



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

November 2010

---

# **Thermische Stromproduktion inklusive Wärme­kraft­kopplung (WKK) in der Schweiz**

Ausgabe 2009

---



**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

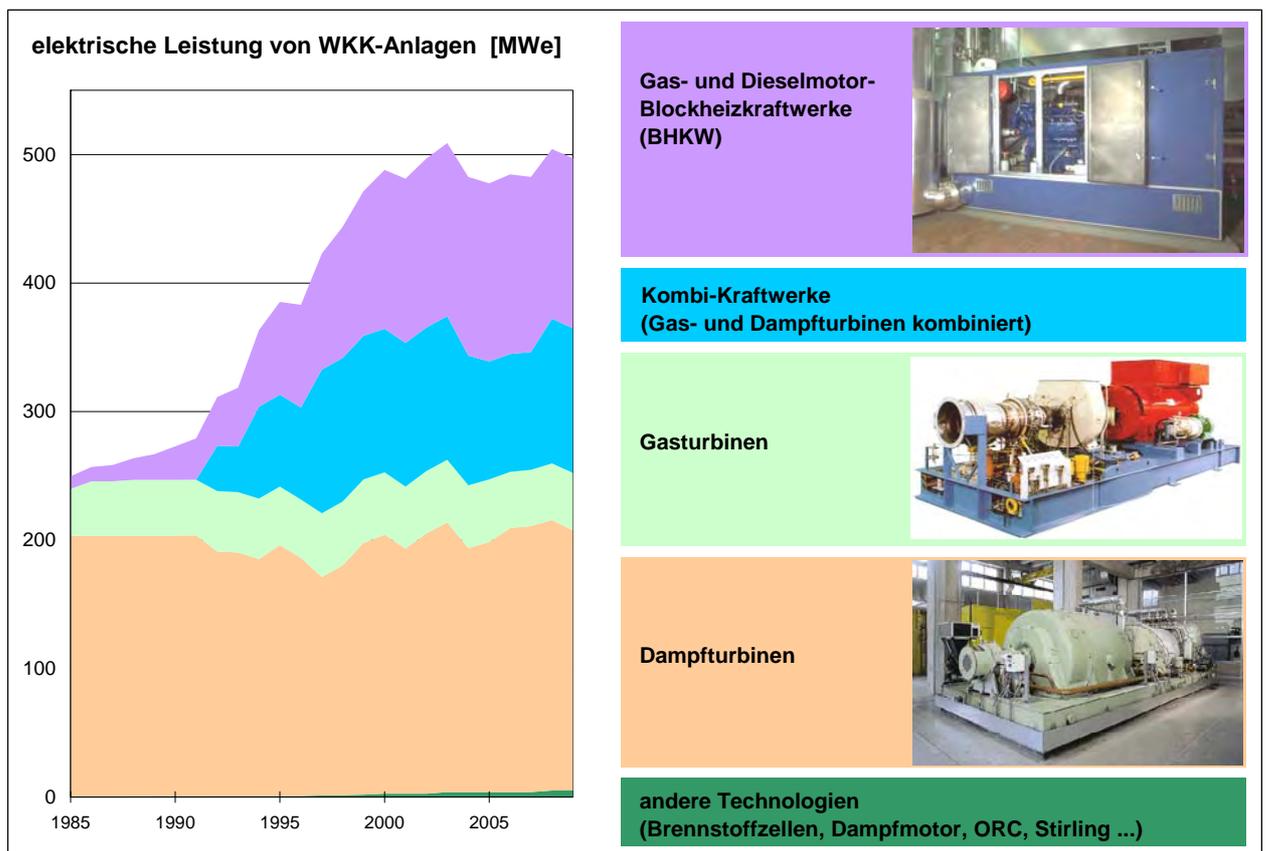
Tel. 031 322 56 11, Fax 031 323 25 00 • [office@bfe.admin.ch](mailto:office@bfe.admin.ch) • [www.admin.ch/bfe](http://www.admin.ch/bfe)

Bundesamt für Energie

## Thermische Stromproduktion inklusive Wärmekraftkopplung (WKK) in der Schweiz 1990 bis 2009

Ausgabe 2009

11. November 2010



### 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 - 2009	18
3.3	Energieträger 2009	20
<b>4.</b>	<b>Wärmekraftkopplung (WKK)</b>	<b>21</b>
4.1	Übersicht	21
4.2	Energieträger 2009	23
4.3	Auswertung nach Kantonen	24
<b>5.</b>	<b>Gross-WKK-Anlagen</b>	<b>26</b>
5.1	Übersicht	26
5.2	Industrie	26
5.3	Fernheizkraftwerke u.a.	29
<b>6.</b>	<b>Klein-WKK-Anlagen</b>	<b>30</b>
6.1	Bestand und Energie	30
6.2	Einsatzgebiete	36
6.3	Schadstoffreduktionsmassnahmen	38
6.4	Jährliche Neuinbetriebnahmen	40
<b>7.</b>	<b>Spezialauswertungen therm. Stromproduktion</b>	<b>42</b>
7.1	Kehrichtverbrennungsanlagen (KVA)	42
7.2	Deponiegasnutzung	44

## Impressum

Projektnummer: 10.1018.1  
Verfasser: Urs Kaufmann  
Stephan Gutzwiller  
Telefon: 061 927 42 67  
E-Mail: urs.kaufmann@eicher-pauli.ch

Freigabe: Jasmin Gülden Sterzl, BFE

## Dokumentation

Stand: Fassung vom 11.11.2010 15:59:00  
Ablage: G:\2010\1018\4-DokWKK-2009.doc

<b>Anhang</b>	<b>46</b>
<b>A. Thermische Stromerzeugung</b>	<b>47</b>
A.1 Zeitreihen 1990 - 2009	47
A.2 Energieträgersplit 2009	47
A.3 Bruttoenergieverbrauch der Anlagen mit thermischem Stromverbrauch 2009	47
A.4 Bruttoenergieverbrauch für die thermische Stromproduktion 2009	47
<b>B. Wärmekraftkopplung (WKK)</b>	<b>54</b>
B.1 Zeitreihen elektrische Leistungen 1970 - 2009	54
B.2 Kantonale Verteilung	54
<b>C. Gross-WKK-Anlagen</b>	<b>58</b>
<b>D. Klein-WKK-Anlagen</b>	<b>64</b>
D.1 Jahresstatistiken 2009	64
D.2 Zeitreihen 1986 - 2009	64
<b>E. Spezialauswertungen</b>	<b>73</b>
E.1 Kehrichtverbrennungsanlagen	73
E.2 Deponiegasnutzung	73
<b>F. Erläuterungen zur Statistik</b>	<b>79</b>
F.1 Gross-WKK-Statistik	80
F.2 Klein-WKK-Statistik	81
<b>G. Literatur- und Quellenverzeichnis</b>	<b>89</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 2009 wurden in der Schweiz insgesamt 66'494 GWh Elektrizität erzeugt. Davon stammen 3'174 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 2009 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 % aufweisen. Die Grenze zwischen Klein- und Gross-WKK-Anlagen liegt bei 1 MW installierter elektrischer Leistung.

Thermische Stromerzeuger haben im Jahr 2009 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 2009	Inst. el. Leist. Ende 2009 [MWe]	Stromproduktion 2009 GWh	%
Thermische Stromproduktion	Wärmekraftkopplung	T1	diverse therm. Stromerzeuger	20	75.0	18.0	1%
		T2	Vouvry (stillgelegt 30.9.1999)	0	0.0	0.0	0%
		T3	Deponiegasverstromung	5	1.0	5.2	0%
		T4	Kehrichtverbrennungsanlagen (KVA ohne WKK*)	25	289.9	1'560.5	49%
		<b>Subtotal Nicht-WKK-Anlagen</b>			<b>50</b>	<b>365.9</b>	<b>1'583.7</b>
	Klein-WKK	W1	Kehrichtverbrennungsanlagen (KVA mit WKK*)	4	49.2	209.6	7%
		W2	Industrie**	20	216.5	594.5	19%
		W3	Fernheizkraftwerke und div.**	11	94.8	229.2	7%
		W4	stromproduzier. Klein-WKK (Blockheizkraftwerke und Gasturbinen < 1MW)	959	136.5	557.3	18%
		W5	nicht stromprod. Klein-WKK (Gas-/Dieselmotor-Wärmepumpen)	(22)	0.0	0.0	0%
<b>Subtotal WKK-Anlagen (ohne W5)</b>			<b>994</b>	<b>497.0</b>	<b>1'590.7</b>	<b>50%</b>	
<b>Total gesamte thermische Stromproduktion</b>			<b>1'044</b>	<b>862.9</b>	<b>3'174.4</b>	<b>100%</b>	

Stand: 27.10.2010

G:\2010\1018\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 2009 haben insgesamt 1'044 Anlagen zur thermischen Stromproduktion beigetragen (Tabelle 1.1). Den grössten Anteil stellt mit 959 Anlagen die Gruppe Klein-WKK, 35 Anlagen gehören der Kategorie Gross-WKK an. Seit anfangs der neunziger Jahre wurden netto insgesamt 684 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 dicken 'Brummis'

Gesamthaft sind heute 863 MW elektrische Leistung in thermischen Stromerzeugern installiert. Alle WKK-Anlagen gemeinsam steuern 497 MWe bei, davon sind rund 73 % in Gross-WKK-Anlagen zu finden.

Hier wiederum sind es vor allem die Dampfturbinen, die den Löwenanteil ausmachen. Rund 203 MWe stehen in den Generatoren dieser Kategorie zur Stromproduktion bereit (Bild 1.2). Anfangs der neunziger Jahre erlebten die Kombianlagen einen Boom. Bei dieser Technologie wird einer Gasturbine ein Hochdruckabhitzekeessel mit Dampfturbine nachgeschaltet.

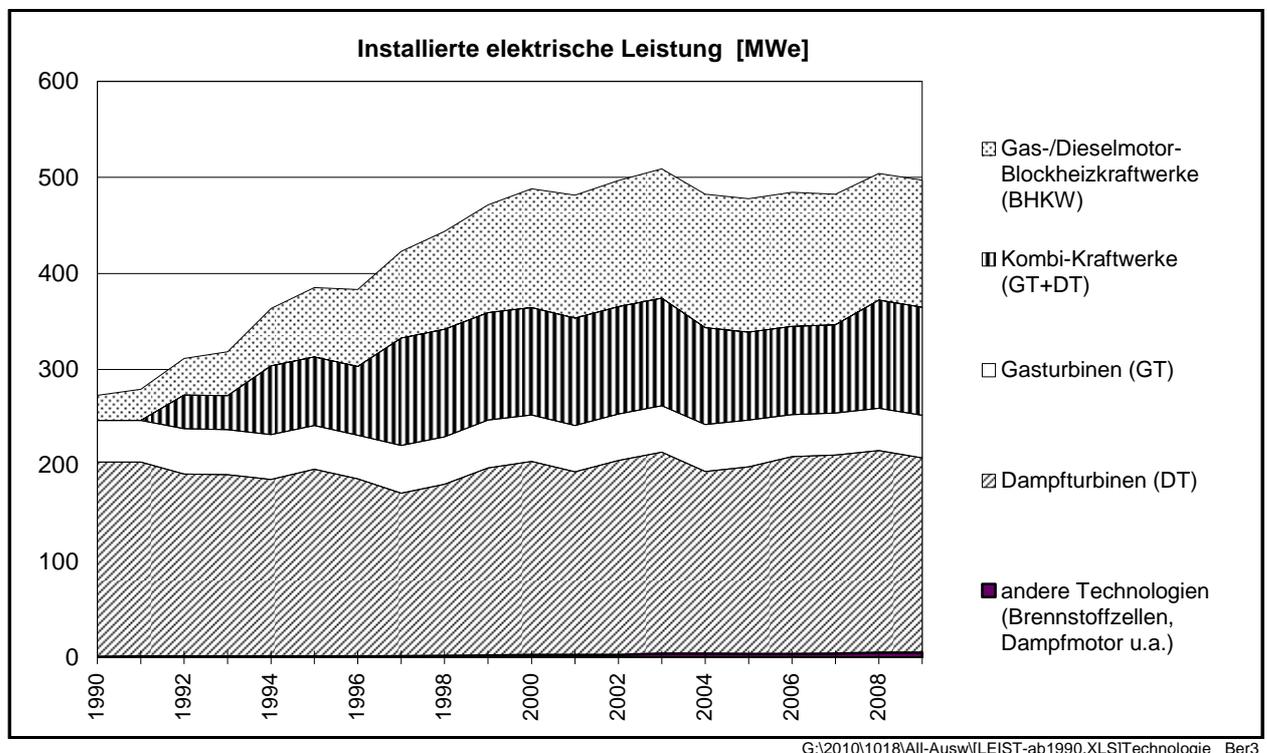
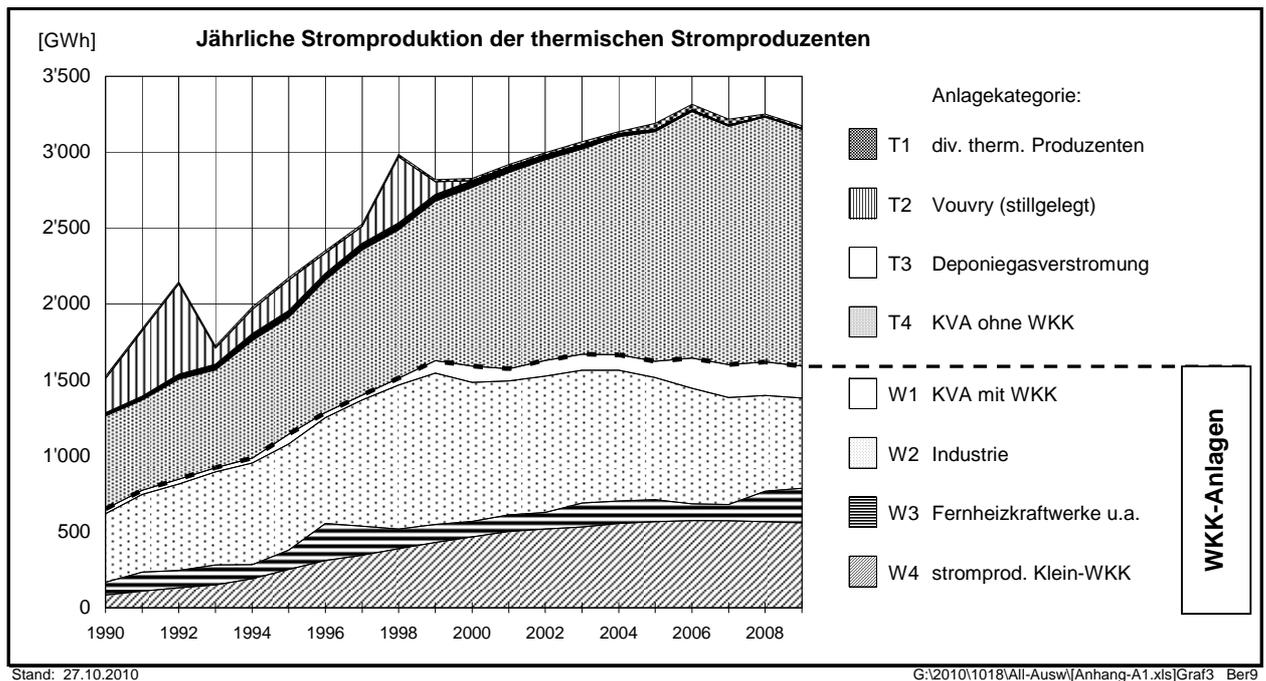


Bild 1.2 Entwicklung der elektrischen Leistung der WKK-Anlagen unterschieden nach Technologien

## Fast alle haben zugelegt

Die Stromproduktion der thermischen Kraftwerke konnte von 1'524 MWh im Jahr 1990 auf 3'174 MWh im Jahr 2009 gesteigert werden (Bild 1.3). Zu diesem Ergebnis beigetragen haben in den neunziger Jahren vor allem die WKK-Anlagen. Diese haben 2009 gemeinsam 1'591 GWh Strom in die Netze der Betreiber geliefert, davon die 'Kleinen' allein 557 GWh (Bild 1.3). Das Wachstum der vergangenen 10 Jahre wurde hingegen fast ausschliesslich in Kehrlichtverbrennungsanlagen ohne WKK erzielt.



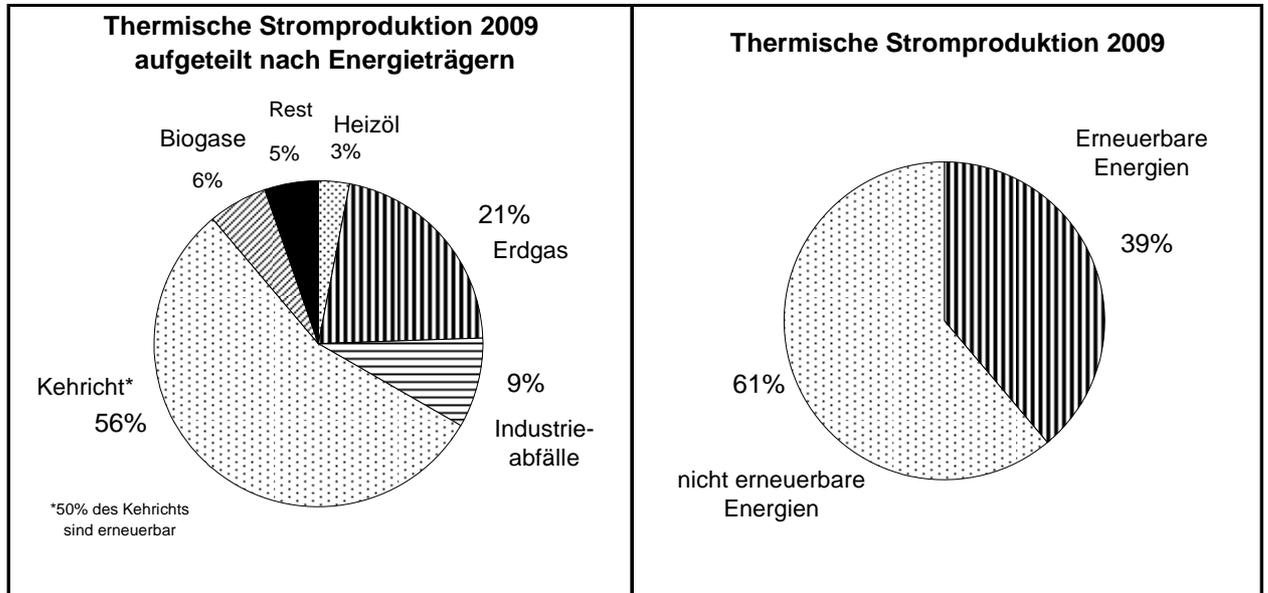
**Bild 1.3** Entwicklung der thermischen Stromproduktion

## 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 (21 % der Leistung) und Gewerbe- und Industriebetrieben (13 % in fossilen BHKW, 6 % in Biogasanlagen) eingesetzt. Bürogebäude (7 %), Wärmeverbundanlagen (11 %), Wohngebäude (9 %) sowie Spitäler und Heime (8 %) sind weitere wichtige Einsatzgebiete von Klein-WKK-Anlagen.

Erfreulich ist die Tatsache, dass 39 % 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 6 % Biogase (Bild 1.4).



Ausdruck: 27.10.2010

G:\2010\1018\All-Ausw[ENERG-ab1990-V2-ohne-Giubiasco.xls]Anhang A.2 Ber3 resp. Ber6

**Bild 1.4** Aufteilung der thermischen Stromproduktion des Jahres 2009 nach Energieträgern

### Die Spitzenreiter

Im Mittel wurden in der Schweiz im Jahr 2009 pro Kopf der Bevölkerung 204 kWh Strom mit WKK-Anlagen produziert. Die Kantone Basel-Stadt und Wallis sind dabei mit 1'018 und 923 kWh pro Kopf die Spitzenreiter. Die nächsten beiden Plätze werden von den Kantonen Graubünden (517 kWh) und Solothurn (408 kWh) eingenommen.

# 1. Résumé

En 2009, la Suisse a produit 66'494 GWh d'électricité. 3'174 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 2009. 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 2009, 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 2009	Puissance installée Fin 2009 [MWe]	Prod. de courant en 2009 GWh	%
Production thermique de courant	Couplage chaleur-force	T1	Div. producteurs d'électricité therm.	20	75.0	18.0	1%
		T2	Vouvry (désaff. depuis le 30.09.1999)	0	0.0	0.0	0%
		T3	Au gaz de décharge	5	1.0	5.2	0%
		T4	Usines d'incinération des ordures (UIOM sans CCF*)	25	289.9	1'560.5	49%
		<b>Sous-total sans install. CCF</b>		<b>50</b>	<b>365.9</b>	<b>1'583.7</b>	<b>50%</b>
	Petits CCF	W1	Usines d'incinération des ordures (UIOM avec CCF*)	4	49.2	209.6	7%
		W2	Industrie**	20	216.5	594.5	19%
		W3	Centrales CAD** avec CCF et divers	11	94.8	229.2	7%
		W4	Petites centrales CCF prod. d'élec. (groupes à CCF et turbines à gaz < 1 MW)	959	136.5	557.3	18%
		W5	Petites centrales CCF non prod. d'électricité. (PAC à mot. gaz/diesel)	(22)	0.0	0.0	0%
<b>Sous-total install. CCF (sauf W5)</b>		<b>994</b>	<b>497.0</b>	<b>1'590.7</b>	<b>50%</b>		
<b>Total production thermique d'électricité</b>				<b>1'044</b>	<b>862.9</b>	<b>3'174.4</b>	<b>100%</b>

Stand: 27.10.2010

G:\2010\1018\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 2009, de l'électricité a été fournie par 1'044 équipements thermiques (tab. 1.1). La plupart (959) sont de petits CCF, 35 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 684. 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.

## Poids lourds

L'ensemble des producteurs thermiques représente aujourd'hui 863 MW de puissance électrique installée. Les équipements à CCF en produisent 497 MWe, dont 73% dans des grosses unités.

Parmi celles-ci, les turbines à vapeur prédominent largement, fournissant quelque 203 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.

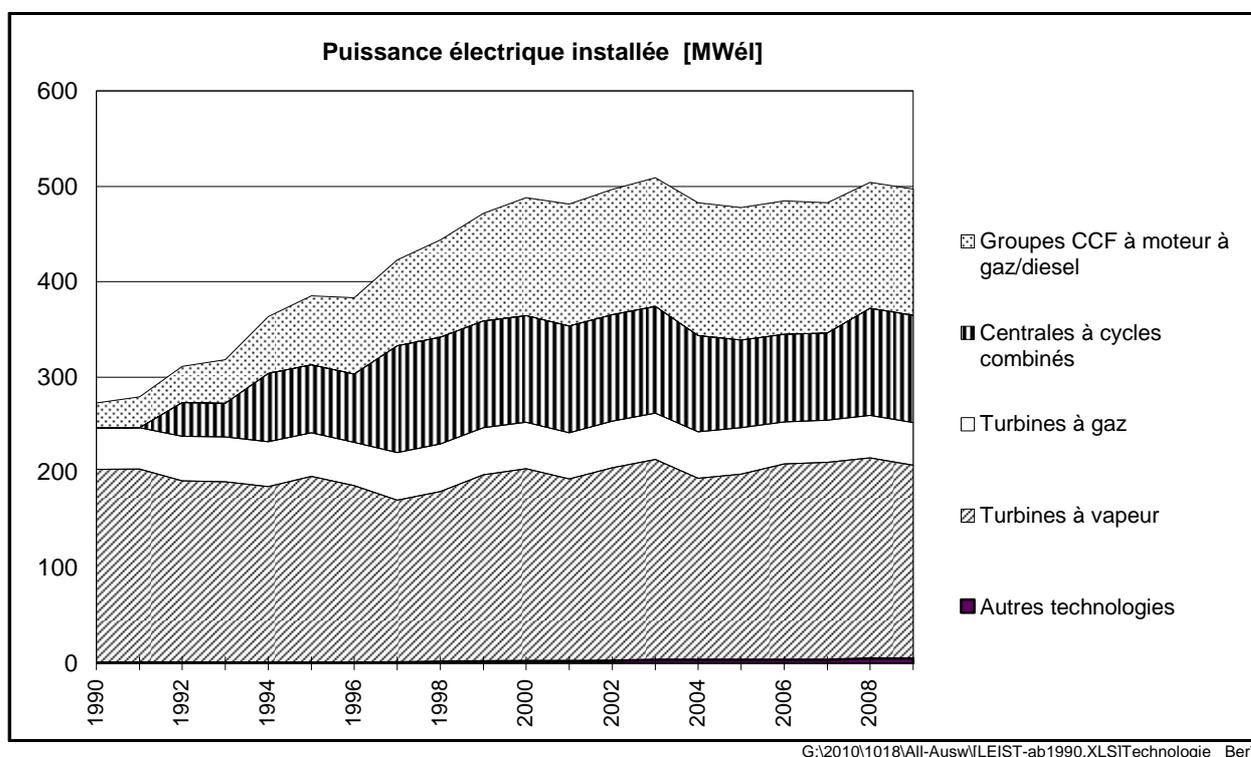


Figure 1.2 Evolution de la puissance électrique des installations à CCF selon leur type

## Presque tous ont progressé

La production d'électricité issue d'installations thermiques a passé de 1'524 MWh en 1990 à 3'174 MWh en l'an 2009 (fig. 1.3). La progression réalisée dans les années 90 est due avant tout aux équipements à CCF. En 2009, ceux-ci ont injecté 1'591 GWh de courant dans les réseaux des exploitants, dont 557 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.

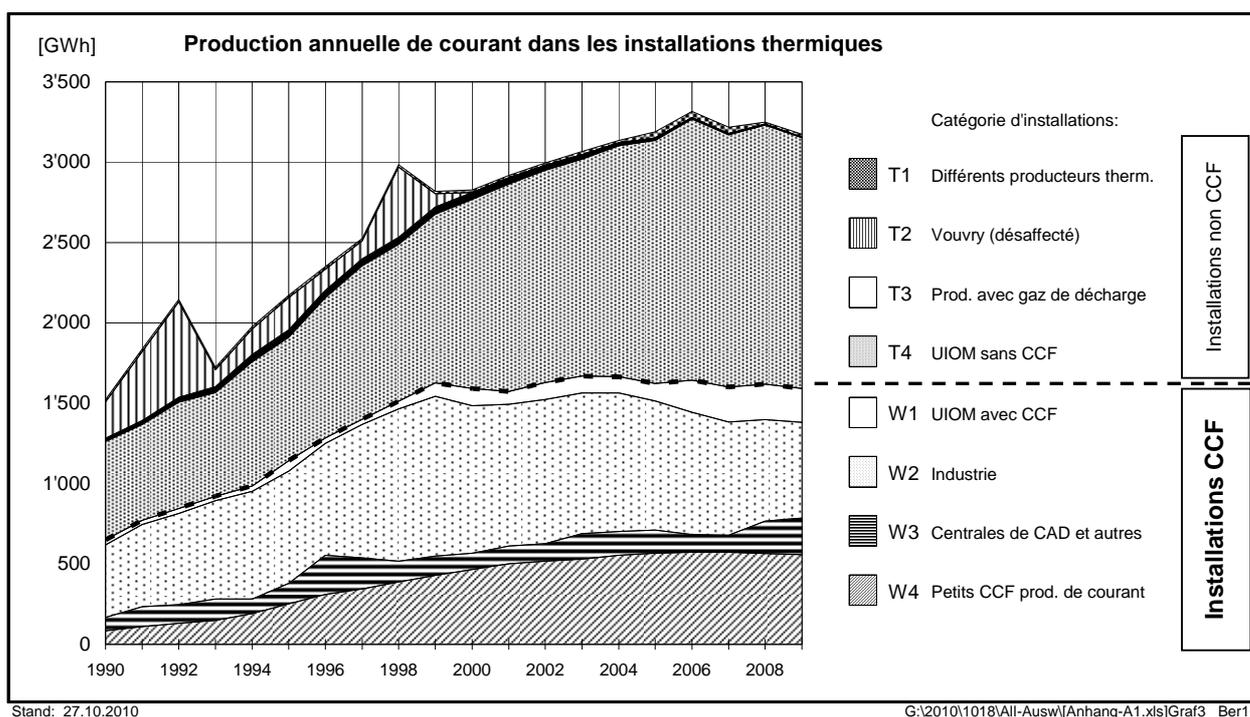


Figure 1.3 Evolution de la production thermique de courant

## 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 (21% de la puissance) et dans des entreprises industrielles ou artisanales (19%). On en trouve aussi dans les immeubles de bureaux (7%), les réseaux de chauffage à distance (11%) et dans l'habitat (9%) ainsi que dans les hôpitaux et les foyers (8%).

On constate heureusement que 39% 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 6% de biogaz (fig. 1.4).

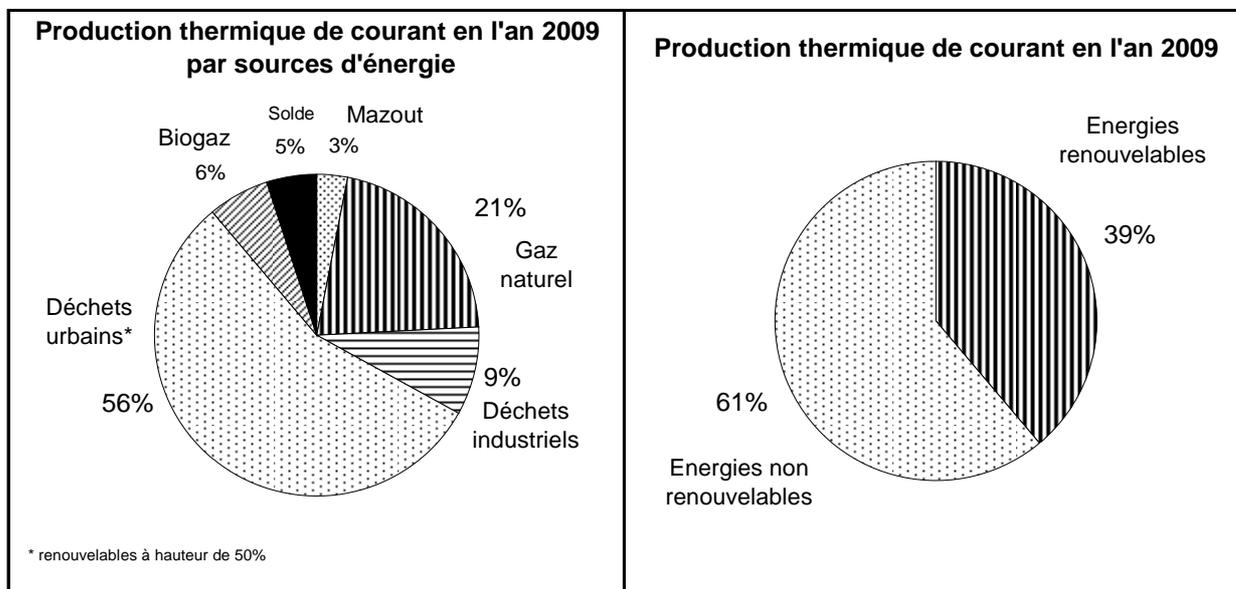


Figure 1.4 Apport des différentes sources d'énergie à la production thermique de courant en 2009

## Champions

La production moyenne d'électricité de source CCF en 2009 a été de 204 kWh par tête d'habitant. Avec respectivement 1'018 et 923 kWh par personne, les cantons de Bâle-Ville et du Valais en ont fourni la proportion la plus élevée, suivis des Grisons (517 kWh) et de Soleure (408 kWh).

## 2. Einleitung

In den vergangenen gut 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 2009 in der Schweiz 66'494 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 2009. 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).
- Insbesondere bei älteren Anlagen und speziellen Anlagengruppen wurden die telefonischen Rückfragen bei den Anlagebetreibern deutlich intensiviert, um allfällige Stilllegungen in Erfahrung bringen zu können. Wegen mangelnder Wirtschaftlichkeit, aus Altersgründen und wegen Serviceproblemen wurden in den letzten Jahren überraschend viele Anlagen stillgelegt. Dies hat dazu geführt, dass die Vorjahreszahlen nach unten korrigiert werden mussten. So hat die Anlagenzahl 2008 gegenüber der Vorjahrespublikation um 30 Stück und die Stromproduktion 2008 um 47 GWh abgenommen.

Weitergehende methodische 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 und sich zu telefonischen Auskünften bereit erklärt haben.

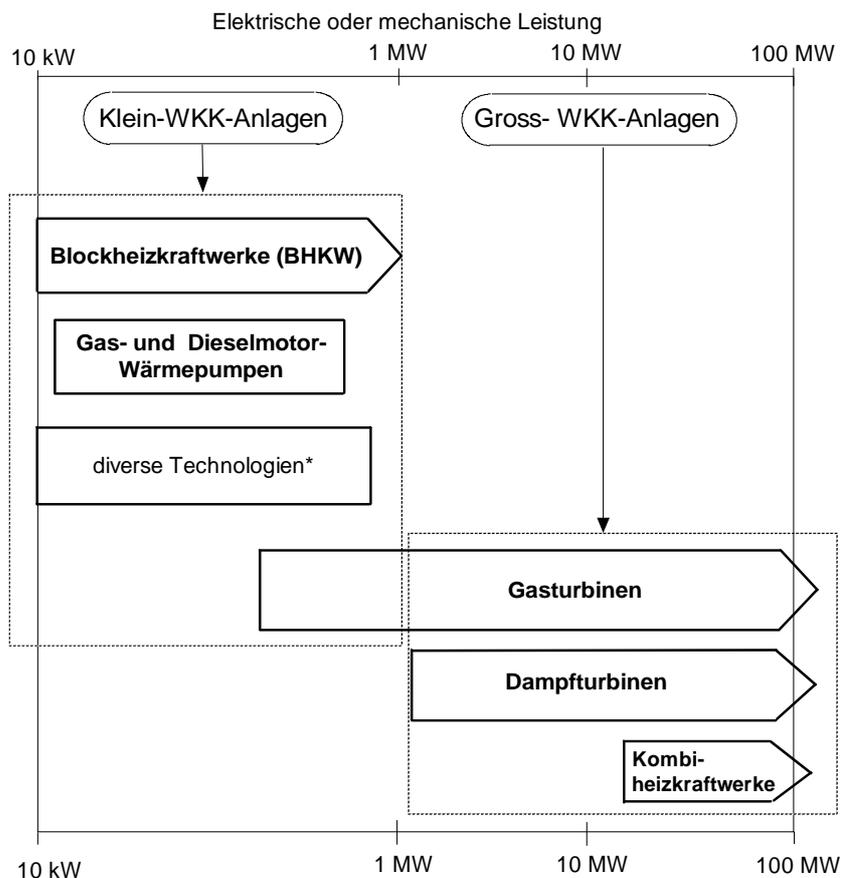
## 2.2 Technologien und Einsatzbereiche von WKK-Anlagen

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\wkk-anl.drw

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

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

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

## 2.3 Definition Wärmekraftkopplung (WKK)

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

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

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

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

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

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

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

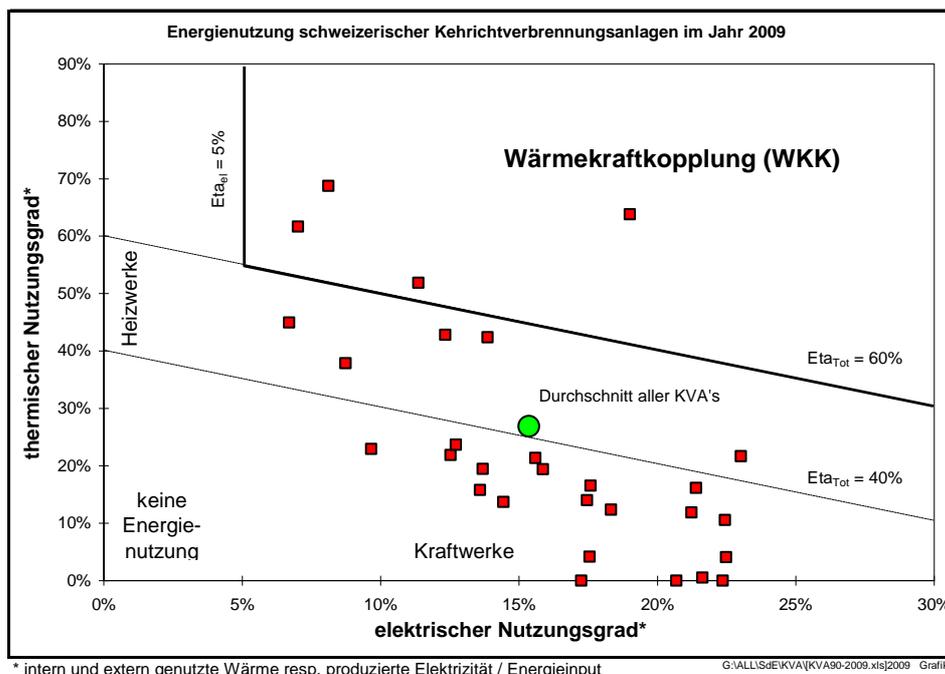
Viele KVA weisen zwar einen elektrischen Nutzungsgrad über 10 % auf. Beim grösseren Teil dieser KVA beträgt der thermische Nutzungsgrad weniger als 20 %. In Bild 2.3 wurden diese KVA als **Kraftwerke** bezeichnet.

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

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

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

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



\* intern und extern genutzte Wärme resp. produzierte Elektrizität / Energieinput

G:\ALL\SD\EKVA\KVA90-2009.xls|2009 Grafik1

**Bild 2.3** Jahresnutzungsgrade der schweizerischen Kehrichtverbrennungsanlagen im Jahr 2009

## 2.4 Anlagekategorien

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

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

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

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

Kommentare:

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

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

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

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

**Bild 2.4 Anlagekategorien des vorliegenden Berichtes**

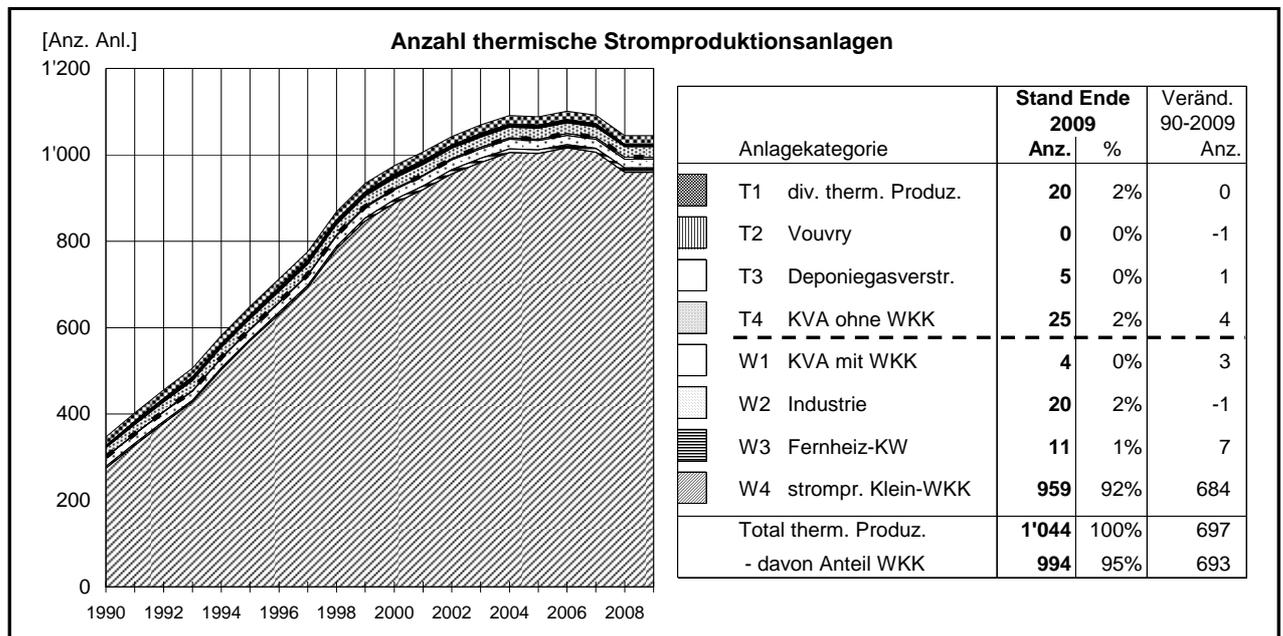
### 3. Thermische Stromerzeugung

In Kapitel 3 wird die gesamte thermische Stromerzeugung in der Schweiz der Jahre 1990 bis 2009 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 1'044 Anlagen haben im Jahr 2009 in der Schweiz zur thermischen Stromproduktion beigetragen (siehe Bild 3.1a). Abgesehen von hier nicht erfassten Notstromanlagen wird bei 50 Anlagen die Abwärme nicht genutzt (Kat. T1 bis T4). Bei den restlichen 994 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 684 Anlagen zugenommen, wobei seit 2004 eine Stagnation und ab 2007 sogar ein Rückgang des Anlagenbestandes zu verzeichnen ist.

**Ende 2009 waren 1'044 thermische Stromproduktionsanlagen (ohne Kernkraftwerke) in Betrieb.**



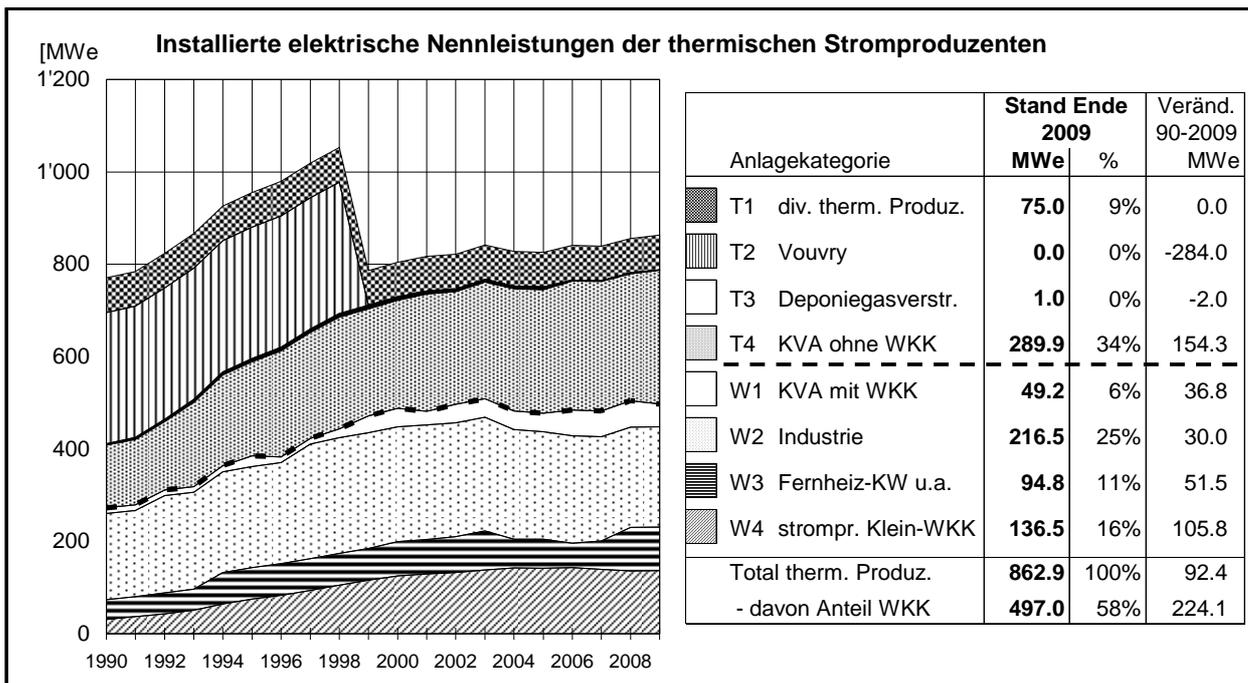
Stand: 27.10.2010

G:\2010\1018\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 2009 rund 863 MWe (Bild 3.1b). Die elektrische Leistung aller WKK-Anlagen betrug Ende 2009 rund 497 MWe und verharret damit in etwa auf dem Niveau der vergangenen Jahre.



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

(siehe Anhang A.1b)

## 3.2 Stromproduktion 1990 - 2009

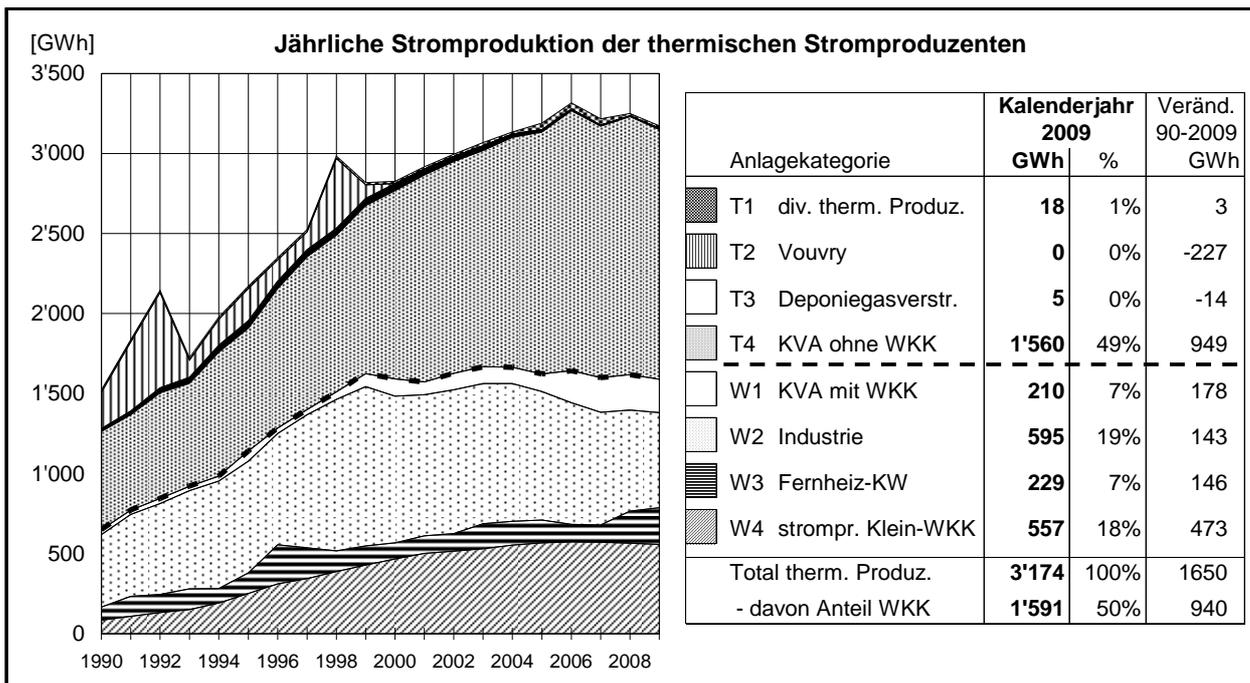
Im Jahr 2009 betrug die thermische Stromproduktion in der Schweiz 3'174 GWh (siehe Bild 3.2a). Neben den 37'136 GWh aus Wasserkraftwerken und den 26'119 GWh aus Kernkraftwerken haben die thermischen Stromerzeuger im Jahr 2009 einen Beitrag von knapp 5 % an die gesamte Landeserzeugung erbracht.

Rund die Hälfte der thermischen Stromproduktion wurde 2009 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 557 GWh 17.5 %.

Die andere Hälfte der thermischen Stromproduktion entstand im Jahr 2009 in Kraftwerken mit geringer oder keiner Abwärmenutzung. Dabei handelt es sich fast ausschliesslich um Kehrichtverbrennungsanlagen.

Die thermische Stromproduktion hat seit 1990 um 1'650 GWh zugenommen. Dies entspricht einer guten Verdoppelung seit 1990. Gut die Hälfte dieser Zunahme entfällt mit 949 GWh auf die Kehrichtverbrennungsanlagen ohne WKK (Kat. T4). Weitere massgebliche Zunahmen verzeichneten die Klein-WKK-Anlagen (Kat. W4, 473 GWh) und zunehmend die Kehrichtverbrennungsanlagen mit WKK (Kat. W1, 178 GWh). Seit dem Höhepunkt Ende der 90ziger Jahre ist die Stromproduktion der industriellen Gross-WKK-Anlagen (Kat. W2) deutlich abnehmend. Im Vergleich mit 1990 ist die aktuelle Stromproduktion im Industriebereich aber immer noch 143 GWh höher.

**Die thermische Stromproduktion (ohne Kernkraftwerke) betrug im Jahr 2009 rund 3'174 GWh, 4.9 % der schweizerischen Landeserzeugung.**



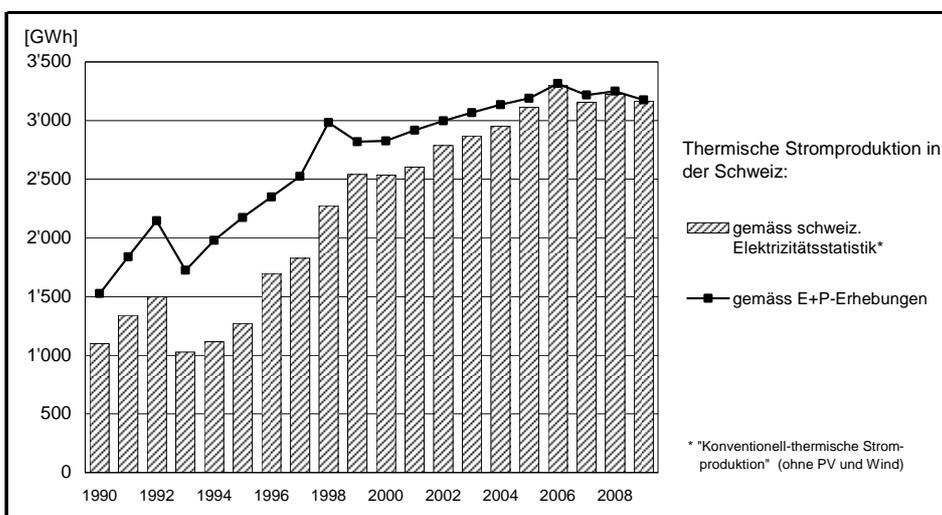
Stand: 27.10.2010

G:\2010\1018\All-Ausw\Anhang-A1.xls\Graf3 Ber7

**Bild 3.2a Thermische Stromproduktion der Jahre 1990 bis 2009**

(siehe Anhang A.1c)

Wie erwähnt, betrug die thermische Stromproduktion des Jahres 2009 gemäss vorliegender Erhebung insgesamt rund 3'174 GWh. In der offiziellen Elektrizitätsstatistik wurde für das gleiche Jahr 3'167 GWh ausgewiesen (3'239 GWh „thermisch und andere“ abzüglich 72 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. In den vergangenen Jahren konnte trotz unterschiedlicher Methodik eine beinahe exakte Übereinstimmung erreicht werden.



Stand: 27.10.2010

G:\2010\1018\All-Ausw\Anhang-A1.xls\Graf3 Ber8

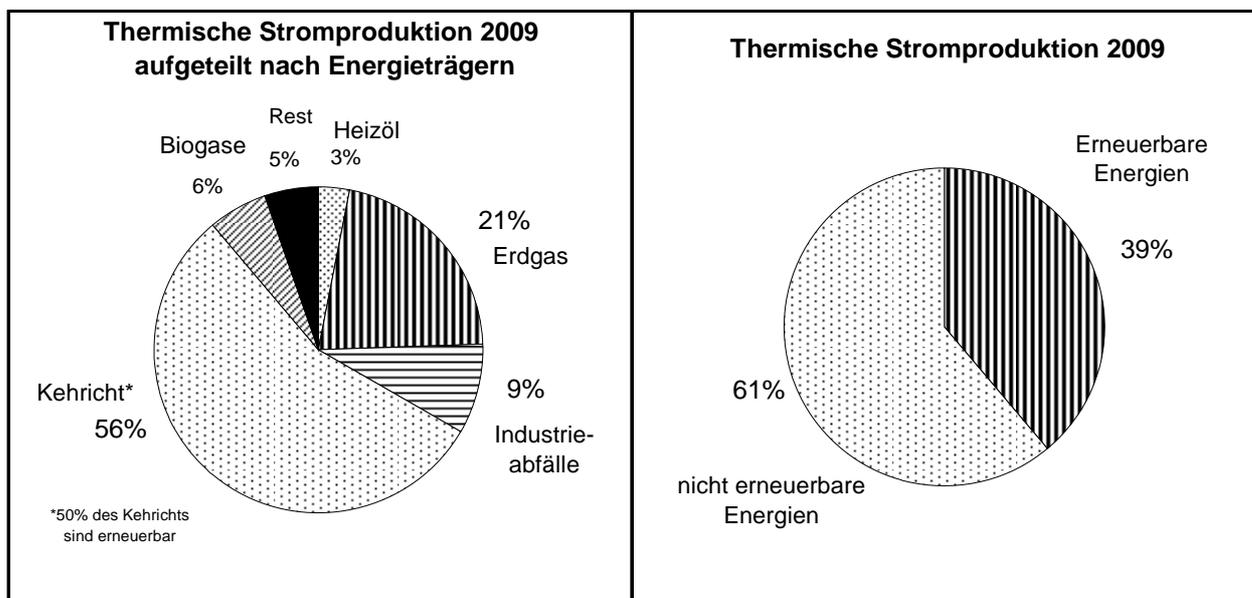
**Bild 3.2b Thermische Stromproduktion der Jahre 1990 bis 2009: Vergleich der offiziellen schweizerischen Elektrizitätsstatistik mit den vorliegenden Erhebungsergebnissen**

### 3.3 Energieträger 2009

In Bild 3.3 wird gezeigt, welche Energieträger im Jahre 2009 für die thermische Stromproduktion eingesetzt wurden. Der aus Kehricht stammende Strom weist mit 56 % den grössten Anteil auf. Erdgas (21 %), Industrieabfälle (9 %), Biogase (6 %) und Heizöl (3 %) sind die weiteren Energieträger. Bei den industriellen Abfällen handelt es sich um Raffinerierückstände, Lösungsmittel, Schlämme aus der Papierproduktion und Chemieabfälle.

**Kehricht (56 %) und Erdgas (21 %) sind die dominanten Energieträger bei der thermischen Stromproduktion.**

Mehr als ein Drittel (39 %) der thermischen Stromerzeugung basiert auf erneuerbaren Energieträgern. Dabei wurde berücksichtigt, dass gemäss Abfallanalysen rund 50 % des verbrannten Kehrichts erneuerbaren Ursprungs ist. Auch die verschiedenen Biogasarten (Klärgas, Deponiegas, Biogas aus Vergärungsanlagen in Landwirtschaft, Gewerbe und Industrie) weisen einen nennenswerten Beitrag zur thermischen Stromproduktion mit erneuerbaren Energieträgern auf.



Ausdruck: 27.10.2010

G:\2010\1018\All-Ausw[ENERG-ab1990-V2-ohne-Giubiasco.xls]Anhang A.2 Ber3 resp. Ber6

**Bild 3.3 Thermische Stromproduktion 2009 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 2009 waren in der Schweiz 994 WKK-Anlagen mit einer elektrischen Nennleistung von 497 MW in Betrieb. Im Kalenderjahr 2009 haben die WKK-Anlagen 1'591 GWh Elektrizität produziert. Dies entspricht 50 % der thermischen und 2.4 % der gesamten schweizerischen Stromproduktion.

2.4 % der gesamten schweizerischen Stromproduktion stammt aus WKK-Anlagen.

Wie Tabelle 4.1a zeigt, hat sich die WKK-Anlagenzahl im 2009 um eine weitere Anlage reduziert. Im Durchschnitt der letzten 5 Jahre hat die Anlagenzahl jährlich um 9 Stück abgenommen. Auch die installierte Leistung der WKK-Anlagen verminderte sich im Jahr 2009 um 7 MW. Bei der WKK-Stromproduktion 2009 resultierte gegenüber dem Vorjahr eine Abnahme um 28 GWh. Im langjährigen Trend der WKK-Stromproduktion muss seit 10 Jahren eine Stagnation und zuletzt eine leichte Abnahme beobachtet werden (Bild 3.2a auf Seite 19, Teil WKK).

Rückläufig war im 2009 die WKK-Stromproduktion im Industrie-Bereich (Kat. W2, -37 GWh) und bei den kleinen Anlagen (Kat. W4, -8 GWh). Der Rückgang in der Industrie erfolgte massgeblich in der chemischen Industrie sowie in der Papierproduktion. Weil die KVA Zuchwil wegen deutlich geringerer Wärmeabgabe die angewandte WKK-Limite nicht mehr erreichte, hat auch die WKK-Stromproduktion der KVA abgenommen (Kat. W1, -37 GWh).

Erneut zugenommen hat die Stromproduktion im Bereich Fernheizkraftwerke (Kat. W3, +28 GWh). Dabei handelt es sich fast ausschliesslich um eine Zunahme bei Holzheiz-Kraftwerken.

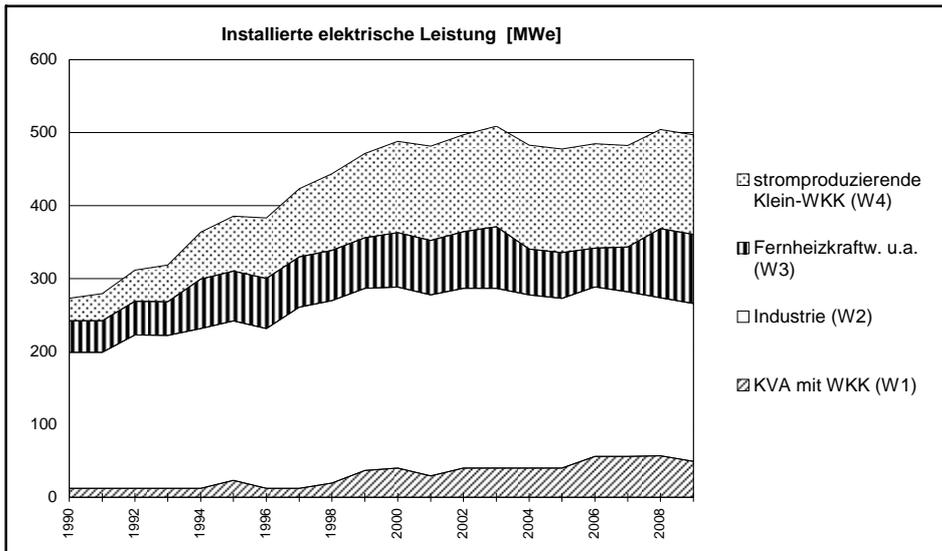
	Total 2009	Jährlicher Zuwachs	
		2009	Ø 2005 - 2009
Anzahl Anlagen*	994	-1	-9.0 Anl./a
Elektrische Leistung*	497 MW <sub>e</sub>	-7	-2.9 MW <sub>e</sub> /a
Jahresstromproduktion	1'591 GWh	-28	-14.8 GWh/a

\* 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 1990 ist in den zwei nachstehenden Bildern dargestellt.

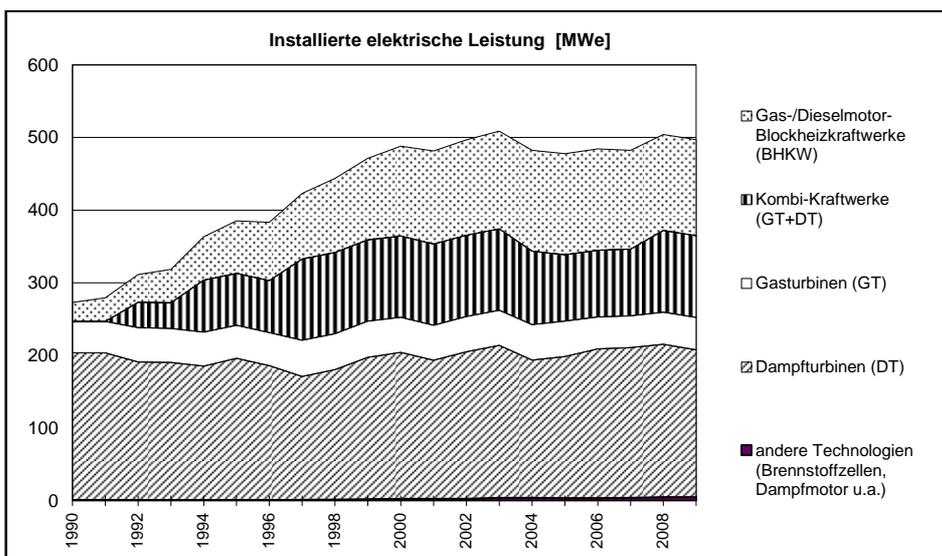


G:\2010\1018\All-Ausw\LEIST-ab1990.XLS\Anlagekategorien (B.1a) Ber22

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

Bild 4.1b zeigt die Aufteilung nach Anlagekategorien. Dabei wird ersichtlich, dass die Verbreitung der Klein-WKK-Anlagen in den 90er Jahren deutlich zugenommen hat. Der Einsatz von Gross-WKK-Anlagen in Industriebetrieben und Kehrichtverbrennungsanlagen hatte bereits in den 60er Jahren begonnen.

Die WKK-Entwicklung nach Technologien in Bild 4.1c zeigt, dass zu Beginn der 90er Jahre die Dampfturbinen dominant waren. Die Nennleistung von reinen Dampfturbinenanlagen hat seither stagniert. In den 90er Jahren haben die Kombianlagen (d.h. der kombinierte Betrieb von Gas- und Dampfturbinen) eine sehr starke Zunahme erfahren. Dies gilt auch für die Vielzahl von Blockheizkraftwerken (BHKW).



G:\2010\1018\All-Ausw\LEIST-ab1990.XLS\Technologie Ber3

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

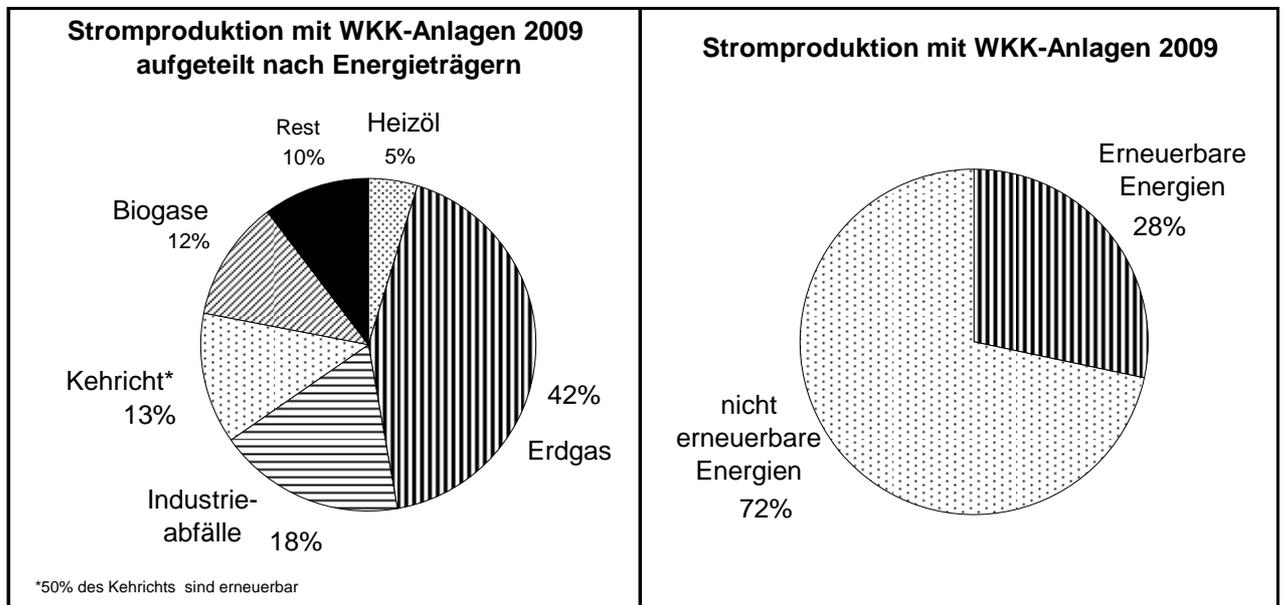
## 4.2 Energieträger 2009

In Abschnitt 3.3 wurde die gesamte thermische Stromproduktion des Jahres 2009 nach Energieträgern aufgeteilt. In Bild 4.2 findet sich die analoge Aufteilung für die Stromproduktion mit WKK-Anlagen.

Erdgas ist mit 42 % der wichtigste Energieträger. Industrieabfälle und Kehricht sind mit Anteilen von 18 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 gestiegenen Anteil von 12 % auf.

Insgesamt hat der erneuerbare Anteil an der WKK-Stromproduktion auf 28 % leicht zugenommen.

Der Hauptenergieträger der WKK-Anlagen ist mit 42 % Anteil eindeutig Erdgas.



G:\2010\1018\All-Ausw[ENERG-ab1990-V2.xls]Anhang A.2 Ber1

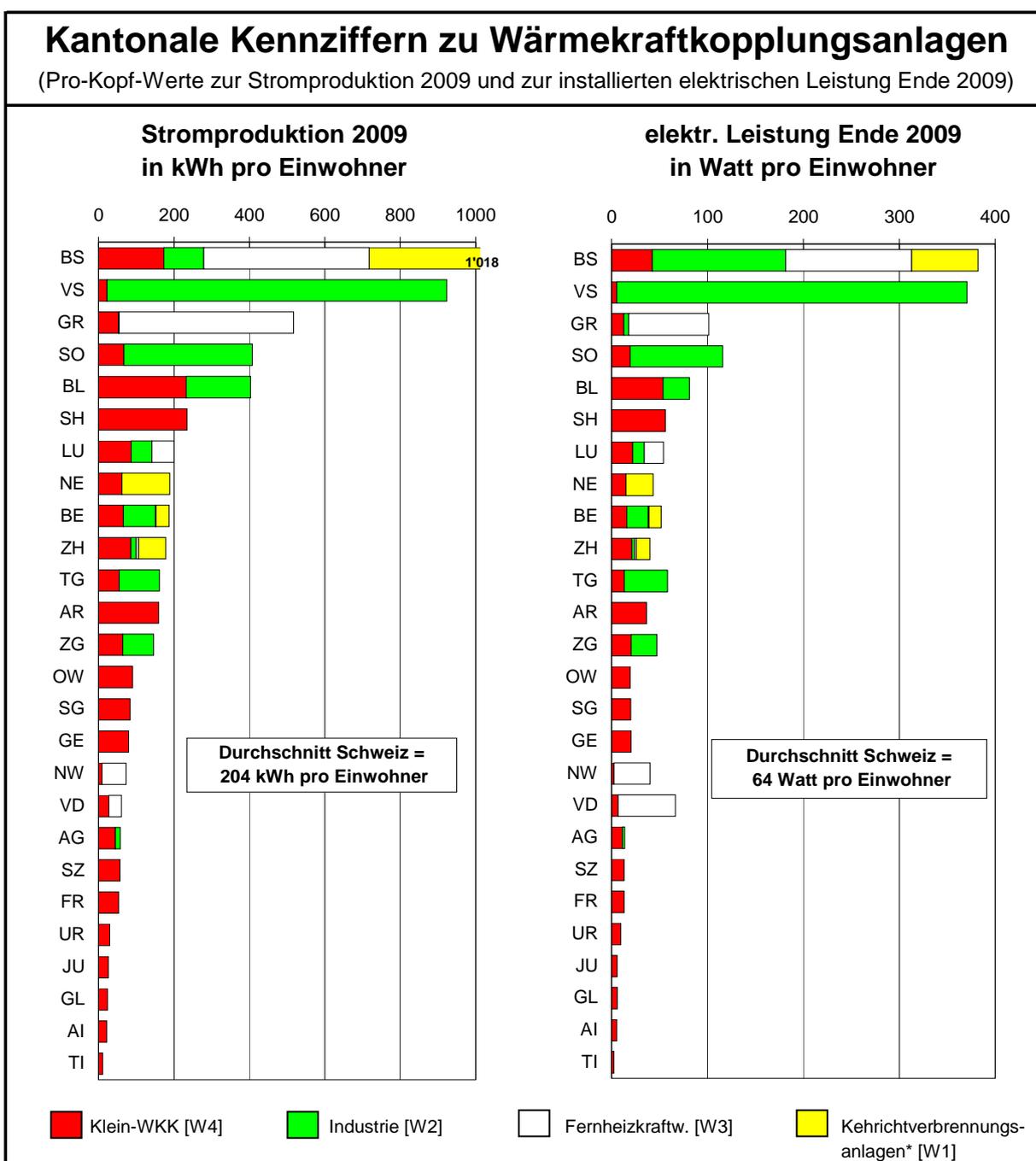
Bild 4.2 Aufteilung der WKK-Stromproduktion 2009 nach Energieträgern

(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 Graubünden auf (Stromproduktion, linke Darstellung Bild 4.3). In Basel-Stadt ist die hohe Stromproduktion durch die Inbetriebnahme eines grossen Fernheizkraftwerkes im 2008 zu begründen. Der Kanton Solothurn ist auf den vierten Platz zurückgefallen, da die KVA Zuchwil die WKK-Kriterien gemäss Definition dieses Berichts nicht mehr erreicht (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

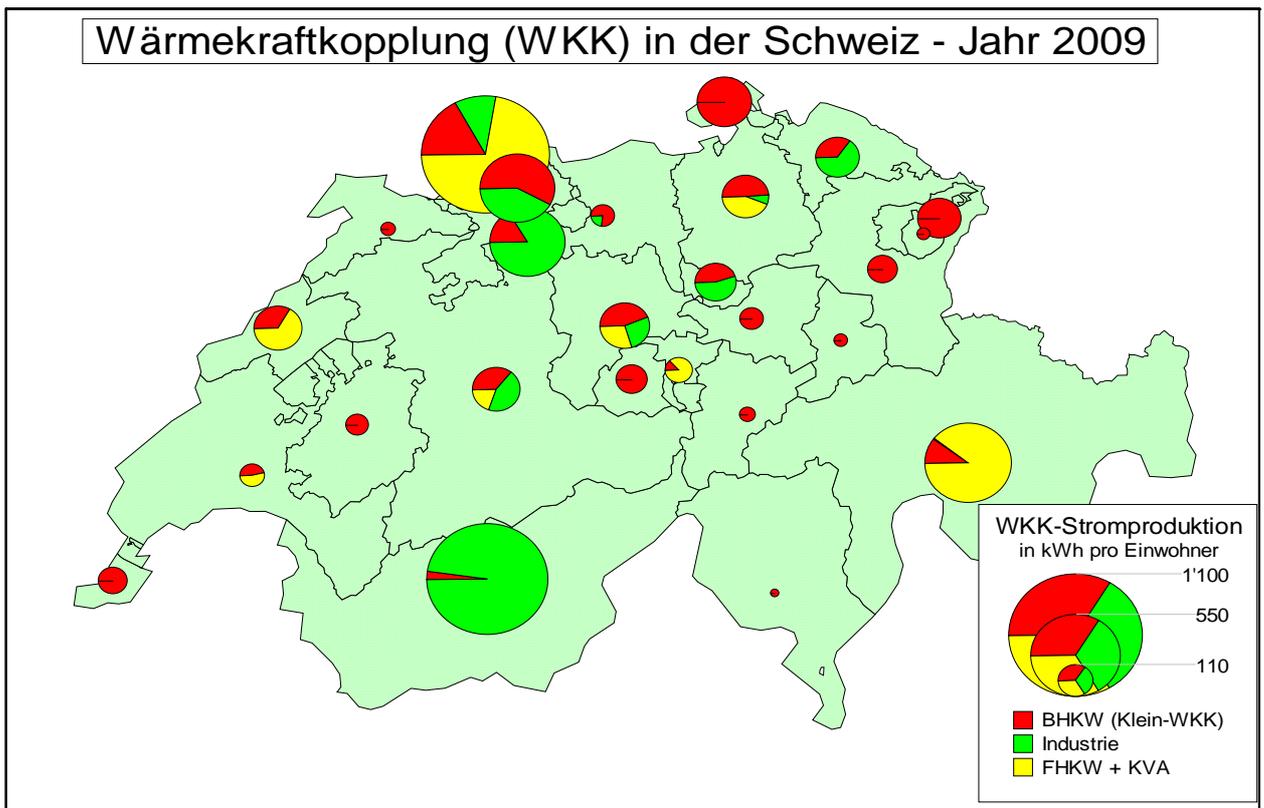
G:\2010\1018\All-Ausw\KT-WKK2009.xls\AuswGraf\_Ber2

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 2009 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 die Kantone Graubünden und Solothurn in dieser Darstellung deutlich hinter Basel-Stadt und dem Wallis liegen.



© Dr. Eicher+Pauli AG, Liestal

G:\2010\1018All-Ausw\WKK-Kantonsgrafik.xls|aktuelles Jahr

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

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

(siehe Anhang B.2)

## 5. Gross-WKK-Anlagen

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

### 5.1 Übersicht

Ende 2009 waren 35 Gross-WKK-Anlagen in Betrieb. Dabei handelt es sich um vier Anlagen in Kehrrechtverbrennungsanlagen (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).

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

	Total	Jährlicher Zuwachs	
	2009	2009	Ø 2005 - 2009
Anzahl Anlagen*	35	-1	0.2 Anl./a
Elektrische Leistung*	361 MW <sub>e</sub>	-8	4.0 MW <sub>e</sub> /a
Jahresstromproduktion	1'033 GWh	-30	-15.6 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)

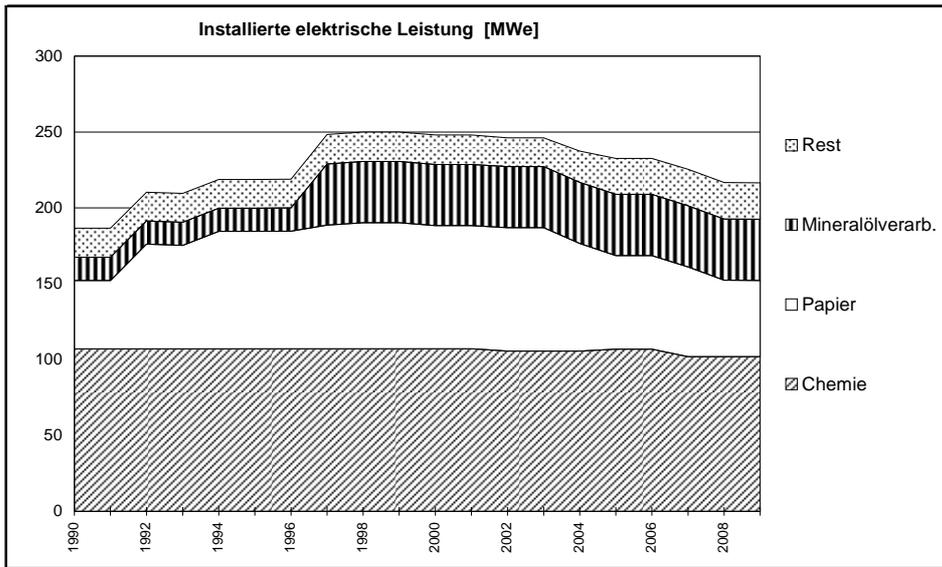
Nach einem deutlichen Anstieg im Jahr 2008 hat die installierte elektrische Leistung der Gross-WKK-Anlagen im 2009 um 8 MWe auf 361 MWe abgenommen. Die Jahresstromproduktion der Gross-WKK-Anlagen stagniert seit Jahren im Bereich von gut 1'000 GWh.

### 5.2 Industrie

Gross-WKK-Anlagen in Industriebetrieben produzieren gut einen Drittel der gesamtschweizerischen WKK-Stromproduktion (37 %). Bild 5.2a zeigt die Entwicklung der elektrischen Leistung, aufgeteilt nach Industriebranchen. Chemie und Papierindustrie sind trotz der deutlichen Abnahme der letzten Jahre diejenigen Branchen mit der höchsten installierten Leistung.

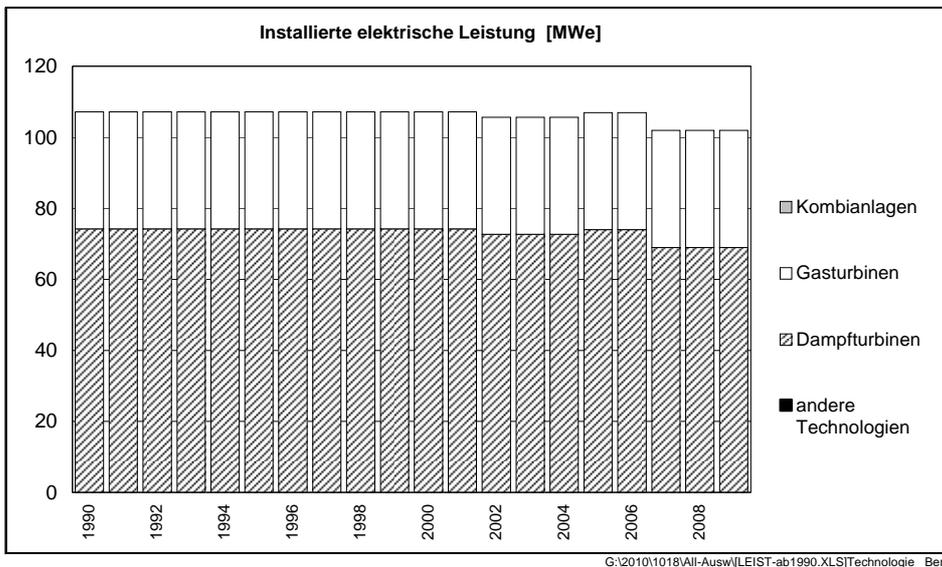
37 % des WKK-Stroms stammt aus Gross-WKK-Anlagen in Industriebetrieben.

Nach einer Stagnation in der zweiten Hälfte der achtziger Jahre haben die industriellen Gross-WKK-Anlagen in den neunziger Jahren 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 Spitzenjahr 1999 mit 994 GWh kontinuierlich auf noch 595 GWh im Jahr 2009 abgenommen.

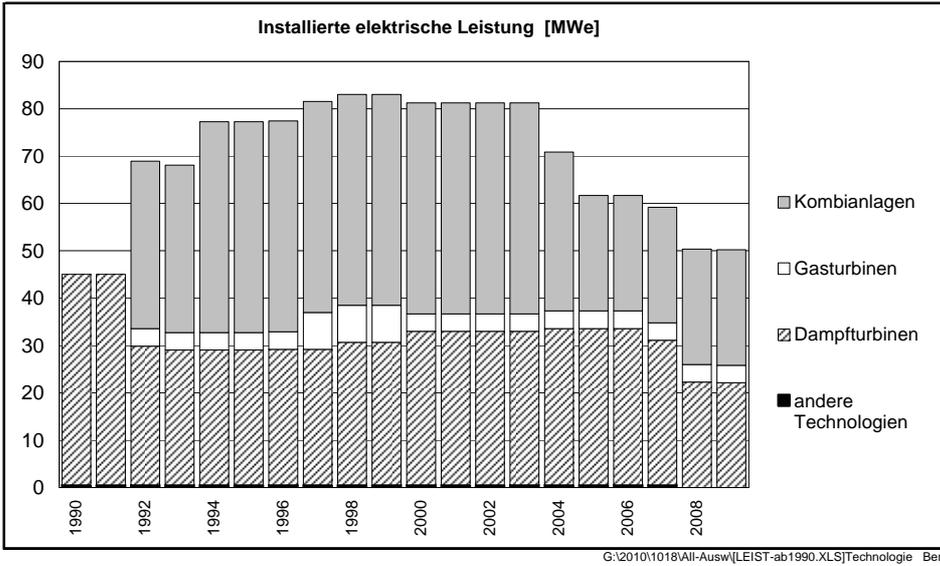


**Bild 5.2a Industrielle Gross-WKK-Anlagen aufgeteilt nach Branchen** (siehe Anhang Ca)

Die nachstehenden Bilder zeigen die eingesetzten Technologien in den verschiedenen Industriebranchen. In der chemischen Industrie werden ausschliesslich Gas- und Dampfturbinen betrieben (siehe Bild 5.2b). In der Papierindustrie stammt rund die Hälfte der installierten Leistung aus kombinierten Gas- und Dampfturbinen-Heizkraftwerken ("Kombianlagen" gemäss Bild 5.2c). Betriebsschliessungen und andere Stilllegungen führten in den letzten Jahren zu einer deutlichen Leistungsreduktion bei den Anlagen in der Papierindustrie.

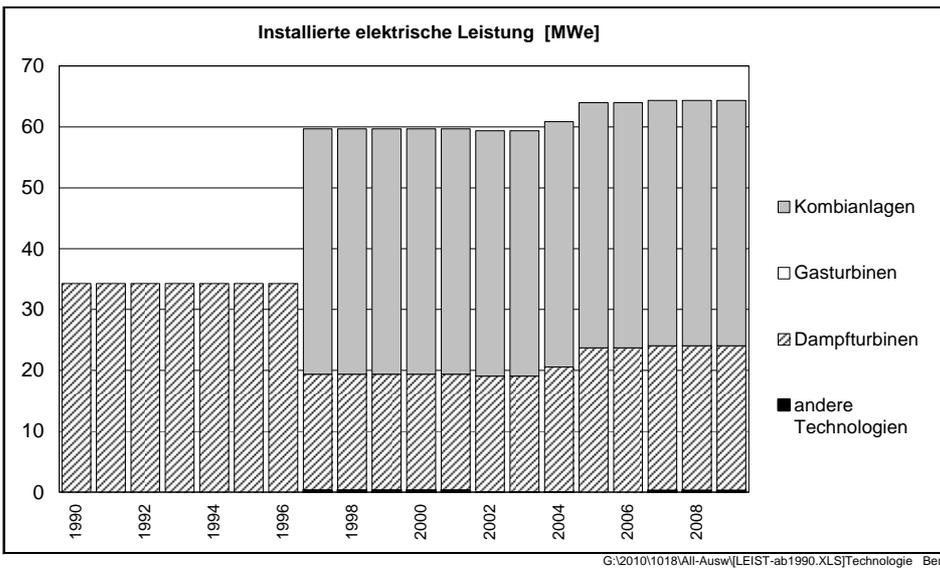


**Bild 5.2b Gross-WKK-Anlagen in der chemischen Industrie** (siehe Anhang Cb)



**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.

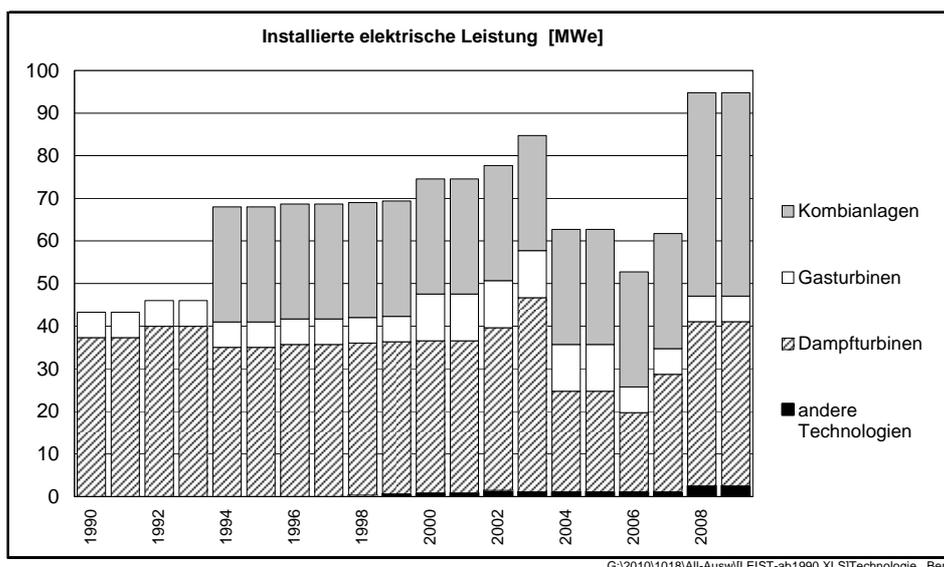
Per Ende 2009 waren der Kategorie "Fernheizkraftwerke u.a." elf Anlagen zugewiesen. Das seit Ende der neunziger Jahre aus wirtschaftlichen und lufthygienischen Gründen nur wenige Stunden betriebene Fernheizkraftwerk Voltastrasse in Basel wurde 2008 nach vierjähriger Stilllegung erneuert und wieder in Betrieb genommen. Zudem nahm ebenfalls 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.

Fernheizkraftwerke (sowie einige Spezialanlagen) produzieren 14.4 % 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

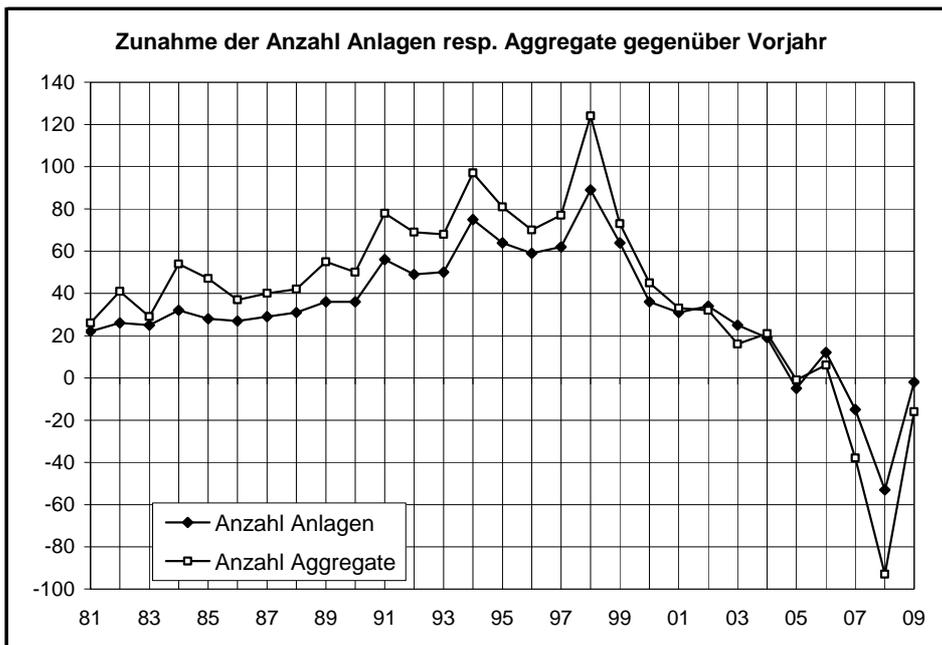
Analog zu den früher separat publizierten Ausgaben der Klein-WKK-Statistik wird im Kapitel 6.1 in der Regel nicht zwischen Klein-WKK-Anlagen mit oder ohne Stromproduktion unterschieden. In den meisten Detailauswertungen im Anhang ist aber eine klare Unterscheidung zwischen stromproduzierenden (Kat. W4, 2009: 959 Anlagen) und nicht stromproduzierenden (Kat. W5, 2009: 22 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 2009 35 % 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 1.24 Aggregate auf.

**Ende 2009 waren in der Schweiz insgesamt 981 Klein-WKK-Anlagen mit 1'218 Aggregaten in Betrieb.** Im Vergleich zum Spitzenjahr 2006 bedeutet dies eine Abnahme um 77 Anlagen und 147 Aggregate. Bild 6.1a zeigt aber, dass die Bestandesabnahme im 2009 wieder deutlich geringer ausfiel als in den Jahren 2007 und 2008. Im Vergleich dazu betrug der Zuwachs im Spitzenjahr 1998 über 120 Aggregate. Es gilt jedoch zu beachten, dass auch im 2009 60 neue Aggregate in Betrieb genommen wurden (siehe Kap. 6.4). Gleichzeitig wurden 76 - meist kleinere - Aggregate stillgelegt, was folglich zur Bestandesabnahme um 16 Aggregate geführt hat.



G:\2010\1018\KW-Ausw\AA-ANZ.XLS\Anhang D.2a Ber2

Bild 6.1a Jährliche Zunahme des Klein-WKK-Bestandes

(siehe Anhang D.2a)

### 6.1.2 Installierte Leistungen

Die 1'218 Klein-WKK-Aggregate, welche Ende 2009 in Betrieb waren, weisen zusammen eine Energie-Inputleistung von 403 MW auf (siehe Tabelle 6.1b). Die maximale elektrische Leistung dieser Klein-WKK-Anlagen beträgt 137 MW. Weitere 0.3 MW werden direkt zum Antrieb von Gebläsen in Kläranlagen genutzt.

Die Klein-WKK-Anlagen konnten Ende 2009 zusammen 225 MW thermische Leistung zur Beheizung von Gebäuden und zur Nutzung als Prozesswärme abgeben.

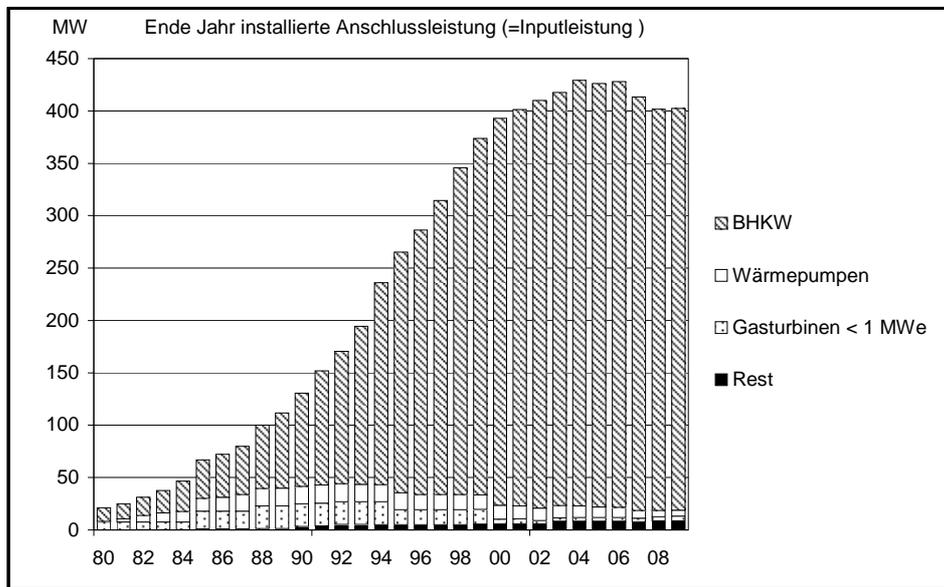
	Total Ende 2009	Jährlicher Zuwachs	
		2009	Ø 2005 - 2009
Anzahl Anlagen	981	-2	-13 Anl./a
Anzahl Aggregate	1'218	-16	-28 Aggr./a
Energie-Inputleistung	402.6 MW	0.9	-5.3 MW/a
Elektrische Leistung	136.5 MW <sub>e</sub>	0.6	-1.1 MW <sub>e</sub> /a
Mechanische Leistung*	0.3 MW	-0.1	-0.1 MW/a
Heizleistung	224.8 MW <sub>th</sub>	-0.2	-4.1 MW <sub>th</sub> /a

G:\2010\1018\KW-Ausw\Jahr\_Typ3+2\_2009.xls\RES\_WKK2 WKK902

\* Wellenleistung von Direkt-Gebläseantrieben in Kläranlagen

Tabelle 6.1b Bestand und installierte Leistungen Ende 2009 sowie Jahreszunahmen 2009 und im Zeitraum 2005 - 2009

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 MW hat seit 1992 wieder abgenommen und stagniert seit neun Jahren auf tiefem Niveau.

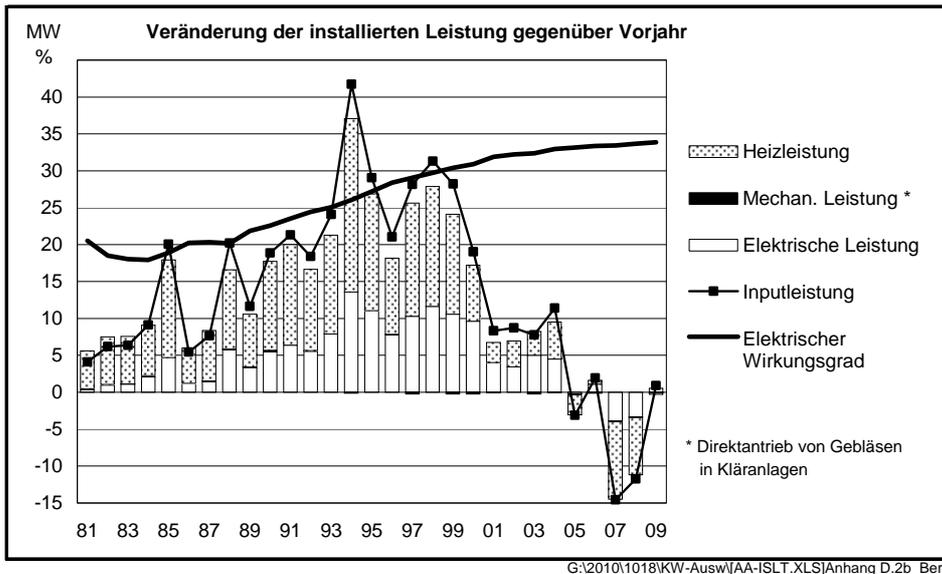


G:\2010\1018\KW-Ausw[AA-WKKT.XLS]Anhang D.2c Ber2

**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. 1994 konnte der bisher grösste Leistungszuwachs verzeichnet werden. Seither verminderte sich der Zuwachs der installierten Leistung stetig. Seit 2005 sind nur noch geringe Zuwächse oder sogar deutliche Leistungsabnahmen zu verzeichnen.

Veränderungen bei der Motoren-Technologie haben dazu geführt, dass der mittlere elektrische Wirkungsgrad von rund 20 % in den 80er Jahren nun bis gegen 34 % angestiegen ist.



**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 2009 nach Leistungsklassen. Es kann daraus abgeleitet werden, dass die 739 Klein-WKK-Aggregate bis 99 kW elektrischer Nennleistung zusammen 23.0 MW (16.9 % von total 136.6 MW) aufweisen. Die 448 Klein-WKK-Aggregate ab 100 kW weisen 113.5 MW (83.1 %) elektrische Leistung auf.

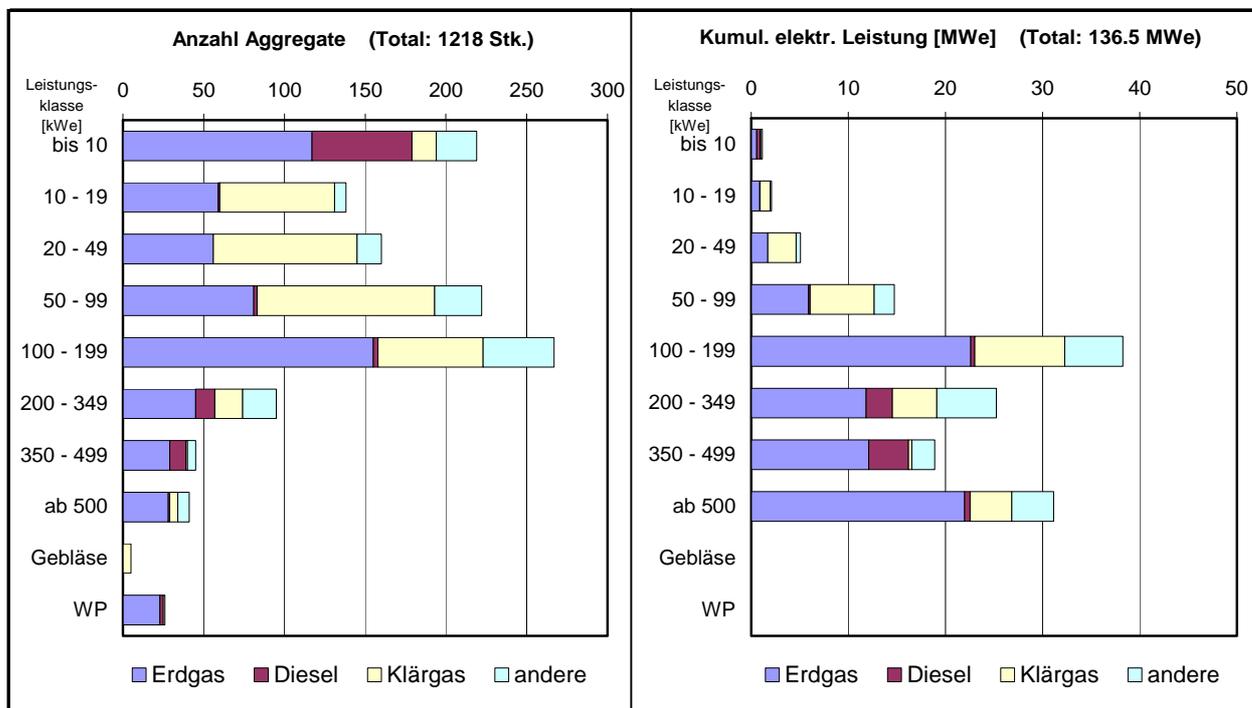
Leistungsklasse der Aggregate	Aggregate in Betrieb		elektrische Leistung	
	Anzahl	%	[MWe]	%
< 10 kW <sub>e</sub>	219	18.0%	1.13	0.8%
10 - 19 kW <sub>e</sub>	138	11.3%	2.09	1.5%
20 - 49 kW <sub>e</sub>	160	13.1%	5.07	3.7%
50 - 99 kW <sub>e</sub>	222	18.2%	14.73	10.8%
100 - 199 kW <sub>e</sub>	267	21.9%	38.27	28.0%
200 - 349 kW <sub>e</sub>	95	7.8%	25.24	18.5%
350 - 499 kW <sub>e</sub>	45	3.7%	18.89	13.8%
>= 500 kW <sub>e</sub>	41	3.4%	31.13	22.8%
Gebläseantriebe	5	0.4%	-	-
Wärmepumpen	26	2.1%	-	-
<b>Total</b>	<b>1218</b>	<b>100.0%</b>	<b>136.53</b>	<b>100.0%</b>

Stand per 31.12.2009/ Kantone: alle

G:\2010\1018\KW-Ausw\LeistKlass-Energie.xls\Konzentrat Ber2

**Tabelle 6.1e** Ende 2009 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 2009 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 2009 mit einem Endenergieverbrauch von 1'679 GWh rund 559 GWh hochwertige Energie in Form von Elektrizität oder mechanischer Energie erzeugt (siehe Tabelle 6.1g).

Neben der hochwertigen Energie produzierten die Klein-WKK-Anlagen 859 GWh nutzbare Wärme. Davon wurden aber nur 796 GWh effektiv zu Heizzwecken eingesetzt. Die Differenz zwischen produzierter und effektiv genutzter Wärmeenergie von 63 GWh (7.3 %) 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 2009	Jährlicher Zuwachs	
		2009	Ø 2005 - 2009
Endenergieverbrauch	1'678.6 GWh	-46.0	-7.6 GWh/a
Elektrizitätsproduktion	557.3 GWh <sub>e</sub>	-7.9	0.6 GWh <sub>e</sub> /a
Mechan. Nutzenergie *	1.8 GWh <sub>m</sub>	-0.5	-0.5 GWh <sub>m</sub> /a
Produzierte Wärme **	859.5 GWh <sub>th</sub>	-25.3	-9.4 GWh <sub>th</sub> /a
Genutzte Wärme ***	796.2 GWh <sub>th</sub>	-24.9	-10.6 GWh <sub>th</sub> /a

G:\2010\1018\KW-Ausw\Jahr\_Typ3+2\_2009.xls\RES\_WKK2 WKK903

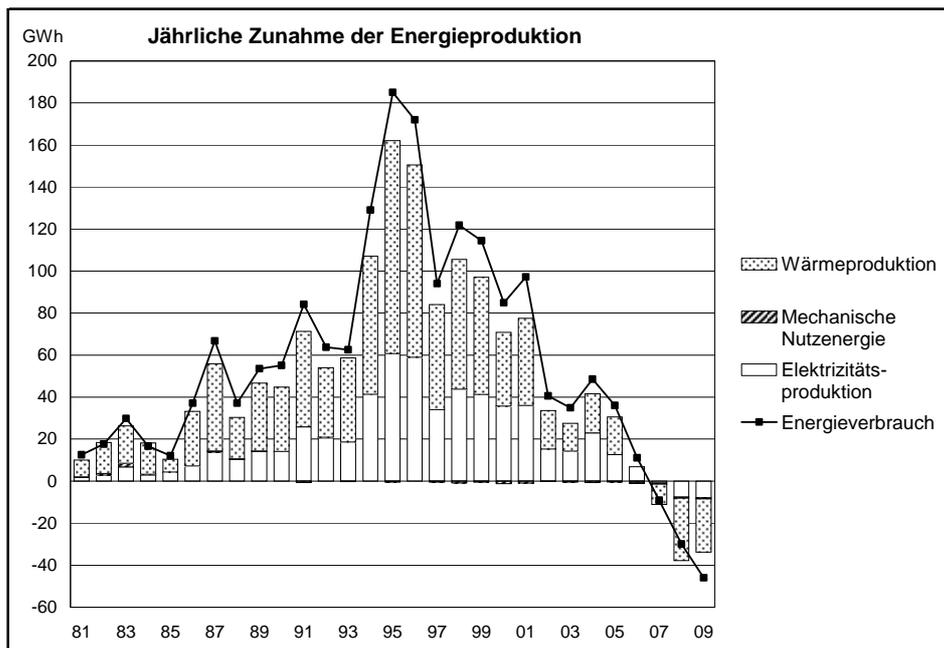
\* Energie an der Welle von Direkt-Gebläseantrieben in Kläranlagen

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

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

**Tabelle 6.1g** Energiedaten 2009 sowie Jahreszunahmen 2009 und im Zeitraum 2005 - 2009

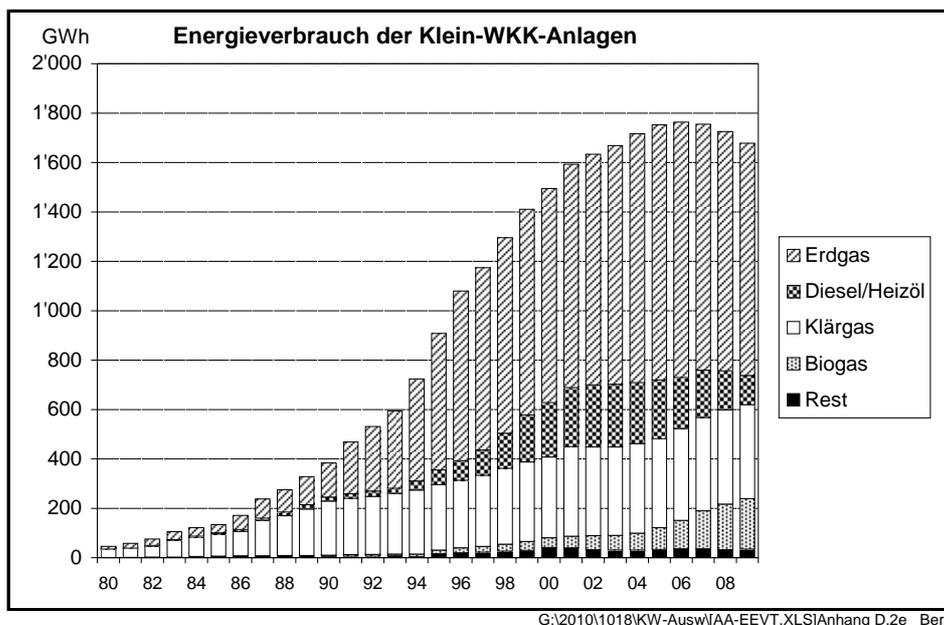
Bild 6.1h zeigt die jährliche Zunahme der Energieproduktion resp. des Energieverbrauchs aller Klein-WKK-Anlagen. Der Abwärtstrend der Vorjahre setzte sich auch im Jahr 2009 fort.



G:\2010\1018\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 2009 einen Zuwachs erlebt hatte. Alle übrigen Energieträger stagnierten. Diesel/Heizöl-Klein-WKK-Anlagen haben nach kurzem aber starkem Wachstum Ende der neunziger Jahre eine rückläufige Tendenz (siehe Bild 6.1i und Anhang D.2e). Insgesamt ist im 2009 der Anteil erneuerbarer Energieträger (Klär gas, Deponiegas, Biogas, Fett/Öl) auf 35 % angestiegen.



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

## 6.2 Einsatzgebiete

Tabelle 6.2a zeigt die Aufteilung der Ende 2009 installierten Klein-WKK-Aggregate und deren elektrischer Nennleistung nach Anlagekategorien und Einsatzgebieten.

31 % der Klein-WKK-Aggregate resp. 21 % der elektrischen Leistung wurde in Abwasserreinigungsanlagen zur energetischen Nutzung des anfallenden Klär gases eingesetzt. Anteilsmässig eine geringe Bedeutung weisen die mit Biogas betriebenen Klein-WKK-Anlagen auf - mit 58 % der Neuinstallationen 2009 jedoch stark steigend.

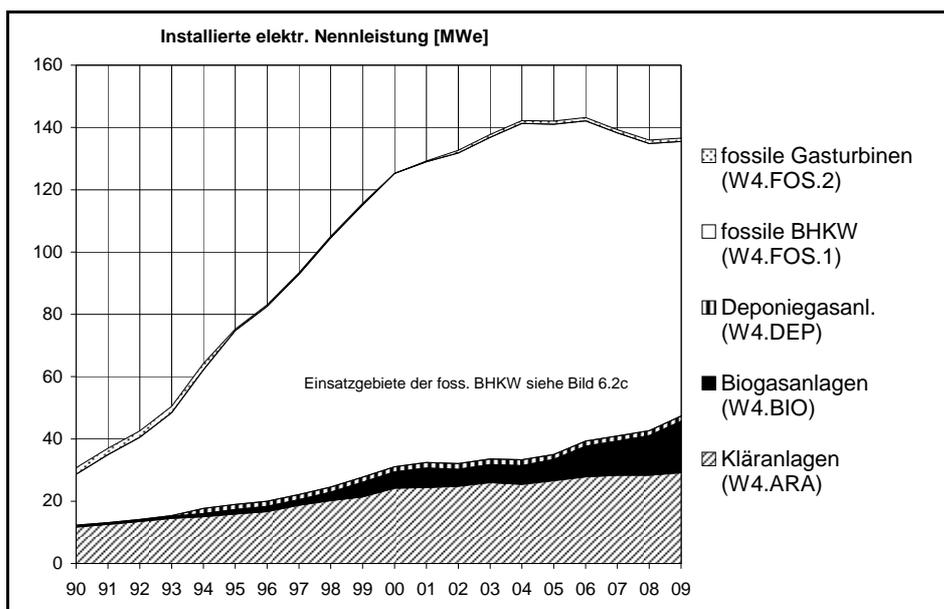
Mit 57 % (Anz.) resp. 65 % (el. Leist.) Anteil am Klein-WKK-Bestand Ende 2009 sind die mit fossilen Energieträgern betriebenen Blockheizkraftwerke (W4.FOS.1) dominierend. Bild 6.2c zeigt, dass seit Beginn der neunziger Jahre die elektrische Leistung der fossilen BHKW von 16 auf 108 MW im Jahr 2004 sehr stark zugenommen hat. Seither ist die Leistung der fossilen BHKW aber wieder auf 88 MW gesunken.

Bezogen auf die elektrische Klein-WKK-Leistung sind die Bereiche Klär anlagen (21 %) sowie Ge werbe und Industrie (13 %) am wichtigsten. Wärmeverbundanlagen (11 %) und Wohngebäude (9 %) sind weitere wichtige Klein-WKK-Einsatzgebiete.

Anlagekategorie Einsatzgebiete	Aggregate		El. Leistung		Veränd. 2009*		Neuinst. 2009**	
	Anz.	%	MWe	%	MWe	%	MWe	%
<b>w4 Stromproduz. Klein-WKK-Anl.</b>	<b>1'195</b>	<b>98%</b>	<b>136.5</b>	<b>100%</b>	<b>0.56</b>	<b>100%</b>	<b>7.92</b>	<b>100%</b>
W4.ARA.1 Kläranlagen mit BHKW	376	31%	28.8	21%	0.53	94%	2.46	31%
W4.ARA.2 Kläranlagen mit Gasturbinen	4	0%	0.3	0%	0.28	50%	0.28	4%
W4.BIO.1 Biogasanlagen Landwirtschaft	70	6%	8.1	6%	1.93	347%	2.14	27%
W4.BIO.2 Biogasanlagen Gewerbe u. Industrie	39	3%	8.4	6%	1.92	345%	2.48	31%
W4.DEP Deponiegas-WKK-Anlagen	4	0%	1.6	1%	0.00	0%	0.00	0%
W4.FOS.1 fossile BHKW	692	57%	88.2	65%	-3.99	-718%	0.56	7%
Bürogebäude (inkl. Banken)	77	6%	9.0	7%	0.07	12%	0.15	2%
Wärmeverbund (gemischte Nutzung)	59	5%	14.9	11%	-0.13	-23%	0.17	2%
Schulen, Sportanlagen	89	7%	10.9	8%	-0.16	-29%	0.00	0%
Wohngebäude	208	17%	12.5	9%	-0.04	-7%	0.16	2%
Gewerbe und Industrie	90	7%	17.1	13%	-3.59	-646%	0.00	0%
Spitäler, Heime	78	6%	11.5	8%	-0.08	-15%	0.08	1%
andere (und unbekannt)	91	7%	12.3	9%	-0.06	-12%	0.00	0%
W4.FOS.2 fossile Gasturbinen < 1 MWe	10	1%	1.0	1%	-0.10	-18%	0.00	0%
<b>w5 Nicht stromprod. Klein-WKK-Anl.</b>	<b>23</b>	<b>2%</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)	3	0%						
Wärmeverbund (gemischte Nutzung)	2	0%						
Schulen, Sportanlagen	6	0%						
Wohngebäude	3	0%						
Gewerbe und Industrie	1	0%						
Spitäler, Heime	3	0%						
andere	5	0%						
<b>W4+W5 Total alle Klein-WKK-Anlagen</b>	<b>1'218</b>	<b>100%</b>	<b>136.5</b>	<b>100%</b>	<b>0.6</b>	<b>100%</b>	<b>7.9</b>	<b>100%</b>

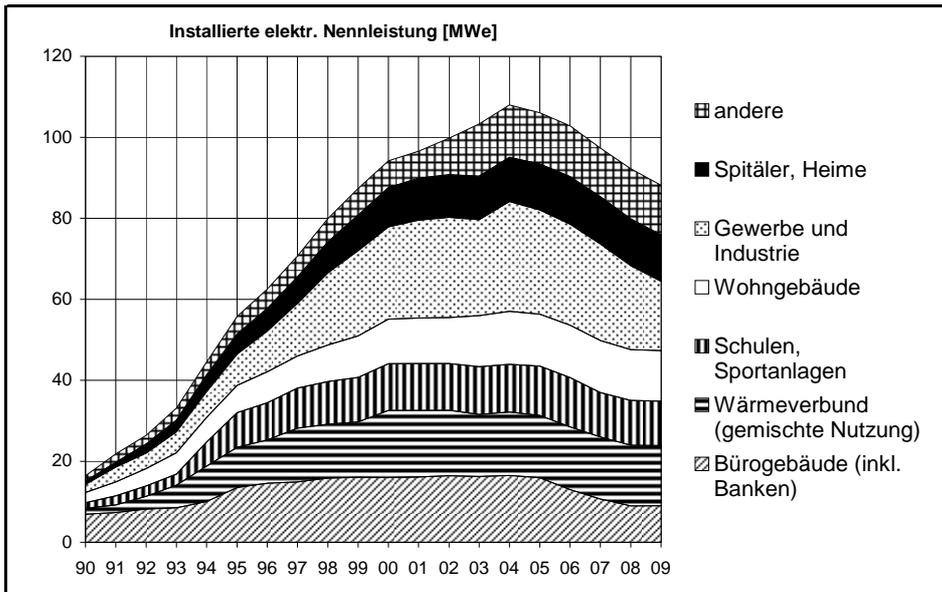
G:\2010\1018\KW-Ausw\Einsge2009.xls\Anhang D.2f Ber1

**Tabelle 6.2a** Anzahl Klein-WKK-Aggregate und elektrische Nennleistungen nach Anlagekategorien und Einsatzgebieten per 31.12.2009

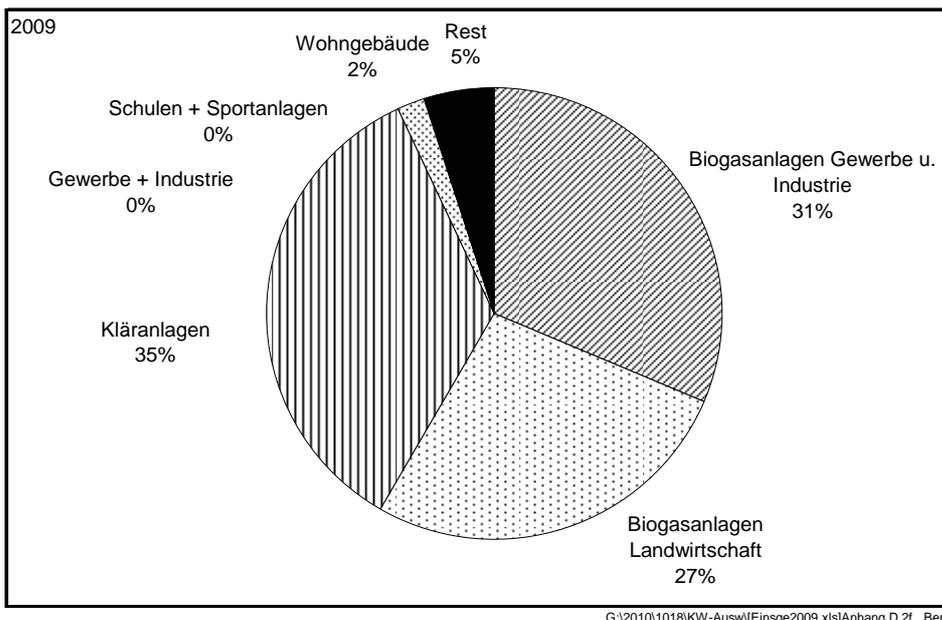


G:\2010\1018\KW-Ausw\Einsge2009.xls\Anhang D.2f Ber2

**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 2009)

### 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.

82 % der in Kläranlagen installierten BHKW-Leistung war Ende 2009 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.**

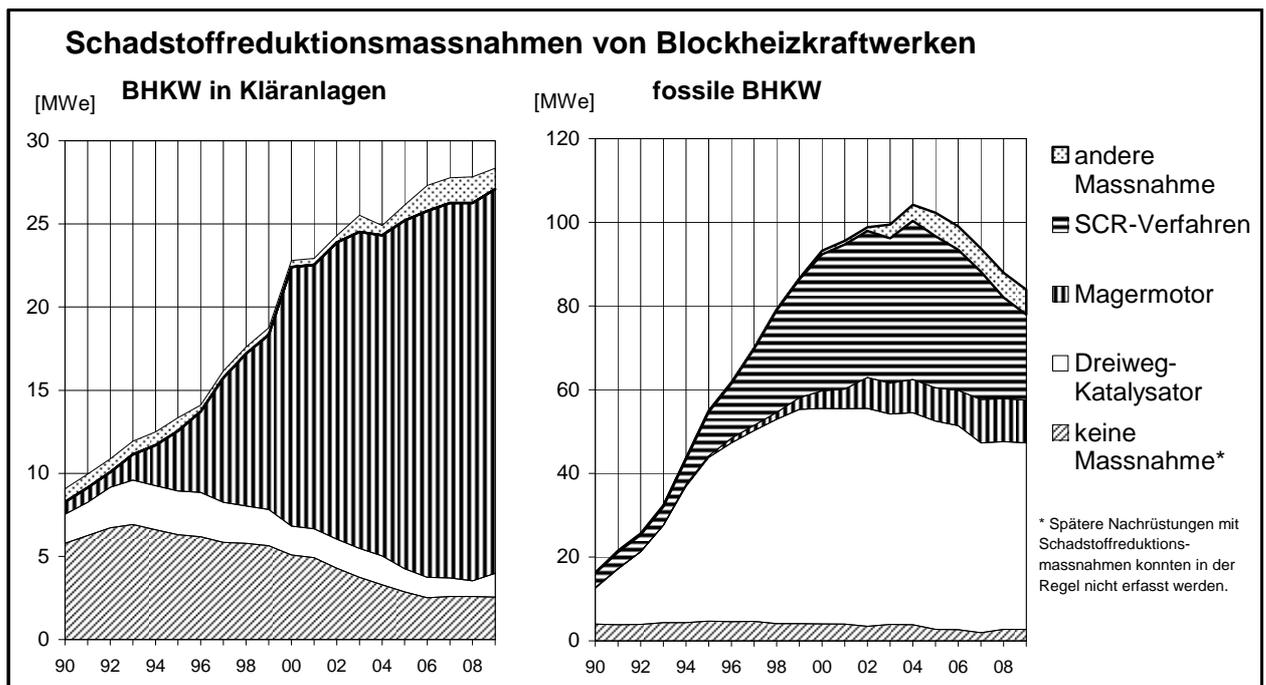
Bei fossilen BHKW sind weiterhin Anlagen mit geregelterm Dreiweg-Katalysator am häufigsten (53 % Ende 2009). Ab 1993 haben Anlagen, mit selektivem katalytischem Reduktionsverfahren (SCR) deutlich zugenommen. Ende 2009 betrug der leistungsmässige Anteil dieser Anlagen 24 %. Beim SCR-Verfahren werden die 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 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>373</b>	<b>100%</b>	<b>28.4</b>	<b>100%</b>
	keine Massnahme*	79	21%	2.6	9%
	geregelter Dreiweg-Katalysator	15	4%	1.4	5%
	Magermotor	271	73%	23.1	82%
	SCR-Verfahren	0	0%	0.0	0%
	andere	8	2%	1.3	4%
<b>W5.FOS.1a</b>	<b>fossile BHKW</b>	<b>681</b>	<b>100%</b>	<b>83.9</b>	<b>100%</b>
	keine Massnahme*	36	5%	2.7	3%
	geregelter Dreiweg-Katalysator	357	52%	44.6	53%
	Magermotor	200	29%	10.2	12%
	SCR-Verfahren	48	7%	20.4	24%
	andere	40	6%	6.0	7%

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

G:\2010\1018\KW-Ausw[Schadr2009.xls]Auswert Ber1

**Tabelle 6.3a** Übersicht über die Schadstoffreduktionsmassnahmen von Blockheizkraftwerken Ende 2009



**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) stagnierte 2009 auf dem Niveau der Vorjahre. Der Ersatzanteil ist weiterhin relativ hoch (31 % der neu installierten elektrischen Leistung).

### 6.4.1 Lieferanten

Die Tabellen 6.4a und 6.4b geben einen Überblick über die Lieferanten der 2004 bis 2009 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 2009 dienten 47 % der neu installierten Aggregate als Ersatz innerhalb der gleichen Anlage. Bezüglich elektrischer Leistung betrug der Ersatzanteil 2009 rund 31 %.

Lieferant (nur mit Erlaubnis namentlich erwähnt)	Anzahl in Betrieb genommene Aggregate								Total 2004-2009	
	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2009			
Acrona Systems Ltd (ehem. Verdesis), Aarau	2	2	1	2	3	7	12%	17	4%	
AKSA Würenlos AG, Würenlos	4	0	1	2	1	0	0%	8	2%	
Avesco AG, Langenthal	3	6	20	15	12	15	25%	71	19%	
BES BHKW Energie-Service AG, Wittenbach	6	10	8	12	10	15	25%	61	16%	
C4 Energie AG (ehem. Inter Tech AG), Baar	0	0	1	3	3	0	0%	7	2%	
etaone swiss ag (konkurs seit 2008), Eptingen	0	0	5	1	0	0	0%	6	2%	
Genesys Biogas AG, Frauenfeld	4	3	9	2	0	0	0%	18	5%	
Hexis AG, Winterthur	0	0	1	0	0	1	2%	2	1%	
IWK Integrierte Wärme und Kraft AG, Sarnen	1	7	5	2	9	17	28%	41	11%	
MENAG Energie AG (konkurs seit 2006), Niederdorf	14	7	2	0	0	0	0%	23	6%	
Royce & Partners SA, Le Mont-Pèlerin	16	13	16	19	8	1	2%	73	19%	
Vaillant GmbH, Dietikon	0	1	2	1	2	0	0%	6	2%	
Walter Meier AG (ehem. Vesca), Schwerzenbach	9	12	2	4	1	0	0%	28	7%	
andere Lieferanten	1	2	4	3	7	4	7%	21	5%	
<b>TOTAL</b>	<b>60</b>	<b>63</b>	<b>77</b>	<b>66</b>	<b>56</b>	<b>60</b>		<b>382</b>		
Anteil der Aggregate, welche ältere ersetzen*	36%	33%	25%	29%	52%	47%		36%		

\* Ersatz für stillgelegte Aggregate innerhalb der gleichen Anlage

G:\2010\1018\KW-Ausw\Lieferanten.xls\Auswert Ber1

Tabelle 6.4a In Betrieb genommene Motoren und Brennstoffzellen 2004 bis 2009

(Kat. T3, W4, W5)

### 6.4.2 Technologien und Leistungen

Die seit 2000 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 ist nach einer wieder leicht steigenden Tendenz seit 2006 im Berichtsjahr auf null gesunken. Anstelle dieser Diesel-Aggregate wurden in Folge der Einspeisevergütung (KEV) vermehrt Bio- und Klärgasaggregate in Betrieb genommen. Im Jahre 2009 wurde schweizweit eine Leistung von 8.0 MWe neu installiert. Damit blieb der Leistungszuwachs leicht unter dem Vorjahreswert bei leicht

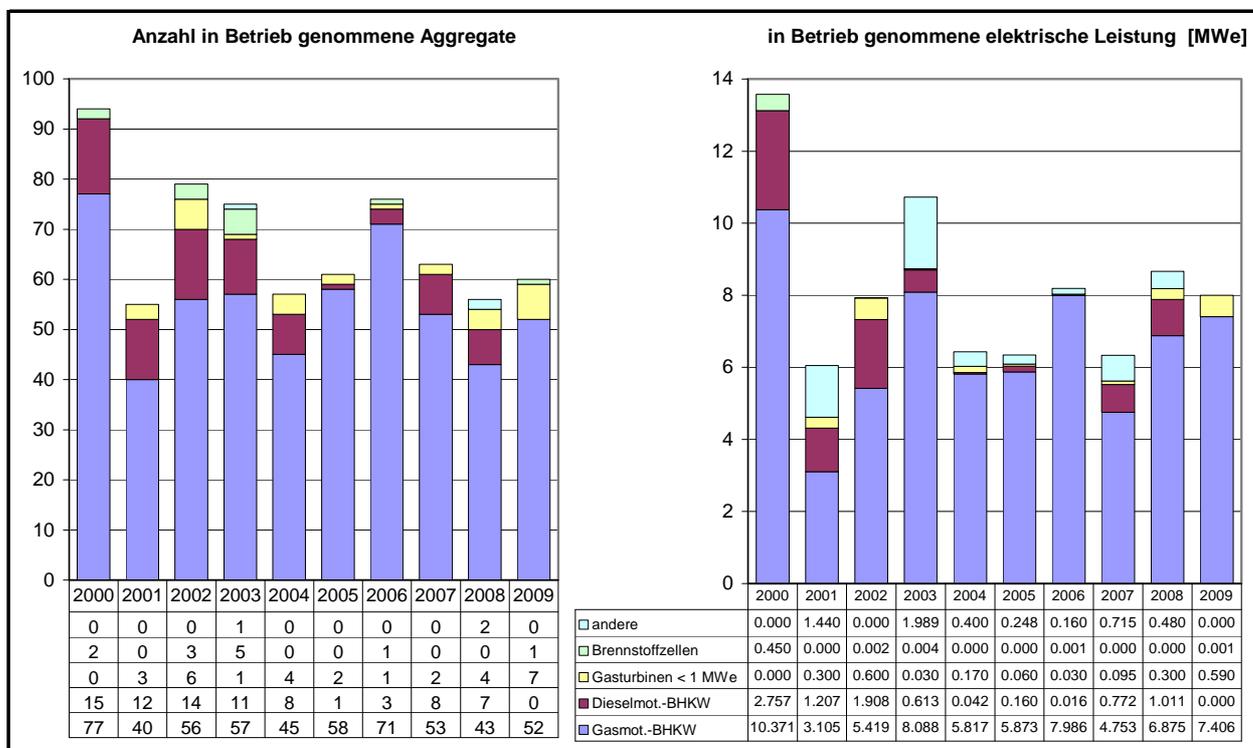
höherer Aggregatanzahl. Die elektrische Durchschnittsleistung der neu installierten Aggregate lag darum im 2009 mit 133 kW etwas tiefer als im Vorjahr.

Lieferant (nur mit Erlaubnis namentlich erwähnt)	Installierte elektrische Leistung [MW]								Total 2004-2009	
	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2009			
Acrona Systems Ltd (ehem. Verdesis), Aarau	0.090	0.060	0.030	0.095	0.195	0.590	7%	1.060	2%	
AKSA Würenlos AG, Würenlos	0.480	0.000	0.050	0.310	0.346	0.000	0%	1.186	3%	
Avesco AG, Langenthal	3.300	1.042	3.048	2.990	1.877	2.167	27%	14.424	33%	
BES BHKW Energie-Service AG, Wittenbach	0.158	0.363	0.438	0.420	0.393	0.420	5%	2.192	5%	
C4 Energie AG (ehem. Inter Tech AG), Baar	0.000	0.000	0.160	0.960	0.990	0.000	0%	2.110	5%	
etaone swiss ag (konkurs seit 2008), Eptingen	0.000	0.000	0.619	0.090	0.000	0.000	0%	0.709	2%	
Genesys Biogas AG, Frauenfeld	0.400	0.280	0.990	0.140	0.000	0.000	0%	1.810	4%	
Hexis AG, Winterthur	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.001	0%	0.002	0%	
IWK Integrierte Wärme und Kraft AG, Sarnen	0.330	2.418	2.073	0.543	4.100	4.702	59%	14.166	32%	
MENAG Energie AG (konkurs seit 2006), Niederdorf	1.270	1.635	0.205	0.000	0.000	0.000	0%	3.110	7%	
Royce & Partners SA, Le Mont-Pèlerin	0.274	0.219	0.144	0.132	0.081	0.006	0%	0.855	2%	
Vaillant GmbH, Dietikon	0.000	0.005	0.009	0.005	0.009	0.000	0%	0.028	0%	
Walter Meier AG (ehem. Vescal), Schwerzenbach	0.047	0.060	0.010	0.020	0.005	0.000	0%	0.143	0%	
andere Lieferanten	0.080	0.260	0.415	0.630	0.669	0.112	1%	2.166	5%	
<b>TOTAL</b>	<b>6.429</b>	<b>6.341</b>	<b>8.193</b>	<b>6.335</b>	<b>8.666</b>	<b>7.997</b>		<b>43.960</b>		
Anteil der ersetzten elektrischen Leistung*	16%	22%	13%	26%	48%	31%		27%		

\*Ersatz für stillgelegte Aggregate innerhalb der gleichen Anlage

G:\2010\1018\KW-Ausw\Lieferanten.xls\Auswert Ber3

Tabelle 6.4b Elektrische Nennleistung der 2002 bis 2009 in Betrieb genommenen Motoren und Brennstoffzellen (Kat. T3, W4, W5)



G:\2010\1018\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)

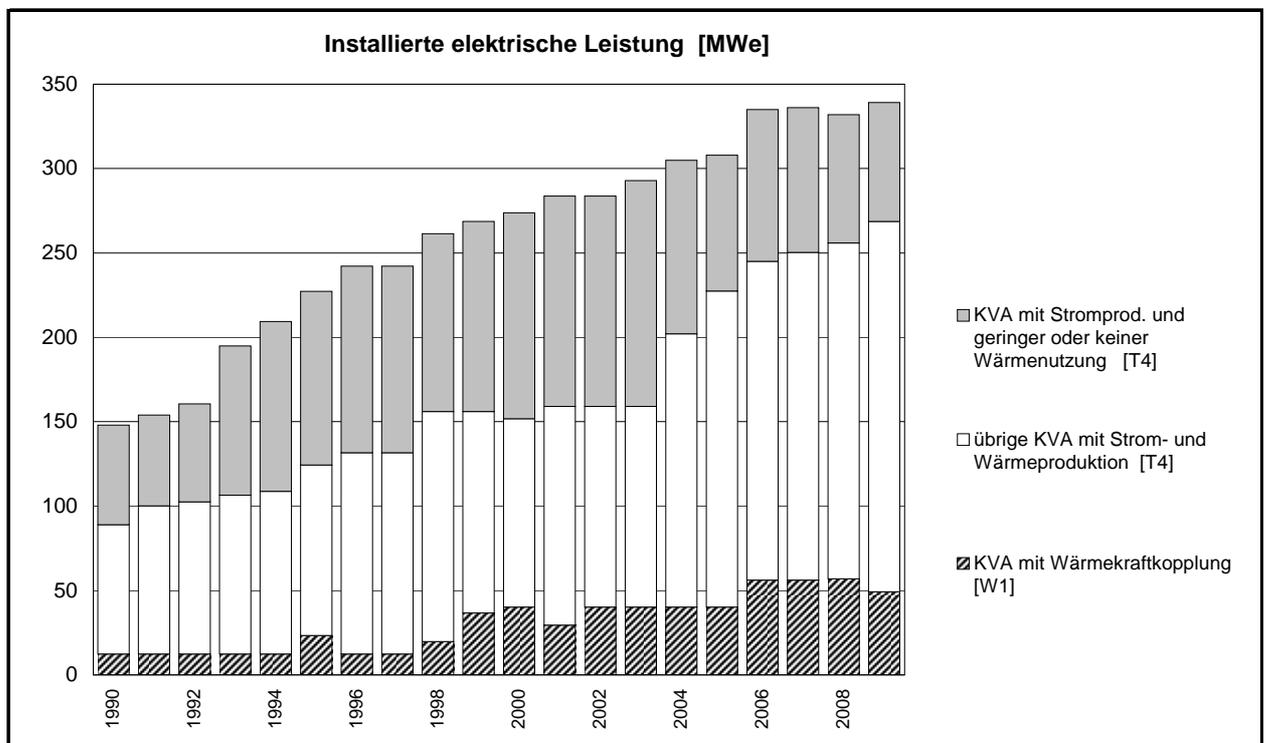
## 7. Spezialauswertungen therm. Stromproduktion

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 2009 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 2009 die KVA Basel, die KVA Bern, die KVA Hagenholz in Zürich 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.

In den 29 schweizerischen Kehrichtverbrennungsanlagen werden beachtliche Energiemengen genutzt (2009: 1'770 GWh Strom und 3'098 GWh Wärme).

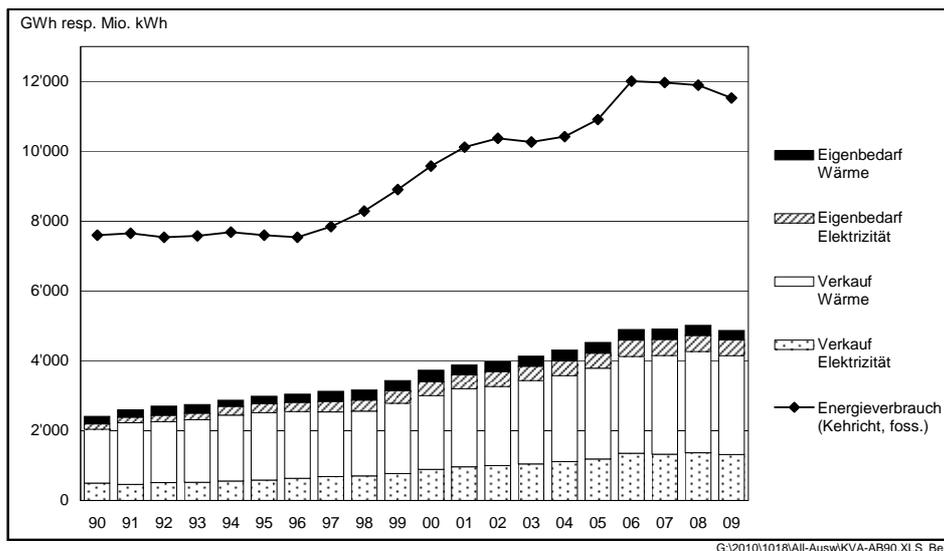


G:\2010\1018\All-Ausw\LEIST-ab1990.XLS\KVA-Betriebsarten (E.1a) Ber42

**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. Seit 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.



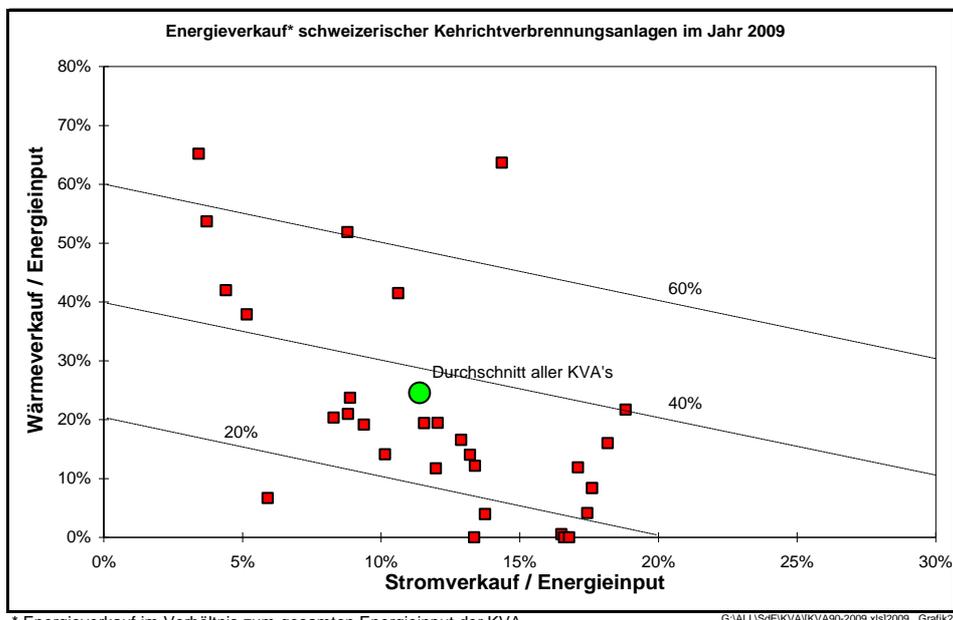
**Bild 7.1b** Energieverbrauch sowie Eigenbedarf resp. Verkauf von selbstproduzierter Elektrizität und Wärme aller KVA in der Schweiz seit 1990

	1990	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Install. elektr. Nennleistung (1) MWe	148.0	273.8	283.7	283.7	293.0	305.0	307.9	335.1	336.1	332.1	339.1
Endenergieverbrauch Total (2) GWh	7'596	9'577	10'116	10'373	10'262	10'419	10'910	12'011	11'965	11'891	11'526
- davon Kehricht GWh	7'496	9'390	9'934	10'212	10'089	10'252	10'747	11'856	11'857	11'740	11'371
- davon fossile Energien GWh	100	178	176	157	163	154	152	143	82	136	142
Elektrizitätsproduktion (3) GWh	644	1'284	1'371	1'426	1'456	1'538	1'620	1'824	1'787	1'833	1'770
- davon Anteil Eigenbedarf %	23%	31%	29%	30%	28%	28%	27%	26%	26%	25%	26%
Genutzte Wärmeproduktion (4) GWh	1'765	2'440	2'508	2'541	2'675	2'763	2'903	3'072	3'118	3'179	3'098
- davon Anteil Eigenbedarf %	12%	13%	11%	11%	11%	11%	10%	10%	9%	9%	9%
Jahresnutzungsgrad $[(3+4)/2]$	32%	39%	38%	38%	40%	41%	41%	41%	41%	42%	42%
Vollbetriebsd. Stromprod. $[(3+1)]$	4'350	4'690	4'830	5'030	4'970	5'040	5'260	5'440	5'320	5'520	5'220

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

Im Jahr 2009 wurde 26 % der Stromproduktion von 1'770 GWh zur Deckung des Eigenbedarfs der KVA verwendet. Von der gesamthaft genutzten Wärmeproduktion von 3'098 GWh dienten rund 9 % für die Deckung des Wärmebedarfs der KVA. Die restlichen 91 %, d.h. 2'829 GWh Wärmeenergie, haben die KVA im Jahre 2009 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 inzwischen auf 42 % gesteigert (siehe Tabelle 7.1c). Bild 7.1d zeigt die Energieanteile, welche sämtliche KVA im Jahre 2009 in Form von Wärme oder Elektrizität an Dritte verkauft haben. Der Durchschnitt für alle KVA liegt bei 24.5 % Wärme- und 11.4 % Stromverkauf.



\* Energieverkauf im Verhältnis zum gesamten Energieinput der KVA

G:\ALLIS\JEKVA\KVA90-2009.xls|2009 Grafik2

Bild 7.1d Energieverkaufs-Benchmark schweizerischer KVA (Jahr 2009)

## 7.2 Deponiegasnutzung

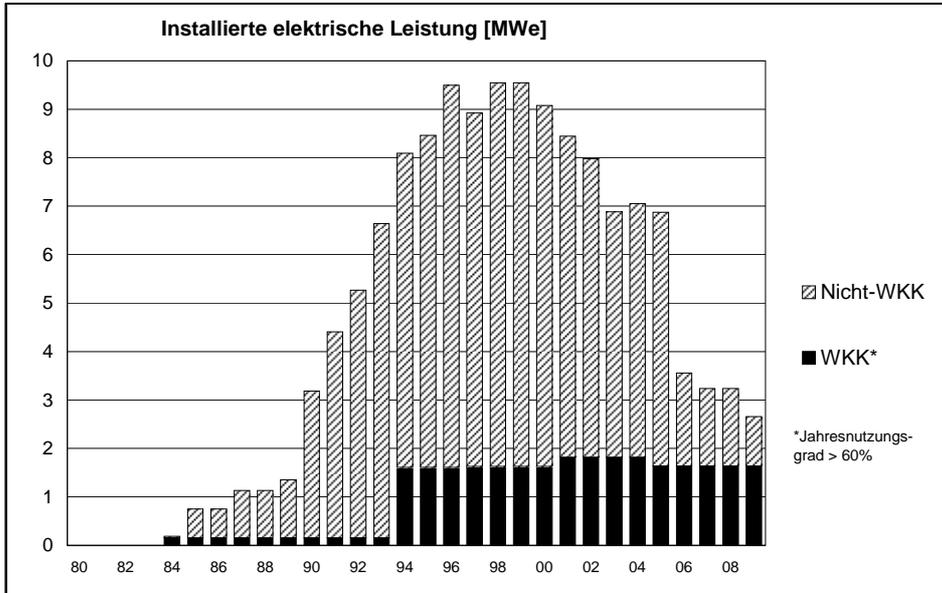
Ab Mitte der achtziger Jahre hatte die energetische Nutzung des in Abfalldeponien anfallenden Gases stark zugenommen. Mitte der neunziger Jahre wurde der Höhepunkt der Deponiegasnutzung erreicht. Seither ist sie rückläufig. Zur Zeit sind noch 9 Deponiegasmotoren in 7 Anlagen zur Elektrizitätsproduktion in Betrieb.

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

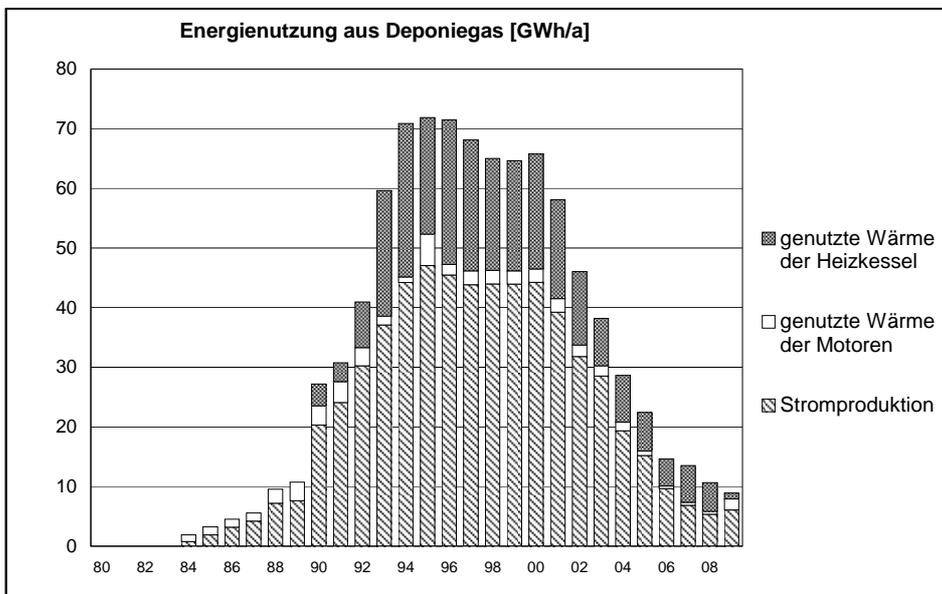
Ende 2009 wurde in 7 schweizerischen Abfalldeponien Deponiegas energetisch genutzt. In einem Fall wurde dieses Gas ausschliesslich in Heizkesseln zur Wärmeproduktion genutzt (siehe Anhang E.2d). Bei den restlichen 6 Deponien wurde das anfallende Gas in erster Linie zur Stromproduktion genutzt. Im Bild 7.2a ist die Entwicklung der installierten elektrischen Leistung dieser Deponiegasmotoren dargestellt. Diese ist im Jahr 2009 weiter zurückgegangen und liegt nun bei 2.66 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.

2009 wurde 19.9 GWh Deponiegas zum Antrieb der 10 Motoren eingesetzt. Damit konnte 6.1 GWh Elektrizität erzeugt werden (siehe Bild 7.2b). Die in der Klein-WKK-Statistik berücksichtigten vier Deponiegasmotoren mit einem Gesamtnutzungsgrad über 60 % erzeugten nach einigen Jahren im vollständigen Erdgas-Betrieb im Jahr 2009 erstmals wieder Elektrizität aus Deponiegas (siehe Anhang E.2b).



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



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

## Anhang

## **A. Thermische Stromerzeugung**

### **A.1 Zeitreihen 1990 - 2009**

Hyperlink und Seiten-Nr.:

#### **A.1a Anzahl Anlagen**

Anhang A.1a (S. 48)

#### **A.1b Installierte Leistung**

Anhang A.1b (S. 49)

#### **A.1c Stromproduktion**

Anhang A.1c (S. 50)

### **A.2 Energieträgersplit 2009**

Anhang A.2 (S. 51)

Aufteilung der thermischen Stromproduktion des Jahres 2009 nach Energieträgern

### **A.3 Bruttoenergieverbrauch der Anlagen mit thermischem Stromverbrauch 2009**

Anhang A.3 (S. 52)

Gesamter Bruttoenergieverbrauch des Jahres 2009 der Anlagen mit thermischer Stromproduktion (für Strom- und Wärmeproduktion)

### **A.4 Bruttoenergieverbrauch für die thermische Stromproduktion 2009**

Anhang A.4 (S. 53)

Bruttoenergieverbrauch des Jahres 2009 für die Stromproduktion, d.h. exkl. Bruttoenergieverbrauch für die Wärmeproduktion der gleichen Anlagen

**Anzahl Anlagen ab 1990**

		Anlagekategorien		Anzahl Anlagen											Kommentare			
		Nr.	Bezeichnung	1990	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008		2009		
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	0	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	7	8	7	7	7	7	7	5	5		
		<b>T4</b>	<b>KVA ohne WKK</b>	21	24	24	25	24	24	25	25	25	25	25	24	25	nur KVA's mit Stromproduktion	
	Wärmekraftkopplung (Kap. 4)	Gross-WKK (Kap. 5)	<b>W1</b>	<b>KVA mit WKK</b>	1	3	3	2	3	3	3	3	4	4	5	4		
			<b>W2</b>	<b>Industrie</b>	21	24	23	23	22	22	22	21	21	21	21	20	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	2	1	1	2	2	2	
			W2.21	Papierindustrie (NOGA 21)	10	12	11	11	11	11	10	9	9	8	7	7	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	6	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	7	8	8	10	10	9	9	8	9	9	11	11		
		Klein-WKK (Kap. 6)	<b>W4</b>	<b>stromprod. Klein-WKK</b>	275	847	888	920	956	982	1'005	1'003	1'016	1'006	959	959		
			W4.ARA.1	Kläranlagen mit BHKW	153	274	280	285	287	289	284	282	283	284	280	284		
W4.ARA.2	Kläranlagen mit Gasturbinen		2	2	1	1	0	0	0	0	0	1	1	3				
W4.BIO.1	Biogasanlagen Landwirtschaft		25	30	31	34	33	33	38	43	53	55	55	59				
W4.BIO.2	Biogasanlagen Gewerbe u. Industrie		0	15	18	20	20	20	19	20	24	25	26	31	1 Anl. von 2002-08 mit Erdgas betr.			
W4.DEP	Deponiegas-WKK-Anlagen		2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	von 1995-2008 vorw. mit Erdgas betr.			
W4.FOS.1	fossile BHKW		91	523	556	575	607	631	654	649	647	632	587	573	Feingliederung siehe Kap. 6.2			
W4.FOS.2	fossile Gasturbinen < 1 MWe	2	1	0	3	7	7	8	8	8	8	8	9	8				
	<b>W5</b>	<b>nicht stromprod. Klein-WKK</b>	56	52	47	46	44	43	39	36	35	30	24	22				
<b>Total</b>	<b>Anz. therm. Stromproduzenten</b>	<b>347</b>	<b>934</b>	<b>975</b>	<b>1'007</b>	<b>1'042</b>	<b>1'069</b>	<b>1'091</b>	<b>1'088</b>	<b>1'101</b>	<b>1'092</b>	<b>1'044</b>	<b>1'044</b>	<b>(Total exkl. Kat. W5)</b>				
Subtotal	W1-W4 Wärmekraftkopplung (WKK)	301	881	922	953	991	1'017	1'039	1'036	1'049	1'040	995	994					
Subtotal	W1-W3 Gross-WKK	26	34	34	33	35	35	34	33	33	34	36	35					
Subtotal	W4+W5 Klein-WKK	331	899	935	966	1'000	1'025	1'044	1'039	1'051	1'036	983	981					
Anteil	W1-W4 Wärmekraftkopplung (WKK)	87%	94%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	Anteil am Total der therm. Produz.				
Anteil	W1-W3 Gross-WKK	7%	4%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	Anteil am Total der therm. Produz.				
Anteil	W4+W5 Klein-WKK	95%	96%	96%	96%	96%	96%	96%	95%	95%	95%	94%	94%	Anteil am Total der therm. Produz.				

Stand: 27.10.2010

G:\2010\1018\All-Ausw[Anhang-A1.xls]Bericht1 Ber1

**Elektrische Nennleistungen ab 1990**

Anlagekategorien		Elektrische Nennleistungen [MWe]												Kommentare			
		Nr.	Bezeichnung	1990	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007		2008	2009	
Thermische Stromproduktion (Kap. 3)	Wärmekraftkopplung (Kap. 4)	<b>T1</b>	<b>div. therm. Stromerzeuger</b>	75.0	75.0	75.0	75.0	75.0	75.0	75.0	75.0	75.0	75.0	75.0	75.0	grobe Schätzung	
		<b>T2</b>	<b>Vouvry (öltherm. Kraftwerk)</b>	284.0	0.0	0.0	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	7.4	6.6	6.2	5.1	5.2	5.2	1.9	1.6	1.6	1.0		
		<b>T4</b>	<b>KVA ohne WKK</b>	135.6	232.0	233.6	254.3	243.5	252.8	264.8	267.7	279.0	280.0	275.2	289.9		
	Gross-WKK (Kap. 5)	<b>W1</b>	<b>KVA mit WKK</b>	12.4	36.6	40.2	29.4	40.2	40.2	40.2	40.2	56.1	56.1	56.9	49.2		
		<b>W2</b>	<b>Industrie</b>	186.5	249.9	248.1	248.1	246.2	246.2	237.4	232.6	232.6	225.5	216.7	216.5		
		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	81.2	81.2	81.2	81.2	70.9	61.7	61.7	59.2	50.4	50.2		
		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	105.6	105.6	105.6	106.9	106.9	101.9	101.9	101.9		
		W2.26	Nichtmet. Mineralien (NOGA 26)	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	
		<b>W3</b>	<b>Fernheizkraftwerke u.a.</b>	43.3	69.3	74.5	74.5	77.7	84.7	62.7	62.7	52.7	61.7	94.8	94.8		
		Klein-WKK (Kap. 6)	<b>W4</b>	<b>stromprod. Klein-WKK</b>	30.7	115.6	125.3	129.3	132.7	137.7	142.3	142.0	143.1	139.3	136.0	136.5	
			W4.ARA.1	Kläranlagen mit BHKW	9.4	19.1	23.3	23.4	24.8	26.0	25.4	26.6	27.8	28.3	28.3	28.8	
			W4.ARA.2	Kläranlagen mit Gasturbinen	xxx	xxx	0.3										
			W4.BIO.1	Biogasanlagen Landwirtschaft	0.4	0.8	0.8	1.1	1.5	1.6	2.3	2.8	5.3	5.8	6.2	8.1	
			W4.BIO.2	Biogasanlagen Gewerbe u. Industrie	xxx	3.9	4.4	5.2	4.0	4.1	3.7	3.9	4.5	5.2	6.5	8.4	1 Anl. von 2002-08 mit Erdgas betr.
			W4.DEP	Deponiegas-WKK-Anlagen	xxx	xxx	xxx	von 1995-2008 vorw. mit Erdgas betr.									
W4.FOS.1	fossile BHKW		16.4	87.4	94.2	96.5	99.8	103.3	108.0	106.1	102.8	97.3	92.2	88.2	Feingliederung siehe Kap. 6.2		
W4.FOS.2	fossile Gasturbinen < 1 MWe		xxx	xxx	xxx	0.3	0.9	0.9	1.0	1.0	1.0	1.0	1.1	1.0			
<b>W5</b>	<b>nicht stromprod. Klein-WKK</b>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0				
<b>Total</b>	<b>el. Leist. aller therm. Stromproduz.</b>	<b>770.5</b>	<b>786.4</b>	<b>804.2</b>	<b>817.2</b>	<b>821.4</b>	<b>841.7</b>	<b>827.6</b>	<b>825.5</b>	<b>840.5</b>	<b>839.1</b>	<b>856.0</b>	<b>862.9</b>				
Subtotal	W1-W4 Wärmekraftkopplung (WKK)	272.9	471.5	488.1	481.3	496.8	508.9	482.6	477.6	484.6	482.5	504.3	497.0				
Subtotal	W1-W3 Gross-WKK	242.2	355.9	362.8	352.0	364.1	371.1	340.3	335.5	341.4	343.3	368.3	360.5				
Subtotal	W4 Klein-WKK	30.7	115.6	125.3	129.3	132.7	137.7	142.3	142.0	143.1	139.3	136.0	136.5				
Anteil	W1-W4 Wärmekraftkopplung (WKK)	35%	60%	61%	59%	60%	60%	58%	58%	58%	58%	59%	58%	Anteil am Total der therm. Produz.			
Anteil	W1-W3 Gross-WKK	31%	45%	45%	43%	44%	44%	41%	41%	41%	41%	43%	42%	Anteil am Total der therm. Produz.			
Anteil	W4 Klein-WKK	4%	15%	16%	16%	16%	16%	17%	17%	17%	17%	16%	16%	Anteil am Total der therm. Produz.			

Stand: 27.10.2010

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

G:\2010\1018\AI-Ausw\Anhang-A1.xls\Bericht2 Ber2

**Stromproduktion ab 1990**

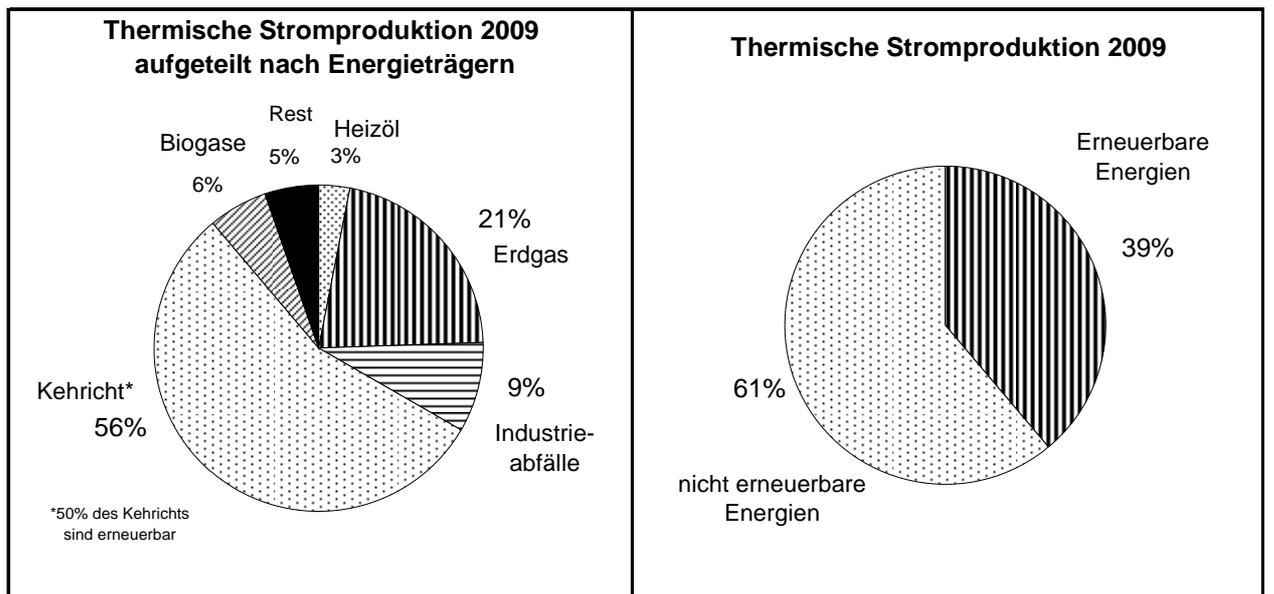
Anlagekategorien		Stromproduktion [GWh/a]												Kommentare			
		Nr.	Bezeichnung	1990	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007		2008	2009	
Thermische Stromproduktion (Kap. 3)	Wärmekraftkopplung (Kap. 4)	<b>T1</b>	<b>div. therm. Stromerzeuger</b>	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	20.0	13.0	40.0	38.0	40.0	14.0	18.0	Prod. Cornaux (NE) + 10 GWh (Schätz.)	
		<b>T2</b>	<b>Vouvry (öltherm. Kraftwerk)</b>	227.0	84.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	Stillelegung 30.9.1999	
		<b>T3</b>	<b>Deponiegasverstromung</b>	19.6	43.1	43.5	38.5	31.2	28.0	18.9	15.0	9.6	6.8	5.3	5.2		
		<b>T4</b>	<b>KVA ohne WKK</b>	611.9	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	1'560.5		
	Gross-WKK (Kap. 5)	<b>W1</b>	<b>KVA mit WKK</b>	31.9	82.4	107.9	79.4	103.7	105.7	101.1	108.7	198.9	216.9	220.5	209.6		
		<b>W2</b>	<b>Industrie</b>	451.5	994.4	916.4	882.9	897.4	875.1	861.5	803.6	760.4	703.5	631.3	594.5		
		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	464.9	439.0	420.8	439.7	448.2	413.7	346.2	274.8	283.5	236.4	217.1		
		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	198.4	179.7	156.1	156.4	149.5	181.6	187.2	201.1	176.6	133.7	97.7		
		W2.26	Nichtmet. Mineralien (NOGA 26)	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	
		<b>W3</b>	<b>Fernheizkraftwerke u.a.</b>	83.0	119.1	101.9	109.3	109.5	157.1	148.3	143.7	110.2	107.5	201.5	229.2		
		Klein-WKK (Kap. 6)	<b>W4</b>	<b>stromprod. Klein-WKK</b>	84.5	430.0	465.7	501.7	517.0	531.3	554.2	566.8	573.7	572.8	565.3	557.3	
			W4.ARA.1	Kläranlagen mit BHKW	39.8	74.8	84.7	94.1	96.6	101.9	103.8	104.2	109.1	112.7	114.3	115.4	
W4.ARA.2	Kläranlagen mit Gasturbinen		xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	0.4			
W4.BIO.1	Biogasanlagen Landwirtschaft		1.1	2.6	3.2	3.8	4.5	5.3	6.5	9.4	15.5	26.2	32.8	37.5			
W4.BIO.2	Biogasanlagen Gewerbe u. Industrie		xxx	8.2	9.8	10.8	12.6	12.3	13.2	15.2	20.7	24.0	26.2	31.7	1 Anl. von 2002-08 mit Erdgas betr.		
W4.DEP	Deponiegas-WKK-Anlagen		xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	von 1995-2008 vorw. mit Erdgas betr.	
W4.FOS.1	fossile BHKW		30.2	329.1	357.4	379.0	389.9	398.6	417.8	425.9	416.8	400.1	382.4	364.3	Feingliederung siehe Kap. 6.2		
W4.FOS.2	fossile Gasturbinen < 1 MWe		xxx	xxx	xxx	0.2	2.5	3.7	3.6	3.2	2.9	2.9	3.5	2.1			
<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>Thermische Stromproduktion</b>	<b>1'524</b>	<b>2'819</b>	<b>2'827</b>	<b>2'919</b>	<b>2'996</b>	<b>3'068</b>	<b>3'134</b>	<b>3'189</b>	<b>3'315</b>	<b>3'218</b>	<b>3'250</b>	<b>3'174</b>				
Subtotal	W1-W4 Wärmekraftkopplung (WKK)	651	1'626	1'592	1'573	1'628	1'669	1'665	1'623	1'643	1'601	1'619	1'591				
Subtotal	W1-W3 Gross-WKK	566	1'196	1'126	1'072	1'111	1'138	1'111	1'056	1'070	1'028	1'053	1'033				
Subtotal	W4 Klein-WKK	84	430	466	502	517	531	554	567	574	573	565	557				
Anteil	W1-W4 Wärmekraftkopplung (WKK)	43%	58%	56%	54%	54%	54%	53%	51%	50%	50%	50%	50%	50%	Anteil an der ges. therm. Prod.		
Anteil	W1-W3 Gross-WKK	37%	42%	40%	37%	37%	37%	35%	33%	32%	32%	32%	33%	33%	Anteil an der ges. therm. Prod.		
Anteil	W4 Klein-WKK	6%	15%	16%	17%	17%	17%	18%	18%	17%	18%	17%	18%	18%	Anteil an der ges. therm. Prod.		
	Therm. Stromprod. u.a. gem. Elektrizitätsstat.*	1'101	2'554	2'548	2'620	2'806	2'890	2'974	3'139	3'340	3'199	3'276	3'239				
	Therm. Stromprod. gem. Elektrizitätsstatistik**	1'100	2'541	2'534	2'604	2'787	2'868	2'951	3'112	3'303	3'156	3'223	3'167	Erklärungen siehe Kap. 3.2			

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

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

**Thermische Stromproduktion 2009 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		18.0			1.0	0.4	1.7	3.1	39.4	<b>63.6</b>	<b>2%</b>
Heizöl M&S							29.5			<b>29.5</b>	<b>1%</b>
Erdgas					1.9	9.3	239.4	108.2	322.3	<b>681.2</b>	<b>21%</b>
Propan									10.5	<b>10.5</b>	<b>0%</b>
Kohle											
Ind.abfälle n.erneuerb.						0.4	270.9		0.1	<b>271.3</b>	<b>9%</b>
Kehricht	50%				1557.6	198.1	6.5			<b>1762.2</b>	<b>56%</b>
Ind.abfälle erneuerb.	95%						11.9			<b>11.9</b>	<b>0%</b>
Holz	100%					1.5		56.3		<b>57.8</b>	<b>2%</b>
Restholz	100%						1.4	22.8		<b>24.2</b>	<b>1%</b>
Altholz	100%						30.7	25.9		<b>56.6</b>	<b>2%</b>
Rinde	100%						1.4	13.0		<b>14.4</b>	<b>0%</b>
Klärschlamm	100%										
Biogas	100%						1.2		69.1	<b>70.3</b>	<b>2%</b>
Klärgas	100%								115.0	<b>115.0</b>	<b>4%</b>
Deponiegas	100%			5.2					0.8	<b>6.1</b>	<b>0%</b>
andere Biomasse	100%								0.1	<b>0.1</b>	<b>0%</b>
<b>Stromproduktion Total</b>		<b>18.0</b>		<b>5.2</b>	<b>1560.5</b>	<b>209.6</b>	<b>594.5</b>	<b>229.2</b>	<b>557.3</b>	<b>3174.4</b>	<b>100%</b>
- davon erneuerbar				<b>5.2</b>	<b>778.8</b>	<b>100.6</b>	<b>49.2</b>	<b>117.9</b>	<b>184.9</b>	<b>1236.7</b>	<b>39%</b>
- davon nicht erneuerbar		<b>18.0</b>			<b>781.7</b>	<b>109.0</b>	<b>545.3</b>	<b>111.3</b>	<b>372.4</b>	<b>1937.7</b>	<b>61%</b>
Anteil der erneuerbaren Energietr.				100%	49.9%	48.0%	8.3%	51.4%	33.2%		



**Bruttoverbrauch [1] der Anlagen mit thermischer Stromprod. 2009  
aufgeteilt nach Anlagekategorien und Energieträgern**

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

Energieträger	erneuer- barer Anteil	Bruttoverbrauch [1] nach Anlagekategorien [GWh]								Brutto- verbrauch [1] Total [GWh] %			
		div. therm. T1	Vouvry T2	Deponie- gasverstr. T3	KVA o. WKK T4	KVA m. WKK W1	Industrie W2	Fernh.- kraftw. W3	Klein- WKK W4				
Heizöl EL		51.4			5.7	4.6	30.8	15.4	117.1			<b>224.9</b>	<b>1%</b>
Heizöl M&S							326.5					<b>326.5</b>	<b>2%</b>
Erdgas (Hu)					11.2	115.6	2'104.4	319.9	930.6			<b>3'481.8</b>	<b>19%</b>
Propan									31.4			<b>31.4</b>	<b>0%</b>
Kohle													
Ind.abfälle n.erneuerb.						4.4	1'189.9		0.2			<b>1'194.5</b>	<b>6%</b>
Kehricht	50%				9'628.5	1'742.6	7.2					<b>11'378.3</b>	<b>61%</b>
Ind.abfälle erneuerb.	95%						177.0					<b>177.0</b>	<b>1%</b>
Holz	100%					13.6		444.0				<b>457.5</b>	<b>2%</b>
Restholz	100%						10.5	150.0				<b>160.5</b>	<b>1%</b>
Altholz	100%						241.2	258.4				<b>499.6</b>	<b>3%</b>
Rinde	100%						11.5	87.7				<b>99.2</b>	<b>1%</b>
Klärschlamm	100%												
Biogas	100%						9.3		204.1			<b>213.3</b>	<b>1%</b>
Klärgas	100%								380.9			<b>380.9</b>	<b>2%</b>
Deponiegas	100%			17.1					2.8			<b>19.9</b>	<b>0%</b>
andere Biomasse	100%								0.2			<b>0.2</b>	<b>0%</b>
<b>Bruttoverbrauch [1] Total</b>		<b>51.4</b>		<b>17.1</b>	<b>9'645.3</b>	<b>1'880.9</b>	<b>4'108.3</b>	<b>1'275.4</b>	<b>1'667.1</b>			<b>18'645.5</b>	<b>100%</b>
- davon erneuerbar				17.1	4'814.2	884.9	444.2	940.1	587.9			<b>7'688.4</b>	<b>41%</b>
- davon nicht erneuerbar		51.4			4'831.1	996.0	3'664.0	335.3	1'079.2			<b>10'957.1</b>	<b>59%</b>
Anteil der erneuerbaren Energietr.				100%	49.9%	47.0%	10.8%	73.7%	35.3%				

Ausdruck: 27.10.2010

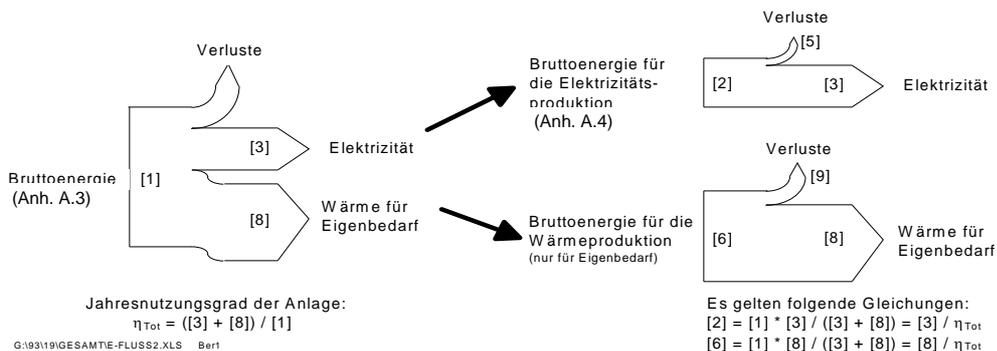
G:\2010\1018\All-Ausw\ENERG-ab1990-V2-ohne-Giubiasco.xls\Anhang A.3 Ber4

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 2009 aufgeteilt nach Anlagekategorien und Energieträgern

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

Energieträger	erneuerbarer Anteil	Bruttoverbrauch [2] nach Anlagekategorien [GWh]								Bruttoverbrauch [2] Stromprod. [GWh] %	
		div. therm. T1	Vouvry T2	Deponie-gasverstr. T3	KVA o. WKK T4	KVA m. WKK W1	Industrie W2	Fernh.-kraftw. W3	Klein-WKK W4		
Heizöl EL		51.4			4.1	0.5	1.9	4.8	45.9	<b>108.7</b>	<b>1%</b>
Heizöl M&S							35.3			<b>35.3</b>	<b>0%</b>
Erdgas (Hu)					6.2	13.9	290.3	173.7	373.5	<b>857.5</b>	<b>12%</b>
Propan									12.3	<b>12.3</b>	<b>0%</b>
Kohle											
Ind.abfälle n.erneuerb.						0.5	302.7		0.1	<b>303.3</b>	<b>4%</b>
Kehricht	50%				4'990.4	257.6	7.2			<b>5'255.3</b>	<b>71%</b>
Ind.abfälle erneuerb.	95%						16.3			<b>16.3</b>	<b>0%</b>
Holz	100%					2.4		145.7		<b>148.2</b>	<b>2%</b>
Restholz	100%						1.9	67.3		<b>69.2</b>	<b>1%</b>
Altholz	100%						128.1	93.4		<b>221.5</b>	<b>3%</b>
Rinde	100%						1.7	37.7		<b>39.3</b>	<b>1%</b>
Klärschlamm	100%										
Biogas	100%						1.3		109.0	<b>110.3</b>	<b>2%</b>
Klärgas	100%								158.2	<b>158.2</b>	<b>2%</b>
Deponiegas	100%			15.6					1.1	<b>16.7</b>	<b>0%</b>
andere Biomasse	100%								0.1	<b>0.1</b>	<b>0%</b>
<b>Bruttoverbrauch [2] Total</b>		<b>51.4</b>		<b>15.6</b>	<b>5'000.8</b>	<b>274.9</b>	<b>786.7</b>	<b>522.6</b>	<b>700.2</b>	<b>7'352.2</b>	<b>100%</b>
- davon erneuerbar				15.6	2'495.2	131.3	152.1	344.1	268.4	<b>3'406.7</b>	<b>46%</b>
- davon nicht erneuerbar		51.4			2'505.6	143.7	634.6	178.5	431.8	<b>3'945.5</b>	<b>54%</b>
Anteil der erneuerbaren Energietr.				100%	49.9%	47.7%	19.3%	65.9%	38.3%		

Ausdruck: 27.10.2010

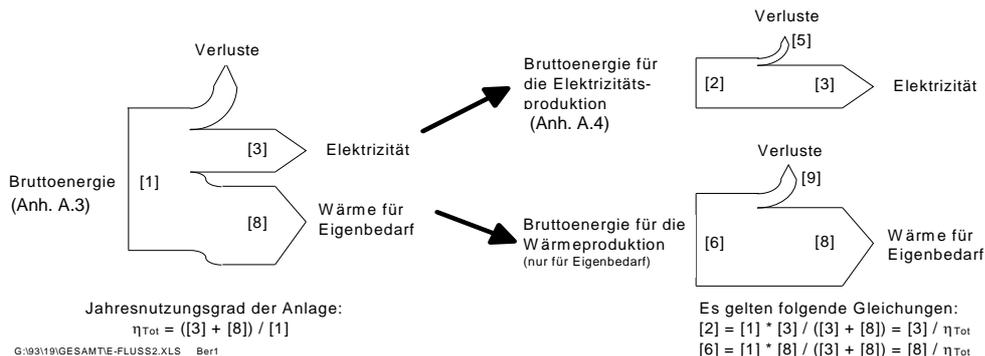
G:\2010\1018\All-Ausw\ENERG-ab1990-V2-ohne-Giubiasco.xls\Anhang A.4 Ber5

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 - 2009**

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. 55)

#### **B.1b Aufteilung nach Technologien**

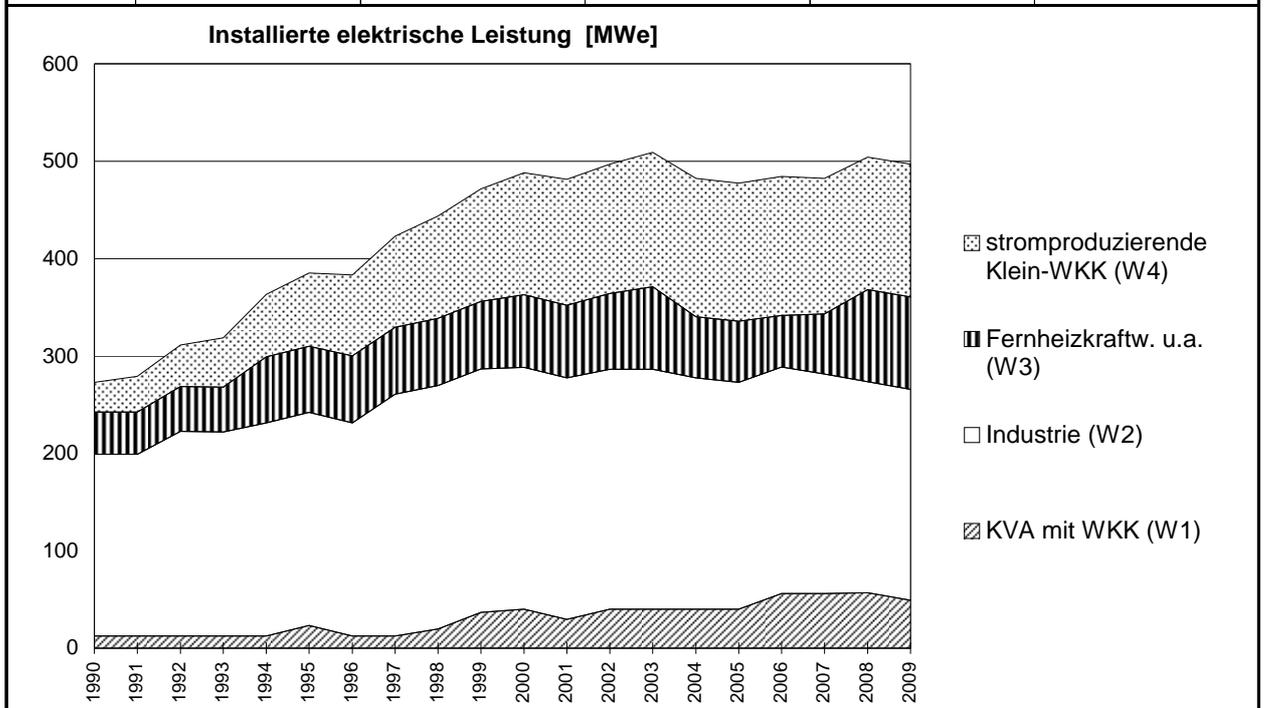
Anhang B.1b (S. 56)

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

Anhang B.2 (S. 57)

**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
1990	12.40	186.51	43.30	30.73	<b>272.93</b>
1991	12.40	186.51	43.30	37.00	<b>279.21</b>
1992	12.40	210.34	46.00	42.58	<b>311.32</b>
1993	12.40	209.54	46.00	50.49	<b>318.43</b>
1994	12.40	218.74	68.00	64.21	<b>363.35</b>
1995	23.20	218.78	68.00	75.27	<b>385.25</b>
1996	12.40	218.91	68.70	83.10	<b>383.12</b>
1997	12.40	248.40	68.70	93.42	<b>422.92</b>
1998	19.65	249.90	69.04	105.06	<b>443.65</b>
1999	36.65	249.90	69.34	115.63	<b>471.52</b>
2000	40.20	248.08	74.54	125.26	<b>488.08</b>
2001	29.40	248.08	74.54	129.29	<b>481.31</b>
2002	40.20	246.22	77.66	132.73	<b>496.80</b>
2003	40.20	246.22	84.73	137.75	<b>508.89</b>
2004	40.20	237.38	62.73	142.25	<b>482.56</b>
2005	40.20	232.62	62.73	142.03	<b>477.58</b>
2006	56.07	232.62	52.73	143.14	<b>484.56</b>
2007	56.07	225.47	61.73	139.28	<b>482.55</b>
2008	56.87	216.66	94.76	135.98	<b>504.27</b>
2009	49.20	216.52	94.76	136.53	<b>497.02</b>



Ausdruck: 11.11.10 15:29

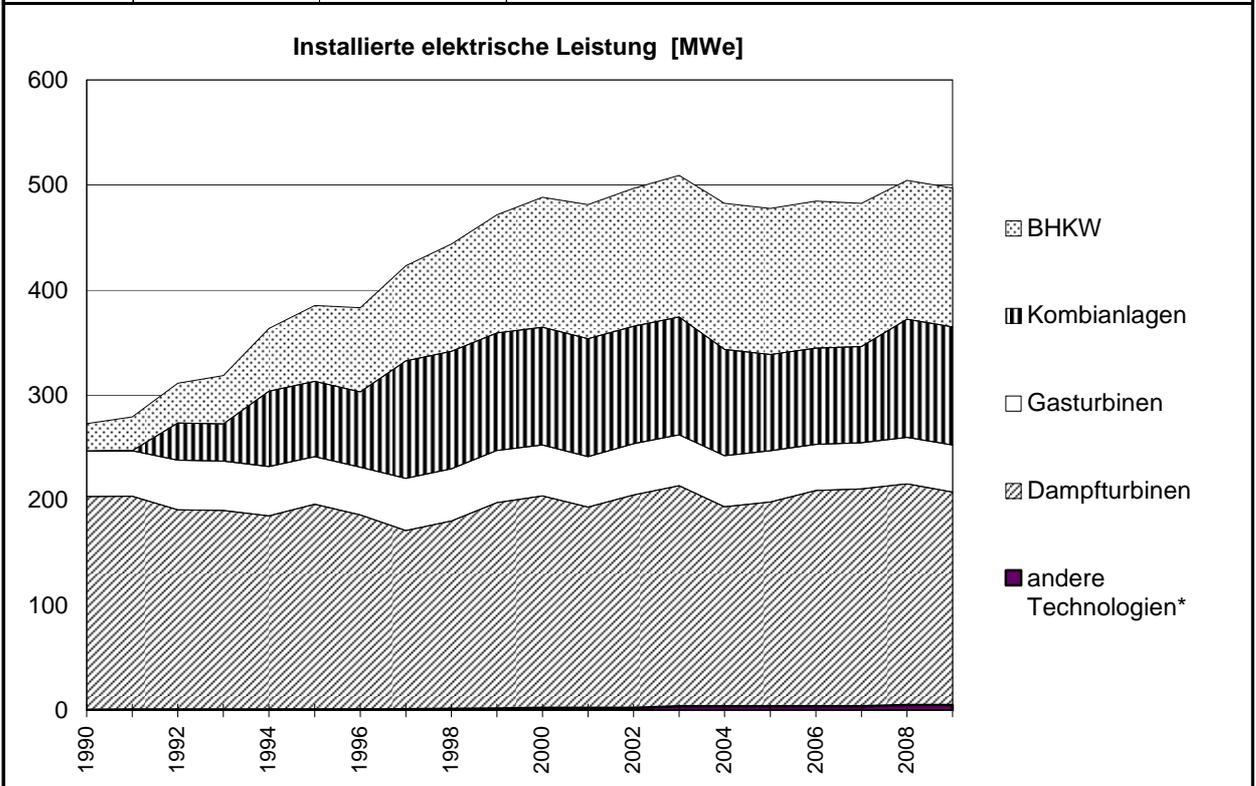
G:\2010\1018\All-Ausw\LEIST-ab1990.XLS\Anlagekategorien (B.1a) Ber21

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

berücksichtigte Anlagen: **alle WKK-Anlagen**

Jahr	Dampfturbinen	Gasturbinen	Kombianlagen	BHKW	andere Technologien*	TOTAL
1990	202.71	43.28	0.00	26.20	0.75	<b>272.93</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>318.43</b>
1994	184.41	46.98	71.54	59.58	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	112.51	1.86	<b>471.52</b>
2000	201.56	48.55	111.84	123.62	2.51	<b>488.08</b>
2001	190.76	48.40	111.84	127.80	2.51	<b>481.31</b>
2002	202.53	48.55	111.84	131.34	2.55	<b>496.80</b>
2003	209.90	48.58	111.84	134.72	3.86	<b>508.89</b>
2004	190.00	48.72	100.90	139.08	3.86	<b>482.56</b>
2005	194.50	48.78	91.70	138.76	3.84	<b>477.58</b>
2006	205.37	43.81	91.70	139.85	3.84	<b>484.56</b>
2007	206.87	43.91	91.70	136.22	3.85	<b>482.55</b>
2008	210.40	44.21	112.40	132.14	5.12	<b>504.27</b>
2009	202.59	44.70	112.40	132.26	5.07	<b>497.02</b>

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



# Wärme­kraft­kopplung in der Schweiz: Kantonale Verteilung 2009

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	6.78	26.88	1	xxx	xxx							66	8.28	34.55	3	32.01	201.71
AI	1	xxx	xxx										1	xxx	xxx			
AR	15	1.92	8.43										15	1.92	8.43			
BE	100	15.62	63.99	3	21.60	83.15	1	xxx	xxx	1	xxx	xxx	105	50.32	182.23	2	xxx	xxx
BL	72	14.66	63.50	2	xxx	xxx							74	22.16	109.92			
BS	28	7.96	32.67	3	26.13	19.77	2	xxx	xxx	1	xxx	xxx	34	71.79	191.30			
FR	26	3.54	14.65										26	3.54	14.65	1	xxx	xxx
GE	29	9.13	36.45										29	9.13	36.45	1	xxx	xxx
GL	2	xxx	xxx										2	xxx	xxx	1	xxx	xxx
GR	38	2.44	10.08	1	xxx	xxx	1	xxx	xxx				40	19.44	99.19	1	xxx	xxx
JU	5	0.41	1.81										5	0.41	1.81			
LU	65	8.14	32.30	1	xxx	xxx	1	xxx	xxx				67	20.11	74.71	1	xxx	xxx
NE	31	2.61	10.62							1	xxx	xxx	32	7.41	32.44	1	xxx	xxx
NW	2	xxx	xxx				1	xxx	xxx				3	1.63	2.99			
OW	3	0.67	3.17										3	0.67	3.17			
SG	88	9.48	39.96										88	9.48	39.96	3	26.90	179.66
SH	16	4.24	17.81										16	4.24	17.81			
SO	32	4.87	17.04	1	xxx	xxx							33	29.27	103.11	1	xxx	xxx
SZ	14	1.89	8.24										14	1.89	8.24			
TG	42	3.27	13.45	2	xxx	xxx							44	14.27	39.53	1	xxx	xxx
TI	10	0.90	3.60										10	0.90	3.60			
UR	4	0.33	1.06										4	0.33	1.06			
VD	85	4.76	19.43				4	41.96	23.30				89	46.72	42.73	1	xxx	xxx
VS	20	1.63	6.81	3	112.30	276.91							23	113.93	283.73	3	28.50	164.00
ZG	10	2.28	7.17	1	xxx	xxx							11	5.22	16.20			
ZH	156	28.58	116.55	2	xxx	xxx	1	xxx	xxx	1	xxx	xxx	160	53.63	241.65	5	65.82	330.51
<b>Total</b>	<b>959</b>	<b>136.5</b>	<b>557.3</b>	<b>20</b>	<b>216.5</b>	<b>594.5</b>	<b>11</b>	<b>94.8</b>	<b>229.2</b>	<b>4</b>	<b>49.2</b>	<b>209.6</b>	<b>994</b>	<b>497.0</b>	<b>1'590.7</b>	<b>25</b>	<b>289.9</b>	<b>1'560.5</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:\2010\1018\All-Ausw\KT-WKK2009.xls|Bericht Ber1

Stand: 27.10.2010

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

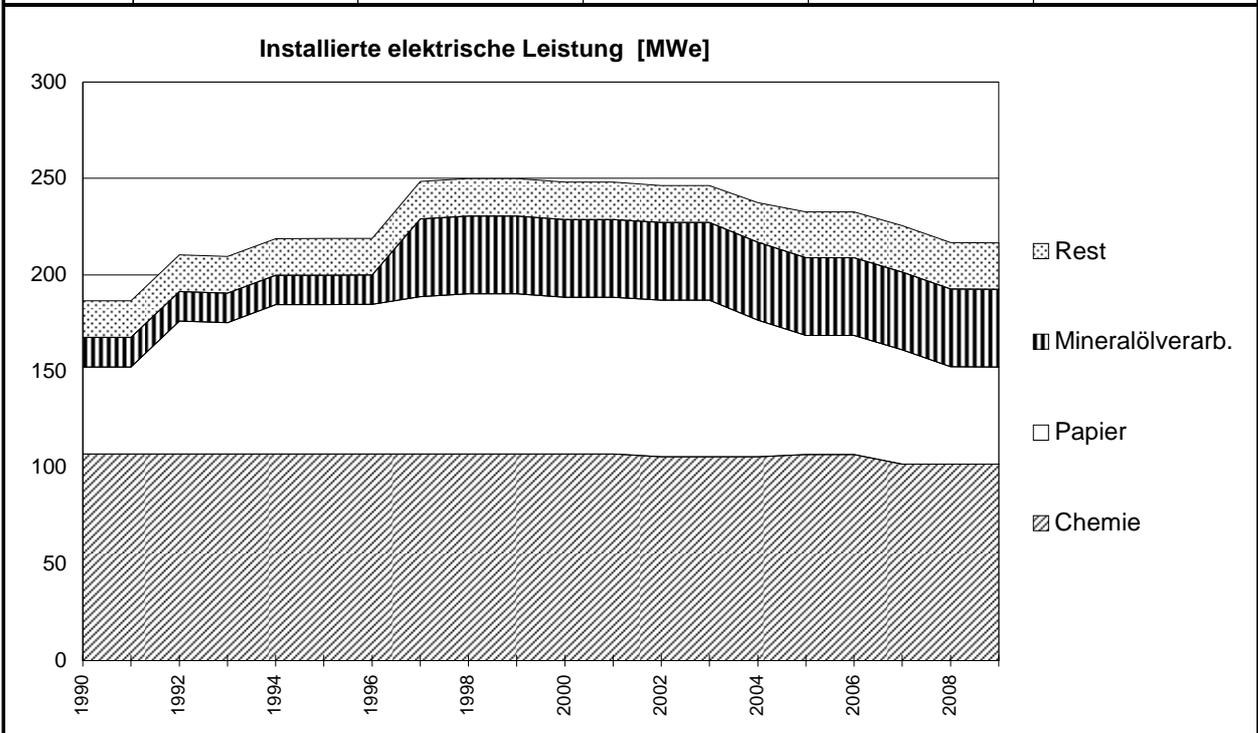
Hyperlink und Seiten-Nr.:

- |            |   |                   |
|------------|---|-------------------|
| <b>Ca.</b> | <b>Entwicklung aller industriellen Gross-WKK-Anlagen nach Branchen</b>                | Anhang Ca (S. 59) |
| <b>Cb.</b> | <b>Gross-WKK-Anlagen in der chemischen Industrie nach Technologien</b>                | Anhang Cb (S. 60) |
| <b>Cc.</b> | <b>Gross-WKK-Anlagen in der Papierindustrie nach Technologien</b>                     | Anhang Cc (S. 61) |
| <b>Cd.</b> | <b>Gross-WKK-Anlagen in der Industrie (exkl. Papier und Chemie) nach Technologien</b> | Anhang Cd (S. 62) |
| <b>Ce.</b> | <b>Gross-WKK-Anlagen in Fernheizkraftwerken nach Technologien</b>                     | Anhang Ce (S. 63) |

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

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

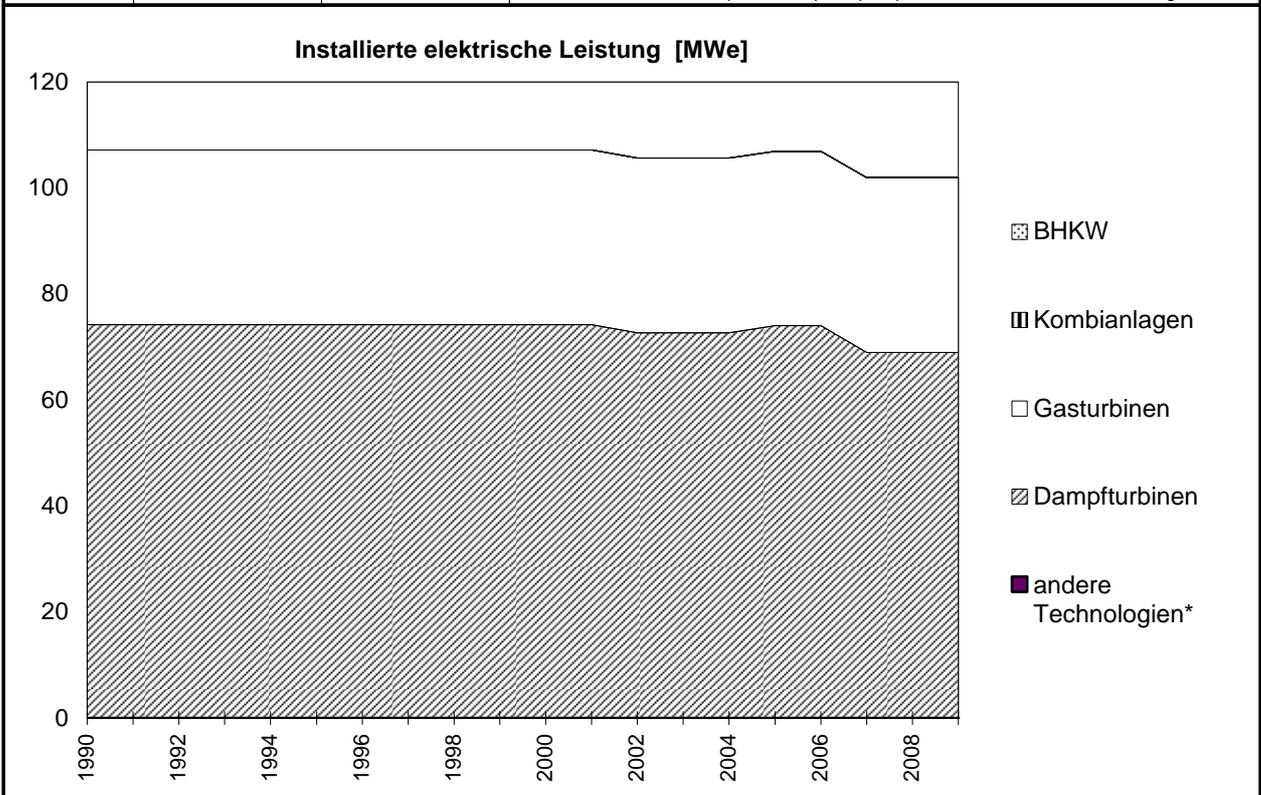
Jahr	Chemie	Papier	Mineralölverarb.	Rest	TOTAL
1990	107.13	45.08	15.30	19.00	186.51
1991	107.13	45.08	15.30	19.00	186.51
1992	107.13	68.91	15.30	19.00	210.34
1993	107.13	68.11	15.30	19.00	209.54
1994	107.13	77.31	15.30	19.00	218.74
1995	107.17	77.31	15.30	19.00	218.78
1996	107.17	77.45	15.30	19.00	218.91
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
2009	101.93	50.24	40.30	24.05	216.52



**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
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>
2009	68.98	32.95	0.00	0.00	0.00	<b>101.93</b>

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



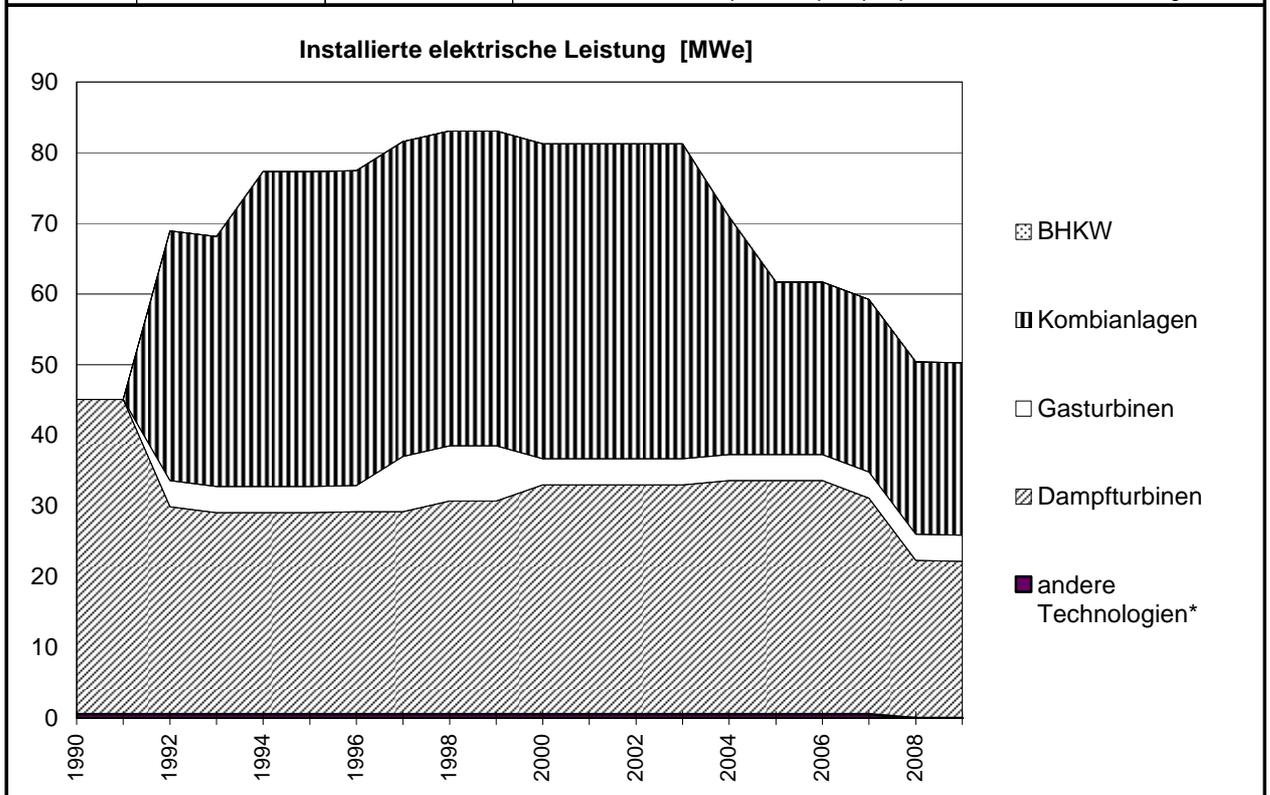
Ausdruck: 11.11.10 15:45

G:\2010\1018\All-Ausw\LEIST-ab1990.XLS\Technologie Ber1

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

Jahr	Dampfturbinen	Gasturbinen	Kombianlagen	BHKW	andere Technologien*	TOTAL
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>
2009	22.14	3.70	24.40	0.00	0.00	<b>50.24</b>

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



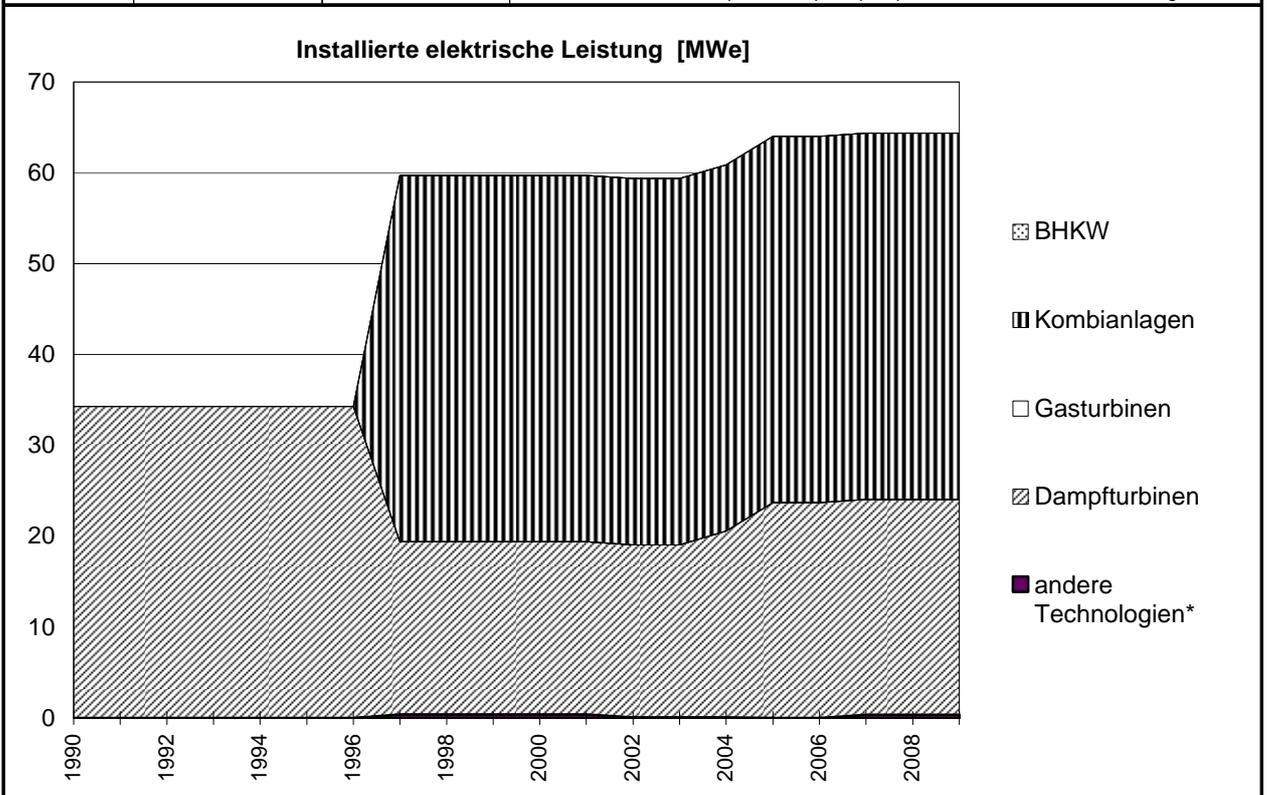
Ausdruck: 11.11.10 15:47

G:\2010\1018\All-Ausw\LEIST-ab1990.XLS\Technologie Ber1

**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
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>
2009	23.70	0.00	40.30	0.00	0.35	<b>64.35</b>

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



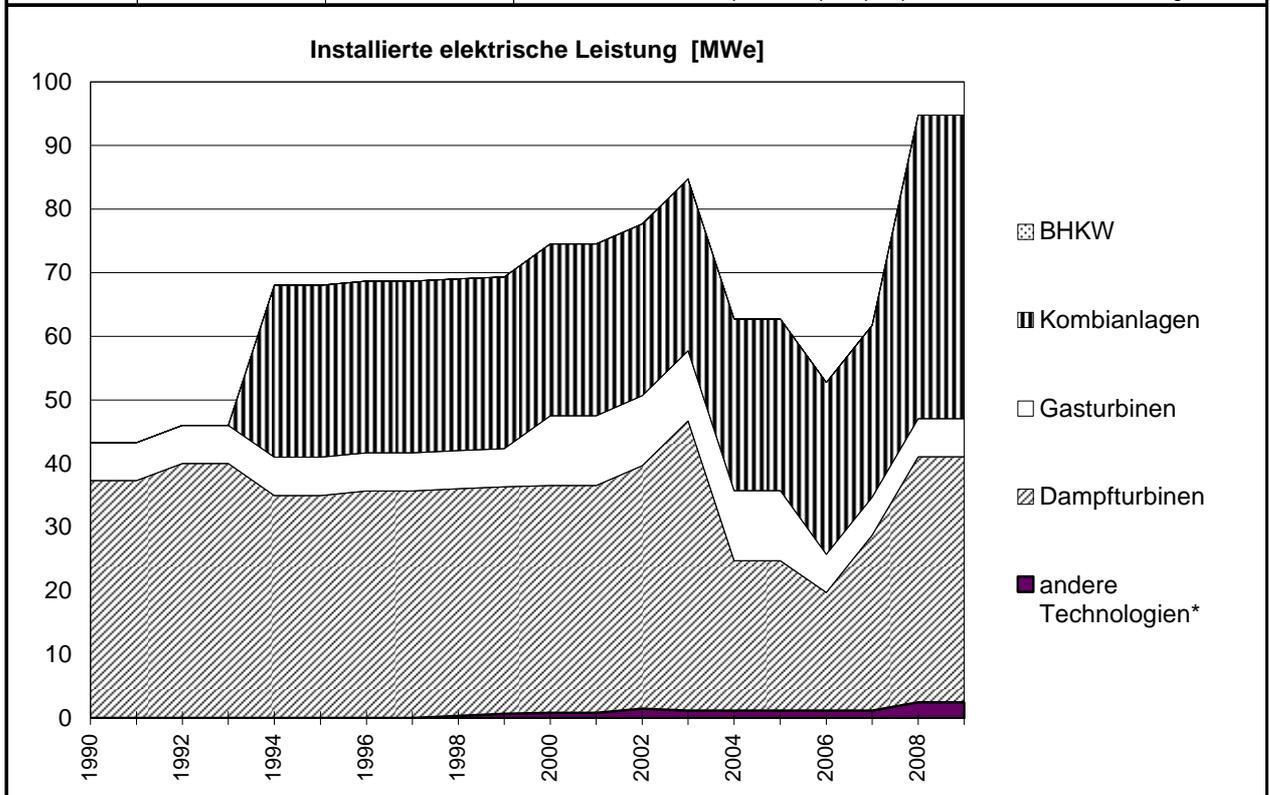
Ausdruck: 11.11.10 15:56

G:\2010\1018\All-Ausw\LEIST-ab1990.XLS\Technologie Ber1

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

Jahr	Dampfturbinen	Gasturbinen	Kombianlagen	BHKW	andere Technologien*	TOTAL
1990	37.30	6.00	0.00	0.00	0.00	<b>43.30</b>
1991	37.30	6.00	0.00	0.00	0.00	<b>43.30</b>
1992	40.00	6.00	0.00	0.00	0.00	<b>46.00</b>
1993	40.00	6.00	0.00	0.00	0.00	<b>46.00</b>
1994	35.00	6.00	27.00	0.00	0.00	<b>68.00</b>
1995	35.00	6.00	27.00	0.00	0.00	<b>68.00</b>
1996	35.70	6.00	27.00	0.00	0.00	<b>68.70</b>
1997	35.70	6.00	27.00	0.00	0.00	<b>68.70</b>
1998	35.70	6.00	27.00	0.00	0.34	<b>69.04</b>
1999	35.70	6.00	27.00	0.00	0.64	<b>69.34</b>
2000	35.70	11.00	27.00	0.00	0.84	<b>74.54</b>
2001	35.70	11.00	27.00	0.00	0.84	<b>74.54</b>
2002	38.20	11.00	27.00	0.00	1.46	<b>77.66</b>
2003	45.57	11.00	27.00	0.00	1.16	<b>84.73</b>
2004	23.57	11.00	27.00	0.00	1.16	<b>62.73</b>
2005	23.57	11.00	27.00	0.00	1.16	<b>62.73</b>
2006	18.57	6.00	27.00	0.00	1.16	<b>52.73</b>
2007	27.57	6.00	27.00	0.00	1.16	<b>61.73</b>
2008	38.57	6.00	47.70	0.00	2.49	<b>94.76</b>
2009	38.57	6.00	47.70	0.00	2.49	<b>94.76</b>

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



Ausdruck: 11.11.10 15:57

G:\2010\1018\All-Ausw\LEIST-ab1990.XLS\Technologie Ber1

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

### **D.1 Jahresstatistiken 2009**

Hyperlink und Seiten-Nr.:

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

Anhang D.1a (S. 65)

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

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

Anhang D.1b (S. 66)

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

#### **D.1c Fortschreibungsparameter 2009**

Anhang D1.c (S. 67)

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

### **D.2 Zeitreihen 1986 - 2009**

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

Anhang D.2a (S. 68)

#### **D.2b Installierte Leistungen**

Anhang D2.b (S. 69)

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

Anhang D.2c (S. 70)

#### **D.2d Energieverbrauch und -produktion**

Anhang D2.d (S. 71)

#### **D.2e Endenergieverbrauch nach Energieträgern**

Anhang D.2e (S. 72)

<b>Jahresstatistik 2009</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)	-	981	22	90	287	1	568	13	940	22	11	8
Anzahl WKK-Aggregate	-	1218	23	109	380	4	681	21	1167	23	14	14
Installierte Leistungen												
- Anschlussleistung	MW	402.61	5.73	44.88	89.83	4.78	246.83	10.57	383.77	5.73	4.41	8.70
- elektrische Leistung	MW	136.53		16.54	29.17	1.64	83.92	5.27	130.45		1.33	4.75
- mechanische Leistung 2)	MW	0.32			0.32				0.32			
- Heizleistung	MW	224.76	9.34	20.28	48.35	2.66	136.79	7.34	206.83	9.34	2.15	6.46
<b>Jahresenergieverbrauch/ -produktion</b>												
Endenergieverbrauch Total	GWh	1678.57	11.46	204.39	383.85	19.57	1022.06	37.24	1618.15	11.46	9.04	39.91
- Erdgas	GWh	940.40	9.81		1.61	16.77	874.97	37.24	893.35	9.81	7.51	29.73
- Diesel / Heizöl EL	GWh	118.74	1.65		0.54		116.54		117.08	1.65		
- Propan	GWh	31.39			0.84		30.56		31.39			
- Klärgas	GWh	380.85			380.85				369.14		1.54	10.18
- Deponiegas	GWh	2.80				2.80			2.80			
- Biogas	GWh	204.07		204.07					204.07			
- Fett/Öl erneuerbar	GWh	0.16		0.16					0.16			
- andere Energieträger	GWh	0.16		0.16					0.16			
produzierte Elektrizität	GWh	557.31		69.19	115.87	5.82	344.33	22.10	531.71		2.52	23.08
genutzte mechanische Energie 2)	GWh	1.75			1.75				1.75			
produzierte Wärmeenergie	GWh	859.49	16.41	84.22	191.10	9.26	544.17	14.33	823.15	16.41	4.11	15.83
genutzte Wärmeenergie	GWh	796.16	16.20	60.33	163.05	9.26	534.30	13.01	762.13	16.20	3.24	14.59

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: 20.09.10

G:\2010\1018\KW-Ausw\Jahr\_Typ3+2\_2009.xls\Anhang D.1a Ber04

<b>Jahresstatistik 2009</b>												
<b>Typ 3</b>		<b>TOTAL</b>	<b>Anlagearten (Typ 3) der Klein-WKK-Statistik 3)</b>									
der Klein-WKK-Jahresstatistik		(alle Anlagen)	fossile WP	Biogas LW	ARA o. GT	Deponieg.	foss. BHKW	Rest foss.	Biog. Gew/In	ARA nur GT	fossile GT	Rest(ARA)
Anlagekategorie 4) ->		W5	W4.BIO.1	W4.ARA.1a	W4.DEP	W4.FOS.1a	W4.FOS.1b	W4.BIO.2	W4.ARA.2	W4.FOS.2	W4.ARA.1b	
<b>WKK-Anlagen in Betrieb (Jahresende)</b>			A	B	C	D	E	F	G	H	I	K
Anzahl WKK-Anlagen 1)	-	981	22	59	281	1	568	5	31	3	8	3
Anzahl WKK-Aggregate	-	1218	23	70	373	4	681	11	39	4	10	3
Installierte Leistungen												
- Anschlussleistung	MW	402.61	5.73	22.18	87.29	4.78	246.83	7.30	22.70	1.14	3.27	1.40
- elektrische Leistung	MW	136.53		8.11	28.35	1.64	83.92	4.28	8.43	0.35	0.99	0.47
- mechanische Leistung 2)	MW	0.32			0.32							
- Heizleistung	MW	224.76	9.34	9.84	47.09	2.66	136.79	5.70	10.45	0.51	1.64	0.76
<b>Jahresenergieverbrauch/ -produktion</b>												
Endenergieverbrauch Total	GWh	1678.57	11.46	111.52	372.13	19.57	1022.06	29.73	92.87	1.54	7.51	10.18
- Erdgas	GWh	940.40	9.81		1.61	16.77	874.97	29.73			7.51	
- Diesel / Heizöl EL	GWh	118.74	1.65		0.54		116.54					
- Propan	GWh	31.39			0.84		30.56					
- Klärgas	GWh	380.85			369.14					1.54		10.18
- Deponiegas	GWh	2.80				2.80						
- Biogas	GWh	204.07		111.52					92.55			
- Fett/Öl erneuerbar	GWh	0.16							0.16			
- andere Energieträger	GWh	0.16							0.16			
produzierte Elektrizität	GWh	557.31		37.46	112.37	5.82	344.33	20.02	31.73	0.43	2.09	3.06
genutzte mechanische Energie 2)	GWh	1.75			1.75							
produzierte Wärmeenergie	GWh	859.49	16.41	45.18	185.50	9.26	544.17	10.72	39.03	0.50	3.61	5.10
genutzte Wärmeenergie	GWh	796.16	16.20	39.61	158.23	9.26	534.30	10.22	20.73	0.45	2.79	4.37

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: 20.09.10

G:\2010\1018\KW-Ausw[Jahr\_Typ3+2\_2009.xls]Anhang D.1b+c Ber02

<b>Fortschreibungsparameter 2009</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.	4277	Die Energiedaten werden durch 'Eicher+Pauli' jährlich erhoben.	4039	Die Energiedaten werden grösstenteils durch 'Eicher+Pauli' jährlich erhoben.	Die Energiedaten werden anlagenweise aus der Biogasstatistik (Industrie und Gewerbe) übernommen.	Die Energiedaten werden bei grossen Anlagen durch 'Eicher+Pauli' jährlich erhoben, bei kleineren Anlagen erfolgt eine Schätzung.	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%		85.6%					
- Diesel / Heizöl EL	a. gemäss den erhobenen Werten des Jahres 1993 (Spalten A und C)	14.4%		0.1%		11.4%					
- Propan				0.2%		3.0%					
- Klärgas				99.2%							
- Deponiegas											
- Biogas	b. gemäss den Inputleistungsanteilen des Vorjahres (Spalten E und F)										
- Holz											
- andere Energieträger											
produzierte Elektrizität	S3: Vollbetriebsstunden		4008	3980							
genutzte mechanische Energie	S3: Vollbetriebsstunden		4725								
produzierte Wärmeenergie	S3: Vollbetriebsstunden	1680	3959	3893							
genutzte Wärmeenergie 4)	Anteil an Wärmeproduktion	98.7%	85.3%	98.2%							

Kommentare:

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

Erstellungsdatum: 20.09.10

G:\2010\1018KW-Ausw\Jahr\_Typ3+2\_2009.xls\Anhang D.1b+c Ber03

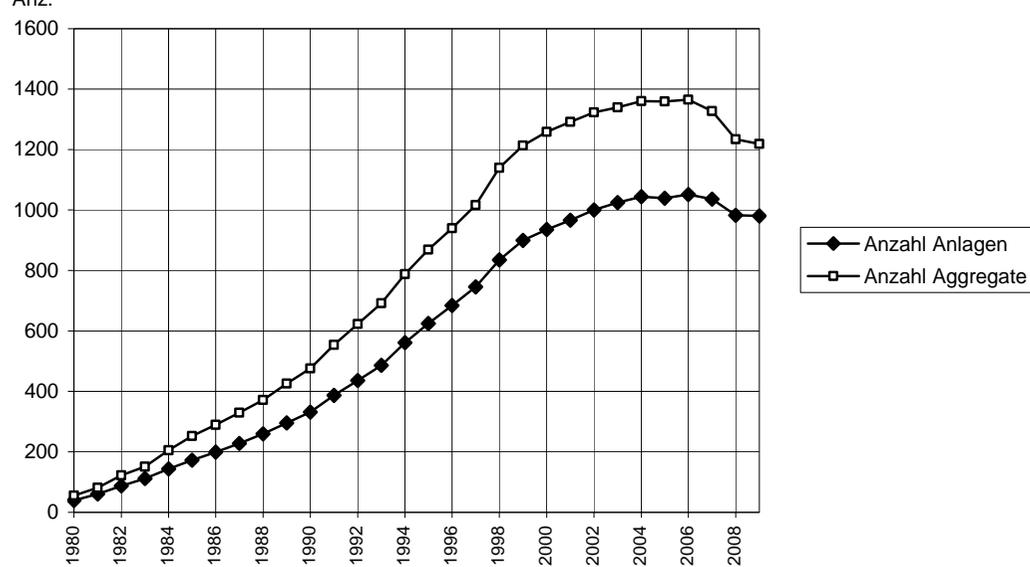
**Anzahl Anlagen und Aggregate / Durchschnittliche Energieinputleistungen**

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

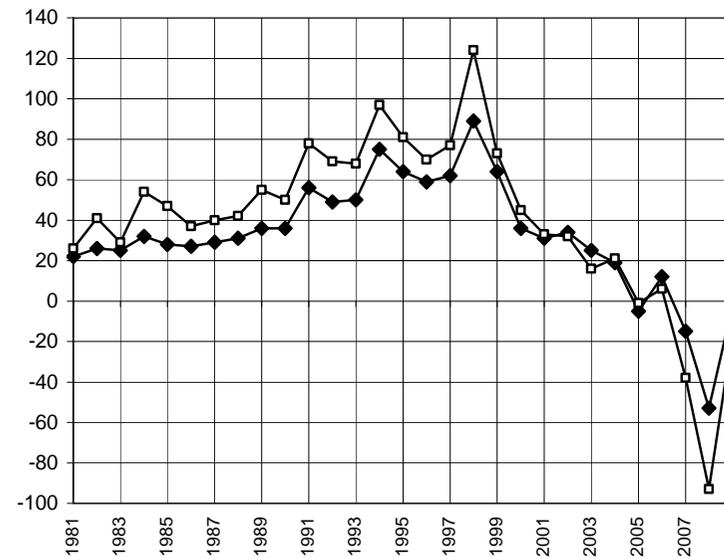
Kat. W4+W5

		1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Anzahl Klein-WKK-Anlagen 1)		486	561	625	684	746	835	899	935	966	1000	1025	1044	1039	1051	1036	983	981
Anzahl Klein-WKK-Aggregate 2)		691	788	869	939	1016	1140	1213	1258	1291	1323	1339	1360	1359	1365	1327	1234	1218
Anzahl Aggregate pro Anlage (Mittel)		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	1.2
durchschn. Inputleist. pro Anlage	kW/Anl.	400	421	424	418	421	414	416	420	415	410	408	411	410	407	399	409	410
durchschn. Inputleist. pro Aggregat	kW/Aggr.	281	300	305	305	309	303	308	312	311	310	312	316	314	314	312	326	331

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



Zunahme der Anzahl Anlagen resp. Aggregate gegenüber Vorjahr



20. Sep 10

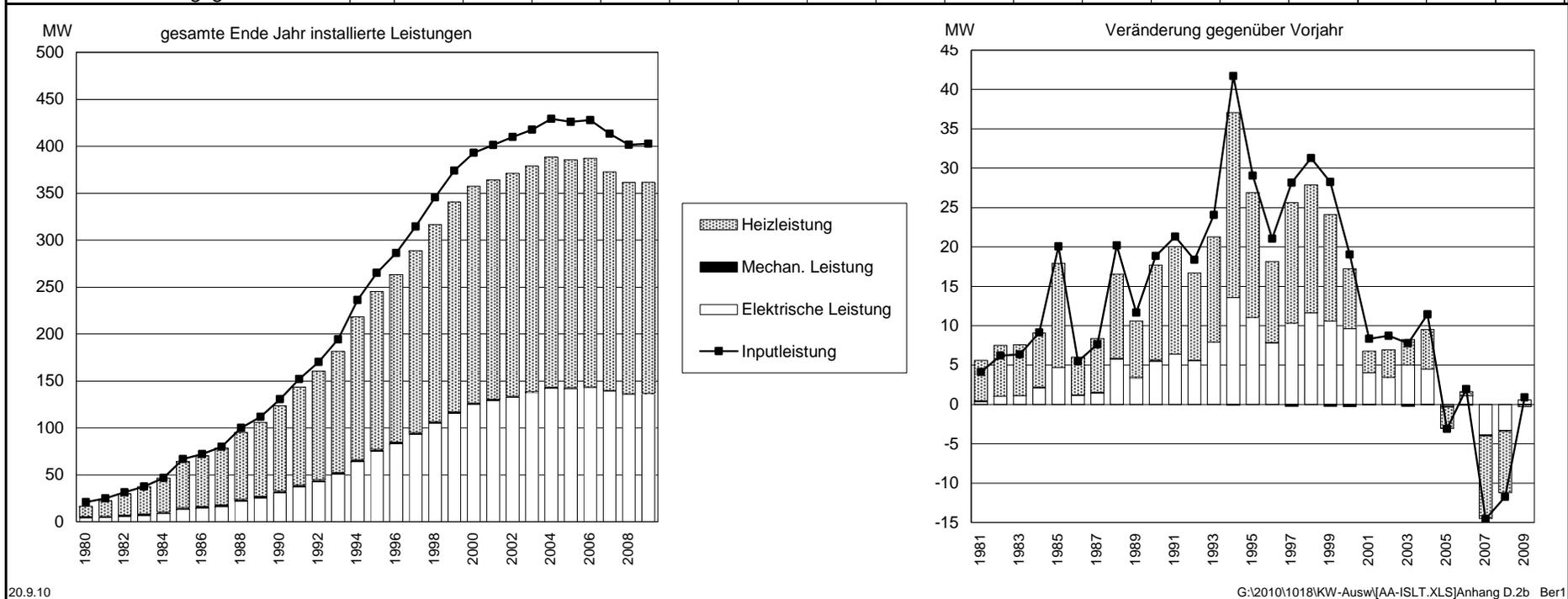
G:\2010\1018\KW-Ausw[AA-ANZ.XLS]Anhang D.2a Ber1

### Installierte Leistungen

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

Kat. W4 + W5

		1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Anschlussleistung = Inputleistung	MW	194.39	236.10	265.16	286.21	314.37	345.66	373.90	392.93	401.26	409.98	417.75	429.17	426.05	428.00	413.44	401.71	402.61
Heizleistung	MW	128.74	152.21	168.03	178.31	193.61	209.83	223.36	230.95	233.67	237.16	240.38	245.41	242.69	243.20	232.73	224.97	224.76
Mechanische Leistung	MW	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	0.32
Elektrische Leistung	MW	50.61	64.21	75.27	83.10	93.42	105.06	115.63	125.26	129.29	132.73	137.75	142.25	142.03	143.14	139.28	135.98	136.53
Elektrischer Wirkungsgrad	%	26.0	27.2	28.4	29.0	29.7	30.4	30.9	31.9	32.2	32.4	33.0	33.1	33.3	33.4	33.7	33.8	33.9



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

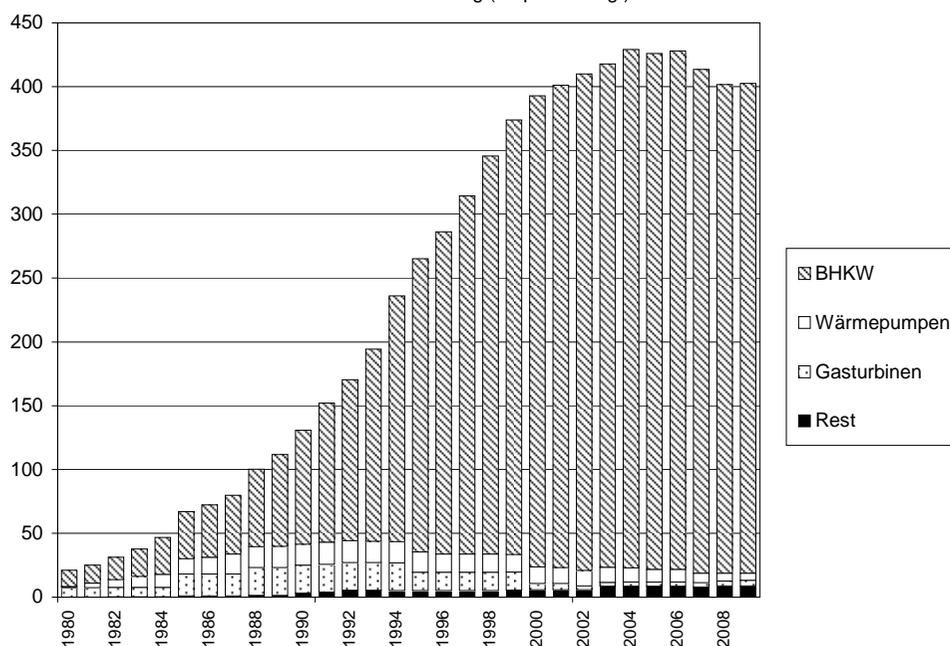
betrachtete Anlagen und Aggregate: sämtliche in der Schweiz betriebene Klein-WKK-Anlagen

Kat. W4 + W5

		1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
BHKW (inkl. Gebläseantriebe)	MW	150.67	192.69	229.65	252.48	280.63	311.92	340.47	369.37	378.06	389.17	394.46	406.17	404.19	406.22	394.77	383.01	383.77
Gas- + Dieselmotorwärmepumpen*	MW	16.62	16.51	16.11	14.33	14.33	14.33	13.68	13.02	12.61	11.92	11.72	11.16	10.06	9.96	7.39	6.17	5.73
Gasturbinen (bis 1 MWe)	MW	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	4.41
Rest (z.B. Brennstoffzellen, TEA)	MW	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	8.70
<b>TOTAL</b>	<b>MW</b>	<b>194.39</b>	<b>236.10</b>	<b>265.16</b>	<b>286.21</b>	<b>314.37</b>	<b>345.66</b>	<b>373.90</b>	<b>392.93</b>	<b>401.26</b>	<b>409.98</b>	<b>417.75</b>	<b>429.17</b>	<b>426.05</b>	<b>428.00</b>	<b>413.44</b>	<b>401.71</b>	<b>402.61</b>

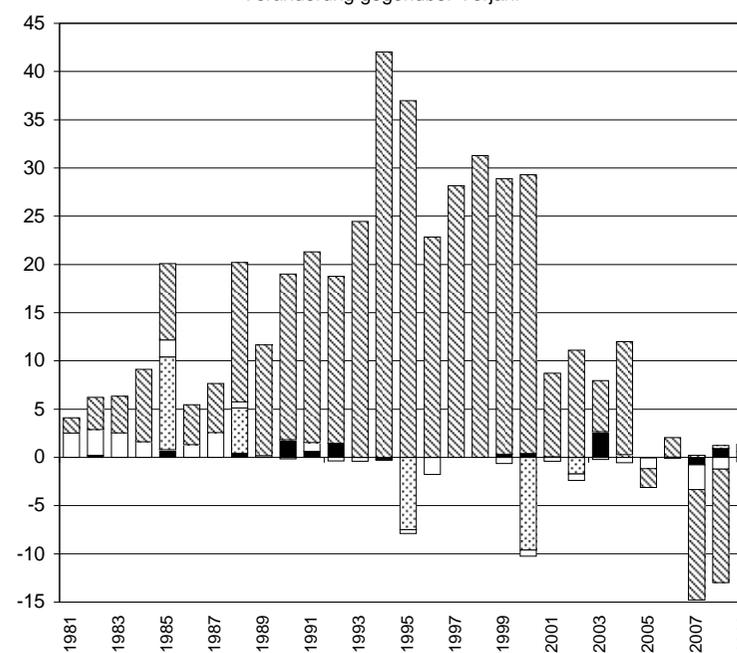
\* Kat. W5

MW Ende Jahr installierte Anschlussleistung (=Inputleistung)



20.9.10

MW Veränderung gegenüber Vorjahr



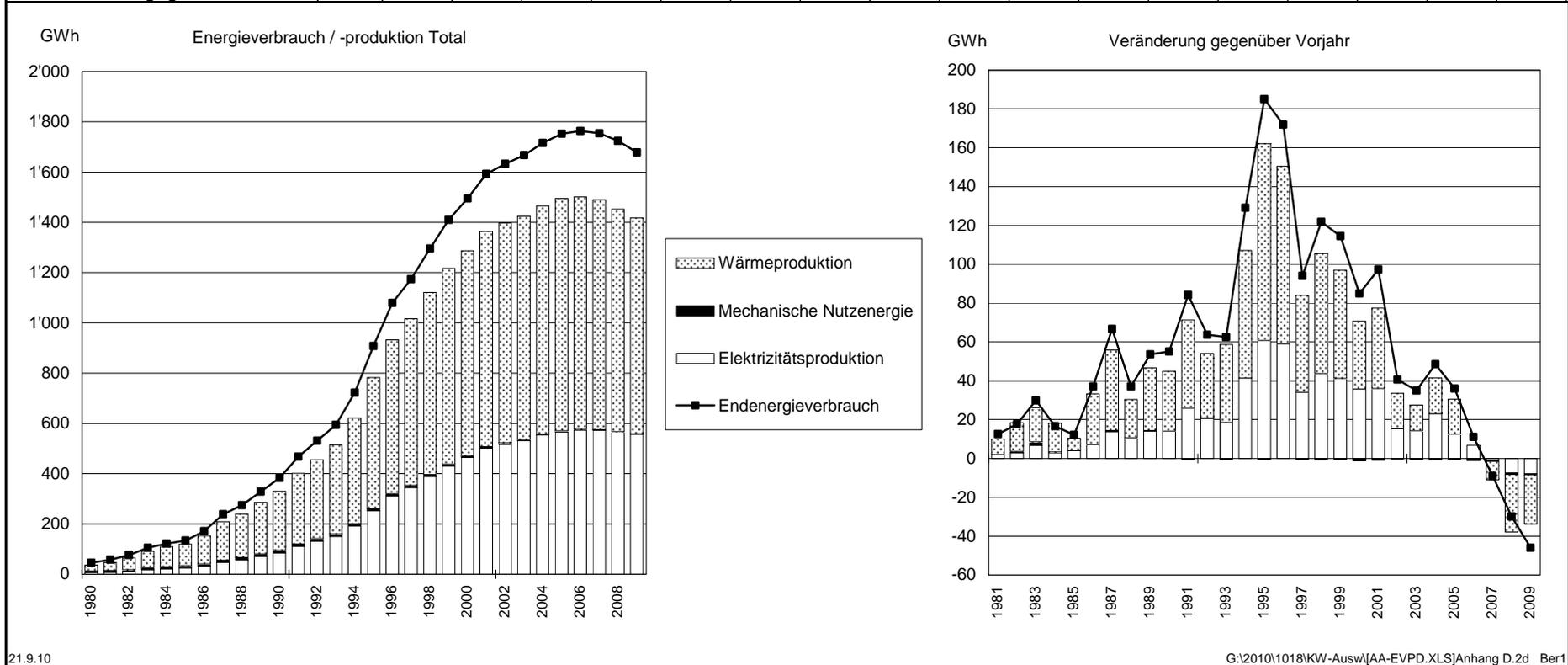
G:\2010\1018\KW-Ausw[AA-WKKT.XLS]Anhang D.2c Ber1

### Energieverbrauch / -produktion

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

Kat. W4 + W5

		1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Endenergieverbrauch	GWh/a	594.0	723.1	908.1	1080.0	1174.0	1295.8	1410.2	1495.2	1592.4	1633.0	1668.0	1716.5	1752.5	1763.6	1754.5	1724.6	1678.6
Wärmeproduktion	GWh/a	353.9	419.7	521.0	612.5	662.6	724.3	780.0	815.1	856.6	874.9	888.1	906.7	924.6	924.0	914.5	884.8	859.5
Mechanische Nutzenergie	GWh/a	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	1.8
Elektrizitätsproduktion	GWh/a	149.8	191.1	251.9	310.9	344.9	388.8	430.0	465.7	501.7	517.0	531.3	554.2	566.8	573.7	572.8	565.3	557.3
Gesamtwirkungsgrad	-	86%	86%	86%	86%	87%	87%	86%	86%	86%	86%	85%	85%	85%	85%	85%	84%	85%

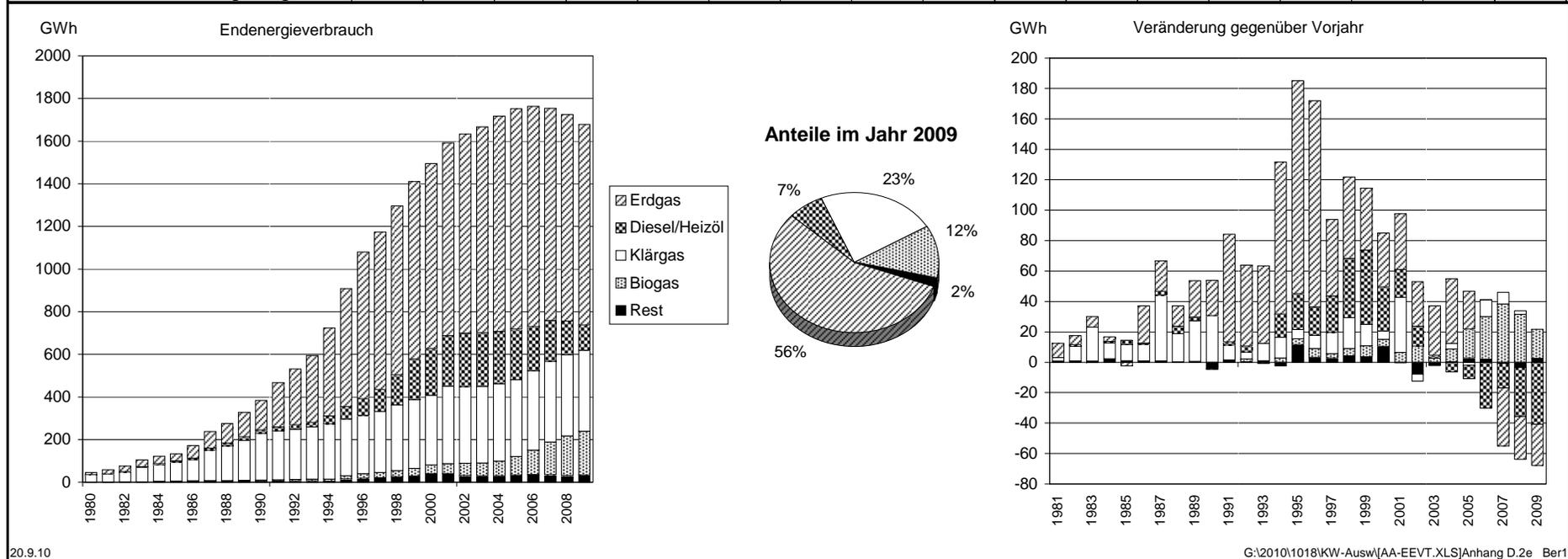


### Endenergieverbrauch nach Energieträgern

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

Kat. W4 + W5

		1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Erdgas	GWh/a	312.87	412.59	552.56	687.96	738.29	791.76	832.39	867.74	904.48	933.74	966.25	1008.54	1033.43	1033.72	995.63	967.42	940.40
Diesel / Heizöl EL	GWh/a	21.15	36.58	60.13	78.85	102.90	141.84	190.70	219.63	237.85	250.94	252.91	246.66	237.91	207.83	191.62	159.46	118.74
Propan	GWh/a	6.69	4.45	8.27	17.72	19.66	24.12	25.38	32.66	33.11	29.13	28.81	29.43	33.06	32.71	32.20	31.69	31.39
Klärgas	GWh/a	244.81	258.50	264.66	273.42	287.33	307.57	321.60	327.13	363.33	358.72	358.17	361.91	359.90	370.81	378.35	380.75	380.85
Deponiegas	GWh/a	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	2.80
Biogas	GWh/a	8.17	10.93	14.68	20.33	23.25	28.10	35.42	40.12	46.58	57.23	59.85	68.19	87.27	115.17	153.61	185.05	204.07
Fett/Öl erneuerbar	GWh/a	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	0.16
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	0.16
<b>TOTAL</b>	<b>GWh/a</b>	<b>593.99</b>	<b>723.06</b>	<b>908.14</b>	<b>1080.04</b>	<b>1174.01</b>	<b>1295.80</b>	<b>1410.21</b>	<b>1495.16</b>	<b>1592.42</b>	<b>1633.03</b>	<b>1667.97</b>	<b>1716.51</b>	<b>1752.48</b>	<b>1763.59</b>	<b>1754.51</b>	<b>1724.55</b>	<b>1678.57</b>
<b>Anteil erneuerbarer Energieträger</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>26%</b>	<b>25%</b>	<b>25%</b>	<b>26%</b>	<b>28%</b>	<b>30%</b>	<b>33%</b>	<b>35%</b>



## **E. Spezialauswertungen**

### **E.1 Kehrlichtverbrennungsanlagen**

Hyperlink und Seiten-Nr.:

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

Anhang E.1a (S. 74)

### **E.2 Deponiegasnutzung**

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

Anhang E.2a (S. 75)

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

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

Anhang E.2b (S. 76)

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. 77)

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.

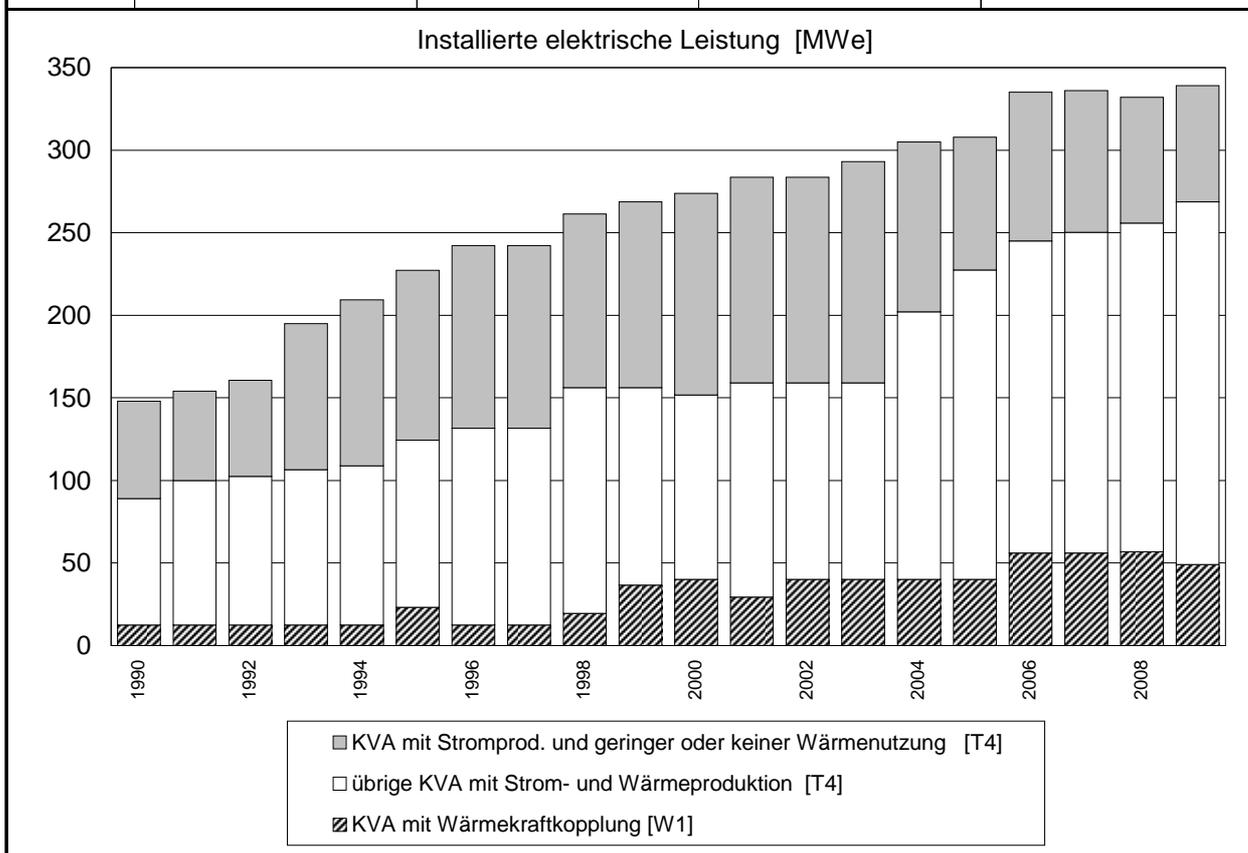
#### **E.2d Deponiegasnutzung ausschliesslich mit Heizkesseln**

Anhang E.2d (S. 78)

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]
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
2009	49.20	219.52	70.38	339.10

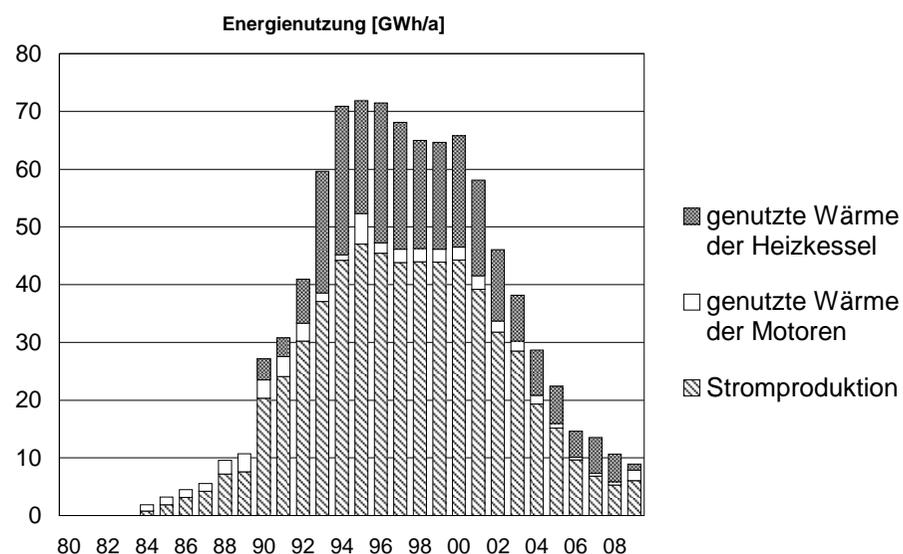
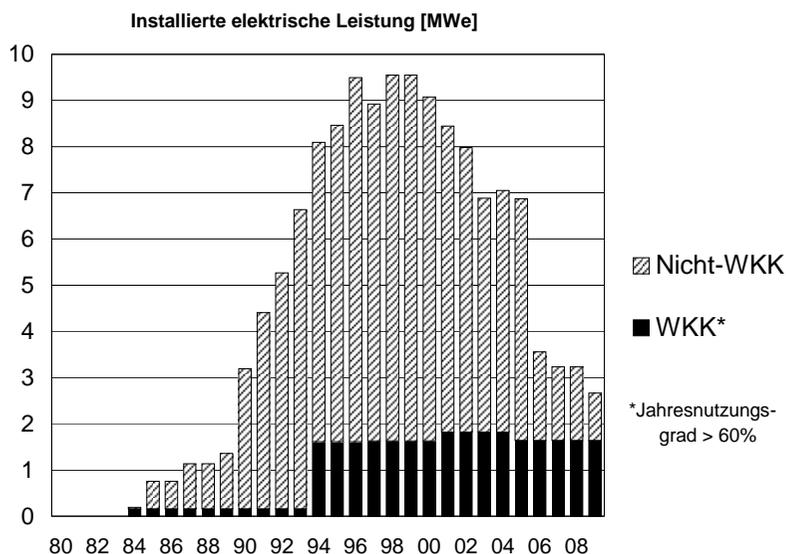


### Deponiegasnutzung mit Gasmotoren und Heizkesseln (Gesamtauswertung)

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

		1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Anzahl Anlagen	-	11	11	11	12	12	12	13	13	13	13	11	11	11	11	10	9	7	7
Anzahl Gasmotoren (WKK-Aggregate)	-	15	17	20	20	22	21	22	22	21	20	19	17	17	16	11	10	10	9
Install. Energieinputleistung der Motoren	MW	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	7.68
Install. elektrische Leistung der Motoren	MW	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	3.24	3.24	2.66
<b>Deponiegasverbrauch Gasmotoren</b>	GWh/a	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	19.28	19.92
<b>Stromproduktion Gasmotoren**</b>	GWh/a	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	6.07
mit Motoren prod. Wärmeenergie	GWh/a	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	2.71
<b>genutzte Wärmeenergie der Motoren</b>	GWh/a	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	1.83
<b>Deponiegasverbrauch Heizkessel*</b>	GWh/a	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	1.21
<b>prod./genutzte Wärme der Kessel*</b>	GWh/a	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	1.00

\* mit Deponiegas betriebene Heizkessel



### Deponiegasnutzung mit Gasmotoren (WKK)

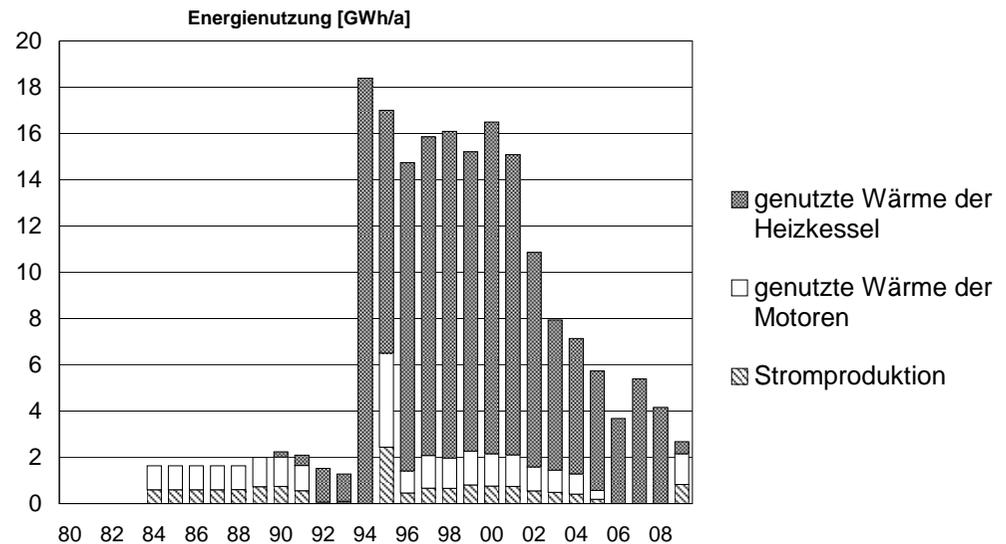
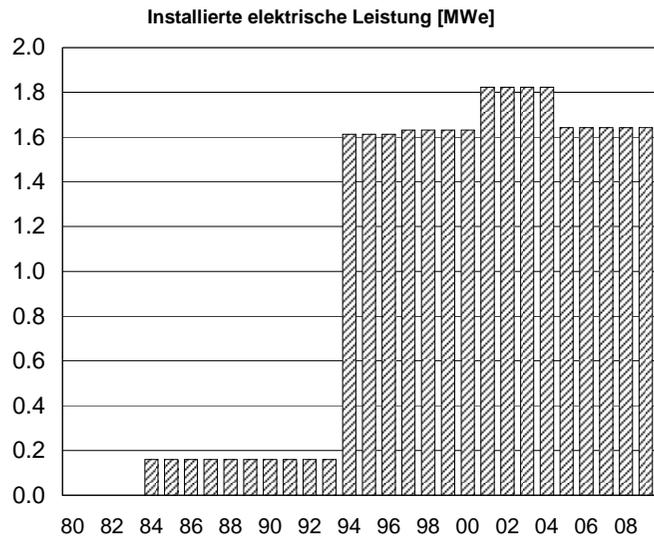
Kat. W4.DEP

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

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

		1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Anzahl Anlagen	-	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1
Anzahl Gasmotoren (WKK-Aggregate)	-	1	1	4	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5	4	4	4	4	4
Install. Energieinputleistung der Motoren	MW	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	4.78
Install. elektrische Leistung der Motoren	MW	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	1.64
<b>Deponiegasverbrauch Gasmotoren</b>	GWh/a	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	2.80
<b>Stromproduktion Gasmotoren***</b>	GWh/a	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	0.83
mit Motoren prod. Wärmeenergie	GWh/a	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	1.32
<b>genutzte Wärmeenergie der Motoren</b>	GWh/a	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	1.32
<b>Deponiegasverbrauch Heizkessel**</b>	GWh/a	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	0.62
<b>prod./genutzte Wärme der Kessel**</b>	GWh/a	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	0.52

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



### Deponiegasnutzung mit Gasmotoren (ohne WKK)

Kat. T3

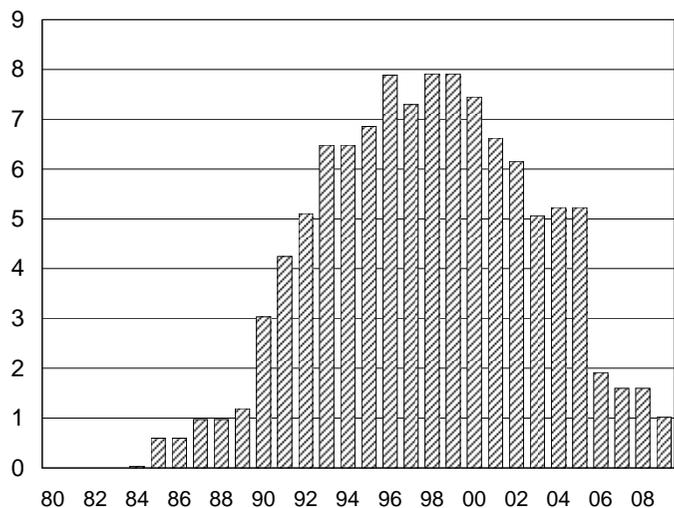
betrachtete Anlagen: sämtliche in der Schweiz betriebenen Deponiegasmotoren mit einem Jahresnutzungsgrad\* bis 60%

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

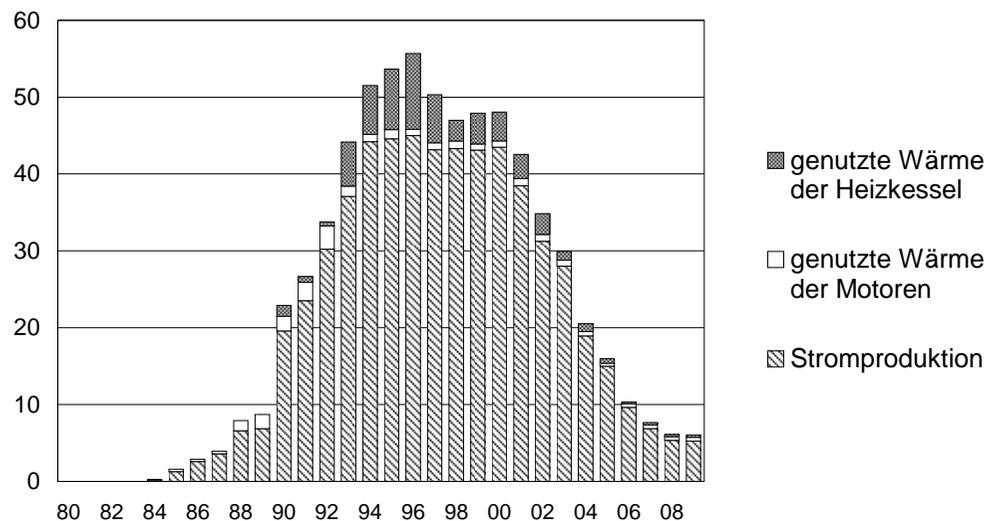
		1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Anzahl Anlagen	-	7	8	7	8	8	8	9	9	9	9	7	8	7	7	7	5	5	
Anzahl Gasmotoren (WKK-Aggregate)	-	14	16	16	16	18	17	18	18	17	15	14	12	12	12	7	6	6	5
Install. Energieinputleistung der Motoren	MW	16.28	20.31	20.32	21.45	24.39	22.44	24.15	24.15	22.72	20.01	18.58	15.12	15.66	15.66	5.59	4.63	4.63	2.90
Install. elektrische Leistung der Motoren	MW	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	1.60	1.60	1.02
<b>Deponiegasverbrauch Gasmotoren</b>	GWh/a	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	19.28	17.12
<b>Stromproduktion Gasmotoren</b>	GWh/a	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	5.24
mit Motoren prod. Wärmeenergie	GWh/a	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	1.38
<b>genutzte Wärmeenergie der Motoren</b>	GWh/a	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	0.51
<b>Deponiegasverbrauch Heizkessel**</b>	GWh/a	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	0.37
<b>prod./genutzte Wärme der Kessel**</b>	GWh/a	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	0.30

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

Installierte elektrische Leistung [MWe]



Energienutzung [GWh/a]



21.9.10

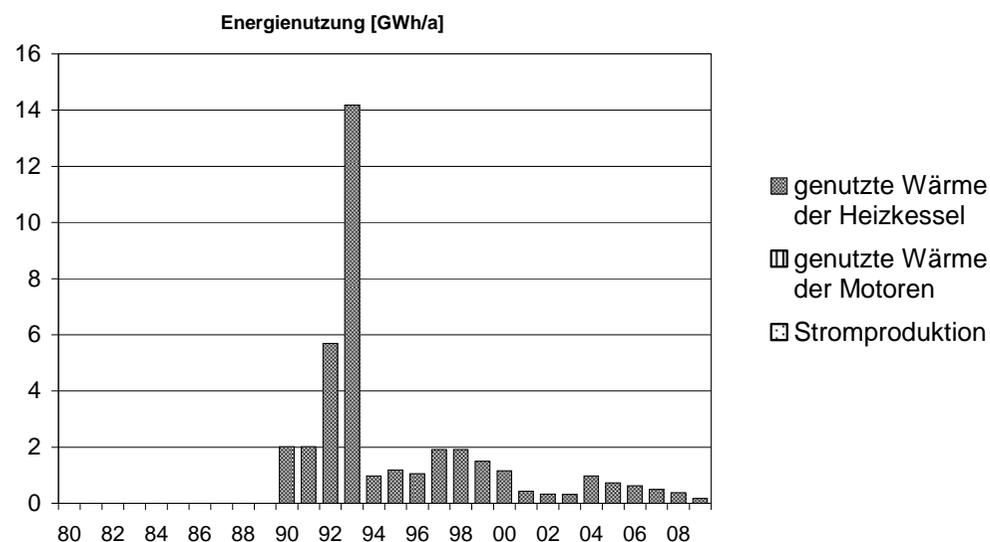
G:\2010\1018\KW-Ausw\DEP1982-2009.XLS\Anhang E.2c Ber3

**Deponiegasnutzung ausschliesslich mit Heizkesseln**

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

		1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Anzahl Anlagen	-	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	2	2	2	1	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	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	0.22
<b>prod./genutzte Wärme der Kessel*</b>	GWh/a	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	0.18

\* 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 2009 wurden mittels Vollerhebung die Stammdaten aller Gross-WKK-Anlagen aktualisiert, neue Anlagen sowie die Jahresdaten des Betriebsjahres 2009 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 2009)</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 Statistikausgaben 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 (als Ersatz für eine dreiteiligen Omnis-Datenbank-Applikation). Dadurch war eine wesentliche Vereinfachung der Datenerfassung, -pflege und -auswertung möglich.
- 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 Vor-

jahreswerte 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 in den Jahren 2006 bis 2009 durchgeführten Umfragen, um allfällige Stilllegungen älterer Anlagen zu erfassen, wurden im laufenden Jahr deutlich intensiviert. Eine weitergehende Umfrage - auch für die Erfassung der Vollbetriebsstunden (siehe unten) - ist für 2011 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 periodisch Energiedaten bei den Betreibern von bestehenden Anlagen erhoben werden. Aus diesem Grund wurde ein geeignetes **Modell für die Fortschreibung** entwickelt.

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

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

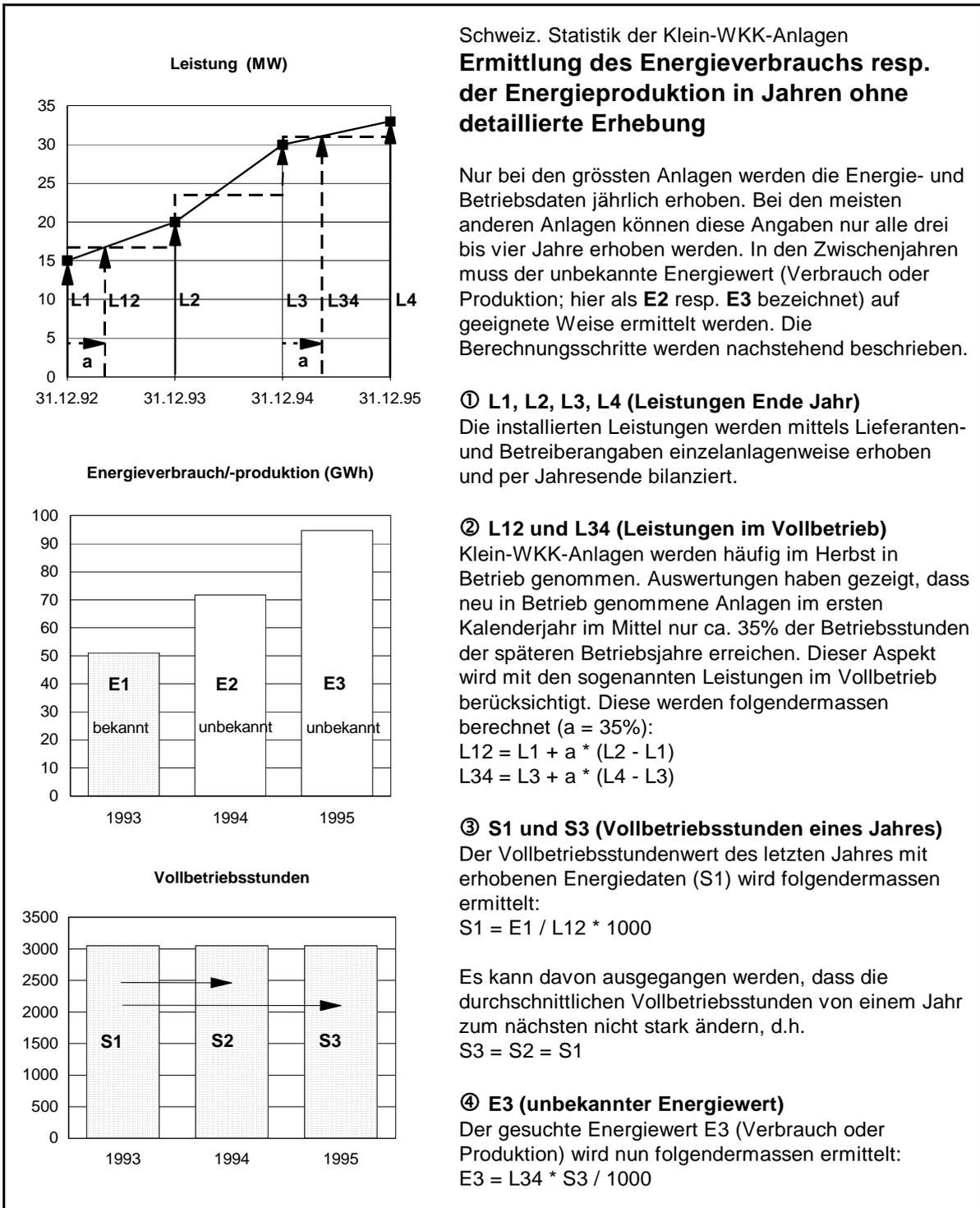
Die für das Fortschreibungsmodell verwendeten Parameter wie Vollbetriebsstunden und Energieträgersplit sind im Anhang D.1c sowie in den Tabellen F.2d und F.2e dargestellt.

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

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

<b>10 Anlagearten gemäss Typ 3 der Klein-WKK-Statistik</b>				
Spalte (Typ 3)	Kategorie	Kurzbezeichnung	Art der betroffenen Klein-WKK-Anlagen	Herkunft der Energiedaten ab 1994
A	<b>W5</b>	<b>Fossile WP</b>	Mit fossilen Energieträgern betriebene Wärmepumpen	Fortschreibung gemäss Bild F.2c
B	<b>W4.BIO.1</b>	<b>Biogas LW</b>	Mit Biogas betriebene Klein-WKK-Anlagen in Landwirtschaftsbetrieben	Energiedaten gemäss schweizerischer Biogas-Statistik (summarisch erfasst)
C	<b>W4.ARA.1a</b>	<b>ARA o. GT</b>	Mit Klärgas betriebene Anlagen (ohne die Anl. der Spalten H und K)	Fortschreibung gemäss Bild F.2c mit den Vollbetriebsstunden gemäss Tab. F.2e
D	<b>W4.DEP</b>	<b>Deponiegas</b>	Mit Deponiegas betriebene Anlagen	jährliche Erhebung
E	<b>W4.FOS.1a</b>	<b>Foss. BHKW</b>	Mit fossilen Energieträgern betriebene Blockheizkraftwerke (BHKW)	Fortschreibung gemäss Bild F.2c (Aktualisierung der Vollbetriebsstunden im Rahmen der Stichprobenerhebung 2009; 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 Klärgas-betriebene Anlagen ausserhalb von kommunalen ARA	jährliche Erhebung oder Schätzung

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



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

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

Co.	Hauptenergieträger	Einh.	Inputleistung per Jahresende (Kat. W4.FOS.1a)										
			1992	1993	1994	1995	1996	2004	2005	2006	2007	2008	2009
1	Erdgas	MW	71.5	91.5	120.1	147.2	160.5	234.5	235.7	230.7	223.6	217.2	215.7
2	Propan	MW	1.1	1.1	1.9	4.0	4.5	8.0	8.0	7.9	7.8	7.6	7.6
6	Diesel, Heizöl	MW	7.5	8.4	13.8	17.6	23.3	58.4	51.1	47.5	39.6	28.9	20.9
	Total		80.0	101.0	135.9	168.9	188.3	301.0	294.8	286.1	270.9	253.7	244.2

Co.	Hauptenergieträger	Energieträgersplit per Ende Jahr (Kat. W4.FOS.1a)										
		1992	1993	1994	1995	1996	2004	2005	2006	2007	2008	2009
1	Erdgas	89.3%	90.6%	88.4%	87.2%	85.2%	77.9%	80.0%	80.6%	82.5%	85.6%	88.3%
2	Propan	1.3%	1.0%	1.4%	2.4%	2.4%	2.7%	2.7%	2.8%	2.9%	3.0%	3.1%
6	Diesel, Heizöl	9.4%	8.4%	10.2%	10.4%	12.4%	19.4%	17.3%	16.6%	14.6%	11.4%	8.6%
	Total	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%

Co.	Hauptenergieträger	Energieträgersplit für die Aufteilung des Energieverbrauchs										
		Erhebung		gemäss Split per Ende des Vorjahres								
		1992	1993	1994	1995	1996	2004	2005	2006	2007	2008	2009
1	Erdgas	89.9%	91.6%	90.6%	88.4%	87.2%	77.1%	77.9%	80.0%	80.6%	82.5%	85.6%
2	Propan	2.5%	2.3%	1.0%	1.4%	2.4%	2.4%	2.7%	2.7%	2.8%	2.9%	3.0%
6	Diesel, Heizöl	7.6%	6.1%	8.4%	10.2%	10.4%	20.6%	19.4%	17.3%	16.6%	14.6%	11.4%
	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	2004	2005	2006	2007	2008	2009	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	4'038	4'038	4'038	4'038	4'038	4'039	= ([2] * [7]) / [13] / [6]
[5]	VBSTD therm.	h/a		**2'992	3'225	3'562	3'897	3'889	3'889	3'889	3'890	3'891	3'893	= ([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	288.0	301.0	294.8	286.1	270.9	253.7	
[7]	elektrisch	MW		25.6	32.4	43.7	55.0	99.5	104.2	102.1	98.9	93.6	86.8	
[8]	thermisch	MW		44.2	56.5	76.5	94.4	156.1	162.6	159.9	156.0	148.3	140.7	
	theoretische Wirkungsgrade:													
[9]	Total			87.2%	88.0%	88.5%	88.4%	88.7%	88.6%	88.9%	89.1%	89.3%	89.6%	= [10] + [11]
[10]	elektrisch			32.1%	32.0%	32.2%	32.6%	34.5%	34.6%	34.6%	34.6%	34.6%	34.2%	= [7] / [6]
[11]	thermisch			55.2%	56.0%	56.3%	55.9%	54.2%	54.0%	54.3%	54.6%	54.7%	55.4%	= [8] / [6]
	Jahresnutzungsgrade:													
[12]	Total			84.7%	85.5%	86.0%	85.9%	86.2%	86.1%	86.4%	86.6%	86.8%	87.1%	= [13] + [14]
[13]	elektrisch			31.6%	31.5%	31.7%	32.1%	34.0%	34.1%	34.1%	34.1%	34.1%	33.7%	= [10] * 0.5% (Erfahrungswert)
[14]	thermisch			53.2%	54.0%	54.3%	53.9%	52.2%	52.0%	52.3%	52.6%	52.7%	53.4%	= [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: 20.09.10

G:\2010\1018\KW-Ausw(Jahr\_Typ3+2\_2009.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*	2004	2005	2006	2007	2008	2009	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	78'758	81'322	84'067	85'259	84'363	84'535	Auswertung Klein-WKK-Datenbank E+P
[2]	elektrische Leistung	kW	10'869	11'940	12'491	13'339	24'916	26'066	27'229	27'668	27'512	27'878	Auswertung Klein-WKK-Datenbank E+P
[3]	thermische Leistung	kW	20'684	22'770	24'187	25'671	43'336	44'372	45'663	46'198	45'356	45'597	Auswertung Klein-WKK-Datenbank E+P
A.2 theoretische Wirkungsgrade													
[4]	Total		86.5%	86.6%	86.7%	86.7%	86.7%	86.6%	86.7%	86.6%	86.4%	86.9%	= [5] + [6]
[5]	elektrisch		29.8%	29.8%	29.5%	29.6%	31.6%	32.1%	32.4%	32.5%	32.6%	33.0%	= [2] / [1]
[6]	thermisch		56.7%	56.8%	57.2%	57.0%	55.0%	54.6%	54.3%	54.2%	53.8%	53.9%	= [3] / [1]
[5a]	Abzug beim elektr. Wirkungsgrad		2.0%	2.0%	2.0%	2.0%	2.0%	2.0%	2.0%	2.0%	2.0%	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%	80.6%	80.7%	80.6%	80.4%	80.9%		= [8] + [9]
[8]	elektrisch		27.8%	27.8%	27.5%	27.6%	29.6%	30.1%	30.4%	30.5%	30.6%	31.0%	= [5] - [5a] (Erfahrungswert)
[9]	thermisch		52.7%	52.8%	53.2%	53.0%	51.0%	50.6%	50.3%	50.2%	49.8%	49.9%	= [6] - [6a] (Erfahrungswert)
A.4 Vollbetriebsstunden													
[10]	Input-Leistung	h/a	4'645	4'645	4'604	4'559	4'278	4'275	4'272	4'271	4'270	4'267	= [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	3'967	3'961	3'957	3'956	3'952	3'950	= [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	2'831	2'480	2'109	1'749	1'342	1'057	Auswertung Klein-WKK-Datenbank E+P
[22]	mechanische Leistung	kW	2'166	2'027	1'918	1'918	909	792	676	536	405	320	Auswertung Klein-WKK-Datenbank E+P
[23]	thermische Leistung	kW	3'583	3'377	3'233	3'233	1'474	1'289	1'094	932	710	570	Auswertung Klein-WKK-Datenbank E+P
B.2 theoretische Wirkungsgrade													
[24]	Total		85.3%	85.2%	84.9%	84.9%	84.2%	83.9%	83.9%	84.0%	83.1%	84.2%	= [25] + [26]
[25]	mechanisch		32.1%	32.0%	31.6%	31.6%	32.1%	31.9%	32.0%	30.6%	30.2%	30.3%	= [22] / [21]
[26]	thermisch		53.2%	53.3%	53.3%	53.3%	52.1%	52.0%	51.9%	53.3%	52.9%	53.9%	= [23] / [21]
B.3 Jahresnutzungsgrade													
[27]	Total		79.3%	79.2%	78.9%	78.9%	78.2%	77.9%	77.9%	78.0%	77.1%	78.2%	= [28] + [29]
[28]	mechanisch		30.1%	30.0%	29.6%	29.6%	30.1%	29.9%	30.0%	28.6%	28.2%	28.3%	= [25] - 2 % (Erfahrungswert)
[29]	thermisch		49.2%	49.3%	49.3%	49.3%	48.1%	48.0%	47.9%	49.3%	48.9%	49.9%	= [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	4'742	4'743	4'729	4'724	4'725	= [30] * [21] * [28] / [22]
[32]	thermische Leistung	h/a	5'046	5'048	5'003	4'956	4'670	4'670	4'669	4'680	4'676	4'684	= [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	81'589	83'801	86'176	87'007	85'705	85'592	
[41]	elektrische Leistung	kW	10'869	11'940	12'491	13'339	24'916	26'066	27'229	27'668	27'512	27'878	
[42]	mechanische Leistung	kW	2'166	2'027	1'918	1'918	909	792	676	536	405	320	
[43]	thermische Leistung	kW	24'267	26'147	27'420	28'904	44'810	45'661	46'758	47'131	46'065	46'166	
C.2 Vollbetriebsstunden													
[44]	Input-Leistung	h/a	4'771	4'756	4'705	4'654	4'306	4'298	4'291	4'287	4'282	4'277	= ([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	4'742	4'743	4'729	4'724	4'725	= [31]
[47]	thermische Leistung	h/a	4'425	4'412	4'367	4'320	3'991	3'981	3'974	3'970	3'963	3'959	= ([10] * [1] + [30] * [21]) / ([1] + [21])

Erstellungsdatum: 20.09.10

G:\2010\1018KW-Ausw\Jahr\_Typ3+2\_2009.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 2008'; Ausgabe 2008; Oktober 2009, 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 2008'; September 2009, 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