.3%	= [25] + [26]
[25]	mechanisch		32.1%	32.0%	31.6%	31.6%	32.5%	32.4%	32.4%	32.1%	32.1%	= [22] / [21]
[26]	thermisch		53.2%	53.3%	53.3%	53.3%	52.7%	52.7%	52.7%	52.2%	52.2%	= [23] / [21]
B.3	Jahresnutzungsgrade											
[27]	Total		79.3%	79.2%	78.9%	78.9%	79.2%	79.2%	79.2%	78.3%	78.3%	= [28] + [29]
[28]	mechanisch		30.1%	30.0%	29.6%	29.6%	30.5%	30.4%	30.4%	30.1%	30.1%	= [25] - 2 % (Erfahrungswert)
[29]	thermisch		49.2%	49.3%	49.3%	49.3%	48.7%	48.7%	48.7%	48.2%	48.2%	= [26] - 4 % (Erfahrungswert)
B.4	Vollbetriebsstunden											
[30]	Input-Leistung	h/a	5'456	5'458	5'409	5'359	5'109	5'059	5'059	5'059	5'059	Jahr 2001 = Erhebung; 94-00 = Interpolation *
[31]	mechanische Leistung	h/a	5'117	5'117	5'066	5'020	4'795	4'747	4'747	4'744	4'744	= [30] * [21] * [28] / [22]
[32]	thermische Leistung	h/a	5'046	5'048	5'003	4'956	4'721	4'675	4'675	4'672	4'672	= [30] * [21] * [29] / [23]
												* 1992/93: = [31] * [22] / [28] / [21]
C. Kat. W4.ARA.1a (Total BHKW und Gebläseantriebe)												
C.1	Leistungen am Jahresende											
[40]	Input-Leistung	kW	43'195	46'418	48'360	51'443	77'563	77'794	81'614	84'520	84'628	
[41]	elektrische Leistung	kW	10'869	11'940	12'491	13'456	23'004	23'146	24'538	25'784	25'842	
[42]	mechanische Leistung	kW	2'166	2'028	1'918	1'918	1'236	1'172	1'172	937	937	
[43]	thermische Leistung	kW	24'267	26'147	27'420	29'098	43'038	43'119	45'122	46'301	46'350	
C.2	Vollbetriebsstunden											
[44]	Input-Leistung	h/a	4'771	4'756	4'705	4'653	4'364	4'319	4'315	4'306	4'305	= ([10] * [1] + [30] * [21]) / ([1] + [21])
[45]	elektrische Leistung	h/a	4'333	4'333	4'292	4'252	4'049	4'008	4'008	4'008	4'008	= [11]
[46]	mechanische Leistung	h/a	5'117	5'117	5'066	5'020	4'795	4'747	4'747	4'744	4'744	= [31]
[47]	thermische Leistung	h/a	4'425	4'412	4'367	4'319	4'048	4'005	4'001	3'990	3'990	= ([10] * [1] + [30] * [21]) / ([1] + [21])

Erstellungsdatum: 12.08.05

G:\2005\1013\KW-Ausw\Jahr_Typ3+2_2004.xls\ARA.1a BerTabF2e

Tabelle F.2e Herleitung der Vollbetriebsstunden ab 1993 der Kategorie W4.ARA.1a (Spalte C in Statistik Typ 3)

Die mittleren elektrischen Vollbetriebsstunden des Betriebsjahres 2001 wurden im Rahmen einer Auswertung einer neueren Erhebung von Kläranlagen-Betriebsdaten ermittelt [ARA 2004]. Aufgrund der Abnahme von ca. 8% gegenüber den zuletzt erhobenen Jahresdaten aus den Betriebsjahren 1992/93 mussten die Vorjahreswerte schrittweise reduziert werden.

F.2.4 Typ 2 der Jahresstatistik

Im Typ 2 der Jahresstatistik wurde eine weniger detaillierte Aufteilung der Anlagearten (Spalten N bis S in Bild F.2f; siehe auch Anhang D.1a) vorgenommen. Dabei handelt es sich um einen Zusammenschluss der Anlagearten gemäss Typ 3 (Spalten A bis K in Bild F.2a). Folgende Spalten werden zusammengefasst:

$$\begin{aligned} N &= A \\ O &= B + G \\ P &= C + H + K \\ Q &= D \\ R &= E \\ S &= F + I \end{aligned}$$

Typ 2 der Jahresstatistik weist zusätzlich eine Aufteilung nach Klein-WKK-Technologien auf (Spalten U bis X in Bild F.2f).

Jahresstatistik		2002										
Typ 2	TOTAL	Aufteilung nach Anlageart 3)							Aufteilung nach Technologien			
der Klein-WKK-Jahresstatistik	(alle Anlagen)	fossile WP	Biogas	Klärgas	Deponieg.	foss. BHKW	Div. foss.	BHKW 4)	Wärmep.	Gasturb.	Rest 5)	
WKK-Anlagen in Betrieb (Jahresende)	M	N	O	P	Q	R	S	U	V	W	X	
Anzahl WKK-Anlagen 1)	-	1031	52	53	290	2	620	14	962	52	7	10
Anzahl WKK-Aggregate	-	1379	58	70	425	5	802	19	1299	58	9	13
Installierte Leistungen												
- Anschlussleistung	MW	426.76	14.00	19.81	84.51	5.38	295.68	7.38	403.87	14.00	3.00	5.89
- elektrische Leistung	MW	138.09		6.64	25.49	1.82	102.29	1.85	135.76		0.90	1.43
- mechanische Leistung 2)	MW	1.17			1.17				1.17			
- Heizleistung	MW	248.03	22.39	10.25	46.45	3.00	159.72	6.22	218.60	22.39	1.50	5.54
Jahresenergieverbrauch/ -produktion												
Endenergieverbrauch Total	GWh	1661.99	26.66	57.04	367.04	24.43	1157.66	29.15	1583.71	26.66	23.21	28.41
- Erdgas	GWh	938.63	22.82		1.49	22.22	862.95	29.15	886.66	22.82	8.60	20.55
- Diesel / Heizöl EL	GWh	260.00	3.85		0.51		255.65		256.15	3.85	0.00	
- Propan	GWh	40.19			0.78	0.35	39.06		40.19			
- Klärgas	GWh	364.27			364.27				341.80		14.60	7.86
- Deponiegas	GWh	1.87				1.87			1.87			
- Biogas	GWh	55.86		55.86					55.86			
- Fett/Öl erneuerbar	GWh	1.18		1.18					1.18			
- andere Energieträger	GWh											
produzierte Elektrizität	GWh	526.53		15.64	101.29	7.81	393.85	7.94	513.05		5.56	7.92
genutzte mechanische Energie 2)	GWh	5.56			5.56				5.56			
produzierte Wärmeenergie	GWh	892.21	37.61	28.26	188.34	13.28	604.42	20.30	822.38	37.61	11.97	20.25
genutzte Wärmeenergie	GWh	840.79	37.13	17.35	160.03	13.28	593.45	19.55	774.58	37.13	9.69	19.39

Bild F.2f Typ 2 der Klein-WKK-Jahresstatistik (Beispiel, aktuelle Auswertung siehe Anhang D.1a)

G. Literatur- und Quellenverzeichnis

- [Thermisch] U. Kaufmann: 'Thermische Stromproduktion und Wärmekraftkopplung (WKK) in der Schweiz, 1990 bis 2003'; Ausgabe 2003; August 2004, Dr. Eicher+Pauli AG, Liestal
(Bezug: BBL, Vertrieb Publikationen*, 3003 Bern; Form 805.281.5 d)
- [WKK-Handbuch] WKK-Fachverband: 'Wärmekraftkopplung - Potenziale, Markt, Innovation', Marktübersicht mit Referenzbeispielen, Fachinformationen und Firmenportraits, Neuauflage Frühjahr 2001
(Bezug: www.waermekraftkopplung.ch)
- [RAVEL WKK] Hp. Eicher, J. Weilenmann: 'Wärmekraftkopplung; Gasmotor-Blockheizkraftwerke effizient planen, bauen und betreiben; RAVEL im Wärmesektor, Heft 4', Mai 1994, Bern (Bezug: BBL, Vertrieb Publikationen*, 3003 Bern, Best.Nr. 724.358d)
- [SdEE] U. Kaufmann: 'Schweizerische Statistik der erneuerbaren Energien 2004'; September 2005, Dr. Eicher+Pauli AG, Liestal
(Bezug: BBL, Vertrieb Publikationen*, 3003 Bern; Form 805.520.8 d;
Download: www.eicher-pauli.ch Publikationen)
- [ARA 2003] U. Kaufmann: 'Energienutzung in Abwasserreinigungsanlagen', Entwurf Schlussbericht, Mai 2003, internes Papier, Bezug beim Autor

* BBL Bundesamt für Bauten und Logistik BBL, Vertrieb Publikationen, 3003 Bern
Telefon 031 325 50 50
Internet: <http://www.bbl.admin.ch/bundespublikationen/>

Bundesamt für Energie BFE

Worblentalstrasse 32, CH-3063 Ittigen • Postadresse: CH-3003 Bern

Tel. 031 322 56 11, Fax 031 323 25 00 • office@bfe.admin.ch • www.admin.ch/bfe

Vertrieb: BBL/Vertrieb Publikationen, 3003 Bern, www.bbl.admin.ch/bundespublikationen; Bestellnr.: 805.281.6 d