



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für
Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation UVEK

Bundesamt für Energie BFE
Sektion Analysen und Perspektiven

November 2012

Thermische Stromproduktion inklusive Wärme­kraftkopplung (WKK) in der Schweiz

Ausgabe 2011



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

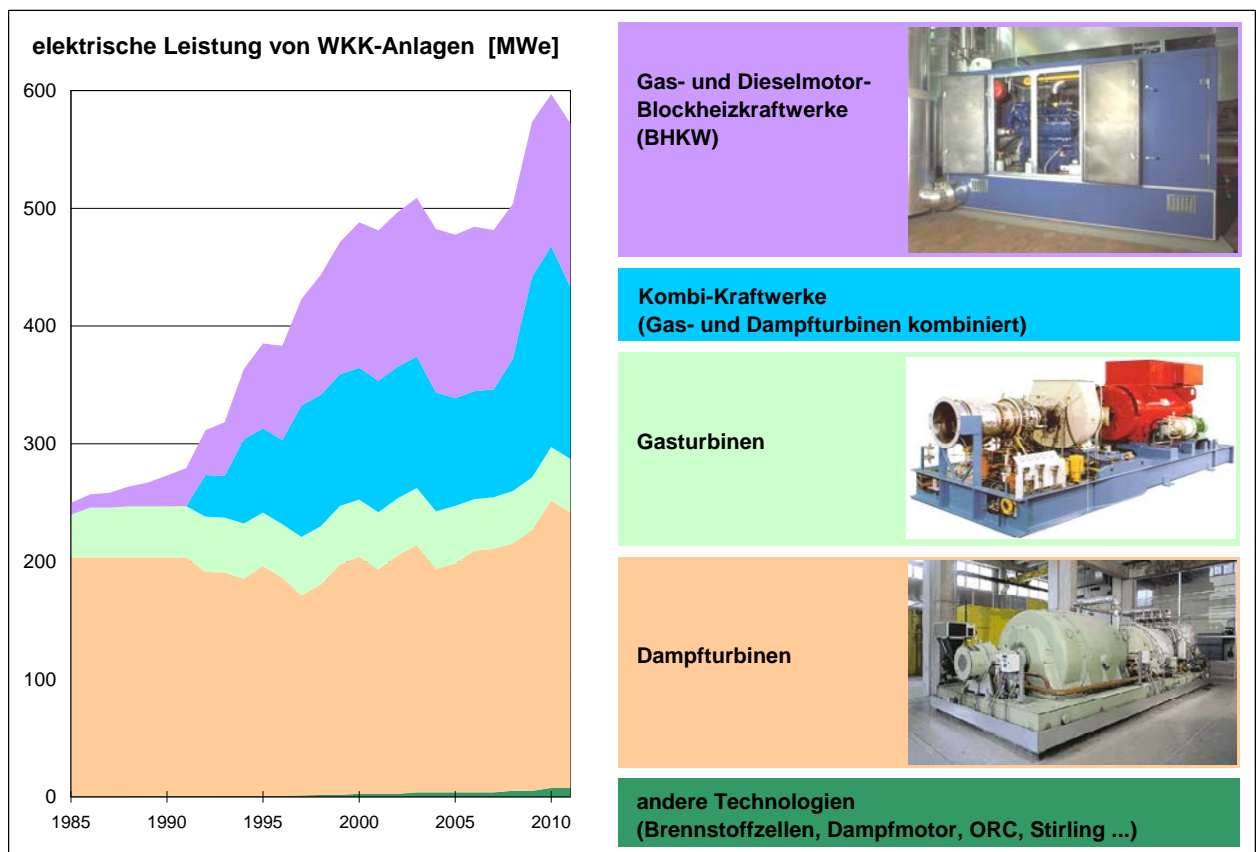
Mühlestrasse 4, CH-3063 Ittigen • Postadresse: CH-3003 Bern
Tel. 031 322 56 11, Fax 031 323 25 00 • office@bfe.admin.ch • www.admin.ch/bfe

Bundesamt für Energie

Thermische Stromproduktion inklusive Wärmekraftkopplung (WKK) in der Schweiz 1990 bis 2011

Ausgabe 2011

20. November 2012



Auftraggeberin

Bundesamt für Energie
Sektion Analysen und Perspektiven
Frau Jasmin Gülden Sterzl
3003 Bern

Inhaltsverzeichnis

1.	Zusammenfassung	3
1.	Résumé	7
2.	Einleitung	11
2.1	Ausgangslage	11
2.2	Technologien und Einsatzbereiche von WKK-Anlagen	13
2.3	Definition Wärmekraftkopplung (WKK)	14
2.4	Anlagekategorien	16
3.	Thermische Stromerzeugung	17
3.1	Anlagen und elektrische Leistungen	17
3.2	Stromproduktion 1990 - 2011	18
3.3	Energieträger 2011	20
4.	Wärmekraftkopplung (WKK)	21
4.1	Übersicht	21
4.2	Energieträger 2011	23
4.3	Auswertung nach Kantonen	24
5.	Gross-WKK-Anlagen	26
5.1	Übersicht	26
5.2	Industrie u.a.	26
5.3	Fernheizkraftwerke u.a.	27
6.	Klein-WKK-Anlagen	28
6.1	Bestand und Energie	28
6.2	Einsatzgebiete	34
6.3	Schadstoffreduktionsmassnahmen	36
6.4	Jährliche Neuinbetriebnahmen	38
7.	Spezialauswertungen therm. Stromproduktion	40
7.1	Kehrichtverbrennungsanlagen (KVA)	40
7.2	Deponiegasnutzung	42

Impressum

Projektnummer: 12.1012.1
Verfasser: Urs Kaufmann
Telefon: 061 927 42 67
E-Mail: urs.kaufmann@eicher-pauli.ch

Freigabe: Jasmin Gülden Sterzl, BFE

Dokumentation

Stand: Fassung vom 20.11.2012 08:22:00
Ablage: G:\2012\1012\4-Dok\WKK-2011.doc

Anhang	44
A. Thermische Stromerzeugung	45
A.1 Zeitreihen 1990 - 2011	45
A.2 Energieträgersplit 2011	45
A.3 Bruttoenergieverbrauch der Anlagen mit thermischem Stromverbrauch 2011	45
A.4 Bruttoenergieverbrauch für die thermische Stromproduktion 2011	45
B. Wärmekraftkopplung (WKK)	52
B.1 Zeitreihen elektrische Leistungen 1970 - 2011	52
B.2 Kantonale Verteilung	52
C. Gross-WKK-Anlagen	56
D. Klein-WKK-Anlagen	59
D.1 Jahresstatistiken 2011	59
D.2 Zeitreihen 1986 - 2011	59
E. Spezialauswertungen	68
E.1 Kehrichtverbrennungsanlagen	68
E.2 Deponiegasnutzung	68
F. Erläuterungen zur Statistik	74
F.1 Gross-WKK-Statistik	75
F.2 Klein-WKK-Statistik	76
G. Literatur- und Quellenverzeichnis	84

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 2011 wurden in der Schweiz insgesamt 62'881 GWh Elektrizität erzeugt. Davon stammen 3'579 GWh, also gut 5.7 % aus den Generatoren von thermischen Stromerzeugern (ohne Kernkraftwerke). Dieses Ergebnis stammt aus der vorliegenden Untersuchung, die im Auftrag des Bundesamtes für Energie (BFE) durchgeführt wurde. Das Ziel war, alle thermischen Stromproduktionsanlagen statistisch zu erfassen und deren Energieproduktion im Jahre 2011 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 2011 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 2011	Inst. el. Leist. Ende 2011 [MWe]	Stromproduktion 2011 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	5	0.5	3.9	0%
		T4	Kehrichtverbrennungsanlagen (KVA ohne WKK*)	24	276.5	1'568.5	44%
		Subtotal Nicht-WKK-Anlagen			49	352.0	1'582.4
	Klein-WKK	W1	Kehrichtverbrennungsanlagen (KVA mit WKK*)	6	72.5	349.6	10%
		W2	Gross-WKK in Industrie u.a.** (Industrie, Dienstleistungen, Energiesektor)	21	248.1	869.0	24%
		W3	Fernheizkraftwerke u.a.**	14	107.0	210.1	6%
		W4	stromproduzier. Klein-WKK (BHKW < 10MW _e und Gasturbinen < 1MW _e)	945	144.6	567.5	16%
		W5	nicht stromprod. Klein-WKK (Gas-/Dieselmotor-Wärmepumpen)	(12)	0.0	0.0	0%
Subtotal WKK-Anlagen (ohne W5)			986	572.2	1'996.2	56%	
Total gesamte thermische Stromproduktion			1'035	924.2	3'578.7	100%	

Stand: 20.11.2012

G:\2012\1012\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 2011 haben insgesamt 1'035 Anlagen zur thermischen Stromproduktion beigetragen (Tabelle 1.1). Den grössten Anteil stellt mit 945 Anlagen die Gruppe Klein-WKK, 41 Anlagen gehören der Kategorie Gross-WKK an. Seit anfangs der neunziger Jahre wurden netto insgesamt 670 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 924 MW elektrische Leistung in thermischen Stromerzeugern installiert. Alle WKK-Anlagen gemeinsam steuern 572 MWe bei, davon sind rund 75 % in Gross-WKK-Anlagen zu finden.

Hier wiederum sind es vor allem die Dampfturbinen, die den Löwenanteil ausmachen. Rund 234 MWe stehen in den Generatoren dieser Kategorie zur Stromproduktion bereit (Bild 1.2). Anfangs der neunziger Jahre erlebten die Kombianlagen einen Boom. Bei dieser Technologie wird einer Gasturbine ein Hochdruckabhitzekeessel mit Dampfturbine nachgeschaltet.

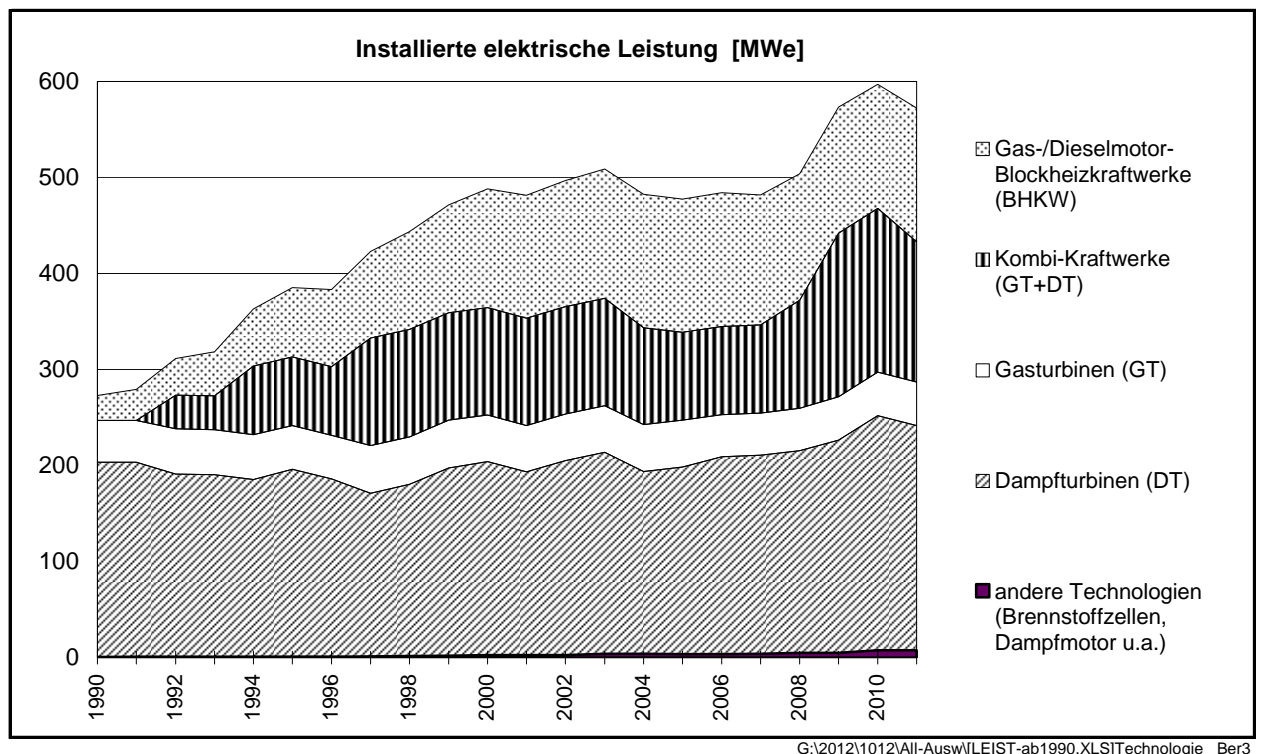


Bild 1.2 Entwicklung der elektrischen Leistung der WKK-Anlagen unterschieden nach Technologien

Fast alle haben zugelegt

Die Stromproduktion der thermischen Kraftwerke konnte von 1'524 MWh im Jahr 1990 auf 3'579 MWh im Jahr 2011 gesteigert werden (Bild 1.3). Zu diesem Ergebnis beigetragen haben in den neunziger Jahren vor allem die WKK-Anlagen. Diese haben 2011 gemeinsam 1'996 GWh Strom in die Netze der Betreiber geliefert, davon die 'Kleinen' allein 568 GWh (Bild 1.3). Das Wachstum der vergangenen 10 Jahre wurde fast ausschliesslich in Kehrlichtverbrennungsanlagen erzielt. Zusätzlich führte ein neues Kombi-Kraftwerk im Wallis zu einer beachtlichen Zunahme der WKK-Stromproduktion im Jahre 2010.

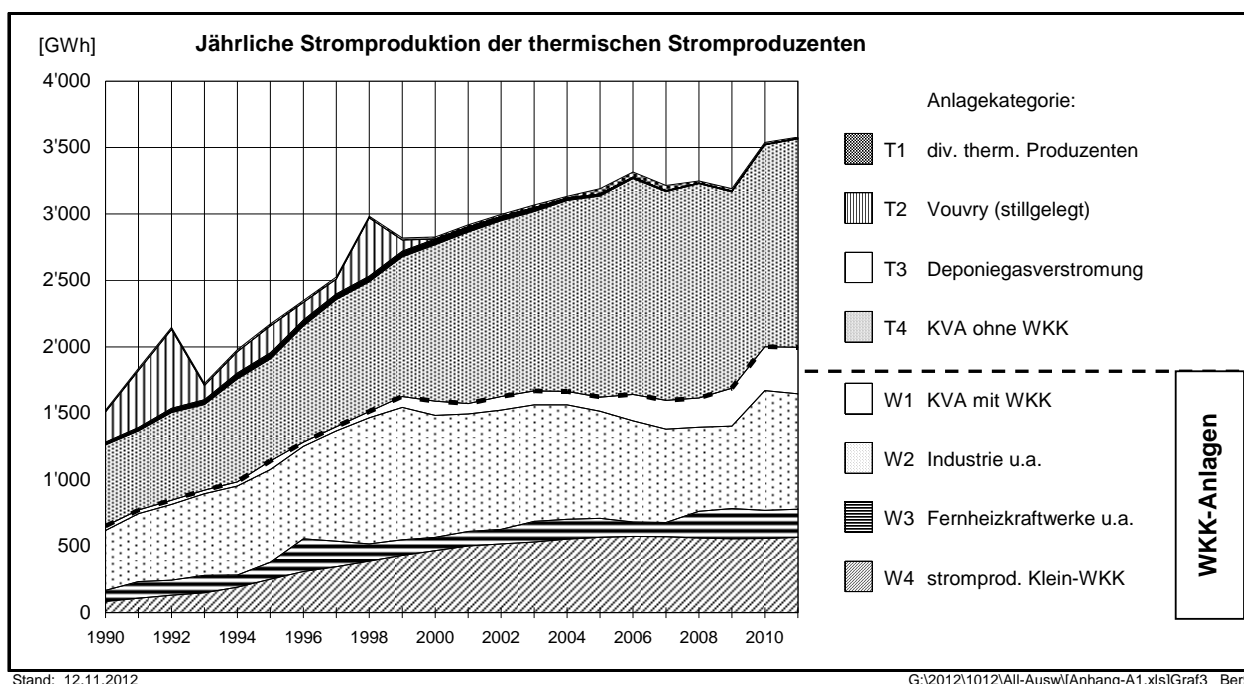


Bild 1.3 Entwicklung der thermischen Stromproduktion

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 (12 % in fossilen BHKW, 9 % in Biogasanlagen) eingesetzt. Bürogebäude (6 %), Wärmeverbundenanlagen (12 %), Wohngebäude (8 %) sowie Spitäler und Heime (7 %) sind weitere wichtige Einsatzgebiete von Klein-WKK-Anlagen.

Erfreulich ist die Tatsache, dass 39 % der zum Betrieb der Anlagen benötigten Energie aus regenerativen Energiequellen stammt. Dies sind primär die erneuerbaren Anteile der Abfälle in Kehrichtverbrennungsanlagen und Industriebetrieben sowie etwa 6 % Biogase (Bild 1.4).

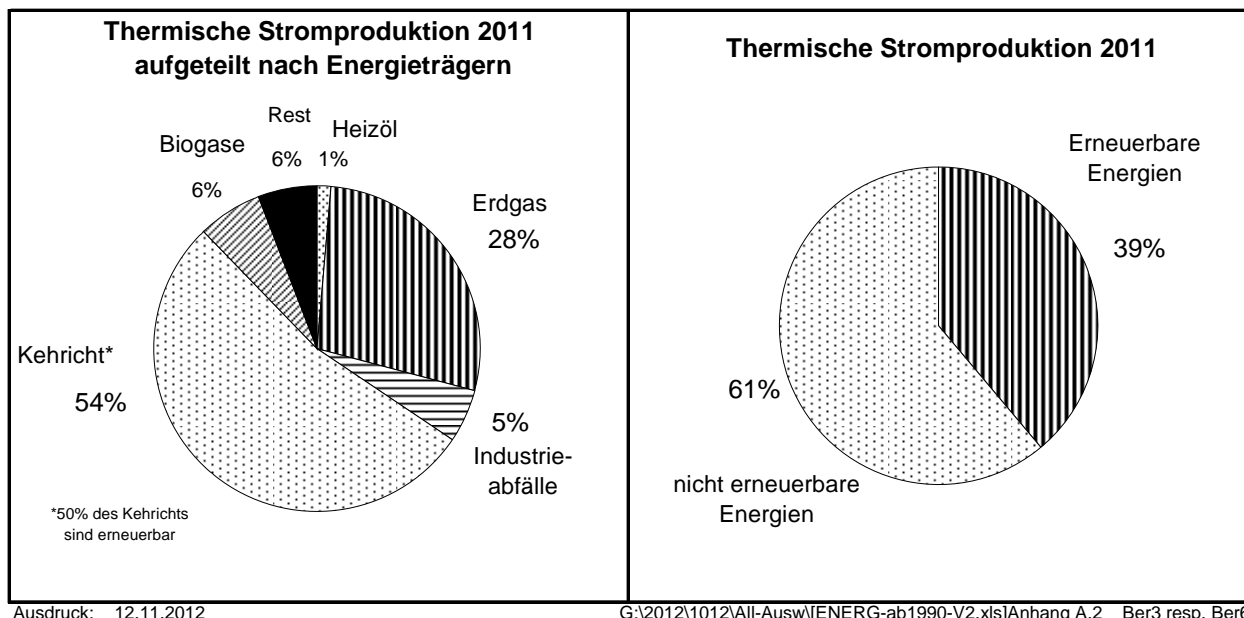


Bild 1.4 Aufteilung der thermischen Stromproduktion des Jahres 2011 nach Energieträgern

Die Spitzenreiter

Im Mittel wurden in der Schweiz im Jahr 2011 pro Kopf der Bevölkerung 254 kWh Strom mit WKK-Anlagen produziert. Die Kantone Wallis und Basel-Stadt sind dabei mit 1'900 und 1'039 kWh pro Kopf die Spitzenreiter. Die nächsten beiden Plätze werden von den Kantonen Graubünden (501 kWh) und Basel-Landschaft (362 kWh) eingenommen.

1. Résumé

En 2011, la Suisse a produit 62'881 GWh d'électricité. 3'579 GWh, soit 5.7 % 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 2011. 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 2011, 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 2011	Puissance installée Fin 2011 [MWe]	Prod. de courant en 2011 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	5	0.5	3.9	0%
		T4	Usines d'incinération des ordures (UIOM sans CCF*)	24	276.5	1'568.5	44%
		Sous-total sans install. CCF			49	352.0	1'582.4
	Petits CCF	W1	Usines d'incinération des ordures (UIOM avec CCF*)	6	72.5	349.6	10%
		W2	Grands CCF en industrie et divers** (industrie, services, secteur de l'énergie)	21	248.1	869.0	24%
		W3	Centrales CAD avec CCF et divers**	14	107.0	210.1	6%
		W4	Petites centrales CCF prod. d'élec. (groupes à CCF et turbines à gaz < 1 MW)	945	144.6	567.5	16%
		W5	Petites centrales CCF non prod. d'électricité. (PAC à mot. gaz/diesel)	(12)	0.0	0.0	0%
Sous-total install. CCF (sauf W5)			986	572.2	1'996.2	56%	
Total production thermique d'électricité			1'035	924.2	3'578.7	100%	

Stand: 20.11.2012

G:\2012\1012\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

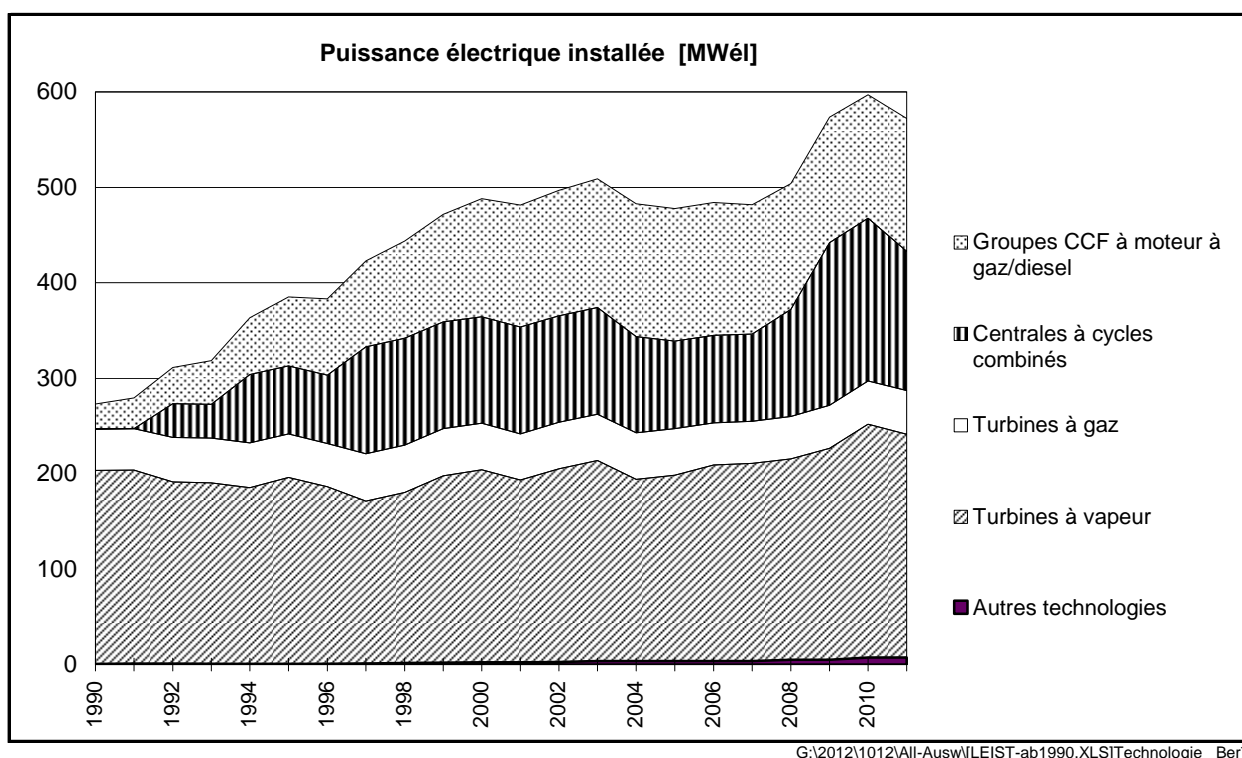
Les "petits" sont remplacés

En 2011, de l'électricité a été fournie par 1'035 équipements thermiques (tab. 1.1). La plupart (945) sont de petits CCF, 41 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 670. 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 924 MW de puissance électrique installée. Les équipements à CCF en produisent 572 MWe, dont 75% dans des grosses unités.

Parmi celles-ci, les turbines à vapeur prédominent largement, fournissant quelque 234 MWe (fig. 1.2). Au début des années 1990, les équipements à cycles combinés ont connu un grand succès. Il s'agit d'installations où une turbine à gaz est suivie d'une chaudière haute pression exploitant les rejets de chaleur pour alimenter une turbine à vapeur.



G:\2012\1012\All-Ausw\LEIST-ab1990.XLS\Technologie Ber7

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

Presque tous ont progressé

La production d'électricité issue d'installations thermiques a passé de 1'524 MWh en 1990 à 3'579 MWh en l'an 2011 (fig. 1.3). La progression réalisée dans les années 90 est due avant tout aux équipements à CCF. En 2011, ceux-ci ont injecté 1'996 GWh de courant dans les réseaux des exploitants, dont 568 GWh en provenance des "petits" (fig. 1.3). En revanche, la croissance enregistrée ces dix dernières années est presque entièrement due à des usines d'incinération des ordures ménagères sans CCF.

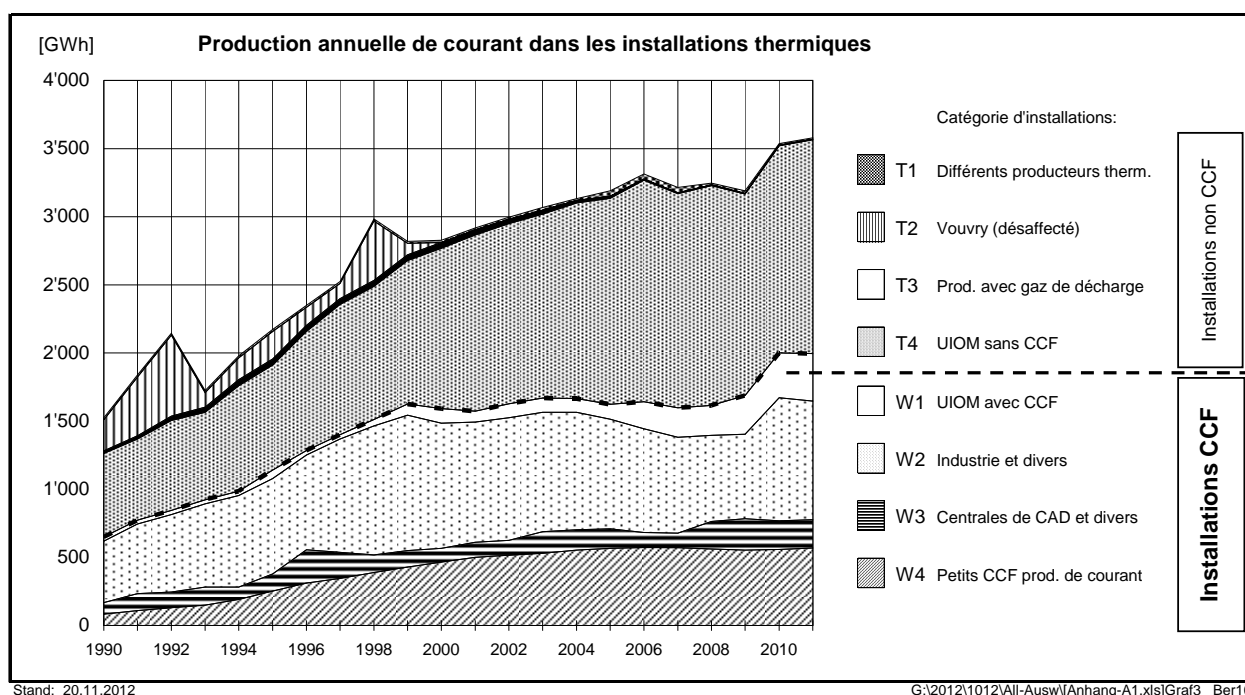


Figure 1.3 Evolution de la production thermique de courant

Station d'épuration ... ou bureaux

Les principaux exploitants de grandes installations à CCF se trouvent dans les industries chimique, du papier et du pétrole.

En revanche, les petits CCF se situent surtout dans les stations d'épuration (21% de la puissance) et dans des entreprises industrielles ou artisanales (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 39% de l'énergie nécessaire à ces installations provient de sources renouvelables. Ce sont surtout les parts renouvelables des déchets dans les UIOM et les entreprises industrielles, plus 6% de biogaz (fig. 1.4).

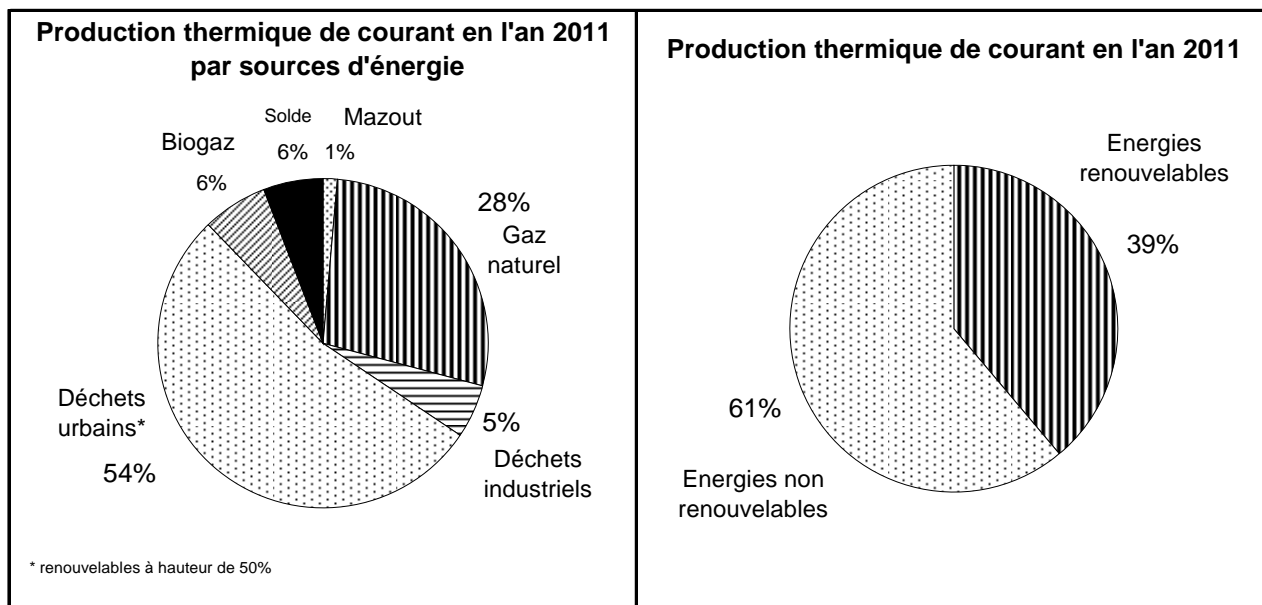


Figure 1.4 Apport des différentes sources d'énergie à la production thermique de courant en 2011

Champions

La production moyenne d'électricité de source CCF en 2011 a été de 254 kWh par tête d'habitant. Avec respectivement 1'900 et 1'039 kWh par personne, les cantons du Valais et de Bâle-Ville en ont fourni la proportion la plus élevée, suivis des Grisons (501 kWh) et de Bâle-Campagne (362 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 2011 in der Schweiz 62'881 Mio. kWh elektrische Energie produziert. Rund 96 % 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 2011. 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.

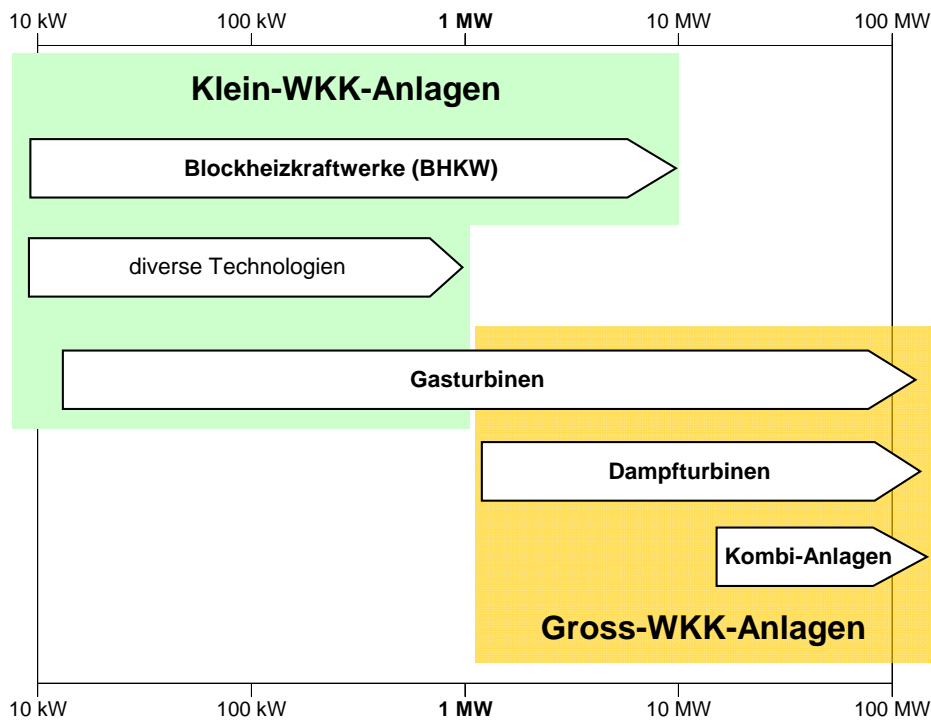
2.2 Technologien und Einsatzbereiche von WKK-Anlagen

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 Kehrriecht 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 Kehrriechtverbrennungsanlagen (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 Wärme¹⁾/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 (Eta_{th} über 50 %), aber nur wenig Strom produziert wird. Diese Anlagen sind in Bild 2.3 als **Heizwerke** bezeichnet.

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

- Der Gesamtnutzungsgrad der Anlage muss mindestens 60 % betragen ($\text{Eta}_{\text{Tot}} \geq 60\%$). Diese anspruchsvolle Bedingung wurde so festgelegt, dass WKK-Anlagen auch in absehbarer Zukunft höhere Gesamtnutzungsgrade als thermische Kraftwerke ohne Abwärmeebenutzung 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.

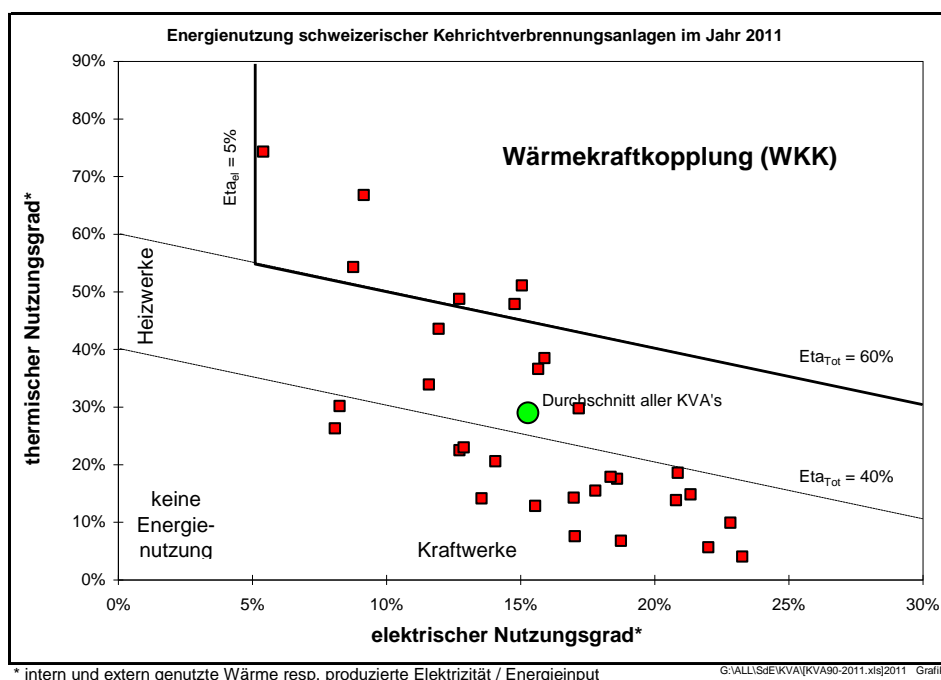


Bild 2.3 Jahresnutzungsgrade der schweizerischen Kehrrechtverbrennungsanlagen im Jahr 2011

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

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

Kommentare:

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

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

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

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

Bild 2.4 Anlagekategorien des vorliegenden Berichtes

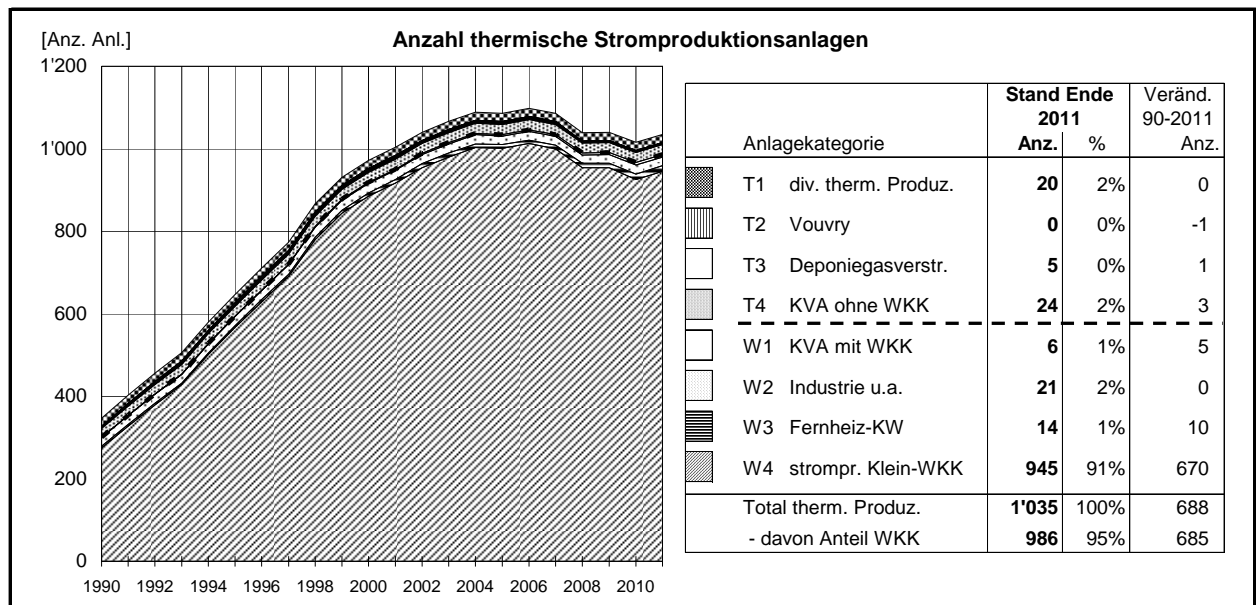
3. Thermische Stromerzeugung

In Kapitel 3 wird die gesamte thermische Stromerzeugung in der Schweiz der Jahre 1990 bis 2011 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 1'035 Anlagen haben im Jahr 2011 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 986 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 670 Anlagen zugenommen, wobei seit 2004 eine Stagnation und ab 2007 sogar ein Rückgang des Anlagenbestandes zu verzeichnen ist.

Ende 2011 waren 1'015 thermische Stromproduktionsanlagen (ohne Kernkraftwerke) in Betrieb.



Stand: 12.11.2012

G:\2012\1012\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 2011 rund 924 MWe (Bild 3.1b). Die elektrische Leistung aller WKK-Anlagen betrug Ende 2011 rund 572 MWe und verharnt damit in etwa auf dem Niveau der vergangenen beiden Jahre.

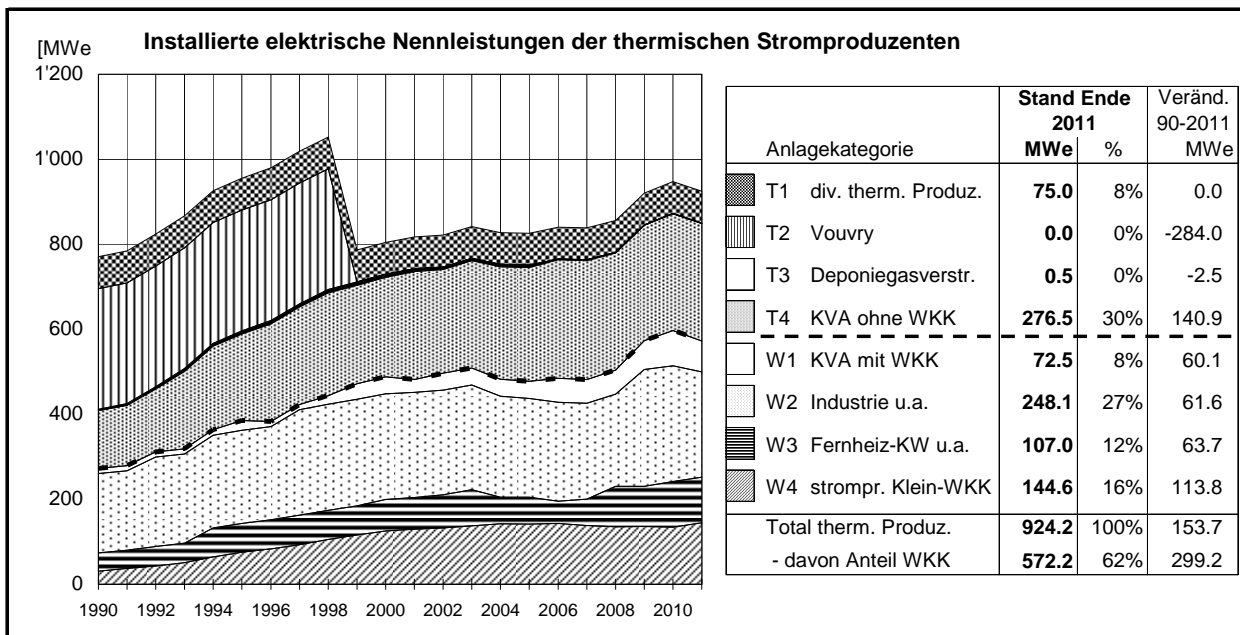


Bild 3.1b Entwicklung der installierten elektrischen Nennleistungen

(siehe Anhang A.1b)

3.2 Stromproduktion 1990 - 2011

Im Jahr 2011 betrug die thermische Stromproduktion in der Schweiz 3'579 GWh (siehe Bild 3.2a). Neben den 33'795 GWh aus Wasserkraftwerken und den 25'560 GWh aus Kernkraftwerken haben die thermischen Stromerzeuger im Jahr 2011 einen Beitrag von rund 5.7 % an die gesamte Landeserzeugung erbracht.

Rund 56 % der thermischen Stromproduktion wurde 2011 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 567 GWh resp. 16 % der thermischen Produktion.

Die anderen 44 % der thermischen Stromproduktion entstanden im Jahr 2011 in Kraftwerken mit geringer oder keiner Abwärmenutzung. Dabei handelt es sich fast ausschliesslich um Kehrichtverbrennungsanlagen.

Die thermische Stromproduktion hat seit 1990 um 2'055 GWh zugenommen. Dies entspricht mehr als einer Verdoppelung seit 1990. Knapp die Hälfte dieser Zunahme entfällt mit 957 GWh auf die Kehrichtverbrennungsanlagen ohne WKK (Kat. T4). Weitere massgebliche Zunahmen verzeichneten die Klein-WKK-Anlagen (Kat. W4, 483 GWh) und zunehmend die Kehrichtverbrennungsanlagen mit WKK (Kat. W1, 318 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 2011 rund 3'579 GWh, 5.73 % der schweizerischen Landeserzeugung.

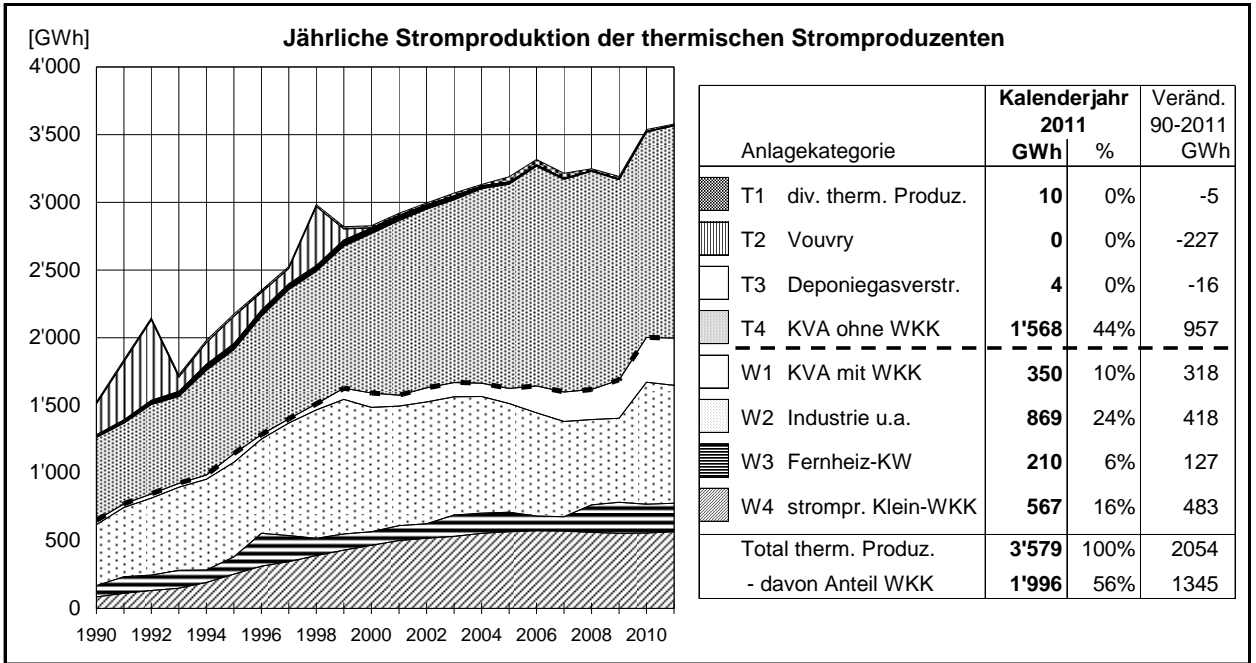


Bild 3.2a Thermische Stromproduktion der Jahre 1990 bis 2011

(siehe Anhang A.1c)

Wie erwähnt, betrug die thermische Stromproduktion des Jahres 2011 gemäss vorliegender Erhebung insgesamt rund 3'579 GWh. In der offiziellen Elektrizitätsstatistik wurde für das gleiche Jahr 3'307 GWh ausgewiesen (3'526 GWh „thermisch und andere“ abzüglich 219 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 2011 resultierte wegen der grossen Dynamik bei den erneuerbaren Energien wieder eine grössere Differenz.

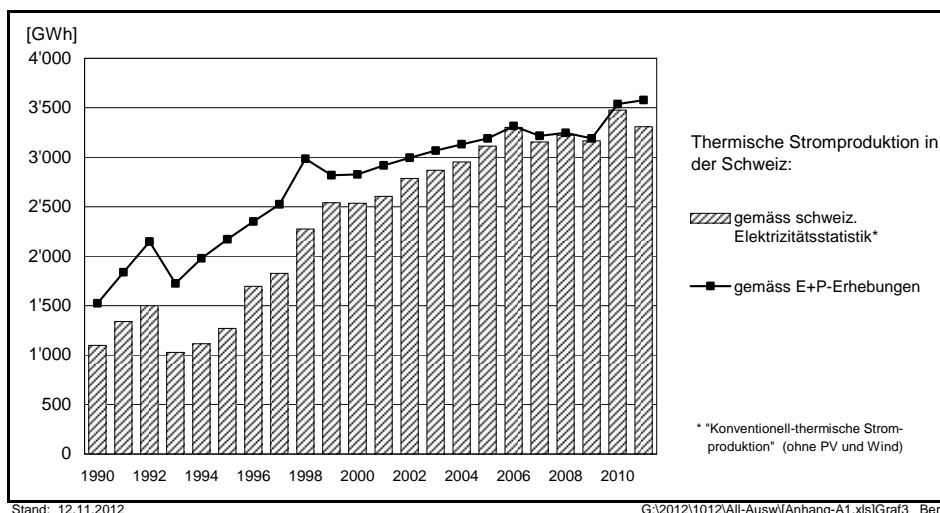


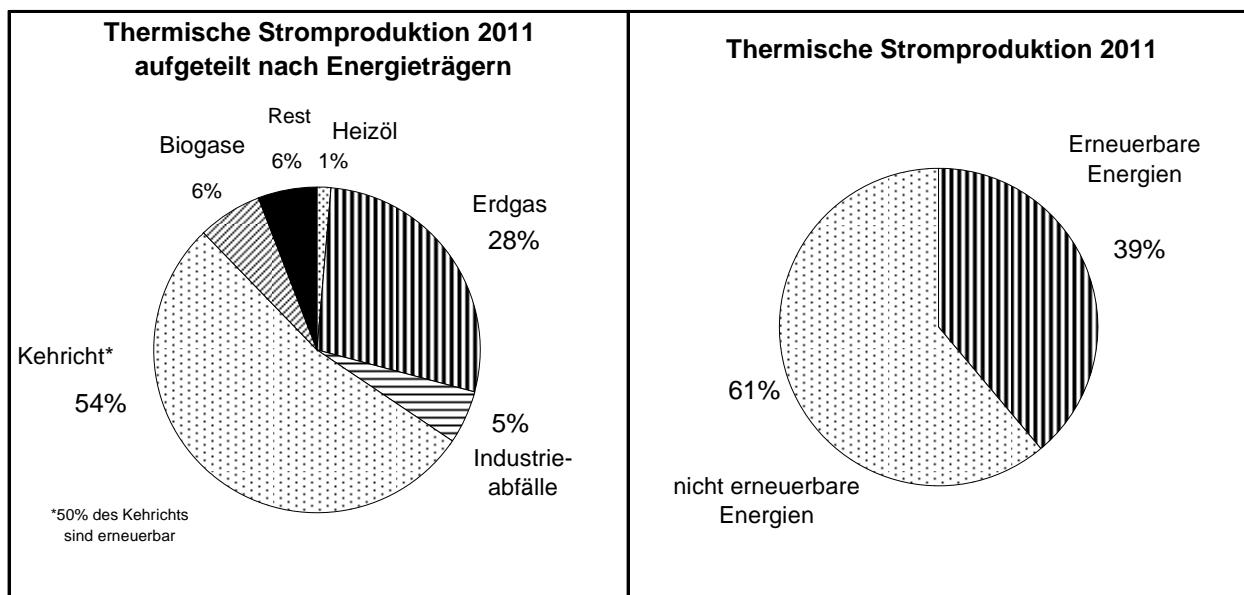
Bild 3.2b Thermische Stromproduktion der Jahre 1990 bis 2011: Vergleich der offiziellen schweizerischen Elektrizitätsstatistik mit den vorliegenden Erhebungsergebnissen

3.3 Energieträger 2011

In Bild 3.3 wird gezeigt, welche Energieträger im Jahre 2011 für die thermische Stromproduktion eingesetzt wurden. Der aus Kehricht stammende Strom weist mit 54 % den grössten Anteil auf. Erdgas (28 %), Industrieabfälle (5 %), Biogase (6 %) 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 (28 %) sind die dominanten Energieträger bei der thermischen Stromproduktion.

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



Ausdruck: 12.11.2012

G:\2012\1012\All-Ausw\([ENERG-ab1990-V2.xls]Anhang A.2 Ber3 resp. Ber6

Bild 3.3 Thermische Stromproduktion 2011 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 2011 waren in der Schweiz 986 WKK-Anlagen mit einer elektrischen Nennleistung von 572 MW in Betrieb. Im Kalenderjahr 2011 haben die WKK-Anlagen 1'996 GWh Elektrizität produziert. Dies entspricht 56 % der thermischen und 3.2 % der gesamten schweizerischen Stromproduktion.

3.2 % der gesamten schweizerischen Stromproduktion stammt aus WKK-Anlagen.

Wie Tabelle 4.1a zeigt, ist die WKK-Anlagenzahl im 2011 im Unterschied zu den Vorjahren wieder um 19 Anlagen angewachsen. Im Durchschnitt der letzten 5 Jahre hat die Anlagenzahl jährlich um 12 Stück abgenommen. Im Gegensatz dazu hat die installierte Leistung der WKK-Anlagen im Jahr 2011 um 25 MW abgenommen. Bei der WKK-Stromproduktion 2011 resultierte gegenüber dem Vorjahr eine minime Abnahme um 4 GWh. Im langjährigen Trend der WKK-Stromproduktion konnte seit 10 Jahren eine Stagnation und zuletzt aber wieder eine 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 in den letzten zwei Jahren. Weiter haben neue Kehrrichtverbrennungsanlagen die angewandte WKK-Limite erreicht und damit die WKK-Stromproduktion der KVA angehoben.

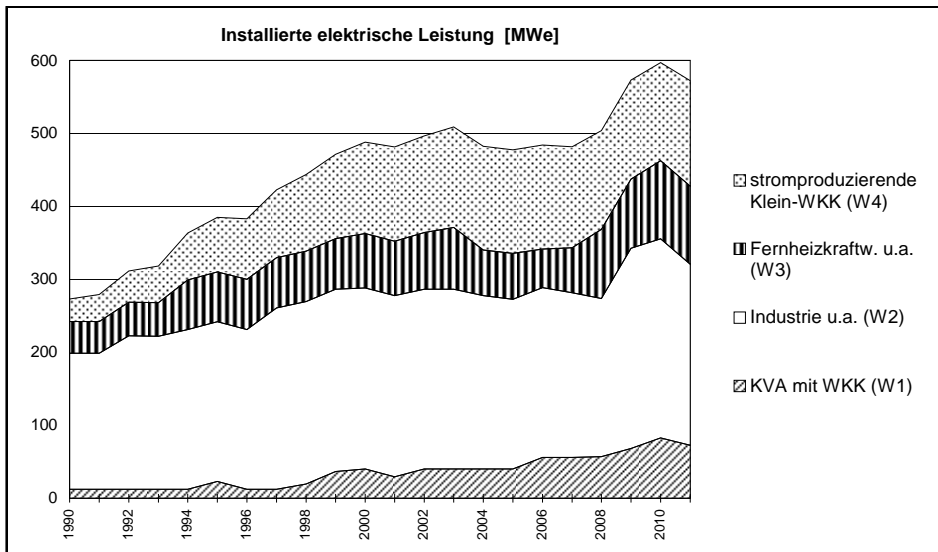
	Total	Jährlicher Zuwachs	
	2011	2011	Ø 2007 - 2011
Anzahl Anlagen*	986	+19	-12.0 Anl./a
Elektrische Leistung*	572 MW _e	-25	+17.6 MW _e /a
Jahresstromproduktion	2'002 GWh	-4	+70.8 GWh/a

* Bestand per Jahresende

Tabelle 4.1a Übersicht über die WKK-Anlagen in der Schweiz
[Anlagekat. W1, W2, W3, W4]

(siehe Anhänge A.1)

Die Entwicklung der elektrischen Nennleistungen aller WKK-Anlagen seit 1990 ist in den zwei nachstehenden Bildern dargestellt.

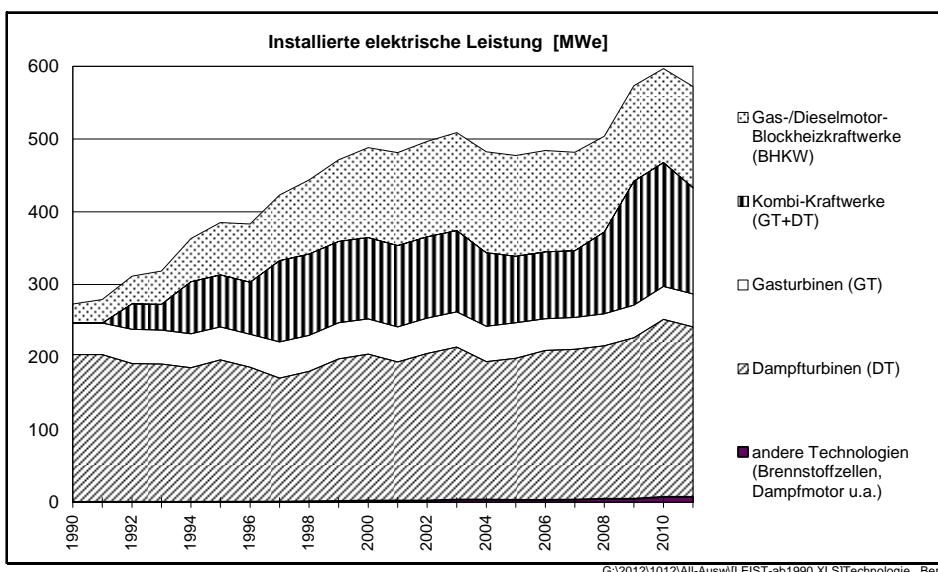


G:\2012\1012\All-Ausw\LEIST-ab1990.XLS\Anlagekategorien (B.1a) Ber22

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

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



G:\2012\1012\All-Ausw\LEIST-ab1990.XLS\Technologie Ber3

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

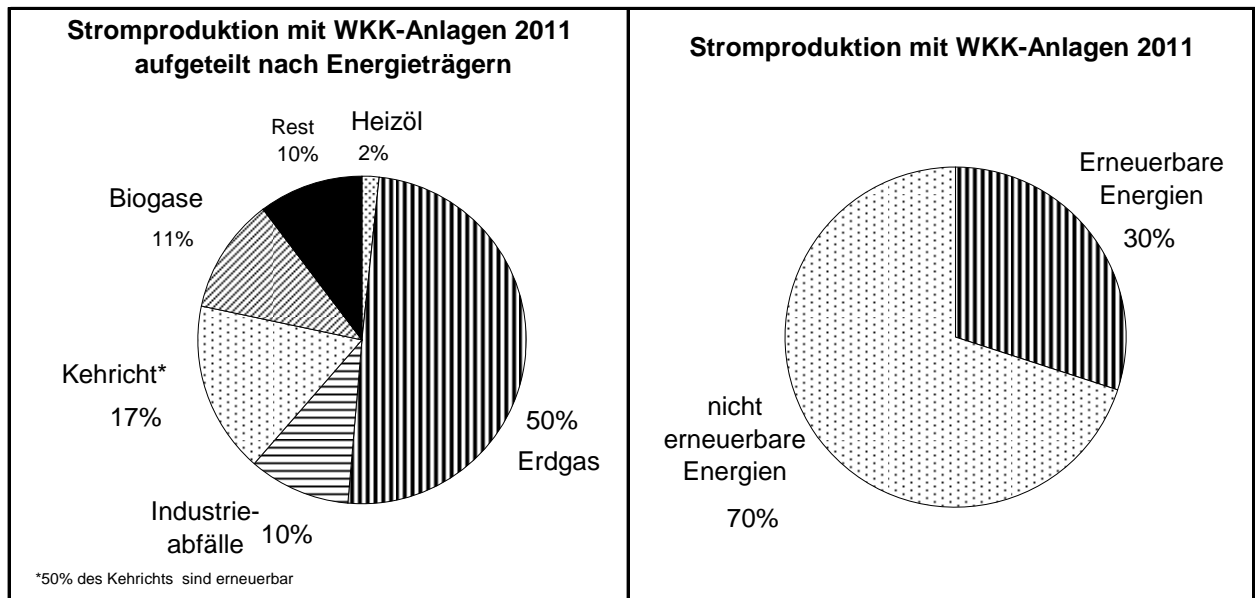
4.2 Energieträger 2011

In Abschnitt 3.3 wurde die gesamte thermische Stromproduktion des Jahres 2011 nach Energieträgern aufgeteilt. In Bild 4.2 findet sich die analoge Aufteilung für die Stromproduktion mit WKK-Anlagen.

Erdgas ist mit 50 % der wichtigste Energieträger. Industrieabfälle und Kehricht sind mit Anteilen von 10 und 17 % weitere wichtige Energieträger bei der Elektrizitätserzeugung in WKK-Anlagen. Die verschiedenen Biogasarten (Klärgas, Deponiegas, Biogas aus Vergärungsanlagen in Landwirtschaft, Gewerbe und Industrie) weisen einen Anteil von 11 % auf.

Insgesamt hat der erneuerbare Anteil an der WKK-Stromproduktion mit 30 % einen neuen Höchstwert erreicht.

Der Hauptenergieträger der WKK-Anlagen ist mit 50 % Anteil eindeutig Erdgas.



G:\2012\1012\All-Ausw\ENERG-ab1990-V2.xls\Anhang A.2 Ber1

Bild 4.2 Aufteilung der WKK-Stromproduktion 2011 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 einer GuD-Anlage in Monthey präsentiert sich der Kanton Wallis seit 2010 als neuer WKK-Spitzenreiter.

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

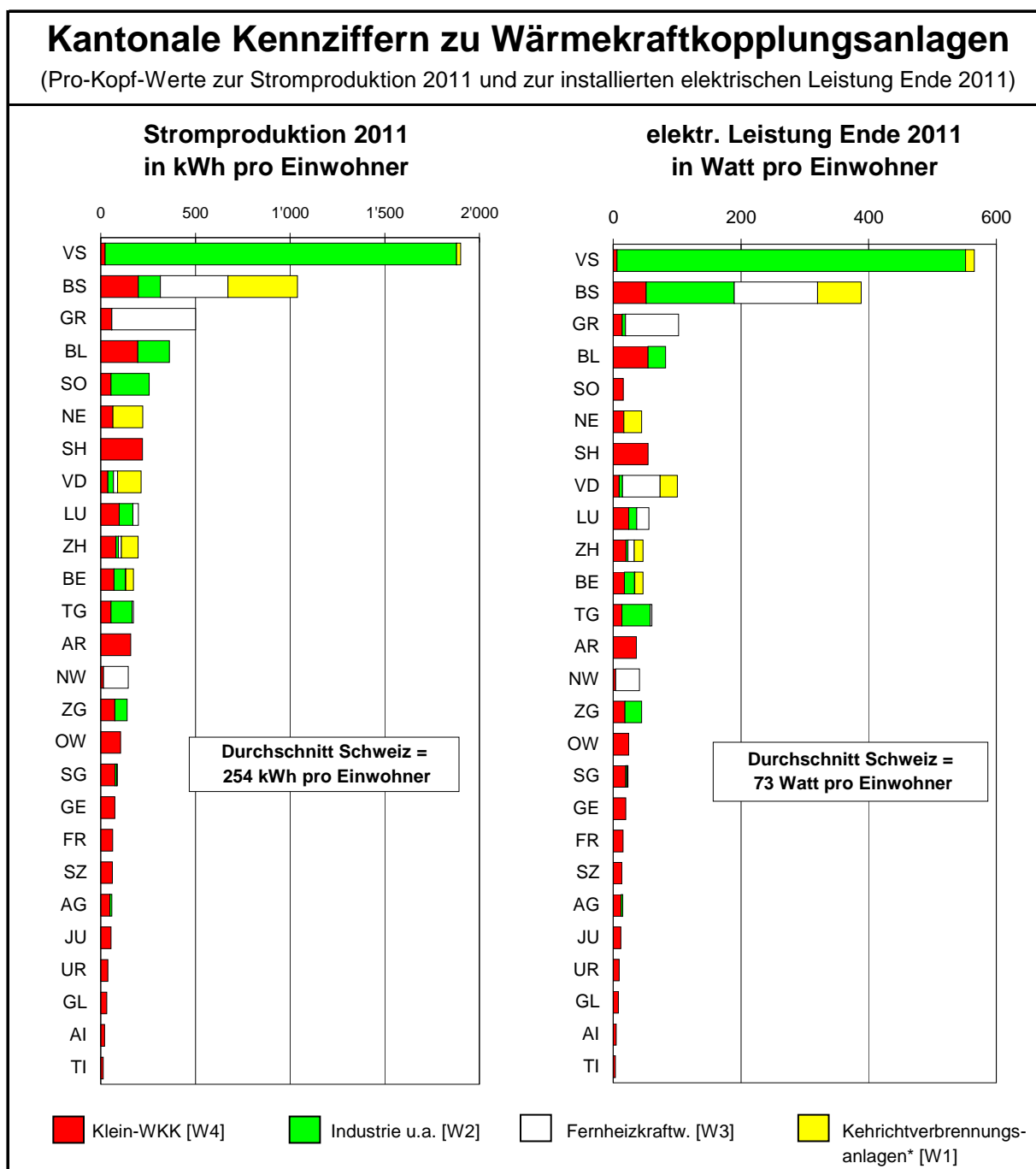


Bild 4.3 Kantonale Pro-Kopf-Werte aller WKK-Anlagen

(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 2011 waren 41 Gross-WKK-Anlagen in Betrieb. Dabei handelt es sich um sechs Anlagen in Kehrlichtverbrennungsanlagen (Kap. 7.1, resp. Bild 2.3), 21 Anlagen im Bereich Industrie u.a. (Kap. 5.2) sowie 14 Anlagen in Fernheizkraftwerken (Kap. 5.3, Anhang A.1a).

72 % der WKK-Stromproduktion wird in Anlagen ab 1 MWe erzeugt (Gross-WKK-Anlagen).

	Total	Jährlicher Zuwachs	
	2011	2011	Ø 2007 - 2011
Anzahl Anlagen*	41	-1	+1.6 Anl./a
Elektrische Leistung*	428 MW _e	-35	+17.2 MW _e /a
Jahresstromproduktion	1'429 GWh	-14	+71.9 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 im 2011 scheint dieser Trend wieder umzukehren.

5.2 Industrie u.a.

Gross-WKK-Anlagen im Bereich Industrie u.a. produzierten im 2011 mit 869 GWh rund 44 % 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.

44 % des WKK-Stroms stammt aus Gross-WKK-Anlagen in Industriebetrieben u.a.

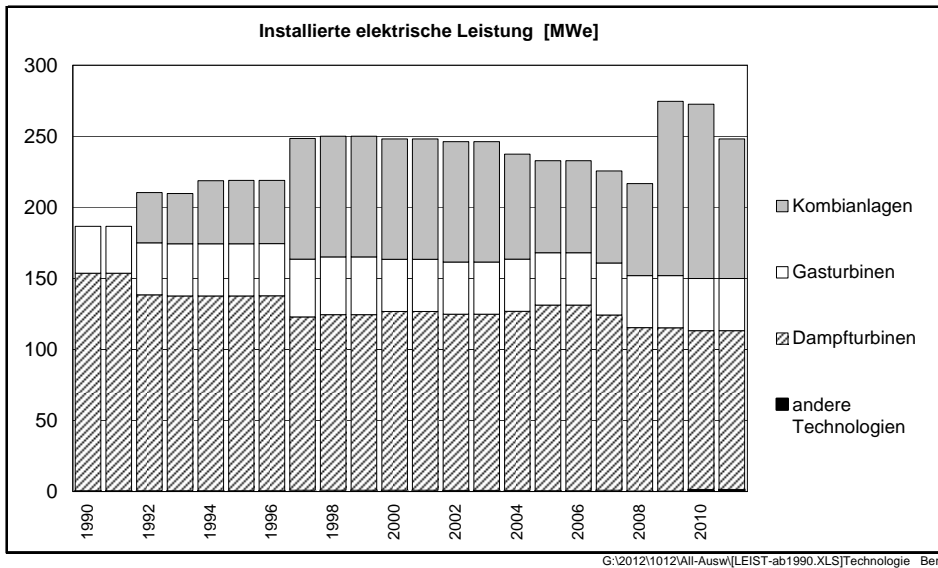


Bild 5.2 Gross-WKK-Anlagen in Industrie u.a. aufgeteilt nach Technologien
(siehe Anhang Ca)

5.3 Fernheizkraftwerke u.a.

Per Ende 2011 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.

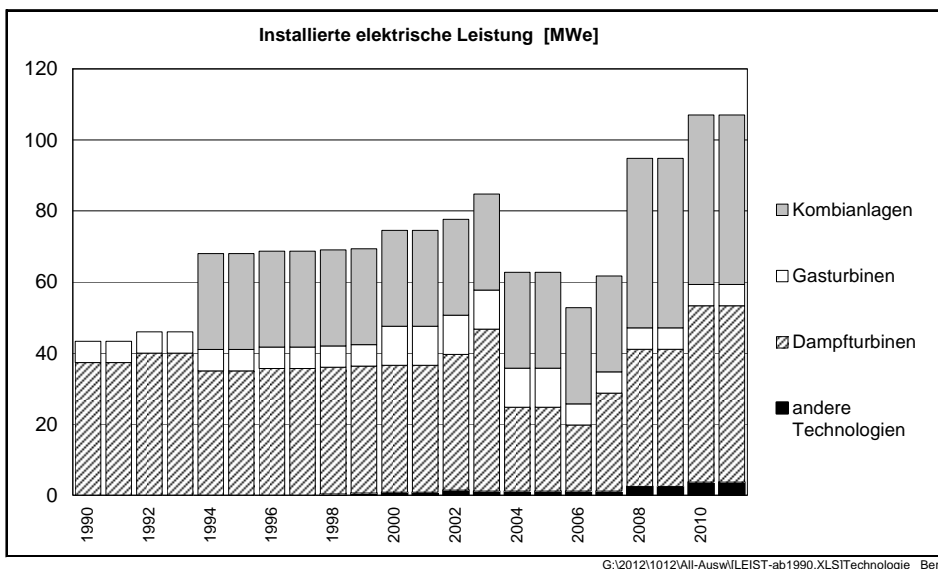


Bild 5.3 Gross-WKK-Anlagen in Fernheizkraftwerken aufgeteilt nach Technologien
(siehe Anhang Cb)

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

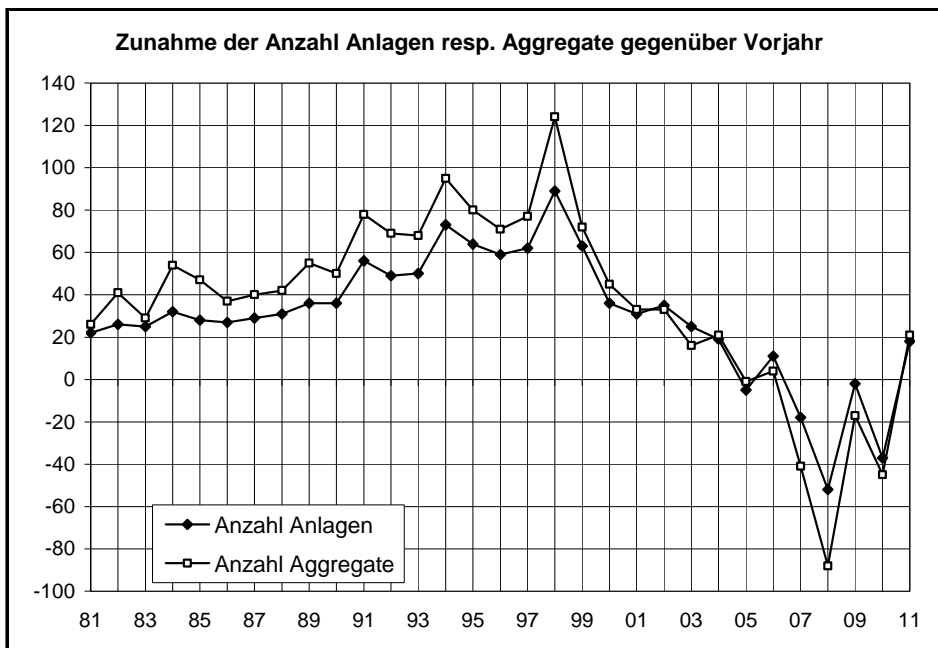
Analog zu den früher separat publizierten Ausgaben der Klein-WKK-Statistik wird im Kapitel 6.1 in der Regel nicht zwischen Klein-WKK-Anlagen mit oder ohne Stromproduktion unterschieden. In den meisten Detailauswertungen im Anhang ist aber eine klare Unterscheidung zwischen stromproduzierenden (Kat. W4, 2011: 945 Anlagen) und nicht stromproduzierenden (Kat. W5, 2011: 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 2011 28 % 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 2011 waren in der Schweiz insgesamt 957 Klein-WKK-Anlagen mit 1'191 Aggregaten in Betrieb. Im Vergleich zum Spitzenjahr 2006 bedeutet dies eine Abnahme um 91 Anlagen und 170 Aggregate. Bild 6.1a zeigt, dass der Bestand im 2011 erstmals wieder leicht angestiegen ist. Im Spitzenjahr 1998 betrug der Zuwachs über 120 Aggregate.



G:\2012\1012\KW-Ausw\AA-ANZ.XLS\Anhang D.2a Ber2

Bild 6.1a Jährliche Zunahme des Klein-WKK-Bestandes

(siehe Anhang D.2a)

6.1.2 Installierte Leistungen

Die 1'191 Klein-WKK-Aggregate, welche Ende 2011 in Betrieb waren, weisen zusammen eine Energie-Inputleistung von 413 MW auf (siehe Tabelle 6.1b). Die maximale elektrische Leistung dieser Klein-WKK-Anlagen beträgt 145 MW. Weitere 0.2 MW werden direkt zum Antrieb von Gebläsen in Kläranlagen genutzt.

Die Klein-WKK-Anlagen konnten Ende 2011 zusammen 221 MW thermische Leistung zur Beheizung von Gebäuden und zur Nutzung als Prozesswärme abgeben.

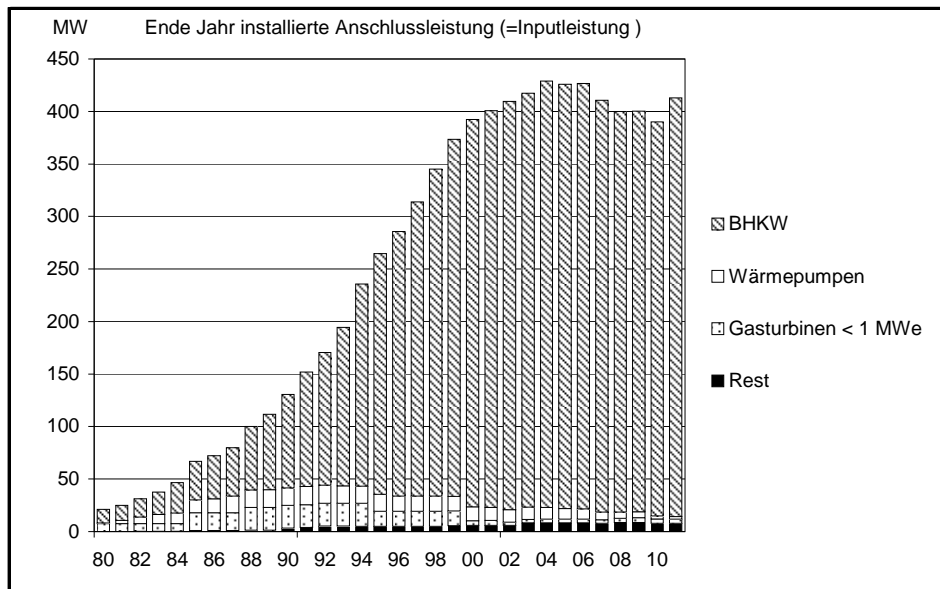
	Total Ende 2011	Jährlicher Zuwachs	
		2011	Ø 2007 - 2011
Anzahl Anlagen	957	18	-18 Anl./a
Anzahl Aggregate	1'191	21	-34 Aggr./a
Energie-Inputleistung	413.0 MW	22.8	-2.7 MW/a
Elektrische Leistung	144.6 MW _e	10.0	0.4 MW _e /a
Mechanische Leistung*	0.2 MW	0.0	-0.1 MW/a
Heizleistung	221.2 MW _{th}	9.5	-4.3 MW _{th} /a

G:\2012\1012\KW-Ausw\Jahr_Typ3+2_2011.xls\RES_WKK2 WKK902

* Wellenleistung von Direkt-Gebläseantrieben in Kläranlagen

Tabelle 6.1b Bestand und installierte Leistungen Ende 2011 sowie Jahreszunahmen 2011 und im Zeitraum 2007 - 2011

Bild 6.1c zeigt die Entwicklung der jeweils Ende Jahr installierten Energie-Inputleistung aufgeteilt nach Klein-WKK-Technologien. Die Leistung der Wärmepumpen und Gasturbinen bis 1 MW hat seit 1992 wieder abgenommen und stagniert auf tiefem Niveau.



G:\2012\1012\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. Im 2011 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 nun bis gegen 35 % angestiegen ist.

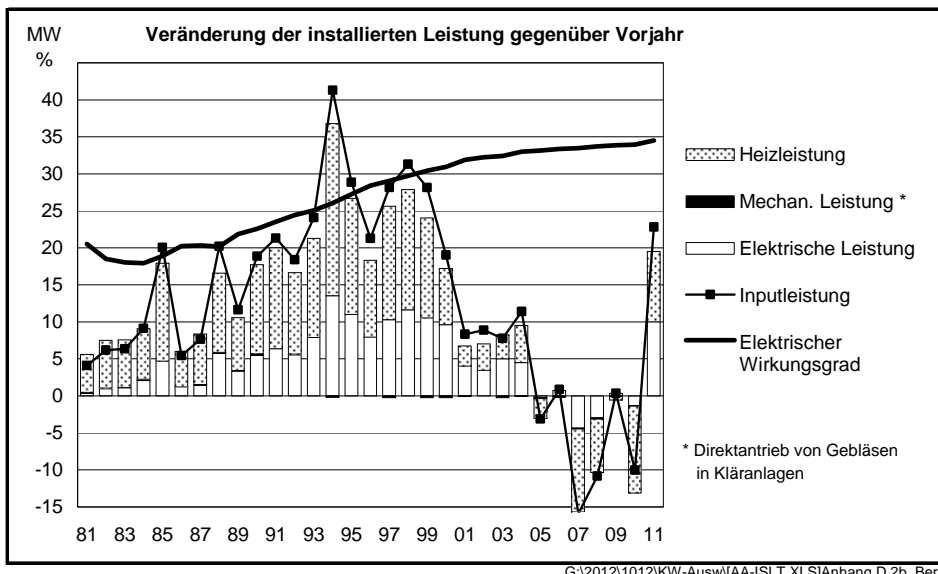


Bild 6.1d Zuwachs der am Jahresende installierten Leistungen aller Klein-WKK-Anlagen gegenüber dem Vorjahr (siehe Anhang D.2b)

Die nachstehende Tabelle 6.1e zeigt eine Auswertung des Klein-WKK-Bestandes Ende 2011 nach Leistungsklassen. Es kann daraus abgeleitet werden, dass die 707 Klein-WKK-Aggregate bis 99 kW elektrischer Nennleistung zusammen 22.8 MW (15.7 % von total 144.6 MW) aufweisen. Die 468 Klein-WKK-Aggregate ab 100 kW weisen 121.8 MW (84.3 %) elektrische Leistung auf.

Leistungsklasse der Aggregate	Aggregate in Betrieb		elektrische Leistung	
	Anzahl	%	[MWe]	%
< 10 kW _e	214	18.0%	1.09	0.8%
10 - 19 kW _e	111	9.3%	1.70	1.2%
20 - 49 kW _e	160	13.4%	5.09	3.5%
50 - 99 kW _e	222	18.6%	14.88	10.3%
100 - 199 kW _e	283	23.8%	40.79	28.2%
200 - 349 kW _e	98	8.2%	26.38	18.2%
350 - 499 kW _e	40	3.4%	16.77	11.6%
>= 500 kW _e	47	3.9%	37.87	26.2%
Gebläseantriebe	3	0.3%	-	-
Wärmepumpen	13	1.1%	-	-
Total	1191	100.0%	144.56	100.0%

Stand per 31.12.2011/ Kantone: alle

G:\2012\1012\KW-Ausw\Leistung-Klass-Energie.xls\Konzentrat Ber2

Tabelle 6.1e Ende 2011 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.

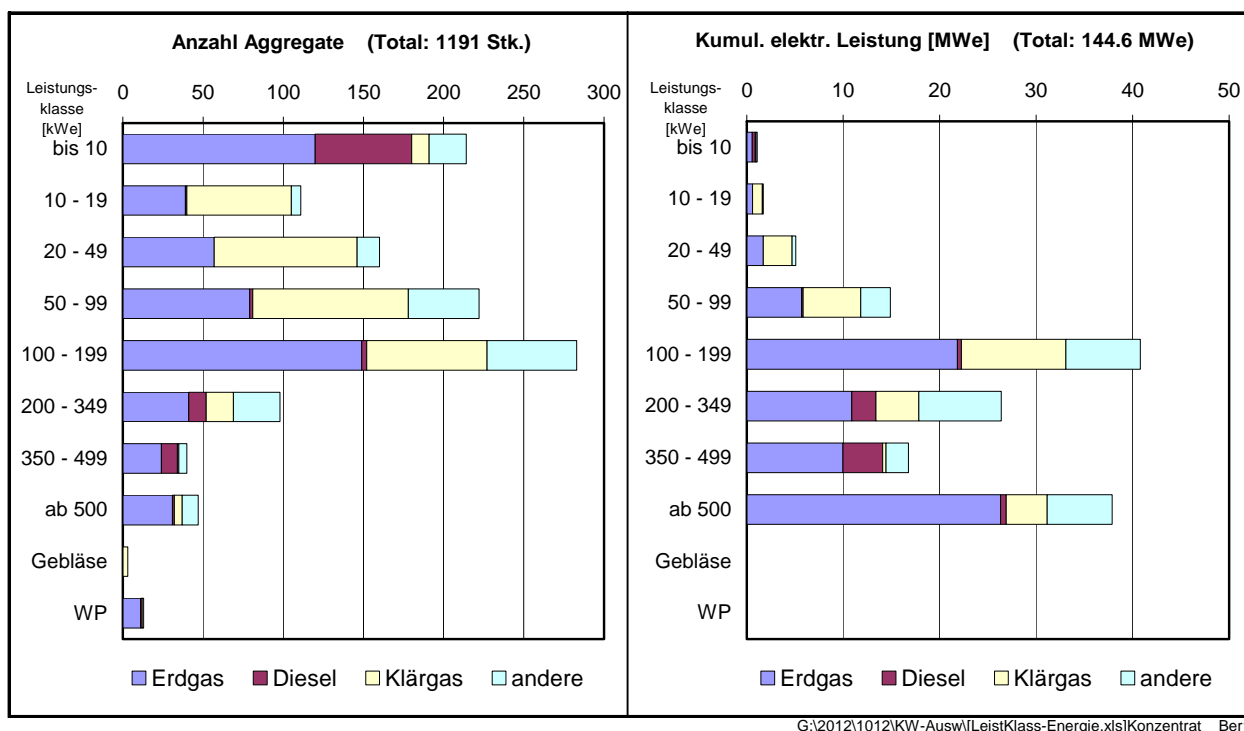


Bild 6.1f Ende 2011 in Betrieb stehende Klein-WKK-Aggregate, geordnet nach Leistungsklassen und nach Energieträgern

6.1.3 Energieverbrauch und -produktion

Sämtliche in der Schweiz betriebenen Klein-WKK-Anlagen haben im Jahr 2011 mit einem Endenergieverbrauch von 1'700 GWh rund 568 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 777 GWh effektiv zu Heizzwecken eingesetzt. Die Differenz zwischen produzierter und effektiv genutzter Wärmeenergie von 73 GWh (8.6 %) wurde mit Notkühlern direkt an die Umwelt abgegeben. Dies tritt in stromgeführten WKK-Anlagen auf. Dabei handelt es sich vorwiegend um Anwendungen in Kläranlagen, die in erster Linie zur Verstromung von anfallendem Klärgas dienen.

	Total Ende 2011	Jährlicher Zuwachs	
		2011	Ø 2007 - 2011
Endenergieverbrauch	1'700.2 GWh	20.3	-11.8 GWh/a
Elektrizitätsproduktion	567.5 GWh _e	10.5	-1.1 GWh _e /a
Mechan. Nutzenergie *	0.9 GWh _m	-0.2	-0.4 GWh _m /a
Produzierte Wärme **	850.4 GWh _{th}	-0.3	-14.3 GWh _{th} /a
Genutzte Wärme ***	777.1 GWh _{th}	-7.5	-16.2 GWh _{th} /a

G:\2012\1012KW-Ausw\Jahr_Typ3+2_2011.xls\RES_WKK2 WKK903

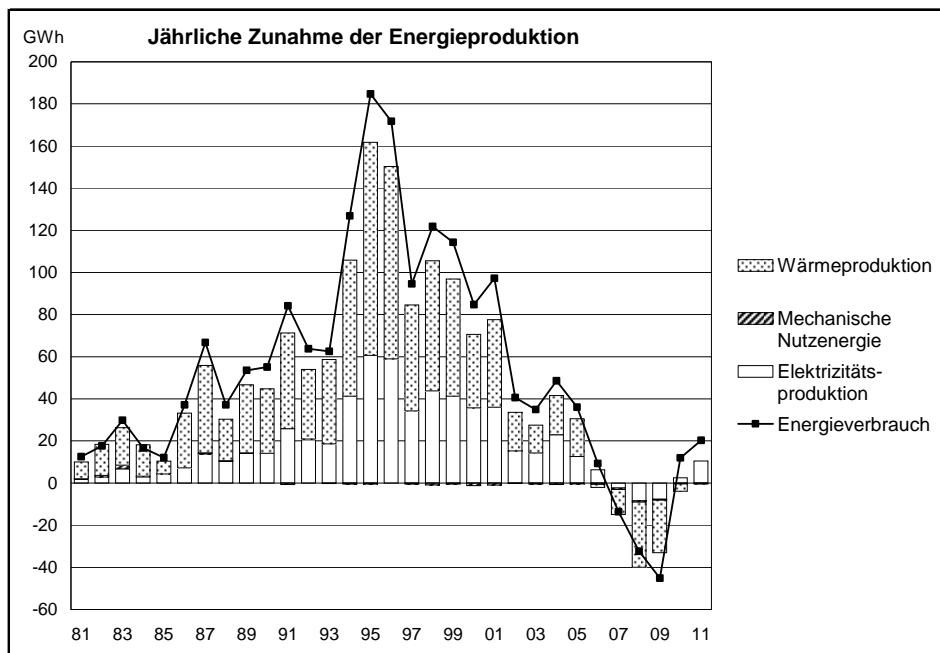
* Energie an der Welle von Direkt-Gebläseantrieben in Kläranlagen

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

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

Tabelle 6.1g Energiedaten 2011 sowie Jahreszunahmen 2011 und im Zeitraum 2007 - 2011

Bild 6.1h zeigt die jährliche Zunahme der Energieproduktion resp. des Energieverbrauchs aller Klein-WKK-Anlagen. Auch hier ist der Aufwärtstrend im 2011 erkennbar.



G:\2012\1012KW-Ausw\AA-EVPD.XLS\Anhang D.2d Ber2

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

Die Analyse der Energieträger zeigt, dass Biogas und auch wieder das Klärgas als einzige Energieträger im Jahr 2011 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 2011 der Anteil erneuerbarer Energieträger (Klärgas, Deponiegas, Biogas, Fett/Öl) auf 41 % angestiegen.

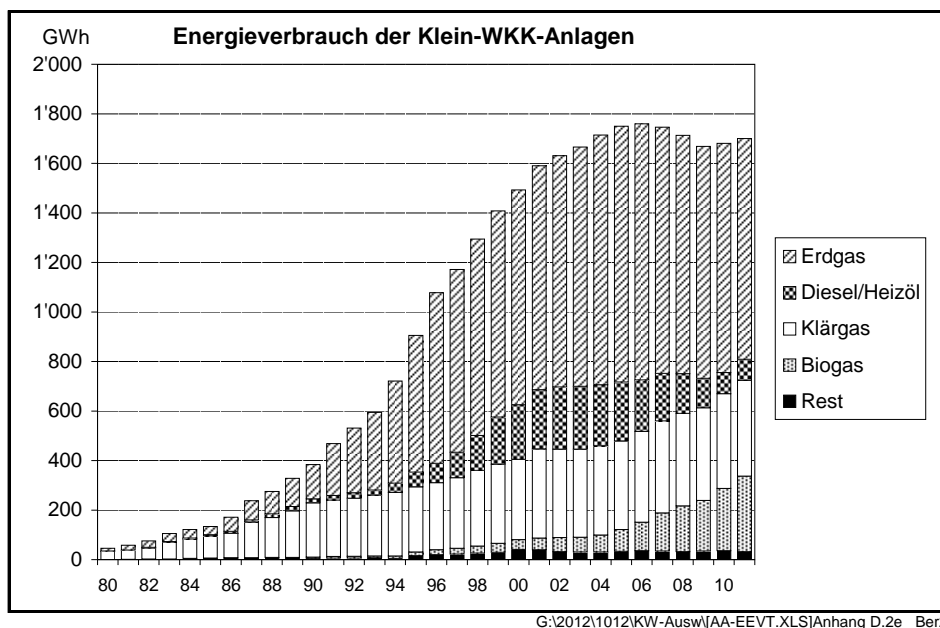


Bild 6.1i Entwicklung des Energieverbrauchs aller schweizerischer Klein-WKK-Anlagen (siehe Anhang D.2e)

6.2 Einsatzgebiete

Tabelle 6.2a zeigt die Aufteilung der Ende 2011 installierten Klein-WKK-Aggregate und deren elektrischer Nennleistung nach Anlagekategorien und Einsatzgebieten.

30 % der Klein-WKK-Aggregate resp. 21 % der elektrischen Leistung wurde in Abwasserreinigungsanlagen zur energetischen Nutzung des anfallenden Klärgases eingesetzt. Anteilsmässig noch eine geringere Bedeutung weisen die mit Biogas betriebenen Klein-WKK-Anlagen auf - mit 41 % der Neuinstallationen 2011 weiterhin aber deutlich steigend.

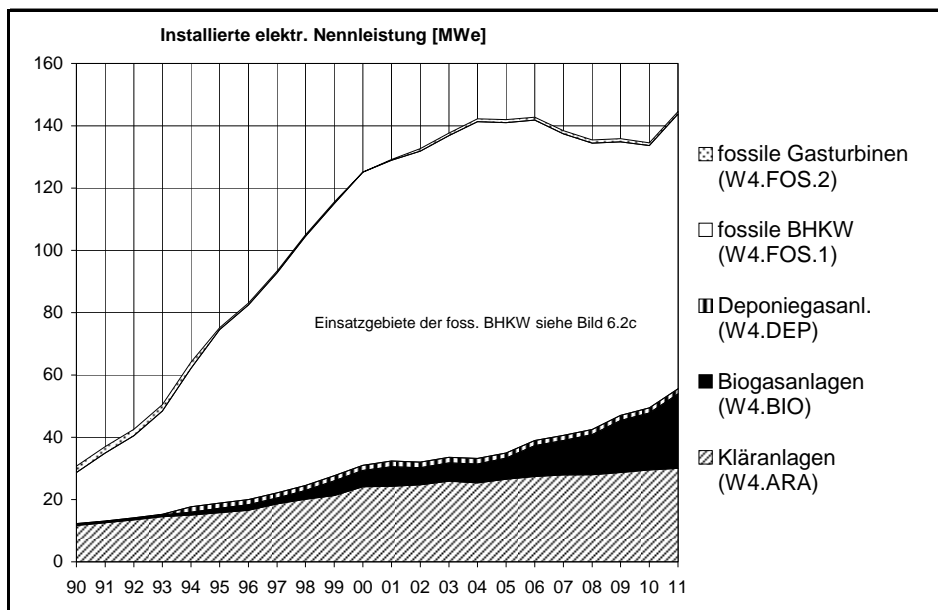
Mit 55 % (Anz.) resp. 61 % (el. Leist.) Anteil am Klein-WKK-Bestand Ende 2011 sind die mit fossilen Energieträgern betriebenen Blockheizkraftwerke (W4.FOS.1) dominierend. Bild 6.2c zeigt, dass seit Beginn der neunziger Jahre die elektrische Leistung der fossilen BHKW von 16 auf 108 MW im Jahr 2004 sehr stark zugenommen hat. Seither ist die Leistung der fossilen BHKW aber wieder auf 88 MW gesunken.

Bezogen auf die elektrische Klein-WKK-Leistung sind die Bereiche Kläranlagen (21 %), Biogas (16 %) sowie Gewerbe und Industrie (12 %) am wichtigsten. Wärmeverbundenanlagen (12 %) und Wohngebäude (8 %) sind weitere wichtige Klein-WKK-Einsatzgebiete.

Anlagekategorie Einsatzgebiete	Aggregate		El. Leistung		Veränd. 2011*		Neuinst. 2011**	
	Anz.	%	MWe	%	MWe	%	MWe	%
w4 Stromproduz. Klein-WKK-Anl.	1'179	99%	144.6	100%	10.03	100%	13.61	100%
W4.ARA.1 Kläranlagen mit BHKW	362	30%	29.7	21%	0.54	5%	1.62	12%
W4.ARA.2 Kläranlagen mit Gasturbinen	4	0%	0.3	0%	0.00	0%	0.00	0%
W4.BIO.1 Biogasanlagen Landwirtschaft	84	7%	10.7	7%	2.34	23%	2.37	17%
W4.BIO.2 Biogasanlagen Gewerbe u. Industrie	59	5%	13.2	9%	3.23	32%	3.23	24%
W4.DEP Deponiegas-WKK-Anlagen	4	0%	1.6	1%	0.00	0%	0.00	0%
W4.FOS.1 fossile BHKW	658	55%	88.2	61%	4.01	40%	6.39	47%
Bürogebäude (inkl. Banken)	73	6%	8.9	6%	0.13	1%	0.13	1%
Wärmeverbund (gemischte Nutzung)	58	5%	17.3	12%	2.07	21%	3.12	23%
Schulen, Sportanlagen	85	7%	10.8	7%	0.15	1%	0.49	4%
Wohngebäude	199	17%	11.2	8%	0.69	7%	1.16	9%
Gewerbe und Industrie	83	7%	17.2	12%	0.97	10%	1.49	11%
Spitäler, Heime	72	6%	10.7	7%	0.00	0%	0.00	0%
andere (und unbekannt)	88	7%	12.0	8%	0.00	0%	0.00	0%
W4.FOS.2 fossile Gasturbinen < 1 MWe	8	1%	0.8	1%	-0.08	-1%	0.00	0%
w5 Nicht stromprod. Klein-WKK-Anl.	12	1%	0.0	0%	0.0	0%	0.0	0%
Bürogebäude (inkl. Banken)	1	0%						
Wärmeverbund (gemischte Nutzung)	0	0%						
Schulen, Sportanlagen	2	0%						
Wohngebäude	3	0%						
Gewerbe und Industrie	0	0%						
Spitäler, Heime	2	0%						
andere	4	0%						
W4+W5 Total alle Klein-WKK-Anlagen	1'191	100%	144.6	100%	10.0	100%	13.6	100%

G:\2012\1012KW-Ausw\Einsge2011.xls\Anhang D.2f Ber1

Tabelle 6.2a Anzahl Klein-WKK-Aggregate und elektrische Nennleistungen nach Anlagekategorien und Einsatzgebieten per 31.12.2011



G:\2012\1012KW-Ausw\Einsge2011.xls\Anhang D.2f Ber2

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

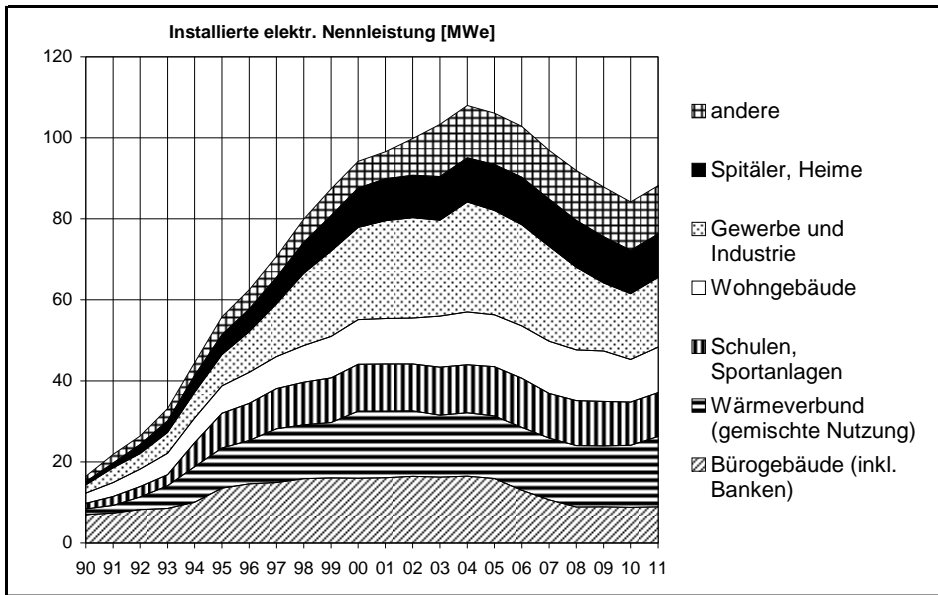


Bild 6.2c Entwicklung der elektrischen Nennleistungen fossiler BHKW nach Einsatzgebieten

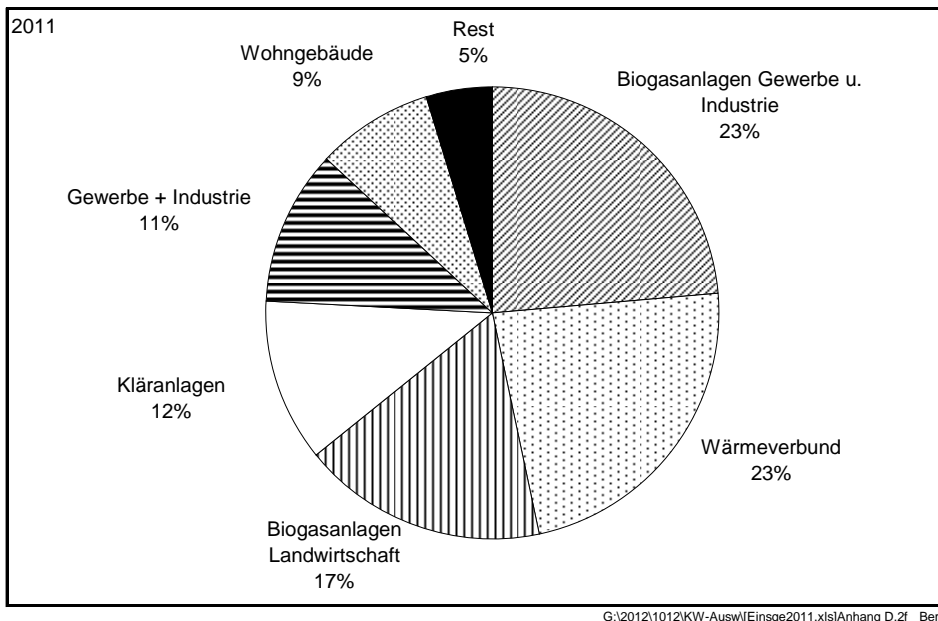


Bild 6.2d Neuinstallierte Klein-WKK-Leistung nach Einsatzgebieten (Jahr 2011)

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.

74 % der in Kläranlagen installierten BHKW-Leistung war Ende 2011 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.

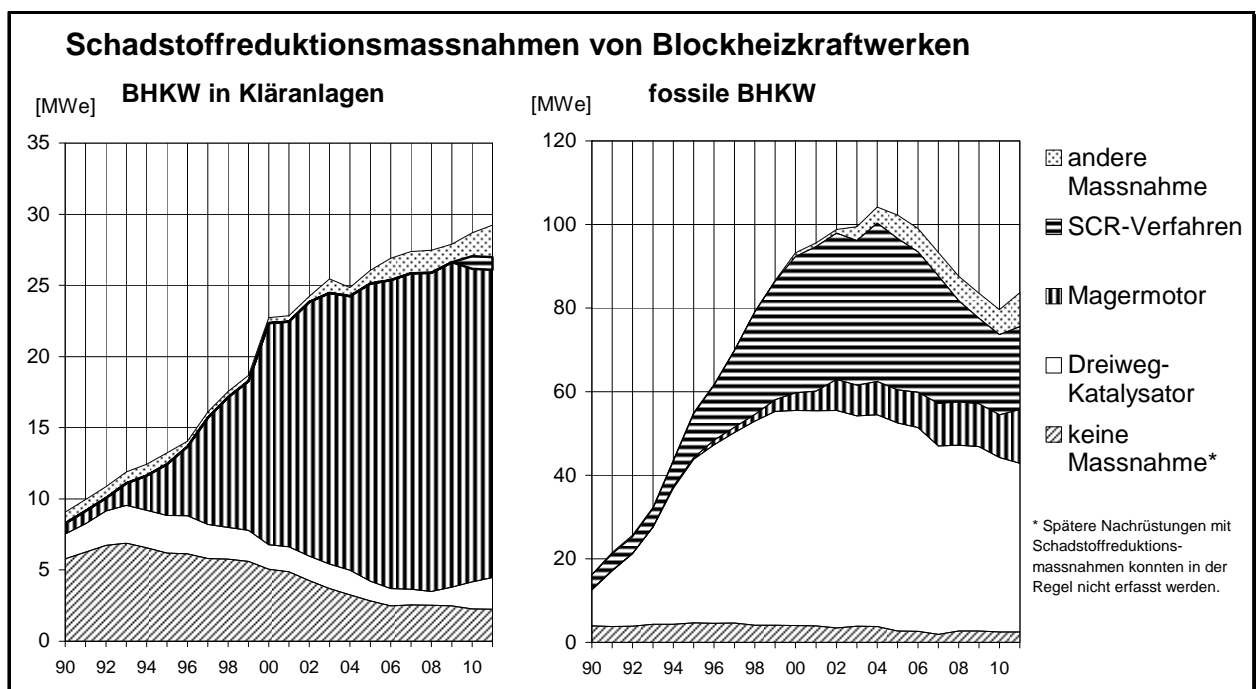
Bei fossilen BHKW sind weiterhin Anlagen mit geregelterm Dreiweg-Katalysator am häufigsten (48 % Ende 2011). Ab 1993 haben Anlagen, mit selektivem katalytischem Reduktionsverfahren (SCR) deutlich zugenommen. Ende 2011 betrug der leistungsmässige Anteil dieser Anlagen 24 %. Beim SCR-Verfahren werden die Stickoxide (NO_x) im Abgas nach dem Motor mit Ammoniak (NH₃) oder Harnstoff zu molekularem Stickstoff (N₂) 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	%
W4.ARA.1a	BHKW in Kläranlagen	359	100%	29.2	100%
	keine Massnahme*	59	16%	2.2	8%
	geregelter Dreiweg-Katalysator	19	5%	2.2	8%
	Magermotor	261	73%	21.6	74%
	SCR-Verfahren	1	0%	0.9	3%
	andere	19	5%	2.2	8%
W5.FOS.1a	fossile BHKW	648	100%	83.7	100%
	keine Massnahme*	30	5%	2.5	3%
	geregelter Dreiweg-Katalysator	330	51%	40.4	48%
	Magermotor	198	31%	12.9	15%
	SCR-Verfahren	46	7%	19.9	24%
	andere	44	7%	8.1	10%

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

G:\2012\1012\KW-Ausw[Schadr2011.xls]Auswert Ber1

Tabelle 6.3a Übersicht über die Schadstoffreduktionsmassnahmen von Blockheizkraftwerken Ende 2011



G:\2012\1012\KW-Ausw[Schadr2011.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 2011 mit 13.6 MWe gegenüber dem Vorjahr wieder deutlich zugelegt. Der Ersatzanteil ist etwas zurückgegangen (21 % der neu installierten elektrischen Leistung).

6.4.1 Lieferanten

Die Tabellen 6.4a und 6.4b geben einen Überblick über die Lieferanten der 2006 bis 2011 in der Schweiz in Betrieb genommenen Klein-WKK-Aggregate für den stationären Betrieb. Nicht enthalten sind Notstromanlagen. Im Jahre 2011 dienten 48 % der neu installierten Aggregate als Ersatz innerhalb der gleichen Anlage. Bezüglich elektrischer Leistung betrug der Ersatzanteil 2011 nur rund 21 %.

Lieferant (nur mit Erlaubnis namentlich erwähnt)	Anzahl in Betrieb genommene Aggregate								Total 2006-2011	
	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2011			
42technology AG, Aarwangen	0	0	0	1	2	1	2%	4	1%	
Acrona Systems Ltd (ehem. Verdesis), Aarau	1	2	3	7	12	1	2%	26	7%	
Avesco AG, Langenthal	20	14	13	15	12	21	37%	95	25%	
BES BHKW Energie-Service AG, Wittenbach	8	12	10	16	9	10	18%	65	17%	
etaone swiss ag (konkurs seit 2008), Eptingen	5	1	0	0	0	0	0%	6	2%	
Genesys Biogas AG, Frauenfeld	9	2	0	0	0	0	0%	11	3%	
Hexis AG, Winterthur	1	0	0	1	0	2	4%	4	1%	
IWK Integrierte Wärme und Kraft AG, Sarnen	5	1	9	17	13	19	33%	64	17%	
RG Energietechnik GmbH, Frauenfeld	0	0	1	1	1	2	4%	5	1%	
Royce & Partners SA, Le Mont-Pèlerin	16	19	8	1	0	0	0%	44	12%	
Vaillant GmbH, Dietikon	2	1	2	0	5	0	0%	10	3%	
Walter Meier AG (ehem. Vescal), Schwerzenbach	2	4	1	0	3	0	0%	10	3%	
andere Lieferanten	8	9	11	4	2	1	2%	35	9%	
TOTAL	77	65	58	63	59	57		379		
Anteil der Aggregate, welche ältere ersetzen*	28%	29%	50%	49%	46%	48%		41%		

* Ersatz für stillgelegte Aggregate innerhalb der gleichen Anlage

G:\2012\1012\KW-Ausw\Lieferanten.xls|Auswert Ber1

Tabelle 6.4a In Betrieb genommene Motoren und Brennstoffzellen 2006 bis 2011

(Kat. T3, W4, W5)

6.4.2 Technologien und Leistungen

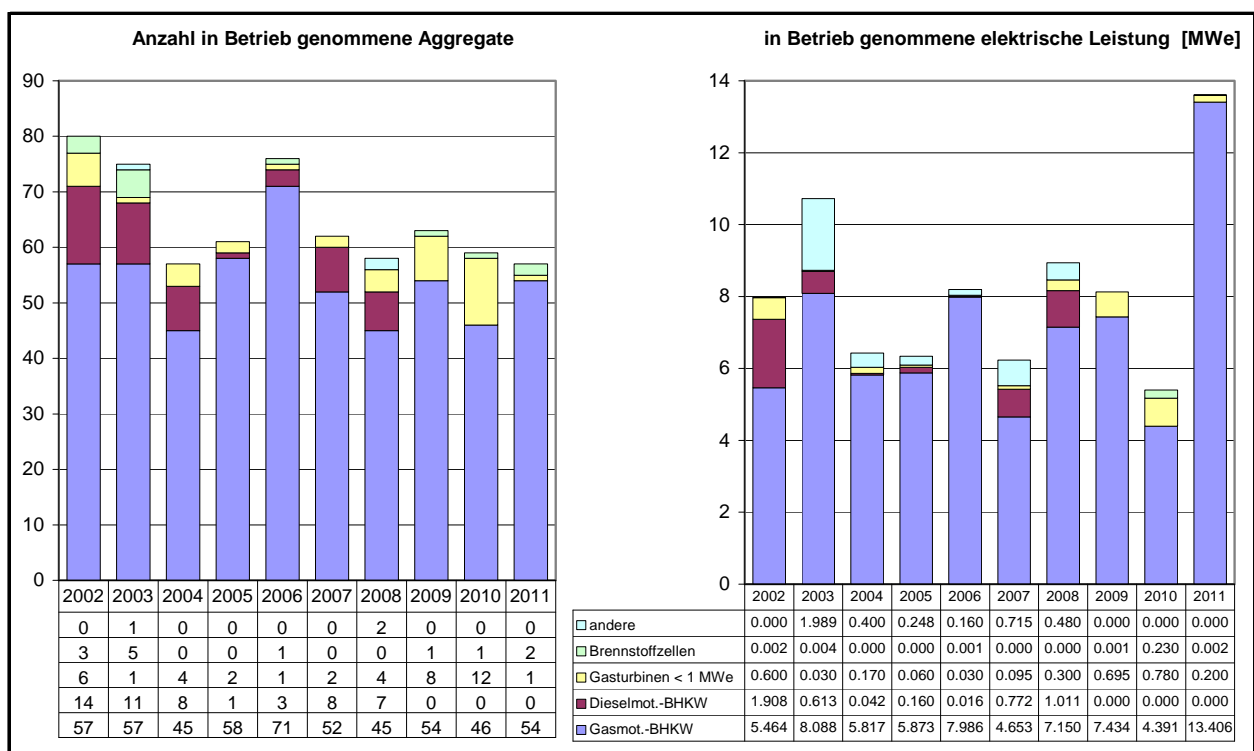
Die während den letzten zehn Jahren in Betrieb genommenen Klein-WKK-Technologien sind in Bild 6.4c dargestellt. Darin wird unterschieden zwischen den Gas- und Dieselmotor-BHKW, Klein-Gasturbinen, Brennstoffzellen sowie den restlichen Technologien (Stirlingmotor, Gebläse- und Wärmepumpenantriebe, Zündstrahlmotoren u.a.). Wie bereits in den beiden letzten Jahren wurden keine neuen Dieselmotor-BHKW installiert. Anstelle dieser Diesel-Aggregate wurden in Folge der Einspeisevergütung (KEV) vermehrt Biogasaggregate in Betrieb genommen (2011: 5.6 MWe). Im Berichtsjahr wurde schweizweit eine Leistung von 13.6 MWe neu installiert. Damit war der Leistungszuwachs wieder deutlich höher als in den Vorjahren, dies aber bei erneut leicht gesunkener Aggregatanzahl.

Lieferant (nur mit Erlaubnis namentlich erwähnt)	Installierte elektrische Leistung [MW]								Total 2006-2011	
	2006	2007	2008	2009	2010	2011				
42technology AG, Aarwangen	0.000	0.000	0.000	0.021	0.042	0.195	1%	0.258	1%	
Acrona Systems Ltd (ehem. Verdesis), Aarau	0.030	0.095	0.195	0.590	0.780	0.200	1%	1.890	4%	
Avesco AG, Langenthal	3.048	2.890	2.052	2.167	1.735	3.022	22%	14.914	30%	
BES BHKW Energie-Service AG, Wittenbach	0.438	0.420	0.393	0.457	0.301	0.286	2%	2.295	5%	
etaone swiss ag (konkurs seit 2008), Eptingen	0.619	0.090	0.000	0.000	0.000	0.000	0%	0.709	1%	
Genesys Biogas AG, Frauenfeld	0.990	0.140	0.000	0.000	0.000	0.000	0%	1.130	2%	
Hexis AG, Winterthur	0.001	0.000	0.000	0.001	0.000	0.002	0%	0.004	0%	
IWK Integrierte Wärme und Kraft AG, Sarnen	2.073	0.353	4.100	4.702	2.159	9.560	70%	22.947	45%	
RG Energietechnik GmbH, Frauenfeld	0.000	0.000	0.100	0.075	0.100	0.163	1%	0.438	1%	
Royce & Partners SA, Le Mont-Pèlerin	0.144	0.132	0.081	0.006	0.000	0.000	0%	0.362	1%	
Vaillant GmbH, Dietikon	0.009	0.005	0.009	0.000	0.023	0.000	0%	0.047	0%	
Walter Meier AG (ehem. Vesca), Schwerzenbach	0.010	0.020	0.005	0.000	0.015	0.000	0%	0.051	0%	
andere Lieferanten	0.830	2.090	2.005	0.112	0.245	0.180	1%	5.462	11%	
TOTAL	8.193	6.235	8.941	8.130	5.400	13.608		50.507		
Anteil der ersetzten elektrischen Leistung*	18%	26%	46%	33%	35%	21%		29%		

*Ersatz für stillgelegte Aggregate innerhalb der gleichen Anlage

G:\2012\1012\KW-Ausw\Lieferanten.xls\Auswert Ber3

Tabelle 6.4b Elektrische Nennleistung der 2006 bis 2011 in Betrieb genommenen Motoren und Brennstoffzellen (Kat. T3, W4, W5)



G:\2012\1012\KW-Ausw\Inbetriebnahmen.xls\Ausw-n-Techn Ber3

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

7. Spezialauswertungen therm. Stromproduktion

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

7.1 Kehrlichtverbrennungsanlagen (KVA)

Ende 2011 waren in der Schweiz 30 Kehrlichtverbrennungsanlagen 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 2011 die KVAs Basel, Bern, Hagenholz in Zürich, La Chaux-de-Fonds, Lausanne sowie erstmals im 2011 auch 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 30 schweizerischen Kehrlichtverbrennungsanlagen werden beachtliche Energiemengen genutzt (2011: 1'918 GWh Strom und 3'641 GWh Wärme).

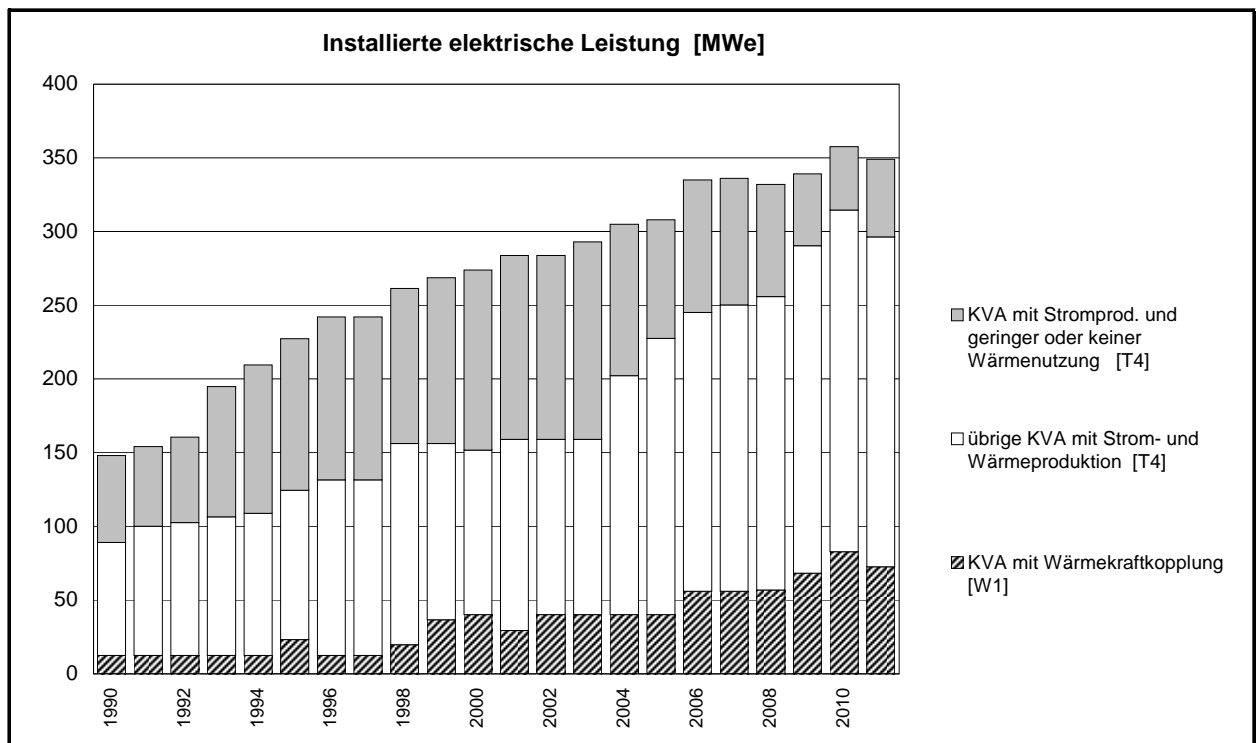


Bild 7.1a Entwicklung der installierten elektrischen Leistung aller Kehrlichtverbrennungsanlagen in der Schweiz (siehe Anhang E.1a)

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.

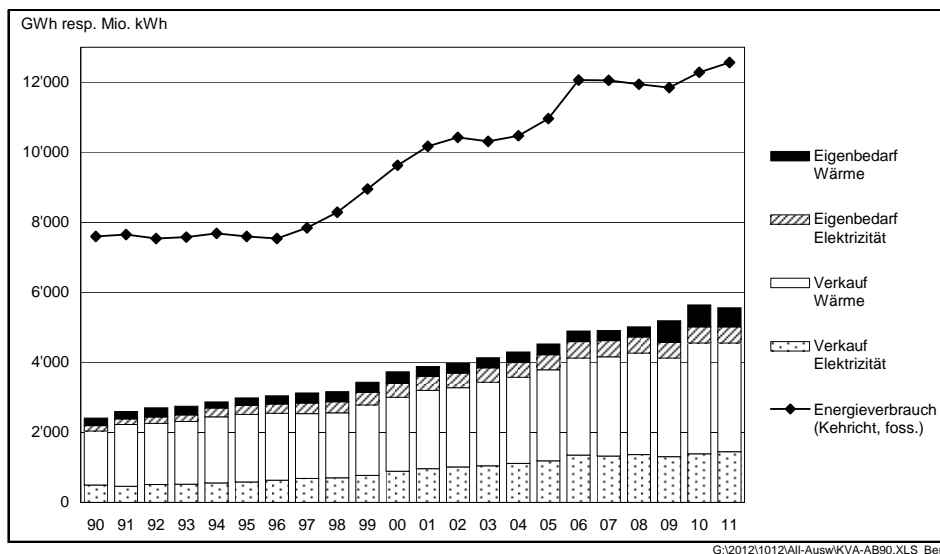


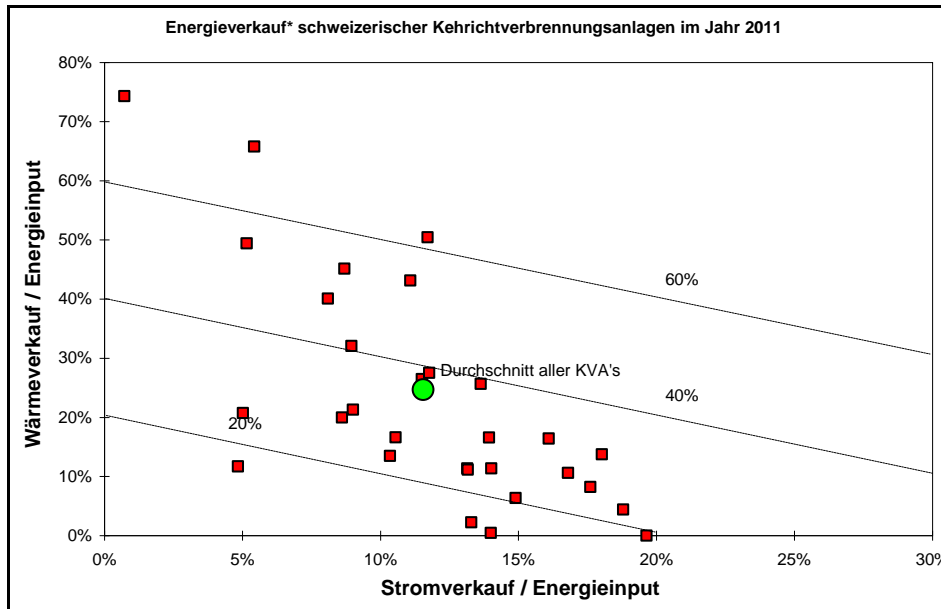
Bild 7.1b Energieverbrauch sowie Eigenbedarf resp. Verkauf von selbstproduzierter Elektrizität und Wärme aller KVA in der Schweiz seit 1990

	1990	2000	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Install. elektr. Nennleistung (1) MWe	148.0	273.8	307.9	335.1	336.1	332.1	339.1	357.5	349.0
Endenergieverbrauch Total (2) GWh	7'596	9'631	10'963	12'064	12'052	11'943	11'849	12'285	12'563
- davon Kehricht GWh	7'496	9'444	10'800	11'910	11'910	11'792	11'699	12'111	12'399
- davon fossile Energien GWh	100	178	152	143	131	136	137	160	151
Elektrizitätsproduktion (3) GWh	644	1'284	1'620	1'824	1'787	1'833	1'762	1'849	1'918
- davon Anteil Eigenbedarf %	23%	31%	27%	26%	26%	25%	26%	25%	24%
Genutzte Wärmeproduktion (4) GWh	1'765	2'440	2'903	3'072	3'118	3'179	3'424	3'788	3'641
- davon Anteil Eigenbedarf %	12%	13%	10%	10%	9%	9%	18%	16%	15%
Jahresnutzungsgrad $[(3+4)/2]$	32%	39%	41%	41%	41%	42%	44%	46%	44%
Vollbetriebsd. Stromprod. $[(3+1)]$	4'350	4'690	5'260	5'440	5'320	5'520	5'200	5'170	5'500

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

Im Jahr 2011 wurde 24 % der Stromproduktion von 1'918 GWh zur Deckung des Eigenbedarfs der KVA verwendet. Von der gesamthaft genutzten Wärmeproduktion von 3'641 GWh dienten rund 15 % für die Deckung des Wärmebedarfs der KVA. Die restlichen 85 %, d.h. 3'100 GWh Wärmeenergie, haben die KVA im Jahre 2011 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 Jahresnut-

zungsgrad inzwischen auf 44 % gesteigert werden (siehe Tabelle 7.1c). Bild 7.1d zeigt die Energieanteile, welche sämtliche KVA im Jahre 2011 in Form von Wärme oder Elektrizität an Dritte verkauft haben. Der Durchschnitt für alle KVA liegt bei 24.7 % Wärme- und 11.5 % Stromverkauf.



* Energieverkauf im Verhältnis zum gesamten Energieinput der KVA

G:\ALL\SJE\KVA\KVA90-2011.xls\2011 Grafik2

Bild 7.1d Energieverkaufs-Benchmark schweizerischer KVA (Jahr 2011)

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 2011 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 im Jahr 2011 weiter zurückgegangen und liegt nun bei 2.16 MWe.

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

2011 wurde nur noch 10.2 GWh Deponiegas zum Antrieb der 8 Motoren eingesetzt. Damit konnte 4.1 GWh Elektrizität erzeugt werden (siehe Bild 7.2b).

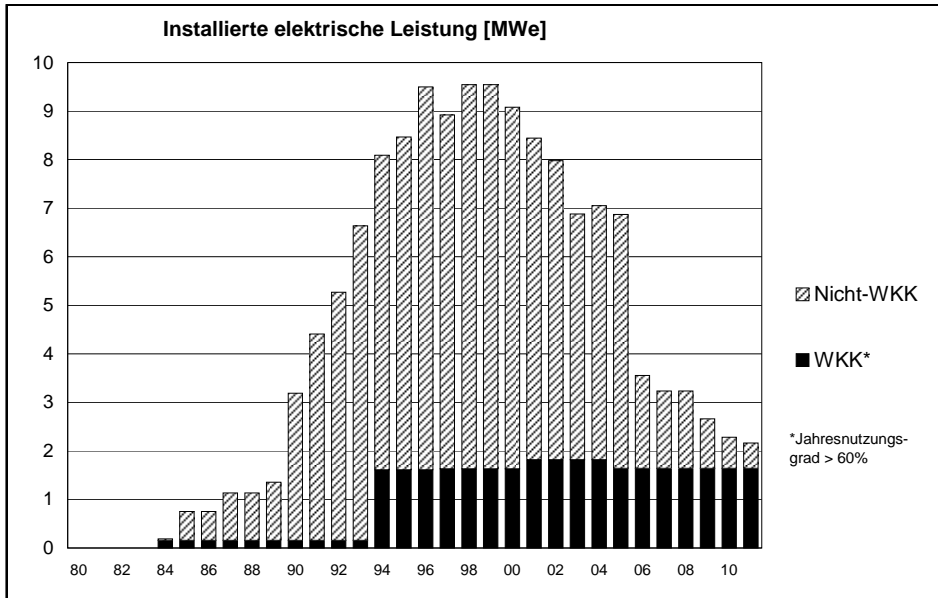


Bild 7.2a Installierte elektrische Leistung sämtlicher mit Deponiegas betriebenen Motoren (siehe Anhang E.2a)

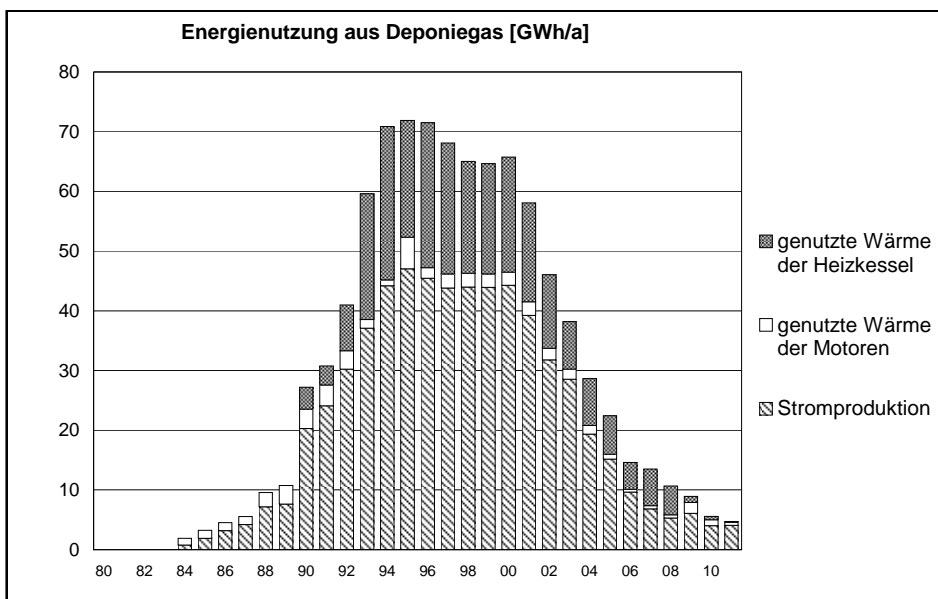


Bild 7.2b Gesamte Wärmenutzung und Stromproduktion mit Deponiegas in der Schweiz (siehe Anhang E.2a)

Anhang

A. Thermische Stromerzeugung

A.1 Zeitreihen 1990 - 2011

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 2011

Anhang A.2 (S. 49)

Aufteilung der thermischen Stromproduktion des Jahres 2011 nach Energieträgern

A.3 Bruttoenergieverbrauch der Anlagen mit thermischem Stromverbrauch 2011

Anhang A.3 (S. 50)

Gesamter Bruttoenergieverbrauch des Jahres 2011 der Anlagen mit thermischer Stromproduktion (für Strom- und Wärmeproduktion)

A.4 Bruttoenergieverbrauch für die thermische Stromproduktion 2011

Anhang A.4 (S. 51)

Bruttoenergieverbrauch des Jahres 2011 für die Stromproduktion, d.h. exkl. Bruttoenergieverbrauch für die Wärmeproduktion der gleichen Anlagen

Anzahl Anlagen ab 1990

Anlagekategorien		Anzahl Anlagen													Kommentare			
		Nr.	1990	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010		2011		
Thermische Stromproduktion (Kap. 3)	Wärmekraftkopplung (Kap. 4)	T1	div. therm. Stromerzeuger	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	Stilllegung 30.9.1999	
		T3	Deponiegasverstromung	4	9	9	7	8	7	7	7	7	5	5	5	5		
		T4	KVA ohne WKK	21	24	25	24	24	25	25	25	25	24	24	24	24	nur KVA's mit Stromproduktion	
	Wärmekraftkopplung (Kap. 4)	Gross-WKK (Kap. 5)	W1	KVA mit WKK	1	3	2	3	3	3	3	4	4	5	5	6	6	
			W2	Gross-WKK in Industrie u.a.	21	23	23	22	22	22	21	21	21	20	21	22	21	
			W3	Fernheizkraftwerke u.a.	4	8	8	10	10	9	9	8	9	11	11	14	14	
		Klein-WKK (Kap. 6)	W4	stromprod. Klein-WKK	275	885	917	954	980	1'003	1'001	1'013	1'000	954	954	925	945	
			W4.ARA.1	Kläranlagen mit BHKW	153	277	282	284	286	281	279	280	281	276	280	276	279	
			W4.ARA.2	Kläranlagen mit Gasturbinen	2	1	1	0	0	0	0	0	1	1	3	3	3	
W4.BIO.1	Biogasanlagen Landwirtschaft		25	31	34	34	34	39	44	54	55	55	59	57	68			
W4.BIO.2	Biogasanlagen Gewerbe u. Industrie		0	18	20	20	20	19	20	24	25	26	31	34	39	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	von 1995-2008 vorw. mit Erdgas betr.		
W4.FOS.1	fossile BHKW		91	556	575	607	631	654	649	646	629	586	572	547	549	Feingliederung siehe Kap. 6.2		
W4.FOS.2	fossile Gasturbinen < 1 MWe	2	0	3	7	7	8	8	8	8	9	8	7	6				
	W5	nicht stromprod. Klein-WKK	56	47	46	44	43	39	36	35	30	24	22	14	12			
Total	Anz. therm. Stromproduzenten	347	972	1'004	1'040	1'067	1'089	1'086	1'098	1'086	1'039	1'040	1'016	1'035	(Total exkl. Kat. W5)			
Subtotal	W1-W4 Wärmekraftkopplung (WKK)	301	919	950	989	1'015	1'037	1'034	1'046	1'034	990	991	967	986				
Subtotal	W1-W3 Gross-WKK	26	34	33	35	35	34	33	33	34	36	37	42	41				
Subtotal	W4+W5 Klein-WKK	331	932	963	998	1'023	1'042	1'037	1'048	1'030	978	976	939	957				
Anteil	W1-W4 Wärmekraftkopplung (WKK)	87%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	Anteil am Total der therm. Produz.			
Anteil	W1-W3 Gross-WKK	7%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	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%	Anteil am Total der therm. Produz.			

Stand: 12.11.2012

G:\2012\1012\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			
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	grobe Schätzung	
		T2 Vouvy (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	Stillegung 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		
		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		
	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	
			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	248.1	
			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	
		Klein-WKK (Kap. 6)	W4 stromprod. Klein-WKK	30.7	125.2	129.2	132.7	137.7	142.2	142.0	142.8	138.4	135.5	135.8	134.5	144.6	
			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	28.4	29.2	29.7	
			W4.ARA.2 Kläranlagen mit Gasturbinen	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	0.3	0.3	0.3	
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	10.7			
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	13.2	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	von 1995-2008 vorw. mit Erdgas betr.	
W4.FOS.1 fossile BHKW	16.4		94.2	96.5	99.8	103.3	108.0	106.1	102.8	96.9	91.9	87.8	84.2	88.2	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	1.0	0.9	0.8				
	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			
Total	el. Leist. aller therm. Stromproduz.	770.5	804.1	817.1	821.4	841.7	827.5	825.4	840.1	838.3	855.5	920.2	947.2	924.2			
Subtotal	W1-W4 Wärmekraftkopplung (WKK)	272.9	488.0	481.2	496.8	508.9	482.5	477.6	484.2	481.7	503.8	573.3	596.9	572.2			
Subtotal	W1-W3 Gross-WKK	242.2	362.8	352.0	364.1	371.1	340.3	335.5	341.4	343.3	368.3	437.5	462.4	427.6			
Subtotal	W4 Klein-WKK	30.7	125.2	129.2	132.7	137.7	142.2	142.0	142.8	138.4	135.5	135.8	134.5	144.6			
Anteil	W1-W4 Wärmekraftkopplung (WKK)	35%	61%	59%	60%	60%	58%	58%	58%	57%	59%	62%	63%	62%	Anteil am Total der therm. Produz.		
Anteil	W1-W3 Gross-WKK	31%	45%	43%	44%	44%	41%	41%	41%	41%	43%	48%	49%	46%	Anteil am Total der therm. Produz.		
Anteil	W4 Klein-WKK	4%	16%	16%	16%	16%	17%	17%	17%	17%	16%	15%	14%	16%	Anteil am Total der therm. Produz.		

Stand: 12.11.2012

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

G:\2012\1012\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				
Thermische Stromproduktion (Kap. 3)	Wärmekraftkopplung (Kap. 4)	T1 div. therm. Stromerzeuger	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	Prod. Cornaux (NE) + 10 GWh (Schätz.)		
		T2 Vouvry (öltherm. Kraftwerk)	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	Stillegung 30.9.1999		
		T3 Deponiegasverstromung	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			
		T4 KVA ohne WKK	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			
	Wärmekraftkopplung (Kap. 4)	Gross-WKK (Kap. 5)	W1 KVA mit WKK	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		
			W2 Gross-WKK in Industrie u.a.	451.5	916.4	882.9	897.4	875.1	861.5	803.6	760.4	703.5	631.3	620.5	901.7	869.0		
			W3 Fernheizkraftwerke u.a.	83.0	101.9	109.3	109.5	157.1	148.3	143.7	110.2	107.5	201.5	229.2	212.3	210.1		
		Wärmekraftkopplung (Kap. 4)	Klein-WKK (Kap. 6)	W4 stromprod. Klein-WKK	84.5	465.5	501.5	516.7	531.0	554.0	566.6	572.8	570.5	562.1	554.5	557.0	567.5	
				W4.ARA.1 Kläranlagen mit BHKW	39.8	84.5	93.8	96.3	101.6	103.6	104.0	108.2	111.0	112.7	113.8	116.0	118.6	
				W4.ARA.2 Kläranlagen mit Gasturbinen	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	0.4	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			
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	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	von 1995-2008 vorw. mit Erdgas betr.	
W4.FOS.1 fossile BHKW	30.2	357.4		379.0	389.9	398.6	417.8	425.9	416.8	399.4	380.9	363.2	343.1	335.7	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				
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				
Total	Thermische Stromproduktion	1'524	2'826	2'918	2'996	3'067	3'132	3'189	3'315	3'215	3'247	3'190	3'537	3'579				
Subtotal	W1-W4 Wärmekraftkopplung (WKK)	651	1'592	1'573	1'627	1'669	1'665	1'623	1'642	1'598	1'615	1'688	2'000	1'996				
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	1'429				
Subtotal	W4 Klein-WKK	84	465	501	517	531	554	567	573	570	562	554	557	567				
Anteil	W1-W4 Wärmekraftkopplung (WKK)	43%	56%	54%	54%	54%	53%	51%	50%	50%	50%	53%	57%	56%	Anteil an der ges. therm. Prod.			
Anteil	W1-W3 Gross-WKK	37%	40%	37%	37%	37%	35%	33%	32%	32%	32%	36%	41%	40%	Anteil an der ges. therm. Prod.			
Anteil	W4 Klein-WKK	6%	16%	17%	17%	17%	18%	18%	17%	18%	17%	17%	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				
	Therm. Stromprod. gem. Elektrizitätsstatistik**	1'100	2'534	2'604	2'787	2'868	2'951	3'112	3'302	3'156	3'223	3'166	3'477	3'307	Erklärungen siehe Kap. 3.2			

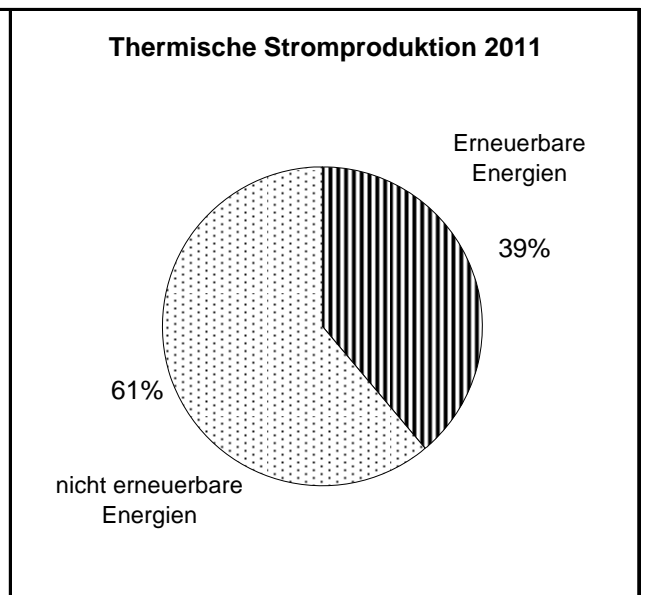
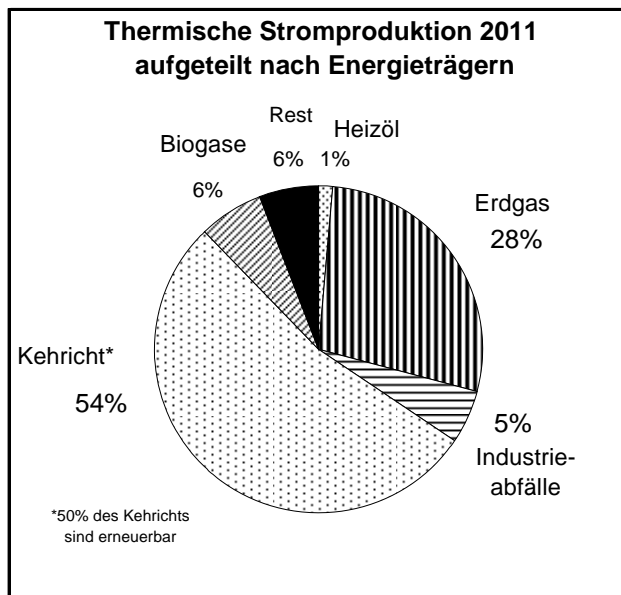
Stand: 15.11.2012

* inkl. andere Kraftwerke wie Photovoltaikanlagen und Windenergieanlagen
 ** nach Abzug der Photovoltaik- und Windenergieanlagen
 xxx => aus Datenschutzgründen keine Anzeige von Werten bei weniger als 3 Anlagen

G:\2012\1012\All-Ausw\Anhang-A1.xls\Bericht2 Ber3

Thermische Stromproduktion 2011 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			1.3	0.4	1.6	2.3	28.7	44.3	1%
Heizöl M&S					0.1		3.0			3.2	0%
Erdgas					1.3	12.7	597.7	77.4	304.4	993.5	28%
Propan									10.7	10.7	0%
Kohle											
Ind.abfälle n.erneuerb.							184.8		0.0	184.8	5%
Kehricht	50%				1565.7	335.1	6.6			1907.4	53%
Ind.abfälle erneuerb.	95%						10.1			10.1	0%
Holz	100%					1.5	21.2	102.9		125.6	4%
Restholz	100%						3.7			3.7	0%
Altholz	100%						37.8	27.0		64.8	2%
Rinde	100%						1.4	0.3		1.8	0%
Klärschlamm	100%										
Biogas	100%						1.1		103.6	104.7	3%
Klärgas	100%								119.9	119.9	3%
Deponiegas	100%			3.9					0.1	4.1	0%
andere Biomasse	100%								0.1	0.1	0%
Stromproduktion Total		10.0		3.9	1568.5	349.6	869.0	210.1	567.5	3578.7	100%
- davon erneuerbar				3.9	782.9	169.1	78.1	130.3	223.7	1388.0	39%
- davon nicht erneuerbar		10.0			785.6	180.6	790.9	79.8	343.8	2190.7	61%
Anteil der erneuerbaren Energietr.				100%	49.9%	48.4%	9.0%	62.0%	39.4%		



**Bruttoverbrauch [1] der Anlagen mit thermischer Stromprod. 2011
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			7.6	4.2	28.0	13.1	84.9	166.2	1%
Heizöl M&S					0.6		51.1			51.8	0%
Erdgas (Hu)					7.3	131.8	2'894.4	230.5	887.2	4'151.2	20%
Propan									31.6	31.6	0%
Kohle											
Ind.abfälle n.erneuerb.							1'109.1		0.0	1'109.1	5%
Kehricht	50%				9'614.7	2'784.5	7.3			12'406.5	61%
Ind.abfälle erneuerb.	95%						149.7			149.7	1%
Holz	100%					12.0	92.6	766.5		871.1	4%
Restholz	100%						39.5			39.5	0%
Altholz	100%						392.1	224.0		616.0	3%
Rinde	100%						15.7	2.5		18.2	0%
Klärschlamm	100%										
Biogas	100%						10.1		304.4	314.5	2%
Klärgas	100%								386.0	386.0	2%
Deponiegas	100%			9.9					0.4	10.2	0%
andere Biomasse	100%								0.2	0.2	0%
Bruttoverbrauch [1] Total		28.6		9.9	9'630.2	2'932.4	4'789.6	1'236.6	1'694.7	20'321.9	100%
- davon erneuerbar				9.9	4'807.3	1'404.3	695.8	992.9	691.0	8'601.2	42%
- davon nicht erneuerbar		28.6			4'822.9	1'528.1	4'093.7	243.6	1'003.7	11'720.7	58%
Anteil der erneuerbaren Energietr.				100%	49.9%	47.9%	14.5%	80.3%	40.8%		

Ausdruck: 12.11.2012

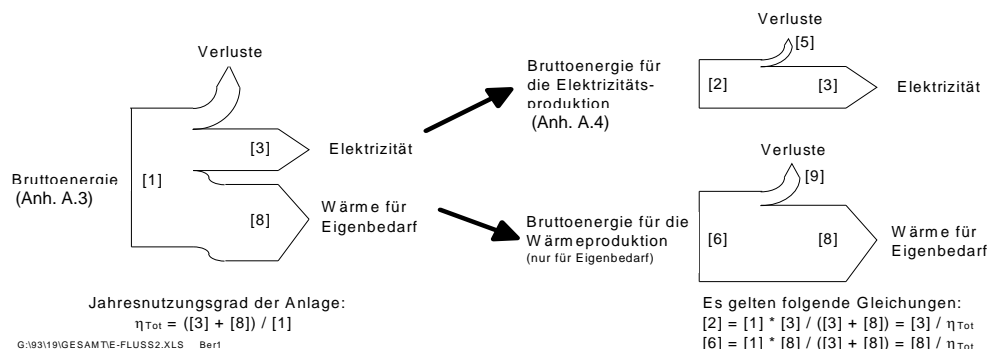
G:\2012\1012\All-Ausw[ENERG-ab1990-V2.xls]Anhang A.3 Ber4

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 2011
aufgeteilt nach Anlagekategorien und Energieträgern**

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

Energieträger	erneuer- barer Anteil	Bruttoverbrauch [2] nach Anlagekategorien [GWh]								Brutto- verbrauch [2] Stromprod. [GWh] %	
		div. therm. T1	Vouvry T2	Deponie- gasverstr. T3	KVA o. WKK T4	KVA m. WKK W1	Industrie u.a. W2	Fernh.- kraftw. W3	Klein- WKK W4		
Heizöl EL		28.6			3.7	0.6	1.8	3.7	33.4	71.7	1%
Heizöl M&S					0.5		3.6			4.1	0%
Erdgas (Hu)					3.8	19.2	773.2	103.7	357.5	1'257.4	17%
Propan									12.5	12.5	0%
Kohle											
Ind.abfälle n.erneuerb.							208.9		0.0	208.9	3%
Kehricht	50%				4'496.8	504.3	7.3			5'008.4	67%
Ind.abfälle erneuerb.	95%						17.7			17.7	0%
Holz	100%					2.5	60.9	276.6		340.0	5%
Restholz	100%						6.3			6.3	0%
Altholz	100%						131.3	74.9		206.2	3%
Rinde	100%						2.5	1.0		3.5	0%
Klärschlamm	100%										
Biogas	100%						1.3		161.3	162.6	2%
Klärgas	100%								163.4	163.4	2%
Deponiegas	100%			9.1					0.1	9.2	0%
andere Biomasse	100%								0.1	0.1	0%
Bruttoverbrauch [2] Total		28.6		9.1	4'504.7	526.6	1'214.9	459.9	728.3	7'472.0	100%
- davon erneuerbar				9.1	2'248.4	254.6	222.8	352.5	324.9	3'412.3	46%
- davon nicht erneuerbar		28.6			2'256.3	272.0	992.1	107.4	403.4	4'059.7	54%
Anteil der erneuerbaren Energietr.				100%	49.9%	48.4%	18.3%	76.6%	44.6%		

Ausdruck: 12.11.2012

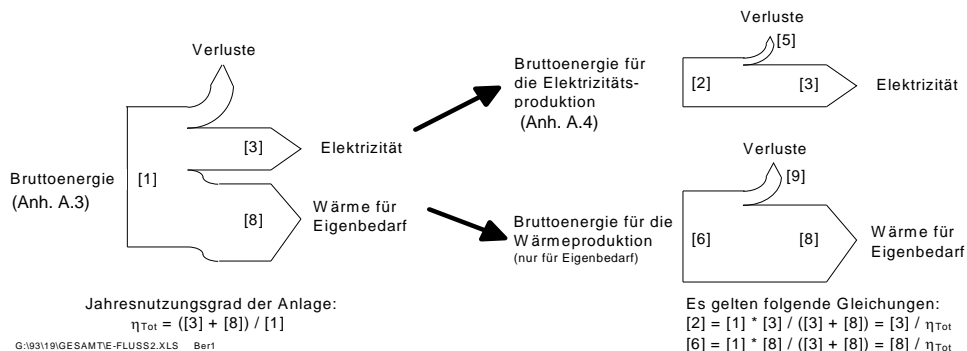
G:\2012\1012\All-Ausw[ENERG-ab1990-V2.xls]Anhang A.4 Ber5

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 - 2011

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

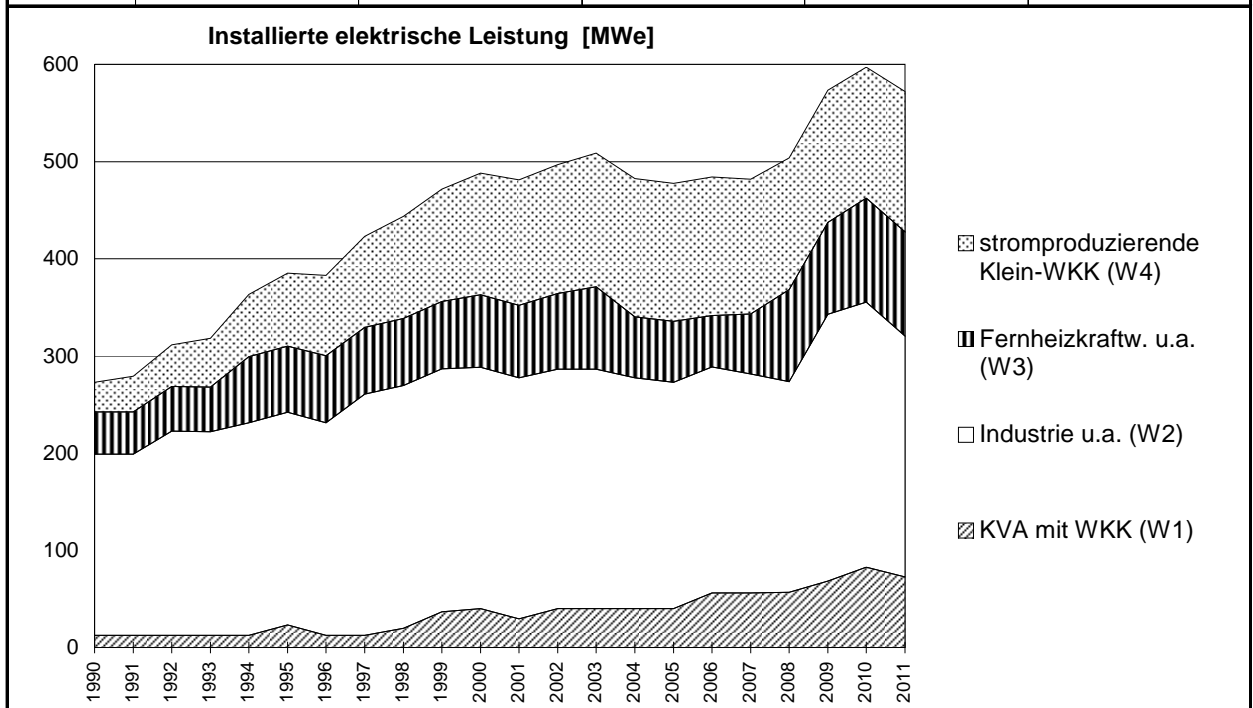
Anhang B.1b (S. 54)

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	272.93
1991	12.40	186.51	43.30	37.00	279.21
1992	12.40	210.34	46.00	42.58	311.32
1993	12.40	209.54	46.00	50.45	318.39
1994	12.40	218.74	68.00	64.16	363.30
1995	23.20	218.78	68.00	75.16	385.14
1996	12.40	218.91	68.70	83.06	383.07
1997	12.40	248.40	68.70	93.38	422.88
1998	19.65	249.90	69.04	105.01	443.60
1999	36.65	249.90	69.34	115.57	471.46
2000	40.20	248.08	74.54	125.19	488.01
2001	29.40	248.08	74.54	129.22	481.24
2002	40.20	246.22	77.66	132.71	496.78
2003	40.20	246.22	84.73	137.72	508.87
2004	40.20	237.38	62.73	142.23	482.54
2005	40.20	232.62	62.73	142.01	477.55
2006	56.07	232.62	52.73	142.77	484.19
2007	56.07	225.47	61.73	138.44	481.71
2008	56.87	216.66	94.76	135.47	503.76
2009	68.20	274.52	94.76	135.84	573.32
2010	82.90	272.52	106.99	134.53	596.94
2011	72.50	248.12	106.99	144.56	572.17



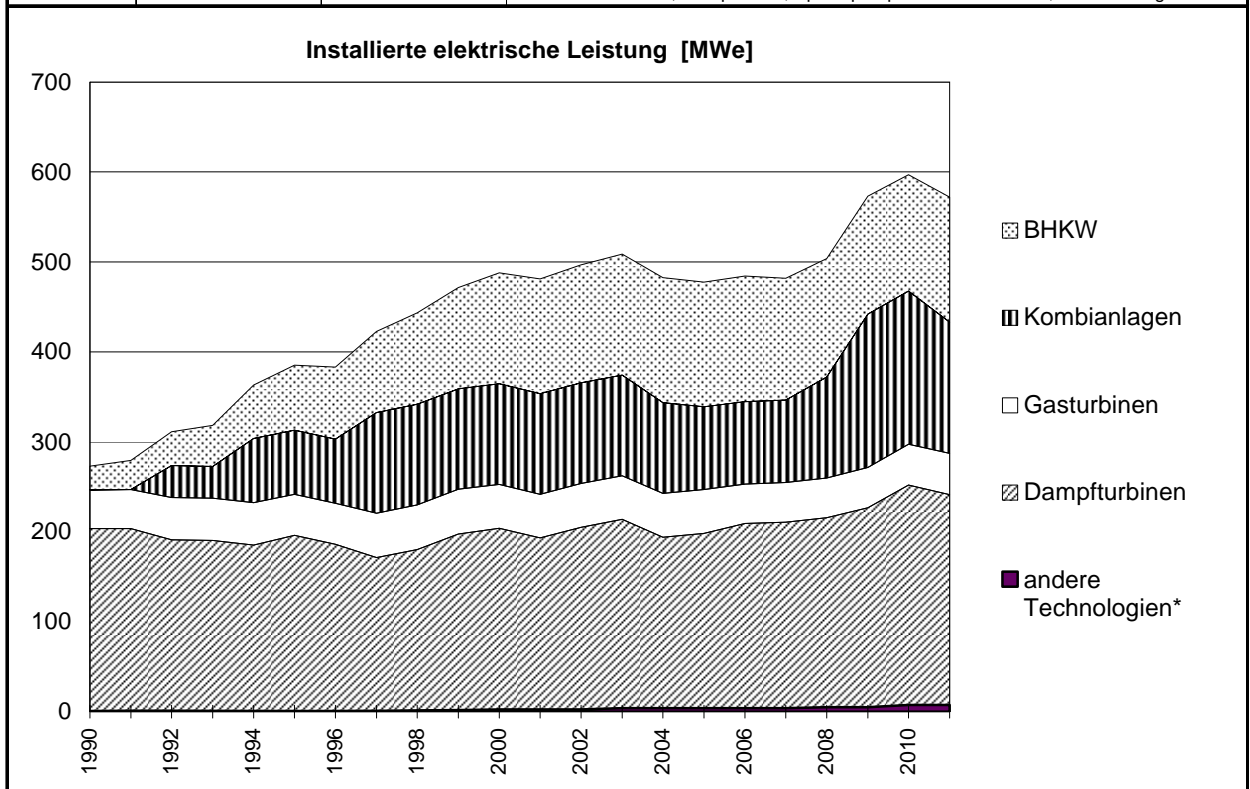
Ausdruck: 12.11.12 14:28

G:\2012\1012\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	272.93
1991	202.71	43.28	0.00	32.32	0.90	279.21
1992	190.21	46.98	35.34	37.89	0.90	311.32
1993	189.41	46.98	35.34	45.76	0.90	318.39
1994	184.41	46.98	71.54	59.54	0.84	363.30
1995	195.25	45.48	71.54	72.04	0.84	385.14
1996	185.28	45.48	71.54	79.94	0.84	383.07
1997	169.98	49.58	111.84	90.25	1.23	422.88
1998	178.73	49.58	111.84	101.89	1.56	443.60
1999	195.73	49.58	111.84	112.44	1.86	471.46
2000	201.56	48.55	111.84	123.55	2.51	488.01
2001	190.76	48.40	111.84	127.73	2.51	481.24
2002	202.53	48.55	111.84	131.31	2.55	496.78
2003	209.90	48.58	111.84	134.69	3.86	508.87
2004	190.00	48.72	100.90	139.06	3.86	482.54
2005	194.50	48.78	91.70	138.74	3.84	477.55
2006	205.37	43.81	91.70	139.47	3.84	484.19
2007	206.87	43.91	91.70	135.39	3.85	481.71
2008	210.40	44.21	112.40	131.64	5.12	503.76
2009	221.59	44.80	170.40	131.46	5.07	573.32
2010	244.29	45.48	170.40	129.24	7.53	596.94
2011	233.89	45.60	146.00	139.15	7.54	572.17

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



Wärme­kraft­kopplung in der Schweiz: Kantonale Verteilung 2011

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	63	7.63	29.72	1	xxx	xxx							64	9.13	36.30	3	32.01	202.33
AI	2	xxx	xxx										2	xxx	xxx			
AR	14	1.91	8.40										14	1.91	8.40			
BE	102	17.26	68.68	2	xxx	xxx	1	xxx	xxx	1	xxx	xxx	106	45.46	168.73	2	xxx	xxx
BL	70	14.95	53.59	2	xxx	xxx							72	22.45	99.27			
BS	26	9.77	37.66	3	26.13	22.03	2	xxx	xxx	1	xxx	xxx	32	73.60	196.88			
FR	29	4.29	17.68										29	4.29	17.68	1	xxx	xxx
GE	24	8.94	34.50										24	8.94	34.50	1	xxx	xxx
GL	2	xxx	xxx										2	xxx	xxx	1	xxx	xxx
GR	39	2.70	11.07	1	xxx	xxx	1	xxx	xxx				41	19.70	96.54	1	xxx	xxx
JU	5	0.84	3.81										5	0.84	3.81			
LU	64	9.14	36.70	1	xxx	xxx	1	xxx	xxx				66	21.11	74.68	1	xxx	xxx
NE	33	2.84	11.24							1	xxx	xxx	34	7.64	38.01	1	xxx	xxx
NW	2	xxx	xxx				1	xxx	xxx				3	1.68	5.96			
OW	4	0.87	3.71										4	0.87	3.71			
SG	82	9.46	36.55	1	xxx	xxx	1	xxx	xxx				84	11.06	41.60	3	26.90	178.29
SH	14	4.18	16.86										14	4.18	16.86			
SO	30	4.00	14.11			xxx							30	4.00	65.09	1	xxx	xxx
SZ	15	2.01	8.96										15	2.01	8.96			
TG	40	3.35	13.47	2	xxx	xxx	1	xxx	xxx				43	14.98	42.72	1	xxx	xxx
TI	10	1.14	4.50										10	1.14	4.50	1	xxx	xxx
UR	4	0.33	1.30										4	0.33	1.30			
VD	87	6.80	26.84	1	xxx	xxx	4	41.96	15.30	1	xxx	xxx	93	71.26	151.14			
VS	21	1.81	7.40	4	170.30	578.86				1	xxx	xxx	26	176.41	592.83	2	xxx	xxx
ZG	9	2.06	8.34	1	xxx	xxx							10	5.00	15.64			
ZH	154	27.74	110.25	2	xxx	xxx	2	xxx	xxx	1	xxx	xxx	159	63.79	269.63	5	57.32	304.50
Total	945	144.6	567.5	21	248.1	869.1	14	107.0	210.1	6	72.5	349.7	986	572.2	1'996.2	24	276.5	1'568.5

Anz. = Anzahl stromproduzierende Wärme­kraft­kopplungsanlagen am Jahresende

MWe = installierte elektrische Leistung in MW am Jahresende

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

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

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

G:\2012\1012\All-Ausw\KT-WKK2011.xls|Bericht Ber1

Stand: 12.11.2012

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**

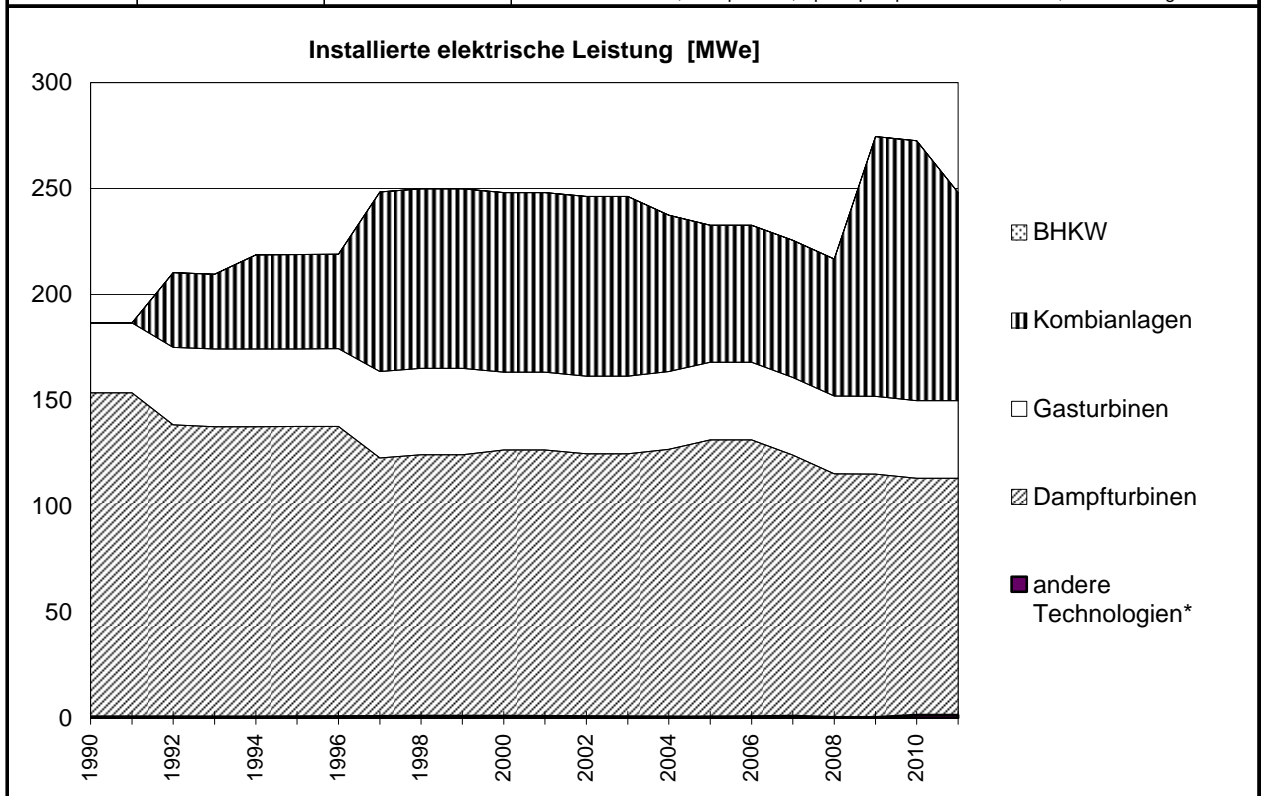
Anhang Cb (S. 58)

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	186.51
1991	153.01	32.95	0.00	0.00	0.55	186.51
1992	137.81	36.65	35.34	0.00	0.55	210.34
1993	137.01	36.65	35.34	0.00	0.55	209.54
1994	137.01	36.65	44.54	0.00	0.55	218.74
1995	137.05	36.65	44.54	0.00	0.55	218.78
1996	137.18	36.65	44.54	0.00	0.55	218.91
1997	121.88	40.75	84.84	0.00	0.94	248.40
1998	123.38	40.75	84.84	0.00	0.94	249.90
1999	123.38	40.75	84.84	0.00	0.94	249.90
2000	125.66	36.65	84.84	0.00	0.94	248.08
2001	125.66	36.65	84.84	0.00	0.94	248.08
2002	124.13	36.65	84.84	0.00	0.61	246.22
2003	124.13	36.65	84.84	0.00	0.61	246.22
2004	126.23	36.65	73.90	0.00	0.61	237.38
2005	130.73	36.65	64.70	0.00	0.55	232.62
2006	130.73	36.65	64.70	0.00	0.55	232.62
2007	123.23	36.65	64.70	0.00	0.90	225.47
2008	114.96	36.65	64.70	0.00	0.35	216.66
2009	114.82	36.65	122.70	0.00	0.35	274.52
2010	111.82	36.65	122.70	0.00	1.35	272.52
2011	111.82	36.65	98.30	0.00	1.35	248.12

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

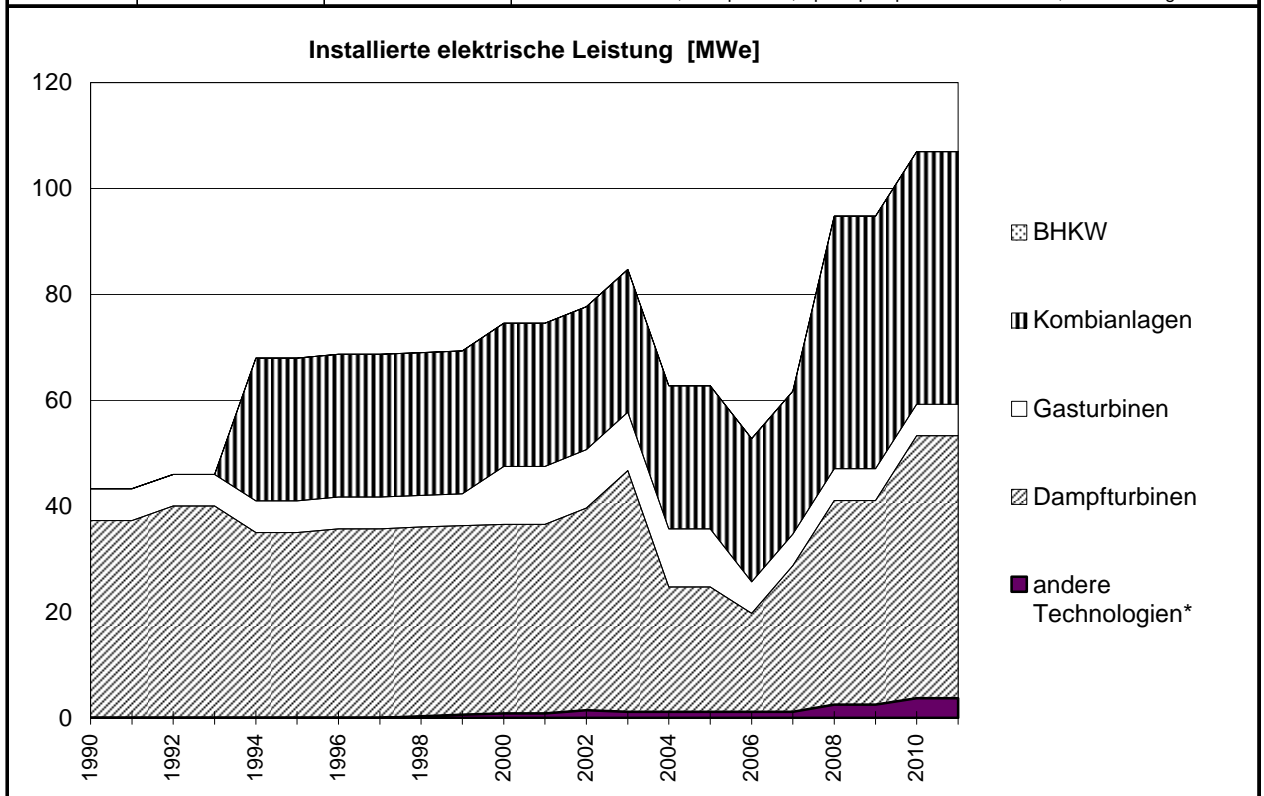


Installierte elektr. Nennleistungen nach Technologien [MWe]

berücksichtigte Anlagen: **Fernheizkraftwerke (exkl. KVA) sowie andere Spezialanlagen**

Jahr	Dampfturbinen	Gasturbinen	Kombianlagen	BHKW	andere Technologien*	TOTAL
1990	37.30	6.00	0.00	0.00	0.00	43.30
1991	37.30	6.00	0.00	0.00	0.00	43.30
1992	40.00	6.00	0.00	0.00	0.00	46.00
1993	40.00	6.00	0.00	0.00	0.00	46.00
1994	35.00	6.00	27.00	0.00	0.00	68.00
1995	35.00	6.00	27.00	0.00	0.00	68.00
1996	35.70	6.00	27.00	0.00	0.00	68.70
1997	35.70	6.00	27.00	0.00	0.00	68.70
1998	35.70	6.00	27.00	0.00	0.34	69.04
1999	35.70	6.00	27.00	0.00	0.64	69.34
2000	35.70	11.00	27.00	0.00	0.84	74.54
2001	35.70	11.00	27.00	0.00	0.84	74.54
2002	38.20	11.00	27.00	0.00	1.46	77.66
2003	45.57	11.00	27.00	0.00	1.16	84.73
2004	23.57	11.00	27.00	0.00	1.16	62.73
2005	23.57	11.00	27.00	0.00	1.16	62.73
2006	18.57	6.00	27.00	0.00	1.16	52.73
2007	27.57	6.00	27.00	0.00	1.16	61.73
2008	38.57	6.00	47.70	0.00	2.49	94.76
2009	38.57	6.00	47.70	0.00	2.49	94.76
2010	49.57	6.00	47.70	0.00	3.72	106.99
2011	49.57	6.00	47.70	0.00	3.72	106.99

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



D. Klein-WKK-Anlagen

D.1 Jahresstatistiken 2011

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 2011

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 - 2011

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)

Jahresstatistik 2011												
Typ 2 der Klein-WKK-Jahresstatistik		TOTAL (alle Anlagen)	Aufteilung nach Anlageart 3)						Aufteilung nach Technologien			
		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)	-	957	12	107	282	1	543	12	927	12	9	9
Anzahl WKK-Aggregate	-	1191	12	143	366	4	648	18	1154	12	12	13
Installierte Leistungen												
- Anschlussleistung	MW	412.98	2.62	64.32	90.37	4.78	241.77	9.13	398.69	2.62	3.79	7.88
- elektrische Leistung	MW	144.56		23.87	30.05	1.64	83.68	5.32	138.43		1.15	4.98
- mechanische Leistung 2)	MW	0.20			0.20				0.20			
- Heizleistung	MW	221.15	4.22	29.32	48.11	2.66	132.17	4.67	211.00	4.22	1.84	4.09
Jahresenergieverbrauch/ -produktion												
Endenergieverbrauch Total	GWh	1700.20	5.50	304.55	389.04	19.00	954.72	27.38	1650.58	5.50	12.46	31.65
- Erdgas	GWh	891.92	4.70		1.61	18.64	839.58	27.38	859.83	4.70	4.64	22.74
- Diesel / Heizöl EL	GWh	85.67	0.79		0.54		84.33		84.88	0.79		
- Propan	GWh	31.65			0.84		30.81		31.65			
- Klärgas	GWh	386.05			386.05				369.31		7.82	8.91
- Deponiegas	GWh	0.36				0.36			0.36			
- Biogas	GWh	304.40		304.40					304.40			
- Fett/Öl erneuerbar	GWh	0.15		0.15					0.15			
- andere Energieträger	GWh											
produzierte Elektrizität	GWh	567.46		103.64	120.88	5.89	322.67	14.38	548.06		3.67	15.72
genutzte mechanische Energie 2)	GWh	0.93			0.93				0.93			
produzierte Wärmeenergie	GWh	850.41	7.84	126.95	192.36	9.50	506.12	7.64	826.61	7.84	5.63	10.32
genutzte Wärmeenergie	GWh	777.10	7.74	91.94	164.78	9.50	496.94	6.20	755.38	7.74	5.44	8.54

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: 09.11.12

G:\2012\1012\KW-Ausw\Jahr_Typ3+2_2011.xls\Anhang D.1a Ber04

Jahresstatistik 2011												
Typ 3		TOTAL	Anlagearten (Typ 3) der Klein-WKK-Statistik 3)									
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
WKK-Anlagen in Betrieb (Jahresende)			A	B	C	D	E	F	G	H	I	K
Anzahl WKK-Anlagen 1)	-	957	12	68	276	1	543	6	39	3	6	3
Anzahl WKK-Aggregate	-	1191	12	84	359	4	648	10	59	4	8	3
Installierte Leistungen												
- Anschlussleistung	MW	412.98	2.62	28.89	87.83	4.78	241.77	6.48	35.42	1.14	2.65	1.40
- elektrische Leistung	MW	144.56		10.68	29.23	1.64	83.68	4.51	13.19	0.35	0.81	0.47
- mechanische Leistung 2)	MW	0.20			0.20							
- Heizleistung	MW	221.15	4.22	13.14	46.85	2.66	132.17	3.33	16.18	0.51	1.34	0.76
Jahresenergieverbrauch/ -produktion												
Endenergieverbrauch Total	GWh	1700.20	5.50	152.31	372.31	19.00	954.72	22.74	152.24	7.82	4.64	8.91
- Erdgas	GWh	891.92	4.70		1.61	18.64	839.58	22.74			4.64	
- Diesel / Heizöl EL	GWh	85.67	0.79		0.54		84.33					
- Propan	GWh	31.65			0.84		30.81					
- Klärgas	GWh	386.05			369.31					7.82		8.91
- Deponiegas	GWh	0.36				0.36						
- Biogas	GWh	304.40		152.31					152.09			
- Fett/Öl erneuerbar	GWh	0.15							0.15			
- andere Energieträger	GWh											
produzierte Elektrizität	GWh	567.46		51.33	115.86	5.89	322.67	13.01	52.30	2.31	1.37	2.71
genutzte mechanische Energie 2)	GWh	0.93			0.93							
produzierte Wärmeenergie	GWh	850.41	7.84	62.40	184.04	9.50	506.12	5.38	64.56	3.38	2.26	4.94
genutzte Wärmeenergie	GWh	777.10	7.74	54.78	156.99	9.50	496.94	3.94	37.16	3.18	2.26	4.60

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: 09.11.12

G:\2012\1012\KW-Ausw\Jahr_Typ3+2_2011.xls\Anhang D.1b+c Ber02

Fortschreibungsparameter 2011											
	Kommentare zu den Fortschreibungsparametern	Anlagearten (Typ 3) der Klein-WKK-Statistik									
		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
Allgemeine Annahmen		A	B	C	D	E	F	G	H	I	K
Prozentsatz der Vollbetriebsstunden, welche die neu in Betrieb genommenen Anlagen erreichten:											
a.) im letzten Jahr	Wert a gemäss Bild F.2c	35%	-	40%	-	35%	-	-	-	-	-
b.) in diesem Jahr	Wert a gemäss Bild F.2c	35%	-	40%	-	35%	-	-	-	-	-
Fortschreibungsparameter zur Ermittlung des/der Jahresenergieverbrauchs/-produktion											
Endenergieverbrauch Total	S3: Vollbetriebsstunden	1905	Die Energiedaten werden summarisch aus der Biogasstatistik (Landwirtschaft, WKK) übernommen.	4267	Die Energiedaten werden durch 'Eicher+Pauli' jährlich erhoben.	4039	Die Energiedaten werden grösstenteils durch 'Eicher+Pauli' jährlich erhoben.	Die Energiedaten werden anlagenweise aus der Biogasstatistik (Industrie und Gewerbe) übernommen.	Die Energiedaten werden bei grossen Anlagen durch 'Eicher+Pauli' jährlich erhoben, bei kleineren Anlagen erfolgt eine Schätzung.	Die Energiedaten werden durch 'Eicher+Pauli' jährlich erhoben.	Die Energiedaten werden durch 'Eicher+Pauli' einzeln erhoben oder geschätzt.
- Erdgas	Split des Endenergieverbrauchs Total auf die verschiedenen Energieträger erfolgt:	85.6%		0.4%		87.9%					
- Diesel / Heizöl EL	a. gemäss den erhobenen Werten des Jahres 1993 (Spalten A und C)	14.4%		0.1%		8.8%					
- 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			4008		3980					
genutzte mechanische Energie	S3: Vollbetriebsstunden		4715								
produzierte Wärmeenergie	S3: Vollbetriebsstunden	1680	3948	3894							
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: 09.11.12

G:\2012\1012KW-Ausw[Jahr_Typ3+2_2011.xls]Anhang D.1b+c Ber03

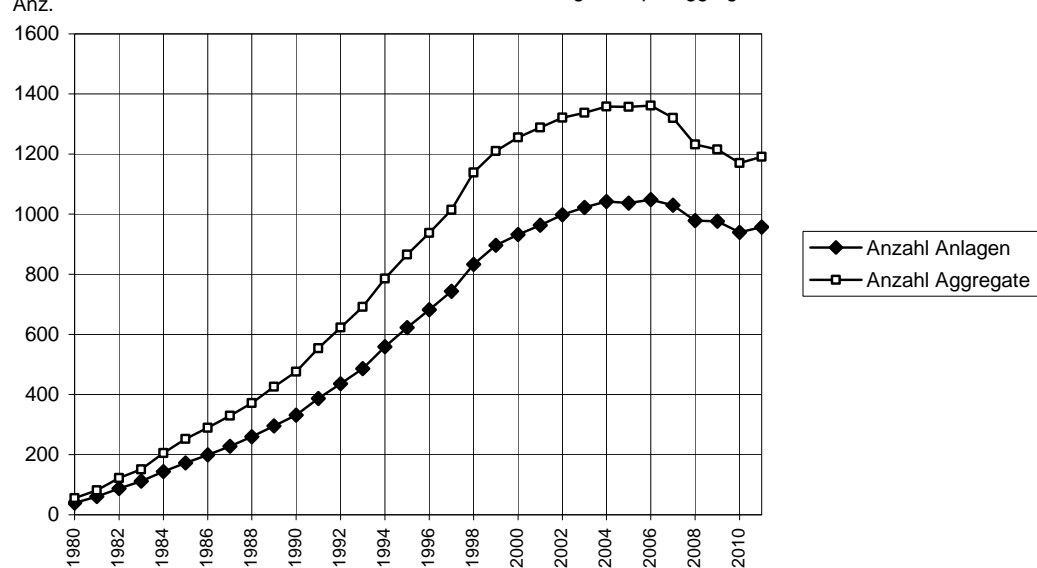
Anzahl Anlagen und Aggregate / Durchschnittliche Energieinputleistungen

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

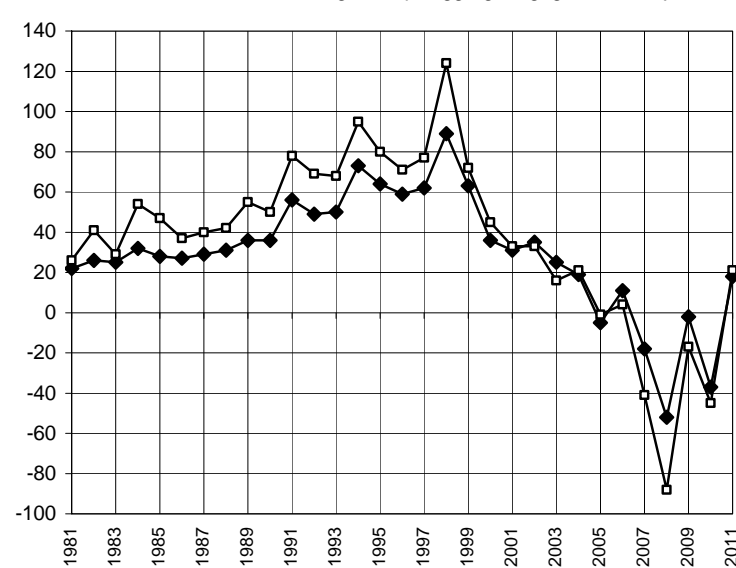
Kat. W4+W5

		1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Anzahl Klein-WKK-Anlagen 1)		623	682	744	833	896	932	963	998	1023	1042	1037	1048	1030	978	976	939	957
Anzahl Klein-WKK-Aggregate 2)		866	937	1014	1138	1210	1255	1288	1321	1337	1358	1357	1361	1320	1232	1215	1170	1191
Anzahl Aggregate pro Anlage (Mittel)		1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.2	1.2	1.2
durchschn. Inputleist. pro Anlage	kW/Anl.	425	419	422	414	417	421	416	410	408	412	410	407	399	409	410	415	432
durchschn. Inputleist. pro Aggregat	kW/Aggr.	305	305	310	303	309	313	311	310	312	316	314	313	311	325	329	333	347

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



Zunahme der Anzahl Anlagen resp. Aggregate gegenüber Vorjahr



09. Nov 12

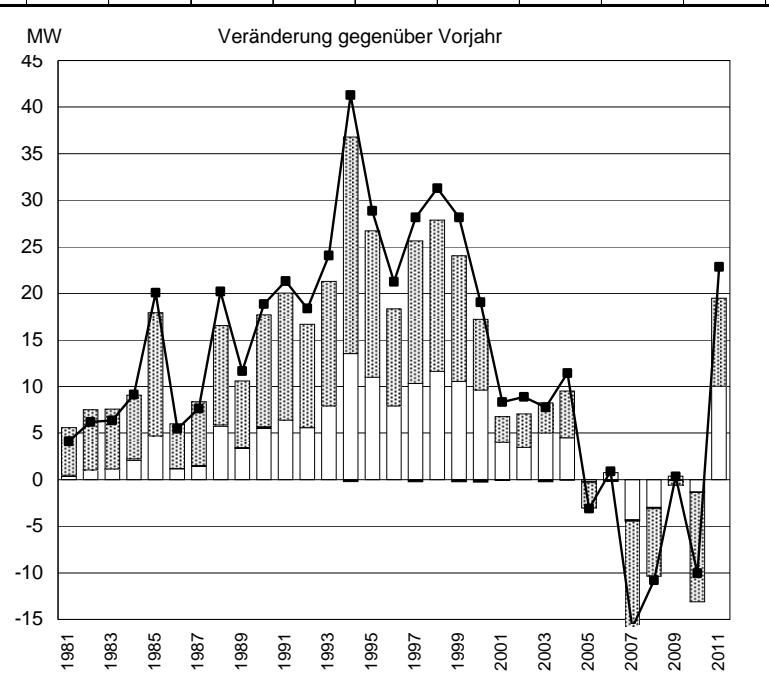
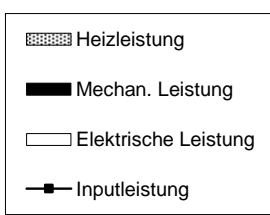
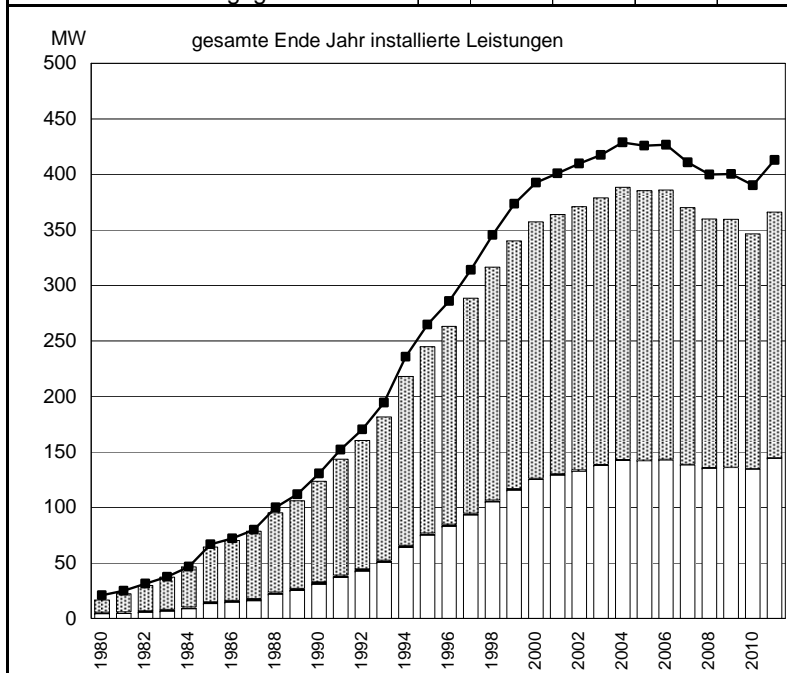
G:\2012\1012\KW-Ausw[AA-ANZ.XLS]Anhang D.2a Ber1

Installierte Leistungen

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

Kat. W4 + W5

		1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Anschlussleistung = Inputleistung	MW	264.52	285.78	313.94	345.23	373.37	392.41	400.73	409.61	417.37	428.80	425.68	426.56	410.65	399.83	400.18	390.15	412.98
Heizleistung	MW	167.69	178.09	193.39	209.61	223.08	230.67	233.39	236.95	240.17	245.20	242.48	242.43	231.21	223.95	223.44	211.69	221.15
Mechanische Leistung	MW	1.83	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
Elektrische Leistung	MW	75.16	83.06	93.38	105.01	115.57	125.19	129.22	132.71	137.72	142.23	142.01	142.77	138.44	135.47	135.84	134.53	144.56
Elektrischer Wirkungsgrad	%	28.4	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	33.9	34.5	35.0



9.11.12

G:\2012\1012\KW-Ausw\AA-ISLT.XLS\Anhang D.2b Ber1

Installierte Anschlussleistungen (=Inputleistungen) aufgeteilt nach WKK-Technologien

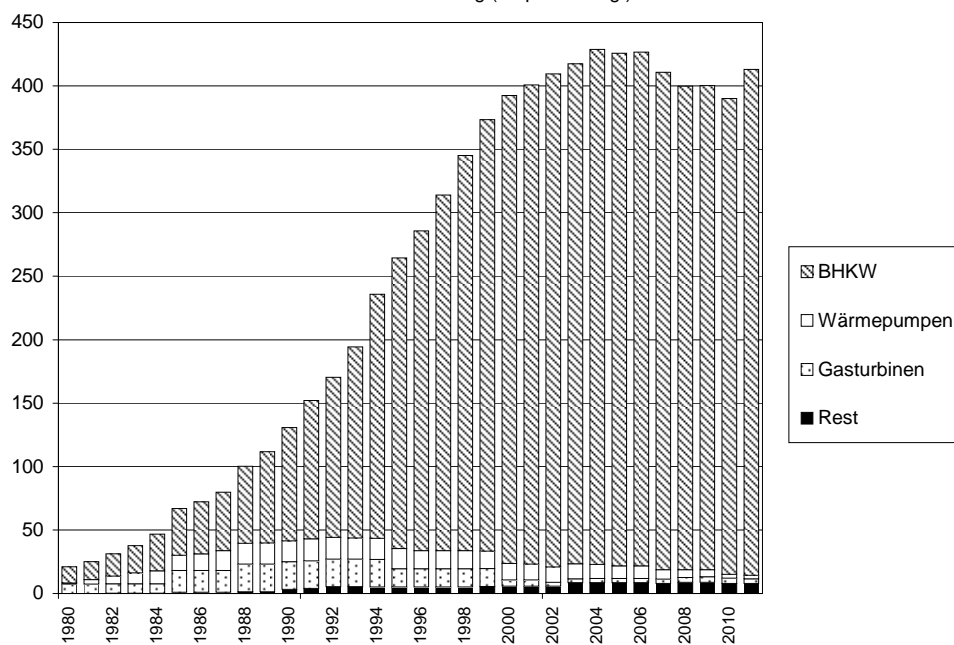
betrachtete Anlagen und Aggregate: sämtliche in der Schweiz betriebene Klein-WKK-Anlagen

Kat. W4 + W5

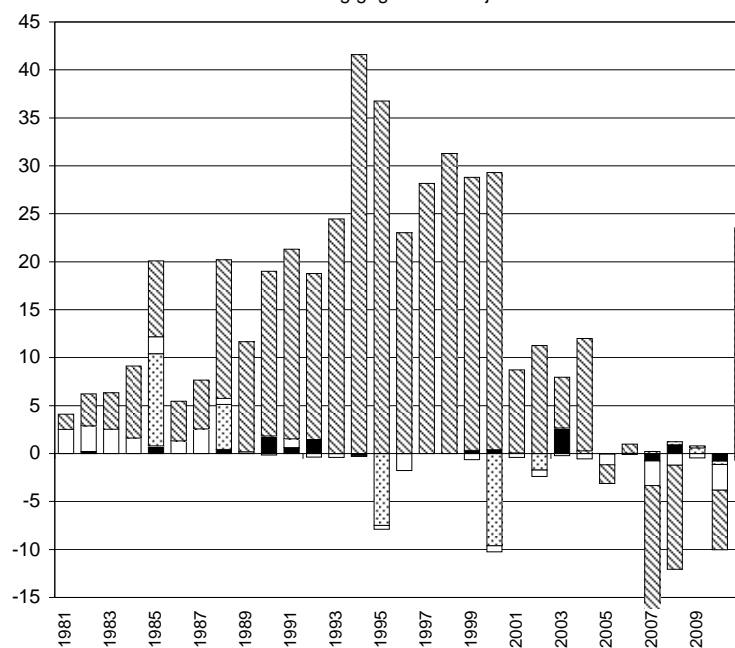
		1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
BHKW (inkl. Gebläseantriebe)	MW	229.01	252.05	280.20	311.49	339.95	368.85	377.53	388.80	394.09	405.79	403.82	404.78	391.97	381.14	381.34	375.14	398.69
Gas- + Dieselmotorwärmepumpen*	MW	16.11	14.33	14.33	14.33	13.68	13.02	12.61	11.92	11.72	11.16	10.06	9.96	7.39	6.17	5.73	3.03	2.62
Gasturbinen (bis 1 MWe)	MW	14.26	14.26	14.26	14.26	14.26	4.66	4.71	3.00	3.00	3.29	3.29	3.29	3.51	3.83	4.41	4.08	3.79
Rest (z.B. Brennstoffzellen, TEA)	MW	5.14	5.14	5.14	5.14	5.49	5.88	5.88	5.89	8.57	8.57	8.51	8.53	7.78	8.70	8.70	7.90	7.88
TOTAL	MW	264.52	285.78	313.94	345.23	373.37	392.41	400.73	409.61	417.37	428.80	425.68	426.56	410.65	399.83	400.18	390.15	412.98

* Kat. W5

Ende Jahr installierte Anschlussleistung (=Inputleistung)



Veränderung gegenüber Vorjahr

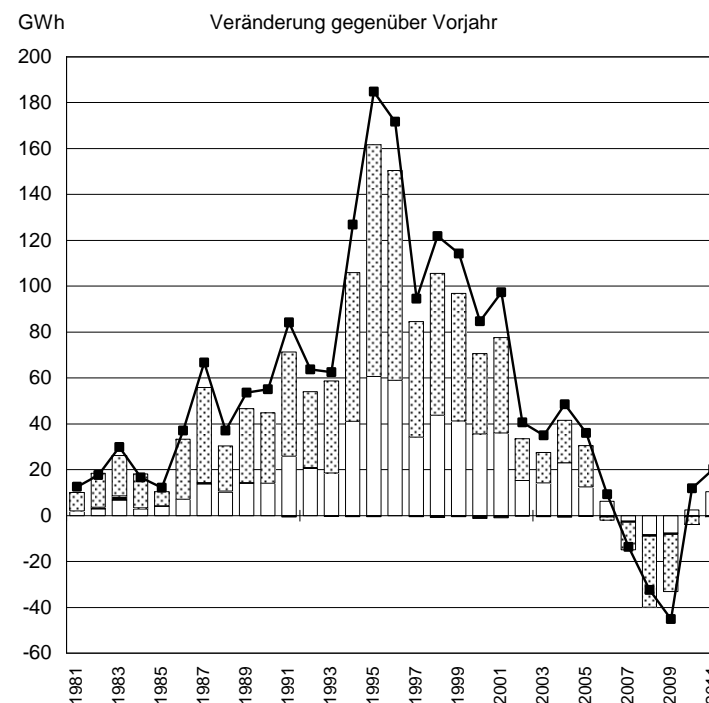
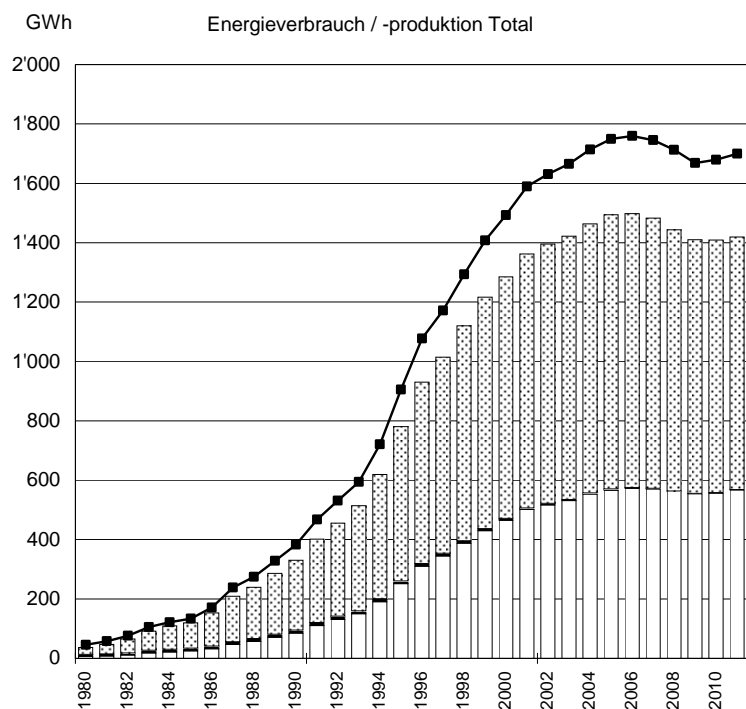


Energieverbrauch / -produktion

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

Kat. W4 + W5

		1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Endenergieverbrauch	GWh/a	905.6	1077.3	1171.9	1293.7	1407.9	1492.7	1589.9	1630.6	1665.5	1714.0	1750.0	1759.3	1745.6	1713.2	1668.0	1679.9	1700.2
Wärmeproduktion	GWh/a	519.8	611.2	661.5	723.3	778.9	813.9	855.4	873.7	886.9	905.5	923.4	922.0	910.1	879.2	854.2	850.7	850.4
Mechanische Nutzenergie	GWh/a	9.2	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
Elektrizitätsproduktion	GWh/a	251.6	310.5	344.7	388.6	429.8	465.5	501.5	516.7	531.0	554.0	566.6	572.8	570.5	562.1	554.5	557.0	567.5
Gesamtwirkungsgrad	-	86%	86%	87%	87%	86%	86%	86%	86%	85%	85%	85%	85%	85%	84%	85%	84%	83%



9.11.12

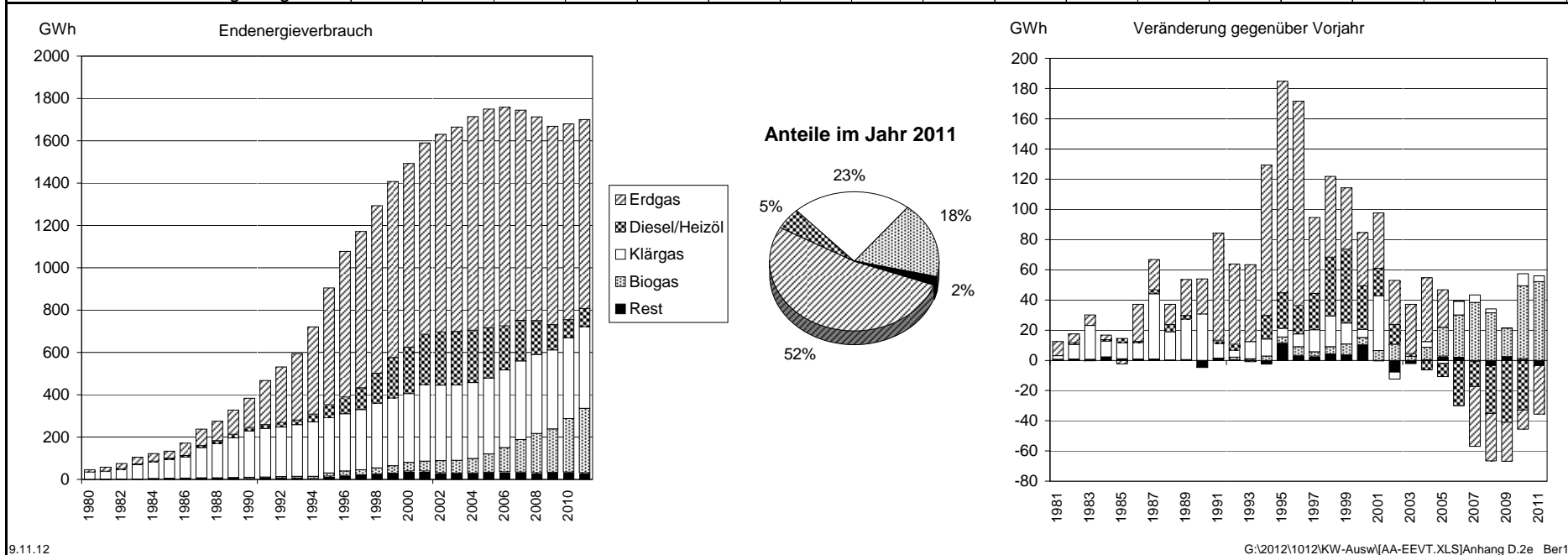
G:\2012\1012\KW-Ausw[AA-EVPD.XLS]Anhang D.2d Ber1

Endenergieverbrauch nach Energieträgern

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

Kat. W4 + W5

		1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Erdgas	GWh/a	552.55	687.95	738.28	791.75	832.38	867.73	904.47	933.73	966.24	1008.53	1033.42	1033.68	994.04	962.66	936.72	924.09	891.92
Diesel / Heizöl EL	GWh/a	60.12	78.84	102.89	141.83	190.70	219.63	237.85	250.93	252.91	246.65	237.90	207.82	191.30	159.54	118.68	85.74	85.67
Propan	GWh/a	8.26	17.71	19.65	24.11	25.38	32.65	33.10	29.12	28.81	29.43	33.05	32.70	32.13	31.69	31.37	31.26	31.65
Klärgas	GWh/a	262.13	270.69	285.21	305.46	319.35	324.66	360.88	356.27	355.72	359.45	357.45	366.60	371.45	374.10	374.24	382.30	386.05
Deponiegas	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
Biogas	GWh/a	14.68	20.33	23.25	28.10	35.42	40.12	46.58	57.23	59.85	68.19	87.27	115.17	153.61	185.05	204.07	252.23	304.40
Fett/Öl erneuerbar	GWh/a	0.00	0.00	0.00	0.00	2.04	5.34	4.61	1.41	0.27	0.27	0.25	3.13	3.06	0.18	0.16	3.15	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	0.00	0.20	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00
TOTAL	GWh/a	905.58	1077.29	1171.88	1293.68	1407.94	1492.67	1589.95	1630.56	1665.50	1714.03	1750.01	1759.31	1745.64	1713.23	1668.04	1679.95	1700.20
Anteil erneuerbarer Energieträger		31%	27%	27%	26%	26%	25%	26%	26%	25%	25%	25%	28%	30%	33%	35%	38%	41%



9.11.12

G:\2012\1012\KW-Ausw\AA-EEVT.XLS\Anhang D.2e Ber1

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.

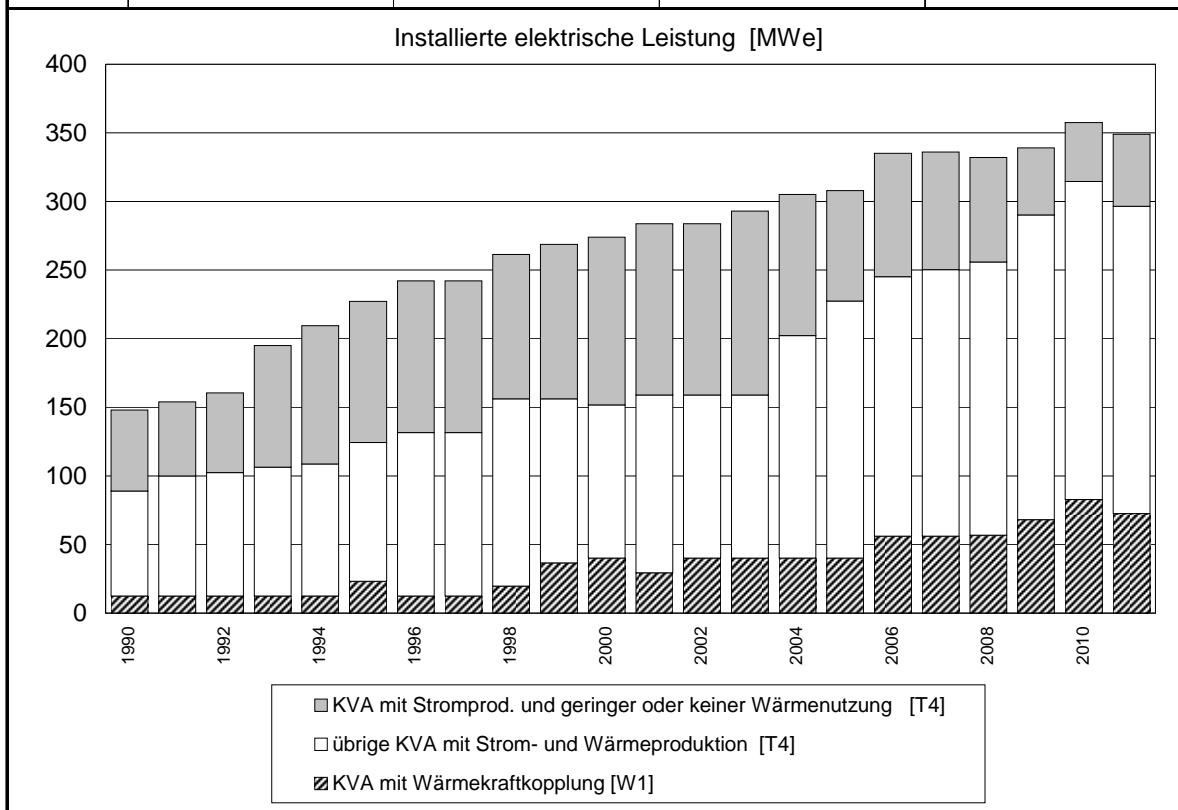
E.2d Deponiegasnutzung ausschliesslich mit Heizkesseln

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

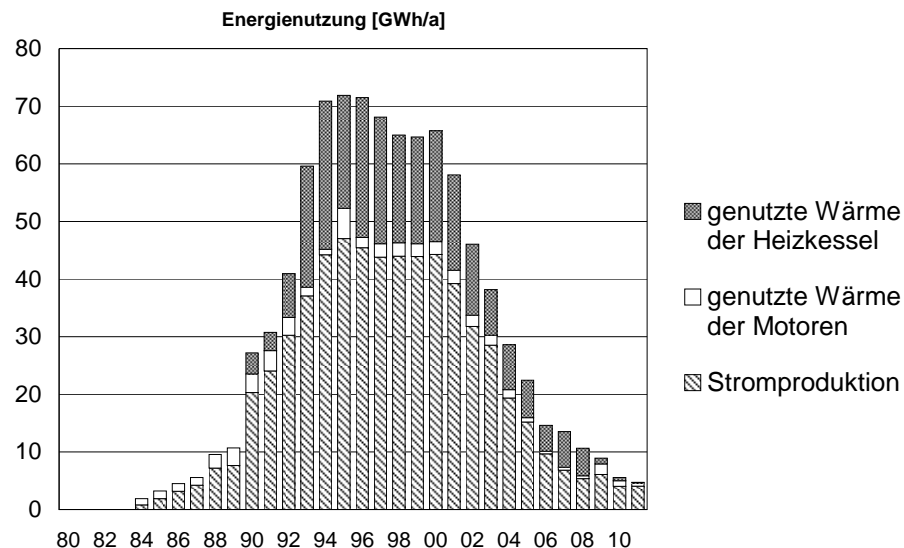
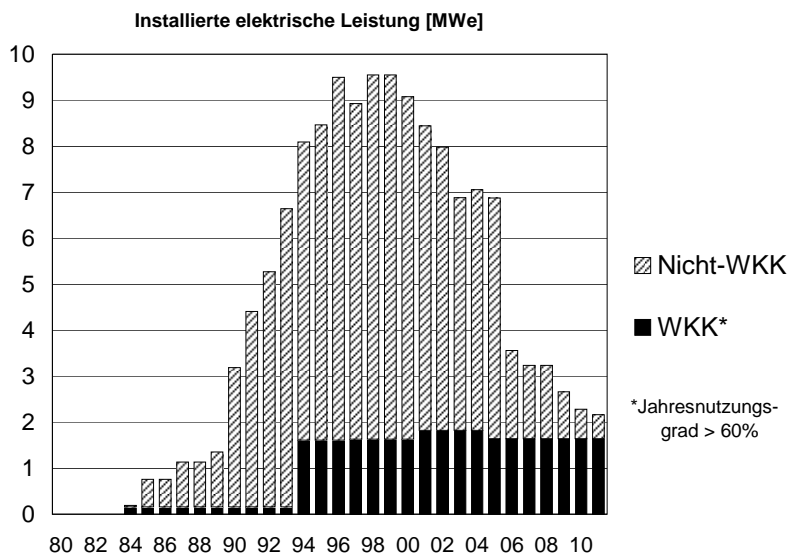


Deponiegasnutzung mit Gasmotoren und Heizkesseln (Gesamtauswertung)

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

		1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Anzahl Anlagen	-	11	12	12	12	13	13	13	13	11	11	11	11	10	9	7	7	7	6
Anzahl Gasmotoren (WKK-Aggregate)	-	20	20	22	21	22	22	21	20	19	17	17	16	11	10	10	9	9	8
Install. Energieinputleistung der Motoren	MW	25.16	26.29	29.23	27.30	29.01	29.01	27.58	25.38	23.95	20.49	21.04	20.44	10.36	9.41	9.41	7.68	6.68	6.25
Install. elektrische Leistung der Motoren	MW	8.09	8.47	9.50	8.93	9.55	9.55	9.08	8.45	7.98	6.88	7.05	6.87	3.56	3.24	3.24	2.66	2.28	2.16
Deponiegasverbrauch Gasmotoren	GWh/a	141.55	147.43	141.36	135.49	137.50	138.50	136.05	122.34	99.53	98.55	65.69	49.88	32.24	21.57	19.28	19.92	12.96	10.23
Stromproduktion Gasmotoren**	GWh/a	44.20	47.03	45.44	43.83	43.97	43.92	44.25	39.23	31.79	28.51	19.34	15.19	9.64	6.84	5.33	6.07	4.02	4.05
mit Motoren prod. Wärmeenergie	GWh/a	9.06	13.61	10.64	9.74	9.54	8.53	11.91	11.05	9.52	7.33	3.89	4.19	3.59	3.61	1.91	2.71	1.37	0.96
genutzte Wärmeenergie der Motoren	GWh/a	0.96	5.27	1.78	2.33	2.30	2.24	2.23	2.29	1.92	1.74	1.46	0.77	0.45	0.50	0.50	1.83	0.98	0.53
Deponiegasverbrauch Heizkessel*	GWh/a	35.71	23.10	28.42	25.83	21.19	21.14	23.25	18.14	14.04	9.20	9.03	7.64	5.31	7.77	6.02	1.21	0.69	0.16
prod./genutzte Wärme der Kessel*	GWh/a	25.71	19.57	24.26	21.95	18.73	18.47	19.27	16.55	12.32	7.94	7.83	6.45	4.52	6.17	4.83	1.00	0.55	0.13

* mit Deponiegas betriebene Heizkessel



Deponiegasnutzung mit Gasmotoren (WKK)

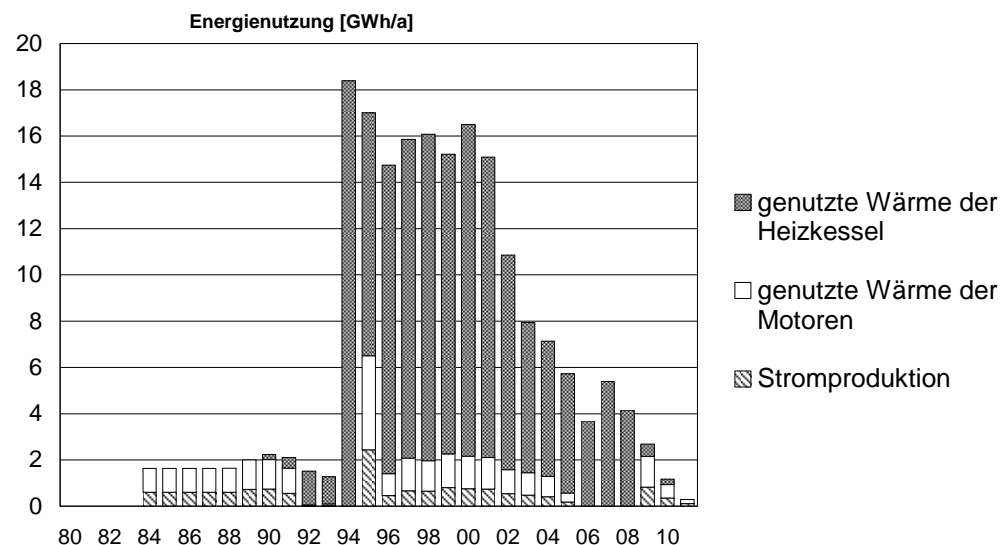
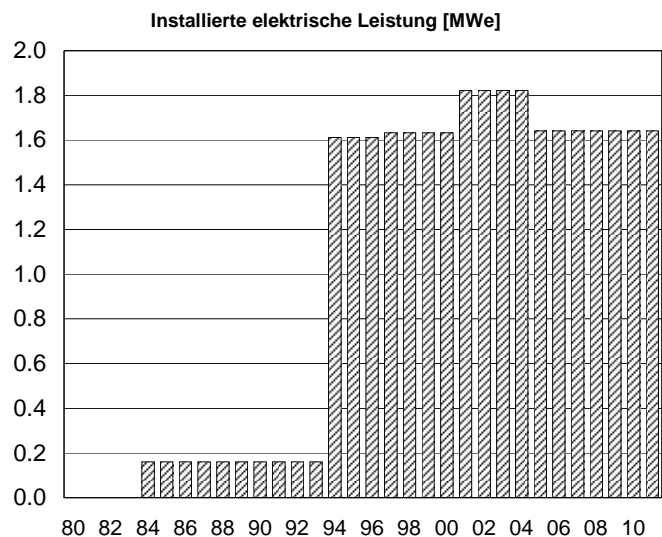
Kat. W4.DEP

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

* Jahresnutzungsgrad = (genutzte Wärmeenergie + Stromproduktion) / Deponiegasverbrauch

		1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Anzahl Anlagen	-	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1
Anzahl Gasmotoren (WKK-Aggregate)	-	4	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5	4	4	4	4	4	4	4
Install. Energieinputleistung der Motoren	MW	4.84	4.84	4.84	4.86	4.86	4.86	4.86	5.38	5.38	5.38	5.38	4.78	4.78	4.78	4.78	4.78	4.78	4.78
Install. elektrische Leistung der Motoren	MW	1.61	1.61	1.61	1.63	1.63	1.63	1.63	1.82	1.82	1.82	1.82	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64
Deponiegasverbrauch Gasmotoren	GWh/a	0.00	7.84	1.76	2.59	2.42	2.66	2.54	2.47	1.87	1.70	1.51	0.67	0.00	0.00	0.00	2.80	1.17	0.36
Stromproduktion Gasmotoren***	GWh/a	0.00	2.44	0.45	0.66	0.65	0.80	0.75	0.74	0.55	0.49	0.41	0.18	0.00	0.00	0.00	0.83	0.36	0.11
mit Motoren prod. Wärmeenergie	GWh/a	0.00	4.17	0.96	1.41	1.32	1.46	1.41	1.36	1.04	0.96	0.87	0.38	0.00	0.00	0.00	1.32	0.58	0.18
genutzte Wärmeenergie der Motoren	GWh/a	0.00	4.07	0.96	1.41	1.32	1.46	1.41	1.36	1.04	0.96	0.87	0.38	0.00	0.00	0.00	1.32	0.58	0.18
Deponiegasverbrauch Heizkessel**	GWh/a	26.69	11.83	14.90	15.14	15.56	14.53	17.27	13.87	10.39	7.44	6.57	5.94	4.27	6.79	5.18	0.62	0.28	0.00
prod./genutzte Wärme der Kessel**	GWh/a	18.40	10.50	13.32	13.78	14.11	12.95	14.34	12.99	9.27	6.49	5.85	5.16	3.68	5.39	4.16	0.52	0.23	0.00

** mit Deponiegas betriebene Heizkessel in der gleichen Heizzentrale



9.11.12

G:\2012\1012KW-Ausw(DEP1982-2011.XLS)Anhang E.2b Ber2

Deponiegasnutzung mit Gasmotoren (ohne WKK)

Kat. T3

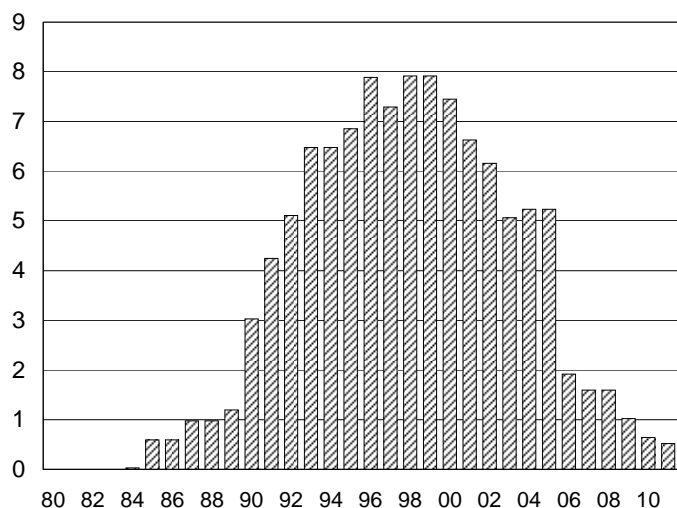
betrachtete Anlagen: sämtliche in der Schweiz betriebenen Deponiegasmotoren mit einem Jahresnutzungsgrad* bis 60%

* Jahresnutzungsgrad = (genutzte Wärmeenergie + Stromproduktion) / Deponiegasverbrauch

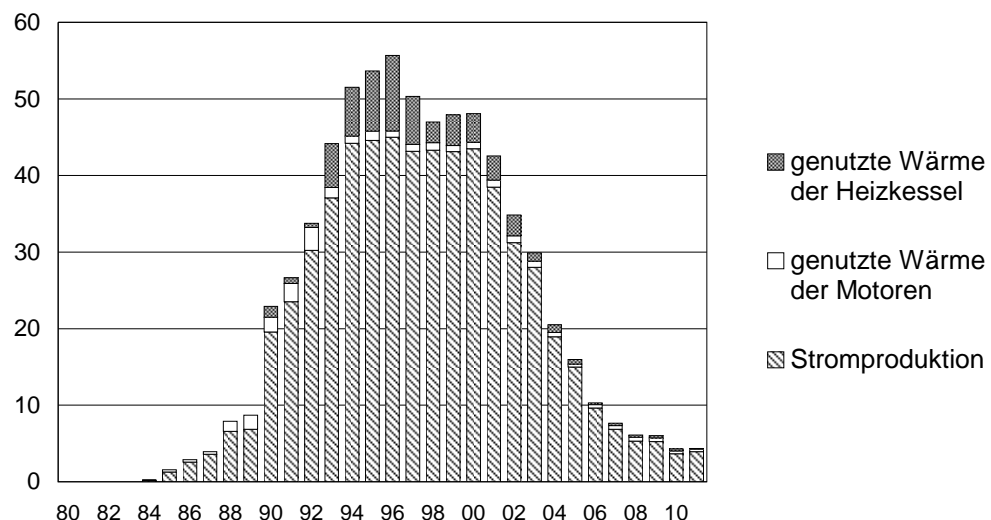
		1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Anzahl Anlagen	-	7	8	8	8	9	9	9	9	7	8	7	7	7	7	5	5	5	4
Anzahl Gasmotoren (WKK-Aggregate)	-	16	16	18	17	18	18	17	15	14	12	12	12	7	6	6	5	5	4
Install. Energieinputleistung der Motoren	MW	20.32	21.45	24.39	22.44	24.15	24.15	22.72	20.01	18.58	15.12	15.66	15.66	5.59	4.63	4.63	2.90	1.90	1.47
Install. elektrische Leistung der Motoren	MW	6.48	6.85	7.88	7.29	7.91	7.91	7.45	6.62	6.16	5.06	5.23	5.23	1.92	1.60	1.60	1.02	0.64	0.52
Deponiegasverbrauch Gasmotoren	GWh/a	141.55	139.59	139.59	132.89	135.08	135.83	133.51	119.87	97.66	96.85	64.18	49.21	32.24	21.57	19.28	17.12	11.79	9.87
Stromproduktion Gasmotoren	GWh/a	44.20	44.60	44.99	43.17	43.32	43.13	43.50	38.49	31.24	28.02	18.93	15.00	9.64	6.84	5.33	5.24	3.66	3.94
mit Motoren prod. Wärmeenergie	GWh/a	9.06	9.44	9.68	8.33	8.22	7.07	10.50	9.69	8.49	6.37	3.02	3.81	3.59	3.61	1.91	1.38	0.79	0.78
genutzte Wärmeenergie der Motoren	GWh/a	0.96	1.20	0.82	0.91	0.98	0.77	0.82	0.93	0.88	0.77	0.58	0.39	0.45	0.50	0.50	0.51	0.40	0.35
Deponiegasverbrauch Heizkessel**	GWh/a	7.80	9.78	12.22	8.30	3.23	4.89	4.52	3.73	3.23	1.36	1.24	0.79	0.26	0.36	0.37	0.37	0.32	0.08
prod./genutzte Wärme der Kessel**	GWh/a	6.35	7.88	9.89	6.26	2.71	4.03	3.77	3.14	2.72	1.13	1.01	0.57	0.21	0.29	0.29	0.30	0.25	0.06

** mit Deponiegas betriebene Heizkessel in der gleichen Heizzentrale

Installierte elektrische Leistung [MWe]



Energienutzung [GWh/a]

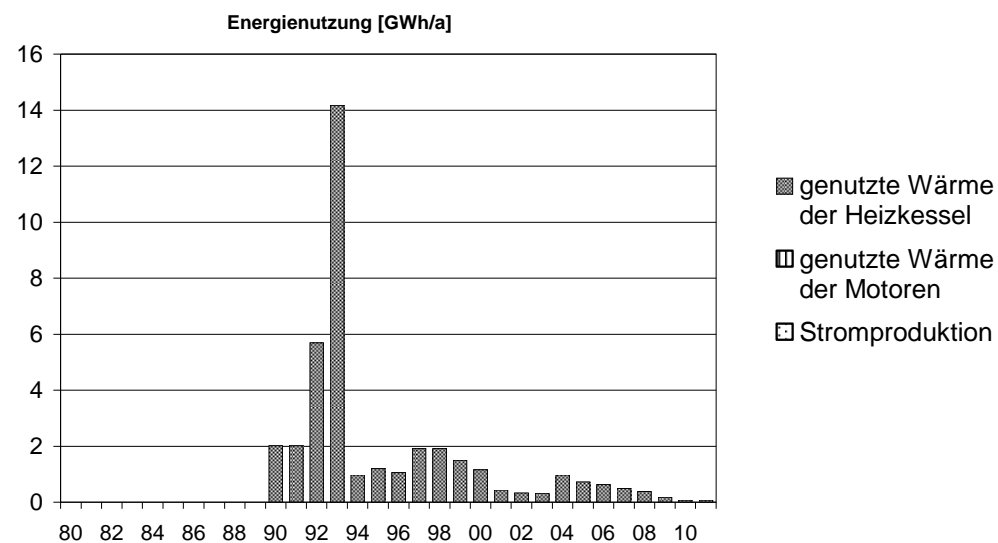


Deponiegasnutzung ausschliesslich mit Heizkesseln

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

		1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Anzahl Anlagen	-	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	2	2	2	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																		
Deponiegasverbrauch Heizkessel*	GWh/a	1.21	1.49	1.31	2.39	2.40	1.72	1.46	0.54	0.42	0.40	1.22	0.91	0.78	0.62	0.47	0.22	0.09	0.09
prod./genutzte Wärme der Kessel*	GWh/a	0.97	1.19	1.05	1.91	1.92	1.49	1.16	0.43	0.33	0.32	0.98	0.72	0.63	0.50	0.38	0.18	0.07	0.07

* 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 2011 wurden mittels Vollerhebung die Stammdaten aller Gross-WKK-Anlagen aktualisiert, neue Anlagen sowie die Jahresdaten des Betriebsjahres 2011 erfasst. Im Vergleich zu den bisherigen Resultaten ergaben sich nur geringe Unterschiede (einzelne Korrekturen von Vorjahreswerten).

F.1.2 Vorliegende Gross-WKK-Daten

Datenbank:	Die Daten zu den Gross-WKK-Anlagen werden in einer Access-Datenbank verwaltet (Access-Vers. 2000).
erfasste Daten: (Kat. W1, W2, W3)	<ul style="list-style-type: none">• Adresse und Bezeichnung der Anlage• Adresse des Anlagebetreibers• Stammdaten zu den Gross-WKK-Aggregaten (Inbetriebnahmedatum, Hersteller, Typ, elektrische Leistung, Energieträger)• Endenergieverbrauch seit 1990 (bei einigen Anlagen konnte nur der Energieträgersplit erhoben werden)• Stromproduktion und Verkauf ans EW (Jahre 1990 bis 2011)
zusätzliche Daten: (Kat. T4)	In der gleichen Access-Datenbank werden auch die Stamm- und Energiedaten sämtlicher KVA erfasst (d.h. nicht nur Kat. W1 sondern auch Kat. T4). Zusätzlich zu obigen Daten sind zu den KVA auch die produzierten und verkauften Wärmemengen erfasst.

F.2 Klein-WKK-Statistik

F.2.1 Frühere Ausgaben und Erhebungen

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

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

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

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

- In der Statistik 1996 wurde erstmals die in der Einleitung beschriebene WKK-Definition angewandt. Dies hatte zur Folge, dass die meisten mit Deponiegas betriebenen Anlagen nicht mehr als Klein-WKK-Anlagen betrachtet wurden. Dies entsprach einer (rückwirkenden) "Umbuchung" des grössten Teils von Kategorie W4.DEP in Kategorie T3.
- Im Jahre 1999 wurde eine neue Access-Datenbank für die Klein-WKK-Anlagen geschaffen (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

Datenbank: (Kat. W4, W5, T3)	Die Daten zu den Klein-WKK-Anlagen werden seit März 1999 in einer Access-Datenbank verwaltet (Access-Vers. 2000).
erfasste Daten: (Kat. W4 und W5) * Bei Anlagen, deren Angaben ausschliesslich vom Lieferanten stammen (d.h. sogenannte minimal erfasste Anlagen) ist die Datenqualität z.T. nicht optimal (z.B. unvollständige Adressen) ** Energiedaten bis 1993 ziemlich vollständig; ab 1994 nur noch bei Anlagen mit jährlicher Erhebung (siehe Kap. F.2.3) oder bei Teilnahme an der Stichprobenerhebung 1998)	<ul style="list-style-type: none"> • Adresse und Bezeichnung der Anlage* • Adresse des Anlagebetreibers* • Art und Beschreibung der mit Wärme versorgten Gebäude* • Folgende Stammdaten zu den Klein-WKK-Aggregaten: Inbetriebnahme- und evtl. Stilllegedatum, Hersteller, Typ, Nennleistungen (Input, elektrisch, thermisch), Energieträger, Schadstoffreduktionsmassnahme • Endenergieverbrauch der Klein-WKK-Anlagen** • Stromproduktion und Verkauf ans EW** • Wärmeproduktion und -nutzung** • Betriebsstunden und Startimpulse der einzelnen Aggregate**
zusätzliche Daten: (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.
Unsicherheiten:	Die aktuelle Klein-WKK-Statistik weist folgende Unsicherheiten auf: <ul style="list-style-type: none"> • Allfällige ersatzlose Stilllegungen von Anlagen werden nur z.T. in Erfahrung gebracht. Insbesondere bei den älteren fossilen BHKW dürften diese Fälle zunehmen. In den Jahren wurden Umfragen, um allfällige Stilllegungen älterer Anlagen zu erfassen. Eine weitergehende Umfrage - auch für die Erfassung der Vollbetriebsstunden (siehe unten) - sollte 2013 umgesetzt werden. • Die aus den Jahren 1996/97 stammenden Vollbetriebsstundenzahlen bei fossilen BHKW (Kat. W4.FOS.1a) sollten aktualisiert werden.

F.2.3 Fortschreibung der Energiedaten

Aus Kostengründen können nur periodisch Energiedaten bei den Betreibern von bestehenden Anlagen erhoben werden. Aus diesem Grund wurde ein geeignetes **Modell für die Fortschreibung** entwickelt.

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

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

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

Jahresstatistik		2002										
Typ 3 der Klein-WKK-Jahresstatistik	TOTAL (alle Anlagen)	Anlagearten (Typ 3) der Klein-WKK-Statistik 3)										
	Anlagekategorie 4) ->	fossile WP	Biogas	LW	ARA o. GT	Deponieg.	foss. BHKW	Rest foss.	Biog. Gew/In	ARA nur GT	fossile GT	Rest(ARA)
		W5	W4.BIO.1	W4.ARA.1a	W4.DEP	W4.FOS.1a	W4.FOS.1b	W4.BIO.2	W4.ARA.2	W4.FOS.2	W4.ARA.1b	
WKK-Anlagen in Betrieb (Jahresende)		A	B	C	D	E	F	G	H	I	K	
Anzahl WKK-Anlagen 1)	-	1031	52	34	287	2	620	7	19		7	3
Anzahl WKK-Aggregate	-	1379	58	40	422	5	802	10	30		9	3
Installierte Leistungen												
- Anschlussleistung	MW	426.76	14.00	4.85	83.01	5.38	295.68	4.39	14.95		3.00	1.50
- elektrische Leistung	MW	138.09		1.47	25.00	1.82	102.29	0.95	5.17		0.90	0.48
- mechanische Leistung 2)	MW	1.17			1.17							
- Heizleistung	MW	248.03	22.39	2.53	45.63	3.00	159.72	4.72	7.72		1.50	0.82
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)

10 Anlagearten gemäss Typ 3 der Klein-WKK-Statistik				
Spalte (Typ 3)	Kategorie	Kurzbezeichnung	Art der betroffenen Klein-WKK-Anlagen	Herkunft der Energiedaten ab 1994
A	W5	Fossile WP	Mit fossilen Energieträgern betriebene Wärmepumpen	Fortschreibung gemäss Bild F.2c
B	W4.BIO.1	Biogas LW	Mit Biogas betriebene Klein-WKK-Anlagen in Landwirtschaftsbetrieben	Energiedaten gemäss schweizerischer Biogas-Statistik (summarisch erfasst)
C	W4.ARA.1a	ARA o. GT	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	W4.DEP	Deponiegas	Mit Deponiegas betriebene Anlagen	jährliche Erhebung
E	W4.FOS.1a	Foss. BHKW	Mit fossilen Energieträgern betriebene Blockheizkraftwerke (BHKW)	Fortschreibung gemäss Bild F.2c (Aktualisierung der Vollbetriebsstunden im Rahmen der Stichprobenerhebung 2011; siehe Kapitel 6.5.1 und Tabelle F.2d)
F	W4.FOS.1b	Rest foss.	Spezielle mit fossilen Energieträgern betriebene Klein-WKK-Anlagen (TEA's, Anlagen mit GMWP und BHKW sowie Brennstoffzellen)	jährliche Erhebung oder Schätzung
G	W4.BIO.2	Biog. Gew/In	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	W4.ARA.2	ARA nur GT	Gasturbinen in Kläranlagen (Stilllegung der letzten Anlage im Jahre 2001)	jährliche Erhebung
I	W4.FOS.2	Fossile GT	Mit fossilen Energieträgern betriebene Gasturbinen bis 1 MWe	jährliche Erhebung
K	W4.ARA.1b	Rest (ARA)	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

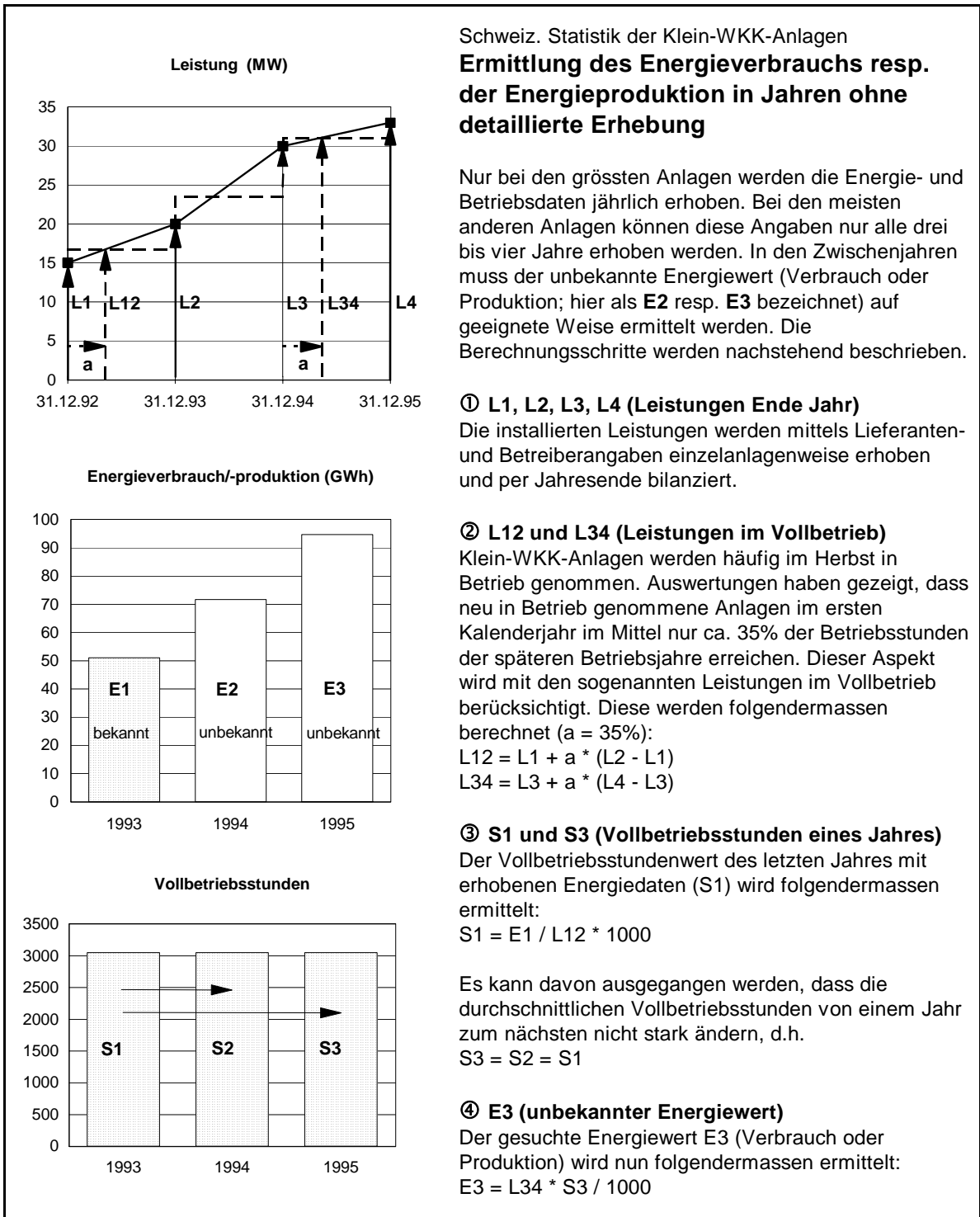


Bild F.2c Fortschreibung der Energiedaten in Jahren ohne detaillierte Erhebung (Berechnung der gesuchten Energiemenge E3 aus den bekannten Werten E1 sowie L1 bis L4)

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	2006	2007	2008	2009	2010	2011
1	Erdgas	MW	71.5	91.5	120.1	147.2	160.5	230.7	222.3	216.4	214.6	203.0	211.3
2	Propan	MW	1.1	1.1	1.9	4.0	4.5	7.9	7.8	7.6	7.6	7.4	7.4
6	Diesel, Heizöl	MW	7.5	8.4	13.8	17.6	23.3	47.5	39.6	28.9	20.9	20.4	20.4
	Total		80.0	101.0	135.9	168.9	188.3	286.0	269.6	252.9	243.1	230.8	239.1

Co.	Hauptenergieträger	Energieträgersplit per Ende Jahr (Kat. W4.FOS.1a)										
		1992	1993	1994	1995	1996	2006	2007	2008	2009	2010	2011
1	Erdgas	89.3%	90.6%	88.4%	87.2%	85.2%	80.6%	82.4%	85.6%	88.3%	87.9%	88.4%
2	Propan	1.3%	1.0%	1.4%	2.4%	2.4%	2.8%	2.9%	3.0%	3.1%	3.2%	3.1%
6	Diesel, Heizöl	9.4%	8.4%	10.2%	10.4%	12.4%	16.6%	14.7%	11.4%	8.6%	8.8%	8.5%
	Total	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%

Co.	Hauptenergieträger	Energieträgersplit für die Aufteilung des Energieverbrauchs										
		Erhebung		gemäss Split per Ende des Vorjahres								
		1992	1993	1994	1995	1996	2006	2007	2008	2009	2010	2011
1	Erdgas	89.9%	91.6%	90.6%	88.4%	87.2%	80.0%	80.6%	82.4%	85.6%	88.3%	87.9%
2	Propan	2.5%	2.3%	1.0%	1.4%	2.4%	2.7%	2.8%	2.9%	3.0%	3.1%	3.2%
6	Diesel, Heizöl	7.6%	6.1%	8.4%	10.2%	10.4%	17.3%	16.6%	14.7%	11.4%	8.6%	8.8%
	Total	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%

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

Ze.			1992	1993	1994	1995	1996	2006	2007	2008	2009	2010	2011	Kommentar resp. Berechnung:
[1]	VBSTD elektr. (Brutto)	h/a		*3'070			4'150	4'150	4'150	4'150	4'150	4'150	4'150	Auswertung gemäss Stichprobenerh. (Betriebsjahre 1996/97; s. Ausgabe 1997 vom Sept. 1998)
[2]	VBSTD elektr. (Netto)	h/a		**2'948	3'292	3'636	3'980	3'980	3'980	3'980	3'980	3'980	3'980	= [1] * 0.96 (Abzug Eigenverbrauch BHKW von 4%; s.u.); Jahre 94+95 interpoliert
[4]	VBSTD Input	h/a		**3'045	3'344	3'693	4'042	4'038	4'038	4'038	4'039	4'040	4'039	= ([2] * [7]) / ([13] / [6])
[5]	VBSTD therm.	h/a		**2'992	3'225	3'562	3'897	3'889	3'890	3'891	3'893	3'895	3'894	= ([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	294.8	286.0	269.6	252.9	243.1	230.8	
[7]	elektrisch	MW		25.6	32.4	43.7	55.0	102.1	98.9	93.2	86.5	82.4	78.5	
[8]	thermisch	MW		44.2	56.5	76.5	94.4	159.9	156.0	147.5	140.3	135.5	128.1	
	theoretische Wirkungsgrade:													
[9]	Total			87.2%	88.0%	88.5%	88.4%	88.9%	89.1%	89.3%	89.7%	89.6%	89.5%	= [10] + [11]
[10]	elektrisch			32.1%	32.0%	32.2%	32.6%	34.6%	34.6%	34.6%	34.2%	33.9%	34.0%	= [7] / [6]
[11]	thermisch			55.2%	56.0%	56.3%	55.9%	54.3%	54.5%	54.7%	55.5%	55.7%	55.5%	= [8] / [6]
	Jahresnutzungsgrade:													
[12]	Total			84.7%	85.5%	86.0%	85.9%	86.4%	86.6%	86.8%	87.2%	87.1%	87.0%	= [13] + [14]
[13]	elektrisch			31.6%	31.5%	31.7%	32.1%	34.1%	34.1%	34.1%	33.7%	33.4%	33.5%	= [10] - 0.5% (Erfahrungswert)
[14]	thermisch			53.2%	54.0%	54.3%	53.9%	52.3%	52.5%	52.7%	53.5%	53.7%	53.5%	= [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: 09.11.12

G:\2012\1012\KW-Ausw\Jahr_Typ3+2_2011.xls\FOS.1a BerTabF2d

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

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

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

Zeile		1992	1993	1994	1995*	2006	2007	2008	2009	2010	2011	Kommentar resp. Berechnung	
A. Kat. W4.ARA.1a (nur BHKW)													
A.1 Leistungen am Jahresende gemäss Datenbank													
[1]	Input-Leistung	kW	36'457	39'931	42'150	44'649	82'777	83'969	83'221	82'765	84'170	84'533	Auswertung Klein-WKK-Datenbank E+P
[2]	elektrische Leistung	kW	10'869	11'896	12'447	13'230	26'815	27'255	27'142	27'306	28'112	28'453	Auswertung Klein-WKK-Datenbank E+P
[3]	thermische Leistung	kW	20'684	22'690	24'107	25'472	44'975	45'510	44'750	44'657	45'021	45'098	Auswertung Klein-WKK-Datenbank E+P
A.2 theoretische Wirkungsgrade													
[4]	Total		86.5%	86.6%	86.7%	86.7%	86.7%	86.4%	86.9%	86.9%	87.0%	= [5] + [6]	
[5]	elektrisch		29.8%	29.8%	29.5%	29.6%	32.4%	32.5%	32.6%	33.0%	33.4%	33.7%	= [2] / [1]
[6]	thermisch		56.7%	56.8%	57.2%	57.0%	54.3%	54.2%	53.8%	54.0%	53.5%	53.3%	= [3] / [1]
[5a]	Abzug beim elektr. Wirkungsgrad		2.0%	2.0%	2.0%	2.0%	2.0%	2.0%	2.0%	2.0%	2.0%	2.0%	Erfahrungswert für Herleit. des Jahresnutz. grades
[6a]	Abzug beim therm. Wirkungsgrad		4.0%	4.0%	4.0%	4.0%	4.0%	4.0%	4.0%	4.0%	4.0%	4.0%	Erfahrungswert für Herleit. des Jahresnutz. grades
A.3 Jahresnutzungsgrade													
[7]	Total		80.5%	80.6%	80.7%	80.7%	80.7%	80.4%	80.9%	80.9%	81.0%	= [8] + [9]	
[8]	elektrisch		27.8%	27.8%	27.5%	27.6%	30.4%	30.5%	30.6%	31.0%	31.4%	31.7%	= [5] - [5a] (Erfahrungswert)
[9]	thermisch		52.7%	52.8%	53.2%	53.0%	50.3%	50.2%	49.8%	50.0%	49.5%	49.3%	= [6] - [6a] (Erfahrungswert)
A.4 Vollbetriebsstunden													
[10]	Input-Leistung	h/a	4'645	4'645	4'604	4'559	4'272	4'271	4'270	4'267	4'263	4'261	= [11] * [2] / [8] / [1]
[11]	elektrische Leistung	h/a	4'333	4'333	4'292	4'252	4'008	4'008	4'008	4'008	4'008	4'008	1993 + 2001 = Erhebung; 94-00 = Interpolation
[12]	thermische Leistung	h/a	4'317	4'318	4'282	4'240	3'957	3'956	3'952	3'950	3'944	3'942	= [11] * [2] / [8] * [9] / [3]
B. Kat. W4.ARA.1a (nur Gebläseantriebe)													
B.1 Leistungen am Jahresende gemäss Datenbank													
[21]	Input-Leistung	kW	6'453	6'057	5'780	5'780	1'824	1'464	1'057	846	670	670	Auswertung Klein-WKK-Datenbank E+P
[22]	mechanische Leistung	kW	2'081	1'942	1'833	1'833	591	451	320	255	197	197	Auswertung Klein-WKK-Datenbank E+P
[23]	thermische Leistung	kW	3'443	3'237	3'093	3'093	954	792	570	451	358	358	Auswertung Klein-WKK-Datenbank E+P
B.2 theoretische Wirkungsgrade													
[24]	Total		85.6%	85.5%	85.2%	85.2%	84.7%	84.9%	84.2%	83.5%	82.8%	82.8%	= [25] + [26]
[25]	mechanisch		32.2%	32.1%	31.7%	31.7%	32.4%	30.8%	30.3%	30.2%	29.4%	29.4%	= [22] / [21]
[26]	thermisch		53.4%	53.4%	53.5%	53.5%	52.3%	54.1%	53.9%	53.4%	53.4%	53.4%	= [23] / [21]
B.3 Jahresnutzungsgrade													
[27]	Total		79.6%	79.5%	79.2%	79.2%	78.7%	78.9%	78.2%	77.5%	76.8%	76.8%	= [28] + [29]
[28]	mechanisch		30.2%	30.1%	29.7%	29.7%	30.4%	28.8%	28.3%	28.2%	27.4%	27.4%	= [25] - 2 % (Erfahrungswert)
[29]	thermisch		49.4%	49.4%	49.5%	49.5%	48.3%	50.1%	49.9%	49.3%	49.4%	49.4%	= [26] - 4 % (Erfahrungswert)
B.4 Vollbetriebsstunden													
[30]	Input-Leistung	h/a	5'455	5'457	5'408	5'358	5'059	5'059	5'059	5'059	5'059	5'059	Jahr 2001 = Erhebung; 94-00 = Interpolation *
[31]	mechanische Leistung	h/a	5'117	5'117	5'066	5'020	4'747	4'730	4'725	4'724	4'715	4'715	= [30] * [21] * [28] / [22]
[32]	thermische Leistung	h/a	5'046	5'049	5'003	4'957	4'672	4'685	4'684	4'679	4'680	4'680	= [30] * [21] * [29] / [23]
* 1992/93: = [31] * [22] / [28] / [21]													
C. Kat. W4.ARA.1a (Total BHKW und Gebläseantriebe)													
C.1 Leistungen am Jahresende													
[40]	Input-Leistung	kW	42'910	45'988	47'930	50'429	84'601	85'432	84'278	83'611	84'840	85'204	
[41]	elektrische Leistung	kW	10'869	11'896	12'447	13'230	26'815	27'255	27'142	27'306	28'112	28'453	
[42]	mechanische Leistung	kW	2'081	1'942	1'833	1'833	591	451	320	255	197	197	
[43]	thermische Leistung	kW	24'127	25'927	27'200	28'565	45'930	46'303	45'320	45'108	45'379	45'456	
C.2 Vollbetriebsstunden													
[44]	Input-Leistung	h/a	4'767	4'752	4'701	4'651	4'289	4'285	4'280	4'275	4'270	4'267	= ([10] * [1] + [30] * [21]) / ([1] + [21])
[45]	elektrische Leistung	h/a	4'333	4'333	4'292	4'252	4'008	4'008	4'008	4'008	4'008	4'008	= [11]
[46]	mechanische Leistung	h/a	5'117	5'117	5'066	5'020	4'747	4'730	4'725	4'724	4'715	4'715	= [31]
[47]	thermische Leistung	h/a	4'421	4'409	4'364	4'317	3'972	3'968	3'961	3'958	3'950	3'948	= ([10] * [1] + [30] * [21]) / ([1] + [21])

Erstellungsdatum: 09.11.12

G:\2012\1012KW-Ausw\Jahr_Typ3+2_2011.xls\ARA.1a BerTabF2e

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

F.2.4 Typ 2 der Jahresstatistik

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

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

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

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

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

G. Literatur- und Quellenverzeichnis

- [Thermisch] U. Kaufmann: 'Thermische Stromproduktion und Wärmekraftkopplung (WKK) in der Schweiz, 1990 bis 2010'; Ausgabe 2010; November 2011, Dr. Eicher+Pauli AG, Liestal
Download: www.bfe.admin.ch → Themen → Energiestatistiken → Teilstatistiken
- [SdEE] U. Kaufmann: 'Schweizerische Statistik der erneuerbaren Energien 2010'; Oktober 2011, Dr. Eicher+Pauli AG, Liestal
Download: www.bfe.admin.ch → Themen → Energiestatistiken → Teilstatistiken
Download: 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