



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

Oktober 2009

---

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

Ausgabe 2008

---

**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 Sterzl, 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

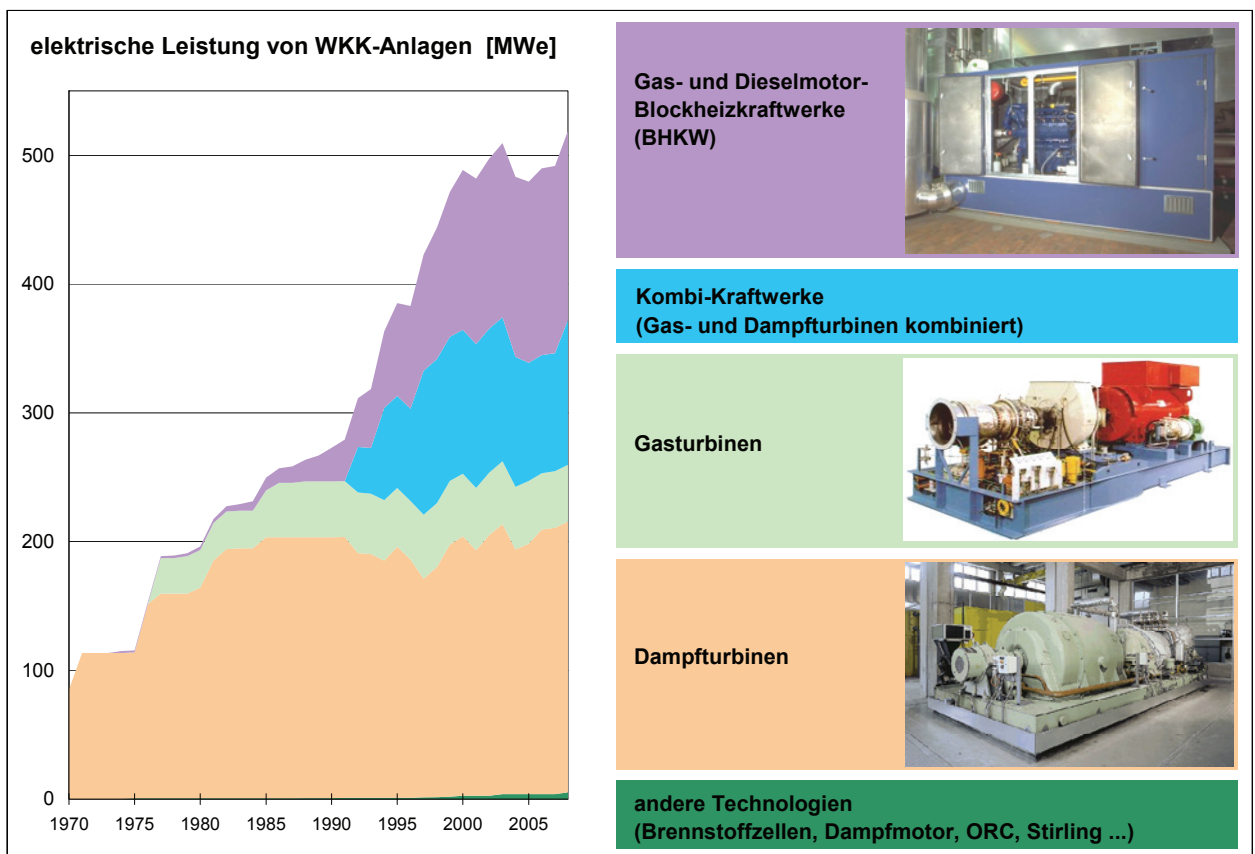
Tel. 031 322 56 11, Fax 031 323 25 00 • [office@bfe.admin.ch](mailto:office@bfe.admin.ch) • [www.admin.ch/bfe](http://www.admin.ch/bfe)

Bundesamt für Energie

## Thermische Stromproduktion inklusive Wärmekraftkopplung (WKK) in der Schweiz 1990 bis 2008

Ausgabe 2008

14. Oktober 2009



### Auftraggeberin

Bundesamt für Energie  
Sektion Analysen und Perspektiven  
Frau Jasmin Gülden Sterzl  
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 - 2008	18
3.3	Energieträger 2008	20
<b>4.</b>	<b>Wärmekraftkopplung (WKK)</b>	<b>21</b>
4.1	Übersicht	21
4.2	Energieträger 2008	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	Einsatzgebietes	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: 09.1011.1  
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 Sterzl, BFE

## Dokumentation

Stand: Fassung vom 14.10.2009 11:20:00  
Ablage: G:\2009\1011\4-Dok\WKK-2008.doc

<b>Anhang</b>	<b>47</b>
<b>A. Thermische Stromerzeugung</b>	<b>48</b>
A.1 Zeitreihen 1990 - 2008	48
A.2 Energieträgersplit 2008	48
A.3 Bruttoenergieverbrauch der Anlagen mit thermischem Stromverbrauch 2008	48
A.4 Bruttoenergieverbrauch für die thermische Stromproduktion 2008	48
<b>B. Wärmekraftkopplung (WKK)</b>	<b>55</b>
B.1 Zeitreihen elektrische Leistungen 1970 - 2008	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 2008	65
D.2 Zeitreihen 1986 - 2008	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 2008 wurden in der Schweiz insgesamt 66'967 GWh Elektrizität erzeugt. Davon stammen 3'297 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 2008 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 2008 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 2008	Inst. el. Leist. Ende 2008 [MWe]	Stromproduktion 2008 GWh %	
Thermische Stromproduktion	Wärmekraftkopplung	T1	diverse therm. Stromerzeuger	20	75.0	14.0	0%
		T2	Vouvry (stillgelegt 30.9.1999)	0	0.0	0.0	0%
		T3	Deponiegasverstromung	5	1.6	5.3	0%
		T4	Kehrichtverbrennungsanlagen (KVA ohne WKK*)	24	275.2	1'612.4	49%
		<b>Subtotal Nicht-WKK-Anlagen</b>			<b>49</b>	<b>351.8</b>	<b>1'631.7</b>
	Klein-WKK	W1	Kehrichtverbrennungsanlagen (KVA mit WKK*)	5	56.9	220.5	7%
		W2	Industrie**	20	216.7	631.1	19%
		W3	Fernheizkraftwerke und div.**	11	94.8	205.1	6%
		W4	stromproduzier. Klein-WKK (Blockheizkraftwerke und Gasturbinen < 1MW)	990	150.9	608.2	18%
		W5	nicht stromprod. Klein-WKK (Gas-/Dieselmotor-Wärmepumpen)	(40)	0.0	0.0	0%
<b>Subtotal WKK-Anlagen (ohne W5)</b>			<b>1'026</b>	<b>519.2</b>	<b>1'664.9</b>	<b>51%</b>	
<b>Total gesamte thermische Stromproduktion</b>			<b>1'075</b>	<b>870.9</b>	<b>3'296.6</b>	<b>100%</b>	

Stand: 08.09.2009

G:\2009\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**

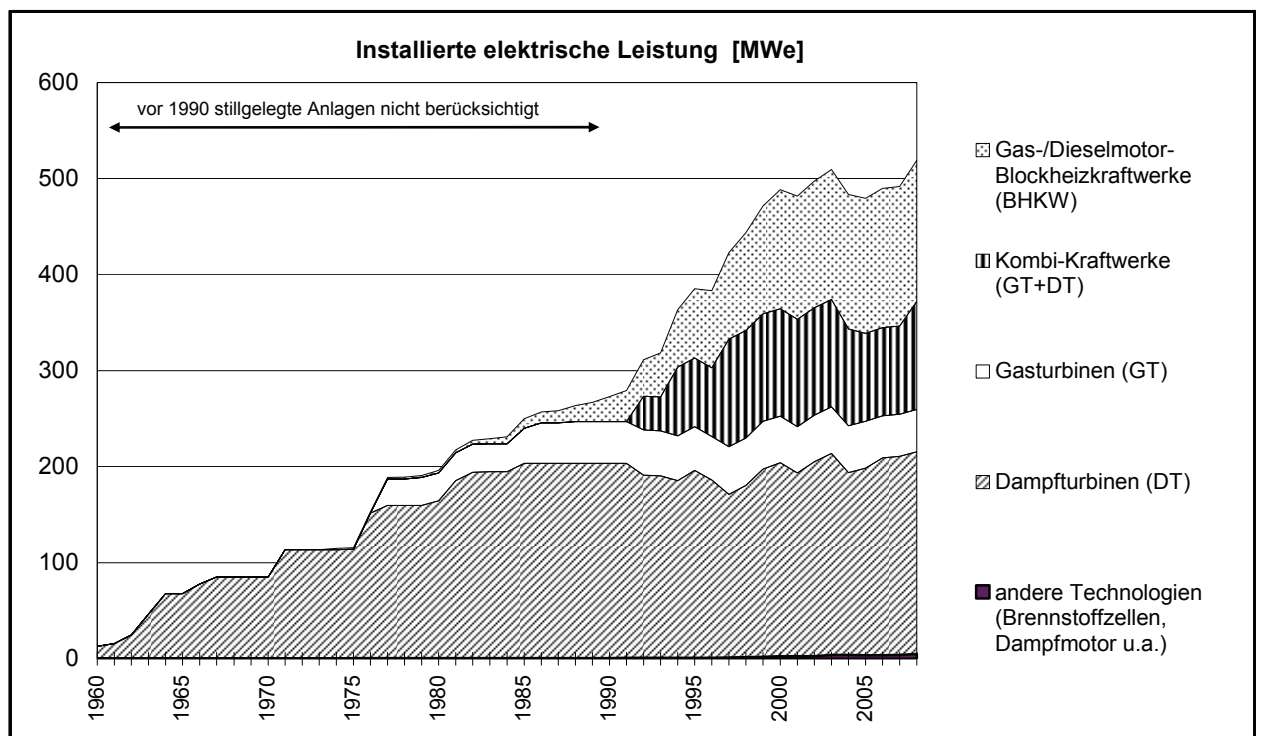
## Die 'Kleinen' werden ersetzt

Im Jahr 2008 haben insgesamt 1'075 Anlagen zur thermischen Stromproduktion beigetragen (Tabelle 1.1). Den grössten Anteil stellt mit 990 Anlagen die Gruppe Klein-WKK, 36 Anlagen gehören der Kategorie Gross-WKK an. Seit anfangs der neunziger Jahre wurden netto insgesamt 715 Klein-WKK-Anlagen realisiert. In den vergangenen Jahren hat der Ersatz von älteren, kleinen Aggregaten durch grössere, neue Aggregate stetig zugenommen. Es waren aber auch ersatzlose Stilllegungen zu verzeichnen. Dies hat dazu geführt, dass der Anlagenbestand in den vergangenen Jahren stagnierte oder zuletzt sogar abgenommen hat. Die installierte elektrische Leistung hat hingegen trotzdem noch leicht zugenommen.

## Die dicken 'Brummis'

Gesamthaft sind heute 871 MW elektrische Leistung in thermischen Stromerzeugern installiert. Alle WKK-Anlagen gemeinsam steuern 519 MWe bei, davon sind rund 71 % 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 Hochdruckabhitzekegel mit Dampfturbine nachgeschaltet.



G:\2009\1011\All-Ausw\LEIST-ab1960.XLS\Technologie Ber3

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

## Fast alle haben zugelegt

Die Stromproduktion der thermischen Kraftwerke konnte von 1'524 MWh im Jahr 1990 auf 3'297 MWh im Jahr 2008 gesteigert werden (Bild 1.3). Zu diesem Ergebnis beigetragen haben in den neunziger Jahren vor allem die WKK-Anlagen. Diese haben 2008 gemeinsam 1'665 GWh Strom in die Netze der Betreiber geliefert, davon die 'Kleinen' allein 608 GWh (Bild 1.3). Das Wachstum der vergangenen 10 Jahre wurde hingegen fast ausschliesslich in Kehrlichtverbrennungsanlagen ohne WKK erzielt. Diese Anlagen konnten die rückläufige WKK-Stromproduktion in der Industrie überkompensieren.

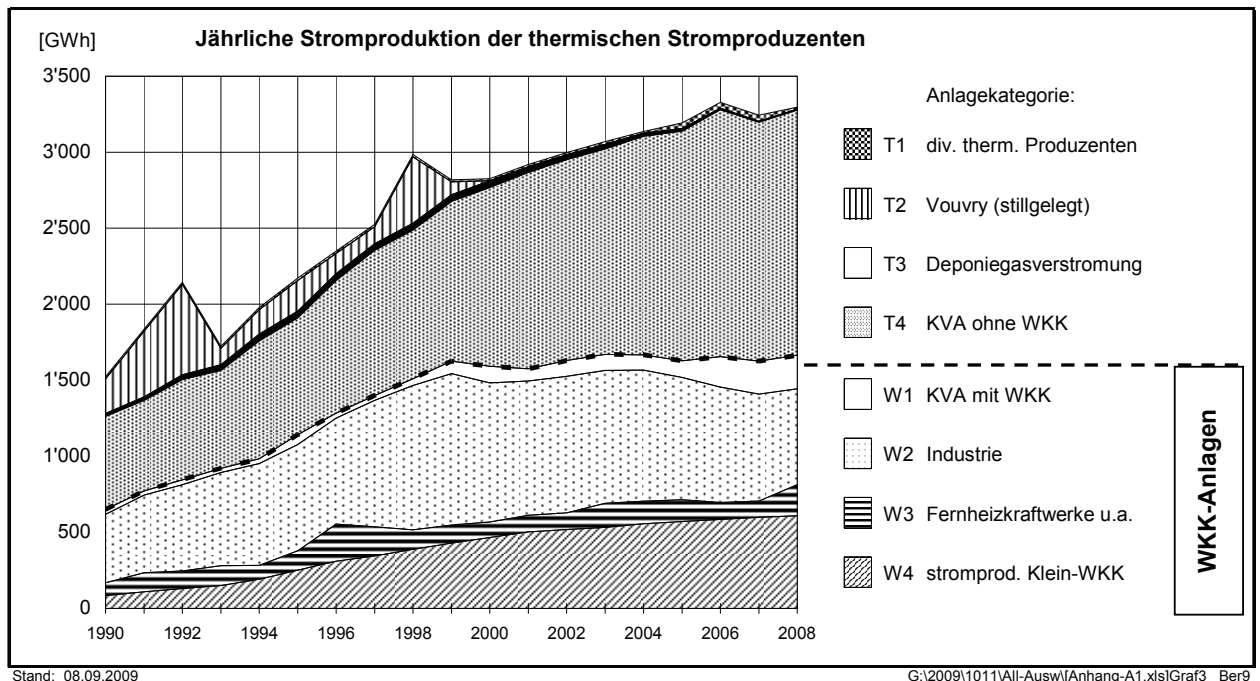


Bild 1.3 Entwicklung der thermischen Stromproduktion

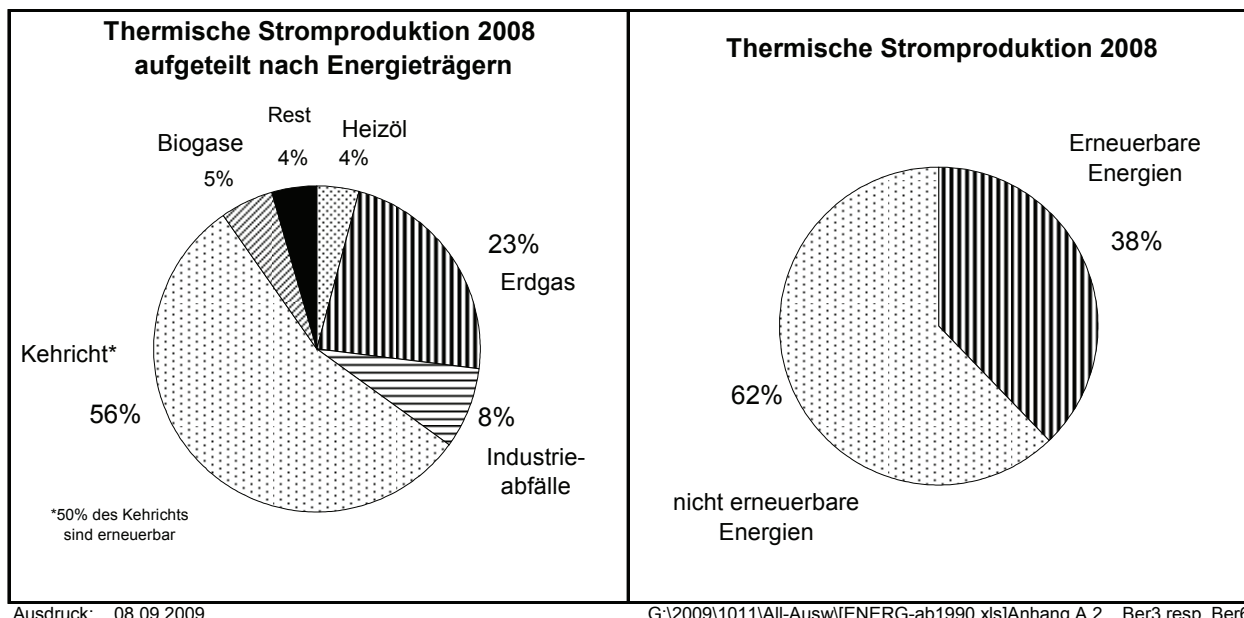
## Ob Kläranlage oder Bürogebäude...

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

Klein-WKK-Anlagen hingegen werden zur Hauptsache in Kläranlagen (19 % der Leistung) und Gewerbe- und Industriebetrieben (18 % in fossilen BHKW, 5 % 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 38 % 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).



**Bild 1.4** Aufteilung der thermischen Stromproduktion des Jahres 2008 nach Energieträgern

### Die Spitzenreiter

Im Mittel wurden in der Schweiz im Jahr 2008 pro Kopf der Bevölkerung 216 kWh Strom aus thermischen Kraftwerken produziert. Die Kantone Basel-Stadt und Wallis sind dabei mit 1'056 und 977 kWh pro Kopf die Spitzenreiter. Die nächsten beiden Plätze werden von den Kantonen Solothurn (629 kWh) und Graubünden (462 kWh) eingenommen.

# 1. Résumé

En 2008, la Suisse a produit 66'967 GWh d'électricité. 3'297 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 2008. 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 2008, 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 2008	Puissance installée Fin 2008 [MWe]	Prod. de courant en 2008	
						GWh	%
Production thermique de courant	Couplage chaleur-force	T1	Div. producteurs d'électricité therm.	20	75.0	14.0	0%
		T2	Vouvry (désaff. depuis le 30.09.1999)	0	0.0	0.0	0%
		T3	Au gaz de décharge	5	1.6	5.3	0%
		T4	Usines d'incinération des ordures (UIOM sans CCF*)	24	275.2	1'612.4	49%
		<b>Sous-total sans install. CCF</b>		<b>49</b>	<b>351.8</b>	<b>1'631.7</b>	<b>49%</b>
	Petits CCF	W1	Usines d'incinération des ordures (UIOM avec CCF*)	5	56.9	220.5	7%
		W2	Industrie**	20	216.7	631.1	19%
		W3	Centrales CAD** avec CCF et divers	11	94.8	205.1	6%
		W4	Petites centrales CCF prod. d'élec. (groupes à CCF et turbines à gaz < 1 MW)	990	150.9	608.2	18%
		W5	Petites centrales CCF non prod. d'électricité. (PAC à mot. gaz/diesel)	(40)	0.0	0.0	0%
<b>Sous-total install. CCF (sauf W5)</b>		<b>1'026</b>	<b>519.2</b>	<b>1'664.9</b>	<b>51%</b>		
<b>Total production thermique d'électricité</b>				<b>1'075</b>	<b>870.9</b>	<b>3'296.6</b>	<b>100%</b>

Stand: 08.09.2009

G:\2009\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" sont remplacés

En 2008, de l'électricité a été fournie par 1075 équipements thermiques (tab. 1.1). La plupart (990) sont de petits CCF, 36 d'entre eux font partie de la catégorie des grands CCF. Le nombre net des petits CCF construits depuis le début des années 90 s'élève à 715. Ces dernières années, le remplacement de petits groupes CCF relativement anciens par de nouveaux groupes plus grands a augmenté de façon constante. Certains équipements ont cependant aussi été démantelés sans être remplacés. En conséquence, le nombre d'installations a stagné, voire diminué au cours des dernières années. En revanche, la puissance électrique installée a malgré tout légèrement augmenté.

## Poids lourds

L'ensemble des producteurs thermiques représente aujourd'hui 871 MW de puissance électrique installée. Les équipements à CCF en produisent 519 MWe, dont 71% 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.

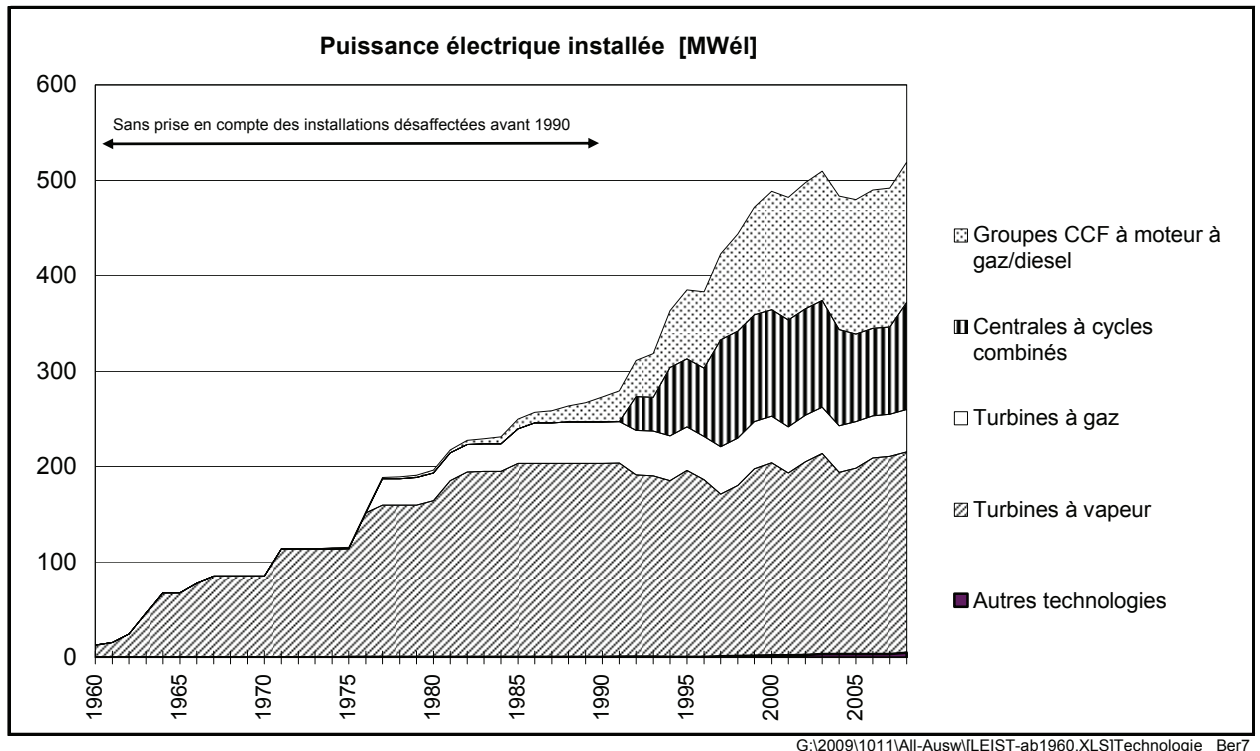


Figure 1.2 Evolution de la puissance électrique des installations à CCF selon leur type

## Presque tous ont progressé

La production d'électricité issue d'installations thermiques a passé de 1'524 MWh en 1990 à 3'297 MWh en l'an 2008 (fig. 1.3). La progression réalisée dans les années 90 est due avant tout aux équipements à CCF. En 2008, ceux-ci ont injecté 1'665 GWh de courant dans les réseaux des exploitants, dont 608 GWh en provenance des "petits" (fig. 1.3). En revanche, la croissance enregistrée ces dix dernières années est presque entièrement due à des usines d'incinération des ordures ménagères sans CCF. Ces installations ont plus que compensé le recul de la production d'électricité par CCF observé dans l'industrie.

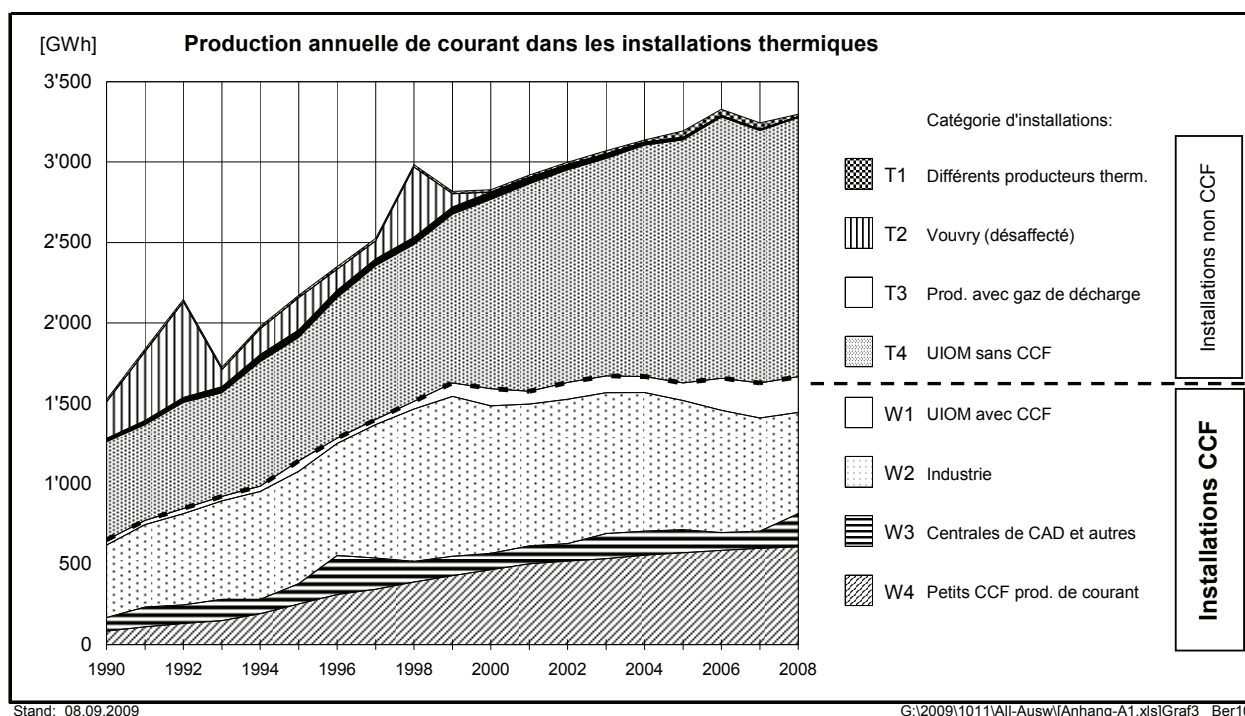


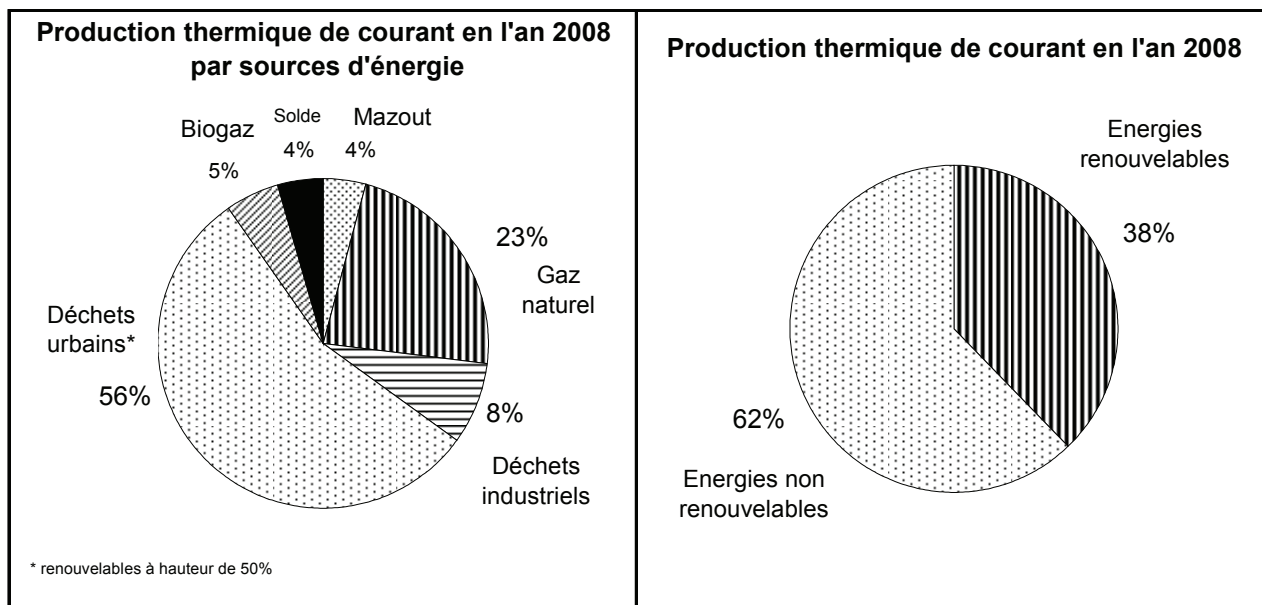
Figure 1.3 Evolution de la production thermique de courant

## 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 (23%). 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 38% 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).



G:\2009\1011\AII-Ausw[ENERG-ab1990.xls]Anhang A.2 Ber2

Figure 1.4 Apport des différentes sources d'énergie à la production thermique de courant en 2008

## Champions

La production moyenne d'électricité de source thermique en 2008 a été de 216 kWh par tête d'habitant. Avec respectivement 1'056 et 977 kWh par personne, les cantons de Bâle-Ville et du Valais en ont fourni la proportion la plus élevée, suivis de Soleure (629 kWh) et des Grisons (462 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 2008 in der Schweiz 66'967 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 2008. 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.

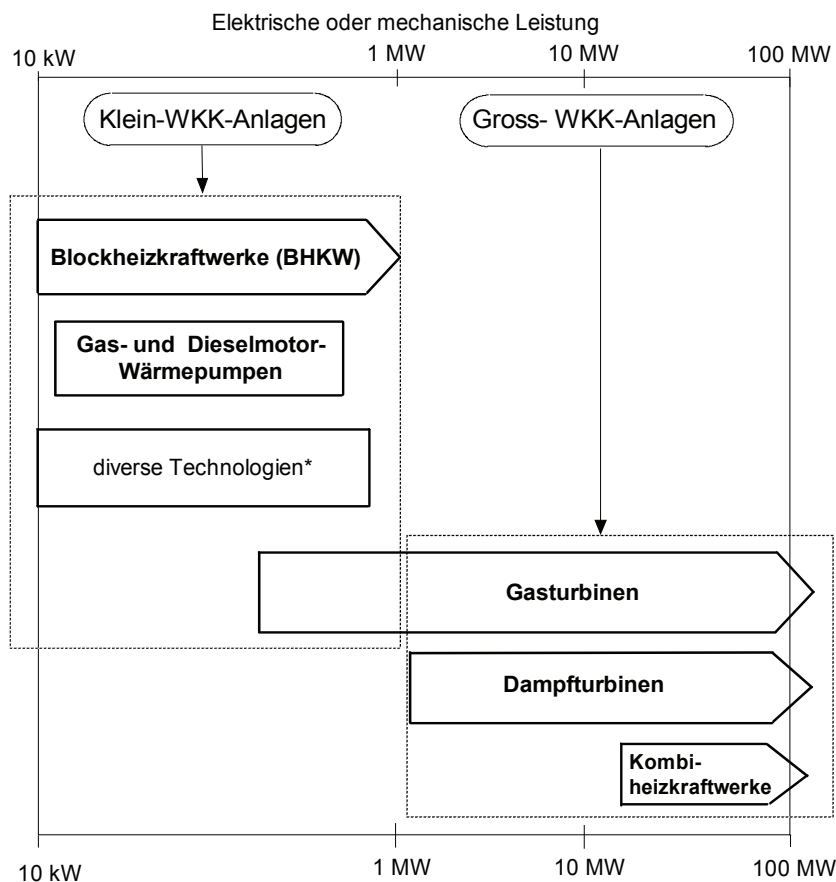
## 2.2 Technologien und Einsatzbereiche von WKK-Anlagen

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.

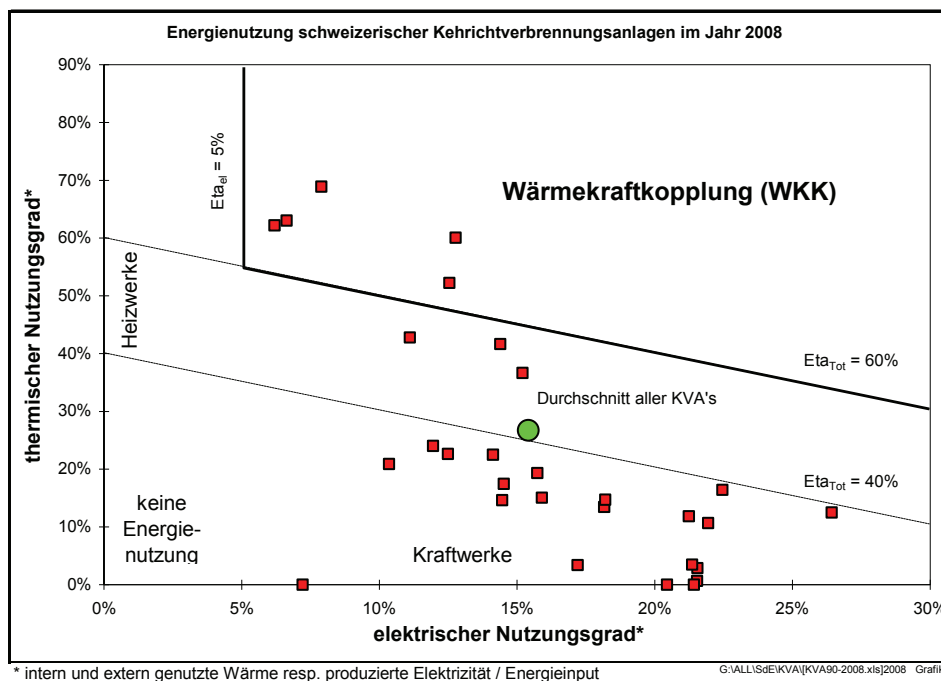
Viele KVA weisen zwar einen elektrischen Nutzungsgrad über 10 % auf. Beim grösseren Teil dieser KVA beträgt der thermische Nutzungsgrad weniger als 20 %. In Bild 2.3 wurden diese KVA als **Kraftwerke** bezeichnet.

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 Abwärmennutzung 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.



**Bild 2.3** Jahresnutzungsgrade der schweizerischen Kehrichtverbrennungsanlagen im Jahr 2008

## 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 EI >= 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**

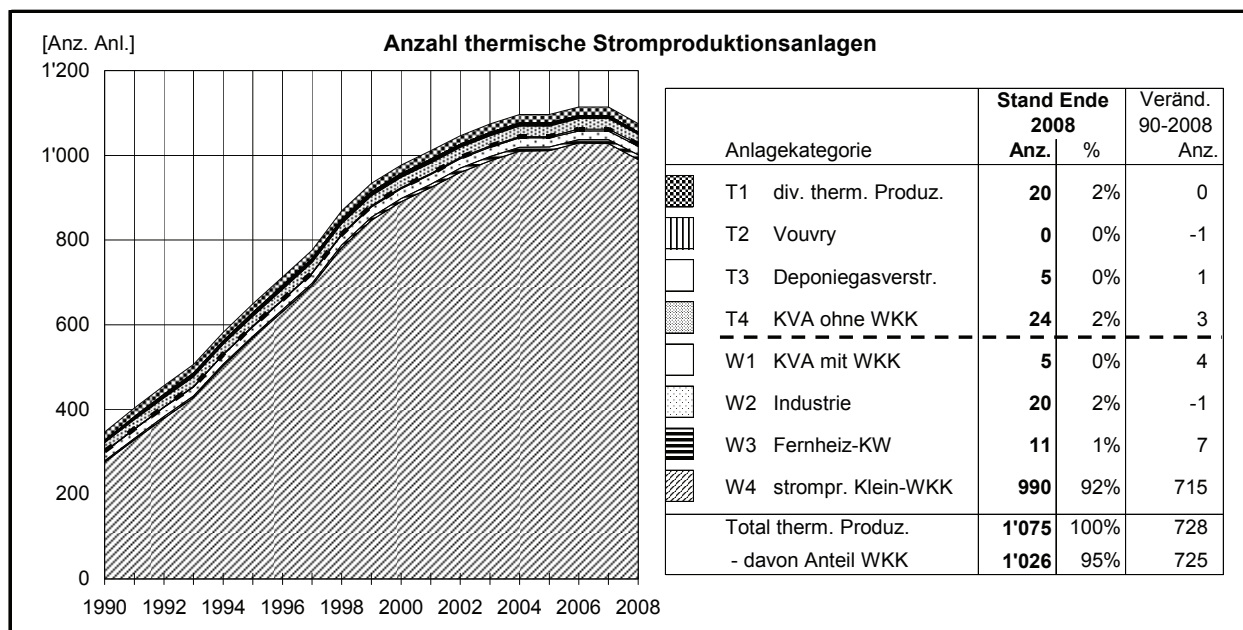
### 3. Thermische Stromerzeugung

In Kapitel 3 wird die gesamte thermische Stromerzeugung in der Schweiz der Jahre 1990 bis 2008 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 1'075 Anlagen haben im Jahr 2008 in der Schweiz zur thermischen Stromproduktion beigetragen (siehe Bild 3.1a). Abgesehen von hier nicht erfassten Notstromanlagen wird bei rund 49 Anlagen die Abwärme nicht genutzt (Kat. T1 bis T4). Bei den restlichen 1'026 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 715 Anlagen zugenommen, wobei 2008 erstmals ein Rückgang verzeichnet wurde.

Ende 2008 waren 1'075 thermische Stromproduktionsanlagen (ohne Kernkraftwerke) in Betrieb.



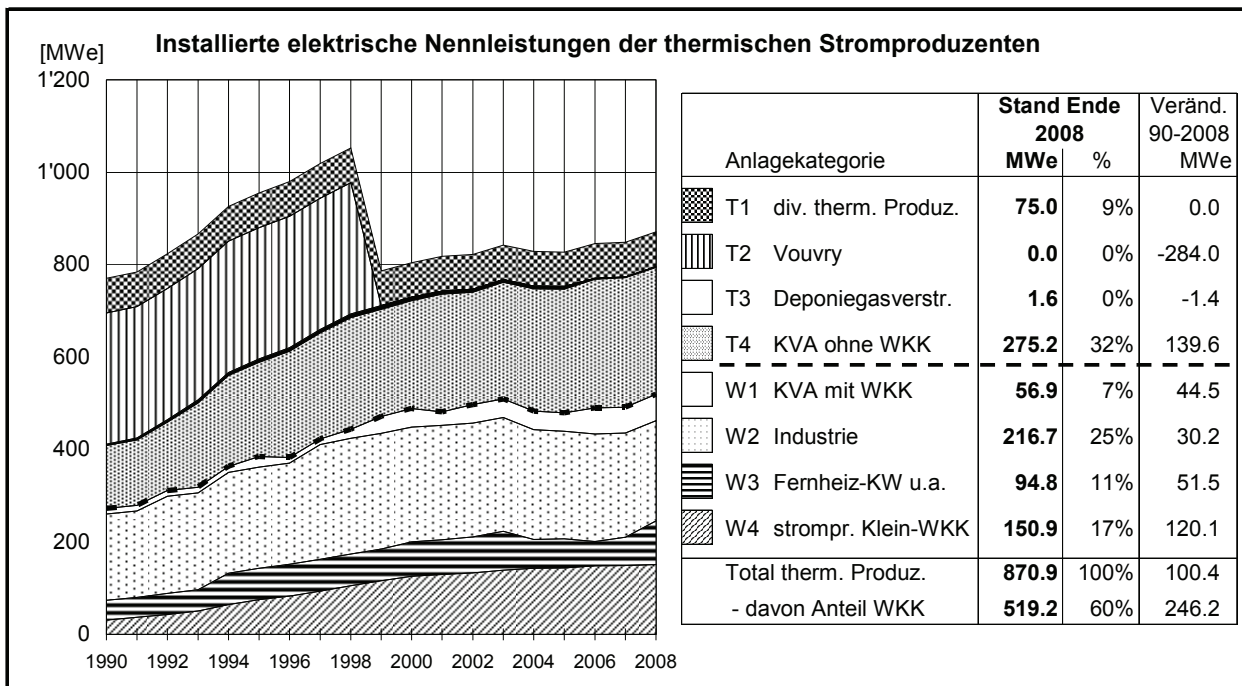
Stand: 08.09.2009

G:\2009\1011\All-Ausw\Anhang-A1.xls\Graf1 Ber5

Bild 3.1a Entwicklung der Anzahl thermischer Stromproduktionsanlagen

(siehe Anhang A.1a)

Die gesamte elektrische Nennleistung aller thermischen Stromproduzenten betrug Ende 2008 gut 871 MWe (Bild 3.1b). Die elektrische Leistung aller WKK-Anlagen betrug Ende 2008 rund 519 MWe und ist damit auch 2008 weiter angestiegen.



Stand: 08.09.2009

G:\2009\1011\All-Ausw[Anhang-A1.xls]Graf2 Ber6

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

(siehe Anhang A.1b)

## 3.2 Stromproduktion 1990 - 2008

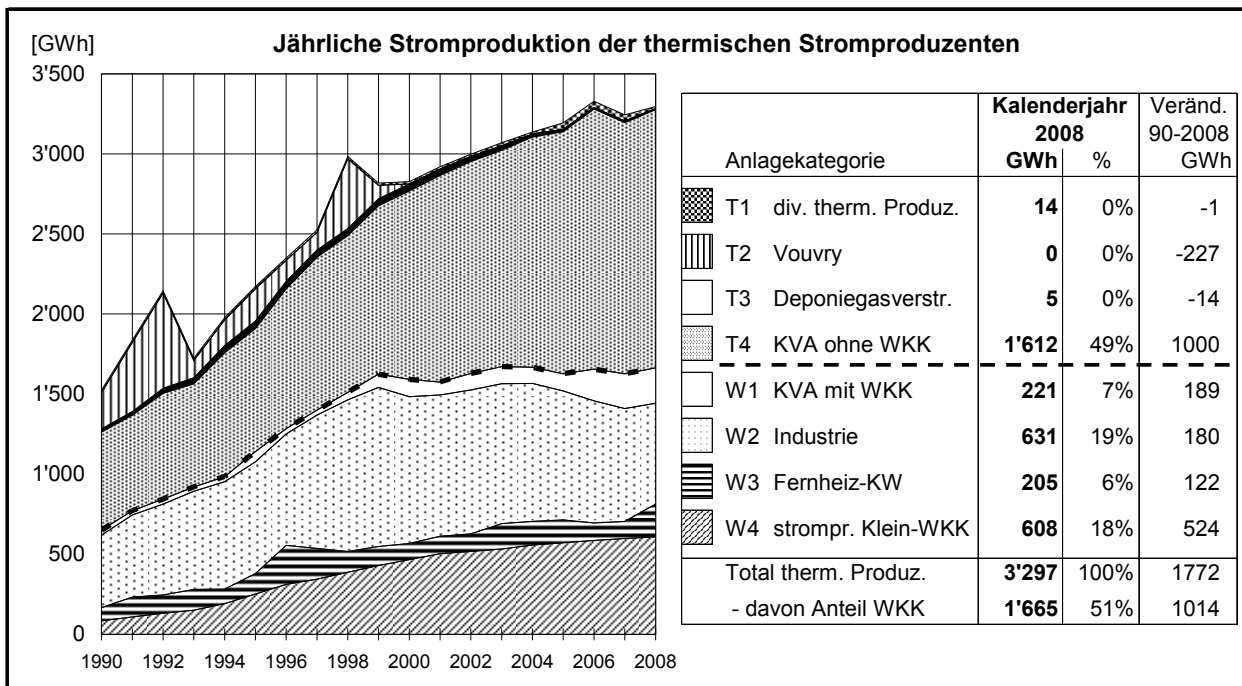
Im Jahr 2008 betrug die thermische Stromproduktion in der Schweiz 3'297 GWh (siehe Bild 3.2a). Neben den 37'559 GWh aus Wasserkraftwerken und den 26'132 GWh aus Kernkraftwerken haben die thermischen Stromerzeuger im Jahr 2008 einen Beitrag von knapp 5 % an die gesamte Landeserzeugung erbracht.

50.5 % der thermischen Stromproduktion wurde 2008 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 608 GWh 18.4 %.

Mit 49.5 % erfolgte weniger als die Hälfte der thermischen Stromproduktion im Jahr 2008 in Kraftwerken mit geringer oder keiner Abwärmenutzung. Dabei handelt es sich fast ausschliesslich um Kehrichtverbrennungsanlagen.

Die thermische Stromproduktion hat seit 1990 um 1'772 GWh zugenommen. Dies entspricht einer guten Verdoppelung seit 1990. Gut die Hälfte dieser Zunahme entfällt mit 1'000 GWh auf die Kehrichtverbrennungsanlagen ohne WKK (Kat. T4). Weitere massgebliche Zunahmen verzeichneten die Klein-WKK-Anlagen (Kat. W4, 524 GWh) und zunehmend die Kehrichtverbrennungsanlagen mit WKK (Kat. W1, 189 GWh); 2008 wurde eine fünfte KVA-Anlage als WKK-Anlage klassifiziert. Aktuell abnehmend sind die industriellen Gross-WKK-Anlagen (Kat. W2, 180 GWh). Die Elektrizitätserzeugung im ölthermischen Kraftwerk Vouvry hatte stark geschwankt und entfällt seit der Stilllegung (30.09.1999) ganz (siehe Bild 3.2a).

**Die thermische Stromproduktion (ohne Kernkraftwerke) betrug im Jahr 2008 rund 3'297 GWh, 4.9% der schweizerischen Landeserzeugung.**



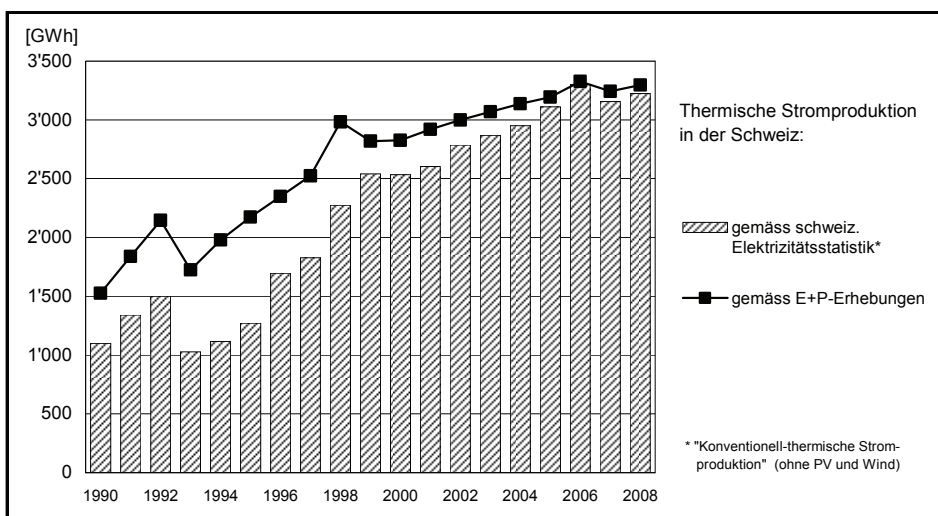
Stand: 08.09.2009

G:\2009\1011\All-Ausw[Anhang-A1.xls]Graf3 Ber7

**Bild 3.2a Thermische Stromproduktion der Jahre 1990 bis 2008**

(siehe Anhang A.1c)

Wie erwähnt, betrug die thermische Stromproduktion des Jahres 2008 gemäss vorliegender Erhebung insgesamt rund 3'297 GWh. In der offiziellen Elektrizitätsstatistik wurde für das gleiche Jahr 3'223 GWh ausgewiesen (3'276 GWh „thermisch und andere“ abzüglich 53 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 Jahr 2006 ist diese Differenz 2008 wieder leicht grösser, was aus erhebungstechnischen Gründen kaum vermeidbar ist.



Stand: 08.09.2009

G:\2009\1011\All-Ausw[Anhang-A1.xls]Graf3 Ber8

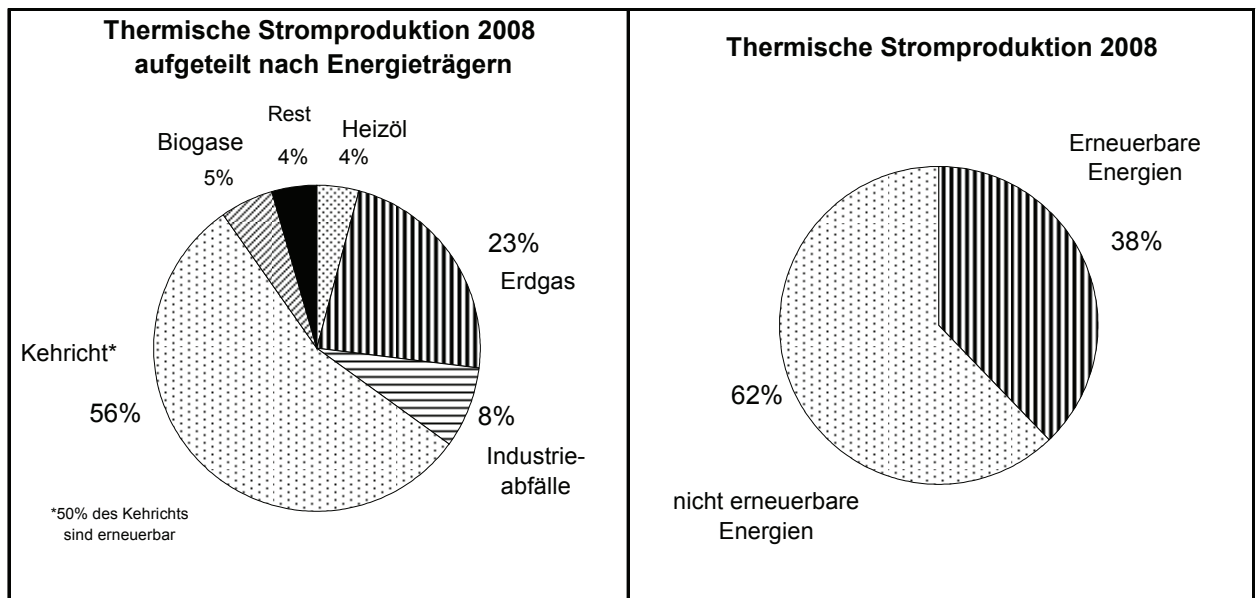
**Bild 3.2b Thermische Stromproduktion der Jahre 1990 bis 2008: Vergleich der offiziellen schweizerischen Elektrizitätsstatistik mit den vorliegenden Erhebungsergebnissen**

### 3.3 Energieträger 2008

In Bild 3.3 wird gezeigt, welche Energieträger im Jahre 2008 für die thermische Stromproduktion eingesetzt wurden. Der aus Kehricht stammende Strom weist mit 56 % den grössten Anteil auf. Erdgas (23 %), Industrieabfälle (8 %), Biogase (5 %) und Heizöl (4 %) 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 (38 %) 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.



**Bild 3.3 Thermische Stromproduktion 2008 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 2008 waren in der Schweiz 1'026 WKK-Anlagen mit einer elektrischen Nennleistung von 519 MW in Betrieb. Im Kalenderjahr 2008 haben die WKK-Anlagen 1'665 GWh Elektrizität produziert. Dies entspricht 50.5 % der thermischen und 2.5 % der gesamten schweizerischen Stromproduktion.

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

Wie Tabelle 4.1a zeigt, hat sich die WKK-Anlagenzahl im 2008 um 36 Anlagen reduziert. Damit blieb die Anlagenzahl im Durchschnitt der letzten 5 Jahre nahezu konstant. Die installierte Leistung der WKK-Anlagen stieg im Jahr 2008 hingegen um 27 MW. Ebenso hat die WKK-Stromproduktion 2008 gegenüber dem Vorjahr um 38 GWh zugenommen. Im langjährigen Trend kann jedoch seit 10 Jahren eine Stagnation beobachtet werden (Bild 3.2a auf Seite 19, Teil WKK).

Die Hauptursache für diesen neuerlichen Anstieg der Stromproduktion war die Inbetriebnahme zweier grosser Fernheizkraftwerke (Kat. W3, 2008: +98 GWh), welche die weiterhin rückläufige industrielle WKK-Stromproduktion (Kat. W2, 2008: -72 GWh) überkompensierte (Bild 4.1b). Der Rückgang in der Industrie erfolgte massgeblich in der Papierproduktion sowie in der chemischen Industrie. Dies führte zusammen mit dem Produktionszuwachs bei den Biogasanlagen um 8.7 GWh zu einer weiteren Substitution von fossilen mit erneuerbaren Energieträgern. Deren Anteil an der WKK-Stromproduktion ist 2008 somit um 2 % auf 26 % gestiegen (Bild 4.2).

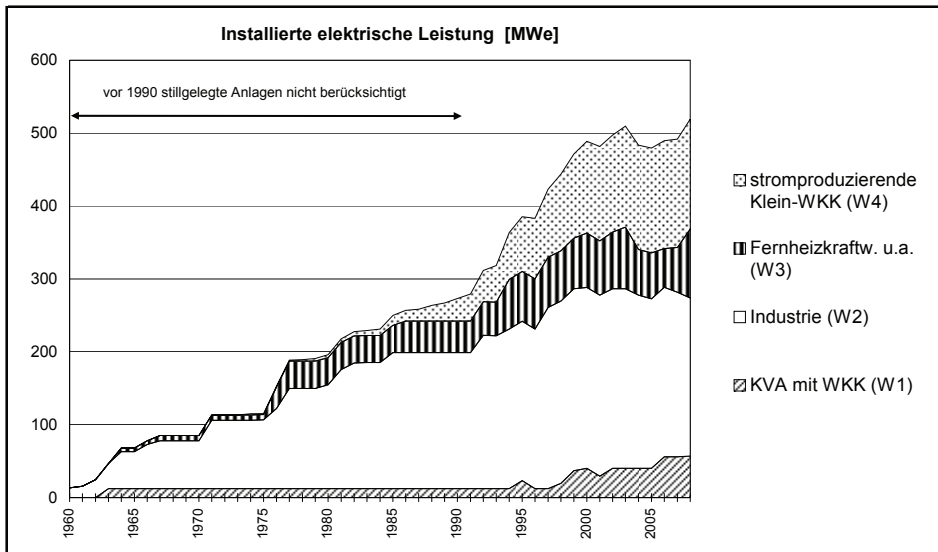
	Total 2008	Jährlicher Zuwachs	
		2008	Ø 2004 - 2008
Anzahl Anlagen*	1'026	-36	0.8 Anl./a
Elektrische Leistung*	519 MW <sub>e</sub>	27	1.9 MW <sub>e</sub> /a
Jahresstromproduktion	1'665 GWh	38	-1.4 GWh/a

\* 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.

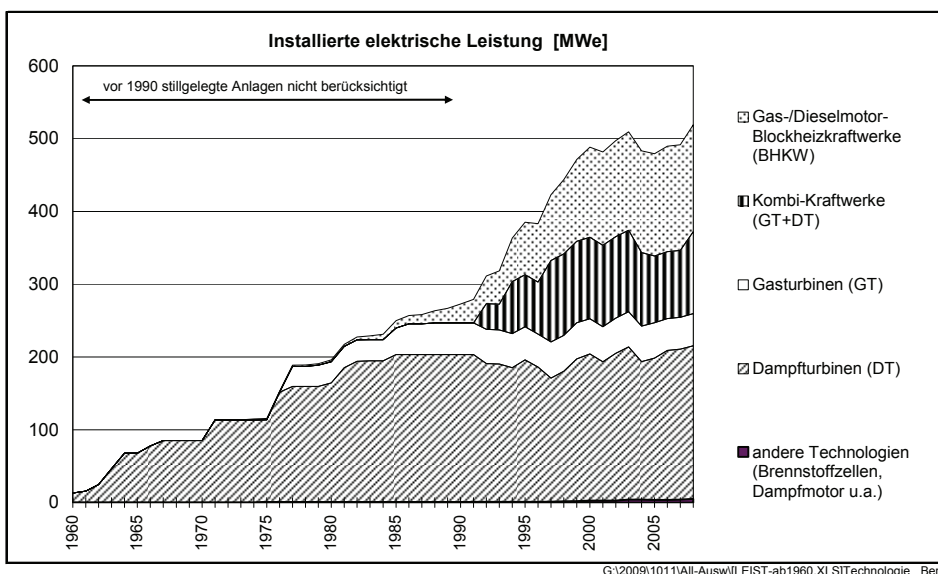




**Bild 4.1b Elektrische Nennleistungen der WKK-Anlagen aufgeteilt nach Anlagekategorien** (siehe Anhang B.1a)

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.



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

## 4.2 Energieträger 2008

In Abschnitt 3.3 wurde die gesamte thermische Stromproduktion des Jahres 2008 nach Energieträgern aufgeteilt. In Bild 4.2 findet sich die analoge Aufteilung für die Stromproduktion mit WKK-Anlagen.

Erdgas ist mit 45 % der wichtigste Energieträger. Industrieabfälle und Kehricht sind mit Anteilen von 16 und 13 % 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 45 % Anteil eindeutig Erdgas.

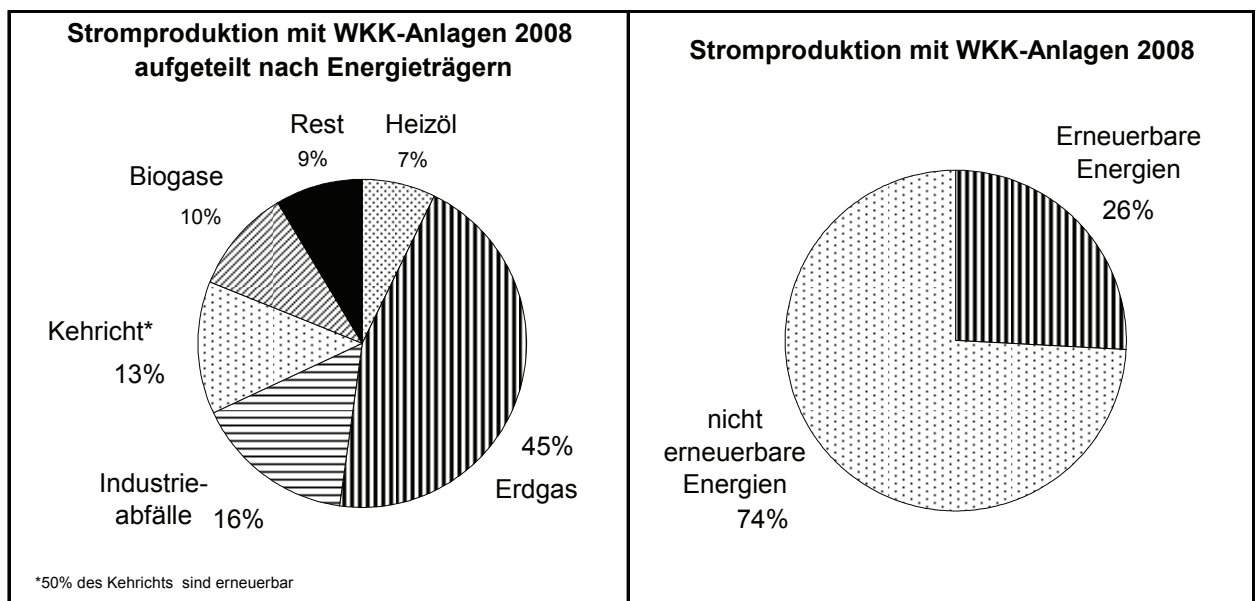


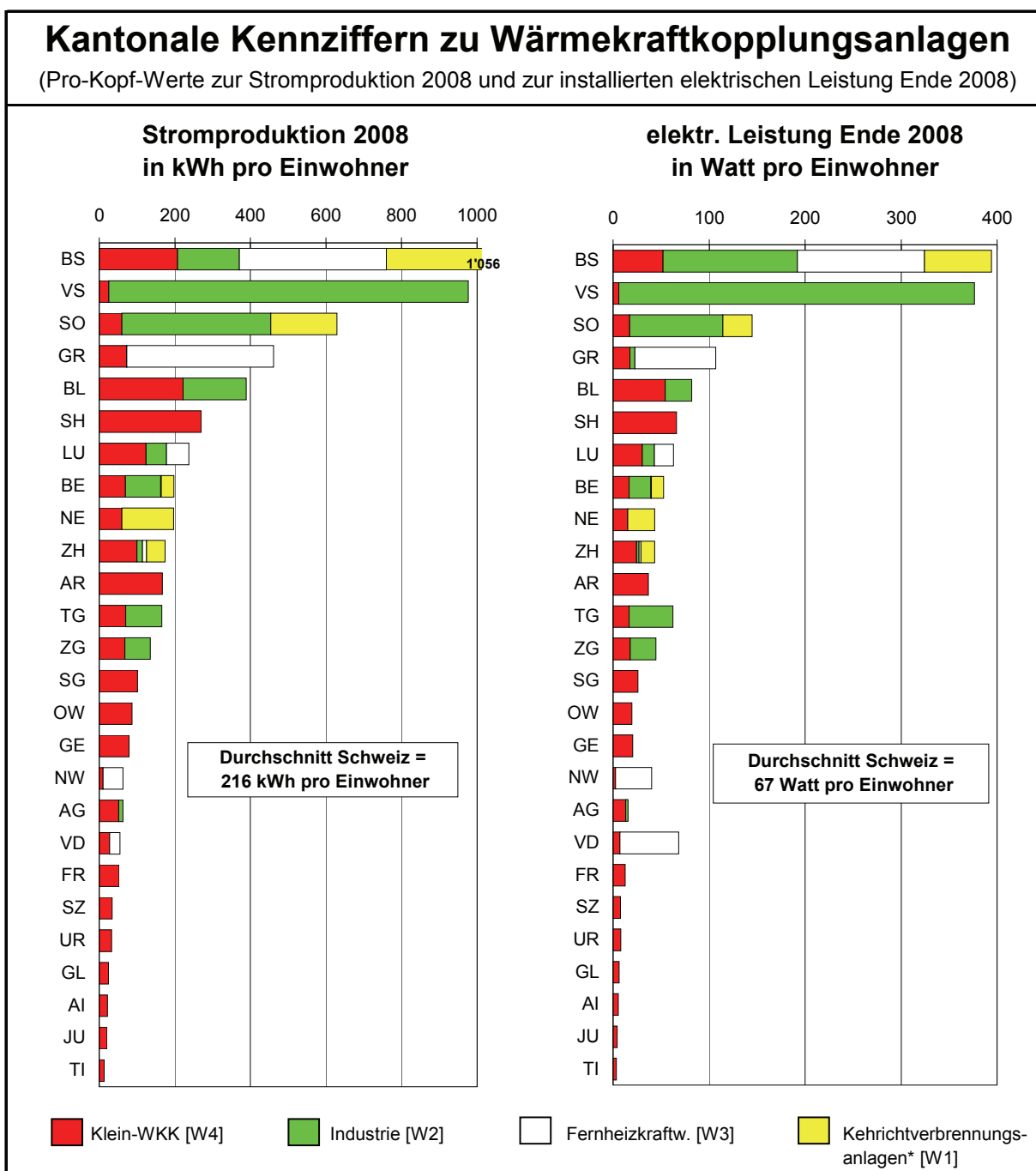
Bild 4.2 Aufteilung der WKK-Stromproduktion 2008 nach Energieträgern

(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 höchsten Werte der Schweiz weisen die Kantone Basel-Stadt, Wallis und Solothurn auf (Stromproduktion, linke Darstellung Bild 4.3). In Basel-Stadt ist die hohe Stromproduktion durch die Inbetriebnahme eines grossen Fernheizkraftwerkes zu begründen. In Solothurn erfüllt seit dem Jahr 2006 eine Kehrlichtverbrennungsanlage die WKK-Kriterien gemäss Definition dieses Berichts (siehe Bild 2.3).

Die Kantone Basel-Stadt, Wallis und Solothurn produzieren am meisten WKK-Strom pro Kopf.



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

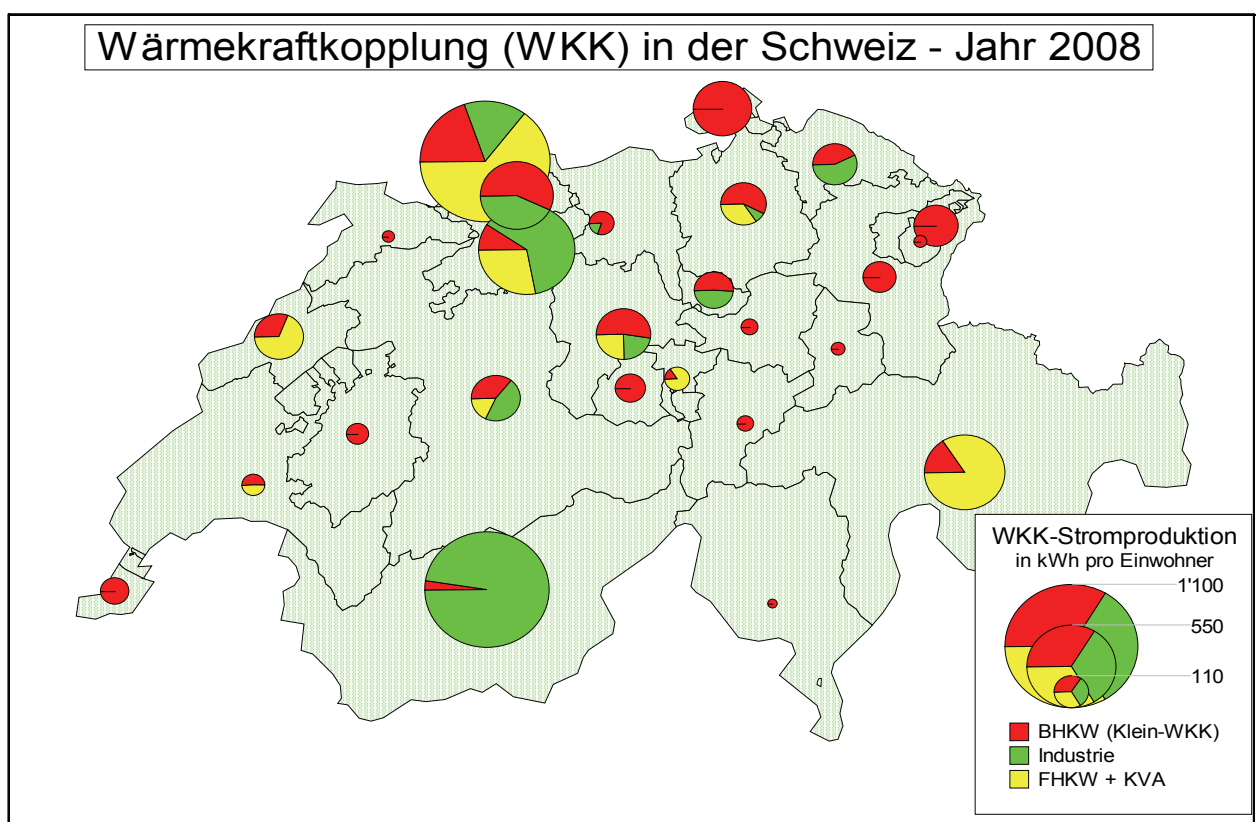
G:\2009\1011\AI-Ausw[KT-WKK2008.xls]AuswGraf\_Ber2

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, diversen Industrieanlagen und seit 2008 mit zwei neuen Fernheizkraftwerken - wovon eines mit Holz betrieben - 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 und dem Wallis liegt. Insbesondere bei der Kategorie „Industrie“ wird in Solothurn mit einer ähnlich installierten Leistung im Vergleich zu Basel-Stadt beinahe die dreifache Strommenge produziert.



© Dr. Eicher+Pauli AG, Liestal

G:\2009\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 2008 waren 36 Gross-WKK-Anlagen in Betrieb. Dabei handelt es sich um fünf Anlagen in Kehrlichtverbrennungsanlagen (Kap. 7.1, resp. Bild 2.3), 20 Anlagen in der Industrie (Kap. 5.2) sowie elf Anlagen in Fernheizkraftwerken (Kap. 5.3, Anhang A.1a).

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

	Total	Jährlicher Zuwachs	
	2008	2008	Ø 2004 - 2008
Anzahl Anlagen*	36	2	0.2 Anl./a
Elektrische Leistung*	368 MW <sub>e</sub>	25	- 0.6 MW <sub>e</sub> /a
Jahresstromproduktion	1'057 GWh	29	- 16.2 GWh/a

\* Bestand per Jahresende

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

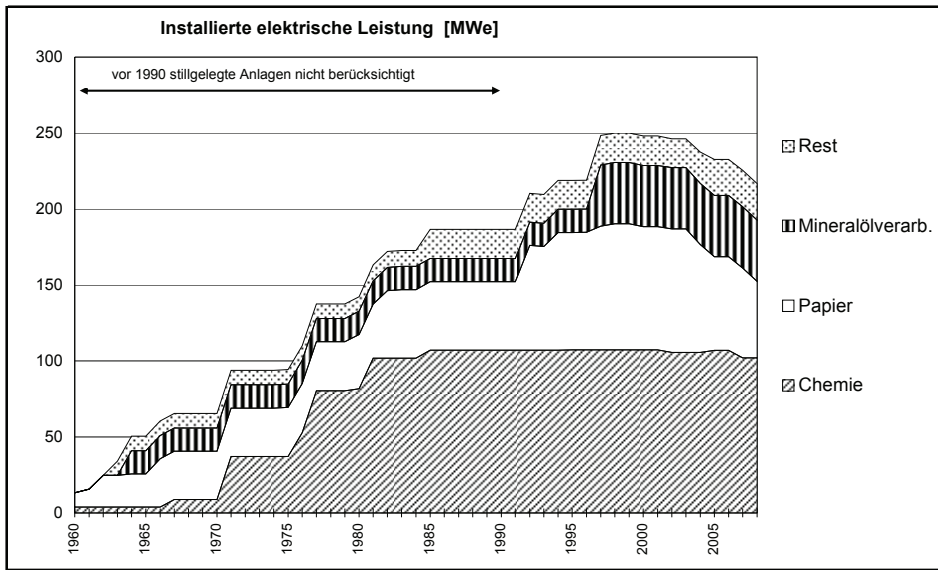
Im Jahr 2008 stieg die installierte elektrische Leistung der Gross-WKK-Anlagen (nach einer einmaligen Abnahme um 31 MWe im Jahr 2004) deutlich um 25 MWe auf 368 MWe an. Die Jahresstromproduktion der Gross-WKK-Anlagen stagniert seit Jahren im Bereich von 1'000 GWh, hat jedoch im Jahr 2008 wieder klar zugenommen (+29 GWh) und lag nach der starken Abnahme im Vorjahr (-42 GWh) bei 1'057 GWh.

### 5.2 Industrie

Gross-WKK-Anlagen in Industriebetrieben produzieren gut einen Drittel der gesamtschweizerischen WKK-Stromproduktion (38 %). Bild 5.2a zeigt die Entwicklung der elektrischen Leistung, aufgeteilt nach Industriebranchen. Chemie und Papierindustrie sind trotz der deutlichen Abnahme der letzten Jahre eindeutig diejenigen Branchen mit der höchsten installierten Leistung.

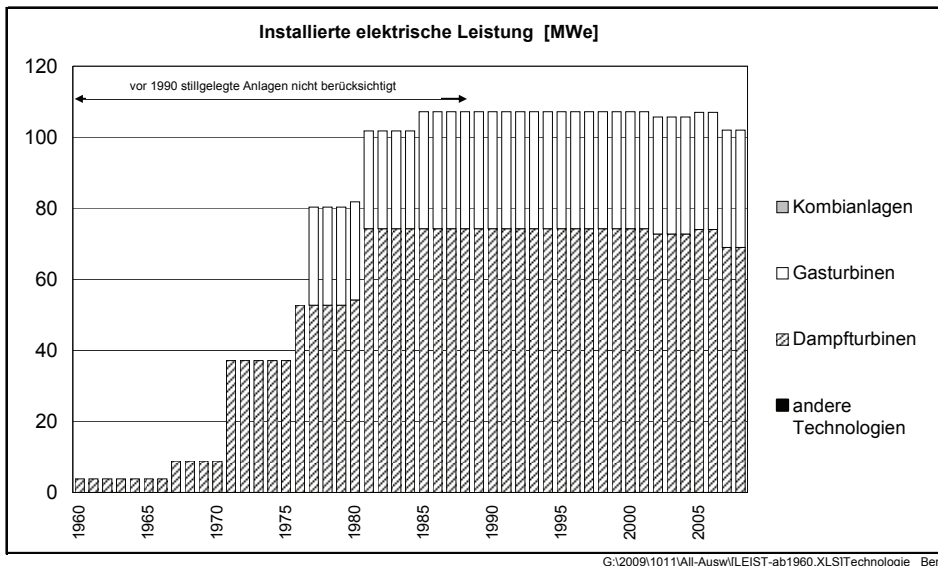
38 % des WKK-Stroms stammt aus Gross-WKK-Anlagen in Industriebetrieben.

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 aber wieder deutlich abgenommen. Ebenso hat die industrielle WKK-Stromproduktion seit dem Jahr 1999 mit 994 GWh kontinuierlich auf noch 631 GWh im Jahr 2008 abgenommen.

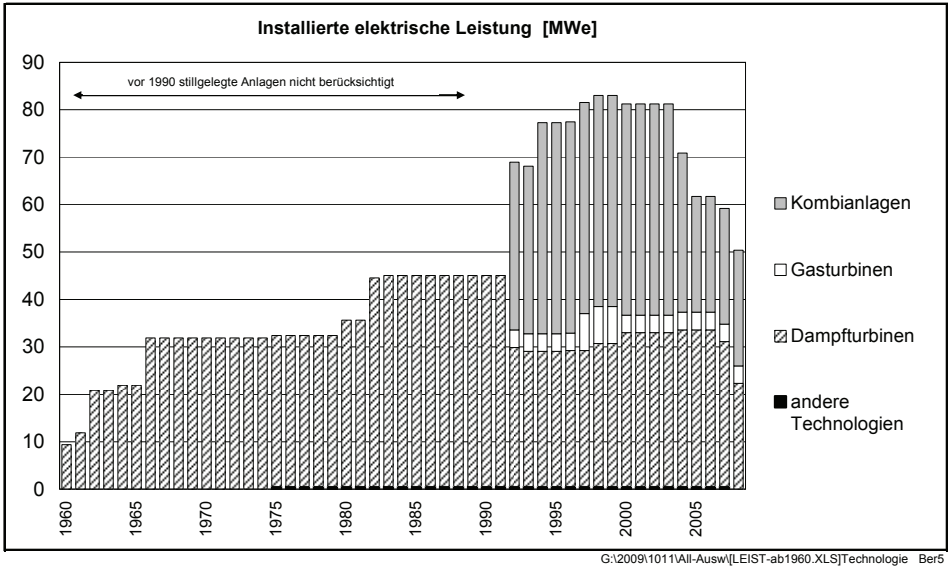


**Bild 5.2a Industrielle Gross-WKK-Anlagen aufgeteilt nach Branchen** (siehe Anhang Ca)

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, 2005 und 2008 zu einer deutlichen Leistungsreduktion bei den Kombianlagen in der Papierindustrie.

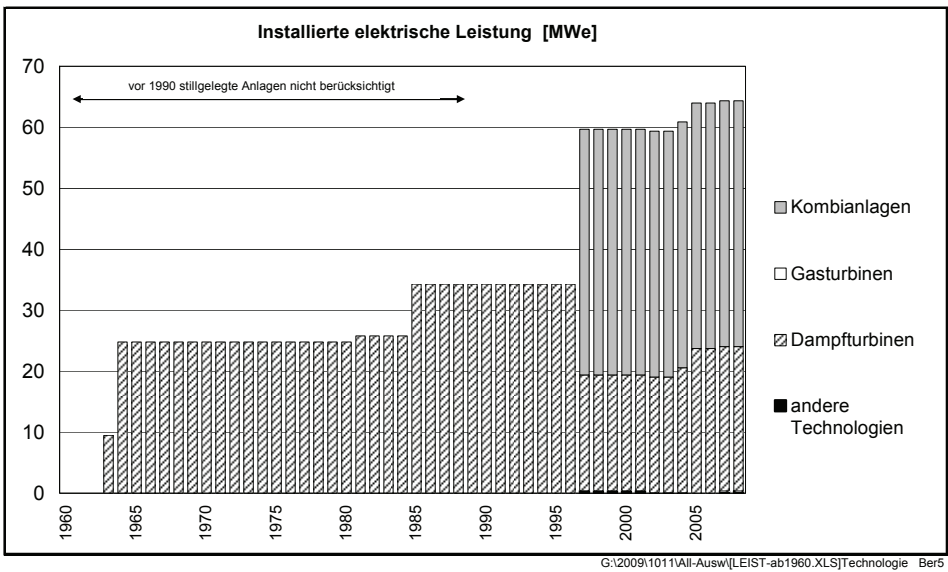


**Bild 5.2b Gross-WKK-Anlagen in der chemischen Industrie** (siehe Anhang Cb)



**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.

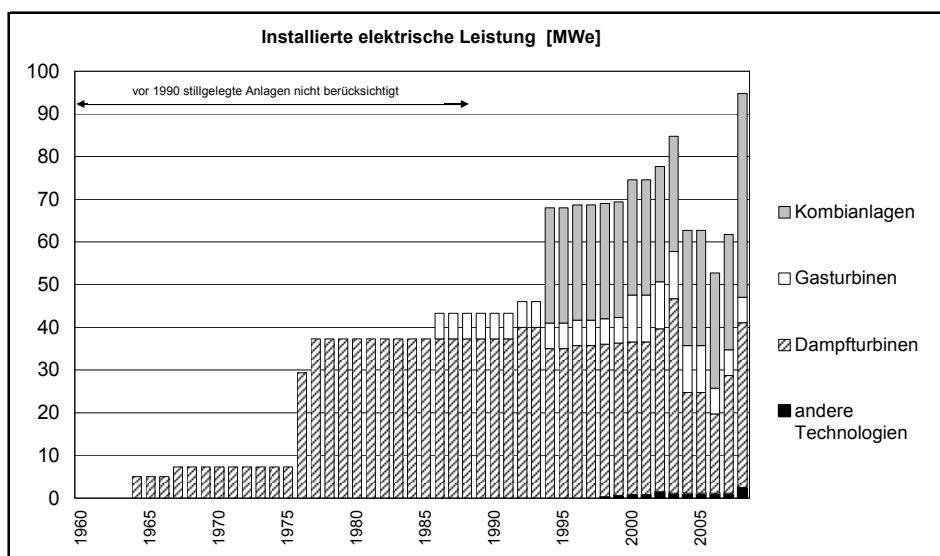
Per Ende 2008 waren der Kategorie "Fernheizkraftwerke u.a." elf Anlagen zugewiesen. Das seit Ende der neunziger Jahre aus wirtschaftlichen und lufthygienischen Gründen nur wenige Stunden betriebene Fernheizkraftwerk Voltastrasse in Basel wurde 2008 nach vierjähriger Stilllegung erneuert und wieder in Betrieb genommen. Zudem nahm 2008 im Kanton Basel-Stadt ein neues Holzheizkraftwerk die Stromproduktion auf. Im Kanton Graubünden wurde das Holzkraftwerk aus dem Jahr 2007 weiter ausgebaut. Es wird mit Waldholz und Holz aus der Landschaftspflege befeuert und liefert Prozessdampf an zwei Industriebetriebe. Der daraus resultierende massive Zuwachs der installierten Leistung dieser Kategorie wird in Bild 5.3a unmittelbar deutlich. Damit wurden vier Jahre des Rückgangs kompensiert, so dass sich nun der Wachstumstrend fortsetzt.

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, 2008: 990 Anlagen) und nicht stromproduzierenden (Kat. W5, 2008: 40 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 2008 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 1.28 Aggregate auf.

**Ende 2008 waren in der Schweiz insgesamt 1'030 Klein-WKK-Anlagen mit 1'315 Aggregaten in Betrieb.** Im Vergleich zu Ende 2007 bedeutet dies eine Abnahme um 44 Anlagen und 68 Aggregate. Bild 6.1a zeigt, dass sich damit die 2007 erstmals seit 1980 auftretende Bestandesabnahme verstärkt fortsetzt. Im Vergleich dazu betrug der Zuwachs im Spitzenjahr 1998 über 120 Aggregate. Es gilt jedoch zu beachten, dass auch im 2008 58 neue Aggregate in Betrieb genommen wurden (siehe Kap. 6.4). Gleichzeitig wurden 126 - meist viel kleinere - Aggregate stillgelegt, was folglich zur deutlichen Bestandesabnahme geführt hat.

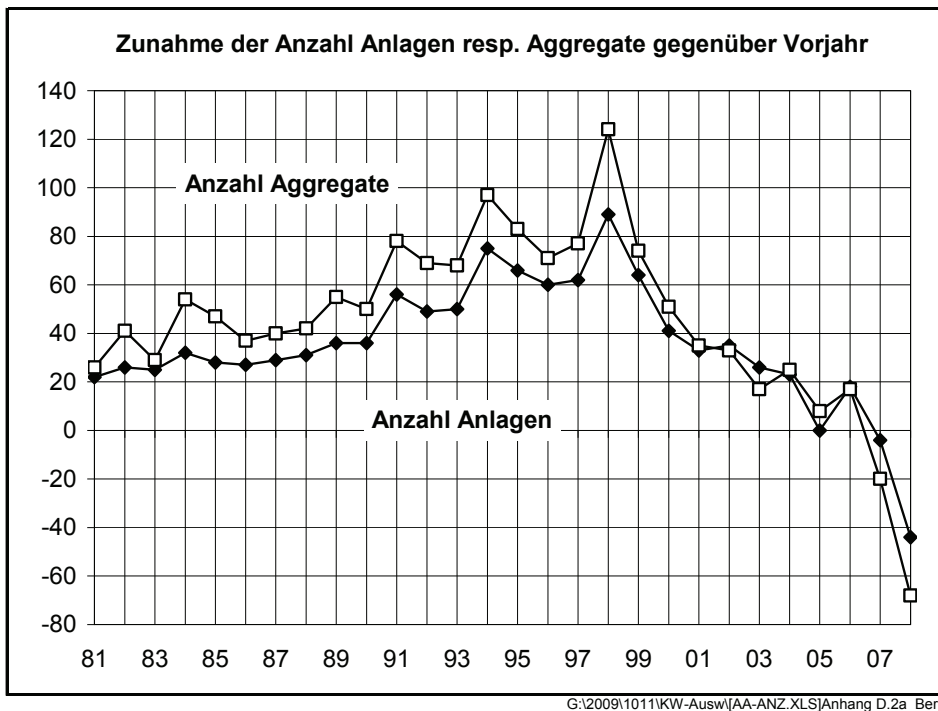


Bild 6.1a Jährliche Zunahme des Klein-WKK-Bestandes

(siehe Anhang D.2a)

### 6.1.2 Installierte Leistungen

Die 1'315 Klein-WKK-Aggregate, welche Ende 2008 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 151 MW. Weitere 0.4 MW werden direkt zum Antrieb von Gebläsen in Kläranlagen genutzt.

Die Klein-WKK-Anlagen konnten Ende 2008 zusammen 248 MW thermische Leistung zur Beheizung von Gebäuden und zur Nutzung als Prozesswärme abgeben.

	Total Ende 2008	Jährlicher Zuwachs	
		2008	Ø 2004 - 2008
Anzahl Anlagen	1'030	-44	-1 Anl./a
Anzahl Aggregate	1'315	-68	-8 Aggr./a
Energie-Inputleistung	443.5 MW	2.2	4.4 MW/a
Elektrische Leistung	150.9 MW <sub>e</sub>	2.4	2.5 MW <sub>e</sub> /a
Mechanische Leistung*	0.4 MW	-0.1	-0.1 MW/a
Heizleistung	247.8 MW <sub>th</sub>	-2.1	0.8 MW <sub>th</sub> /a

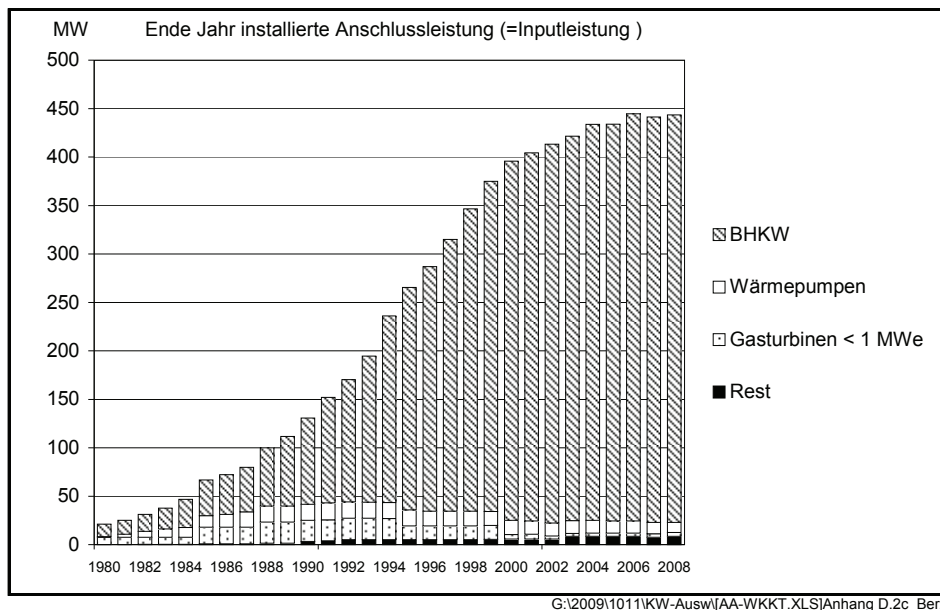
G:\2009\1011\KW-Ausw\Jahr\_Typ3+2\_2008.xls\RES\_WKK2 WKK902

\* Wellenleistung von Direkt-Gebläseantrieben in Kläranlagen

Tabelle 6.1b Bestand und installierte Leistungen Ende 2008 sowie Jahreszunahmen 2008 und im Zeitraum 2003 - 2008

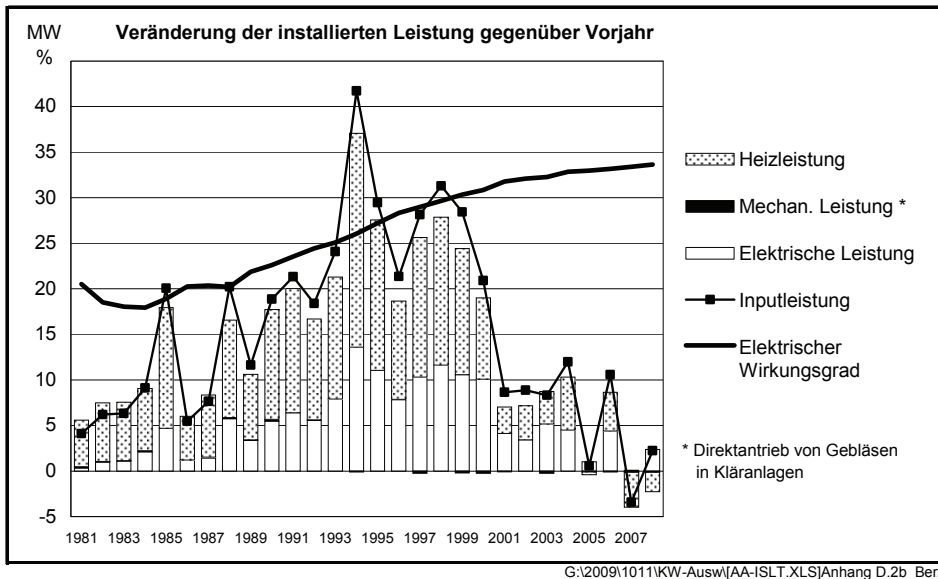
In Tabelle 6.1b wird der Leistungszuwachs 2008 mit dem Durchschnitt der Jahre 2004 bis 2008 verglichen. Die installierte elektrische Klein-WKK-Leistung hat 2008 um 2.4 MW zugenommen. Dies entspricht gerade der mittleren Leistungszunahme der Vorjahre, ist jedoch angesichts der erwähnten Abnahme um 68 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 neun 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 2008 – wie bereits im Jahr zuvor - wurde eine leichte Abnahme bezüglich Heizleistung festgestellt. Gleichzeitig verbesserte sich der elektrische Wirkungsgrad gegenüber dem Vorjahr wiederum leicht, sodass die elektrische Leistung sogar eine kleine Zunahme erfahren hatte.



**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 2008 nach Leistungsklassen. Es kann daraus abgeleitet werden, dass die 760 Klein-WKK-Aggregate bis 99 kW elektrischer Nennleistung zusammen 23.3 MWe (15.4 % von total 150.9 MWe) aufweisen. Die 555 Klein-WKK-Aggregate ab 100 kWe weisen 127.6 MWe (84.6 %) elektrische Leistung auf.

In der Leistungsklasse 10 - 19 kWe kam es gegenüber der letztjährigen Ausgabe zum zweiten Mal zu einer deutlichen Abnahme der Aggregate (von 185 auf 149 Aggregate). Ursache dafür ist die Erreichung der Lebensdauer dieser Generation von Kleinanlagen, welche zunehmend mit grösseren Aggregaten ersetzt werden.

Leistungsklasse der Aggregate	Aggregate in Betrieb		elektrische Leistung	
	Anzahl	%	[MWe]	%
< 10 kWe	230	17.5%	1.20	0.8%
10 - 19 kWe	149	11.3%	2.23	1.5%
20 - 49 kWe	159	12.1%	5.03	3.3%
50 - 99 kWe	222	16.9%	14.77	9.8%
100 - 199 kWe	268	20.4%	38.48	25.5%
200 - 349 kWe	139	10.6%	34.24	22.7%
350 - 499 kWe	51	3.9%	21.22	14.1%
>= 500 kWe	45	3.4%	33.71	22.3%
Gebläseantriebe	6	0.5%	-	-
Wärmepumpen	46	3.5%	-	-
<b>Total</b>	<b>1315</b>	<b>100.0%</b>	<b>150.87</b>	<b>100.0%</b>

Stand per 31.12.2008/ Kantone: alle

G:\2009\1011\KW-Ausw[Leistungsklass-Energie.xls]Konzentrat Ber2

**Tabelle 6.1e** Ende 2008 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.

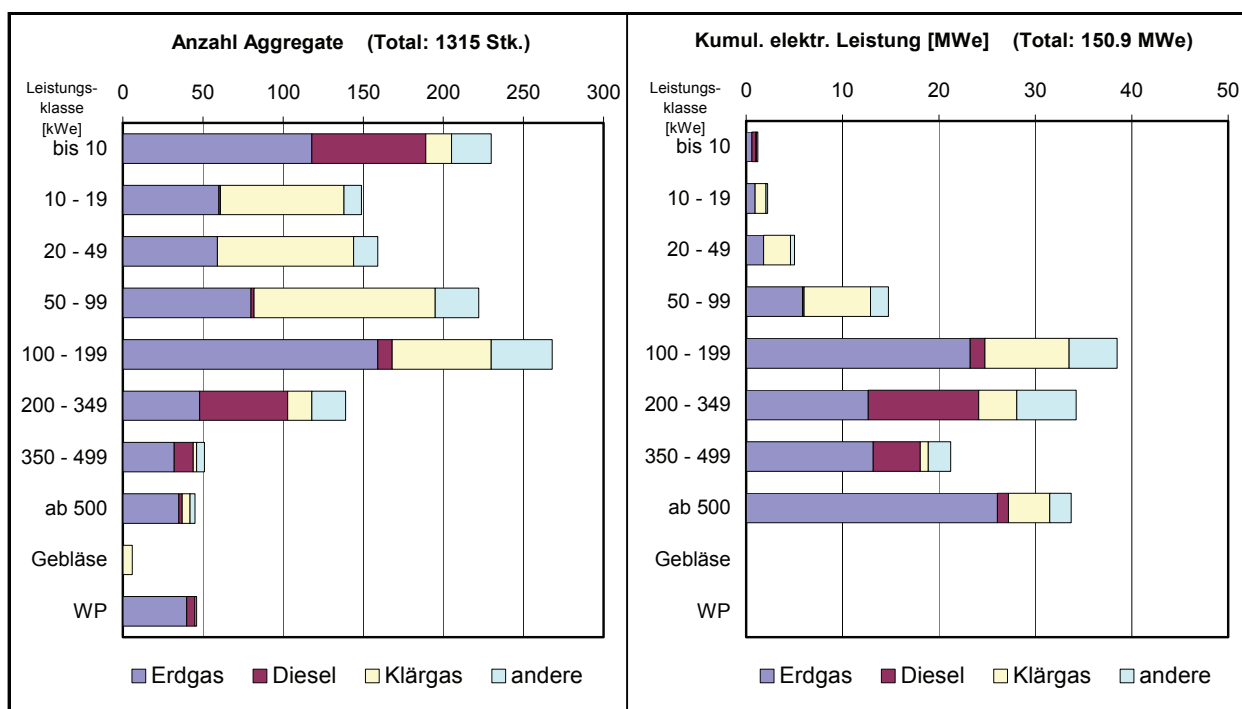


Bild 6.1f Ende 2008 in Betrieb stehende Klein-WKK-Aggregate, geordnet nach Leistungsklassen und nach Energieträgern

### 6.1.3 Energieverbrauch und -produktion

Sämtliche in der Schweiz betriebenen Klein-WKK-Anlagen haben im Jahr 2008 mit einem Endenergieverbrauch von 1'839 GWh rund 611 GWh hochwertige Energie in Form von Elektrizität oder mechanischer Energie erzeugt (siehe Tabelle 6.1g).

Neben der hochwertigen Energie produzierten die Klein-WKK-Anlagen 947 GWh nutzbare Wärme. Davon wurden aber nur 883 GWh effektiv zu Heizzwecken eingesetzt. Die Differenz zwischen produzierter und effektiv genutzter Wärmeenergie von 64 GWh (6.8 %) 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 2008	Jährlicher Zuwachs	
		2008	Ø 2004 - 2008
Endenergieverbrauch	1'838.7 GWh	11.4	32.3 GWh/a
Elektrizitätsproduktion	608.2 GWh <sub>e</sub>	9.3	14.9 GWh <sub>e</sub> /a
Mechan. Nutzenergie *	2.3 GWh <sub>m</sub>	-0.6	-0.6 GWh <sub>m</sub> /a
Produzierte Wärme **	947.3 GWh <sub>th</sub>	-8.9	10.2 GWh <sub>th</sub> /a
Genutzte Wärme ***	882.5 GWh <sub>th</sub>	-5.7	7.9 GWh <sub>th</sub> /a

G:\2009\1011\KW-Ausw\Jahr\_Typ3+2\_2008.xls\RES\_WKK2 WKK903

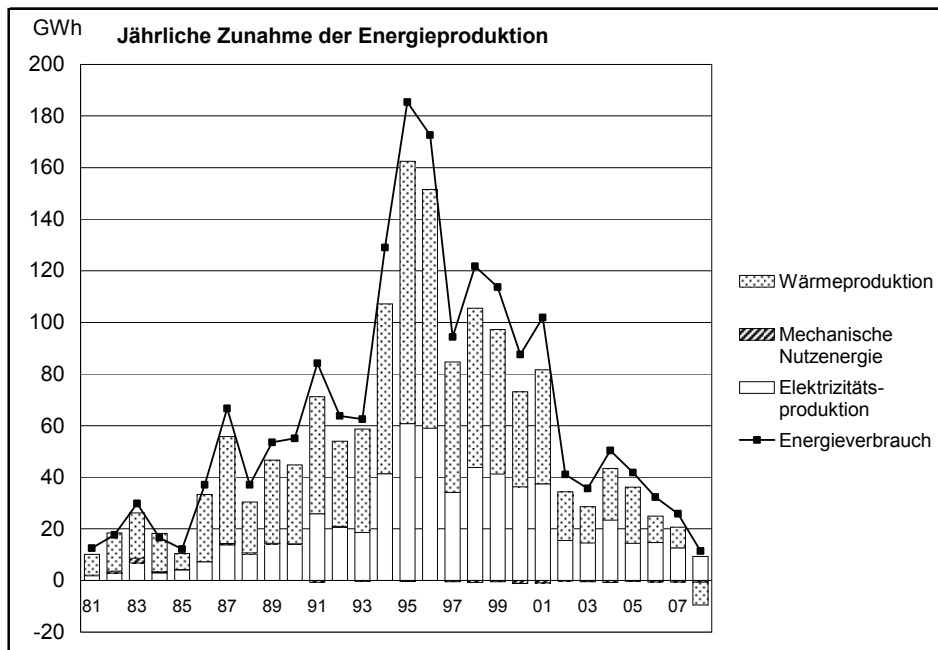
\* Energie an der Welle von Direkt-Gebläseantrieben in Kläranlagen

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

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

**Tabelle 6.1g** Energiedaten 2008 sowie Jahreszunahmen 2008 und im Zeitraum 2003 - 2008

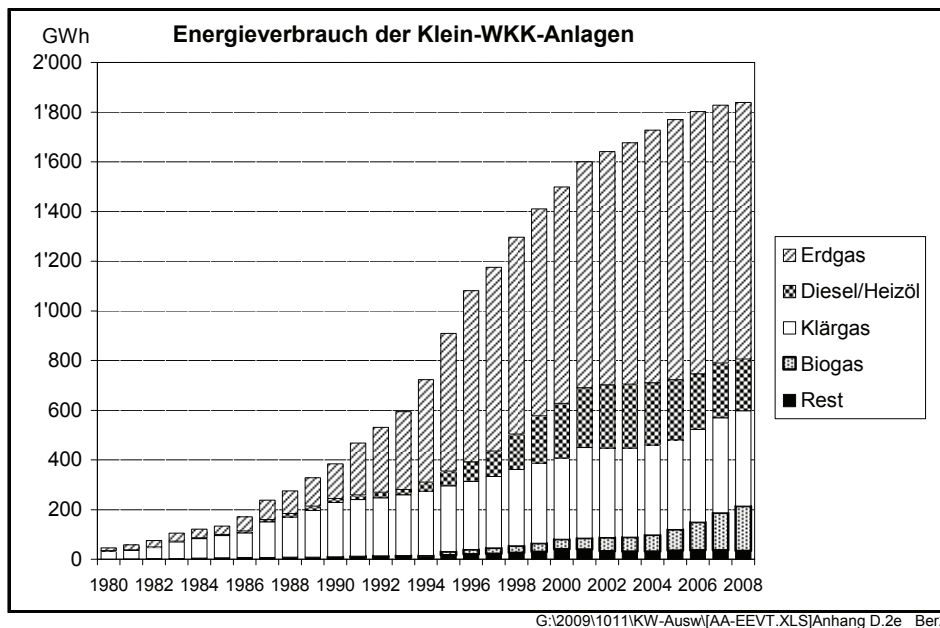
Bild 6.1h zeigt die jährliche Zunahme der Energieproduktion resp. des Energieverbrauchs aller Klein-WKK-Anlagen. Der Abwärtstrend der Vorjahre setzte sich auch im Jahr 2008 fort. Auffällig ist, dass sich die jährliche Zunahme der Stromproduktion weniger stark verringert als jene des Endenergieverbrauchs resp. der Wärmeproduktion, was auf den in Bild 6.1d beobachteten stetigen Anstieg des elektrischen Wirkungsgrades aller Klein-WKK-Anlagen zurückzuführen ist.



G:\2009\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)

Die Analyse der Energieträger zeigt, dass Biogas als einziger Energieträger im Jahr 2008 einen Zuwachs erlebt hatte. Alle übrigen Energieträger stagnierten. Diesel/Heizöl-Klein-WKK-Anlagen haben nach kurzem Wachstum Ende der neunziger Jahre eine rückläufige Tendenz (siehe Bild 6.1i und Anhang D.2e). Insgesamt ist im 2008 der Anteil erneuerbarer Energieträger (Klärgas, Deponiegas, Biogas, Fett/Öl) auf 31 % angestiegen.



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

## 6.2 Einsatzgebietes

Tabelle 6.2a zeigt die Aufteilung der Ende 2008 installierten Klein-WKK-Aggregate und deren elektrischer Nennleistung nach Anlagekategorien und Einsatzgebieten.

29 % der Klein-WKK-Aggregate resp. 19 % der elektrischen Leistung wurde in Abwasserreinigungsanlagen zur energetischen Nutzung des anfallenden Klärgases eingesetzt. Anteilsmässig eine geringe Bedeutung weisen die mit Bio- oder Deponiegas betriebenen Klein-WKK-Anlagen auf - mit 48% der Neuinstallationen 2008 jedoch stark steigend.

Mit 59 % (Anz.) resp. 70 % (el. Leist.) Anteil am Klein-WKK-Bestand Ende 2008 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 106.1 MW sehr stark zugenommen hat. Die rückläufige Tendenz seit 2004 setzte sich im Jahr 2008 fort.

Werden nur die im Jahre 2008 neu installierten Klein-WKK-Anlagen bezüglich elektrischer Leistung betrachtet, so sind die Biogas-BHKW in Gewerbe und Industrie mit 29 % führend (siehe Bild 6.2d).

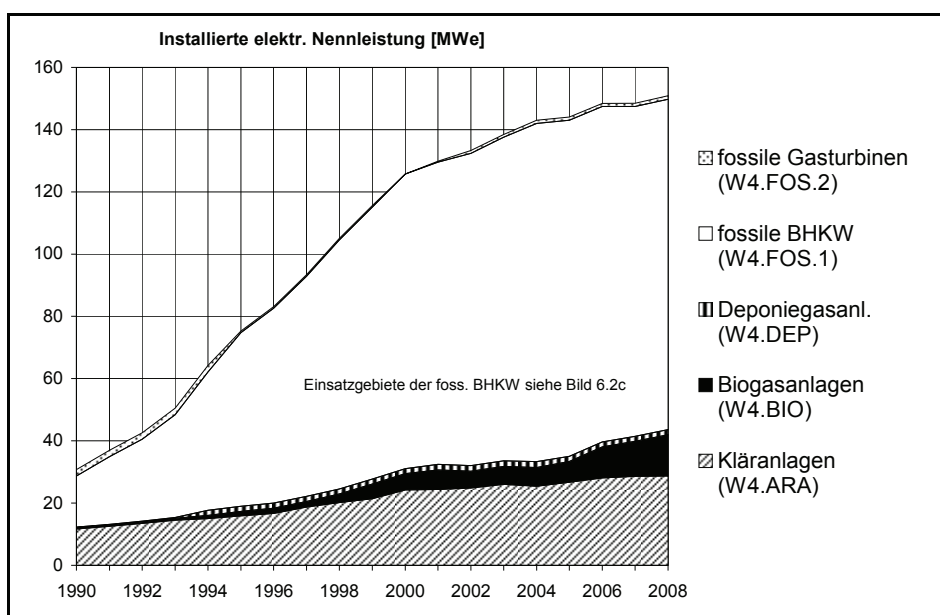
Bezogen auf die elektrische Klein-WKK-Leistung sind die Bereiche Kläranlagen (19 %) sowie Gewerbe und Industrie (18 %) am wichtigsten. Wärmeverbundenanlagen (10 %), Bürogebäude (9 %) sowie Wohngebäude (10 %) sind weitere wichtige Klein-WKK-Einsatzgebiete.



Anlagekategorie Einsatzgebiete	Aggregate		El. Leistung		Veränd. 2008*		Neuinst. 2008**	
	Anz.	%	MWe	%	MWe	%	MWe	%
<b>W4 Stromproduz. Klein-WKK-Anl.</b>	<b>1'272</b>	<b>97%</b>	<b>150.9</b>	<b>100%</b>	<b>2.38</b>	<b>100%</b>	<b>7.51</b>	<b>100%</b>
W4.ARA.1 Kläranlagen mit BHKW	382	29%	28.6	19%	0.06	3%	1.36	18%
W4.ARA.2 Kläranlagen mit Gasturbinen	1	0%	0.1	0%	0.00	0%	0.00	0%
W4.BIO.1 Biogasanlagen Landwirtschaft	64	5%	6.5	4%	0.77	33%	1.36	18%
W4.BIO.2 Biogasanlagen Gewerbe u. Industrie	35	3%	6.8	5%	1.31	55%	2.24	30%
W4.DEP Deponiegas-WKK-Anlagen	4	0%	1.6	1%	0.00	0%	0.00	0%
W4.FOS.1 fossile BHKW	775	59%	106.1	70%	0.13	5%	2.45	33%
Bürogebäude (inkl. Banken)	87	7%	14.1	9%	-0.01	-1%	0.08	1%
Wärmeverbund (gemischte Nutzung)	61	5%	15.3	10%	0.05	2%	0.05	1%
Schulen, Sportanlagen	94	7%	11.1	7%	0.11	5%	0.35	5%
Wohngebäude	208	16%	13.1	9%	-0.17	-7%	0.23	3%
Gewerbe und Industrie	135	10%	27.2	18%	-0.28	-12%	1.03	14%
Spitäler, Heime	83	6%	12.2	8%	-0.08	-4%	0.00	0%
andere (und unbekannt)	107	8%	13.1	9%	0.51	22%	0.71	9%
W4.FOS.2 fossile Gasturbinen < 1 MWe	11	1%	1.1	1%	0.11	4%	0.11	1%
<b>W5 Nicht stromprod. Klein-WKK-Anl.</b>	<b>43</b>	<b>3%</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)	5	0%						
Wärmeverbund (gemischte Nutzung)	2	0%						
Schulen, Sportanlagen	11	1%						
Wohngebäude	6	0%						
Gewerbe und Industrie	2	0%						
Spitäler, Heime	4	0%						
andere	13	1%						
<b>W4+W5 Total alle Klein-WKK-Anlagen</b>	<b>1'315</b>	<b>100%</b>	<b>150.9</b>	<b>100%</b>	<b>2.4</b>	<b>100%</b>	<b>7.5</b>	<b>100%</b>

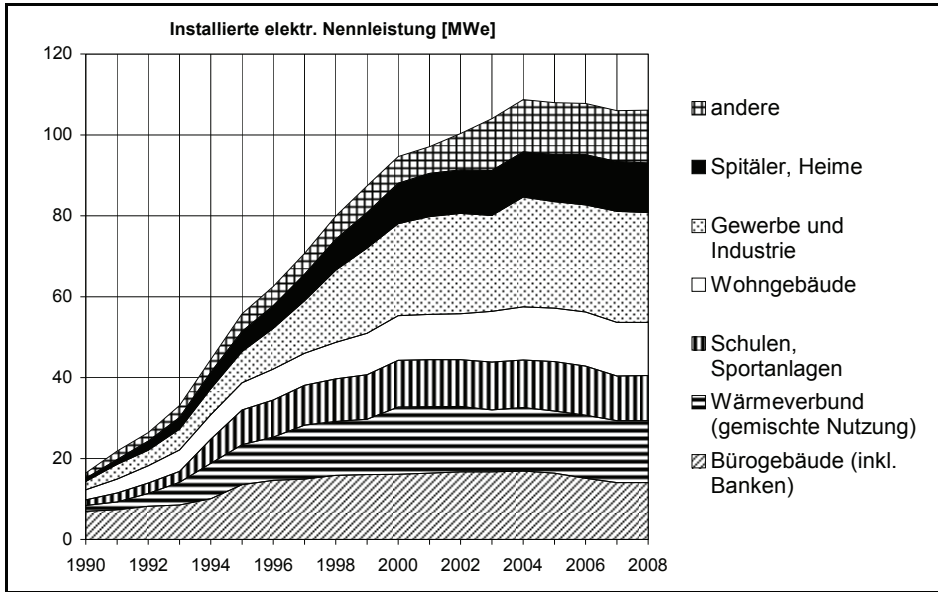
G:\2009\1011\KW-Ausw[Einsge2008.xls]Anhang D.2f Ber1

**Tabelle 6.2a** Anzahl Klein-WKK-Aggregate und elektrische Nennleistungen nach Anlagekategorien und Einsatzgebieten per 31.12.2008

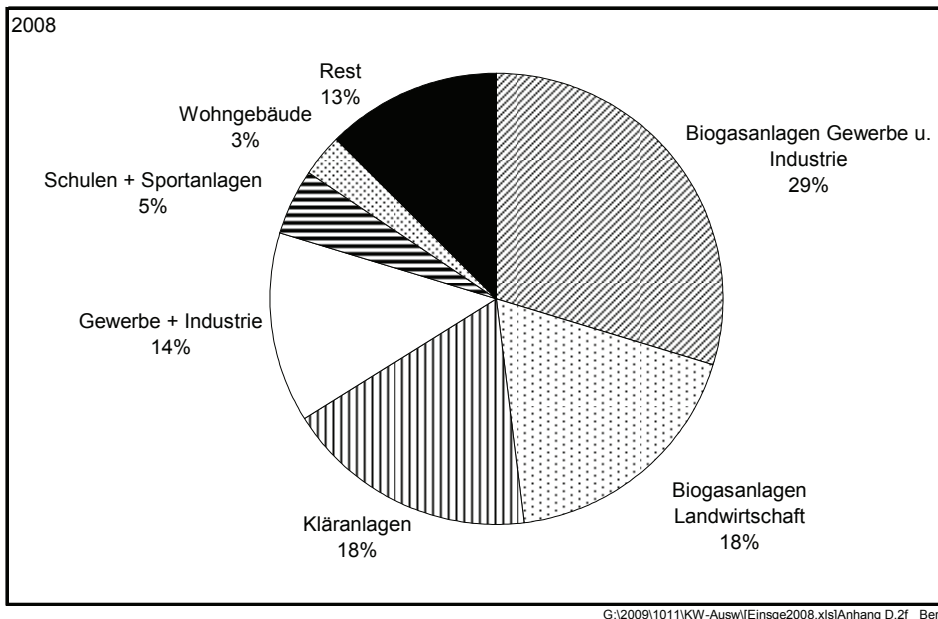


G:\2009\1011\KW-Ausw[Einsge2008.xls]Anhang D.2f Ber2

**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 2008)

### 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 2008 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 Dreiwegen- und SCR-Katalysatoren bei den restlichen Klein-WKK-Anlagen sind die häufigsten Verfahren zur Schadstoffreduktion.

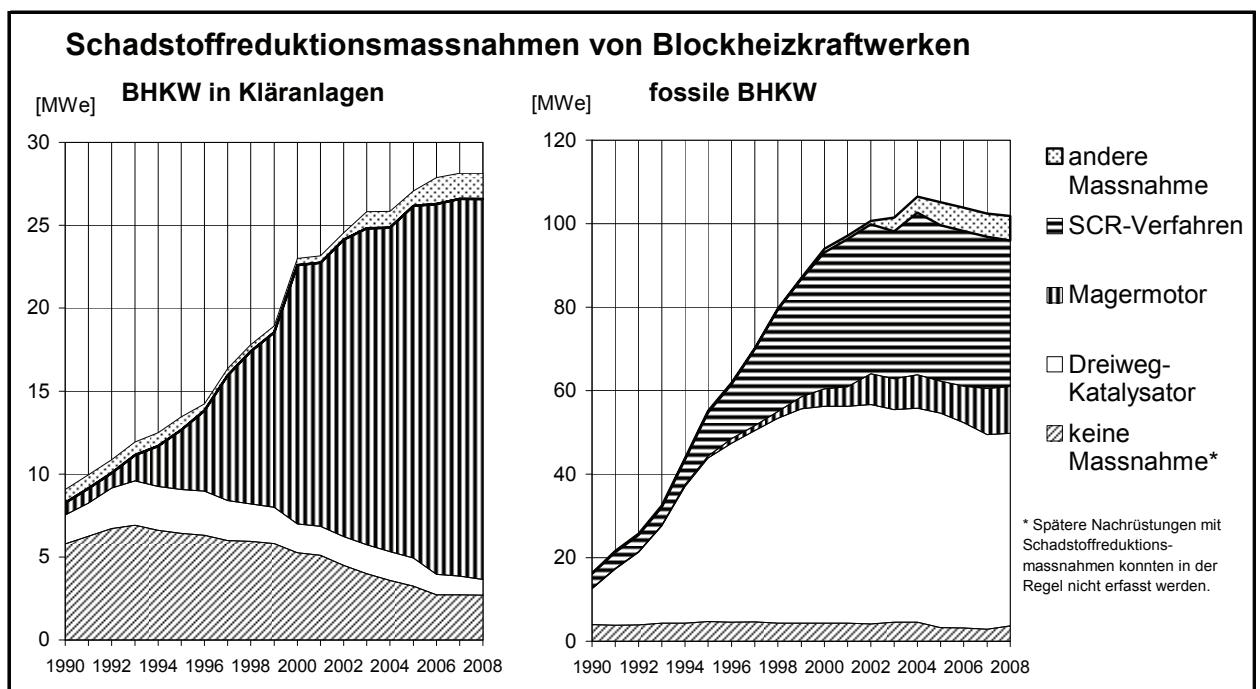
Bei fossilen BHKW sind weiterhin Anlagen mit geregelterm Dreiweg-Katalysator am häufigsten (45 % Ende 2008). Ab 1993 haben Anlagen, mit selektivem katalytischem Reduktionsverfahren (SCR) stark zugenommen. Ende 2008 betrug der leistungsmässige Anteil dieser Anlagen 34 %. Beim SCR-Verfahren werden die 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>379</b>	<b>100%</b>	<b>28.1</b>	<b>100%</b>
	keine Massnahme*	92	24%	2.7	10%
	geregelter Dreiweg-Katalysator	15	4%	1.0	3%
	Magermotor	265	70%	22.9	81%
	SCR-Verfahren	0	0%	0.0	0%
	andere	7	2%	1.6	6%
<b>W5.FOS.1a</b>	<b>fossile BHKW</b>	<b>764</b>	<b>100%</b>	<b>101.5</b>	<b>100%</b>
	keine Massnahme*	36	5%	3.7	4%
	geregelter Dreiweg-Katalysator	368	48%	46.1	45%
	Magermotor	217	28%	11.2	11%
	SCR-Verfahren	105	14%	35.0	34%
	andere	38	5%	5.6	5%

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

G:\2009\1011\KW-Ausw\Schadr2008.xls\Auswert Ber1

**Tabelle 6.3a** Übersicht über die Schadstoffreduktionsmassnahmen von Blockheizkraftwerken Ende 2008



G:\2009\1011\KW-Ausw\Schadr2008.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) erlebte 2008 eine deutliche Steigerung (seit 2000 der zweitgrösste Zuwachs). Der Ersatzanteil stieg auf den Maximalwert seit Beginn der Statistik und erreichte die Hälfte der neu installierten elektrischen Leistung.

### 6.4.1 Lieferanten

Die Tabellen 6.4a und 6.4b geben einen Überblick über die Lieferanten der 2003 bis 2008 in der Schweiz in Betrieb genommenen Klein-WKK-Aggregate für den stationären Betrieb. Nicht enthalten sind Notstromanlagen. Die neuere Kategorie 'Holzgasmotoren' ist enthalten, obwohl sie für die übrigen Auswertungen den Gross-WKK-Anlagen zugeordnet wird. Im Jahre 2008 dienten 50% der neu installierten Aggregate als Ersatz innerhalb der gleichen Anlage. Dies ist ein bisher nie erreichter Ersatzanteil. Bezüglich elektrischer Leistung stieg der Ersatzanteil 2008 ebenso markant auf 47% - im Vergleich zum Mittel der letzten fünf Jahre (23%) bedeutet dies eine Verdoppelung.

Lieferant (nur mit Erlaubnis namentlich erwähnt)	Anzahl in Betrieb genommene Aggregate								Total 2003-2008	
	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2008			
Acrona Systems Ltd (ehem. Verdesis), Aarau	1	2	2	1	2	3	5%	11	3%	
AKSA Würenlos AG, Würenlos	1	4	0	1	2	1	2%	9	2%	
Avesco AG, Langenthal	5	3	6	20	15	12	21%	61	15%	
BES BHKW Energie-Service AG, Wittenbach	14	6	10	8	11	10	17%	59	15%	
C4 Energie AG, Baar	0	0	0	1	3	3	5%	7	2%	
etaone swiss ag (konkurs seit 2008), Eptingen	0	0	0	5	1	0	0%	6	1%	
Genesys Biogas AG, Frauenfeld	3	4	3	9	2	2	3%	23	6%	
Hexis AG, Winterthur	5	0	0	1	0	0	0%	6	1%	
IWK Integrierte Wärme und Kraft AG, Sarnen	6	1	7	5	2	9	16%	30	7%	
MENAG Energie AG (konkurs seit 2006), Niederdorf	15	14	7	2	0	0	0%	38	9%	
Royce & Partners SA, Le Mont-Pèlerin	7	16	13	16	19	8	14%	79	20%	
Vaillant GmbH, Dietikon	0	0	1	2	1	2	3%	6	1%	
Walter Meier AG (ehem. Vescal), Schwerzenbach	9	9	12	2	4	1	2%	37	9%	
andere Lieferanten	13	1	2	4	3	7	12%	30	7%	
<b>TOTAL</b>	<b>79</b>	<b>60</b>	<b>63</b>	<b>77</b>	<b>65</b>	<b>58</b>		<b>402</b>		
Anteil der Aggregate, welche ältere ersetzen*	29%	32%	30%	22%	30%	50%		32%		

\* Ersatz für stillgelegte Aggregate innerhalb der gleichen Anlage

G:\2009\1011\KW-Ausw[Lieferanten.xls]Auswert Ber1

Tabelle 6.4a In Betrieb genommene Motoren und Brennstoffzellen 2002 bis 2008.

(Kat. T3, W4, W5)

### 6.4.2 Technologien und Leistungen

Die seit 1999 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 abnehmende Anteil an Dieselmotor-BHKW seit 2000 hat sich inzwischen auf tiefem Niveau stabilisiert – Tendenz seit 2006 wieder leicht steigend. Diese Aggregate werden heute jedoch meist mit Pflanzen- oder Restspeiseöl anstelle Diesel betrieben. Im Jahre 2008 wurde schweizweit eine Leistung von 9.05 MWe neu installiert. Damit hat sich der Leistungszuwachs im Ver-

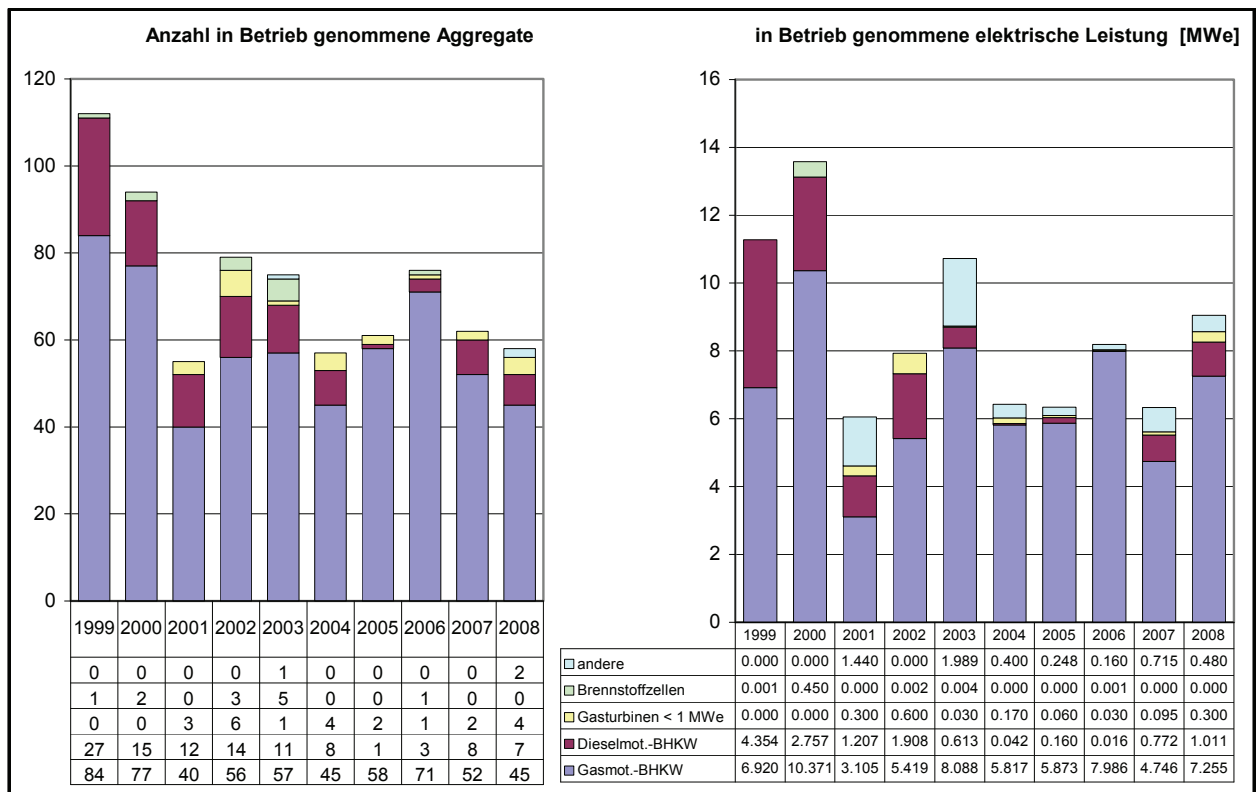
gleich zum vergangenen Jahr um über 50% erhöht, obwohl "nur" 58 Aggregate installiert wurden. Damit hat der Anteil von kleinen Aggregaten markant abgenommen; die Durchschnittsleistung der neu installierten Aggregate erreichte 156 kW elektrisch. Dies ist nach dem tiefsten Wert im letzten Jahr (97 kW) nun der höchste Wert der vergangenen 10 Jahre.

Lieferant (nur mit Erlaubnis namentlich erwähnt)	Installierte elektrische Leistung [MW]							Total 2003-2008	
	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2008		
Acrona Systems Ltd (ehem. Verdesis), Aarau	0.030	0.090	0.060	0.030	0.095	0.195	2%	0.500	1%
AKSA Würenlos AG, Würenlos	0.115	0.480	0.000	0.050	0.310	0.346	4%	1.301	3%
Avesco AG, Langenthal	1.433	3.300	1.042	3.048	3.000	1.877	21%	13.700	29%
BES BHKW Energie-Service AG, Wittenbach	0.330	0.158	0.363	0.438	0.403	0.393	4%	2.085	4%
C4 Energie AG, Baar	0.000	0.000	0.000	0.160	0.960	0.990	11%	2.110	4%
etaone swiss ag (konkurs seit 2008), Eptingen	0.000	0.000	0.000	0.619	0.090	0.000	0%	0.709	2%
Genesys Biogas AG, Frauenfeld	0.230	0.400	0.280	0.990	0.140	0.380	4%	2.420	5%
Hexis AG, Winterthur	0.004	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0%	0.005	0%
IWK Integrierte Wärme und Kraft AG, Sarnen	3.239	0.330	2.418	2.073	0.543	4.100	45%	12.703	27%
MENAG Energie AG (konkurs seit 2006), Niederdorf	2.862	1.270	1.635	0.205	0.000	0.000	0%	5.972	13%
Royce & Partners SA, Le Mont-Pèlerin	0.052	0.274	0.219	0.144	0.132	0.081	1%	0.902	2%
Vaillant GmbH, Dietikon	0.000	0.000	0.005	0.009	0.005	0.009	0%	0.028	0%
Walter Meier AG (ehem. Vesca), Schwerzenbach	0.047	0.047	0.060	0.010	0.020	0.005	0%	0.190	0%
andere Lieferanten	2.381	0.080	0.260	0.415	0.630	0.669	7%	4.436	9%
<b>TOTAL</b>	<b>10.724</b>	<b>6.429</b>	<b>6.341</b>	<b>8.193</b>	<b>6.328</b>	<b>9.046</b>		<b>47.060</b>	
Anteil der ersetzten elektrischen Leistung*	19%	13%	18%	9%	27%	47%		23%	

\*Ersatz für stillgelegte Aggregate innerhalb der gleichen Anlage

G:\2009\1011\KW-Ausw\Lieferanten.xls\Auswert Ber3

**Tabelle 6.4b Elektrische Nennleistung der 2002 bis 2008 in Betrieb genommenen Motoren und Brennstoffzellen (Kat. T3, W4, W5)**



G:\2009\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)**

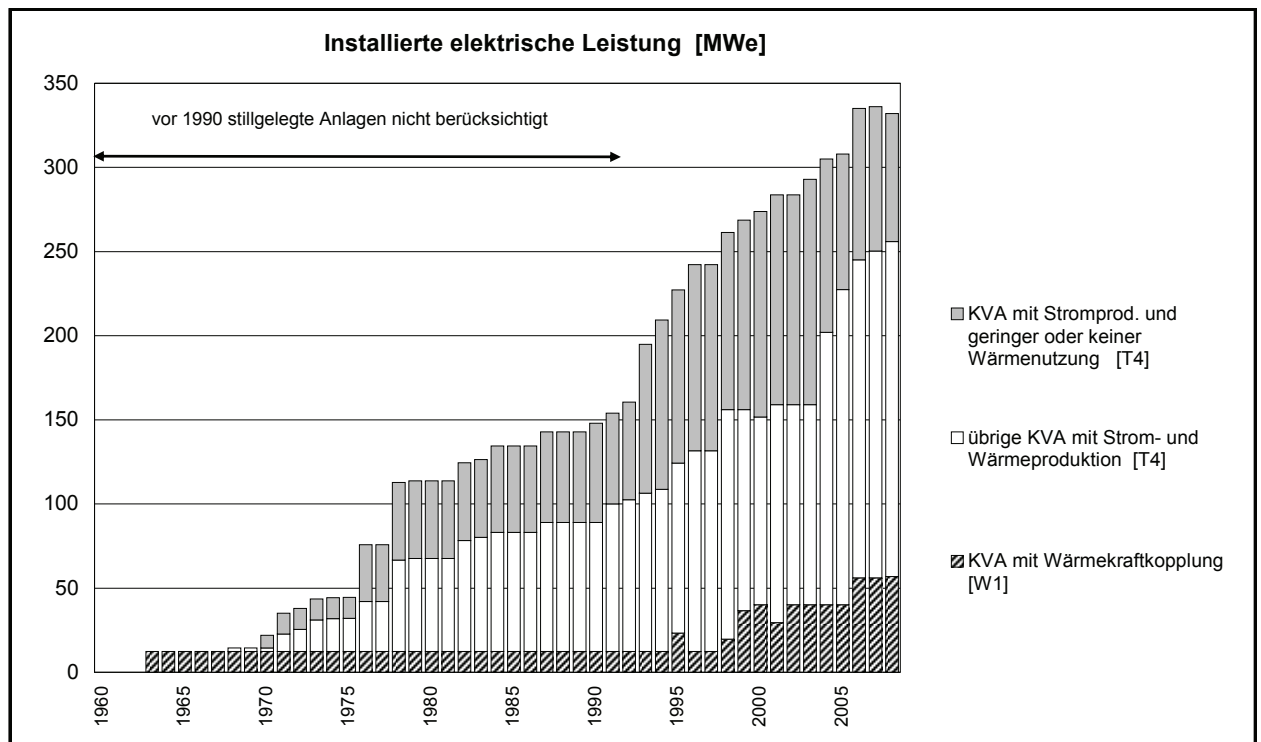
## 7. Spezialauswertungen therm. Stromproduktion

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 2008 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 2008 die KVA Basel, die KVA Bern, die KVA Hagenholz in Zürich, seit 2006 die KVA Zuchwil sowie seit 2008 die UIOM La Chaux-de-Fonds. 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 (2008: 1'833 GWh Strom und 3'179 GWh Wärme).

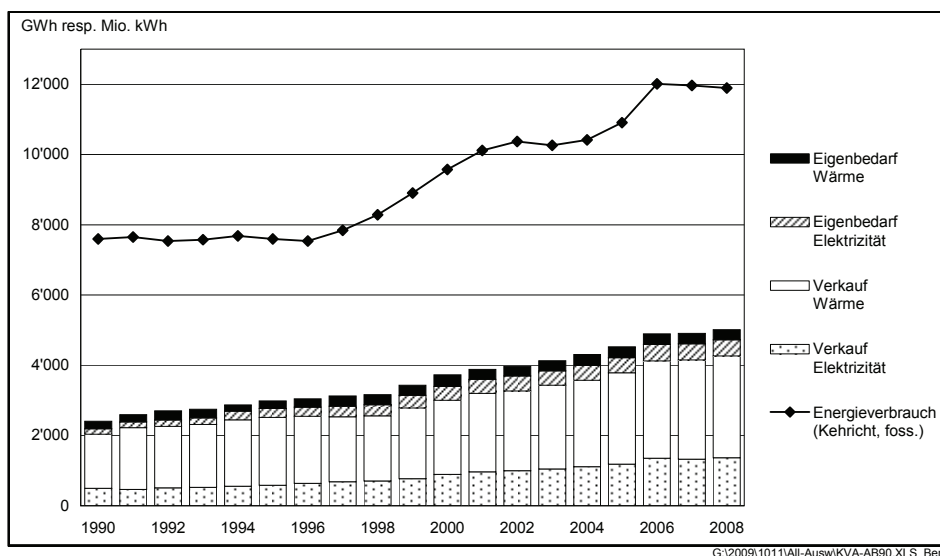


G:\2009\1011\All-Ausw\LEIST-ab1960.XLS\KVA-Betriebsarten (E.1a) Ber42

**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 Kehrichtverbrennungsanlagen ist in Bild 7.1b und Tabelle 7.1c seit 1990 dargestellt.



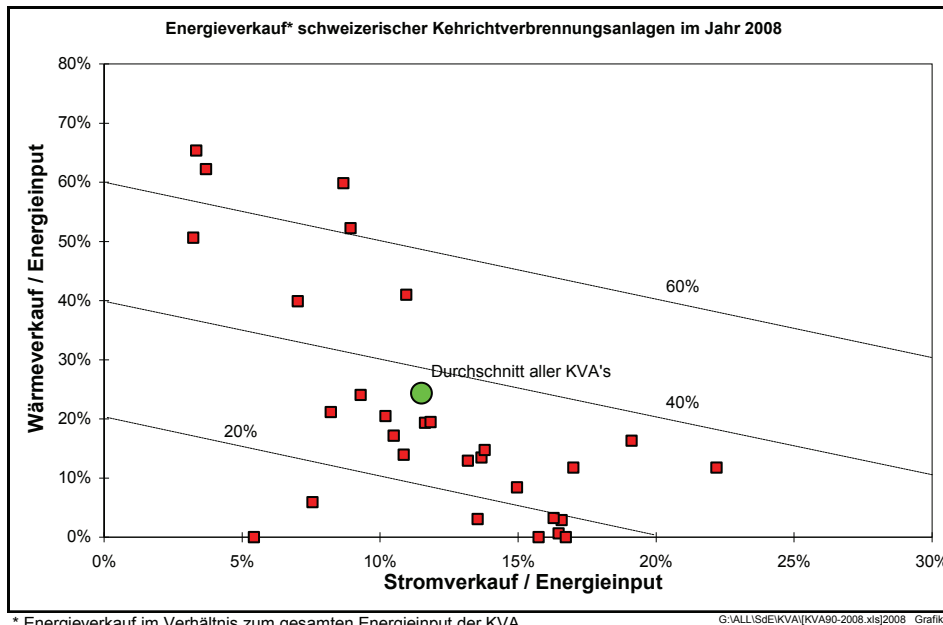
**Bild 7.1b** Energieverbrauch sowie Eigenbedarf resp. Verkauf von selbstproduzierter Elektrizität und Wärme aller KVA in der Schweiz seit 1990

	1990	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Install. elektr. Nennleistung (1) MWe	148.0	268.7	273.8	283.7	283.7	293.0	305.0	307.9	335.1	336.1	336.1
Endenergieverbrauch Total (2) GWh	7'596	8'904	9'577	10'116	10'373	10'262	10'419	10'910	12'016	11'964	11'893
- davon Kehricht GWh	7'496	8'687	9'390	9'934	10'212	10'089	10'252	10'747	11'862	11'856	11'742
- davon fossile Energien GWh	100	204	178	176	157	163	154	152	143	82	136
Elektrizitätsproduktion (3) GWh	644	1'134	1'284	1'371	1'426	1'456	1'538	1'620	1'824	1'787	1'833
- davon Anteil Eigenbedarf %	23%	32%	31%	29%	30%	28%	28%	27%	26%	26%	25%
Genutzte Wärmeproduktion (4) GWh	1'765	2'297	2'440	2'508	2'541	2'675	2'763	2'903	3'072	3'118	3'179
- davon Anteil Eigenbedarf %	12%	12%	13%	11%	11%	11%	11%	10%	10%	9%	9%
Jahresnutzungsgrad $[(3+4)/2]$	32%	39%	39%	38%	38%	40%	41%	41%	41%	41%	42%
Vollbetriebsstd. Stromprod. $[(3+1)]$	4'350	4'220	4'690	4'830	5'030	4'970	5'040	5'260	5'440	5'320	5'450

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

Im Jahr 2008 wurde 25 % der Stromproduktion von 1'833 GWh zur Deckung des Eigenbedarfs der KVA verwendet. Von der gesamthaft genutzten Wärmeproduktion von 3'179 GWh dienten rund 9 % für die Deckung des Wärmebedarfs der KVA. Die restlichen 91 %, d.h. 2'893 GWh Wärmeenergie, haben die KVA im Jahre 2008 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 erhöhte sich seither

erstmalig 2008 wieder um 1 % auf 42 % (siehe Tabelle 7.1c). Bild 7.1d zeigt die Energieanteile, welche sämtliche KVA's im Jahre 2008 in Form von Wärme oder Elektrizität an Dritte verkauft haben. Der Durchschnitt für alle KVA liegt bei 24.3 % Wärme- und 11.5 % Stromverkauf.



**Bild 7.1d** Energieverkaufs-Benchmark schweizerischer KVA's (Jahr 2008)

## 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 7 Anlagen zur Elektrizitätsproduktion in Betrieb (2007: 10 Motoren in 9 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 (2007: 4) mit Deponiegas betriebene Motoren in den Auswertungen über Klein-WKK-Anlagen enthalten (Kat. W4.DEP).

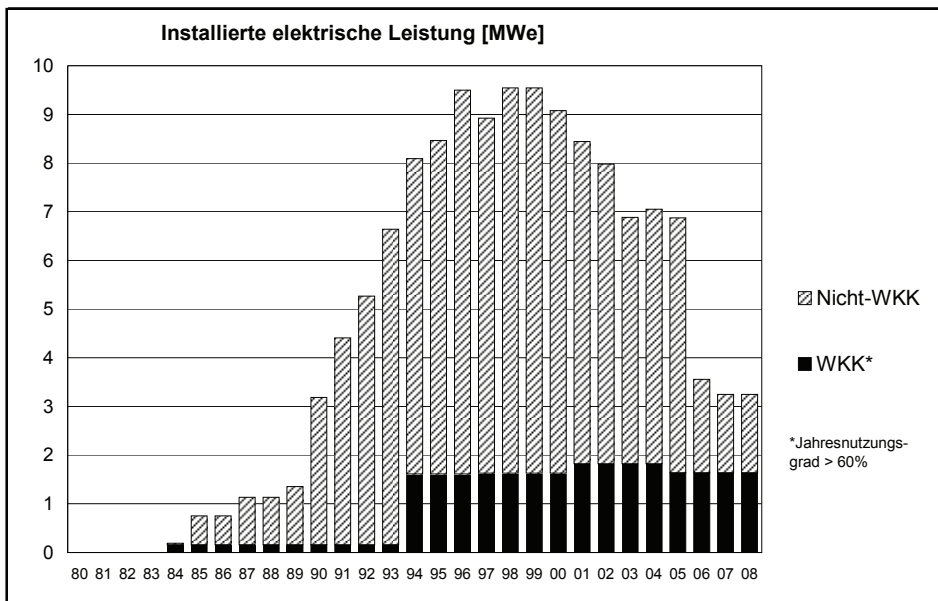
Ende 2008 wurde in 7 schweizerischen Abfalldeponien Deponiegas energetisch genutzt. In einem Fall wurde dieses Gas ausschliesslich in Heizkesseln zur Wärmeproduktion genutzt (siehe Anhang E.2d). Bei den restlichen 6 Deponien wurde das anfallende Gas in erster Linie zur Stromproduktion genutzt. Im Bild 7.2a ist die Entwicklung der installierten elektrischen Leistung dieser Deponiegasmotoren dargestellt. Diese ist im Jahr 2008 konstant geblieben und liegt bei 3.25 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.



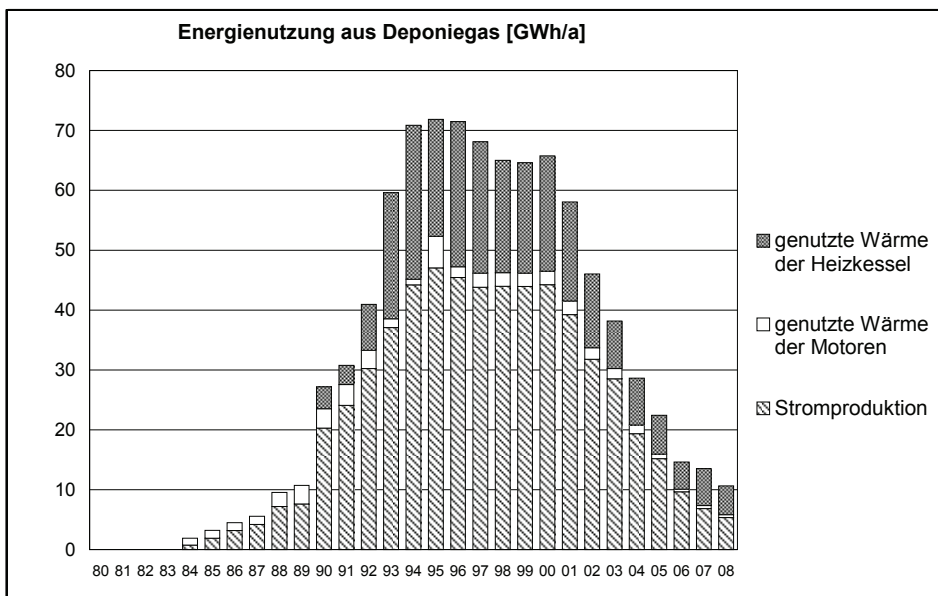
2008 wurde 20.4 GWh Deponiegas zum Antrieb der 10 Motoren eingesetzt. Damit konnte 5.3 GWh Elektrizität erzeugt werden (siehe Bild 7.2b). Die in der Klein-WKK-Statistik berücksichtigten vier Deponiegasmotoren mit einem Gesamtnutzungsgrad über 60 % erzeugten nach stetigem Rückgang der Stromproduktion im Jahr 2008 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 2008 0.5 GWh Motorenabwärme aller 10 Motoren für Heizzwecke genutzt. 6.0 GWh Deponiegas wurden in Heizkesseln zur Produktion von 4.8 GWh Wärme verbrannt.



G:\2009\1011\KW-Ausw\DEP1982-2008.XLS\Anhang E.2a Ber5

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



G:\2009\1011\KW-Ausw\DEP1982-2008.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 - 2008**

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 2008**

Anhang A.2 (S. 52)

Aufteilung der thermischen Stromproduktion des Jahres 2008 nach Energieträgern

### **A.3 Bruttoenergieverbrauch der Anlagen mit thermischem Stromverbrauch 2008**

Anhang A.3 (S. 53)

Gesamter Bruttoenergieverbrauch des Jahres 2008 der Anlagen mit thermischer Stromproduktion (für Strom- und Wärmeproduktion)

### **A.4 Bruttoenergieverbrauch für die thermische Stromproduktion 2008**

Anhang A.4 (S. 54)

Bruttoenergieverbrauch des Jahres 2008 für die Stromproduktion, d.h. exkl. Bruttoenergieverbrauch für die Wärmeproduktion der gleichen Anlagen

**Anzahl Anlagen ab 1990**

		Anlagekategorien		Anzahl Anlagen											Kommentare			
		Nr.	Bezeichnung	1990	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007		2008		
Thermische Stromproduktion (Kap. 3)	Wärmekraftkopplung (Kap. 4)	<b>T1</b>	<b>div. therm. Stromerzeuger</b>	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	ganz grobe Schätzung		
		<b>T2</b>	<b>Vouvry (öltherm. Kraftwerk)</b>	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Stilllegung 30.9.1999	
		<b>T3</b>	<b>Deponiegasverstromung</b>	4	9	9	9	9	7	8	7	7	7	7	7	5		
		<b>T4</b>	<b>KVA ohne WKK</b>	21	25	24	24	25	24	24	25	25	25	25	25	24	nur KVA's mit Stromproduktion	
	Wärmekraftkopplung (Kap. 4)	Gross-WKK (Kap. 5)	<b>W1</b>	<b>KVA mit WKK</b>	1	2	3	3	2	3	3	3	3	4	4	5		
			<b>W2</b>	<b>Industrie</b>	21	24	24	23	23	22	22	22	21	21	21	21	20	
			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	2	
			W2.21	Papierindustrie (NOGA 21)	10	12	12	11	11	11	11	10	9	9	8	7		
			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	6	6	6	6	6	6	6	6	
		W2.26	Nichtmet. Mineralien (NOGA 26)	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2		
		<b>W3</b>	<b>Fernheizkraftwerke u.a.</b>	4	6	7	8	8	10	10	9	9	8	9	9	11		
		Klein-WKK (Kap. 6)	<b>W4</b>	<b>stromprod. Klein-WKK</b>	275	782	847	890	924	960	987	1'010	1'011	1'029	1'028	990		
			W4.ARA.1	Kläranlagen mit BHKW	153	260	274	280	285	287	289	284	282	283	284	280		
W4.ARA.2	Kläranlagen mit Gasturbinen		2	2	2	1	1	0	0	0	0	0	1	1				
W4.BIO.1	Biogasanlagen Landwirtschaft		25	30	30	31	34	33	33	38	43	53	56	58				
W4.BIO.2	Biogasanlagen Gewerbe u. Industrie		0	11	15	18	20	20	20	19	20	24	26	27	1 Anlage nur Erdgas-betrieben			
W4.DEP	Deponiegas-WKK-Anlagen		2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	ab 95 vorw. mit Erdgas betrieben			
W4.FOS.1	fossile BHKW		91	476	523	558	579	611	636	659	657	660	652	614	Feingliederung siehe Kap. 6.2			
W4.FOS.2	fossile Gasturbinen < 1 MWe	2	1	1	0	3	7	7	8	8	8	8	8	9				
<b>W5</b>	<b>nicht stromprod. Klein-WKK</b>	56	56	55	53	52	51	50	50	49	49	46	40					
<b>Total</b>	<b>Anz. therm. Stromproduzenten</b>	<b>347</b>	<b>869</b>	<b>934</b>	<b>977</b>	<b>1'011</b>	<b>1'046</b>	<b>1'074</b>	<b>1'096</b>	<b>1'096</b>	<b>1'114</b>	<b>1'114</b>	<b>1'075</b>	<b>(Total exkl. Kat. W5)</b>				
Subtotal	W1-W4 Wärmekraftkopplung (WKK)	301	814	881	924	957	995	1'022	1'044	1'044	1'062	1'062	1'026					
Subtotal	W1-W3 Gross-WKK	26	32	34	34	33	35	35	34	33	33	34	36					
Subtotal	W4+W5 Klein-WKK	331	838	902	943	976	1'011	1'037	1'060	1'060	1'078	1'074	1'030					
Anteil	W1-W4 Wärmekraftkopplung (WKK)	87%	94%	94%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	Anteil am Total der therm. Produz.				
Anteil	W1-W3 Gross-WKK	7%	4%	4%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	Anteil am Total der therm. Produz.				
Anteil	W4+W5 Klein-WKK	95%	96%	97%	97%	97%	97%	97%	97%	97%	97%	96%	96%	Anteil am Total der therm. Produz.				

Stand: 08.09.2009

G:\2009\1011\AI-Ausw\Anhang-A1.xls\Bericht1 Ber1

### Elektrische Nennleistungen ab 1990

		Anlagekategorien		Elektrische Nennleistungen [MWe]										Kommentare				
		Nr.	Bezeichnung	1990	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006		2007	2008		
Thermische Stromproduktion (Kap. 3)	Wärmekraftkopplung (Kap. 4)	Gross-WKK (Kap. 5)	<b>T1</b>	<b>div. therm. Stromerzeuger</b>	75.0	75.0	75.0	75.0	75.0	75.0	75.0	75.0	75.0	75.0	75.0	grobe Schätzung		
			<b>T2</b>	<b>Vouvry (öltherm. Kraftwerk)</b>	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	7.9	7.9	7.4	6.6	6.2	5.1	5.2	5.2	1.9	1.6	1.6		
			<b>T4</b>	<b>KVA ohne WKK</b>	135.6	241.7	232.0	233.6	254.3	243.5	252.8	264.8	267.7	279.0	280.0	275.2		
	Wärmekraftkopplung (Kap. 4)	Gross-WKK (Kap. 5)	<b>W1</b>	<b>KVA mit WKK</b>	12.4	19.6	36.6	40.2	29.4	40.2	40.2	40.2	40.2	56.1	56.1	56.9		
			<b>W2</b>	<b>Industrie</b>	186.5	249.9	249.9	248.1	248.1	246.2	246.2	237.4	232.6	232.6	225.5	216.7		
			W2.15	Nahrungsmittelindustrie (NOGA 15)	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	
			W2.20	Verarbeitung von Holz (NOGA 20)	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	
			W2.21	Papierindustrie (NOGA 21)	45.1	83.0	83.0	81.2	81.2	81.2	81.2	70.9	61.7	61.7	59.2	50.4		
			W2.23	Mineralölverarbeitung (NOGA 23)	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	
			W2.24	Chemische Industrie (NOGA 24)	107.1	107.2	107.2	107.2	107.2	105.6	105.6	105.6	106.9	106.9	101.9	101.9		
		W2.26	Nichtmet. Mineralien (NOGA 26)	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx		
		Klein-WKK (Kap. 6)	<b>W3</b>	<b>Fernheizkraftwerke u.a.</b>	43.3	69.0	69.3	74.5	74.5	77.7	84.7	62.7	62.7	52.7	61.7	94.8		
			<b>W4</b>	<b>stromprod. Klein-WKK</b>	30.7	105.1	115.6	125.7	129.9	133.3	138.5	143.0	144.0	148.4	148.5	150.9		
			W4.ARA.1	Kläranlagen mit BHKW	9.4	17.9	19.1	23.3	23.4	24.8	26.0	25.4	26.7	28.1	28.5	28.6		
			W4.ARA.2	Kläranlagen mit Gasturbinen	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx		
			W4.BIO.1	Biogasanlagen Landwirtschaft	0.4	0.6	0.8	0.8	1.1	1.5	1.6	2.3	2.8	5.3	5.7	6.5		
W4.BIO.2	Biogasanlagen Gewerbe u. Industrie		xxx	2.2	3.9	4.4	5.2	4.0	4.1	3.7	3.9	4.5	5.5	6.8	1 Anl. seit 2002 mit Erdgas betr.			
Klein-WKK (Kap. 6)	W4.DEP	Deponiegas-WKK-Anlagen	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	ab 95 vorw. mit Erdgas betrieben			
	W4.FOS.1	fossile BHKW	16.4	79.9	87.4	94.6	97.1	100.3	104.0	108.7	108.0	107.8	106.0	106.1	Feingliederung siehe Kap. 6.2			
	W4.FOS.2	fossile Gasturbinen < 1 MWe	xxx	xxx	xxx	xxx	0.3	0.9	0.9	1.0	1.0	1.0	1.0	1.1				
	<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>1'052</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>827.4</b>	<b>845.7</b>	<b>848.3</b>	<b>870.9</b>					
Subtotal	W1-W4 Wärmekraftkopplung (WKK)	272.9	443.6	471.5	488.5	481.9	497.4	509.6	483.3	479.5	489.8	491.8	519.2					
Subtotal	W1-W3 Gross-WKK	242.2	338.6	355.9	362.8	352.0	364.1	371.1	340.3	335.5	341.4	343.3	368.3					
Subtotal	W4 Klein-WKK	30.7	105.1	115.6	125.7	129.9	133.3	138.5	143.0	144.0	148.4	148.5	150.9					
Anteil	W1-W4 Wärmekraftkopplung (WKK)	35%	42%	60%	61%	59%	61%	60%	58%	58%	58%	58%	60%	Anteil am Total der therm. Produz.				
Anteil	W1-W3 Gross-WKK	31%	32%	45%	45%	43%	44%	44%	41%	41%	40%	40%	42%	Anteil am Total der therm. Produz.				
Anteil	W4 Klein-WKK	4%	10%	15%	16%	16%	16%	16%	17%	17%	18%	18%	17%	Anteil am Total der therm. Produz.				

Stand: 08.09.2009

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

G:\2009\1011\All-Ausw\Anhang-A1.xls\Bericht2 Ber2

## Stromproduktion ab 1990

Anlagekategorien		Stromproduktion [GWh/a]												Kommentare		
		1990	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008			
Thermische Stromproduktion (Kap. 3)	Wärmekraftkopplung (Kap. 4)	<b>T1 div. therm. Stromerzeuger</b>	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	20.0	13.0	40.0	38.0	40.0	14.0	Prod. Cornaux (NE) + 10 GWh (Schätz.)	
		<b>T2 Vouvry (öltherm. Kraftwerk)</b>	227.0	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 Deponiegasverstromung</b>	19.6	43.3	43.1	43.5	38.5	31.2	28.0	18.9	15.0	9.6	6.8	5.3		
		<b>T4 KVA ohne WKK</b>	611.9	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	1'612.4		
	Gross-WKK (Kap. 5)	<b>W1 KVA mit WKK</b>	31.9	46.6	82.4	107.9	79.4	103.7	105.7	101.1	108.7	198.9	216.9	220.5		
		<b>W2 Industrie</b>	451.5	947.3	994.4	916.4	882.9	897.4	875.1	861.5	803.6	760.4	703.5	631.1		
		W2.15 Nahrungsmittelindustrie (NOGA 15)	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	
		W2.20 Verarbeitung von Holz (NOGA 20)	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	
		W2.21 Papierindustrie (NOGA 21)	187.5	436.4	464.9	439.0	420.8	439.7	448.2	413.7	346.2	274.8	283.5	236.1		
		W2.23 Mineralölverarbeitung (NOGA 23)	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	
		W2.24 Chemische Industrie (NOGA 24)	204.7	188.8	198.4	179.7	156.1	156.4	149.5	181.6	187.2	201.1	176.6	133.7		
		W2.26 Nichtmet. Mineralien (NOGA 26)	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	
		<b>W3 Fernheizkraftwerke u.a.</b>	83.0	128.9	119.1	101.9	109.3	109.5	157.1	148.3	143.7	110.2	107.5	205.1		
		<b>W4 stromprod. Klein-WKK</b>	84.5	388.8	430.0	466.3	503.7	519.2	533.7	557.1	571.5	586.2	598.9	608.2		
		W4.ARA.1 Kläranlagen mit BHKW	39.8	69.8	74.8	84.7	94.1	96.5	101.8	103.8	104.3	109.7	113.9	115.5		
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	2.1	2.6	3.2	3.8	4.5	5.3	6.5	9.4	15.5	26.2	32.8				
W4.BIO.2 Biogasanlagen Gewerbe u. Industrie	xxx	6.5	8.2	9.8	10.8	12.6	12.3	13.2	15.2	20.7	24.0	26.2	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	294.9	329.1	358.1	381.1	392.2	401.1	420.8	430.4	428.7	425.0	424.3	Feingliederung siehe Kap. 6.2			
W4.FOS.2 fossile Gasturbinen < 1 MWe	xxx	xxx	xxx	xxx	0.2	2.5	3.7	3.6	3.2	2.9	2.9	3.5				
<b>W5 nicht stromprod. Klein-WKK</b>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0				
<b>Total Thermische Stromproduktion</b>		<b>1'524</b>	<b>2'984</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>	<b>3'297</b>			
Subtotal	W1-W4 Wärmekraftkopplung (WKK)	651	1'512	1'626	1'592	1'575	1'630	1'672	1'668	1'627	1'656	1'627	1'665			
Subtotal	W1-W3 Gross-WKK	566	1'123	1'196	1'126	1'072	1'111	1'138	1'111	1'056	1'070	1'028	1'057			
Subtotal	W4 Klein-WKK	84	389	430	466	504	519	534	557	571	586	599	608			
Anteil	W1-W4 Wärmekraftkopplung (WKK)	43%	51%	58%	56%	54%	54%	54%	53%	51%	50%	50%	51%	Anteil an der ges. therm. Prod.		
Anteil	W1-W3 Gross-WKK	37%	38%	42%	40%	37%	37%	37%	35%	33%	32%	32%	32%	Anteil an der ges. therm. Prod.		
Anteil	W4 Klein-WKK	6%	13%	15%	16%	17%	17%	17%	18%	18%	18%	18%	18%	Anteil an der ges. therm. Prod.		
	Therm. Stromprod. u.a. gem. Elektrizitätsstat.*	1'101	2'285	2'554	2'548	2'620	2'806	2'890	2'974	3'139	3'340	3'199	3'276			
	Therm. Stromprod. gem. Elektrizitätsstatistik**	1'100	2'274	2'541	2'534	2'604	2'787	2'868	2'951	3'112	3'303	3'156	3'223	Erklärungen siehe Kap. 3.2		

\* inkl. andere Kraftwerke wie Photovoltaikanlagen und Windenergieanlagen

\*\* nach Abzug der Photovoltaik- und Windenergieanlagen

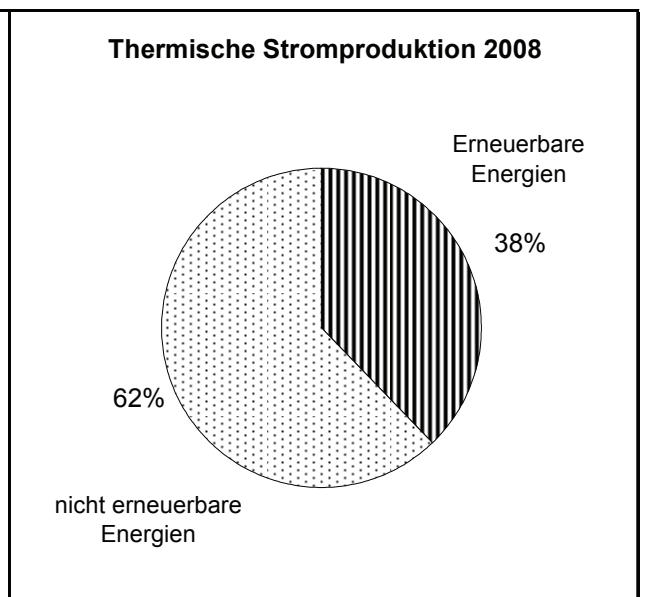
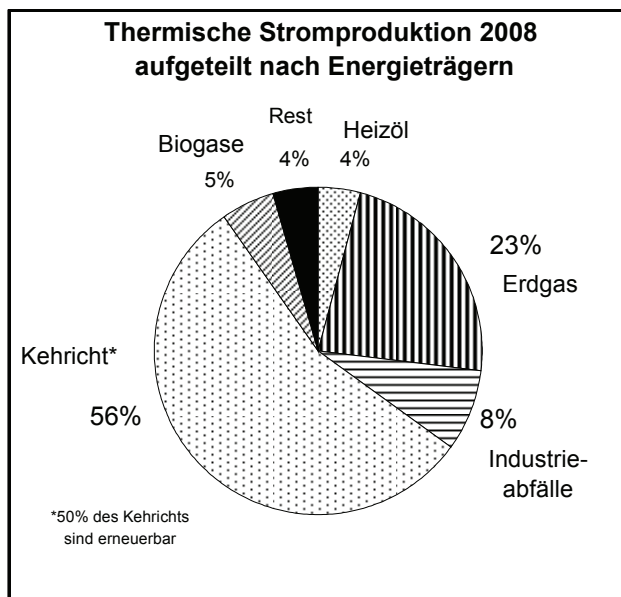
Stand: 08.09.2009

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

G:\2009\1011\AI-Ausw\Anhang-A1.xls\Bericht2 Ber3

**Thermische Stromproduktion 2008 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		14.0			0.6	0.2	5.3	1.2	70.7	<b>91.9</b>	<b>3%</b>
Heizöl M&S					0.3		41.4			<b>41.7</b>	<b>1%</b>
Erdgas					1.8	8.7	283.5	105.4	354.9	<b>754.2</b>	<b>23%</b>
Propan									11.2	<b>11.2</b>	<b>0%</b>
Kohle											
Ind.abfälle n.erneuerb.						0.6	243.9			<b>244.5</b>	<b>7%</b>
Kehricht	50%				1609.7	209.1	5.6			<b>1824.3</b>	<b>55%</b>
Ind.abfälle erneuerb.	100%						18.4			<b>18.4</b>	<b>1%</b>
Holz	100%					1.9		42.2		<b>44.1</b>	<b>1%</b>
Restholz	100%						2.2	19.2		<b>21.4</b>	<b>1%</b>
Altholz	100%						28.6	26.7		<b>55.3</b>	<b>2%</b>
Rinde	100%						1.0	10.5		<b>11.5</b>	<b>0%</b>
Klärschlamm	100%										
Biogas	100%						1.2		56.6	<b>57.8</b>	<b>2%</b>
Klärgas	100%								114.7	<b>114.7</b>	<b>3%</b>
Deponiegas	100%			5.3						<b>5.3</b>	<b>0%</b>
andere Biomasse	100%								0.1	<b>0.1</b>	<b>0%</b>
<b>Stromproduktion Total</b>		<b>14.0</b>			<b>1612.4</b>	<b>220.5</b>	<b>631.1</b>	<b>205.1</b>	<b>608.2</b>	<b>3296.6</b>	<b>100%</b>
- davon erneuerbar				5.3	804.8	106.4	54.2	98.6	171.4	<b>1240.8</b>	<b>38%</b>
- davon nicht erneuerbar		14.0			807.5	114.1	576.8	106.5	436.8	<b>2055.7</b>	<b>62%</b>
Anteil der erneuerbaren Energietr.				100%	49.9%	48.3%	8.6%	48.1%	28.2%		



**Bruttoverbrauch [1] der Anlagen mit thermischer Stromprod. 2008  
aufgeteilt nach Anlagekategorien und Energieträgern**

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

Energieträger	erneuer- barer Anteil	Bruttoverbrauch [1] nach Anlagekategorien [GWh]								Brutto- verbrauch [1] Total [GWh] %			
		div. therm. T1	Vouvy T2	Deponie- gasverstr. T3	KVA o. WKK T4	KVA m. WKK W1	Industrie W2	Fernh.- kraftw. W3	Klein- WKK W4				
Heizöl EL		40.0			4.3	1.9	71.1	8.2	205.4			<b>330.9</b>	<b>2%</b>
Heizöl M&S					1.4		428.2					<b>429.6</b>	<b>2%</b>
Erdgas (Hu)					11.6	109.2	2'414.3	323.7	1'014.1			<b>3'872.8</b>	<b>20%</b>
Propan									32.7			<b>32.7</b>	<b>0%</b>
Kohle													
Ind.abfälle n.erneuerb.						7.7	1'224.7					<b>1'232.4</b>	<b>6%</b>
Kehricht	50%				9'279.8	2'462.0	6.2					<b>11'748.0</b>	<b>60%</b>
Ind.abfälle erneuerb.	100%						269.5					<b>269.5</b>	<b>1%</b>
Holz	100%					15.0		363.8				<b>378.8</b>	<b>2%</b>
Restholz	100%						14.1	152.1				<b>166.1</b>	<b>1%</b>
Altholz	100%						235.2	215.6				<b>450.9</b>	<b>2%</b>
Rinde	100%						9.2	82.8				<b>92.0</b>	<b>0%</b>
Klärschlamm	100%												
Biogas	100%						9.0		180.9			<b>189.9</b>	<b>1%</b>
Klärgas	100%								384.3			<b>384.3</b>	<b>2%</b>
Deponiegas	100%			20.4								<b>20.4</b>	<b>0%</b>
andere Biomasse	100%								0.2			<b>0.2</b>	<b>0%</b>
<b>Bruttoverbrauch [1] Total</b>		<b>40.0</b>		<b>20.4</b>	<b>9'297.1</b>	<b>2'595.9</b>	<b>4'681.4</b>	<b>1'146.2</b>	<b>1'817.5</b>			<b>19'598.4</b>	<b>100%</b>
- davon erneuerbar				<b>20.4</b>	<b>4'639.9</b>	<b>1'246.0</b>	<b>540.0</b>	<b>814.3</b>	<b>565.4</b>			<b>7'826.0</b>	<b>40%</b>
- davon nicht erneuerbar		<b>40.0</b>			<b>4'657.2</b>	<b>1'349.9</b>	<b>4'141.3</b>	<b>331.9</b>	<b>1'252.1</b>			<b>11'772.4</b>	<b>60%</b>
Anteil der erneuerbaren Energietr.				<b>100%</b>	<b>49.9%</b>	<b>48.0%</b>	<b>11.5%</b>	<b>71.0%</b>	<b>31.1%</b>				

Ausdruck: 08.09.2009

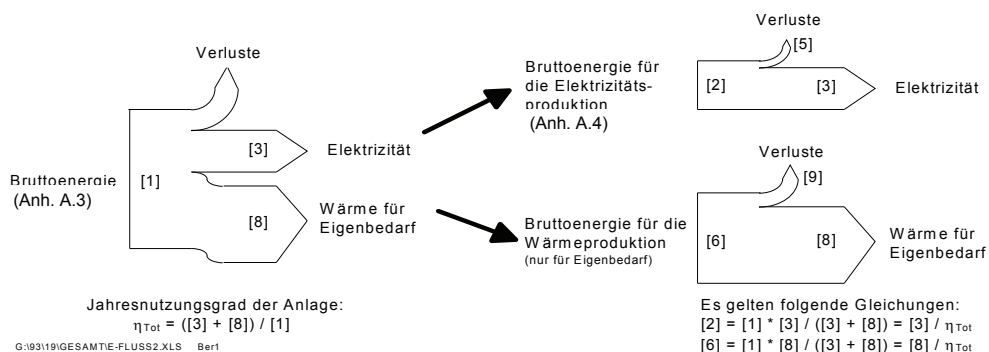
G:\2009\1011\AI-Ausw\ENERG-ab1990.xls\Anhang A.3 Ber4

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 2008  
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	Vouvy T2	Deponie- gasverstr. T3	KVA o. WKK T4	KVA m. WKK W1	Industrie W2	Fernh- kraftw. W3	Klein- WKK W4		
Heizöl EL		40.0			3.0	0.2	5.8	1.7	82.9	<b>133.6</b>	<b>2%</b>
Heizöl M&S					1.4		49.3			<b>50.7</b>	<b>1%</b>
Erdgas (Hu)					7.4	12.9	342.3	172.4	415.6	<b>950.6</b>	<b>12%</b>
Propan									13.2	<b>13.2</b>	<b>0%</b>
Kohle											
Ind.abfälle n.erneuerb.						0.8	276.1			<b>276.9</b>	<b>4%</b>
Kehricht 50%	50%				5'400.9	291.9	6.2			<b>5'699.0</b>	<b>72%</b>
Ind.abfälle erneuerb.	100%						24.9			<b>24.9</b>	<b>0%</b>
Holz 100%	100%					2.9		127.0		<b>129.9</b>	<b>2%</b>
Restholz 100%	100%						4.0	62.1		<b>66.1</b>	<b>1%</b>
Altholz 100%	100%						128.2	95.0		<b>223.1</b>	<b>3%</b>
Rinde 100%	100%						1.3	34.1		<b>35.4</b>	<b>0%</b>
Klärschlamm 100%	100%										
Biogas 100%	100%						1.3		90.0	<b>91.3</b>	<b>1%</b>
Klärgas 100%	100%								158.0	<b>158.0</b>	<b>2%</b>
Deponiegas 100%	100%			18.7						<b>18.7</b>	<b>0%</b>
andere Biomasse 100%	100%								0.1	<b>0.1</b>	<b>0%</b>
<b>Bruttoverbrauch [2] Total</b>		<b>40.0</b>		<b>18.7</b>	<b>5'412.7</b>	<b>308.7</b>	<b>839.3</b>	<b>492.3</b>	<b>759.8</b>	<b>7'871.6</b>	<b>100%</b>
- davon erneuerbar				18.7	2'700.4	148.9	162.7	318.2	248.1	<b>3'597.0</b>	<b>46%</b>
- davon nicht erneuerbar		40.0			2'712.3	159.9	676.6	174.1	511.7	<b>4'274.5</b>	<b>54%</b>
Anteil der erneuerbaren Energietr.				100%	49.9%	48.2%	19.4%	64.6%	32.7%		

Ausdruck: 08.09.2009

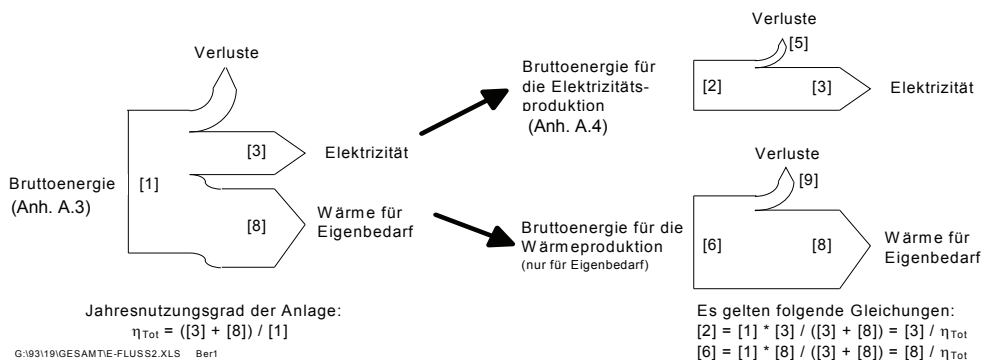
G:\2009\1011\All-Ausw\ENERG-ab1990.xls\Anhang A.4 Ber5

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 - 2008**

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**

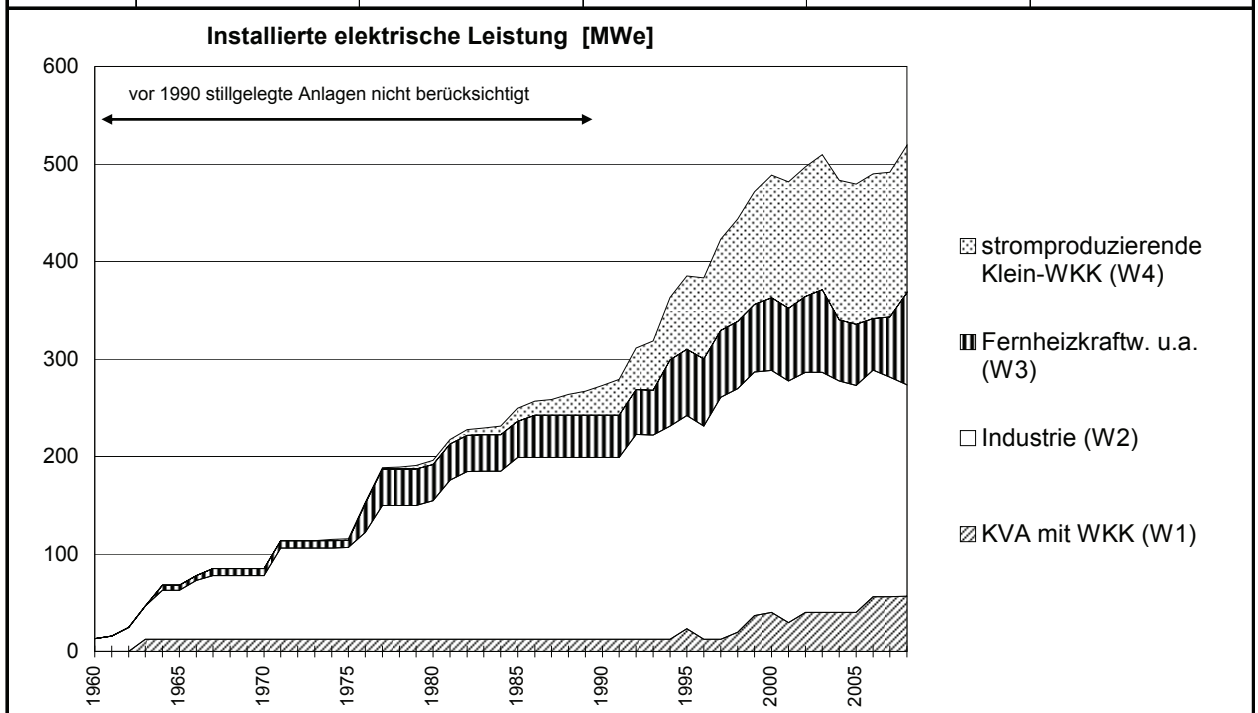
Anhang B.1b (S. 57)

### **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	227.46
1983	12.40	172.66	37.30	6.77	229.13
1984	12.40	172.66	37.30	8.89	231.25
1985	12.40	186.51	37.30	13.54	249.75
1986	12.40	186.51	43.30	14.72	256.93
1987	12.40	186.51	43.30	16.14	258.35
1988	12.40	186.51	43.30	21.35	263.56
1989	12.40	186.51	43.30	24.70	266.90
1990	12.40	186.51	43.30	30.73	272.94
1991	12.40	186.51	43.30	37.00	279.21
1992	12.40	210.34	46.00	42.58	311.32
1993	12.40	209.54	46.00	50.49	318.44
1994	12.40	218.74	68.00	64.21	363.35
1995	23.20	218.78	68.00	75.27	385.25
1996	12.40	218.91	68.70	83.10	383.12
1997	12.40	248.40	68.70	93.42	422.92
1998	19.65	249.90	69.04	105.06	443.65
1999	36.65	249.90	69.34	115.62	471.51
2000	40.20	248.08	74.54	125.72	488.54
2001	29.40	248.08	74.54	129.86	481.87
2002	40.20	246.22	77.66	133.29	497.37
2003	40.20	246.22	84.73	138.47	509.61
2004	40.20	237.38	62.73	142.98	483.28
2005	40.20	232.62	62.73	144.00	479.55
2006	56.07	232.62	52.73	148.41	489.83
2007	56.07	225.47	61.73	148.49	491.76
2008	56.87	216.66	94.76	150.87	519.16

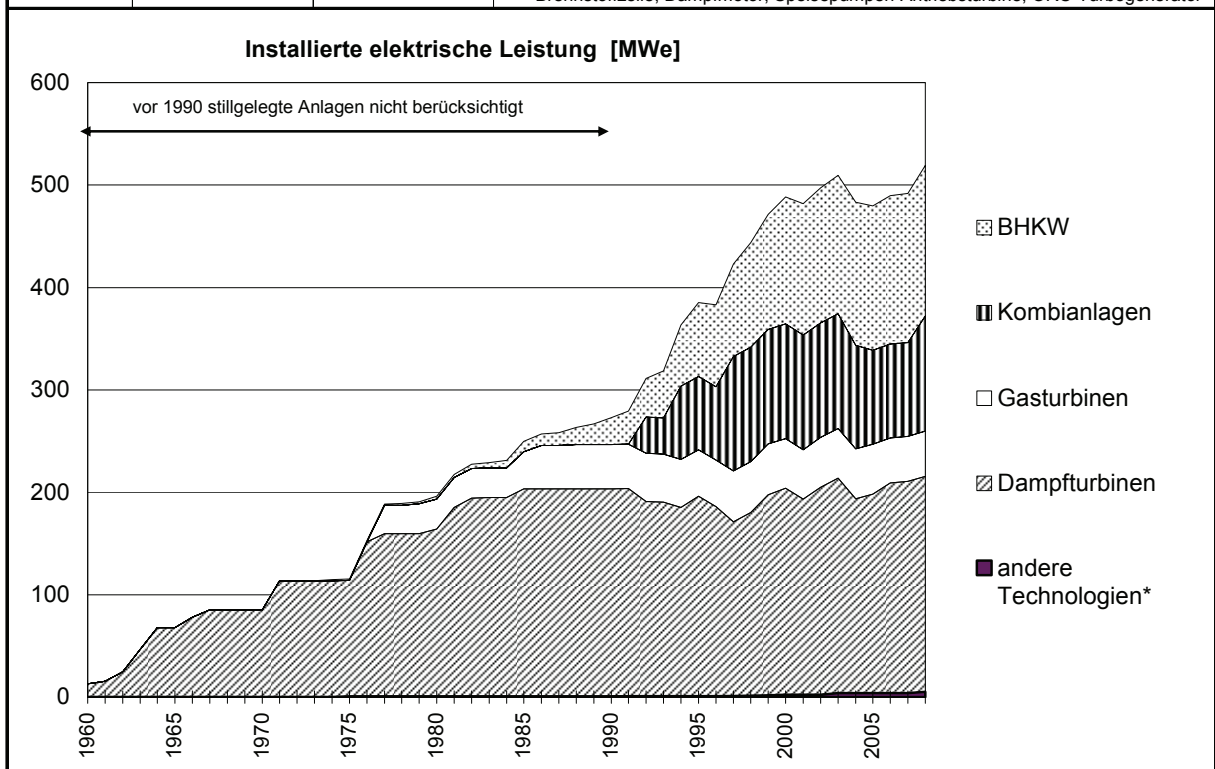


### Installierte elektr. Nennleistungen nach Technologien [MWe]

berücksichtigte Anlagen: **alle WKK-Anlagen**

Jahr	Dampfturbinen	Gasturbinen	Kombianlagen	BHKW	andere Technologien*	TOTAL
1980	163.75	29.10	0.00	2.80	0.55	<b>196.20</b>
1981	184.75	29.10	0.00	3.14	0.55	<b>217.54</b>
1982	193.65	29.10	0.00	4.10	0.61	<b>227.46</b>
1983	194.21	29.10	0.00	5.21	0.61	<b>229.13</b>
1984	194.21	29.10	0.00	7.33	0.61	<b>231.25</b>
1985	202.71	36.38	0.00	10.05	0.61	<b>249.75</b>
1986	202.71	42.38	0.00	11.23	0.61	<b>256.93</b>
1987	202.71	42.38	0.00	12.65	0.61	<b>258.35</b>
1988	202.71	43.28	0.00	16.82	0.75	<b>263.56</b>
1989	202.71	43.28	0.00	20.17	0.75	<b>266.90</b>
1990	202.71	43.28	0.00	26.20	0.75	<b>272.94</b>
1991	202.71	43.28	0.00	32.32	0.90	<b>279.21</b>
1992	190.21	46.98	35.34	37.89	0.90	<b>311.32</b>
1993	189.41	46.98	35.34	45.81	0.90	<b>318.44</b>
1994	184.41	46.98	71.54	59.59	0.84	<b>363.35</b>
1995	195.25	45.48	71.54	72.15	0.84	<b>385.25</b>
1996	185.28	45.48	71.54	79.98	0.84	<b>383.12</b>
1997	169.98	49.58	111.84	90.30	1.23	<b>422.92</b>
1998	178.73	49.58	111.84	101.94	1.56	<b>443.65</b>
1999	195.73	49.58	111.84	112.50	1.86	<b>471.51</b>
2000	201.56	48.55	111.84	124.08	2.51	<b>488.54</b>
2001	190.76	48.40	111.84	128.37	2.51	<b>481.87</b>
2002	202.53	48.55	111.84	131.90	2.55	<b>497.37</b>
2003	209.90	48.58	111.84	135.44	3.86	<b>509.61</b>
2004	190.00	48.72	100.90	139.81	3.86	<b>483.28</b>
2005	194.50	48.78	91.70	140.74	3.84	<b>479.55</b>
2006	205.37	43.81	91.70	145.12	3.84	<b>489.83</b>
2007	206.87	43.91	91.70	145.43	3.85	<b>491.76</b>
2008	210.40	44.21	112.40	147.03	5.12	<b>519.16</b>

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



# Wärme­kraft­kopplung in der Schweiz: Kantonale Verteilung 2008

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	65	7.70	30.39	1	xxx	xxx						66	9.20	37.36	3	32.01	195.34	
AI	1	xxx	xxx									1	xxx	xxx				
AR	16	1.94	8.87									16	1.94	8.87				
BE	107	16.19	67.21	3	21.74	90.35	1	xxx	xxx	1	xxx	xxx	112	51.02	191.25	2	xxx	xxx
BL	75	14.74	60.12	2	xxx	xxx						77	22.24	105.58				
BS	29	9.70	38.76	3	26.13	30.55	2	xxx	xxx	1	xxx	xxx	35	73.53	197.13			
FR	26	3.36	13.97									26	3.36	13.97	1	xxx	xxx	
GE	29	9.13	35.30									29	9.13	35.30	1	xxx	xxx	
GL	3	0.24	0.94									3	0.24	0.94	1	xxx	xxx	
GR	41	3.35	13.81	1	xxx	xxx	1	xxx	xxx			43	20.35	87.92	1	xxx	xxx	
JU	4	0.30	1.41									4	0.30	1.41				
LU	69	11.22	45.62	1	xxx	xxx	1	xxx	xxx			71	23.19	87.33	1	xxx	xxx	
NE	31	2.61	10.24							1	xxx	xxx	32	7.41	33.62	1	xxx	xxx
NW	2	xxx	xxx				1	xxx	xxx			3	1.63	2.57				
OW	3	0.67	3.00									3	0.67	3.00				
SG	95	12.23	47.73									95	12.23	47.73	3	26.90	186.96	
SH	17	4.96	20.29									17	4.96	20.29				
SO	31	4.37	15.18	1	xxx	xxx				1	xxx	xxx	33	36.44	158.48			
SZ	13	1.12	4.85									13	1.12	4.85				
TG	46	4.05	16.88	2	xxx	xxx						48	15.05	40.12	1	xxx	xxx	
TI	11	1.10	4.39									11	1.10	4.39				
UR	3	0.28	1.14									3	0.28	1.14				
VD	84	4.96	18.74				4	41.96	19.25			88	46.92	37.99	1	xxx	xxx	
VS	19	1.84	7.75	3	112.30	288.43						22	114.14	296.19	3	28.50	170.25	
ZG	10	1.98	7.51	1	xxx	xxx						11	4.92	14.90				
ZH	160	32.63	133.33	2	xxx	xxx	1	xxx	xxx	1	xxx	xxx	164	57.68	232.20	5	65.82	365.66
<b>Total</b>	<b>990</b>	<b>150.9</b>	<b>608.2</b>	<b>20</b>	<b>216.7</b>	<b>631.1</b>	<b>11</b>	<b>94.8</b>	<b>205.1</b>	<b>5</b>	<b>56.9</b>	<b>220.5</b>	<b>1026</b>	<b>519.2</b>	<b>1'664.9</b>	<b>24</b>	<b>275.2</b>	<b>1'612.4</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:\2009\1011\All-Ausw\KT-WKK2008.xls\Bericht Ber1

Stand: 08.09.2009

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

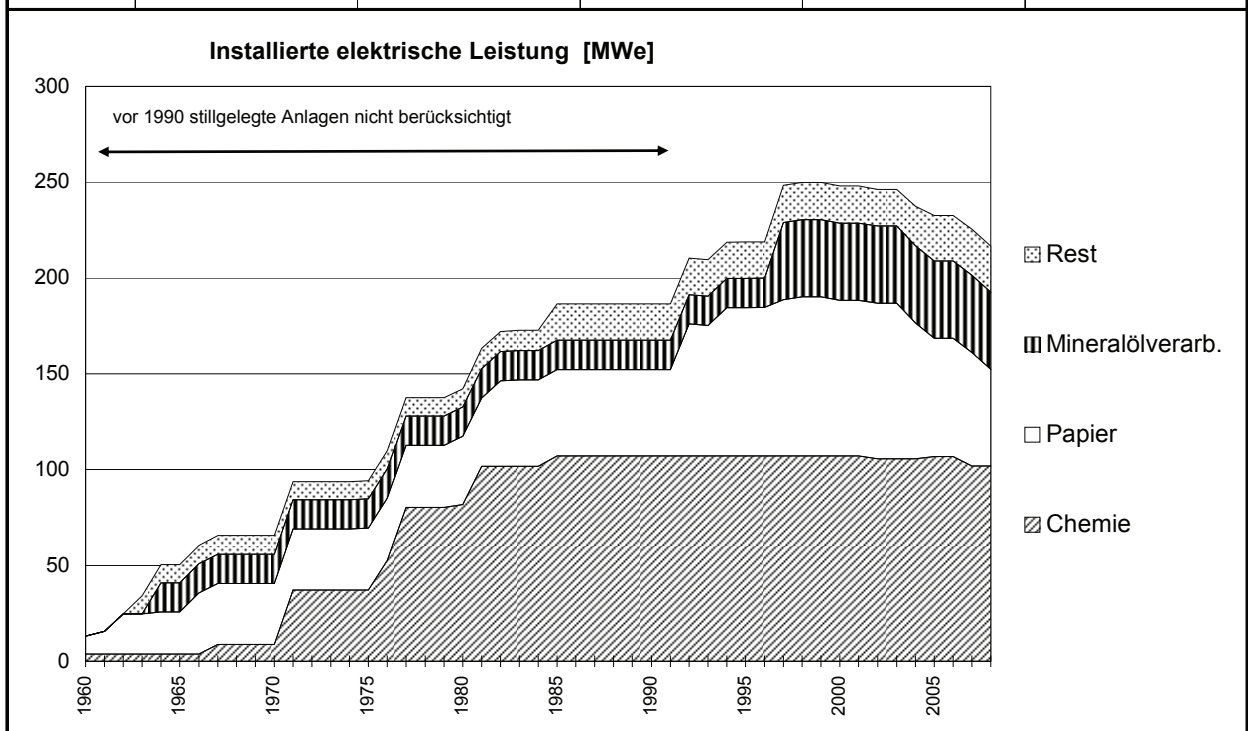
Hyperlink und Seiten-Nr.:

- |            |   |                   |
|------------|---|-------------------|
| <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	68.91	15.30	19.00	210.34
1993	107.13	68.11	15.30	19.00	209.54
1994	107.13	77.31	15.30	19.00	218.74
1995	107.17	77.31	15.30	19.00	218.78
1996	107.17	77.45	15.30	19.00	218.91
1997	107.17	81.55	40.30	19.39	248.40
1998	107.17	83.05	40.30	19.39	249.90
1999	107.17	83.05	40.30	19.39	249.90
2000	107.17	81.23	40.30	19.39	248.08
2001	107.17	81.23	40.30	19.39	248.08
2002	105.63	81.23	40.30	19.06	246.22
2003	105.63	81.23	40.30	19.06	246.22
2004	105.63	70.89	40.30	20.56	237.38
2005	106.93	61.69	40.30	23.70	232.62
2006	106.93	61.69	40.30	23.70	232.62
2007	101.93	59.19	40.30	24.05	225.47
2008	101.93	50.38	40.30	24.05	216.66

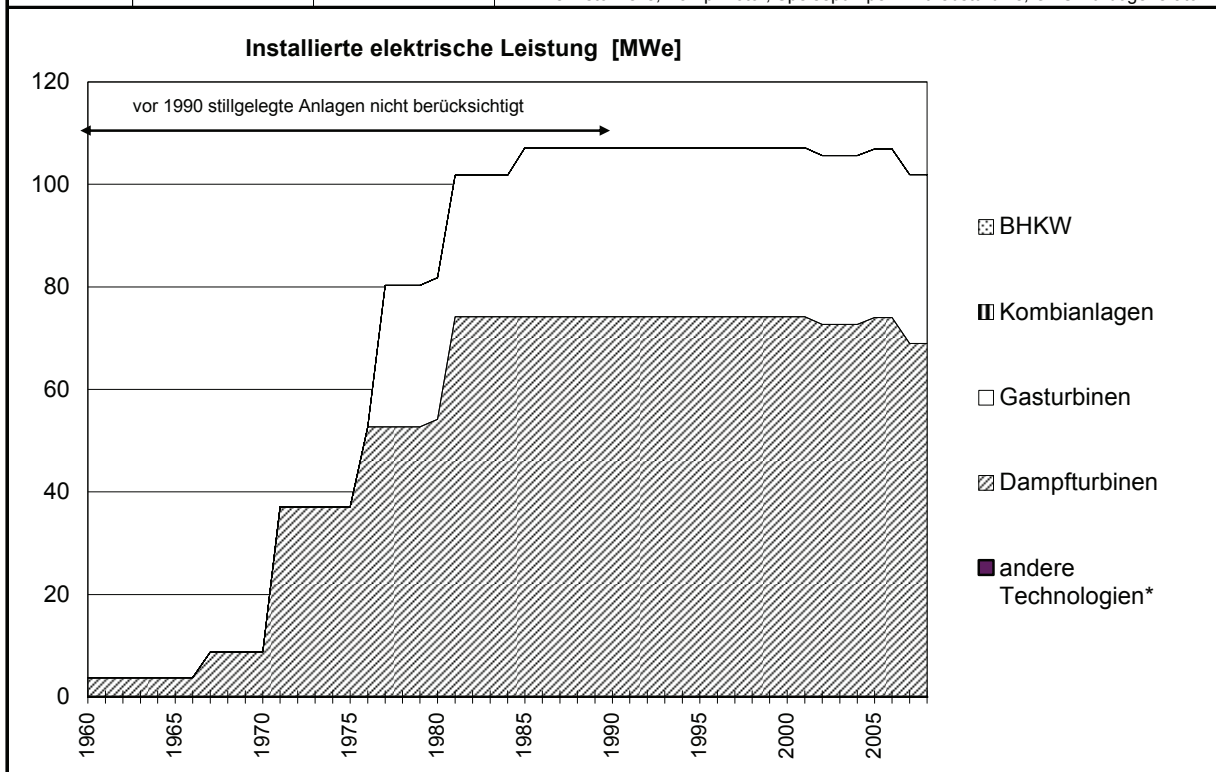


### Installierte elektr. Nennleistungen nach Technologien [MWe]

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	<b>81.78</b>
1981	74.18	27.60	0.00	0.00	0.00	<b>101.78</b>
1982	74.18	27.60	0.00	0.00	0.00	<b>101.78</b>
1983	74.18	27.60	0.00	0.00	0.00	<b>101.78</b>
1984	74.18	27.60	0.00	0.00	0.00	<b>101.78</b>
1985	74.18	32.95	0.00	0.00	0.00	<b>107.13</b>
1986	74.18	32.95	0.00	0.00	0.00	<b>107.13</b>
1987	74.18	32.95	0.00	0.00	0.00	<b>107.13</b>
1988	74.18	32.95	0.00	0.00	0.00	<b>107.13</b>
1989	74.18	32.95	0.00	0.00	0.00	<b>107.13</b>
1990	74.18	32.95	0.00	0.00	0.00	<b>107.13</b>
1991	74.18	32.95	0.00	0.00	0.00	<b>107.13</b>
1992	74.18	32.95	0.00	0.00	0.00	<b>107.13</b>
1993	74.18	32.95	0.00	0.00	0.00	<b>107.13</b>
1994	74.18	32.95	0.00	0.00	0.00	<b>107.13</b>
1995	74.22	32.95	0.00	0.00	0.00	<b>107.17</b>
1996	74.22	32.95	0.00	0.00	0.00	<b>107.17</b>
1997	74.22	32.95	0.00	0.00	0.00	<b>107.17</b>
1998	74.22	32.95	0.00	0.00	0.00	<b>107.17</b>
1999	74.22	32.95	0.00	0.00	0.00	<b>107.17</b>
2000	74.22	32.95	0.00	0.00	0.00	<b>107.17</b>
2001	74.22	32.95	0.00	0.00	0.00	<b>107.17</b>
2002	72.68	32.95	0.00	0.00	0.00	<b>105.63</b>
2003	72.68	32.95	0.00	0.00	0.00	<b>105.63</b>
2004	72.68	32.95	0.00	0.00	0.00	<b>105.63</b>
2005	73.98	32.95	0.00	0.00	0.00	<b>106.93</b>
2006	73.98	32.95	0.00	0.00	0.00	<b>106.93</b>
2007	68.98	32.95	0.00	0.00	0.00	<b>101.93</b>
2008	68.98	32.95	0.00	0.00	0.00	<b>101.93</b>

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



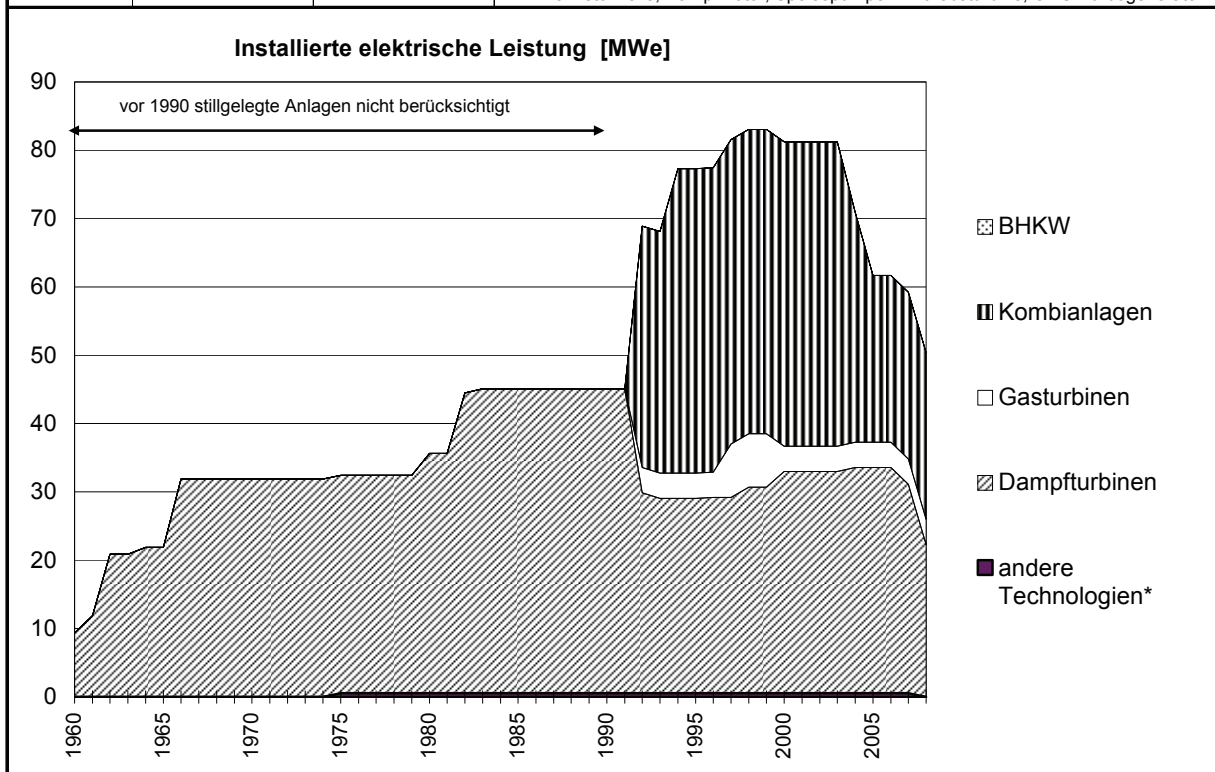


### Installierte elektr. Nennleistungen nach Technologien [MWe]

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	<b>35.62</b>
1981	35.07	0.00	0.00	0.00	0.55	<b>35.62</b>
1982	43.97	0.00	0.00	0.00	0.55	<b>44.52</b>
1983	44.53	0.00	0.00	0.00	0.55	<b>45.08</b>
1984	44.53	0.00	0.00	0.00	0.55	<b>45.08</b>
1985	44.53	0.00	0.00	0.00	0.55	<b>45.08</b>
1986	44.53	0.00	0.00	0.00	0.55	<b>45.08</b>
1987	44.53	0.00	0.00	0.00	0.55	<b>45.08</b>
1988	44.53	0.00	0.00	0.00	0.55	<b>45.08</b>
1989	44.53	0.00	0.00	0.00	0.55	<b>45.08</b>
1990	44.53	0.00	0.00	0.00	0.55	<b>45.08</b>
1991	44.53	0.00	0.00	0.00	0.55	<b>45.08</b>
1992	29.33	3.70	35.34	0.00	0.55	<b>68.91</b>
1993	28.53	3.70	35.34	0.00	0.55	<b>68.11</b>
1994	28.53	3.70	44.54	0.00	0.55	<b>77.31</b>
1995	28.53	3.70	44.54	0.00	0.55	<b>77.31</b>
1996	28.67	3.70	44.54	0.00	0.55	<b>77.45</b>
1997	28.67	7.80	44.54	0.00	0.55	<b>81.55</b>
1998	30.17	7.80	44.54	0.00	0.55	<b>83.05</b>
1999	30.17	7.80	44.54	0.00	0.55	<b>83.05</b>
2000	32.45	3.70	44.54	0.00	0.55	<b>81.23</b>
2001	32.45	3.70	44.54	0.00	0.55	<b>81.23</b>
2002	32.45	3.70	44.54	0.00	0.55	<b>81.23</b>
2003	32.45	3.70	44.54	0.00	0.55	<b>81.23</b>
2004	33.05	3.70	33.60	0.00	0.55	<b>70.89</b>
2005	33.05	3.70	24.40	0.00	0.55	<b>61.69</b>
2006	33.05	3.70	24.40	0.00	0.55	<b>61.69</b>
2007	30.55	3.70	24.40	0.00	0.55	<b>59.19</b>
2008	22.28	3.70	24.40	0.00	0.00	<b>50.38</b>

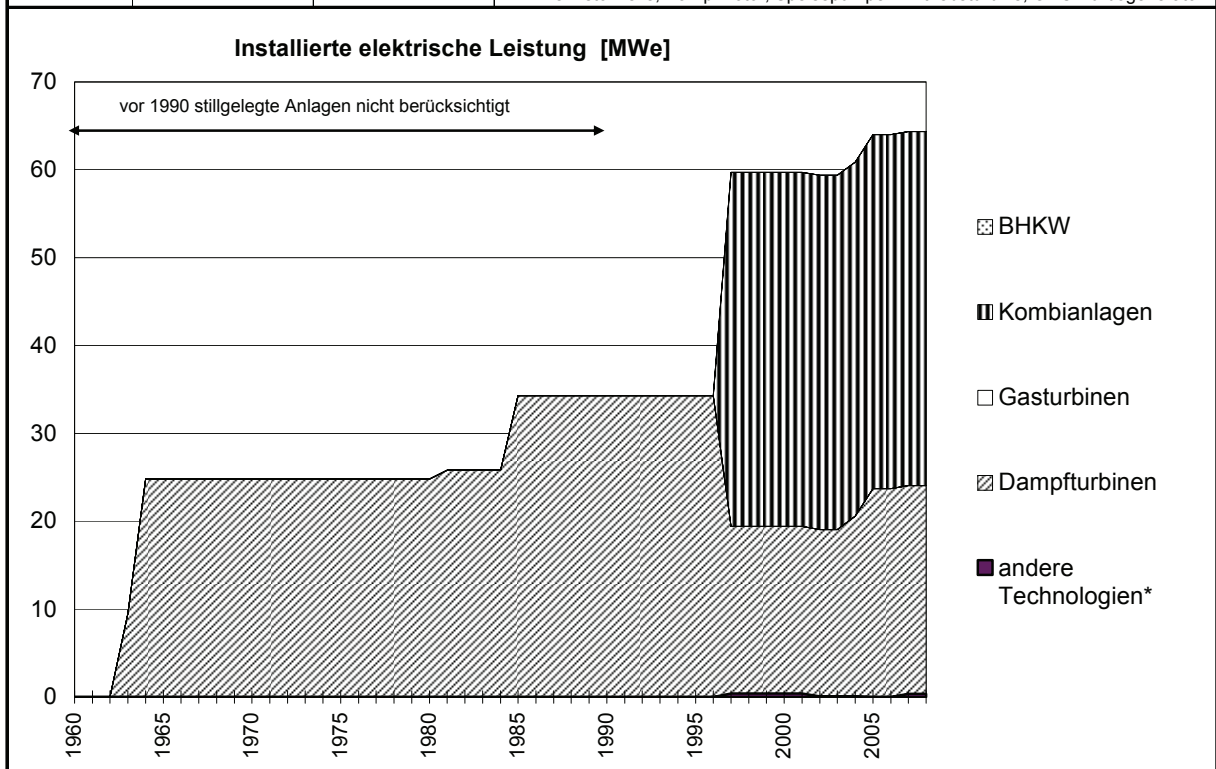
\* Brennstoffzelle, Dampfmotor, Speisepumpen-Antriebsturbine, ORC-Turbogenerator



**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	<b>24.80</b>
1981	25.80	0.00	0.00	0.00	0.00	<b>25.80</b>
1982	25.80	0.00	0.00	0.00	0.00	<b>25.80</b>
1983	25.80	0.00	0.00	0.00	0.00	<b>25.80</b>
1984	25.80	0.00	0.00	0.00	0.00	<b>25.80</b>
1985	34.30	0.00	0.00	0.00	0.00	<b>34.30</b>
1986	34.30	0.00	0.00	0.00	0.00	<b>34.30</b>
1987	34.30	0.00	0.00	0.00	0.00	<b>34.30</b>
1988	34.30	0.00	0.00	0.00	0.00	<b>34.30</b>
1989	34.30	0.00	0.00	0.00	0.00	<b>34.30</b>
1990	34.30	0.00	0.00	0.00	0.00	<b>34.30</b>
1991	34.30	0.00	0.00	0.00	0.00	<b>34.30</b>
1992	34.30	0.00	0.00	0.00	0.00	<b>34.30</b>
1993	34.30	0.00	0.00	0.00	0.00	<b>34.30</b>
1994	34.30	0.00	0.00	0.00	0.00	<b>34.30</b>
1995	34.30	0.00	0.00	0.00	0.00	<b>34.30</b>
1996	34.30	0.00	0.00	0.00	0.00	<b>34.30</b>
1997	19.00	0.00	40.30	0.00	0.39	<b>59.69</b>
1998	19.00	0.00	40.30	0.00	0.39	<b>59.69</b>
1999	19.00	0.00	40.30	0.00	0.39	<b>59.69</b>
2000	19.00	0.00	40.30	0.00	0.39	<b>59.69</b>
2001	19.00	0.00	40.30	0.00	0.39	<b>59.69</b>
2002	19.00	0.00	40.30	0.00	0.06	<b>59.36</b>
2003	19.00	0.00	40.30	0.00	0.06	<b>59.36</b>
2004	20.50	0.00	40.30	0.00	0.06	<b>60.86</b>
2005	23.70	0.00	40.30	0.00	0.00	<b>64.00</b>
2006	23.70	0.00	40.30	0.00	0.00	<b>64.00</b>
2007	23.70	0.00	40.30	0.00	0.35	<b>64.35</b>
2008	23.70	0.00	40.30	0.00	0.35	<b>64.35</b>

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

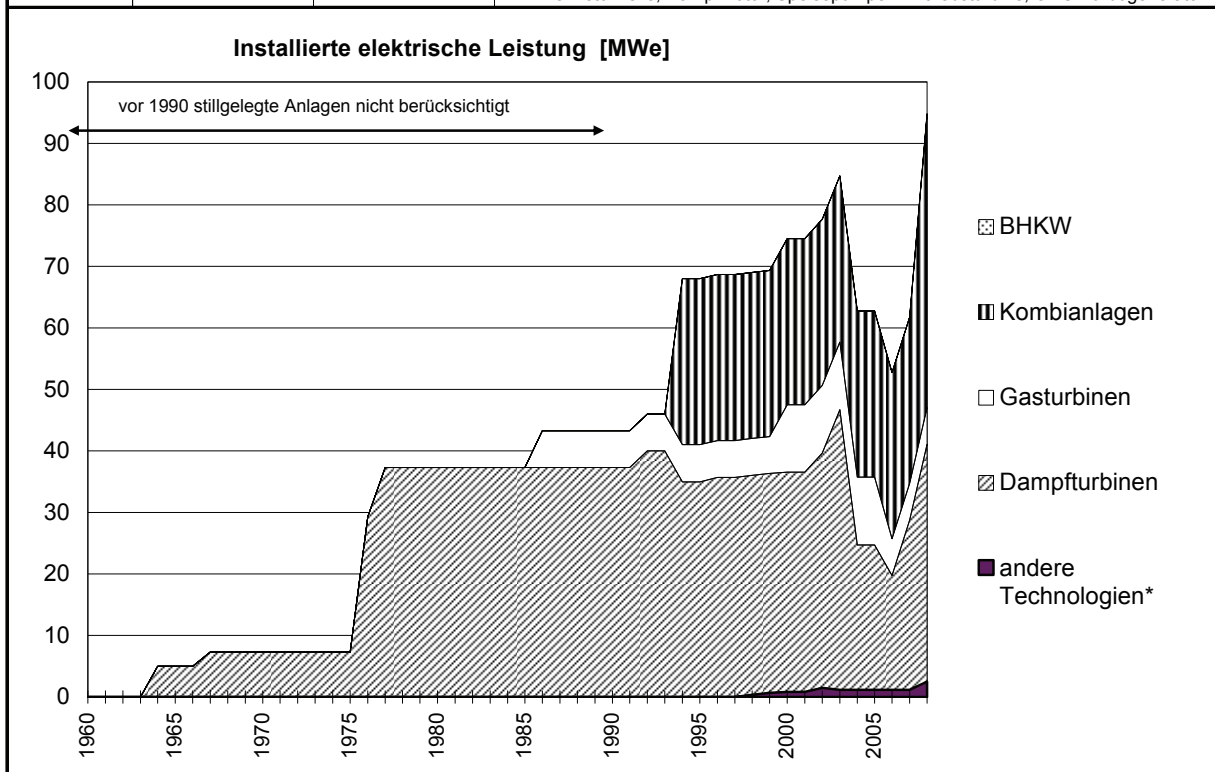


### Installierte elektr. Nennleistungen nach Technologien [MWe]

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
2008	38.57	6.00	47.70	0.00	2.49	94.76

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



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

### **D.1 Jahresstatistiken 2008**

Hyperlink und Seiten-Nr.:

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

Anhang D.1a (S. 66)

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

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

Anhang D.1b (S. 67)

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

#### **D.1c Fortschreibungsparameter 2008**

Anhang D1.c (S. 68)

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

### **D.2 Zeitreihen 1986 - 2008**

#### **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 2008</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)	-	1030	40	85	281	1	609	14	972	40	10	8
Anzahl WKK-Aggregate	-	1315	43	99	383	4	764	22	1246	43	12	14
Installierte Leistungen												
- Anschlussleistung	MW	443.46	10.36	36.68	89.49	4.78	291.25	10.90	420.57	10.36	3.83	8.70
- elektrische Leistung	MW	150.87		13.32	28.67	1.64	101.86	5.37	144.96		1.15	4.75
- mechanische Leistung 2)	MW	0.41			0.41				0.41			
- Heizleistung	MW	247.76	16.56	16.48	48.06	2.66	156.51	7.51	222.88	16.56	1.86	6.46
<b>Jahresenergieverbrauch/ -produktion</b>												
Endenergieverbrauch Total	GWh	1838.70	21.23	188.47	387.32	18.72	1181.40	41.55	1766.26	21.23	12.66	38.55
- Erdgas	GWh	1032.23	18.17	7.40	1.63	18.72	944.76	41.55	972.52	18.17	12.35	29.19
- Diesel / Heizöl EL	GWh	208.43	3.06		0.55		204.82		205.37	3.06		
- Propan	GWh	32.68			0.85		31.82		32.68			
- Klärgas	GWh	384.28			384.28				374.63		0.31	9.35
- Deponiegas	GWh											
- Biogas	GWh	180.89		180.89					180.89			
- Fett/Öl erneuerbar	GWh	0.18		0.18					0.18			
- andere Energieträger	GWh											
produzierte Elektrizität	GWh	608.17		59.01	115.58	5.83	406.91	20.85	584.37		3.55	20.24
genutzte mechanische Energie 2)	GWh	2.28			2.28				2.28			
produzierte Wärmeenergie	GWh	947.33	29.91	84.57	193.78	9.45	612.80	16.81	895.63	29.91	5.92	15.87
genutzte Wärmeenergie	GWh	882.52	29.53	59.59	165.45	9.45	601.69	16.81	831.78	29.53	5.91	15.30

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: 25.08.09

G:\2009\1011\KW-Ausw\Jahr\_Typ3+2\_2008.xls\Anhang D.1a Ber04

<b>Jahresstatistik 2008</b>												
<b>Typ 3</b>		<b>TOTAL</b> (alle Anlagen)	<b>Anlagearten (Typ 3) der Klein-WKK-Statistik 3)</b>									
der Klein-WKK-Jahresstatistik			fossile WP	Biogas LW	ARA o. GT	Deponieg.	foss. BHKW	Rest foss.	Biog. Gew/In	ARA nur GT	fossile GT	Rest(ARA)
Anlagekategorie 4) ->		W5	W4.BIO.1	W4.ARA.1a	W4.DEP	W4.FOS.1a	W4.FOS.1b	W4.BIO.2	W4.ARA.2	W4.FOS.2	W4.ARA.1b	
<b>WKK-Anlagen in Betrieb (Jahresende)</b>			A	B	C	D	E	F	G	H	I	K
Anzahl WKK-Anlagen 1)	-	1030	40	58	277	1	609	5	27	1	9	3
Anzahl WKK-Aggregate	-	1315	43	64	379	4	764	11	35	1	11	3
Installierte Leistungen												
- Anschlussleistung	MW	443.46	10.36	17.92	87.86	4.78	291.25	7.30	18.76	0.22	3.60	1.40
- elektrische Leistung	MW	150.87		6.50	28.14	1.64	101.86	4.28	6.82	0.07	1.09	0.47
- mechanische Leistung 2)	MW	0.41			0.41							
- Heizleistung	MW	247.76	16.56	7.76	47.24	2.66	156.51	5.70	8.72	0.06	1.81	0.76
<b>Jahresenergieverbrauch/ -produktion</b>												
Endenergieverbrauch Total	GWh	1838.70	21.23	95.62	377.67	18.72	1181.40	29.19	92.85	0.31	12.35	9.35
- Erdgas	GWh	1032.23	18.17		1.63	18.72	944.76	29.19	7.40		12.35	
- Diesel / Heizöl EL	GWh	208.43	3.06		0.55		204.82					
- Propan	GWh	32.68			0.85		31.82					
- Klärgas	GWh	384.28			374.63				0.31			9.35
- Deponiegas	GWh											
- Biogas	GWh	180.89		95.62					85.28			
- Fett/Öl erneuerbar	GWh	0.18							0.18			
- andere Energieträger	GWh											
produzierte Elektrizität	GWh	608.17		32.82	112.63	5.83	406.91	17.38	26.19	0.09	3.47	2.86
genutzte mechanische Energie 2)	GWh	2.28			2.28							
produzierte Wärmeenergie	GWh	947.33	29.91	44.85	188.80	9.45	612.80	10.96	39.72	0.07	5.85	4.91
genutzte Wärmeenergie	GWh	882.52	29.53	40.01	161.05	9.45	601.69	10.96	19.58	0.06	5.85	4.34

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: 25.08.09

G:\2009\1011\KW-Ausw[Jahr\_Typ3+2\_2008.xls]Anhang D.1b+c Ber02

<b>Fortschreibungsparameter 2008</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>4282</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%		80.0%					
- Diesel / Heizöl EL	a. gemäss den erhobenen Werten des Jahres 1993 (Spalten A und C)	14.4%		0.1%		17.3%					
- Propan				0.2%		2.7%					
- Klärgas				99.2%							
- Deponiegas											
- Biogas											
- Holz	b. gemäss den Inputleistungsanteilen des Vorjahres (Spalten E und F)										
- andere Energieträger											
produzierte Elektrizität	S3: Vollbetriebsstunden			<b>4008</b>		<b>3980</b>					
genutzte mechanische Energie	S3: Vollbetriebsstunden		<b>4724</b>								
produzierte Wärmeenergie	S3: Vollbetriebsstunden	1680	<b>3963</b>	<b>3888</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: 25.08.09

G:\2009\1011\KW-Ausw\Jahr\_Typ3+2\_2008.xls\Anhang D.1b+c Ber03

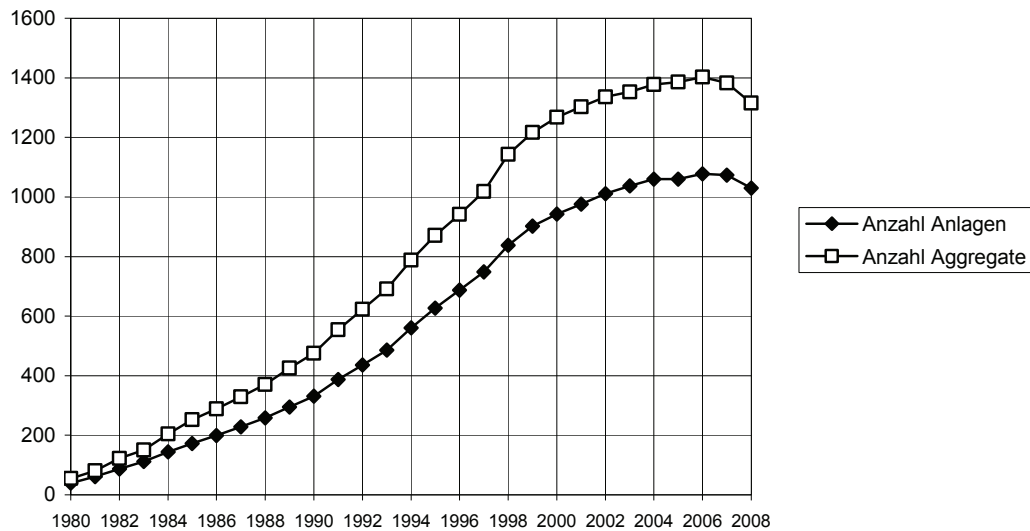
**Anzahl Anlagen und Aggregate / Durchschnittliche Energieinputleistungen**

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

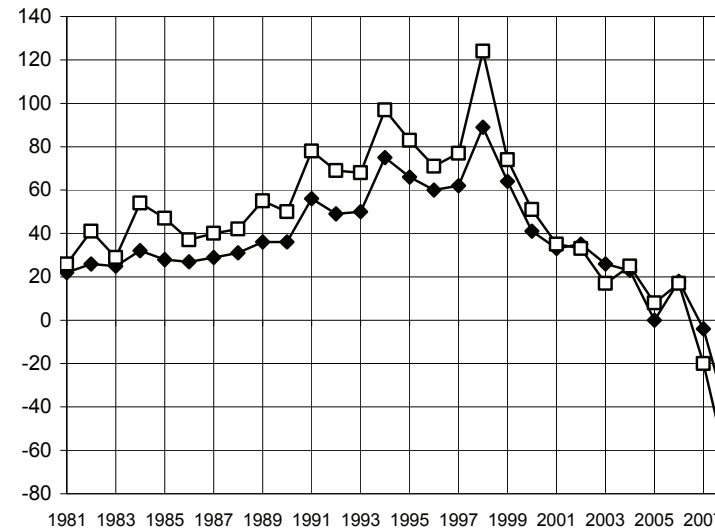
Kat. W4+W5

		1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Anzahl Klein-WKK-Anlagen 1)		436	486	561	627	687	749	838	902	943	976	1011	1037	1060	1060	1078	1074	1030
Anzahl Klein-WKK-Aggregate 2)		623	691	788	871	942	1019	1143	1217	1268	1303	1336	1353	1378	1386	1403	1383	1315
Anzahl Aggregate pro Anlage (Mittel)		1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3
durchschn. Inputleist. pro Anlage	kW/Anl.	391	400	421	424	418	421	413	416	420	414	409	407	409	410	412	411	431
durchschn. Inputleist. pro Aggregat	kW/Aggr.	273	281	300	305	305	309	303	308	312	310	309	312	315	313	317	319	337

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



Zunahme der Anzahl Anlagen resp. Aggregate gegenüber Vorjahr



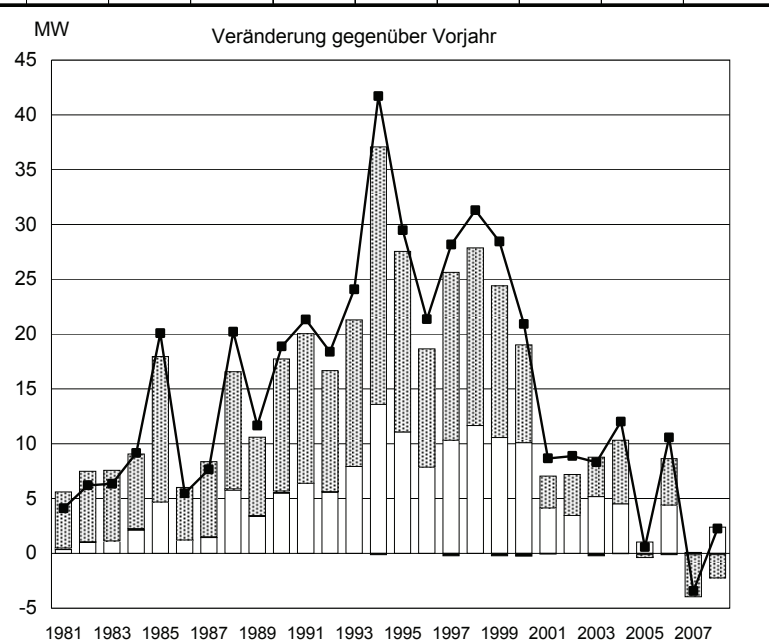
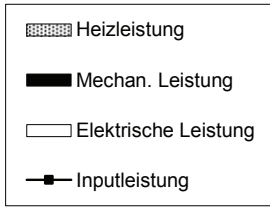
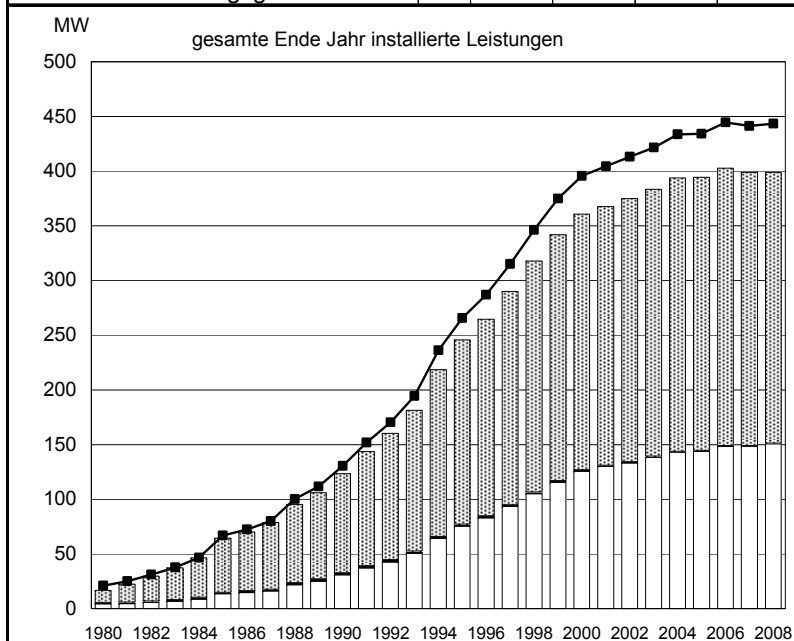


### Installierte Leistungen

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

Kat. W4 + W5

		1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Anschlussleistung = Inputleistung	MW	170.32	194.39	236.10	265.57	286.93	315.08	346.37	374.80	395.71	404.36	413.23	421.54	433.53	434.08	444.65	441.21	443.46
Heizleistung	MW	115.36	128.74	152.21	168.68	179.47	194.78	211.00	224.84	233.74	236.65	240.38	243.96	249.77	249.50	253.72	249.89	247.76
Mechanische Leistung	MW	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	0.41
Elektrische Leistung	MW	42.70	50.61	64.21	75.27	83.10	93.42	105.06	115.62	125.72	129.86	133.29	138.47	142.98	144.00	148.41	148.49	150.87
Elektrischer Wirkungsgrad	%	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	33.7	34.0



25.8.09

G:\2009\1011\KW-Ausw\AA-ISLT.XLS\Anhang D.2b Ber1

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

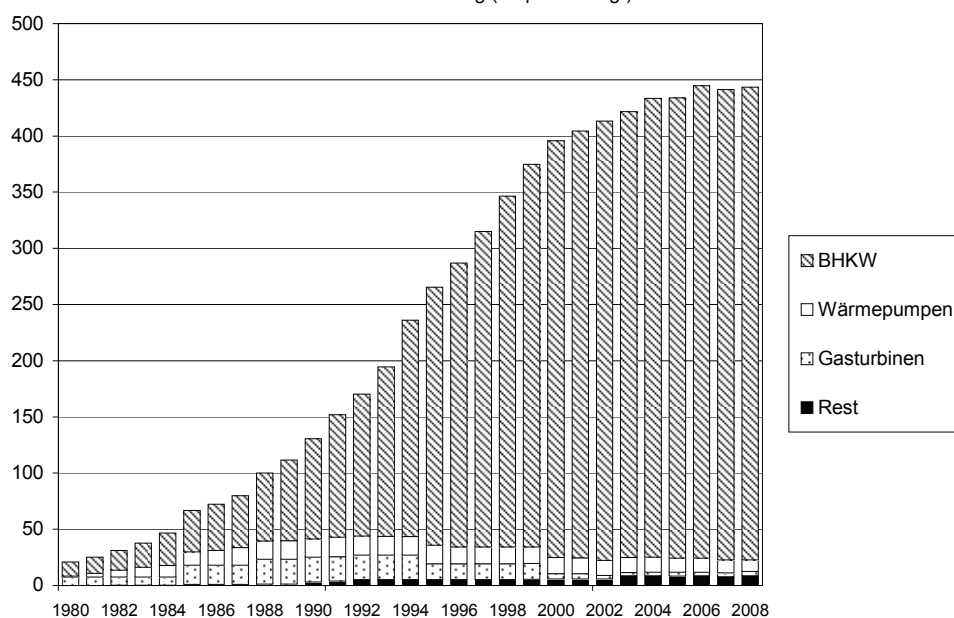
betrachtete Anlagen und Aggregate: sämtliche in der Schweiz betriebene Klein-WKK-Anlagen

Kat. W4 + W5

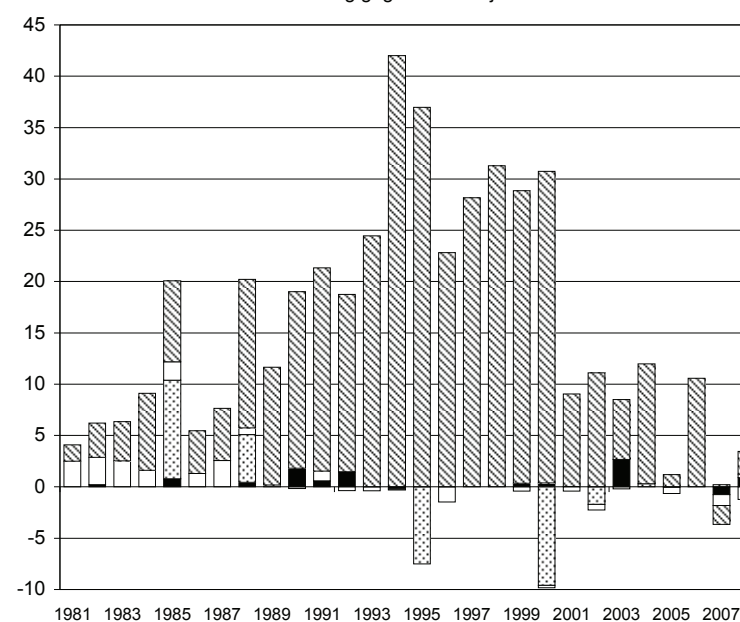
		1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
BHKW (inkl. Gebläseantriebe)	MW	126.20	150.67	192.68	229.65	252.48	280.63	311.92	340.43	370.77	379.78	390.90	396.73	408.43	409.63	420.18	418.35	420.57
Gas- + Dieselmotorwärmepumpen*	MW	17.02	16.62	16.51	16.51	15.05	15.05	15.05	14.63	14.41	14.00	13.45	13.25	13.25	12.65	12.65	11.57	10.36
Gasturbinen (bis 1 MWe)	MW	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	3.83
Rest (z.B. Brennstoffzellen, TEA)	MW	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	8.70
<b>TOTAL</b>	<b>MW</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>413.23</b>	<b>421.54</b>	<b>433.53</b>	<b>434.08</b>	<b>441.21</b>	<b>443.46</b>	

\* Kat. W5

MW Ende Jahr installierte Anschlussleistung (=Inputleistung)



MW Veränderung gegenüber Vorjahr

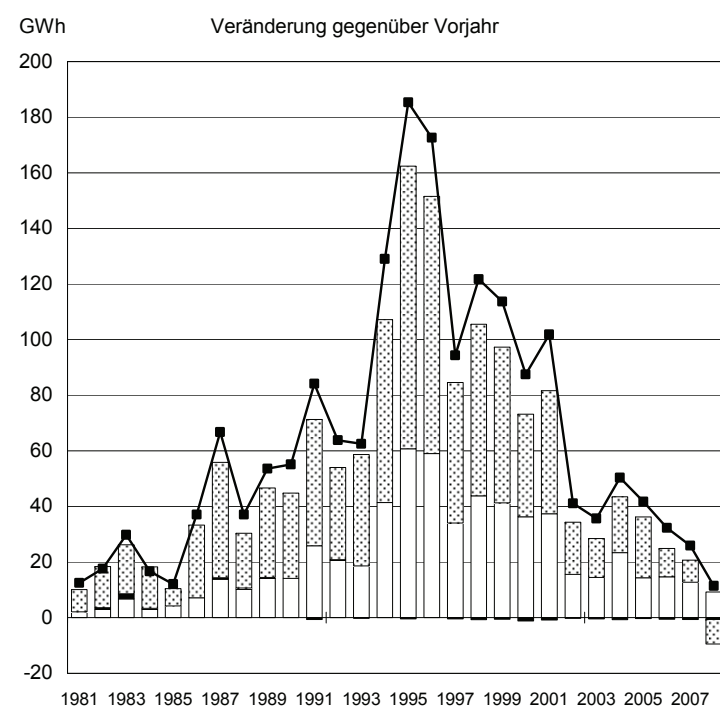
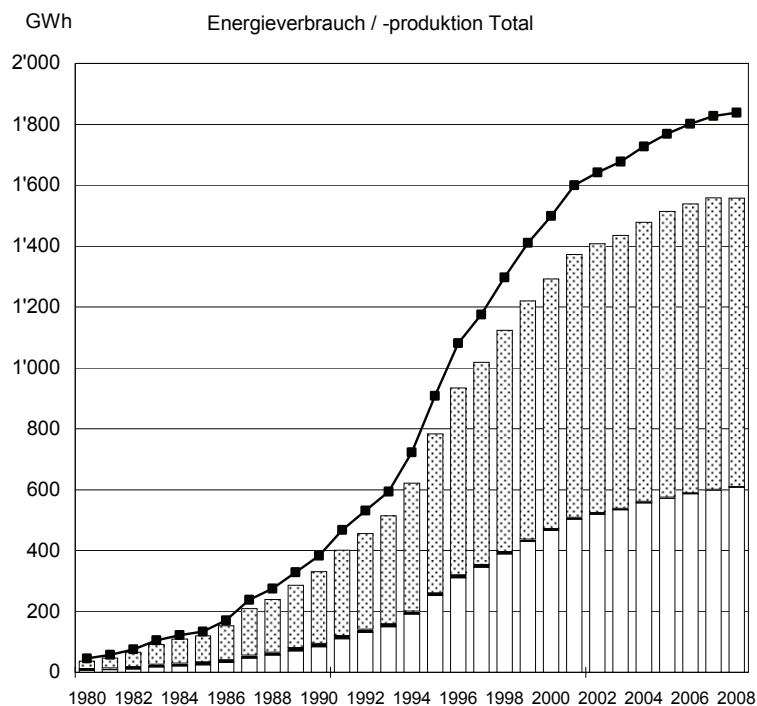


### Energieverbrauch / -produktion

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

Kat. W4 + W5

		1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Endenergieverbrauch	GWh/a	531.4	594.0	723.0	908.4	1081.0	1175.4	1297.1	1410.9	1498.4	1600.3	1641.3	1677.0	1727.3	1769.1	1801.4	1827.3	1838.7
Wärmeproduktion	GWh/a	313.8	353.9	419.7	521.4	613.9	664.5	726.2	782.2	819.1	863.3	882.2	896.2	916.2	938.0	948.3	956.2	947.3
Mechanische Nutzenergie	GWh/a	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	2.3
Elektrizitätsproduktion	GWh/a	131.2	149.8	191.1	251.9	310.9	344.9	388.8	430.0	466.3	503.7	519.2	533.7	557.1	571.5	586.2	598.9	608.2
Gesamtwirkungsgrad	-	86%	86%	86%	86%	86%	87%	87%	86%	86%	86%	86%	86%	86%	86%	85%	85%	85%



25.8.09

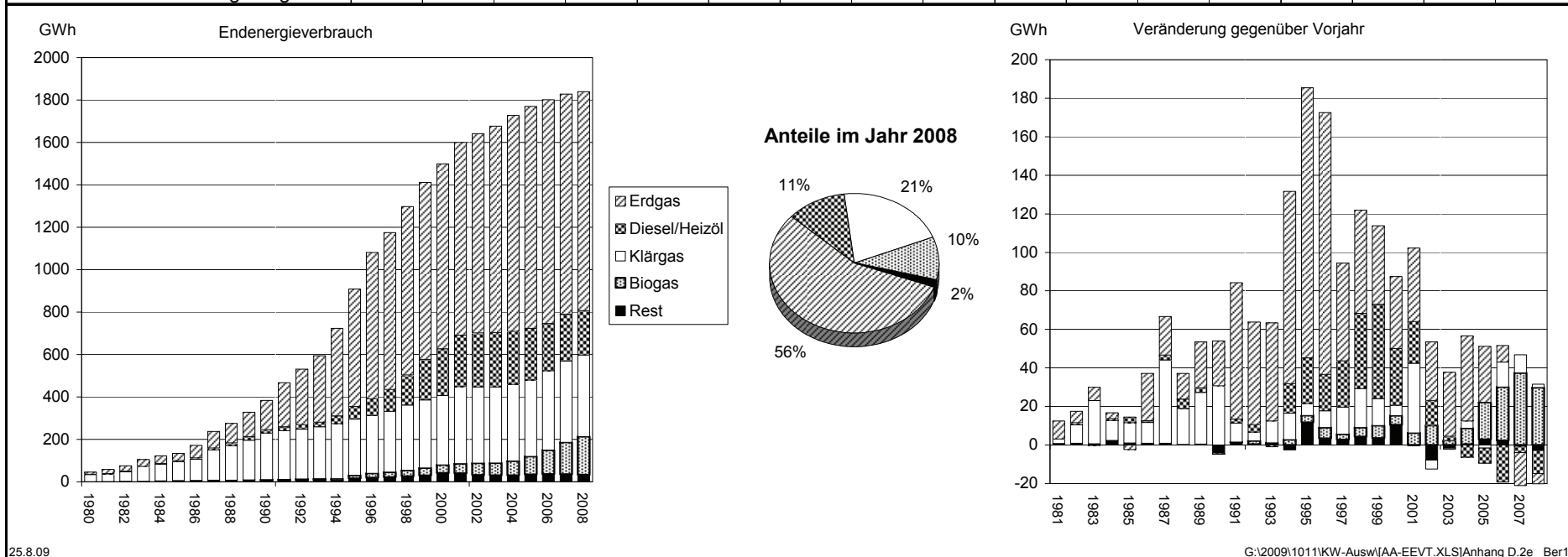
G:\2009\1011\KW-Ausw[AA-EVPD.XLS]Anhang D.2d Ber1

**Endenergieverbrauch nach Energieträgern**

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

Kat. W4 + W5

		1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Erdgas	GWh/a	261.87	312.87	412.58	552.78	688.79	739.44	792.91	833.68	871.09	909.25	939.56	972.81	1017.03	1046.05	1054.60	1037.50	1032.23
Diesel / Heizöl EL	GWh/a	22.03	21.15	36.58	60.17	78.99	103.09	142.03	190.92	220.35	241.98	254.99	257.14	250.79	242.96	223.70	220.49	208.43
Propan	GWh/a	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	32.68
Klärgas	GWh/a	233.49	244.81	258.50	264.66	273.42	287.33	307.57	321.53	326.94	363.15	358.53	357.98	361.73	360.13	373.05	382.53	384.28
Deponiegas	GWh/a	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	0.00
Biogas	GWh/a	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	180.89
Fett/Öl erneuerbar	GWh/a	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	0.18
andere Energieträger	GWh/a	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	0.00	
<b>TOTAL</b>	<b>GWh/a</b>	<b>531.44</b>	<b>593.99</b>	<b>723.05</b>	<b>908.40</b>	<b>1081.00</b>	<b>1175.36</b>	<b>1297.15</b>	<b>1410.87</b>	<b>1498.40</b>	<b>1600.25</b>	<b>1641.35</b>	<b>1676.95</b>	<b>1727.30</b>	<b>1769.08</b>	<b>1801.38</b>	<b>1827.25</b>	<b>1838.70</b>
<b>Anteil erneuerbarer Energieträger</b>		<b>45%</b>	<b>43%</b>	<b>37%</b>	<b>32%</b>	<b>27%</b>	<b>27%</b>	<b>26%</b>	<b>26%</b>	<b>25%</b>	<b>26%</b>	<b>25%</b>	<b>25%</b>	<b>25%</b>	<b>27%</b>	<b>29%</b>	<b>31%</b>	



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

Anlagekategorie	1990	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
<b>w4 Stromprod. Klein-WKK-Aggr.</b>	<b>412</b>	<b>1'208</b>	<b>1'245</b>	<b>1'280</b>	<b>1'298</b>	<b>1'323</b>	<b>1'333</b>	<b>1'350</b>	<b>1'334</b>	<b>1'272</b>
W4.ARA.1 Kläranlagen mit BHKW	243	412	413	414	405	397	393	394	391	382
W4.ARA.2 Kläranlagen mit Gasturbinen	5	2	2	0	0	0	0	0	1	1
W4.BIO.1 Biogasanlagen Landwirtschaft	26	33	37	39	39	46	52	63	66	64
W4.BIO.2 Biogasanlagen Gewerbe u. Industrie	0	30	31	28	29	28	29	34	36	35
W4.DEP Deponiegas-WKK-Anlagen	2	4	5	5	5	5	4	4	4	4
W4.FOS.1 fossile BHKW	133	727	754	785	811	837	845	845	826	775
Bürogebäude (inkl. Banken)	26	96	103	107	109	109	105	95	87	87
Wärmeverbund (gemischte Nutzung)	9	64	64	63	60	62	61	62	60	61
Schulen, Sportanlagen	17	105	108	110	109	110	113	106	100	94
Wohngebäude	30	136	145	164	184	200	213	223	225	208
Gewerbe und Industrie	17	145	148	145	139	143	139	140	145	135
Spitäler, Heime	13	77	80	83	85	87	88	92	90	83
andere (und unbekannt)	21	104	106	113	125	126	126	127	119	107
W4.FOS.2 fossile Gasturbinen < 1 MWe	3	0	3	9	9	10	10	10	10	11
<b>w5 Nicht stromprod. Klein-WKK-Aggr.</b>	<b>67</b>	<b>60</b>	<b>58</b>	<b>56</b>	<b>55</b>	<b>55</b>	<b>53</b>	<b>53</b>	<b>49</b>	<b>43</b>
Bürogebäude (inkl. Banken)	8	9	9	7	7	7	7	7	5	5
Wärmeverbund (gemischte Nutzung)	7	4	2	2	2	2	2	2	2	2
Schulen, Sportanlagen	21	17	17	17	17	17	15	15	14	11
Wohngebäude	13	9	9	9	9	9	9	9	9	6
Gewerbe und Industrie	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Spitäler, Heime	4	5	5	5	5	5	5	5	4	4
andere	13	14	14	14	13	13	13	13	13	13
<b>w4+w5 Total alle Klein-WKK-Aggregate</b>	<b>479</b>	<b>1'268</b>	<b>1'303</b>	<b>1'336</b>	<b>1'353</b>	<b>1'378</b>	<b>1'386</b>	<b>1'403</b>	<b>1'383</b>	<b>1'315</b>

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

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

Anlagekategorie	1990	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
<b>w4 Stromprod. Klein-WKK-Aggr.</b>	<b>30.7</b>	<b>125.7</b>	<b>129.9</b>	<b>133.3</b>	<b>138.5</b>	<b>143.0</b>	<b>144.0</b>	<b>148.4</b>	<b>148.5</b>	<b>150.9</b>
W4.ARA.1 Kläranlagen mit BHKW	9.40	23.28	23.41	24.77	26.00	25.39	26.68	28.11	28.55	28.61
W4.ARA.2 Kläranlagen mit Gasturbinen	2.28	0.90	0.93	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.07	0.07
W4.BIO.1 Biogasanlagen Landwirtschaft	0.38	0.84	1.11	1.45	1.62	2.31	2.81	5.35	5.73	6.50
W4.BIO.2 Biogasanlagen Gewerbe u. Industrie	0.00	4.42	5.17	4.00	4.12	3.75	3.94	4.54	5.52	6.82
W4.DEP Deponiegas-WKK-Anlagen	0.19	1.63	1.82	1.82	1.82	1.82	1.64	1.64	1.64	1.64
W4.FOS.1 fossile BHKW	16.42	94.65	97.12	100.3	104.0	108.7	108.0	107.8	106.0	106.1
Bürogebäude (inkl. Banken)	6.92	16.12	16.37	16.68	16.67	16.91	16.36	15.14	14.09	14.07
Wärmeverbund (gemischte Nutzung)	1.48	16.62	16.43	16.16	15.33	15.68	15.41	15.52	15.27	15.32
Schulen, Sportanlagen	1.37	11.54	11.60	11.61	11.80	11.78	12.19	12.17	11.03	11.14
Wohngebäude	2.54	11.01	11.24	11.33	12.59	13.09	13.21	13.37	13.29	13.12
Gewerbe und Industrie	2.00	22.77	24.15	24.79	23.68	27.14	26.30	26.52	27.44	27.16
Spitäler, Heime	0.81	10.01	10.72	10.78	11.11	11.19	11.68	12.37	12.31	12.22
andere (und unbekannt)	1.31	6.58	6.61	9.00	12.82	12.94	12.81	12.69	12.59	13.11
W4.FOS.2 fossile Gasturbinen < 1 MWe	2.05	0.00	0.30	0.90	0.90	0.98	0.98	0.98	0.98	1.09

Druckdatum: 25.08.2009

G:\2009\1011\KW-Ausw[Einsge2008.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)

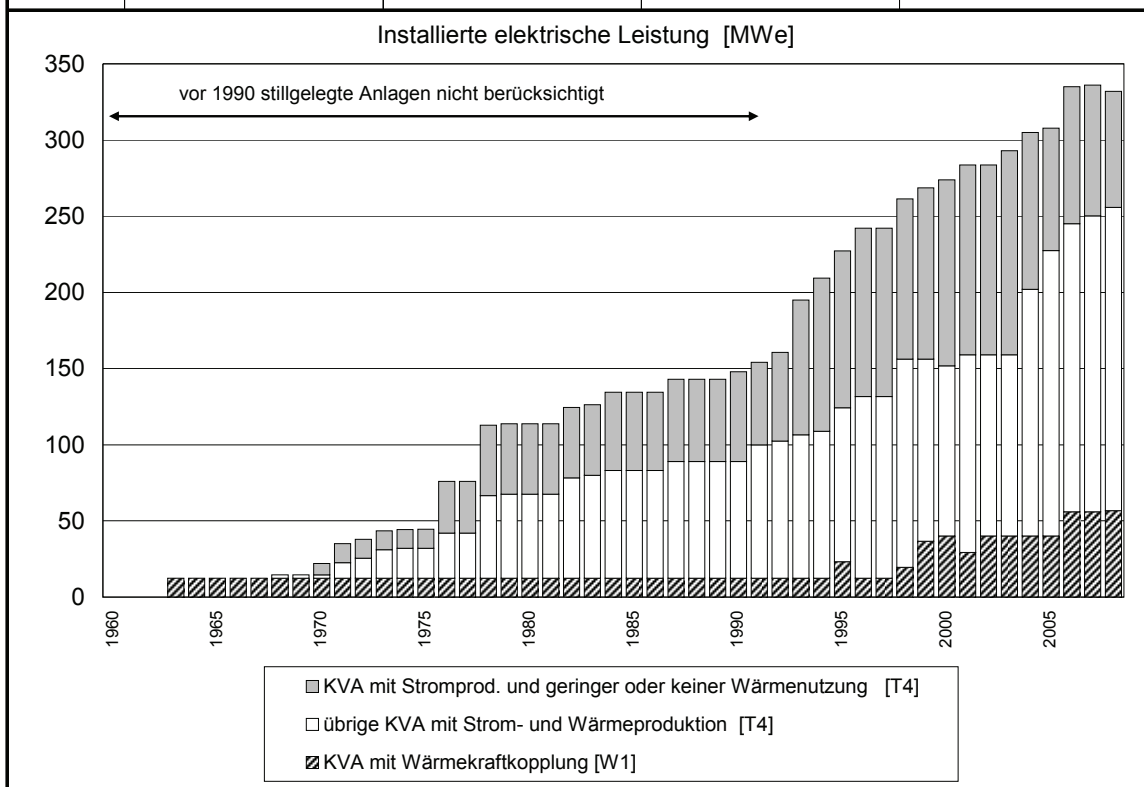
Deponiegas, welches in Anlagen ohne Gasmotoren (d.h. ausschliesslich mit Heizkesseln) genutzt wird, ist in Anhang E.2d erfasst.

**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
2008	56.87	199.00	76.18	332.05

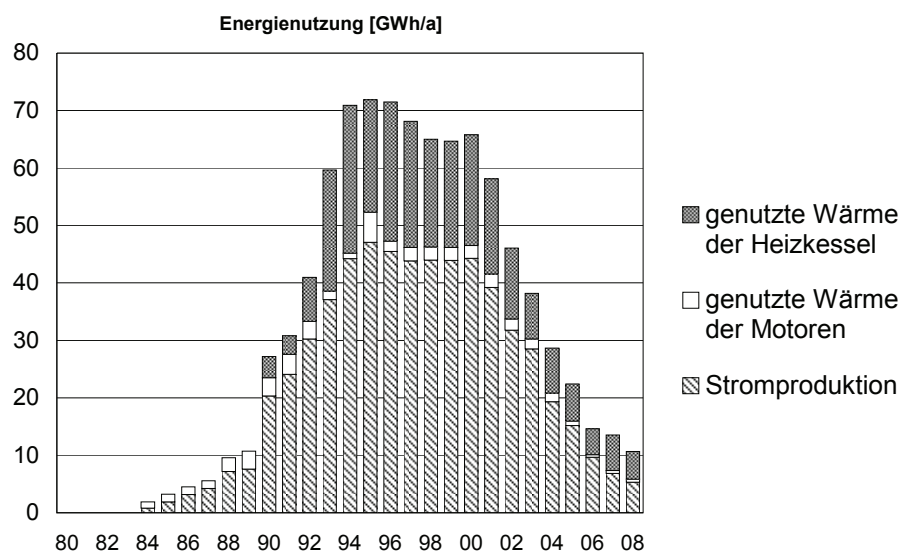
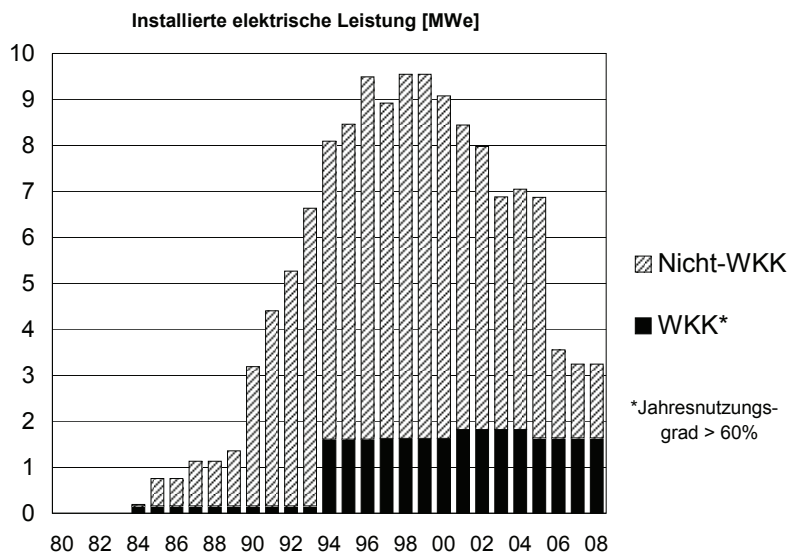


### Deponiegasnutzung mit Gasmotoren und Heizkesseln (Gesamtauswertung)

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

		1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Anzahl Anlagen	-	9	11	11	11	12	12	12	13	13	13	13	11	11	11	11	10	9	7
Anzahl Gasmotoren (WKK-Aggregate)	-	13	15	17	20	20	22	21	22	22	21	20	19	17	17	16	11	10	10
Install. Energieeinputleistung der Motoren	MW	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	9.41
Install. elektrische Leistung der Motoren	MW	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	3.25
<b>Deponiegasverbrauch Gasmotoren</b>	GWh/a	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	20.41
<b>Stromproduktion Gasmotoren**</b>	GWh/a	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	5.33
mit Motoren prod. Wärmeenergie	GWh/a	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	1.91
<b>genutzte Wärmeenergie der Motoren</b>	GWh/a	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	0.50
<b>Deponiegasverbrauch Heizkessel*</b>	GWh/a	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	6.02
<b>prod./genutzte Wärme der Kessel*</b>	GWh/a	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	4.83

\* mit Deponiegas betriebene Heizkessel





**Deponiegasnutzung mit Gasmotoren (WKK)**

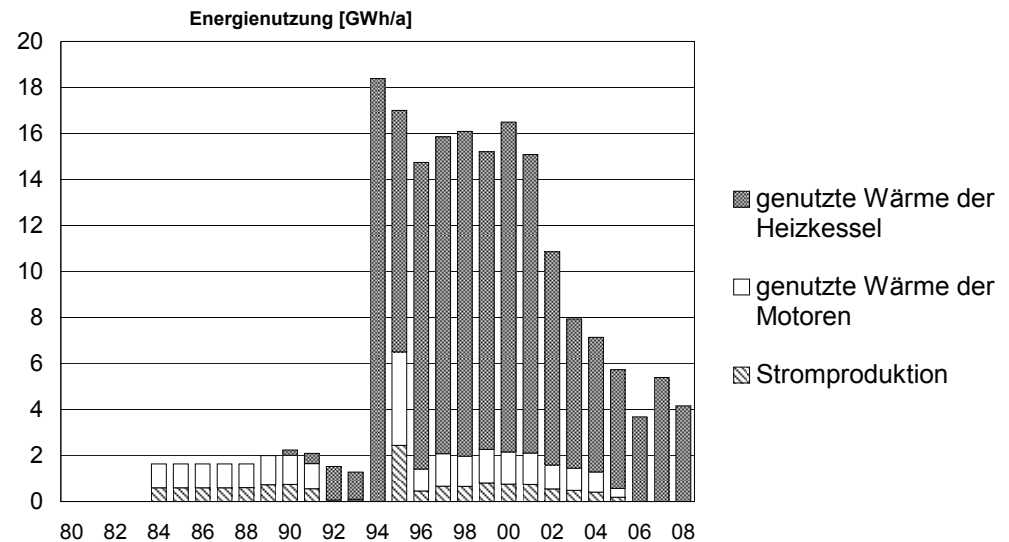
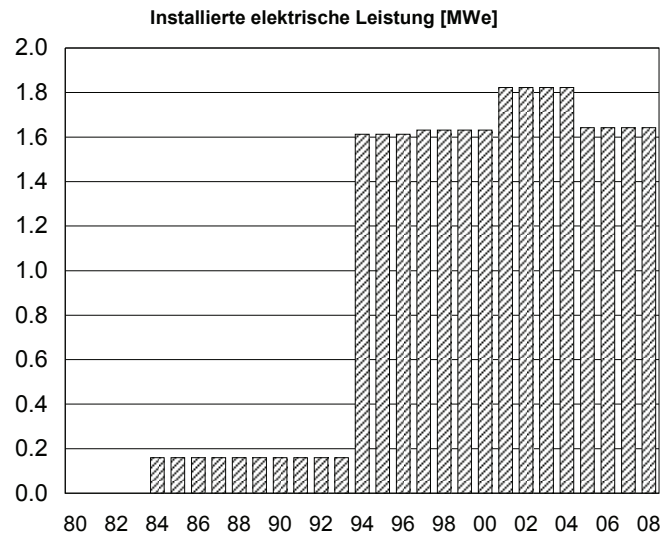
Kat. W4.DEP

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

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

		1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Anzahl Anlagen	-	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1
Anzahl Gasmotoren (WKK-Aggregate)	-	1	1	1	4	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5	4	4	4	4
Install. Energieinputleistung der Motoren	MW	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	4.78
Install. elektrische Leistung der Motoren	MW	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	1.64
<b>Deponiegasverbrauch Gasmotoren</b>	GWh/a	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	0.00
<b>Stromproduktion Gasmotoren***</b>	GWh/a	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	0.00
mit Motoren prod. Wärmeenergie	GWh/a	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	0.00
<b>genutzte Wärmeenergie der Motoren</b>	GWh/a	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	0.00
<b>Deponiegasverbrauch Heizkessel**</b>	GWh/a	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	5.18
<b>prod./genutzte Wärme der Kessel**</b>	GWh/a	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	4.16

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



8.9.09

G:\2009\1011\KW-Ausw[DEP1982-2008.XLS]Anhang E.2b Ber2

### Deponiegasnutzung mit Gasmotoren (ohne WKK)

Kat. T3

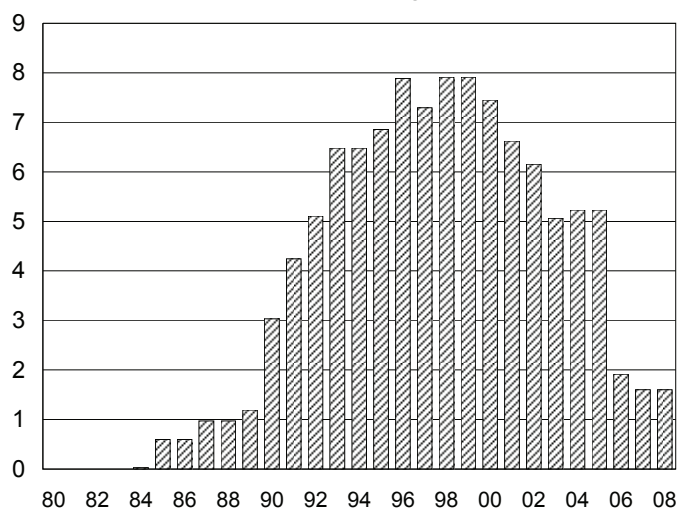
betrachtete Anlagen: sämtliche in der Schweiz betriebenen Deponiegasmotoren mit einem Jahresnutzungsgrad\* bis 60%

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

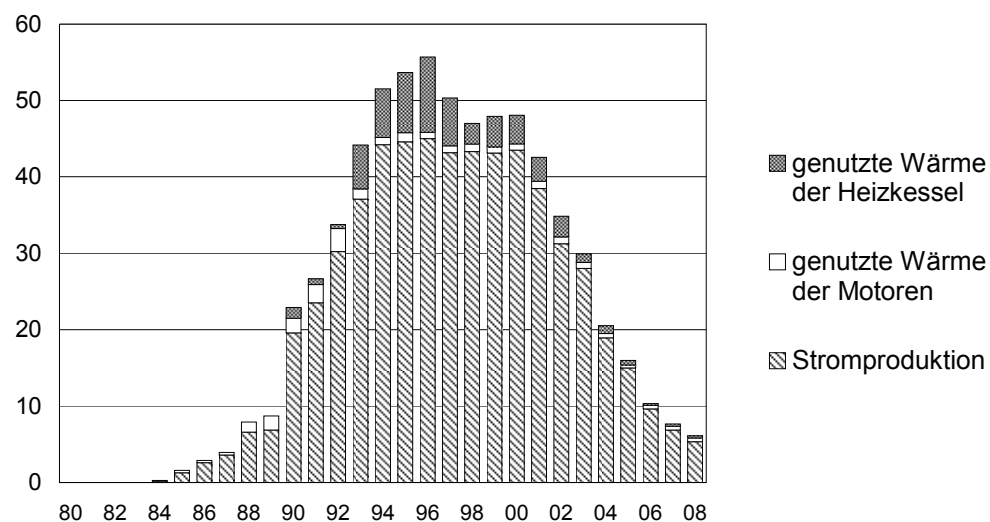
		1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Anzahl Anlagen	-	6	7	8	7	8	8	8	9	9	9	9	7	8	7	7	7	7	5
Anzahl Gasmotoren (WKK-Aggregate)	-	12	14	16	16	16	18	17	18	18	17	15	14	12	12	12	7	6	6
Install. Energieinputleistung der Motoren	MW	13.53	16.28	20.31	20.32	21.45	24.39	22.44	24.15	24.15	22.72	20.01	18.58	15.12	15.66	15.66	5.59	4.63	4.63
Install. elektrische Leistung der Motoren	MW	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	1.61
<b>Deponiegasverbrauch Gasmotoren</b>	GWh/a	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	20.41
<b>Stromproduktion Gasmotoren</b>	GWh/a	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	5.33
mit Motoren prod. Wärmeenergie	GWh/a	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	1.91
<b>genutzte Wärmeenergie der Motoren</b>	GWh/a	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	0.50
<b>Deponiegasverbrauch Heizkessel**</b>	GWh/a	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	0.37
<b>prod./genutzte Wärme der Kessel**</b>	GWh/a	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	0.29

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

Installierte elektrische Leistung [MWe]



Energienutzung [GWh/a]

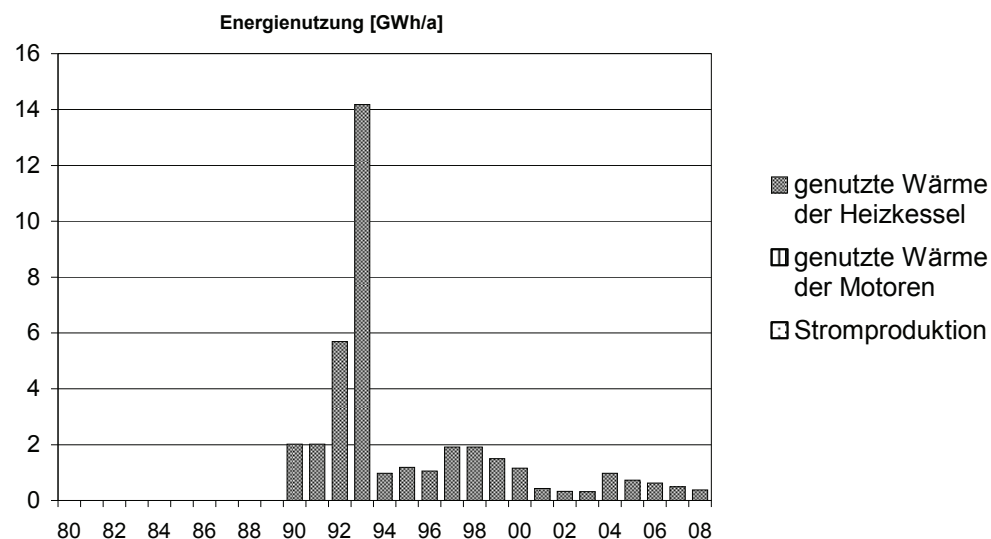


**Deponiegasnutzung ausschliesslich mit Heizkesseln**

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

		1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Anzahl Anlagen	-	2	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	2	2	2	1	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	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	0.47
<b>prod./genutzte Wärme der Kessel*</b>	GWh/a	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	0.38

\* 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 2008 wurden mittels Vollerhebung die Stammdaten aller Gross-WKK-Anlagen aktualisiert, neue Anlagen sowie die Jahresdaten des Betriebsjahres 2008 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 2008)</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 2007 durchgeführten Umfragen, um allfällige Stilllegungen älterer Anlagen zu erfassen, wurden 2008 weitergeführt, konnten jedoch wegen div. Änderungen im WKK-Markt nicht vollständig abgeschlossen werden. Alle Ergebnisse 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.

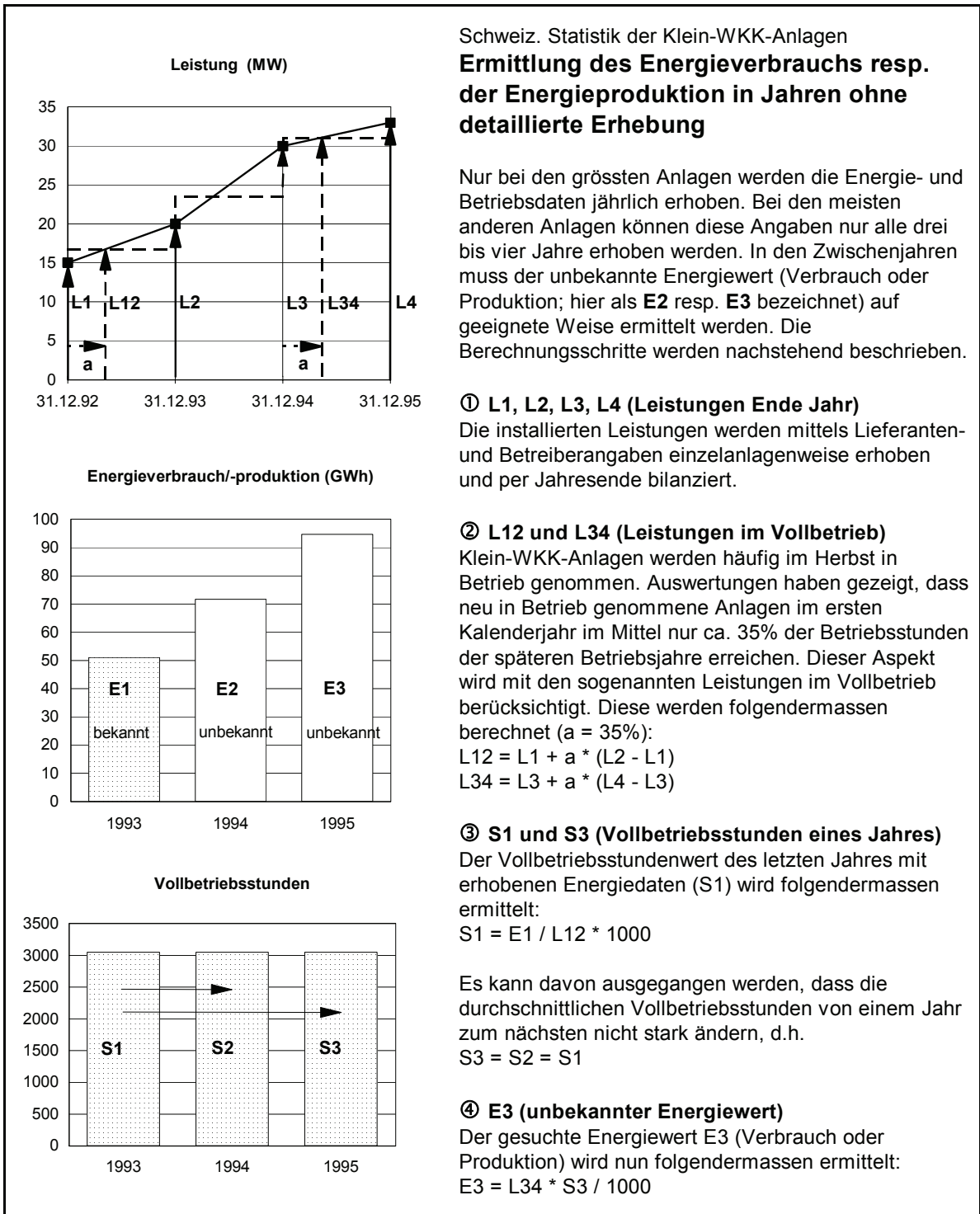
Jahresstatistik		2002										
Typ 3 der Klein-WKK-Jahresstatistik	TOTAL (alle Anlagen)	Anlagearten (Typ 3) der Klein-WKK-Statistik 3)										
		fossile WP	Biogas LW	ARA o. GT	Deponieg.	foss. BHKW	Rest foss.	Biog. Gew/In	ARA nur GT	fossile GT	Rest(ARA)	
Anlagekategorie 4) ->		W5	W4.BIO.1	W4.ARA.1a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

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



<b>10 Anlagearten gemäss Typ 3 der Klein-WKK-Statistik</b>				
Spalte (Typ 3)	Kategorie	Kurzbezeichnung	Art der betroffenen Klein-WKK-Anlagen	Herkunft der Energiedaten ab 1994
A	<b>W5</b>	<b>Fossile WP</b>	Mit fossilen Energieträgern betriebene Wärmepumpen	Fortschreibung gemäss Bild F.2c
B	<b>W4.BIO.1</b>	<b>Biogas LW</b>	Mit Biogas betriebene Klein-WKK-Anlagen in Landwirtschaftsbetrieben	Energiedaten gemäss schweizerischer Biogas-Statistik (summarisch erfasst)
C	<b>W4.ARA.1a</b>	<b>ARA o. GT</b>	Mit Klärgas betriebene Anlagen (ohne die Anl. der Spalten H und K)	Fortschreibung gemäss Bild F.2c mit den Vollbetriebsstunden gemäss Tab. F.2e
D	<b>W4.DEP</b>	<b>Deponiegas</b>	Mit Deponiegas betriebene Anlagen	jährliche Erhebung
E	<b>W4.FOS.1a</b>	<b>Foss. BHKW</b>	Mit fossilen Energieträgern betriebene Blockheizkraftwerke (BHKW)	Fortschreibung gemäss Bild F.2c (Aktualisierung der Vollbetriebsstunden im Rahmen der Stichprobenerhebung 2008; 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	Einheit	Inputleistung per Jahresende (Kat. W4.FOS.1a)										
			1992	1993	1994	1995	1996	2003	2004	2005	2006	2007	2008
1	Erdgas	MW	71.5	91.5	120.1	147.2	160.5	223.4	235.9	237.7	237.2	234.2	233.4
2	Propan	MW	1.1	1.1	1.9	4.0	4.5	6.9	8.0	8.0	7.9	7.9	7.7
6	Diesel, Heizöl	MW	7.5	8.4	13.8	17.6	23.3	60.1	59.3	54.4	53.9	50.8	47.5
	Total		80.0	101.0	135.9	168.9	188.3	290.3	303.3	300.0	299.0	292.9	288.6

Co.	Hauptenergieträger	Energieträgersplit per Ende Jahr (Kat. W4.FOS.1a)											
		1992	1993	1994	1995	1996	2003	2004	2005	2006	2007	2008	
1	Erdgas	89.3%	90.6%	88.4%	87.2%	85.2%	76.9%	77.8%	79.2%	79.3%	80.0%	80.9%	
2	Propan	1.3%	1.0%	1.4%	2.4%	2.4%	2.4%	2.6%	2.7%	2.6%	2.7%	2.7%	
6	Diesel, Heizöl	9.4%	8.4%	10.2%	10.4%	12.4%	20.7%	19.6%	18.1%	18.0%	17.3%	16.5%	
	Total	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	

Co.	Hauptenergieträger	Energieträgersplit für die Aufteilung des Energieverbrauchs											
		Erhebung		gemäss Split per Ende des Vorjahres									
		1992	1993	1994	1995	1996	2003	2004	2005	2006	2007	2008	
1	Erdgas	89.9%	91.6%	90.6%	88.4%	87.2%	76.0%	76.9%	77.8%	79.2%	79.3%	80.0%	
2	Propan	2.5%	2.3%	1.0%	1.4%	2.4%	2.4%	2.4%	2.6%	2.7%	2.6%	2.7%	
6	Diesel, Heizöl	7.6%	6.1%	8.4%	10.2%	10.4%	21.7%	20.7%	19.6%	18.1%	18.0%	17.3%	
	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	2003	2004	2005	2006	2007	2008	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	4'038	4'038	4'038	4'038	= ([2] * [7]) / [13] / [6]
[5]	VBSTD therm.	h/a		**2'992	3'225	3'562	3'897	3'889	3'889	3'889	3'889	3'889	3'888	= ([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	288.1	290.3	303.3	300.0	299.0	292.9	
[7]	elektrisch	MW		25.6	32.4	43.7	55.0	99.4	100.2	104.9	104.0	103.8	102.3	
[8]	thermisch	MW		44.2	56.5	76.5	94.4	155.8	157.3	163.6	162.3	161.6	158.0	
	theoretische Wirkungsgrade:													
[9]	Total			87.2%	88.0%	88.5%	88.4%	88.6%	88.7%	88.5%	88.8%	88.8%	88.9%	= [10] + [11]
[10]	elektrisch			32.1%	32.0%	32.2%	32.6%	34.5%	34.5%	34.6%	34.7%	34.7%	34.9%	= [7] / [6]
[11]	thermisch			55.2%	56.0%	56.3%	55.9%	54.1%	54.2%	53.9%	54.1%	54.0%	54.0%	= [8] / [6]
	Jahresnutzungsgrade:													
[12]	Total			84.7%	85.5%	86.0%	85.9%	86.1%	86.2%	86.0%	86.3%	86.3%	86.4%	= [13] + [14]
[13]	elektrisch			31.6%	31.5%	31.7%	32.1%	34.0%	34.0%	34.1%	34.2%	34.2%	34.4%	= [10] - 0.5% (Erfahrungswert)
[14]	thermisch			53.2%	54.0%	54.3%	53.9%	52.1%	52.2%	51.9%	52.1%	52.0%	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: 17.09.09

G:\2009\1011\KW-Ausw\Jahr\_Typ3+2\_2008.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	2003	2004	2005	2006	2007	2008	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	80'523	78'715	81'525	85'076	86'202	85'391	Auswertung Klein-WKK-Datenbank E+P
[2]	elektrische Leistung	kW	10'869	11'940	12'491	13'339	25'482	24'904	26'131	27'534	27'956	27'824	Auswertung Klein-WKK-Datenbank E+P
[3]	thermische Leistung	kW	20'684	22'770	24'187	25'671	44'091	43'315	44'479	46'206	46'702	45'907	Auswertung Klein-WKK-Datenbank E+P
A.2 theoretische Wirkungsgrade													
[4]	Total		86.5%	86.6%	86.7%	86.7%	86.4%	86.7%	86.6%	86.7%	86.6%	86.3%	= [5] + [6]
[5]	elektrisch		29.8%	29.8%	29.5%	29.6%	31.6%	31.6%	32.1%	32.4%	32.4%	32.6%	= [2] / [1]
[6]	thermisch		56.7%	56.8%	57.2%	57.0%	54.8%	55.0%	54.6%	54.3%	54.2%	53.8%	= [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%	80.4%	80.7%	80.6%	80.7%	80.6%	80.3%	= [8] + [9]
[8]	elektrisch		27.8%	27.8%	27.5%	27.6%	29.6%	29.6%	30.1%	30.4%	30.4%	30.6%	= [5] - [5a] (Erfahrungswert)
[9]	thermisch		52.7%	52.8%	53.2%	53.0%	50.8%	51.0%	50.6%	50.3%	50.2%	49.8%	= [6] - [6a] (Erfahrungswert)
A.4 Vollbetriebsstunden													
[10]	Input-Leistung	h/a	4'645	4'645	4'604	4'559	4'278	4'278	4'275	4'272	4'271	4'270	= [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	3'966	3'967	3'961	3'957	3'956	3'952	= [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	2'920	2'831	2'480	2'109	1'749	1'342	Auswertung Klein-WKK-Datenbank E+P
[22]	mechanische Leistung	kW	2'166	2'027	1'918	1'918	937	909	792	676	536	405	Auswertung Klein-WKK-Datenbank E+P
[23]	thermische Leistung	kW	3'583	3'377	3'233	3'233	1'525	1'474	1'289	1'094	932	710	Auswertung Klein-WKK-Datenbank E+P
B.2 theoretische Wirkungsgrade													
[24]	Total		85.3%	85.2%	84.9%	84.9%	84.3%	84.2%	83.9%	83.9%	84.0%	83.1%	= [25] + [26]
[25]	mechanisch		32.1%	32.0%	31.6%	31.6%	32.1%	32.1%	31.9%	32.0%	30.6%	30.2%	= [22] / [21]
[26]	thermisch		53.2%	53.3%	53.3%	53.3%	52.2%	52.1%	52.0%	51.9%	53.3%	52.9%	= [23] / [21]
B.3 Jahresnutzungsgrade													
[27]	Total		79.3%	79.2%	78.9%	78.9%	78.3%	78.2%	77.9%	77.9%	78.0%	77.1%	= [28] + [29]
[28]	mechanisch		30.1%	30.0%	29.6%	29.6%	30.1%	30.1%	29.9%	30.0%	28.6%	28.2%	= [25] - 2 % (Erfahrungswert)
[29]	thermisch		49.2%	49.3%	49.3%	49.3%	48.2%	48.1%	48.0%	47.9%	49.3%	48.9%	= [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	4'744	4'744	4'742	4'743	4'729	4'724	= [30] * [21] * [28] / [22]
[32]	thermische Leistung	h/a	5'046	5'048	5'003	4'956	4'672	4'670	4'670	4'669	4'680	4'676	= [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	83'443	81'546	84'005	87'184	87'951	86'733	
[41]	elektrische Leistung	kW	10'869	11'940	12'491	13'339	25'482	24'904	26'131	27'534	27'956	27'824	
[42]	mechanische Leistung	kW	2'166	2'027	1'918	1'918	937	909	792	676	536	405	
[43]	thermische Leistung	kW	24'267	26'147	27'420	28'904	45'616	44'789	45'768	47'300	47'634	46'616	
C.2 Vollbetriebsstunden													
[44]	Input-Leistung	h/a	4'771	4'756	4'705	4'654	4'306	4'306	4'298	4'291	4'287	4'282	= ([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	4'744	4'744	4'742	4'743	4'729	4'724	= [31]
[47]	thermische Leistung	h/a	4'425	4'412	4'367	4'320	3'989	3'991	3'981	3'974	3'970	3'963	= ([10] * [1] + [30] * [21]) / ([1] + [21])

Erstellungsdatum: 17.09.09

G:\2009\1011KW-Ausw\Jahr\_Typ3+2\_2008.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 2007'; Ausgabe 2007; September 2008, 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 2007'; September 2008, 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