



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für  
Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation UVEK

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

September 2008

---

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

Ausgabe 2007

---

**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

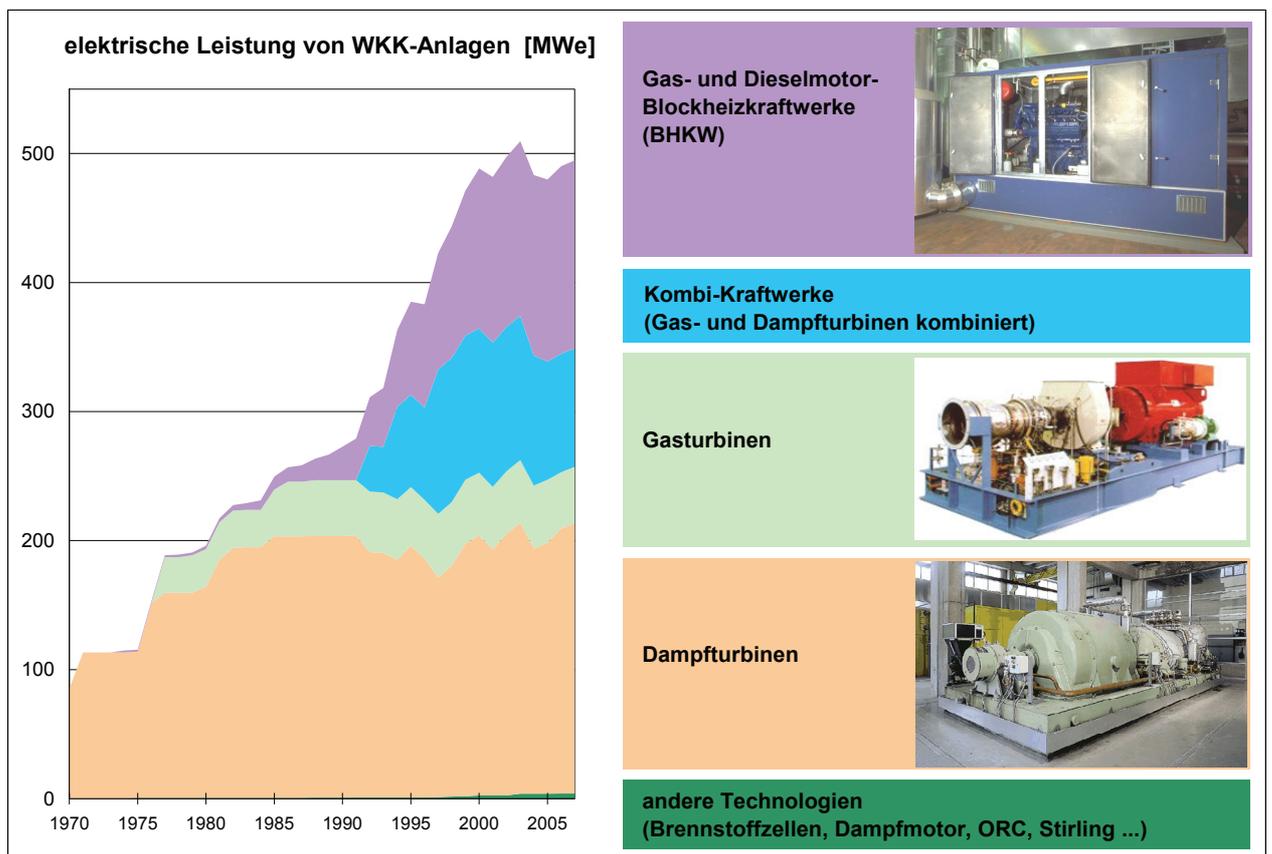
Tel. 031 322 56 11, Fax 031 323 25 00 • [office@bfe.admin.ch](mailto:office@bfe.admin.ch) • [www.admin.ch/bfe](http://www.admin.ch/bfe)

Bundesamt für Energie

## Thermische Stromproduktion inklusive Wärmekraftkopplung (WKK) in der Schweiz 1990 bis 2007

Ausgabe 2007

24. September 2008



### Auftraggeberin

Bundesamt für Energie  
Sektion Analysen und Perspektiven  
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 - 2007	18
3.3	Energieträger 2007	20
<b>4.</b>	<b>Wärmekraftkopplung (WKK)</b>	<b>21</b>
4.1	Übersicht	21
4.2	Energieträger 2007	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: 08.1011.1  
Verfasser: Urs Kaufmann  
Stephan Gutzwiller  
Telefon: 061 927 42 67  
E-Mail: urs.kaufmann@eicher-pauli.ch  
stephan.gutzwiller@eicher-pauli.ch

Freigabe: Jasmin Gülden, BFE

## Dokumentation

Stand: Fassung vom 24.09.2008 15:00:00  
Ablage: G:\2008\1011\4-Dok\WKK-2007.doc

<b>Anhang</b>	<b>47</b>
<b>A. Thermische Stromerzeugung</b>	<b>48</b>
A.1 Zeitreihen 1990 - 2007	48
A.2 Energieträgersplit 2007	48
A.3 Bruttoenergieverbrauch der Anlagen mit thermischem Stromverbrauch 2007	48
A.4 Bruttoenergieverbrauch für die thermische Stromproduktion 2007	48
<b>B. Wärmekraftkopplung (WKK)</b>	<b>55</b>
B.1 Zeitreihen elektrische Leistungen 1970 - 2007	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 2007	65
D.2 Zeitreihen 1986 - 2007	65
<b>E. Spezialauswertungen</b>	<b>75</b>
E.1 Kehrichtverbrennungsanlagen	75
E.2 Deponiegasnutzung	75
<b>F. Erläuterungen zur Statistik</b>	<b>81</b>
F.1 Gross-WKK-Statistik	82
F.2 Klein-WKK-Statistik	83
<b>G. Literatur- und Quellenverzeichnis</b>	<b>91</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 2007 wurden in der Schweiz insgesamt 65'916 GWh Elektrizität erzeugt. Davon stammen 3'244 GWh, also knapp 5 % aus den Generatoren von thermischen Stromerzeugern (ohne Kernkraftwerke). Dieses Ergebnis stammt aus der vorliegenden Untersuchung, die im Auftrag des Bundesamtes für Energie (BFE) durchgeführt wurde. Das Ziel war, alle thermischen Stromproduktionsanlagen statistisch zu erfassen und deren Energieproduktion im Jahre 2007 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 2007 knapp 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 2007	Inst. el. Leist. Ende 2007 [MWe]	Stromproduktion 2007	
						GWh	%
Thermische Stromproduktion	Wärmekraftkopplung	T1	diverse therm. Stromerzeuger	20	75.0	40.0	1%
		T2	Vouvry (stillgelegt 30.9.1999)	0	0.0	0.0	0%
		T3	Deponiegasverstromung	7	1.6	6.8	0%
		T4	Kehrichtverbrennungsanlagen (KVA ohne WKK*)	25	280.0	1'570.1	48%
				<b>Subtotal Nicht-WKK-Anlagen</b>	<b>52</b>	<b>356.6</b>	<b>1'616.9</b>
	Klein-WKK	W1	Kehrichtverbrennungsanlagen (KVA mit WKK*)	4	56.1	216.9	7%
		W2	Industrie**	22	228.0	703.4	22%
		W3	Fernheizkraftwerke und div.**	9	61.7	107.5	3%
		W4	stromproduzier. Klein-WKK (Blockheizkraftwerke und Gasturbinen < 1MW)	1'032	149.0	599.1	18%
		W5	nicht stromprod. Klein-WKK (Gas-/Dieselmotor-Wärmepumpen)	(49)	0.0	0.0	0%
		<b>Subtotal WKK-Anlagen (ohne W5)</b>	<b>1'067</b>	<b>494.8</b>	<b>1'627.0</b>	<b>50%</b>	
		<b>Total gesamte thermische Stromproduktion</b>	<b>1'119</b>	<b>851.4</b>	<b>3'243.9</b>	<b>100%</b>	

Stand: 24.07.2008

G:\2008\1011\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 2007 haben insgesamt 1'119 Anlagen zur thermischen Stromproduktion beigetragen (Tabelle 1.1). Den grössten Anteil stellt mit 1'032 Anlagen die Gruppe Klein-WKK, 35 Anlagen gehören der Kategorie Gross-WKK an. Seit anfangs der neunziger Jahre wurden insgesamt 757 Klein-WKK-Anlagen realisiert. Der jährliche Zuwachs hat in den letzten fünf Jahren bei durchschnittlich 14 Anlagen mit ca. 3.1 MW elektrischer Leistung auf tiefem Niveau stagniert. Im Jahre 2007 verharnte der Klein-WKK-Bestand bei 1'032 Anlagen. Es wurden aber dennoch 67 Klein-WKK-Aggregate als Ersatz für stillgelegte Aggregate in Betrieb genommen.

## Die dicken 'Brummis'

Gesamthaft sind heute 851 MW elektrische Leistung in thermischen Stromerzeugern installiert. Alle WKK-Anlagen gemeinsam steuern 495 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 210 MWe stehen in den Generatoren dieser Kategorie zur Stromproduktion bereit (Bild 1.2). Anfangs der neunziger Jahre erlebten die Kombianlagen einen Boom. Bei dieser Technologie wird einer Gasturbine ein Hochdruckabhitzeessel mit Dampfturbine nachgeschaltet.

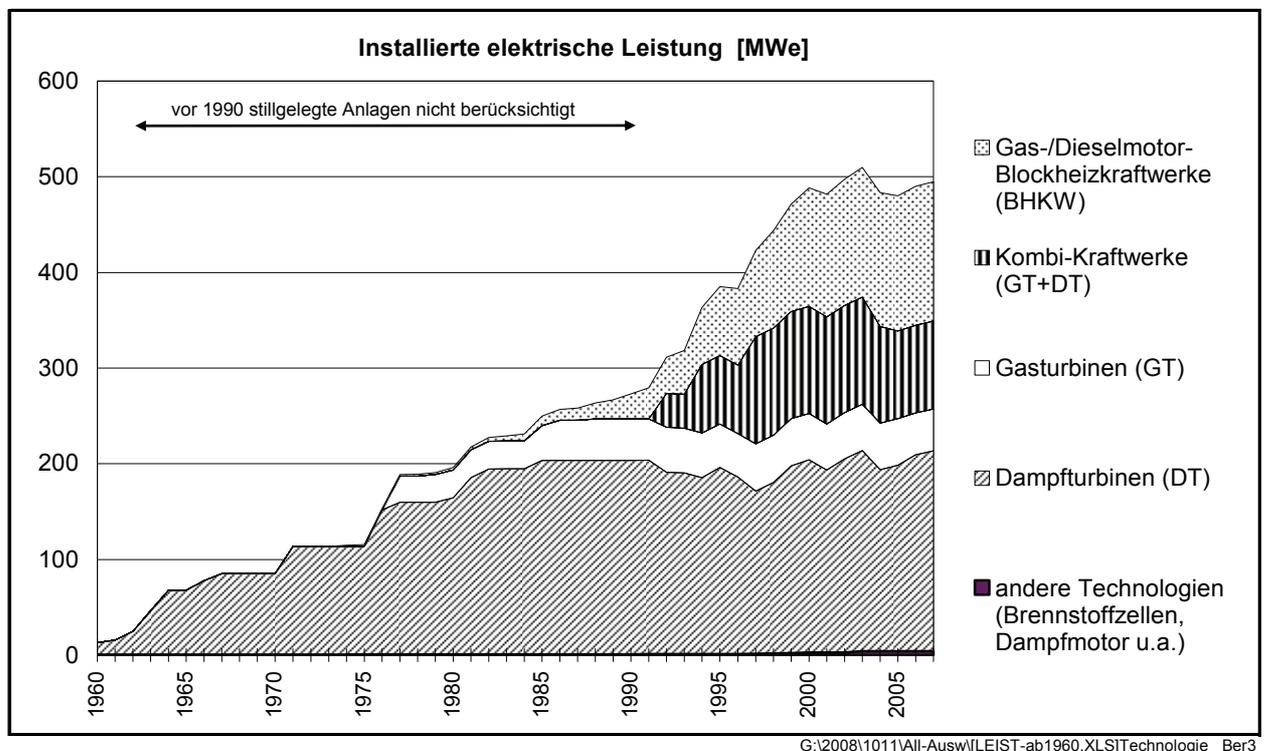
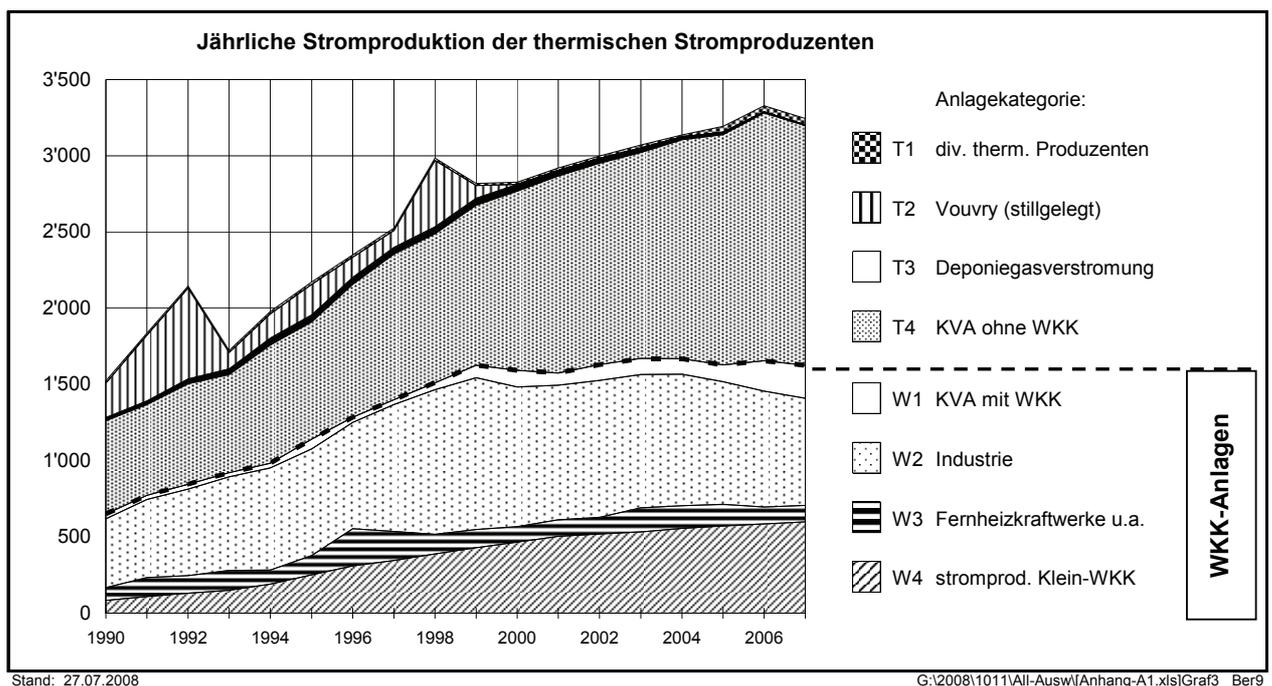


Bild 1.2 Entwicklung der elektrischen Leistung der WKK-Anlagen unterschieden nach Technologien

### (Fast) Alle haben zugelegt

Die Stromproduktion der thermischen Kraftwerke konnte von 1'524 MWh im Jahr 1990 auf 3'244 MWh im Jahr 2007 gesteigert werden (Bild 1.3). Zu diesem Ergebnis beigetragen haben in den neunziger Jahren vor allem die WKK-Anlagen. Diese haben 2007 gemeinsam 1'627 GWh Strom in die Netze der Betreiber geliefert, davon die 'Kleinen' allein 599 GWh (Bild 1.3). Ein kontinuierliches und beachtliches Wachstum ist auch bei der Elektrizitätserzeugung in Kehrichtverbrennungsanlagen festzustellen.



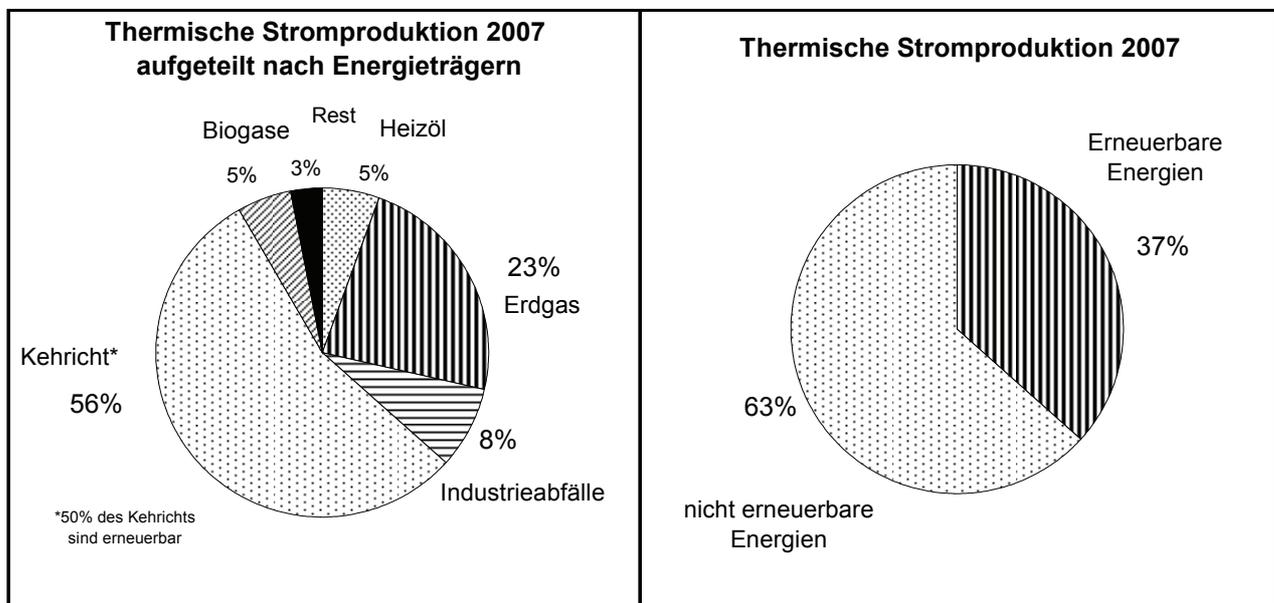
**Bild 1.3** Entwicklung der thermischen Stromproduktion

### 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, 4 % in Biogasanlagen) eingesetzt. Bürogebäude (9 %), Wärmeverbundenanlagen (10 %), Wohngebäude (9 %) sowie Spitäler und Heime (8 %) sind weitere wichtige Einsatzgebiete von Klein-WKK-Anlagen.

Erfreulich ist die Tatsache, dass 37 % der zum Betrieb der Anlagen benötigten Energie aus regenerativen Energiequellen stammt. Dies sind primär die erneuerbaren Anteile der Abfälle in Kehrichtverbrennungsanlagen und Industriebetrieben sowie etwa 5 % Biogase (Bild 1.4).



Ausdruck: 24.07.2008

G:\2008\1011\All-Ausw\ENERG-ab1990.xls\Anhang A.2 Ber3 resp. Ber6

**Bild 1.4** Aufteilung der thermischen Stromproduktion des Jahres 2007 nach Energieträgern

### Die Spitzenreiter

Im Mittel wurden in der Schweiz im Jahr 2007 pro Kopf der Bevölkerung 217 kWh Strom aus thermischen Kraftwerken produziert. Die Kantone Wallis und Solothurn sind dabei mit 1'006 und 868 kWh pro Kopf die Spitzenreiter. Die nächsten beiden Plätze werden von den Kantonen Basel-Stadt (786 kWh) und Basel-Landschaft (399 kWh) eingenommen.

# 1. Résumé

En 2007, la Suisse a produit 65'916 GWh d'électricité. 3'244 GWh, soit 5% du total, sont issus de génératrices thermiques (mais non nucléaires). Tel est le résultat de la présente étude réalisée pour le compte de 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 2007. A cet effet, un sondage a été réalisé auprès de tous les exploitants d'installations d'une certaine importance ainsi que des 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 figurer en outre ici comme installations 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 2007, 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 2007	Puissance installée Fin 2007 [MWe]	Prod. de courant en 2007	
						GWh	%
Production thermique de courant	Couplage chaleur-force	T1	Div. producteurs d'électricité therm.	20	75.0	40.0	1%
		T2	Vouvry (désaff. depuis le 30.9.99)	0	0.0	0.0	0%
		T3	Au gaz de décharge	7	1.6	6.8	0%
		T4	Usines d'incinération des ordures (UIOM sans CCF*)	25	280.0	1'570.1	48%
		<b>Sous-total sans install. CCF</b>			<b>52</b>	<b>356.6</b>	<b>1'616.9</b>
	Petits CCF	W1	Usines d'incinération des ordures (UIOM avec CCF*)	4	56.1	216.9	7%
		W2	Industrie**	22	228.0	703.4	22%
		W3	Centrales CAD** avec CCF et divers	9	61.7	107.5	3%
		W4	Petites centrales CCF prod. d'élec. (groupes à CCF et turbines à gaz < 1 MW)	1'032	149.0	599.1	18%
		W5	Petites centrales CCF non prod. d'électricité. (PAC à mot. gaz/diesel)	(49)	0.0	0.0	0%
<b>Sous-total install. CCF (sauf W5)</b>			<b>1'067</b>	<b>494.8</b>	<b>1'627.0</b>	<b>50%</b>	
<b>Total production thermique d'électricité</b>			<b>1'119</b>	<b>851.4</b>	<b>3'243.9</b>	<b>100%</b>	

Stand: 28.07.2008

G:\2008\1011\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

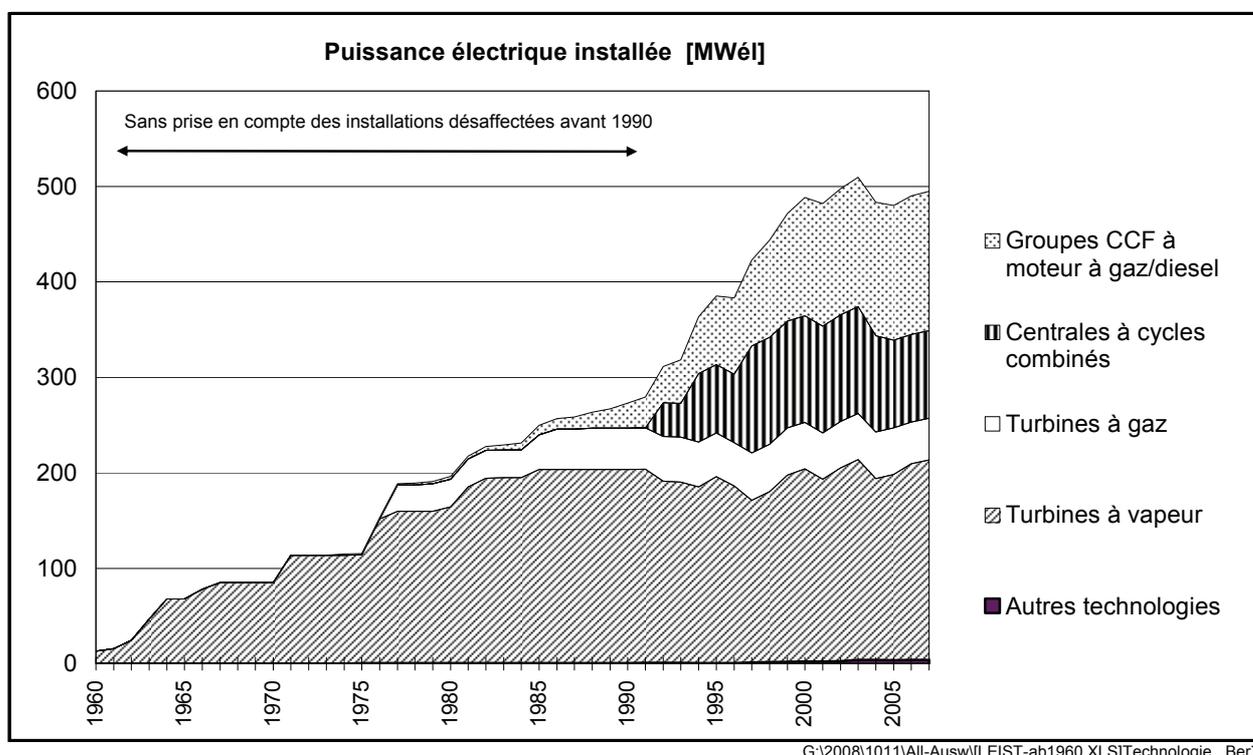
## Les "petits" forment la majorité

En 2007, des équipements thermiques au nombre de 1'119 ont fourni de l'électricité (tab. 1.1). La plupart (1'032) sont de petites installations, 35 d'entre eux font partie de la catégorie des grands CCF. 757 petits équipements à CCF ont été construits depuis le début des années 90, mais la croissance annuelle s'est stabilisée au cours des cinq dernières années à un bas niveau (en moyenne 14 installations, avec 3.1 MW de puissance par année). En 2007, le nombre des petits CCF est resté à 1032.67 petits groupes CCF ont toutefois été mis en service pour remplacer les groupes désaffectés.

## Poids lourds

L'ensemble des producteurs thermiques représente aujourd'hui 851 MW de puissance électrique installée. Les équipements à CCF en produisent 495 MWe, dont 70% dans des grosses unités.

Parmi celles-ci, les turbines à vapeur prédominent largement, fournissant quelque 210 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.



G:\2008\1011\All-Ausw\LEIST-ab1960.XLS]Technologie 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 3'244 MWh en l'an 2007 (fig. 1.3). La progression est due avant tout aux équipements à CCF. En 2007, ceux-ci ont injecté 1'627 GWh de courant dans les réseaux des exploitants, dont 599 GWh en provenance des "petits" (fig. 1.3). La production d'électricité des UIOM progresse aussi continuellement de manière notable.

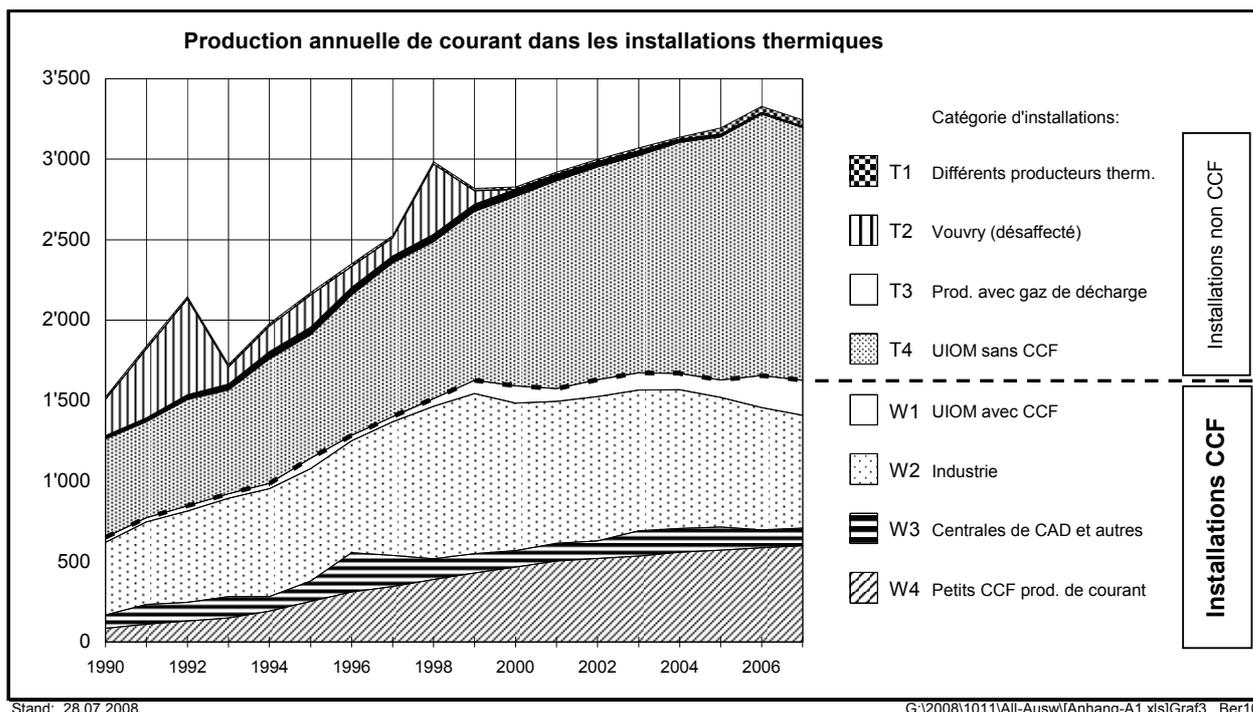


Figure 1.3 Evolution de la production thermique de courant

### 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 (22%). On en trouve aussi dans les immeubles de bureaux (9%), les réseaux de chauffage à distance (10%) et dans l'habitat (9%) ainsi que dans les hôpitaux et les foyers (8%).

On constate heureusement que 37% 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).

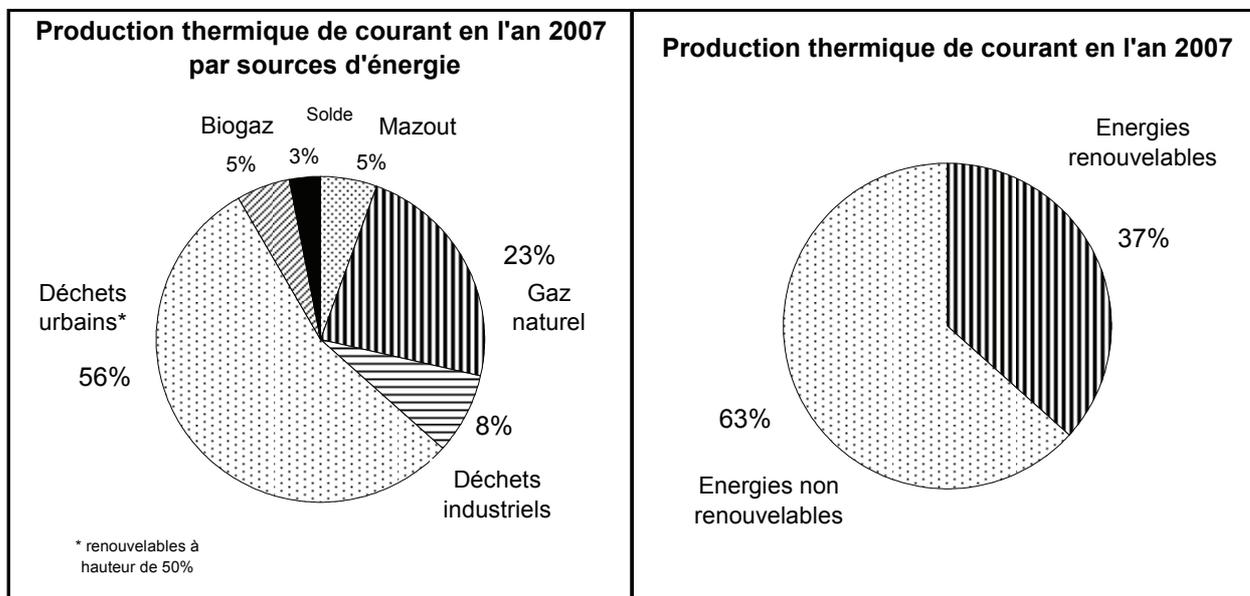


Figure 1.4 Apport des différentes sources d'énergie à la production thermique de courant en 2007

## Champions

La production moyenne d'électricité de source thermique en 2007 a été de 217 kWh par tête d'habitant. Avec respectivement 1'006 et 868 kWh par personne, les cantons du Valais et de Soleure en ont fourni la proportion la plus élevée, suivis de Bâle-Ville (786 kWh) et Bâle-Campagne (399 kWh).

## 2. Einleitung

In den vergangenen 20 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 2007 in der Schweiz 65'916 Mio. kWh elektrische Energie produziert. Rund 95 % dieser Strommenge wurde in Wasser- und Kernkraftwerken erzeugt. Die restlichen knapp 5 % wurden in kleineren und grösseren thermischen Kraftwerken produziert.

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

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

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

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 2007. 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.

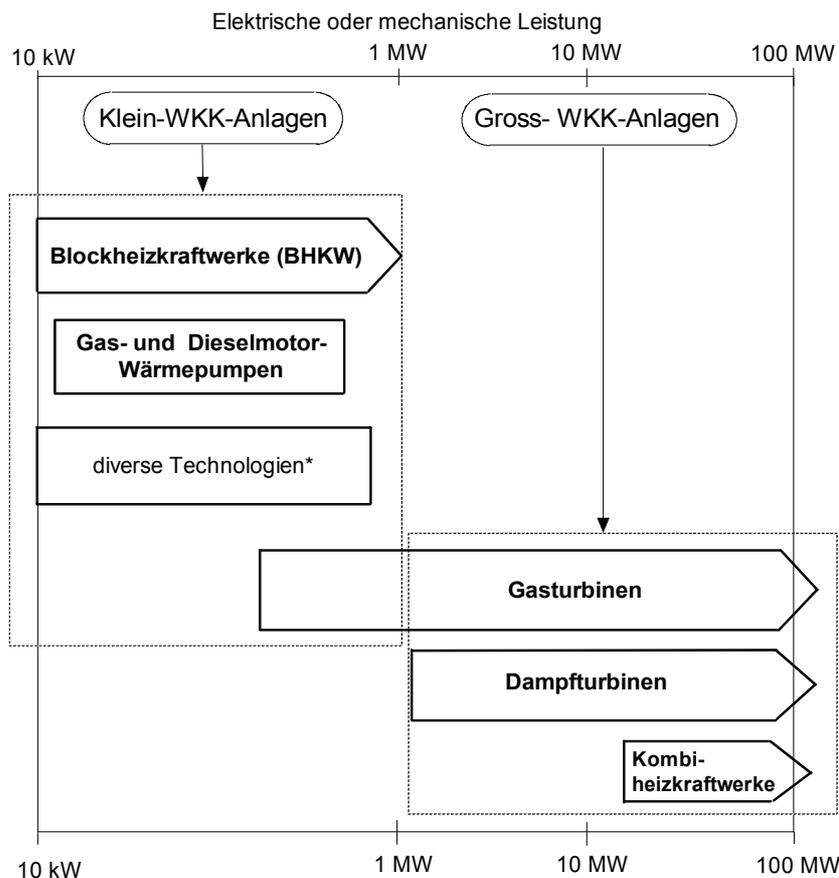
## 2.2 Technologien und Einsatzbereiche von WKK-Anlagen

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 (Bio-)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 (Mikrogasturbinen)
- 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\lwkk-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.

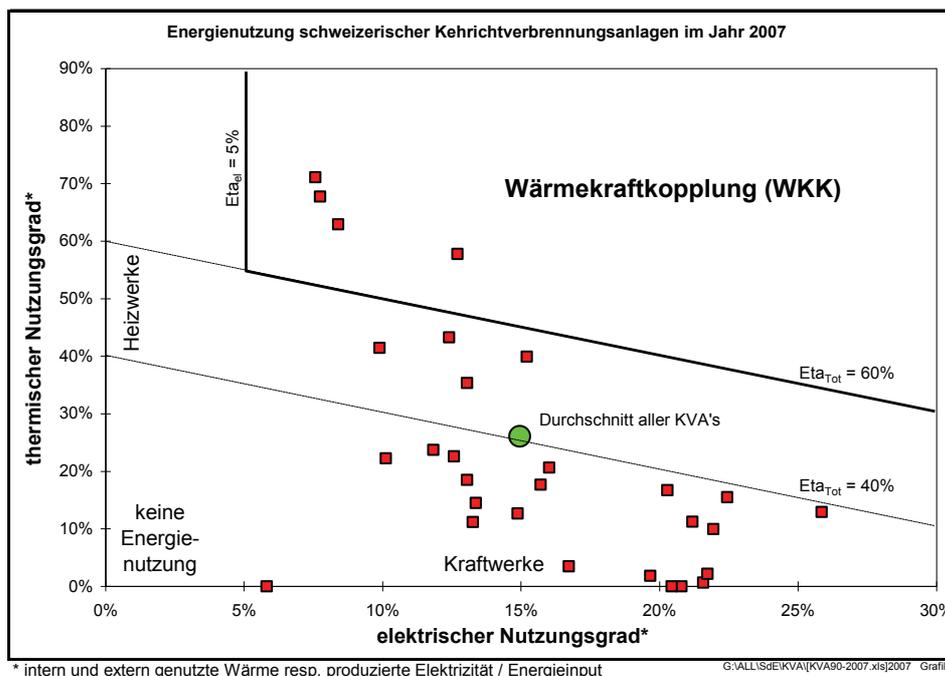
Viele KVA weisen zwar einen elektrischen Nutzungsgrad über 10 % auf. Beim grösseren Teil dieser KVA beträgt der thermische Nutzungsgrad weniger als 20 %. In Bild 2.3 wurden diese KVA als **Kraftwerke** bezeichnet.

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

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

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

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



\* intern und extern genutzte Wärme resp. produzierte Elektrizität / Energieinput G:\VALLIS\GE\KVA\KVA90-2007.xls|2007 Grafik1

**Bild 2.3** Jahresnutzungsgrade der schweizerischen Kehrichtverbrennungsanlagen im Jahr 2007

## 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 >= 60% und Eta El >= 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 2007 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 1'119 Anlagen haben im Jahr 2007 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 1'067 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 757 Anlagen zugenommen.

Ende 2007 waren 1'145 thermische Stromproduktionsanlagen (ohne Kernkraftwerke) in Betrieb.

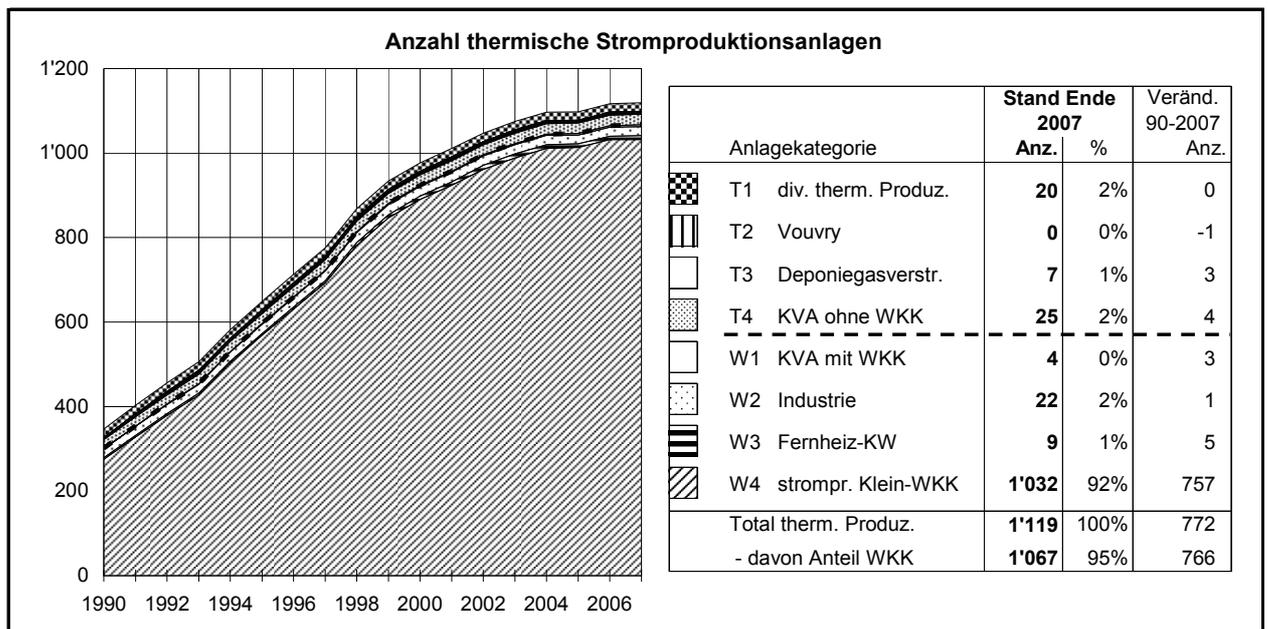
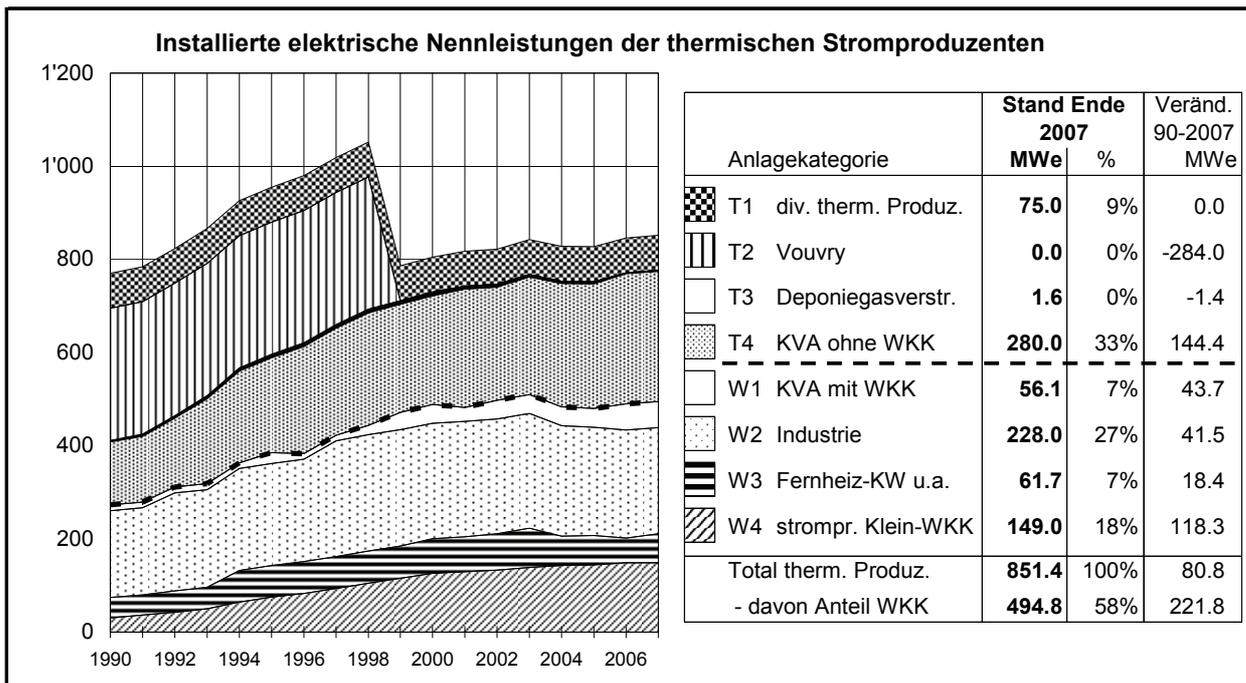


Bild 3.1a Entwicklung der Anzahl thermischer Stromproduktionsanlagen

(siehe Anhang A.1a)

Die gesamte elektrische Nennleistung aller thermischen Stromproduzenten betrug Ende 2007 gut 851 MWe (Bild 3.1b). Die elektrische Leistung aller WKK-Anlagen betrug Ende 2007 rund 495 MWe.



Stand: 28.07.2008

G:\2008\1011\All-Ausw[Anhang-A1.xls]Graf2 Ber6

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

(siehe Anhang A.1b)

## 3.2 Stromproduktion 1990 - 2007

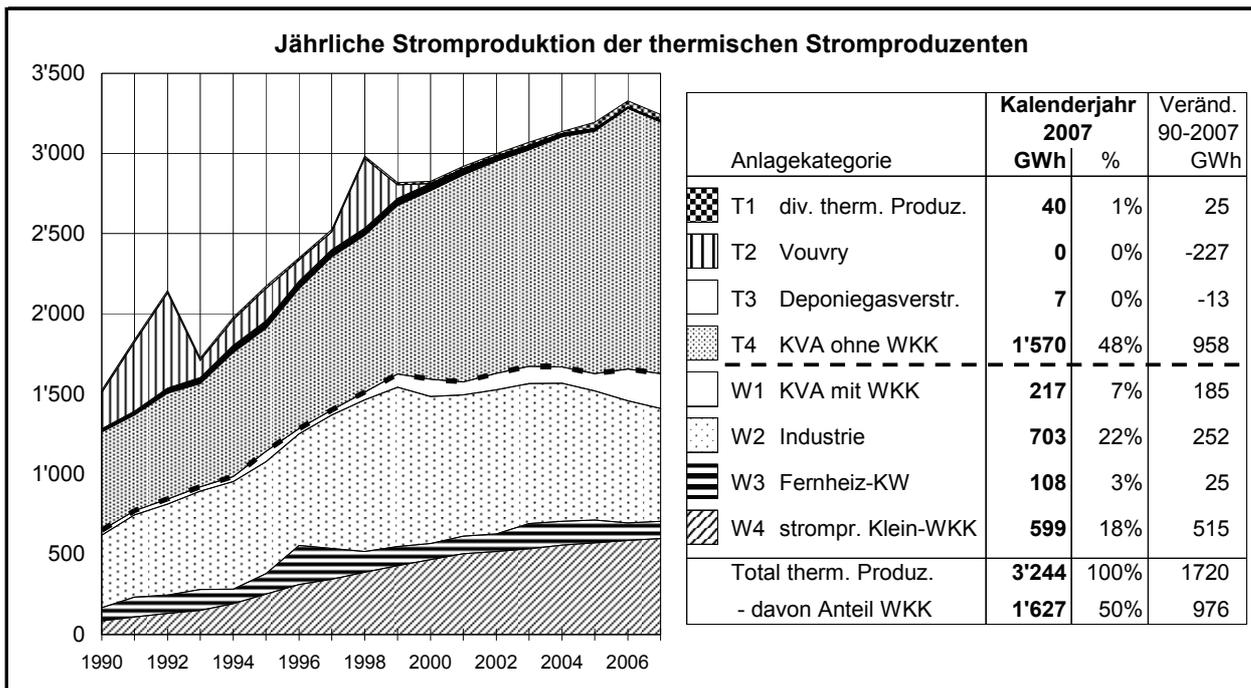
Im Jahr 2007 betrug die thermische Stromproduktion in der Schweiz 3'244 GWh (siehe Bild 3.2a). Neben den 36'373 GWh aus Wasserkraftwerken und den 26'344 GWh aus Kernkraftwerken haben die thermischen Stromerzeuger im Jahr 2007 einen Beitrag von knapp 5 % an die gesamte Landeserzeugung erbracht.

50.2 % der thermischen Stromproduktion wurde 2007 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 599 GWh 18 %.

Mit 49.8 % erfolgte weniger als die Hälfte der thermischen Stromproduktion im Jahr 2007 in Kraftwerken mit geringer oder keiner Abwärmenutzung. Dabei handelt es sich fast ausschliesslich um Kehrichtverbrennungsanlagen.

Die thermische Stromproduktion hat seit 1990 um 1'720 GWh zugenommen. Dies entspricht einer guten Verdoppelung seit 1990. Gut die Hälfte dieser Zunahme entfällt mit 958 GWh auf die Kehrichtverbrennungsanlagen ohne WKK (Kat. T4). Weitere massgebliche Zunahmen verzeichneten die Klein-WKK-Anlagen (Kat. W4, 515 GWh) und die industriellen Gross-WKK-Anlagen (Kat. W2, 252 GWh). Aktuell zunehmend sind die Kehrichtverbrennungsanlagen mit WKK (Kat. W1), da sich 2007 bei allen vier Anlagen der elektrische Wirkungsgrad verbessert hat. 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 2007 rund 3'244 GWh, 4.9% der schweizerischen Landeserzeugung.**



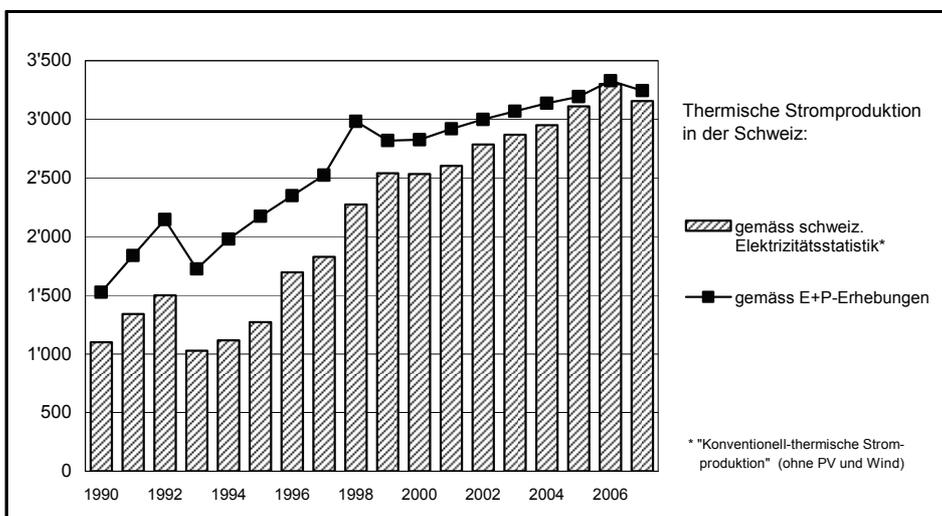
Stand: 28.07.2008

G:\2008\1011\All-Ausw\Anhang-A1.xls\Graf3 Ber7

**Bild 3.2a** Thermische Stromproduktion der Jahre 1990 bis 2007

(siehe Anhang A.1c)

Wie erwähnt, betrug die thermische Stromproduktion des Jahres 2007 gemäss vorliegender Erhebung insgesamt rund 3'244 GWh. In der offiziellen Elektrizitätsstatistik wurde für das gleiche Jahr 3'199 GWh ausgewiesen (3'199 GWh „konventionell-thermische und andere Erzeugung“ abzüglich 43 GWh Erzeugung in Photovoltaik- und Windanlagen). Bild 3.2b zeigt die Differenz zwischen den in diesem Bericht ausgewiesenen Resultaten (effektive thermische Stromproduktion) und denjenigen der Elektrizitätsstatistik der vergangenen Jahre. Nach ziemlich exakter Übereinstimmung im Vorjahr ist diese Differenz 2007 wieder leicht grösser, was aus erhebungstechnischen Gründen kaum vermeidbar ist.



Stand: 28.07.2008

G:\2008\1011\All-Ausw\Anhang-A1.xls\Graf3 Ber8

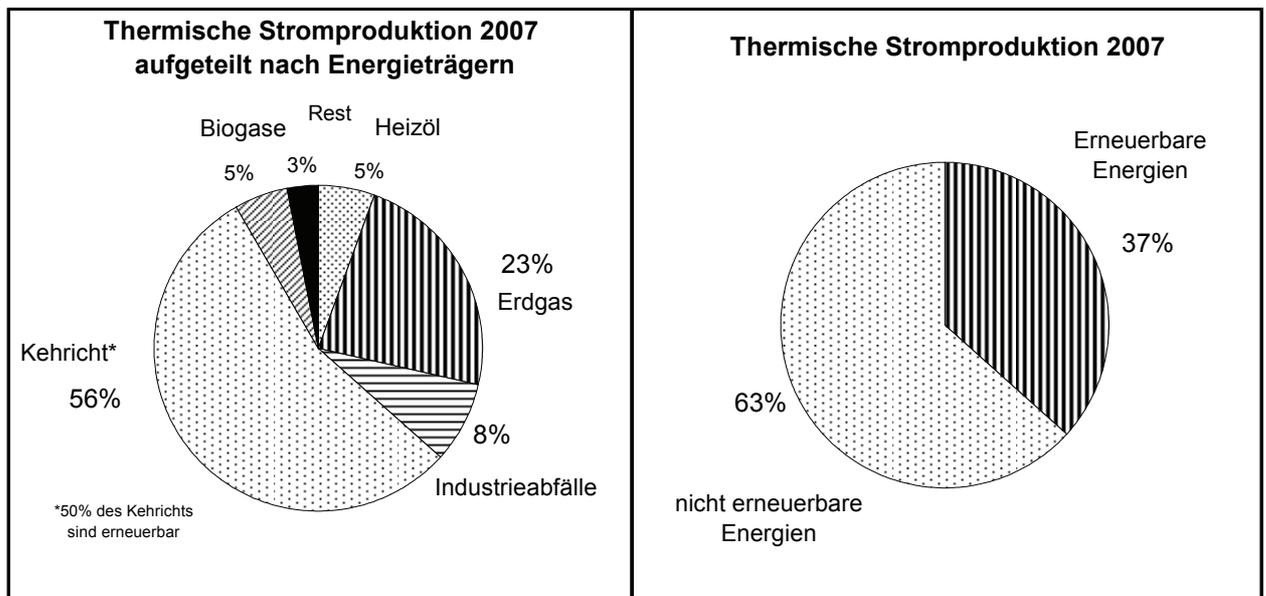
**Bild 3.2b** Thermische Stromproduktion der Jahre 1990 bis 2007: Vergleich der offiziellen schweizerischen Elektrizitätsstatistik mit den vorliegenden Erhebungsergebnissen

### 3.3 Energieträger 2007

In Bild 3.3 wird gezeigt, welche Energieträger im Jahre 2007 für die thermische Stromproduktion eingesetzt wurden. Der aus Kehricht stammende Strom weist mit 56 % den grössten Anteil auf. Erdgas (23 %), Industrieabfälle (8 %), Heizöl (5 %) und Biogase (5 %) sind die weiteren Energieträger. Bei den industriellen Abfällen handelt es sich um Raffinerierückstände, Lösungsmittel, Schlämme aus der Papierproduktion und Chemieabfälle.

**Kehricht (56 %) und Erdgas (23 %) sind die dominanten Energieträger bei der thermischen Stromproduktion.**

Mehr als ein Drittel (37 %) der thermischen Stromerzeugung basiert auf erneuerbaren Energieträgern. Dabei wurde berücksichtigt, dass gemäss Abfallanalysen rund 50 % 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: 24.07.2008

G:\2008\1011\All-Ausw\ENERG-ab1990.xls\Anhang A.2 Ber3 resp. Ber6

**Bild 3.3 Thermische Stromproduktion 2007 aufgeteilt nach Energieträgern.**

(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 2007 waren in der Schweiz 1'067 WKK-Anlagen mit einer elektrischen Nennleistung von 495 MW in Betrieb. Im Kalenderjahr 2007 haben die WKK-Anlagen 1'627 GWh Elektrizität produziert. Dies entspricht 50.2 % der thermischen und 2.5 % der gesamten schweizerischen Stromproduktion.

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

Wie Tabelle 4.1a zeigt, ist die WKK-Anlagenzahl im 2007 nur um 2 Anlagen angestiegen. Die Zunahme lag deutlich unter dem Durchschnitt der letzten 5 Jahre. Die installierte Leistung der WKK-Anlagen stieg im Jahr 2007 hingegen um knapp 5 MW. Die WKK-Stromproduktion hat 2007 gegenüber dem Vorjahr um 29 GWh abgenommen und erreicht damit etwa wieder die Produktion vor 5 Jahren.

Die Ursache für diesen klaren Rückgang war die industrielle WKK-Stromproduktion (Kat. W2), welche im Jahr 2007 um 57 GWh abgenommen hat. Der Rückgang erfolgte massgeblich in der Mineralölverarbeitung sowie in der chemischen Industrie. Dies führte zu einer deutlichen Reduktion der fossilen WKK-Stromproduktion, die im Jahre 2007 teilweise durch einen Stromproduktionszuwachs von 11 GWh bei den landwirtschaftlichen Biogasanlagen und von 18 GWh bei den Kehrichtverbrennungsanlagen kompensiert werden konnte.

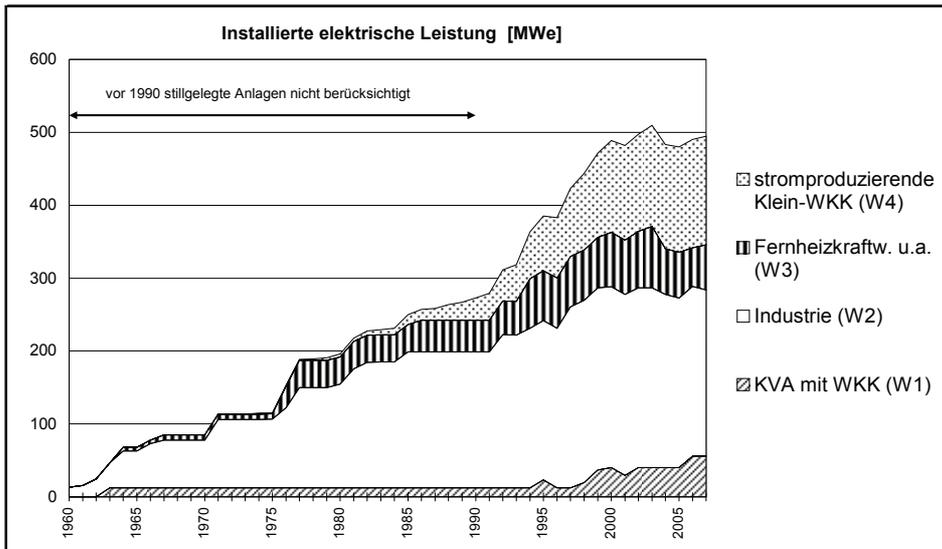
	Total <b>2007</b>	Jährlicher Zuwachs	
		2007	Ø 2002 - 2007
Anzahl Anlagen*	1'067	2	14 Anl./a
Elektrische Leistung*	495 MW <sub>e</sub>	4.6	-0.5 MW <sub>e</sub> /a
Jahresstromproduktion	1'627 GWh	-29	-0.6 GWh/a

\* 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.

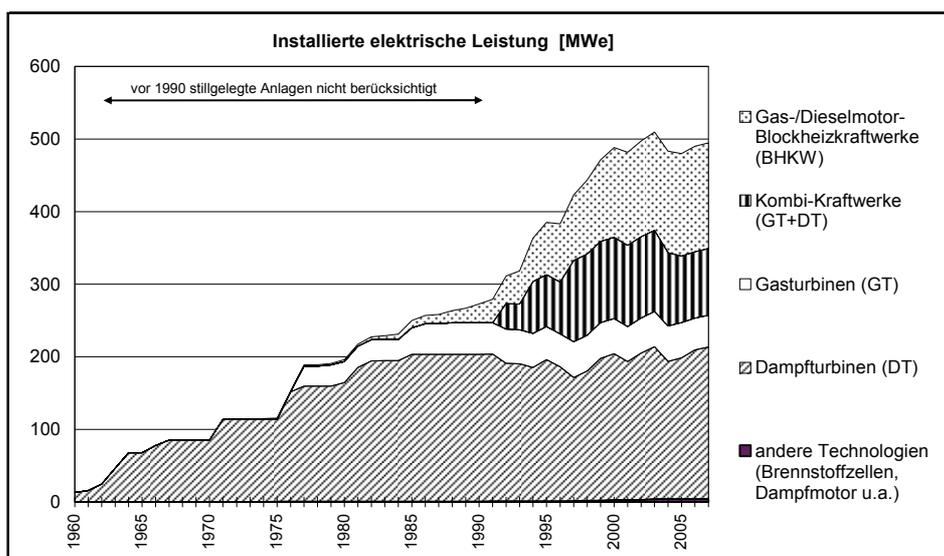


G:\2008\1011\All-Ausw\LEIST-ab1960.XLS\Anlagekategorien (B.1a) Ber22

**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 Kehrlichtverbrennungsanlagen 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:\2008\1011\All-Ausw\LEIST-ab1960.XLS\Technologie Ber3

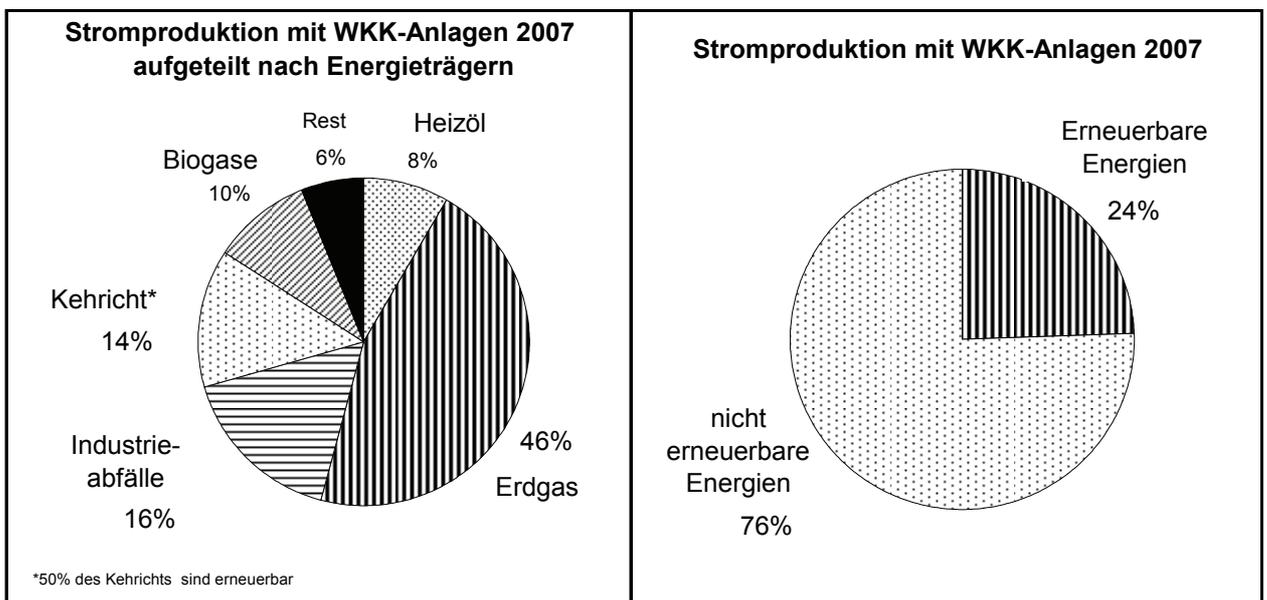
**Bild 4.1c Elektrische Nennleistungen der WKK-Anlagen aufgeteilt nach Technologien** (siehe Anhang B.1b)

## 4.2 Energieträger 2007

In Abschnitt 3.3 wurde die gesamte thermische Stromproduktion des Jahres 2007 nach Energieträgern aufgeteilt. In Bild 4.2 findet sich die analoge Aufteilung für die Stromproduktion mit WKK-Anlagen.

Erdgas ist mit 46 % der wichtigste Energieträger. Industrieabfälle und Kehricht sind mit Anteilen von 16 und 14 % 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 10 % auf.

Der Hauptenergieträger der WKK-Anlagen ist mit 46 % Anteil eindeutig Erdgas.



G:\2008\1011\AI-Ausw[ENERG-ab1990.xls]Anhang A.2 Ber1

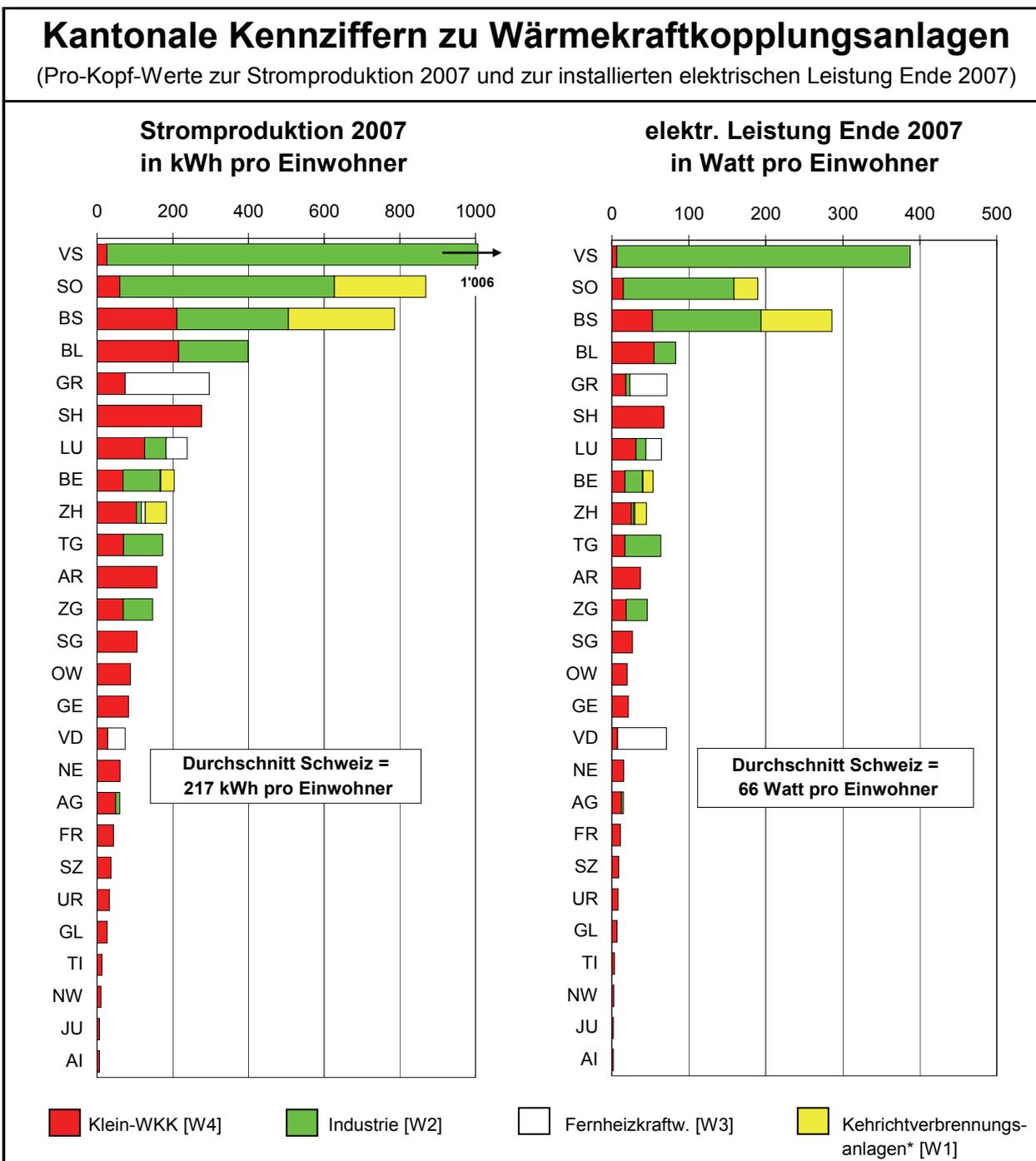
Bild 4.2 Aufteilung der WKK-Stromproduktion 2007 nach Energieträgern

(siehe Anhang A.2)

### 4.3 Auswertung nach Kantonen

In den Bildern 4.3 und 4.4 wird die kantonale Verbreitung von WKK-Anlagen mittels Pro-Kopf-Werten dargestellt. Die Kantone Wallis, Solothurn und Basel-Stadt sind die WKK-Spitzenreiter der Schweiz (Stromproduktion, linke Darstellung Bild 4.3). Das Wallis erreicht seine Spitzenposition dank grossen WKK-Anlagen in drei Industriebetrieben. In Solothurn erfüllt seit dem Jahr 2006 eine Kehrichtverbrennungsanlage die WKK-Kriterien gemäss Definition dieses Berichts (siehe Bild 2.3).

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



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

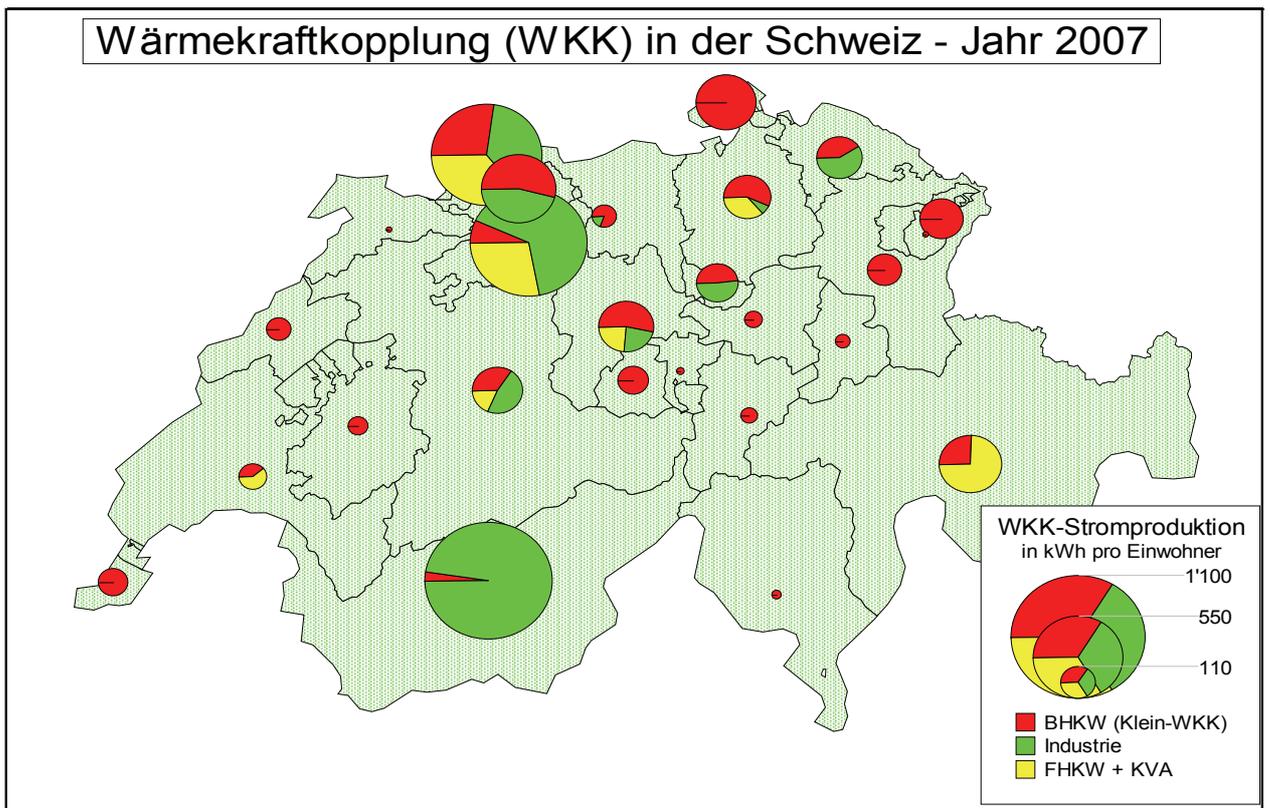
G:\2008\1011\AI-Ausw\KT-WKK2007.xls\AuswGraf\_Ber2

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

(siehe Anhang B.2)

In Basel-Stadt sind die WKK-Einsatzgebiete mit den vielen Blockheizkraftwerken für Nahwärmeverbundanlagen, einer Kehrichtverbrennungsanlage mit WKK sowie einigen Industrieanlagen sehr vielfältig.

In der rechten Darstellung von Bild 4.3 sind die Pro-Kopf-Werte der installierten elektrischen Leistung ersichtlich. Auffällig ist, dass der Kanton Solothurn in dieser Darstellung deutlich hinter Basel-Stadt liegt. So wird mit rund einem Viertel der installierten Leistung in der Kategorie „Kehrichtverbrennungsanlage“ im Vergleich zu Basel-Stadt etwa die gleiche Strommenge produziert.



© Dr. Eicher+Pauli AG, Liestal

G:\2008\1011\All-Ausw\WKK-Kantonsgrafik.xls\aktuelles Jahr

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

(siehe Anhang B.2)

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



## 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 2007 waren 35 Gross-WKK-Anlagen in Betrieb. Dabei handelt es sich um vier Anlagen in Kehrlichtverbrennungsanlagen (siehe Kap. 7.1, resp. Bild 2.3), 22 Anlagen in der Industrie (siehe Kap. 5.2) sowie neun Anlagen in Fernheizkraftwerken (siehe Kap. 5.3).

63 % der WKK-Stromproduktion wird in Anlagen ab 1 MWe erzeugt (Gross-WKK-Anlagen).

	Total	Jährlicher Zuwachs	
	2007	2007	Ø 2002 - 2007
Anzahl Anlagen*	35	2	0.0 Anl./a
Elektrische Leistung*	346 MW <sub>e</sub>	4.4	- 3.7 MW <sub>e</sub> /a
Jahresstromproduktion	1'028 GWh	-41.6	- 16.5 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)

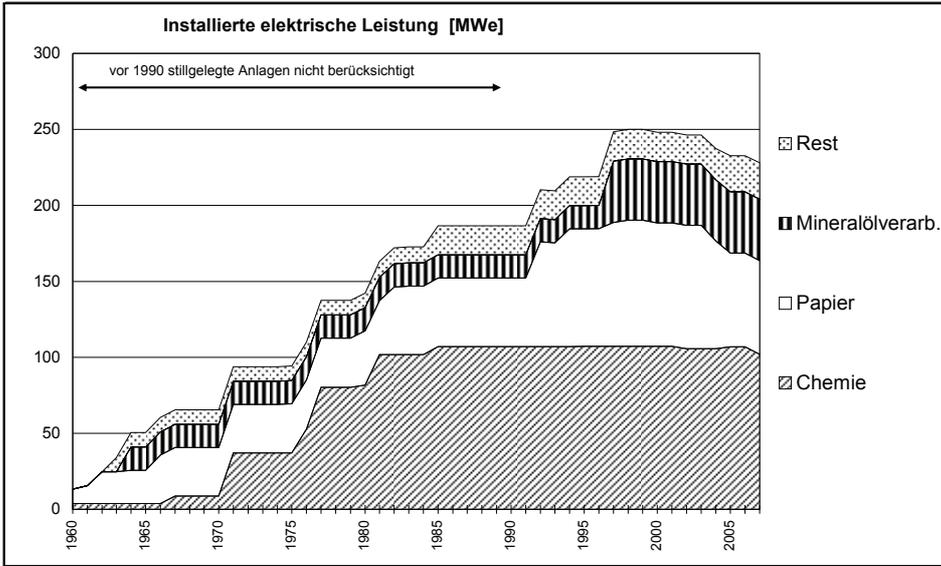
Im Jahr 2007 stieg die installierte elektrische Leistung der Gross-WKK-Anlagen nach einer erstmaligen deutlichen Abnahme um 31 MWe im Jahr 2004 wiederum leicht an auf 346 MWe. Die Jahresstromproduktion der Gross-WKK-Anlagen stagniert seit Jahren im Bereich von 1'100 GWh und hat im Jahr 2007 um 42 GWh auf noch 1'028 GWh abgenommen.

### 5.2 Industrie

Gross-WKK-Anlagen in Industriebetrieben produzieren knapp die Hälfte der gesamten schweizerischen WKK-Stromproduktion (43 %). 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.

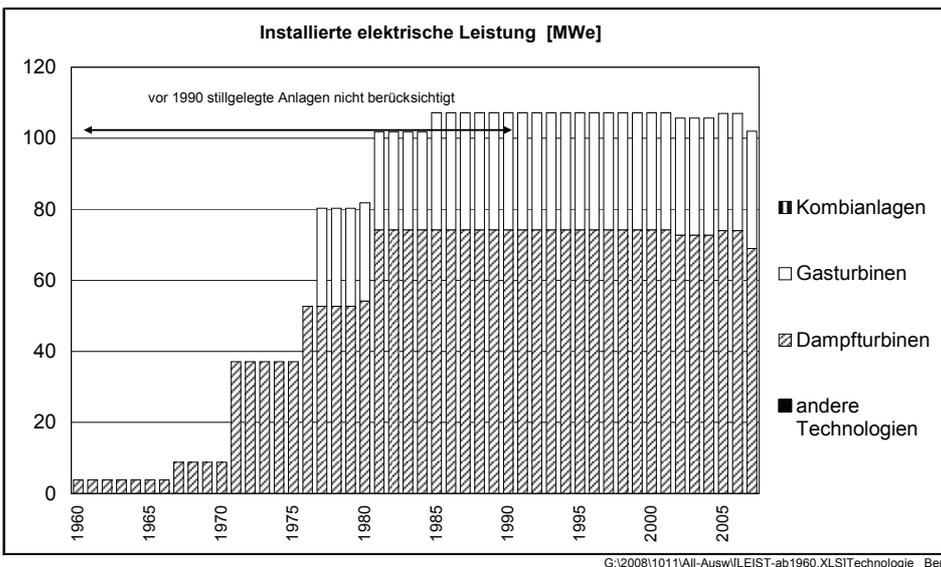
43 % des WKK-Stroms stammt aus Gross-WKK-Anlagen in Industriebetrieben.

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 leicht und ab dem Jahr 2003 bis 2007 deutlich abgenommen. Die industrielle WKK-Stromproduktion hat seit dem Spitzenjahr 1999 mit 994 GWh kontinuierlich auf noch 703 GWh im 2007 abgenommen.

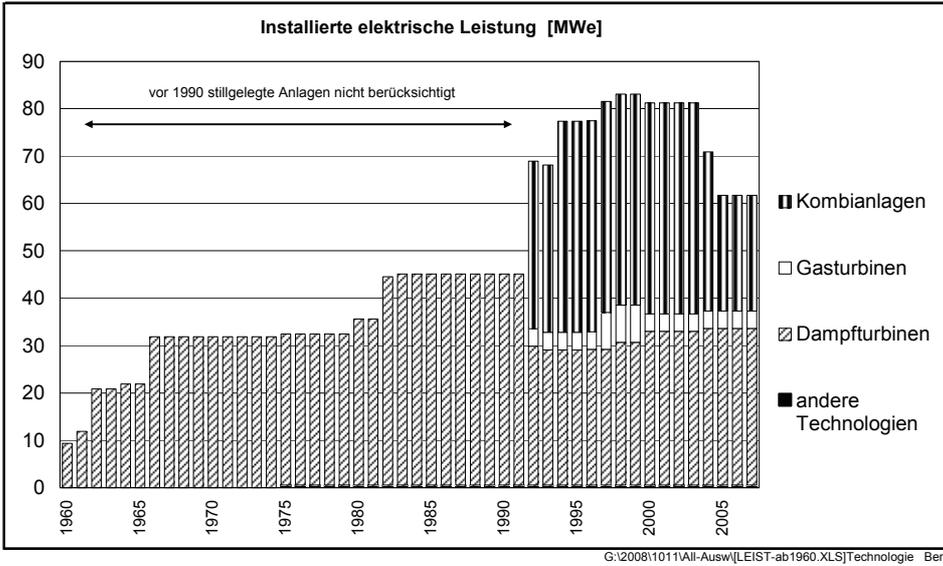


**Bild 5.2a Industrielle Gross-WKK-Anlagen aufgeteilt nach Branchen** (siehe Anhang Ca)

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). Stilllegungen führten in den Jahren 2004 und 2005 zu einer deutlichen Leistungsreduktion bei den Kombianlagen in der Papierindustrie.

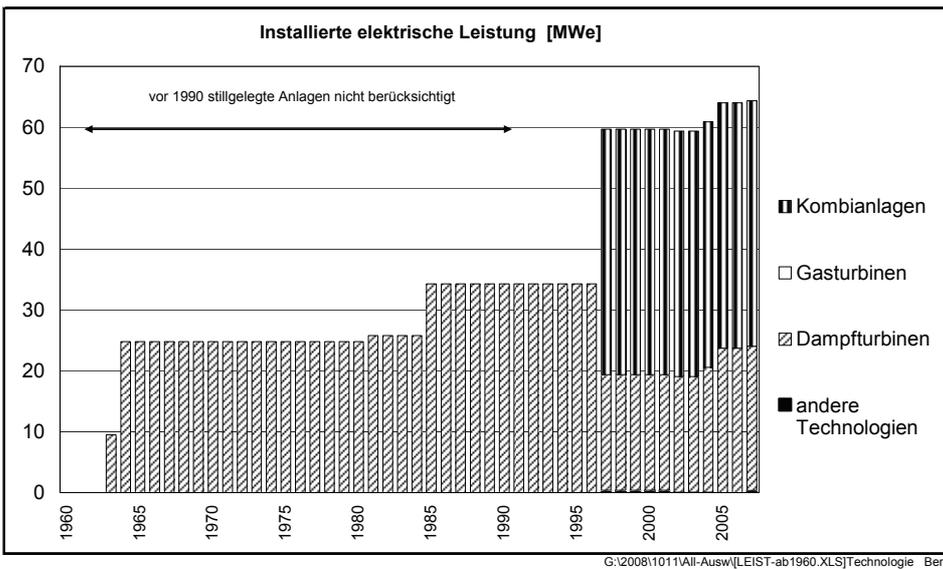


**Bild 5.2b Gross-WKK-Anlagen in der chemischen Industrie** (siehe Anhang Cb)



**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.

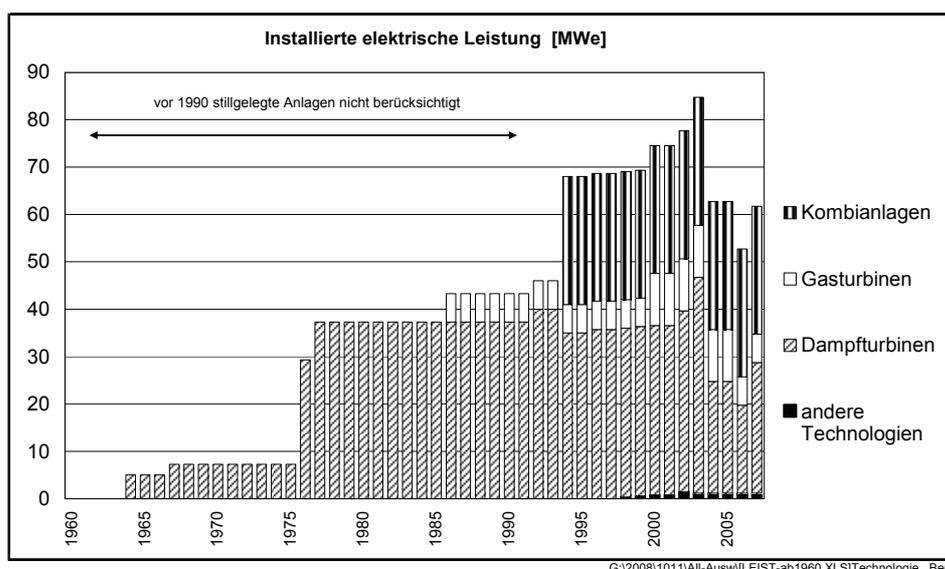
Per Ende 2007 waren der Kategorie "Fernheizkraftwerke u.a." neun Anlagen zugewiesen. Im Jahr 2007 nahm ein neues Werk im Kanton Graubünden die Stromproduktion auf und ist auf Anhieb die wichtigste Anlage in dieser Kategorie. Es wird mit Waldholz und Holz aus der Landschaftspflege befeuert und liefert Prozessdampf an zwei Industriebetriebe. Das seit Ende der neunziger Jahre aus wirtschaftlichen und lufthygienischen Gründen nur wenige Stunden betriebene Fernheizkraftwerk Voltastrasse in Basel wurde im Jahr 2004 stillgelegt. Der daraus resultierende massgebliche Rückgang der installierten Leistung dieser Kategorie wird in Bild 5.3a unmittelbar deutlich. Eine grössere Ersatzanlage ist in Basel aber bereits in Planung.

Fernheizkraftwerke (sowie einige Spezialanlagen) produzieren 6.6 % des WKK-Stroms.

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

- Zwei Gasturbinen an der EPFL Lausanne.
- Einige mit Holz betriebene WKK-Anlagen.
- Eine Dampfturbine zur Abwärmenutzung bei der Transitgas AG in Ruswil.
- Eine weitere Spezialanlage mit zwei Dampf- und einer Gasturbine wurde aus wirtschaftlichen Gründen Ende 2006 stillgelegt.

Die von Fernwärmeversorgern betriebenen Gas- und Dieselmotoren werden in diesem Bericht als Klein-WKK-Anlagen erfasst (siehe Kap. 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

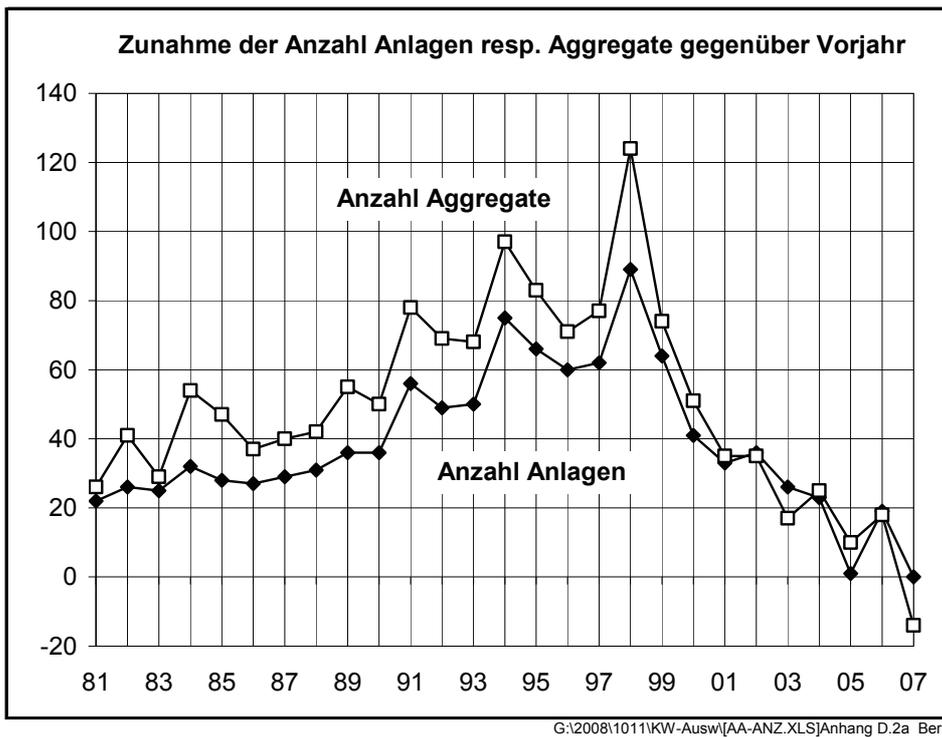
Analog zu den früher separat publizierten Ausgaben der Klein-WKK-Statistik wird im Kapitel 6.1 in der Regel nicht zwischen Klein-WKK-Anlagen mit oder ohne Stromproduktion unterschieden. In den meisten Detailauswertungen im Anhang ist aber eine klare Unterscheidung zwischen stromproduzierenden (Kat. W4, 2007: 1'032 Anlagen) und nicht stromproduzierenden (Kat. W5, 2007: 49 Anlagen) Klein-WKK-Anlagen vorhanden.

Die als Klein-WKK-Anlagen bezeichneten Gas- und Dieselmotor-Blockheizkraftwerke, Brennstoffzellen sowie die Gasturbinen bis 1 MWe haben im Jahr 2007 37 % 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 2007 waren in der Schweiz insgesamt 1'081 Klein-WKK-Anlagen mit 1'394 Aggregaten in Betrieb.** Im Vergleich zu Ende 2006 bedeutet dies eine unveränderte Anlagenzahl sowie eine Abnahme um 14 Aggregate. Bild 6.1a zeigt, dass damit erstmals seit 1980 eine leichte Bestandesabnahme zu verzeichnen war. Im Vergleich dazu betrug der Zuwachs im Spitzenjahr 1998 über 120 Aggregate. Es gilt jedoch zu beachten, dass auch im 2007 67 neue Aggregate in Betrieb genommen wurden (siehe Kap. 6.4). Gleichzeitig wurden aber 81 Aggregate stillgelegt, was folglich zur erstmaligen Bestandesabnahme geführt hat.



**Bild 6.1a** Jährliche Zunahme des Klein-WKK-Bestandes

(siehe Anhang D.2a)

### 6.1.2 Installierte Leistungen

Die 1'394 Klein-WKK-Aggregate, welche Ende 2007 in Betrieb waren, weisen zusammen eine Energie-Inputleistung von 444 MW auf (siehe Tabelle 6.1b). Die maximale elektrische Leistung dieser Klein-WKK-Anlagen beträgt 149 MW. Weitere 0.5 MW werden direkt zum Antrieb von Gebläsen in Kläranlagen genutzt.

Die Klein-WKK-Anlagen konnten Ende 2007 zusammen 252 MW thermische Leistung zur Beheizung von Gebäuden und zur Nutzung als Prozesswärme abgeben.

	Total Ende 2007	Jährlicher Zuwachs	
		2007	Ø 2003 - 2007
Anzahl Anlagen	1'081	0	14 Anl./a
Anzahl Aggregate	1'394	-14	11 Aggr./a
Energie-Inputleistung	443.8 MW	-2.0	6.1 MW/a
Elektrische Leistung	149.0 MW <sub>e</sub>	0.2	3.1 MW <sub>e</sub> /a
Mechanische Leistung*	0.5 MW	-0.1	-0.1 MW/a
Heizleistung	252.3 MW <sub>th</sub>	-2.0	2.4 MW <sub>th</sub> /a

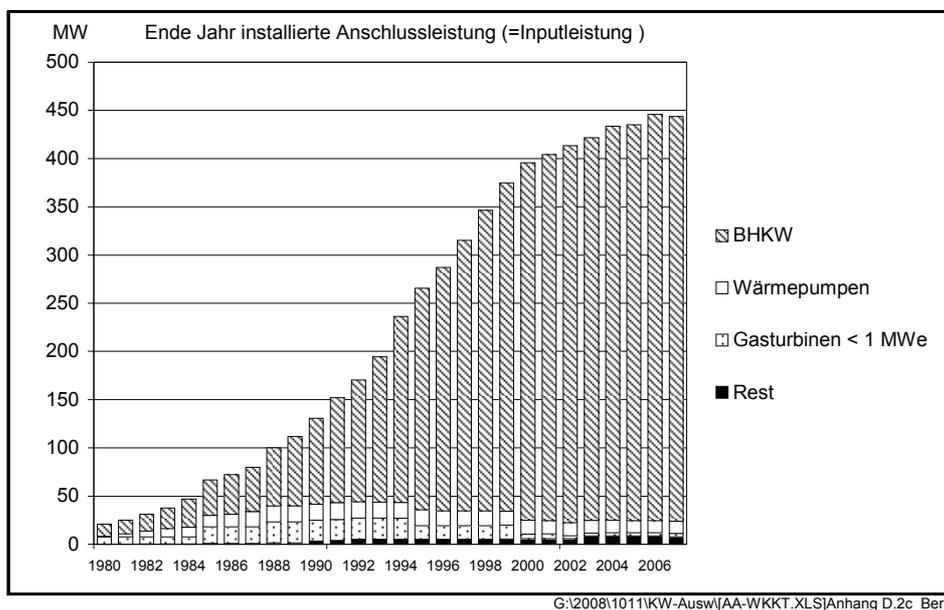
G:\2008\1011\KW-Ausw[Jahr\_Typ3+2\_2007.xls]RES\_WKK2 WKK902

\* Wellenleistung von Direkt-Gebläseantrieben in Kläranlagen

**Tabelle 6.1b** Bestand und installierte Leistungen Ende 2007 sowie Jahreszunahmen 2007 und im Zeitraum 2003 - 2007

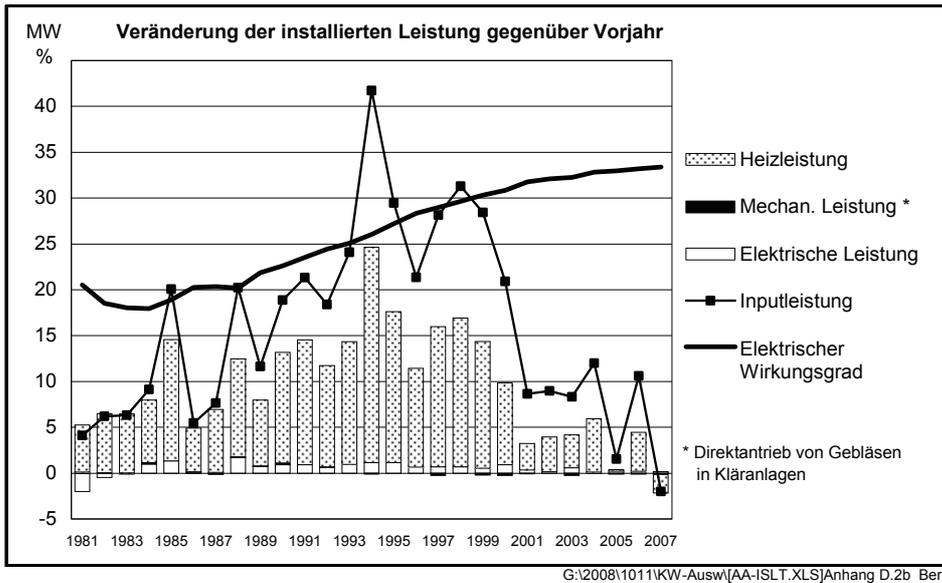
In Tabelle 6.1b wird der Leistungszuwachs 2007 mit dem Durchschnitt der Jahre 2003 bis 2007 verglichen. Die installierte elektrische Klein-WKK-Leistung hat 2007 um 0.2 MW zugenommen. Dies entspricht zwar weniger als 10 % der mittleren Leistungszunahme der Vorjahre, ist jedoch angesichts der erwähnten Abnahme um 14 Aggregate dennoch überraschend. Grund ist, dass viele kleine Aggregate mit wenigen deutlich grösseren Aggregaten ersetzt wurden.

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 acht 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. Nach einer kurzen Trendwende im Jahr 2004 setzte sich der Abwärtstrend deutlich fort; im Jahr 2007 wurde erstmals eine leichte Abnahme bezüglich Input- und Heizleistung festgestellt. Gleichzeitig verbesserte sich der elektrische Wirkungsgrad gegenüber dem Vorjahr wiederum leicht, sodass die elektrische Leistung keine Abnahme erfahren hatte und auf dem Vorjahreswert stagnierte.



**Bild 6.1d** Zuwachs der am Jahresende installierten Leistungen aller Klein-WKK-Anlagen gegenüber dem Vorjahr (siehe Anhang D.2b)

Die nachstehende Tabelle 6.1e zeigt eine Auswertung des Klein-WKK-Bestandes Ende 2007 nach Leistungsklassen. Es kann daraus abgeleitet werden, dass die 834 Klein-WKK-Aggregate bis 99 kW elektrischer Nennleistung zusammen 24.1 MW (16.2 % von total 149.0 MW) aufweisen. Die 560 Klein-WKK-Aggregate ab 100 kWe weisen 124.8 MW (83.8 %) elektrische Leistung auf.

In der Leistungsklasse 10 - 19 kWe kam es gegenüber der letztjährigen Ausgabe zu einer deutlichen Abnahme der Aggregate (von 263 auf 185 Aggregate). Ursache dafür ist eine durchgeführte Überprüfung, ob diese Kleinstanlagen noch in Betrieb sind und entsprechende rückwirkende Korrekturen.

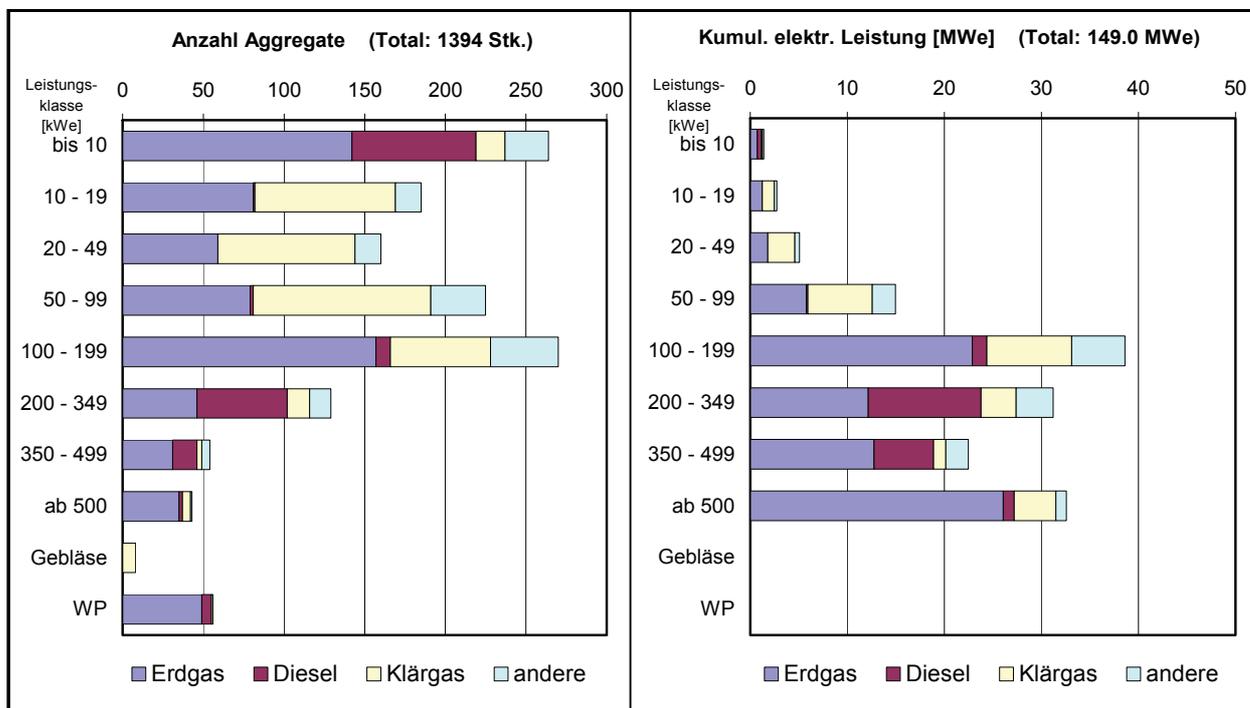
Leistungsklasse der Aggregate	Aggregate in Betrieb		elektrische Leistung	
	Anzahl	%	[MWe]	%
< 10 kWe	264	18.9%	1.38	0.9%
10 - 19 kWe	185	13.3%	2.73	1.8%
20 - 49 kWe	160	11.5%	5.07	3.4%
50 - 99 kWe	225	16.1%	14.95	10.0%
100 - 199 kWe	270	19.4%	38.62	25.9%
200 - 349 kWe	129	9.3%	31.20	20.9%
350 - 499 kWe	54	3.9%	22.49	15.1%
>= 500 kWe	43	3.1%	32.56	21.9%
Gebläseantriebe	8	0.6%	-	-
Wärmepumpen	56	4.0%	-	-
<b>Total</b>	<b>1394</b>	<b>100.0%</b>	<b>149.00</b>	<b>100.0%</b>

Stand per 31.12.2007/ Kantone: alle

G:\2008\1011\KW-Ausw\LeistKlass-Energie.xls\Konzentrat Ber2

**Tabelle 6.1e** Ende 2007 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.



**Bild 6.1f** Ende 2007 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 2007 mit einem Endenergieverbrauch von 1'828 GWh rund 599 GWh hochwertige Energie in Form von Elektrizität oder mechanischer Energie erzeugt (siehe Tabelle 6.1g).

Neben der hochwertigen Energie produzierten die Klein-WKK-Anlagen 958 GWh nutzbare Wärme. Davon wurden aber nur 890 GWh effektiv zu Heizzwecken eingesetzt. Die Differenz zwischen produzierter und effektiv genutzter Wärmeenergie von 68 GWh (7.1 %) 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 2007	Jährlicher Zuwachs	
		2007	Ø 2003 - 2007
Endenergieverbrauch	1'828.3 GWh	26.9	37.4 GWh/a
Elektrizitätsproduktion	599.1 GWh <sub>e</sub>	12.8	16.0 GWh <sub>e</sub> /a
Mechan. Nutzenergie *	2.9 GWh <sub>m</sub>	-0.6	-0.5 GWh <sub>m</sub> /a
Produzierte Wärme **	957.8 GWh <sub>th</sub>	9.0	15.1 GWh <sub>th</sub> /a
Genutzte Wärme ***	889.7 GWh <sub>th</sub>	5.7	12.1 GWh <sub>th</sub> /a

G:\2008\1011\KW-Ausw\Jahr\_Typ3+2\_2007.xls]RES\_WKK2 WKK903

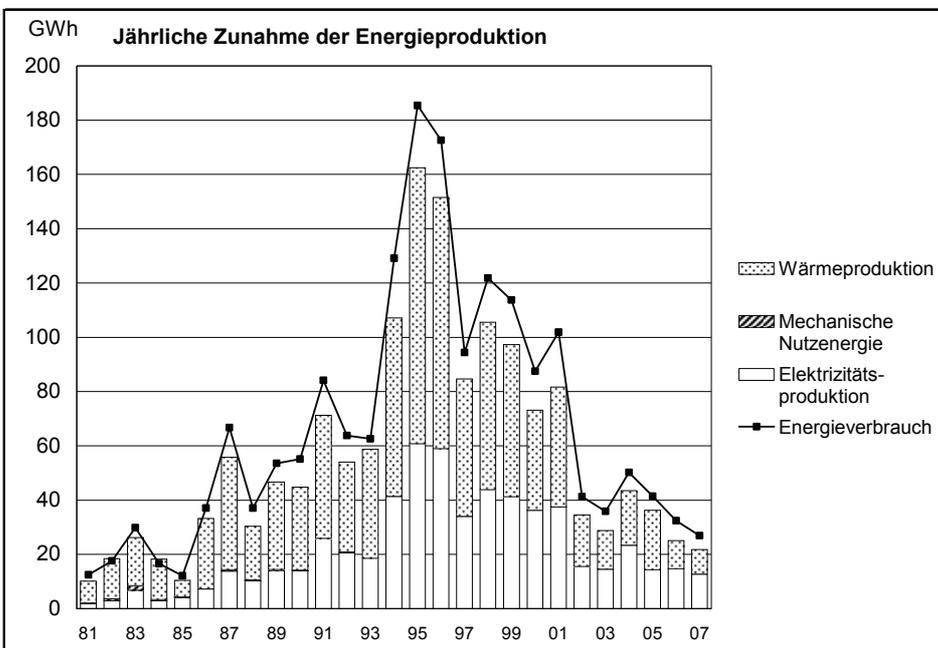
\* Energie an der Welle von Direkt-Gebläseantrieben in Kläranlagen

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

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

**Tabelle 6.1g** Energiedaten 2007 sowie Jahreszunahmen 2007 und im Zeitraum 2003 - 2007

Bild 6.1h zeigt die jährliche Zunahme der Energieproduktion resp. des Energieverbrauchs aller Klein-WKK-Anlagen. Der Abwärtstrend der Vorjahre setzte sich auch im Jahr 2007 fort. Auffällig ist, dass sich die jährliche Zunahme der Stromproduktion weniger stark verringert als jene des Endenergieverbrauchs, was auf den in Bild 6.1d beobachteten stetigen Anstieg des elektrischen Wirkungsgrades aller Klein-WKK-Anlagen zurückzuführen ist.

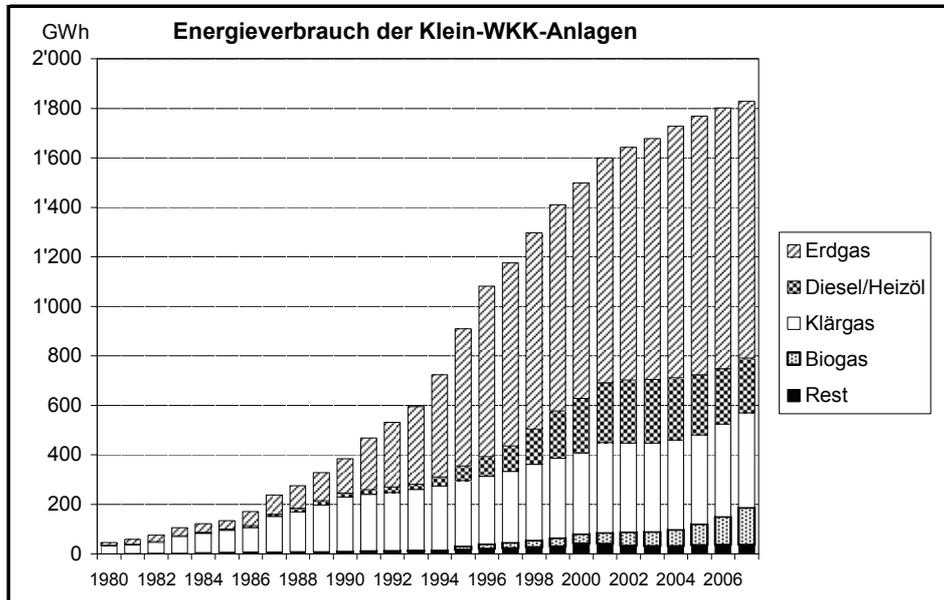


G:\2008\1011\KW-Ausw[AA-EVPD.XLS]Anhang D.2d Ber2

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

Biogas ist der einzige Energieträger, welcher im Jahr 2007 einen Zuwachs erlebt hatte. Alle übrigen Energieträger stagnierten. Diesel/Heizöl-Klein-WKK-Anlagen haben nach kurzem Wachstum Ende der

neunziger Jahre eine rückläufige Tendenz. Insgesamt ist im 2007 der Anteil erneuerbarer Energieträger (Klärgas, Deponiegas, Biogas, Fett/Öl) auf 29 % angestiegen (siehe u. a. Bild 6.1i).



G:\2008\1011\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 2007 installierten Klein-WKK-Aggregate und deren elektrischer Nennleistung nach Anlagekategorien und Einsatzgebieten.

28 % 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 – Tendenz deutlich steigend.

Mit 59 % (Anz.) resp. 71 % (el. Leist.) Anteil am Klein-WKK-Bestand Ende 2007 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 rückläufige Tendenz seit 2004 setzte sich im Jahr 2007 fort.

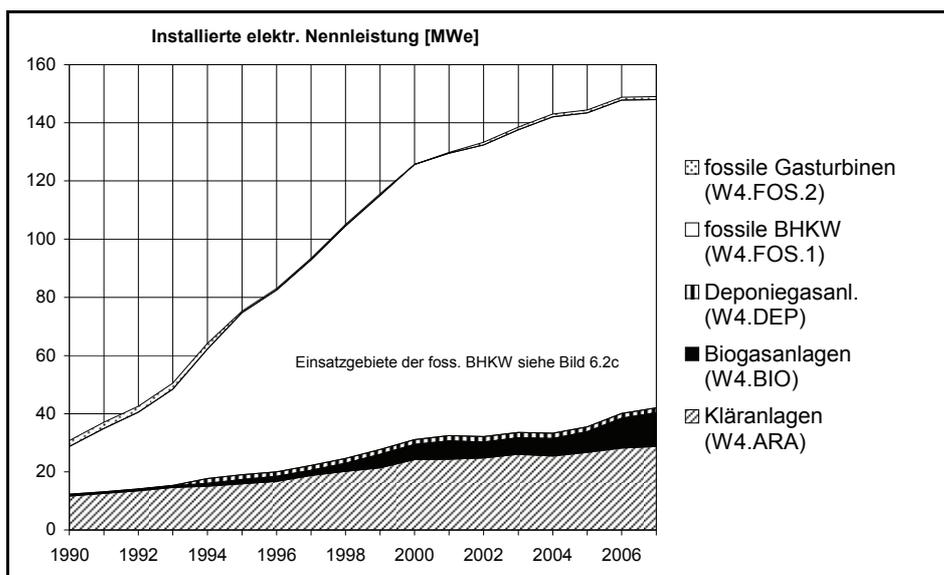
Werden nur die im Jahre 2007 neu installierten Klein-WKK-Anlagen bezüglich elektrischer Leistung betrachtet, so sind die Biogas-BHKW in Gewerbe und Industrie mit 26 % führend (siehe Bild 6.2d).

Bezogen auf die elektrische Klein-WKK-Leistung sind die Bereiche Kläranlagen (19 %) sowie Gewerbe und Industrie (18 %) am wichtigsten. Wärmeverbundanlagen (10 %), Bürogebäude (9 %) sowie Wohngebäude (10 %) sind weitere wichtige Klein-WKK-Einsatzgebiete.

Anlagekategorie Einsatzgebiete	Aggregate		El. Leistung		Veränd. 2007*		Neuinst. 2007**	
	Anz.	%	MWe	%	MWe	%	MWe	%
<b>W4 Stromproduz. Klein-WKK-Anl.</b>	<b>1'341</b>	<b>96%</b>	<b>149.0</b>	<b>100%</b>	<b>0.18</b>	<b>100%</b>	<b>6.0</b>	<b>100%</b>
W4.ARA.1 Kläranlagen mit BHKW	395	28%	28.6	19%	0.44	240%	0.9	15%
W4.ARA.2 Kläranlagen mit Gasturbinen	1	0%	0.1	0%	0.07	36%	0.1	1%
W4.BIO.1 Biogasanlagen Landwirtschaft	67	5%	5.8	4%	0.46	249%	0.5	9%
W4.BIO.2 Biogasanlagen Gewerbe u. Industrie	38	3%	5.9	4%	1.01	551%	1.5	26%
W4.DEP Deponiegas-WKK-Anlagen	4	0%	1.6	1%	0.00	0%	0.0	0%
W4.FOS.1 fossile BHKW	826	59%	106.0	71%	-1.78	-976%	2.9	49%
Bürogebäude (inkl. Banken)	87	6%	14.1	9%	-1.06	-580%	0.1	2%
Wärmeverbund (gemischte Nutzung)	60	4%	15.3	10%	-0.25	-137%	0.8	14%
Schulen, Sportanlagen	100	7%	11.0	7%	-1.14	-626%	0.4	7%
Wohngebäude	224	16%	13.2	9%	-0.08	-45%	0.3	5%
Gewerbe und Industrie	146	10%	27.5	18%	0.92	502%	1.0	16%
Spitäler, Heime	90	6%	12.3	8%	-0.06	-35%	0.3	5%
andere (und unbekannt)	119	9%	12.6	8%	-0.10	-55%	0.0	0%
W4.FOS.2 fossile Gasturbinen < 1 MWe	10	1%	1.0	1%	0.00	0%	0.0	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	1%						
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>1'394</b>	<b>100%</b>	<b>149.0</b>	<b>100%</b>	<b>0.2</b>	<b>100%</b>	<b>6.0</b>	<b>100%</b>

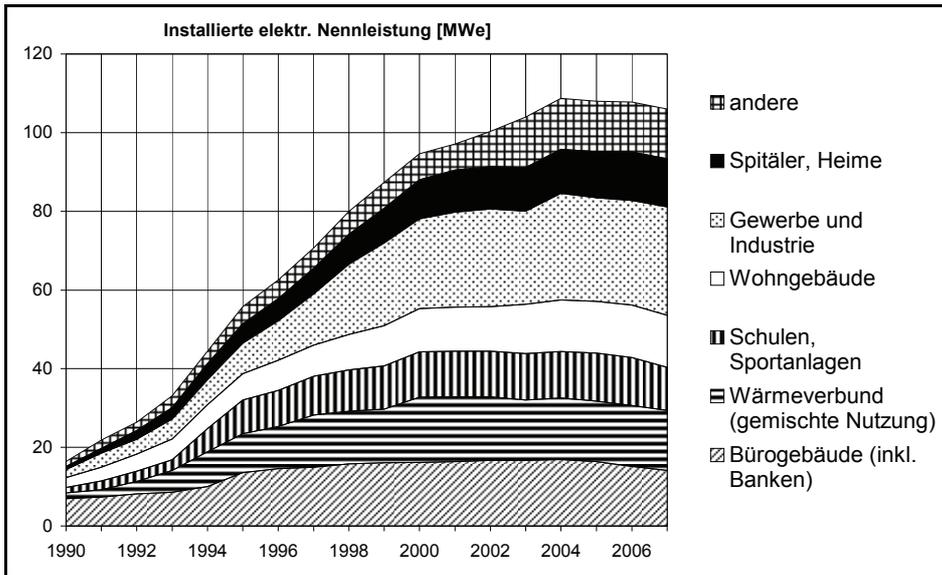
G:\2008\1011\KW-Ausw[Einsge2007.xls]Anhang D.2f Ber1

**Tabelle 6.2a** Anzahl Klein-WKK-Aggregate und elektrische Nennleistungen nach Anlagekategorien und Einsatzgebieten per 31.12.2007

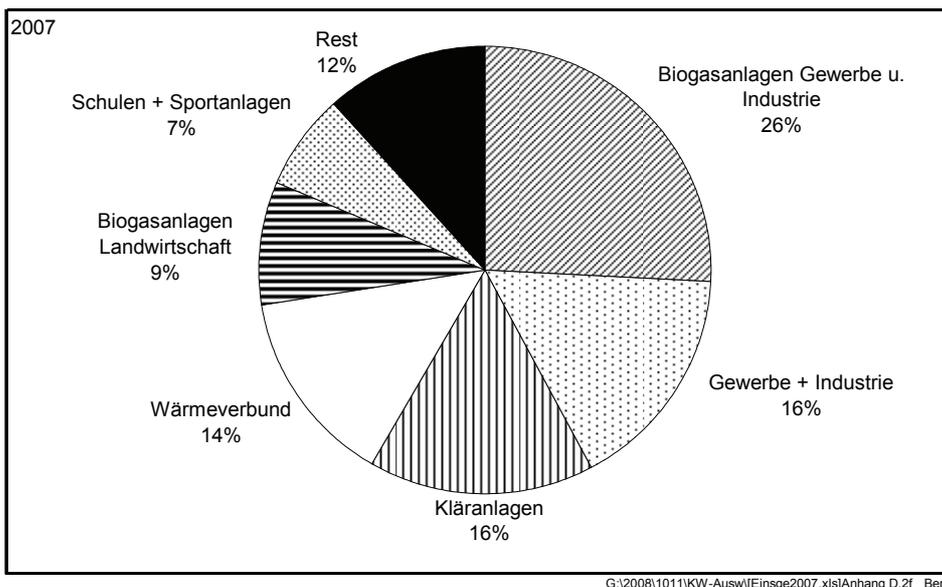


G:\2008\1011\KW-Ausw[Einsge2007.xls]Anhang D.2f Ber2

**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 2007)

### 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.

81 % der in Kläranlagen installierten BHKW-Leistung war Ende 2007 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.**

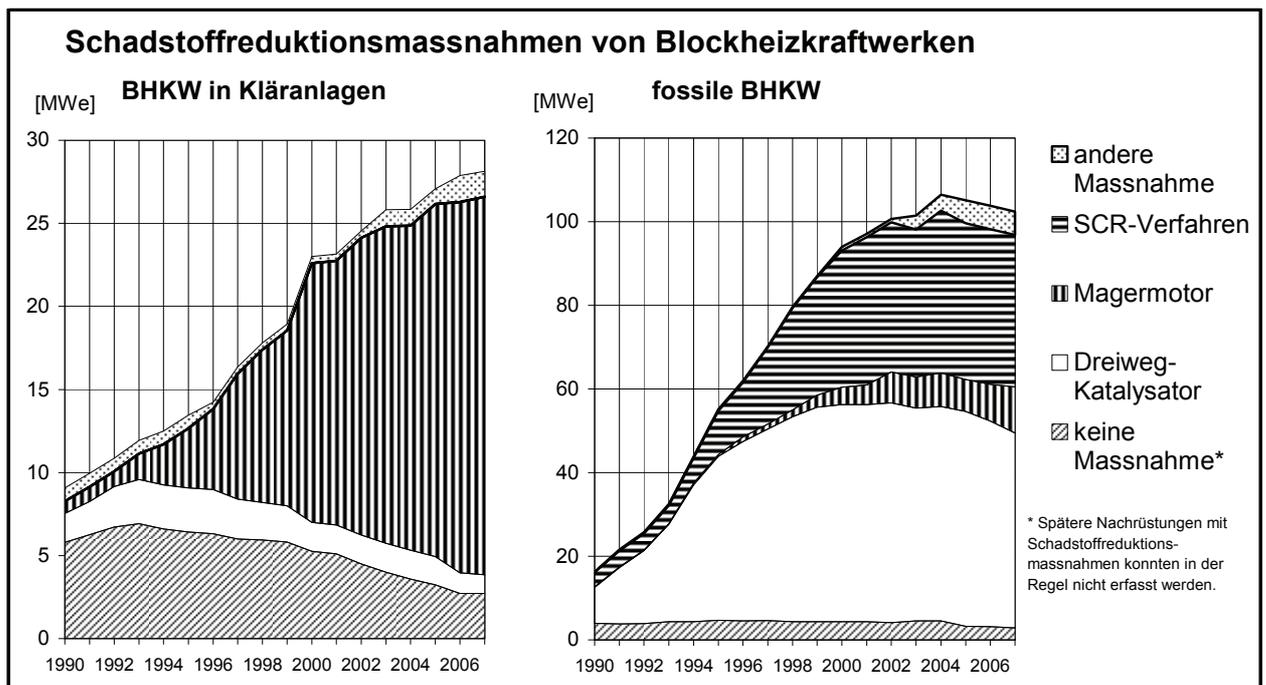
Bei fossilen BHKW sind weiterhin Anlagen mit geregelterm Dreiweg-Katalysator am häufigsten (46 % Ende 2007). Ab 1993 haben Anlagen, mit selektivem katalytischem Reduktionsverfahren (SCR) stark zugenommen. Ende 2007 betrug der leistungsmässige Anteil dieser Anlagen bereits 36 %. Beim SCR-Verfahren werden die Stickoxide (NO<sub>x</sub>) im Abgas nach dem Motor mit Ammoniak (NH<sub>3</sub>) oder Harnstoff zu molekularem Stickstoff (N<sub>2</sub>) und Wasserdampf umgesetzt (Reduktion um bis zu 95%). Bei BHKW's wird v.a. Harnstoff eingesetzt, da dieser im Vergleich zu Ammoniak geruchsfrei, ungiftig und biologisch unbedenklich ist.

Anlagekategorie	Schadstoffreduktionsmassnahme	Aggregate		El. Leistung	
		Anz.	%	MWe	%
<b>W4.ARA.1a</b>	<b>BHKW in Kläranlagen</b>	<b>392</b>	<b>100%</b>	<b>28.1</b>	<b>100%</b>
	keine Massnahme*	105	27%	2.7	10%
	geregelter Dreiweg-Katalysator	20	5%	1.1	4%
	Magermotor	261	67%	22.8	81%
	SCR-Verfahren	0	0%	0.0	0%
	andere	6	2%	1.5	5%
<b>W5.FOS.1a</b>	<b>fossile BHKW</b>	<b>817</b>	<b>100%</b>	<b>102.4</b>	<b>100%</b>
	keine Massnahme*	43	5%	2.9	3%
	geregelter Dreiweg-Katalysator	395	48%	46.6	46%
	Magermotor	226	28%	11.0	11%
	SCR-Verfahren	109	13%	36.4	36%
	andere	44	5%	5.6	5%

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

G:\2008\1011\KW-Ausw[Schadr2007.xls]Auswert Ber1

**Tabelle 6.3a** Übersicht über die Schadstoffreduktionsmassnahmen von Blockheizkraftwerken Ende 2007



G:\2008\1011\KW-Ausw[Schadr2007.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 (50% des Zuwachses von 1998). Der Ersatzanteil stieg stark an und erreichte knapp einen Drittel der neu installierten elektrischen Leistung.

### 6.4.1 Lieferanten

Die Tabellen 6.4a und 6.4b geben einen Überblick über die Lieferanten der 2002 bis 2007 in der Schweiz in Betrieb genommenen Klein-WKK-Aggregate für den stationären Betrieb. Nicht enthalten sind Notstromanlagen. Im Jahre 2007 dienten rund 30% der neu installierten Aggregate als Ersatz innerhalb der gleichen Anlage. Dieser Ersatzanteil ist im Vergleich zum Vorjahr wieder angestiegen. Bezüglich elektrischer Leistung stieg der Ersatzanteil 2007 auf 27% - im Vergleich zum Mittel der letzten fünf Jahre (16%) beinahe eine Verdoppelung.

Lieferant (nur mit Erlaubnis namentlich erwähnt)	Anzahl in Betrieb genommene Aggregate								Total 2002-2007	
	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2007			
AKSA Würenlos AG, Würenlos	0	1	4	1	1	2	3%	9	2%	
Avesco AG, Langenthal	2	5	3	6	20	17	25%	53	12%	
BES BHKW Energie-Service AG, Kronbühl	10	14	6	10	8	11	16%	59	14%	
Buderus Heiztechnik AG, Pratteln	0	0	0	0	2	0	0%	2	0%	
C4 Energie AG, Baar	0	0	0	0	1	3	4%	4	1%	
Daimler Chrysler PowerSystems Schweiz AG, Schlieren	1	1	1	0	0	1	1%	4	1%	
Ensola GmbH, Wetzikon	0	0	0	0	0	2	3%	2	0%	
etaone swiss ag, Eptingen	0	0	0	0	5	1	1%	6	1%	
Genesys Biogas AG, Frauenfeld	0	3	4	3	9	2	3%	21	5%	
Hexis AG, Winterthur	3	5	0	0	1	0	0%	9	2%	
IWK Integrierte Wärme und Kraft AG, Sarnen	3	6	1	7	5	2	3%	24	6%	
MENAG Energie AG (konkurs seit 2006)	17	15	14	7	2	0	0%	55	13%	
Royce & Partners SA, Le Mont-Pèlerin	11	7	16	13	16	19	28%	82	19%	
Vaillant GmbH, Dietikon	0	0	0	1	2	1	1%	4	1%	
Verdesis Suisse SA, Aarau	0	1	2	2	1	2	3%	8	2%	
Walter Meier (Klima Schweiz) AG, Schwerzenbach	11	9	9	12	2	4	6%	47	11%	
andere Lieferanten	21	12	0	2	2	0	0%	37	9%	
<b>TOTAL</b>	<b>79</b>	<b>79</b>	<b>60</b>	<b>64</b>	<b>77</b>	<b>67</b>		<b>426</b>		
Anteil der Aggregate, welche ältere ersetzen*	19%	29%	32%	30%	22%	30%		27%		

\* Ersatz für stillgelegte Aggregate innerhalb der gleichen Anlage

G:\2008\1011\KW-Ausw\Lieferanten.xls\Auswert Bert

Tabelle 6.4a In Betrieb genommene Motoren und Brennstoffzellen 2002 bis 2007.

(Kat. T3, W4, W5)

### 6.4.2 Technologien

Die seit 1998 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 hat sich inzwischen auf einem tiefen Niveau stabilisiert. Im Jahre 2007 wurde schweizweit eine Leistung von 6.51 MWe neu installiert (67 Aggregate). Damit hat sich der Leistungszuwachs seit dem Jahr 2000 halbiert. Im vergangenen Jahr hat der Anteil von kleinen, meist mit Heizöl EL betriebenen Aggre-

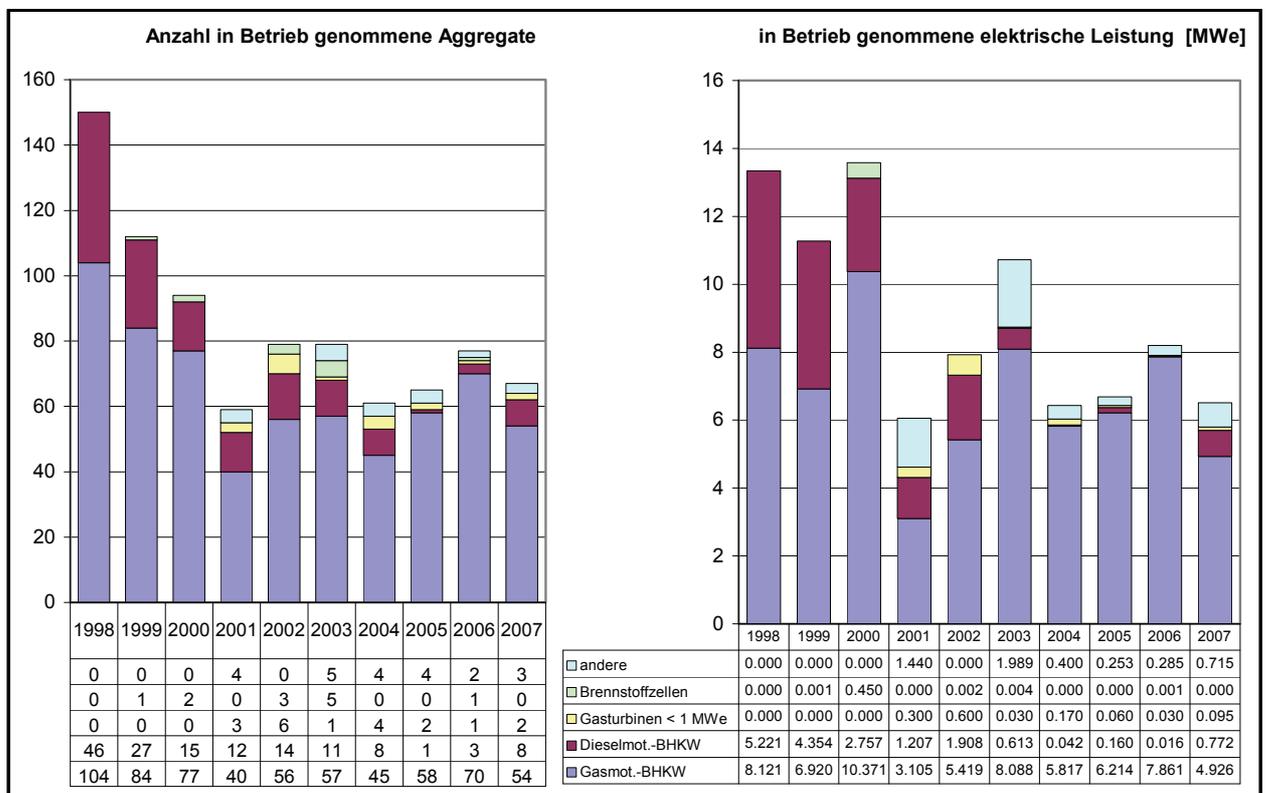
gaten für Einfamilienhäuser weiter deutlich zugenommen. Dies erklärt die gesunkene Durchschnittsleistung der Aggregate (erstmal seit 1998 wieder auf unter 100 kW elektrisch pro Aggregat).

Lieferant (nur mit Erlaubnis namentlich erwähnt)	Installierte elektrische Leistung [MW]								
	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2007	Total 2002-2007	
AKSA Würenlos AG, Würenlos	0.000	0.115	0.480	0.346	0.050	0.310	5%	1.301	3%
Avesco AG, Langenthal	0.180	1.433	3.300	1.042	3.048	3.180	49%	12.183	26%
BES BHKW Energie-Service AG, Kronbühl	0.625	0.330	0.158	0.363	0.438	0.403	6%	2.317	5%
Buderus Heiztechnik AG, Pratteln	0.000	0.000	0.000	0.000	0.358	0.000	0%	0.358	1%
C4 Energie AG, Baar	0.000	0.000	0.000	0.000	0.160	0.960	15%	1.120	2%
Daimler Chrysler PowerSystems Schweiz AG, Schlieren	0.150	0.560	0.080	0.000	0.000	0.420	6%	1.210	3%
Ensola GmbH, Wetzikon	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.210	3%	0.210	0%
etaone swiss ag, Eptingen	0.000	0.000	0.000	0.000	0.619	0.090	1%	0.709	2%
Genesys Biogas AG, Frauenfeld	0.000	0.230	0.400	0.280	0.990	0.140	2%	2.040	4%
Hexis AG, Winterthur	0.002	0.004	0.000	0.000	0.001	0.000	0%	0.007	0%
IWK Integrierte Wärme und Kraft AG, Sarnen	2.597	3.239	0.330	2.418	2.073	0.543	8%	11.200	24%
MENAG Energie AG (konkurs seit 2006)	1.703	2.862	1.270	1.635	0.205	0.000	0%	7.675	17%
Royce & Partners SA, Le Mont-Pèlerin	0.087	0.052	0.274	0.219	0.144	0.132	2%	0.907	2%
Vaillant GmbH, Dietikon	0.000	0.000	0.000	0.005	0.009	0.005	0%	0.019	0%
Verdesis Suisse SA, Aarau	0.000	0.030	0.090	0.060	0.030	0.095	1%	0.305	1%
Walter Meier (Klima Schweiz) AG, Schwerzenbach	0.058	0.047	0.047	0.060	0.010	0.020	0%	0.242	1%
andere Lieferanten	2.527	1.821	0.000	0.260	0.057	0.000	0%	4.666	10%
<b>TOTAL</b>	<b>7.929</b>	<b>10.724</b>	<b>6.429</b>	<b>6.687</b>	<b>8.193</b>	<b>6.508</b>		<b>46.469</b>	
Anteil der ersetzten elektrischen Leistung*	9%	19%	13%	18%	9%	27%		16%	

\*Ersatz für stillgelegte Aggregate innerhalb der gleichen Anlage

G:\2008\1011\KW-Ausw\Lieferanten.xls\Auswert Ber3

**Tabelle 6.4b Elektrische Nennleistung der 2002 bis 2007 in Betrieb genommenen Motoren und Brennstoffzellen (Kat. T3, W4, W5)**



G:\2008\1011\KW-Ausw\Inbetriebnahmen.xls\Ausw-n-Techn Ber3

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

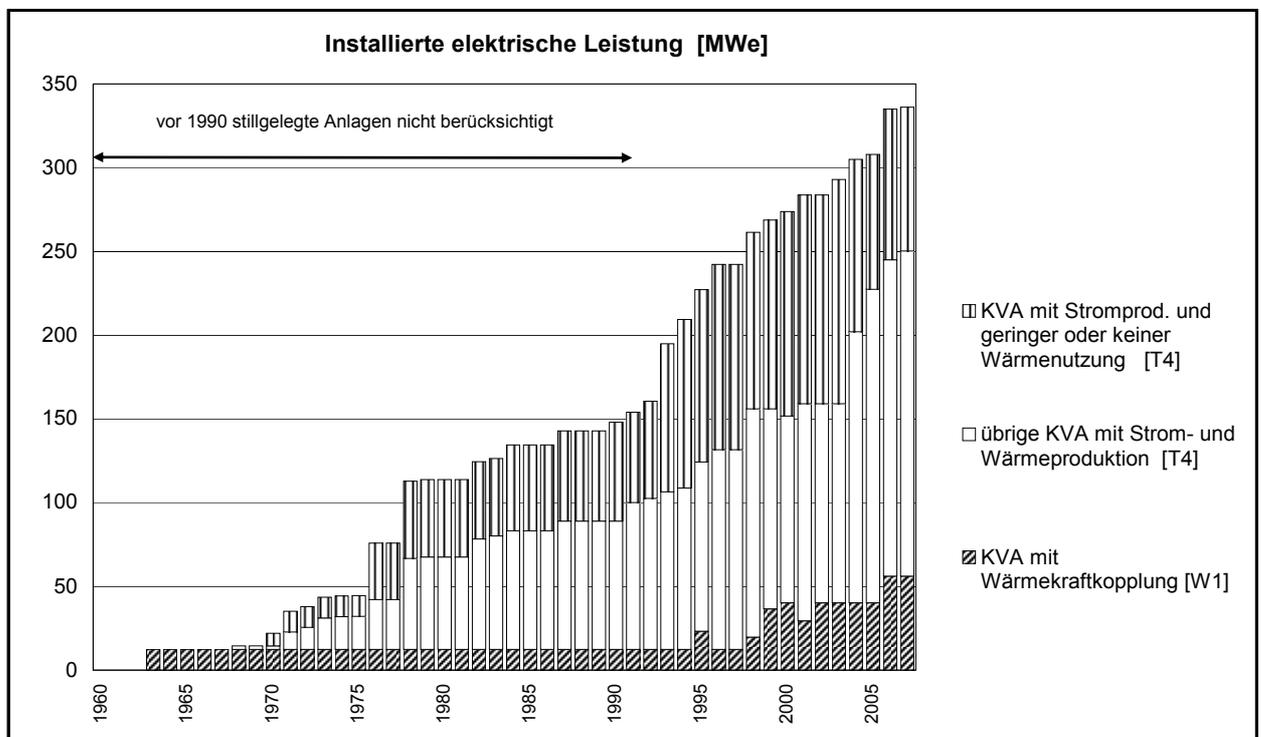
## 7. Spezialauswertungen therm. Stromproduktion

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

### 7.1 Kehrichtverbrennungsanlagen (KVA)

Ende 2007 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 2007 die KVA Basel, die KVA Bern, die KVA Hagenholz in Zürich und seit 2006 die KVA Zuchwil. 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 Januar 2006 wurde als Ersatz für die alte KVA Lausanne ohne Stromproduktion eine neue Anlage mit einer Dampfturbine (19 MWe) in Betrieb genommen.

In den 29 schweizerischen Kehrichtverbrennungsanlagen werden beachtliche Energiemengen genutzt (2007: 1'787 GWh Strom und 3'118 GWh Wärme).

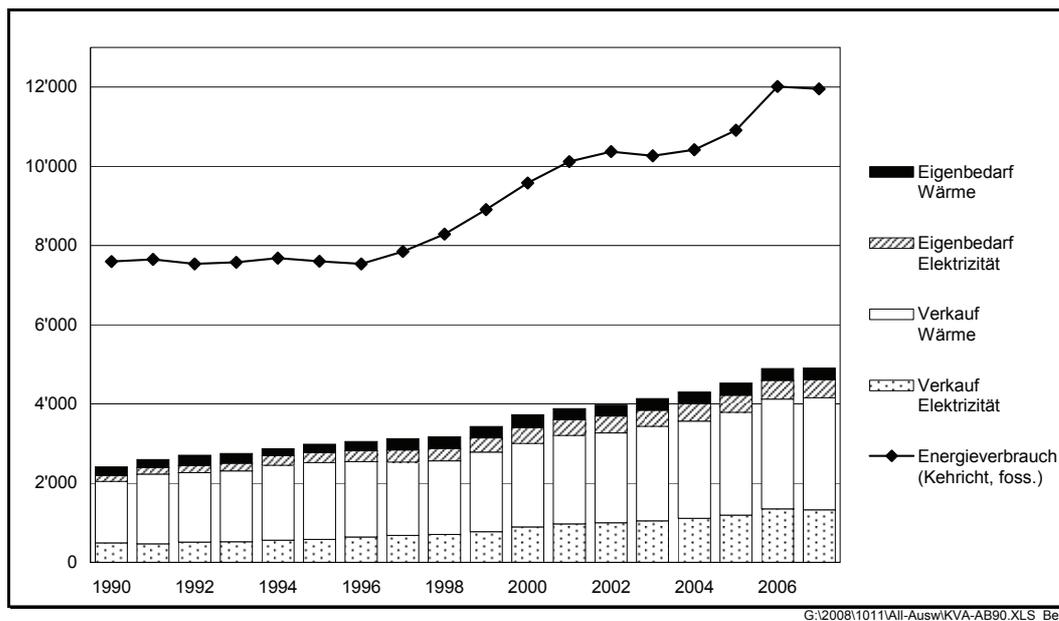


G:\2008\1011\All-Ausw\LEIST-ab1960.XLS\KVA-Betriebsarten (E.1a) Ber42

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.



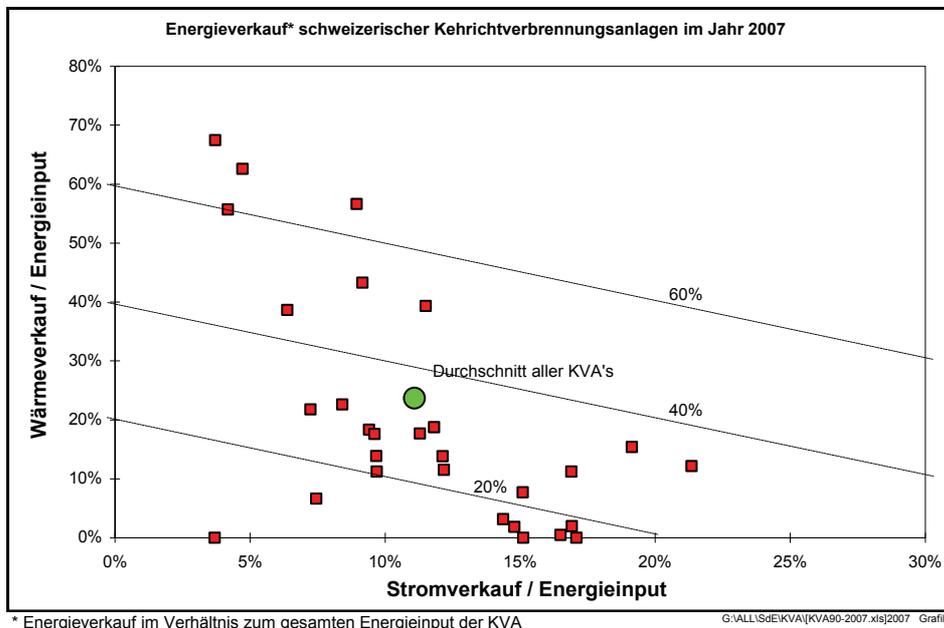
**Bild 7.1b** Energieverbrauch sowie Eigenbedarf resp. Verkauf von selbstproduzierter Elektrizität und Wärme aller KVA in der Schweiz

	1990	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Install. elektr. Nennleistung (1) MWe	148.0	261.4	268.7	273.8	283.7	283.7	293.0	305.0	307.9	335.1	336.1
Endenergieverbrauch Total (2) GWh	7'596	8'287	8'904	9'577	10'116	10'373	10'262	10'419	10'910	12'014	11'954
- davon Kehricht GWh	7'496	8'081	8'687	9'390	9'934	10'212	10'089	10'252	10'747	11'859	11'846
- davon fossile Energien GWh	100	204	204	178	176	157	163	154	152	143	82
Elektrizitätsproduktion (3) GWh	644	1'024	1'134	1'284	1'371	1'426	1'456	1'538	1'620	1'824	1'787
- davon Anteil Eigenbedarf %	23%	31%	32%	31%	29%	30%	28%	28%	27%	26%	26%
Genutzte Wärmeproduktion (4) GWh	1'765	2'142	2'297	2'440	2'508	2'541	2'675	2'763	2'903	3'072	3'118
- davon Anteil Eigenbedarf %	12%	13%	12%	13%	11%	11%	11%	11%	10%	10%	9%
Jahresnutzungsgrad [(3+4)/2]	32%	38%	39%	39%	38%	38%	40%	41%	41%	41%	41%
Vollbetriebsstd. Stromprod. [(3/1)]	4'350	3'920	4'220	4'690	4'830	5'030	4'970	5'040	5'260	5'440	5'320

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

Im Jahr 2007 wurde 26 % der Stromproduktion von 1'787 GWh zur Deckung des Eigenbedarfs der KVA verwendet. Von der gesamthaft genutzten Wärmeproduktion von 3'118 GWh dienten rund 9 % für die Deckung des Wärmebedarfs der KVA. Die restlichen 91 %, d.h. 2'837 GWh Wärmeenergie, haben die KVA im Jahre 2007 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 Sanierungen

und Ausbau des Wärmeverkaufs an Dritte konnte der Jahresnutzungsgrad bis 2004 auf 41 % gesteigert werden und ist bis 2007 unverändert geblieben (siehe Tabelle 7.1c). Bild 7.1d zeigt die Energieanteile, welche sämtliche KVA's im Jahre 2007 in Form von Wärme oder Elektrizität an Dritte verkauft haben.



\* Energieverkauf im Verhältnis zum gesamten Energieinput der KVA G:\ALL\SDE\KVA\KVA90-2007.xls\2007 Grafik2

**Bild 7.1d** Energieverkaufs-Benchmark schweizerischer KVA's (Jahr 2007)

## 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 10 Deponiegasmotoren in 9 Anlagen zur Elektrizitätsproduktion in Betrieb (2006: 11 Motoren in 10 Anlagen).

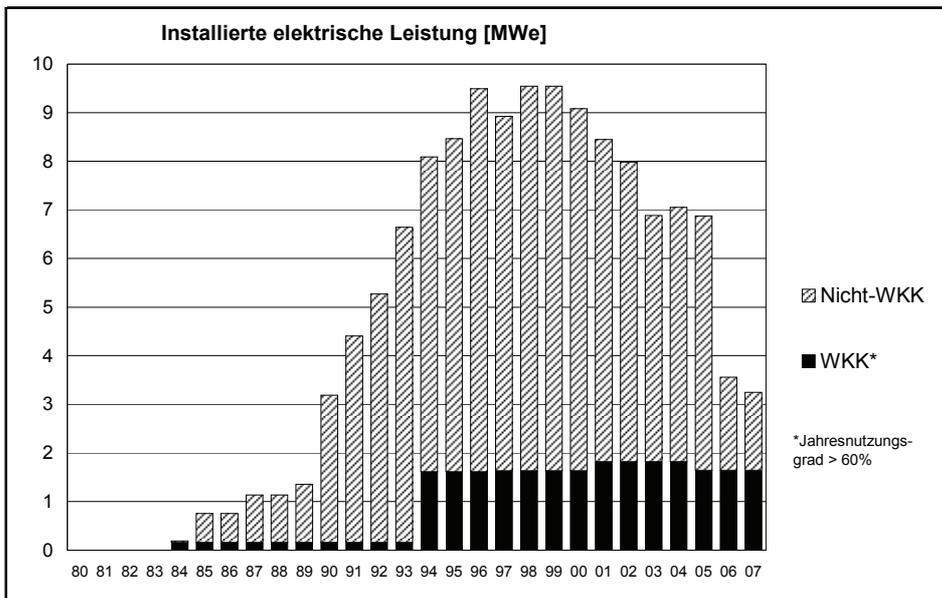
Da diese mit Deponiegas betriebenen Motoren in der Regel weit entfernt von potentiellen Wärmeabnehmern aufgestellt werden müssen, kann der grösste Teil der anfallenden Motorenabwärme nicht genutzt werden. Aus diesem Grund erreichen die meisten Deponiegasmotoren Gesamtnutzungsgrade von weniger als 60 % und können daher nicht als WKK-Anlagen bezeichnet werden (siehe Punkt 2.3). Es sind nur 4 (2006: 4) mit Deponiegas betriebene Motoren in den Auswertungen über Klein-WKK-Anlagen enthalten (Kat. W4.DEP).

Ende 2007 wurde in 9 schweizerischen Abfalldeponien Deponiegas energetisch genutzt. In einem Fall 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. Diese hat sich im Jahr 2007 wiederum reduziert und liegt nun bei 3.25 MWe (Höchststand 1998 mit 9.55 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.

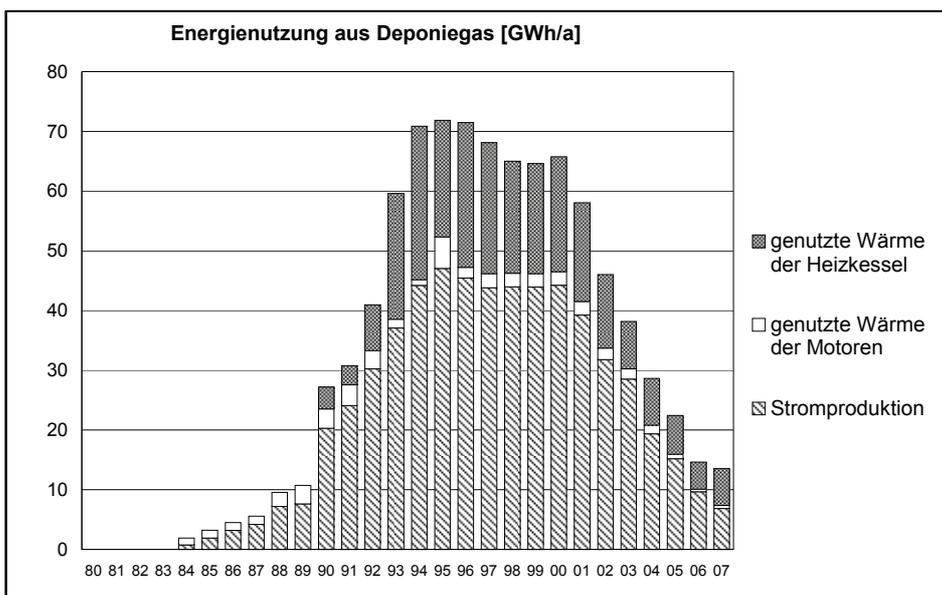
2007 wurde 21.6 GWh Deponiegas zum Antrieb der 10 Motoren eingesetzt. Damit konnte 6.8 GWh Elektrizität erzeugt werden (siehe Bild 7.2b). Die in der Klein-WKK-Statistik berücksichtigten vier Deponiegasmotoren mit einem Gesamtnutzungsgrad über 60 % erzeugten nach stetigem Rückgang der Stromproduktion im Jahr 2007 keine Elektrizität mehr aus Deponiegas (s. Anhang E.2b). Stattdessen wurden die verbleibenden vier Deponie-Gasmotoren mit einer installierten elektrischen Leistung von 1.64 MW aus betrieblichen Gründen ausschliesslich mit Erdgas betrieben.

Insgesamt wurde im Jahre 2007 0.5 GWh Motorenabwärme aller 10 Motoren für Heizzwecke genutzt. 7.8 GWh Deponiegas wurden in Heizkesseln zur Produktion von 6.2 GWh Wärme verbrannt.



G:\2008\1011\KW-Ausw\DEP1982-2007.XLS\Anhang E.2a Ber5

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



G:\2008\1011\KW-Ausw\DEP1982-2007.XLS\Anhang E.2a Ber6

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

## Anhang

## **A. Thermische Stromerzeugung**

### **A.1 Zeitreihen 1990 - 2007**

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 2007**

Anhang A.2 (S. 52)

Aufteilung der thermischen Stromproduktion des Jahres 2007 nach Energieträgern

### **A.3 Bruttoenergieverbrauch der Anlagen mit thermischem Stromverbrauch 2007**

Anhang A.3 (S. 53)

Gesamter Bruttoenergieverbrauch des Jahres 2007 der Anlagen mit thermischer Stromproduktion (für Strom- und Wärmeproduktion)

### **A.4 Bruttoenergieverbrauch für die thermische Stromproduktion 2007**

Anhang A.4 (S. 54)

Bruttoenergieverbrauch des Jahres 2007 für die Stromproduktion, d.h. exkl. Bruttoenergieverbrauch für die Wärmeproduktion der gleichen Anlagen

**Anzahl Anlagen ab 1990**

Anlagekategorien		Anzahl Anlagen													Kommentare		
		1990	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007				
Nr.	Bezeichnung																
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	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Stilllegung 30.9.1999	
		<b>T3 Deponiegasverstromung</b>	4	8	9	9	9	9	7	8	7	7	7	7	7		
		<b>T4 KVA ohne WKK</b>	21	25	25	24	24	25	24	24	25	25	25	25	25	nur KVA's mit Stromproduktion	
	Wärmekraftkopplung (Kap. 4)	Gross-WKK (Kap. 5)	<b>W1 KVA mit WKK</b>	1	1	2	3	3	2	3	3	3	3	4	4		
			<b>W2 Industrie</b>	21	23	24	24	23	23	22	22	22	21	21	22		
			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	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	2		
			W2.21 Papierindustrie (NOGA 21)	10	11	12	12	11	11	11	11	10	9	9	9	9	
			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	6	6	6	6	6	6	6	
			W2.26 Nichtmet. Mineralien (NOGA 26)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	
		<b>W3 Fernheizkraftwerke u.a.</b>	4	5	6	7	8	8	10	10	9	9	8	9	9		
		Klein-WKK (Kap. 6)	<b>W4 stromprod. Klein-WKK</b>	275	693	782	847	890	924	961	988	1'011	1'013	1'032	1'032		
			W4.ARA.1 Kläranlagen mit BHKW	153	254	260	274	280	285	288	290	285	284	286	287		
			W4.ARA.2 Kläranlagen mit Gasturbinen	2	2	2	2	1	1	0	0	0	0	0	1		
			W4.BIO.1 Biogasanlagen Landwirtschaft	25	30	30	30	31	34	33	33	38	43	53	57		
			W4.BIO.2 Biogasanlagen Gewerbe u. Industrie	0	8	11	15	18	20	20	20	19	20	24	26	1 Anlage nur Erdgas-betrieben	
			W4.DEP Deponiegas-WKK-Anlagen	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	ab 95 vorw. mit Erdgas betrieben	
W4.FOS.1 fossile BHKW	91		396	476	523	558	579	611	636	659	657	660	652	Feingliederung siehe Kap. 6.2			
W4.FOS.2 fossile Gasturbinen < 1 MWe	2	1	1	1	0	3	7	7	8	8	8	8					
<b>W5 nicht stromprod. Klein-WKK</b>	56	56	56	55	53	52	51	50	50	49	49	49	49				
<b>Total</b>	<b>Anz. therm. Stromproduzenten</b>	<b>347</b>	<b>776</b>	<b>869</b>	<b>934</b>	<b>977</b>	<b>1'011</b>	<b>1'047</b>	<b>1'075</b>	<b>1'097</b>	<b>1'098</b>	<b>1'117</b>	<b>1'119</b>	(Total exkl. Kat. W5)			
Subtotal	W1-W4 Wärmekraftkopplung (WKK)	301	722	814	881	924	957	996	1'023	1'045	1'046	1'065	1'067				
Subtotal	W1-W3 Gross-WKK	26	29	32	34	34	33	35	35	34	33	33	35				
Subtotal	W4+W5 Klein-WKK	331	749	838	902	943	976	1'012	1'038	1'061	1'062	1'081	1'081				
Anteil	W1-W4 Wärmekraftkopplung (WKK)	87%	93%	94%	94%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	Anteil am Total der therm. Produz.			
Anteil	W1-W3 Gross-WKK	7%	4%	4%	4%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	Anteil am Total der therm. Produz.			
Anteil	W4+W5 Klein-WKK	95%	97%	96%	97%	97%	97%	97%	97%	97%	97%	97%	97%	Anteil am Total der therm. Produz.			

Stand: 27.07.2008

G:\2008\1011\AI-Ausw\Anhang-A1.xls\Bericht1 Ber1

**Elektrische Nennleistungen ab 1990**

Anlagekategorien		Elektrische Nennleistungen [MWe]												Kommentare				
		Nr.	Bezeichnung	1990	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005		2006	2007		
Thermische Stromproduktion (Kap. 3)	Wärmekraftkopplung (Kap. 4)	<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	0.0	0.0	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	7.3	7.9	7.9	7.4	6.6	6.2	5.1	5.2	5.2	1.9	1.6			
		<b>T4</b>	<b>KVA ohne WKK</b>	135.6	229.8	241.7	232.0	233.6	254.3	243.5	252.8	264.8	267.7	279.0	280.0			
	Wärmekraftkopplung (Kap. 4)	Gross-WKK (Kap. 5)	<b>W1</b>	<b>KVA mit WKK</b>	12.4	12.4	19.6	36.6	40.2	29.4	40.2	40.2	40.2	40.2	56.1	56.1		
			<b>W2</b>	<b>Industrie</b>	186.5	248.4	249.9	249.9	248.1	248.1	246.2	246.2	237.4	232.6	232.6	228.0		
			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	81.5	83.0	83.0	81.2	81.2	81.2	81.2	70.9	61.7	61.7	61.7		
			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	105.6	105.6	105.6	106.9	106.9	101.9		
			W2.26	Nichtmet. Mineralien (NOGA 26)	xxx	xxx	xxx	xxx										
		<b>W3</b>	<b>Fernheizkraftwerke u.a.</b>	43.3	68.7	69.0	69.3	74.5	74.5	77.7	84.7	62.7	62.7	52.7	61.7			
		Klein-WKK (Kap. 6)	<b>W4</b>	<b>stromprod. Klein-WKK</b>	30.7	93.4	105.1	115.6	125.7	129.9	133.3	138.5	143.0	144.4	148.8	149.0		
			W4.ARA.1	Kläranlagen mit BHKW	9.4	16.4	17.9	19.1	23.3	23.4	24.8	26.0	25.4	26.7	28.2	28.6		
			W4.ARA.2	Kläranlagen mit Gasturbinen	xxx	xxx	xxx											
			W4.BIO.1	Biogasanlagen Landwirtschaft	0.4	0.5	0.6	0.8	0.8	1.1	1.5	1.6	2.3	2.8	5.3	5.8		
			W4.BIO.2	Biogasanlagen Gewerbe u. Industrie	xxx	1.4	2.2	3.9	4.4	5.2	4.0	4.1	3.7	4.3	4.9	5.9	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	16.4	70.7	79.9	87.4	94.6	97.1	100.3	104.0	108.7	108.0	107.8	106.0	Feingliederung siehe Kap. 6.2	
W4.FOS.2	fossile Gasturbinen < 1 MWe		xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	0.3	0.9	0.9	1.0	1.0	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>770.5</b>	<b>1'019</b>	<b>1'052</b>	<b>786.4</b>	<b>804.6</b>	<b>817.8</b>	<b>822.0</b>	<b>842.5</b>	<b>828.3</b>	<b>827.8</b>	<b>846.1</b>	<b>851.4</b>					
Subtotal	W1-W4 Wärmekraftkopplung (WKK)	272.9	422.9	443.6	471.5	488.5	481.9	497.4	509.6	483.3	479.9	490.2	494.8					
Subtotal	W1-W3 Gross-WKK	242.2	329.5	338.6	355.9	362.8	352.0	364.1	371.1	340.3	335.5	341.4	345.8					
Subtotal	W4 Klein-WKK	30.7	93.4	105.1	115.6	125.7	129.9	133.3	138.5	143.0	144.4	148.8	149.0					
Anteil	W1-W4 Wärmekraftkopplung (WKK)	35%	42%	42%	60%	61%	59%	61%	60%	58%	58%	58%	58%	Anteil am Total der therm. Produz.				
Anteil	W1-W3 Gross-WKK	31%	32%	32%	45%	45%	43%	44%	44%	41%	41%	40%	41%	Anteil am Total der therm. Produz.				
Anteil	W4 Klein-WKK	4%	9%	10%	15%	16%	16%	16%	16%	17%	17%	18%	18%	Anteil am Total der therm. Produz.				

Stand: 27.07.2008

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

G:\2008\1011\All-Ausw\Anhang-A1.xls\Bericht2 Ber2

**Stromproduktion ab 1990**

Anlagekategorien		Stromproduktion [GWh/a]												Kommentare			
		Nr.	Bezeichnung	1990	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005		2006	2007	
Thermische Stromproduktion (Kap. 3)	Wärmekraftkopplung (Kap. 4)	<b>T1</b>	<b>div. therm. Stromerzeuger</b>	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	20.0	13.0	40.0	38.0	40.0	Prod. Cornaux (NE) + 10 GWh (Schätz.)	
		<b>T2</b>	<b>Vouvry (öltherm. Kraftwerk)</b>	227.0	112.0	436.0	84.0	0.0	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>	19.6	43.2	43.3	43.1	43.5	38.5	31.2	28.0	18.9	15.0	9.6	6.8		
		<b>T4</b>	<b>KVA ohne WKK</b>	611.9	955.9	977.9	1'051.2	1'176.4	1'291.8	1'322.3	1'350.5	1'437.4	1'511.6	1'624.6	1'570.1		
	Gross-WKK (Kap. 5)	<b>W1</b>	<b>KVA mit WKK</b>	31.9	31.0	46.6	82.4	107.9	79.4	103.7	105.7	101.1	108.7	198.9	216.9		
		<b>W2</b>	<b>Industrie</b>	451.5	830.6	947.3	994.4	916.4	882.9	897.4	875.1	861.5	803.6	760.4	703.4		
		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	416.3	436.4	464.9	439.0	420.8	439.7	448.2	413.7	346.2	274.8	283.5		
		W2.23	Mineralölverarbeitung (NOGA 23)	xxx	xxx	xxx											
		W2.24	Chemische Industrie (NOGA 24)	204.7	178.6	188.8	198.4	179.7	156.1	156.4	149.5	181.6	187.2	201.1	176.6		
		W2.26	Nichtmet. Mineralien (NOGA 26)	xxx	xxx	xxx											
		<b>W3</b>	<b>Fernheizkraftwerke u.a.</b>	83.0	192.8	128.9	119.1	101.9	109.3	109.5	157.1	148.3	143.7	110.2	107.5		
		<b>W4</b>	<b>stromprod. Klein-WKK</b>	84.5	344.9	388.8	430.0	466.3	503.7	519.3	533.8	557.2	571.6	586.4	599.1		
		W4.ARA.1	Kläranlagen mit BHKW	39.8	63.0	69.8	74.8	84.7	94.1	96.6	101.9	103.9	104.4	109.9	114.1		
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	1.7	2.1	2.6	3.2	3.8	4.5	5.3	6.5	9.4	15.5	26.2				
W4.BIO.2	Biogasanlagen Gewerbe u. Industrie	xxx	5.1	6.5	8.2	9.8	10.8	12.6	12.3	13.2	15.2	20.7	24.0	1 Anl. ab 2002 mit Erdgas betr.			
W4.DEP	Deponiegas-WKK-Anlagen	xxx	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	260.8	294.9	329.1	358.1	381.1	392.2	401.1	420.8	430.4	428.7	425.0	Feingliederung siehe Kap. 6.2			
W4.FOS.2	fossile Gasturbinen < 1 MWe	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	0.2	2.5	3.7	3.6	3.2	2.9	2.9				
<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>Thermische Stromproduktion</b>	<b>1'524</b>	<b>2'525</b>	<b>2'984</b>	<b>2'819</b>	<b>2'827</b>	<b>2'921</b>	<b>2'998</b>	<b>3'070</b>	<b>3'137</b>	<b>3'194</b>	<b>3'328</b>	<b>3'244</b>				
Subtotal	W1-W4 Wärmekraftkopplung (WKK)	651	1'399	1'512	1'626	1'592	1'575	1'630	1'672	1'668	1'628	1'656	1'627				
Subtotal	W1-W3 Gross-WKK	566	1'054	1'123	1'196	1'126	1'072	1'111	1'138	1'111	1'056	1'070	1'028				
Subtotal	W4 Klein-WKK	84	345	389	430	466	504	519	534	557	572	586	599				
Anteil	W1-W4 Wärmekraftkopplung (WKK)	43%	55%	51%	58%	56%	54%	54%	54%	53%	51%	50%	50%	Anteil an der ges. therm. Prod.			
Anteil	W1-W3 Gross-WKK	37%	42%	38%	42%	40%	37%	37%	37%	35%	33%	32%	32%	Anteil an der ges. therm. Prod.			
Anteil	W4 Klein-WKK	6%	14%	13%	15%	16%	17%	17%	17%	18%	18%	18%	18%	Anteil an der ges. therm. Prod.			
	Therm. Stromprod. u.a. gem. Elektrizitätsstat.*	1'101	1'835	2'285	2'554	2'548	2'620	2'806	2'890	2'974	3'139	3'340	3'199				
	Therm. Stromprod. gem. Elektrizitätsstatistik**	1'100	1'826	2'274	2'541	2'534	2'604	2'787	2'868	2'951	3'112	3'302	3'156	Erklärungen siehe Kap. 3.2			

\* inkl. andere Kraftwerke wie Photovoltaikanlagen und Windenergieanlagen \*\* nach Abzug der Photovoltaik- und Windenergieanlagen

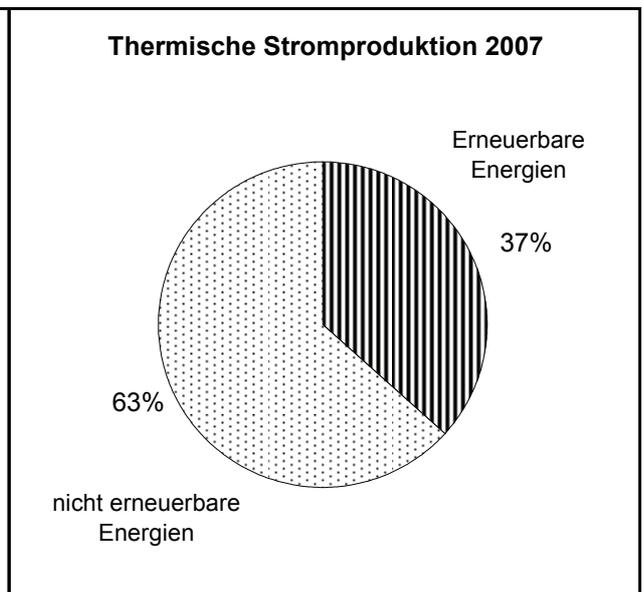
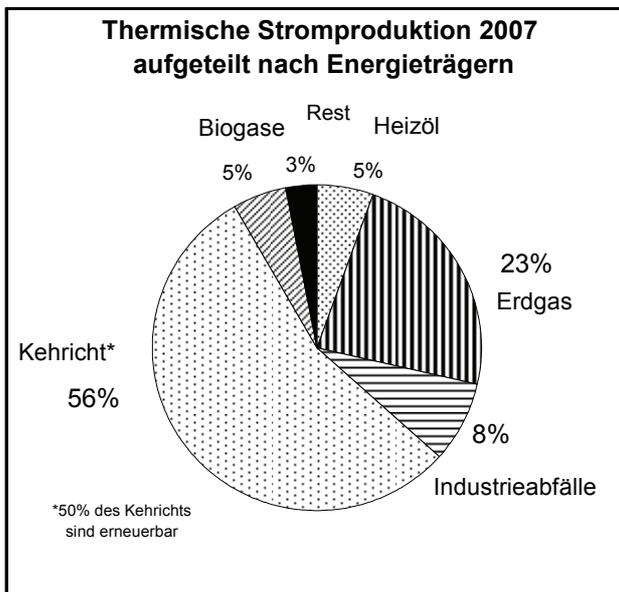
Stand: 27.07.2008

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

G:\2008\1011\AI-Ausw\Anhang-A1.xls\Bericht2 Ber3

**Thermische Stromproduktion 2007 in der Schweiz**  
**aufgeteilt nach Anlagekategorien und Energieträgern**

Energieträger	erneuer- barer Anteil	Stromproduktion [GWh] nach Anlagekategorien								Stromprod. Total	
		div. therm. T1	Vouvry T2	Deponie- gasverstr. T3	KVA o. WKK T4	KVA m. WKK W1	Industrie W2	Fernh.- kraftw. W3	Klein- WKK W4	[GWh]	%
Heizöl EL		40.0			1.1	0.2	4.3	1.2	74.4	<b>121.2</b>	<b>4%</b>
Heizöl M&S					0.3		54.5			<b>54.8</b>	<b>2%</b>
Erdgas					4.6	2.0	343.1	47.7	352.8	<b>750.1</b>	<b>23%</b>
Propan									11.1	<b>11.1</b>	<b>0%</b>
Kohle											
Ind.abfälle n.erneuerb.						0.6	228.2		1.0	<b>229.7</b>	<b>7%</b>
Kehricht	50%				1560.8	214.2	5.6			<b>1780.6</b>	<b>55%</b>
Ind.abfälle erneuerb.	100%						37.7			<b>37.7</b>	<b>1%</b>
Holz	100%				3.2			29.4		<b>32.6</b>	<b>1%</b>
Restholz	100%						1.4	2.1		<b>3.5</b>	<b>0%</b>
Altholz	100%						26.6	18.5		<b>45.1</b>	<b>1%</b>
Rinde	100%						1.1	8.6		<b>9.7</b>	<b>0%</b>
Klärschlamm	100%										
Biogas	100%						1.1		46.4	<b>47.5</b>	<b>1%</b>
Klärgas	100%								113.3	<b>113.3</b>	<b>3%</b>
Deponiegas	100%			6.8						<b>6.8</b>	<b>0%</b>
andere Biomasse	100%										
<b>Stromproduktion Total</b>		<b>40.0</b>		<b>6.8</b>	<b>1570.1</b>	<b>216.9</b>	<b>703.4</b>	<b>107.5</b>	<b>599.1</b>	<b>3243.9</b>	<b>100%</b>
- davon erneuerbar				<b>6.8</b>	<b>783.6</b>	<b>107.1</b>	<b>70.6</b>	<b>58.7</b>	<b>159.7</b>	<b>1186.6</b>	<b>37%</b>
- davon nicht erneuerbar		<b>40.0</b>			<b>786.4</b>	<b>109.8</b>	<b>632.8</b>	<b>48.8</b>	<b>439.4</b>	<b>2057.3</b>	<b>63%</b>
Anteil der erneuerbaren Energietr.				<b>100%</b>	<b>49.9%</b>	<b>49.4%</b>	<b>10.0%</b>	<b>54.6%</b>	<b>26.7%</b>		



**Bruttoverbrauch [1] der Anlagen mit thermischer Stromprod. 2007  
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		114.3			6.8	3.0	66.5	10.2	217.1	<b>417.9</b>	<b>2%</b>
Heizöl M&S					1.7		586.1			<b>587.8</b>	<b>3%</b>
Erdgas (Hu)					38.0	25.3	2'683.3	136.8	1'016.9	<b>3'900.4</b>	<b>20%</b>
Propan									32.6	<b>32.6</b>	<b>0%</b>
Kohle											
Ind.abfälle n.erneuerb.						7.3	1'075.6		3.1	<b>1'086.1</b>	<b>6%</b>
Kehricht	50%				9'485.6	2'360.0	6.2			<b>11'851.8</b>	<b>60%</b>
Ind.abfälle erneuerb.	100%						492.0			<b>492.0</b>	<b>3%</b>
Holz	100%				26.1			200.3		<b>226.4</b>	<b>1%</b>
Restholz	100%						10.4	13.4		<b>23.8</b>	<b>0%</b>
Altholz	100%						212.9	143.4		<b>356.3</b>	<b>2%</b>
Rinde	100%						9.4	53.8		<b>63.2</b>	<b>0%</b>
Klärschlamm	100%										
Biogas	100%						8.1		151.1	<b>159.2</b>	<b>1%</b>
Klärgas	100%								383.4	<b>383.4</b>	<b>2%</b>
Deponiegas	100%			21.6						<b>21.6</b>	<b>0%</b>
andere Biomasse	100%										
<b>Bruttoverbrauch [1] Total</b>		<b>114.3</b>		<b>21.6</b>	<b>9'558.2</b>	<b>2'395.7</b>	<b>5'150.6</b>	<b>557.9</b>	<b>1'804.2</b>	<b>19'602.5</b>	<b>100%</b>
- davon erneuerbar				<b>21.6</b>	<b>4'768.9</b>	<b>1'180.0</b>	<b>735.9</b>	<b>410.9</b>	<b>534.5</b>	<b>7'651.8</b>	<b>39%</b>
- davon nicht erneuerbar		<b>114.3</b>			<b>4'789.3</b>	<b>1'215.7</b>	<b>4'414.7</b>	<b>147.0</b>	<b>1'269.7</b>	<b>11'950.7</b>	<b>61%</b>
Anteil der erneuerbaren Energietr.				<b>100%</b>	<b>49.9%</b>	<b>49.3%</b>	<b>14.3%</b>	<b>73.7%</b>	<b>29.6%</b>		

Ausdruck: 24.07.2008

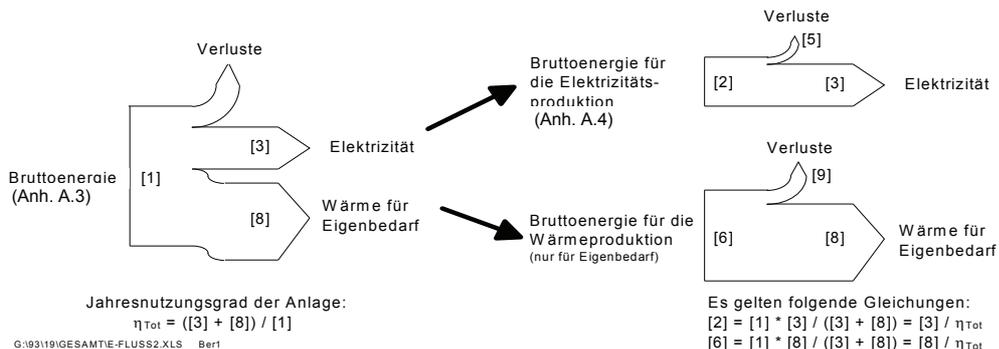
G:\2008\1011\All-Ausw\ENERG-ab1990.xls\Anhang A.3 Ber4

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 2007  
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		114.3			4.9	0.3	4.6	1.7	87.3	<b>213.1</b>	<b>3%</b>
Heizöl M&S					1.7		65.0			<b>66.6</b>	<b>1%</b>
Erdgas (Hu)					15.5	2.6	404.3	99.0	413.6	<b>935.0</b>	<b>12%</b>
Propan									13.1	<b>13.1</b>	<b>0%</b>
Kohle											
Ind.abfälle n.erneuerb.						0.7	253.6		1.5	<b>255.9</b>	<b>3%</b>
Kehricht 50%	50%				5'444.2	292.4	6.2			<b>5'742.8</b>	<b>74%</b>
Ind.abfälle erneuerb.	100%						48.1			<b>48.1</b>	<b>1%</b>
Holz 100%	100%				5.8			63.5		<b>69.3</b>	<b>1%</b>
Restholz 100%	100%						2.3	4.7		<b>7.0</b>	<b>0%</b>
Altholz 100%	100%						111.5	30.6		<b>142.2</b>	<b>2%</b>
Rinde 100%	100%						1.3	19.0		<b>20.3</b>	<b>0%</b>
Klärschlamm 100%	100%										
Biogas 100%	100%						1.2		73.9	<b>75.1</b>	<b>1%</b>
Klärgas 100%	100%								156.1	<b>156.1</b>	<b>2%</b>
Deponiegas 100%	100%			20.1						<b>20.1</b>	<b>0%</b>
andere Biomasse 100%	100%										
<b>Bruttoverbrauch [2] Total</b>		<b>114.3</b>		<b>20.1</b>	<b>5'472.1</b>	<b>296.0</b>	<b>898.0</b>	<b>218.6</b>	<b>745.5</b>	<b>7'764.5</b>	<b>100%</b>
- davon erneuerbar				<b>20.1</b>	<b>2'727.9</b>	<b>146.2</b>	<b>167.4</b>	<b>117.9</b>	<b>230.1</b>	<b>3'409.6</b>	<b>44%</b>
- davon nicht erneuerbar		<b>114.3</b>			<b>2'744.2</b>	<b>149.8</b>	<b>730.6</b>	<b>100.7</b>	<b>515.5</b>	<b>4'355.0</b>	<b>56%</b>
Anteil der erneuerbaren Energietr.				<b>100%</b>	<b>49.9%</b>	<b>49.4%</b>	<b>18.6%</b>	<b>53.9%</b>	<b>30.9%</b>		

Ausdruck: 24.07.2008

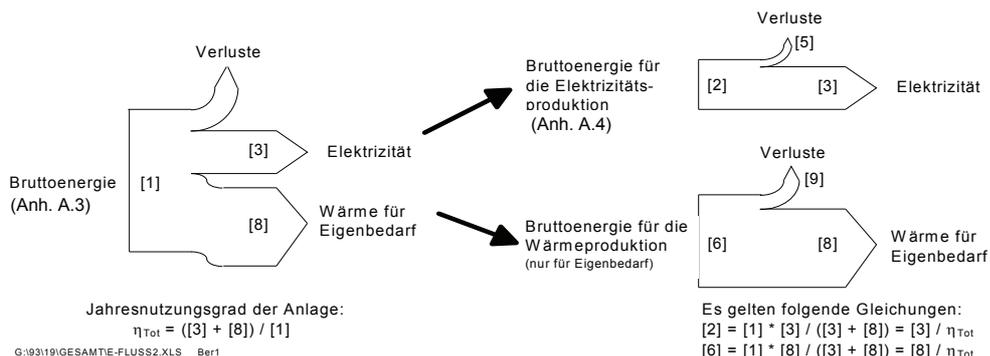
G:\2008\1011\All-Ausw\ENERG-ab1990.xls\Anhang A.4 Ber5

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 - 2007**

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**

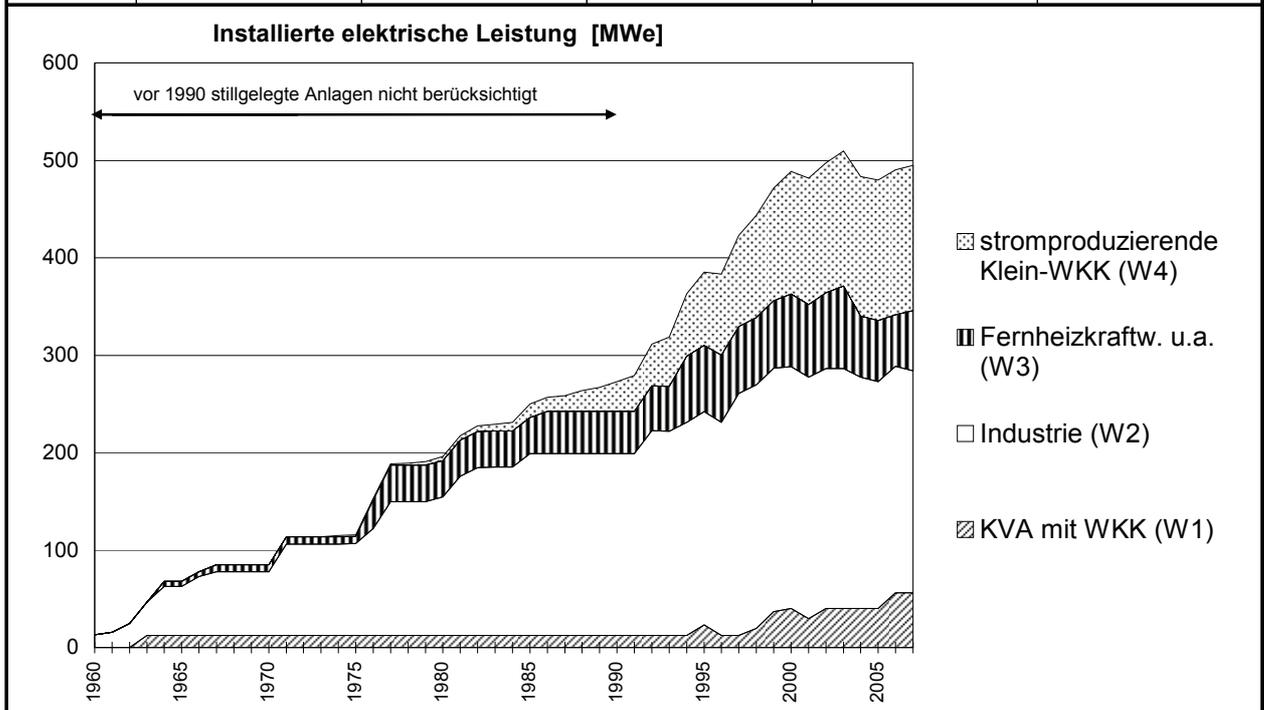
Anhang B.1b (S. 57)

### **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)	stromproduzierende Klein-WKK (W4)	TOTAL
1980	12.40	142.20	37.30	4.30	196.20
1981	12.40	163.20	37.30	4.64	217.54
1982	12.40	172.10	37.30	5.67	227.47
1983	12.40	172.66	37.30	6.78	229.14
1984	12.40	172.66	37.30	8.90	231.26
1985	12.40	186.51	37.30	13.55	249.76
1986	12.40	186.51	43.30	14.73	256.94
1987	12.40	186.51	43.30	16.15	258.36
1988	12.40	186.51	43.30	21.35	263.56
1989	12.40	186.51	43.30	24.70	266.91
1990	12.40	186.51	43.30	30.73	272.94
1991	12.40	186.51	43.30	37.01	279.22
1992	12.40	210.35	46.00	42.58	311.33
1993	12.40	209.55	46.00	50.50	318.45
1994	12.40	218.75	68.00	64.21	363.36
1995	23.20	218.79	68.00	75.27	385.26
1996	12.40	218.93	68.70	83.10	383.13
1997	12.40	248.42	68.70	93.42	422.94
1998	19.65	249.92	69.04	105.06	443.67
1999	36.65	249.92	69.34	115.62	471.53
2000	40.20	248.10	74.54	125.72	488.56
2001	29.40	248.10	74.54	129.86	481.90
2002	40.20	246.23	77.66	133.32	497.41
2003	40.20	246.23	84.73	138.50	509.66
2004	40.20	237.39	62.73	143.00	483.32
2005	40.20	232.63	62.73	144.39	479.95
2006	56.07	232.63	52.73	148.82	490.25
2007	56.07	227.98	61.73	149.00	494.78

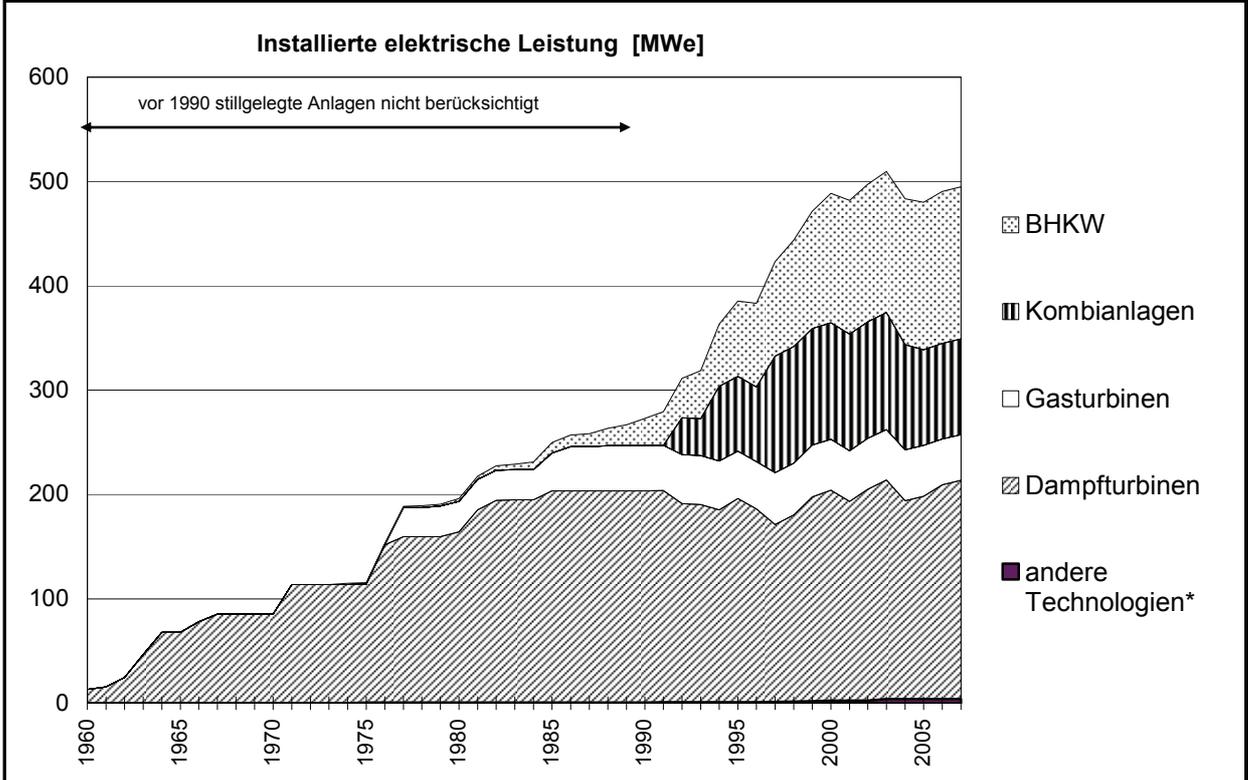


### Installierte elektr. Nennleistungen nach Technologien [MWe]

berücksichtigte Anlagen: **alle WKK-Anlagen**

Jahr	Dampfturbinen	Gasturbinen	Kombianlagen	BHKW	andere Technologien*	TOTAL
1980	163.75	29.10	0.00	2.80	0.55	196.20
1981	184.75	29.10	0.00	3.14	0.55	217.54
1982	193.65	29.10	0.00	4.10	0.62	227.47
1983	194.21	29.10	0.00	5.21	0.62	229.14
1984	194.21	29.10	0.00	7.33	0.62	231.26
1985	202.71	36.38	0.00	10.05	0.62	249.76
1986	202.71	42.38	0.00	11.23	0.62	256.94
1987	202.71	42.38	0.00	12.65	0.62	258.36
1988	202.71	43.28	0.00	16.82	0.75	263.56
1989	202.71	43.28	0.00	20.17	0.75	266.91
1990	202.71	43.28	0.00	26.20	0.75	272.94
1991	202.71	43.28	0.00	32.32	0.91	279.22
1992	190.21	46.98	35.34	37.89	0.91	311.33
1993	189.41	46.98	35.34	45.81	0.91	318.45
1994	184.41	46.98	71.54	59.59	0.84	363.36
1995	195.25	45.48	71.54	72.15	0.84	385.26
1996	185.29	45.48	71.54	79.98	0.84	383.13
1997	169.99	49.58	111.84	90.30	1.23	422.94
1998	178.74	49.58	111.84	101.94	1.57	443.67
1999	195.74	49.58	111.84	112.50	1.87	471.53
2000	201.57	48.55	111.84	124.08	2.52	488.56
2001	190.77	48.40	111.84	128.37	2.52	481.90
2002	202.53	48.55	111.84	131.93	2.56	497.41
2003	209.90	48.58	111.84	135.47	3.87	509.66
2004	190.00	48.72	100.90	139.83	3.87	483.32
2005	194.50	48.78	91.70	141.12	3.85	479.95
2006	205.37	43.81	91.70	145.39	3.98	490.25
2007	209.37	43.91	91.70	145.81	3.99	494.78

\* Brennstoffzelle, Dampfmotor, Speisepumpen-Antriebsturbinen, ORC-Turbogenerator



# Wärme­kraft­kopplung in der Schweiz: Kantonale Verteilung 2007

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	67	7.11	28.16	1	xxx	xxx						68	8.61	34.52	3	32.01	200.56	
AI	1	xxx	xxx									1	xxx	xxx				
AR	16	1.94	8.33									16	1.94	8.33				
BE	110	16.27	65.79	3	21.74	94.30	2	xxx	xxx	1	xxx	xxx	116	51.31	195.44	2	xxx	xxx
BL	77	14.65	57.47	2	xxx	xxx						79	22.15	106.59				
BS	31	9.72	39.07	3	26.13	54.40				1	xxx	xxx	35	52.85	145.27			
FR	23	2.82	11.29									23	2.82	11.29	1	xxx	xxx	
GE	31	9.17	35.94									31	9.17	35.94	1	xxx	xxx	
GL	4	0.26	1.02									4	0.26	1.02	1	xxx	xxx	
GR	42	3.44	13.96	1	xxx	xxx	1	xxx	xxx			44	13.44	55.69	1	xxx	xxx	
JU	3	0.11	0.45									3	0.11	0.45				
LU	71	11.18	45.28	1	xxx	xxx	1	xxx	xxx			73	23.15	85.34	1	xxx	xxx	
NE	31	2.60	10.24									31	2.60	10.24	2	xxx	xxx	
NW	2	xxx	xxx									2	xxx	xxx				
OW	3	0.67	2.97									3	0.67	2.97				
SG	107	12.39	49.03									107	12.39	49.03	3	26.90	183.40	
SH	20	4.99	20.41									20	4.99	20.41				
SO	33	3.70	14.95	3	35.71	140.95				1	xxx	xxx	37	47.09	215.83			
SZ	14	1.23	5.12									14	1.23	5.12				
TG	52	4.05	16.50	2	xxx	xxx						54	15.05	40.83	1	xxx	xxx	
TI	11	1.09	4.34									11	1.09	4.34				
UR	3	0.28	1.13									3	0.28	1.13				
VD	81	4.93	18.74				4	41.96	30.68			85	46.89	49.41	1	xxx	xxx	
VS	20	1.86	7.63	3	112.30	288.67						23	114.16	296.30	3	28.50	164.26	
ZG	10	1.98	7.47	1	xxx	xxx						11	4.92	15.71				
ZH	169	32.43	133.32	2	xxx	xxx	1	xxx	xxx	1	xxx	xxx	173	57.49	235.25	5	65.82	329.96
<b>Total</b>	<b>1032</b>	<b>149.0</b>	<b>599.1</b>	<b>22</b>	<b>228.0</b>	<b>703.4</b>	<b>9</b>	<b>61.7</b>	<b>107.5</b>	<b>4</b>	<b>56.1</b>	<b>216.9</b>	<b>1067</b>	<b>494.8</b>	<b>1'627.0</b>	<b>25</b>	<b>280.0</b>	<b>1'570.1</b>

Anz. = Anzahl stromproduzierende Wärme­kraft­kopplungsanlagen 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. Spezialanlagen (Fernheizkraftwerke mit Gas-/Dieselmotoren sind als Klein-WKK-Anlagen erfasst)

G:\2008\1011\All-Ausw\KT-WKK2007.xls\Bericht Ber1

Stand: 28.07.2008

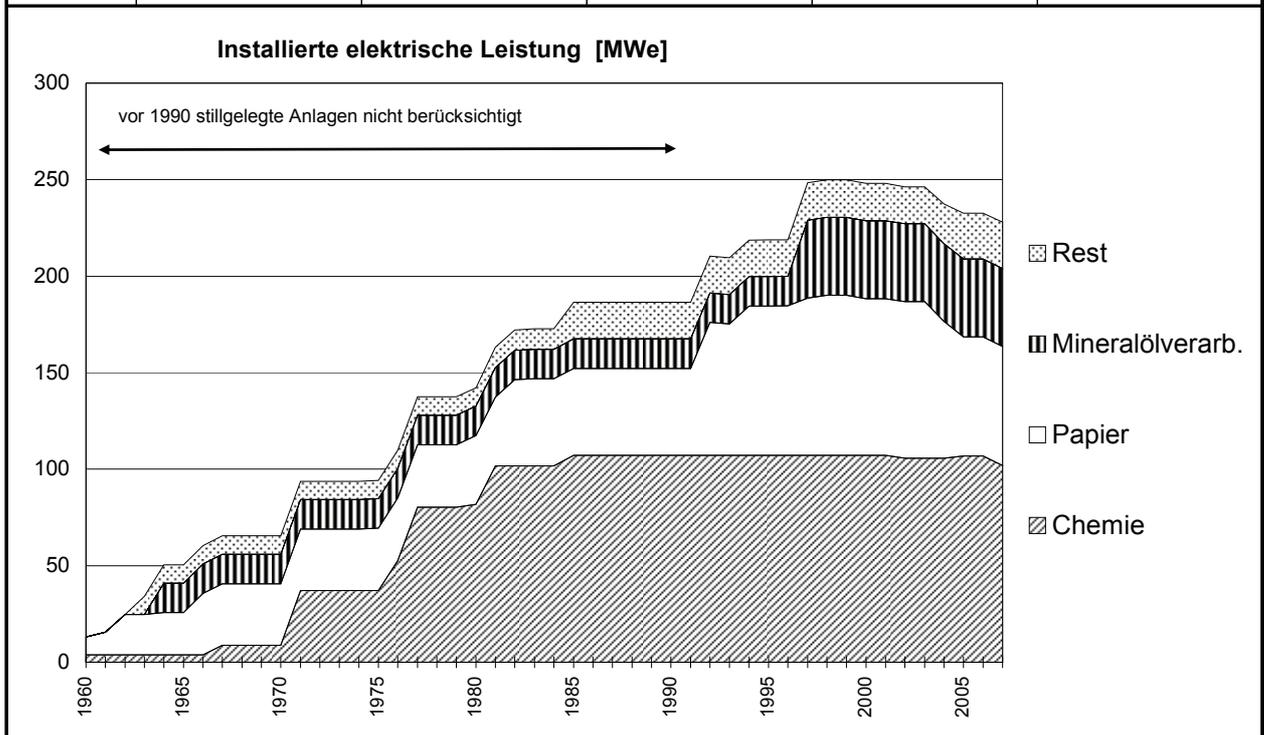
## **C. Gross-WKK-Anlagen**

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
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	61.70	40.30	23.70	232.63
2006	106.93	61.70	40.30	23.70	232.63
2007	101.93	61.70	40.30	24.05	227.98

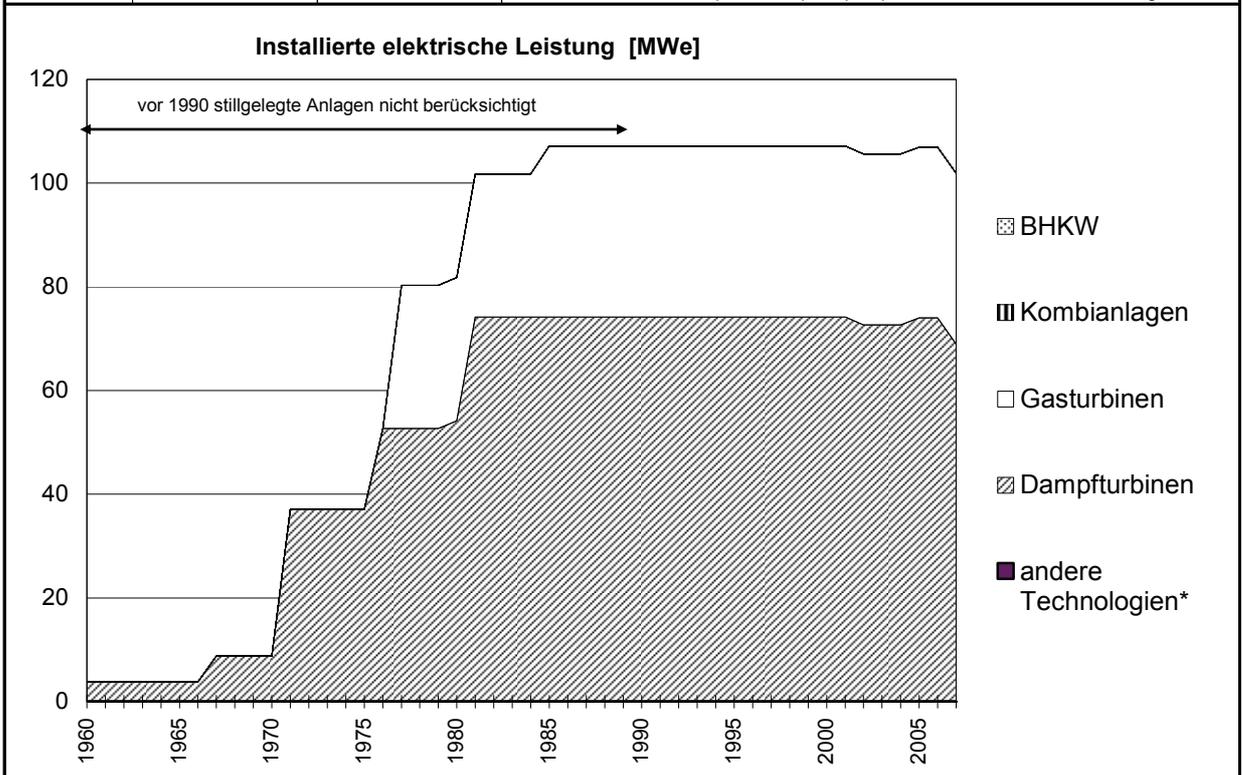


### Installierte elektr. Nennleistungen nach Technologien [MWe]

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

Jahr	Dampfturbinen	Gasturbinen	Kombianlagen	BHKW	andere Technologien*	TOTAL
1980	54.18	27.60	0.00	0.00	0.00	81.78
1981	74.18	27.60	0.00	0.00	0.00	101.78
1982	74.18	27.60	0.00	0.00	0.00	101.78
1983	74.18	27.60	0.00	0.00	0.00	101.78
1984	74.18	27.60	0.00	0.00	0.00	101.78
1985	74.18	32.95	0.00	0.00	0.00	107.13
1986	74.18	32.95	0.00	0.00	0.00	107.13
1987	74.18	32.95	0.00	0.00	0.00	107.13
1988	74.18	32.95	0.00	0.00	0.00	107.13
1989	74.18	32.95	0.00	0.00	0.00	107.13
1990	74.18	32.95	0.00	0.00	0.00	107.13
1991	74.18	32.95	0.00	0.00	0.00	107.13
1992	74.18	32.95	0.00	0.00	0.00	107.13
1993	74.18	32.95	0.00	0.00	0.00	107.13
1994	74.18	32.95	0.00	0.00	0.00	107.13
1995	74.22	32.95	0.00	0.00	0.00	107.17
1996	74.22	32.95	0.00	0.00	0.00	107.17
1997	74.22	32.95	0.00	0.00	0.00	107.17
1998	74.22	32.95	0.00	0.00	0.00	107.17
1999	74.22	32.95	0.00	0.00	0.00	107.17
2000	74.22	32.95	0.00	0.00	0.00	107.17
2001	74.22	32.95	0.00	0.00	0.00	107.17
2002	72.68	32.95	0.00	0.00	0.00	105.63
2003	72.68	32.95	0.00	0.00	0.00	105.63
2004	72.68	32.95	0.00	0.00	0.00	105.63
2005	73.98	32.95	0.00	0.00	0.00	106.93
2006	73.98	32.95	0.00	0.00	0.00	106.93
2007	68.98	32.95	0.00	0.00	0.00	101.93

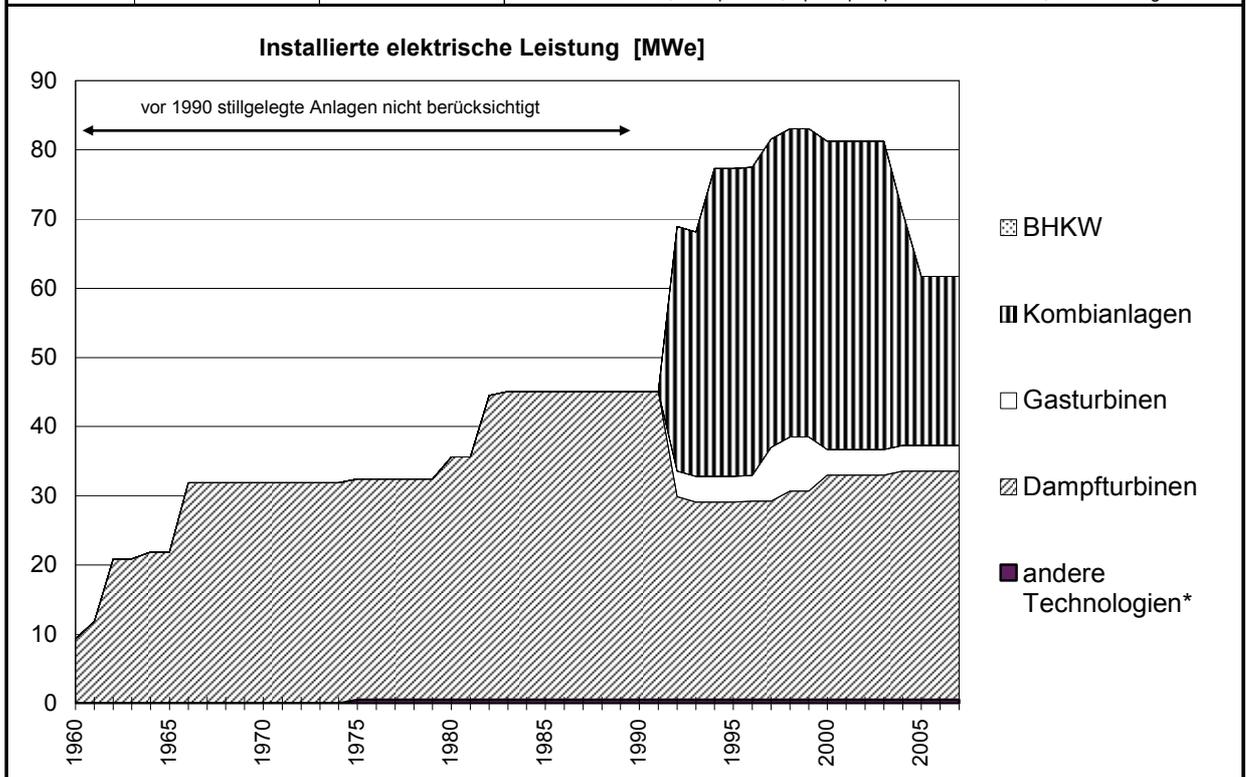
\* Brennstoffzelle, Dampfmotor, Speisepumpen-Antriebsturbinen, ORC-Turbogenerator



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

Jahr	Dampfturbinen	Gasturbinen	Kombianlagen	BHKW	andere Technologien*	TOTAL
1980	35.07	0.00	0.00	0.00	0.55	35.62
1981	35.07	0.00	0.00	0.00	0.55	35.62
1982	43.97	0.00	0.00	0.00	0.55	44.52
1983	44.53	0.00	0.00	0.00	0.55	45.08
1984	44.53	0.00	0.00	0.00	0.55	45.08
1985	44.53	0.00	0.00	0.00	0.55	45.08
1986	44.53	0.00	0.00	0.00	0.55	45.08
1987	44.53	0.00	0.00	0.00	0.55	45.08
1988	44.53	0.00	0.00	0.00	0.55	45.08
1989	44.53	0.00	0.00	0.00	0.55	45.08
1990	44.53	0.00	0.00	0.00	0.55	45.08
1991	44.53	0.00	0.00	0.00	0.55	45.08
1992	29.33	3.70	35.34	0.00	0.55	68.92
1993	28.53	3.70	35.34	0.00	0.55	68.12
1994	28.53	3.70	44.54	0.00	0.55	77.32
1995	28.53	3.70	44.54	0.00	0.55	77.32
1996	28.67	3.70	44.54	0.00	0.55	77.46
1997	28.67	7.80	44.54	0.00	0.55	81.56
1998	30.17	7.80	44.54	0.00	0.55	83.06
1999	30.17	7.80	44.54	0.00	0.55	83.06
2000	32.45	3.70	44.54	0.00	0.55	81.24
2001	32.45	3.70	44.54	0.00	0.55	81.24
2002	32.45	3.70	44.54	0.00	0.55	81.24
2003	32.45	3.70	44.54	0.00	0.55	81.24
2004	33.05	3.70	33.60	0.00	0.55	70.90
2005	33.05	3.70	24.40	0.00	0.55	61.70
2006	33.05	3.70	24.40	0.00	0.55	61.70
2007	33.05	3.70	24.40	0.00	0.55	61.70

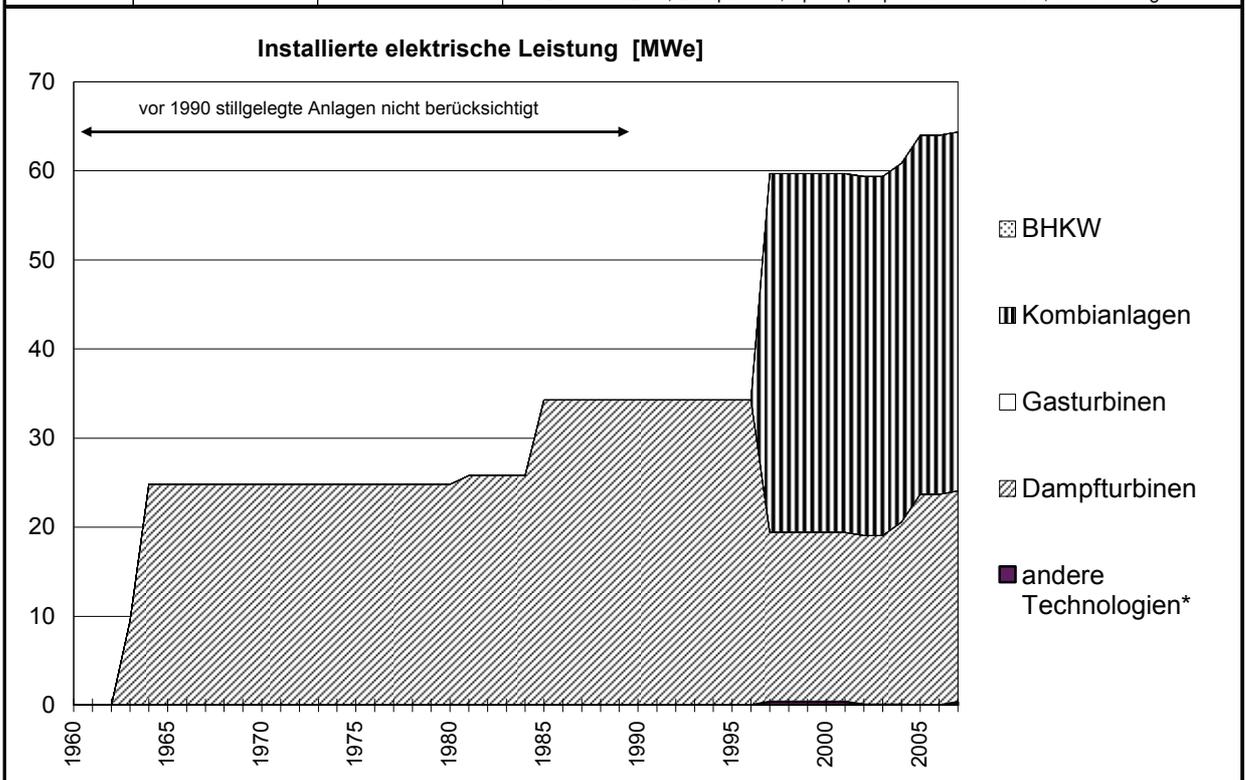
\* Brennstoffzelle, Dampfmotor, Speisepumpen-Antriebsturbine, ORC-Turbogenerator



**Installierte elektr. Nennleistungen nach Technologien [MWe]**berücksichtigte Anlagen: **Gross-WKK-Anlagen in der Industrie (exkl. Papier + Chemie)**

Jahr	Dampfturbinen	Gasturbinen	Kombianlagen	BHKW	andere Technologien*	TOTAL
1980	24.80	0.00	0.00	0.00	0.00	24.80
1981	25.80	0.00	0.00	0.00	0.00	25.80
1982	25.80	0.00	0.00	0.00	0.00	25.80
1983	25.80	0.00	0.00	0.00	0.00	25.80
1984	25.80	0.00	0.00	0.00	0.00	25.80
1985	34.30	0.00	0.00	0.00	0.00	34.30
1986	34.30	0.00	0.00	0.00	0.00	34.30
1987	34.30	0.00	0.00	0.00	0.00	34.30
1988	34.30	0.00	0.00	0.00	0.00	34.30
1989	34.30	0.00	0.00	0.00	0.00	34.30
1990	34.30	0.00	0.00	0.00	0.00	34.30
1991	34.30	0.00	0.00	0.00	0.00	34.30
1992	34.30	0.00	0.00	0.00	0.00	34.30
1993	34.30	0.00	0.00	0.00	0.00	34.30
1994	34.30	0.00	0.00	0.00	0.00	34.30
1995	34.30	0.00	0.00	0.00	0.00	34.30
1996	34.30	0.00	0.00	0.00	0.00	34.30
1997	19.00	0.00	40.30	0.00	0.39	59.69
1998	19.00	0.00	40.30	0.00	0.39	59.69
1999	19.00	0.00	40.30	0.00	0.39	59.69
2000	19.00	0.00	40.30	0.00	0.39	59.69
2001	19.00	0.00	40.30	0.00	0.39	59.69
2002	19.00	0.00	40.30	0.00	0.06	59.36
2003	19.00	0.00	40.30	0.00	0.06	59.36
2004	20.50	0.00	40.30	0.00	0.06	60.86
2005	23.70	0.00	40.30	0.00	0.00	64.00
2006	23.70	0.00	40.30	0.00	0.00	64.00
2007	23.70	0.00	40.30	0.00	0.35	64.35

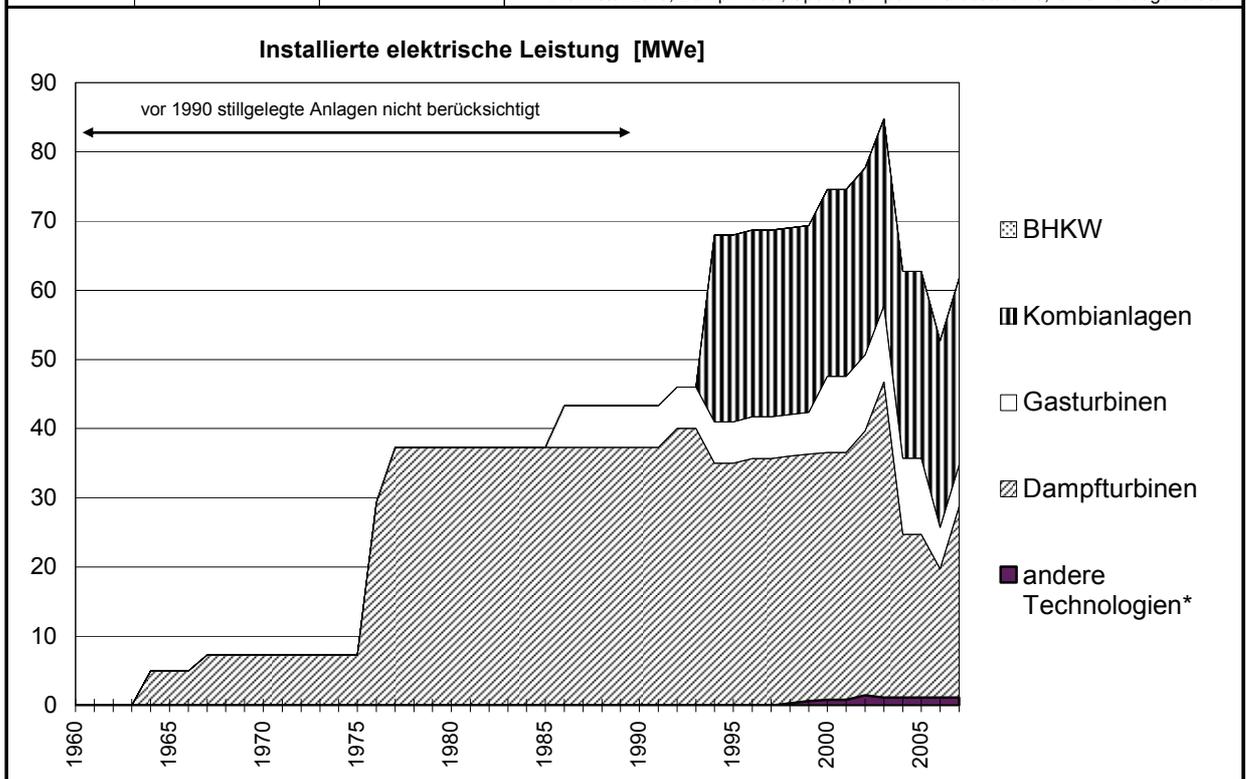
\* Brennstoffzelle, Dampfmotor, Speisepumpen-Antriebsturbine, ORC-Turbogenerator



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

Jahr	Dampfturbinen	Gasturbinen	Kombianlagen	BHKW	andere Technologien*	TOTAL
1980	37.30	0.00	0.00	0.00	0.00	37.30
1981	37.30	0.00	0.00	0.00	0.00	37.30
1982	37.30	0.00	0.00	0.00	0.00	37.30
1983	37.30	0.00	0.00	0.00	0.00	37.30
1984	37.30	0.00	0.00	0.00	0.00	37.30
1985	37.30	0.00	0.00	0.00	0.00	37.30
1986	37.30	6.00	0.00	0.00	0.00	43.30
1987	37.30	6.00	0.00	0.00	0.00	43.30
1988	37.30	6.00	0.00	0.00	0.00	43.30
1989	37.30	6.00	0.00	0.00	0.00	43.30
1990	37.30	6.00	0.00	0.00	0.00	43.30
1991	37.30	6.00	0.00	0.00	0.00	43.30
1992	40.00	6.00	0.00	0.00	0.00	46.00
1993	40.00	6.00	0.00	0.00	0.00	46.00
1994	35.00	6.00	27.00	0.00	0.00	68.00
1995	35.00	6.00	27.00	0.00	0.00	68.00
1996	35.70	6.00	27.00	0.00	0.00	68.70
1997	35.70	6.00	27.00	0.00	0.00	68.70
1998	35.70	6.00	27.00	0.00	0.34	69.04
1999	35.70	6.00	27.00	0.00	0.64	69.34
2000	35.70	11.00	27.00	0.00	0.84	74.54
2001	35.70	11.00	27.00	0.00	0.84	74.54
2002	38.20	11.00	27.00	0.00	1.46	77.66
2003	45.57	11.00	27.00	0.00	1.16	84.73
2004	23.57	11.00	27.00	0.00	1.16	62.73
2005	23.57	11.00	27.00	0.00	1.16	62.73
2006	18.57	6.00	27.00	0.00	1.16	52.73
2007	27.57	6.00	27.00	0.00	1.16	61.73

\* Brennstoffzelle, Dampfmotor, Speisepumpen-Antriebsturbine, ORC-Turbogenerator



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

### **D.1 Jahresstatistiken 2007**

Hyperlink und Seiten-Nr.:

#### **D.1a Klein-WKK-Jahresstatistik Typ 2**

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

Anhang D.1a (S. 66)

#### **D.1b Klein-WKK-Jahresstatistik Typ 3**

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

Anhang D.1b (S. 67)

#### **D.1c Fortschreibungsparameter 2007**

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

Anhang D1.c (S. 68)

### **D.2 Zeitreihen 1986 - 2007**

#### **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 2007</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)	-	1081	49	83	288	1	648	12	1016	49	9	7
Anzahl WKK-Aggregate	-	1394	53	105	396	4	817	19	1318	53	11	12
Installierte Leistungen												
- Anschlussleistung	MW	443.77	12.65	33.13	90.25	4.78	293.30	9.66	419.83	12.65	3.51	7.78
- elektrische Leistung	MW	149.00		11.69	28.67	1.64	102.44	4.55	143.91		1.05	4.04
- mechanische Leistung 2)	MW	0.54			0.54				0.54			
- Heizleistung	MW	252.26	20.09	15.62	48.87	2.66	158.20	6.82	224.54	20.09	1.69	5.94
<b>Jahresenergieverbrauch/ -produktion</b>												
Endenergieverbrauch Total	GWh	1828.32	24.10	163.47	386.46	20.11	1200.42	33.75	1761.66	24.10	10.63	31.93
- Erdgas	GWh	1037.56	20.62	9.16	1.63	20.11	952.28	33.75	983.19	20.62	10.32	23.44
- Diesel / Heizöl EL	GWh	220.60	3.48	0.14	0.55		216.43		217.12	3.48		
- Propan	GWh	32.57			0.85		31.72		32.57			
- Klärgas	GWh	383.42			383.42				374.62		0.31	8.50
- Deponiegas	GWh											
- Biogas	GWh	151.06		151.06					151.06			
- Fett/Öl erneuerbar	GWh	3.06		3.06					3.06			
- andere Energieträger	GWh	0.04		0.04					0.04			
produzierte Elektrizität	GWh	599.10		50.26	114.19	6.76	411.75	16.14	580.43		2.98	15.69
genutzte mechanische Energie 2)	GWh	2.93			2.93				2.93			
produzierte Wärmeenergie	GWh	957.77	33.75	79.63	195.30	10.77	624.16	14.16	904.41	33.75	4.95	14.66
genutzte Wärmeenergie	GWh	889.75	33.32	52.45	166.21	10.77	612.83	14.16	838.00	33.32	4.94	13.48

Kommentare:

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

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

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

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

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

Erstellungsdatum: 28.07.08

G:\2008\1011\KW-Ausw\Jahr\_Typ3+2\_2007.xls\Anhang D.1a Ber04

<b>Jahresstatistik 2007</b>												
<b>Typ 3</b>		<b>TOTAL</b>	<b>Anlagearten (Typ 3) der Klein-WKK-Statistik 3)</b>									
der Klein-WKK-Jahresstatistik		(alle Anlagen)	fossile WP	Biogas LW	ARA o. GT	Deponieg.	foss. BHKW	Rest foss.	Biog. Gew/In	ARA nur GT	fossile GT	Rest(ARA)
Anlagekategorie 4) ->			W5	W4.BIO.1	W4.ARA.1a	W4.DEP	W4.FOS.1a	W4.FOS.1b	W4.BIO.2	W4.ARA.2	W4.FOS.2	W4.ARA.1b
<b>WKK-Anlagen in Betrieb (Jahresende)</b>			A	B	C	D	E	F	G	H	I	K
Anzahl WKK-Anlagen 1)	-	1081	49	57	284	1	648	4	26	1	8	3
Anzahl WKK-Aggregate	-	1394	53	67	392	4	817	9	38	1	10	3
Installierte Leistungen												
- Anschlussleistung	MW	443.77	12.65	16.36	88.62	4.78	293.30	6.38	16.77	0.22	3.29	1.40
- elektrische Leistung	MW	149.00		5.80	28.13	1.64	102.44	3.57	5.89	0.07	0.98	0.47
- mechanische Leistung 2)	MW	0.54			0.54							
- Heizleistung	MW	252.26	20.09	7.44	48.06	2.66	158.20	5.18	8.17	0.06	1.64	0.76
<b>Jahresenergieverbrauch/ -produktion</b>												
Endenergieverbrauch Total	GWh	1828.32	24.10	77.70	377.66	20.11	1200.42	23.44	85.77	0.31	10.32	8.50
- Erdgas	GWh	1037.56	20.62		1.63	20.11	952.28	23.44	9.16		10.32	
- Diesel / Heizöl EL	GWh	220.60	3.48		0.55		216.43		0.14			
- Propan	GWh	32.57			0.85		31.72					
- Klärgas	GWh	383.42			374.62					0.31		8.50
- Deponiegas	GWh											
- Biogas	GWh	151.06		77.70					73.36			
- Fett/Öl erneuerbar	GWh	3.06							3.06			
- andere Energieträger	GWh	0.04							0.04			
produzierte Elektrizität	GWh	599.10		26.24	111.66	6.76	411.75	13.25	24.02	0.09	2.89	2.45
genutzte mechanische Energie 2)	GWh	2.93			2.93							
produzierte Wärmeenergie	GWh	957.77	33.75	36.77	189.85	10.77	624.16	9.27	42.87	0.07	4.88	5.39
genutzte Wärmeenergie	GWh	889.75	33.32	32.81	161.95	10.77	612.83	9.27	19.64	0.06	4.88	4.20

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: 28.07.08

G:\2008\1011\KW-Ausw\Jahr\_Typ3+2\_2007.xls\Anhang D.1b+c Ber02

<b>Fortschreibungsparameter 2007</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.	<b>4287</b>	Die Energiedaten werden durch 'Eicher+Pauli' jährlich erhoben.	<b>4038</b>	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%		79.3%					
- Diesel / Heizöl EL		14.4%		0.1%		18.0%					
- Propan	a. gemäss den erhobenen Werten des Jahres 1993 (Spalten A und C)			0.2%		2.6%					
- Klärgas				99.2%							
- Deponiegas											
- Biogas	b. gemäss den Inputleistungsanteilen des Vorjahres (Spalten E und F)										
- Holz											
- andere Energieträger											
produzierte Elektrizität	S3: Vollbetriebsstunden			<b>4008</b>		<b>3980</b>					
genutzte mechanische Energie	S3: Vollbetriebsstunden		<b>4729</b>								
produzierte Wärmeenergie	S3: Vollbetriebsstunden	1680	<b>3971</b>	<b>3889</b>							
genutzte Wärmeenergie 4)	Anteil an Wärmeproduktion	98.7%	85.3%	98.2%							

Kommentare:

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

2) Die Vollbetriebsstunden der Kat. W4.ARA.1a basieren auf erhobenen Daten der Jahre 90-93 sowie 2001. Die Vollbetriebsstunden der Zwischenjahre wurden linear interpoliert. Die Herleitung findet sich in Tabelle F.2e.

Der Energieträgersplit der Kat. W4.ARA.1a basiert auf erhobenen Daten der Jahre 1992 und 1993.

3) Die Vollbetriebsstunden der Kat. W4.FOS.1a basieren auf erhobenen Daten der Jahre 90-93 sowie 1996/1997. Die Vollbetriebsstunden der Zwischenjahre wurden linear interpoliert. Die Herleitung findet sich in Tabelle F.2d.

Der Energieträgersplit der Kat. W4.FOS.1a wird ausgehend von den Hauptenergieträgern der installierten WKK-Aggregate per Ende des Vorjahres berechnet (siehe Tabelle F.2d).

4) Der prozentuale Anteil der Wärmeenergie, welche effektiv genutzt wird (und nicht via Kühler an die Umwelt abgegeben wird), basiert bei den Kategorien W5, W4.ARA.1a, W4.FOS.1a und W4.FOS.1b auf Erhebungen der Jahre 1992/1993.

Erstellungsdatum: 28.07.08

G:\2008\1011\KW-Ausw\Jahr\_Typ3+2\_2007.xls\Anhang D.1b+c Ber03

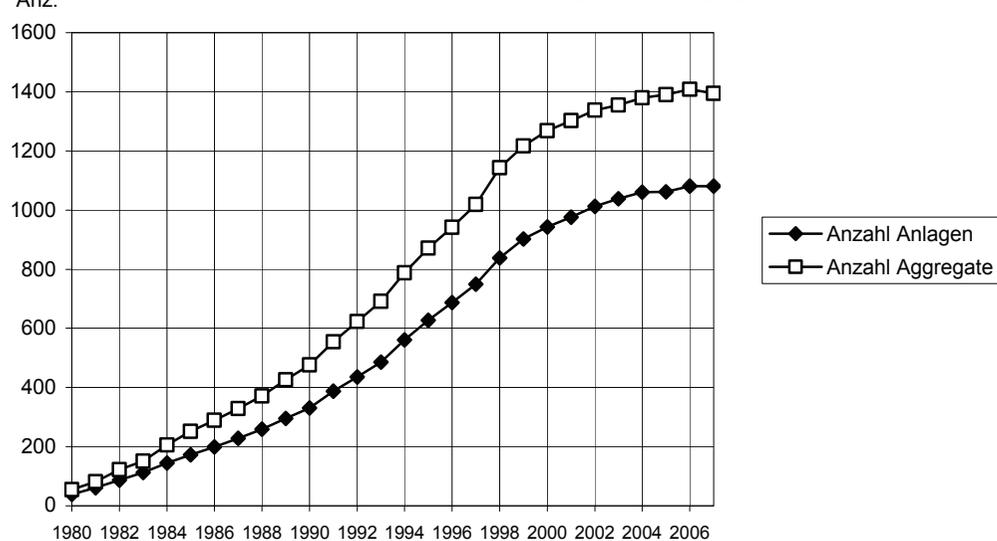
**Anzahl Anlagen und Aggregate / Durchschnittliche Energieinputleistungen**

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

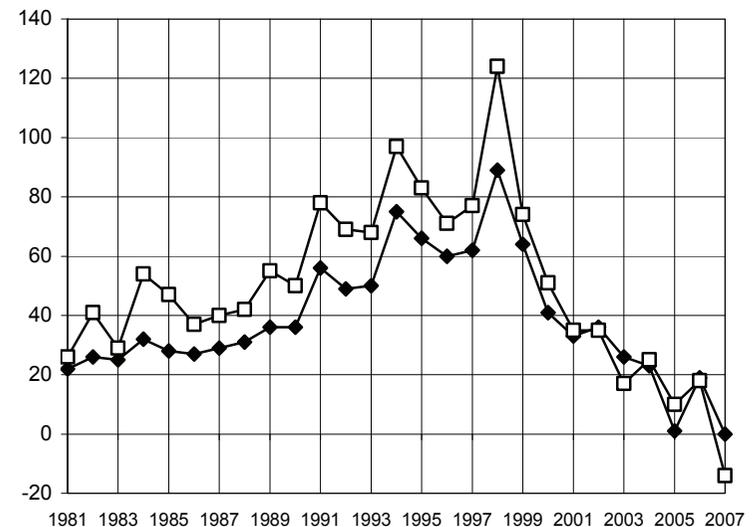
Kat. W4+W5

		1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Anzahl Klein-WKK-Anlagen 1)		295	331	387	436	486	561	627	687	749	838	902	943	976	1012	1038	1061	1062	1081	1081
Anzahl Klein-WKK-Aggregate 2)		426	476	554	623	691	788	871	942	1019	1143	1217	1268	1303	1338	1355	1380	1390	1408	1394
Anzahl Aggregate pro Anlage (Mittel)		1.44	1.44	1.43	1.43	1.42	1.40	1.39	1.37	1.36	1.36	1.35	1.34	1.34	1.32	1.31	1.30	1.31	1.30	1.29
durchschn. Inputleist. pro Anlage	kW/Anl.	379	392	391	391	400	421	424	418	421	413	416	420	414	408	406	409	410	412	411
durchschn. Inputleist. pro Aggregat	kW/Aggr.	262	273	273	273	281	300	305	305	309	303	308	312	310	309	311	314	313	317	318

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



Zunahme der Anzahl Anlagen resp. Aggregate gegenüber Vorjahr

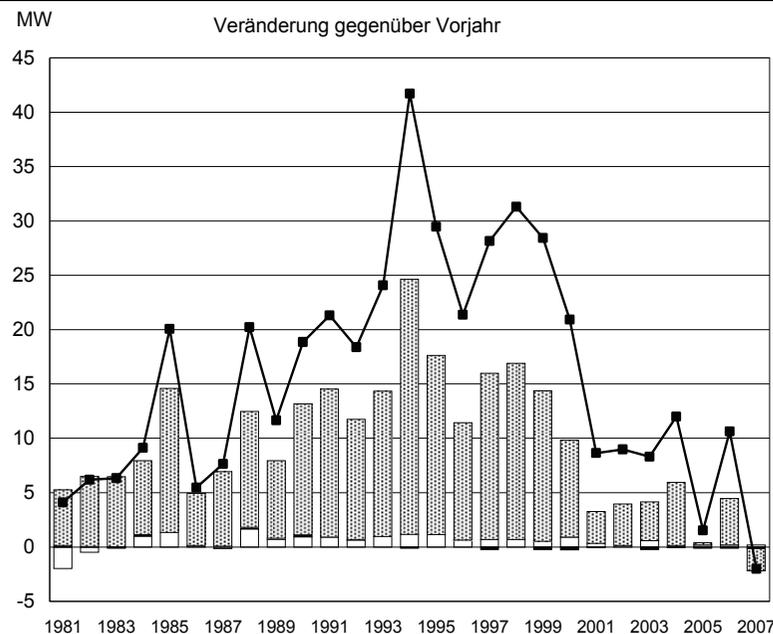
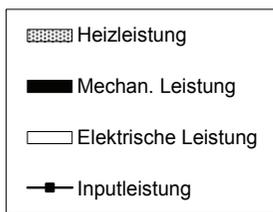
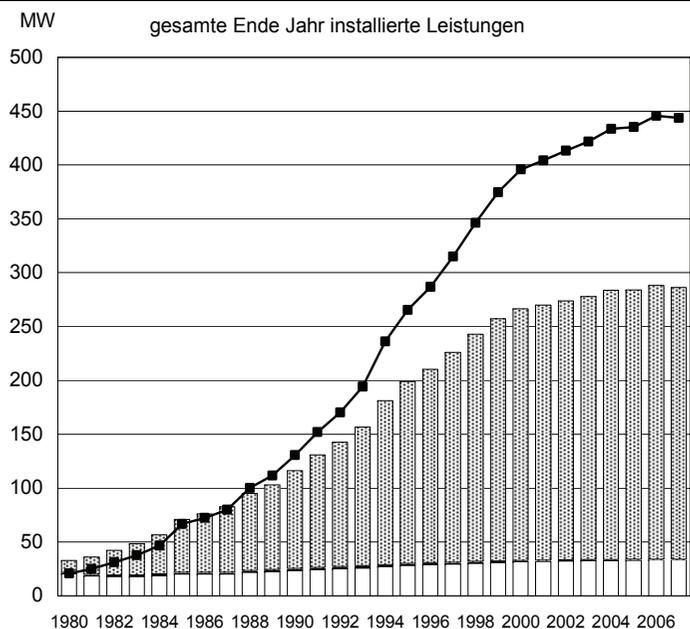


### Installierte Leistungen

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

Kat. W4 + W5

		1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Anschlussleistung = Inputleistung	MW	151.93	170.32	194.39	236.10	265.57	286.93	315.08	346.37	374.80	395.71	404.36	413.34	421.65	433.64	435.16	445.78	443.77
Heizleistung	MW	104.32	115.36	128.74	152.21	168.68	179.47	194.78	211.00	224.84	233.74	236.65	240.46	244.03	249.84	250.03	254.29	252.26
Mechanische Leistung	MW	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	0.91	0.79	0.68	0.54
Elektrische Leistung	MW	37.12	42.70	50.61	64.21	75.27	83.10	93.42	105.06	115.62	125.72	129.86	133.32	138.50	143.01	144.39	148.81	149.00
Elektrischer Wirkungsgrad	%	24.4	25.1	26.0	27.2	28.3	29.0	29.6	30.3	30.8	31.8	32.1	32.3	32.8	33.0	33.2	33.4	33.6



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

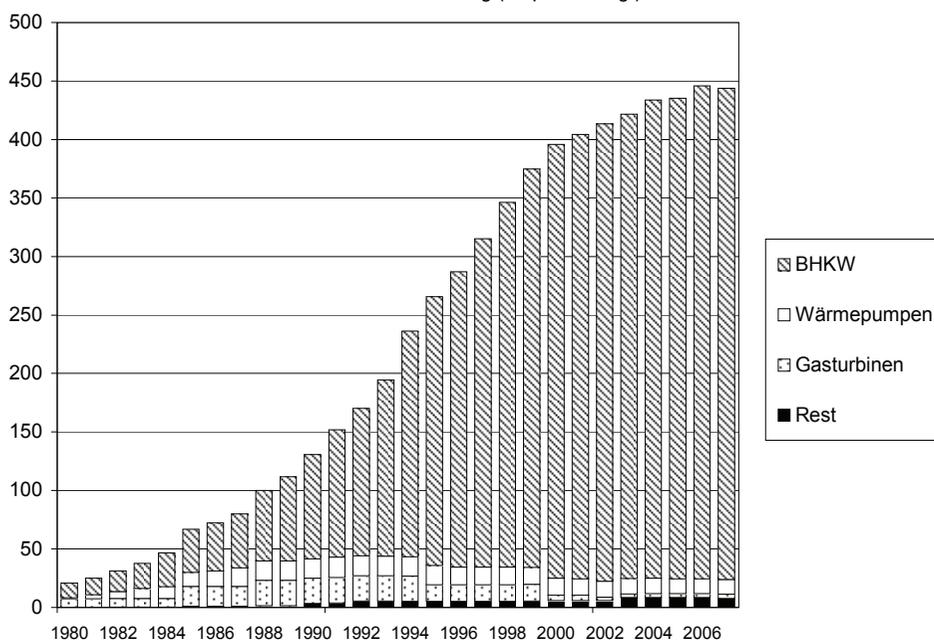
betrachtete Anlagen und Aggregate: sämtliche in der Schweiz betriebene Klein-WKK-Anlagen

Kat. W4 + W5

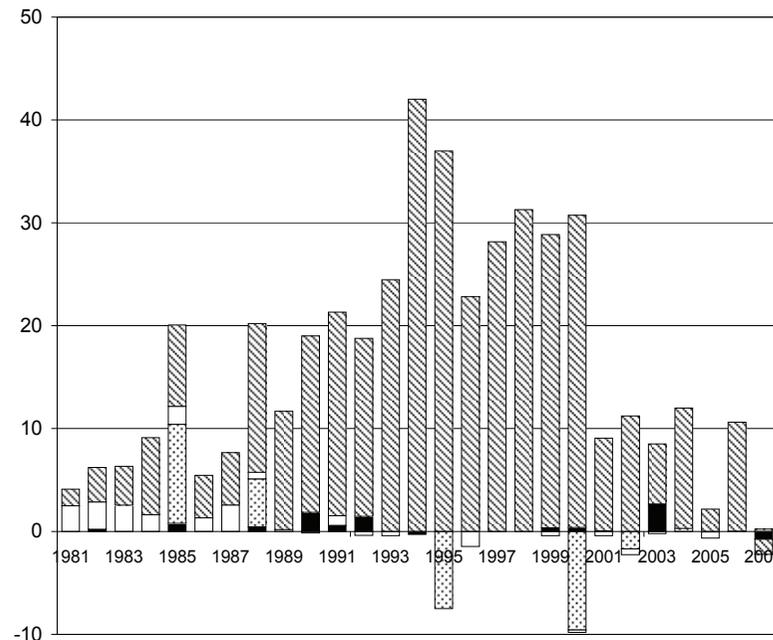
		1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
BHKW (inkl. Gebläseantriebe)	MW	108.91	126.20	150.67	192.68	229.65	252.48	280.63	311.92	340.43	370.77	379.78	391.00	396.83	408.54	410.71	421.31	419.83
Gas- + Dieselmotorwärmepumpen*	MW	17.39	17.02	16.62	16.51	16.51	15.05	15.05	15.05	14.63	14.41	14.00	13.45	13.25	13.25	12.65	12.65	12.65
Gasturbinen (bis 1 MWe)	MW	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	3.29	3.51
Rest (z.B. Brennstoffzellen, TEA)	MW	3.87	5.34	5.34	5.14	5.14	5.14	5.14	5.14	5.49	5.88	5.88	5.89	8.57	8.57	8.51	8.53	7.78
<b>TOTAL</b>	<b>MW</b>	<b>151.93</b>	<b>170.32</b>	<b>194.39</b>	<b>236.10</b>	<b>265.57</b>	<b>286.93</b>	<b>315.08</b>	<b>346.37</b>	<b>374.80</b>	<b>395.71</b>	<b>404.36</b>	<b>413.34</b>	<b>421.65</b>	<b>433.64</b>	<b>435.16</b>	<b>445.78</b>	<b>443.77</b>

\* Kat. W5

Ende Jahr installierte Anschlussleistung (=Inputleistung)



Veränderung gegenüber Vorjahr

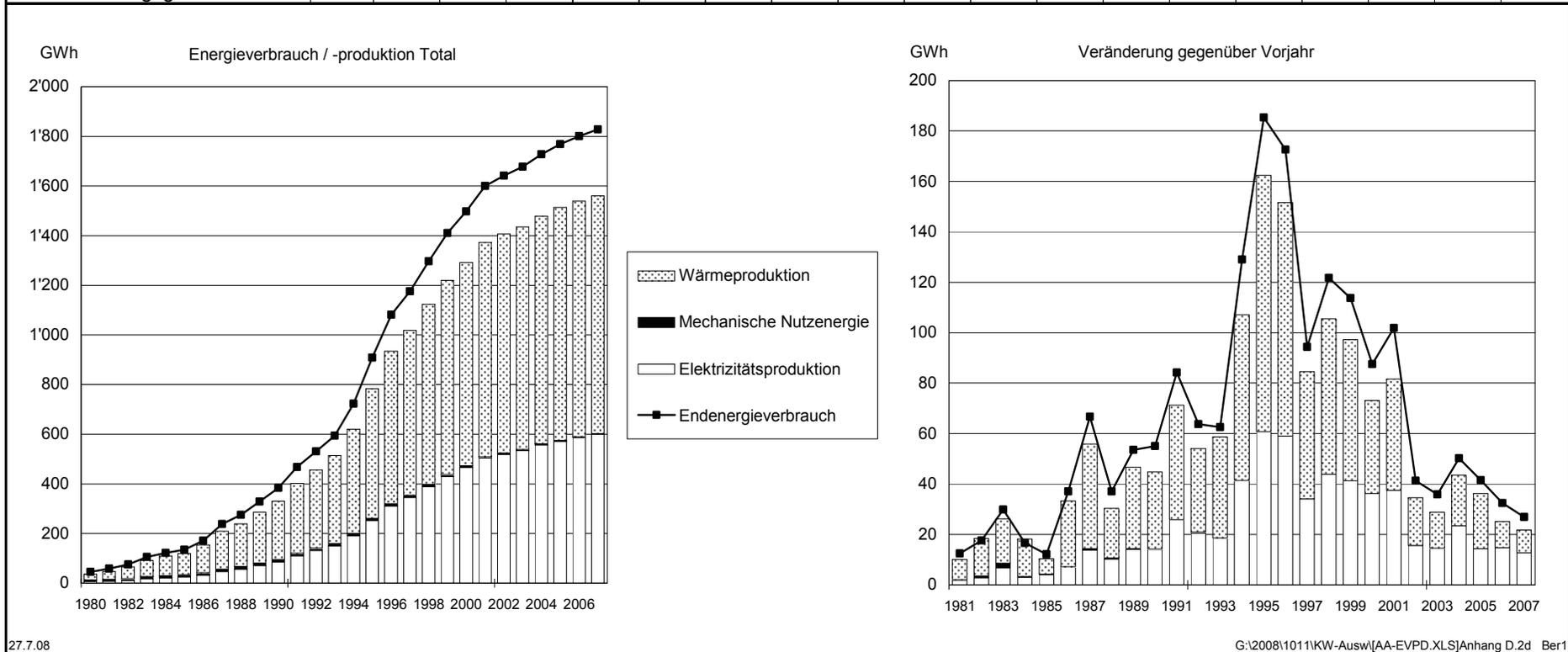


### Energieverbrauch / -produktion

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

Kat. W4 + W5

		1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Endenergieverbrauch	GWh/a	383.5	467.7	531.4	594.0	723.0	908.4	1081.0	1175.4	1297.1	1410.9	1498.4	1600.3	1641.5	1677.4	1727.6	1769.0	1801.4	1828.3
Wärmeproduktion	GWh/a	235.3	280.7	313.8	353.9	419.7	521.4	613.9	664.5	726.2	782.2	819.1	863.3	882.3	896.5	916.5	938.4	948.8	957.8
Mechanische Nutzenergie	GWh/a	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	4.1	3.5	2.9
Elektrizitätsproduktion	GWh/a	84.8	110.6	131.2	149.8	191.1	251.9	310.9	344.9	388.8	430.0	466.3	503.7	519.3	533.8	557.2	571.6	586.4	599.1
Gesamtwirkungsgrad	-	86%	86%	86%	86%	86%	86%	86%	87%	87%	86%	86%	86%	86%	86%	86%	86%	85%	85%

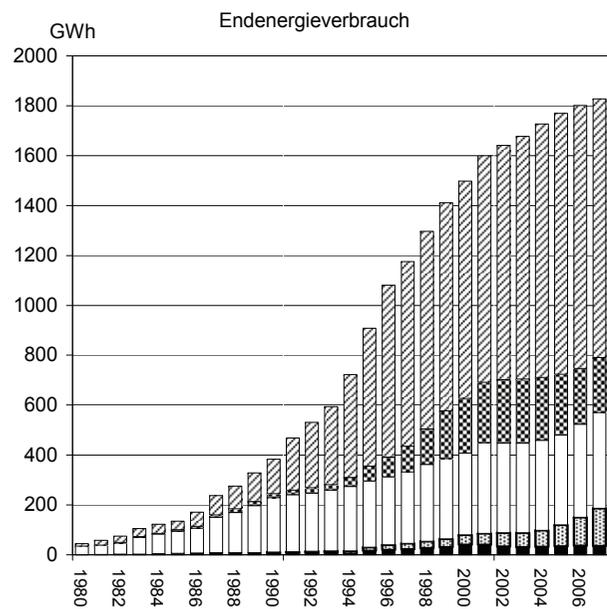


### Endenergieverbrauch nach Energieträgern

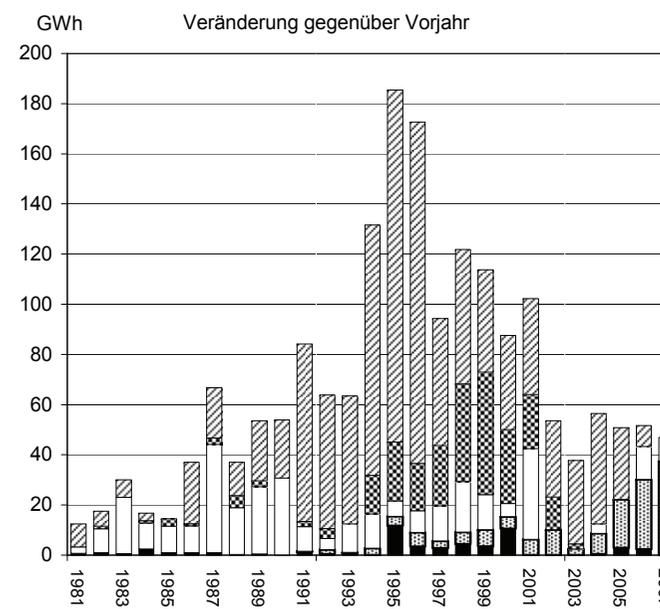
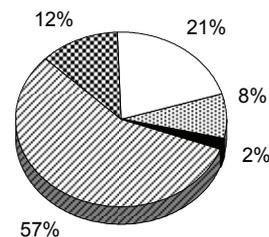
betrachtete Anlagen und Aggregate: sämtliche in der Schweiz betriebene Klein-WKK-Anlagen

Kat. W4 + W5

		1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Erdgas	GWh/a	208.72	261.87	312.87	412.58	552.78	688.79	739.44	792.91	833.68	871.09	909.25	939.56	972.82	1016.83	1045.46	1053.87	1037.56
Diesel / Heizöl EL	GWh/a	18.11	22.03	21.15	36.58	60.17	78.99	103.09	142.03	190.92	220.35	241.98	254.99	257.14	250.80	242.97	223.71	220.60
Propan	GWh/a	3.79	6.06	6.69	4.45	8.27	17.72	19.66	24.12	25.38	32.72	33.12	29.13	28.83	29.43	33.17	33.01	32.57
Klär gas	GWh/a	228.93	233.49	244.81	258.50	264.66	273.42	287.33	307.57	321.53	326.94	363.15	358.71	358.43	362.17	360.67	373.81	383.42
Deponiegas	GWh/a	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	0.00	0.00
Biogas	GWh/a	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	85.84	113.69	151.06
Fett/Öl erneuerbar	GWh/a	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.04	5.34	4.61	1.41	0.27	0.27	0.25	3.13	3.06
andere Energieträger	GWh/a	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	0.20	0.04
<b>TOTAL</b>	<b>GWh/a</b>	<b>467.68</b>	<b>531.44</b>	<b>593.99</b>	<b>723.05</b>	<b>908.40</b>	<b>1'081.0</b>	<b>1'175.4</b>	<b>1'297.1</b>	<b>1'410.9</b>	<b>1'498.4</b>	<b>1'600.3</b>	<b>1'641.5</b>	<b>1'677.4</b>	<b>1'727.6</b>	<b>1'769.0</b>	<b>1'801.4</b>	<b>1'828.3</b>
Anteil erneuerbarer Energieträger		51%	45%	43%	37%	32%	27%	27%	26%	26%	25%	26%	25%	25%	25%	25%	27%	29%



Anteile im Jahr 2007



**Anzahl Klein-WKK-Aggregate\* ab 1990**

Anlagekategorie	1990	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
<b>w4 Stromproduz. Klein-WKK-Aggr.</b>	<b>412</b>	<b>1'155</b>	<b>1'208</b>	<b>1'245</b>	<b>1'282</b>	<b>1'300</b>	<b>1'325</b>	<b>1'337</b>	<b>1'355</b>	<b>1'341</b>
W4.ARA.1 Kläranlagen mit BHKW	243	404	412	413	416	407	399	396	398	395
W4.ARA.2 Kläranlagen mit Gasturbinen	5	5	2	2	0	0	0	0	0	1
W4.BIO.1 Biogasanlagen Landwirtschaft	26	32	33	37	39	39	46	52	63	67
W4.BIO.2 Biogasanlagen Gewerbe u. Industrie	0	26	30	31	28	29	28	30	35	38
W4.DEP Deponiegas-WKK-Anlagen	2	4	4	5	5	5	5	4	4	4
W4.FOS.1 fossile BHKW	133	683	727	754	785	811	837	845	845	826
Bürogebäude (inkl. Banken)	26	94	96	103	107	109	109	105	95	87
Wärmeverbund (gemischte Nutzung)	9	58	64	64	63	60	62	61	62	60
Schulen, Sportanlagen	17	103	105	108	110	109	110	113	106	100
Wohngebäude	30	121	136	145	164	184	200	212	222	224
Gewerbe und Industrie	17	138	145	148	145	139	143	140	141	146
Spitäler, Heime	13	70	77	80	83	85	87	88	92	90
andere (und unbekannt)	21	99	104	106	113	125	126	126	127	119
W4.FOS.2 fossile Gasturbinen < 1 MWe	3	1	0	3	9	9	10	10	10	10
<b>w5 Nicht stromprod. Klein-WKK-Aggr.</b>	<b>67</b>	<b>62</b>	<b>60</b>	<b>58</b>	<b>56</b>	<b>55</b>	<b>55</b>	<b>53</b>	<b>53</b>	<b>53</b>
Bürogebäude (inkl. Banken)	8	9	9	9	7	7	7	7	7	7
Wärmeverbund (gemischte Nutzung)	7	4	4	2	2	2	2	2	2	2
Schulen, Sportanlagen	21	19	17	17	17	17	17	15	15	15
Wohngebäude	13	9	9	9	9	9	9	9	9	9
Gewerbe und Industrie	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Spitäler, Heime	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5
andere	13	14	14	14	14	13	13	13	13	13
<b>W4+W5 Total alle Klein-WKK-Aggregate</b>	<b>479</b>	<b>1'217</b>	<b>1'268</b>	<b>1'303</b>	<b>1'338</b>	<b>1'355</b>	<b>1'380</b>	<b>1'390</b>	<b>1'408</b>	<b>1'394</b>

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

**Installierte elektrische Nennleistungen ab 1990 [MWe]**

Anlagekategorie	1990	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
<b>w4 Stromproduz. Klein-WKK-Aggr.</b>	<b>30.7</b>	<b>115.6</b>	<b>125.7</b>	<b>129.9</b>	<b>133.3</b>	<b>138.5</b>	<b>143.0</b>	<b>144.4</b>	<b>148.8</b>	<b>149.0</b>
W4.ARA.1 Kläranlagen mit BHKW	9.40	19.10	23.28	23.41	24.80	26.02	25.42	26.72	28.16	28.60
W4.ARA.2 Kläranlagen mit Gasturbinen	2.28	2.28	0.90	0.93	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.07
W4.BIO.1 Biogasanlagen Landwirtschaft	0.38	0.78	0.84	1.11	1.45	1.62	2.31	2.81	5.35	5.80
W4.BIO.2 Biogasanlagen Gewerbe u. Industrie	0.00	3.92	4.42	5.17	4.00	4.12	3.75	4.28	4.89	5.89
W4.DEP Deponiegas-WKK-Anlagen	0.19	1.63	1.63	1.82	1.82	1.82	1.82	1.64	1.64	1.64
W4.FOS.1 fossile BHKW	16.42	87.36	94.65	97.12	100.3	104.0	108.7	108.0	107.8	106.0
Bürogebäude (inkl. Banken)	6.92	16.04	16.12	16.37	16.68	16.67	16.91	16.36	15.14	14.09
Wärmeverbund (gemischte Nutzung)	1.48	13.64	16.62	16.43	16.16	15.33	15.68	15.41	15.52	15.27
Schulen, Sportanlagen	1.37	11.03	11.54	11.60	11.61	11.80	11.78	12.19	12.17	11.03
Wohngebäude	2.54	10.23	11.01	11.24	11.33	12.59	13.09	13.15	13.32	13.23
Gewerbe und Industrie	2.00	21.04	22.77	24.15	24.79	23.68	27.14	26.35	26.57	27.49
Spitäler, Heime	0.81	8.81	10.01	10.72	10.78	11.11	11.19	11.68	12.37	12.31
andere (und unbekannt)	1.31	6.57	6.58	6.61	9.00	12.82	12.94	12.81	12.69	12.59
W4.FOS.2 fossile Gasturbinen < 1 MWe	2.05	0.55	0.00	0.30	0.90	0.90	0.98	0.98	0.98	0.98

Druckdatum: 27.07.2008

G:\2008\1011\KW-Ausw[Einsge2007.xls]Anhang D.2f Ber5

## **E. Spezialauswertungen**

### **E.1 Kehrlichtverbrennungsanlagen**

Hyperlink und Seiten-Nr.:

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

Anhang E.1a (S. 76)

### **E.2 Deponiegasnutzung**

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

Anhang E.2a (S. 77)

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

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

Anhang E.2b (S. 78)

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. 79)

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.

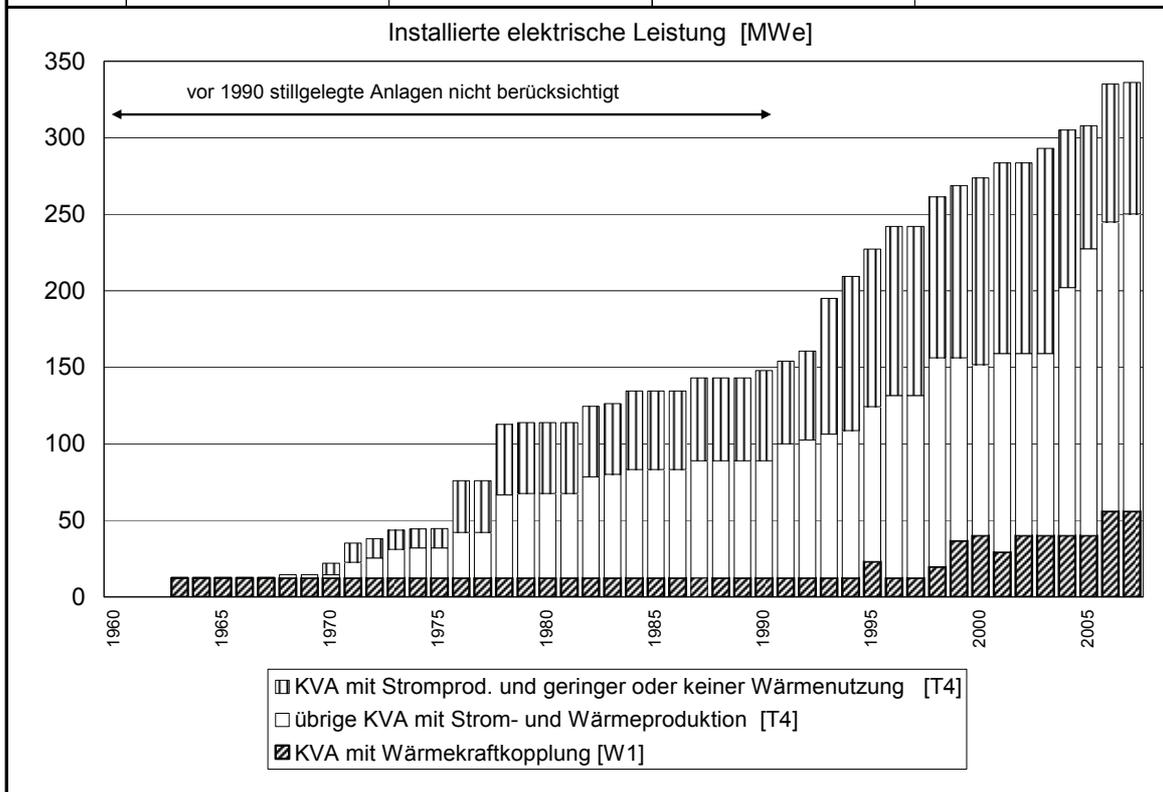
#### **E.2d Deponiegasnutzung ausschliesslich mit Heizkesseln**

Anhang E.2d (S. 80)

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

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

Jahr	KVA mit Wärmekraftkopplung [W1]	übrige KVA mit Strom- und Wärmeproduktion [T4]	KVA mit Stromprod. und geringer oder keiner Wärmenutzung [T4]	TOTAL [W1] + [T4]
1980	12.40	55.21	46.21	113.82
1981	12.40	55.21	46.21	113.82
1982	12.40	65.91	46.21	124.52
1983	12.40	67.71	46.21	126.32
1984	12.40	70.76	51.31	134.47
1985	12.40	70.76	51.31	134.47
1986	12.40	70.76	51.31	134.47
1987	12.40	76.56	54.01	142.97
1988	12.40	76.56	54.01	142.97
1989	12.40	76.56	54.01	142.97
1990	12.40	76.56	59.01	147.97
1991	12.40	87.61	54.01	154.02
1992	12.40	90.07	58.06	160.53
1993	12.40	94.02	88.51	194.93
1994	12.40	96.37	100.67	209.44
1995	23.20	101.17	102.83	227.20
1996	12.40	119.22	110.53	242.15
1997	12.40	119.22	110.53	242.15
1998	19.65	136.47	105.23	261.35
1999	36.65	119.47	112.53	268.65
2000	40.20	111.51	122.13	273.84
2001	29.40	129.70	124.58	283.68
2002	40.20	118.90	124.58	283.68
2003	40.20	118.90	133.88	292.98
2004	40.20	161.90	102.88	304.98
2005	40.20	187.27	80.38	307.85
2006	56.07	189.00	89.98	335.05
2007	56.07	194.20	85.78	336.05

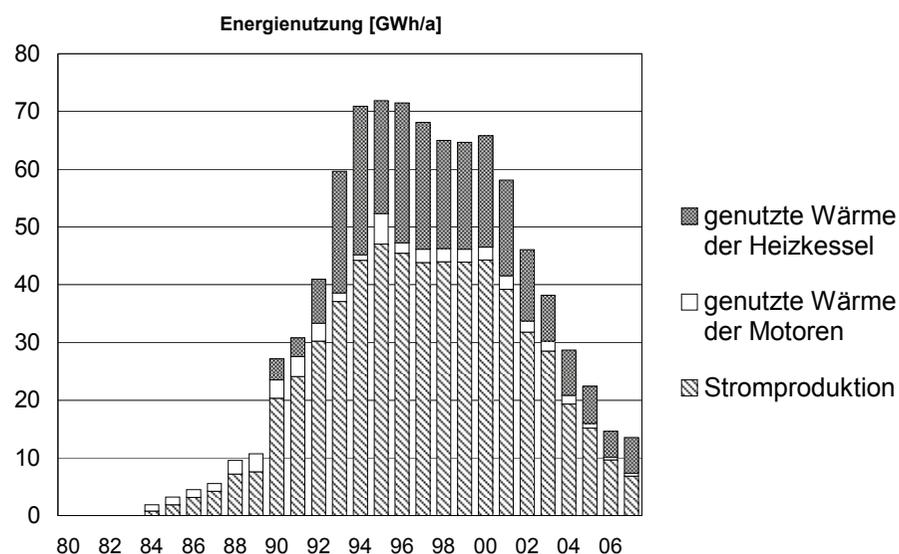
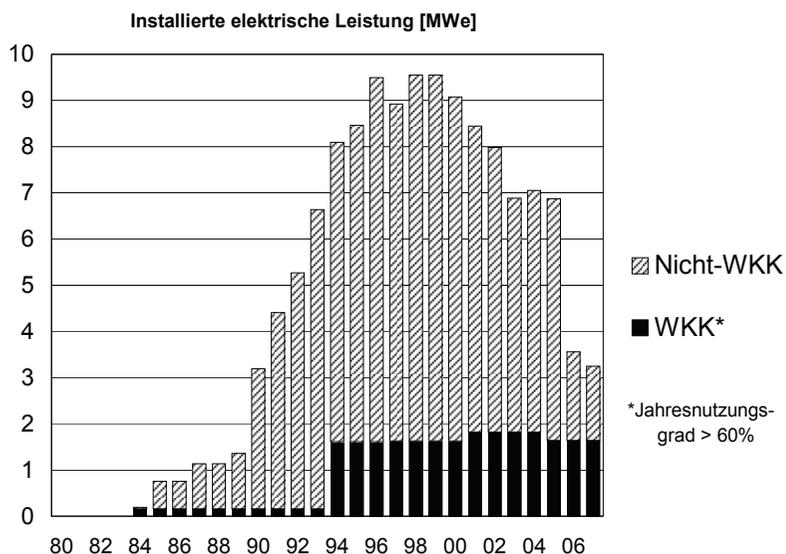


### Deponiegasnutzung mit Gasmotoren und Heizkesseln (Gesamtauswertung)

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

		1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Anzahl Anlagen	-	7	9	11	11	11	12	12	12	13	13	13	13	11	11	11	11	10	9
Anzahl Gasmotoren (WKK-Aggregate)	-	10	13	15	17	20	20	22	21	22	22	21	20	19	17	17	16	11	10
Install. Energieeinputleistung der Motoren	MW	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	10.36	9.41
Install. elektrische Leistung der Motoren	MW	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	3.56	3.25
Deponiegasverbrauch Gasmotoren	GWh/a	63.93	76.15	97.44	118.83	141.55	147.43	141.36	135.49	137.50	138.50	136.05	122.34	99.53	98.55	65.69	49.88	32.24	21.57
Stromproduktion Gasmotoren**	GWh/a	20.31	24.08	30.25	37.10	44.20	47.03	45.44	43.83	43.97	43.92	44.25	39.23	31.79	28.51	19.34	15.19	9.64	6.84
mit Motoren prod. Wärmeenergie	GWh/a	9.61	9.50	11.40	8.88	9.06	13.61	10.64	9.74	9.54	8.53	11.91	11.05	9.52	7.33	3.89	4.19	3.59	3.61
genutzte Wärmeenergie der Motoren	GWh/a	3.20	3.49	3.06	1.45	0.96	5.27	1.78	2.33	2.30	2.24	2.23	2.29	1.92	1.74	1.46	0.77	0.45	0.50
Deponiegasverbrauch Heizkessel*	GWh/a	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	5.31	7.77
prod./genutzte Wärme der Kessel*	GWh/a	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	4.52	6.17

\* mit Deponiegas betriebene Heizkessel



**Deponiegasnutzung mit Gasmotoren (WKK)**

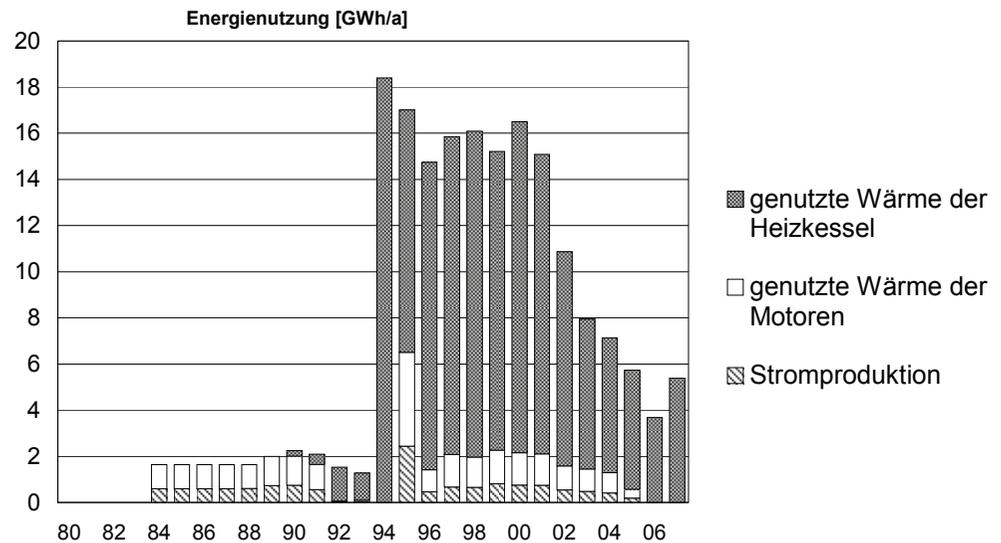
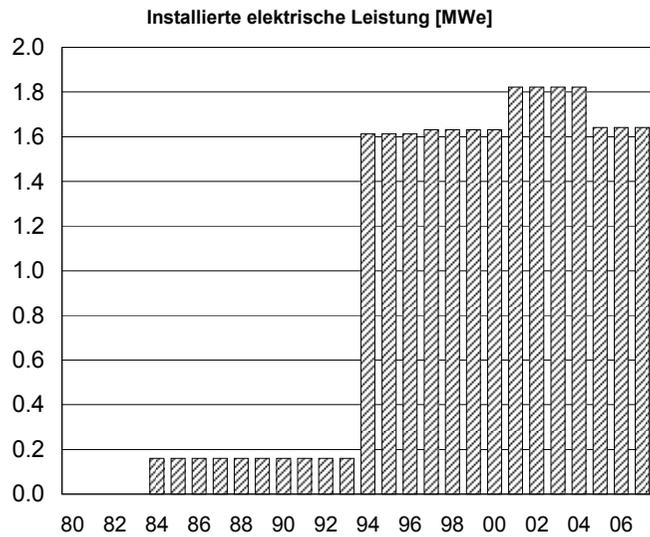
Kat. W4.DEP

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

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

		1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Anzahl Anlagen	-	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1
Anzahl Gasmotoren (WKK-Aggregate)	-	1	1	1	1	4	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5	4	4	4
Install. Energieinputleistung der Motoren	MW	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	4.78	4.78
Install. elektrische Leistung der Motoren	MW	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	1.64	1.64
<b>Deponiegasverbrauch Gasmotoren</b>	GWh/a	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	0.67	0.00	0.00
<b>Stromproduktion Gasmotoren***</b>	GWh/a	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	0.18	0.00	0.00
mit Motoren prod. Wärmeenergie	GWh/a	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	0.38	0.00	0.00
<b>genutzte Wärmeenergie der Motoren</b>	GWh/a	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	0.38	0.00	0.00
<b>Deponiegasverbrauch Heizkessel**</b>	GWh/a	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	4.27	6.79
<b>prod./genutzte Wärme der Kessel**</b>	GWh/a	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	3.68	5.39

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



**Deponiegasnutzung mit Gasmotoren (ohne WKK)**

Kat. T3

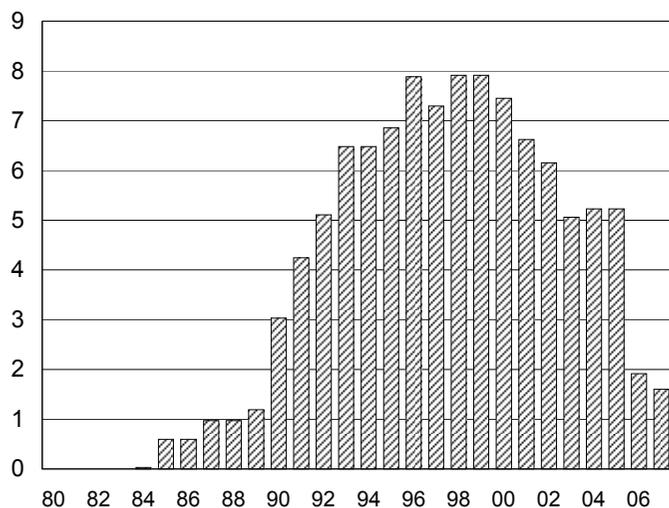
betrachtete Anlagen: sämtliche in der Schweiz betriebenen Deponiegasmotoren mit einem Jahresnutzungsgrad\* bis 60%

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

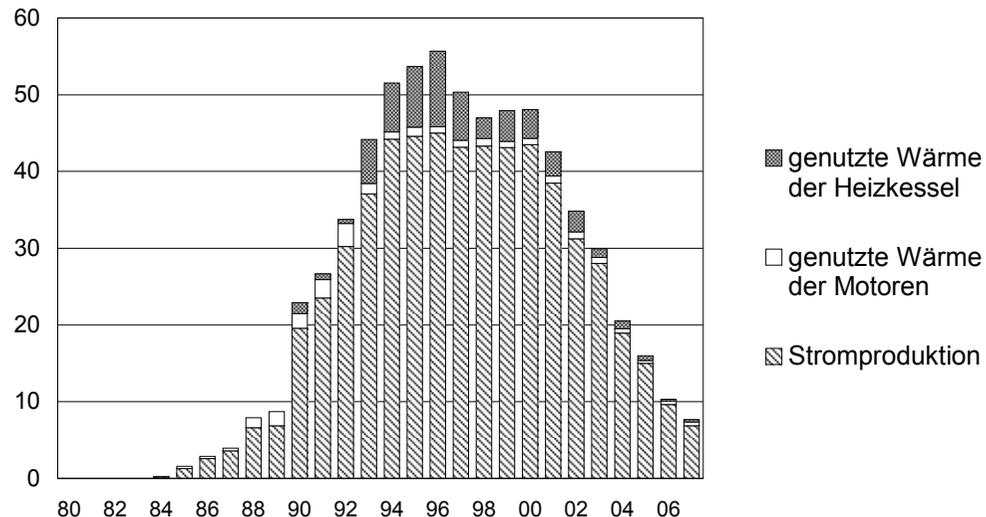
		1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Anzahl Anlagen	-	4	6	7	8	7	8	8	8	9	9	9	9	7	8	7	7	7	7
Anzahl Gasmotoren (WKK-Aggregate)	-	9	12	14	16	16	16	18	17	18	18	17	15	14	12	12	12	7	6
Install. Energieinputleistung der Motoren	MW	9.49	13.53	16.28	20.31	20.32	21.45	24.39	22.44	24.15	24.15	22.72	20.01	18.58	15.12	15.66	15.66	5.59	4.63
Install. elektrische Leistung der Motoren	MW	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	1.92	1.61
<b>Deponiegasverbrauch Gasmotoren</b>	GWh/a	61.62	74.21	97.36	118.71	141.55	139.59	139.59	132.89	135.08	135.83	133.51	119.87	97.66	96.85	64.18	49.21	32.24	21.57
<b>Stromproduktion Gasmotoren</b>	GWh/a	19.57	23.53	30.23	37.08	44.20	44.60	44.99	43.17	43.32	43.13	43.50	38.49	31.24	28.02	18.93	15.00	9.64	6.84
mit Motoren prod. Wärmeenergie	GWh/a	8.34	8.41	11.35	8.80	9.06	9.44	9.68	8.33	8.22	7.07	10.50	9.69	8.49	6.37	3.02	3.81	3.59	3.61
<b>genutzte Wärmeenergie der Motoren</b>	GWh/a	1.92	2.40	3.01	1.38	0.96	1.20	0.82	0.91	0.98	0.77	0.82	0.93	0.88	0.77	0.58	0.39	0.45	0.50
<b>Deponiegasverbrauch Heizkessel**</b>	GWh/a	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	1.36	1.24	0.79	0.26	0.36
<b>prod./genutzte Wärme der Kessel**</b>	GWh/a	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	1.13	1.01	0.57	0.21	0.29

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

Installierte elektrische Leistung [MWe]



Energienutzung [GWh/a]



27.7.08

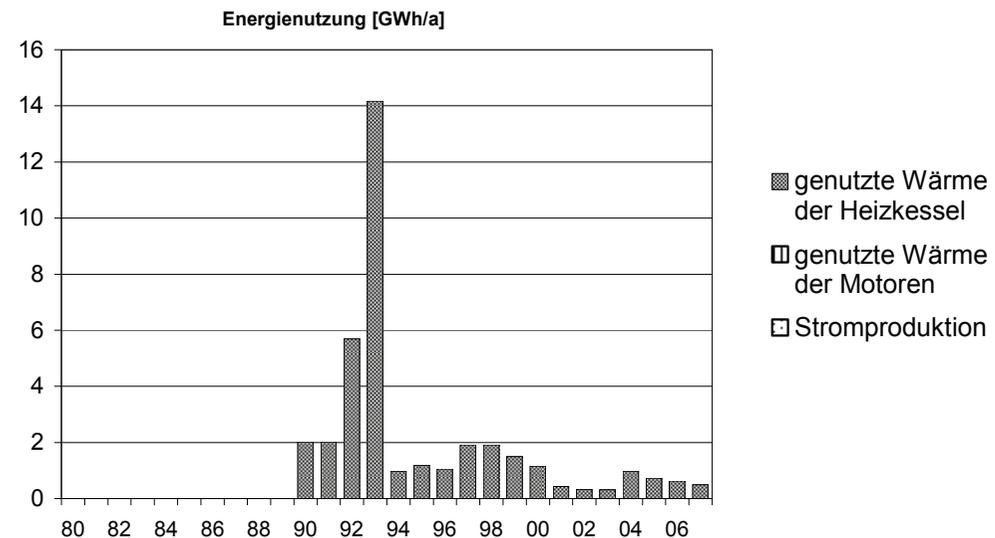
G:\2008\1011\KW-Ausw[DEP1982-2007.XLS]Anhang E.2c Ber3

**Deponiegasnutzung ausschliesslich mit Heizkesseln**

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

		1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Anzahl Anlagen	-	2	2	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	2	2	2	1
Anzahl Gasmotoren (WKK-Aggregate)	-	0	0	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	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	0.40	1.22	0.91	0.78	0.62
<b>prod./genutzte Wärme der Kessel*</b>	GWh/a	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	0.32	0.98	0.72	0.63	0.50

\* 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 2007 wurden mittels Vollerhebung die Stammdaten aller Gross-WKK-Anlagen aktualisiert, neue Anlagen sowie die Jahresdaten des Betriebsjahres 2007 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 2007)</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 neusten Publikation überein.

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

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

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

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

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

## F.2.2 Vorliegende Klein-WKK-Daten

<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)  * 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)  ** 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)	<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>	Die aktuelle Klein-WKK-Statistik weist folgende Unsicherheiten auf: <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. Die im Jahre 2006 und 2008 durchgeführten Umfragen, um allfällige Stilllegungen älterer Anlagen zu erfassen, konnte wegen div. Änderungen im WKK-Markt nicht abgeschlossen werden. Teilergebnisse wurden jedoch berücksichtigt. Eine weitere Umfrage – auch für die Erfassung der Vollbetriebsstunden (siehe unten) – ist bis 2010 geplant.</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.

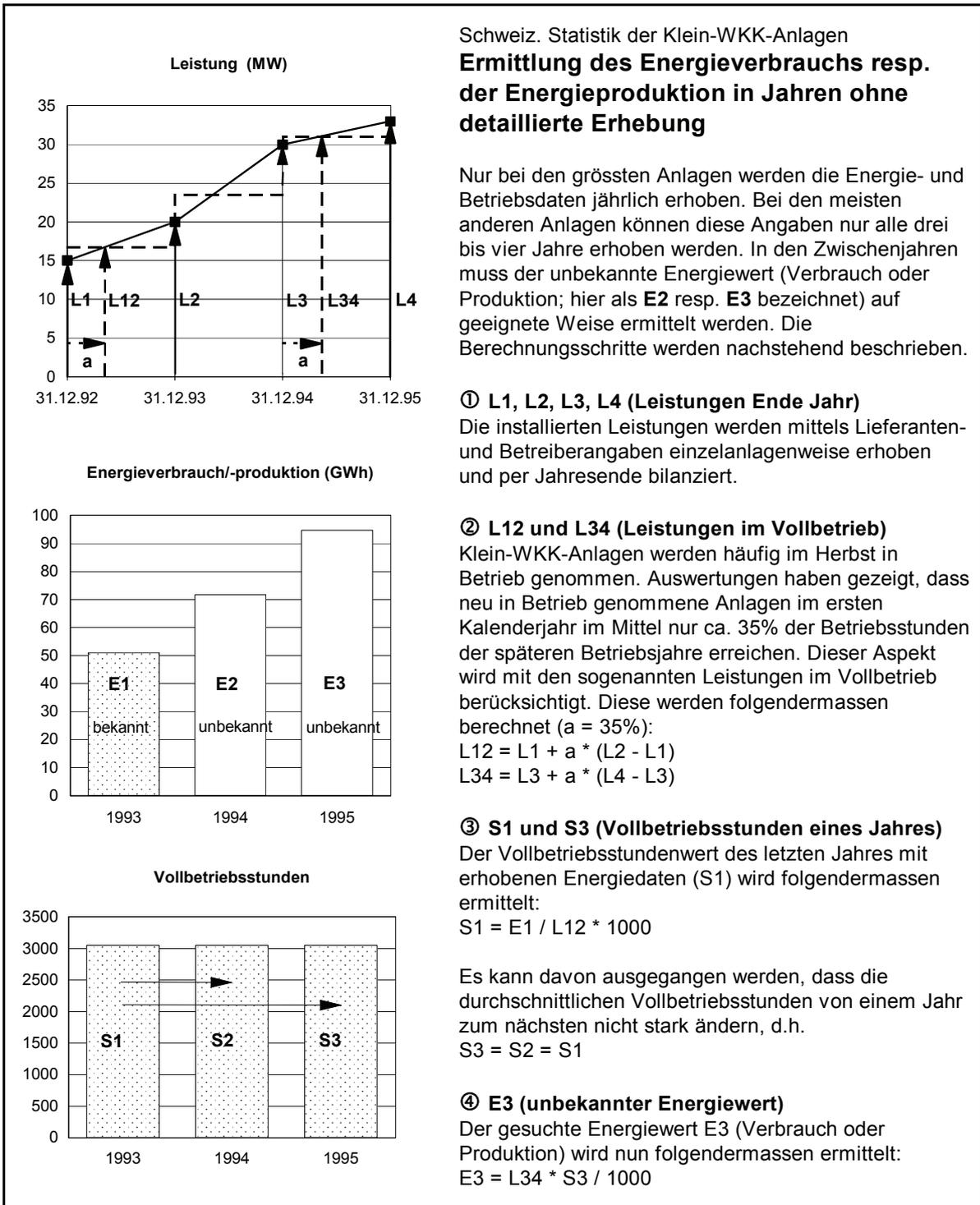
Die für das Fortschreibungsmodell verwendeten Parameter wie Vollbetriebsstunden und Energieträgersplit sind im Anhang D.1c sowie in den Tabellen F.2d und F.2e dargestellt.

Jahresstatistik		2002										
Typ 3 der Klein-WKK-Jahresstatistik		TOTAL (alle Anlagen)	Anlagearten (Typ 3) der Klein-WKK-Statistik 3)									
Anlagekategorie 4) ->		fossile WP	Biogas LW	ARA o. GT	Deponieg.	foss. BHKW	Rest foss.	Biog. Gew/In	ARA nur GT	fossile GT	Rest(ARA)	
		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
<b>Jahresenergieverbrauch/ -produktion</b>												
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 2007; 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 Einzelanlagen mit Tierfett- oder Pflanzenöl-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	2002	2003	2004	2005	2006	2007
1	Erdgas	MW	71.5	91.5	120.1	147.2	160.5	218.8	223.4	235.9	237.7	237.2	233.6
2	Propan	MW	1.1	1.1	1.9	4.0	4.5	6.8	6.9	8.0	8.0	7.9	7.9
6	Diesel, Heizöl	MW	7.5	8.4	13.8	17.6	23.3	62.5	60.1	59.3	54.4	53.9	50.8
	Total		80.0	101.0	135.9	168.9	188.3	288.1	290.3	303.3	300.0	299.0	292.2

Co.	Hauptenergieträger	Energieträgersplit per Ende Jahr (Kat. W4.FOS.1a)										
		1992	1993	1994	1995	1996	2002	2003	2004	2005	2006	2007
1	Erdgas	89.3%	90.6%	88.4%	87.2%	85.2%	76.0%	76.9%	77.8%	79.2%	79.3%	79.9%
2	Propan	1.3%	1.0%	1.4%	2.4%	2.4%	2.4%	2.4%	2.6%	2.7%	2.6%	2.7%
6	Diesel, Heizöl	9.4%	8.4%	10.2%	10.4%	12.4%	21.7%	20.7%	19.6%	18.1%	18.0%	17.4%
	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	mass Split per Ende des Vorjah										
		1992	1993	1994	1995	1996	2002	2003	2004	2005	2006	2007	
1	Erdgas	89.9%	91.6%	90.6%	88.4%	87.2%	75.5%	76.0%	76.9%	77.8%	79.2%	79.3%	
2	Propan	2.5%	2.3%	1.0%	1.4%	2.4%	2.5%	2.4%	2.4%	2.6%	2.7%	2.6%	
6	Diesel, Heizöl	7.6%	6.1%	8.4%	10.2%	10.4%	22.0%	21.7%	20.7%	19.6%	18.1%	18.0%	
	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	2002	2003	2004	2005	2006	2007	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	3'693	4'042	4'039	4'039	4'039	4'038	4'038	4'038	= ([2] * [7]) / [13] / [6]
[5]	VBSTD therm.	h/a		**2'992	3'225	3'562	3'897	3'890	3'889	3'889	3'889	3'889	3'889	= ([2] * [7]) / [13] * [14] / [8]
				** aus Vollerhebung 92/93										
	Leistungen des Bestandes am Jahresanfang:													
[6]	Input	MW		80.0	101.0	135.9	168.9	278.8	288.1	290.3	303.3	300.0	299.0	
[7]	elektrisch	MW		25.6	32.4	43.7	55.0	96.2	99.4	100.2	104.9	104.0	103.8	
[8]	thermisch	MW		44.2	56.5	76.5	94.4	151.2	155.8	157.3	163.6	162.3	161.6	
	theoretische Wirkungsgrade:													
[9]	Total			87.2%	88.0%	88.5%	88.4%	88.8%	88.6%	88.7%	88.5%	88.8%	88.8%	= [10] + [11]
[10]	elektrisch			32.1%	32.0%	32.2%	32.6%	34.5%	34.5%	34.5%	34.6%	34.7%	34.7%	= [7] / [6]
[11]	thermisch			55.2%	56.0%	56.3%	55.9%	54.3%	54.1%	54.2%	53.9%	54.1%	54.0%	= [8] / [6]
	Jahresnutzungsgrade:													
[12]	Total			84.7%	85.5%	86.0%	85.9%	86.3%	86.1%	86.2%	86.0%	86.3%	86.3%	= [13] + [14]
[13]	elektrisch			31.6%	31.5%	31.7%	32.1%	34.0%	34.0%	34.0%	34.1%	34.2%	34.2%	= [10] - 0.5% (Erfahrungswert)
[14]	thermisch			53.2%	54.0%	54.3%	53.9%	52.3%	52.1%	52.2%	51.9%	52.1%	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: 28.07.08

G:\2008\1011KW-Ausw\Jahr\_Typ3+2\_2007.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*	2002	2003	2004	2005	2006	2007	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	45'005	77'240	80'627	78'819	81'682	85'284	86'411	Auswertung Klein-WKK-Datenbank E+P
[2]	elektrische Leistung	kW	10'869	11'940	12'491	13'339	24'315	25'509	24'932	26'173	27'589	28'012	Auswertung Klein-WKK-Datenbank E+P
[3]	thermische Leistung	kW	20'684	22'770	24'187	25'671	42'750	44'165	43'388	44'590	46'353	46'849	Auswertung Klein-WKK-Datenbank E+P
A.2 theoretische Wirkungsgrade													
[4]	Total		86.5%	86.6%	86.7%	86.7%	86.8%	86.4%	86.7%	86.6%	86.7%	86.6%	= [5] + [6]
[5]	elektrisch		29.8%	29.8%	29.5%	29.6%	31.5%	31.6%	31.6%	32.0%	32.3%	32.4%	= [2] / [1]
[6]	thermisch		56.7%	56.8%	57.2%	57.0%	55.3%	54.8%	55.0%	54.6%	54.4%	54.2%	= [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%	80.4%	80.7%	80.6%	80.7%	80.6%	= [8] + [9]
[8]	elektrisch		27.8%	27.8%	27.5%	27.6%	29.5%	29.6%	29.6%	30.0%	30.3%	30.4%	= [5] - [5a] (Erfahrungswert)
[9]	thermisch		52.7%	52.8%	53.2%	53.0%	51.3%	50.8%	51.0%	50.6%	50.4%	50.2%	= [6] - [6a] (Erfahrungswert)
A.4 Vollbetriebsstunden													
[10]	Input-Leistung	h/a	4'645	4'645	4'604	4'559	4'280	4'278	4'279	4'275	4'272	4'272	= [11] * [2] / [8] / [1]
[11]	elektrische Leistung	h/a	4'333	4'333	4'292	4'252	4'008	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	4'240	3'971	3'966	3'968	3'962	3'958	3'956	= [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	3'615	2'920	2'831	2'480	2'109	1'749	Auswertung Klein-WKK-Datenbank E+P
[22]	mechanische Leistung	kW	2'166	2'028	1'918	1'918	1'172	937	909	792	676	536	Auswertung Klein-WKK-Datenbank E+P
[23]	thermische Leistung	kW	3'583	3'377	3'233	3'233	1'906	1'525	1'474	1'289	1'095	933	Auswertung Klein-WKK-Datenbank E+P
B.2 theoretische Wirkungsgrade													
[24]	Total		85.3%	85.2%	84.9%	84.9%	85.2%	84.3%	84.2%	83.9%	83.9%	84.0%	= [25] + [26]
[25]	mechanisch		32.1%	32.0%	31.6%	31.6%	32.4%	32.1%	32.1%	31.9%	32.0%	30.6%	= [22] / [21]
[26]	thermisch		53.2%	53.3%	53.3%	53.3%	52.7%	52.2%	52.1%	52.0%	51.9%	53.3%	= [23] / [21]
B.3 Jahresnutzungsgrade													
[27]	Total		79.3%	79.2%	78.9%	78.9%	79.2%	78.3%	78.2%	77.9%	77.9%	78.0%	= [28] + [29]
[28]	mechanisch		30.1%	30.0%	29.6%	29.6%	30.4%	30.1%	30.1%	29.9%	30.0%	28.6%	= [25] - 2 % (Erfahrungswert)
[29]	thermisch		49.2%	49.3%	49.3%	49.3%	48.7%	48.2%	48.1%	48.0%	47.9%	49.3%	= [26] - 4 % (Erfahrungswert)
B.4 Vollbetriebsstunden													
[30]	Input-Leistung	h/a	5'456	5'458	5'409	5'359	5'059	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	4'747	4'744	4'744	4'742	4'743	4'729	= [30] * [21] * [28] / [22]
[32]	thermische Leistung	h/a	5'046	5'048	5'003	4'956	4'675	4'672	4'670	4'670	4'669	4'680	= [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	51'070	80'855	83'548	81'650	84'161	87'393	88'160	
[41]	elektrische Leistung	kW	10'869	11'940	12'491	13'339	24'315	25'509	24'932	26'173	27'589	28'012	
[42]	mechanische Leistung	kW	2'166	2'028	1'918	1'918	1'172	937	909	792	676	536	
[43]	thermische Leistung	kW	24'267	26'147	27'420	28'904	44'656	45'690	44'862	45'879	47'448	47'782	
C.2 Vollbetriebsstunden													
[44]	Input-Leistung	h/a	4'771	4'756	4'705	4'654	4'315	4'306	4'306	4'298	4'291	4'287	= ([10] * [1] + [30] * [21]) / ([1] + [21])
[45]	elektrische Leistung	h/a	4'333	4'333	4'292	4'252	4'008	4'008	4'008	4'008	4'008	4'008	= [11]
[46]	mechanische Leistung	h/a	5'117	5'117	5'066	5'020	4'747	4'744	4'744	4'742	4'743	4'729	= [31]
[47]	thermische Leistung	h/a	4'425	4'412	4'367	4'320	4'001	3'990	3'991	3'981	3'974	3'971	= ([10] * [1] + [30] * [21]) / ([1] + [21])

Erstellungsdatum: 28.07.08

G:\2008\1011KW-Ausw\Jahr\_Typ3+2\_2007.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).

<b>Jahresstatistik</b>		<b>2002</b>										
<b>Typ 2</b>	<b>TOTAL</b>	<b>Aufteilung nach Anlageart 3)</b>							<b>Aufteilung nach Technologien</b>			
der Klein-WKK-Jahresstatistik	(alle Anlagen)	fossile WP	Biogas	Klärgas	Deponieg.	foss. BHKW	Div. foss.	BHKW 4)	Wärmep.	Gasturb.	Rest 5)	
<b>WKK-Anlagen in Betrieb (Jahresende)</b>	<b>M</b>	<b>N</b>	<b>O</b>	<b>P</b>	<b>Q</b>	<b>R</b>	<b>S</b>	<b>U</b>	<b>V</b>	<b>W</b>	<b>X</b>	
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, S. Gutzwiller: 'Thermische Stromproduktion und Wärmekraftkopplung (WKK) in der Schweiz, 1990 bis 2006'; Ausgabe 2006; September 2007, Dr. Eicher+Pauli AG, Liestal  
Download: [www.bfe.admin.ch](http://www.bfe.admin.ch) → Themen → Energiestatistiken → Teilstatistiken
- [SdEE] U. Kaufmann: 'Schweizerische Statistik der erneuerbaren Energien 2006'; September 2007, Dr. Eicher+Pauli AG, Liestal  
Download: [www.bfe.admin.ch](http://www.bfe.admin.ch) → Themen → Energiestatistiken → Teilstatistiken  
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
- Datenquellen Erhebungen durch die Dr. Eicher+Pauli AG, das Bundesamt für Energie und weiteren vom Bundesamt für Energie beauftragten Stellen; Internetseiten und Geschäftsberichte der Anlagenbetreiber sowie kantonale statistische Ämter