



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für  
Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation UVEK

**Bundesamt für Energie BFE**  
Sektion Statistik und Perspektiven

September 2006

---

# **Thermische Stromproduktion inklusive Wärme-Kraftkopplung (WKK) in der Schweiz**

Ausgabe 2005

---



**Auftraggeber:**

Bundesamt für Energie BFE, 3003 Bern

**Auftragnehmer:**

Dr. Eicher+Pauli AG, 4410 Liestal

**Autoren:**

Urs Kaufmann, Dr. Eicher+Pauli AG

Stephan Gutzwiller, Dr. Eicher+Pauli AG

**Begleitung:**

Jasmin Gülden, Bundesamt für Energie

Für den Inhalt dieses Berichtes sind allein die Autoren verantwortlich.

**Bundesamt für Energie BFE**

Mühlestrasse 4, CH-3063 Ittigen • Postadresse: CH-3003 Bern

Tel. 031 322 56 11, Fax 031 323 25 00 • [office@bfe.admin.ch](mailto:office@bfe.admin.ch) • [www.admin.ch/bfe](http://www.admin.ch/bfe)

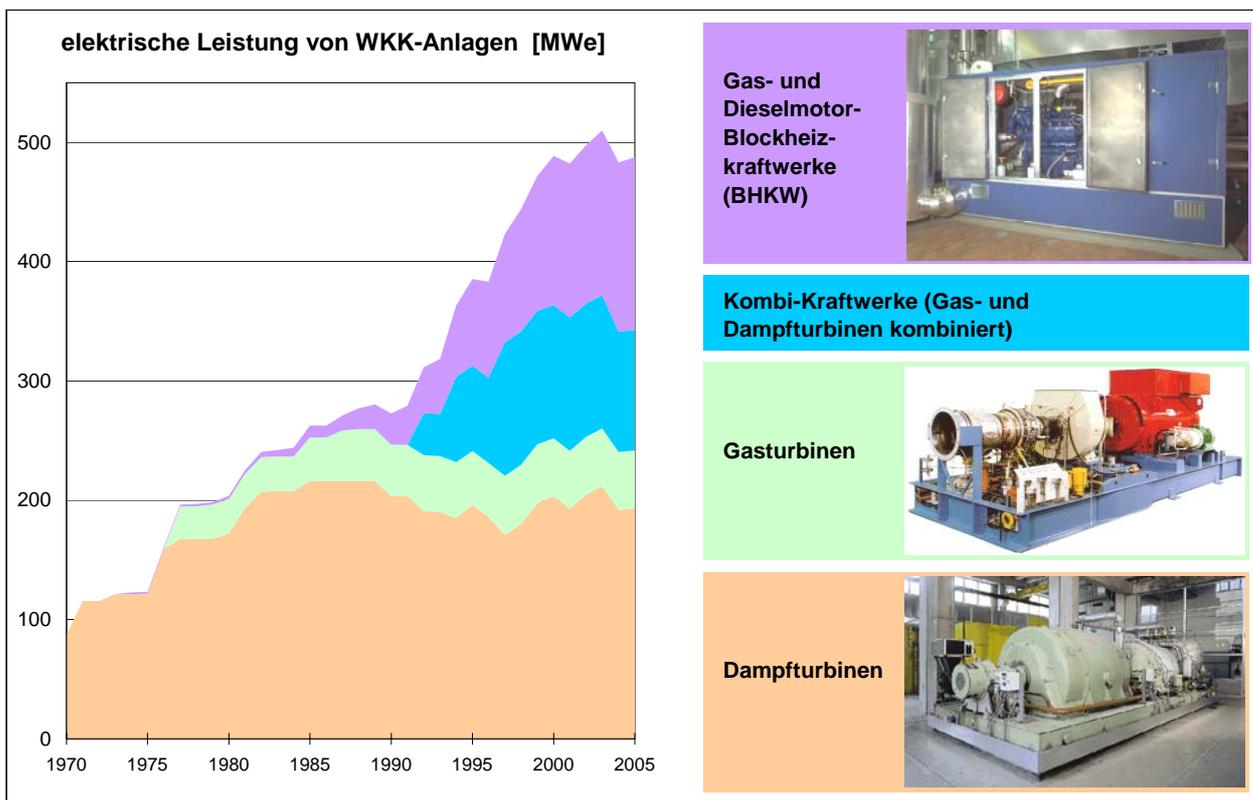
Vertrieb: BBL/Vertrieb Publikationen, 3003 Bern, [www.bbl.admin.ch/bundespublikationen](http://www.bbl.admin.ch/bundespublikationen); Bestellnr.: 805.281.7d

Bundesamt für Energie

## Thermische Stromproduktion inklusive Wärmekraftkopplung (WKK) in der Schweiz 1990 bis 2005

Ausgabe 2005

19. September 2006



© Dr. Eicher+Pauli AG, Liestal

G:\2006\1010\4-Ausw\LE1-AB60.XLS\Haupttabelle Ber6

### Auftraggeberin

Bundesamt für Energie  
Frau Jasmin Gülden  
3003 Bern

# Inhaltsverzeichnis

<b>1.</b>	<b>Zusammenfassung</b>	<b>3</b>
<b>1.</b>	<b>Résumé</b>	<b>7</b>
<b>2.</b>	<b>Einleitung</b>	<b>11</b>
2.1	Ausgangslage	11
2.2	Technologien und Einsatzbereiche von WKK-Anlagen	13
2.3	Definition Wärmekraftkopplung (WKK)	14
2.4	Anlagekategorien	16
<b>3.</b>	<b>Thermische Stromerzeugung</b>	<b>17</b>
3.1	Anlagen und elektrische Leistungen	17
3.2	Stromproduktion 1990 - 2005	18
3.3	Energieträger 2005	20
<b>4.</b>	<b>Wärmekraftkopplung (WKK)</b>	<b>21</b>
4.1	Übersicht	21
4.2	Energieträger 2005	23
4.3	Auswertung nach Kantonen	24
<b>5.</b>	<b>Gross-WKK-Anlagen</b>	<b>27</b>
5.1	Übersicht	27
5.2	Industrie	27
5.3	Fernheizkraftwerke u.a.	30
<b>6.</b>	<b>Klein-WKK-Anlagen</b>	<b>31</b>
6.1	Bestand und Energie	31
6.2	Einsatzgebiete	37
6.3	Schadstoffreduktionsmassnahmen	39
6.4	Jährliche Neuinbetriebnahmen	41
<b>7.</b>	<b>Spezialauswertungen therm. Stromproduktion</b>	<b>43</b>
7.1	Kehrichtverbrennungsanlagen (KVA)	43
7.2	Deponiegasnutzung	45

## Impressum

Projektnummer: 06.1010.1  
Verfasser: Urs Kaufmann  
Stephan Gutzwiller  
Telefon: 061 927 42 67  
E-Mail: urs.kaufmann@eicher-pauli.ch  
Freigabe: Jasmin Gülden, BFE

## Dokumentation

Stand: Fassung vom 19.09.2006 11:48  
Ablage: G:\2006\1010\4-Dok\WKK-2005.doc

<b>Anhang</b>	<b>47</b>
<b>A. Thermische Stromerzeugung</b>	<b>48</b>
A.1 Zeitreihen 1990 - 2005	48
A.2 Energieträgersplit 2005	48
A.3 Bruttoenergieverbrauch der Anlagen mit thermischem Stromverbrauch 2005	48
A.4 Bruttoenergieverbrauch für die thermische Stromproduktion 2005	48
<b>B. Wärmekraftkopplung (WKK)</b>	<b>55</b>
B.1 Zeitreihen elektrische Leistungen 1970 - 2005	55
B.2 Kantonale Verteilung	55
<b>C. Gross-WKK-Anlagen</b>	<b>59</b>
<b>D. Klein-WKK-Anlagen</b>	<b>65</b>
D.1 Jahresstatistiken 2005	65
D.2 Zeitreihen 1986 - 2005	65
<b>E. Spezialauswertungen</b>	<b>74</b>
E.1 Kehrichtverbrennungsanlagen	74
E.2 Deponiegasnutzung	74
<b>F. Erläuterungen zur Statistik</b>	<b>80</b>
F.1 Gross-WKK-Statistik	81
F.2 Klein-WKK-Statistik	82
<b>G. Literatur- und Quellenverzeichnis</b>	<b>90</b>

## 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 2005 wurden in der Schweiz insgesamt 57'918 GWh Elektrizität erzeugt. Davon stammen 3'154 GWh, also gut 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 2005 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 2005 gut 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 2005	Inst. el. Leist. Ende 2005 [MWe]	Stromproduktion 2005 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	15	0%
		T4	Kehrichtverbrennungsanlagen (KVA ohne WKK*)	25	261.4	1'495	47%
		<b>Subtotal Nicht-WKK-Anlagen</b>			<b>52</b>	<b>341.7</b>	<b>1'525</b>
	Klein-WKK	W1	Kehrichtverbrennungsanlagen (KVA mit WKK*)	3	40.2	109	3%
		W2	Industrie**	21	238.6	802	25%
		W3	Fernheizkraftwerke und div.**	9	62.7	145	5%
		W4	stromproduzier. Klein-WKK (Blockheizkraftwerke und Gasturbinen < 1MW)	1'033	146.1	575	18%
		W5	nicht stromprod. Klein-WKK (Gas-/Dieselmotor-Wärmepumpen)	(49)	0.0	0	0%
<b>Subtotal WKK-Anlagen (ohne W5)</b>			<b>1'066</b>	<b>487.6</b>	<b>1'630</b>	<b>52%</b>	
<b>Total gesamte thermische Stromproduktion</b>				<b>1'118</b>	<b>829.3</b>	<b>3'154</b>	<b>100%</b>

Stand: 31.08.2006

G:\2006\1010\All-Ausw\Anhang-A1.xls\ZusFass Ber11

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

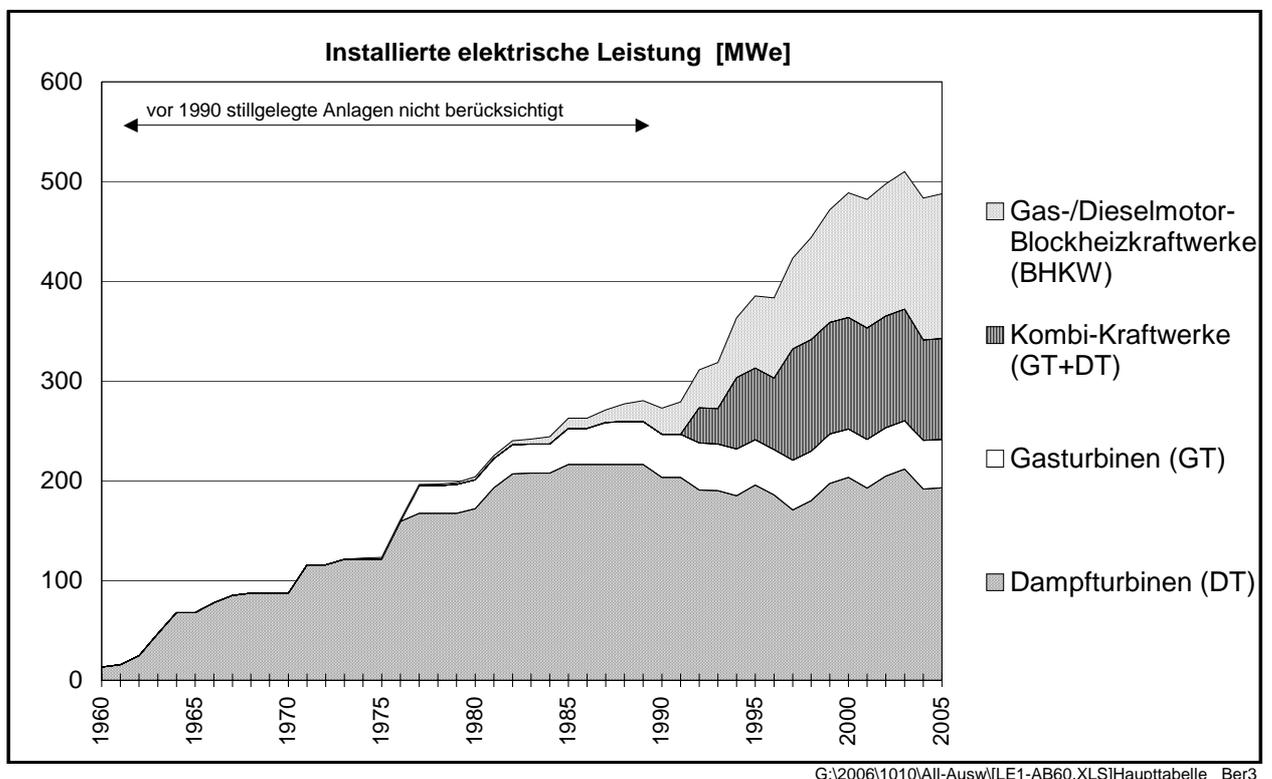
Im Jahr 2005 haben insgesamt 1'118 Anlagen zur thermischen Stromproduktion beigetragen (Tabelle 1.1). Den grössten Anteil stellt mit 1'033 Anlagen die Gruppe Klein-WKK, 33 Anlagen gehören der Kategorie Gross-WKK an. Seit anfangs der neunziger Jahre wurden insgesamt 758 Klein-WKK-Anlagen realisiert. Der jährliche Zuwachs hat in den letzten fünf Jahren bei durchschnittlich 27 Anlagen mit ca. 4 MW elektrischer Leistung auf tiefem Niveau stagniert. Im Jahre 2005 sind nur noch 12 zusätzliche Klein-WKK-Anlagen in Betrieb gegangen.

## Die dicken 'Brummis'

Gesamthaft sind heute 829 MW elektrische Leistung in thermischen Stromerzeugern installiert. Alle WKK-Anlagen gemeinsam steuern 488 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 193 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 Hochdruckabhitzekeessel mit Dampfturbine nachgeschaltet.

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



G:\2006\1010\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 3'154 MWh im Jahr 2005 gesteigert werden (Bild 1.3). Zu diesem Ergebnis beigetragen haben vor allem die WKK-Anlagen. Diese haben 2005 gemeinsam 1'630 GWh Strom in die Netze der Betreiber geliefert, davon die 'Kleinen' allein 575 GWh (Bild 1.3). Damit konnte in der Kategorie WKK seit 1990 ein Wachstum um 150 % erzielt werden. Zusätzlich werden noch 1'495 MWh von Kehrrechtverbrennungsanlagen (KVA) geliefert, was gegenüber 1990 einer Steigerungsrate von 144 % entspricht.

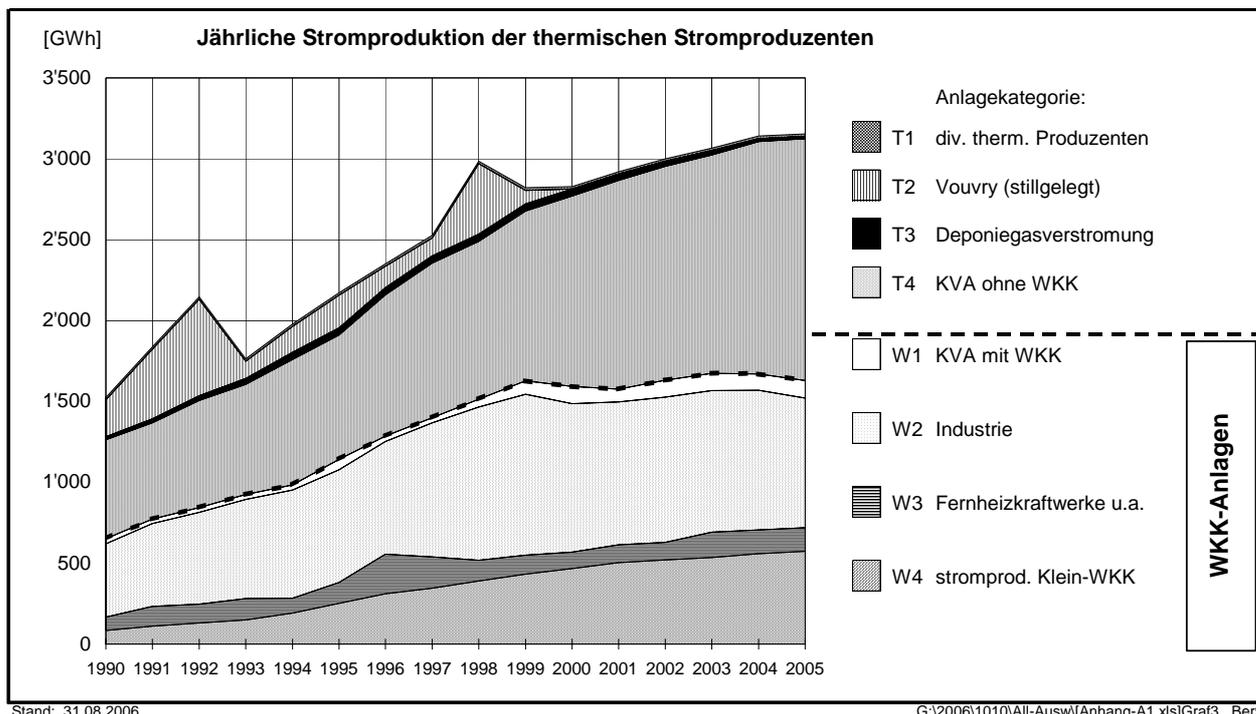


Bild 1.3 Entwicklung der thermischen Stromproduktion

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

Erfreulich ist die Tatsache, dass 32 % 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).

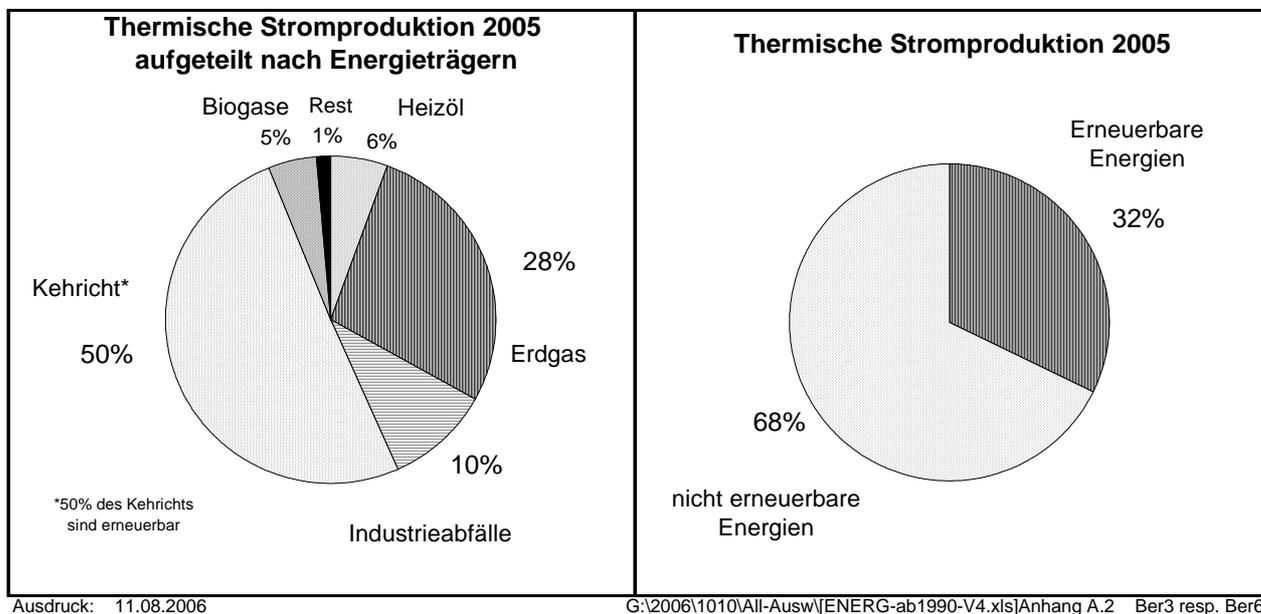


Bild 1.4 Aufteilung der thermischen Stromproduktion des Jahres 2005 nach Energieträgern

### Die Spitzenreiter

Im Mittel wurden in der Schweiz im Jahr 2005 pro Kopf der Bevölkerung 220 kWh Strom aus thermischen Kraftwerken produziert. Die Kantone Wallis und Basel-Stadt sind dabei mit 1'169 und 795 kWh pro Kopf die Spitzenreiter. Die nächsten beiden Plätze werden von den Kantonen Solothurn (656 kWh) und Basel-Landschaft (430 kWh) eingenommen.

# 1. Résumé

En l'an 2005, la Suisse a produit 57'918 GWh d'électricité. 3'154 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 2005. 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 2005, 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 2005	Puissance installée Fin 2005 [MWe]	Prod. de courant en 2005 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	15	0%
		T4	Usines d'incinération des ordures (UIOM sans CCF*)	25	261.4	1'495	47%
		<b>Sous-total sans install. CCF</b>			<b>52</b>	<b>341.7</b>	<b>1'525</b>
	Petits CCF	W1	Usines d'incinération des ordures (UIOM avec CCF*)	3	40.2	109	3%
		W2	Industrie**	21	238.6	802	25%
		W3	Centrales CAD** avec CCF et divers	9	62.7	145	5%
		W4	Petites centrales CCF prod. d'élec. (groupes à CCF et turbines à gaz < 1 MW)	1'033	146.1	575	18%
		W5	Petites centrales CCF non prod. d'électricité. (PAC à mot. gaz/diesel)	(49)	0.0	0	0%
<b>Sous-total install. CCF (sauf W5)</b>			<b>1'066</b>	<b>487.6</b>	<b>1'630</b>	<b>52%</b>	
<b>Total production thermique d'électricité</b>				<b>1'118</b>	<b>829.3</b>	<b>3'154</b>	<b>100%</b>

Stand: 31.08.2006

G:\2006\1010\All-Ausw\Anhang-A1.xls\ZusFass Ber12

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

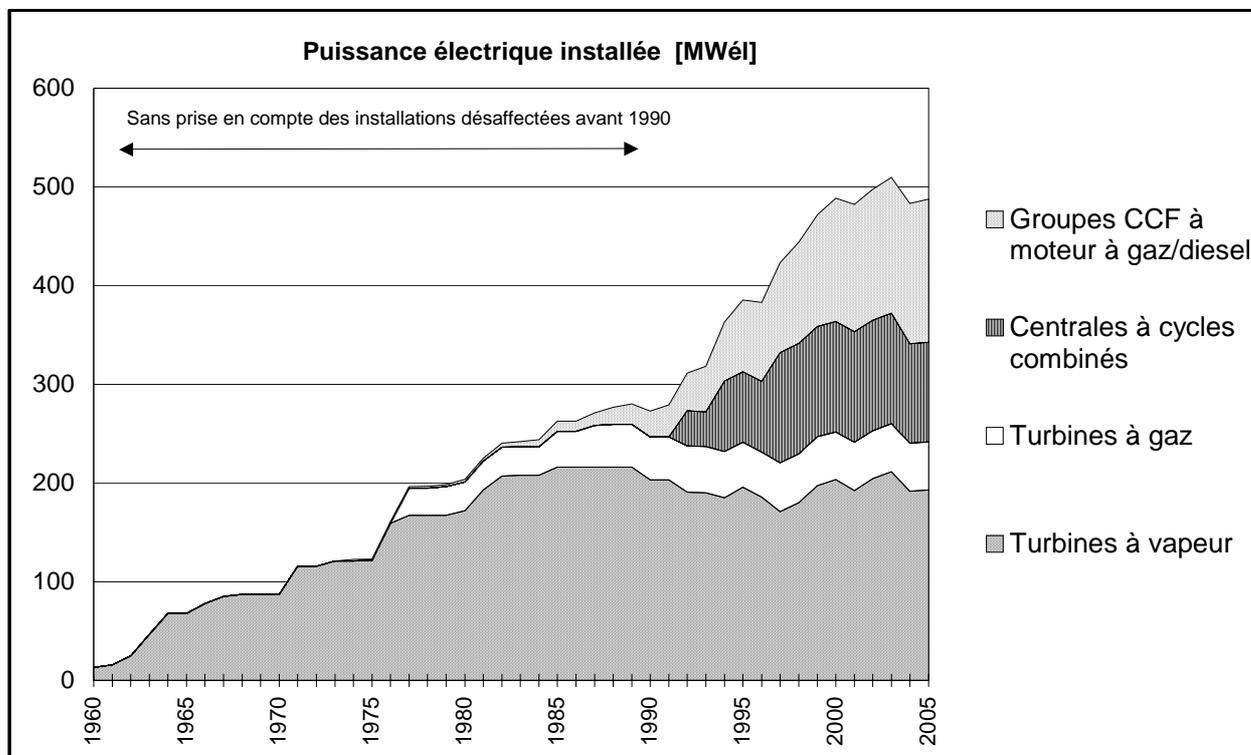
En l'an 2005, des équipements thermiques au nombre de 1'118 ont fourni de l'électricité (tab. 1.1). Ce sont avant tout des petites installations (1'033), mais 33 d'entre eux relèvent de la catégorie des grands CCF. Plus de 757 petits équipements à CCF ont été construits depuis l'an 1990, mais le rythme de ces réalisations a stagné ces années passées aux alentours de 27 installations, avec 4 MW de puissance par année. En l'an 2005, le nombre des mises en service n'a pas dépassé 12.

## Poids lourds

L'ensemble des producteurs thermiques représente aujourd'hui 829 MW de puissance électrique installée. Les équipements à CCF en produisent 488 MWe, dont 70 % dans des grosses unités.

Parmi celles-ci, les turbines à vapeur prédominent largement, fournissant quelque 193 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:\2006\1010\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 3'154 MWh en l'an 2005 (fig. 1.3). La progression est due avant tout aux équipements à CCF. Ceux-ci ont injecté 1'630 GWh de courant dans les réseaux des exploitants en l'an 2005, dont 575 GWh en provenance des "petits" (fig. 1.3). Ainsi la catégorie CCF a progressé de 150 % depuis 1990. S'y ajoutent 1'495 MWh produits par les UIOM, en progression de presque 144 % par rapport à 1990.

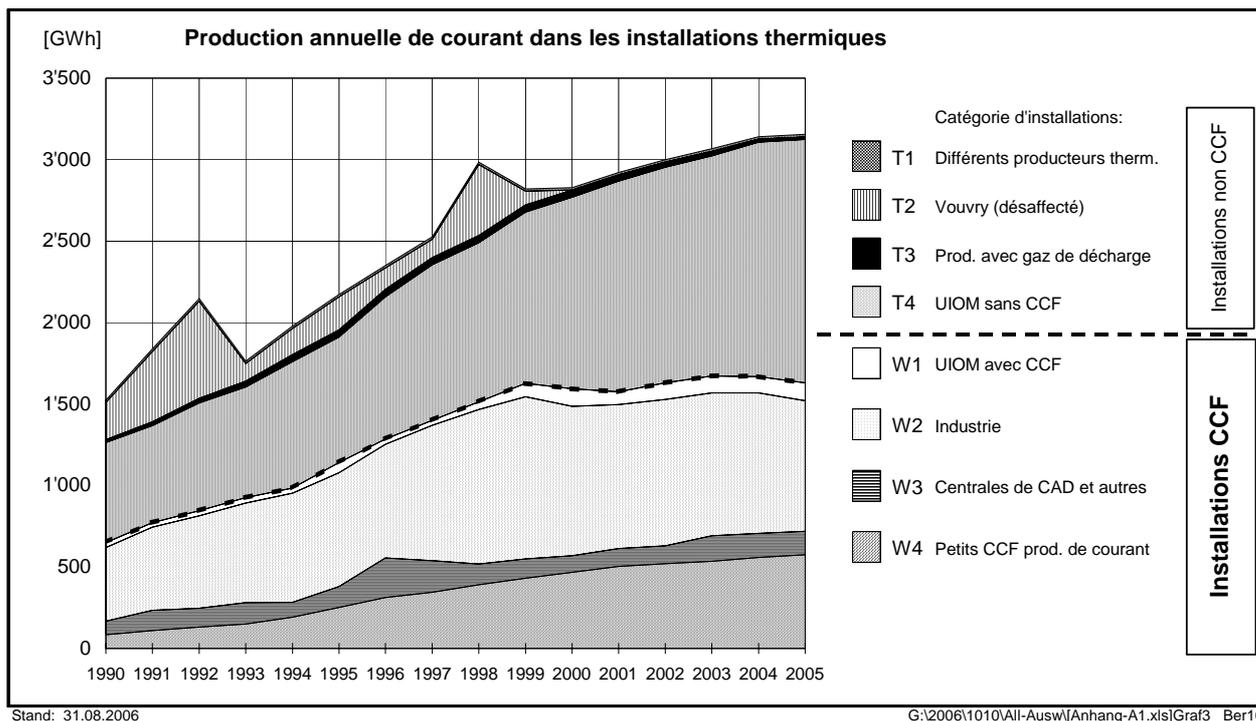


Figure 1.3 Evolution de la production thermique de courant

### 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 (19 % de la puissance) et dans des entreprises industrielles ou artisanales (21 %). On en trouve aussi dans les immeubles de bureaux (11 %), les réseaux de chauffage à distance (11 %), les bâtiments scolaires et sportifs (8 %) ainsi que dans l'habitat (9 %).

On constate heureusement que 32 % 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).

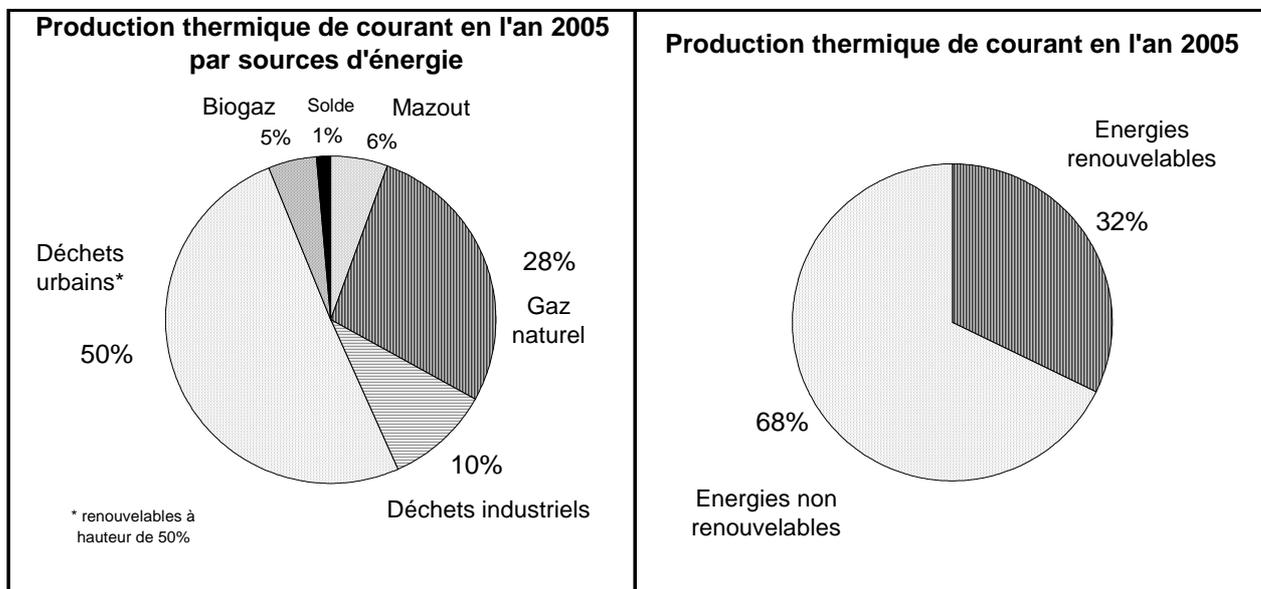


Figure 1.4 Apport des différentes sources d'énergie à la production thermique de courant en 2005

## Champions

La production moyenne d'électricité de source thermique en l'an 2005 a été de 220 kWh par tête d'habitant. Avec respectivement 1'169 et 795 kWh par personne, les cantons du Valais et de Bâle-Ville en ont fourni la proportion la plus élevée, suivis de Soleure (656 kWh) et Bâle-Campagne (430 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 2005 in der Schweiz 57'918 Mio. kWh elektrische Energie produziert. Rund 95 % dieser Strommenge wurde in Wasser- und Kernkraftwerken erzeugt. Die restlichen gut 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.

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 2005. 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.

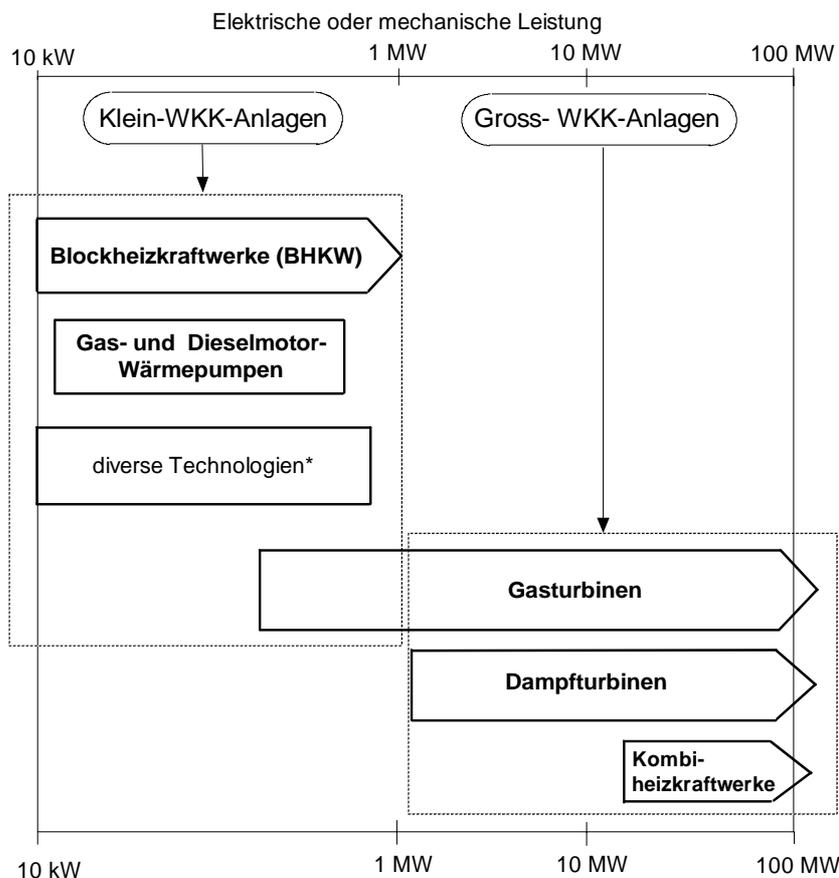
## 2.2 Technologien und Einsatzbereiche von WKK-Anlagen

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 ( $\eta_{el}$ ) = prod. Elektrizität/verbrauchte Energiemenge
- Thermischer Nutzungsgrad ( $\eta_{th}$ ) = genutzte Wärme<sup>1</sup>/verbrauchte Energiemenge
- Gesamtnutzungsgrad ( $\eta_{Tot}$ ) =  $\eta_{el}$  +  $\eta_{th}$

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.**

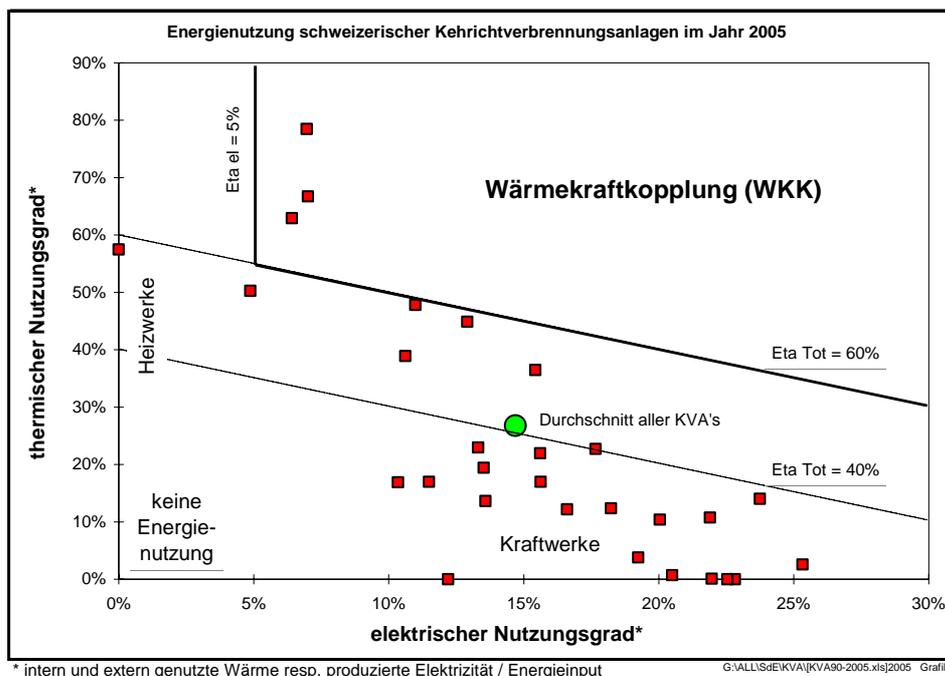
Viele KVA weisen zwar einen elektrischen Nutzungsgrad über 10 % auf. Beim grösseren Teil dieser KVA beträgt der thermische Nutzungsgrad weniger als 20 %. In Bild 2.3 wurden diese KVA als **Kraftwerke** bezeichnet.

Umgekehrt gibt es auch Kehrichtverbrennungsanlagen, 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 ( $\eta_{Tot} \geq 60\%$ ). 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 ( $\eta_{el} \geq 5\%$ ). Dadurch ist eine Abgrenzung gegenüber Heizwerken mit marginaler elektrischer Ausbeute gewährleistet.

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



**Bild 2.3** Jahresnutzungsgrade der schweizerischen Kehrichtverbrennungsanlagen im Jahr 2005

## 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	
<b>Thermische Stromproduktion</b> <small>(Kap. 3, Anh. A)</small>		<b>T1</b>	<b>diverse therm. Stromerzeuger</b>	div. thermische Stromerzeuger mit keiner o. geringer Abwärmenutzung (z.B. Notstromanlagen)	Kap. 3	
		<b>T2</b>	<b>Vouvry</b>	ölthermische Kraftwerk Vouvry	Kap. 3	
		<b>T3</b>	<b>Deponigasverstromung</b>	mit Deponiegas betriebene Gasmotoren, welche die WKK-Bedingungen* nicht erfüllen	Kap. 7.2 Anh. E.2	
		<b>T4</b>	<b>Kehrichtverbrennungsanl. (KVA ohne WKK)</b>	KVA, welche die WKK-Bedingungen* nicht erfüllen	Kap. 7.1 Anh. E.1	
	<b>Wärmekraftkopplung (WKK)*</b> <small>(Kap. 4, Anh. B)</small>	<b>Gross-WKK-Anlagen**</b> <small>(Kap. 5, Anh. C)</small>	<b>W1</b>	<b>Kehrichtverbrennungsanl. (KVA mit WKK)</b>	KVA, welche die WKK-Bedingungen* erfüllen	Kap. 7.1 Anh. E.1
			<b>W2</b>	<b>Industrie</b>	industrielle Gross-WKK-Anlagen	Kap. 5.2
			<b>W3</b>	<b>Fernheizkraftwerke u.a.</b>	Gross-WKK-Anlagen in öffentlichen Fernheizkraftwerken (inkl. einzelne Spezialfälle)	Kap. 5.3
			<b>W4</b>	<b>stromprod. Klein-WKK</b>	Blockheizkraftwerke (mit Gas- und Dieselmotoren) und Gasturbinen < 1 MWe	Kap. 6 Anh. D
			<b>W5</b>	<b>nicht stromprod. Klein-WKK</b>	mit Gas- oder Dieselmotoren angetriebene Wärmepumpen	Kap. 6 Anh. D
	<b>Klein-WKK-Anlagen**</b> <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 2005 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 2005 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 1990 um 758 Anlagen zugenommen.

Ende 2005 waren 1'118 thermische Stromproduktionsanlagen (ohne Kernkraftwerke) in Betrieb.

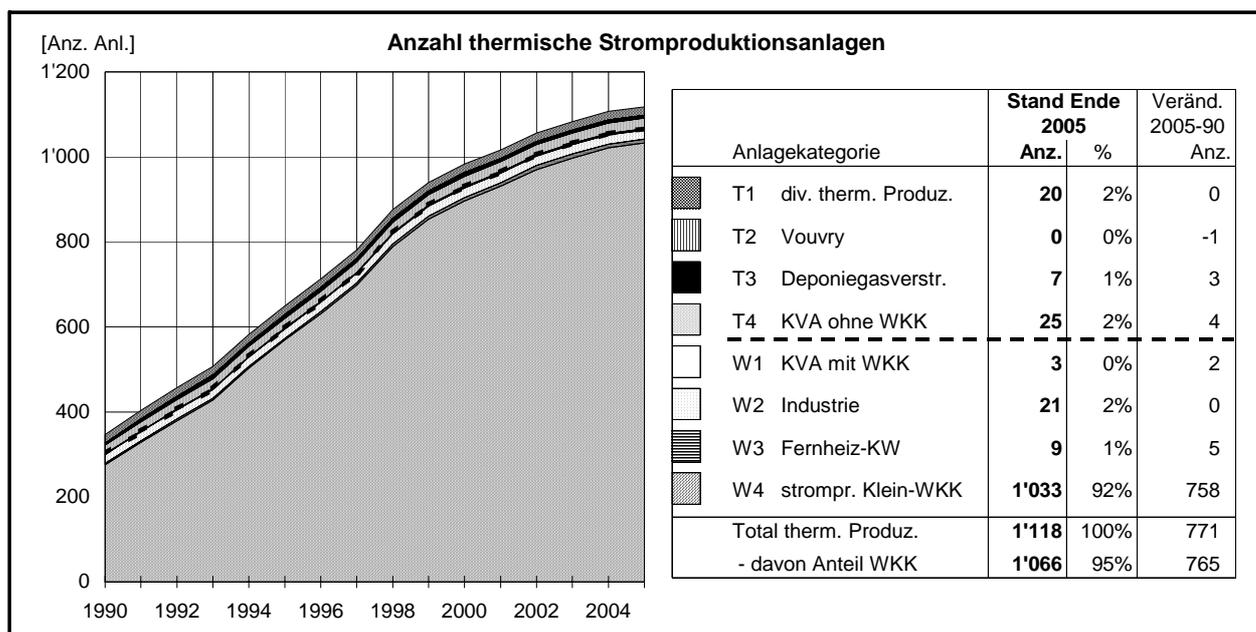
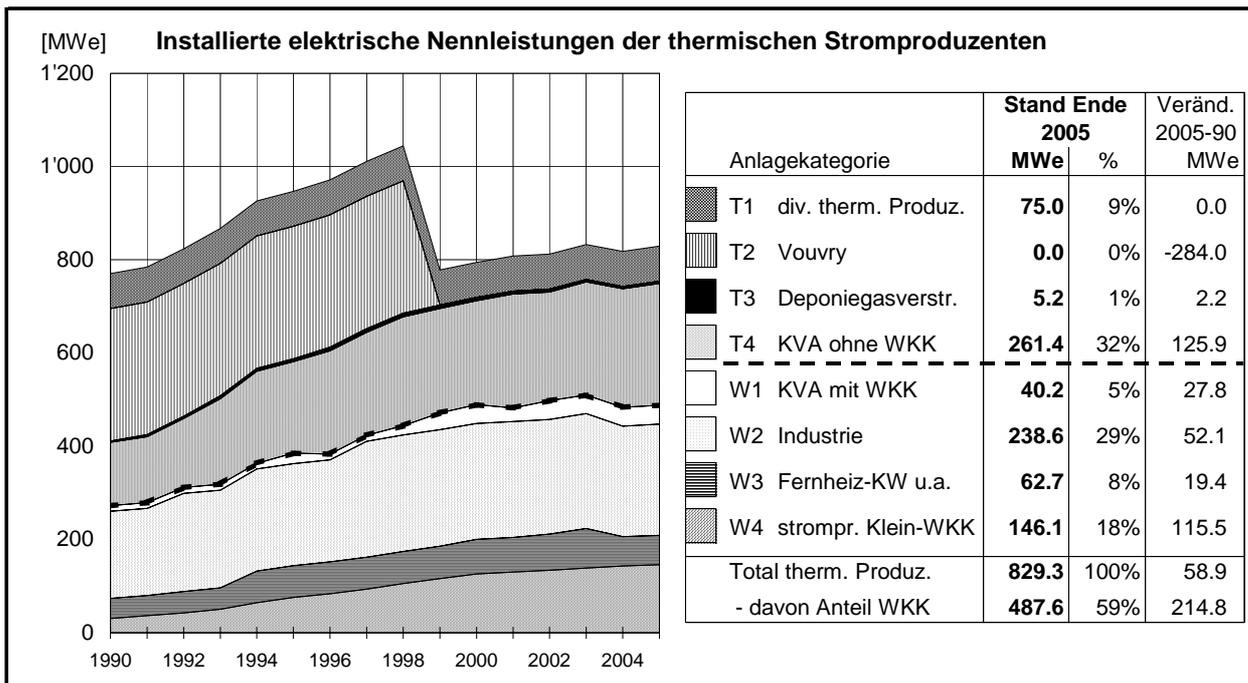


Bild 3.1a Entwicklung der Anzahl thermischer Stromproduktionsanlagen

(siehe Anhang A.1a)

Die gesamte elektrische Nennleistung aller thermischen Stromproduzenten betrug Ende 2005 gut 829 MWe (Bild 3.1b). Die elektrische Leistung aller WKK-Anlagen betrug Ende 2005 rund 488 MWe.



Stand: 31.08.2006

G:\2006\1010\All-Ausw[Anhang-A1.xls]Graf2 Ber6

**Bild 3.1b** Entwicklung der installierten elektrischen Nennleistungen

(siehe Anhang A.1b)

## 3.2 Stromproduktion 1990 - 2005

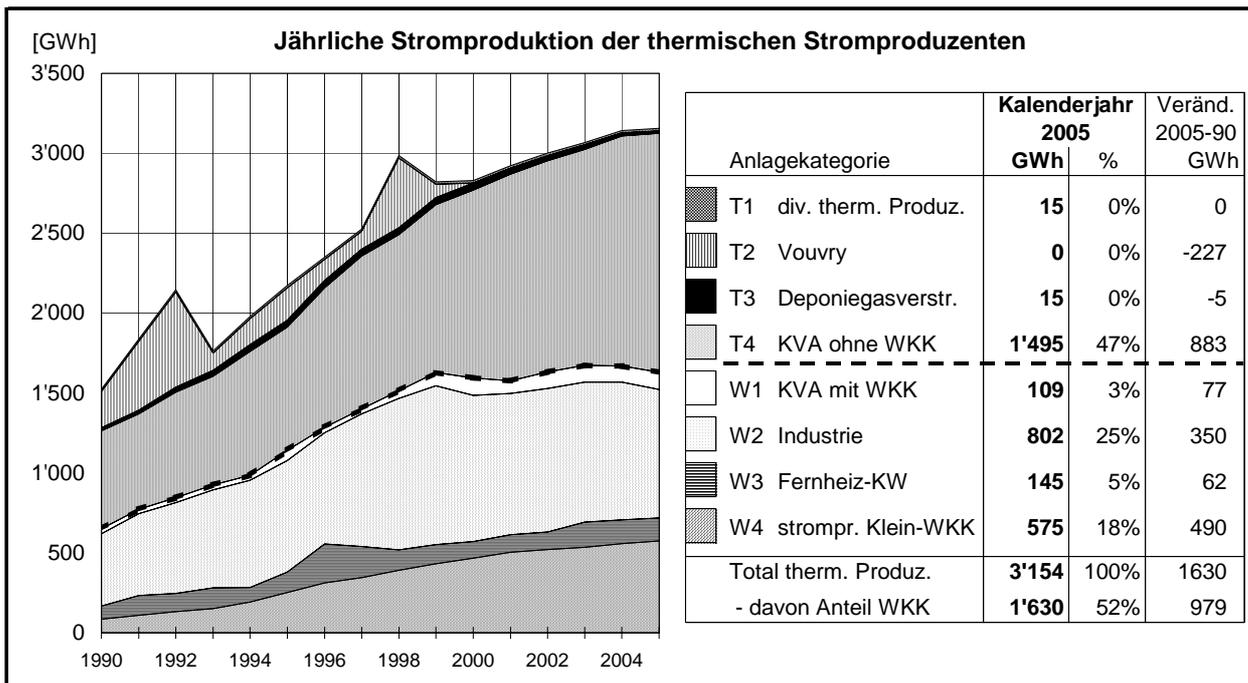
Im Jahr 2005 betrug die thermische Stromproduktion in der Schweiz 3'154 GWh (siehe Bild 3.2a). Neben den 32'759 GWh aus Wasserkraftwerken und den 22'020 GWh aus Kernkraftwerken haben die thermischen Stromerzeuger im Jahr 2005 einen Beitrag von knapp 5.5 % an die gesamte Landeserzeugung erbracht.

52 % der thermischen Stromproduktion wurde 2005 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 575 GWh 18 % der thermischen Stromerzeugung.

Mit 47 % erfolgte weniger als die Hälfte der thermischen Stromproduktion im Jahr 2005 in Kraftwerken mit geringer oder keiner Abwärmenutzung. Dabei handelt es sich zum grössten Teil um Kehrichtverbrennungsanlagen.

Die thermische Stromproduktion hat seit 1990 um 1'630 GWh zugenommen. Dies entspricht einer guten Verdoppelung seit 1990. Die Hälfte dieser Zunahme entfällt mit 883 GWh auf die Kehrichtverbrennungsanlagen ohne WKK (Kat. T4). Weitere massgebliche Zunahmen verzeichneten die Klein-WKK-Anlagen (Kat. W4, 490 GWh) und die industriellen Gross-WKK-Anlagen (Kat. W2, 350 GWh). Die Elektrizitätserzeugung im ölthermischen Kraftwerk Vouvry hatte stark geschwankt und entfällt seit der Stilllegung (30.09.1999) ganz (siehe Bild 3.2a).

**Die thermische Stromproduktion (ohne Kernkraftwerke) betrug im Jahr 2005 rund 3'154 GWh, knapp 5.5% der schweizerischen Landeserzeugung.**



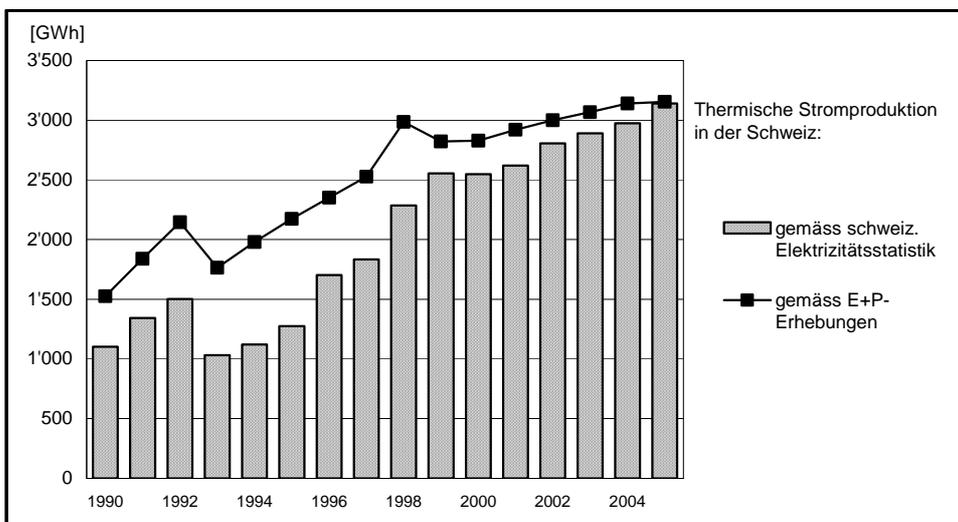
Stand: 31.08.2006

G:\2006\1010\All-Ausw[Anhang-A1.xls]Graf3 Ber7

**Bild 3.2a Thermische Stromproduktion der Jahre 1990 bis 2005**

(siehe Anhang A.1c)

Wie erwähnt, betrug die thermische Stromproduktion des Jahres 2005 gemäss den vorliegenden Erhebungen insgesamt rund 3'154 GWh. In der offiziellen Elektrizitätsstatistik wurde für das gleiche Jahr 3'139 GWh ausgewiesen. Folglich wurden darin 15 GWh resp. 0.5 % 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 ist nun offenbar abgeschlossen.



Stand: 31.08.2006

G:\2006\1010\All-Ausw[Anhang-A1.xls]Graf3 Ber8

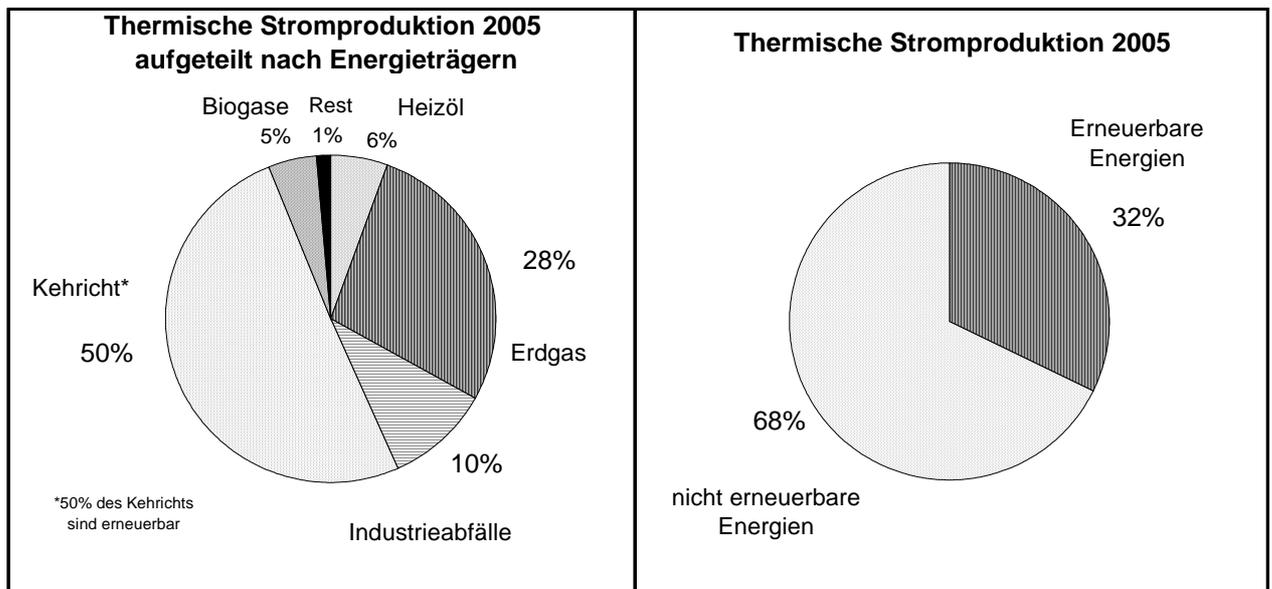
**Bild 3.2b Thermische Stromproduktion der Jahre 1990 bis 2005: Vergleich der offiziellen schweizerischen Elektrizitätsstatistik mit den vorliegenden Erhebungsergebnissen**

### 3.3 Energieträger 2005

In Bild 3.3 wird gezeigt, welche Energieträger im Jahre 2005 für die thermische Stromproduktion eingesetzt wurden. Der aus Kehricht stammende Strom weist mit 50 % den grössten Anteil auf. Erdgas (28 %), Industrieabfälle (10 %), 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 (50 %) und Erdgas (28 %) 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: 11.08.2006

G:\2006\1010\All-Ausw[ENERG-ab1990-V4.xls]Anhang A.2 Ber3 resp. Ber6

**Bild 3.3** Thermische Stromproduktion 2005 aufgeteilt nach Energieträgern. Der relative hohe Anteil erneuerbarer Energien von 32 % 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 2005 waren in der Schweiz 1'066 WKK-Anlagen mit einer elektrischen Nennleistung von 488 MW in Betrieb. Im Kalenderjahr 2005 haben die WKK-Anlagen 1'630 GWh Elektrizität produziert. Dies entspricht 52 % der thermischen und 2.8 % der gesamten schweizerischen Stromproduktion.

**2.8 % der gesamten schweizerischen Stromproduktion stammt aus WKK-Anlagen.**

Wie Tabelle 4.1a zeigt, ist zwar die WKK-Anlagenzahl im 2005 um weitere 11 Anlagen angestiegen. Die Zunahme lag aber deutlich unter dem Durchschnitt der letzten 5 Jahre. Auch die installierte Leistung der WKK-Anlagen hat im Jahr 2005 um gut 4 MW zugenommen. Im Gegensatz dazu ist aber die WKK-Stromproduktion 2005 gegenüber dem Vorjahr um 39 GWh resp. 2.4% gesunken.

Ursache dafür war die industrielle WKK-Stromproduktion (Kat. W2), welche im Jahr 2005 um 60 GWh (7.5 %) abgenommen hat. Die Stilllegung einer Papierfabrik wurde im Jahre 2005 erstmals voll wirksam. In einer grossen Industrieanlage wird seit Mitte 2005 Dampf aus einer nahe gelegenen Kehrlichtverbrennungsanlage bezogen. Dies führt zu einer deutlichen Reduktion der fossilen WKK-Stromproduktion.

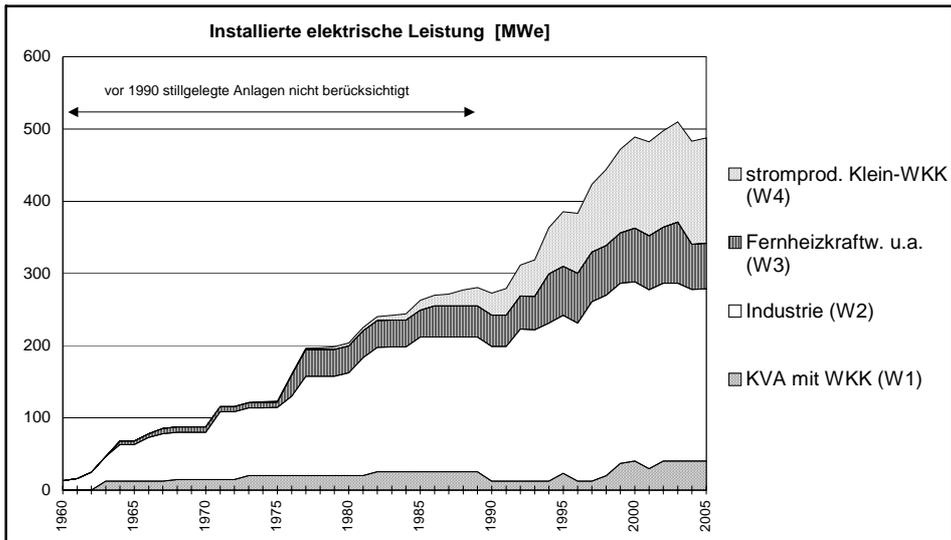
	Total	Jährlicher Zuwachs	
	<b>2005</b>	2005	Ø 2001 - 2005
Anzahl Anlagen*	1'066	11	27 Anl./a
Elektrische Leistung*	488 MW <sub>e</sub>	4.3	- 0.2 MW <sub>e</sub> /a
Jahresstromproduktion	1'630 GWh	- 39.4	7.3 GWh/a

\* 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.

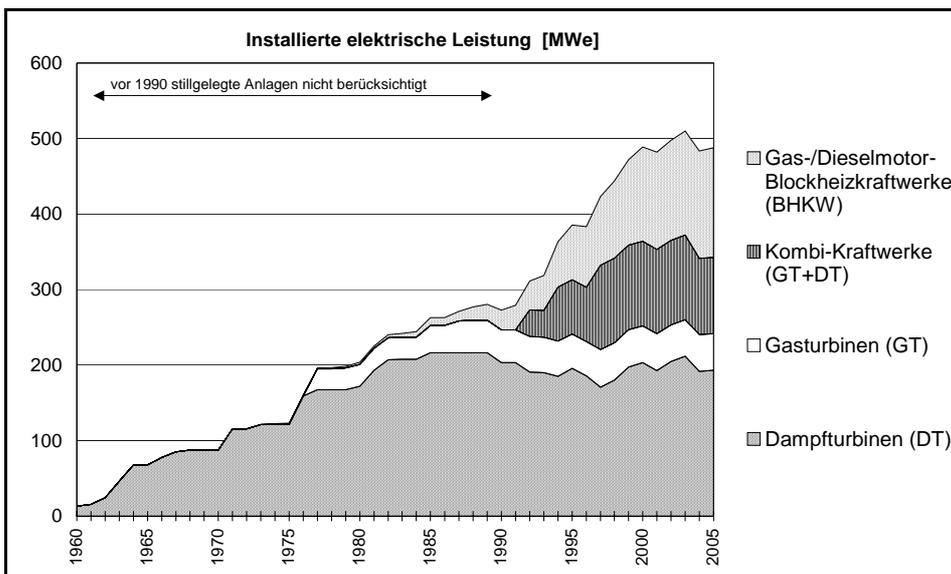


G:\2006\1010\All-Ausw[LE2-AB60.XLS]Anhang B.1a Ber3

**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 Kehrichtverbrennungsanlagen 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:\2006\1010\All-Ausw[LE1-AB60.XLS]Haupttabelle Ber3

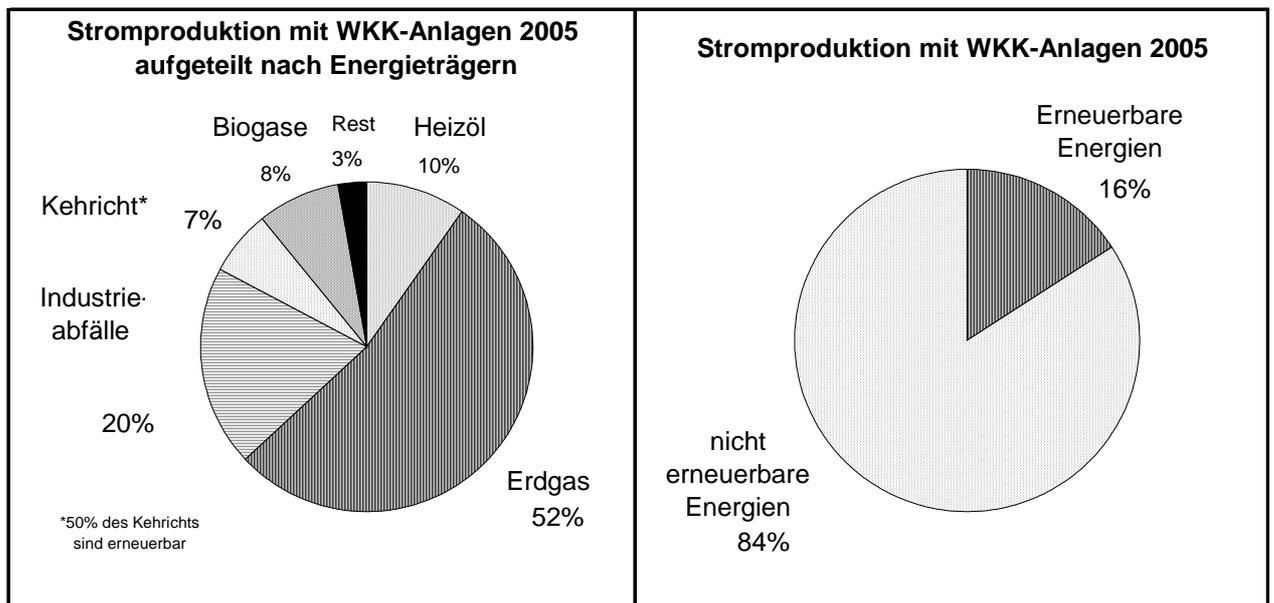
**Bild 4.1c Elektrische Nennleistungen der WKK-Anlagen aufgeteilt nach Technologien**  
(siehe Anhang B.1b)

## 4.2 Energieträger 2005

Unter Punkt 3.3 wurde die gesamte thermische Stromproduktion des Jahres 2005 nach Energieträgern aufgeteilt. In Bild 4.2 findet sich die analoge Aufteilung für die Stromproduktion mit WKK-Anlagen.

Erdgas ist mit 52 % der wichtigste Energieträger. Industrieabfälle und Heizöl sind mit Anteilen von 20 und 10 % 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 8 % auf.

Der Hauptenergieträger der WKK-Anlagen ist mit 52 % Anteil eindeutig Erdgas.



G:\2006\1010\AII-Ausw[ENERG-ab1990-V4.xls]Anhang A.2 Ber1

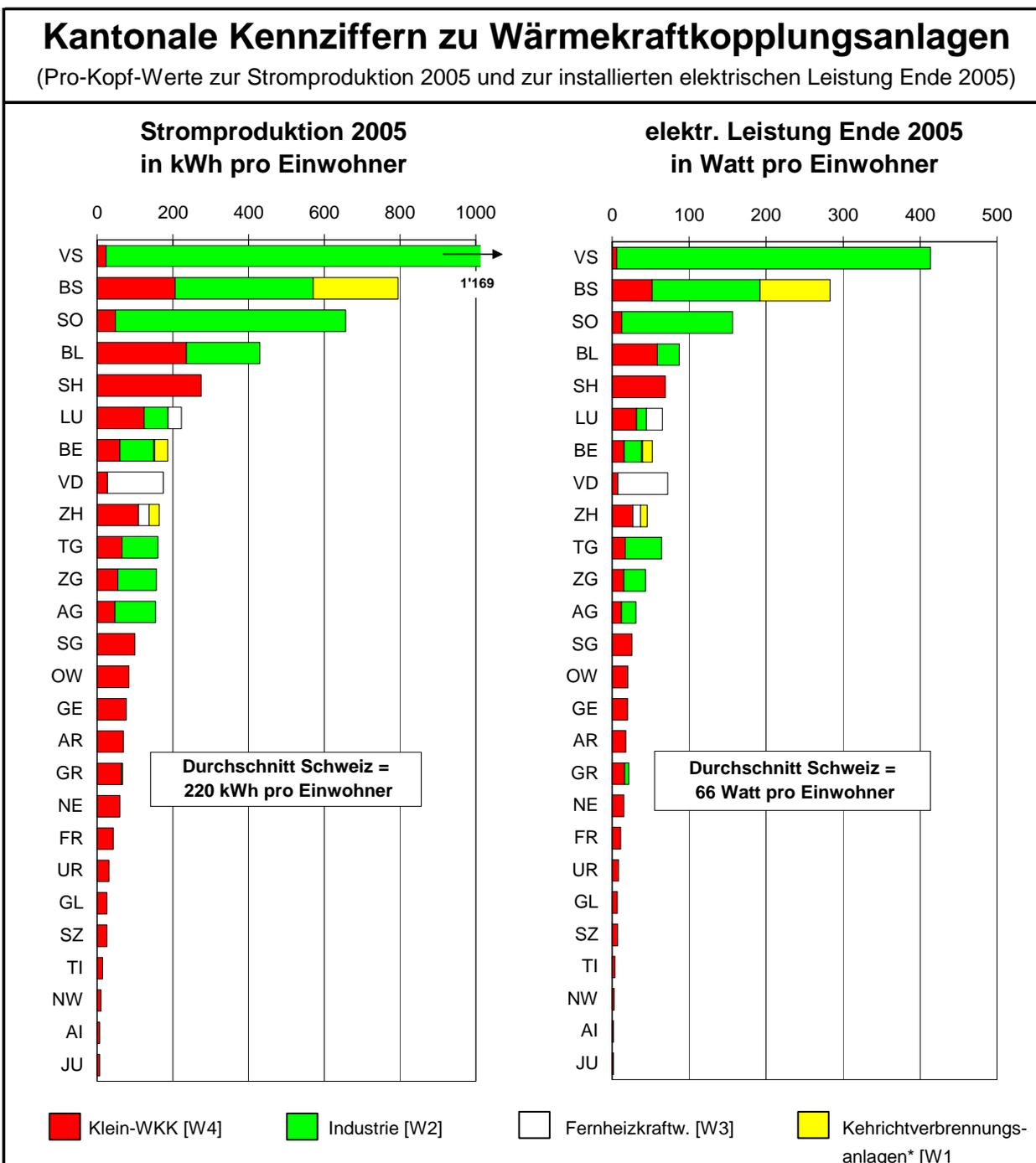
Bild 4.2 Aufteilung der WKK-Stromproduktion 2005 nach Energieträgern

(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 Baselstadt sind die WKK-Spitzenreiter der Schweiz (Stromproduktion, linke Darstellung Bild 4.3). Wallis erreicht seine Spitzenposition dank grossen WKK-Anlagen in drei Industriebetrieben. In Basel-Stadt sind die WKK-Einsatzgebiete mit den vielen Blockheizkraftwerken für Nahwärmeverbundenanlagen, einer Kehrichtverbrennungsanlage mit WKK sowie einigen Industrieanlagen deutlich vielfältiger.

Die Kantone Wallis und Basel-Stadt sind die WKK-Spitzenreiter.



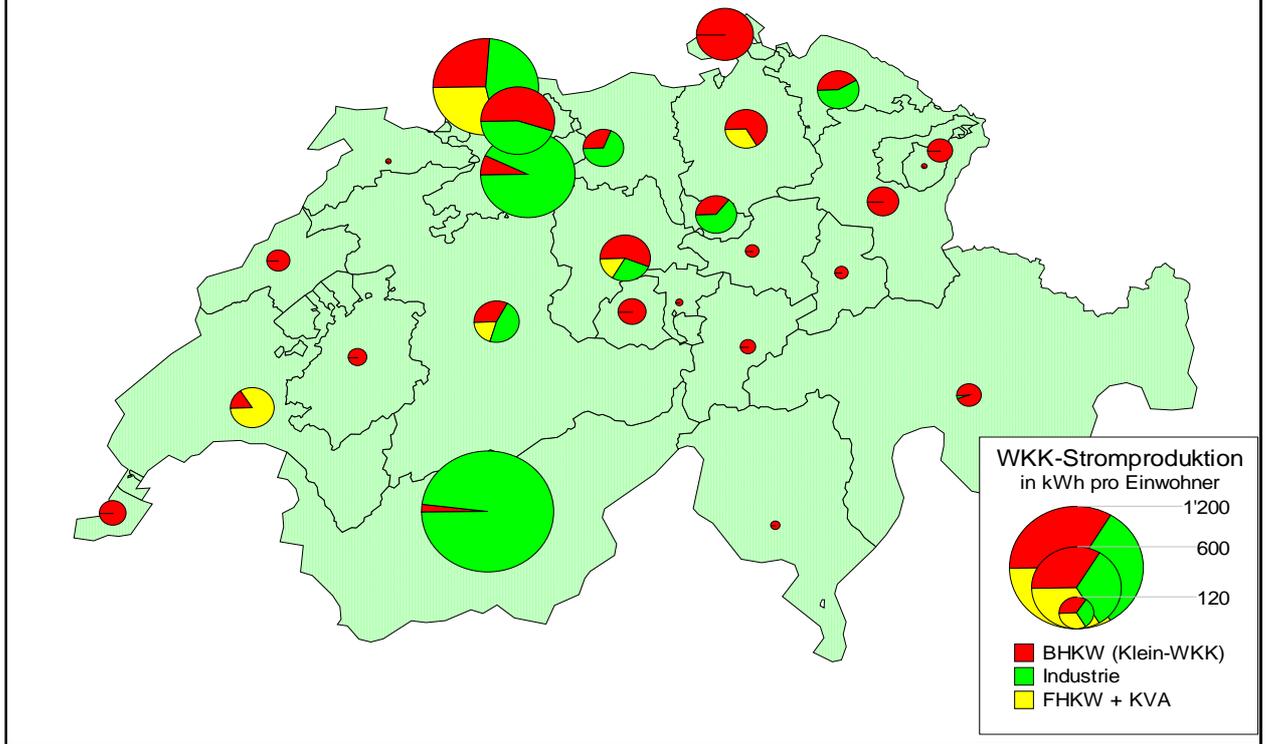
\*nur KVA, welche als WKK-Anlagen definiert wurden

G:\2006\1010\All-Ausw[KT-WKK2005.xls]AuswGraf Berz

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

(siehe Anhang B.2)

## Wärmekraftkopplung (WKK) in der Schweiz - Jahr 2005



© Dr. Eicher+Pauli AG, Liestal

G:\2006\1010\All-Ausw\Kopie von WKK-Kantonsgrafik.xls\aktuelles Jahr

**Bild 4.4** Kantonale Verteilung der WKK-Stromproduktion pro Einwohner

BHKW = Blockheizkraftwerke; FHKW = Fernheizkraftwerke (u.a.); KVA = Kehrichtverbrennungsanlagen 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 2005 waren 33 Gross-WKK-Anlagen in Betrieb. Dabei handelt es sich um drei Anlagen in Kehrlichtverbrennungsanlagen (siehe Kap. 7.1, resp. Bild 2.3), 21 Anlagen in der Industrie (siehe Kap. 5.2) sowie neun Anlagen in Fernheizkraftwerken (siehe Kap. 5.3).

65 % der WKK-Stromproduktion wird in Anlagen ab 1 MWe erzeugt (Gross-WKK-Anlagen).

	Total	Jährlicher Zuwachs	
	2005	2005	Ø 2000 - 2005
Anzahl Anlagen*	33	- 1	- 0.6 Anl./a
Elektrische Leistung*	342 MW <sub>e</sub>	1.3	- 4.2 MW <sub>e</sub> /a
Jahresstromproduktion	1'055 GWh	- 56	- 14.2 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)

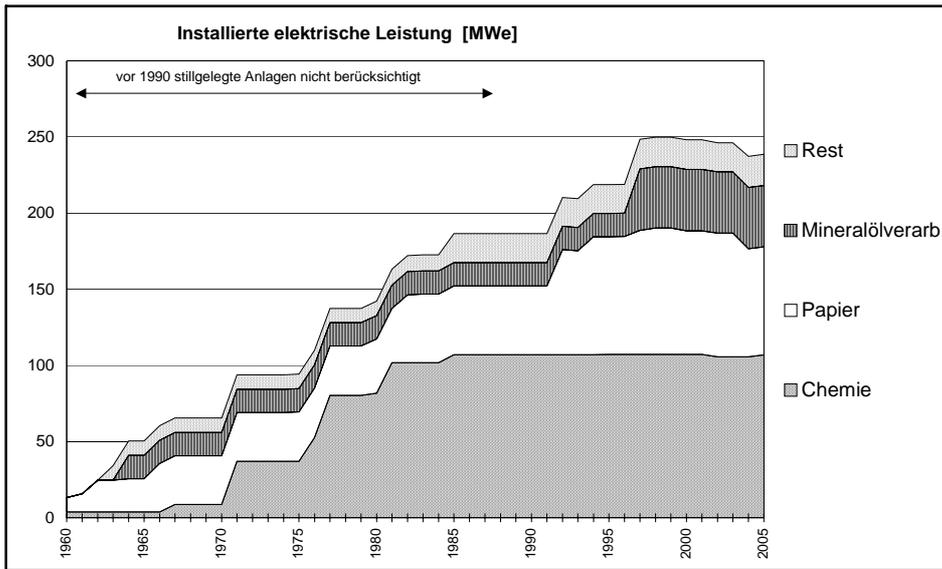
Im Jahr 2005 blieb die installierte elektrische Leistung der Gross-WKK-Anlagen nach einer erstmaligen deutlichen Abnahme um 31 MWe im Vorjahr nahezu konstant. Die Jahresstromproduktion der Gross-WKK-Anlagen hingegen verringerte sich um satte 56 GWh oder 5.0 % auf 1'055 GWh.

### 5.2 Industrie

Gross-WKK-Anlagen in Industriebetrieben produzieren rund die Hälfte der gesamten schweizerischen WKK-Stromproduktion. 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.

49 % des WKK-Stroms stammt aus Gross-WKK-Anlagen in Industriebetrieben.

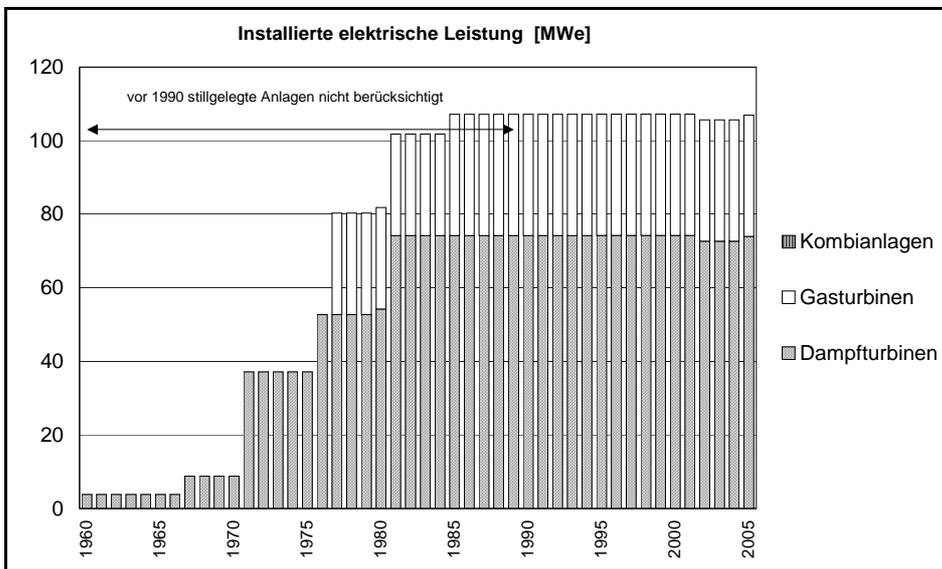
Nach einer Stagnation in der zweiten Hälfte der achtziger Jahre haben die industriellen Gross-WKK-Anlagen in den neunziger Jahren wieder zugenommen. Dies betrifft in erster Linie die Papier- und die mineralölverarbeitende Industrie. In den letzten fünf Jahren hat die installierte Leistung im Industriebereich zuerst stagniert, im Jahr 2004 deutlich abgenommen und im vergangenen Jahr wieder leicht zugenommen.



G:\2006\1010\All-Ausw[LE3-AB60.XLS]Anhang Ca Ber3

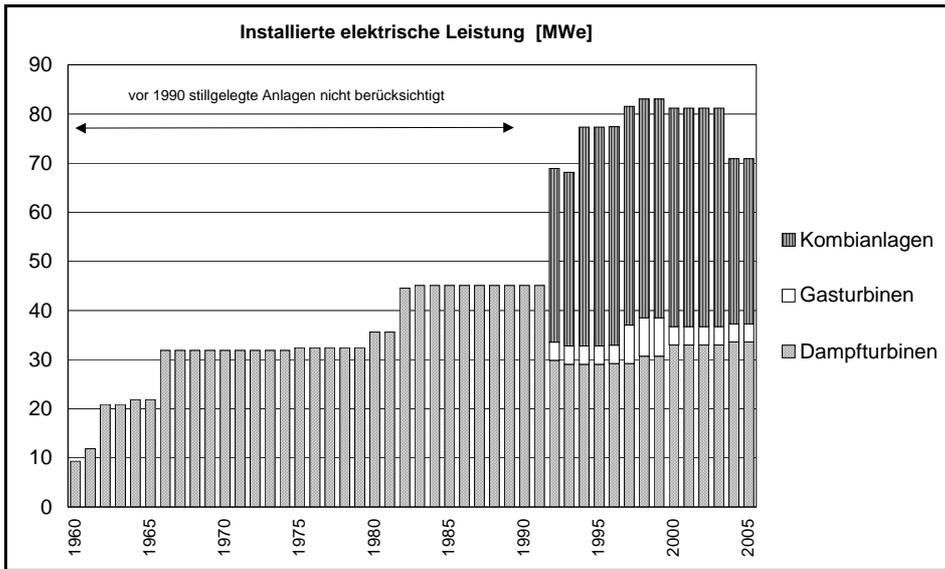
**Bild 5.2a Industrielle Gross-WKK-Anlagen aufgeteilt nach Branchen** (siehe Anhang Ca)

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).



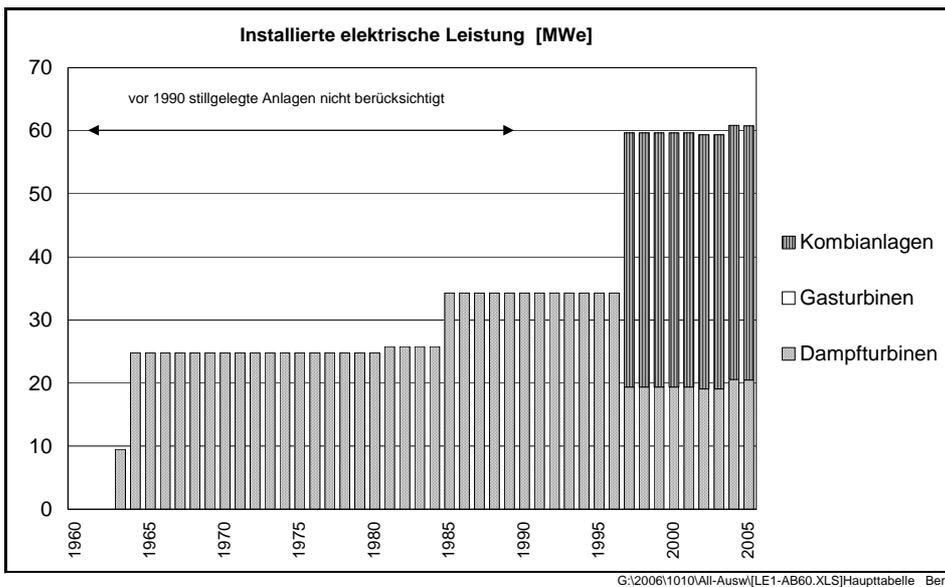
G:\2006\1010\All-Ausw[LE1-AB60.XLS]Haupttabelle Ber5

**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.

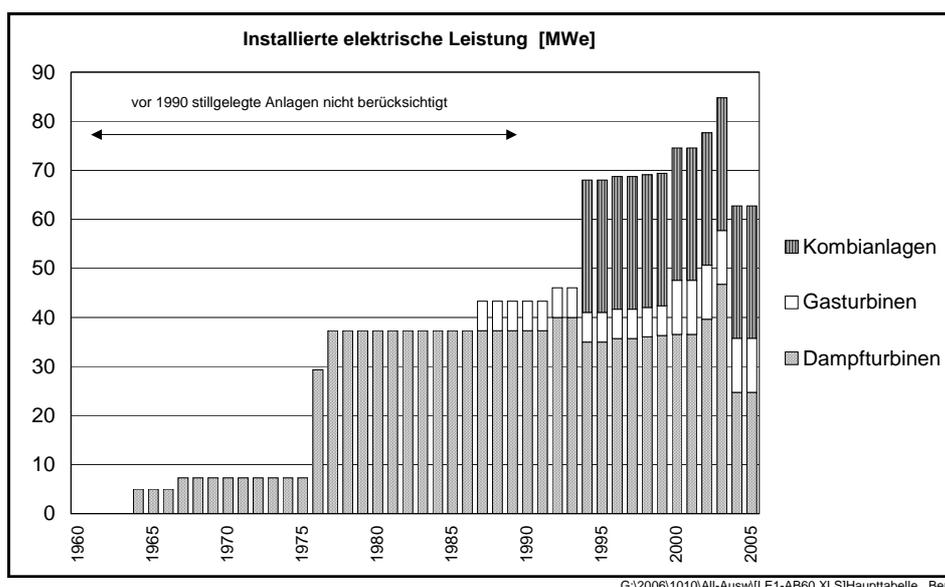
Per Ende 2005 waren der Kategorie "Fernheizkraftwerke u.a." neun Anlagen zugewiesen. Die wichtigste Anlage in dieser Kategorie ist im Moment das Fernheizkraftwerk Pierre de Plan in Lausanne (Kombikraftwerk). Das seit Ende der neunziger Jahre aus wirtschaftlichen und luft-hygienischen Gründen nur wenige Stunden betriebene Fernheizkraftwerk Voltastrasse in Basel wurde 2004 stillgelegt. Der daraus resultierende massgebliche Rückgang der installierten Leistung dieser Kategorie wird in Bild 5.3a unmittelbar deutlich. Eine grössere Ersatzanlage ist aber bereits in Planung.

Fernheizkraftwerke (sowie einige Spezialanlagen) produzieren 8.9 % 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.
- Die Wärmeversorgung des Flughafens Zürich mit zwei Dampfturbinen und einer Gasturbine.
- Die mit Holz betriebenen Dampfturbinen der Nahwärmeverbunde Meiringen und Otelfingen.
- Die mit Holz betriebenen ORC-Turbogeneratoren in Bière und in Crissier.
- Das mit Holzgas betriebene Blockheizkraftwerk beim AC-Zentrum in Spiez.
- Eine Dampfturbine zur Abwärmenutzung bei der Transitgas AG in Ruswil.

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

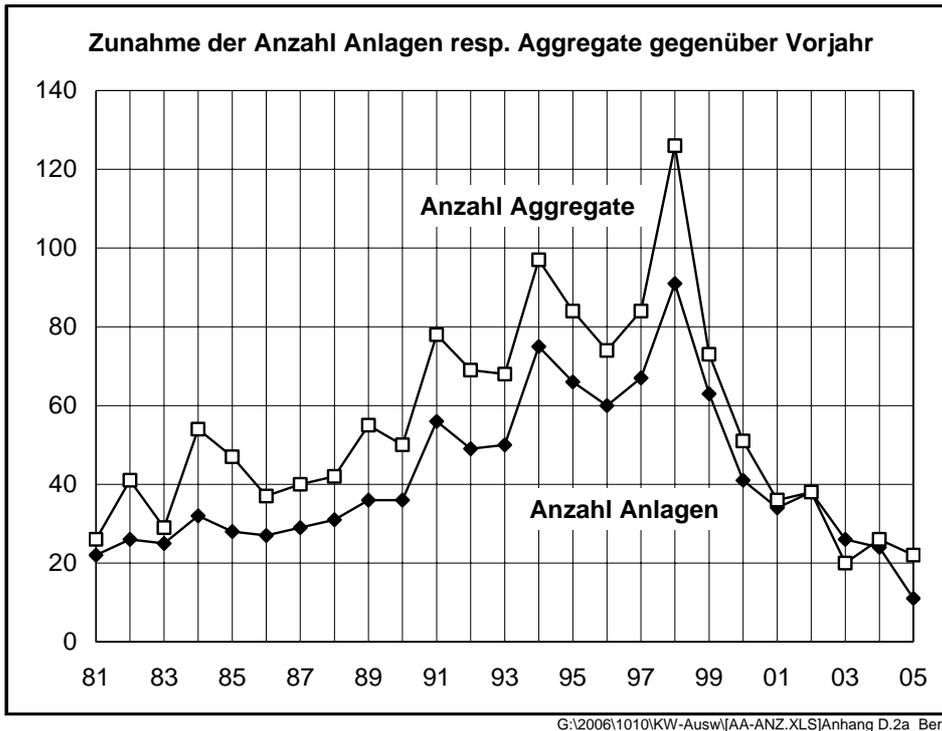
Analog zu den früher separat publizierten Ausgaben der Klein-WKK-Statistik wird im Kapitel 6.1 in der Regel nicht zwischen Klein-WKK-Anlagen mit oder ohne Stromproduktion unterschieden. In den meisten Detailauswertungen im Anhang ist aber eine klare Unterscheidung zwischen stromproduzierenden (Kat. W4) 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 2005 35.2 % 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 2005 waren in der Schweiz insgesamt 1'082 Klein-WKK-Anlagen mit 1'422 Aggregaten in Betrieb.** Im Vergleich zu Ende 2004 bedeutet dies eine Zunahme um 11 Anlagen und 22 Aggregate. Bild 6.1a zeigt, dass in den vergangenen sechs Jahren die Bestandeszunahme wesentlich geringer ausfiel als im Spitzenjahr 1998. Im Jahr 2005 hat der Bestandeszuwachs dem Trend folgend weiter leicht abgenommen.



G:\2006\1010\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 1'422 Klein-WKK-Aggregate, welche Ende 2005 in Betrieb waren, weisen zusammen eine Energie-Inputleistung von 442 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 2005 zusammen 254 MW thermische Leistung zur Beheizung von Gebäuden und zur Nutzung als Prozesswärme abgeben.

	Total Ende 2005	Jährlicher Zuwachs	
		2005	Ø 2001 - 2005
Anzahl Anlagen	1'082	11	27 Anl./a
Anzahl Aggregate	1'422	22	28 Aggr./a
Energie-Inputleistung	441.8 MW	7.0	8.9 MW/a
Elektrische Leistung	146.1 MW <sub>e</sub>	3.1	4.0 MW <sub>e</sub> /a
Mechanische Leistung*	0.9 MW	0.0	-0.1 MW/a
Heizleistung	254.0 MW <sub>th</sub>	3.2	3.8 MW <sub>th</sub> /a

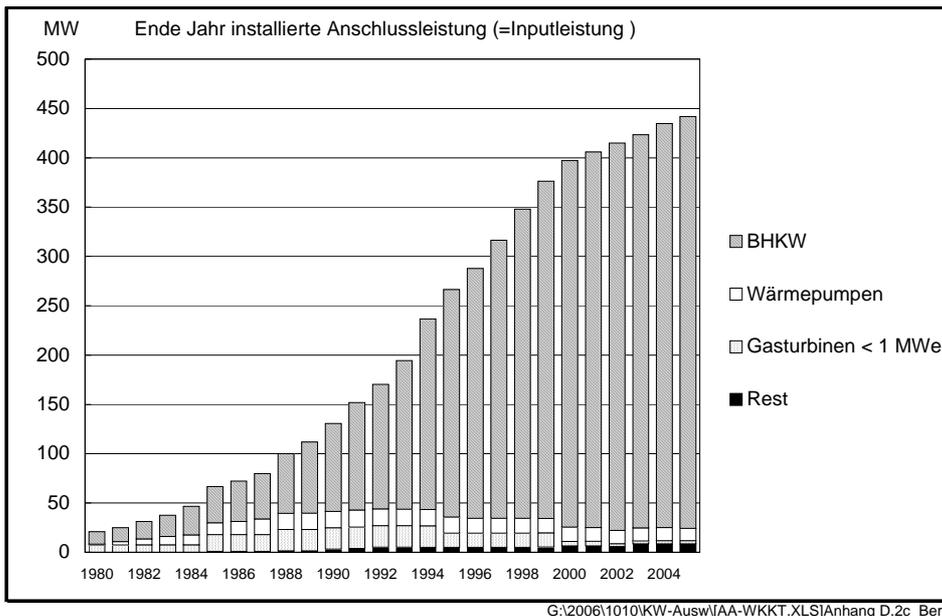
G:\2006\1010\KW-Ausw[Jahr\_Typ3+2\_2005.xls]RES\_WKK2 WKK902

\* Wellenleistung von Direkt-Gebläseantrieben in Kläranlagen

Tabelle 6.1b Bestand und installierte Leistungen Ende 2005 sowie Jahreszunahmen 2005 und im Zeitraum 2001 - 2005

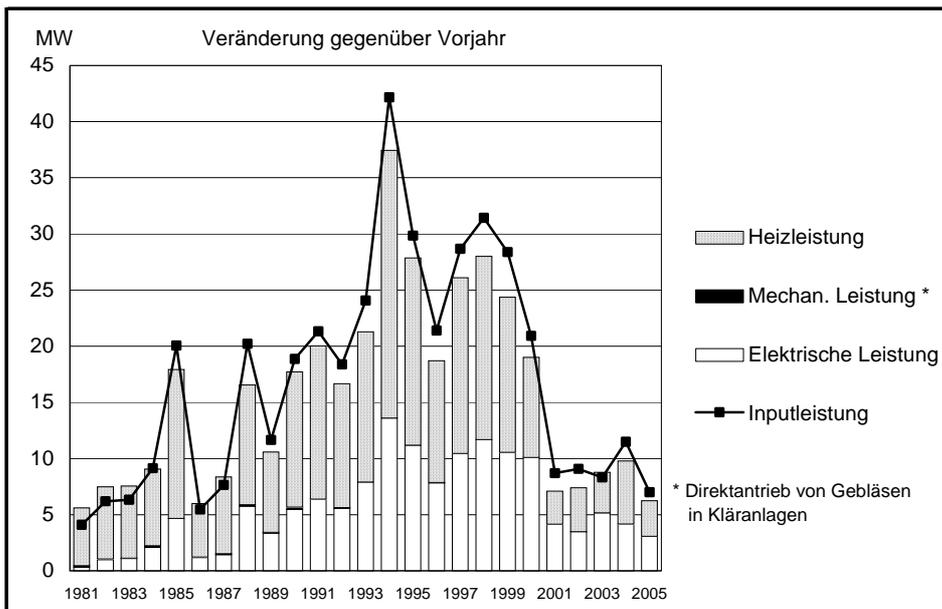
In Tabelle 6.1b wird der Leistungszuwachs 2005 mit dem Durchschnitt der Jahre 2001 bis 2005 verglichen. Die installierte elektrische Klein-WKK-Leistung hat 2005 um 3.1 MW zugenommen. Dies entspricht rund 78 % der mittleren Leistungszunahme der Vorjahre.

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 fünf 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 - mit einer kurzen Trendwende im Jahr 2004 - bis zum Rekordtief im vergangenen Jahr 2005.



G:\2006\1010\KW-Ausw\AA-ISLT.XLS\Anhang D.2b Ber2

**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 2005 nach Leistungsklassen. Es kann daraus abgeleitet werden, dass die 878 Klein-WKK-Aggregate bis 99 kW elektrischer Nennleistung zusammen 24.5 MW (16.8 % von total 146.1 MW) aufweisen. Die 544 Klein-WKK-Aggregate ab 100 kWe weisen 121.6 MW (82.2 %) elektrische Leistung auf.

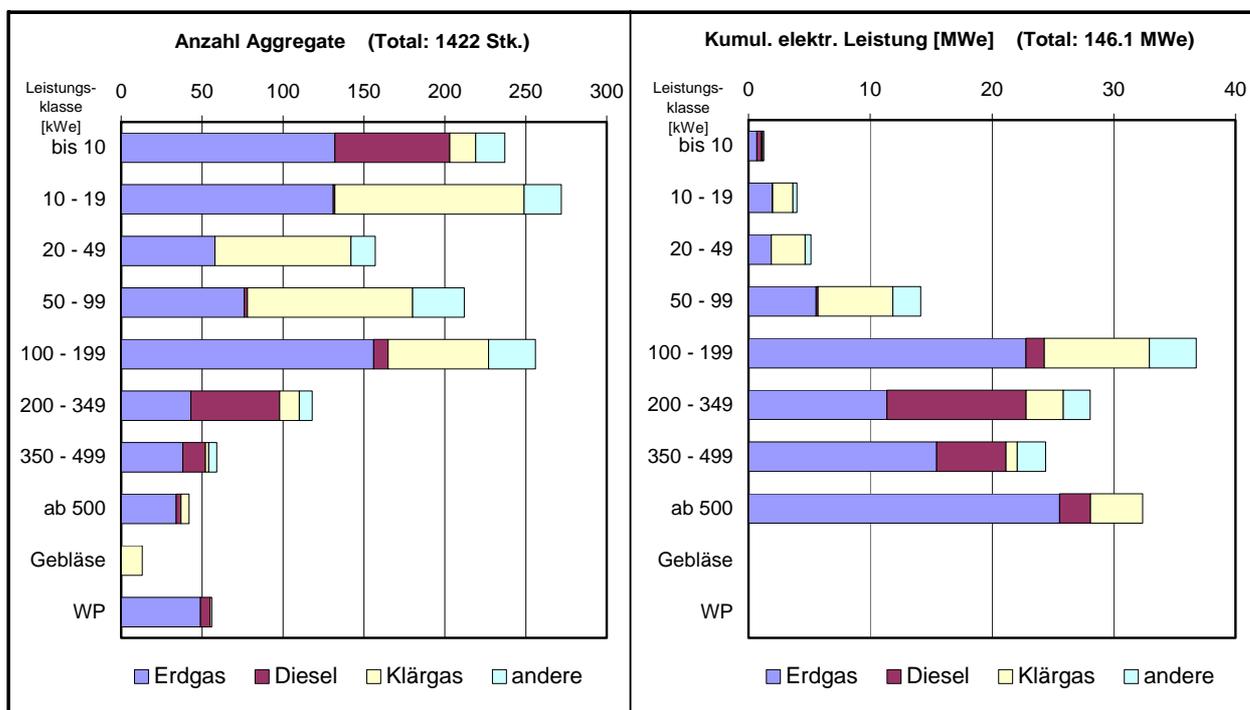
Leistungsklasse der Aggregate	Aggregate in Betrieb		elektrische Leistung	
	Anzahl	%	[MWe]	%
< 10 kWe	237	16.7%	1.25	0.9%
10 - 19 kWe	272	19.1%	3.98	2.7%
20 - 49 kWe	157	11.0%	5.13	3.5%
50 - 99 kWe	212	14.9%	14.14	9.7%
100 - 199 kWe	256	18.0%	36.77	25.2%
200 - 349 kWe	118	8.3%	28.07	19.2%
350 - 499 kWe	59	4.1%	24.40	16.7%
>= 500 kWe	42	3.0%	32.37	22.2%
Gebläseantriebe	13	0.9%	-	
Wärmepumpen	56	3.9%	-	
<b>Total</b>	<b>1422</b>	<b>100.0%</b>	<b>146.10</b>	<b>100.0%</b>

Stand per 31.12.2005/ Kantone: alle

G:\2006\1010\KW-Ausw\LeistKlass-Energie.xls\Konzentrat Ber2

**Tabelle 6.1e** Ende 2005 in Betrieb stehende Klein-WKK-Aggregate, geordnet nach Leistungsklassen

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



G:\2006\1010\KW-Ausw[LeistKlass-Energie.xls]Konzentrat Ber1

**Bild 6.1f** Ende 2005 in Betrieb stehende Klein-WKK-Aggregate, geordnet nach Leistungsklassen und nach Energieträgern

### 6.1.3 Energieverbrauch und -produktion

Sämtliche in der Schweiz betriebenen Klein-WKK-Anlagen haben im Jahr 2005 mit einem Endenergieverbrauch von 1'784 GWh rund 575 GWh hochwertige Energie in Form von Elektrizität oder mechanischer Energie erzeugt (siehe Tabelle 6.1g).

Neben der hochwertigen Energie produzierten die Klein-WKK-Anlagen 948 GWh nutzbare Wärme. Davon wurden aber nur 885 GWh effektiv zu Heizzwecken eingesetzt. Die Differenz zwischen produzierter und effektiv genutzter Wärmeenergie von 63 GWh (6.6 %) 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 2005	Jährlicher Zuwachs	
		2005	Ø 2001 - 2005
Endenergieverbrauch	1'784.0 GWh	49.1	56.0 GWh/a
Elektrizitätsproduktion	574.6 GWh <sub>e</sub>	16.1	21.5 GWh <sub>e</sub> /a
Mechan. Nutzenergie *	4.4 GWh <sub>m</sub>	0.0	-0.4 GWh <sub>m</sub> /a
Produzierte Wärme **	947.6 GWh <sub>th</sub>	26.1	24.9 GWh <sub>th</sub> /a
Genutzte Wärme ***	885.0 GWh <sub>th</sub>	21.8	21.0 GWh <sub>th</sub> /a

G:\2006\1010\KW-Ausw[Jahr\_Typ3+2\_2005.xls]RES\_WKK2 WKK903

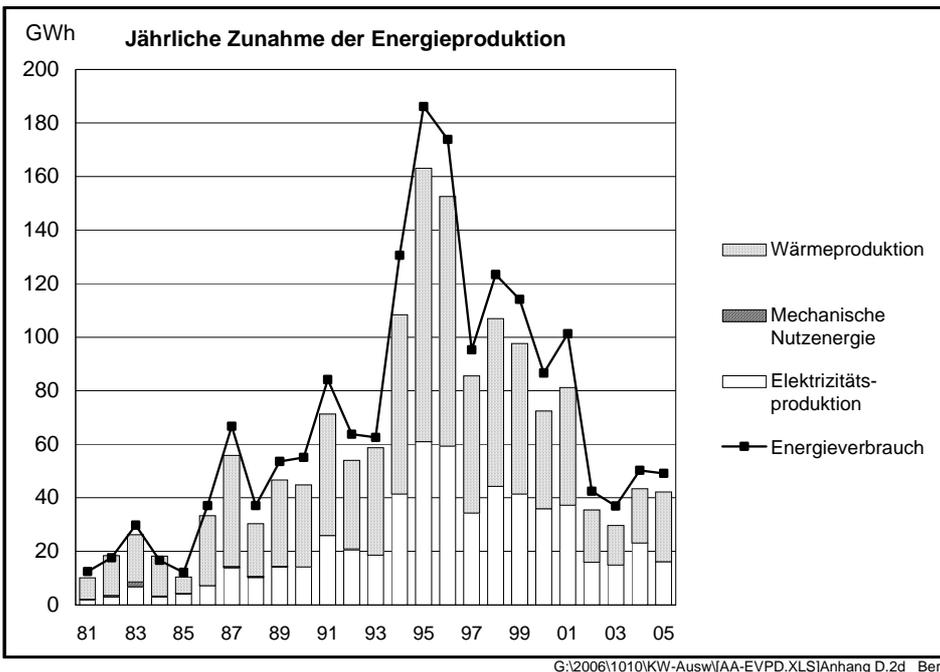
\* Energie an der Welle von Direkt-Gebläseantrieben in Kläranlagen

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

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

**Tabelle 6.1g** Energiedaten 2005 sowie Jahreszunahmen 2005 und im Zeitraum 2001 - 2005

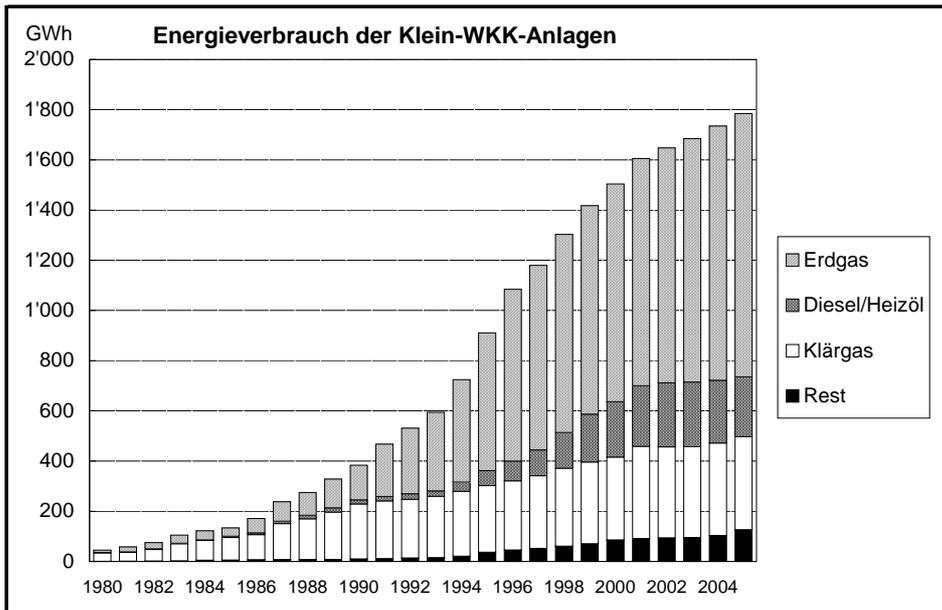
Bild 6.1h zeigt die jährliche Zunahme der Energieproduktion resp. des Energieverbrauchs aller Klein-WKK-Anlagen. Es ist ersichtlich, dass z.B. die Klein-WKK-Stromproduktion seit 1990 jeweils zwischen 15 und 60 GWh pro Jahr zugenommen hat



G:\2006\1010\KW-Ausw[AA-EV/PD.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 erdgasversorgten Klein-WKK-Anlagen hat 2005 dazu geführt, dass der Anteil erneuerbarer Energieträger (Klärgas, Deponiegas, Biogas) auf 26 % 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:\2006\1010\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 2005 installierten Klein-WKK-Aggregate und deren elektrischer Nennleistung nach Anlagekategorien und Einsatzgebieten.

29 % der Klein-WKK-Aggregate resp. 19 % 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 60 % (Anz.) resp. 75 % (el. Leist.) Anteil am Klein-WKK-Bestand Ende 2005 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 16.4 auf 109.0 MW sehr stark zugenommen hat. Die Entwicklung der verschiedenen Einsatzgebiete ist ebenfalls ersichtlich.

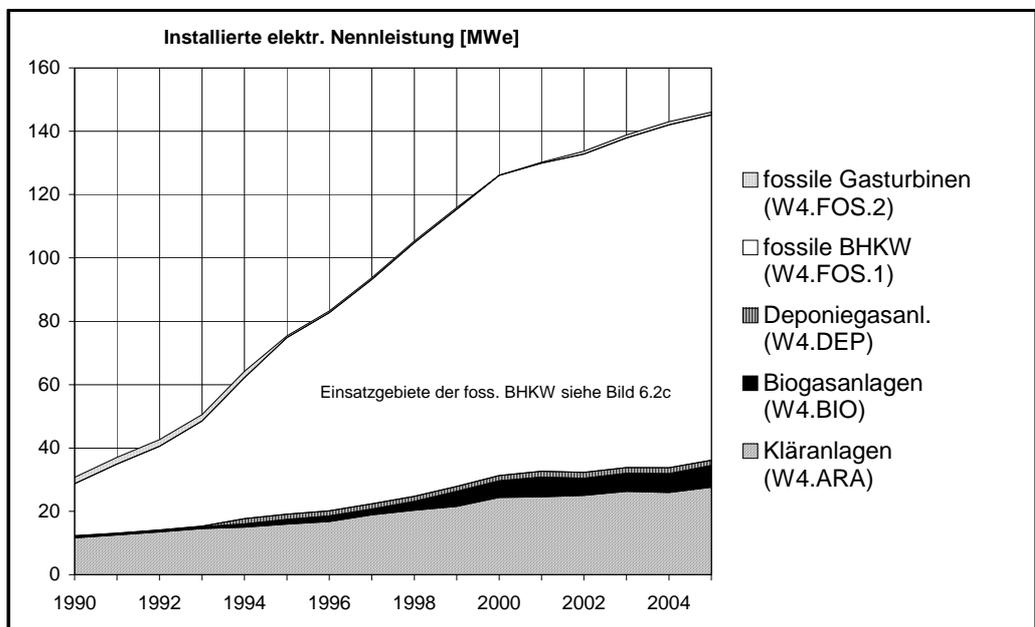
Werden nur die im Jahre 2005 neuinstallierten Klein-WKK-Anlagen bezüglich elektrischer Leistung betrachtet, so sind die BHKW in Kläranlagen mit 34 % führend (siehe Bild 6.2d).

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

Anlagekategorie Einsatzgebiete	Aggregate		El. Leistung		Veränd. 2005*		Neuinst. 2005**	
	Anz.	%	MWe	%	MWe	%	MWe	%
<b>W4 Stromproduz. Klein-WKK-Anl.</b>	<b>1'369</b>	<b>96%</b>	<b>146.1</b>	<b>100%</b>	<b>3.08</b>	<b>100%</b>	<b>6.27</b>	<b>100%</b>
W4.ARA.1 Kläranlagen mit BHKW	415	29%	27.6	19%	1.62	53%	2.16	34%
W4.ARA.2 Kläranlagen mit Gasturbinen	0	0%	0.0	0%	0.00	0%	0.00	0%
W4.BIO.1 Biogasanlagen Landwirtschaft	54	4%	2.8	2%	0.50	16%	0.50	8%
W4.BIO.2 Biogasanlagen Gewerbe u. Industrie	27	2%	4.1	3%	0.46	15%	0.30	5%
W4.DEP Deponiegas-WKK-Anlagen	4	0%	1.6	1%	-0.18	-6%	0.00	0%
W4.FOS.1 fossile BHKW	859	60%	109.0	75%	0.67	22%	3.30	53%
Bürogebäude (inkl. Banken)	108	8%	16.7	11%	-0.05	-2%	0.24	4%
Wärmeverbund (gemischte Nutzung)	62	4%	15.7	11%	0.00	0%	0.00	0%
Schulen, Sportanlagen	113	8%	12.2	8%	0.41	13%	0.43	7%
Wohngebäude	216	15%	13.2	9%	0.08	3%	0.41	7%
Gewerbe und Industrie	145	10%	26.9	18%	-0.10	-3%	1.39	22%
Spitäler, Heime	88	6%	11.7	8%	0.49	16%	0.61	10%
andere (und unbekannt)	127	9%	12.6	9%	-0.14	-5%	0.23	4%
W4.FOS.2 fossile Gasturbinen < 1 MWe	10	1%	1.0	1%	0.00	0%	0.00	0%
<b>W5 Nicht stromprod. Klein-WKK-Anl.</b>	<b>53</b>	<b>4%</b>	<b>0.0</b>	<b>0%</b>	<b>0.0</b>	<b>0%</b>	<b>0.0</b>	<b>0%</b>
Bürogebäude (inkl. Banken)	7	0%						
Wärmeverbund (gemischte Nutzung)	2	0%						
Schulen, Sportanlagen	15	1%						
Wohngebäude	9	1%						
Gewerbe und Industrie	2	0%						
Spitäler, Heime	5	0%						
andere	13	1%						
<b>W4+W5 Total alle Klein-WKK-Anlagen</b>	<b>1'422</b>	<b>100%</b>	<b>146.1</b>	<b>100%</b>	<b>3.1</b>	<b>100%</b>	<b>6.3</b>	<b>100%</b>

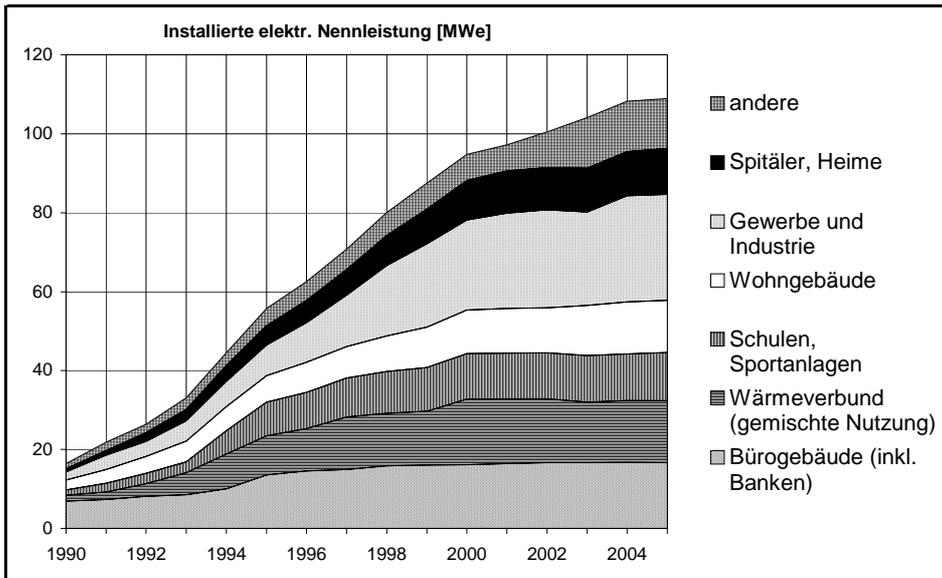
G:\2006\1010\KW-Ausw[Einsge2005.xls]Anhang D.2f Ber1

**Tabelle 6.2a** Anzahl Klein-WKK-Aggregate und elektrische Nennleistungen nach Anlagekategorien und Einsatzgebieten per 31.12.2005

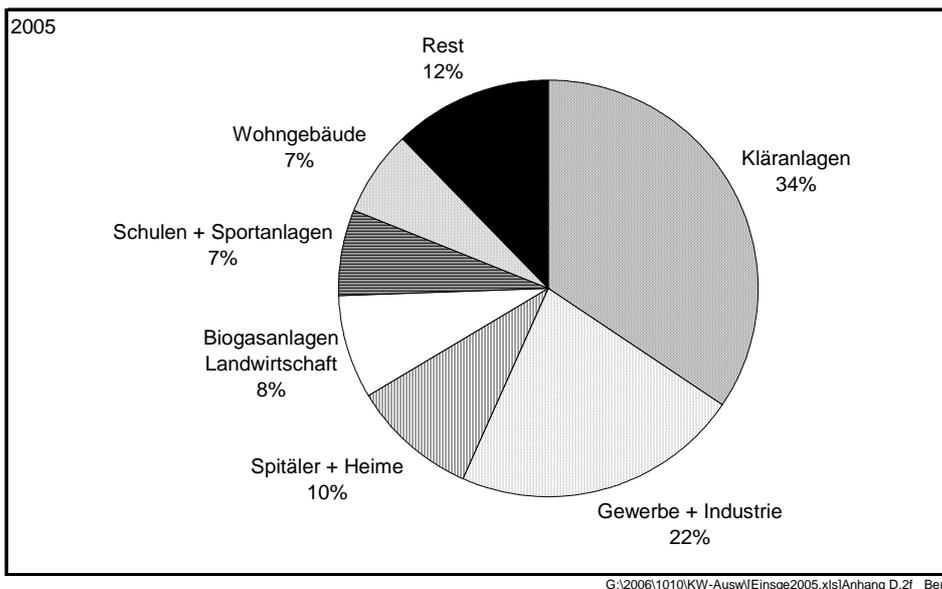


G:\2006\1010\KW-Ausw[Einsge2005.xls]Anhang D.2f Ber2

**Bild 6.2b** Entwicklung der elektrischen Nennleistungen der Klein-WKK-Anlagen nach Anlagekategorien



**Bild 6.2c** Entwicklung der elektrischen Nennleistungen fossiler BHKW nach Einsatzgebieten



**Bild 6.2d** Neuinstallierte Klein-WKK-Leistung nach Einsatzgebieten (Jahr 2005)

### 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.

78 % der in Kläranlagen installierten BHKW-Leistung war Ende 2005 mit Magermotoren ausgerüstet. In Bild 6.3b 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.

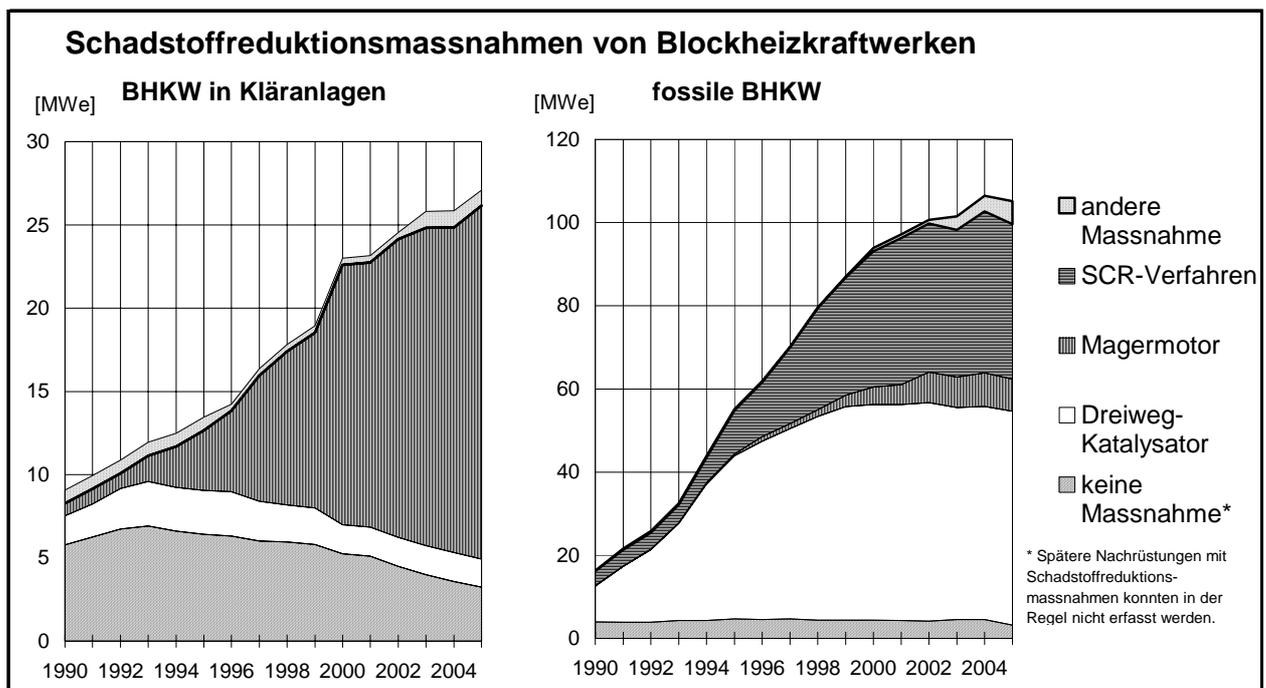
Bei fossilen BHKW sind weiterhin Anlagen mit geregelterm Dreiweg-Katalysator am häufigsten (49 % Ende 2005). Ab 1993 haben Anlagen, welche mit dem SCR-Verfahren ausgerüstet wurden, stark zugenommen. Ende 2005 betrug der leistungsmässige Anteil dieser Anlagen bereits 35 %. Bei der "Selektiv Katalytischen 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	%
<b>W4.ARA.1a</b>	<b>BHKW in Kläranlagen</b>	<b>412</b>	<b>100%</b>	<b>27.1</b>	<b>100%</b>
	keine Massnahme*	145	35%	3.2	12%
	geregelter Dreiweg-Katalysator	24	6%	1.7	6%
	Magermotor	240	58%	21.2	78%
	SCR-Verfahren	0	0%	0.0	0%
	andere	3	1%	0.9	3%
<b>W5.FOS.1a</b>	<b>fossile BHKW</b>	<b>847</b>	<b>100%</b>	<b>105.2</b>	<b>100%</b>
	keine Massnahme*	65	8%	3.2	3%
	geregelter Dreiweg-Katalysator	450	53%	51.4	49%
	Magermotor	181	21%	7.7	7%
	SCR-Verfahren	109	13%	37.3	35%
	andere	42	5%	5.6	5%

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

G:\2006\1010\KW-Ausw[Schadr2005.xls]Auswert Ber1

Tabelle 6.3a Übersicht über die Schadstoffreduktionsmassnahmen von Blockheizkraftwerken Ende 2005



G:\2006\1010\KW-Ausw[Schadr2005.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 weiter auf nur ein Aggregat im Jahr 2005.

### 6.4.1 Lieferanten

Die Tabellen 6.4a und 6.4b geben einen Überblick über die Lieferanten der 2000 bis 2005 in der Schweiz in Betrieb genommenen Klein-WKK-Aggregate für den stationären Betrieb. Nicht enthalten sind Notstromanlagen. Im Jahre 2005 dienten rund 30% der neu installierten Aggregate als Ersatz innerhalb der gleichen Anlage. Dieser Ersatzanteil hat sich in den letzten drei Jahren auf hohem Niveau konstant gehalten. Im September 2005 meldete die MENAG Energie AG Konkurs an. Neu trat die Etaone Swiss AG im Januar 2006 in den BHKW-Markt.

Lieferant	Anzahl in Betrieb genommene Aggregate								Total 2000-2005	
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2005			
ABB Energie Services Schweiz, Zürich	0	6	11	0	0	0	0%	17	4%	
AKSA Würenlos AG, Würenlos	1	1	0	1	4	1	2%	8	2%	
Avesco AG, Langenthal	9	4	2	5	3	5	8%	28	6%	
BHKW Energie-Service AG, Kronbühl	17	7	10	14	6	10	16%	64	15%	
Daimler Chrysler Schweiz AG, Schlieren	0	0	1	1	1	0	0%	3	1%	
DISPOTECH GmbH, Oerlingen	4	3	9	9	0	0	0%	25	6%	
Genesys GmbH (ehem. Böhni), Frauenfeld	1	4	0	3	4	3	5%	15	3%	
IWK Integrierte Wärme und Kraft AG, Sarnen	5	2	3	6	1	7	11%	24	6%	
MENAG Energie AG, Niederdorf	27	12	17	15	14	7	11%	92	21%	
Meyer AG, Rothenburg	0	0	0	0	0	1	2%	1	0%	
NoNOx SOWAR AG, Obfelden	8	4	0	0	0	1	2%	13	3%	
Royce & Partners SA, Le Mont-Pèlerin	5	3	11	7	16	13	21%	55	13%	
Sulzer Hexis AG, Winterthur	0	0	3	5	0	0	0%	8	2%	
Vaillant Schweiz GmbH, Dietikon	0	0	0	0	0	1	2%	1	0%	
Verdesis Suisse SA, Aarau	0	0	0	1	2	2	3%	5	1%	
Vescal SA, Vevey	14	13	11	9	9	11	18%	67	15%	
andere Lieferanten	3	0	1	3	0	0	0%	7	2%	
<b>TOTAL</b>	94	59	79	79	60	62		433		
Anteil der Aggregate, welche ältere ersetzen*	23%	13%	19%	29%	32%	30%		24%		

\* Ersatz für stillgelegte Aggregate innerhalb der gleichen Anlage

G:\2006\1010\KW-Ausw[Lieferanten.xls]Auswert Ber1

**Tabelle 6.4a In Betrieb genommene Motoren und Brennstoffzellen 2000 bis 2005.**

(Kat. T3, W4, W5)

### 6.4.2 Technologien

Die seit 1996 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 2005 wurde schweizweit eine Leistung von 6.33 MWe neu installiert (62 Aggregate). Der Leistungszuwachs hat sich ge-

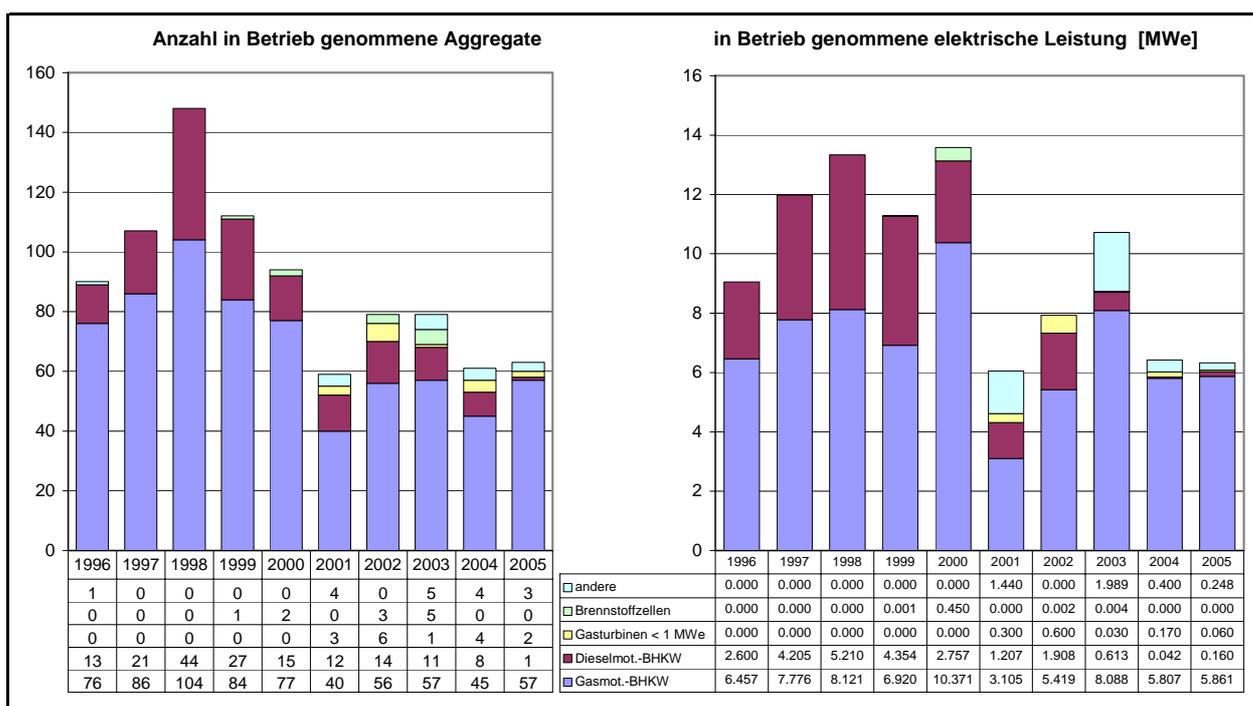
genüber dem Vorjahr kaum verändert. Abgesehen vom erhöhten Zuwachs im Jahr 2003 aufgrund der Gasentspannungsanlage in Arlesheim verharrt er seit 2001 auf tiefem Niveau. Dies dürfte sich für die mit hohen Investitionskosten verbundene WKK-Technologie bei weiterhin relativ tiefen Rückvergütungstarifen für WKK-Strom und tendenziell ansteigenden Brennstoffpreisen in naher Zukunft nicht ändern.

Lieferant	Installierte elektrische Leistung [MW]							Total 2000-2005	
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2005		
ABB Energie Services Schweiz, Zürich	0.000	1.220	2.460	0.000	0.000	0.000	0%	<b>3.680</b>	<b>7%</b>
AKSA Würenlos AG, Würenlos	0.115	0.160	0.000	0.115	0.470	0.300	5%	<b>1.160</b>	<b>2%</b>
Avesco AG, Langenthal	1.660	0.505	0.180	1.433	3.300	0.735	12%	<b>7.813</b>	<b>15%</b>
BHKW Energie-Service AG, Kronbühl	0.293	0.194	0.625	0.330	0.158	0.363	6%	<b>1.963</b>	<b>4%</b>
Daimler Chrysler Schweiz AG, Schlieren	0.000	0.000	0.150	0.560	0.080	0.000	0%	<b>0.790</b>	<b>2%</b>
DISPOTECH GmbH, Oerlingen	0.019	0.014	0.042	0.042	0.000	0.000	0%	<b>0.117</b>	<b>0%</b>
Genesys GmbH (ehem. Böhni), Frauenfeld	0.055	0.265	0.000	0.230	0.400	0.280	4%	<b>1.230</b>	<b>2%</b>
IWK Integrierte Wärme und Kraft AG, Sarnen	2.517	1.081	2.597	3.239	0.330	2.418	38%	<b>12.182</b>	<b>24%</b>
MENAG Energie AG, Niederdorf	5.364	1.372	1.703	2.862	1.270	1.635	26%	<b>14.206</b>	<b>28%</b>
Meyer AG, Rothenburg	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.100	2%	<b>0.100</b>	<b>0%</b>
NoNOx SOWAR AG, Obfelden	2.920	1.120	0.000	0.000	0.000	0.160	3%	<b>4.200</b>	<b>8%</b>
Royce & Partners SA, Le Mont-Pèlerin	0.096	0.054	0.087	0.052	0.274	0.219	3%	<b>0.781</b>	<b>2%</b>
Sulzer Hexis AG, Winterthur	0.000	0.000	0.002	0.004	0.000	0.000	0%	<b>0.006</b>	<b>0%</b>
Vaillant Schweiz GmbH, Dietikon	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.005	0%	<b>0.005</b>	<b>0%</b>
Verdesis Suisse SA, Aarau	0.000	0.000	0.000	0.030	0.090	0.060	1%	<b>0.180</b>	<b>0%</b>
Vescal SA, Vevey	0.075	0.067	0.058	0.047	0.047	0.055	1%	<b>0.348</b>	<b>1%</b>
andere Lieferanten	0.465	0.000	0.025	1.779	0.000	0.000	0%	<b>2.269</b>	<b>4%</b>
<b>TOTAL</b>	<b>13.578</b>	<b>6.052</b>	<b>7.929</b>	<b>10.724</b>	<b>6.419</b>	<b>6.329</b>		<b>51.031</b>	
Anteil der ersetzten elektrischen Leistung*	8%	9%	9%	19%	13%	18%		<b>12%</b>	

\*Ersatz für stillgelegte Aggregate innerhalb der gleichen Anlage

G:\2006\1010KW-Ausw[Lieferanten.xls]Auswert Ber3

**Tabelle 6.4b Elektrische Nennleistung der 2000 bis 2005 in Betrieb genommenen Motoren und Brennstoffzellen** (Kat. T3, W4, W5)



G:\2006\1010KW-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

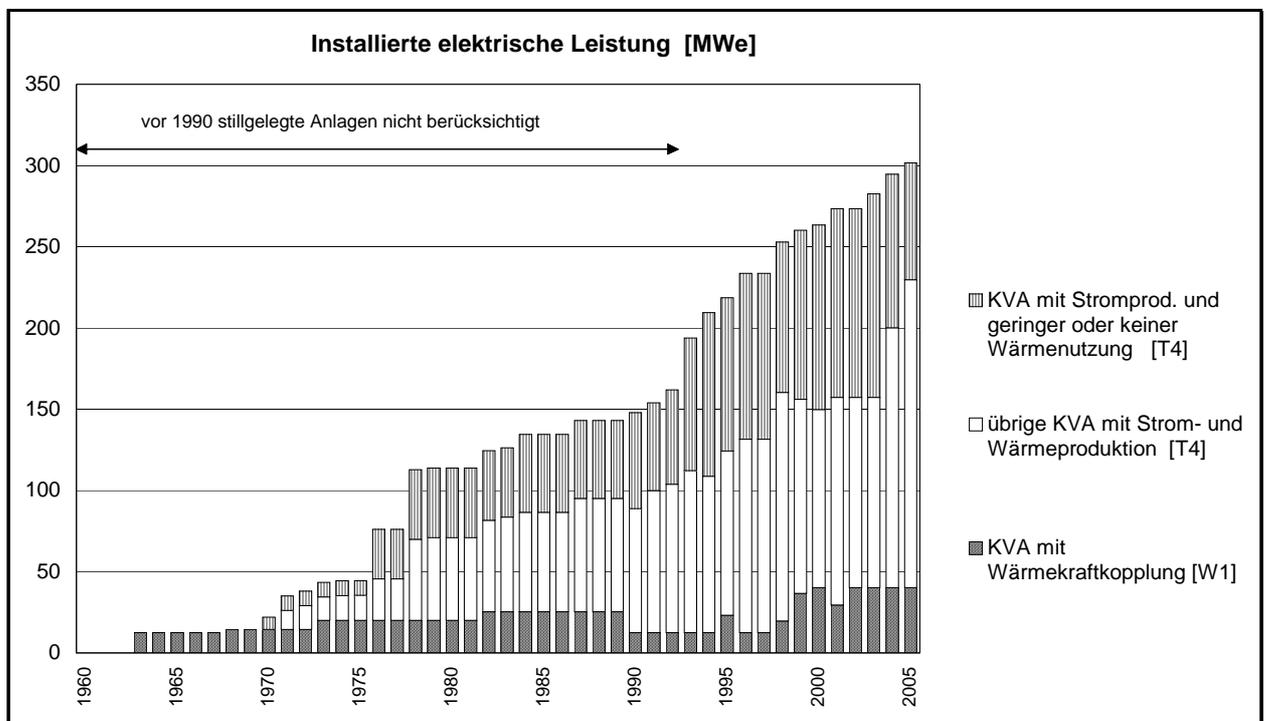
In diesem Kapitel werden zwei Anlagegruppen näher untersucht, bei denen jeweils nur einzelne Anlagen die WKK-Kriterien gemäss Kapitel 2.3 erfüllen. Es handelt sich um Kehrichtverbrennungsanlagen (Kat. T4 und W1) sowie um Deponiegasanlagen (Kat. T3 und W4.DEF).

### 7.1 Kehrichtverbrennungsanlagen (KVA)

Ende 2005 waren in der Schweiz 29 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 2005 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 Dampfturbine in Betrieb genommen.

In den 29 schweizerischen Kehrichtverbrennungsanlagen werden beachtliche Energiemengen genutzt (2005: 1'603 GWh Strom und 2'920 GWh Wärme).

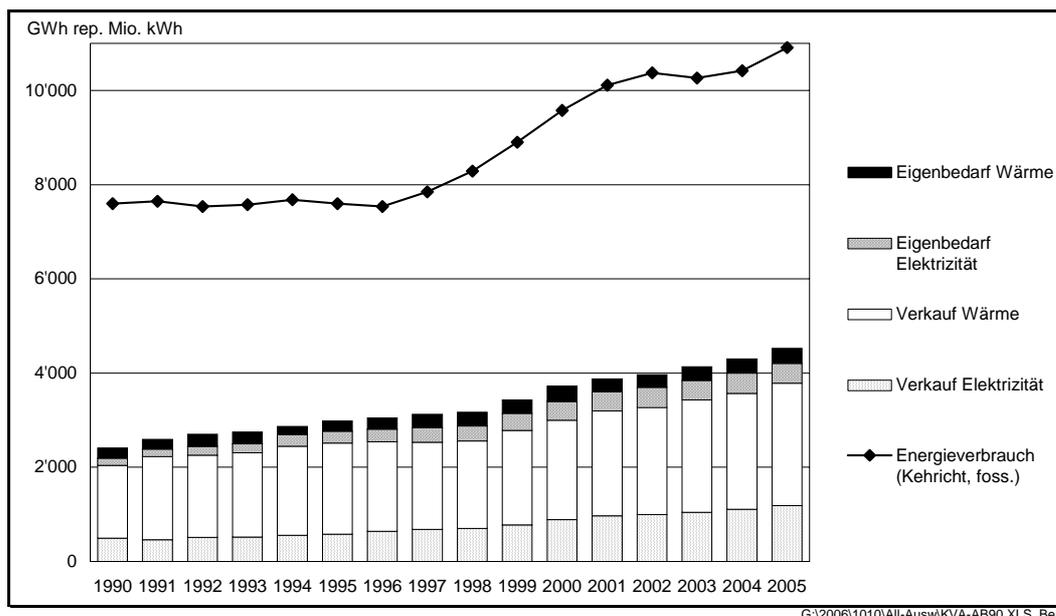


G:\2006\1010\All-Ausw[LE4-AB60-V2.XLS]Anhang E.1a Ber3

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.



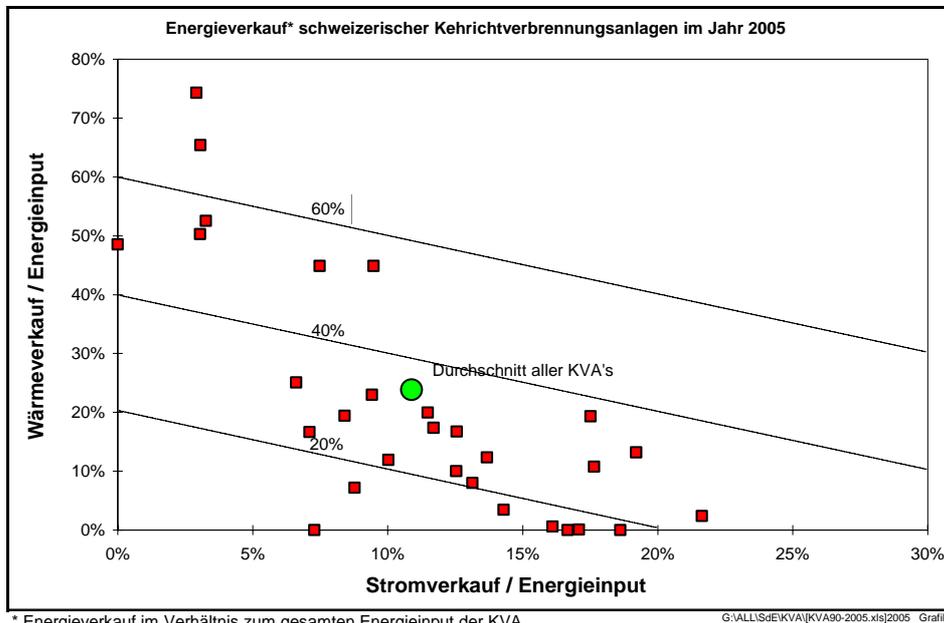
**Bild 7.1b** Energieverbrauch sowie Eigenbedarf resp. Verkauf von selbstproduzierter Elektrizität und Wärme aller KVA in der Schweiz

	1990	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Install. elektr. Nennleistung (1) MWe	148.0	233.7	252.9	260.2	263.5	273.3	273.3	282.6	294.6	301.6
Endenergieverbrauch Total (2) GWh	7'596	7'846	8'287	8'904	9'577	10'116	10'373	10'262	10'419	10'911
- davon Kehricht GWh	7'496	7'649	8'081	8'687	9'390	9'934	10'212	10'089	10'253	10'747
- davon fossile Energien GWh	100	197	204	204	178	176	157	163	154	152
Elektrizitätsproduktion (3) GWh	644	987	1'025	1'134	1'284	1'371	1'426	1'456	1'538	1'603
- davon Anteil Eigenbedarf %	23%	31%	31%	32%	31%	29%	30%	28%	28%	26%
Genutzte Wärmeproduktion (4) GWh	1'765	2'136	2'142	2'297	2'440	2'508	2'541	2'675	2'763	2'920
- davon Anteil Eigenbedarf %	12%	13%	13%	12%	13%	11%	11%	11%	11%	11%
Jahresnutzungsgrad $[(3+4)/2]$	32%	40%	38%	39%	39%	38%	38%	40%	41%	41%
Vollbetriebsd. Stromprod. $[(3+4)/2]$	4'350	4'220	4'050	4'360	4'870	5'020	5'220	5'150	5'220	5'320

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

Im Jahr 2005 wurde 26 % der Stromproduktion von 1'603 GWh zur Deckung des Eigenbedarfs der KVA verwendet. Von der gesamthaft genutzten Wärmeproduktion von 2'920 GWh dienten rund 11 % für die Deckung des Wärmebedarfs der KVA. Die restlichen 89 %, d.h. 2'599 GWh Wärmeenergie, haben die KVA im Jahre 2005 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 2005 in Form von Wärme oder Elektrizität an Dritte verkauft haben.



**Bild 7.1d** Energieverkaufs-Benchmark schweizerischer KVA's (Jahr 2005)

## 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 16 Deponiegasmotoren in 10 Anlagen zur Elektrizitätsproduktion in Betrieb (2004: 17 Motoren in 11 Anlagen).

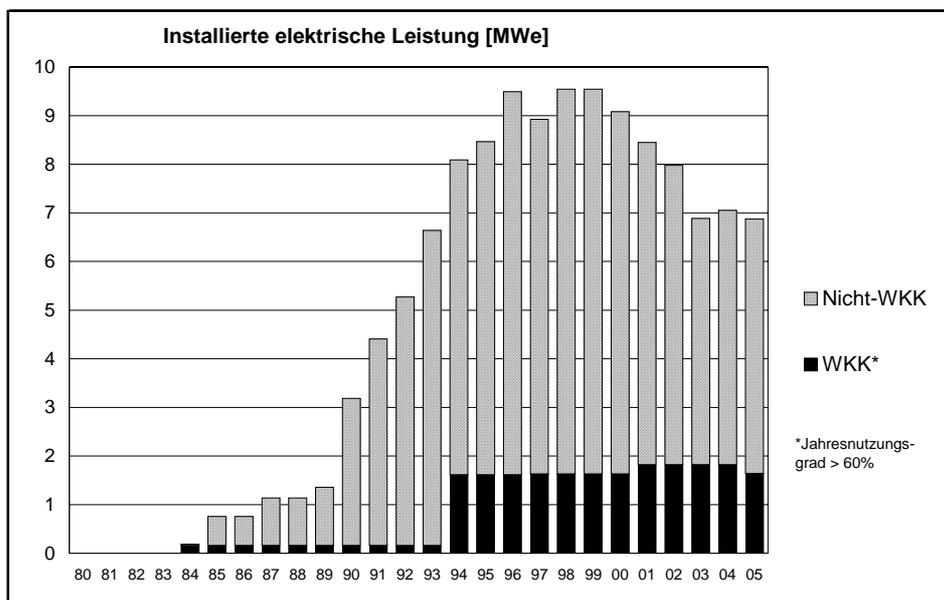
Da diese mit Deponiegas betriebenen Motoren in der Regel weit entfernt von potentiellen Wärmeabnehmern aufgestellt werden müssen, kann der grösste Teil der anfallenden Motorenabwärme nicht genutzt werden. Aus diesem Grund erreichen die meisten Deponiegasmotoren Gesamtnutzungsgrade von weniger als 60 % und können daher nicht als WKK-Anlagen bezeichnet werden (siehe Punkt 2.3). Es sind nur vier (2004: fünf) mit Deponiegas betriebene Motoren in den Auswertungen über Klein-WKK-Anlagen enthalten (Kat. W4.DEP).

Ende 2005 wurde in 10 schweizerischen Abfalldeponien Deponiegas energetisch genutzt. In zwei Fällen wurde dieses Gas ausschliesslich in Heizkesseln zur Wärmeproduktion genutzt (siehe Anhang E.2d). Bei den restlichen 8 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 (2005: 6.9 MWe).

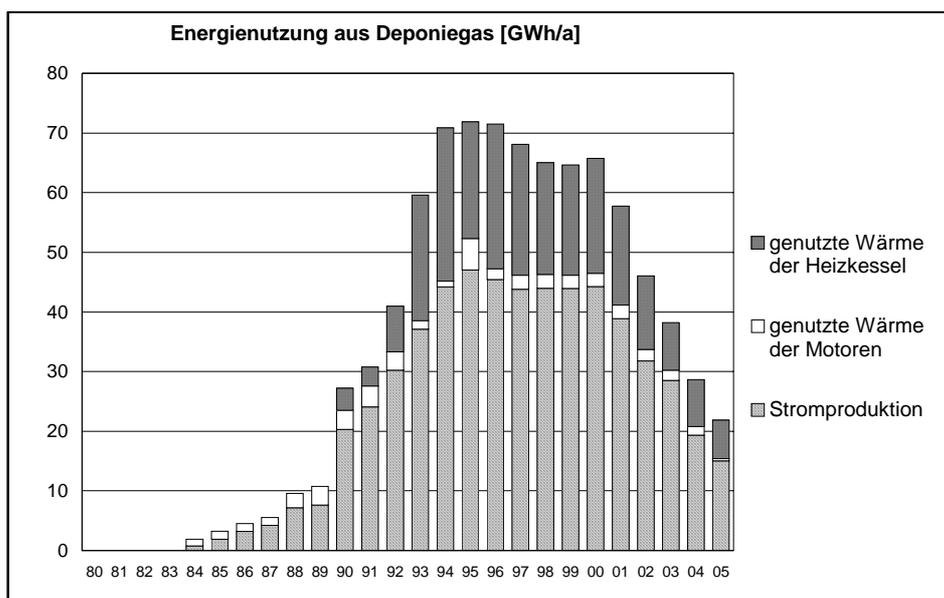
Die Deponiegasnutzung in der Schweiz hat in der ersten Hälfte der neunziger Jahre stark zugenommen, ist jedoch seit Beginn des neuen Jahrtausends stark rückläufig.

2005 wurde 49.2 GWh Deponiegas zum Antrieb der 16 Motoren eingesetzt. Damit konnte 15.0 GWh Elektrizität erzeugt werden (siehe Bild 7.2b). Die in der Klein-WKK-Statistik berücksichtigten vier Deponiegasmotoren mit einem Gesamtnutzungsgrad über 60 % erzeugten nach stetigem Rückgang der Stromproduktion im Jahr 2005 keine Elektrizität mehr aus Deponiegas (s. Anhang E.2b). Stattdessen wurden die verbleibenden vier Deponie-Gasmotoren mit einer installierten elektrischen Leistung von 1.6 MW aus betrieblichen Gründen ausschliesslich mit Erdgas betrieben.

Insgesamt wurde im Jahre 2005 0.4 GWh Motorenabwärme aller 16 Motoren für Heizzwecke genutzt. 7.6 GWh Deponiegas wurden in Heizkesseln zur Produktion von 6.5 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 - 2005**

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 2005**

Anhang A.2 (S. 52)

Aufteilung der thermischen Stromproduktion des Jahres 2005 nach Energieträgern

### **A.3 Bruttoenergieverbrauch der Anlagen mit thermischem Stromverbrauch 2005**

Anhang A.3 (S. 53)

Gesamter Bruttoenergieverbrauch des Jahres 2005 der Anlagen mit thermischer Stromproduktion (für Strom- und Wärmeproduktion)

### **A.4 Bruttoenergieverbrauch für die thermische Stromproduktion 2005**

Anhang A.4 (S. 54)

Bruttoenergieverbrauch des Jahres 2005 für die Stromproduktion, d.h. exkl. Bruttoenergieverbrauch für die Wärmeproduktion der gleichen Anlagen

### Anzahl Anlagen ab 1990

Anlagekategorien		Anzahl Anlagen													Kommentare		
		1990	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005				
Thermische Stromproduktion (Kap. 3)	Wärmekraftkopplung (Kap. 4)	<b>T1 div. therm. Stromerzeuger</b>	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	ganz grobe Schätzung	
		<b>T2 Vouvry (öltherm. Kraftwerk)</b>	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	Stillegung 30.9.1999	
		<b>T3 Deponiegasverstromung</b>	4	8	8	8	9	9	9	7	7	7	7	7	7		
		<b>T4 KVA ohne WKK</b>	21	23	25	25	25	24	24	25	24	24	25	25	25	nur KVA's mit Stromproduktion	
	Wärmekraftkopplung (Kap. 4)	Gross-WKK (Kap. 5)	<b>W1 KVA mit WKK</b>	1	2	1	1	2	3	3	2	3	3	3	3		
			<b>W2 Industrie</b>	21	22	22	23	24	24	23	23	22	22	22	21		
			W2.15 Nahrungsmittelindustrie (NOGA 15)	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
			W2.20 Verarbeitung von Holz (NOGA 20)	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	
			W2.21 Papierindustrie (NOGA 21)	10	11	11	11	12	12	11	11	11	11	10	10	10	
			W2.23 Mineralölverarbeitung (NOGA 23)	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	6	6	6	6	6	
			W2.26 Nichtmet. Mineralien (NOGA 26)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
		<b>W3 Fernheizkraftwerke u.a.</b>	4	4	5	5	6	7	8	8	10	10	9	9	9		
		Klein-WKK (Kap. 6)	<b>W4 stromprod. Klein-WKK</b>	275	569	631	698	789	853	896	931	970	997	1'021	1'033		
			W4.ARA.1 Kläranlagen mit BHKW	153	229	242	255	261	275	281	287	290	293	291	292		
			W4.ARA.2 Kläranlagen mit Gasturbinen	2	2	2	2	2	2	1	1	0	0	0	0	0	
			W4.BIO.1 Biogasanlagen Landwirtschaft	25	27	29	30	31	31	32	35	34	34	39	45		
			W4.BIO.2 Biogasanlagen Gewerbe u. Industrie	0	6	7	8	10	13	16	18	18	17	16	17	1	1 Anlage nur Erdgas-betrieben
			W4.DEP Deponiegas-WKK-Anlagen	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	ab 95 vorw. mit Erdgas betrieben
W4.FOS.1 fossile BHKW	91		302	348	400	482	529	564	585	619	644	665	670		Feingliederung siehe Kap. 6.2		
W4.FOS.2 fossile Gasturbinen < 1 MWe	2	1	1	1	1	1	0	3	7	7	8	8					
<b>W5 nicht stromprod. Klein-WKK</b>	56	58	56	56	56	55	53	52	51	50	50	49					
<b>Total</b>	<b>Anz. therm. Stromproduzenten</b>	<b>347</b>	<b>649</b>	<b>713</b>	<b>781</b>	<b>876</b>	<b>940</b>	<b>983</b>	<b>1'016</b>	<b>1'056</b>	<b>1'083</b>	<b>1'107</b>	<b>1'118</b>	(Total exkl. Kat. W5)			
Subtotal	W1-W4 Wärmekraftkopplung (WKK)	301	597	659	727	821	887	930	964	1'005	1'032	1'055	1'066				
Subtotal	W1-W3 Gross-WKK	26	28	28	29	32	34	34	33	35	35	34	33				
Subtotal	W4+W5 Klein-WKK	331	627	687	754	845	908	949	983	1'021	1'047	1'071	1'082				
Anteil	W1-W4 Wärmekraftkopplung (WKK)	87%	92%	92%	93%	94%	94%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	Anteil am Total der therm. Produz.			
Anteil	W1-W3 Gross-WKK	7%	4%	4%	4%	4%	4%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	Anteil am Total der therm. Produz.			
Anteil	W4+W5 Klein-WKK	95%	97%	96%	97%	96%	97%	97%	97%	97%	97%	97%	97%	Anteil am Total der therm. Produz.			

## Elektrische Nennleistungen ab 1990

Anlagekategorien		Elektrische Nennleistungen [MWe]													Kommentare				
		Nr.	Bezeichnung	1990	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004		2005			
Thermische Stromproduktion (Kap. 3)	Wärmekraftkopplung (Kap. 4)	Gross-WKK (Kap. 5)	<b>T1</b>	<b>div. therm. Stromerzeuger</b>	75.0	75.0	75.0	75.0	75.0	75.0	75.0	75.0	75.0	75.0	75.0	75.0	grobe Schätzung		
			<b>T2</b>	<b>Vouvry (öltherm. Kraftwerk)</b>	284.0	284.0	284.0	284.0	284.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	Stilllegung 30.9.1999	
			<b>T3</b>	<b>Deponiegasverstromung</b>	3.0	6.9	7.9	7.3	7.9	7.9	7.5	6.6	6.2	5.1	5.2	5.2			
			<b>T4</b>	<b>KVA ohne WKK</b>	135.6	195.5	221.3	221.3	233.2	223.5	223.3	243.9	233.1	242.4	254.4	261.4			
	Wärmekraftkopplung (Kap. 4)	Gross-WKK (Kap. 5)	<b>W1</b>	<b>KVA mit WKK</b>	12.4	23.2	12.4	12.4	19.7	36.7	40.2	29.4	40.2	40.2	40.2	40.2			
			<b>W2</b>	<b>Industrie</b>	186.5	218.8	218.9	248.4	249.9	249.9	248.1	248.1	246.2	246.2	237.4	238.6			
			W2.15	Nahrungsmittelindustrie (NOGA 15)	xxx	xxx	xxx	xxx											
			W2.20	Verarbeitung von Holz (NOGA 20)	xxx	xxx	xxx	xxx											
			W2.21	Papierindustrie (NOGA 21)	45.1	77.3	77.5	81.6	83.1	83.1	81.2	81.2	81.2	81.2	70.9	70.9			
			W2.23	Mineralölverarbeitung (NOGA 23)	xxx	xxx	xxx	xxx											
			W2.24	Chemische Industrie (NOGA 24)	107.1	107.2	107.2	107.2	107.2	107.2	107.2	107.2	105.6	105.6	105.6	106.9			
			W2.26	Nichtmet. Mineralien (NOGA 26)	xxx	xxx	xxx	xxx											
			<b>W3</b>	<b>Fernheizkraftwerke u.a.</b>	43.3	68.0	68.7	68.7	69.0	69.3	74.5	74.5	77.7	84.7	62.7	62.7			
			<b>W4</b>	<b>stromprod. Klein-WKK</b>	30.6	75.4	83.2	93.7	105.4	115.9	126.0	130.2	133.7	138.8	143.0	146.1			
			W4.ARA.1	Kläranlagen mit BHKW	9.4	13.7	14.5	16.6	18.1	19.3	23.5	23.6	25.0	26.3	25.9	27.6			
			W4.ARA.2	Kläranlagen mit Gasturbinen	xxx	xxx	xxx	xxx											
			W4.BIO.1	Biogasanlagen Landwirtschaft	0.4	0.4	0.5	0.5	0.7	0.8	0.9	1.1	1.5	1.6	2.3	2.8			
			W4.BIO.2	Biogasanlagen Gewerbe u. Industrie	xxx	1.0	1.3	1.4	2.1	3.9	4.4	5.1	4.0	4.0	3.6	4.1	1 Anl. seit 2002 mit Erdgas betr.		
			W4.DEP	Deponiegas-WKK-Anlagen	xxx	xxx	xxx	ab 95 vorw. mit Erdgas betrieben											
W4.FOS.1	fossile BHKW	16.3	55.8	62.5	70.8	80.1	87.5	94.8	97.2	100.5	104.2	108.3	109.0	Feingliederung siehe Kap. 6.2					
W4.FOS.2	fossile Gasturbinen < 1 MWe	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	0.3	0.9	0.9	1.0	1.0						
<b>W5</b>	<b>nicht stromprod. Klein-WKK</b>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0						
<b>Total</b>	<b>el. Leist. aller therm. Stromproduz.</b>	<b>770.4</b>	<b>946.8</b>	<b>971.4</b>	<b>1'011</b>	<b>1'044</b>	<b>778.3</b>	<b>794.6</b>	<b>807.8</b>	<b>812.0</b>	<b>832.5</b>	<b>818.0</b>	<b>829.3</b>						
Subtotal	W1-W4 Wärmekraftkopplung (WKK)	272.8	385.4	383.3	423.2	444.0	471.8	488.9	482.2	497.8	510.0	483.3	487.6						
Subtotal	W1-W3 Gross-WKK	242.2	310.0	300.0	329.5	338.6	355.9	362.8	352.0	364.1	371.2	340.3	341.6						
Subtotal	W4 Klein-WKK	30.6	75.4	83.2	93.7	105.4	115.9	126.0	130.2	133.7	138.8	143.0	146.1						
Anteil	W1-W4 Wärmekraftkopplung (WKK)	35%	41%	39%	42%	43%	61%	62%	60%	61%	61%	59%	59%	Anteil am Total der therm. Produz.					
Anteil	W1-W3 Gross-WKK	31%	33%	31%	33%	32%	46%	46%	44%	45%	45%	42%	41%	Anteil am Total der therm. Produz.					
Anteil	W4 Klein-WKK	4%	8%	9%	9%	10%	15%	16%	16%	16%	17%	17%	18%	Anteil am Total der therm. Produz.					

Stand: 14.09.2006

xxx =&gt; aus Datenschutzgründen keine Anzeige von Werten bei weniger als 3 Anlagen

G:\2006\1010\All-Ausw[Anhang-A1.xls]Bericht2 Ber2

### Stromproduktion ab 1990

Anlagekategorien		Stromproduktion [GWh/a]													Kommentare
		1990	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005		
Thermische Stromproduktion (Kap. 3)	Wärmekraftkopplung (Kap. 4)	<b>T1 div. therm. Stromerzeuger</b>	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
		<b>T2 Vouvry (öltherm. Kraftwerk)</b>	227.0	202.0	132.0	112.0	436.0	84.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	Stillegung 30.9.1999
		<b>T3 Deponiegasverstromung</b>	19.6	44.6	45.0	43.2	43.3	43.1	43.5	38.2	31.2	28.0	18.9	15.0	
		<b>T4 KVA ohne WKK</b>	611.9	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	1'494.6	
	Gross-WKK (Kap. 5)	<b>W1 KVA mit WKK</b>	31.9	63.2	32.7	31.0	46.6	82.4	107.9	79.4	103.7	105.7	101.1	108.7	
		<b>W2 Industrie</b>	451.5	698.6	696.0	830.6	947.3	994.4	916.4	882.9	897.4	875.1	861.5	801.6	
		W2.15 Nahrungsmittelindustrie (NOGA 15)	xxx	xxx	xxx										
		W2.20 Verarbeitung von Holz (NOGA 20)	xxx	xxx	xxx										
		W2.21 Papierindustrie (NOGA 21)	187.5	404.8	393.2	416.3	436.4	464.9	439.0	420.8	439.7	448.2	413.7	346.2	
		W2.23 Mineralölverarbeitung (NOGA 23)	xxx	xxx	xxx										
		W2.24 Chemische Industrie (NOGA 24)	204.7	167.7	176.5	178.6	188.8	198.4	179.7	156.1	156.4	149.5	181.6	187.2	
		W2.26 Nichtmet. Mineralien (NOGA 26)	xxx	xxx	xxx										
		<b>W3 Fernheizkraftwerke u.a.</b>	83.0	127.7	244.5	192.8	128.9	119.1	101.9	109.3	109.5	157.1	148.3	144.9	
		<b>W4 stromprod. Klein-WKK</b>	84.5	252.2	311.5	345.7	390.0	431.3	467.2	504.4	520.4	535.3	558.4	574.6	
		W4.ARA.1 Kläranlagen mit BHKW	39.8	55.5	58.7	63.6	70.7	75.7	85.5	94.9	97.5	102.9	105.4	107.1	
W4.ARA.2 Kläranlagen mit Gasturbinen	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx		
W4.BIO.1 Biogasanlagen Landwirtschaft	1.1	1.5	1.7	1.7	2.1	2.6	3.2	3.8	4.5	5.3	6.5	9.4			
W4.BIO.2 Biogasanlagen Gewerbe u. Industrie	xxx	2.6	4.2	5.1	6.5	8.2	9.8	10.8	12.5	12.2	13.1	15.1	1 Anl. ab 2002 mit Erdgas betr.		
W4.DEP Deponiegas-WKK-Anlagen	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	ab 95 vorw. mit Erdgas betrieben		
W4.FOS.1 fossile BHKW	30.2	176.4	231.7	261.0	295.2	329.6	358.2	381.0	392.6	401.7	420.5	430.7	Feingliederung siehe Kap. 6.2		
W4.FOS.2 fossile Gasturbinen < 1 MWe	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	0.2	2.5	3.7	3.6	3.3			
<b>W5 nicht stromprod. Klein-WKK</b>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0			
<b>Total Thermische Stromproduktion</b>	<b>1'524</b>	<b>2'173</b>	<b>2'350</b>	<b>2'526</b>	<b>2'985</b>	<b>2'821</b>	<b>2'828</b>	<b>2'921</b>	<b>3'000</b>	<b>3'067</b>	<b>3'141</b>	<b>3'154</b>			
Subtotal W1-W4 Wärmekraftkopplung (WKK)	651	1'142	1'285	1'400	1'513	1'627	1'593	1'576	1'631	1'673	1'669	1'630			
Subtotal W1-W3 Gross-WKK	566	890	973	1'054	1'123	1'196	1'126	1'072	1'111	1'138	1'111	1'055			
Subtotal W4 Klein-WKK	84	252	311	346	390	431	467	504	520	535	558	575			
Anteil W1-W4 Wärmekraftkopplung (WKK)	43%	53%	55%	55%	51%	58%	56%	54%	54%	55%	53%	52%	Anteil an der ges. therm. Prod.		
Anteil W1-W3 Gross-WKK	37%	41%	41%	42%	38%	42%	40%	37%	37%	37%	35%	33%	Anteil an der ges. therm. Prod.		
Anteil W4 Klein-WKK	6%	12%	13%	14%	13%	15%	17%	17%	17%	17%	18%	18%	Anteil an der ges. therm. Prod.		
Therm. Stromprod.* gem. Elektrizitätsstatistik	1'101	1'275	1'703	1'835	2'285	2'554	2'548	2'620	2'806	2'890	2'974	3'139	Erklärungen siehe Kap. 3.2		

\* inkl. andere Kraftwerke (insb. netzgekoppelte Photovoltaikanlagen)

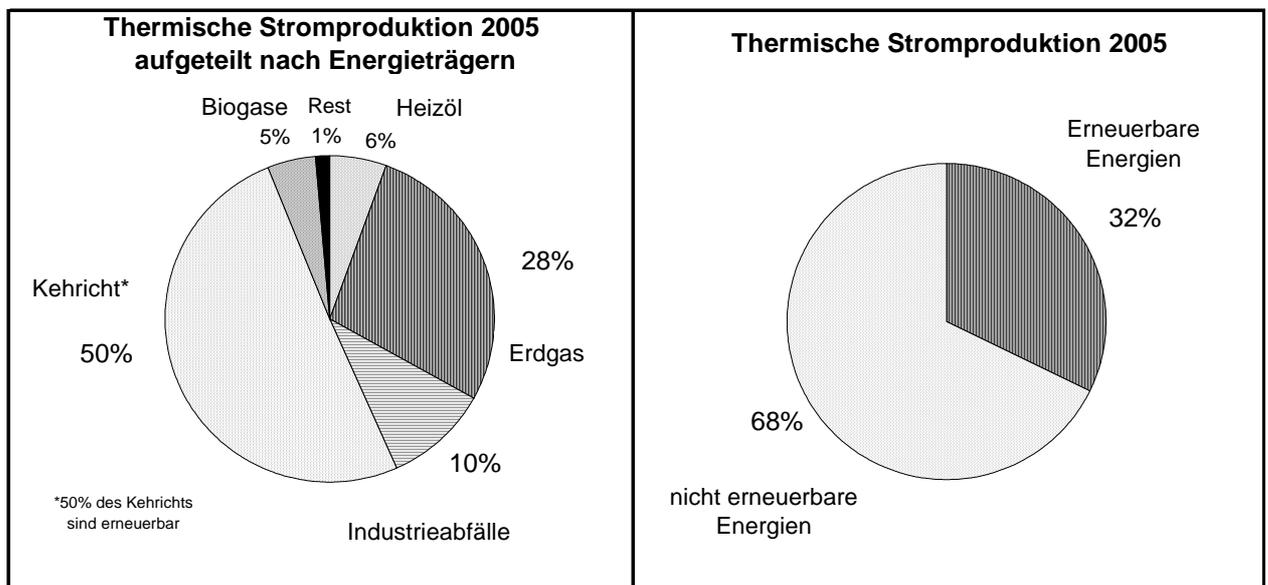
Stand: 14.09.2006

xxx => aus Datenschutzgründen keine Anzeige von Werten bei weniger als 3 Anlagen

G:\2006\1010\AI-Ausw\Anhang-A1.xls\Bericht2 Ber3

**Thermische Stromproduktion 2005 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			0.8	1.4	7.7	5.1	79.8	<b>109.9</b>	<b>3%</b>
Heizöl M&S							66.5			<b>66.5</b>	<b>2%</b>
Erdgas					3.9	5.5	387.9	120.4	352.2	<b>869.9</b>	<b>28%</b>
Propan									13.5	<b>13.5</b>	<b>0%</b>
Kohle							0.3			<b>0.3</b>	<b>0%</b>
Ind.abfälle n.erneuerb.						0.5	277.3		0.0	<b>277.8</b>	<b>9%</b>
Kehricht	50%				1488.3	101.2	5.1			<b>1594.7</b>	<b>51%</b>
Ind.abfälle erneuerb.	100%						43.2			<b>43.2</b>	<b>1%</b>
Holz	100%				1.5			2.0		<b>3.5</b>	<b>0%</b>
Restholz	100%						2.1			<b>2.1</b>	<b>0%</b>
Altholz	100%						8.6	17.4		<b>26.0</b>	<b>1%</b>
Rinde	100%						1.8			<b>1.8</b>	<b>0%</b>
Klärschlamm	100%						0.0			<b>0.0</b>	<b>0%</b>
Biogas	100%						1.0		22.6	<b>23.6</b>	<b>1%</b>
Klärgas	100%								106.2	<b>106.2</b>	<b>3%</b>
Deponiegas	100%			15.0					0.2	<b>15.2</b>	<b>0%</b>
andere Biomasse	100%										
<b>Stromproduktion Total</b>		<b>15.0</b>		<b>15.0</b>	<b>1494.6</b>	<b>108.7</b>	<b>801.6</b>	<b>144.9</b>	<b>574.6</b>	<b>3154.4</b>	<b>100%</b>
- davon erneuerbar				<b>15.0</b>	<b>745.7</b>	<b>50.6</b>	<b>59.3</b>	<b>19.4</b>	<b>129.0</b>	<b>1019.0</b>	<b>32%</b>
- davon nicht erneuerbar		<b>15.0</b>			<b>748.9</b>	<b>58.1</b>	<b>742.3</b>	<b>125.5</b>	<b>445.6</b>	<b>2135.3</b>	<b>68%</b>
Anteil der erneuerbaren Energietr.				<b>100%</b>	<b>49.9%</b>	<b>46.6%</b>	<b>7.4%</b>	<b>13.4%</b>	<b>22.5%</b>		



**Bruttoverbrauch [1] der Anlagen mit thermischer Stromprod. 2005  
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	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			4.9	21.8	83.2	29.2	234.8	<b>416.8</b>	<b>2%</b>
Heizöl M&S							630.8			<b>630.8</b>	<b>3%</b>
Erdgas (Hu)					31.6	86.2	2'971.3	455.2	1'027.0	<b>4'571.3</b>	<b>24%</b>
Propan									39.9	<b>39.9</b>	<b>0%</b>
Kohle							0.4			<b>0.4</b>	<b>0%</b>
Ind.abfälle n.erneuerb.						7.4	1'605.2		0.0	<b>1'612.6</b>	<b>8%</b>
Kehricht	50%				9'093.2	1'483.4	5.7			<b>10'582.3</b>	<b>55%</b>
Ind.abfälle erneuerb.	100%						582.8			<b>582.8</b>	<b>3%</b>
Holz	100%				11.8			23.8		<b>35.6</b>	<b>0%</b>
Restholz	100%						20.3			<b>20.3</b>	<b>0%</b>
Altholz	100%						81.4	111.4		<b>192.7</b>	<b>1%</b>
Rinde	100%						18.0			<b>18.0</b>	<b>0%</b>
Klärschlamm	100%						0.0			<b>0.0</b>	<b>0%</b>
Biogas	100%						7.6		85.8	<b>93.4</b>	<b>0%</b>
Klärgas	100%								371.0	<b>371.0</b>	<b>2%</b>
Deponiegas	100%			49.2					0.7	<b>49.9</b>	<b>0%</b>
andere Biomasse	100%										
<b>Bruttoverbrauch [1] Total</b>		<b>42.9</b>		<b>49.2</b>	<b>9'141.5</b>	<b>1'598.7</b>	<b>6'006.7</b>	<b>619.6</b>	<b>1'759.1</b>	<b>19'217.7</b>	<b>100%</b>
- davon erneuerbar				<b>49.2</b>	<b>4'558.4</b>	<b>741.7</b>	<b>712.9</b>	<b>135.1</b>	<b>457.5</b>	<b>6'654.9</b>	<b>35%</b>
- davon nicht erneuerbar		<b>42.9</b>			<b>4'583.1</b>	<b>857.0</b>	<b>5'293.8</b>	<b>484.4</b>	<b>1'301.6</b>	<b>12'562.8</b>	<b>65%</b>
Anteil der erneuerbaren Energietr.				<b>100%</b>	<b>49.9%</b>	<b>46.4%</b>	<b>11.9%</b>	<b>21.8%</b>	<b>26.0%</b>		

Ausdruck: 11.08.2006

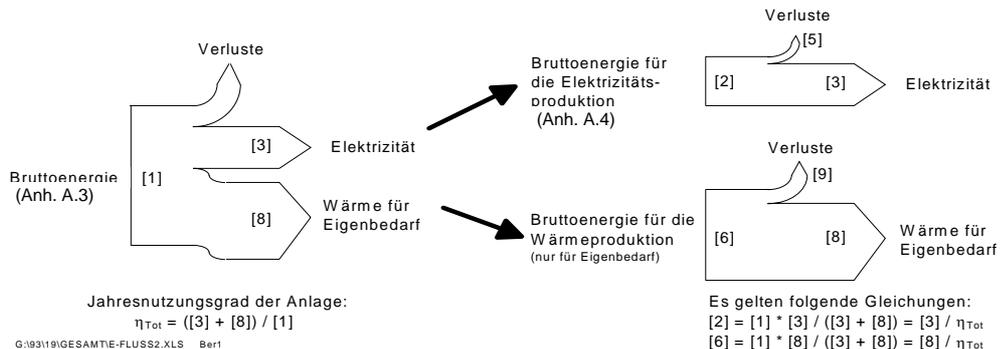
G:\2006\1010\All-Ausw\ENERG-ab1990-V4.xls\Anhang A.3 Ber4

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 2005  
aufgeteilt nach Anlagekategorien und Energieträgern**

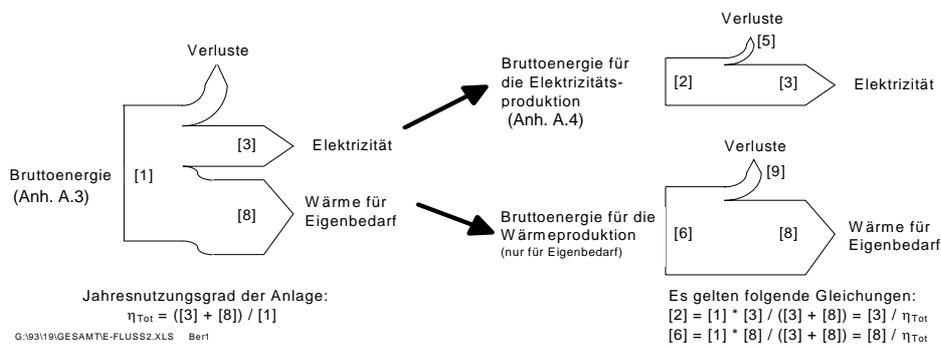
[2] nur Bruttoverbrauch für die Stromproduktion (d.h. exkl. Bruttoverbrauch für die gleichzeitige Wärmeproduktion, s.u.)

Energieträger	erneuer- barer Anteil	Bruttoverbrauch [2] nach Anlagekategorien [GWh]								Brutto- verbrauch [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			2.6	2.0	8.7	7.0	93.8	<b>156.9</b>	<b>2%</b>
Heizöl M&S							78.7			<b>78.7</b>	<b>1%</b>
Erdgas (Hu)					8.3	8.0	451.3	165.9	412.6	<b>1'046.1</b>	<b>15%</b>
Propan									15.9	<b>15.9</b>	<b>0%</b>
Kohle							0.4			<b>0.4</b>	<b>0%</b>
Ind.abfälle n.erneuerb.						0.6	311.0		0.0	<b>311.6</b>	<b>4%</b>
Kehricht 50%					4'993.4	131.9	5.7			<b>5'131.0</b>	<b>72%</b>
Ind.abfälle erneuerb. 100%							53.5			<b>53.5</b>	<b>1%</b>
Holz 100%					2.6			2.8		<b>5.5</b>	<b>0%</b>
Restholz 100%							5.3			<b>5.3</b>	<b>0%</b>
Altholz 100%							31.1	75.5		<b>106.6</b>	<b>1%</b>
Rinde 100%							2.1			<b>2.1</b>	<b>0%</b>
Klärschlamm 100%							0.0			<b>0.0</b>	<b>0%</b>
Biogas 100%							1.2		41.5	<b>42.7</b>	<b>1%</b>
Klärgas 100%									147.2	<b>147.2</b>	<b>2%</b>
Deponiegas 100%				48.0					0.3	<b>48.2</b>	<b>1%</b>
andere Biomasse 100%											
<b>Bruttoverbrauch [2] Total</b>		<b>42.9</b>		<b>48.0</b>	<b>5'006.9</b>	<b>142.5</b>	<b>948.9</b>	<b>251.2</b>	<b>711.3</b>	<b>7'151.7</b>	<b>100%</b>
- davon erneuerbar				<b>48.0</b>	<b>2'499.3</b>	<b>66.0</b>	<b>96.0</b>	<b>78.3</b>	<b>189.0</b>	<b>2'976.6</b>	<b>42%</b>
- davon nicht erneuerbar		<b>42.9</b>			<b>2'507.6</b>	<b>76.5</b>	<b>852.9</b>	<b>172.9</b>	<b>522.3</b>	<b>4'175.0</b>	<b>58%</b>
Anteil der erneuerbaren Energietr.				<b>100%</b>	<b>49.9%</b>	<b>46.3%</b>	<b>10.1%</b>	<b>31.2%</b>	<b>26.6%</b>		

Ausdruck: 11.08.2006

G:\2006\1010\All-Ausw\ENERG-ab1990-V4.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 - 2005**

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)

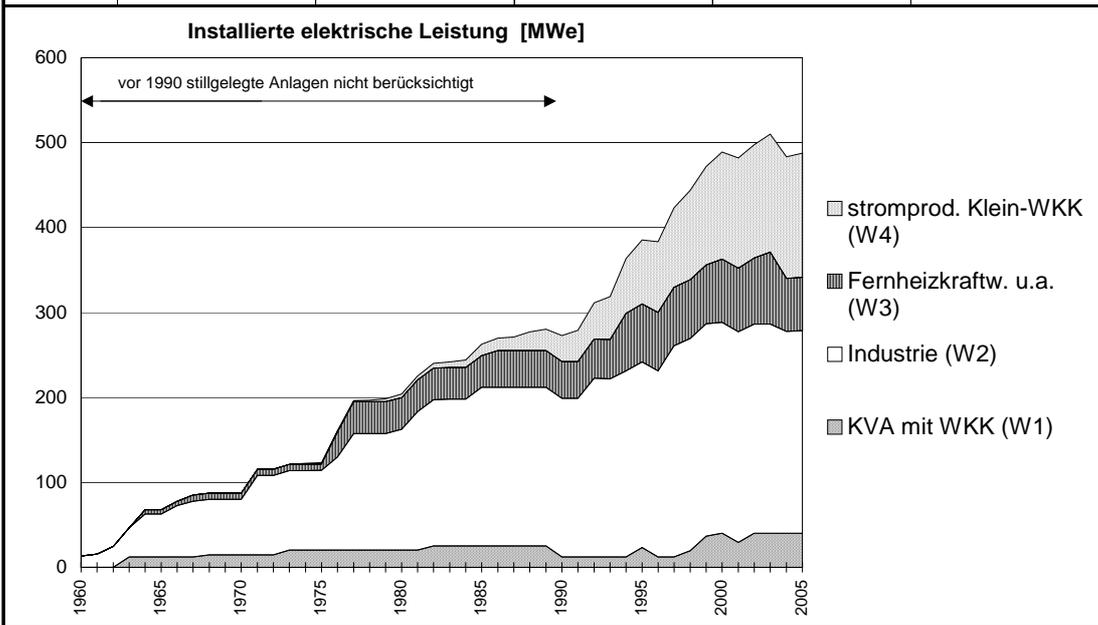
### **B.2 Kantonale Verteilung**

Anhang B.2 (S. 58)

**Install. elektr. Nennleistungen nach Anlagekategorien [MWe]**

berücksichtigte Anlagen: **alle WKK-Anlagen**

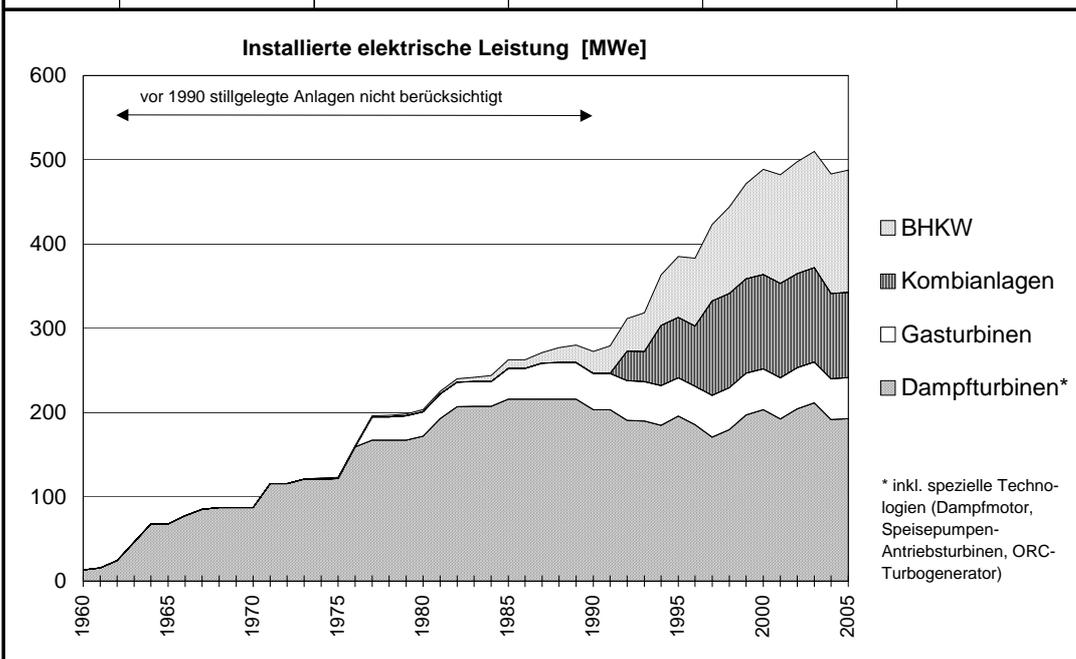
Jahr	KVA mit WKK (W1)	Industrie (W2)	Fernheizkraftw. u.a. (W3)	stromprod. Klein-WKK (W4)	TOTAL
1970	14.50	65.47	7.30	0.00	87.27
1971	14.50	93.77	7.30	0.00	115.57
1972	14.50	93.77	7.30	0.00	115.57
1973	20.10	93.77	7.30	0.00	121.17
1974	20.10	93.77	7.30	1.43	122.60
1975	20.10	94.32	7.30	1.43	123.15
1976	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	64.23	363.38
1995	23.20	218.79	68.00	75.41	385.40
1996	12.40	218.93	68.70	83.25	383.28
1997	12.40	248.42	68.70	93.71	423.23
1998	19.65	249.92	69.04	105.39	444.00
1999	36.65	249.92	69.34	115.94	471.85
2000	40.20	248.10	74.54	126.03	488.87
2001	29.40	248.10	74.54	130.18	482.22
2002	40.20	246.23	77.66	133.68	497.77
2003	40.20	246.23	84.73	138.85	510.01
2004	40.20	237.39	62.73	143.02	483.34
2005	40.20	238.63	62.73	146.10	487.66



### 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	59.90	363.37
1995	195.79	45.48	71.54	72.58	385.39
1996	185.83	45.48	71.54	80.42	383.27
1997	170.92	49.58	111.84	90.88	423.22
1998	180.01	49.58	111.84	102.56	443.99
1999	197.31	49.58	111.84	113.11	471.84
2000	203.34	48.55	111.84	125.13	488.86
2001	192.54	48.88	111.84	128.95	482.21
2002	204.59	48.55	111.84	132.78	497.76
2003	211.66	48.55	111.84	137.95	510.00
2004	191.76	48.63	100.90	142.04	483.33
2005	193.00	48.63	100.90	145.12	487.65



# Wärmeerkraftkopplung in der Schweiz: Kantonale Verteilung 2005

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	66	6.83	26.46	2	xxx	xxx						68	17.53	87.05	3	32.01	204.79	
AI	1	xxx	xxx									1	xxx	xxx				
AR	16	0.93	3.68									16	0.93	3.68				
BE	100	14.96	57.40	3	21.74	85.77	2	xxx	xxx	1	xxx	xxx	106	50.00	178.27	2	xxx	xxx
BL	80	15.59	62.51	2	xxx	xxx						82	23.09	113.98				
BS	31	9.72	38.53	3	26.13	67.96				1	xxx	xxx	35	52.85	148.44			
FR	21	2.74	10.66									21	2.74	10.66	1	xxx	xxx	
GE	28	8.58	33.20									28	8.58	33.20	1	xxx	xxx	
GL	4	0.26	1.00									4	0.26	1.00	1	xxx	xxx	
GR	39	3.10	12.03	1	xxx	xxx						40	4.10	12.59	1	xxx	xxx	
JU	3	0.11	0.44									3	0.11	0.44				
LU	68	11.19	44.03	1	xxx	xxx	1	xxx	xxx			70	23.16	79.00	1	xxx	xxx	
NE	30	2.55	10.04									30	2.55	10.04	2	xxx	xxx	
NW	2	xxx	xxx									2	xxx	xxx				
OW	3	0.67	2.78									3	0.67	2.78				
SG	114	11.82	45.89									114	11.82	45.89	3	26.90	183.57	
SH	25	5.08	20.29									25	5.08	20.29				
SO	31	3.04	11.93	3	35.71	150.46						34	38.75	162.39	1	xxx	xxx	
SZ	13	0.96	3.50									13	0.96	3.50				
TG	61	3.98	15.40	2	xxx	xxx						63	14.98	37.44	1	xxx	xxx	
TI	11	1.16	4.52									11	1.16	4.52				
UR	3	0.28	1.10									3	0.28	1.10				
VD	70	4.76	17.99				4	41.96	95.12			74	46.72	113.11				
VS	23	1.76	6.87	3	117.30	329.74						26	119.06	336.61	3	28.50	166.34	
ZG	10	1.63	5.76	1	xxx	xxx						11	4.57	16.44				
ZH	180	34.29	138.07				2	xxx	xxx	1	xxx	xxx	183	57.59	206.92	5	56.36	331.90
<b>Total</b>	<b>1033</b>	<b>146.1</b>	<b>574.6</b>	<b>21</b>	<b>238.6</b>	<b>801.6</b>	<b>9</b>	<b>62.7</b>	<b>144.9</b>	<b>3</b>	<b>40.2</b>	<b>108.7</b>	<b>1066</b>	<b>487.6</b>	<b>1'629.8</b>	<b>25</b>	<b>261.4</b>	<b>1'494.6</b>

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)

xxx => aus Datenschutzgründen keine Anzeige von Werten bei weniger als 3 Anlagen

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

G:\2006\1010\All-Ausw\KT-WKK2005.xls\Bericht Ber1

Stand: 14.09.2006

## **C. Gross-WKK-Anlagen**

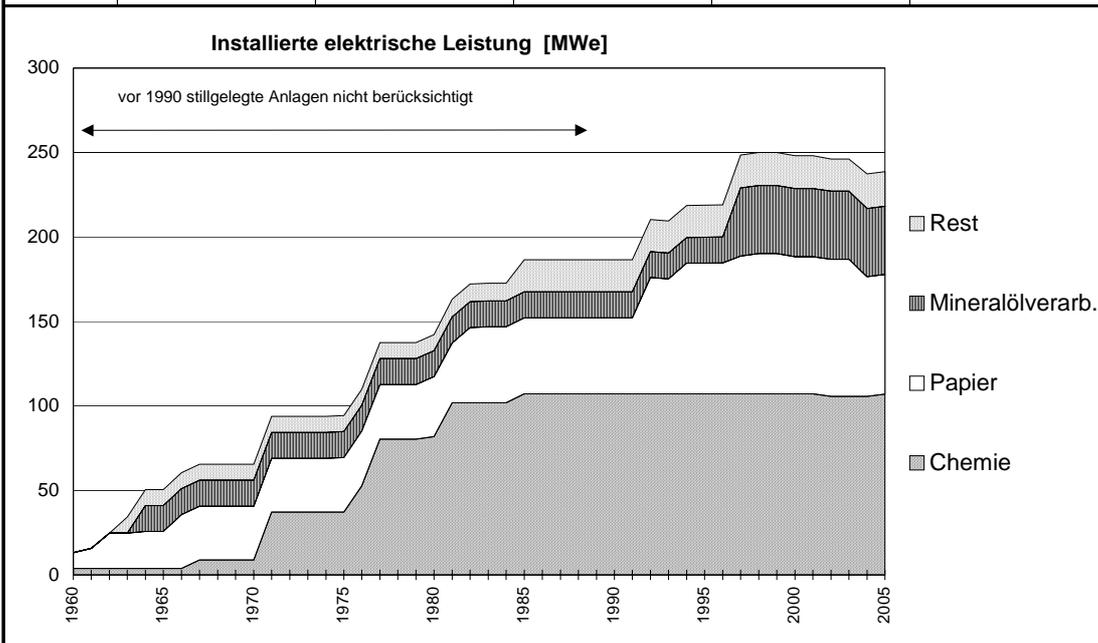
Hyperlink und Seiten-Nr.:

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

**Install. elektr. Nennleistungen nach Industriebranchen [MWe]**

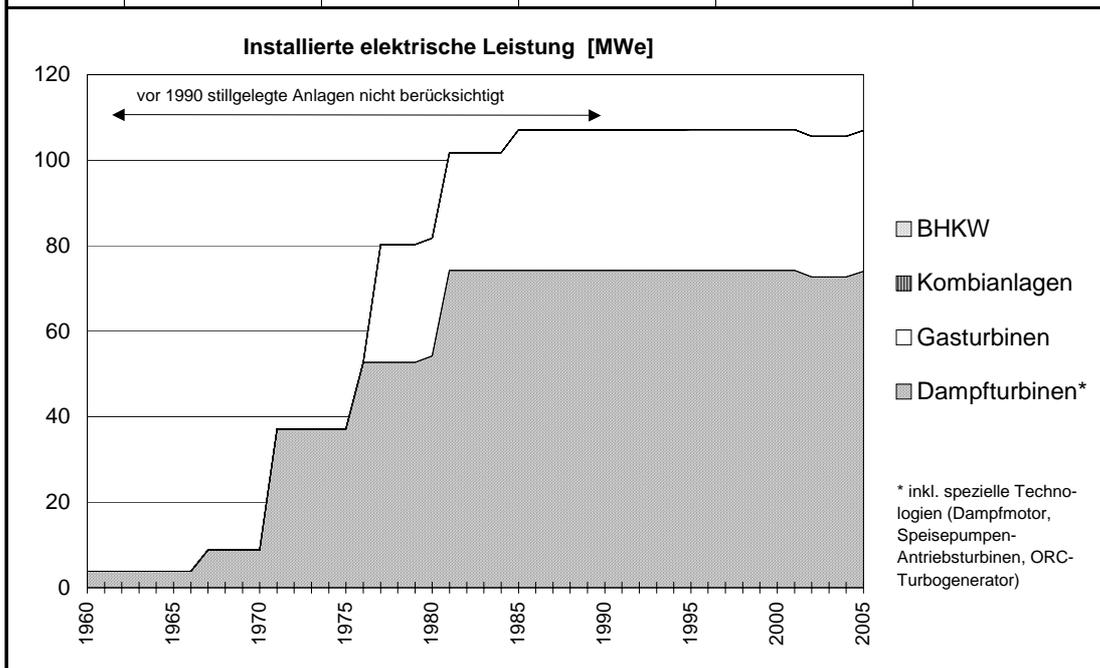
berücksichtigte Anlagen: **Gross-WKK-Anlagen in der Industrie**

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
2005	106.93	70.90	40.30	20.50	238.63



**Installierte elektr. Nennleistungen nach Technologien [MWe]**berücksichtigte Anlagen: **Gross-WKK-Anlagen in der chemischen Industrie (NOGA 24)**

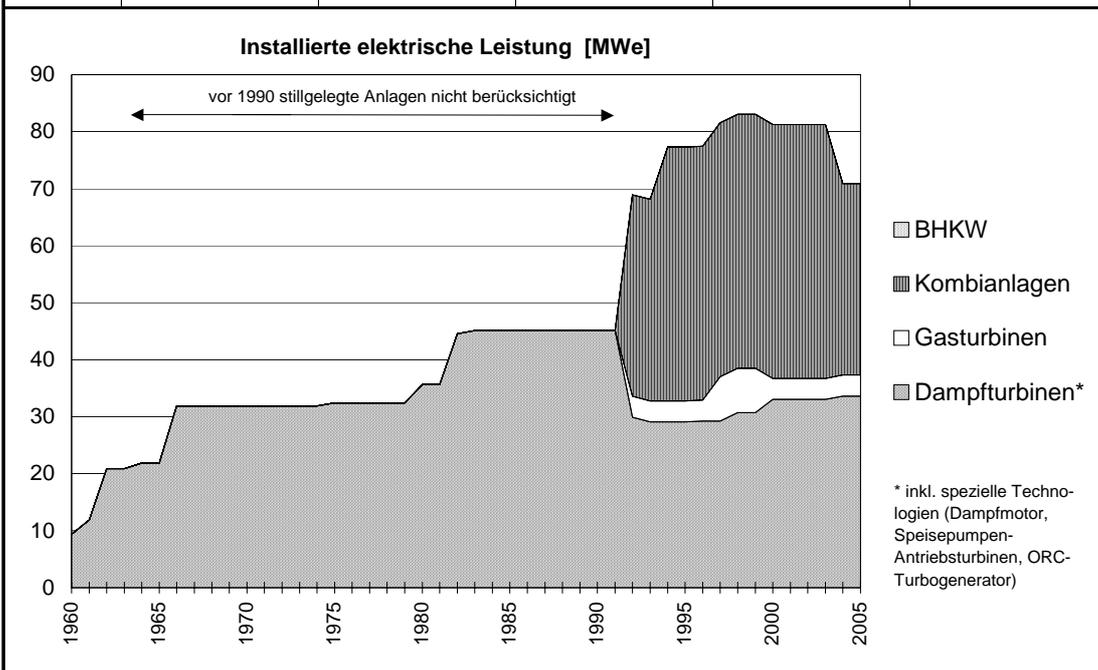
Jahr	Dampfturbinen*	Gasturbinen	Kombianlagen	BHKW	TOTAL
1970	8.80	0.00	0.00	0.00	8.80
1971	37.10	0.00	0.00	0.00	37.10
1972	37.10	0.00	0.00	0.00	37.10
1973	37.10	0.00	0.00	0.00	37.10
1974	37.10	0.00	0.00	0.00	37.10
1975	37.10	0.00	0.00	0.00	37.10
1976	52.68	0.00	0.00	0.00	52.68
1977	52.68	27.60	0.00	0.00	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
2005	73.98	32.95	0.00	0.00	106.93



### Installierte elektr. Nennleistungen nach Technologien [MWe]

berücksichtigte Anlagen: **Gross-WKK-Anlagen in der Papierindustrie (NOGA 21)**

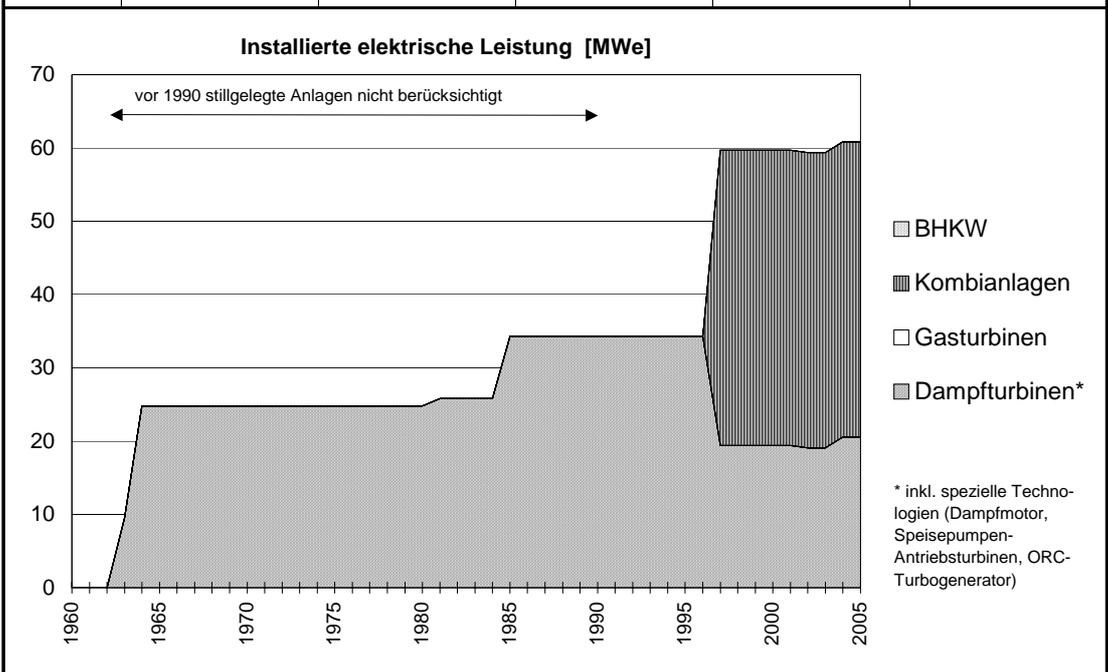
Jahr	Dampfturbinen*	Gasturbinen	Kombianlagen	BHKW	TOTAL
1970	31.87	0.00	0.00	0.00	31.87
1971	31.87	0.00	0.00	0.00	31.87
1972	31.87	0.00	0.00	0.00	31.87
1973	31.87	0.00	0.00	0.00	31.87
1974	31.87	0.00	0.00	0.00	31.87
1975	32.42	0.00	0.00	0.00	32.42
1976	32.42	0.00	0.00	0.00	32.42
1977	32.42	0.00	0.00	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
2005	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)**

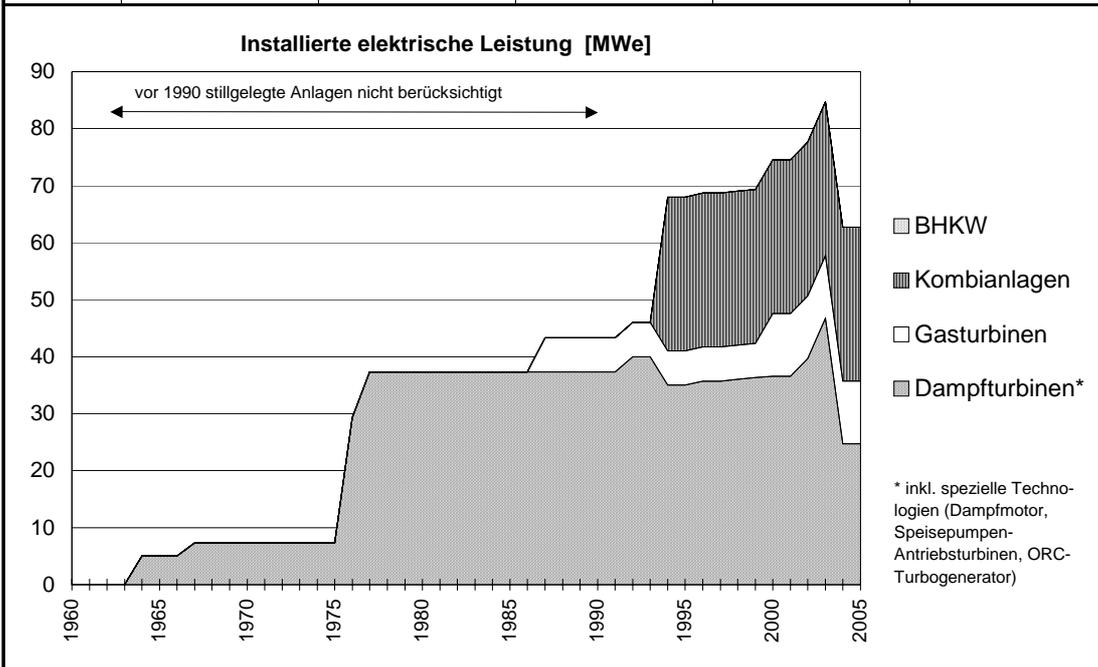
Jahr	Dampfturbinen*	Gasturbinen	Kombianlagen	BHKW	TOTAL
1970	24.80	0.00	0.00	0.00	24.80
1971	24.80	0.00	0.00	0.00	24.80
1972	24.80	0.00	0.00	0.00	24.80
1973	24.80	0.00	0.00	0.00	24.80
1974	24.80	0.00	0.00	0.00	24.80
1975	24.80	0.00	0.00	0.00	24.80
1976	24.80	0.00	0.00	0.00	24.80
1977	24.80	0.00	0.00	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	20.56	0.00	40.30	0.00	60.86
2005	20.50	0.00	40.30	0.00	60.80



### 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
2005	24.73	11.00	27.00	0.00	62.73



## **D. Klein-WKK-Anlagen**

### **D.1 Jahresstatistiken 2005**

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 2005**

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 - 2005**

#### **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)

<b>Jahresstatistik 2005</b>												
<b>Typ 2</b> der Klein-WKK-Jahresstatistik		<b>TOTAL</b> (alle Anlagen)	<b>Aufteilung nach Anlageart 3)</b>					<b>Aufteilung nach Technologien</b>				
		fossile WP	Biogas	Klärgas	Deponieg.	foss. BHKW	Div. foss.	BHKW 4)	Wärmep.	Gasturb.	Rest 5)	
<b>WKK-Anlagen in Betrieb (Jahresende)</b>		M	N	O	P	Q	R	S	U	V	W	X
Anzahl WKK-Anlagen 1)	-	1082	49	62	292	1	663	15	1015	49	8	10
Anzahl WKK-Aggregate	-	1422	53	81	415	4	847	22	1344	53	10	15
<b>Installierte Leistungen</b>												
- Anschlussleistung	MW	441.77	12.65	20.74	89.07	4.78	304.19	10.33	417.28	12.65	3.29	8.55
- elektrische Leistung	MW	146.10		6.94	27.57	1.64	105.17	4.78	140.83		0.98	4.29
- mechanische Leistung 2)	MW	0.94			0.94				0.94			
- Heizleistung	MW	253.96	20.09	10.33	48.67	2.66	164.85	7.36	225.69	20.09	1.64	6.54
<b>Jahresenergieverbrauch/ -produktion</b>												
Endenergieverbrauch Total	GWh	1783.96	24.84	93.27	373.95	27.11	1225.01	39.77	1711.45	24.84	11.75	35.92
- Erdgas	GWh	1048.26	21.26	7.45	1.58	26.29	951.92	39.77	987.24	21.26	11.75	28.03
- Diesel / Heizöl EL	GWh	238.34	3.58		0.54		234.22		234.75	3.58		
- Propan	GWh	39.86			0.83	0.15	38.88		39.86			
- Klärgas	GWh	371.01			371.01				363.12			7.89
- Deponiegas	GWh	0.67				0.67			0.67			
- Biogas	GWh	85.83		85.83					85.83			
- Fett/Öl erneuerbar	GWh											
- andere Energieträger	GWh											
produzierte Elektrizität	GWh	574.58		24.52	107.08	8.97	416.81	17.19	554.95		3.29	16.33
genutzte mechanische Energie 2)	GWh	4.44			4.44				4.44			
produzierte Wärmeenergie	GWh	947.57	34.80	48.13	191.06	14.54	638.05	21.00	886.79	34.80	5.63	20.36
genutzte Wärmeenergie	GWh	885.00	34.36	26.14	162.85	14.54	626.47	20.65	825.88	34.36	5.50	19.26

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: 12.07.06

G:\2006\1010\KW-Ausw\Jahr\_Typ3+2\_2005.xls\Anhang D.1a Ber04

<b>Jahresstatistik 2005</b>												
<b>Typ 3</b>		<b>TOTAL</b> (alle Anlagen)	<b>Anlagearten (Typ 3) der Klein-WKK-Statistik 3)</b>									
der Klein-WKK-Jahresstatistik			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	
<b>WKK-Anlagen in Betrieb (Jahresende)</b>			A	B	C	D	E	F	G	H	I	K
Anzahl WKK-Anlagen 1)	-	1082	49	45	289	1	663	7	17		8	3
Anzahl WKK-Aggregate	-	1422	53	54	412	4	847	12	27		10	3
Installierte Leistungen												
- Anschlussleistung	MW	441.77	12.65	8.50	87.57	4.78	304.19	7.05	12.25		3.29	1.50
- elektrische Leistung	MW	146.10		2.83	27.08	1.64	105.17	3.80	4.11		0.98	0.48
- mechanische Leistung 2)	MW	0.94			0.94							
- Heizleistung	MW	253.96	20.09	4.18	47.85	2.66	164.85	5.72	6.15		1.64	0.82
<b>Jahresenergieverbrauch/ -produktion</b>												
Endenergieverbrauch Total	GWh	1783.96	24.84	30.34	366.06	27.11	1225.01	28.03	62.93		11.75	7.89
- Erdgas	GWh	1048.26	21.26		1.58	26.29	951.92	28.03	7.45		11.75	
- Diesel / Heizöl EL	GWh	238.34	3.58		0.54		234.22					
- Propan	GWh	39.86			0.83	0.15	38.88					
- Klärgas	GWh	371.01			363.12							7.89
- Deponiegas	GWh	0.67				0.67						
- Biogas	GWh	85.83		30.34					55.49			
- Fett/Öl erneuerbar	GWh											
- andere Energieträger	GWh											
produzierte Elektrizität	GWh	574.58		9.42	104.65	8.97	416.81	13.90	15.11		3.29	2.43
genutzte mechanische Energie 2)	GWh	4.44			4.44							
produzierte Wärmeenergie	GWh	947.57	34.80	14.95	186.08	14.54	638.05	15.38	33.17		5.63	4.98
genutzte Wärmeenergie	GWh	885.00	34.36	13.38	158.73	14.54	626.47	15.15	12.75		5.50	4.11

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: 12.07.06

G:\2006\1010\KW-Ausw\Jahr\_Typ3+2\_2005.xls\Anhang D.1b+c Ber02

<b>Fortschreibungsparameter 2005</b>											
	Kommentare zu den Fortschreibungsparametern	<b>Anlagearten (Typ 3) der Klein-WKK-Statistik</b>									
		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
<b>Allgemeine Annahmen</b>		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.	4301	Die Energiedaten werden durch 'Eicher+Pauli' jährlich erhoben.	4039	Die Energiedaten werden grösstenteils durch 'Eicher+Pauli' jährlich erhoben.	Die Energiedaten werden anlagenweise aus der Biogasstatistik (Industrie und Gewerbe) übernommen.	Die Energiedaten werden durch 'Eicher+Pauli' jährlich erhoben.	Die Energiedaten werden durch 'Eicher+Pauli' jährlich erhoben.	Die Energiedaten werden durch 'Eicher+Pauli' einzeln erhoben oder geschätzt.
- Erdgas	Split des Endenergieverbrauchs Total auf die verschiedenen Energieträger erfolgt:	85.6%		0.4%		77.7%					
- Diesel / Heizöl EL		14.4%		0.1%		19.1%					
- Propan				0.2%		3.2%					
- Klärgas	a. gemäss den erhobenen Werten des Jahres 1993 (Spalten A und C)			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	3985	3889							
genutzte Wärmeenergie 4)	Anteil an Wärmeproduktion	98.7%	85.3%	98.2%							

Kommentare:

- Die Fortschreibungsparameter zu den fossilen WP (W5) basieren auf den erhobenen Daten der Jahre 1992 und 1993.
- 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.
- 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).
- 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: 12.07.06

G:\2006\1010\KW-Ausw[Jahr\_Typ3+2\_2005.xls]Anhang D.1b+c Ber03

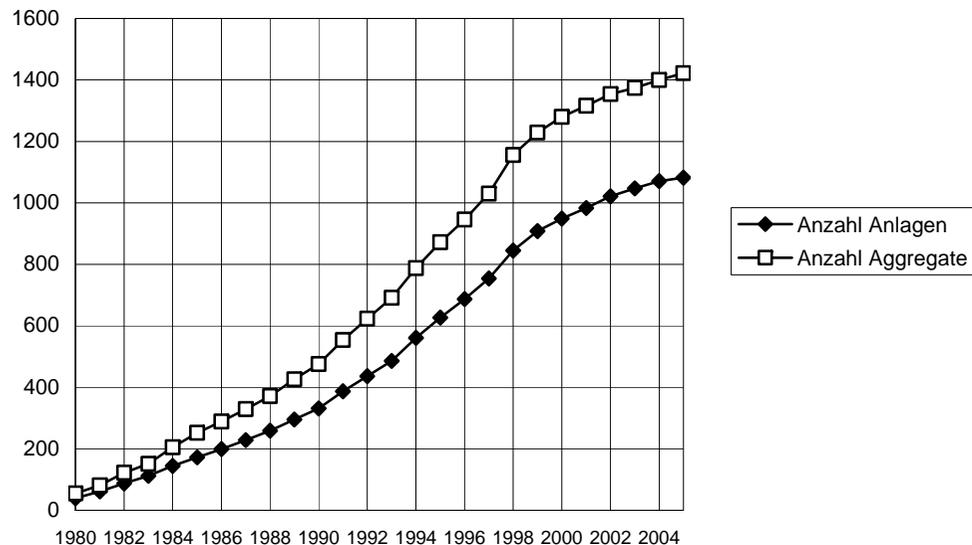
### Anzahl Anlagen und Aggregate / Durchschnittliche Energieinputleistungen

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

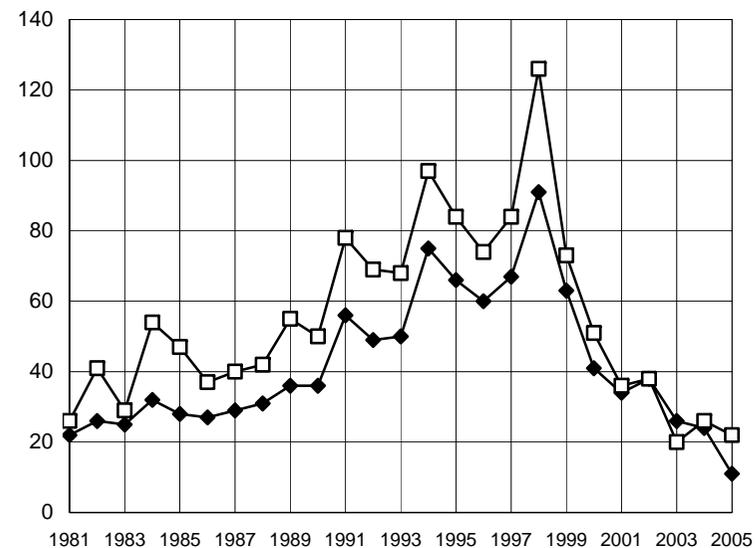
Kat. W4+W5

		1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Anzahl Klein-WKK-Anlagen 1)		259	295	331	387	436	486	561	627	687	754	845	908	949	983	1021	1047	1071	1082
Anzahl Klein-WKK-Aggregate 2)		371	426	476	554	623	691	788	872	946	1030	1156	1229	1280	1316	1354	1374	1400	1422
Anzahl Aggregate pro Anlage (Mittel)		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	1.31
durchschn. Inputleist. pro Anlage	kW/Anl.	386	379	392	391	391	400	422	425	419	420	412	414	419	413	406	404	406	408
durchschn. Inputleist. pro Aggregat	kW/Aggr.	270	262	273	273	273	281	300	305	304	307	301	306	310	308	306	308	311	311

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



Zunahme der Anzahl Anlagen resp. Aggregate gegenüber Vorjahr



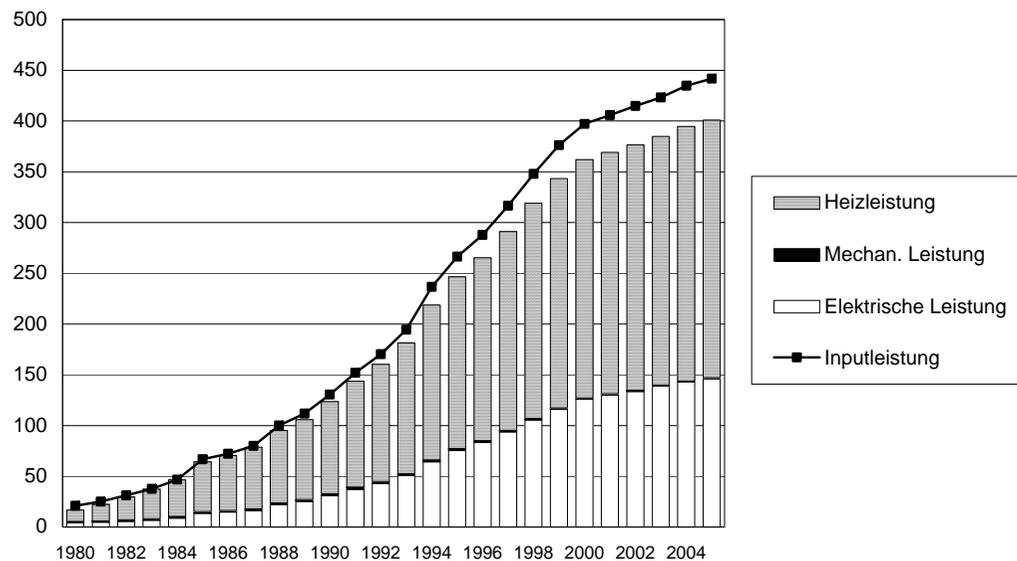
### Installierte Leistungen

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

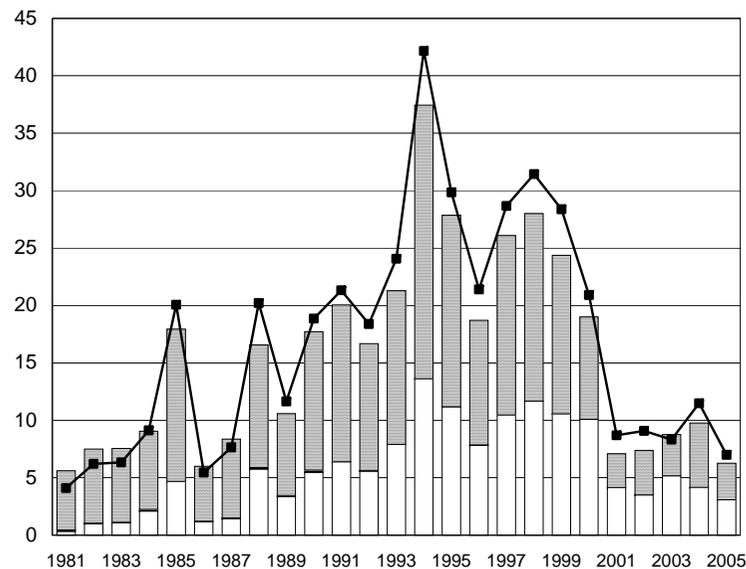
Kat. W4 + W5

		1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Anschlussleistung = Inputleistung	MW	111.75	130.61	151.93	170.32	194.39	236.55	266.39	287.78	316.46	347.89	376.27	397.18	405.88	414.97	423.29	434.77	441.77
Heizleistung	MW	78.64	90.69	104.32	115.36	128.74	152.57	169.24	180.09	195.72	212.04	225.85	234.75	237.69	241.58	245.18	250.79	253.96
Mechanische Leistung	MW	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	0.94
Elektrische Leistung	MW	25.25	30.73	37.12	42.70	50.61	64.23	75.41	83.25	93.71	105.39	115.94	126.03	130.18	133.68	138.85	143.02	146.10

MW gesamte Ende Jahr installierte Leistungen



MW Veränderung gegenüber Vorjahr



11.7.06

G:\2006\1010\KW-Ausw[AA-ISLT.XLS]Anhang D.2b Ber1

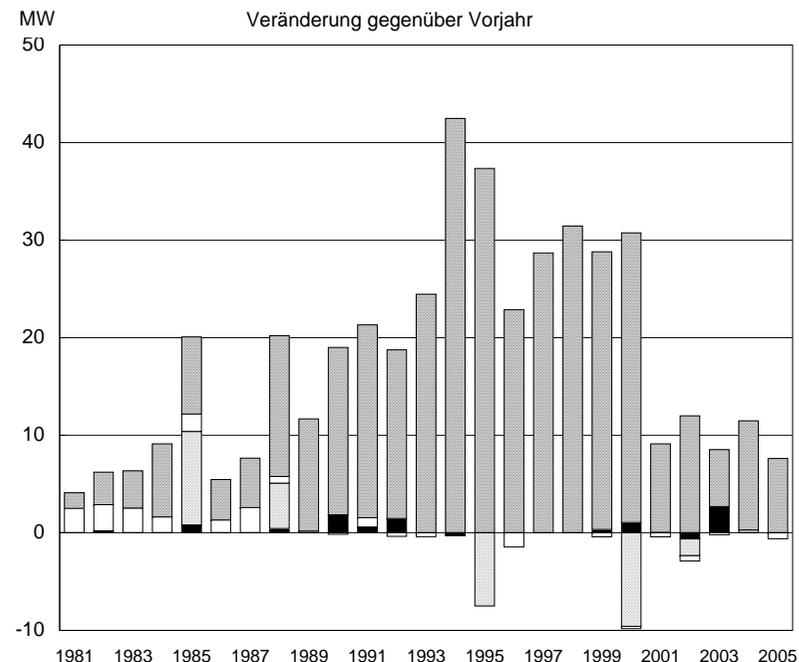
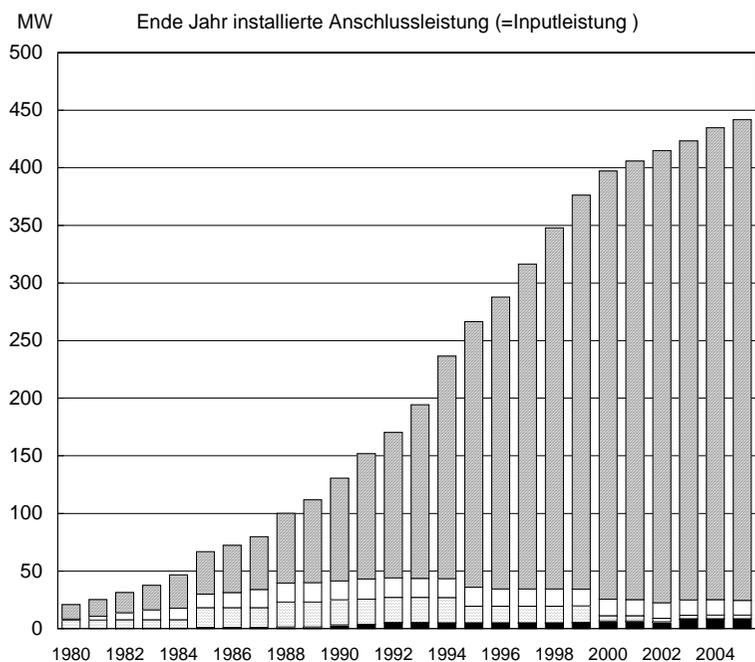
### Installierte Anschlussleistungen (=Inputleistungen) aufgeteilt nach WKK-Technologien

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

Kat. W4 + W5

		1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
BHKW (inkl. Gebläseantriebe)	MW	71.95	89.12	108.91	126.20	150.67	193.13	230.47	253.33	282.01	313.44	341.89	371.59	380.65	392.63	398.48	409.67	417.28
Gas- + Dieselmotorwärmepumpen*	MW	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	13.25	13.25	12.65
Gasturbinen (bis 1 MWe)	MW	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	3.29
Rest (z.B. Brennstoffzellen, TEA)	MW	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	8.55
<b>TOTAL</b>	<b>MW</b>	<b>111.76</b>	<b>130.61</b>	<b>151.93</b>	<b>170.32</b>	<b>194.39</b>	<b>236.55</b>	<b>266.39</b>	<b>287.78</b>	<b>316.46</b>	<b>347.89</b>	<b>376.27</b>	<b>397.18</b>	<b>405.88</b>	<b>414.97</b>	<b>423.29</b>	<b>434.77</b>	<b>441.77</b>

\* Kat. W5



11.7.06

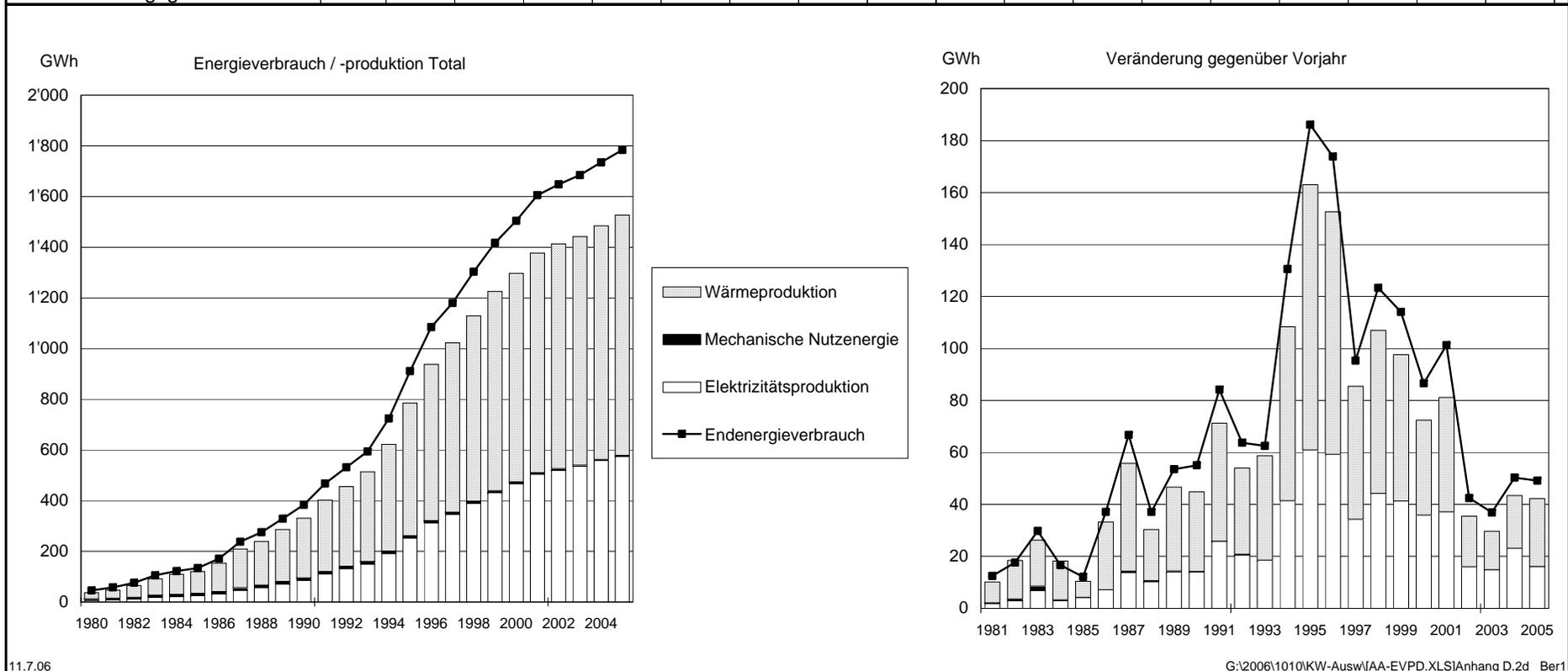
G:\2006\1010\KW-Ausw[AA-WKKT.XLS]Anhang D.2c Ber1

### Energieverbrauch / -produktion

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

Kat. W4 + W5

		1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Endenergieverbrauch	GWh/a	328.5	383.5	467.7	531.4	594.0	724.6	910.7	1084.6	1179.9	1303.2	1417.3	1503.9	1605.2	1647.7	1684.6	1734.9	1784.0
Wärmeproduktion	GWh/a	204.7	235.3	280.7	313.8	353.9	420.9	523.0	616.3	667.5	730.2	786.5	823.0	866.9	886.4	901.2	921.5	947.6
Mechanische Nutzenergie	GWh/a	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	4.4
Elektrizitätsproduktion	GWh/a	70.7	84.8	110.6	131.2	149.8	191.2	252.2	311.5	345.7	390.0	431.3	467.2	504.4	520.4	535.3	558.4	574.6
Gesamtwirkungsgrad	-	87%	86%	86%	86%	86%	86%	86%	86%	87%	87%	86%	86%	86%	86%	86%	86%	86%



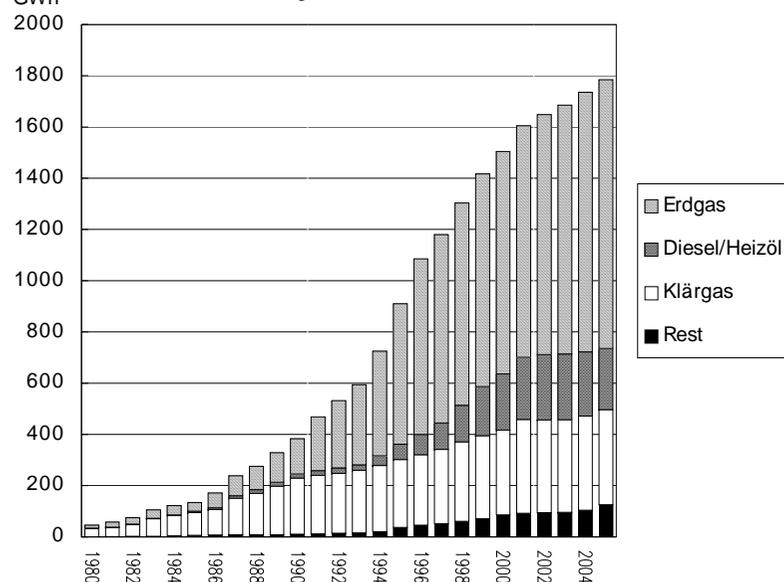
### Endenergieverbrauch nach Energieträgern

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

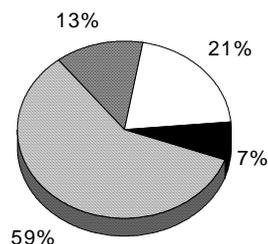
Kat. W4 + W5

		1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Erdgas	GWh/a	114.78	138.02	208.72	261.87	312.87	408.59	548.57	684.43	735.35	789.41	830.75	867.49	905.12	936.21	970.27	1012.77	1048.26
Diesel / Heizöl EL	GWh/a	16.58	16.00	18.11	22.03	21.15	36.57	60.15	78.99	103.13	142.06	190.77	220.01	241.85	255.10	257.00	250.26	238.34
Propan	GWh/a	1.85	2.01	3.79	6.06	6.69	9.98	14.18	23.92	25.88	30.56	31.85	39.11	39.44	35.51	35.35	35.98	39.86
Klärgas	GWh/a	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	367.79	371.01
Deponiegas	GWh/a	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	0.67
Biogas	GWh/a	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	85.83
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	2.04	5.34	4.38	1.18	0.00	0.00	0.00
andere Energieträger	GWh/a	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	0.00
<b>TOTAL</b>	<b>GWh/a</b>	<b>328.46</b>	<b>383.53</b>	<b>467.68</b>	<b>531.44</b>	<b>593.99</b>	<b>724.57</b>	<b>910.73</b>	<b>1'084.6</b>	<b>1'179.9</b>	<b>1'303.2</b>	<b>1'417.3</b>	<b>1'503.9</b>	<b>1'605.2</b>	<b>1'647.7</b>	<b>1'684.6</b>	<b>1'734.9</b>	<b>1'784.0</b>
Anteil erneuerbarer Energieträger		59%	59%	51%	45%	43%	37%	32%	27%	27%	26%	26%	25%	26%	26%	25%	25%	26%

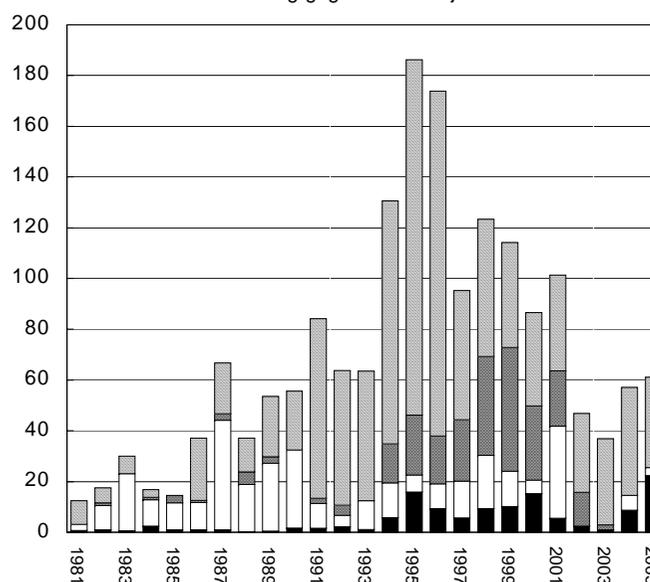
Endenergieverbrauch



Anteile im Jahr 2005



Veränderung gegenüber Vorjahr



## **E. Spezialauswertungen**

### **E.1 Kehrlichtverbrennungsanlagen**

Hyperlink und Seiten-Nr.:

#### **E.1a Entwicklung der elektrischen Nennleistung nach Betriebsarten**

Anhang E.1a (S. 75)

### **E.2 Deponiegasnutzung**

#### **E.2a Gesamte Deponiegasnutzung in der Schweiz**

Anhang E.2a (S. 76)

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

#### **E.2b Deponiegasnutzung in Anlagen mit WKK-Gasmotoren**

Anhang E.2b (S. 77)

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. 78)

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.

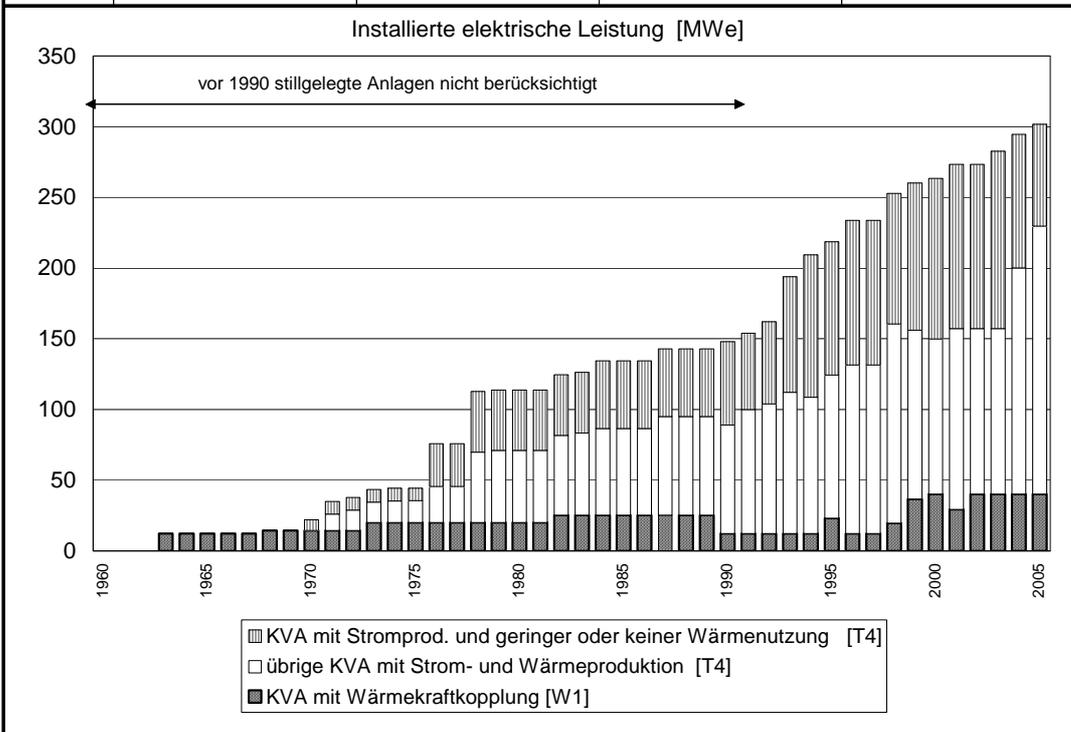
#### **E.2d Deponiegasnutzung ausschliesslich mit Heizkesseln**

Anhang E.2d (S. 79)

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 Kehrlichtverbrennungsanlagen (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	91.52	58.06	161.98
1993	12.40	99.91	81.56	193.87
1994	12.40	96.37	100.67	209.44
1995	23.20	101.17	94.37	218.74
1996	12.40	119.22	102.07	233.69
1997	12.40	119.22	102.07	233.69
1998	19.65	140.77	92.47	252.89
1999	36.65	119.47	104.07	260.19
2000	40.20	109.61	113.67	263.48
2001	29.40	127.80	116.12	273.32
2002	40.20	117.00	116.12	273.32
2003	40.20	117.00	125.42	282.62
2004	40.20	160.00	94.42	294.62
2005	40.20	189.50	71.92	301.62

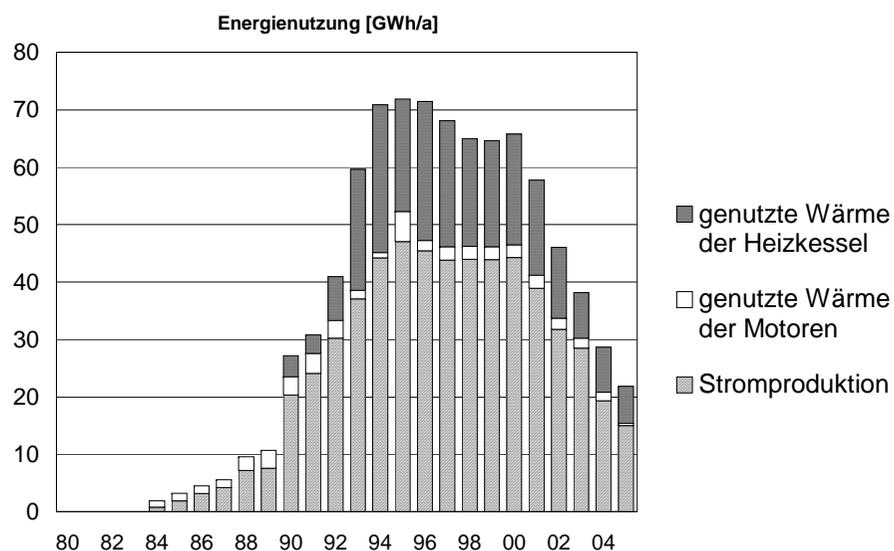
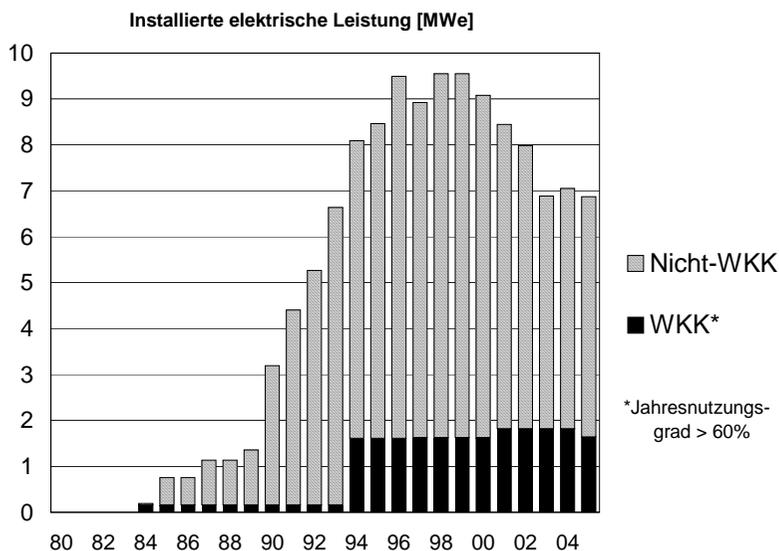


### Deponiegasnutzung mit Gasmotoren und Heizkesseln (Gesamtauswertung)

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

		1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Anzahl Anlagen	-	4	4	7	9	11	11	11	12	12	12	13	13	13	11	11	11	11	10
Anzahl Gasmotoren (WKK-Aggregate)	-	6	7	10	13	15	17	20	20	22	21	22	22	21	20	19	17	17	16
Install. Energieinputleistung der Motoren	MW	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	20.44
Install. elektrische Leistung der Motoren	MW	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	6.87
<b>Deponiegasverbrauch Gasmotoren</b>	GWh/a	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	49.21
<b>Stromproduktion Gasmotoren**</b>	GWh/a	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	15.00
mit Motoren prod. Wärmeenergie	GWh/a	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	3.81
<b>genutzte Wärmeenergie der Motoren</b>	GWh/a	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	0.39
<b>Deponiegasverbrauch Heizkessel*</b>	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	7.64
<b>prod./genutzte Wärme der Kessel*</b>	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	6.45

\* mit Deponiegas betriebene Heizkessel



**Deponiegasnutzung mit Gasmotoren (WKK)**

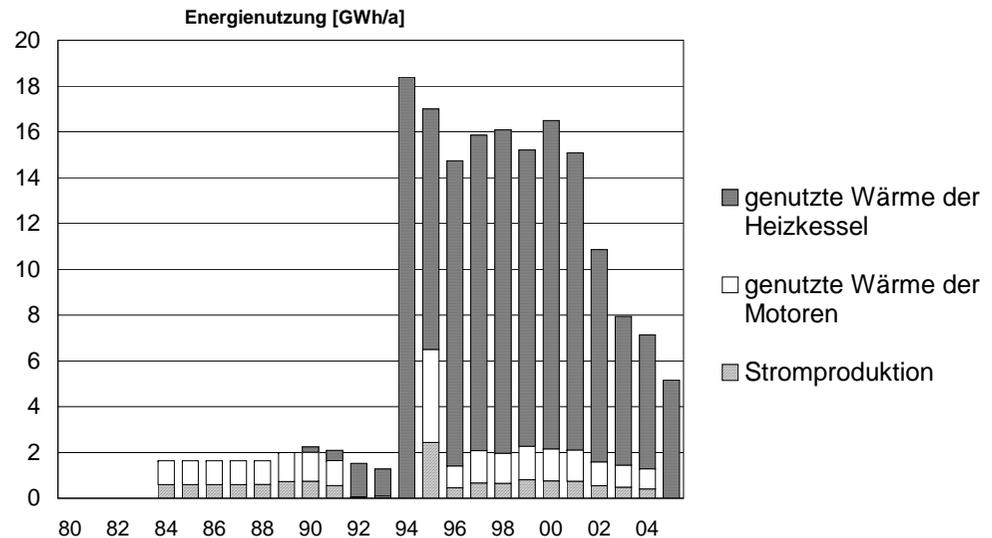
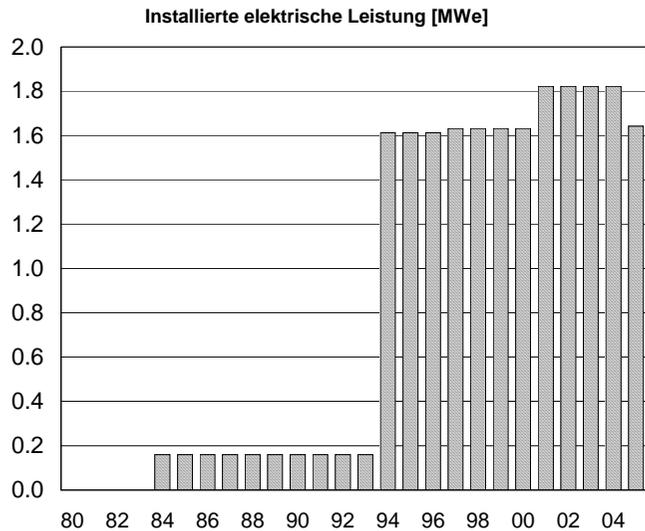
Kat. W4.DEP

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

\* Jahresnutzungsgrad = (genutzte Wärmeenergie + Stromproduktion) / Deponiegasverbrauch

		1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Anzahl Anlagen	-	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1
Anzahl Gasmotoren (WKK-Aggregate)	-	1	1	1	1	1	1	4	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5	4
Install. Energieinputleistung der Motoren	MW	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	4.78
Install. elektrische Leistung der Motoren	MW	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	1.64
<b>Deponiegasverbrauch Gasmotoren</b>	GWh/a	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	0.00
<b>Stromproduktion Gasmotoren***</b>	GWh/a	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	0.00
mit Motoren prod. Wärmeenergie	GWh/a	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	0.00
<b>genutzte Wärmeenergie der Motoren</b>	GWh/a	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	0.00
<b>Deponiegasverbrauch Heizkessel**</b>	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	5.94
<b>prod./genutzte Wärme der Kessel**</b>	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	5.16

\*\* mit Deponiegas betriebene Heizkessel in der gleichen Heizzentrale



18.7.06

G:\2006\1010\KW-Ausw[DEP1982-2005.XLS]Anhang E.2b Ber2

**Deponiegasnutzung mit Gasmotoren (ohne WKK)**

Kat. T3

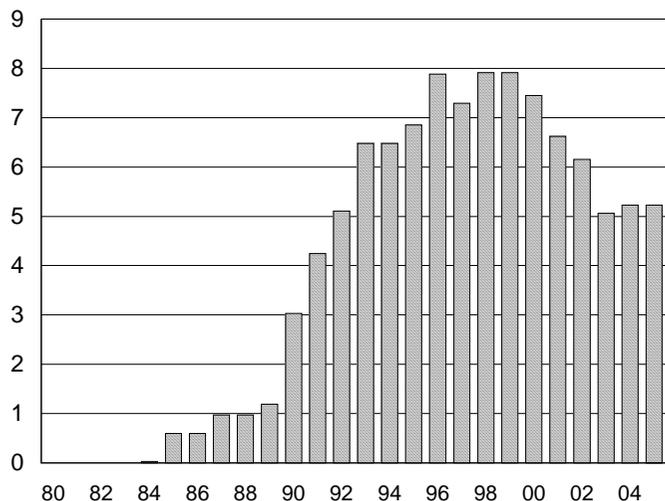
betrachtete Anlagen: sämtliche in der Schweiz betriebenen Deponiegasmotoren mit einem Jahresnutzungsgrad\* bis 60%

\* Jahresnutzungsgrad = (genutzte Wärmeenergie + Stromproduktion) / Deponiegasverbrauch

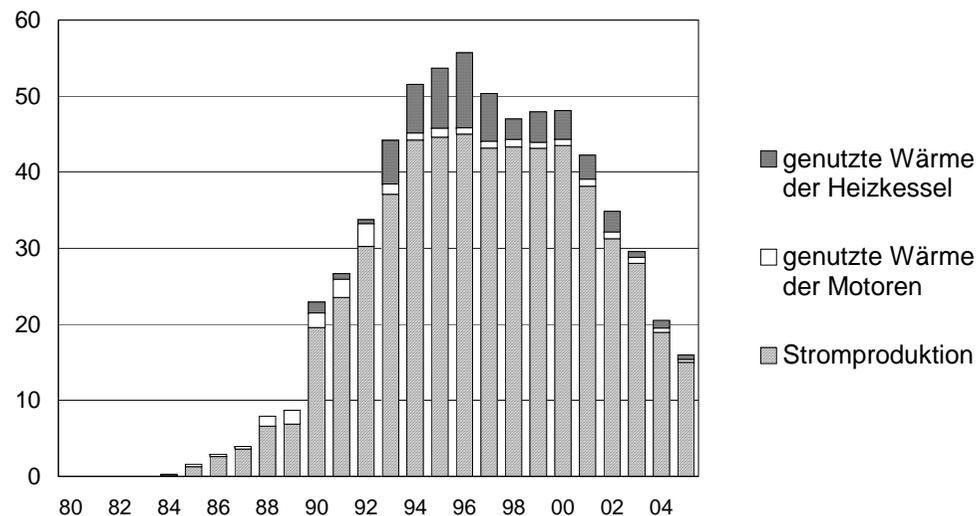
		1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Anzahl Anlagen	-	3	3	4	6	7	8	7	8	8	8	9	9	9	7	7	7	7	7
Anzahl Gasmotoren (WKK-Aggregate)	-	5	6	9	12	14	16	16	16	18	17	18	18	17	15	14	12	12	12
Install. Energieeinputleistung der Motoren	MW	3.15	3.87	9.49	13.53	16.28	20.31	20.32	21.45	24.39	22.44	24.15	24.15	22.72	20.01	18.58	15.12	15.66	15.66
Install. elektrische Leistung der Motoren	MW	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	5.23
<b>Deponiegasverbrauch Gasmotoren</b>	GWh/a	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	49.21
<b>Stromproduktion Gasmotoren</b>	GWh/a	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	15.00
mit Motoren prod. Wärmeenergie	GWh/a	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	3.81
<b>genutzte Wärmeenergie der Motoren</b>	GWh/a	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	0.39
<b>Deponiegasverbrauch Heizkessel**</b>	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	0.79
<b>prod./genutzte Wärme der Kessel**</b>	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	0.57

\*\* mit Deponiegas betriebene Heizkessel in der gleichen Heizzentrale

Installierte elektrische Leistung [MWe]



Energienutzung [GWh/a]



18.7.06

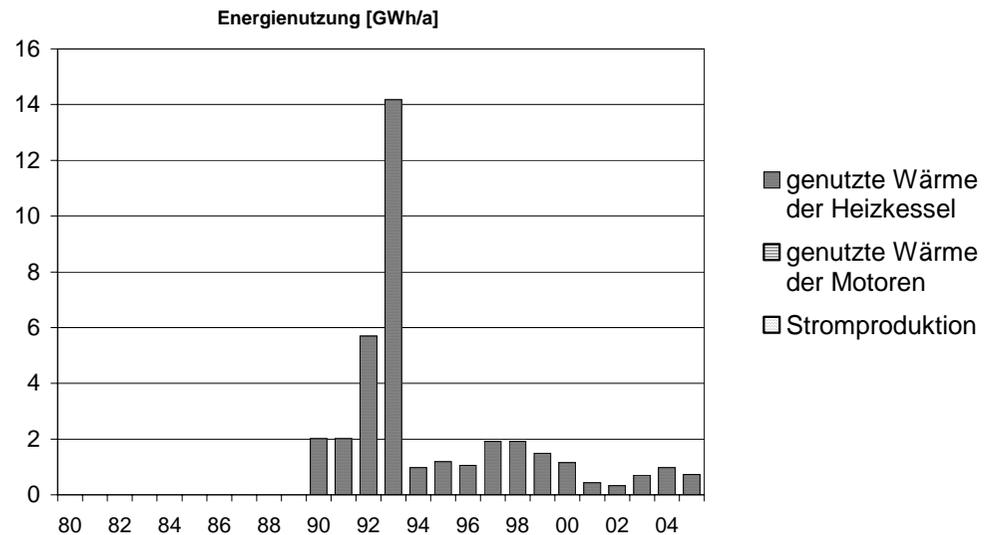
G:\2006\1010\KW-Ausw[DEP1982-2005.XLS]Anhang E.2c Ber3

### Deponiegasnutzung ausschliesslich mit Heizkesseln

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

		1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Anzahl Anlagen	-	fehlende Angaben		2	2	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Anzahl Gasmotoren (WKK-Aggregate)	-	fehlende Angaben		0	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																		
<b>Deponiegasverbrauch Heizkessel*</b>	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	0.91
<b>prod./genutzte Wärme der Kessel*</b>	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	0.72

\* 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 2005 wurden mittels Vollerhebung die Stammdaten aller Gross-WKK-Anlagen aktualisiert, neue Anlagen sowie die Jahresdaten des Betriebsjahres 2005 erfasst. Im Vergleich zu den bisherigen Resultaten ergaben sich nur geringe Unterschiede (einzelne Korrekturen von Vorjahreswerten).

### F.1.2 Vorliegende Gross-WKK-Daten

<b>Datenbank:</b>	Die Daten zu den Gross-WKK-Anlagen werden in einer Access-Datenbank verwaltet (Access-Vers. 2000).
<b>erfasste Daten:</b> (Kat. W1, W2, W3)	<ul style="list-style-type: none"><li>• Adresse und Bezeichnung der Anlage</li><li>• Adresse des Anlagebetreibers</li><li>• Stammdaten zu den Gross-WKK-Aggregaten (Inbetriebnahmedatum, Hersteller, Typ, elektrische Leistung, Energieträger)</li><li>• Endenergieverbrauch seit 1990 (bei einigen Anlagen konnte nur der Energieträgersplit erhoben werden)</li><li>• Stromproduktion und Verkauf ans EW (Jahre 1990 bis 2005)</li></ul>
<b>zusätzliche Daten:</b> (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 neuesten 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

<b>Datenbank:</b> (Kat. W4, W5, T3)	Die Daten zu den Klein-WKK-Anlagen werden seit März 1999 in einer Access-Datenbank verwaltet (Access-Vers. 2000).
<b>erfasste Daten:</b> (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 1998)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Adresse und Bezeichnung der Anlage*</li> <li>• Adresse des Anlagebetreibers*</li> <li>• Art und Beschreibung der mit Wärme versorgten Gebäude*</li> <li>• Folgende Stammdaten zu den Klein-WKK-Aggregaten: Inbetriebnahme- und evtl. Stilllegedatum, Hersteller, Typ, Nennleistungen (Input, elektrisch, thermisch), Energieträger, Schadstoffreduktionsmassnahme</li> <li>• Endenergieverbrauch der Klein-WKK-Anlagen**</li> <li>• Stromproduktion und Verkauf ans EW**</li> <li>• Wärmeproduktion und -nutzung**</li> <li>• Betriebsstunden und Startimpulse der einzelnen Aggregate**</li> </ul>
<b>zusätzliche Daten:</b> (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.
<b>Unsicherheiten:</b>	<p>Die aktuelle Klein-WKK-Statistik weist folgende Unsicherheiten auf:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 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 wurde eine Umfrage durchgeführt, um allfällige Stilllegungen älterer Anlagen erfassen zu können. Diese wird 2006 abgeschlossen.</li> <li>• Die aus den Jahren 1996/97 stammenden Vollbetriebsstundenzahlen bei fossilen BHKW (Kat. W4.FOS.1a) sollten aktualisiert werden.</li> </ul>

### 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.

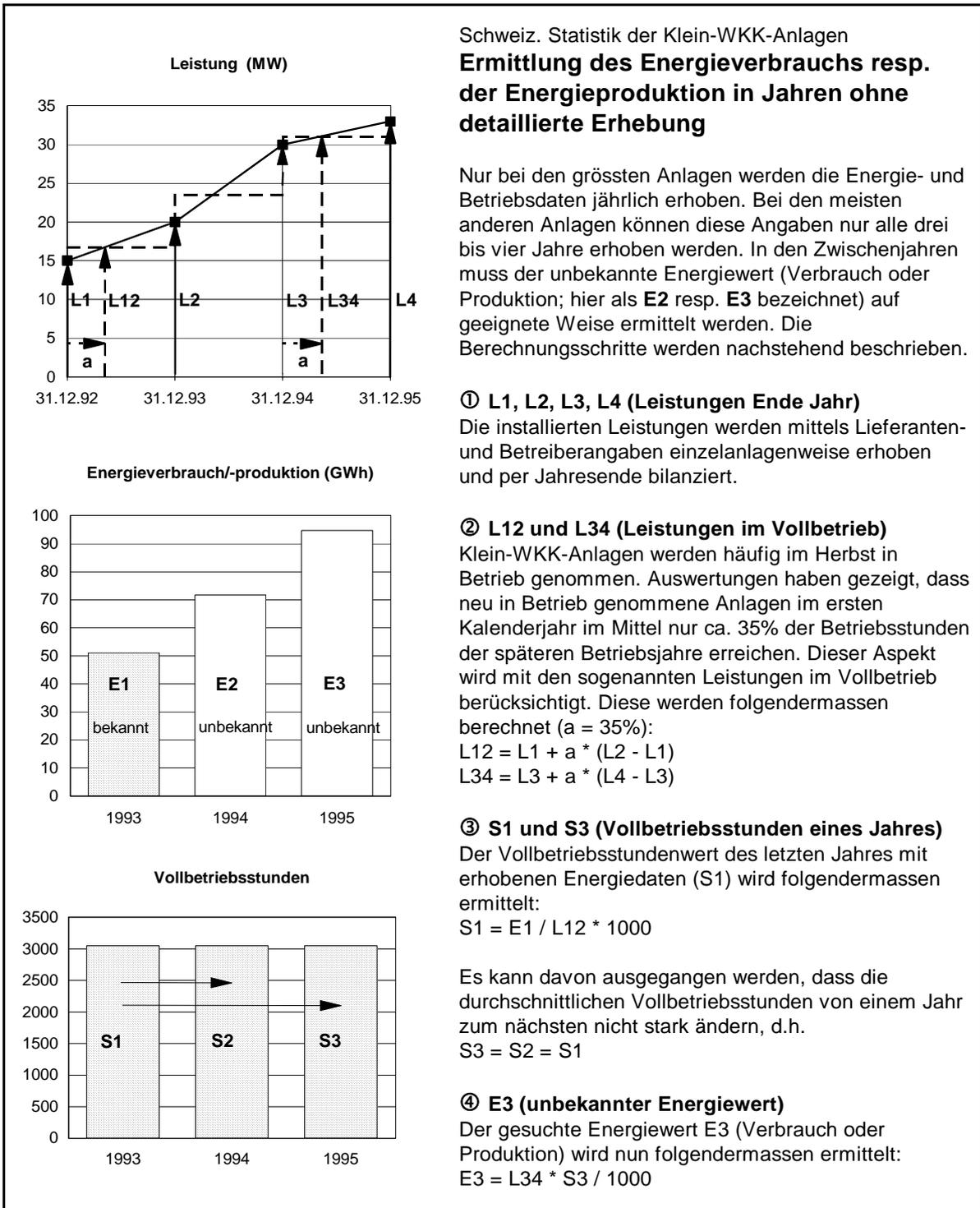
Die für das Fortschreibungsmodell verwendeten Parameter wie Vollbetriebsstunden und Energieträgersplit sind im Anhang D.1c sowie in den Tabellen F.2d und F.2e dargestellt.

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)

<b>10 Anlagearten gemäss Typ 3 der Klein-WKK-Statistik</b>				
Spalte (Typ 3)	Kategorie	Kurzbezeichnung	Art der betroffenen Klein-WKK-Anlagen	Herkunft der Energiedaten ab 1994
A	<b>W5</b>	<b>Fossile WP</b>	Mit fossilen Energieträgern betriebene Wärmepumpen	Fortschreibung gemäss Bild F.2c
B	<b>W4.BIO.1</b>	<b>Biogas LW</b>	Mit Biogas betriebene Klein-WKK-Anlagen in Landwirtschaftsbetrieben	Energiedaten gemäss schweizerischer Biogas-Statistik (summarisch erfasst)
C	<b>W4.ARA.1a</b>	<b>ARA o. GT</b>	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	<b>W4.DEP</b>	<b>Deponiegas</b>	Mit Deponiegas betriebene Anlagen	jährliche Erhebung
E	<b>W4.FOS.1a</b>	<b>Foss. BHKW</b>	Mit fossilen Energieträgern betriebene Blockheizkraftwerke (BHKW)	Fortschreibung gemäss Bild F.2c (Aktualisierung der Vollbetriebsstunden im Rahmen der Stichprobenerhebung 2005; siehe Kapitel 6.5.1 und Tabelle F.2d)
F	<b>W4.FOS.1b</b>	<b>Rest foss.</b>	Spezielle mit fossilen Energieträgern betriebene Klein-WKK-Anlagen (TEA's, Anlagen mit GMWP und BHKW sowie Brennstoffzellen)	jährliche Erhebung oder Schätzung
G	<b>W4.BIO.2</b>	<b>Biog. Gew/In</b>	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	<b>W4.ARA.2</b>	<b>ARA nur GT</b>	Gasturbinen in Kläranlagen (Stilllegung der letzten Anlage im Jahre 2001)	jährliche Erhebung
I	<b>W4.FOS.2</b>	<b>Fossile GT</b>	Mit fossilen Energieträgern betriebene Gasturbinen bis 1 MWe	jährliche Erhebung
K	<b>W4.ARA.1b</b>	<b>Rest (ARA)</b>	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.	Inputleistung per Jahresende (Kat. W4.FOS.1a)										
			1992	1993	1994	1995	1996	2000	2001	2002	2003	2004	2005
1	Erdgas	MW	70.4	90.5	119.1	146.2	159.5	205.5	209.2	218.2	222.7	235.3	240.4
2	Propan	MW	2.5	2.5	3.4	5.5	6.0	9.5	8.4	8.4	8.5	9.6	9.6
6	Diesel, Heizöl	MW	7.5	8.4	13.8	17.6	23.3	58.4	61.3	62.4	60.1	57.9	53.4
	Total		80.5	101.4	136.3	169.3	188.8	273.4	278.9	289.0	291.3	302.9	303.4

Co.	Hauptenergieträger	Energieträgersplit per Ende Jahr (Kat. W4.FOS.1a)										
		1992	1993	1994	1995	1996	2000	2001	2002	2003	2004	2005
1	Erdgas	87.5%	89.2%	87.4%	86.4%	84.5%	75.2%	75.0%	75.5%	76.5%	77.7%	79.2%
2	Propan	3.1%	2.5%	2.5%	3.3%	3.2%	3.5%	3.0%	2.9%	2.9%	3.2%	3.2%
6	Diesel, Heizöl	9.3%	8.3%	10.1%	10.4%	12.4%	21.3%	22.0%	21.6%	20.6%	19.1%	17.6%
	Total	100.0%	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	2005
1	Erdgas	89.9%	91.6%	89.2%	87.4%	86.4%	76.0%	75.2%	75.0%	75.5%	76.5%	77.7%
2	Propan	2.5%	2.3%	2.5%	2.5%	3.3%	3.6%	3.5%	3.0%	2.9%	2.9%	3.2%
6	Diesel, Heizöl	7.6%	6.1%	8.3%	10.1%	10.4%	20.4%	21.3%	22.0%	21.6%	20.6%	19.1%
	Total	100.0%	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	2005	Kommentar resp. Berechnung:
[1]	VBSTD elektr. (Brutto)	h/a		*3'070			4'150	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	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	3'694	4'042	4'040	4'039	4'039	4'039	4'039	4'039	= ([2] * [7]) / ([13] / [6])
[5]	VBSTD therm.	h/a		**2'992	3'225	3'563	3'898	3'893	3'891	3'890	3'889	3'890	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	255.8	273.4	278.9	289.0	291.3	302.9	
[7]	elektrisch	MW		25.7	32.4	43.7	55.0	86.7	93.6	96.0	99.5	100.4	104.5	
[8]	thermisch	MW		44.5	56.9	76.9	94.7	141.0	149.4	151.6	156.5	158.0	163.6	
	theoretische Wirkungsgrade:													
[9]	Total			87.2%	88.0%	88.5%	88.4%	89.0%	88.9%	88.8%	88.6%	88.7%	88.5%	= [10] + [11]
[10]	elektrisch			31.9%	31.9%	32.1%	32.5%	33.9%	34.2%	34.4%	34.4%	34.5%	34.5%	= [7] / [6]
[11]	thermisch			55.3%	56.1%	56.4%	55.9%	55.1%	54.6%	54.4%	54.1%	54.2%	54.0%	= [8] / [6]
	Jahresnutzungsgrade:													
[12]	Total			84.7%	85.5%	86.0%	85.9%	86.5%	86.4%	86.3%	86.1%	86.2%	86.0%	= [13] + [14]
[13]	elektrisch			31.4%	31.4%	31.6%	32.0%	33.4%	33.7%	33.9%	33.9%	34.0%	34.0%	= [10] - 0.5% (Erfahrungswert)
[14]	thermisch			53.3%	54.1%	54.4%	53.9%	53.1%	52.6%	52.4%	52.1%	52.2%	52.0%	= [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: 08.08.06

G:\2006\1010\KW-Ausw\Jahr\_Typ3+2\_2005.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 Vollbetriebsstunden für Energiedaten-Berechnung der WKK-Anlagen in Kläranlagen (W4.ARA.1a)

Zeile			1992	1993	1994	1995*	2000	2001	2002	2003	2004	2005	Kommentar resp. Berechnung
<b>A. Kat. W4.ARA.1a (nur BHKW)</b>													
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	80'540	84'422	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	25'460	27'025	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	44'398	46'185	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%	86.7%	86.7%	= [5] + [6]
[5]	elektrisch		29.8%	29.8%	29.5%	29.7%	31.2%	31.2%	31.5%	31.6%	31.6%	32.0%	= [2] / [1]
[6]	thermisch		56.7%	56.8%	57.2%	57.0%	55.6%	55.4%	54.9%	55.1%	54.7%	54.7%	= [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%	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%	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%	80.7%	80.7%	= [8] + [9]
[8]	elektrisch		27.8%	27.8%	27.5%	27.7%	29.2%	29.2%	29.5%	29.6%	29.6%	30.0%	= [5] - [5a] (Erfahrungswert)
[9]	thermisch		52.7%	52.8%	53.2%	53.0%	51.6%	51.6%	51.4%	50.9%	51.1%	50.7%	= [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	4'275	= [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	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	3'968	3'963	= [11] * [2] / [8] * [9] / [3]
<b>B. Kat. W4.ARA.1a (nur Gebläseantriebe)</b>													
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	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	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	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%	84.3%	= [25] + [26]
[25]	mechanisch		32.1%	32.0%	31.6%	31.6%	32.5%	32.4%	32.4%	32.1%	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%	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%	78.3%	= [28] + [29]
[28]	mechanisch		30.1%	30.0%	29.6%	29.6%	30.5%	30.4%	30.4%	30.1%	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%	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	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	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	4'672	= [30] * [21] * [29] / [23]
* 1992/93: = [31] * [22] / [28] / [21]													
<b>C. Kat. W4.ARA.1a (Total BHKW und Gebläseantriebe)</b>													
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	83'460	87'342	
[41]	elektrische Leistung	kW	10'869	11'940	12'491	13'456	23'004	23'146	24'538	25'784	25'460	27'025	
[42]	mechanische Leistung	kW	2'166	2'028	1'918	1'918	1'236	1'172	1'172	937	937	937	
[43]	thermische Leistung	kW	24'267	26'147	27'420	29'098	43'038	43'119	45'122	46'301	45'923	47'710	
C.2 Vollbetriebsstunden													
[44]	Input-Leistung	h/a	4'771	4'756	4'705	4'653	4'364	4'319	4'315	4'306	4'306	4'301	= ([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	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	4'744	= [31]
[47]	thermische Leistung	h/a	4'425	4'412	4'367	4'319	4'048	4'005	4'001	3'990	3'992	3'985	= ([10] * [1] + [30] * [21]) / ([1] + [21])

Erstellungsdatum: 08.08.06

G:\2006\1010KW-Ausw\Jahr\_Typ3+2\_2005.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 2003]. 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
<b>Jahresenergieverbrauch/ -produktion</b>												
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 2004'; Ausgabe 2004; August 2005, Dr. Eicher+Pauli AG, Liestal  
(Bezug: BBL, Vertrieb Publikationen\*, 3003 Bern; Form 805.281.6 d)
- [SdEE] U. Kaufmann: 'Schweizerische Statistik der erneuerbaren Energien 2005'; September 2005, Dr. Eicher+Pauli AG, Liestal  
(Bezug: BBL, Vertrieb Publikationen\*, 3003 Bern; Form 805.520.8 d;  
Download: [www.eicher-pauli.ch](http://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/>



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für  
Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation UVEK

**Bundesamt für Energie BFE**  
Sektion Statistik und Perspektiven

**Bundesamt für Energie BFE**

Mühlestrasse 4, CH-3063 Ittigen • Postadresse: CH-3003 Bern  
Tel. 031 322 56 11, Fax 031 323 25 00 • [office@bfe.admin.ch](mailto:office@bfe.admin.ch) • [www.admin.ch/bfe](http://www.admin.ch/bfe)

Vertrieb: BBL/Vertrieb Publikationen, 3003 Bern, [www.bbl.admin.ch/bundespublikationen](http://www.bbl.admin.ch/bundespublikationen); Bestellnr.: 805.281.7d