



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für  
Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation UVEK

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

September 2013

---

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

Ausgabe 2012

---



**Auftraggeber:**

Bundesamt für Energie BFE, 3003 Bern

**Auftragnehmer:**

Dr. Eicher+Pauli AG, 4410 Liestal

**Autoren:**

Urs Kaufmann, 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**

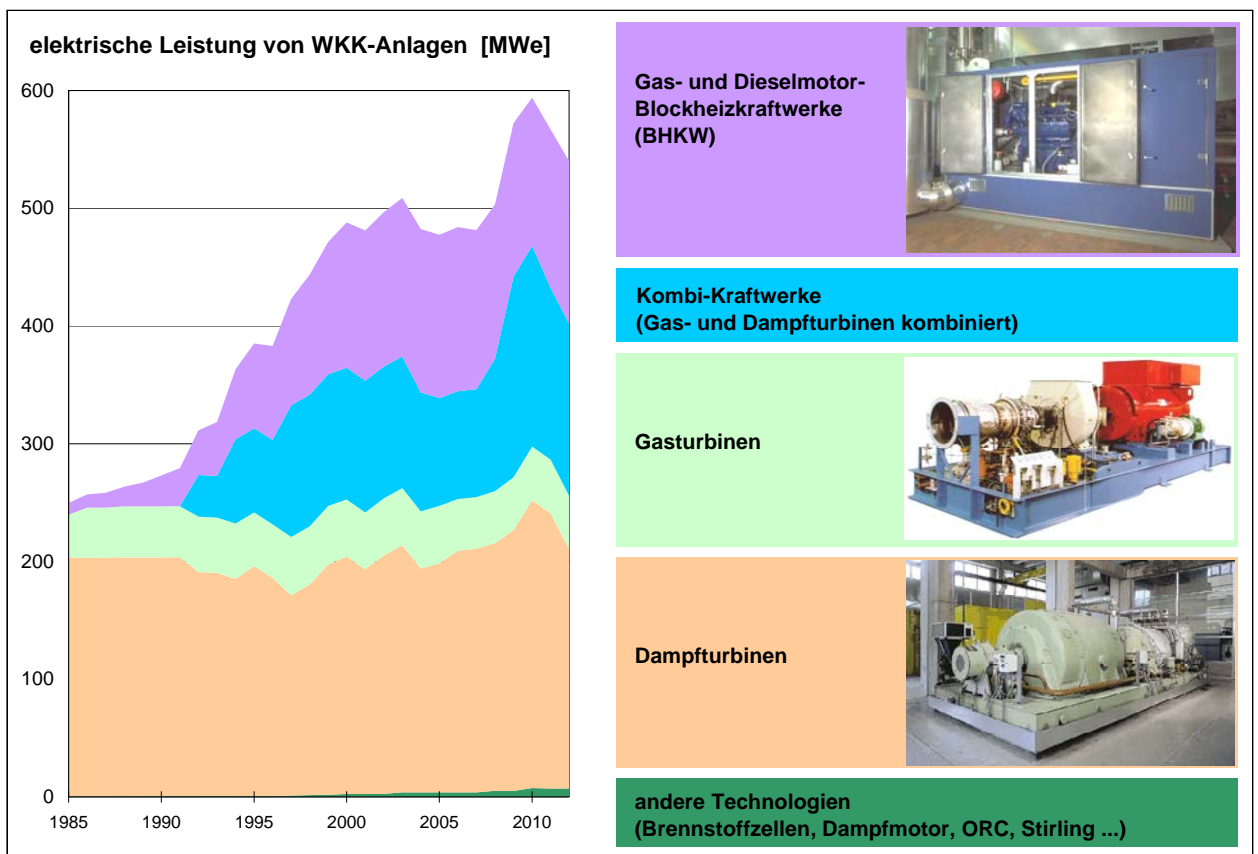
Mühlestrasse 4, CH-3063 Ittigen • Postadresse: CH-3003 Bern  
Tel. 031 322 56 11, Fax 031 323 25 00 • [office@bfe.admin.ch](mailto:office@bfe.admin.ch) • [www.admin.ch/bfe](http://www.admin.ch/bfe)

Bundesamt für Energie

## Thermische Stromproduktion inklusive Wärmekraftkopplung (WKK) in der Schweiz 1990 bis 2012

Ausgabe 2012

23. September 2013



### 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 - 2012	18
3.3	Energieträger 2012	20
<b>4.</b>	<b>Wärmekraftkopplung (WKK)</b>	<b>21</b>
4.1	Übersicht	21
4.2	Energieträger 2012	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 u.a.	26
5.3	Fernheizkraftwerke u.a.	27
<b>6.</b>	<b>Klein-WKK-Anlagen</b>	<b>28</b>
6.1	Bestand und Energie	28
6.2	Einsatzgebiete	34
6.3	Schadstoffreduktionsmassnahmen	36
6.4	Jährliche Neuinbetriebnahmen	38
<b>7.</b>	<b>Spezialauswertungen therm. Stromproduktion</b>	<b>40</b>
7.1	Kehrichtverbrennungsanlagen (KVA)	40
7.2	Deponiegasnutzung	42

## Impressum

Projektnummer: 13.1013.1  
Verfasser: Urs Kaufmann  
Telefon: 061 927 42 67  
E-Mail: urs.kaufmann@eicher-pauli.ch

Freigabe: Jasmin Gülden Sterzl, BFE

## Dokumentation

Stand: Fassung vom 23.09.2013 09:39:00  
Ablage: G:\2013\1013\4-Dok\WKK-2012.doc

<b>Anhang</b>	<b>44</b>
<b>A. Thermische Stromerzeugung</b>	<b>45</b>
A.1 Zeitreihen 1990 - 2012	45
A.2 Energieträgersplit 2012	45
A.3 Bruttoenergieverbrauch der Anlagen mit thermischem Stromverbrauch 2012	45
A.4 Bruttoenergieverbrauch für die thermische Stromproduktion 2012	45
<b>B. Wärmekraftkopplung (WKK)</b>	<b>52</b>
B.1 Zeitreihen elektrische Leistungen 1970 - 2012	52
B.2 Kantonale Verteilung	52
<b>C. Gross-WKK-Anlagen</b>	<b>56</b>
<b>D. Klein-WKK-Anlagen</b>	<b>59</b>
D.1 Jahresstatistiken 2012	59
D.2 Zeitreihen 1986 - 2012	59
<b>E. Spezialauswertungen</b>	<b>68</b>
E.1 Kehrichtverbrennungsanlagen	68
E.2 Deponiegasnutzung	68
<b>F. Erläuterungen zur Statistik</b>	<b>74</b>
F.1 Gross-WKK-Statistik	75
F.2 Klein-WKK-Statistik	76
<b>G. Literatur- und Quellenverzeichnis</b>	<b>84</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 2012 wurden in der Schweiz insgesamt 68'019 GWh Elektrizität erzeugt. Davon stammen 3'713 GWh, also rund 5.5 % 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. Es ist das Ziel, alle thermischen Stromproduktionsanlagen statistisch zu erfassen und deren Energieproduktion im Jahre 2012 auszuwerten und darzustellen. Dazu wurde eine Umfrage bei allen Anlagenbetreibern grösserer Anlagen sowie den Lieferanten von kleineren Anlagen durchgeführt.

Als thermische Stromerzeuger werden alle Anlagen bezeichnet, die aus fossilen oder biogenen Energieträgern Strom produzieren (Tabelle 1.1). Will eine solche Anlage in dieser Publikation zusätzlich als Wärmekraftkopplungs-Anlage (WKK-Anlage) bezeichnet werden, so muss sie mindestens 5 % der eingesetzten Energie in Elektrizität umwandeln und einen Gesamtnutzungsgrad (Wärme und Elektrizität) von mindestens 60 % ausweisen. Die Grenze zwischen Klein- und Gross-WKK-Anlagen liegt im Bereich von 1 MW installierter elektrischer Leistung.

**Thermische Stromerzeuger haben im Jahr 2012 knapp 6 % 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 2012	Inst. el. Leist. Ende 2012 [MWe]	Stromproduktion 2012 GWh %	
Thermische Stromproduktion	Wärmekraftkopplung	T1	diverse therm. Stromerzeuger	20	75.0	10.0	0%
		T2	Vouvry (stillgelegt 30.9.1999)	0	0.0	0.0	0%
		T3	Deponiegasverstromung	4	0.5	3.3	0%
		T4	Kehrichtverbrennungsanlagen (KVA ohne WKK*)	26	342.8	1'719.1	46%
		<b>Subtotal Nicht-WKK-Anlagen</b>			<b>50</b>	<b>418.3</b>	<b>1'732.4</b>
	Klein-WKK	W1	Kehrichtverbrennungsanlagen (KVA mit WKK*)	5	67.7	301.7	8%
		W2	Gross-WKK in Industrie u.a.** (Industrie, Dienstleistungen, Energiesektor)	19	221.9	806.7	22%
		W3	Fernheizkraftwerke u.a.**	14	107.0	279.5	8%
		W4	stromproduzier. Klein-WKK (BHKW < 10MW <sub>e</sub> und Gasturbinen < 1MW <sub>e</sub> )	919	143.5	592.6	16%
		W5	nicht stromprod. Klein-WKK (Gas-/Dieselmotor-Wärmepumpen)	(9)	0.0	0.0	0%
<b>Subtotal WKK-Anlagen (ohne W5)</b>			<b>957</b>	<b>540.1</b>	<b>1'980.6</b>	<b>53%</b>	
<b>Total gesamte thermische Stromproduktion</b>			<b>1'007</b>	<b>958.4</b>	<b>3'712.9</b>	<b>100%</b>	

Stand: 10.09.2013

G:\2013\1013\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 BHKW; 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 2012 haben insgesamt 1'007 Anlagen zur thermischen Stromproduktion beigetragen (Tabelle 1.1). Den grössten Anteil stellt mit 919 Anlagen die Gruppe Klein-WKK, 38 Anlagen gehören der Kategorie Gross-WKK an. Seit anfangs der neunziger Jahre wurden netto insgesamt 600 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 958 MW elektrische Leistung in thermischen Stromerzeugern installiert. Alle WKK-Anlagen gemeinsam steuern 540 MWe bei, davon sind rund 74 % in Gross-WKK-Anlagen zu finden.

Hier wiederum sind es vor allem die Dampfturbinen, die den grössten Anteil 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.

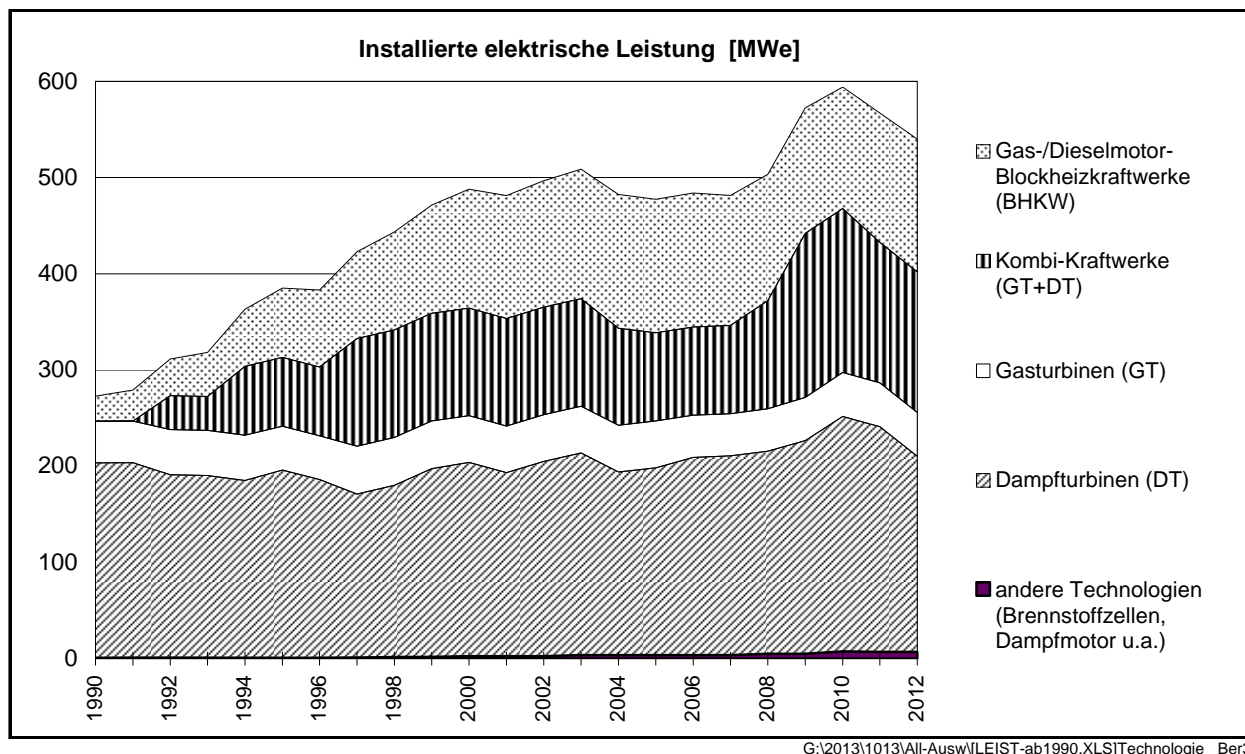


Bild 1.2 Entwicklung der elektrischen Leistung der WKK-Anlagen unterschieden nach Technologien

## Fast alle haben zugelegt

Die Stromproduktion der thermischen Kraftwerke wurde von 1'524 MWh im Jahr 1990 auf 3'713 MWh im Jahr 2012 gesteigert (Bild 1.3). Zu diesem Ergebnis beigetragen haben in den neunziger Jahren vor allem die WKK-Anlagen. Diese haben 2012 gemeinsam 1'981 GWh Strom in die Netze der Betreiber geliefert, davon die 'Kleinen' allein 593 GWh (Bild 1.3). Das Wachstum der vergangenen 10 Jahre wurde fast ausschliesslich in Kehrichtverbrennungsanlagen erzielt. Zusätzlich führte ein neues Kombi-Kraftwerk im Wallis zu einer beachtlichen Zunahme der WKK-Stromproduktion im Jahre 2010.

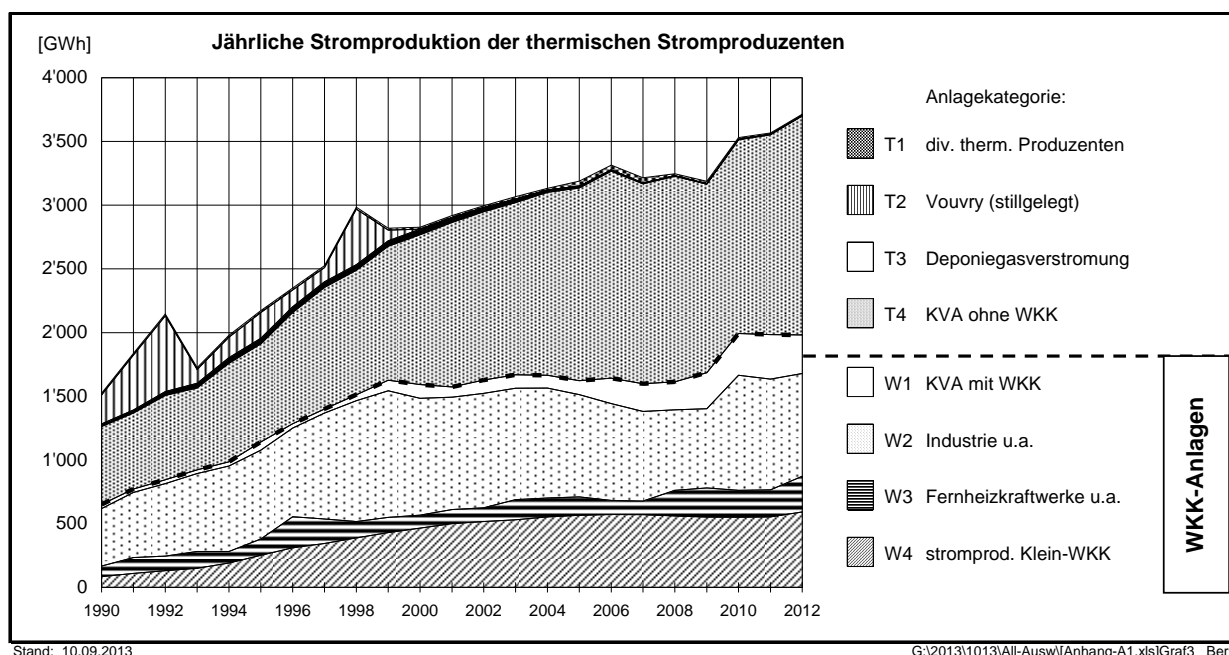


Bild 1.3 Entwicklung der thermischen Stromproduktion

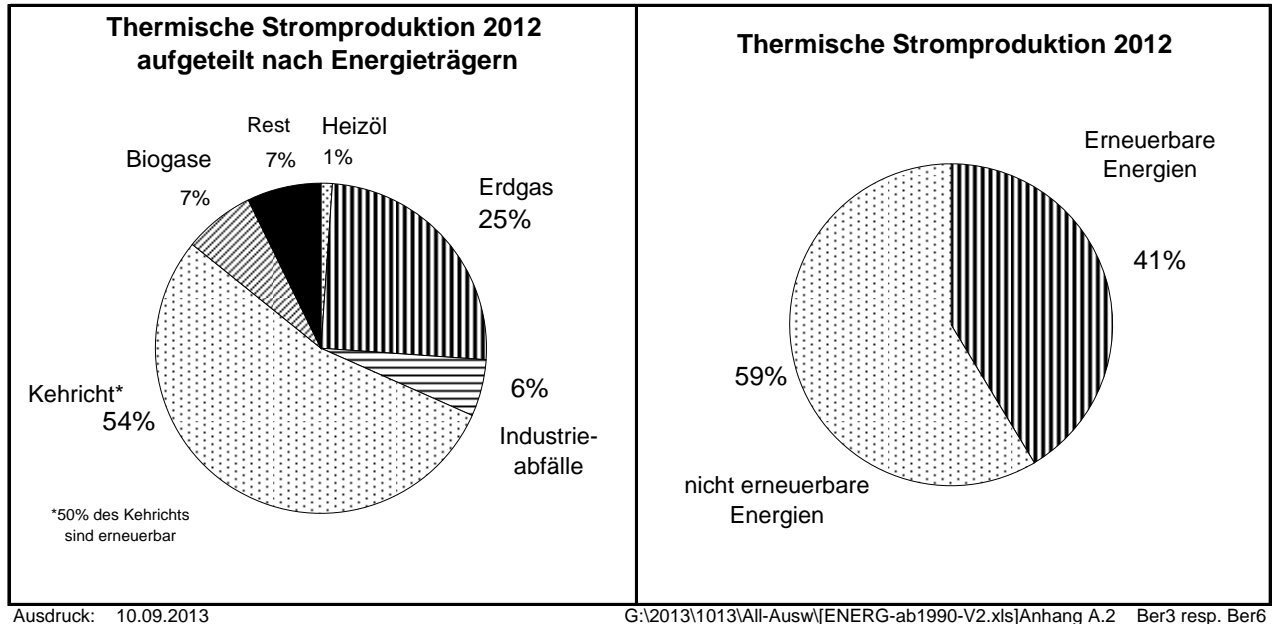
## Ob Kläranlage oder Bürogebäude...

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 (11 % in fossilen BHKW, 10 % in Biogasanlagen) eingesetzt. Bürogebäude (6 %), Wärmeverbundanlagen (12 %), Wohngebäude (7 %) sowie Spitäler und Heime (7 %) sind weitere wichtige Einsatzgebiete von Klein-WKK-Anlagen.



Erfreulich ist die Tatsache, dass 41 % 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 7 % Biogase (Bild 1.4).



**Bild 1.4** Aufteilung der thermischen Stromproduktion des Jahres 2012 nach Energieträgern

### Die Spitzenreiter

Im Mittel wurden in der Schweiz im Jahr 2012 pro Kopf der Bevölkerung 252 kWh Strom mit WKK-Anlagen produziert. Die Kantone Wallis und Basel-Stadt sind dabei mit 1'886 und 1'189 kWh pro Kopf die Spitzenreiter. Die nächsten beiden Plätze werden von den Kantonen Graubünden (659 kWh) und Basel-Landschaft (369 kWh) eingenommen.

# 1. Résumé

En 2012, la Suisse a produit 68'019 GWh d'électricité. 3'713 GWh, soit 5.5 % 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 2012. 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 2012, des équipements thermiques ont fourni 6% 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 2012	Puissance installée Fin 2012 [MWe]	Prod. de courant en 2012		
						GWh	%	
Production thermique de courant	Couplage chaleur-force	T1	Div. producteurs d'électricité therm.	20	75.0	10.0	0%	
		T2	Vouvry (désaff. depuis le 30.09.1999)	0	0.0	0.0	0%	
		T3	Au gaz de décharge	4	0.5	3.3	0%	
		T4	Usines d'incinération des ordures (UIOM sans CCF*)	26	342.8	1'719.1	46%	
		<b>Sous-total sans install. CCF</b>			<b>50</b>	<b>418.3</b>	<b>1'732.4</b>	<b>47%</b>
	Petits CCF	W1	Usines d'incinération des ordures (UIOM avec CCF*)	5	67.7	301.7	8%	
		W2	Grands CCF en industrie et divers** (industrie, services, secteur de l'énergie)	19	221.9	806.7	22%	
		W3	Centrales CAD avec CCF et divers**	14	107.0	279.5	8%	
		W4	Petites centrales CCF prod. d'élec. (groupes à CCF et turbines à gaz < 1 MW)	919	143.5	592.6	16%	
		W5	Petites centrales CCF non prod. d'électricité. (PAC à mot. gaz/diesel)	(9)	0.0	0.0	0%	
		<b>Sous-total install. CCF (sauf W5)</b>			<b>957</b>	<b>540.1</b>	<b>1'980.6</b>	<b>53%</b>
		<b>Total production thermique d'électricité</b>			<b>1'007</b>	<b>958.4</b>	<b>3'712.9</b>	<b>100%</b>

Stand: 10.09.2013

G:\2013\1013\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 2012, de l'électricité a été fournie par 1'007 équipements thermiques (tab. 1.1). La plupart (919) sont de petits CCF, 38 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 600. 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 958 MW de puissance électrique installée. Les équipements à CCF en produisent 540 MWe, dont 74% 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.

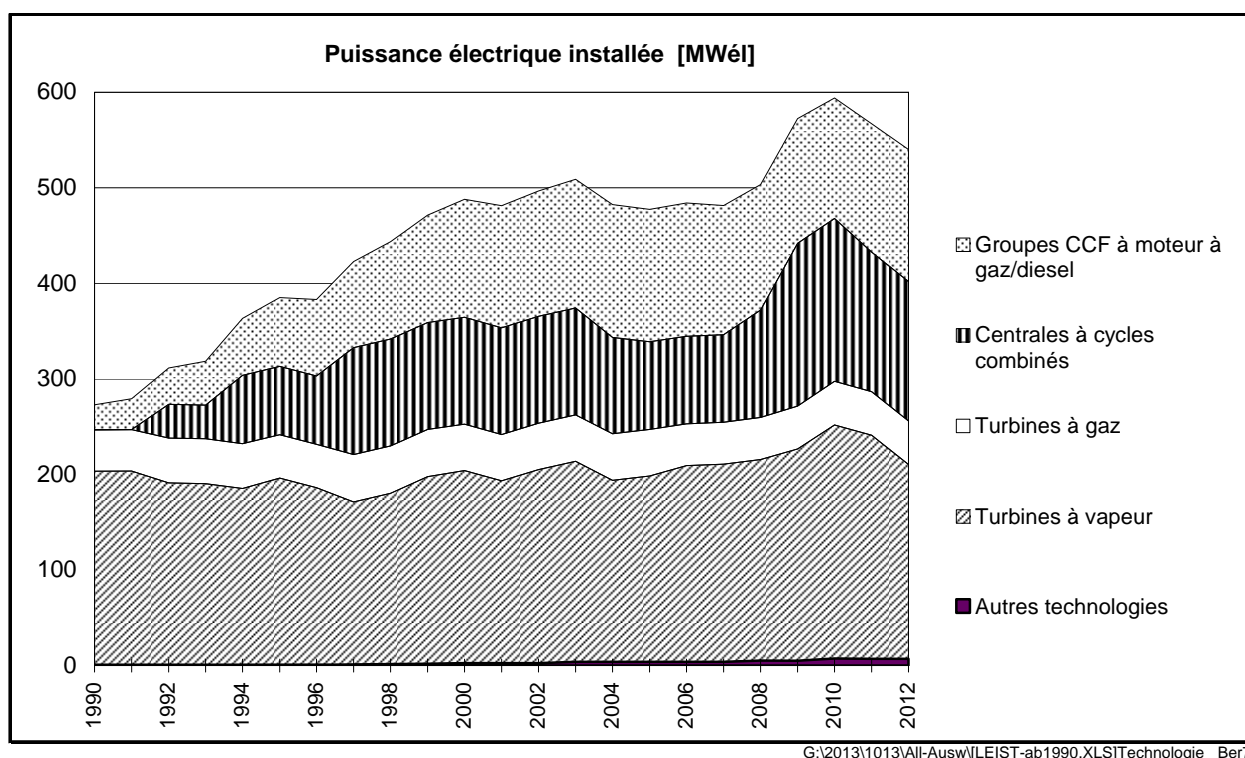
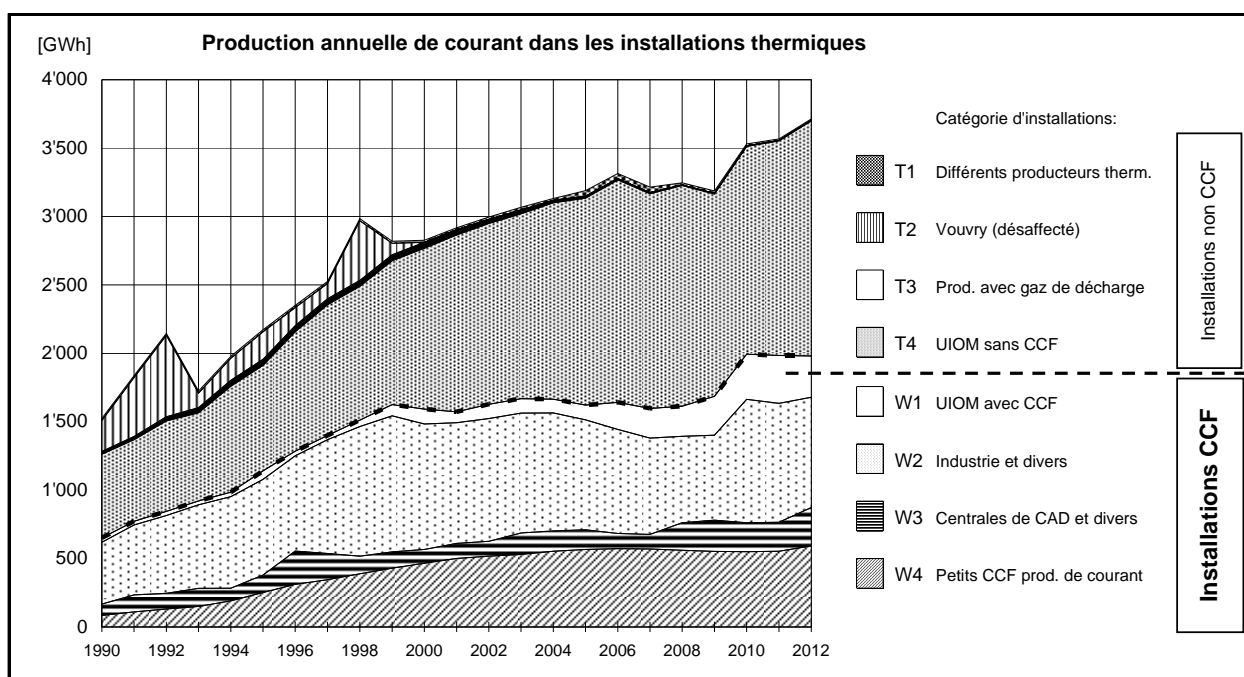


Figure 1.2 Evolution de la puissance électrique des installations à CCF selon leur type

## Presque tous ont progressé

La production d'électricité issue d'installations thermiques a passé de 1'524 MWh en 1990 à 3'713 MWh en l'an 2012 (fig. 1.3). La progression réalisée dans les années 90 est due avant tout aux équipements à CCF. En 2012, ceux-ci ont injecté 1'981 GWh de courant dans les réseaux des exploitants, dont 593 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.



Stand: 10.09.2013

G:\2013\1013\All-Ausw\Anhang-A1.xls\Graf3 Ber10

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 (21%). On en trouve aussi dans les immeubles de bureaux (6%), les réseaux de chauffage à distance (12%) et dans l'habitat (8%) ainsi que dans les hôpitaux et les foyers (7%).

On constate heureusement que 41 % 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 7 % de biogaz (fig. 1.4).

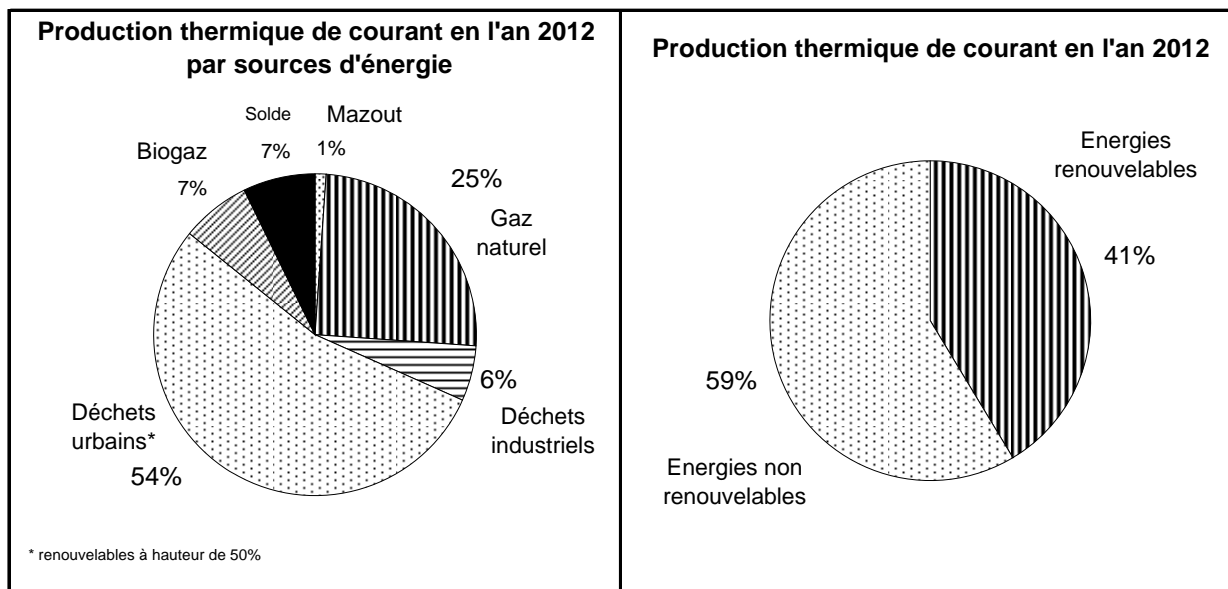


Figure 1.4 Apport des différentes sources d'énergie à la production thermique de courant en 2012

## Champions

La production moyenne d'électricité de source CCF en 2012 a été de 252 kWh par tête d'habitant. Avec respectivement 1'886 et 1'189 kWh par personne, les cantons du Valais et de Bâle-Ville en ont fourni la proportion la plus élevée, suivis des Grisons (659 kWh) et de Bâle-Campagne (369 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 2012 in der Schweiz 68'019 Mio. kWh elektrische Energie produziert. Rund 94 % dieser Strommenge wurde in Wasser- und Kernkraftwerken erzeugt. Die restlichen knapp 6% 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 rund 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 2012. 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).
- Einige rückwirkende Korrekturen führen dazu, dass die Vorjahreswerte von der letztjährigen Publikation abweichen können.

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.

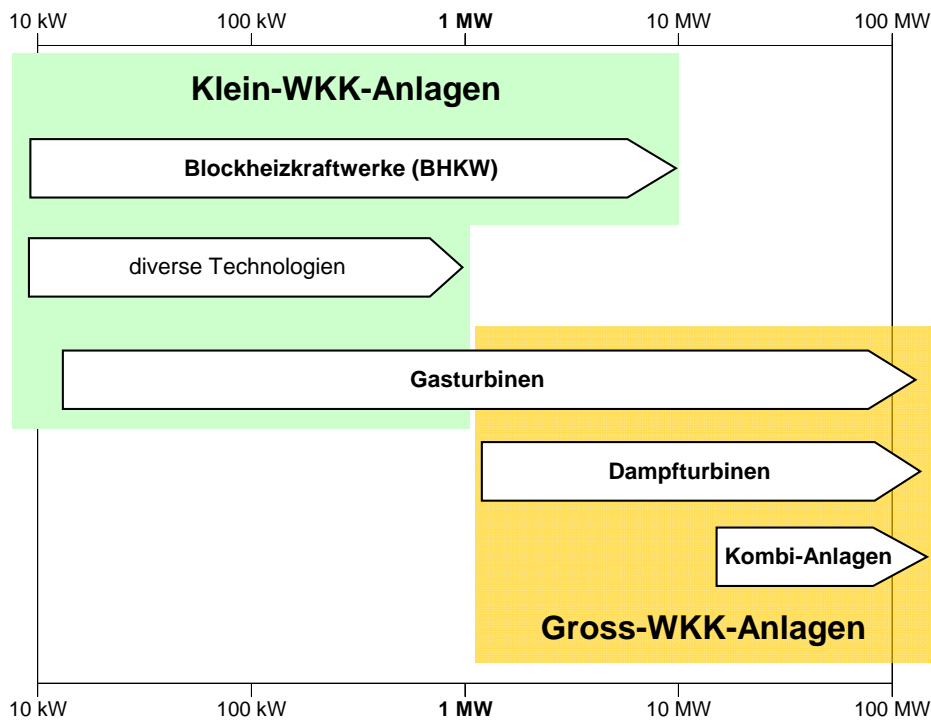
## 2.2 Technologien und Einsatzbereiche von WKK-Anlagen

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:

- alle **Blockheizkraftwerke (BHKW)** mit Biogas-, Gas-, Diesel- und Zündstrahlmotoren (auch BHKW über 1 MW elektrischer Leistung werden aus erhebungstechnischen Gründen als Klein-WKK-Anlagen behandelt)
- **Gasturbinen** unter 1 MW elektrischer Leistung (z.B. Mikrogasturbinen)
- Neue Technologien (**Brennstoffzellen, Stirlingmotoren** usw.)
- Verschiedene ältere und kaum mehr eingesetzte Technologien:
  - > **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

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



G:\2012\1012\All-Ausw\WKK-Grafik.xls|KleinGross

**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 (resp. Gas-und-Dampf-Kombikraftwerk GuD):**  
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 Kehrlicht 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 Kehrlichtverbrennungsanlagen (KVA) in Abhängigkeit ihres elektrischen und thermischen Jahresnutzungsgrades eingetragen. Diese sind wie folgt definiert:

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

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

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

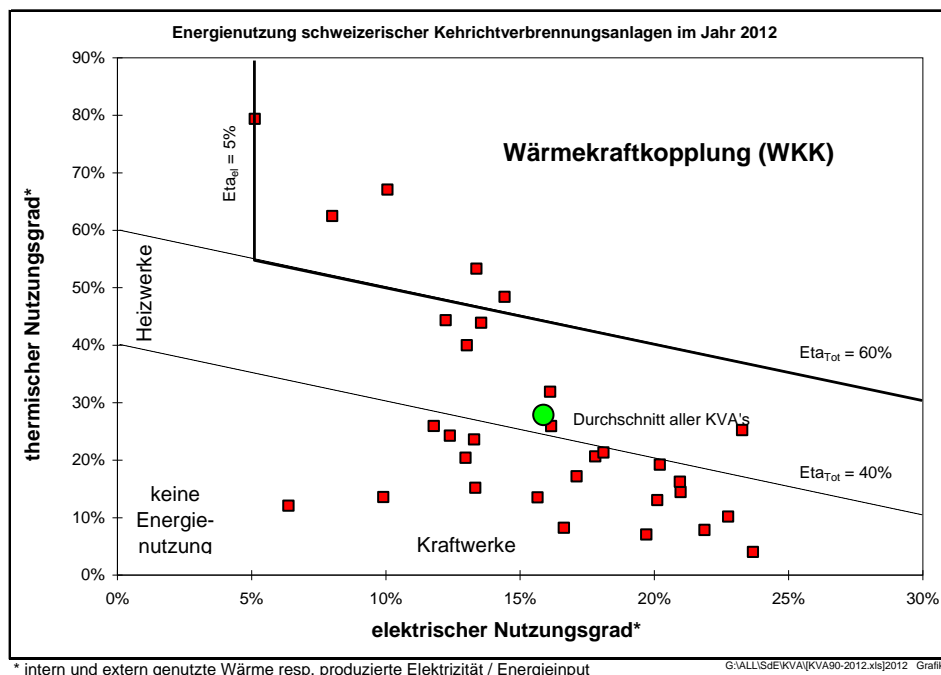
Viele KVA weisen zwar einen elektrischen Nutzungsgrad über 10 % auf. Beim grösseren Teil dieser KVA beträgt der thermische Nutzungsgrad weniger als 20 %. In Bild 2.3 wurden diese KVA als **Kraftwerke** bezeichnet.

Umgekehrt gibt es auch Kehrrechtverbrennungsanlagen, 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 Kehrrechtverbrennungsanlagen 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\KVA\KVA90-2012.xls|2012 Grafik1

**Bild 2.3** Jahresnutzungsgrade der schweizerischen Kehrrechtverbrennungsanlagen im Jahr 2012

## 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. In dieser immer kleiner werdenden Anlagekategorie gibt es keine Neuanlagen mehr.

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

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

G:\2012\1012\All-Ausw\STRUKTUR.XLS

Kommentare:

\* Bedingungen für die statistische Bezeichnung als Wärmeleistungskopplung(WKK)-Anlagen:  
Eta Tot >= 60% und Eta El >= 5%

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

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

Bild 2.4 Anlagekategorien des vorliegenden Berichtes

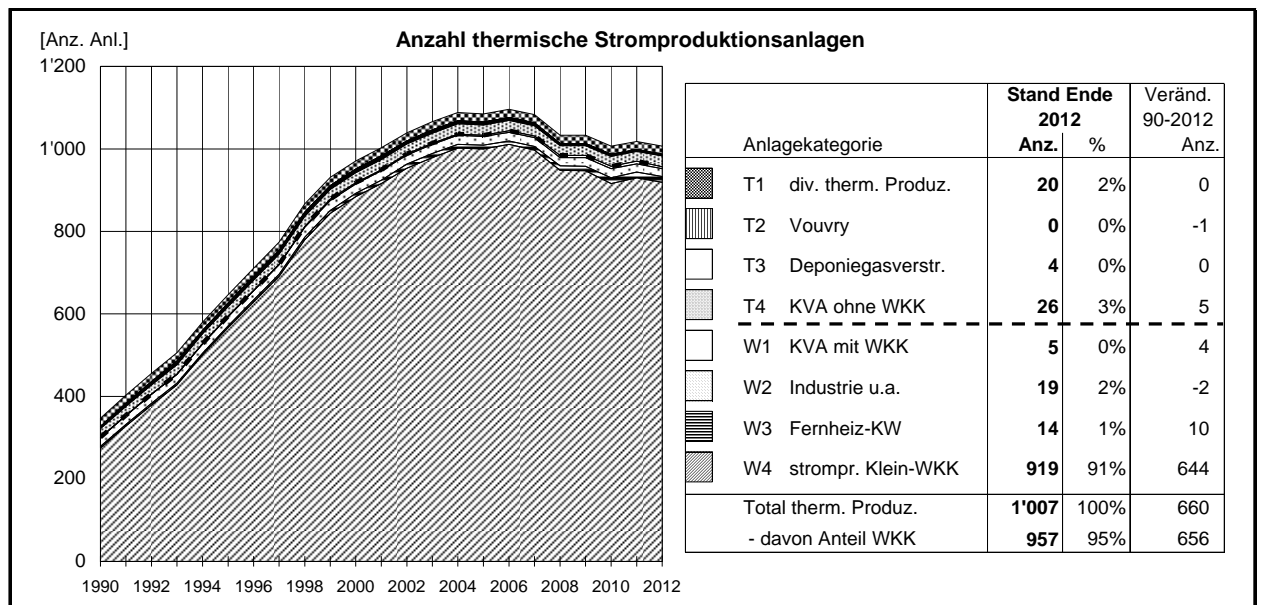
### 3. Thermische Stromerzeugung

In Kapitel 3 wird die gesamte thermische Stromerzeugung in der Schweiz der Jahre 1990 bis 2012 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 1'007 Anlagen haben im Jahr 2012 in der Schweiz zur thermischen Stromproduktion beigetragen (siehe Bild 3.1a). Abgesehen von hier nicht erfassten Notstromanlagen wird bei knapp 50 Anlagen die Abwärme nicht genutzt (Kat. T1 bis T4). Bei den restlichen 957 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 640 Anlagen zugenommen, wobei seit 2004 eine Stagnation und ab 2007 sogar ein Rückgang des Anlagenbestandes zu verzeichnen ist.

**Ende 2012 waren 1'007 thermische Stromproduktionsanlagen (ohne Kernkraftwerke) in Betrieb.**



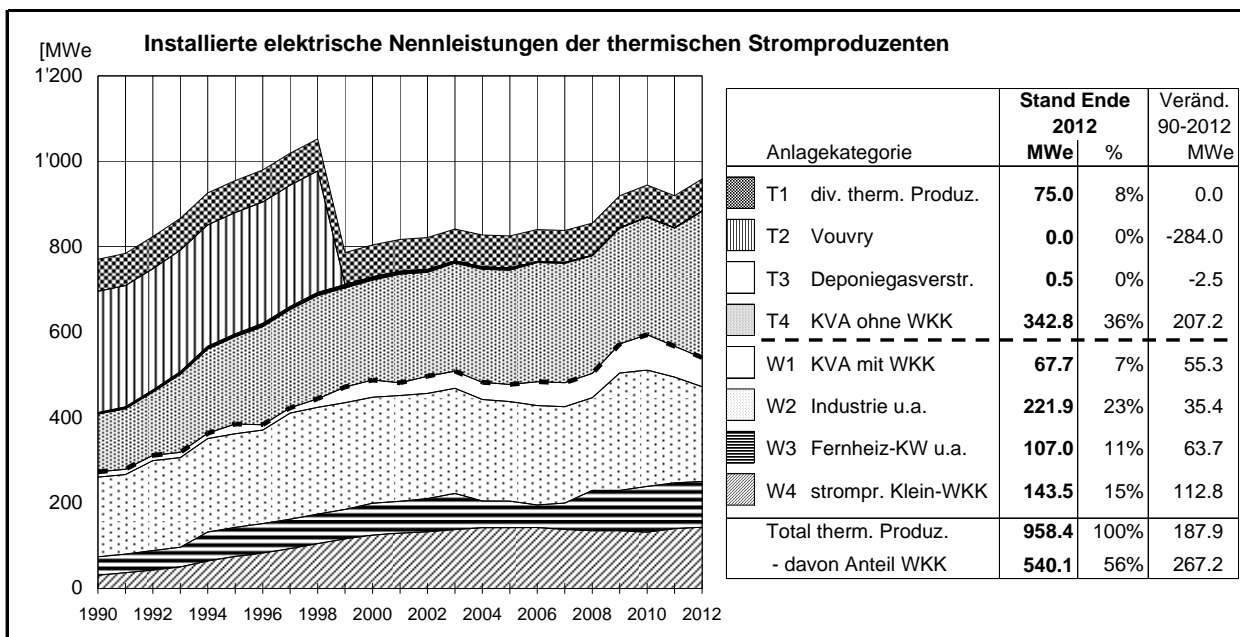
Stand: 10.09.2013

G:\2013\1013\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 2012 rund 958 MWe (Bild 3.1b). Die elektrische Leistung aller WKK-Anlagen betrug Ende 2012 rund 540 MWe und liegt damit wieder etwas unter dem Niveau der vergangenen Jahre.



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

(siehe Anhang A.1b)

## 3.2 Stromproduktion 1990 - 2012

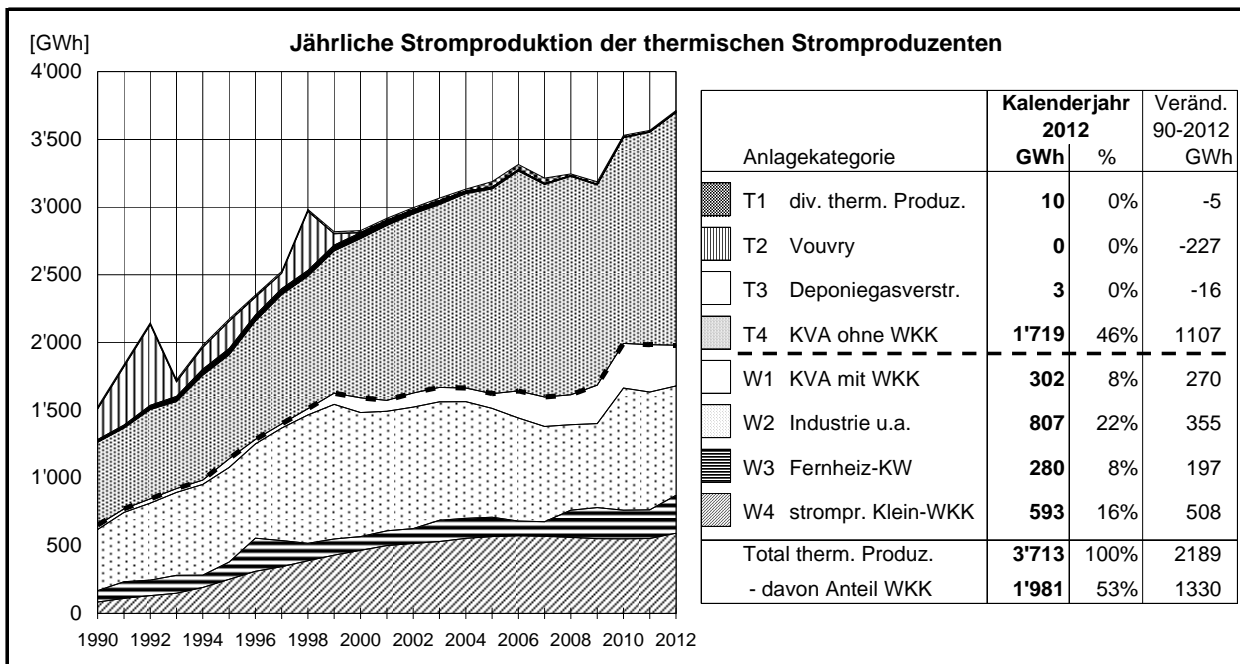
Im Jahr 2012 betrug die thermische Stromproduktion in der Schweiz 3'713 GWh (siehe Bild 3.2a). Neben den 39'906 GWh aus Wasserkraftwerken und den 24'345 GWh aus Kernkraftwerken haben die thermischen Stromerzeuger im Jahr 2012 einen Beitrag von rund 5.5 % an die gesamte Landeserzeugung erbracht.

Rund 53 % der thermischen Stromproduktion wurde 2012 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 593 GWh resp. 16 % der thermischen Produktion.

Die anderen 47 % der thermischen Stromproduktion entstanden im Jahr 2012 in Kraftwerken mit geringer oder keiner Abwärmenutzung. Dabei handelt es sich fast ausschliesslich um Kehrlichtverbrennungsanlagen.

Die thermische Stromproduktion hat seit 1990 um 2'189 GWh zugenommen. Dies entspricht mehr als einer Verdoppelung seit 1990. Gut die Hälfte dieser Zunahme entfällt mit 1'107 GWh auf die Kehrlichtverbrennungsanlagen ohne WKK (Kat. T4). Weitere massgebliche Zunahmen verzeichneten die Klein-WKK-Anlagen (Kat. W4, 508 GWh) und zunehmend die Kehrlichtverbrennungsanlagen mit WKK (Kat. W1, 270 GWh). Seit dem Höhepunkt Ende der 90ziger Jahre stagniert die Stromproduktion der Gross-WKK-Anlagen im Bereich Industrie u.a. (Kat. W2).

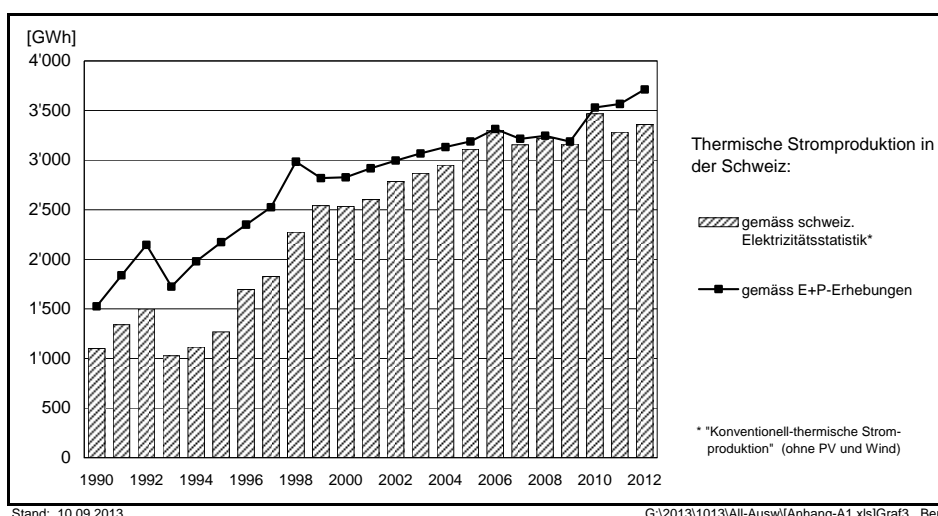
**Die thermische Stromproduktion (ohne Kernkraftwerke) betrug im Jahr 2012 rund 3'713 GWh, 5.5 % der schweizerischen Landeserzeugung.**



**Bild 3.2a** Thermische Stromproduktion der Jahre 1990 bis 2012

(siehe Anhang A.1c)

Wie erwähnt, betrug die thermische Stromproduktion des Jahres 2012 gemäss vorliegender Erhebung insgesamt rund 3'713 GWh. In der offiziellen Elektrizitätsstatistik wurde für das gleiche Jahr 3'360 GWh ausgewiesen (3'768 GWh „thermisch und andere“ abzüglich 408 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. Trotz unterschiedlicher Erhebungsmethodik konnte einige Jahre eine beinahe exakte Übereinstimmung erreicht werden. Im 2012 resultierte wegen der grossen Dynamik bei den erneuerbaren Energien wieder eine grössere Differenz.



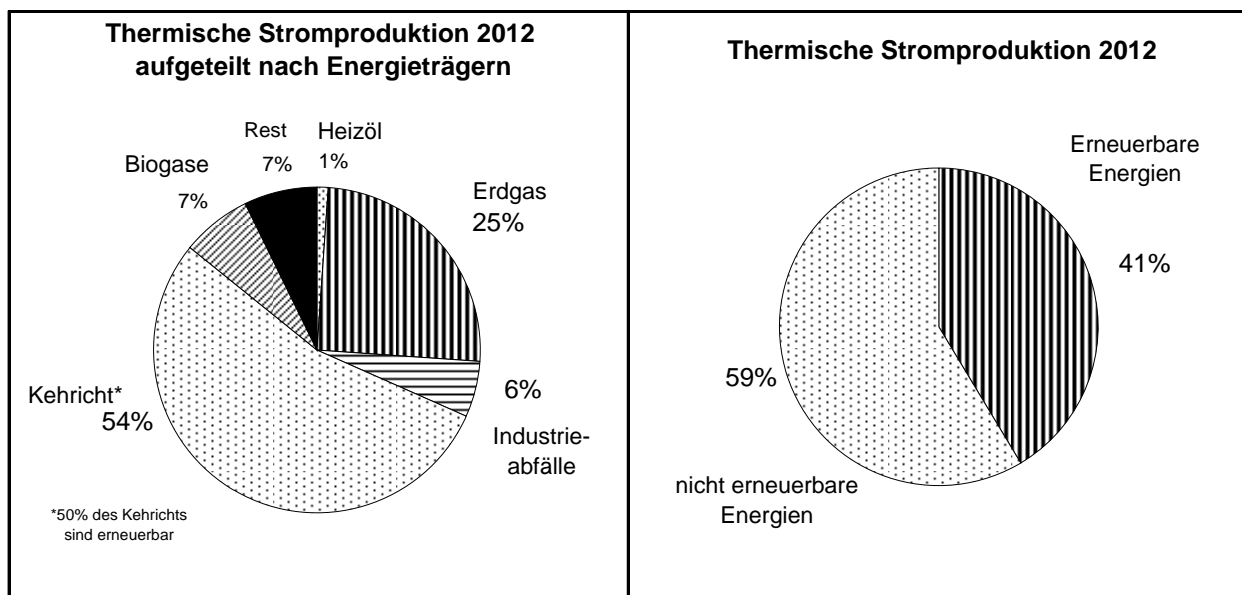
**Bild 3.2b** Thermische Stromproduktion der Jahre 1990 bis 2012: Vergleich der offiziellen schweizerischen Elektrizitätsstatistik mit den vorliegenden Erhebungsergebnissen

### 3.3 Energieträger 2012

In Bild 3.3 wird gezeigt, welche Energieträger im Jahre 2012 für die thermische Stromproduktion eingesetzt wurden. Der aus Kehricht stammende Strom weist mit 54 % den grössten Anteil auf. Erdgas (25 %), Industrieabfälle (6 %), Biogase (7 %) und Heizöl (1 %) sind die weiteren Energieträger. Bei den industriellen Abfällen handelt es sich um Raffinerierückstände, Lösungsmittel, Schlämme aus der Papierproduktion und Chemieabfälle.

**Kehricht (54 %) und Erdgas (25 %) sind die dominanten Energieträger bei der thermischen Stromproduktion.**

Mehr als ein Drittel (41 %) 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: 10.09.2013

G:\2013\1013\All-Ausw\ENERG-ab1990-V2.xls\Anhang A.2 Ber3 resp. Ber6

**Bild 3.3 Thermische Stromproduktion 2012 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 2012 waren in der Schweiz 957 WKK-Anlagen mit einer elektrischen Nennleistung von 540 MW in Betrieb. Im Kalenderjahr 2012 haben die WKK-Anlagen 1'981 GWh Elektrizität produziert. Dies entspricht 53 % der thermischen und 2.9 % der gesamten schweizerischen Stromproduktion.

2.9 % der gesamten schweizerischen Stromproduktion stammt aus WKK-Anlagen.

Wie Tabelle 4.1a zeigt, ist die WKK-Anlagenzahl im 2012 gemäss Trend der Vorjahre wieder um 13 Anlagen gesunken. Im Durchschnitt der letzten 5 Jahre hat die Anlagenzahl jährlich um 15 Stück abgenommen. Folglich hat auch die installierte Leistung der WKK-Anlagen im Jahr 2012 um 27 MW abgenommen. Bei der WKK-Stromproduktion 2012 resultierte gegenüber dem Vorjahr eine minime Abnahme um 3 GWh. Im langjährigen Trend der WKK-Stromproduktion konnte seit 1999 eine Stagnation und im Jahr 2010 wieder eine einmalige deutliche Zunahme beobachtet werden (Bild 3.2a auf Seite 19, Teil WKK).

Die Inbetriebnahme der neuen GuD-Anlage in Monthey war der Hauptfaktor für die deutliche Zunahme der WKK-Leistung und –Stromproduktion im Jahr 2010. Weiter haben neue Kehrrichtverbrennungsanlagen die angewandte WKK-Limite erreicht und damit die WKK-Stromproduktion der KVA angehoben.

	Total	Jährlicher Zuwachs	
	2012	2012	Ø 2008 - 2012
Anzahl Anlagen*	957	-13	-15 Anl./a
Elektrische Leistung*	540 MW <sub>e</sub>	-27	+12 MW <sub>e</sub> /a
Jahresstromproduktion	1'981 GWh	-3	+77 GWh/a

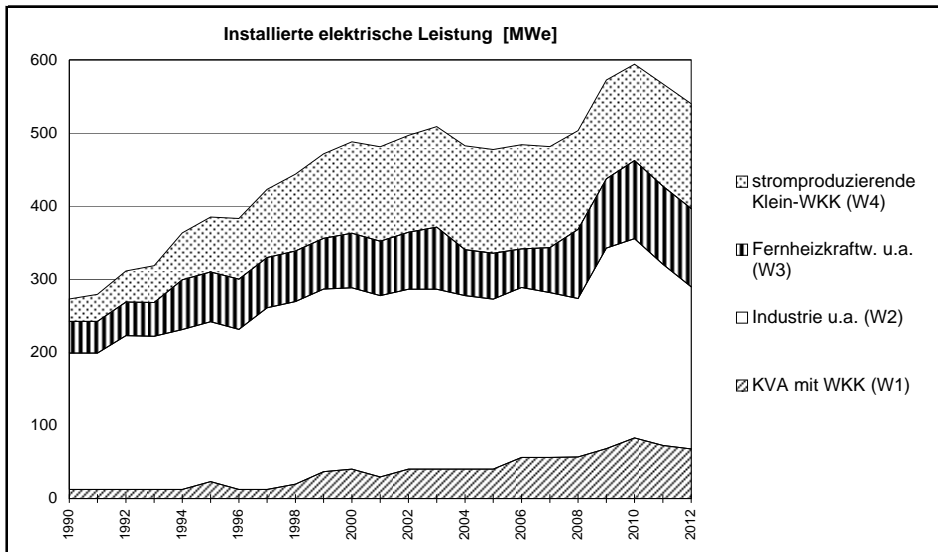
\* Bestand per Jahresende

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.

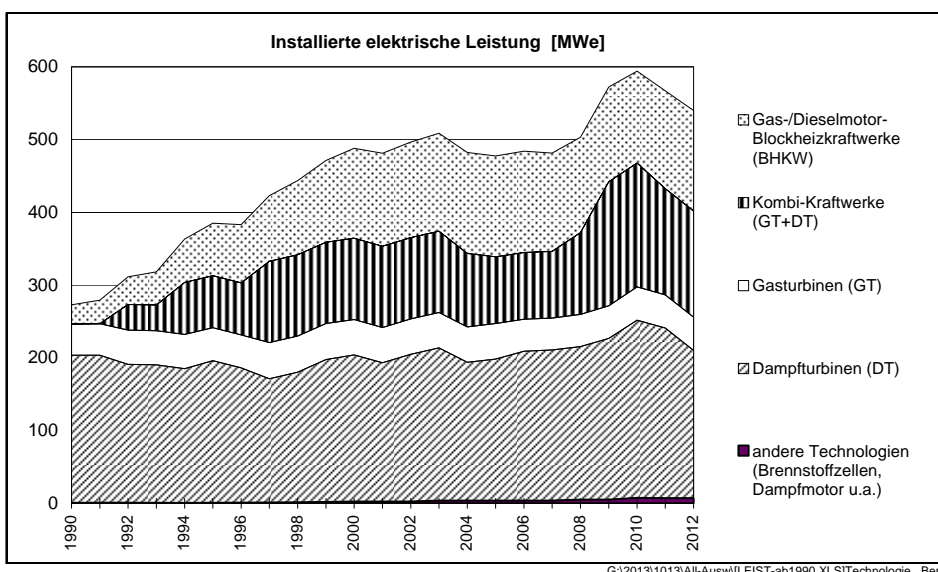




**Bild 4.1b Elektrische Nennleistungen der WKK-Anlagen aufgeteilt nach Anlagekategorien**  
(siehe Anhang B.1a)

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 im Bereich Industrie u.a. sowie in Kehrlichtverbrennungsanlagen 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 viele Jahre stagniert. In den 90er Jahren sowie mit der 2009 in Betrieb gegangenen GuD-Anlage Monthey haben die Kombianlagen (d.h. der kombinierte Betrieb von Gas- und Dampfturbinen) eine starke Zunahme erfahren.



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

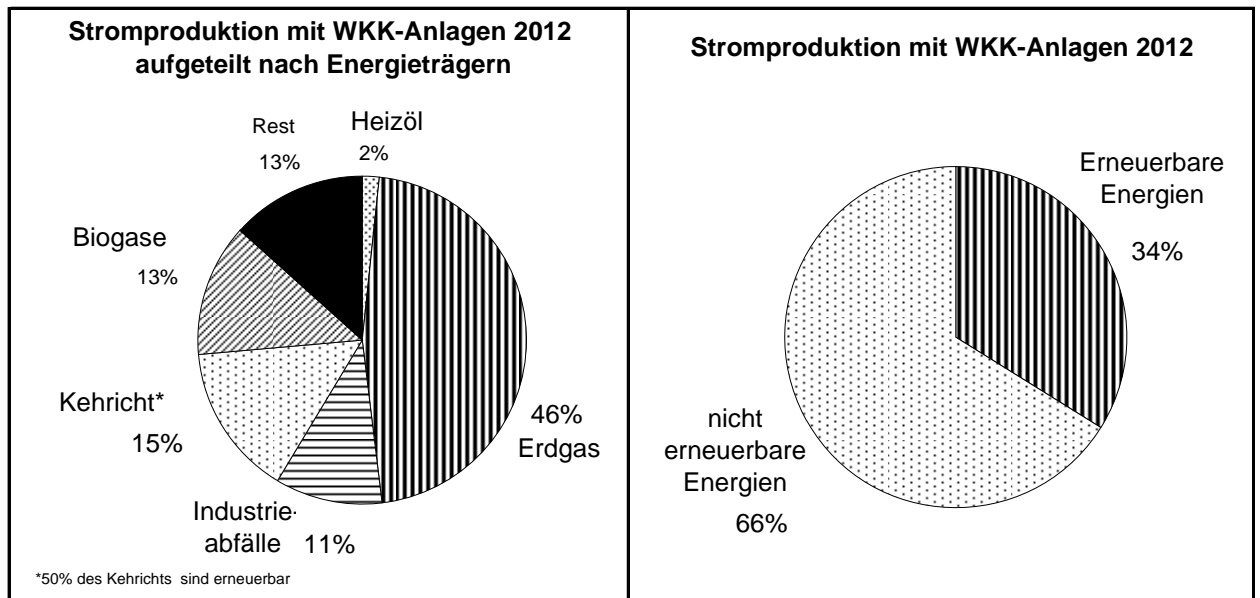
## 4.2 Energieträger 2012

In Abschnitt 3.3 wurde die gesamte thermische Stromproduktion des Jahres 2012 nach Energieträgern aufgeteilt. In Bild 4.2 findet sich die analoge Aufteilung für die Stromproduktion mit WKK-Anlagen.

Erdgas ist mit 46 % der wichtigste Energieträger. Industrieabfälle und Kehricht sind mit Anteilen von 11 und 15 % weitere wichtige Energieträger bei der Elektrizitätserzeugung in WKK-Anlagen. Die verschiedenen Biogasarten (Klärgas, Deponiegas, Biogas aus Vergärungsanlagen in Landwirtschaft, Gewerbe und Industrie) weisen einen wiederum angestiegenen Anteil von 13 % auf.

Insgesamt hat der erneuerbare Anteil an der WKK-Stromproduktion mit 34 % einen neuen Höchstwert erreicht.

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



G:\2013\1013\All-Ausw\ENERG-ab1990-V2.xls\Anhang A.2 Ber1

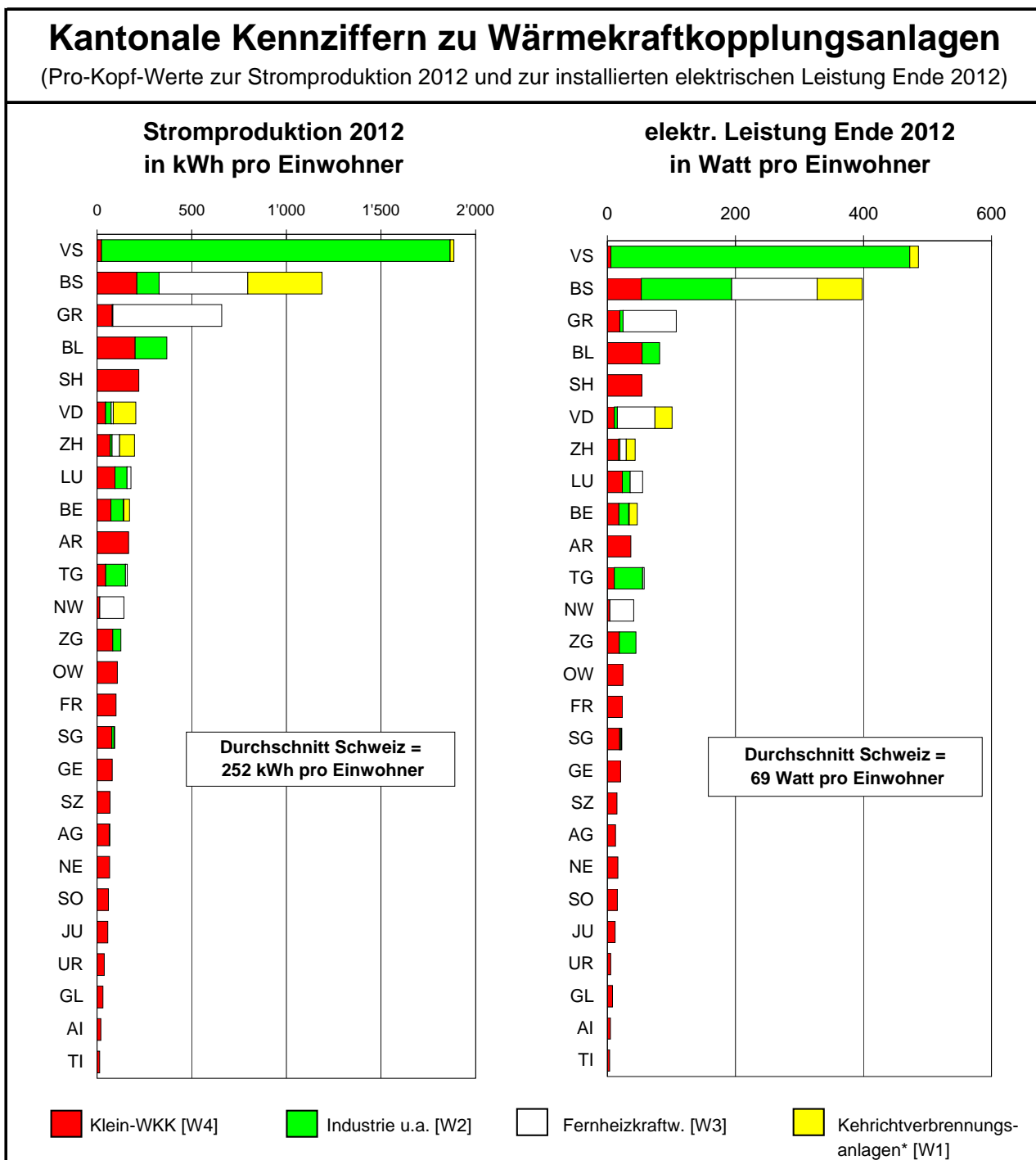
Bild 4.2 Aufteilung der WKK-Stromproduktion 2012 nach Energieträgern

(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 Wallis, Basel-Stadt und Graubünden auf (Stromproduktion, linke Darstellung Bild 4.3). Wegen der Inbetriebnahme der GuD-Anlage in Monthey präsentiert sich der Kanton Wallis seit 2010 als WKK-Spitzenreiter.

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



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

G:\2013\1013\All-Ausw\KT-WKK2012.xls\AuswGraf\_Ber2

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

(siehe Anhang B.2)

In Basel-Stadt sind die WKK-Einsatzgebiete mit den vielen Blockheizkraftwerken für Nahwärmeverbundanlagen, einer Kehrichtverbrennungsanlage mit WKK, diversen Industrieanlagen und seit 2008 mit zwei neuen Fernheizkraftwerken - wovon eines mit Holz betrieben - sehr vielfältig.

In der rechten Darstellung von Bild 4.3 sind die Pro-Kopf-Werte der installierten elektrischen Leistung ersichtlich. Auffällig ist, dass die Kantone Wallis und Basel-Stadt einen deutlichen Vorsprung gegenüber den nachfolgenden Kantonen aufweisen.

## 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 2012 waren 38 Gross-WKK-Anlagen in Betrieb. Dabei handelt es sich um fünf Anlagen in Kehrlichtverbrennungsanlagen (Kap. 7.1, resp. Bild 2.3), 19 Anlagen im Bereich Industrie u.a. (Kap. 5.2) sowie 14 Anlagen in Fernheizkraftwerken (Kap. 5.3, Anhang A.1a).

70 % der WKK-Stromproduktion wird in Anlagen ab 1 MWe erzeugt (Gross-WKK-Anlagen).

	Total	Jährlicher Zuwachs	
	2012	2012	Ø 2008 - 2012
Anzahl Anlagen*	38	-2	+1 Anl./a
Elektrische Leistung*	397 MW <sub>e</sub>	-31	+11 MW <sub>e</sub> /a
Jahresstromproduktion	1'388 GWh	-43	+72 GWh/a

\* Bestand per Jahresende

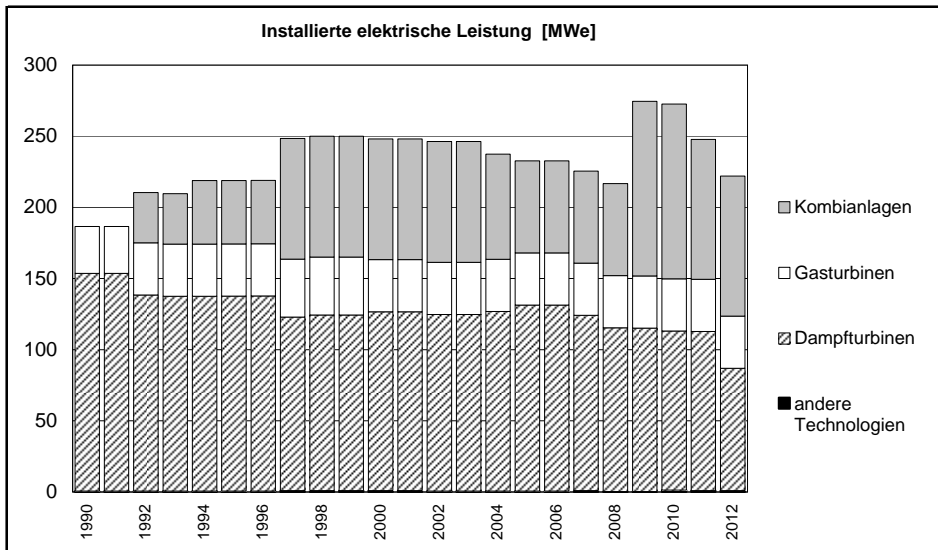
**Tabelle 5.1** Übersicht über die Gross-WKK-Anlagen in der Schweiz [Anlagekat. W1, W2, W3] (siehe Anhänge A.1)

Nach einer jahrelangen Stagnation oder sogar eher einem rückläufigen Trend hat die installierte elektrische Leistung und die Stromproduktion der Gross-WKK-Anlagen seit 2008 wieder deutlich zugenommen. Bereits scheint dieser Trend aber wieder umzukehren.

### 5.2 Industrie u.a.

Gross-WKK-Anlagen im Bereich Industrie u.a. produzierten im 2012 mit 807 GWh rund 41 % der gesamtschweizerischen WKK-Stromproduktion. Bild 5.2 zeigt die Entwicklung der elektrischen Leistung, aufgeteilt nach Technologien. Die neue GuD-Anlage in Monthey hat nun zu einem deutlichen Anstieg im Jahre 2009 geführt. In der Papierindustrie sind seit dem Höhepunkt Ende der 90er Jahre verschiedene Anlagen wegen Betriebsschliessungen stillgelegt worden.

41 % des WKK-Stroms stammt aus Gross-WKK-Anlagen in Industriebetrieben u.a.



**Bild 5.2** Gross-WKK-Anlagen in Industrie u.a. aufgeteilt nach Technologien (siehe Anhang Ca)

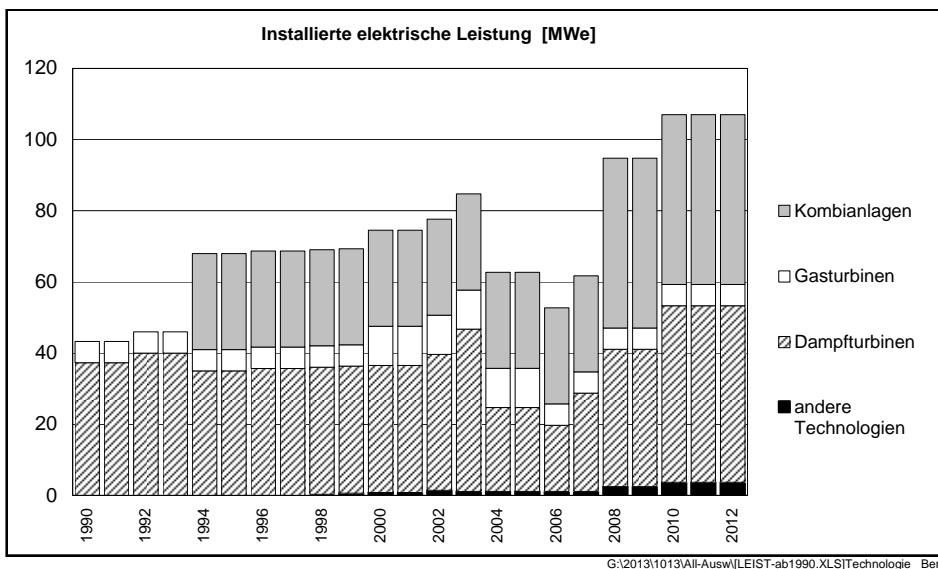
### 5.3 Fernheizkraftwerke u.a.

Per Ende 2012 waren der Kategorie "Fernheizkraftwerke u.a." 14 Anlagen zugewiesen.

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

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

Fernheizkraftwerke (sowie einige Spezialanlagen) produzieren 11 % des WKK-Stroms.



**Bild 5.3** Gross-WKK-Anlagen in Fernheizkraftwerken aufgeteilt nach Technologien (siehe Anhang Cb)

## 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

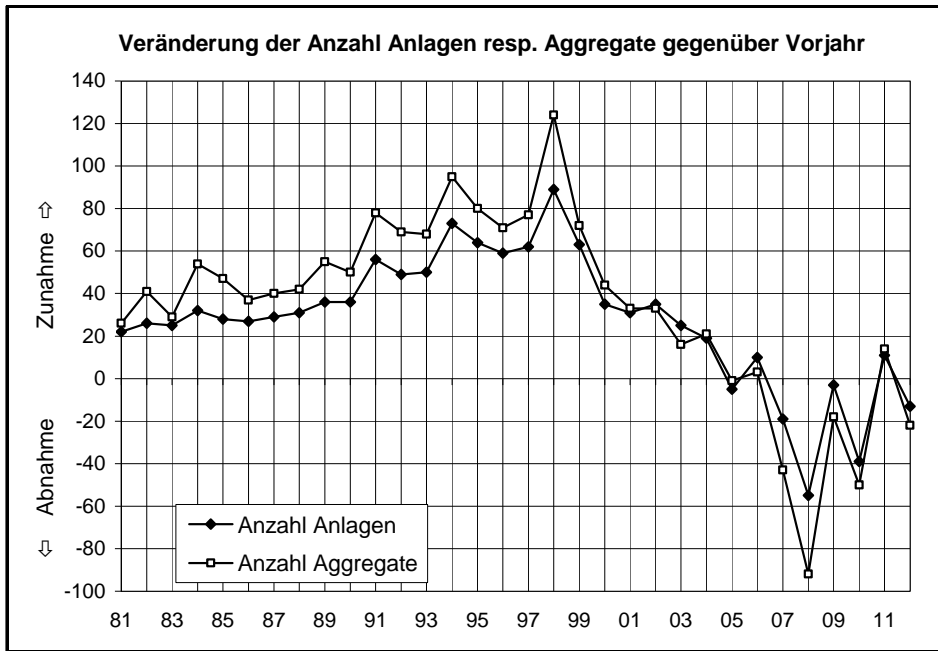
Analog zu den früher separat publizierten Ausgaben der Klein-WKK-Statistik wird im Kapitel 6.1 in der Regel nicht zwischen Klein-WKK-Anlagen mit oder ohne Stromproduktion unterschieden. In den meisten Detailauswertungen im Anhang ist aber eine klare Unterscheidung zwischen stromproduzierenden (Kat. W4, 2012: 945 Anlagen) und nicht stromproduzierenden (Kat. W5, 2012: 12 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 2012 30 % 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 2012 waren in der Schweiz insgesamt 928 Klein-WKK-Anlagen mit 1'148 Aggregaten in Betrieb.** Im Vergleich zum Spitzenjahr 2006 bedeutet dies eine Abnahme um 118 Anlagen und 211 Aggregate. Bild 6.1a zeigt, dass der Bestand im 2011 ausnahmsweise wieder leicht angestiegen ist. Im Spitzenjahr 1998 betrug der Zuwachs über 120 Aggregate.



G:\2013\1013KW-Ausw[AA-ANZ.XLS]Anhang D.2a Ber2

Bild 6.1a Jährliche Veränderung des Klein-WKK-Bestandes

(siehe Anhang D.2a)

### 6.1.2 Installierte Leistungen

Die 1'148 Klein-WKK-Aggregate, welche Ende 2012 in Betrieb waren, weisen zusammen eine Energie-Inputleistung von 405 MW auf (siehe Tabelle 6.1b). Die maximale elektrische Leistung dieser Klein-WKK-Anlagen beträgt 144 MW. Weitere 0.2 MW werden direkt zum Antrieb von Gebläsen in Kläranlagen genutzt.

Die Klein-WKK-Anlagen konnten Ende 2012 zusammen 214 MW thermische Leistung zur Beheizung von Gebäuden und zur Nutzung als Prozesswärme abgeben.

	Total Ende 2012	Jährlicher Zuwachs	
		2012	Ø 2008 - 2012
Anzahl Anlagen	928	-13	-20 Anl./a
Anzahl Aggregate	1'148	-22	-34 Aggr./a
Energie-Inputleistung	405.0 MW	5.8	-0.9 MW/a
Elektrische Leistung	143.5 MW <sub>e</sub>	3.7	1.1 MW <sub>e</sub> /a
Mechanische Leistung*	0.2 MW	0.0	-0.1 MW/a
Heizleistung	214.0 MW <sub>th</sub>	0.5	-3.3 MW <sub>th</sub> /a

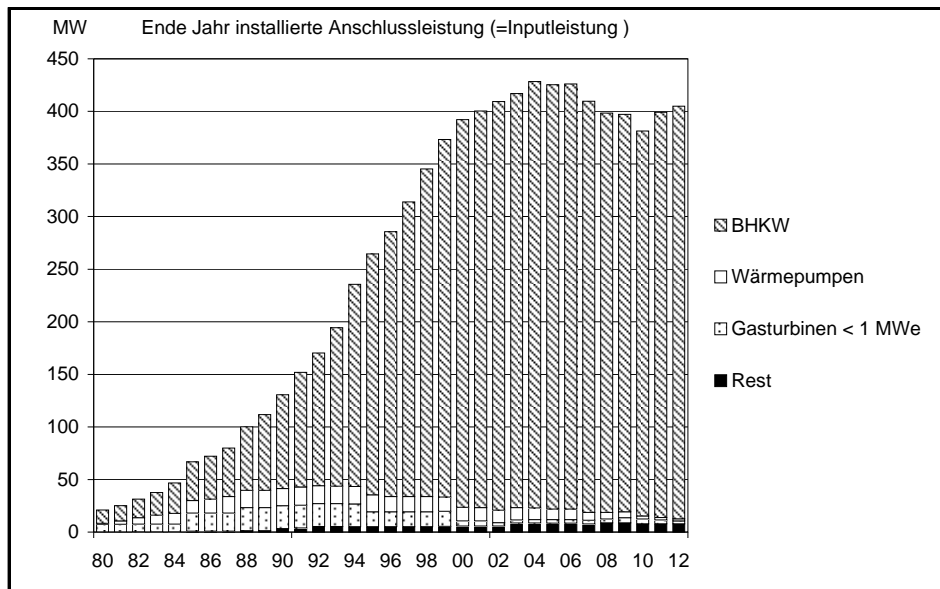
G:\2013\1013KW-Ausw[Jahr\_Typ3+2\_2012.xls]RES\_WKK2 WKK902

\* Wellenleistung von Direkt-Gebläseantrieben in Kläranlagen

Tabelle 6.1b Bestand und installierte Leistungen Ende 2012 sowie Jahreszunahmen 2012 und im Zeitraum 2008 - 2012



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 stetig abgenommen.

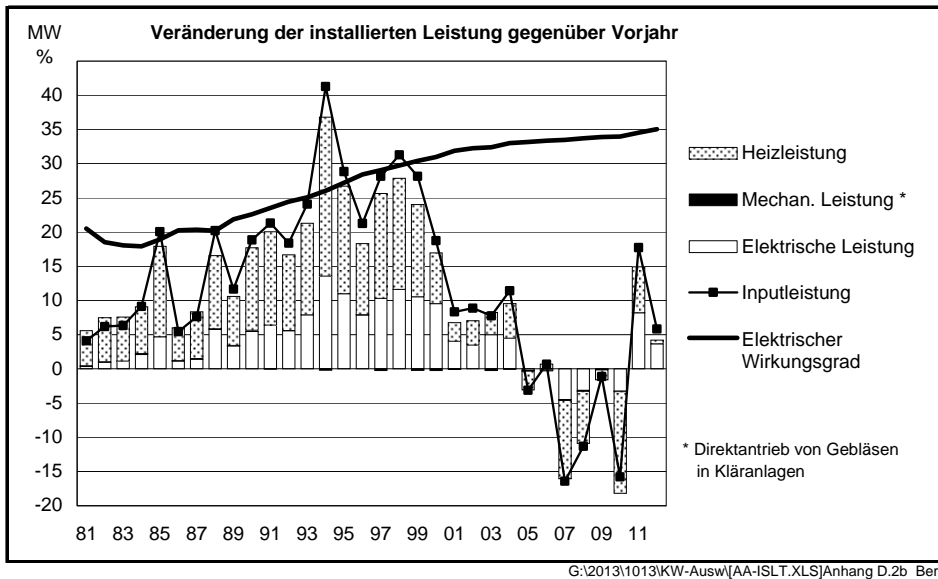


G:\2013\1013\KW-Ausw[AA-WKKT.XLS]Anhang D.2c Ber2

**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 in der Regel nur noch geringe Zuwächse oder sogar deutliche Leistungsabnahmen zu verzeichnen. In den letzten beiden Jahren ist die Leistung erstmals wieder angewachsen.

Veränderungen bei der Motoren-Technologie haben dazu geführt, dass der mittlere elektrische Wirkungsgrad von rund 20 % in den 80er Jahren auf nun 35 % 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 2012 nach Leistungsklassen. Es kann daraus abgeleitet werden, dass die 675 Klein-WKK-Aggregate bis 99 kW elektrischer Nennleistung zusammen 22.0 MW (15.3 % von total 143.5 MW) aufweisen. Die 473 Klein-WKK-Aggregate ab 100 kWe weisen 121.5 MW (84.7 %) elektrische Leistung auf.

Leistungsklasse der Aggregate	Aggregate in Betrieb		elektrische Leistung	
	Anzahl	%	[MWe]	%
< 10 kWe	204	17.8%	1.03	0.7%
10 - 19 kWe	102	8.9%	1.59	1.1%
20 - 49 kWe	155	13.5%	4.92	3.4%
50 - 99 kWe	214	18.6%	14.47	10.1%
100 - 199 kWe	274	23.9%	39.49	27.5%
200 - 349 kWe	100	8.7%	26.80	18.7%
350 - 499 kWe	37	3.2%	15.48	10.8%
>= 500 kWe	49	4.3%	39.77	27.7%
Gebläseantriebe	3	0.3%	-	
Wärmepumpen	10	0.9%	-	
<b>Total</b>	<b>1148</b>	<b>100.0%</b>	<b>143.54</b>	<b>100.0%</b>

Stand per 31.12.2012/ Kantone: alle

G:\2013\1013\KW-Ausw\LeistKlass-Energie.xls\Konzentrat Ber2

**Tabelle 6.1e** Ende 2012 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.

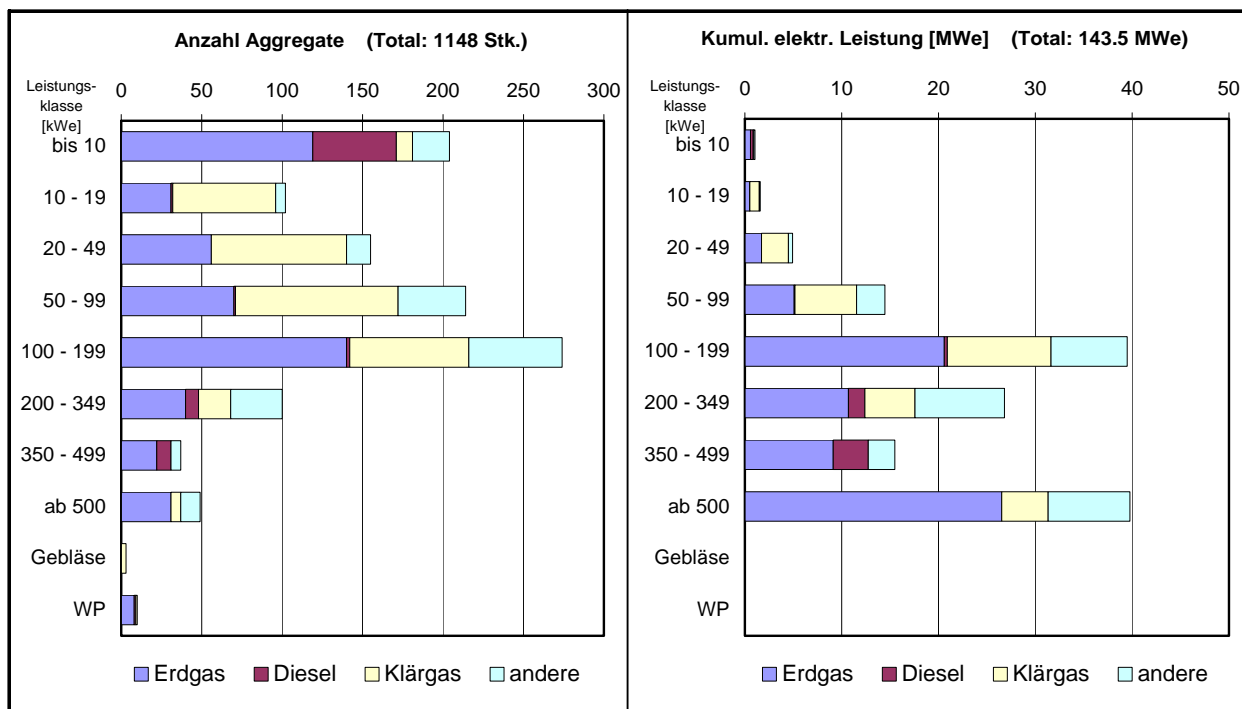


Bild 6.1f Ende 2012 in Betrieb stehende Klein-WKK-Aggregate, geordnet nach Leistungsklassen und nach Energieträgern

### 6.1.3 Energieverbrauch und -produktion

Sämtliche in der Schweiz betriebenen Klein-WKK-Anlagen haben im Jahr 2012 mit einem Endenergieverbrauch von 1'746 GWh rund 594 GWh hochwertige Energie in Form von Elektrizität oder mechanischer Energie erzeugt (siehe Tabelle 6.1g).

Neben der hochwertigen Energie produzierten die Klein-WKK-Anlagen 850 GWh nutzbare Wärme. Davon wurden aber nur 779 GWh effektiv zu Heizzwecken eingesetzt. Die Differenz zwischen produzierter und effektiv genutzter Wärmeenergie von 71 GWh (8.4 %) 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 2012	Jährlicher Zuwachs	
		2012	Ø 2008 - 2012
Endenergieverbrauch	1'745.5 GWh	87.7	0.5 GWh/a
Elektrizitätsproduktion	592.6 GWh <sub>e</sub>	39.7	4.6 GWh <sub>e</sub> /a
Mechan. Nutzenergie *	0.9 GWh <sub>m</sub>	0.0	-0.3 GWh <sub>m</sub> /a
Produzierte Wärme **	849.4 GWh <sub>th</sub>	23.7	-11.8 GWh <sub>th</sub> /a
Genutzte Wärme ***	778.6 GWh <sub>th</sub>	22.4	-12.7 GWh <sub>th</sub> /a

G:\2013\1013\KW-Ausw[Jahr\_Typ3+2\_2012.xls]RES\_WKK2 WKK903

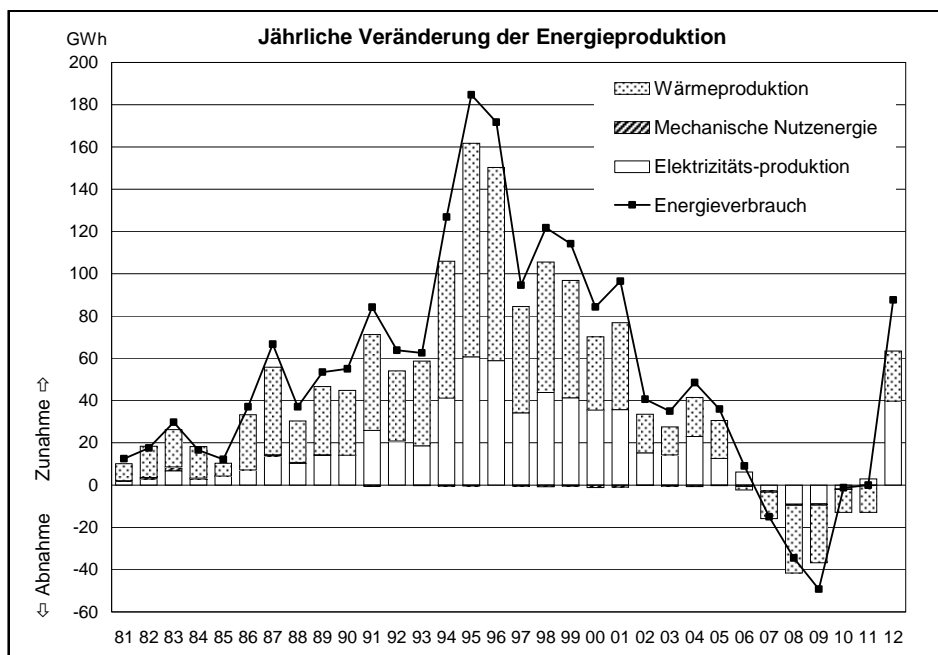
\* Energie an der Welle von Direkt-Gebläseantrieben in Kläranlagen

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

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

**Tabelle 6.1g** Energiedaten 2012 sowie Jahreszunahmen 2012 und im Zeitraum 2008 - 2012

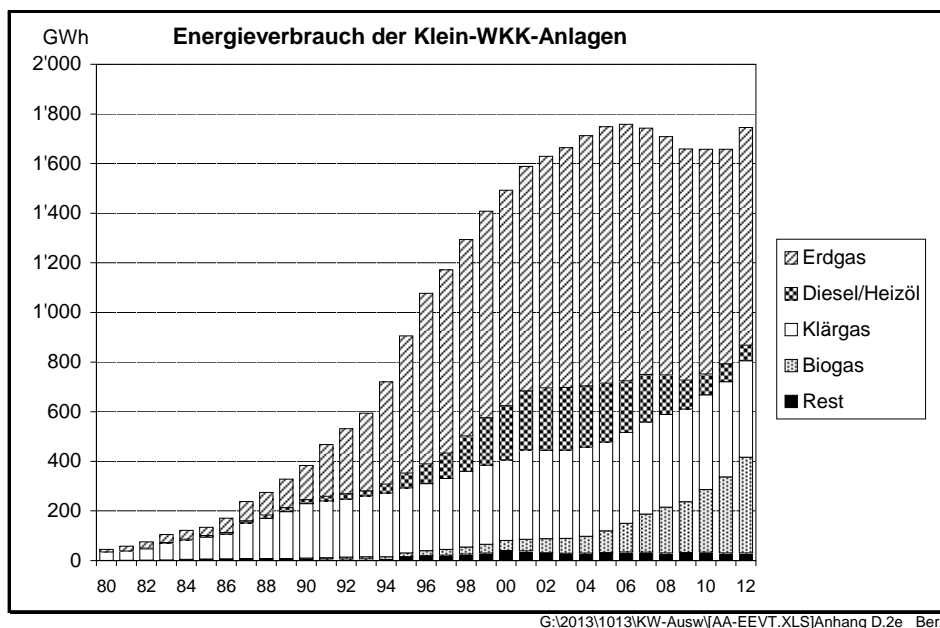
Bild 6.1h zeigt die jährliche Zunahme der Energieproduktion resp. des Energieverbrauchs aller Klein-WKK-Anlagen. Auch hier ist der Aufwärtstrend im 2012 erkennbar.



G:\2013\1013\KW-Ausw[AA-EVPD.XLS]Anhang D.2d Ber2

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

Die Analyse der Energieträger zeigt, dass Biogas und auch wieder das Klärgas als einzige Energieträger im Jahr 2012 einen Zuwachs erlebt haben. 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 2012 der Anteil erneuerbarer Energieträger (Klärgas, Deponiegas, Biogas, Fett/Öl) auf 44 % 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 2012 installierten Klein-WKK-Aggregate und deren elektrischer Nennleistung nach Anlagekategorien und Einsatzgebieten.

31 % der Klein-WKK-Aggregate resp. 21 % der elektrischen Leistung wurden in Abwasserreinigungsanlagen zur energetischen Nutzung des anfallenden Klärgases eingesetzt. Anteilsmässig immer bedeutender werden die mit Biogas betriebenen Klein-WKK-Anlagen, was sich mit 36 % Anteil an den Neuinstallationen 2012 noch weiter verstärken wird.

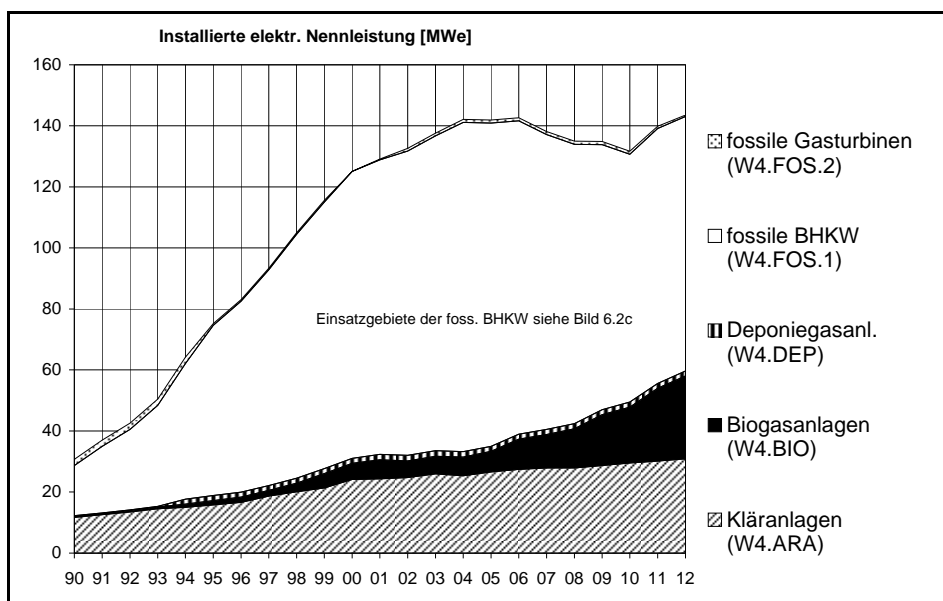
Mit 53 % (Anz.) resp. 58 % (el. Leist.) Anteil am Klein-WKK-Bestand Ende 2012 sind die mit fossilen Energieträgern betriebenen Blockheizkraftwerke (W4.FOS.1) noch dominierend. Bild 6.2c zeigt, dass seit Beginn der neunziger Jahre die elektrische Leistung der fossilen BHKW von 16 auf 108 MW im Jahr 2004 sehr stark zugenommen hat. Seither ist die Leistung der fossilen BHKW aber wieder auf 83 MW gesunken.

Bezogen auf die elektrische Klein-WKK-Leistung sind die Bereiche Kläranlagen (21 %), Biogas (19 %) sowie Gewerbe und Industrie (11 %) am wichtigsten. Wärmeverbundenanlagen (12 %) und Wohngebäude (7 %) sind weitere wichtige Klein-WKK-Einsatzgebiete.

Anlagekategorie	Einsatzgebiete	Aggregate		El. Leistung		Veränd. 2012*		Neuinst. 2012**	
		Anz.	%	MWe	%	MWe	%	MWe	%
<b>w4</b>	<b>Stromproduz. Klein-WKK-Anl.</b>	<b>1'139</b>	<b>99%</b>	<b>143.5</b>	<b>100%</b>	<b>3.67</b>	<b>100%</b>	<b>10.28</b>	<b>100%</b>
W4.ARA.1	Kläranlagen mit BHKW	359	31%	30.5	21%	0.76	21%	2.56	25%
W4.ARA.2	Kläranlagen mit Gasturbinen	4	0%	0.4	0%	0.00	0%	0.00	0%
W4.BIO.1	Biogasanlagen Landwirtschaft	95	8%	12.6	9%	1.65	45%	1.72	17%
W4.BIO.2	Biogasanlagen Gewerbe u. Industrie	59	5%	14.6	10%	1.65	45%	1.96	19%
W4.DEP	Deponiegas-WKK-Anlagen	4	0%	1.6	1%	0.00	0%	0.00	0%
W4.FOS.1	fossile BHKW	613	53%	83.4	58%	-0.16	-4%	3.98	39%
	Haushalte Wohnen	189	16%	10.7	7%	-0.28	-8%	0.05	0%
	Industrie Gewerbe, Industrie	73	6%	16.4	11%	0.89	24%	1.39	14%
	Dienstleistungen Büro	68	6%	8.7	6%	0.12	3%	0.19	2%
	Bildung, Forschung	82	7%	9.1	6%	-0.40	-11%	0.76	7%
	Gesundheit	69	6%	9.5	7%	-0.29	-8%	0.25	2%
	Infrastruktur Versorgung***	57	5%	16.8	12%	-0.55	-15%	0.33	3%
	andere, unbekannt	75	7%	12.2	8%	0.36	10%	1.02	10%
W4.FOS.2	fossile Gasturbinen < 1 MWe	5	0%	0.5	0%	-0.24	-6%	0.07	1%
<b>w5</b>	<b>Nicht stromprod. Klein-WKK-Anl.</b>	<b>9</b>	<b>1%</b>	<b>0.0</b>	<b>0%</b>	<b>0.0</b>	<b>0%</b>	<b>0.0</b>	<b>0%</b>
	Haushalte Wohnen	1	0%						
	Industrie Gewerbe, Industrie	0	0%						
	Dienstleistungen Büro	1	0%						
	Bildung, Forschung	2	0%						
	Gesundheit	1	0%						
	Infrastruktur Versorgung	0	0%						
	andere, unbekannt	4	0%						
<b>W4+W5</b>	<b>Total alle Klein-WKK-Anlagen</b>	<b>1'148</b>	<b>100%</b>	<b>143.5</b>	<b>100%</b>	<b>3.7</b>	<b>100%</b>	<b>10.3</b>	<b>100%</b>

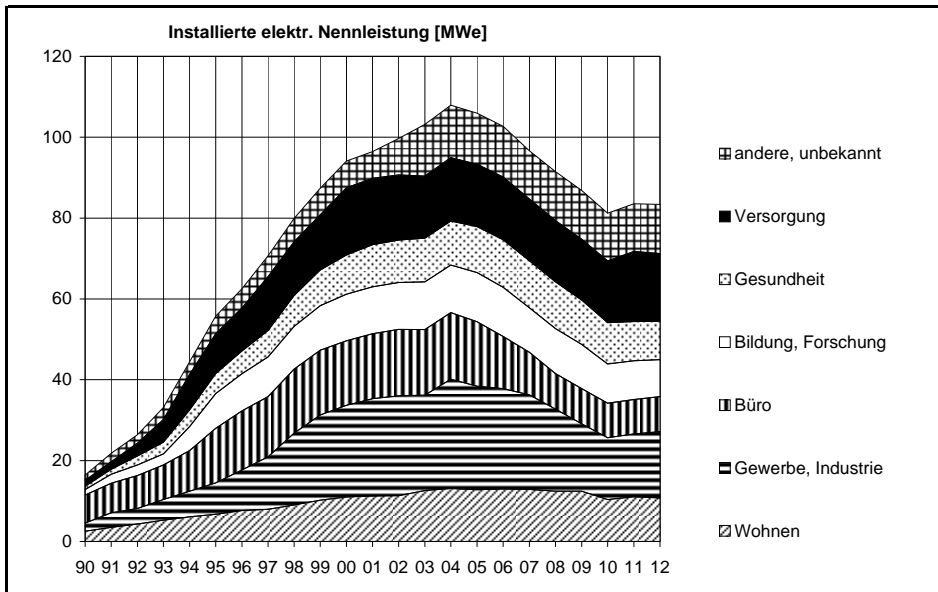
G:\2013\1013\KW-Ausw\Einsge2012.xls\Anhang D.2f Ber1

Tabelle 6.2a Anzahl Klein-WKK-Aggregate und elektrische Nennleistungen nach Anlagekategorien und Einsatzgebieten per 31.12.2012

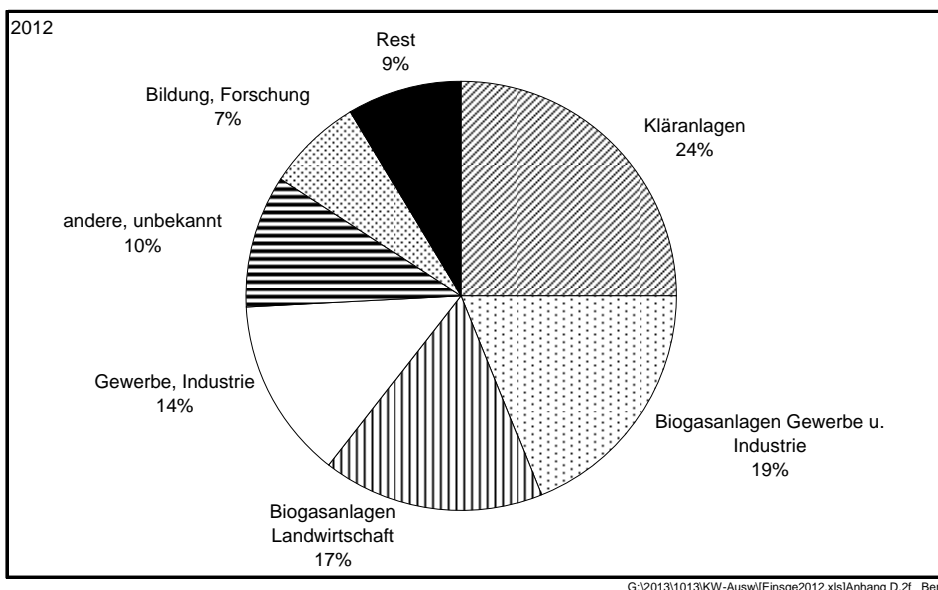


G:\2013\1013\KW-Ausw\Einsge2012.xls\Anhang D.2f Ber2

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 2012)

### 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.

72 % der in Kläranlagen installierten BHKW-Leistung war Ende 2012 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.

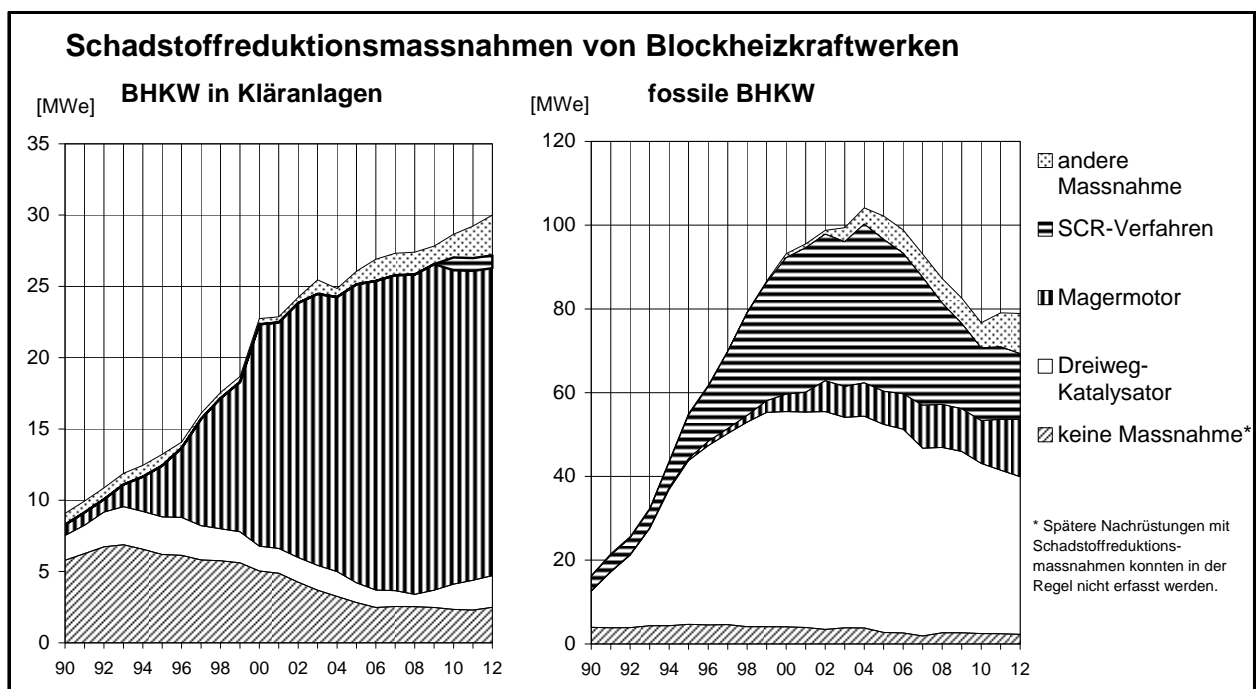
Bei fossilen BHKW sind weiterhin Anlagen mit geregelterm Dreiweg-Katalysator am häufigsten (48 % Ende 2012). Ab 1993 haben Anlagen, mit selektivem katalytischem Reduktionsverfahren (SCR) deutlich zugenommen. Ende 2012 betrug der leistungsmässige Anteil dieser Anlagen 20 %. Beim SCR-Verfahren werden die 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>356</b>	<b>100%</b>	<b>30.0</b>	<b>100%</b>
	keine Massnahme*	56	16%	2.5	8%
	geregelter Dreiweg-Katalysator	17	5%	2.2	7%
	Magermotor	257	72%	21.6	72%
	SCR-Verfahren	1	0%	0.9	3%
	andere	25	7%	2.8	9%
<b>W5.FOS.1a</b>	<b>fossile BHKW</b>	<b>603</b>	<b>100%</b>	<b>78.9</b>	<b>100%</b>
	keine Massnahme*	24	4%	2.3	3%
	geregelter Dreiweg-Katalysator	305	51%	37.6	48%
	Magermotor	192	32%	13.7	17%
	SCR-Verfahren	37	6%	15.7	20%
	andere	45	7%	9.6	12%

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

G:\2013\1013\KW-Ausw[Schadr2012.xls]Auswert Ber1

**Tabelle 6.3a** Übersicht über die Schadstoffreduktionsmassnahmen von Blockheizkraftwerken Ende 2012



G:\2013\1013\KW-Ausw[Schadr2012.xls]Auswert Ber2

**Bild 6.3b** Entwicklung der Schadstoffreduktionsmassnahmen von Blockheizkraftwerken



## 6.4 Jährliche Neuinbetriebnahmen

Im Kapitel 6.4 werden alle neu in Betrieb genommenen Gas- und Dieselmotoren, Brennstoffzellen usw. der letzten Jahre ausgewiesen.

Die neu in Betrieb genommene Leistung der Gas- und Dieselmotoren (inkl. Brennstoffzellen und Gasturbinen bis 1 MWe) hat im 2012 mit 10.3 MWe gegenüber dem starken Vorjahr wieder etwas abgenommen.

### 6.4.1 Lieferanten

Die Tabellen 6.4a und 6.4b geben einen Überblick über die Lieferanten der 2007 bis 2012 in der Schweiz in Betrieb genommenen Klein-WKK-Aggregate für den stationären Betrieb. Nicht enthalten sind Notstromanlagen. Im Jahre 2012 dienten 53 % der neu installierten Aggregate als Ersatz innerhalb der gleichen Anlage. Bezüglich elektrischer Leistung betrug der Ersatzanteil 2012 nur rund 23 %.

Lieferant (nur mit Erlaubnis namentlich erwähnt)	Anzahl in Betrieb genommene Aggregate								
	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2012	Total 2007-2012	
42technology AG, Aarwangen	0	0	1	2	1	3	6%	7	2%
Acrona Systems Ltd (ehem. Verdesis), Aarau	2	3	7	13	1	4	7%	30	8%
agrikomp Süd GmbH, Mauensee	0	0	0	0	0	1	2%	1	0%
Avesco AG, Langenthal	14	14	15	12	21	23	43%	99	27%
BES BHKW Energie-Service AG, Wittenbach	12	10	16	9	12	11	20%	70	19%
Hexis AG, Winterthur	0	0	1	0	2	0	0%	3	1%
IWK Integrierte Wärme und Kraft AG, Sarnen	1	9	17	13	19	12	22%	71	20%
RG Energietechnik GmbH, Frauenfeld	0	1	1	1	2	0	0%	5	1%
Royce & Partners SA, Le Mont-Pèlerin	19	8	1	0	0	0	0%	28	8%
Vaillant GmbH, Dietikon	1	2	0	5	0	0	0%	8	2%
Walter Meier AG (ehem. Vescal), Schwerzenbach	4	1	0	3	0	0	0%	8	2%
andere Lieferanten	12	11	4	3	1	0	0%	31	9%
<b>TOTAL</b>	65	59	63	61	59	54		361	
Anteil der Aggregate, welche ältere ersetzen*	29%	50%	49%	45%	47%	53%		45%	

\* Ersatz für stillgelegte Aggregate innerhalb der gleichen Anlage

G:\2013\1013\KW-Ausw\Lieferanten.xls|Auswert Ber1

Tabelle 6.4a In Betrieb genommene Motoren und Brennstoffzellen 2007 bis 2012

(Kat. T3, W4, W5)

### 6.4.2 Technologien und Leistungen

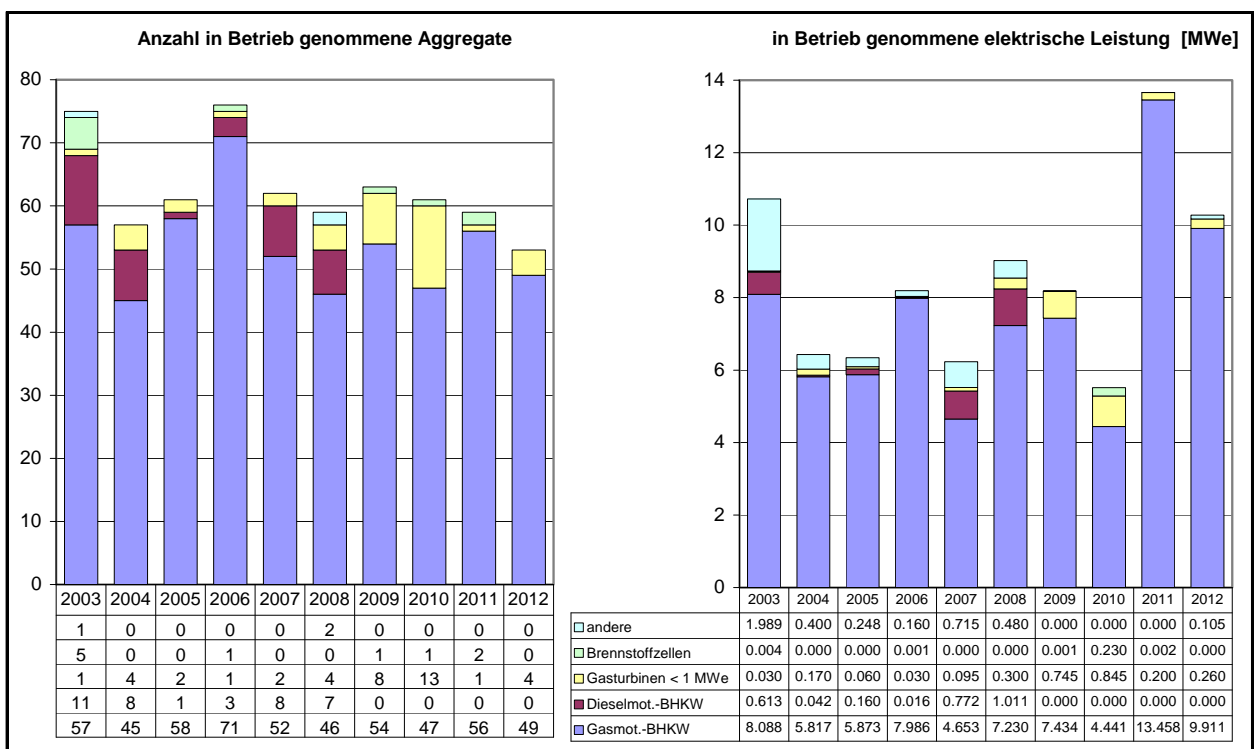
Die während den letzten zehn Jahren in Betrieb genommenen Klein-WKK-Technologien sind in Bild 6.4c dargestellt. Darin wird unterschieden zwischen den Gas- und Dieselmotor-BHKW, Klein-Gasturbinen, Brennstoffzellen sowie den restlichen Technologien (Stirlingmotor, Gebläse- und Wärmepumpenantriebe, Zündstrahlmotoren u.a.). Wie bereits in den beiden letzten Jahren wurden keine neuen Dieselmotor-BHKW installiert. Im Berichtsjahr wurde schweizweit eine Leistung von 10.3 MWe neu installiert.

Lieferant (nur mit Erlaubnis namentlich erwähnt)	Installierte elektrische Leistung [MW]								Total 2007-2012	
	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2012			
42technology AG, Aarwangen	0.000	0.000	0.021	0.042	0.195	0.057	1%		0.315	1%
Acrona Systems Ltd (ehem. Verdesis), Aarau	0.095	0.195	0.640	0.845	0.200	0.260	3%		2.235	4%
agrikomp Süd GmbH, Mauensee	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.105	1%		0.105	0%
Avesco AG, Langenthal	2.890	2.132	2.167	1.735	3.022	4.483	44%		16.429	31%
BES BHKW Energie-Service AG, Wittenbach	0.420	0.393	0.457	0.301	0.338	0.449	4%		2.358	4%
Hexis AG, Winterthur	0.000	0.000	0.001	0.000	0.002	0.000	0%		0.003	0%
IWK Integrierte Wärme und Kraft AG, Sarnen	0.353	4.100	4.702	2.159	9.560	4.922	48%		25.796	49%
RG Energietechnik GmbH, Frauenfeld	0.000	0.100	0.075	0.100	0.163	0.000	0%		0.438	1%
Royce & Partners SA, Le Mont-Pèlerin	0.132	0.081	0.006	0.000	0.000	0.000	0%		0.219	0%
Vaillant GmbH, Dietikon	0.005	0.009	0.000	0.024	0.000	0.000	0%		0.038	0%
Walter Meier AG (ehem. Vescal), Schwerzenbach	0.020	0.005	0.000	0.015	0.000	0.000	0%		0.040	0%
andere Lieferanten	2.320	2.005	0.112	0.295	0.180	0.000	0%		4.912	9%
<b>TOTAL</b>	<b>6.235</b>	<b>9.021</b>	<b>8.180</b>	<b>5.516</b>	<b>13.660</b>	<b>10.276</b>			<b>52.887</b>	
Anteil der ersetzten elektrischen Leistung*	26%	46%	32%	35%	21%	23%			29%	

\*Ersatz für stillgelegte Aggregate innerhalb der gleichen Anlage

G:\2013\1013KW-Ausw(Lieferanten.xls)Auswert Ber3

**Tabelle 6.4b Elektrische Nennleistung der 2006 bis 2012 in Betrieb genommenen Motoren und Brennstoffzellen (Kat. T3, W4, W5)**



G:\2013\1013KW-Ausw(Inbetriebnahmen.xls)Ausw-n-Techn Ber3

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

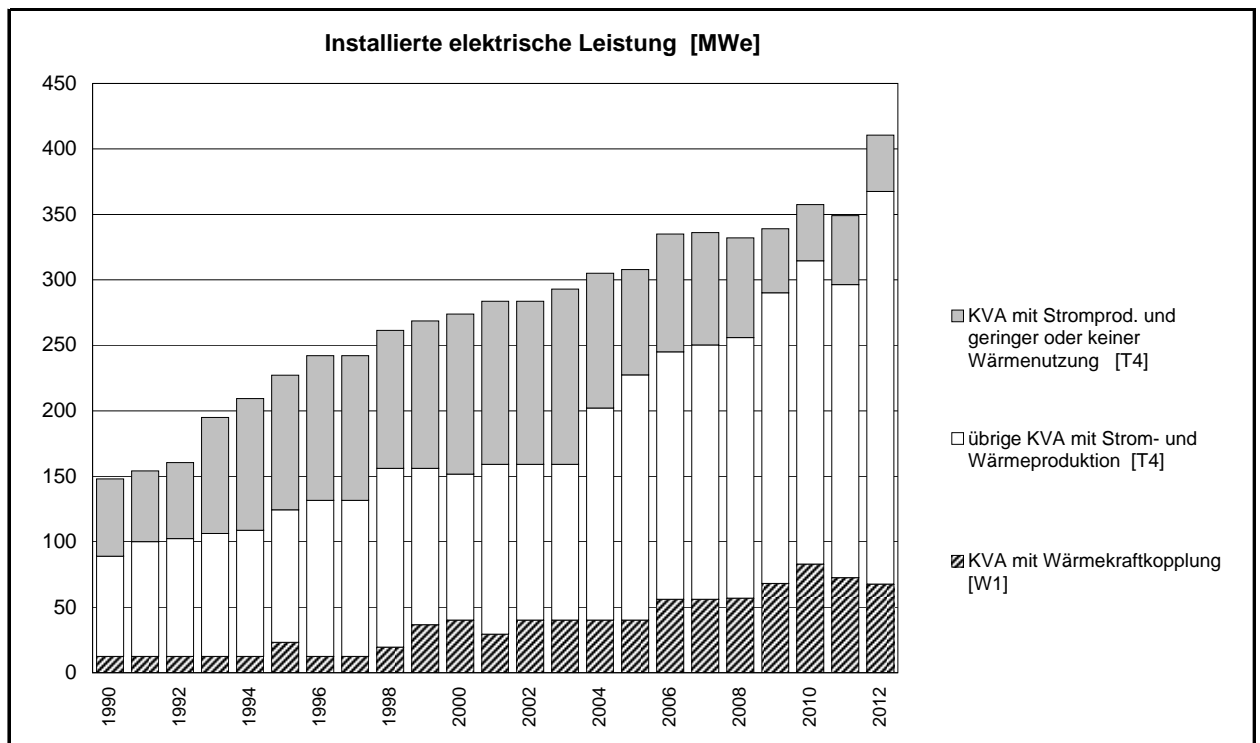
## 7. Spezialauswertungen therm. Stromproduktion

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 2012 waren in der Schweiz 31 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 2012 die KVAs Basel, Bern, Hagenholz in Zürich, Lausanne sowie die KVA Gamsen. 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 31 schweizerischen Kehrichtverbrennungsanlagen werden beachtliche Energiemengen genutzt (2012: 2'021 GWh Strom und 3'551 GWh Wärme).

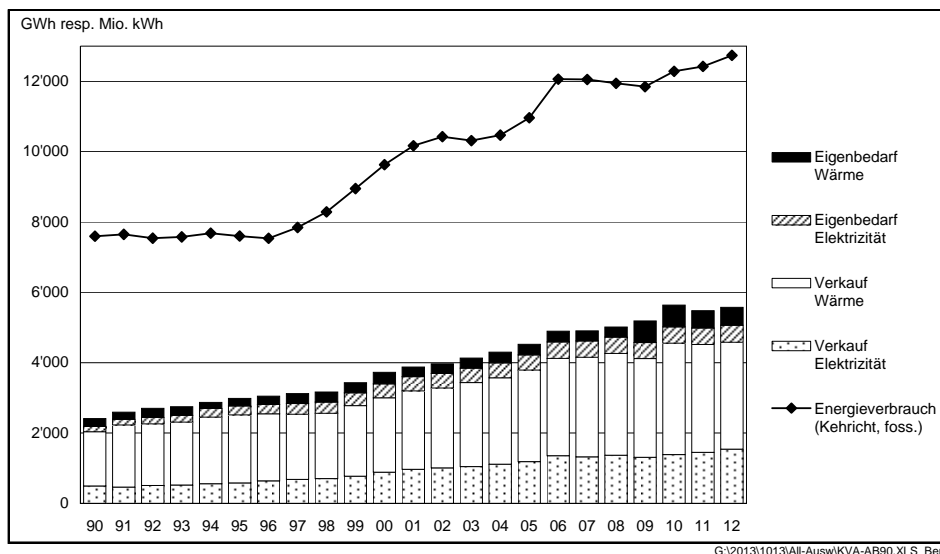


G:\2013\1013\AII-Ausw\LEIST-ab1990.XLS\KVA-Betriebsarten (E.1a) Ber42

**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	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Install. elektr. Nennleistung (1)	MWe	148.0	273.8	307.9	335.1	336.1	332.1	339.1	357.5	349.0	410.5
Endenergieverbrauch Total (2)	GWh	7'596	9'631	10'963	12'064	12'052	11'943	11'849	12'285	12'425	12'737
- davon Kehricht	GWh	7'496	9'444	10'800	11'910	11'910	11'792	11'699	12'111	12'285	12'595
- davon fossile Energien	GWh	100	178	152	143	131	136	137	160	120	134
Elektrizitätsproduktion (3)	GWh	644	1'284	1'620	1'824	1'787	1'833	1'762	1'849	1'918	2'021
- davon Anteil Eigenbedarf	%	23%	31%	27%	26%	26%	25%	26%	25%	24%	24%
Genutzte Wärmeproduktion (4)	GWh	1'765	2'440	2'903	3'072	3'118	3'179	3'424	3'788	3'557	3'550
- davon Anteil Eigenbedarf	%	12%	13%	10%	10%	9%	9%	18%	16%	14%	14%
Jahresnutzungsgrad $[(3+4)/2]$		32%	39%	41%	41%	41%	42%	44%	46%	44%	44%
Vollbetriebsstd. Stromprod. $[(3/1)]$		4'350	4'690	5'260	5'440	5'320	5'520	5'200	5'170	5'500	4'920

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

Im Jahr 2012 wurde 24 % der Stromproduktion von 2'021 GWh zur Deckung des Eigenbedarfs der KVA verwendet. Von der gesamthaft genutzten Wärmeproduktion von 3'550 GWh dienten rund 14 % für die Deckung des Wärmebedarfs der KVA. Die restlichen 86 %, d.h. 3'044 GWh Wärmeenergie, haben die KVA im Jahre 2012 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 44 % gesteigert werden (siehe Tabelle 7.1c).

Bild 7.1d zeigt die Energieanteile, welche sämtliche KVA im Jahre 2012 in Form von Wärme oder Elektrizität an Dritte verkauft haben. Der Durchschnitt für alle KVA liegt bei 23.9 % Wärme- und 12.1 % Stromverkauf.

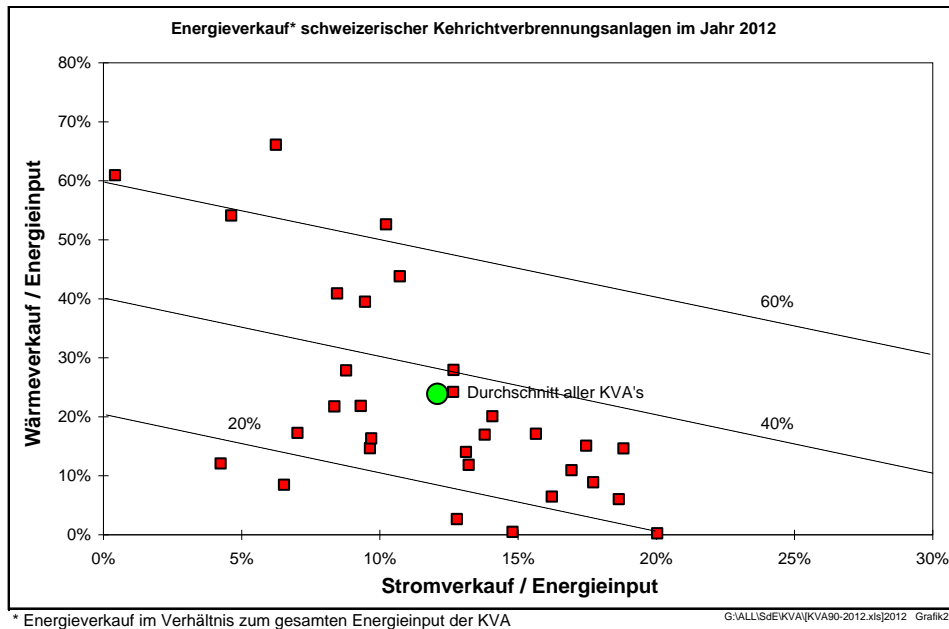


Bild 7.1d Energieverkaufs-Benchmark schweizerischer KVA (Jahr 2012)

## 7.2 Deponiegasnutzung

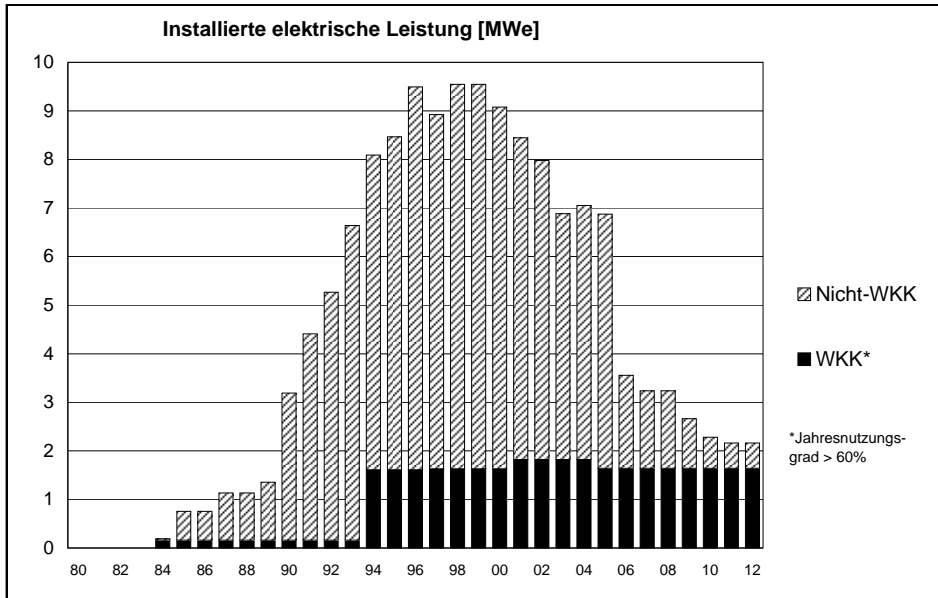
Ab Mitte der achtziger Jahre hatte die energetische Nutzung des in Abfalldeponien anfallenden Gases stark zugenommen. Mitte der neunziger Jahre wurde der Höhepunkt der Deponiegasnutzung erreicht. Seither ist sie rückläufig. Zur Zeit sind noch 8 Deponiegasmotoren in 5 Anlagen zur Elektrizitätsproduktion 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).

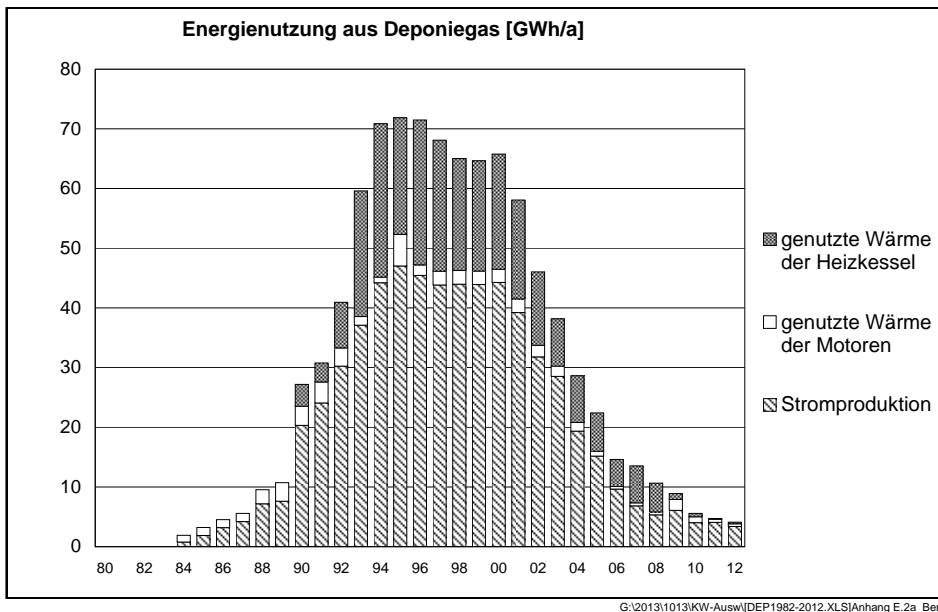
Ende 2012 wurde in 6 schweizerischen Abfalldeponien Deponiegas energetisch genutzt. In einem Fall wurde dieses Gas ausschliesslich in Heizkesseln zur Wärmeproduktion genutzt (siehe Anhang E.2d). Bei den andern 5 Deponien wurde das anfallende Gas in erster Linie zur Stromproduktion genutzt. Im Bild 7.2a ist die Entwicklung der installierten elektrischen Leistung dieser Deponiegasmotoren dargestellt. Diese ist hat im Jahr 2012 bei 2.16 MWe stagniert.

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

2012 wurde nur noch 12.0 GWh Deponiegas zum Antrieb der 8 Motoren eingesetzt. Damit konnte 3.4 GWh Elektrizität erzeugt werden (siehe Bild 7.2b).



**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 - 2012**

Hyperlink und Seiten-Nr.:

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

Anhang A.1a (S. 46)

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

Anhang A.1b (S. 47)

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

Anhang A.1c (S. 48)

### **A.2 Energieträgersplit 2012**

Anhang A.2 (S. 49)

Aufteilung der thermischen Stromproduktion des Jahres 2012 nach Energieträgern

### **A.3 Bruttoenergieverbrauch der Anlagen mit thermischem Stromverbrauch 2012**

Anhang A.3 (S. 50)

Gesamter Bruttoenergieverbrauch des Jahres 2012 der Anlagen mit thermischer Stromproduktion (für Strom- und Wärmeproduktion)

### **A.4 Bruttoenergieverbrauch für die thermische Stromproduktion 2012**

Anhang A.4 (S. 51)

Bruttoenergieverbrauch des Jahres 2012 für die Stromproduktion, d.h. exkl. Bruttoenergieverbrauch für die Wärmeproduktion der gleichen Anlagen



## Anzahl Anlagen ab 1990

Anlagekategorien		Anzahl Anlagen														Kommentare			
		Nr.	Bezeichnung	1990	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010		2011	2012	
Thermische Stromproduktion (Kap. 3)	Wärmekraftkopplung (Kap. 4)	T1	div. therm. Stromerzeuger	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	ganz grobe Schätzung		
		T2	Vouvry (öltherm. Kraftwerk)	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Stilllegung 30.9.1999	
		T3	Deponiegasverstromung	4	9	9	7	8	7	7	7	7	5	5	5	4	4		
		T4	KVA ohne WKK	21	24	25	24	24	25	25	25	25	24	24	24	24	26	nur KVA's mit Stromproduktion	
	Wärmekraftkopplung (Kap. 4)	Gross-WKK (Kap. 5)	W1	KVA mit WKK	1	3	2	3	3	3	4	4	5	5	6	6	5		
			W2	Gross-WKK in Industrie u.a.	21	23	23	22	22	22	21	21	21	20	21	22	20	19	
			W3	Fernheizkraftwerke u.a.	4	8	8	10	10	9	9	8	9	11	11	14	14	14	
		Klein-WKK (Kap. 6)	W4	stromprod. Klein-WKK	275	884	916	953	979	1'002	1'000	1'011	997	948	947	916	930	919	
			W4.ARA.1	Kläranlagen mit BHKW	153	277	282	284	286	281	279	280	281	276	280	276	280	282	
			W4.ARA.2	Kläranlagen mit Gasturbinen	2	1	1	0	0	0	0	0	1	1	3	3	3	3	
			W4.BIO.1	Biogasanlagen Landwirtschaft	25	31	34	34	34	39	44	54	55	55	59	57	69	77	
			W4.BIO.2	Biogasanlagen Gewerbe u. Industrie	0	18	20	20	20	19	20	24	25	26	31	34	38	38	1 Anl. von 2002-08 mit Erdgas betr.
			W4.DEP	Deponiegas-WKK-Anlagen	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	von 1995-2008 vorw. mit Erdgas betr.
			W4.FOS.1	fossile BHKW	91	555	574	606	630	653	648	644	626	580	564	537	534	513	Feingliederung siehe Kap. 6.2
			W4.FOS.2	fossile Gasturbinen < 1 MWe	2	0	3	7	7	8	8	8	8	9	9	8	5	5	
W5	nicht stromprod. Klein-WKK	56	47	46	44	43	39	36	35	30	24	22	14	11	9				
<b>Total</b>	<b>Anz. therm. Stromproduzenten</b>	<b>347</b>	<b>971</b>	<b>1'003</b>	<b>1'039</b>	<b>1'066</b>	<b>1'088</b>	<b>1'085</b>	<b>1'096</b>	<b>1'083</b>	<b>1'033</b>	<b>1'033</b>	<b>1'007</b>	<b>1'018</b>	<b>1'007</b>	(Total exkl. Kat. W5)			
Subtotal	W1-W4 Wärmekraftkopplung (WKK)	301	918	949	988	1'014	1'036	1'033	1'044	1'031	984	984	958	970	957				
Subtotal	W1-W3 Gross-WKK	26	34	33	35	35	34	33	33	34	36	37	42	40	38				
Subtotal	W4+W5 Klein-WKK	331	931	962	997	1'022	1'041	1'036	1'046	1'027	972	969	930	941	928				
Anteil	W1-W4 Wärmekraftkopplung (WKK)	87%	95%	95%	95%	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%	4%	4%	4%	4%	Anteil am Total der therm. Produz.			
Anteil	W4+W5 Klein-WKK	95%	96%	96%	96%	96%	96%	95%	95%	95%	94%	94%	92%	92%	92%	Anteil am Total der therm. Produz.			

Stand: 10.09.2013

G:\2013\1013\All-Ausw\Anhang-A1.xls\Bericht1 Ber1

**Elektrische Nennleistungen ab 1990**

Anlagekategorien		Elektrische Nennleistungen [MWe]														Kommentare				
		1990	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012					
Thermische Stromproduktion (Kap. 3)	Wärmekraftkopplung (Kap. 4)	T1	div. therm. Stromerzeuger	75.0	75.0	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		
		T2	Vouvry (öltherm. Kraftwerk)	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	0.0	0.0	Stilllegung 30.9.1999	
		T3	Deponiegasverstromung	3.0	7.4	6.6	6.2	5.1	5.2	5.2	1.9	1.6	1.6	1.0	0.6	0.5	0.5			
		T4	KVA ohne WKK	135.6	233.6	254.3	243.5	252.8	264.8	267.7	279.0	280.0	275.2	270.9	274.6	276.5	342.8			
	Wärmekraftkopplung (Kap. 4)	Gross-WKK (Kap. 5)	W1	KVA mit WKK	12.4	40.2	29.4	40.2	40.2	40.2	40.2	56.1	56.1	56.9	68.2	82.9	72.5	67.7		
			W2	Gross-WKK in Industrie u.a.	186.5	248.1	248.1	246.2	246.2	237.4	232.6	232.6	225.5	216.7	274.5	272.5	247.8	221.9		
			W3	Fernheizkraftwerke u.a.	43.3	74.5	74.5	77.7	84.7	62.7	62.7	52.7	61.7	94.8	94.8	107.0	107.0	107.0		
		Klein-WKK (Kap. 6)	W4	stromprod. Klein-WKK	30.7	125.1	129.1	132.6	137.6	142.1	141.9	142.6	138.1	135.0	134.9	131.7	139.9	143.5		
			W4.ARA.1	Kläranlagen mit BHKW	9.4	23.2	23.4	24.7	25.9	25.3	26.5	27.4	27.8	27.9	28.3	29.1	29.7	30.5		
			W4.ARA.2	Kläranlagen mit Gasturbinen	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	0.4	0.4	0.4	0.4		
			W4.BIO.1	Biogasanlagen Landwirtschaft	0.4	0.8	1.1	1.5	1.7	2.4	2.9	5.4	5.8	6.3	8.2	8.3	10.9	12.6		
			W4.BIO.2	Biogasanlagen Gewerbe u. Industrie	xxx	4.4	5.2	4.0	4.1	3.7	3.9	4.5	5.2	6.5	8.4	10.0	12.9	14.6	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	xxx	xxx	von 1995-2008 vorw. mit Erdgas betr.
			W4.FOS.1	fossile BHKW	16.4	94.1	96.5	99.7	103.2	107.9	106.0	102.7	96.6	91.5	86.8	81.2	83.6	83.4	Feingliederung siehe Kap. 6.2	
	W4.FOS.2	fossile Gasturbinen < 1 MWe	xxx	xxx	0.3	0.9	0.9	1.0	1.0	1.0	1.0	1.1	1.1	1.0	0.7	0.5				
	W5	nicht stromprod. Klein-WKK	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0				
<b>Total</b>		<b>el. Leist. aller therm. Stromproduz.</b>	<b>770.5</b>	<b>804.0</b>	<b>817.1</b>	<b>821.3</b>	<b>841.6</b>	<b>827.5</b>	<b>825.3</b>	<b>839.9</b>	<b>838.0</b>	<b>855.1</b>	<b>919.3</b>	<b>944.3</b>	<b>919.2</b>	<b>958.4</b>				
Subtotal	W1-W4	Wärmekraftkopplung (WKK)	272.9	487.9	481.2	496.7	508.8	482.4	477.5	484.0	481.4	503.3	572.4	594.1	567.1	540.1				
Subtotal	W1-W3	Gross-WKK	242.2	362.8	352.0	364.1	371.2	340.3	335.6	341.4	343.3	368.3	437.5	462.4	427.3	396.6				
Subtotal	W4	Klein-WKK	30.7	125.1	129.1	132.6	137.6	142.1	141.9	142.6	138.1	135.0	134.9	131.7	139.9	143.5				
Anteil	W1-W4	Wärmekraftkopplung (WKK)	35%	61%	59%	60%	60%	58%	58%	58%	57%	59%	62%	63%	62%	56%	Anteil am Total der therm. Produz.			
Anteil	W1-W3	Gross-WKK	31%	45%	43%	44%	44%	41%	41%	41%	41%	43%	48%	49%	46%	41%	Anteil am Total der therm. Produz.			
Anteil	W4	Klein-WKK	4%	16%	16%	16%	16%	17%	17%	17%	16%	16%	15%	14%	15%	15%	Anteil am Total der therm. Produz.			

Stand: 10.09.2013

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

G:\2013\1013\All-Ausw\Anhang-A1.xls\Bericht2 Ber2

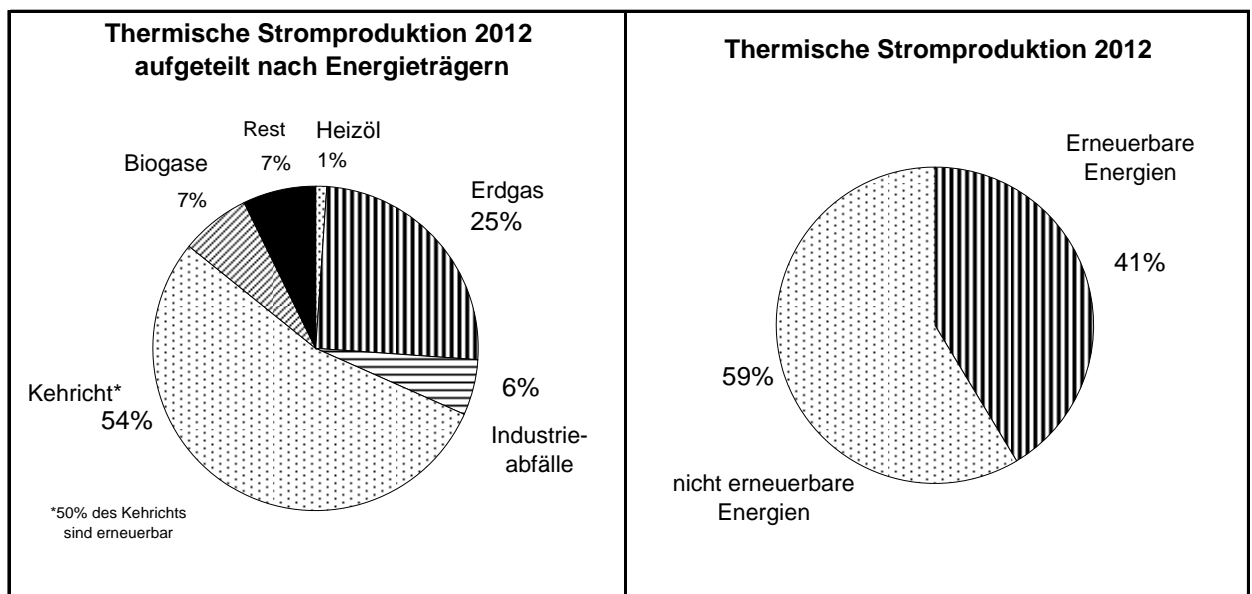
**Stromproduktion ab 1990**

Anlagekategorien		Stromproduktion [GWh/a]														Kommentare				
		1990	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012					
Nr.	Bezeichnung																			
Thermische Stromproduktion (Kap. 3)	Wärmekraftkopplung (Kap. 4)	Gross-WKK (Kap. 5)	<b>T1</b>	<b>div. therm. Stromerzeuger</b>	15.0	15.0	15.0	15.0	20.0	13.0	40.0	38.0	40.0	14.0	18.0	14.0	10.0	10.0	Prod. Cornaux (NE) + 10 GWh (Schätz.)	
			<b>T2</b>	<b>Vouvry (öltherm. Kraftwerk)</b>	227.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	Stilllegung 30.9.1999
			<b>T3</b>	<b>Deponiegasverstromung</b>	19.6	43.5	38.5	31.2	28.0	18.9	15.0	9.6	6.8	5.3	5.2	3.7	3.9	3.3		
			<b>T4</b>	<b>KVA ohne WKK</b>	611.9	1'176.4	1'291.8	1'322.3	1'350.5	1'435.4	1'511.6	1'624.6	1'570.1	1'612.4	1'478.1	1'519.6	1'568.5	1'719.1		
	Wärmekraftkopplung (Kap. 4)	Klein-WKK (Kap. 6)	<b>W1</b>	<b>KVA mit WKK</b>	31.9	107.9	79.4	103.7	105.7	101.1	108.7	198.9	216.9	220.5	284.0	329.0	349.6	301.7		
			<b>W2</b>	<b>Gross-WKK in Industrie u.a.</b>	451.5	916.4	882.9	897.4	875.1	861.5	803.6	760.4	703.5	631.3	620.5	901.7	869.5	806.7		
			<b>W3</b>	<b>Fernheizkraftwerke u.a.</b>	83.0	101.9	109.3	109.5	157.1	148.3	143.7	110.2	107.5	201.5	229.2	212.3	212.0	279.5		
			<b>W4</b>	<b>stromprod. Klein-WKK</b>	84.5	465.3	501.1	516.4	530.6	553.6	566.2	572.4	569.7	560.7	551.8	550.0	552.9	592.6		
			W4.ARA.1	Kläranlagen mit BHKW	39.8	84.5	93.8	96.3	101.6	103.6	104.0	108.2	110.9	112.5	113.5	115.8	118.2	120.9		
			W4.ARA.2	Kläranlagen mit Gasturbinen	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	0.4	2.3	2.3	2.3		
			W4.BIO.1	Biogasanlagen Landwirtschaft	1.1	3.2	3.8	4.5	5.3	6.5	9.4	15.5	26.2	32.8	37.5	45.8	51.3	63.4		
			W4.BIO.2	Biogasanlagen Gewerbe u. Industrie	xxx	9.8	10.8	12.6	12.3	13.2	15.2	20.7	24.0	26.2	31.7	41.4	52.3	70.4	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	xxx	xxx	von 1995-2008 vorw. mit Erdgas betr.
			W4.FOS.1	fossile BHKW	30.2	357.3	378.7	389.6	398.3	417.5	425.5	416.4	398.7	379.7	360.7	336.3	321.5	329.3	Feingliederung siehe Kap. 6.2	
	W4.FOS.2	fossile Gasturbinen < 1 MWe	xxx	xxx	0.2	2.5	3.7	3.6	3.2	2.9	2.9	3.5	2.1	1.8	1.4	0.4				
<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	0.0	0.0					
<b>Total</b>	<b>Thermische Stromproduktion</b>	<b>1'524</b>	<b>2'826</b>	<b>2'918</b>	<b>2'995</b>	<b>3'067</b>	<b>3'132</b>	<b>3'189</b>	<b>3'314</b>	<b>3'214</b>	<b>3'246</b>	<b>3'187</b>	<b>3'530</b>	<b>3'566</b>	<b>3'713</b>					
Subtotal	W1-W4 Wärmekraftkopplung (WKK)	651	1'591	1'573	1'627	1'669	1'664	1'622	1'642	1'598	1'614	1'685	1'993	1'984	1'981					
Subtotal	W1-W3 Gross-WKK	566	1'126	1'072	1'111	1'138	1'111	1'056	1'070	1'028	1'053	1'134	1'443	1'431	1'388					
Subtotal	W4 Klein-WKK	84	465	501	516	531	554	566	572	570	561	552	550	553	593					
Anteil	W1-W4 Wärmekraftkopplung (WKK)	43%	56%	54%	54%	54%	53%	51%	50%	50%	50%	53%	56%	56%	53%	Anteil an der ges. therm. Prod.				
Anteil	W1-W3 Gross-WKK	37%	40%	37%	37%	37%	35%	33%	32%	32%	32%	36%	41%	40%	37%	Anteil an der ges. therm. Prod.				
Anteil	W4 Klein-WKK	6%	16%	17%	17%	17%	18%	18%	17%	18%	17%	17%	16%	16%	16%	Anteil an der ges. therm. Prod.				
	Therm. Stromprod. u.a. gem. Elektrizitätsstat.*	1'101	2'548	2'620	2'806	2'890	2'974	3'139	3'340	3'199	3'276	3'239	3'597	3'526	3'768					
	Therm. Stromprod. gem. Elektriz.stat.** (B)	1'100	2'534	2'603	2'786	2'867	2'950	3'110	3'301	3'154	3'221	3'162	3'467	3'283	3'360	Erklärungen siehe Kap. 3.2				

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

**Thermische Stromproduktion 2012 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 u.a. W2	Fernh.- kraftw. W3	Klein- WKK W4	[GWh]	%
Heizöl EL		10.0			1.0	2.4	2.7	5.0	21.2	42.2	1%
Heizöl M&S							1.3			1.3	0%
Erdgas					2.7	5.8	530.4	79.2	304.9	923.0	25%
Propan									10.2	10.2	0%
Kohle											
Ind.abfälle n.erneuerb.						0.9	195.7		0.0	196.6	5%
Kehricht	50%				1713.8	292.6	6.5			2013.0	54%
Ind.abfälle erneuerb.	95%						12.0			12.0	0%
Holz	100%						21.4	142.9		164.4	4%
Restholz	100%						5.5			5.5	0%
Altholz	100%						29.4	51.5		80.9	2%
Rinde	100%						0.6	1.0		1.5	0%
Klärschlamm	100%				1.6					1.6	0%
Biogas	100%						1.2		133.8	135.0	4%
Klärgas	100%								122.3	122.3	3%
Deponiegas	100%			3.3					0.1	3.4	0%
andere Biomasse	100%								0.1	0.1	0%
<b>Stromproduktion Total</b>		10.0		3.3	1719.1	301.7	806.7	279.5	592.6	<b>3712.9</b>	<b>100%</b>
- davon erneuerbar				3.3	858.5	146.3	72.9	195.4	256.2	<b>1532.6</b>	<b>41%</b>
- davon nicht erneuerbar		10.0			860.6	155.4	733.9	84.2	336.4	<b>2180.4</b>	<b>59%</b>
Anteil der erneuerbaren Energietr.				100%	49.9%	48.5%	9.0%	69.9%	43.2%		



**Bruttoverbrauch [1] der Anlagen mit thermischer Stromprod. 2012**  
**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 u.a. W2	Fernh.- kraftw. W3	Klein- WKK W4		
Heizöl EL		28.6			6.0	29.3	44.0	27.5	62.1	<b>197.5</b>	<b>1%</b>
Heizöl M&S							20.5			<b>20.5</b>	<b>0%</b>
Erdgas (Hu)					17.5	72.6	2'687.3	239.0	873.3	<b>3'889.6</b>	<b>19%</b>
Propan									30.0	<b>30.0</b>	<b>0%</b>
Kohle											
Ind.abfälle n.erneuerb.						8.8	1'109.1		0.0	<b>1'118.0</b>	<b>5%</b>
Kehricht	50%				10'086.8	2'508.0	7.2			<b>12'602.0</b>	<b>61%</b>
Ind.abfälle erneuerb.	95%						185.2			<b>185.2</b>	<b>1%</b>
Holz	100%						99.8	899.0		<b>998.9</b>	<b>5%</b>
Restholz	100%						39.5			<b>39.5</b>	<b>0%</b>
Altholz	100%						336.5	351.5		<b>688.0</b>	<b>3%</b>
Rinde	100%						4.3	6.3		<b>10.6</b>	<b>0%</b>
Klärschlamm	100%									<b>7.9</b>	<b>0%</b>
Biogas	100%						9.7		386.1	<b>395.8</b>	<b>2%</b>
Klärgas	100%								389.2	<b>389.2</b>	<b>2%</b>
Deponiegas	100%			11.8					0.2	<b>12.0</b>	<b>0%</b>
andere Biomasse	100%								0.2	<b>0.2</b>	<b>0%</b>
<b>Bruttoverbrauch [1] Total</b>		<b>28.6</b>		<b>11.8</b>	<b>10'118.3</b>	<b>2'618.7</b>	<b>4'543.2</b>	<b>1'523.3</b>	<b>1'741.1</b>	<b>20'584.8</b>	<b>100%</b>
- davon erneuerbar				<b>11.8</b>	<b>5'051.3</b>	<b>1'254.0</b>	<b>669.4</b>	<b>1'256.8</b>	<b>775.7</b>	<b>9'019.0</b>	<b>44%</b>
- davon nicht erneuerbar		<b>28.6</b>			<b>5'066.9</b>	<b>1'364.7</b>	<b>3'873.8</b>	<b>266.5</b>	<b>965.4</b>	<b>11'565.8</b>	<b>56%</b>
Anteil der erneuerbaren Energietr.				<b>100%</b>	<b>49.9%</b>	<b>47.9%</b>	<b>14.7%</b>	<b>82.5%</b>	<b>44.6%</b>		

Ausdruck: 10.09.2013

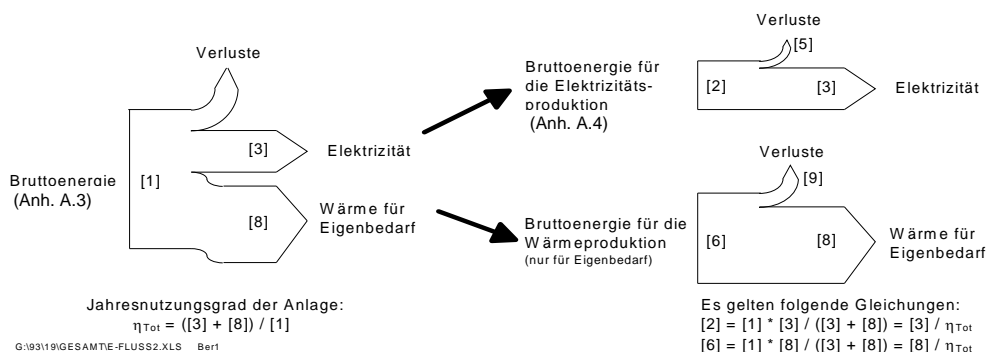
G:\2013\1013\All-Ausw\ENERG-ab1990-V2.xls\Anhang A.3 Ber4

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

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

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

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



## Bruttoverbrauch [2] für die thermische Stromproduktion 2012 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 u.a. W2	Fernh.-kraftw. W3	Klein-WKK W4		
Heizöl EL		28.6			2.7	3.3	3.1	7.7	24.8	<b>70.1</b>	1%
Heizöl M&S							1.6			<b>1.6</b>	0%
Erdgas (Hu)					5.9	8.2	686.6	100.3	357.3	<b>1'158.4</b>	15%
Propan									12.0	<b>12.0</b>	0%
Kohle											
Ind.abfälle n.erneuerb.						1.1	223.2		0.0	<b>224.4</b>	3%
Kehricht	50%				4'886.6	428.3	7.2			<b>5'322.0</b>	68%
Ind.abfälle erneuerb.	95%						21.2			<b>21.2</b>	0%
Holz	100%						57.8	357.0		<b>414.8</b>	5%
Restholz	100%						7.3			<b>7.3</b>	0%
Altholz	100%						73.3	161.4		<b>234.7</b>	3%
Rinde	100%						0.8	3.4		<b>4.1</b>	0%
Klärschlamm	100%				4.1					<b>4.1</b>	0%
Biogas	100%						1.3		203.9	<b>205.2</b>	3%
Klärgas	100%								166.5	<b>166.5</b>	2%
Deponiegas	100%			10.6					0.1	<b>10.7</b>	0%
andere Biomasse	100%								0.1	<b>0.1</b>	0%
<b>Bruttoverbrauch [2] Total</b>		<b>28.6</b>		<b>10.6</b>	<b>4'899.3</b>	<b>441.0</b>	<b>1'083.5</b>	<b>629.7</b>	<b>764.6</b>	<b>7'857.2</b>	<b>100%</b>
- davon erneuerbar				10.6	2'447.4	214.1	164.3	521.7	370.6	<b>3'728.7</b>	<b>47%</b>
- davon nicht erneuerbar		28.6			2'451.9	226.8	919.2	107.9	394.1	<b>4'128.5</b>	<b>53%</b>
Anteil der erneuerbaren Energietr.				100%	50.0%	48.6%	15.2%	82.9%	48.5%		

Ausdruck: 10.09.2013

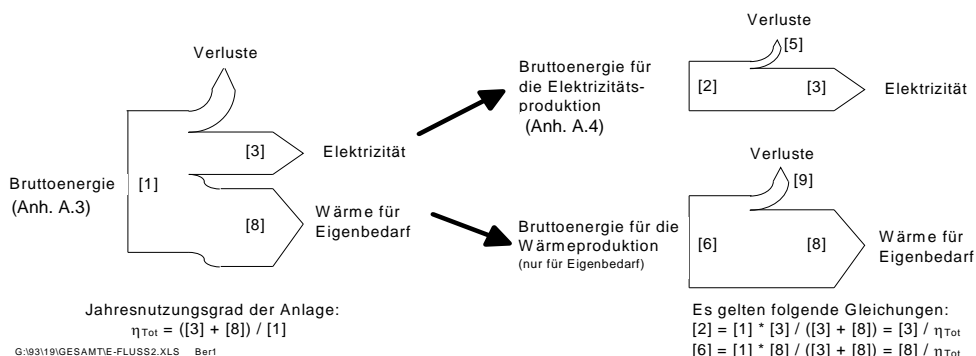
G:\2013\1013\All-Ausw\ENERG-ab1990-V2.xls\Anhang A.4 Ber5

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

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

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

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



## **B. Wärmekraftkopplung (WKK)**

### **B.1 Zeitreihen elektrische Leistungen 1970 - 2012**

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. 53)

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

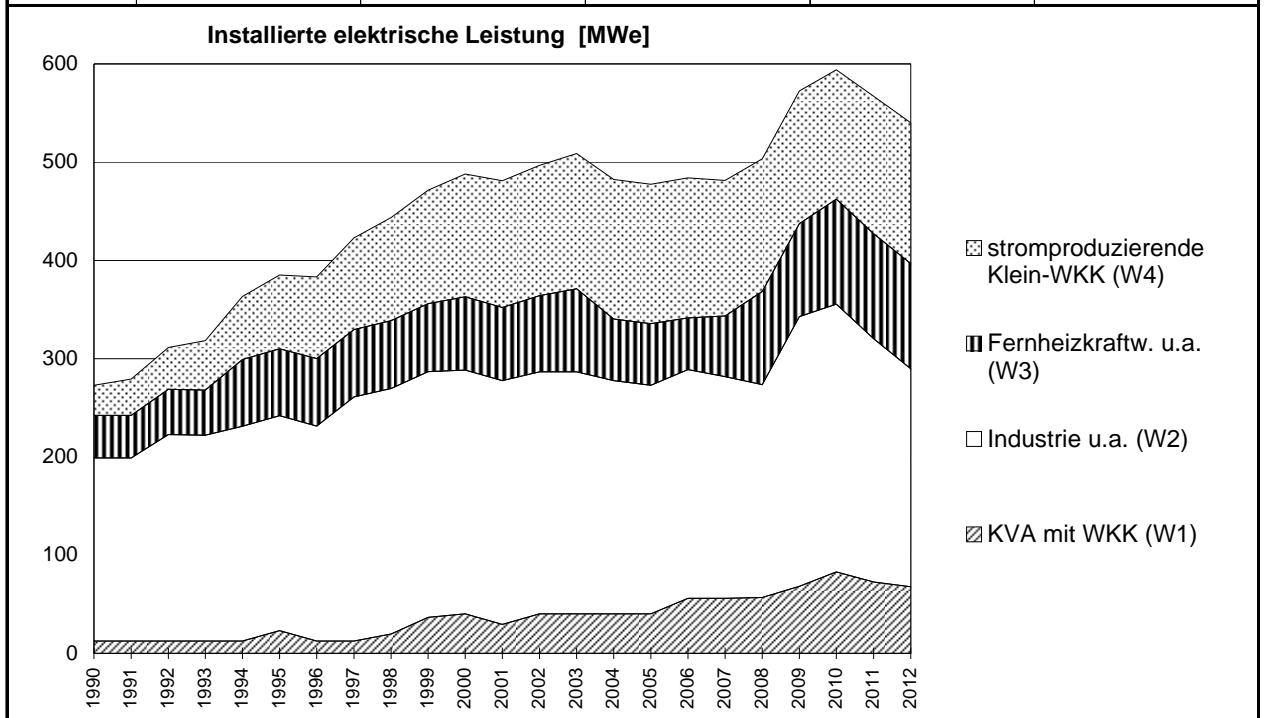
Anhang B.1b (S. 54)

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

Anhang B.2 (S. 55)

**Install. elektr. Nennleistungen nach Anlagekategorien [MWe]**berücksichtigte Anlagen: **alle WKK-Anlagen**

Jahr	KVA mit WKK (W1)	Industrie u.a. (W2)	Fernheizkraftw. u.a. (W3)	stromproduzierende Klein-WKK (W4)	TOTAL
1990	12.40	186.51	43.30	30.73	272.94
1991	12.40	186.51	43.30	37.01	279.22
1992	12.40	210.35	46.00	42.58	311.33
1993	12.40	209.55	46.00	50.45	318.40
1994	12.40	218.75	68.00	64.16	363.31
1995	23.20	218.79	68.00	75.16	385.15
1996	12.40	218.93	68.70	83.06	383.09
1997	12.40	248.42	68.70	93.37	422.89
1998	19.65	249.92	69.04	105.01	443.62
1999	36.65	249.92	69.34	115.56	471.47
2000	40.20	248.10	74.54	125.10	487.94
2001	29.40	248.10	74.54	129.13	481.17
2002	40.20	246.23	77.66	132.61	496.70
2003	40.20	246.23	84.73	137.63	508.79
2004	40.20	237.39	62.73	142.14	482.46
2005	40.20	232.63	62.73	141.92	477.48
2006	56.07	232.63	52.73	142.62	484.05
2007	56.07	225.48	61.73	138.15	481.43
2008	56.87	216.66	94.76	135.00	503.29
2009	68.20	274.52	94.76	134.91	572.39
2010	82.90	272.52	106.99	131.66	594.07
2011	72.50	247.77	106.99	139.87	567.13
2012	67.70	221.87	106.99	143.54	540.10



Ausdruck: 11.09.13 14:06

G:\2013\1013\All-Ausw\LEIST-ab1990.XLS\Anlagekategorien (B.1a) Ber21

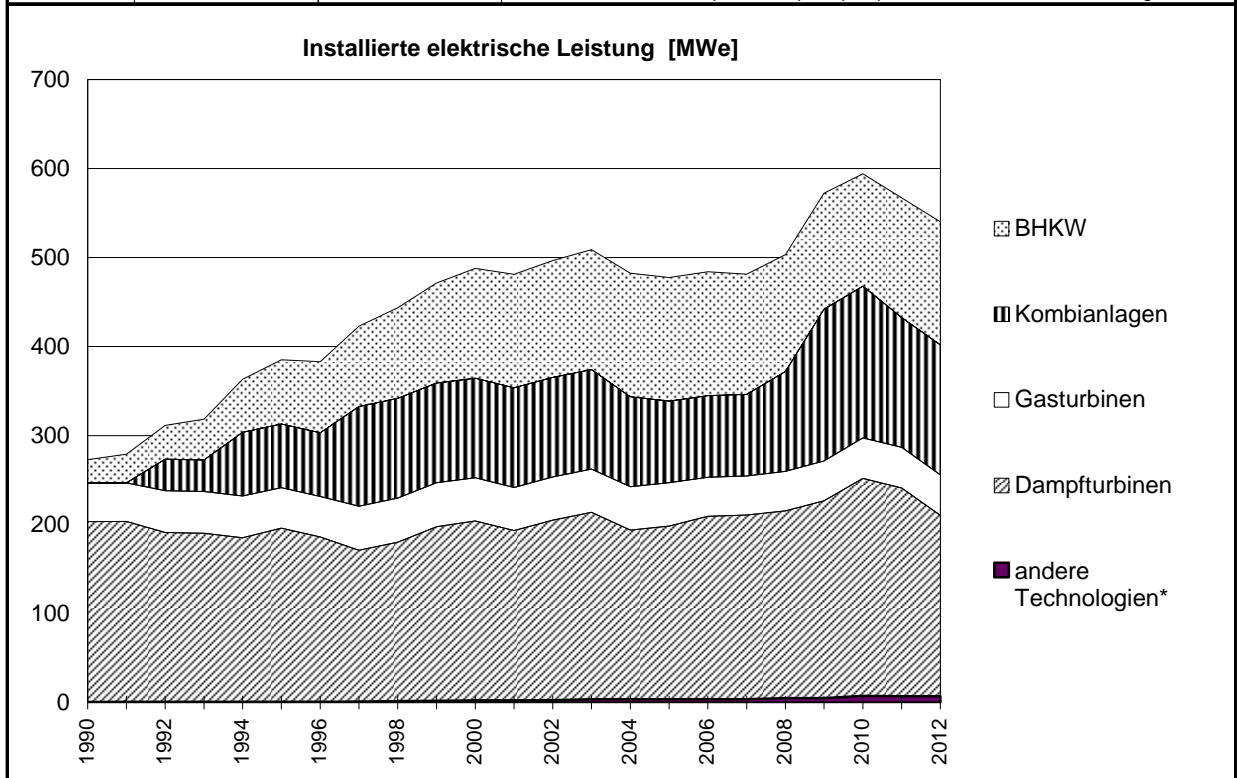


### Installierte elektr. Nennleistungen nach Technologien [MWe]

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>272.94</b>
1991	202.71	43.28	0.00	32.32	0.91	<b>279.22</b>
1992	190.21	46.98	35.34	37.89	0.91	<b>311.33</b>
1993	189.41	46.98	35.34	45.76	0.91	<b>318.40</b>
1994	184.41	46.98	71.54	59.54	0.84	<b>363.31</b>
1995	195.25	45.48	71.54	72.04	0.84	<b>385.15</b>
1996	185.29	45.48	71.54	79.94	0.84	<b>383.09</b>
1997	169.99	49.58	111.84	90.25	1.23	<b>422.89</b>
1998	178.74	49.58	111.84	101.89	1.57	<b>443.62</b>
1999	195.74	49.58	111.84	112.44	1.87	<b>471.47</b>
2000	201.57	48.55	111.84	123.46	2.52	<b>487.94</b>
2001	190.77	48.40	111.84	127.64	2.52	<b>481.17</b>
2002	202.53	48.55	111.84	131.22	2.56	<b>496.70</b>
2003	209.90	48.58	111.84	134.60	3.87	<b>508.79</b>
2004	190.00	48.72	100.90	138.97	3.87	<b>482.46</b>
2005	194.50	48.78	91.70	138.65	3.85	<b>477.48</b>
2006	205.37	43.81	91.70	139.32	3.85	<b>484.05</b>
2007	206.87	43.91	91.70	135.09	3.86	<b>481.43</b>
2008	210.40	44.21	112.40	131.16	5.12	<b>503.29</b>
2009	221.59	44.95	170.40	130.38	5.07	<b>572.39</b>
2010	244.29	45.70	170.40	126.15	7.53	<b>594.07</b>
2011	233.89	45.62	146.00	134.44	7.18	<b>567.13</b>
2012	203.19	45.55	146.00	138.18	7.18	<b>540.10</b>

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



# Wärmeerkraftkopplung in der Schweiz: Kantonale Verteilung 2012

Anhang B.2

Standort- kanton	Klein-WKK-Anlagen [W4]			Industrie u.a. [W2]			Fernheizkraftw.* [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	59	7.76	39.62			xxx							59	7.76	41.56	3	32.01	200.63
AI	2	xxx	xxx										2	xxx	xxx			
AR	14	1.94	8.84										14	1.94	8.84			
BE	102	17.50	71.91	2	xxx	xxx	1	xxx	xxx	1	xxx	xxx	106	45.70	168.05	3	32.05	112.76
BL	69	14.87	55.34	2	xxx	xxx							71	22.37	101.30			
BS	26	9.77	38.92	3	26.13	21.65	2	xxx	xxx	1	xxx	xxx	32	73.60	219.98			
FR	31	6.52	27.89										31	6.52	27.89	1	xxx	xxx
GE	25	9.41	36.75										25	9.41	36.75	1	xxx	xxx
GL	2	xxx	xxx										2	xxx	xxx	1	xxx	xxx
GR	38	3.72	15.51	1	xxx	xxx	1	xxx	xxx				40	20.72	126.88	1	xxx	xxx
JU	5	0.84	3.96										5	0.84	3.96			
LU	61	8.75	35.79	1	xxx	xxx	1	xxx	xxx				63	20.72	67.82	1	xxx	xxx
NE	31	2.81	11.45										31	2.81	11.45	2	xxx	xxx
NW	2	xxx	xxx				1	xxx	xxx				3	1.68	5.82			
OW	4	0.87	3.82										4	0.87	3.82			
SG	77	9.13	37.39	1	xxx	xxx	1	xxx	xxx				79	10.73	44.92	3	33.00	169.69
SH	13	4.11	16.83										13	4.11	16.83			
SO	29	3.95	15.38										29	3.95	15.38	1	xxx	xxx
SZ	17	2.17	10.06										17	2.17	10.06			
TG	36	2.64	11.34	2	xxx	xxx	1	xxx	xxx				39	14.27	39.72	1	xxx	xxx
TI	10	1.14	4.79										10	1.14	4.79	1	xxx	xxx
UR	3	0.18	1.35										3	0.18	1.35			
VD	89	7.56	31.69	1	xxx	xxx	4	41.96	8.36	1	xxx	xxx	95	72.02	146.44			
VS	21	1.73	7.23	4	145.90	576.02				1	xxx	xxx	26	151.93	589.76	2	xxx	xxx
ZG	9	2.09	9.42	1	xxx	xxx							10	5.03	14.27			
ZH	144	23.55	95.19	1	xxx	xxx	2	xxx	xxx	1	xxx	xxx	148	59.25	271.43	5	75.12	343.79
<b>Total</b>	<b>919</b>	<b>143.5</b>	<b>592.6</b>	<b>19</b>	<b>221.9</b>	<b>806.7</b>	<b>14</b>	<b>107.0</b>	<b>279.5</b>	<b>5</b>	<b>67.7</b>	<b>301.7</b>	<b>957</b>	<b>540.1</b>	<b>1'980.6</b>	<b>26</b>	<b>342.8</b>	<b>1'719.1</b>

Anz. = Anzahl stromproduzierende Wärmeerkraftkopplungsanlagen am Jahresende

MWe = installierte elektrische Leistung in MW am Jahresende

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

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

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

G:\2013\1013\AI-Ausw\[[KT-WKK2012.xls]Bericht Ber1

Stand: 11.09.2013

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

Hyperlink und Seiten-Nr.:

**Ca. Entwicklung der Gross-WKK-Anlagen in Industrie u.a.  
nach Technologien**

Anhang Ca (S. 57)

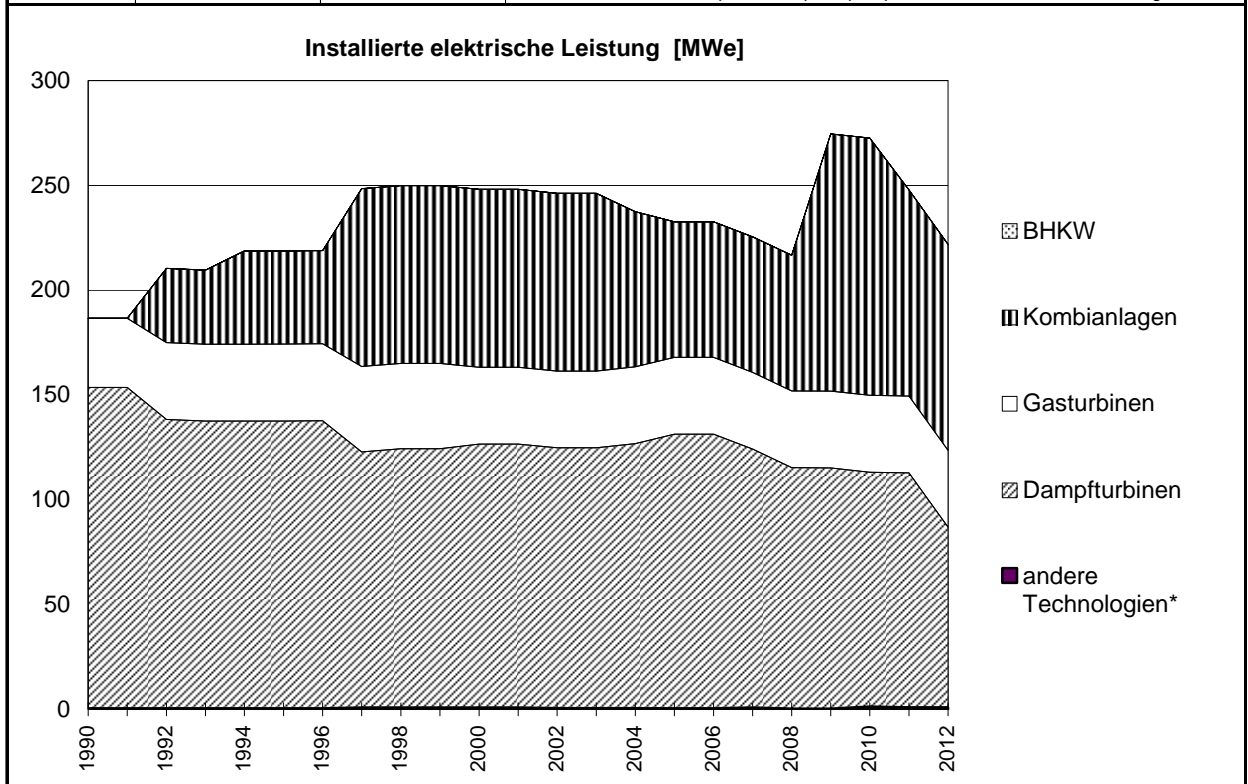
**Cb. Gross-WKK-Anlagen in Fernheizkraftwerken nach  
Technologien**

Anhang Cb (S. 58)

**Installierte elektr. Nennleistungen nach Technologien [MWe]**berücksichtigte Anlagen: **Gross-WKK-Anlagen in der Industrie u.a.**

Jahr	Dampfturbinen	Gasturbinen	Kombianlagen	BHKW	andere Technologien*	TOTAL
1990	153.01	32.95	0.00	0.00	0.55	<b>186.51</b>
1991	153.01	32.95	0.00	0.00	0.55	<b>186.51</b>
1992	137.81	36.65	35.34	0.00	0.55	<b>210.35</b>
1993	137.01	36.65	35.34	0.00	0.55	<b>209.55</b>
1994	137.01	36.65	44.54	0.00	0.55	<b>218.75</b>
1995	137.05	36.65	44.54	0.00	0.55	<b>218.79</b>
1996	137.19	36.65	44.54	0.00	0.55	<b>218.93</b>
1997	121.89	40.75	84.84	0.00	0.94	<b>248.42</b>
1998	123.39	40.75	84.84	0.00	0.94	<b>249.92</b>
1999	123.39	40.75	84.84	0.00	0.94	<b>249.92</b>
2000	125.67	36.65	84.84	0.00	0.94	<b>248.10</b>
2001	125.67	36.65	84.84	0.00	0.94	<b>248.10</b>
2002	124.13	36.65	84.84	0.00	0.61	<b>246.23</b>
2003	124.13	36.65	84.84	0.00	0.61	<b>246.23</b>
2004	126.23	36.65	73.90	0.00	0.61	<b>237.39</b>
2005	130.73	36.65	64.70	0.00	0.55	<b>232.63</b>
2006	130.73	36.65	64.70	0.00	0.55	<b>232.63</b>
2007	123.23	36.65	64.70	0.00	0.90	<b>225.48</b>
2008	114.96	36.65	64.70	0.00	0.35	<b>216.66</b>
2009	114.82	36.65	122.70	0.00	0.35	<b>274.52</b>
2010	111.82	36.65	122.70	0.00	1.35	<b>272.52</b>
2011	111.82	36.65	98.30	0.00	1.00	<b>247.77</b>
2012	85.92	36.65	98.30	0.00	1.00	<b>221.87</b>

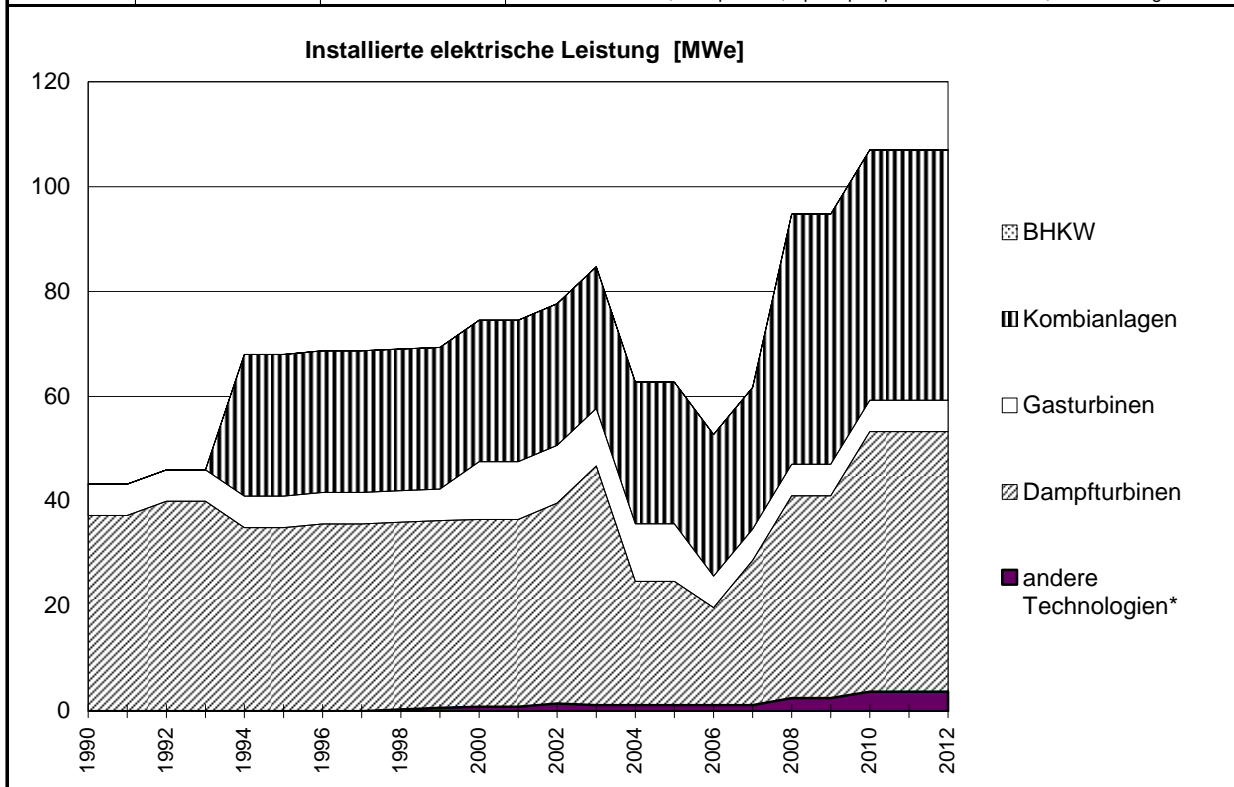
\* Brennstoffzelle, Dampfmotor, Speisepumpen-Antriebsturbinen, ORC-Turbogenerator



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

Jahr	Dampfturbinen	Gasturbinen	Kombianlagen	BHKW	andere Technologien*	TOTAL
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>
2010	49.57	6.00	47.70	0.00	3.72	<b>106.99</b>
2011	49.57	6.00	47.70	0.00	3.72	<b>106.99</b>
2012	49.57	6.00	47.70	0.00	3.72	<b>106.99</b>

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



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

### **D.1 Jahresstatistiken 2012**

Hyperlink und Seiten-Nr.:

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

Anhang D.1a (S. 60)

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

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

Anhang D.1b (S. 61)

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

#### **D.1c Fortschreibungsparameter 2012**

Anhang D1.c (S. 62)

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

### **D.2 Zeitreihen 1986 - 2012**

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

Anhang D.2a (S. 63)

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

Anhang D2.b (S. 64)

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

Anhang D.2c (S. 65)

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

Anhang D2.d (S. 66)

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

Anhang D.2e (S. 67)

<b>Jahresstatistik 2012</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)	-	928	9	115	285	1	507	11	902	9	8	9
Anzahl WKK-Aggregate	-	1148	9	154	363	4	603	15	1117	9	9	13
Installierte Leistungen												
- Anschlussleistung	MW	404.98	2.02	72.27	91.59	4.78	226.31	8.02	392.26	2.02	2.82	7.88
- elektrische Leistung	MW	143.54		27.17	30.86	1.64	78.88	4.98	137.69		0.87	4.98
- mechanische Leistung 2)	MW	0.20			0.20				0.20			
- Heizleistung	MW	214.00	3.28	32.71	48.42	2.66	122.80	4.12	205.20	3.28	1.42	4.09
<b>Jahresenergieverbrauch/ -produktion</b>												
Endenergieverbrauch Total	GWh	1745.53	4.42	386.30	392.21	18.73	919.28	24.59	1700.45	4.42	9.18	31.48
- Erdgas	GWh	877.07	3.78		1.63	18.49	828.58	24.59	848.70	3.78	1.35	23.23
- Diesel / Heizöl EL	GWh	62.74	0.64		0.55		61.55		62.10	0.64		
- Propan	GWh	29.99			0.85		29.14		29.99			
- Klärgas	GWh	389.19			389.19				373.12		7.82	8.25
- Deponiegas	GWh	0.24				0.24			0.24			
- Biogas	GWh	386.15		386.15					386.15			
- Fett/Öl erneuerbar	GWh	0.15		0.15					0.15			
- andere Energieträger	GWh											
produzierte Elektrizität	GWh	592.59		133.86	123.21	5.81	314.35	15.37	572.41		2.70	17.48
genutzte mechanische Energie 2)	GWh	0.93			0.93				0.93			
produzierte Wärmeenergie	GWh	849.36	6.31	153.06	192.25	9.36	483.14	5.23	830.30	6.31	4.05	8.71
genutzte Wärmeenergie	GWh	778.57	6.23	119.70	164.71	9.36	474.38	4.19	761.02	6.23	3.85	7.47

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: 06.09.13

G:\2013\1013\KW-Ausw\Jahr\_Typ3+2\_2012.xls\Anhang D.1a Ber04

<b>Jahresstatistik 2012</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)	-	928	9	77	279	1	507	6	38	3	5	3
Anzahl WKK-Aggregate	-	1148	9	95	356	4	603	10	59	4	5	3
<b>Installierte Leistungen</b>												
- Anschlussleistung	MW	404.98	2.02	33.56	88.91	4.78	226.31	6.48	38.70	1.28	1.54	1.40
- elektrische Leistung	MW	143.54		12.58	30.00	1.64	78.88	4.51	14.59	0.40	0.47	0.47
- mechanische Leistung 2)	MW	0.20			0.20							
- Heizleistung	MW	214.00	3.28	15.28	47.03	2.66	122.80	3.33	17.44	0.63	0.79	0.76
<b>Jahresenergieverbrauch/ -produktion</b>												
Endenergieverbrauch Total	GWh	1745.53	4.42	185.71	376.14	18.73	919.28	23.23	200.59	7.82	1.35	8.25
- Erdgas	GWh	877.07	3.78		1.63	18.49	828.58	23.23			1.35	
- Diesel / Heizöl EL	GWh	62.74	0.64		0.55		61.55					
- Propan	GWh	29.99			0.85		29.14					
- Klärgas	GWh	389.19			373.12					7.82		8.25
- Deponiegas	GWh	0.24				0.24						
- Biogas	GWh	386.15		185.71					200.44			
- Fett/Öl erneuerbar	GWh	0.15							0.15			
- andere Energieträger	GWh											
produzierte Elektrizität	GWh	592.59		63.41	118.39	5.81	314.35	14.97	70.45	2.31	0.40	2.51
genutzte mechanische Energie 2)	GWh	0.93			0.93							
produzierte Wärmeenergie	GWh	849.36	6.31	75.66	184.73	9.36	483.14	4.57	77.40	3.38	0.67	4.14
genutzte Wärmeenergie	GWh	778.57	6.23	66.38	157.58	9.36	474.38	3.53	53.33	3.18	0.67	3.94

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: 06.09.13

G:\2013\1013\KW-Ausw\Jahr\_Typ3+2\_2012.xls\Anhang D.1b+c Ber02



<b>Fortschreibungsparameter 2012</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%	-	-	-	-	-
<b>Fortschreibungsparameter zur Ermittlung des/der Jahresenergieverbrauchs/-produktion</b>											
Endenergieverbrauch Total	S3: Vollbetriebsstunden	1905	Die Energiedaten werden summarisch aus der Biogasstatistik (Landwirtschaft, WKK) übernommen.	<b>4263</b>	Die Energiedaten werden durch 'Eicher+Pauli' jährlich erhoben.	<b>4039</b>	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%		90.1%					
- Diesel / Heizöl EL	a. gemäss den erhobenen Werten des Jahres 1993 (Spalten A und C)	14.4%		0.1%		6.7%					
- Propan				0.2%		3.2%					
- Klärgas				99.2%							
- Deponiegas											
- Biogas	b. gemäss den Inputleistungsanteilen des Vorjahres (Spalten E und F)										
- Holz											
- andere Energieträger											
produzierte Elektrizität	S3: Vollbetriebsstunden			<b>4008</b>		<b>3980</b>					
genutzte mechanische Energie	S3: Vollbetriebsstunden		<b>4715</b>								
produzierte Wärmeenergie	S3: Vollbetriebsstunden	1680	<b>3941</b>	<b>3892</b>							
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: 06.09.13

G:\2013\1013\KW-Ausw[Jahr\_Typ3+2\_2012.xls]Anhang D.1b+c Ber03

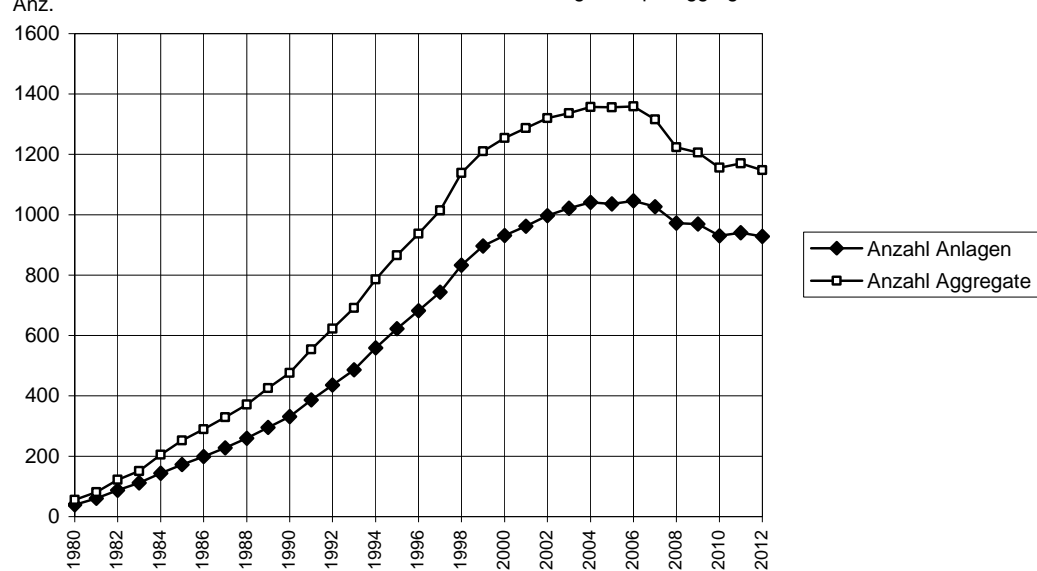
**Anzahl Anlagen und Aggregate / Durchschnittliche Energieinputleistungen**

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

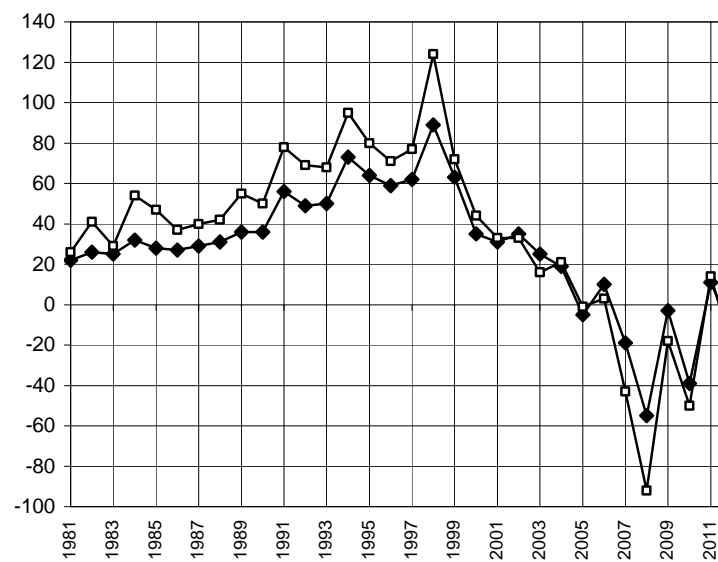
Kat. W4+W5

		1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Anzahl Klein-WKK-Anlagen 1)		682	744	833	896	931	962	997	1022	1041	1036	1046	1027	972	969	930	941	928
Anzahl Klein-WKK-Aggregate 2)		937	1014	1138	1210	1254	1287	1320	1336	1357	1356	1359	1316	1224	1206	1156	1170	1148
Anzahl Aggregate pro Anlage (Mittel)		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	1.2	1.2	1.2	1.2
durchschn. Inputleist. pro Anlage	kW/Anl.	419	422	414	417	421	416	411	408	412	411	407	399	410	410	410	424	436
durchschn. Inputleist. pro Aggregat	kW/Aggr.	305	310	303	309	313	311	310	312	316	314	314	311	325	329	330	341	353

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



Veränderung der Anzahl Anlagen resp. Aggregate gegenüber Vorjahr

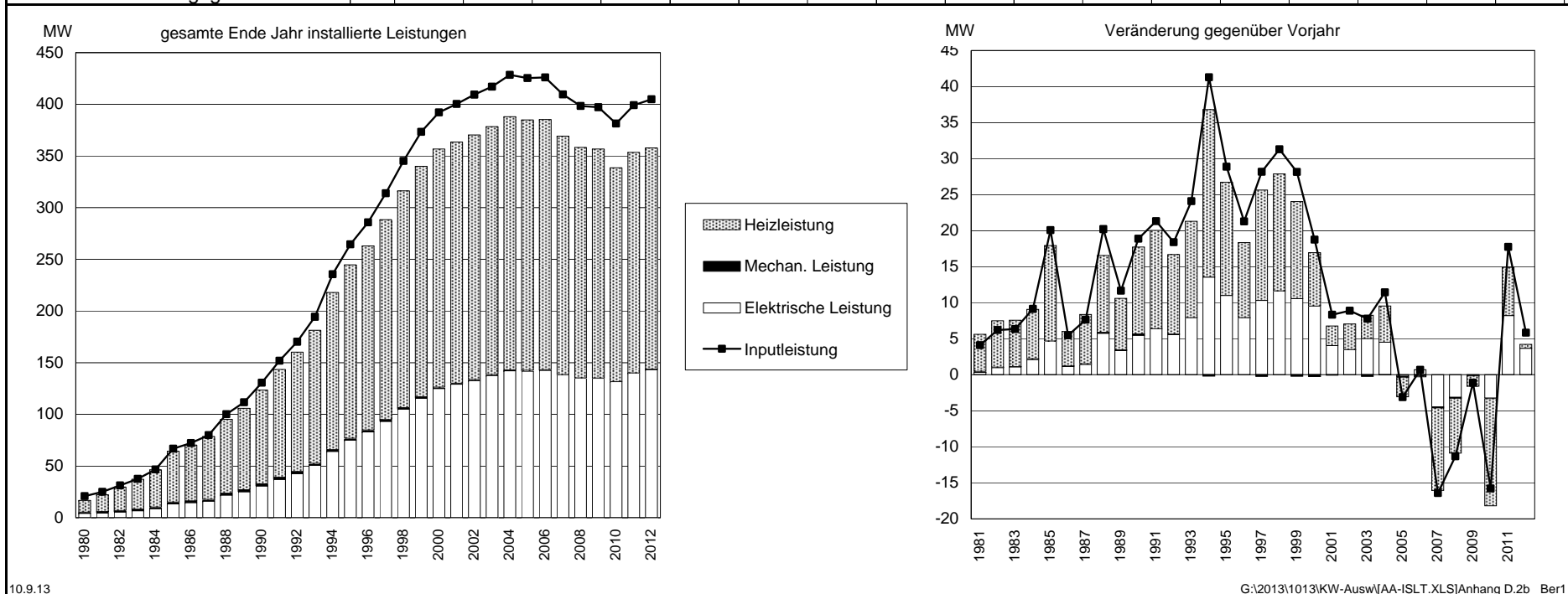


### Installierte Leistungen

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

Kat. W4 + W5

		1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Anschlussleistung = Inputleistung	MW	285.78	313.94	345.23	373.37	392.11	400.44	409.31	417.08	428.51	425.39	426.06	409.65	398.33	397.22	381.43	399.16	404.98
Heizleistung	MW	178.09	193.39	209.61	223.08	230.49	233.21	236.77	239.99	245.02	242.30	242.12	230.68	223.07	221.62	206.75	213.45	214.00
Mechanische Leistung	MW	1.86	1.62	1.62	1.40	1.15	1.09	1.09	0.85	0.82	0.71	0.59	0.45	0.32	0.26	0.20	0.20	0.20
Elektrische Leistung	MW	83.06	93.38	105.01	115.57	125.10	129.13	132.62	137.63	142.14	141.92	142.62	138.14	135.00	134.91	131.66	139.87	143.54
Elektrischer Wirkungsgrad	%	29.1	29.7	30.4	31.0	31.9	32.2	32.4	33.0	33.2	33.4	33.5	33.7	33.9	34.0	34.5	35.0	35.4



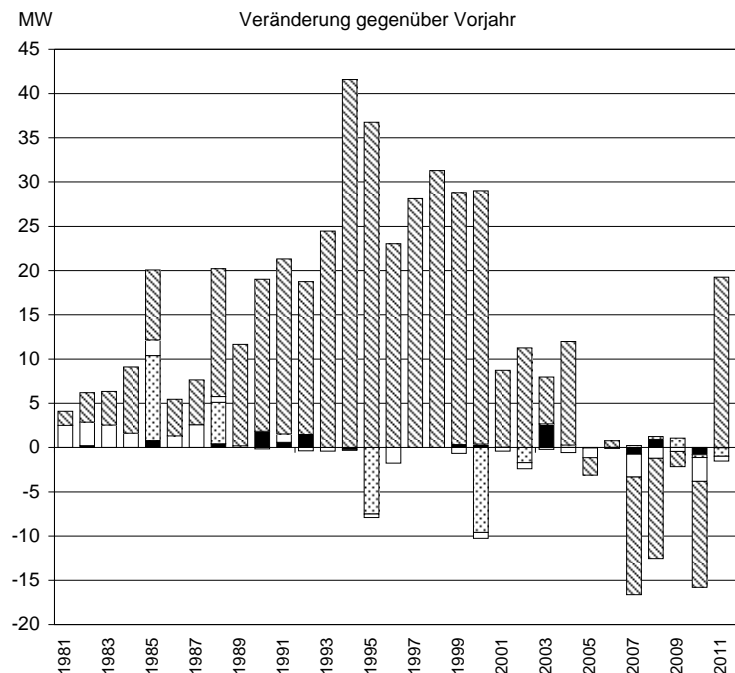
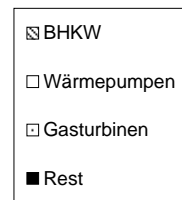
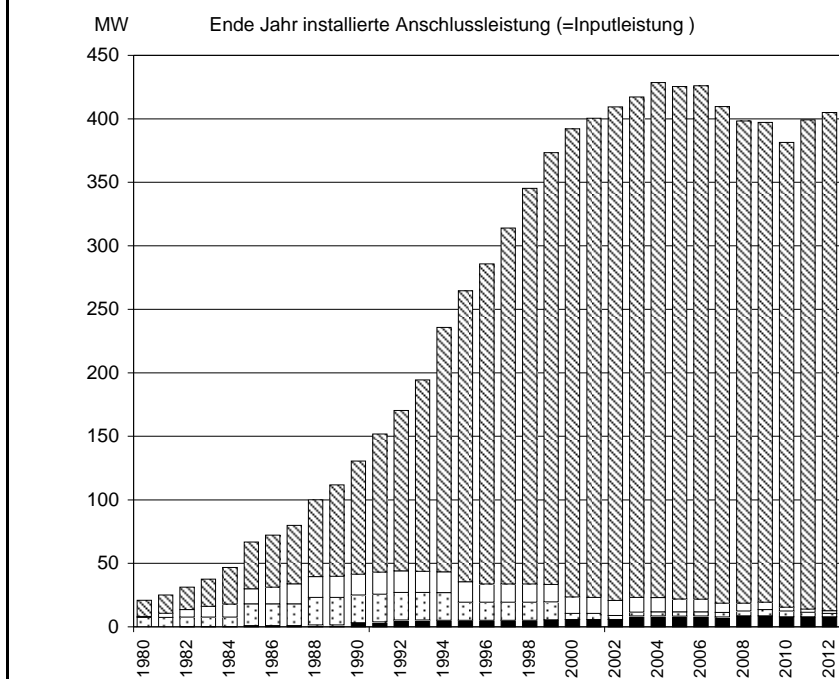
### Installierte Anschlussleistungen (=Inputleistungen) aufgeteilt nach WKK-Technologien

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

Kat. W4 + W5

		1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
BHKW (inkl. Gebläseantriebe)	MW	252.05	280.20	311.49	339.95	368.55	377.24	388.50	393.79	405.50	403.53	404.28	390.97	379.63	377.91	365.95	385.20	392.26
Gas- + Dieselmotorwärmepumpen*	MW	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	3.03	2.48	2.02
Gasturbinen (bis 1 MWe)	MW	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	4.88	4.55	3.59	2.82
Rest (z.B. Brennstoffzellen, TEA)	MW	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	7.90	7.88	7.88
<b>TOTAL</b>	<b>MW</b>	<b>285.78</b>	<b>313.94</b>	<b>345.23</b>	<b>373.37</b>	<b>392.11</b>	<b>400.44</b>	<b>409.31</b>	<b>417.08</b>	<b>428.51</b>	<b>425.39</b>	<b>426.06</b>	<b>409.65</b>	<b>398.33</b>	<b>397.22</b>	<b>381.43</b>	<b>399.16</b>	<b>404.98</b>

\* Kat. W5



10.9.13

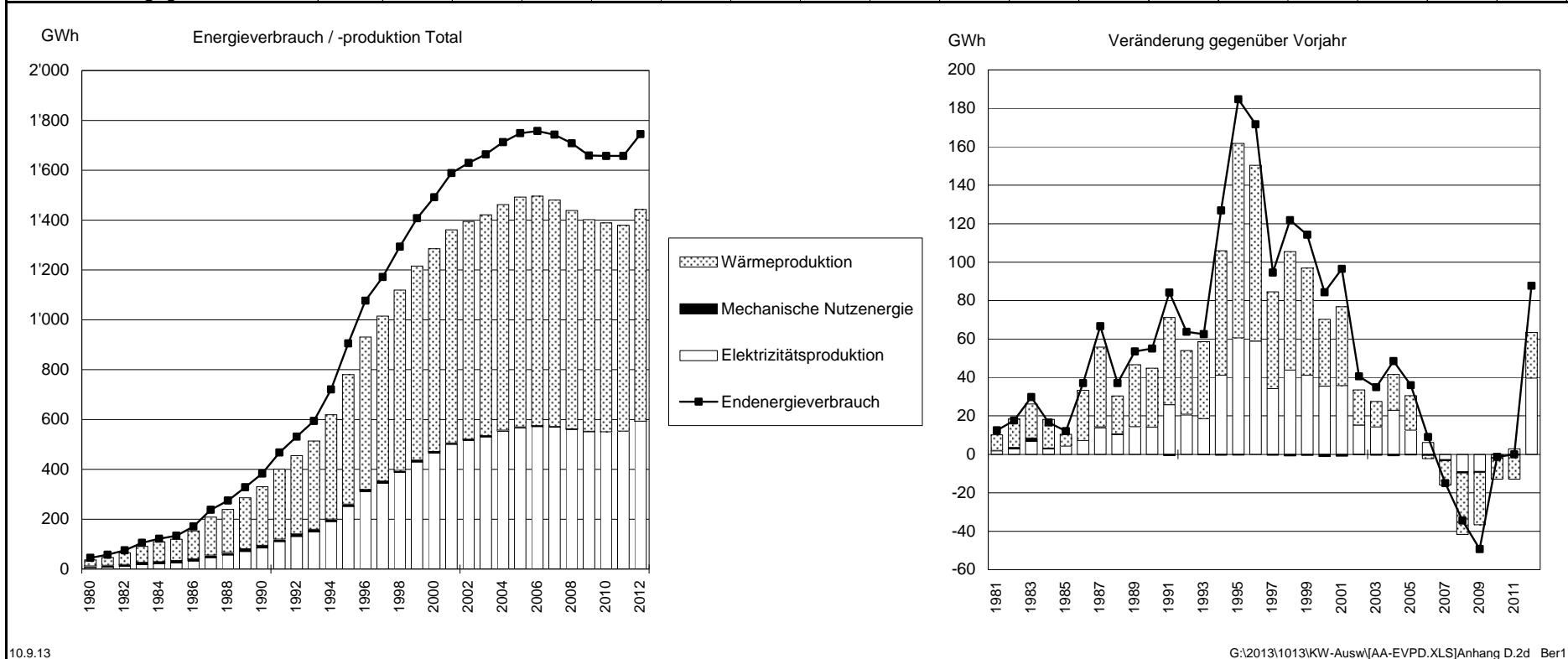
G:\2013\1013\KW-Ausw\AA-WKKT.XLS\Anhang D.2c Ber1

### Energieverbrauch / -produktion

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

Kat. W4 + W5

		1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Endenergieverbrauch	GWh/a	1077.3	1171.9	1293.7	1407.9	1492.3	1588.8	1629.4	1664.3	1712.8	1748.8	1757.8	1742.9	1708.4	1659.2	1657.9	1657.9	1745.5
Wärmeproduktion	GWh/a	611.2	661.5	723.3	778.9	813.6	854.7	873.0	886.2	904.8	922.7	921.1	908.5	876.5	849.2	838.4	825.6	849.4
Mechanische Nutzenergie	GWh/a	9.2	8.7	7.9	7.4	6.2	5.3	5.2	4.7	4.0	3.7	3.1	2.5	1.9	1.4	1.1	0.9	0.9
Elektrizitätsproduktion	GWh/a	310.5	344.7	388.6	429.8	465.3	501.1	516.4	530.6	553.6	566.2	572.4	569.7	560.7	551.8	550.0	552.9	592.6
Gesamtwirkungsgrad	-	86%	87%	87%	86%	86%	86%	86%	85%	85%	85%	85%	85%	84%	85%	84%	83%	83%

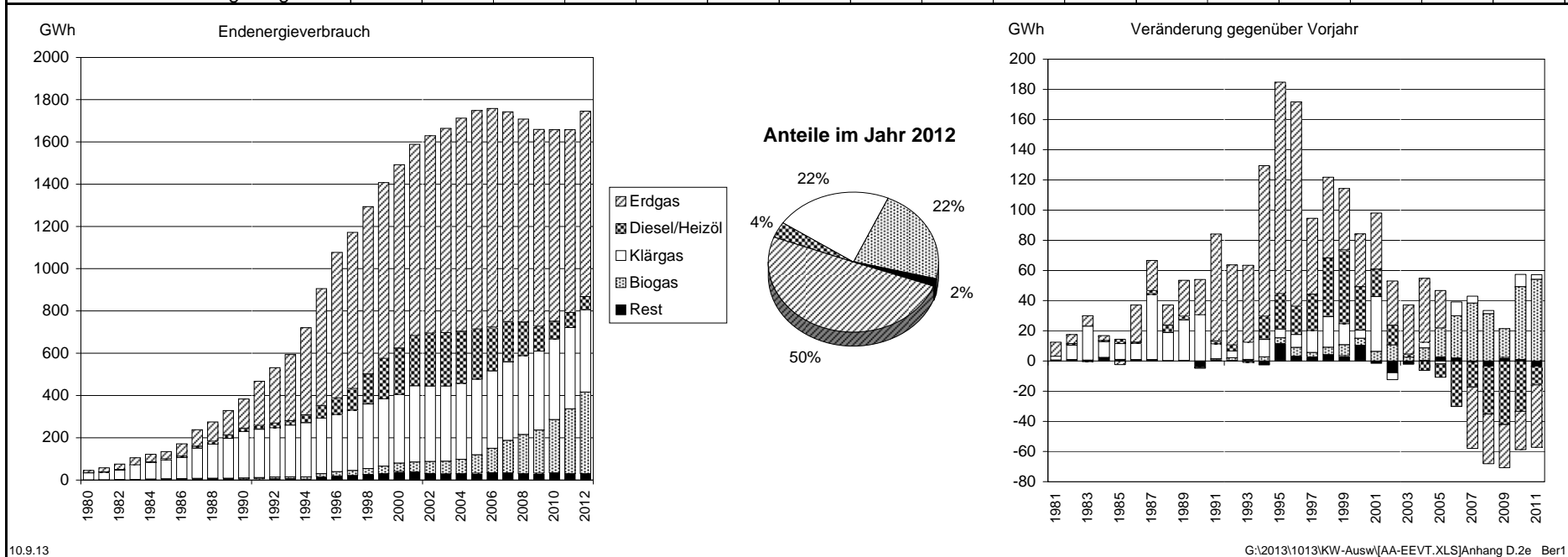


### Endenergieverbrauch nach Energieträgern

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

Kat. W4 + W5

		1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Erdgas	GWh/a	687.95	738.28	791.75	832.38	867.41	904.47	933.74	966.24	1008.54	1033.41	1033.44	992.86	960.04	931.42	906.07	864.63	877.07
Diesel / Heizöl EL	GWh/a	78.84	102.89	141.83	190.70	219.55	237.85	250.94	252.91	246.66	237.90	207.77	191.22	159.43	117.34	84.00	71.62	62.74
Propan	GWh/a	17.71	19.65	24.11	25.38	32.64	31.91	27.93	27.62	28.22	31.88	31.52	30.96	30.51	30.11	29.83	30.26	29.99
Klärgas	GWh/a	270.69	285.21	305.46	319.35	324.66	360.88	356.27	355.72	359.45	357.45	366.60	371.11	373.19	373.26	381.41	384.41	389.19
Deponiegas	GWh/a	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	1.17	0.36	0.24
Biogas	GWh/a	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	252.23	306.41	386.15
Fett/Öl erneuerbar	GWh/a	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	3.15	0.15	0.15
andere Energieträger	GWh/a	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<b>TOTAL</b>	<b>GWh/a</b>	<b>1077.29</b>	<b>1171.88</b>	<b>1293.68</b>	<b>1407.94</b>	<b>1492.26</b>	<b>1588.76</b>	<b>1629.37</b>	<b>1664.31</b>	<b>1712.85</b>	<b>1748.82</b>	<b>1757.84</b>	<b>1742.87</b>	<b>1708.41</b>	<b>1659.16</b>	<b>1657.86</b>	<b>1657.85</b>	<b>1745.53</b>
<b>Anteil erneuerbarer Energieträger</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>25%</b>	<b>28%</b>	<b>30%</b>	<b>33%</b>	<b>35%</b>	<b>38%</b>	<b>42%</b>	<b>44%</b>



## **E. Spezialauswertungen**

### **E.1 Kehrlichtverbrennungsanlagen**

Hyperlink und Seiten-Nr.:

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

Anhang E.1a (S. 69)

### **E.2 Deponiegasnutzung**

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

Anhang E.2a (S. 70)

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

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

Anhang E.2b (S. 71)

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. 72)

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. 73)

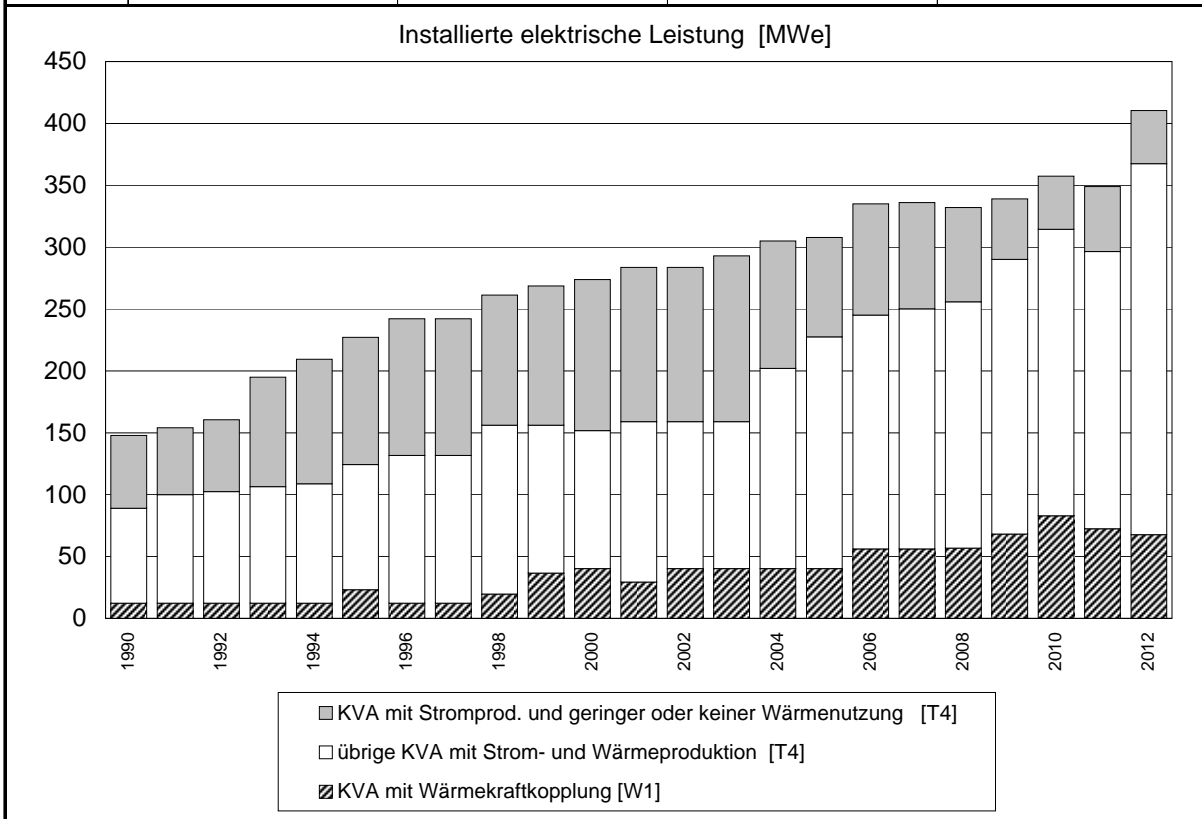
Deponiegas, welches in Anlagen ohne Gasmotoren (d.h. ausschliesslich mit Heizkesseln) genutzt wird, ist in Anhang E.2d erfasst.

**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	68.20	222.04	48.86	339.10
2010	82.90	231.64	42.96	357.50
2011	72.50	223.94	52.56	349.00
2012	67.70	299.84	42.96	410.50



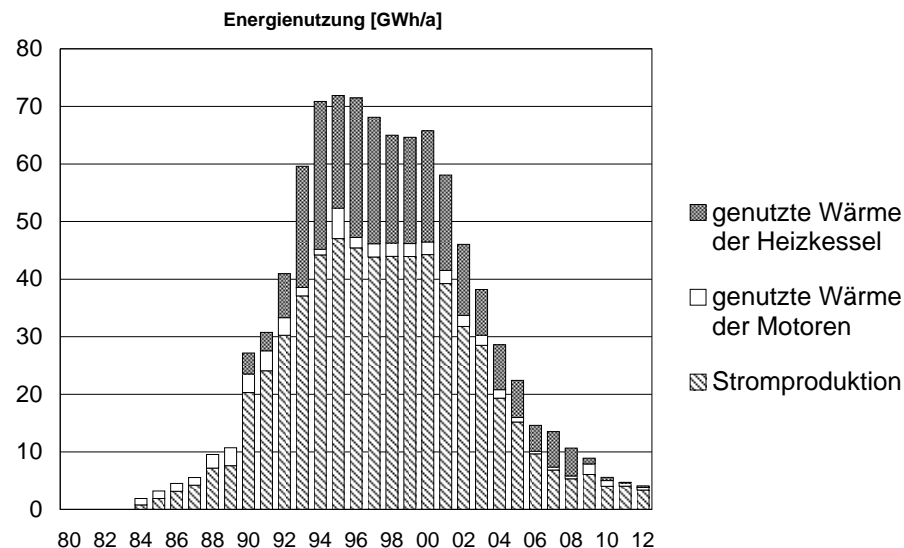
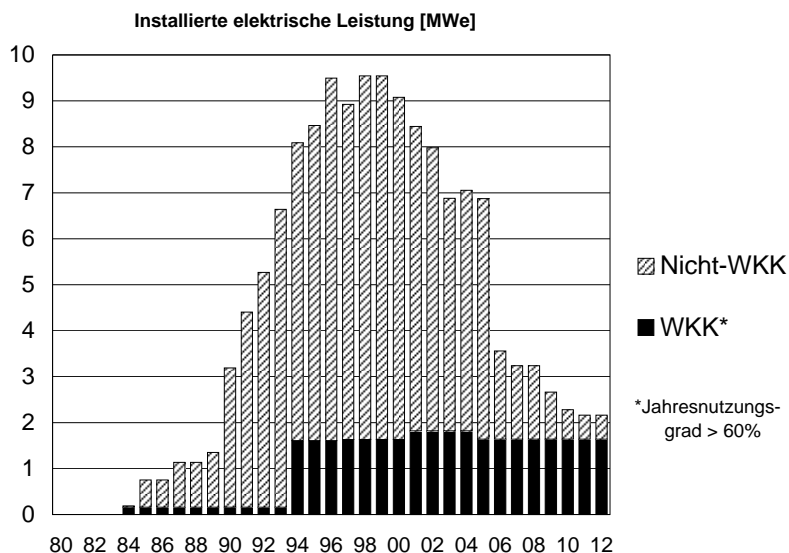


### Deponiegasnutzung mit Gasmotoren und Heizkesseln (Gesamtauswertung)

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

		1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Anzahl Anlagen	-	12	12	12	13	13	13	13	11	11	11	11	10	9	7	7	7	6	6
Anzahl Gasmotoren (WKK-Aggregate)	-	20	22	21	22	22	21	20	19	17	17	16	11	10	10	9	9	8	8
Install. Energieeinputleistung der Motoren	MW	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	6.68	6.25	6.25
Install. elektrische Leistung der Motoren	MW	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	2.28	2.16	2.16
Deponiegasverbrauch Gasmotoren	GWh/a	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	12.96	12.14	11.99
Stromproduktion Gasmotoren**	GWh/a	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	4.02	4.05	3.35
mit Motoren prod. Wärmeenergie	GWh/a	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	1.37	0.96	0.79
genutzte Wärmeenergie der Motoren	GWh/a	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	0.98	0.53	0.47
Deponiegasverbrauch Heizkessel*	GWh/a	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	0.69	0.16	0.33
prod./genutzte Wärme der Kessel*	GWh/a	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	0.55	0.13	0.27

\* mit Deponiegas betriebene Heizkessel



### Deponiegasnutzung mit Gasmotoren (WKK)

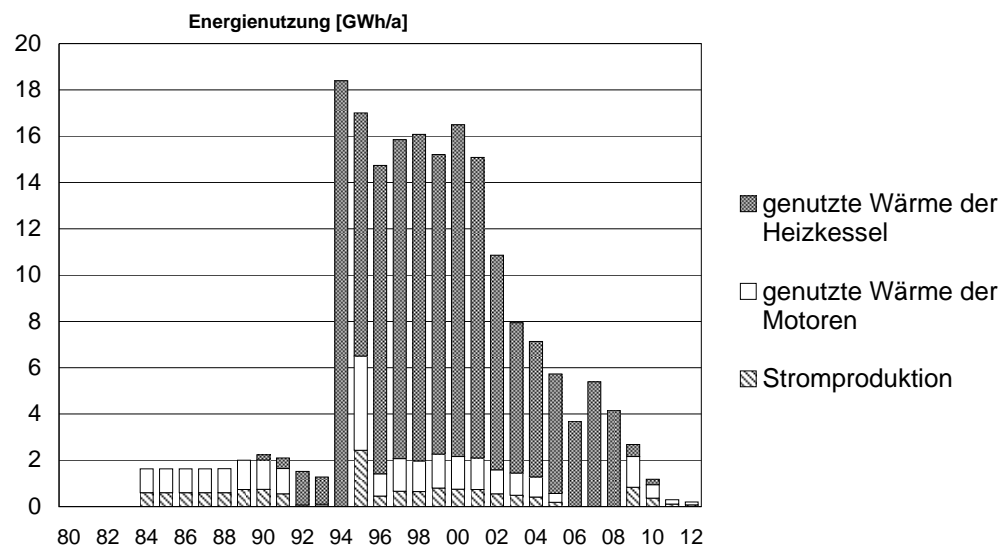
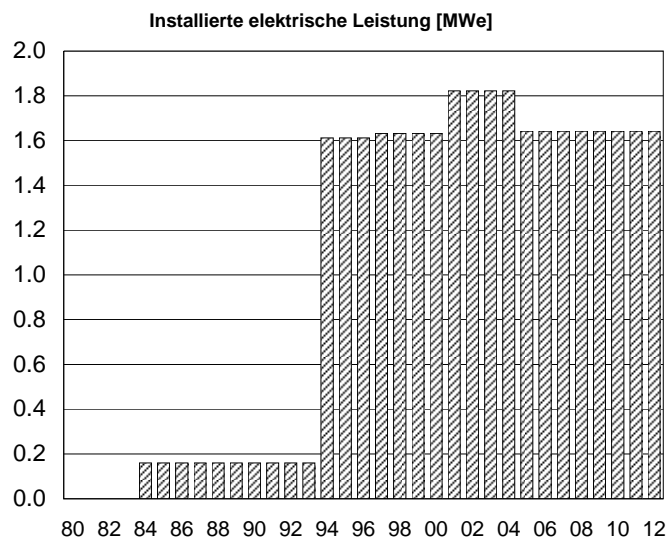
Kat. W4.DEP

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

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

		1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Anzahl Anlagen	-	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1
Anzahl Gasmotoren (WKK-Aggregate)	-	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5	4	4	4	4	4	4	4	4
Install. Energieinputleistung der Motoren	MW	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	4.78	4.78	4.78
Install. elektrische Leistung der Motoren	MW	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	1.64	1.64	1.64
<b>Deponiegasverbrauch Gasmotoren</b>	GWh/a	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	1.17	0.36	0.24
<b>Stromproduktion Gasmotoren***</b>	GWh/a	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	0.36	0.11	0.07
mit Motoren prod. Wärmeenergie	GWh/a	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	0.58	0.18	0.12
<b>genutzte Wärmeenergie der Motoren</b>	GWh/a	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	0.58	0.18	0.12
<b>Deponiegasverbrauch Heizkessel**</b>	GWh/a	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	0.28	0.00	0.00
<b>prod./genutzte Wärme der Kessel**</b>	GWh/a	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	0.23	0.00	0.00

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



10.9.13

G:\2013\1013\KW-Ausw\DEP1982-2012.XLS\Anhang E.2b Ber2

**Deponiegasnutzung mit Gasmotoren (ohne WKK)**

Kat. T3

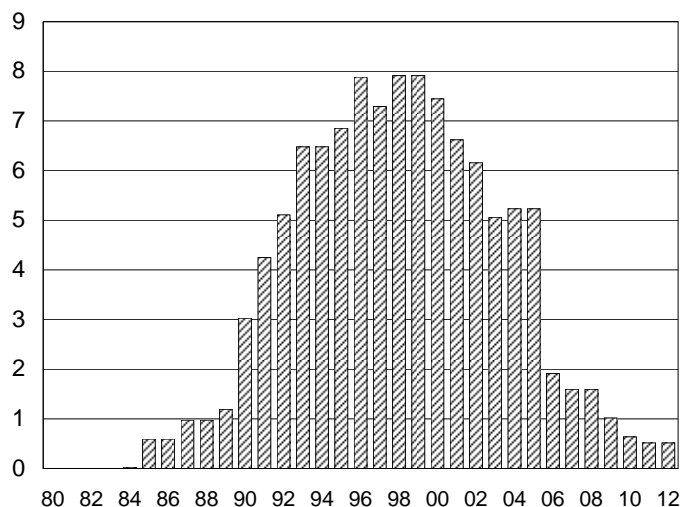
betrachtete Anlagen: sämtliche in der Schweiz betriebenen Deponiegasmotoren mit einem Jahresnutzungsgrad\* bis 60%

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

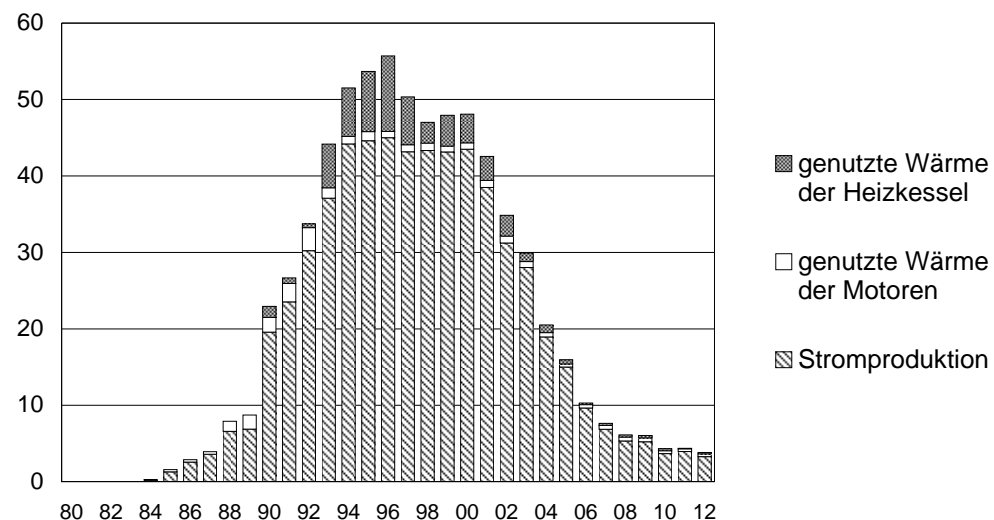
		1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Anzahl Anlagen	-	8	8	8	9	9	9	9	7	8	7	7	7	7	5	5	5	4	4
Anzahl Gasmotoren (WKK-Aggregate)	-	16	18	17	18	18	17	15	14	12	12	12	7	6	6	5	5	4	4
Install. Energieinputleistung der Motoren	MW	21.45	24.39	22.44	24.15	24.15	22.72	20.01	18.58	15.12	15.66	15.66	5.59	4.63	4.63	2.90	1.90	1.47	1.47
Install. elektrische Leistung der Motoren	MW	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	0.64	0.52	0.52
<b>Deponiegasverbrauch Gasmotoren</b>	GWh/a	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	11.79	11.78	11.75
<b>Stromproduktion Gasmotoren</b>	GWh/a	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	3.66	3.94	3.28
mit Motoren prod. Wärmeenergie	GWh/a	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	0.79	0.78	0.68
<b>genutzte Wärmeenergie der Motoren</b>	GWh/a	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	0.40	0.35	0.36
<b>Deponiegasverbrauch Heizkessel**</b>	GWh/a	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	0.32	0.08	0.23
<b>prod./genutzte Wärme der Kessel**</b>	GWh/a	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	0.25	0.06	0.18

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

Installierte elektrische Leistung [MWe]



Energienutzung [GWh/a]



10.9.13

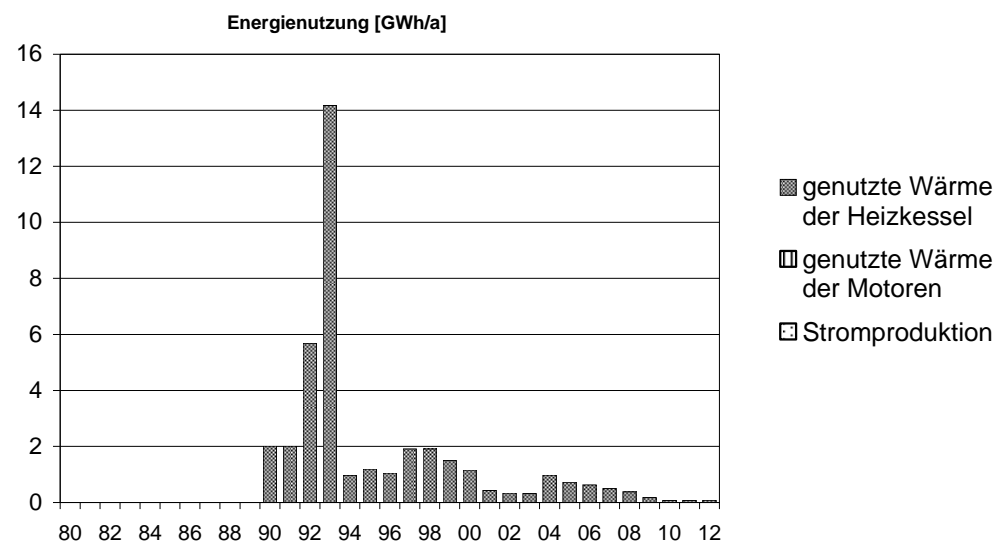
G:\2013\1013\KW-Ausw\DEP1982-2012.XLS\Anhang E.2c\_Ber3

**Deponiegasnutzung ausschliesslich mit Heizkesseln**

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

		1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Anzahl Anlagen	-	2	2	2	2	2	2	2	2	1	2	2	2	1	1	1	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	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	0.09	0.09	0.10
<b>prod./genutzte Wärme der Kessel*</b>	GWh/a	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	0.07	0.07	0.08

\* 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 2012 wurden mittels Vollerhebung die Stammdaten aller Gross-WKK-Anlagen aktualisiert, neue Anlagen sowie die Jahresdaten des Betriebsjahres 2012 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 2012)</li></ul>
<b>zusätzliche Daten:</b> (Kat. T4)	In der gleichen Access-Datenbank werden auch die Stamm- und Energiedaten sämtlicher KVA erfasst (d.h. nicht nur Kat. W1 sondern auch Kat. T4). Zusätzlich zu obigen Daten sind zu den KVA auch die produzierten und verkauften Wärmemengen erfasst.

## F.2 Klein-WKK-Statistik

### F.2.1 Frühere Ausgaben und Erhebungen

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

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

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

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

- In der Statistik 1996 wurde erstmals die in der Einleitung beschriebene WKK-Definition angewandt. Dies hatte zur Folge, dass die meisten mit Deponiegas betriebenen Anlagen nicht mehr als Klein-WKK-Anlagen betrachtet wurden. Dies entsprach einer (rückwirkenden) "Umbuchung" des grössten Teils von Kategorie W4.DEP in Kategorie T3.
- Im Jahre 1999 wurde eine neue Access-Datenbank für die Klein-WKK-Anlagen geschaffen (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) <p>* Bei Anlagen, deren Angaben ausschliesslich vom Lieferanten stammen (d.h. sogenannte minimal erfasste Anlagen) ist die Datenqualität z.T. nicht optimal (z.B. unvollständige Adressen)</p> <p>** Energiedaten bis 1993 ziemlich vollständig; ab 1994 nur noch bei Anlagen mit jährlicher Erhebung (siehe Kap. F.2.3) oder bei Teilnahme an der Stichprobenerhebung 1998)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Adresse und Bezeichnung der Anlage*</li> <li>• Adresse des Anlagebetreibers*</li> <li>• Art und Beschreibung der mit Wärme versorgten Gebäude*</li> <li>• Folgende Stammdaten zu den Klein-WKK-Aggregaten: Inbetriebnahme- und evtl. Stilllegedatum, Hersteller, Typ, Nennleistungen (Input, elektrisch, thermisch), Energieträger, Schadstoffreduktionsmassnahme</li> <li>• Endenergieverbrauch der Klein-WKK-Anlagen**</li> <li>• Stromproduktion und Verkauf ans EW**</li> <li>• Wärmeproduktion und -nutzung**</li> <li>• Betriebsstunden und Startimpulse der einzelnen Aggregate**</li> </ul>
<b>zusätzliche Daten:</b> (Kat. T3)	In der Access-Datenbank der Klein-WKK-Anlagen werden auch die Stamm- und Energiedaten sämtlicher Deponiegasverstromungsanlagen erfasst (Kat. T3). Die Energiedaten der Deponiegasmotoren und allfälliger Heizkessel mit Deponiegasnutzung werden jährlich erhoben.
<b>Unsicherheiten:</b>	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 älteren fossilen BHKW dürften diese Fälle zunehmen. Bei noch aktiven WKK-Lieferanten oder direkt auch bei Betreibern von älteren Anlagen wurden periodisch schriftliche und telefonische Umfragen durchgeführt, um allfällige Stilllegungen älterer Anlagen erfassen zu können. Eine weitergehende Umfrage - auch für die Erfassung der Vollbetriebsstunden (siehe unten) – ist anzustreben.</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. Der Split des gesamten Endenergieverbrauchs auf die verschiedenen Energieträger weist eine gewisse Unsicherheit auf. Dieser Split wurde bei den Anlagearten A und C vereinfachend dem Split der Jahre 1992 und 1993 gleichgesetzt. Bei den mit fossilen Energieträgern betriebenen BHKW (= Anlageart E) wurde der mit dem Berechnungsmodell ermittelte Endenergieverbrauch entsprechend dem Verhältnis der installierten Inputleistungen auf die Energieträger Erdgas, Diesel und Propan aufgeteilt.

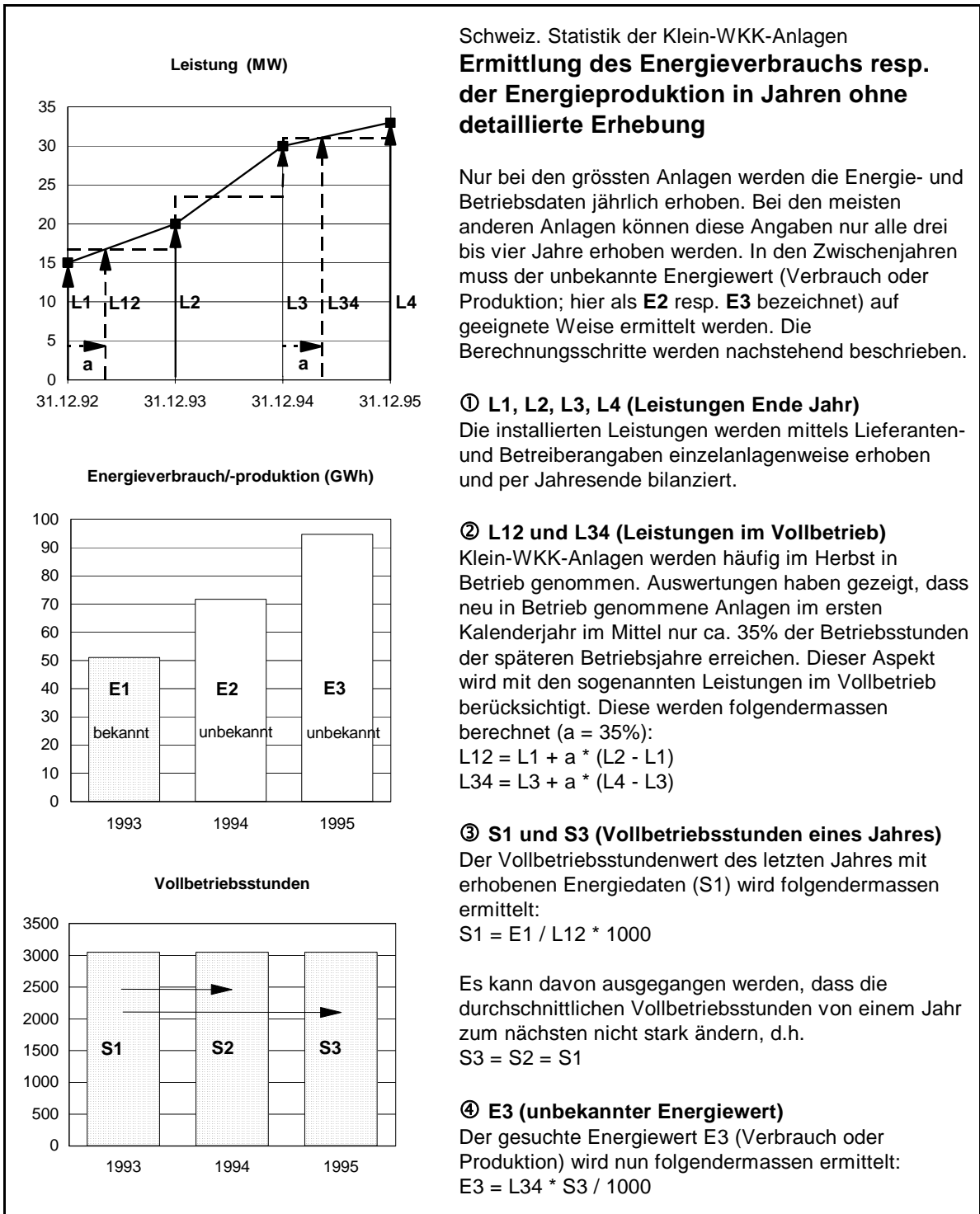
Die für das Fortschreibungsmodell verwendeten Parameter wie Vollbetriebsstunden und Energieträgersplit sind im Anhang D.1c sowie in den Tabellen F.2d und F.2e dargestellt.

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

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

<b>10 Anlagearten gemäss Typ 3 der Klein-WKK-Statistik</b>				
Spalte (Typ 3)	Kategorie	Kurzbezeichnung	Art der betroffenen Klein-WKK-Anlagen	Herkunft der Energiedaten ab 1994
A	<b>W5</b>	<b>Fossile WP</b>	Mit fossilen Energieträgern betriebene Wärmepumpen	Fortschreibung gemäss Bild F.2c
B	<b>W4.BIO.1</b>	<b>Biogas LW</b>	Mit Biogas betriebene Klein-WKK-Anlagen in Landwirtschaftsbetrieben	Energiedaten gemäss schweizerischer Biogas-Statistik (summarisch erfasst)
C	<b>W4.ARA.1a</b>	<b>ARA o. GT</b>	Mit Klärgas betriebene Anlagen (ohne die Anl. der Spalten H und K)	Fortschreibung gemäss Bild F.2c mit den Vollbetriebsstunden gemäss Tab. F.2e
D	<b>W4.DEP</b>	<b>Deponiegas</b>	Mit Deponiegas betriebene Anlagen	jährliche Erhebung
E	<b>W4.FOS.1a</b>	<b>Foss. BHKW</b>	Mit fossilen Energieträgern betriebene Blockheizkraftwerke (BHKW)	Fortschreibung gemäss Bild F.2c (Aktualisierung der Vollbetriebsstunden im Rahmen der Stichprobenerhebung 2012; 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	2008	2009	2010	2011	2012
1	Erdgas	MW	71.5	91.5	120.1	147.2	160.5	215.7	211.9	197.5	203.4	202.5
2	Propan	MW	1.1	1.1	1.9	4.0	4.5	7.3	7.3	7.2	7.2	6.6
6	Diesel, Heizöl	MW	7.5	8.4	13.8	17.6	23.3	28.7	20.7	17.1	15.1	14.5
	<b>Total</b>		<b>80.0</b>	<b>101.0</b>	<b>135.9</b>	<b>168.9</b>	<b>188.3</b>	<b>251.7</b>	<b>239.9</b>	<b>221.8</b>	<b>225.7</b>	<b>223.7</b>

Co.	Hauptenergieträger	Energieträgersplit per Ende Jahr (Kat. W4.FOS.1a)									
		1992	1993	1994	1995	1996	2008	2009	2010	2011	2012
1	Erdgas	89.3%	90.6%	88.4%	87.2%	85.2%	85.7%	88.3%	89.1%	90.1%	90.6%
2	Propan	1.3%	1.0%	1.4%	2.4%	2.4%	2.9%	3.0%	3.2%	3.2%	3.0%
6	Diesel, Heizöl	9.4%	8.4%	10.2%	10.4%	12.4%	11.4%	8.6%	7.7%	6.7%	6.5%
	<b>Total</b>	<b>100.0%</b>	<b>100.0%</b>	<b>100.0%</b>	<b>100.0%</b>	<b>100.0%</b>	<b>100.0%</b>	<b>100.0%</b>	<b>100.0%</b>	<b>100.0%</b>	<b>100.0%</b>

Co.	Hauptenergieträger	Energieträgersplit für die Aufteilung des Energieverbrauchs									
		Erhebung mäss Split per Ende des Vorjahr									
		1992	1993	1994	1995	1996	2008	2009	2010	2011	2012
1	Erdgas	<b>89.9%</b>	<b>91.6%</b>	90.6%	88.4%	87.2%	82.5%	85.7%	88.3%	89.1%	90.1%
2	Propan	<b>2.5%</b>	<b>2.3%</b>	1.0%	1.4%	2.4%	2.8%	2.9%	3.0%	3.2%	3.2%
6	Diesel, Heizöl	<b>7.6%</b>	<b>6.1%</b>	8.4%	10.2%	10.4%	14.7%	11.4%	8.6%	7.7%	6.7%
	<b>Total</b>	<b>100.0%</b>	<b>100.0%</b>	<b>100.0%</b>	<b>100.0%</b>	<b>100.0%</b>	<b>100.0%</b>	<b>100.0%</b>	<b>100.0%</b>	<b>100.0%</b>	<b>100.0%</b>

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

Ze.			1992	1993	1994	1995	1996	2008	2009	2010	2011	2012	Kommentar resp. Berechnung:
[1]	VBSTD elektr. (Brutto)	h/a		*3'070			4'150	4'150	4'150	4'150	4'150	4'150	Auswertung gemäss Stichprobenerh. (Betriebsjahre 1996/97; s. Ausgabe 1997 vom Sept. 1998)
[2]	VBSTD elektr. (Netto)	h/a		**2'948	3'292	3'636	3'980	3'980	3'980	3'980	3'980	3'980	= [1] * 0.96 (Abzug Eigenverbrauch BHKW von 4%; s.u.); Jahre 94+95 interpoliert
[4]	VBSTD Input	h/a		**3'045	3'344	3'693	4'042	4'038	4'039	4'040	4'039	4'039	= ([2] * [7]) / [13] / [6]
[5]	VBSTD therm.	h/a		**2'992	3'225	3'562	3'897	3'891	3'893	3'894	3'894	3'892	= ([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	268.8	251.7	239.9	221.8	225.7	
[7]	elektrisch	MW		25.6	32.4	43.7	55.0	92.9	86.1	81.4	75.5	77.9	
[8]	thermisch	MW		44.2	56.5	76.5	94.4	147.1	139.5	133.6	123.1	124.2	
	theoretische Wirkungsgrade:												
[9]	Total			87.2%	88.0%	88.5%	88.4%	89.3%	89.7%	89.6%	89.6%	89.5%	= [10] + [11]
[10]	elektrisch			32.1%	32.0%	32.2%	32.6%	34.6%	34.2%	33.9%	34.1%	34.5%	= [7] / [6]
[11]	thermisch			55.2%	56.0%	56.3%	55.9%	54.7%	55.4%	55.7%	55.5%	55.0%	= [8] / [6]
	Jahresnutzungsgrade:												
[12]	Total			84.7%	85.5%	86.0%	85.9%	86.8%	87.2%	87.1%	87.1%	87.0%	= [13] + [14]
[13]	elektrisch			31.6%	31.5%	31.7%	32.1%	34.1%	33.7%	33.4%	33.6%	34.0%	= [10] - 0.5% (Erfahrungswert)
[14]	thermisch			53.2%	54.0%	54.3%	53.9%	52.7%	53.4%	53.7%	53.5%	53.0%	= [11] - 2% (Erfahrungswert)

### Umrechnung der Vollbetriebsstunden (VBSTD) der Bruttostromproduktion auf Nettostromproduktion:

Der Eigenstromverbrauch aller fossiler BHKW beträgt rund 2%.

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

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

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

Erstellungsdatum: 06.09.13

G:\2013\1013\KW-Ausw\Jahr\_Typ3+2\_2012.xls\FOS.1a BerTabF2d

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

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

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

Zeile		1992	1993	1994	1995*	2008	2009	2010	2011	2012	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	39'931	42'150	44'649	82'990	82'534	83'777	84'254	84'831	Auswertung Klein-WKK-Datenbank E+P
[2]	elektrische Leistung	kW	10'869	11'896	12'447	13'230	27'075	27'239	28'010	28'389	28'986	Auswertung Klein-WKK-Datenbank E+P
[3]	thermische Leistung	kW	20'684	22'690	24'107	25'472	44'633	44'541	44'783	44'919	44'897	Auswertung Klein-WKK-Datenbank E+P
A.2 theoretische Wirkungsgrade												
[4]	Total		86.5%	86.6%	86.7%	86.7%	86.4%	87.0%	86.9%	87.0%	87.1%	= [5] + [6]
[5]	elektrisch		29.8%	29.8%	29.5%	29.6%	32.6%	33.0%	33.4%	33.7%	34.2%	= [2] / [1]
[6]	thermisch		56.7%	56.8%	57.2%	57.0%	53.8%	54.0%	53.5%	53.3%	52.9%	= [3] / [1]
[5a]	Abzug beim elektr. Wirkungsgrad		2.0%	2.0%	2.0%	2.0%	2.0%	2.0%	2.0%	2.0%	2.0%	Erfahrungswert für Herleit. des Jahresnutz. grades
[6a]	Abzug beim therm. Wirkungsgrad		4.0%	4.0%	4.0%	4.0%	4.0%	4.0%	4.0%	4.0%	4.0%	Erfahrungswert für Herleit. des Jahresnutz. grades
A.3 Jahresnutzungsgrade												
[7]	Total		80.5%	80.6%	80.7%	80.7%	80.4%	81.0%	80.9%	81.0%	81.1%	= [8] + [9]
[8]	elektrisch		27.8%	27.8%	27.5%	27.6%	30.6%	31.0%	31.4%	31.7%	32.2%	= [5] - [5a] (Erfahrungswert)
[9]	thermisch		52.7%	52.8%	53.2%	53.0%	49.8%	50.0%	49.5%	49.3%	48.9%	= [6] - [6a] (Erfahrungswert)
A.4 Vollbetriebstunden												
[10]	Input-Leistung	h/a	4'645	4'645	4'604	4'559	4'270	4'267	4'263	4'261	4'257	= [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	1993 + 2001 = Erhebung; 94-00 = Interpolation
[12]	thermische Leistung	h/a	4'317	4'318	4'282	4'240	3'952	3'950	3'944	3'941	3'935	= [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	6'453	6'057	5'780	5'780	1'057	846	670	670	670	Auswertung Klein-WKK-Datenbank E+P
[22]	mechanische Leistung	kW	2'081	1'943	1'833	1'833	320	255	197	197	197	Auswertung Klein-WKK-Datenbank E+P
[23]	thermische Leistung	kW	3'443	3'237	3'093	3'093	570	451	358	358	358	Auswertung Klein-WKK-Datenbank E+P
B.2 theoretische Wirkungsgrade												
[24]	Total		85.6%	85.5%	85.2%	85.2%	84.2%	83.5%	82.8%	82.8%	82.8%	= [25] + [26]
[25]	mechanisch		32.2%	32.1%	31.7%	31.7%	30.3%	30.2%	29.4%	29.4%	29.4%	= [22] / [21]
[26]	thermisch		53.4%	53.4%	53.5%	53.5%	53.9%	53.3%	53.4%	53.4%	53.4%	= [23] / [21]
B.3 Jahresnutzungsgrade												
[27]	Total		79.6%	79.5%	79.2%	79.2%	78.2%	77.5%	76.8%	76.8%	76.8%	= [28] + [29]
[28]	mechanisch		30.2%	30.1%	29.7%	29.7%	28.3%	28.2%	27.4%	27.4%	27.4%	= [25] - 2 % (Erfahrungswert)
[29]	thermisch		49.4%	49.4%	49.5%	49.5%	49.9%	49.3%	49.4%	49.4%	49.4%	= [26] - 4 % (Erfahrungswert)
B.4 Vollbetriebstunden												
[30]	Input-Leistung	h/a	5'455	5'457	5'408	5'358	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	4'725	4'724	4'715	4'715	4'715	= [30] * [21] * [28] / [22]
[32]	thermische Leistung	h/a	5'046	5'049	5'003	4'957	4'684	4'679	4'680	4'680	4'680	= [30] * [21] * [29] / [23]
												* 1992/93: = [31] * [22] / [28] / [21]
<b>C. Kat. W4.ARA.1a (Total BHKW und Gebläseantriebe)</b>												
C.1 Leistungen am Jahresende												
[40]	Input-Leistung	kW	42'910	45'988	47'930	50'429	84'047	83'380	84'447	84'925	85'501	
[41]	elektrische Leistung	kW	10'869	11'896	12'447	13'230	27'075	27'239	28'010	28'389	28'986	
[42]	mechanische Leistung	kW	2'081	1'943	1'833	1'833	320	255	197	197	197	
[43]	thermische Leistung	kW	24'127	25'927	27'200	28'566	45'203	44'991	45'141	45'277	45'255	
C.2 Vollbetriebstunden												
[44]	Input-Leistung	h/a	4'767	4'752	4'701	4'651	4'280	4'275	4'269	4'267	4'263	= (([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	= [11]
[46]	mechanische Leistung	h/a	5'117	5'117	5'066	5'020	4'725	4'724	4'715	4'715	4'715	= [31]
[47]	thermische Leistung	h/a	4'421	4'409	4'364	4'317	3'961	3'958	3'950	3'947	3'941	= (([10] * [1] + [30] * [21]) / ([1] + [21]))

Erstellungsdatum: 06.09.13

G:\2013\1013\KW-Ausw\Jahr\_Typ3+2\_2012.xls\ARA.1a BerTabF2e

**Tabelle F.2e Herleitung der Vollbetriebstunden ab 1993 der Kategorie W4.ARA.1a (Spalte C in Statistik Typ 3)**  
Die mittleren elektrischen Vollbetriebstunden des Betriebsjahres 2001 wurden im Rahmen einer Auswertung einer neueren Erhebung von Kläranlagen-Betriebsdaten ermittelt [ARA 2003]. Aufgrund der Abnahme von ca. 8% gegenüber den zuletzt erhobenen Jahresdaten aus den Betriebsjahren 1992/93 mussten die Vorjahreswerte schrittweise reduziert werden.

## F.2.4 Typ 2 der Jahresstatistik

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

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

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

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

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

## G. Literatur- und Quellenverzeichnis

- [Thermisch] U. Kaufmann: 'Thermische Stromproduktion und Wärmekraftkopplung (WKK) in der Schweiz'; Ausgabe 2011; November 2012, 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'; Ausgabe 2011; Dezember 2012, 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