



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für
Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation UVEK

Bundesamt für Energie BFE
Sektion Analysen und Perspektiven

September 2014

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

Ausgabe 2013



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

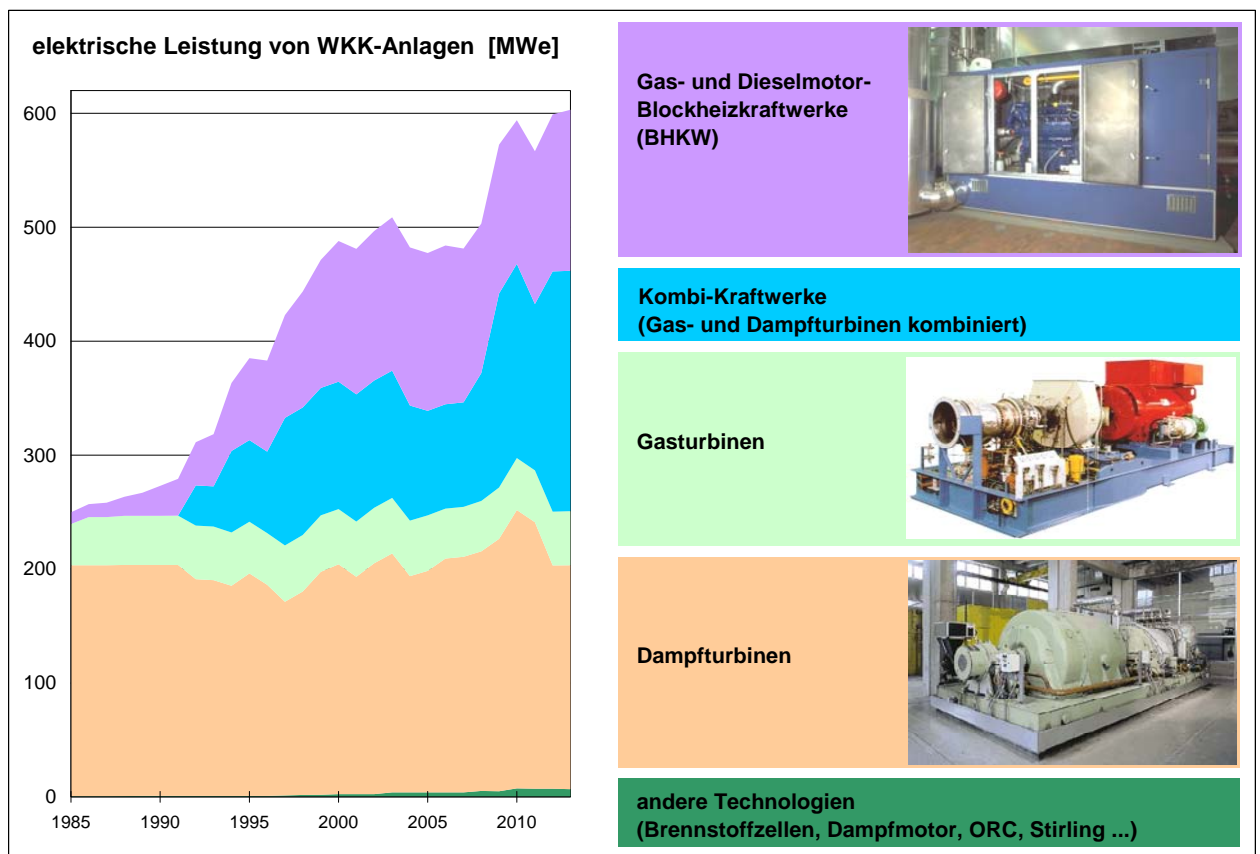
Mühlestrasse 4, CH-3063 Ittigen • Postadresse: CH-3003 Bern
Tel. 058 462 56 11, Fax 058 462 25 00 • office@bfe.admin.ch • www.admin.ch/bfe

Bundesamt für Energie

Thermische Stromproduktion inklusive Wärmekraftkopplung (WKK) in der Schweiz 1990 bis 2013

Ausgabe 2013

26. September 2014



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 - 2013	18
3.3	Energieträger 2013	20
4.	Wärmekraftkopplung (WKK)	21
4.1	Übersicht	21
4.2	Energieträger 2013	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: 14.1010.1
Verfasser: Urs Kaufmann
Telefon: 061 927 42 67
E-Mail: urs.kaufmann@eicher-pauli.ch

Freigabe: Jasmin Gülden Sterzl, BFE

Dokumentation

Stand: Fassung vom 26.09.2014 11:21:00
Ablage: G:\2014\1010_WKK_Statistik\4-Dok\WKK-2013.doc

Anhang	44
A. Thermische Stromerzeugung	45
A.1 Zeitreihen 1990 - 2013	45
A.2 Energieträgersplit 2013	45
A.3 Bruttoenergieverbrauch der Anlagen mit thermischem Stromverbrauch 2013	45
A.4 Bruttoenergieverbrauch für die thermische Stromproduktion 2013	45
B. Wärmekraftkopplung (WKK)	52
B.1 Zeitreihen elektrische Leistungen 1990 - 2013	52
B.2 Kantonale Verteilung	52
C. Gross-WKK-Anlagen	56
D. Klein-WKK-Anlagen	59
D.1 Jahresstatistiken 2013	59
D.2 Zeitreihen 1980 - 2013	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 2013 wurden in der Schweiz insgesamt 68'312 GWh Elektrizität erzeugt. Davon stammen 3'719 GWh, also rund 5.4 % aus den Generatoren von thermischen Stromerzeugern (ohne Kernkraftwerke). Dieses Ergebnis stammt aus der vorliegenden Untersuchung, die im Auftrag des Bundesamtes für Energie (BFE) durchgeführt wurde. Es ist das Ziel, alle thermischen Stromproduktionsanlagen statistisch zu erfassen und deren Energieproduktion im Jahre 2013 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 2013 gut 5 % Anteil an der schweizerischen Stromproduktion erreicht. Der weitaus grösste Teil davon wird durch Kehrichtverbrennungsanlagen, durch Anlagen in der Industrie und durch Klein-WKK-Anlagen erbracht.

		Nr.	Anlagenkategorie	Anzahl Anlagen Ende 2013	Inst. el. Leist. Ende 2013 [MWe]	Stromproduktion 2013 GWh %	
Thermische Stromproduktion	Wärmekraftkopplung	T1	diverse therm. Stromerzeuger	20	75.0	11.0	0%
		T2	Vouvry (stillgelegt 30.9.1999)	0	0.0	0.0	0%
		T3	Deponiegasverstromung	4	0.5	3.0	0%
		T4	Kehrichtverbrennungsanlagen (KVA ohne WKK*)	26	342.3	1'804.7	49%
		Subtotal Nicht-WKK-Anlagen			50	417.8	1'818.6
	Klein-WKK	W1	Kehrichtverbrennungsanlagen (KVA mit WKK*)	4	55.8	278.8	7%
		W2	Gross-WKK in Industrie u.a.** (Industrie, Dienstleistungen, Energiesektor)	18	218.9	607.0	16%
		W3	Fernheizkraftwerke u.a.**	16	181.4	397.1	11%
		W4	stromproduzier. Klein-WKK (BHKW < 10MW _e und Gasturbinen < 1MW _e)	967	147.1	617.5	17%
		W5	nicht stromprod. Klein-WKK (Gas-/Dieselmotor-Wärmepumpen)	(7)	0.0	0.0	0%
Subtotal WKK-Anlagen (ohne W5)			1'005	603.1	1'900.4	51%	
Total gesamte thermische Stromproduktion			1'055	1'021.0	3'719.0	100%	

Stand: 16.09.2014

G:\2014\1010_WKK_Statistik\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 2013 haben insgesamt 1'055 Anlagen zur thermischen Stromproduktion beigetragen (Tabelle 1.1). Den grössten Anteil stellt mit 967 Anlagen die Gruppe Klein-WKK, 38 Anlagen gehören der Kategorie Gross-WKK an. Seit anfangs der neunziger Jahre wurden netto insgesamt 692 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.

Die dicken 'Brummis'

Gesamthaft sind heute 1'021 MW elektrische Leistung in thermischen Stromerzeugern installiert. Alle WKK-Anlagen gemeinsam steuern 603 MWe bei, davon sind rund 76 % in Gross-WKK-Anlagen zu finden.

Hier wiederum sind es vor allem die Dampfturbinen, die den grössten Anteil ausmachen. Rund 196 MWe stehen in den Generatoren dieser Kategorie zur Stromproduktion bereit (Bild 1.2). Anfangs der neunziger Jahre erlebten die Kombianlagen einen Boom. Bei dieser Technologie wird einer Gasturbine ein Hochdruckabhitzekeessel mit Dampfturbine nachgeschaltet.

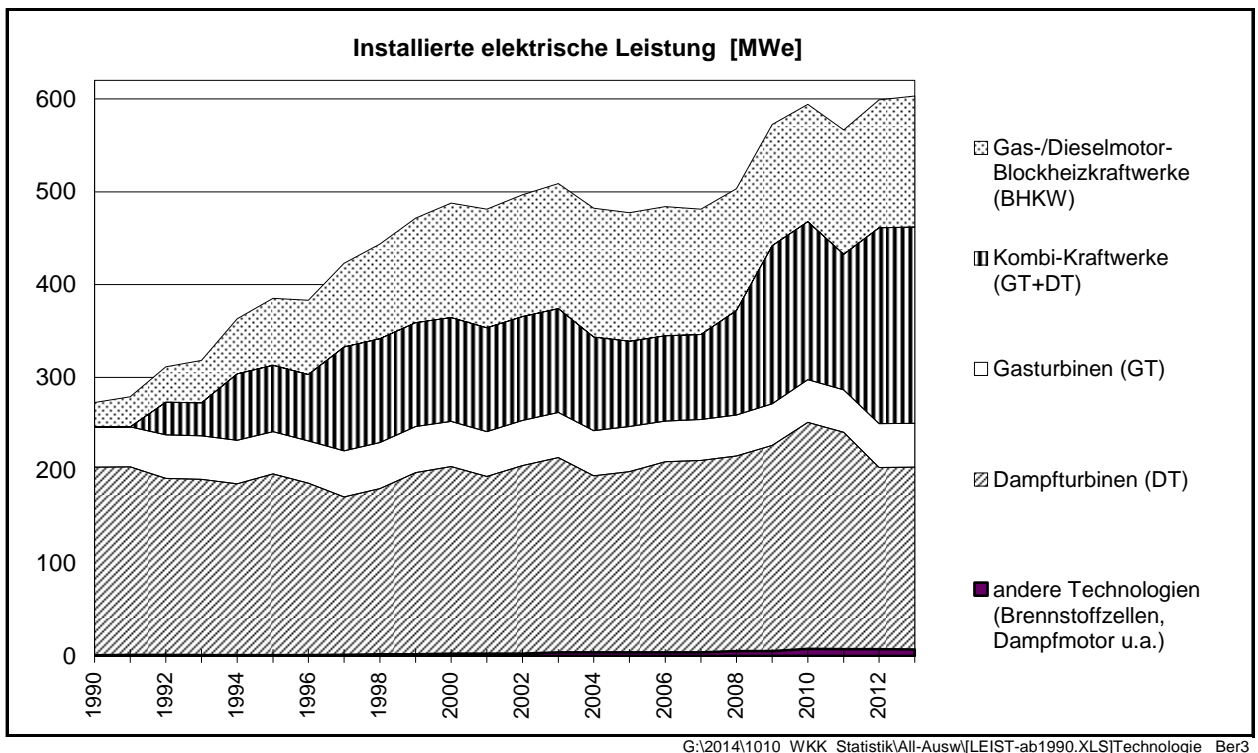


Bild 1.2 Entwicklung der elektrischen Leistung der WKK-Anlagen unterschieden nach Technologien

Fast alle haben zugelegt

Die Stromproduktion der thermischen Kraftwerke wurde von 1'524 MWh im Jahr 1990 auf 3'719 MWh im Jahr 2013 gesteigert (Bild 1.3). Zu diesem Ergebnis beigetragen haben in den neunziger Jahren vor allem die WKK-Anlagen. Diese haben 2013 gemeinsam 1'900 GWh Strom in die Netze der Betreiber geliefert, davon die 'Kleinen' allein 618 GWh (Bild 1.3). Das Wachstum der vergangenen 10 Jahre wurde fast ausschliesslich in Kehrichtverbrennungsanlagen erzielt. Zusätzlich führte ein neues Kombi-Kraftwerk im Wallis zu einer beachtlichen Zunahme der WKK-Stromproduktion im Jahre 2010.

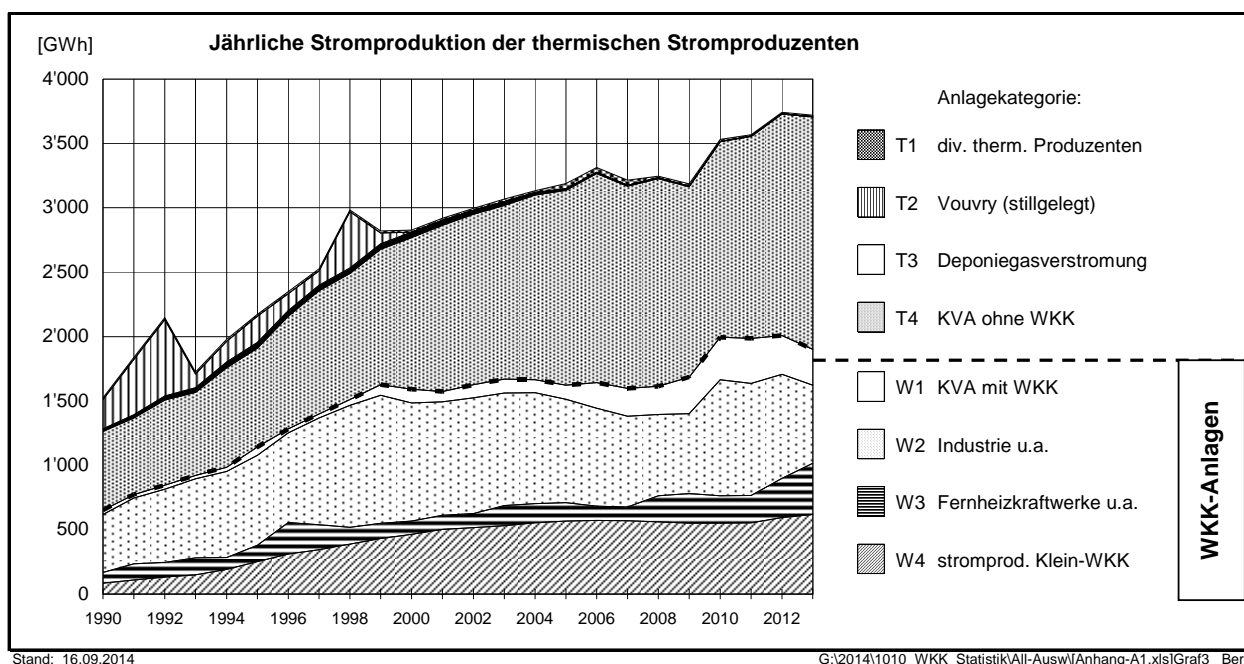


Bild 1.3 Entwicklung der thermischen Stromproduktion

Ob Kläranlage oder Bürogebäude...

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

Klein-WKK-Anlagen hingegen werden zur Hauptsache in Kläranlagen (21 % der Leistung) und Gewerbe- und Industriebetrieben (11 % in fossilen BHKW, 11 % in Biogasanlagen) eingesetzt. Bürogebäude (6 %), Wärmeverbundanlagen (12 %), Wohngebäude (8 %) sowie Spitäler und Heime (6 %) sind weitere wichtige Einsatzgebiete von Klein-WKK-Anlagen.

Erfreulich ist die Tatsache, dass 44 % der zum Betrieb der Anlagen benötigten Energie aus regenerativen Energiequellen stammt. Dies sind primär die erneuerbaren Anteile der Abfälle in Kehrichtverbrennungsanlagen und Industriebetrieben sowie je etwa 8 % Biogase und Holz (Bild 1.4).

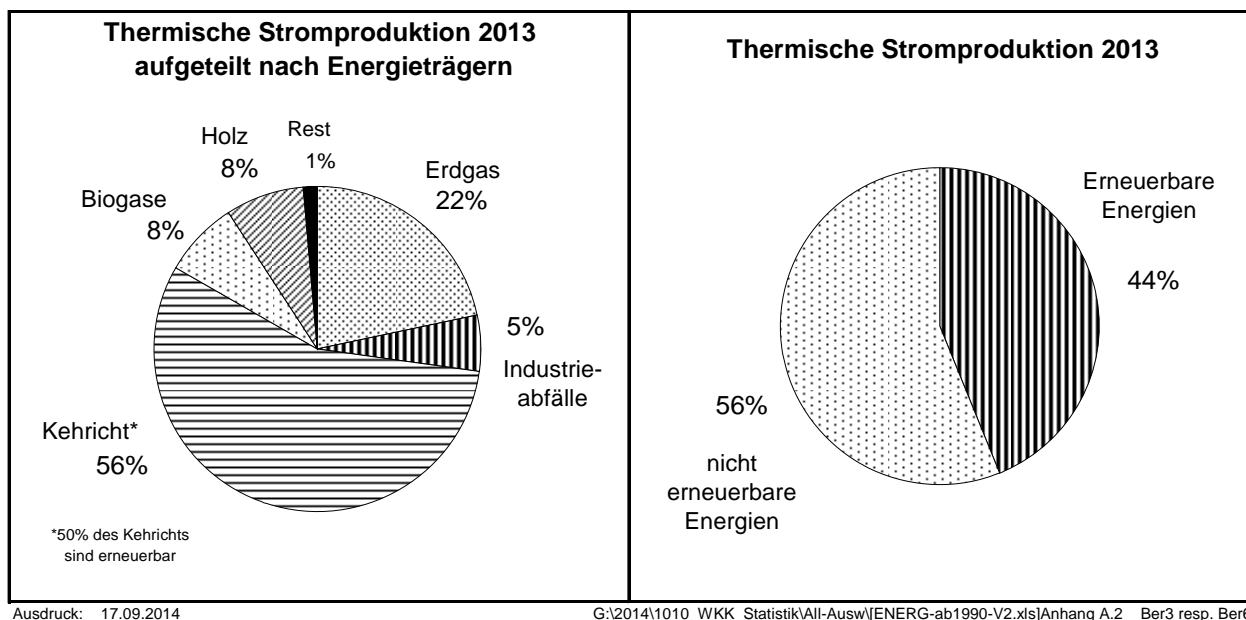


Bild 1.4 Aufteilung der thermischen Stromproduktion des Jahres 2013 nach Energieträgern

Die Spitzenreiter

Im Mittel wurden in der Schweiz im Jahr 2013 pro Kopf der Bevölkerung 236 kWh Strom mit WKK-Anlagen produziert. Die Kantone Basel-Stadt und Wallis sind dabei mit 1'268 und 1'182 kWh pro Kopf die Spitzenreiter. Die nächsten beiden Plätze werden von den Kantonen Graubünden (674 kWh) und Basel-Landschaft (379 kWh) eingenommen.

1. Résumé

En 2013, la Suisse a produit 68'312 GWh d'électricité. 3'719 GWh, soit 5.4 % 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 2013. 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 2013, des équipements thermiques ont fourni 5% de la production totale d'électricité. Dans la grande majorité des cas, il s'agit d'usines d'incinération des ordures ménagères (UIOM), d'équipements industriels et de petites centrales à couplage chaleur-force.

		Nr.	Catégorie d'installations	Nombre d'install. Fin 2013	Puissance installée Fin 2013 [MWe]	Prod. de courant en 2013 GWh	%
Production thermique de courant	Couplage chaleur-force	T1	Div. producteurs d'électricité therm.	20	75.0	11.0	0%
		T2	Vouvry (désaff. depuis le 30.09.1999)	0	0.0	0.0	0%
		T3	Au gaz de décharge	4	0.5	3.0	0%
		T4	Usines d'incinération des ordures (UIOM sans CCF*)	26	342.3	1'804.7	49%
		Sous-total sans install. CCF			50	417.8	1'818.6
	Petits CCF	W1	Usines d'incinération des ordures (UIOM avec CCF*)	4	55.8	278.8	7%
		W2	Grands CCF en industrie et divers** (industrie, services, secteur de l'énergie)	18	218.9	607.0	16%
		W3	Centrales CAD avec CCF et divers**	16	181.4	397.1	11%
		W4	Petites centrales CCF prod. d'élec. (groupes à CCF et turbines à gaz < 1 MW)	967	147.1	617.5	17%
		W5	Petites centrales CCF non prod. d'électricité. (PAC à mot. gaz/diesel)	(7)	0.0	0.0	0%
Sous-total install. CCF (sauf W5)			1'005	603.1	1'900.4	51%	
Total production thermique d'électricité				1'055	1'021.0	3'719.0	100%

Stand: 16.09.2014

G:\2014\1010_WKK_Statistik\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 2013, de l'électricité a été fournie par 1'055 équipements thermiques (tab. 1.1). La plupart (967) sont de petits CCF, 38 d'entre eux font partie de la catégorie des grands CCF. Le nombre net des petits CCF construits depuis le début des années 90 s'élève à 692. 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 1'021 MW de puissance électrique installée. Les équipements à CCF en produisent 603 MWe, dont 76% dans des grosses unités.

Parmi celles-ci, les turbines à vapeur prédominent largement, fournissant quelque 196 MWe (fig. 1.2). Au début des années 1990, les équipements à cycles combinés ont connu un grand succès. Il s'agit d'installations où une turbine à gaz est suivie d'une chaudière haute pression exploitant les rejets de chaleur pour alimenter une turbine à vapeur.

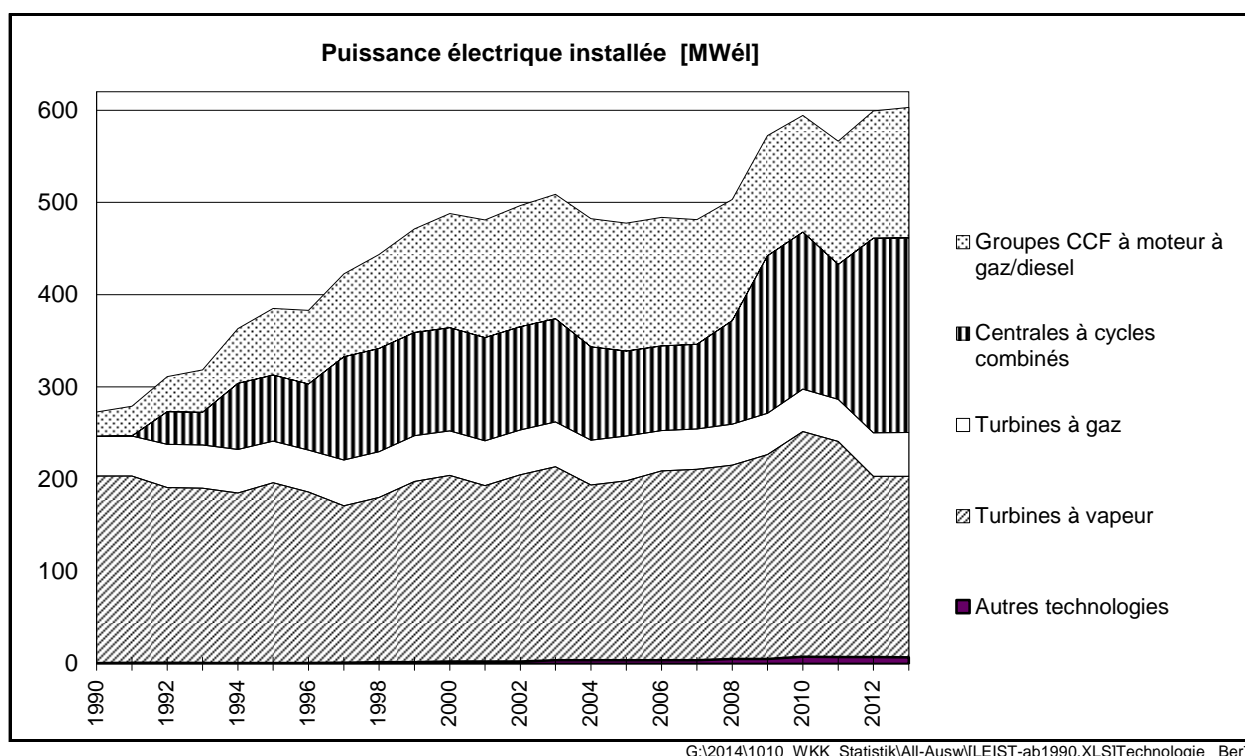


Figure 1.2 Evolution de la puissance électrique des installations à CCF selon leur type

Presque tous ont progressé

La production d'électricité issue d'installations thermiques a passé de 1'524 MWh en 1990 à 3'719 MWh en l'an 2013 (fig. 1.3). La progression réalisée dans les années 90 est due avant tout aux équipements à CCF. En 2013, ceux-ci ont injecté 1'900 GWh de courant dans les réseaux des exploitants, dont 618 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.

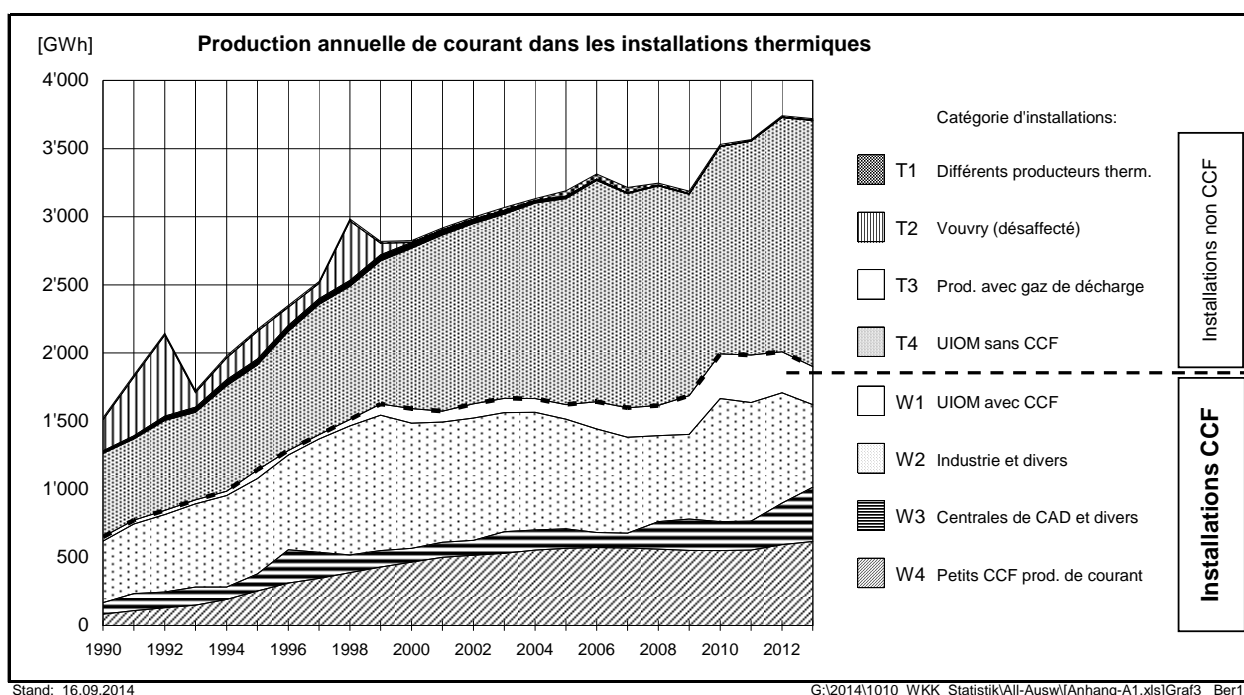


Figure 1.3 Evolution de la production thermique de courant

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 (22%). 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 (6%).

On constate heureusement que 44 % 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 8 % de biogaz et de bois (fig. 1.4).

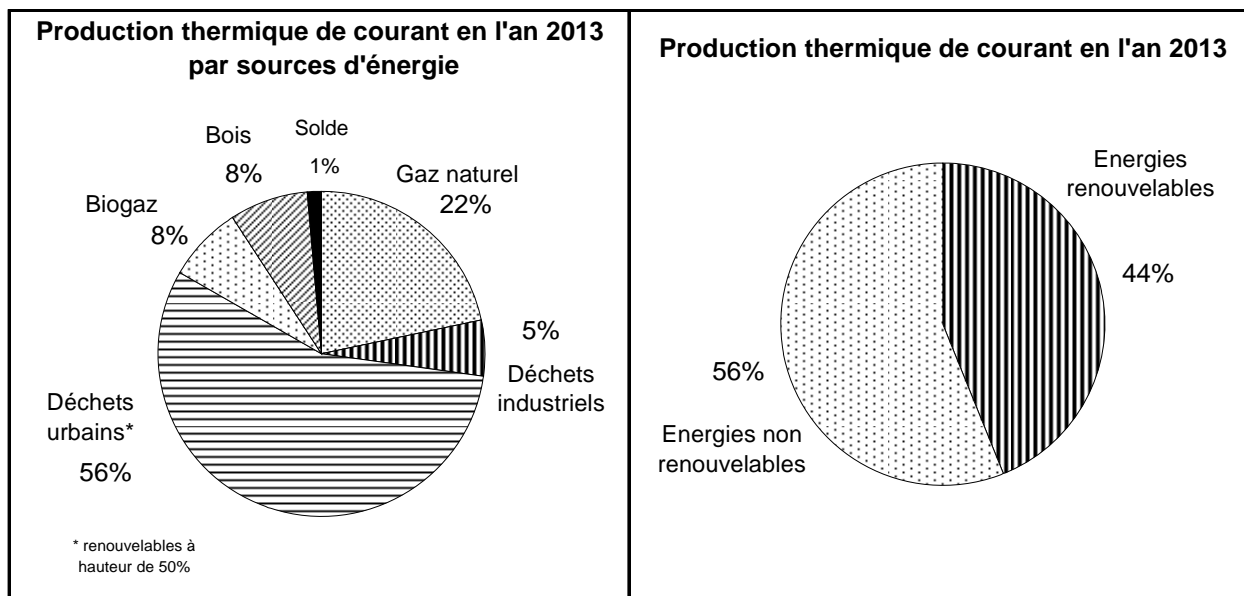


Figure 1.4 Apport des différentes sources d'énergie à la production thermique de courant en 2013

Champions

La production moyenne d'électricité de source CCF en 2013 a été de 236 kWh par tête d'habitant. Avec respectivement 1'268 et 1'182 kWh par personne, les cantons de Bâle-Ville et du Valais en ont fourni la proportion la plus élevée, suivis des Grisons (674 kWh) et de Bâle-Campagne (379 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 2013 in der Schweiz 68'312 Mio. kWh elektrische Energie produziert. Rund 95 % dieser Strommenge wurde in Wasser- und Kernkraftwerken erzeugt. Die restlichen gut 5% wurden in kleineren und grösseren thermischen Kraftwerken produziert.

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

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

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

Die kleineren WKK-Anlagen bis 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 2013. 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.

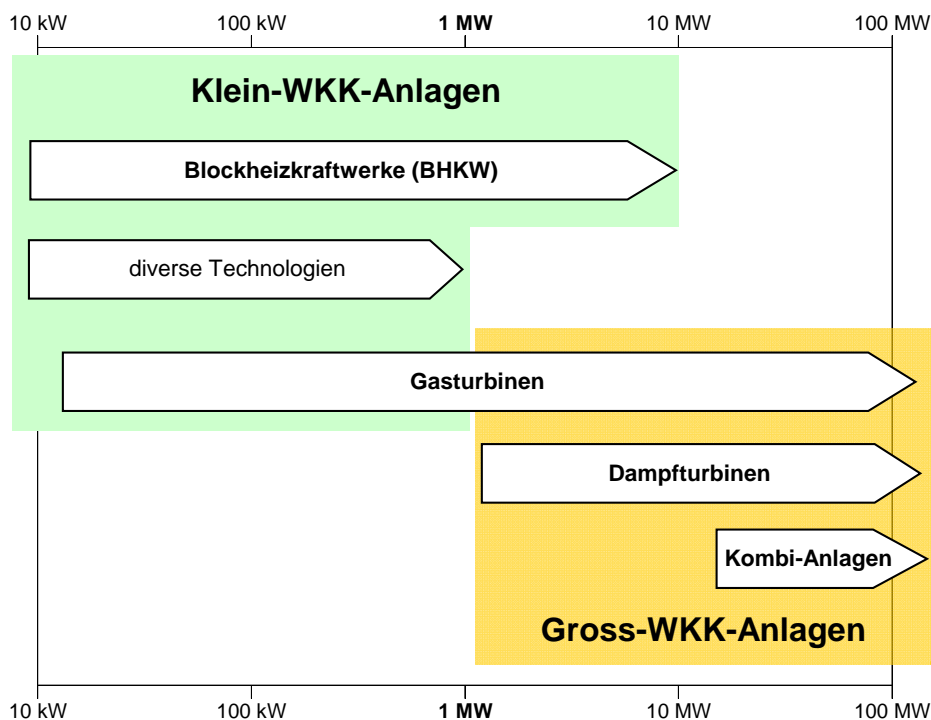
2.2 Technologien und Einsatzbereiche von WKK-Anlagen

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 Kehrichtverbrennungsanlagen, 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 Abwärmennutzung aufweisen. Als weiteren Punkt gilt es zu beachten, dass WKK-Anlagen nicht wesentlich schlechtere Gesamtnutzungsgrade aufweisen sollten als normale Feuerungsanlagen.
- WKK-Anlagen müssen einen minimalen elektrischen Nutzungsgrad von 5 % erreichen ($\text{Eta}_{\text{el}} \geq 5\%$). Dadurch ist eine Abgrenzung gegenüber Heizwerken mit marginaler elektrischer Ausbeute gewährleistet.

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

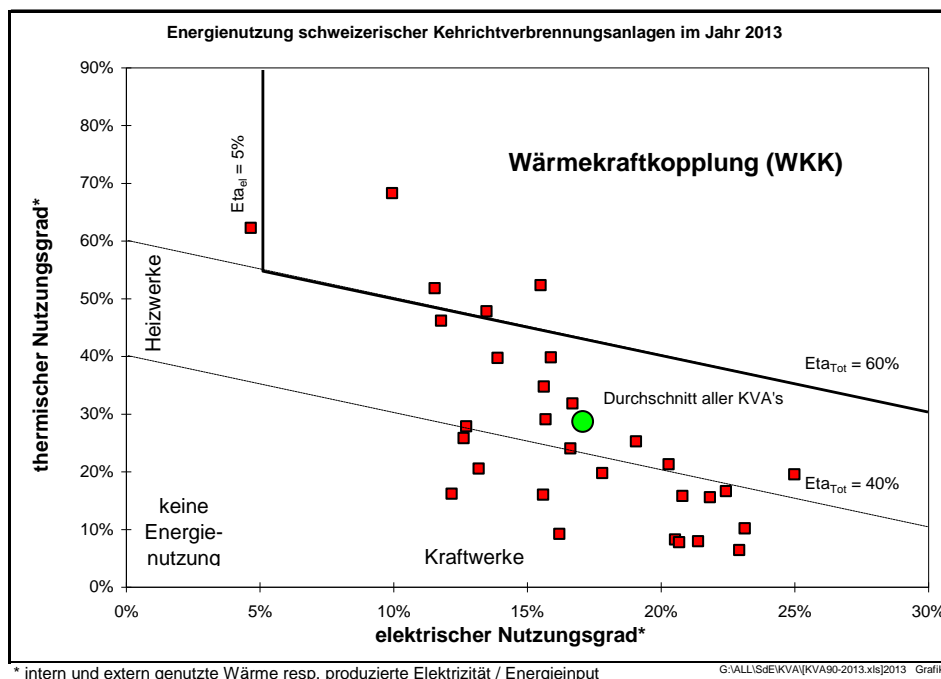


Bild 2.3 Jahresnutzungsgrade der schweizerischen Kehrichtverbrennungsanlagen im Jahr 2013

2.4 Anlagekategorien

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

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

Zuordnungen		Nr. Kat.	Anlagenkategorie	Beschreibung	Bericht	
Thermische Stromproduktion (Kap. 3, Anh. A)		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	
	Wärmeerkraftkopplung (WKK)* (Kap. 4, Anh. B)	Gross-WKK-Anlagen** (Kap. 5, Anh. C)	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
			W3	Fernheizkraftwerke u.a.	Gross-WKK-Anlagen in öffentlichen Fernheizkraftwerken (inkl. einzelne Spezialfälle)	Kap. 5.3
		Klein-WKK-Anlagen** (Kap. 6, Anh. D)	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 Wärmeerkraftkopplungs(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 2013 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 1'055 Anlagen haben im Jahr 2013 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 1'005 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 692 Anlagen zugenommen, wobei seit 2006 ein Rückgang des Anlagenbestandes zu verzeichnen ist.

Ende 2013 waren 1'007 thermische Stromproduktionsanlagen (ohne Kernkraftwerke) in Betrieb.

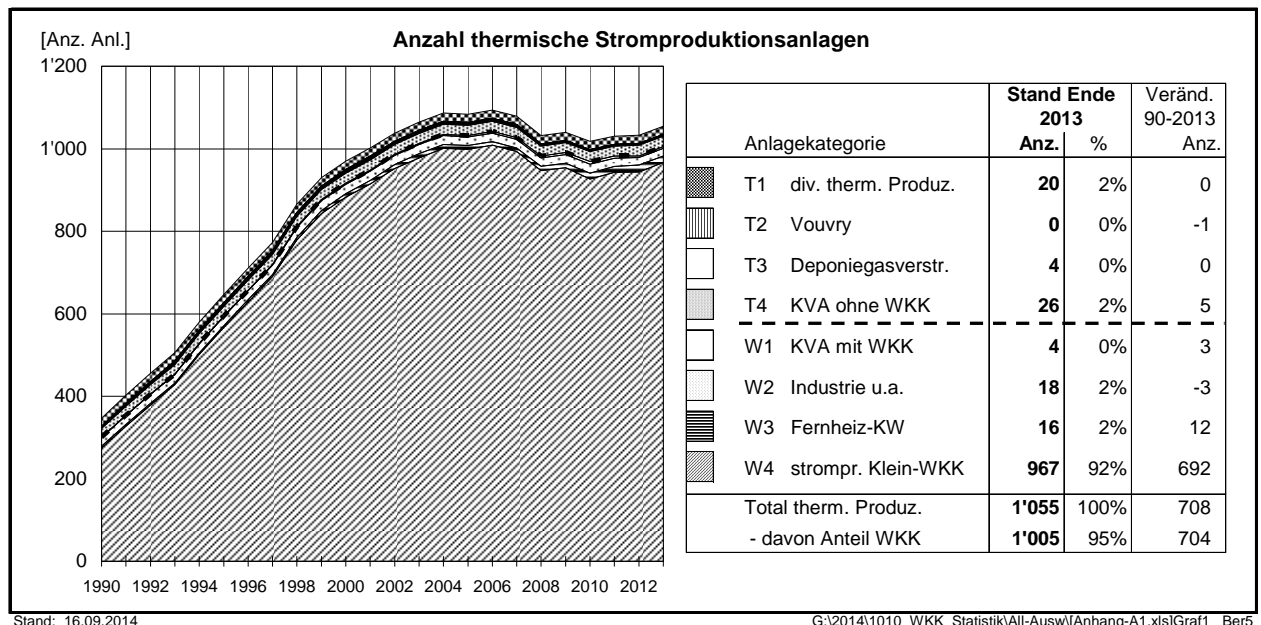


Bild 3.1a Entwicklung der Anzahl thermischer Stromproduktionsanlagen

(siehe Anhang A.1a)

Die gesamte elektrische Nennleistung aller thermischen Stromproduzenten betrug Ende 2013 rund 1'021 MWe (Bild 3.1b). Die elektrische Leistung aller WKK-Anlagen betrug Ende 2013 rund 603 MWe und liegt damit wieder etwas über dem Niveau der vergangenen Jahre.

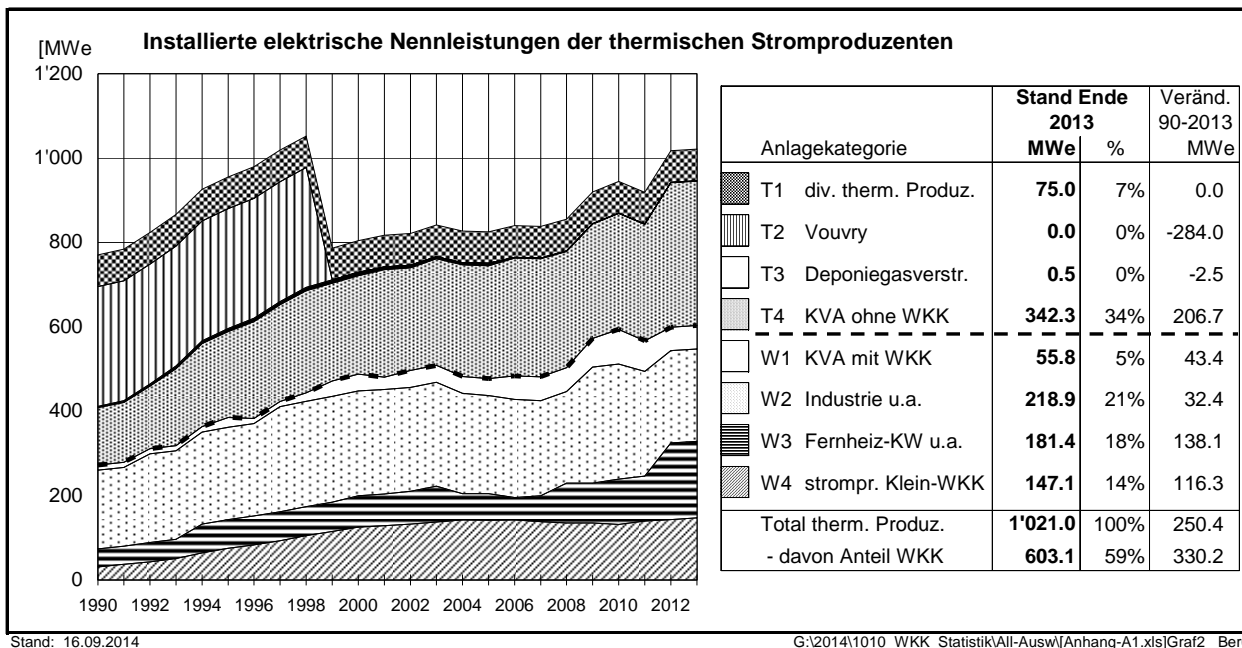


Bild 3.1b Entwicklung der installierten elektrischen Nennleistungen

(siehe Anhang A.1b)

3.2 Stromproduktion 1990 - 2013

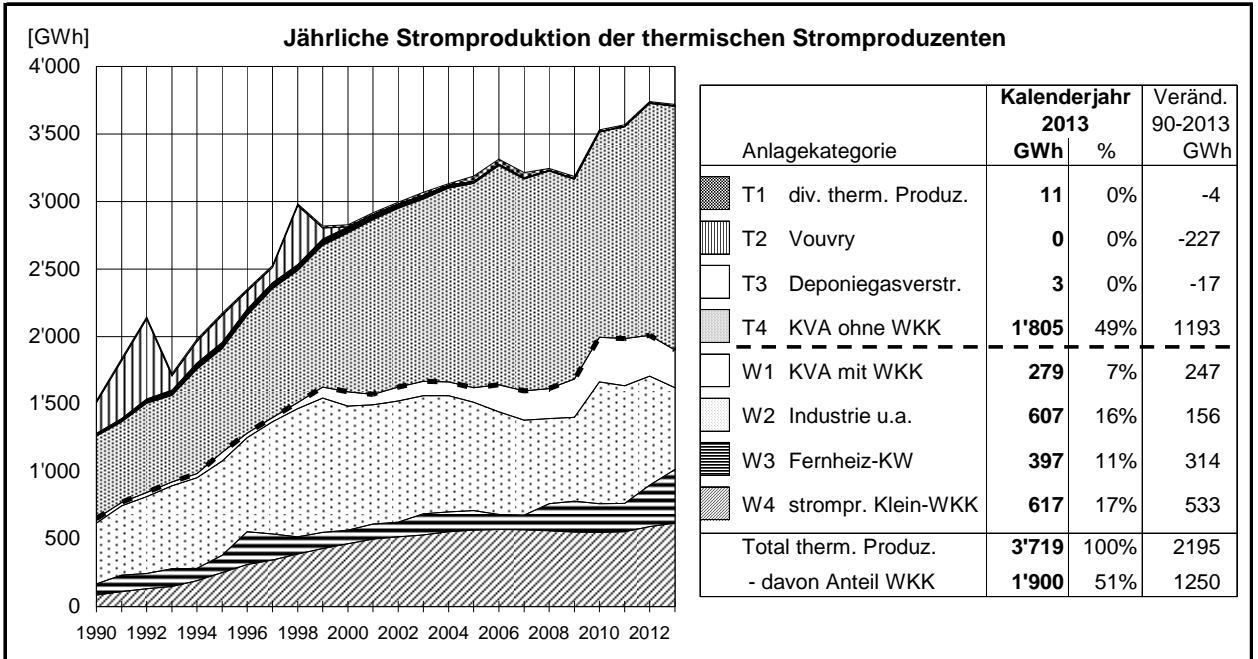
Im Jahr 2013 betrug die thermische Stromproduktion in der Schweiz 3'719 GWh (siehe Bild 3.2a). Neben den 39'572 GWh aus Wasserkraftwerken und den 24'871 GWh aus Kernkraftwerken haben die thermischen Stromerzeuger im Jahr 2013 einen Beitrag von rund 5.4 % an die gesamte Landeserzeugung erbracht.

Rund 51 % der thermischen Stromproduktion wurde 2013 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 618 GWh resp. 17 % der thermischen Produktion.

Die anderen 49 % der thermischen Stromproduktion entstanden im Jahr 2013 in Kraftwerken mit geringer oder keiner Abwärmenutzung. Dabei handelt es sich fast ausschliesslich um Kehrichtverbrennungsanlagen.

Die thermische Stromproduktion hat seit 1990 um 2'195 GWh zugenommen. Dies entspricht mehr als einer Verdoppelung seit 1990. Gut die Hälfte dieser Zunahme entfällt mit 1'193 GWh auf die Kehrichtverbrennungsanlagen ohne WKK (Kat. T4). Weitere massgebliche Zunahmen verzeichneten die Klein-WKK-Anlagen (Kat. W4, 533 GWh) und zunehmend die Kehrichtverbrennungsanlagen mit WKK (Kat. W1, 247 GWh). Seit dem Höhepunkt Ende der 90ziger Jahre ist die Stromproduktion der Gross-WKK-Anlagen im Bereich Industrie u.a. (Kat. W2) eher rückläufig.

Die thermische Stromproduktion (ohne Kernkraftwerke) betrug im Jahr 2013 rund 3'719 GWh, 5.4 % der schweizerischen Landeserzeugung.



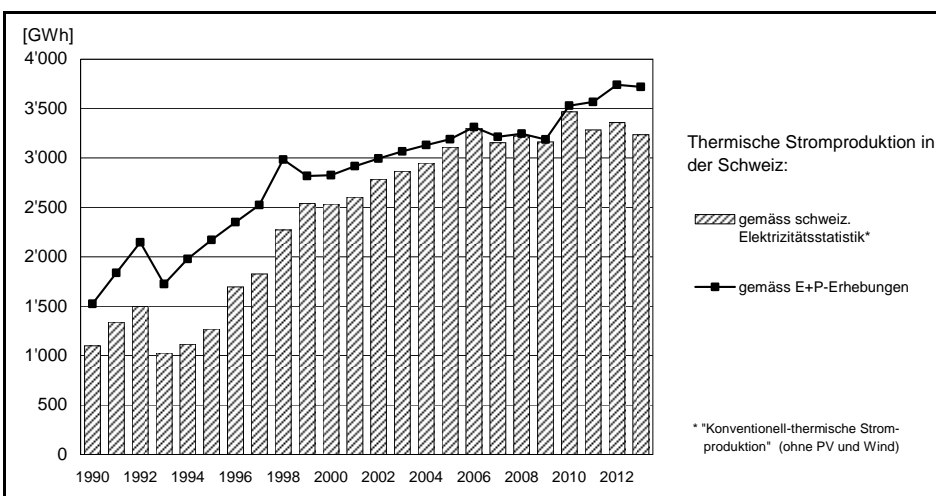
Stand: 16.09.2014

G:\2014\1010_WKK_Statistik\All-Ausw[Anhang-A1.xls]Graf3 Ber7

Bild 3.2a Thermische Stromproduktion der Jahre 1990 bis 2013

(siehe Anhang A.1c)

Wie erwähnt, betrug die thermische Stromproduktion des Jahres 2013 gemäss vorliegender Erhebung insgesamt rund 3'719 GWh. In der offiziellen Elektrizitätsstatistik wurde für das gleiche Jahr 3'235 GWh ausgewiesen (3'869 GWh „thermisch und andere“ abzüglich 634 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 2013 resultierte wegen der grossen Dynamik bei den erneuerbaren Energien wieder eine grössere Differenz.



Stand: 16.09.2014

G:\2014\1010_WKK_Statistik\All-Ausw[Anhang-A1.xls]Graf3 Ber8

Bild 3.2b Thermische Stromproduktion der Jahre 1990 bis 2013: Vergleich der offiziellen schweizerischen Elektrizitätsstatistik mit den vorliegenden Erhebungsergebnissen

3.3 Energieträger 2013

In Bild 3.3 wird gezeigt, welche Energieträger im Jahre 2013 für die thermische Stromproduktion eingesetzt wurden. Der aus Kehricht stammende Strom weist mit 56 % den grössten Anteil auf. Erdgas (22 %), Industrieabfälle (5 %), Biogase (8 %) und Holz (8 %) sind die weiteren Energieträger. Bei den industriellen Abfällen handelt es sich um Raffinerierückstände, Lösungsmittel, Schlämme aus der Papierproduktion und Chemieabfälle.

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

44 % der thermischen Stromerzeugung basiert auf erneuerbaren Energieträgern. Dabei wurde berücksichtigt, dass gemäss Abfallanalysen rund 50 % des verbrannten Kehrichts erneuerbaren Ursprungs ist. Auch die verschiedenen Biogasarten (Klärgas, Deponiegas, Biogas aus Vergärungsanlagen in Landwirtschaft, Gewerbe und Industrie) weisen einen nennenswerten Beitrag zur thermischen Stromproduktion mit erneuerbaren Energieträgern auf.

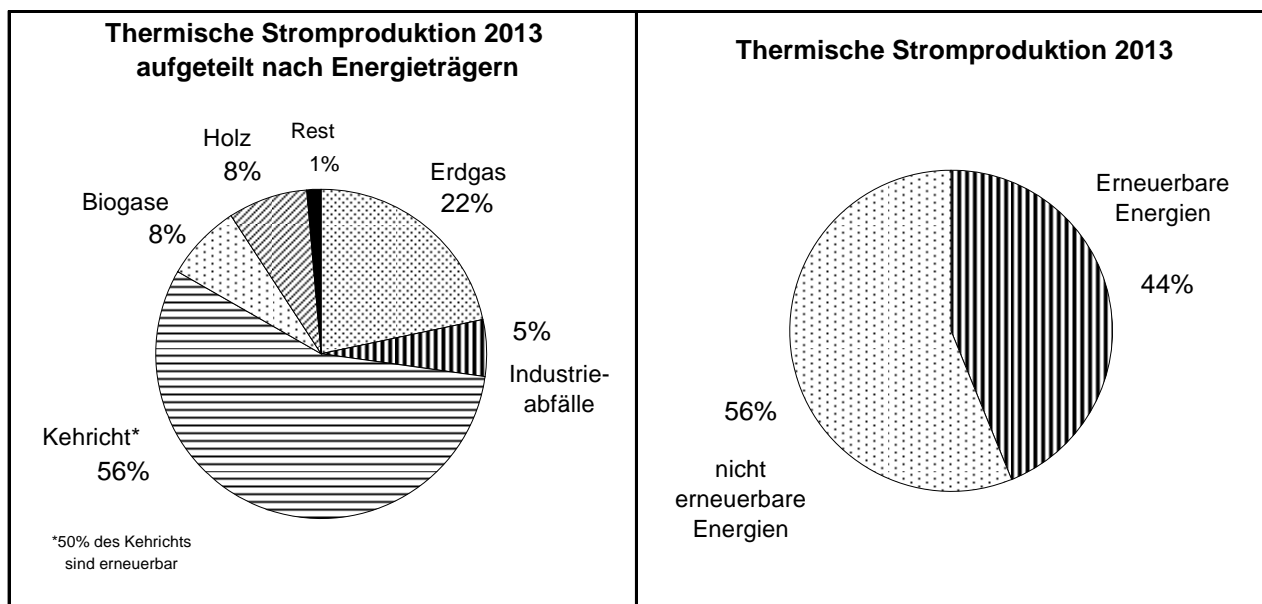


Bild 3.3 Thermische Stromproduktion 2013 aufgeteilt nach Energieträgern

(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 2013 waren in der Schweiz 1'005 WKK-Anlagen mit einer elektrischen Nennleistung von 603 MW in Betrieb. Im Kalenderjahr 2013 haben die WKK-Anlagen 1'900 GWh Elektrizität produziert. Dies entspricht 51 % der thermischen und 2.8 % der gesamten schweizerischen Stromproduktion.

2.8 % der gesamten schweizerischen Stromproduktion stammt aus WKK-Anlagen.

Wie Tabelle 4.1a zeigt, ist die WKK-Anlagenzahl im 2013 wieder um 22 Anlagen gestiegen. Im Durchschnitt der letzten 5 Jahre hat die Anlagenzahl jährlich um 4 Stück zugenommen. Die installierte Leistung der WKK-Anlagen hat im Jahr 2013 um 4 MW abgenommen. Bei der WKK-Stromproduktion 2013 resultierte gegenüber dem Vorjahr eine Abnahme um 18 GWh. Im langjährigen Trend der WKK-Stromproduktion konnte seit 1999 eine Stagnation und ab 2010 wieder eine deutliche Zunahme beobachtet werden (Bild 3.2a auf Seite 19, Teil WKK).

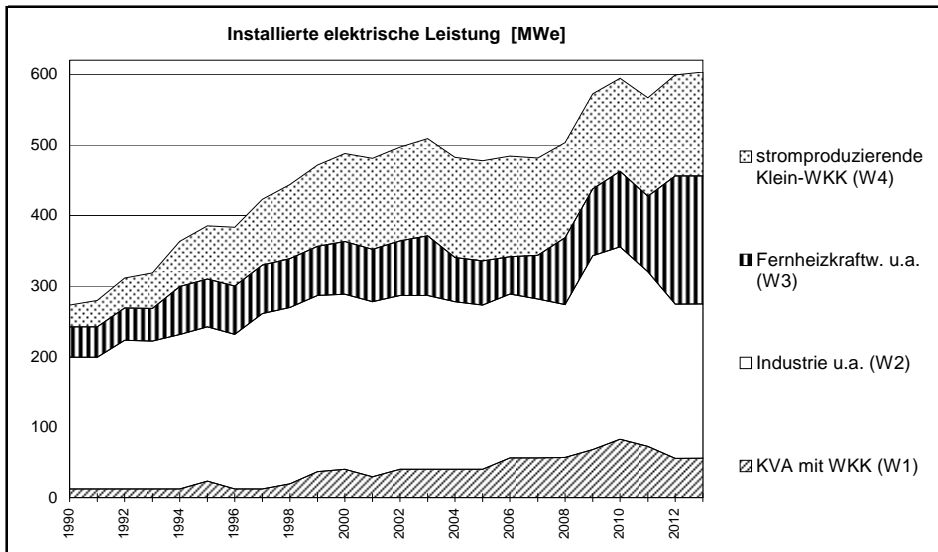
Die Inbetriebnahme der neuen GuD-Anlage in Monthey war der Hauptfaktor für die deutliche Zunahme der WKK-Leistung und –Stromproduktion im Jahr 2010. Weiter haben neue Kehrrechtverbrennungsanlagen die angewandte WKK-Limite erreicht und damit die WKK-Stromproduktion der KVA angehoben.

	Total 2013	Jährlicher Zuwachs	
		2013	Ø 2009 - 2013
Anzahl Anlagen*	1'005	+22	+4 Anl./a
Elektrische Leistung*	603 MW _e	+4	+20 MW _e /a
Jahresstromproduktion	1'900 GWh	-18	+57 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.

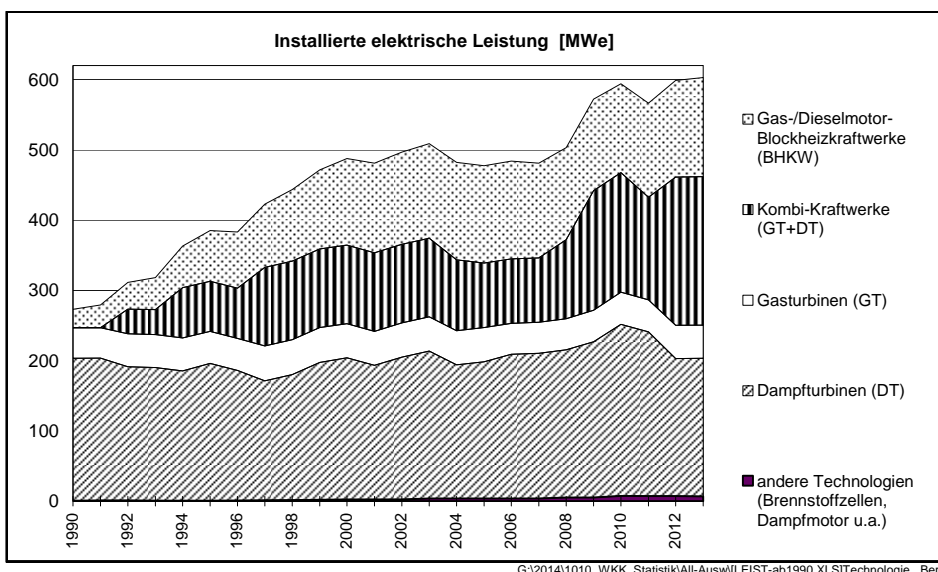


G:\2014\1010_WKK_Statistik\All-Ausw\LEIST-ab1990.XLS\Anlagekategorien (B.1a) Ber22

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:\2014\1010_WKK_Statistik\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 2013

In Abschnitt 3.3 wurde die gesamte thermische Stromproduktion des Jahres 2013 nach Energieträgern aufgeteilt. In Bild 4.2 findet sich die analoge Aufteilung für die Stromproduktion mit WKK-Anlagen.

Erdgas ist mit 42 % der wichtigste Energieträger. Industrieabfälle und Kehricht sind mit Anteilen von 11 und 15 % weitere wichtige Energieträger bei der Elektrizitätserzeugung in WKK-Anlagen. Die verschiedenen Biogasarten (Klärgas, Deponiegas, Biogas aus Vergärungsanlagen in Landwirtschaft, Gewerbe und Industrie) weisen einen wiederum angestiegenen Anteil von 15 % auf. Drei grössere Holzheizkraftwerke in Basel, Zürich und Bern haben dazu geführt, dass der Holzanteil bei der WKK-Stromproduktion inzwischen auf 15 % gestiegen ist.

Insgesamt hat der erneuerbare Anteil an der WKK-Stromproduktion mit 38 % einen neuen Höchstwert erreicht.

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

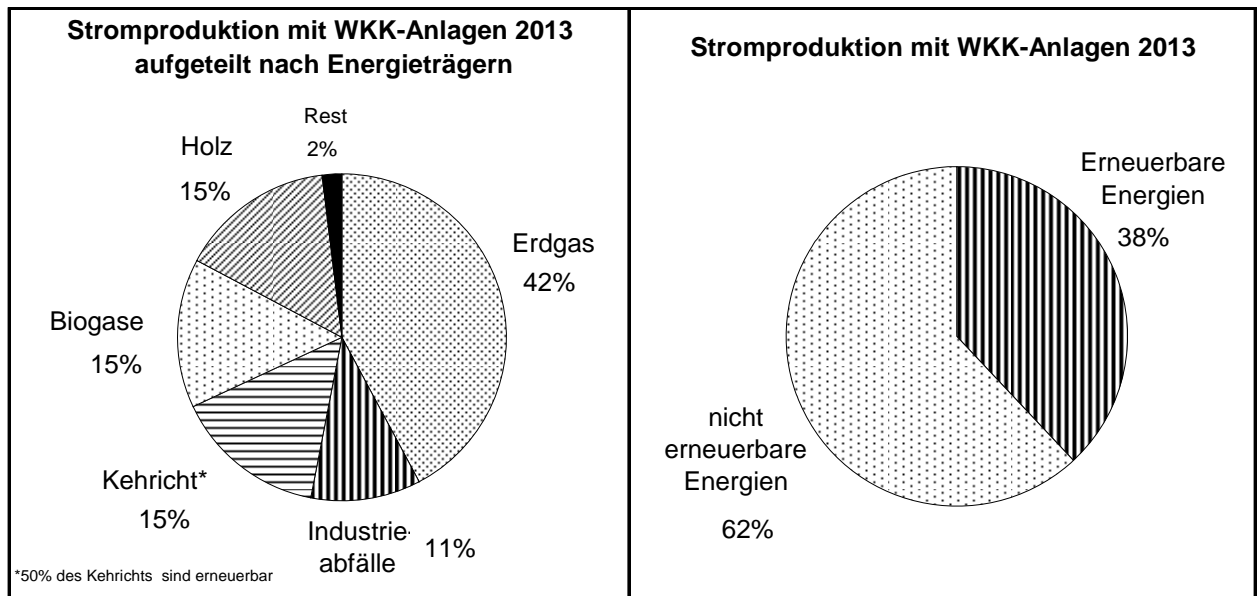


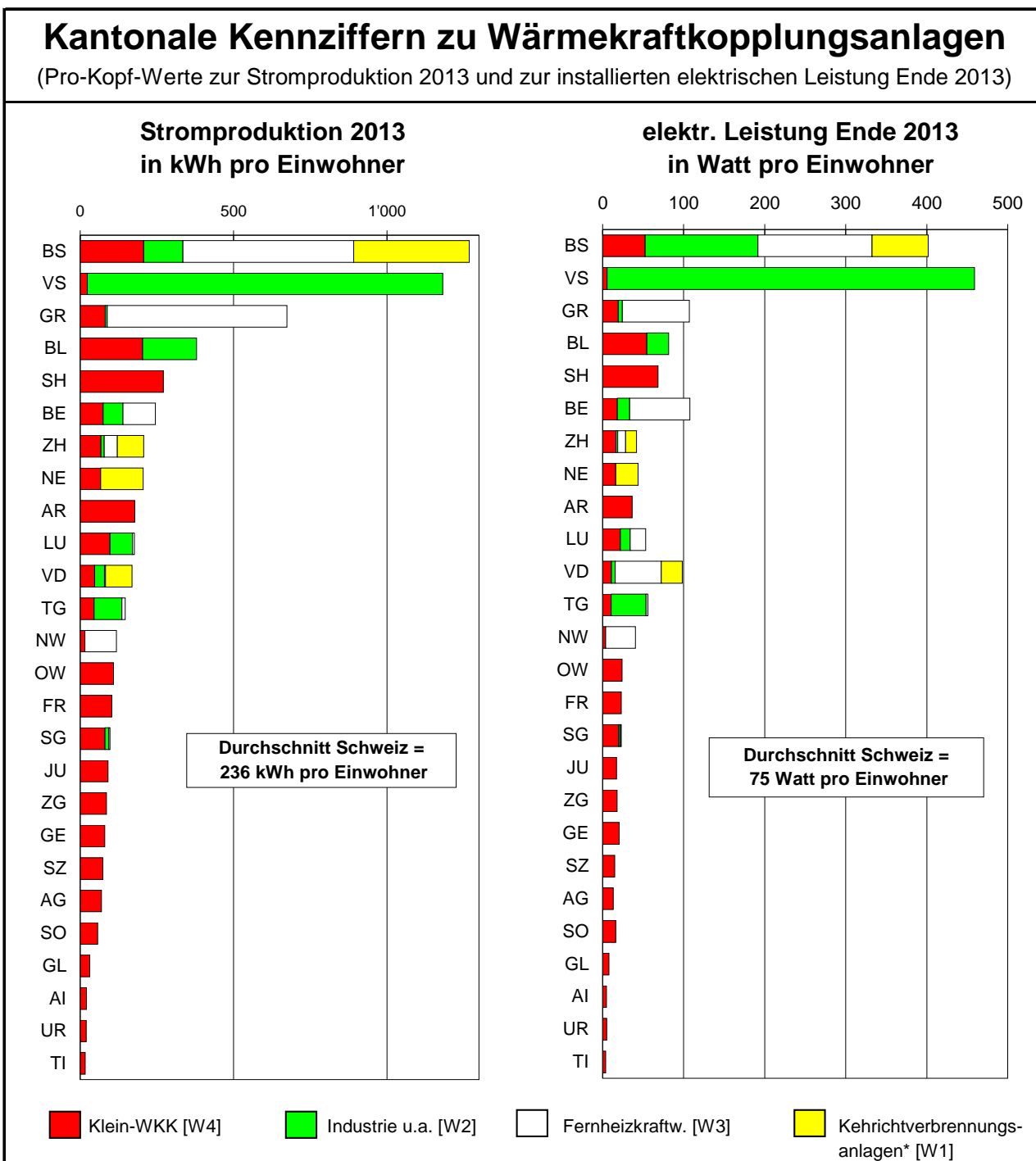
Bild 4.2 Aufteilung der WKK-Stromproduktion 2013 nach Energieträgern

(siehe Anhang A.2)

4.3 Auswertung nach Kantonen

In den Bildern 4.3 und 4.4 wird die kantonale Verbreitung von WKK-Anlagen mittels Pro-Kopf-Werten dargestellt. Die höchsten Werte der Schweiz weisen die Kantone Basel-Stadt, Wallis und Graubünden auf (Stromproduktion, linke Darstellung Bild 4.3). Wegen der Inbetriebnahme der GuD-Anlage in Monthey liegt der Kanton Wallis seit 2010 in der WKK-Spitzengruppe.

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



*nur KVA, welche als WKK-Anlagen definiert wurden

G:\2014\1010_WKK_Statistik\All-Ausw\KT-WKK2013.xls\AuswGraf_Ber2

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

(siehe Anhang B.2)

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

In der rechten Darstellung von Bild 4.3 sind die Pro-Kopf-Werte der installierten elektrischen Leistung ersichtlich. Auffällig ist, dass die Kantone Basel-Stadt und Wallis 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 2013 waren 38 Gross-WKK-Anlagen in Betrieb. Dabei handelt es sich um vier Anlagen in Kehrrechtverbrennungsanlagen (Kap. 7.1, resp. Bild 2.3), 18 Anlagen im Bereich Industrie u.a. (Kap. 5.2) sowie 16 Anlagen in Fernheizkraftwerken (Kap. 5.3, Anhang A.1a).

68 % der WKK-Stromproduktion wird in Anlagen ab 1 MWe erzeugt (Gross-WKK-Anlagen).

	Total	Jährlicher Zuwachs	
	2013	2013	Ø 2009 - 2013
Anzahl Anlagen*	38	-1	+1 Anl./a
Elektrische Leistung*	456 MW _e	+0	+18 MW _e /a
Jahresstromproduktion	1'283 GWh	-132	+46 GWh/a

* Bestand per Jahresende

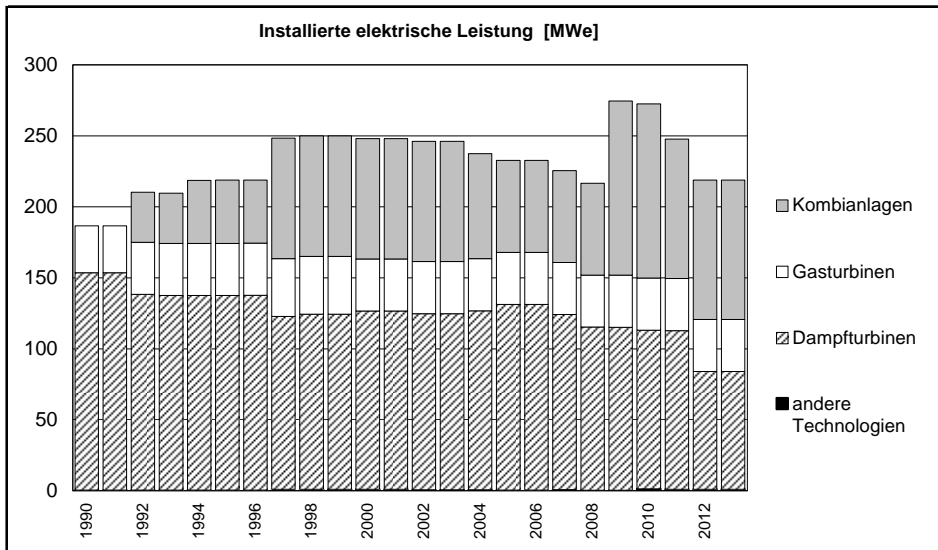
Tabelle 5.1 Übersicht über die Gross-WKK-Anlagen in der Schweiz [Anlagekat. W1, W2, W3] (siehe Anhänge A.1)

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 zugenommen.

5.2 Industrie u.a.

Gross-WKK-Anlagen im Bereich Industrie u.a. produzierten im 2013 mit 607 GWh rund 32 % 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.

32 % des WKK-Stroms stammt aus Gross-WKK-Anlagen in Industriebetrieben u.a.



G:\2014\1010_WKK_Statistik\All-Ausw\LEIST-ab1990.XLS\Technologie Ber5

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

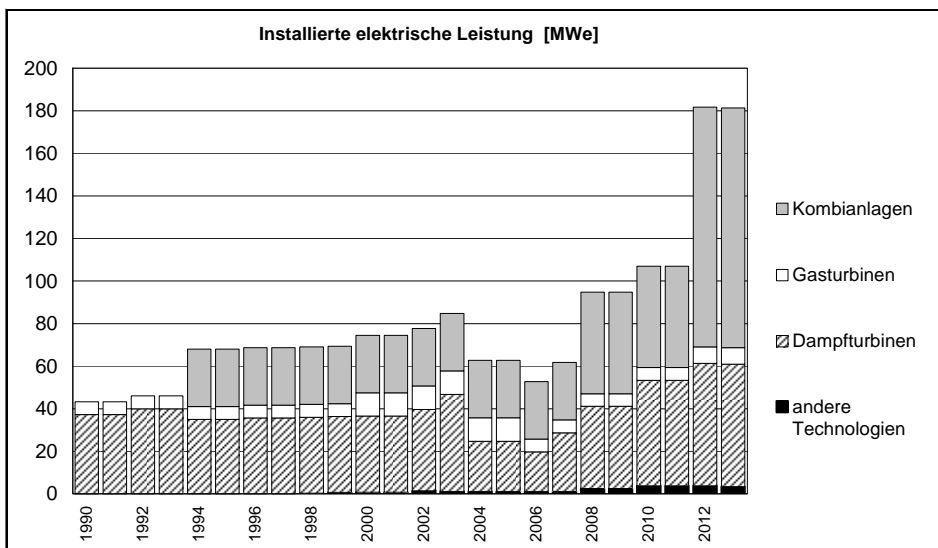
5.3 Fernheizkraftwerke u.a.

Per Ende 2013 waren der Kategorie "Fernheizkraftwerke u.a." 16 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 21 % des WKK-Stroms.



G:\2014\1010_WKK_Statistik\All-Ausw\LEIST-ab1990.XLS\Technologie Ber5

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

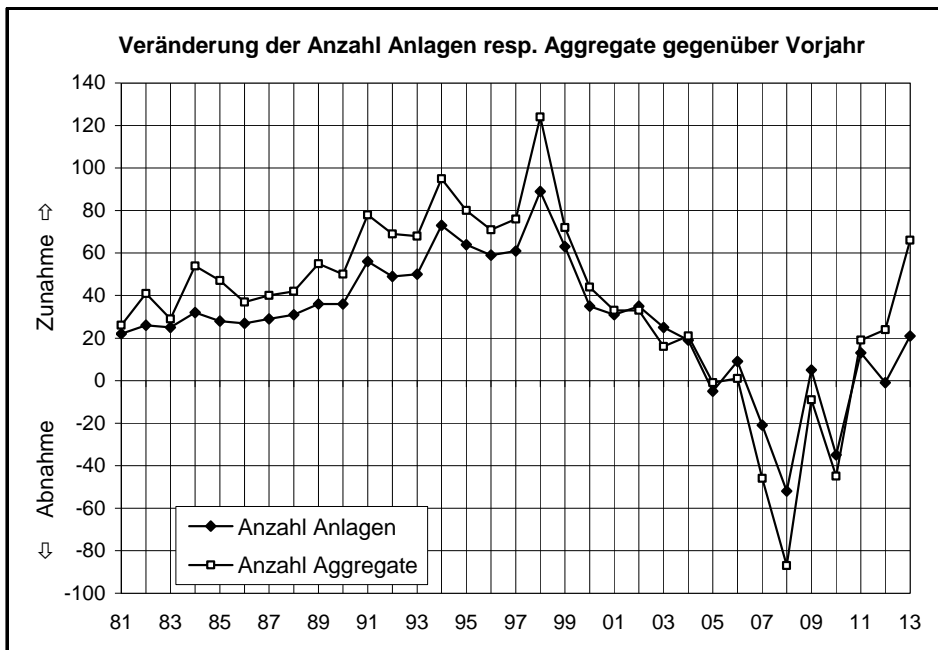
Analog zu den früher separat publizierten Ausgaben der Klein-WKK-Statistik wird im Kapitel 6.1 in der Regel nicht zwischen Klein-WKK-Anlagen mit oder ohne Stromproduktion unterschieden. In den meisten Detailauswertungen im Anhang ist aber eine klare Unterscheidung zwischen stromproduzierenden (Kat. W4, 2013: 967 Anlagen) und nicht stromproduzierenden (Kat. W5, 2013: 7 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 2013 32 % 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 1.31 Aggregate auf.

Ende 2013 waren in der Schweiz insgesamt 974 Klein-WKK-Anlagen mit 1'278 Aggregaten in Betrieb. Im Vergleich zum Spitzenjahr 2006 bedeutet dies eine Abnahme um 70 Anlagen und 78 Aggregate. Bild 6.1a zeigt, dass der Bestand seit 2011 wieder leicht angestiegen ist. Im Spitzenjahr 1998 betrug der Zuwachs über 120 Aggregate.



G:\2014\1010_WKK_Statistik\KW-Ausw\AA-ANZ.XLS\Anhang D.2a Ber2

Bild 6.1a Jährliche Veränderung des Klein-WKK-Bestandes

(siehe Anhang D.2a)

6.1.2 Installierte Leistungen

Die 1'148 Klein-WKK-Aggregate, welche Ende 2013 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 147 MW. Weitere 0.2 MW werden direkt zum Antrieb von Gebläsen in Kläranlagen genutzt.

Die Klein-WKK-Anlagen konnten Ende 2013 zusammen 217 MW thermische Leistung zur Beheizung von Gebäuden und zur Nutzung als Prozesswärme abgeben.

	Total Ende 2013	Jährlicher Zuwachs	
		2013	Ø 2009 - 2013
Anzahl Anlagen	974	21	1 Anl./a
Anzahl Aggregate	1'278	66	11 Aggr./a
Energie-Inputleistung	413.0 MW	8.6	3.0 MW/a
Elektrische Leistung	147.1 MW _e	3.9	2.4 MW _e /a
Mechanische Leistung*	0.2 MW	0.0	0.0 MW/a
Heizleistung	217.0 MW _{th}	3.1	-1.2 MW _{th} /a

G:\2014\1010_WKK_Statistik\KW-Ausw\Jahr_Typ3+2_2013.xls\RES_WKK2 WKK902

* Wellenleistung von Direkt-Gebläseantrieben in Kläranlagen

Tabelle 6.1b Bestand und installierte Leistungen Ende 2013 sowie Jahreszunahmen 2013 und im Zeitraum 2009 - 2013

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

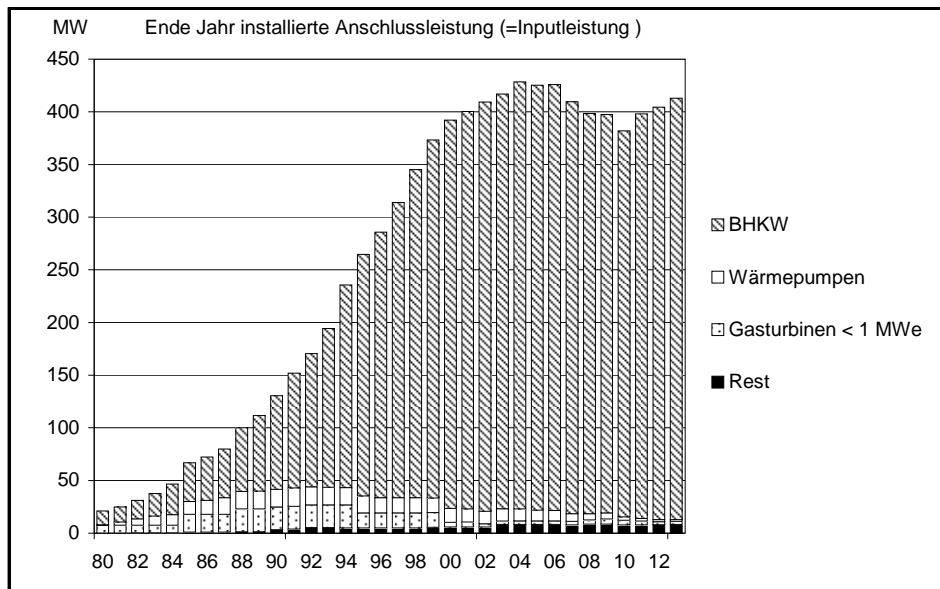


Bild 6.1c Gesamte am Jahresende installierte Energie-Inputleistung aller Klein-WKK-Anlagen aufgeteilt nach Technologien (siehe Anhang D.2c)

Die jährliche Zunahme der installierten Klein-WKK-Leistungen seit 1981 ist in Bild 6.1d dargestellt. 1994 ist der bisher grösste Leistungszuwachs zu verzeichnen. Seither verminderte sich der Zuwachs der installierten Leistung stetig. Seit 2005 sind in der Regel nur noch geringe Zuwächse oder sogar deutliche Leistungsabnahmen zu verzeichnen. In den letzten drei Jahren ist die Leistung erstmals wieder angewachsen.

Veränderungen bei der Motoren-Technologie haben dazu geführt, dass der mittlere elektrische Wirkungsgrad von rund 20 % in den 80er Jahren auf nun über 35 % angestiegen ist.

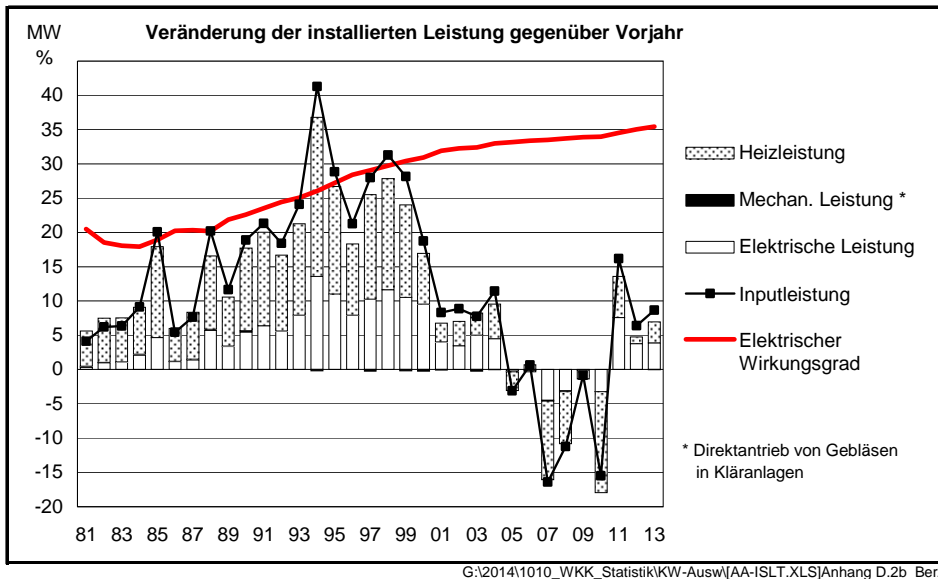


Bild 6.1d Zuwachs der am Jahresende installierten Leistungen aller Klein-WKK-Anlagen gegenüber dem Vorjahr (siehe Anhang D.2b)

Die nachstehende Tabelle 6.1e zeigt eine Auswertung des Klein-WKK-Bestandes Ende 2013 nach Leistungsklassen. Es kann daraus abgeleitet werden, dass die 800 Klein-WKK-Aggregate bis 99 kW elektrischer Nennleistung zusammen 23.0 MWe (15.6 % von total 147.1 MWe) aufweisen. Die 478 Klein-WKK-Aggregate ab 100 kWe weisen 124.1 MWe (84.4 %) elektrische Leistung auf.

Leistungsklasse der Aggregate	Aggregate in Betrieb		elektrische Leistung	
	Anzahl	%	[MWe]	%
< 10 kWe	306	23.9%	1.24	0.8%
10 - 19 kWe	115	9.0%	1.79	1.2%
20 - 49 kWe	160	12.5%	5.07	3.4%
50 - 99 kWe	219	17.1%	14.92	10.1%
100 - 199 kWe	279	21.8%	40.19	27.3%
200 - 349 kWe	100	7.8%	26.67	18.1%
350 - 499 kWe	37	2.9%	15.32	10.4%
>= 500 kWe	52	4.1%	41.86	28.5%
Gebläseantriebe	2	0.2%	-	-
Wärmepumpen	8	0.6%	-	-
Total	1278	100.0%	147.06	100.0%

Stand per 31.12.2013/ Kantone: al2014\1010_WKK_Statistik\KW-Ausw[Leistungsklass-Energie.xls]Konzentrat Ber2

Tabelle 6.1e Ende 2013 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.

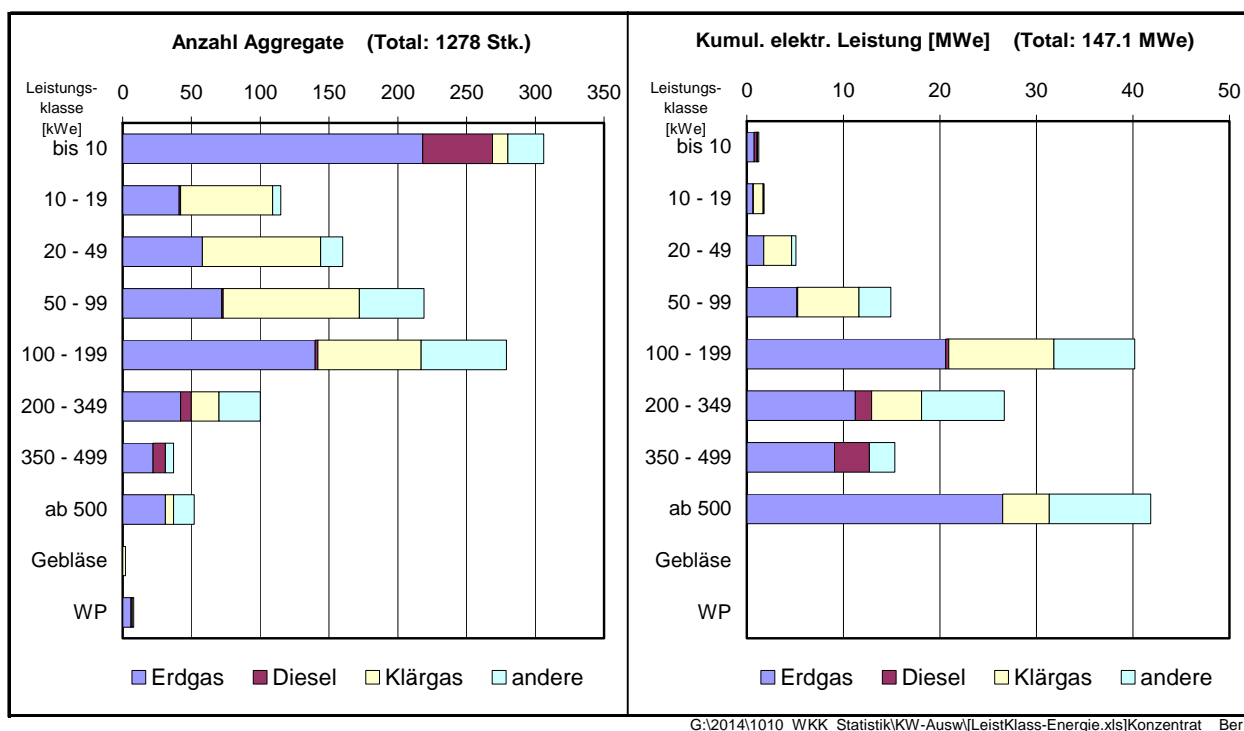


Bild 6.1f Ende 2013 in Betrieb stehende Klein-WKK-Aggregate, geordnet nach Leistungsklassen und nach Energieträgern

6.1.3 Energieverbrauch und -produktion

Sämtliche in der Schweiz betriebenen Klein-WKK-Anlagen haben im Jahr 2013 mit einem Endenergieverbrauch von 1'808 GWh rund 618 GWh hochwertige Energie in Form von Elektrizität oder mechanischer Energie erzeugt (siehe Tabelle 6.1g).

Neben der hochwertigen Energie produzierten die Klein-WKK-Anlagen 870 GWh nutzbare Wärme. Davon wurden aber nur 798 GWh effektiv zu Heizzwecken eingesetzt. Die Differenz zwischen produzierter und effektiv genutzter Wärmeenergie von 72 GWh (8 %) wurde mit Notkühlern direkt an die Umwelt abgegeben. Dies tritt in stromgeführten WKK-Anlagen auf. Dabei handelt es sich vorwiegend um Anwendungen in Kläranlagen, die in erster Linie zur Verstromung von anfallendem Klärgas dienen.

	Total Ende 2013	Jährlicher Zuwachs	
		2013	Ø 2009 - 2013
Endenergieverbrauch	1'807.6 GWh	59.1	20.0 GWh/a
Elektrizitätsproduktion	617.5 GWh _e	24.0	11.4 GWh _e /a
Mechan. Nutzenergie *	0.9 GWh _m	-0.1	-0.2 GWh _m /a
Produzierte Wärme **	870.0 GWh _{th}	18.8	-1.2 GWh _{th} /a
Genutzte Wärme ***	798.2 GWh _{th}	17.8	-3.0 GWh _{th} /a

G:\2014\1010_WKK_Statistik\KW-Ausw\Jahr_Typ3+2_2013.xls\RES_WKK2 WKK903

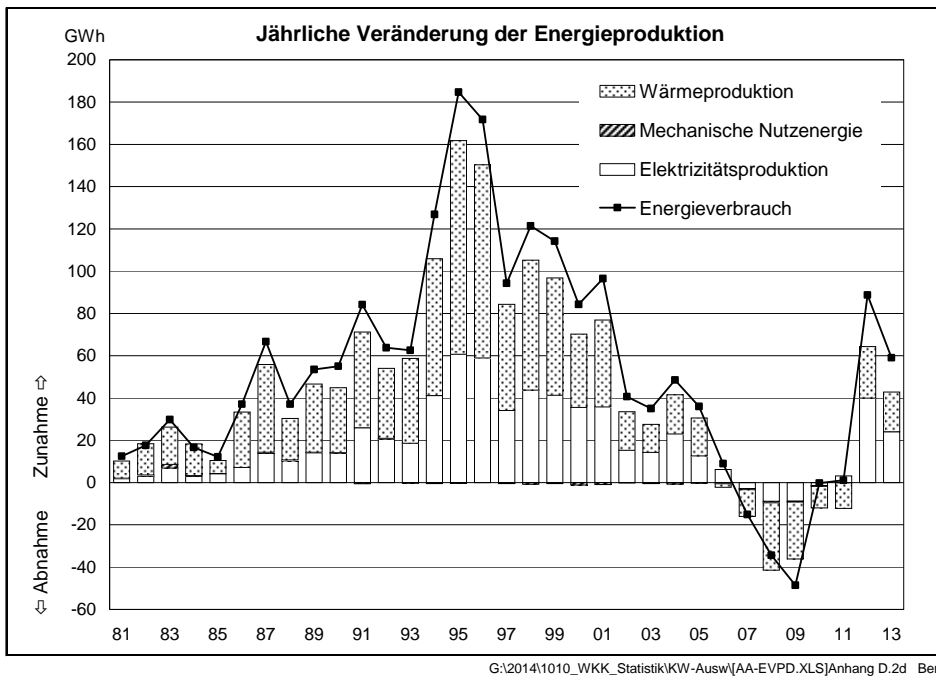
* Energie an der Welle von Direkt-Gebläseantrieben in Kläranlagen

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

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

Tabelle 6.1g Energiedaten 2013 sowie Jahreszunahmen 2013 und im Zeitraum 2008 - 2013

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



G:\2014\1010_WKK_Statistik\KW-Ausw\AA-EVPD.XLS\Anhang D.2d Ber2

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

Die Analyse der Energieträger zeigt, dass Biogas und auch wieder das Klärgas als einzige Energieträger im Jahr 2013 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 2013 der Anteil erneuerbarer Energieträger (Klärgas, Deponiegas, Biogas, Fett/Öl) auf 46 % angestiegen.

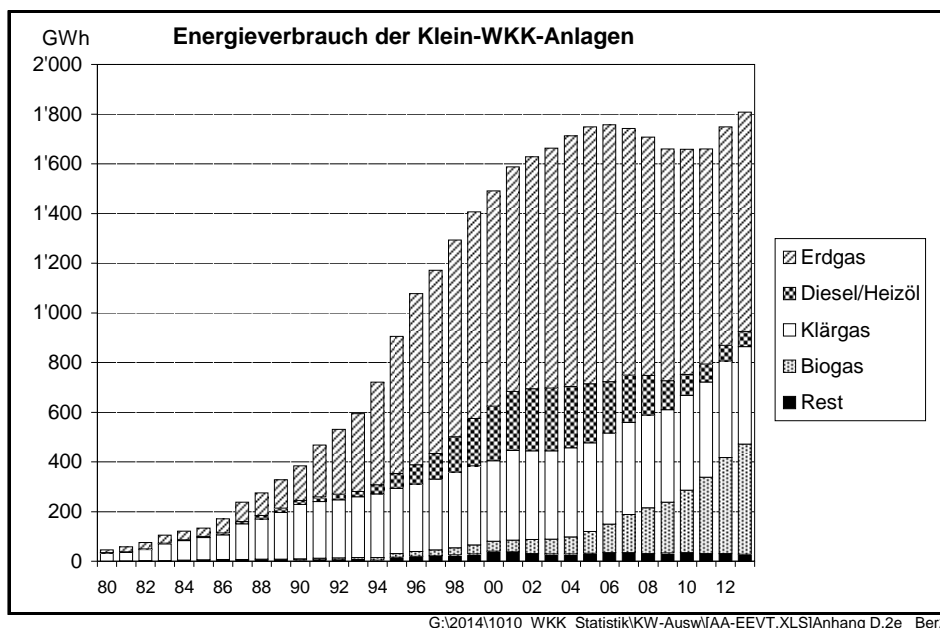


Bild 6.1i Entwicklung des Energieverbrauchs aller schweizerischer Klein-WKK-Anlagen (siehe Anhang D.2e)

6.2 Einsatzgebiete

Tabelle 6.2a zeigt die Aufteilung der Ende 2013 installierten Klein-WKK-Aggregate und deren elektrischer Nennleistung nach Anlagekategorien und Einsatzgebieten.

28 % der Klein-WKK-Aggregate resp. 21 % der elektrischen Leistung wurden in Abwasserreinigungsanlagen zur energetischen Nutzung des anfallenden Klärgases eingesetzt. Anteilsmässig immer bedeutender werden die mit Biogas betriebenen Klein-WKK-Anlagen, was sich mit 54 % Anteil an den Neuinstallationen 2013 noch weiter verstärken wird.

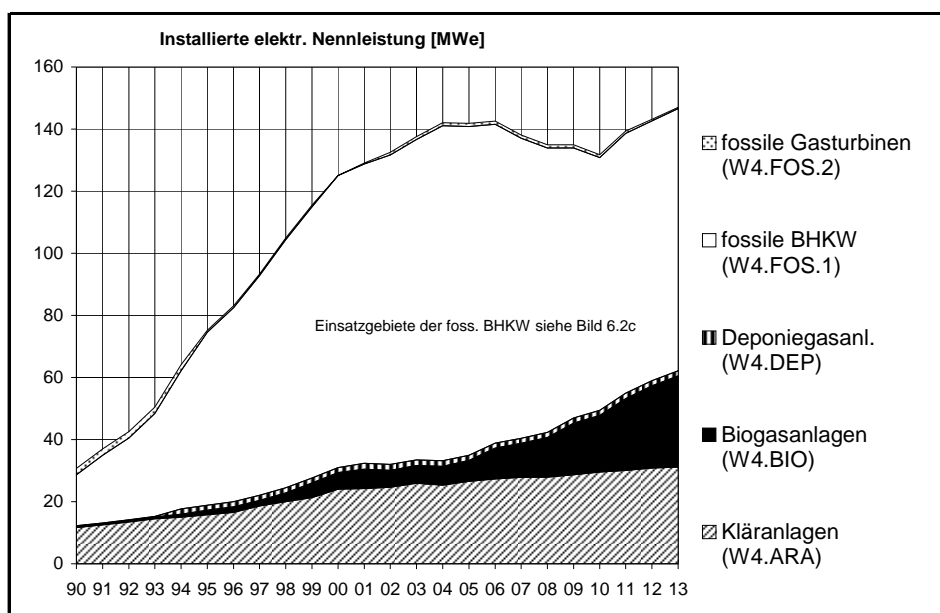
Mit 57 % (Anz. und el. Leist.) Anteil am Klein-WKK-Bestand Ende 2013 sind die mit fossilen Energieträgern betriebenen Blockheizkraftwerke (W4.FOS.1) noch dominierend. Bild 6.2c zeigt, dass seit Beginn der neunziger Jahre die elektrische Leistung der fossilen BHKW von 16 auf 108 MW im Jahr 2004 sehr stark zugenommen hat. Seither ist die Leistung der fossilen BHKW aber wieder auf 84 MW gesunken.

Bezogen auf die elektrische Klein-WKK-Leistung sind die Bereiche Kläranlagen (21 %), Biogas (20 %) sowie Gewerbe und Industrie (11 %) am wichtigsten. Wärmeverbundanlagen (12 %) und Wohngebäude (8 %) sind weitere wichtige Klein-WKK-Einsatzgebiete.

Anlagekategorie	Einsatzgebiete	Aggregate		El. Leistung		Veränd. 2013*		Neuinst. 2013**	
		Anz.	%	MWe	%	MWe	%	MWe	%
w4	Stromproduz. Klein-WKK-Anl.	1'271	99%	147.1	100%	3.90	100%	6.57	100%
W4.ARA.1	Kläranlagen mit BHKW	363	28%	30.8	21%	0.32	8%	0.98	15%
W4.ARA.2	Kläranlagen mit Gasturbinen	4	0%	0.4	0%	0.00	0%	0.00	0%
W4.BIO.1	Biogasanlagen Landwirtschaft	101	8%	13.6	9%	1.09	28%	1.09	17%
W4.BIO.2	Biogasanlagen Gewerbe u. Industrie	62	5%	15.7	11%	1.79	46%	2.43	37%
W4.DEP	Deponiegas-WKK-Anlagen	4	0%	1.6	1%	0.00	0%	0.00	0%
W4.FOS.1	fossile BHKW	732	57%	84.4	57%	0.71	18%	2.08	32%
	Haushalte Wohnen	288	23%	11.1	8%	0.21	5%	0.52	8%
	Industrie Gewerbe, Industrie	80	6%	16.5	11%	-0.02	0%	0.01	0%
	Dienstleistungen Büro	71	6%	8.6	6%	-0.16	-4%	0.02	0%
	Bildung, Forschung	85	7%	9.4	6%	0.19	5%	0.42	6%
	Gesundheit	72	6%	9.5	6%	0.06	2%	0.07	1%
	Infrastruktur Versorgung***	59	5%	17.2	12%	0.42	11%	0.95	14%
	andere, unbekannt	77	6%	12.2	8%	0.00	0%	0.10	2%
W4.FOS.2	fossile Gasturbinen < 1 MWe	5	0%	0.5	0%	0.00	0%	0.00	0%
w5	Nicht stromprod. Klein-WKK-Anl.	7	1%	0.0	0%	0.0	0%	0.0	0%
	Haushalte Wohnen	1	0%						
	Industrie Gewerbe, Industrie	0	0%						
	Dienstleistungen Büro	1	0%						
	Bildung, Forschung	2	0%						
	Gesundheit	1	0%						
	Infrastruktur Versorgung	0	0%						
	andere, unbekannt	2	0%						
W4+W5	Total alle Klein-WKK-Anlagen	1'278	100%	147.1	100%	3.9	100%	6.6	100%

G:\2014\1010_WKK_Statistik\KW-Ausw[Einsge2013.xls]Anhang D.2f Ber1

Tabelle 6.2a Anzahl Klein-WKK-Aggregate und elektrische Nennleistungen nach Anlagekategorien und Einsatzgebieten per 31.12.2013



G:\2014\1010_WKK_Statistik\KW-Ausw[Einsge2013.xls]Anhang D.2f Ber2

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

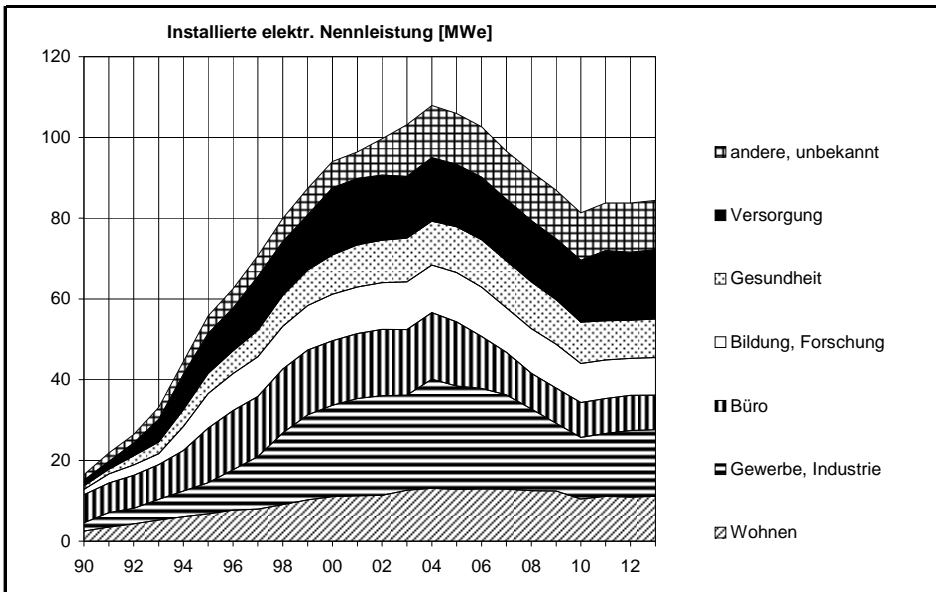


Bild 6.2c Entwicklung der elektrischen Nennleistungen fossiler BHKW nach Einsatzgebieten

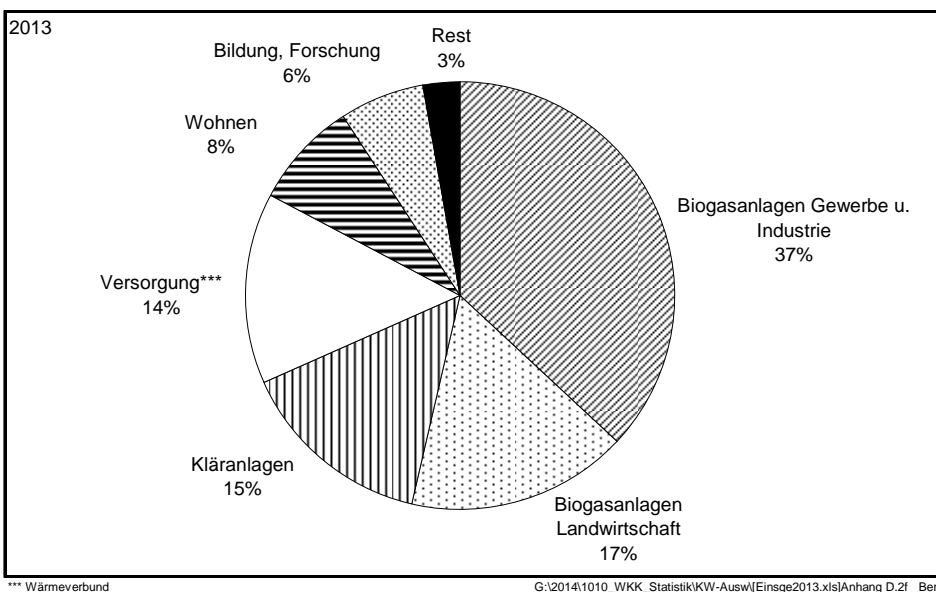


Bild 6.2d Neuinstallierte Klein-WKK-Leistung nach Einsatzgebieten (Jahr 2013)

6.3 Schadstoffreduktionsmassnahmen

In diesem Abschnitt werden die eingesetzten Schadstoffreduktionsmassnahmen von Blockheizkraftwerken analysiert. Dabei wurde unterschieden zwischen den BHKW in Kläranlagen sowie den BHKW, welche mit fossilen Energieträgern betrieben werden.

72 % der in Kläranlagen installierten BHKW-Leistung war Ende 2013 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.

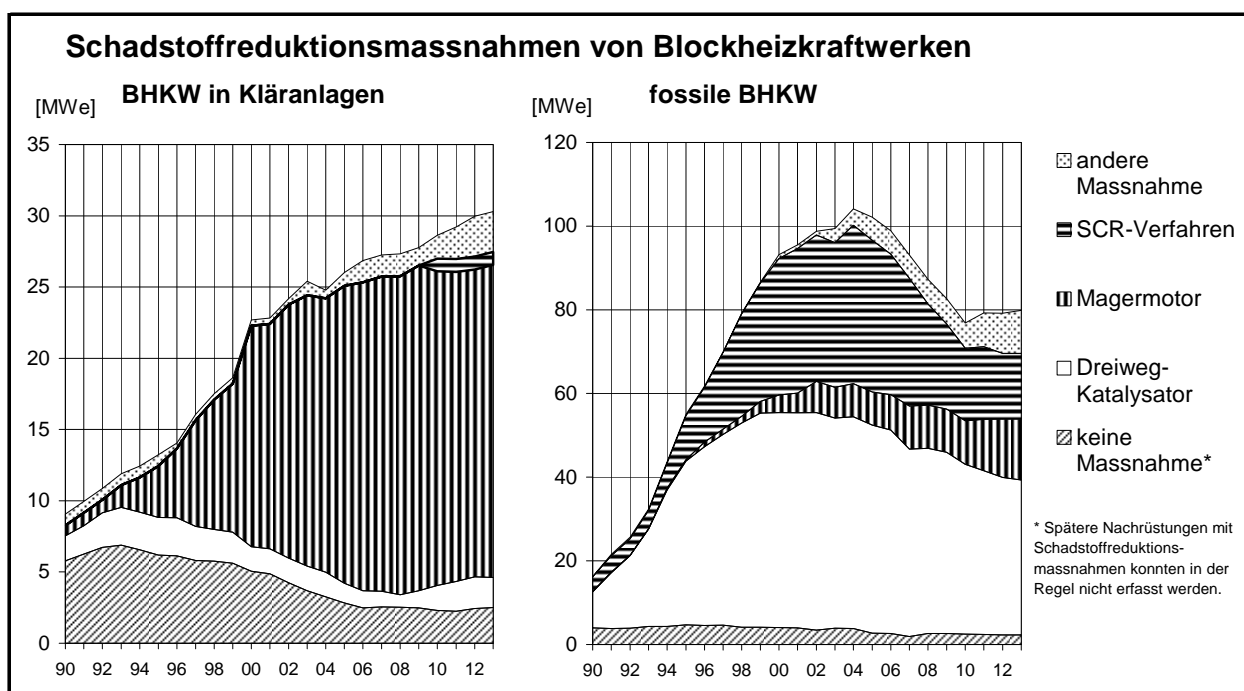
Bei fossilen BHKW sind weiterhin Anlagen mit geregelterm Dreiweg-Katalysator am häufigsten (46 % Ende 2013). Ab 1993 haben Anlagen, mit selektivem katalytischem Reduktionsverfahren (SCR) deutlich zugenommen. Ende 2013 betrug der leistungsmässige Anteil dieser Anlagen 20 %. Beim SCR-Verfahren werden die 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	360	100%	30.3	100%
	keine Massnahme*	55	15%	2.5	8%
	geregelter Dreiweg-Katalysator	13	4%	2.1	7%
	Magermotor	266	74%	21.9	72%
	SCR-Verfahren	1	0%	0.9	3%
	andere	25	7%	2.8	9%
W5.FOS.1a	fossile BHKW	644	100%	79.9	100%
	keine Massnahme*	24	4%	2.3	3%
	geregelter Dreiweg-Katalysator	306	48%	37.1	46%
	Magermotor	231	36%	14.6	18%
	SCR-Verfahren	37	6%	15.7	20%
	andere	46	7%	10.3	13%

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

G:\2014\1010_WKK_StatistikKW-Ausw[Schadr2013.xls]Auswert Ber1

Tabelle 6.3a Übersicht über die Schadstoffreduktionsmassnahmen von Blockheizkraftwerken Ende 2013



G:\2014\1010_WKK_StatistikKW-Ausw[Schadr2013.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 Klein-WKK-Aggregate betrug im 2013 nur 6.6 MWe. Das ist der zweittiefste Wert der vergangenen 30 Jahre.

6.4.1 Lieferanten

Die Tabellen 6.4a und 6.4b geben einen Überblick über die Lieferanten der 2008 bis 2013 in der Schweiz in Betrieb genommenen Klein-WKK-Aggregate für den stationären Betrieb. Nicht enthalten sind Notstromanlagen. Im Jahre 2013 dienten 20 % der neu installierten Aggregate als Ersatz innerhalb der gleichen Anlage. Bezüglich elektrischer Leistung betrug der Ersatzanteil 2013 rund 28 %.

Lieferant (nur mit Erlaubnis namentlich erwähnt)	Anzahl in Betrieb genommene Aggregate								
	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2013	Total 2008-2013	
42technology AG, Aarwangen	0	1	2	1	3	1	1%	8	2%
Acrona Systems Ltd (ehem. Verdesis), Aarau	3	7	13	1	4	5	5%	33	7%
Avesco AG, Langenthal	14	15	12	21	23	15	14%	100	21%
BES BHKW Energie-Service AG, Wittenbach	10	16	9	12	11	14	13%	72	15%
CoGen sàrl (ex Royce & Partners SA), Le Mont-Pèlerin	9	3	2	0	0	0	0%	14	3%
CoGen sàrl, Le Mont-Pèlerin	3	7	3	6	12	12	11%	43	9%
IWK Integrierte Wärme und Kraft AG, Sarnen	9	17	13	19	12	10	9%	80	17%
Vaillant GmbH, Dietikon	2	0	5	0	0	2	2%	9	2%
Viessmann (Schweiz) AG, Spreitenbach	0	0	0	0	34	46	42%	80	17%
andere Lieferanten	13	6	7	8	1	5	5%	40	8%
TOTAL	63	72	66	68	100	110		479	
Anteil der Aggregate, welche ältere ersetzen*	50%	43%	50%	41%	27%	20%		36%	

* Ersatz für stillgelegte Aggregate innerhalb der gleichen Anlage

G:\2014\1010_WKK_Statistik\KW-Ausw[Lieferanten.xls]Auswert Ber1

Tabelle 6.4a In Betrieb genommene Motoren und Brennstoffzellen 2008 bis 2013

(Kat. T3, W4, W5)

6.4.2 Technologien und Leistungen

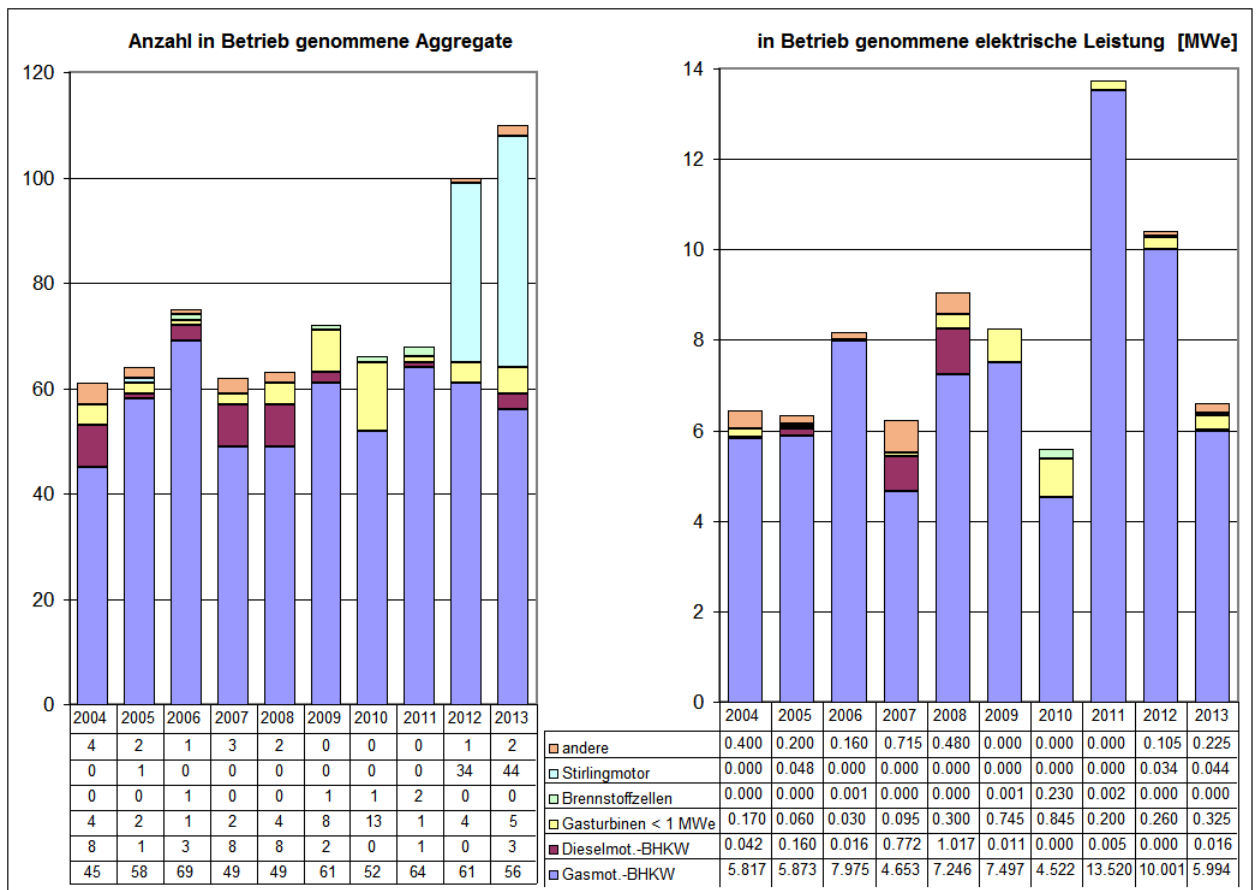
Die während den letzten zehn Jahren in Betrieb genommenen Klein-WKK-Technologien sind in Bild 6.4c dargestellt. Darin wird unterschieden zwischen den Gas- und Dieselmotor-BHKW, Klein-Gasturbinen, Brennstoffzellen, Stirlingmotoren sowie den restlichen Technologien (Zündstrahlmotoren u.a.). Wie bereits in den letzten Jahren wurden kaum neue Dieselmotor-BHKW installiert. Es konnten rückwirkend einige Kleinanlagen erfasst werden. Stückzahlenmässig fallen dabei insbesondere die Stirlingmotoren der Firma Viessmann auf. Im Berichtsjahr wurde schweizweit eine Leistung von 6.6 MWe neu installiert. Dies ist der zweittiefste Wert in den letzten dreissig Jahren.

Lieferant (nur mit Erlaubnis namentlich erwähnt)	Installierte elektrische Leistung [MW]								Total 2008-2013	
	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2013			
42technology AG, Aarwangen	0.000	0.021	0.042	0.195	0.057	0.020	0%	0.335	1%	
Acrona Systems Ltd (ehem. Verdesis), Aarau	0.195	0.640	0.845	0.200	0.260	0.325	5%	2.465	5%	
Avesco AG, Langenthal	2.132	2.167	1.735	3.022	4.483	1.477	22%	15.016	28%	
BES BHKW Energie-Service AG, Wittenbach	0.393	0.457	0.301	0.338	0.449	0.379	6%	2.317	4%	
CoGen sàrl (ex Royce & Partners SA), Le Mont-Pèlerin	0.086	0.042	0.036	0.000	0.000	0.000	0%	0.164	0%	
CoGen sàrl, Le Mont-Pèlerin	0.016	0.038	0.045	0.052	0.090	0.088	1%	0.329	1%	
IWK Integrierte Wärme und Kraft AG, Sarnen	4.100	4.702	2.159	9.560	4.922	2.589	39%	28.032	52%	
Vaillant GmbH, Dietikon	0.009	0.000	0.024	0.000	0.000	0.002	0%	0.035	0%	
Viessmann (Schweiz) AG, Spreitenbach	0.000	0.000	0.000	0.000	0.034	0.144	2%	0.178	0%	
andere Lieferanten	2.111	0.188	0.410	0.360	0.105	1.580	24%	4.753	9%	
TOTAL	9.043	8.254	5.597	13.727	10.400	6.604		53.624		
Anteil der ersetzten elektrischen Leistung*	46%	32%	37%	20%	22%	28%		29%		

*Ersatz für stillgelegte Aggregate innerhalb der gleichen Anlage

G:\2014\1010_WKK_Statistik\KW-Ausw\Lieferanten.xls\Auswert Ber3

Tabelle 6.4b Elektrische Nennleistung der 2008 bis 2013 in Betrieb genommenen Motoren und Brennstoffzellen (Kat. T3, W4, W5)



G:\2014\1010_WKK_Statistik\KW-Ausw\Inbetriebnahmen.xls\Ausw-n-Techn Ber3

Bild 6.4c In Betrieb genommene Klein-WKK-Aggregate der letzten 10 Jahre (Kat. T3, W4, W5)

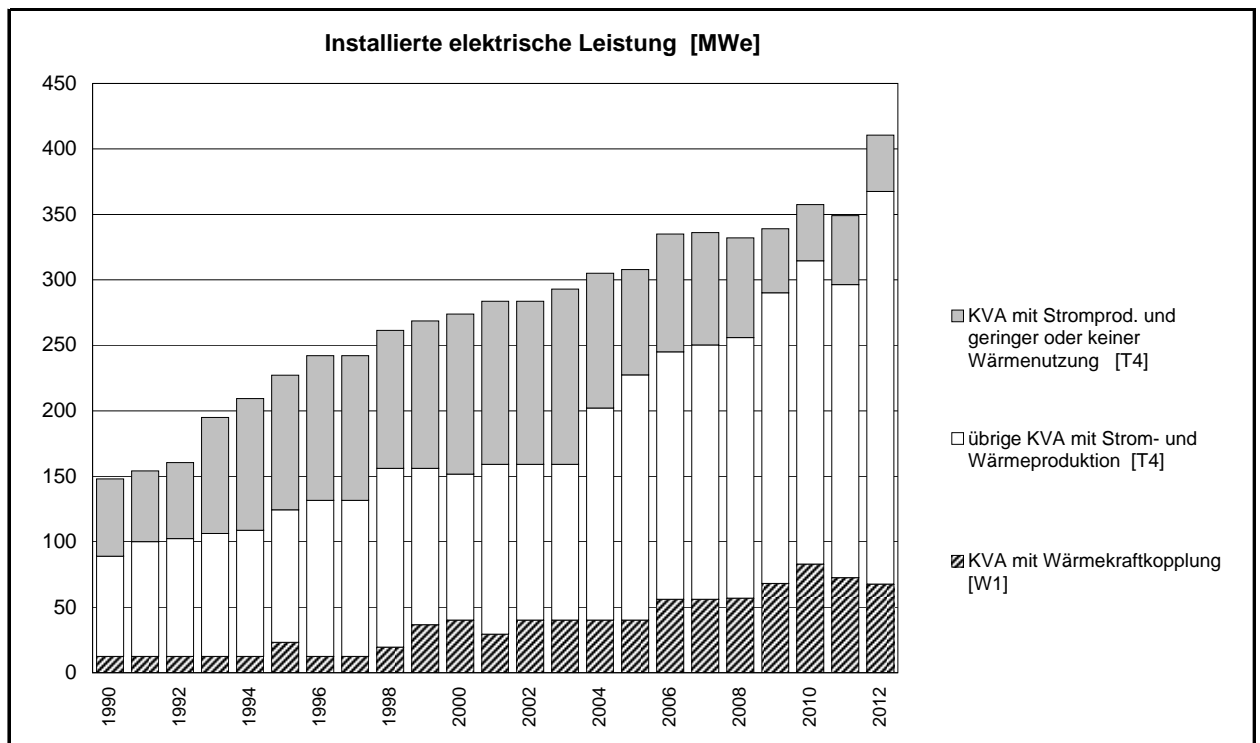
7. Spezialauswertungen therm. Stromproduktion

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

7.1 Kehrichtverbrennungsanlagen (KVA)

Ende 2013 waren in der Schweiz 30 Kehrichtverbrennungsanlagen in Betrieb. Wie bereits in Bild 2.3 gezeigt, wird die verfügbare Abwärme in KVA sehr unterschiedlich genutzt. Bei vielen Anlagen kann mangels Abnehmer nur wenig Abwärme für Heizzwecke genutzt werden. Bei diesen KVA wird das Hauptgewicht auf die Stromproduktion mit Dampfturbinen gelegt. Die in diesem Bericht festgelegten Bedingungen für WKK-Anlagen erfüllten im Betriebsjahr 2013 die KVAs Basel, Hagenholz in Zürich, Lausanne sowie die KVA in La Chaux-de-Fonds. Alle anderen KVA erreichten den als statistische Grenze festgelegten Jahresnutzungsgrad von 60 % nicht und werden daher an dieser Stelle nicht als WKK-Anlagen ausgewiesen.

In den 31 schweizerischen Kehrichtverbrennungsanlagen werden beachtliche Energiemengen genutzt (2013: 2'021 GWh Strom und 3'551 GWh Wärme).



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

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

In Bild 7.1a ist die Entwicklung der installierten elektrischen Nennleistung der Dampfturbinen in KVA dargestellt. Seit den neunziger Jahren kann eine beachtliche Leistungszunahme registriert werden. Hauptursache waren die Nachrüstungen und Vergrößerungen von Dampfturbinen im Rahmen von Gesamtanierungen, welche aufgrund der lufthygienischen Vorschriften in den vergangenen Jahren vorgenommen wurden.

Die energetische Nutzung der Kehrichtverbrennungsanlagen ist in Bild 7.1b und Tabelle 7.1c seit 1990 dargestellt.

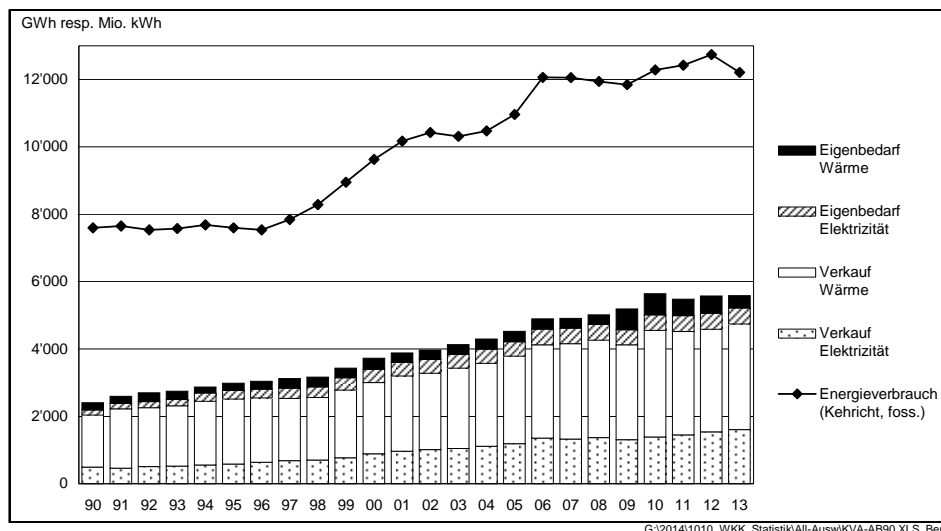


Bild 7.1b Energieverbrauch sowie Eigenbedarf resp. Verkauf von selbstproduzierter Elektrizität und Wärme aller KVA in der Schweiz seit 1990

	1990	2000	2005	2010	2011	2012	2013
Install. elektr. Nennleistung (1) MWe	148.0	273.8	307.9	357.5	349.0	398.1	398.1
Endenergieverbrauch Total (2) GWh	7'596	9'631	10'963	12'285	12'425	12'737	12'211
- davon Kehricht GWh	7'496	9'444	10'800	12'111	12'285	12'595	12'164
- davon fossile Energien GWh	100	178	152	160	120	134	40
Elektrizitätsproduktion (3) GWh	644	1'284	1'620	1'849	1'918	2'021	2'083
- davon Anteil Eigenbedarf %	23%	31%	27%	25%	24%	24%	23%
Genutzte Wärmeproduktion (4) GWh	1'765	2'440	2'903	3'788	3'557	3'551	3'505
- davon Anteil Eigenbedarf %	12%	13%	10%	16%	14%	14%	11%
Jahresnutzungsgrad $[(3+4)/2]$	32%	39%	41%	46%	44%	44%	46%
Vollbetriebsstd. Stromprod. $[(3)/1]$	4'350	4'690	5'260	5'170	5'500	5'080	5'230

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

Im Jahr 2013 wurde 23 % der Stromproduktion von 2'083 GWh zur Deckung des Eigenbedarfs der KVA verwendet. Von der gesamthaft genutzten Wärmeproduktion von 3'505 GWh dienten rund 11 % für die Deckung des Wärmebedarfs der KVA. Die restlichen 89 %, d.h. 3'120 GWh Wärmeenergie, haben die KVA im Jahre 2013 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 Sanie-

rungen und Ausbau des Wärmeverkaufs an Dritte konnte der Jahresnutzungsgrad inzwischen auf 46 % gesteigert werden (siehe Tabelle 7.1c). Bild 7.1d zeigt die Energieanteile, welche sämtliche KVA im Jahre 2013 in Form von Wärme oder Elektrizität an Dritte verkauft haben. Der Durchschnitt für alle KVA liegt bei 25.6 % Wärme- und 13.2 % Stromverkauf.

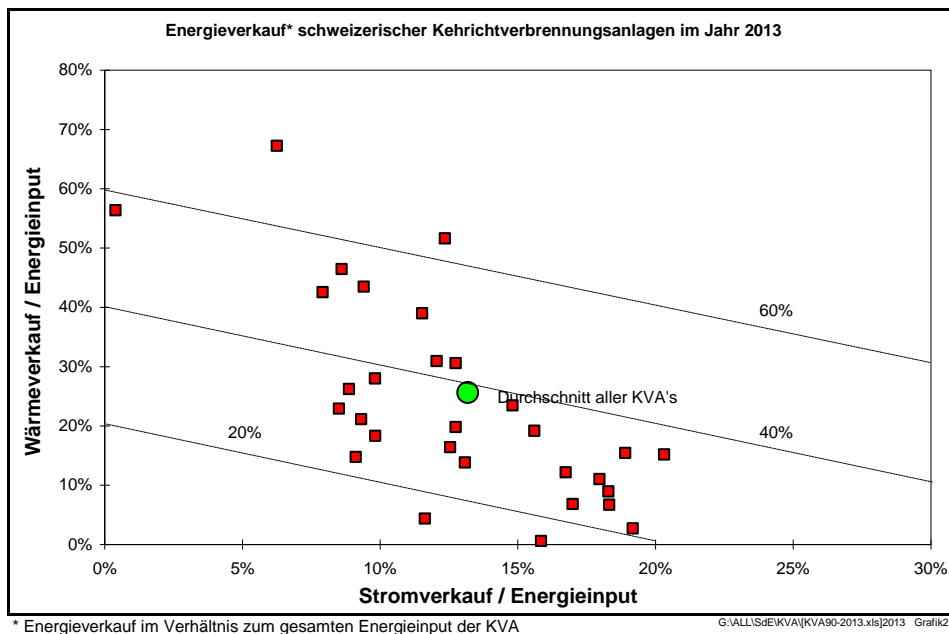


Bild 7.1d Energieverkaufs-Benchmark schweizerischer KVA (Jahr 2013)

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 2013 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

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

elektrischen Leistung dieser Deponiegasmotoren dargestellt. Diese hat im Jahr 2013 bei 2.17 MWe stagniert.

2013 wurde nur noch 10.4 GWh Deponiegas zum Antrieb der 8 Motoren eingesetzt. Damit konnte 3.0 GWh Elektrizität erzeugt werden (siehe Bild 7.2b).

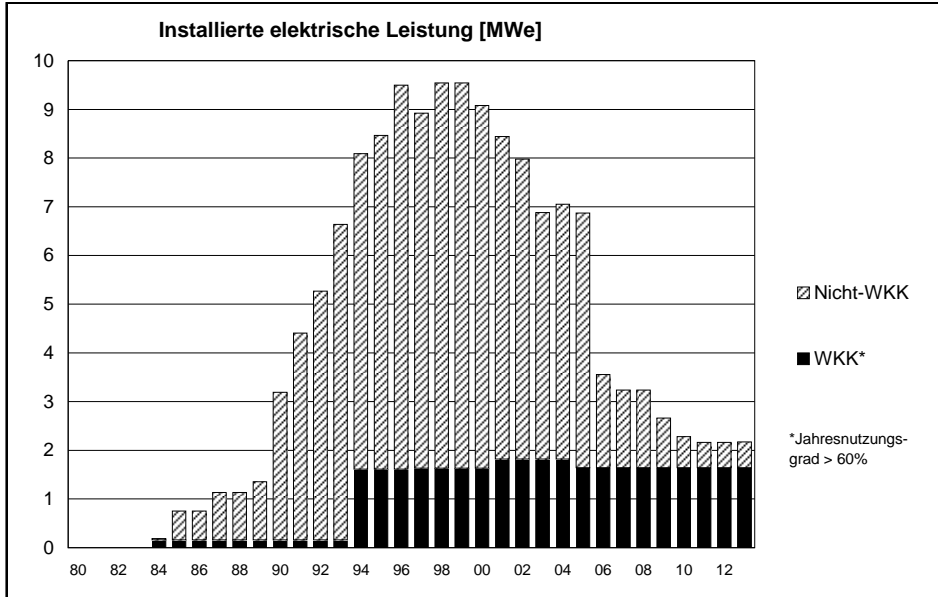


Bild 7.2a Installierte elektrische Leistung sämtlicher mit Deponiegas betriebenen Motoren (siehe Anhang E.2a)

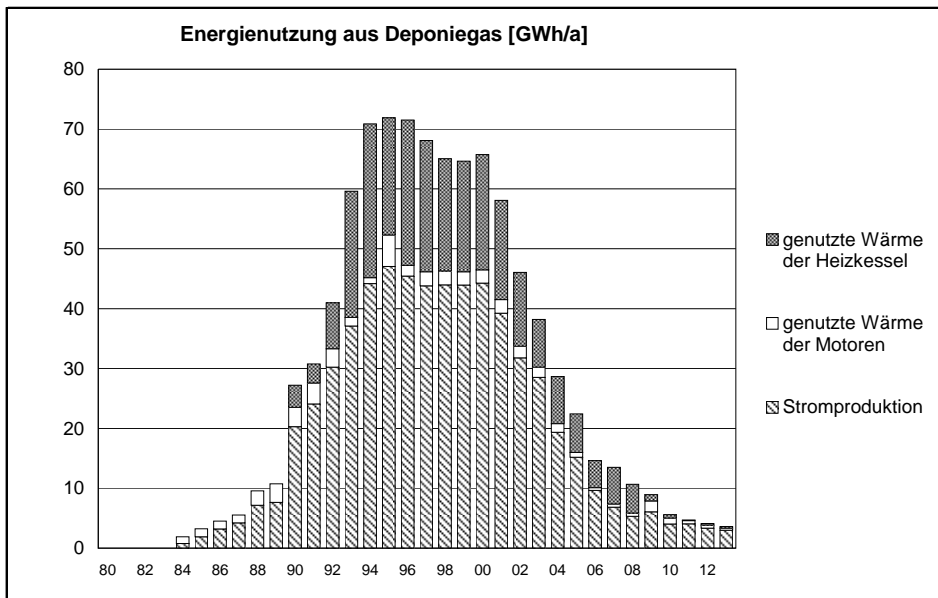


Bild 7.2b Gesamte Wärmenutzung und Stromproduktion mit Deponiegas in der Schweiz (siehe Anhang E.2a)

Anhang	44
A. Thermische Stromerzeugung	45
A.1 Zeitreihen 1990 - 2013	45
A.2 Energieträgersplit 2013	45
A.3 Bruttoenergieverbrauch der Anlagen mit thermischem Stromverbrauch 2013	45
A.4 Bruttoenergieverbrauch für die thermische Stromproduktion 2013	45
B. Wärmekraftkopplung (WKK)	52
B.1 Zeitreihen elektrische Leistungen 1990 - 2013	52
B.2 Kantonale Verteilung	52
C. Gross-WKK-Anlagen	56
D. Klein-WKK-Anlagen	59
D.1 Jahresstatistiken 2013	59
D.2 Zeitreihen 1980 - 2013	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

A. Thermische Stromerzeugung

A.1 Zeitreihen 1990 - 2013

Hyperlink und Seiten-Nr.:

A.1a Anzahl Anlagen

Anhang A.1a (S. 46)

A.1b Installierte Leistung

Anhang A.1b (S. 46)

A.1c Stromproduktion

Anhang A.1c (S. 48)

A.2 Energieträgersplit 2013

Anhang A.2 (S. 49)

Aufteilung der thermischen Stromproduktion des Jahres 2013 nach Energieträgern

A.3 Bruttoenergieverbrauch der Anlagen mit thermischem Stromverbrauch 2013

Anhang A.3 (S. 50)

Gesamter Bruttoenergieverbrauch des Jahres 2013 der Anlagen mit thermischer Stromproduktion (für Strom- und Wärmeproduktion)

A.4 Bruttoenergieverbrauch für die thermische Stromproduktion 2013

Anhang A.4 (S. 51)

Bruttoenergieverbrauch des Jahres 2013 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	2012		2013	
Thermische Stromproduktion (Kap. 3)	Wärmekraftkopplung (Kap. 4)	T1 div. therm. Stromerzeuger	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	ganz grobe Schätzung	
		T2 Vouvy (öltherm. Kraftwerk)	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Stilllegung 30.9.1999	
		T3 Deponiegasverstromung	4	9	9	7	8	7	7	7	7	5	5	5	4	4	4		
		T4 KVA ohne WKK	21	24	25	24	24	25	25	25	25	24	24	24	24	26	26	nur KVA's mit Stromproduktion	
	Klein-WKK (Kap. 6)	Gross-WKK (Kap. 5)	W1 KVA mit WKK	1	3	2	3	3	3	3	4	4	5	5	6	6	4	4	
			W2 Gross-WKK in Industrie u.a.	21	23	23	22	22	22	21	21	21	20	21	22	20	18	18	
			W3 Fernheizkraftwerke u.a.	4	8	8	10	10	9	9	8	9	11	11	14	14	17	16	
		W4 stromprod. Klein-WKK	275	883	915	952	978	1'001	999	1'009	993	947	954	927	943	944	967		
		W4.ARA.1 Kläranlagen mit BHKW	153	276	281	283	285	280	278	279	280	275	279	276	280	282	285		
		W4.ARA.2 Kläranlagen mit Gasturbinen	2	1	1	0	0	0	0	0	1	1	3	3	3	3	3		
		W4.BIO.1 Biogasanlagen Landwirtschaft	25	31	34	34	34	39	44	54	55	55	59	57	67	75	83		
	W4.BIO.2 Biogasanlagen Gewerbe u. Industrie	0	18	20	20	20	19	20	24	25	26	31	34	36	36	38	1 Anl. von 2002-08 mit Erdgas betr.		
	W4.DEP Deponiegas-WKK-Anlagen	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	von 1995-2008 vorw. mit Erdgas betr.	
	W4.FOS.1 fossile BHKW	91	555	574	606	630	653	648	643	623	580	572	548	551	542	552	552	Feingliederung siehe Kap. 6.2	
	W4.FOS.2 fossile Gasturbinen < 1 MWe	2	0	3	7	7	8	8	8	8	9	9	8	5	5	5			
W5 nicht stromprod. Klein-WKK	56	47	46	44	43	39	36	35	30	24	22	14	11	9	7				
Total	Anz. therm. Stromproduzenten	347	970	1'002	1'038	1'065	1'087	1'084	1'094	1'079	1'032	1'040	1'018	1'031	1'033	1'055	(Total exkl. Kat. W5)		
Subtotal	W1-W4 Wärmekraftkopplung (WKK)	301	917	948	987	1'013	1'035	1'032	1'042	1'027	983	991	969	983	983	1'005			
Subtotal	W1-W3 Gross-WKK	26	34	33	35	35	34	33	33	34	36	37	42	40	39	38			
Subtotal	W4+W5 Klein-WKK	331	930	961	996	1'021	1'040	1'035	1'044	1'023	971	976	941	954	953	974			
Anteil	W1-W4 Wärmekraftkopplung (WKK)	87%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	Anteil am Total der therm. Produz.		
Anteil	W1-W3 Gross-WKK	7%	4%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	4%	4%	4%	4%	4%	Anteil am Total der therm. Produz.		
Anteil	W4+W5 Klein-WKK	95%	96%	96%	96%	96%	96%	95%	95%	95%	94%	94%	92%	93%	92%	92%	Anteil am Total der therm. Produz.		

Elektrische Nennleistungen ab 1990

Anlagekategorien		Elektrische Nennleistungen [MWe]															Kommentare			
		Nr.	Bezeichnung	1990	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011		2012	2013	
Thermische Stromproduktion (Kap. 3)	Wärmekraftkopplung (Kap. 4)	T1	div. therm. Stromerzeuger	75.0	75.0	75.0	75.0	75.0	75.0	75.0	75.0	75.0	75.0	75.0	75.0	75.0	75.0	75.0	grobe Schätzung	
		T2	Vouvry (öltherm. Kraftwerk)	284.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	Stilllegung 30.9.1999
		T3	Deponiegasverstromung	3.0	7.4	6.6	6.2	5.1	5.2	5.2	1.9	1.6	1.6	1.0	0.6	0.5	0.5	0.5		
		T4	KVA ohne WKK	135.6	233.6	254.3	243.5	252.8	264.8	267.7	279.0	280.0	275.2	270.9	274.6	276.5	342.8	342.3		
	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	55.3	55.8	
			W2	Gross-WKK in Industrie u.a.	186.5	248.1	248.1	246.2	246.2	237.4	232.6	232.6	225.5	216.7	274.5	272.5	247.8	218.9	218.9	
			W3	Fernheizkraftwerke u.a.	43.3	74.5	74.5	77.7	84.7	62.7	62.7	52.7	61.7	94.8	94.8	107.0	107.0	181.7	181.4	
		Klein-WKK (Kap. 6)	W4	stromprod. Klein-WKK	30.7	125.1	129.1	132.6	137.6	142.1	141.9	142.6	138.1	135.0	135.0	131.8	139.4	143.2	147.1	
			W4.ARA.1	Kläranlagen mit BHKW	9.4	23.2	23.3	24.7	25.9	25.3	26.5	27.3	27.7	27.8	28.2	29.1	29.7	30.4	30.8	
			W4.ARA.2	Kläranlagen mit Gasturbinen	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	
			W4.BIO.1	Biogasanlagen Landwirtschaft	0.4	0.8	1.1	1.5	1.7	2.4	2.9	5.4	5.8	6.3	8.2	8.3	10.9	12.5	13.6	
	W4.BIO.2		Biogasanlagen Gewerbe u. Industrie	xxx	4.4	5.2	4.0	4.1	3.7	3.9	4.5	5.2	6.5	8.4	10.0	12.3	13.9	15.7	1 Anl. von 2002-08 mit Erdgas betr.	
	W4.DEP		Deponiegas-WKK-Anlagen	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	von 1995-2008 vorw. mit Erdgas betr.
	W4.FOS.1		fossile BHKW	16.4	94.1	96.5	99.7	103.2	107.9	106.0	102.7	96.6	91.5	86.9	81.4	83.8	83.7	84.4	84.4	Feingliederung siehe Kap. 6.2
	W4.FOS.2	fossile Gasturbinen < 1 MWe	xxx	xxx	0.3	0.9	0.9	1.0	1.0	1.0	1.0	1.1	1.1	1.0	0.7	0.5	0.5			
	W5	nicht stromprod. Klein-WKK	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0			
Total	el. Leist. aller therm. Stromproduz.	770.5	804.0	817.0	821.3	841.6	827.4	825.3	839.9	837.9	855.0	919.4	944.4	918.6	1'017	1'021				
Subtotal	W1-W4 Wärmekraftkopplung (WKK)	272.9	487.9	481.1	496.6	508.7	482.4	477.4	484.0	481.4	503.3	572.4	594.2	566.6	599.1	603.1				
Subtotal	W1-W3 Gross-WKK	242.2	362.8	352.0	364.1	371.2	340.3	335.6	341.4	343.3	368.3	437.5	462.4	427.3	455.9	456.1				
Subtotal	W4 Klein-WKK	30.7	125.1	129.1	132.6	137.6	142.1	141.9	142.6	138.1	135.0	135.0	131.8	139.4	143.2	147.1				
Anteil	W1-W4 Wärmekraftkopplung (WKK)	35%	61%	59%	60%	60%	58%	58%	58%	57%	59%	62%	63%	62%	59%	59%	59%	Anteil am Total der therm. Produz.		
Anteil	W1-W3 Gross-WKK	31%	45%	43%	44%	44%	41%	41%	41%	41%	43%	48%	49%	47%	45%	45%	45%	Anteil am Total der therm. Produz.		
Anteil	W4 Klein-WKK	4%	16%	16%	16%	16%	17%	17%	17%	16%	16%	15%	14%	15%	14%	14%	14%	Anteil am Total der therm. Produz.		

Stand: 16.09.2014

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

G:\2014\1010_WKK_Statistik\All-Ausw\Anhang-A1.xls\Bericht2 Ber2

Stromproduktion ab 1990

Anlagekategorien		Stromproduktion [GWh/a]															Kommentare			
		Nr.	Bezeichnung	1990	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011		2012	2013	
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	10.0	11.0	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	0.0	0.0	0.0	Stilllegung 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	3.3	3.0		
		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	1'718.9	1'804.7		
	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	301.7	278.8	
			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	869.5	806.7	607.0	
			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	212.0	306.5	397.1	
		Klein-WKK (Kap. 6)	W4	stromprod. Klein-WKK	84.5	465.1	500.9	516.2	530.4	553.4	566.0	572.2	569.4	560.5	551.7	550.3	553.5	593.5	617.5	
			W4.ARA.1	Kläranlagen mit BHKW	39.8	84.3	93.6	96.1	101.4	103.4	103.8	108.0	110.7	112.2	113.3	115.6	118.0	120.8	123.1	
			W4.ARA.2	Kläranlagen mit Gasturbinen	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	0.4	2.3	2.3	2.3	2.3	
			W4.BIO.1	Biogasanlagen Landwirtschaft	1.1	3.2	3.8	4.5	5.3	6.5	9.4	15.5	26.2	32.8	37.5	45.8	51.3	63.4	77.0	
	W4.BIO.2	Biogasanlagen Gewerbe u. Industrie	xxx	9.8	10.8	12.6	12.3	13.2	15.2	20.7	24.0	26.2	31.7	41.4	52.3	70.4	77.9	1 Anl. von 2002-08 mit Erdgas betr.		
	W4.DEP	Deponiegas-WKK-Anlagen	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	von 1995-2008 vorw. mit Erdgas betr.	
	W4.FOS.1	fossile BHKW	30.2	357.3	378.7	389.6	398.3	417.5	425.5	416.4	398.7	379.7	360.9	336.8	322.2	330.3	329.9	329.9	Feingliederung siehe Kap. 6.2	
	W4.FOS.2	fossile Gasturbinen < 1 MWe	xxx	xxx	0.2	2.5	3.7	3.6	3.2	2.9	2.9	3.5	2.1	1.8	1.4	0.4	0.6			
	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	0.0			
Total	Thermische Stromproduktion	1'524	2'826	2'918	2'995	3'067	3'132	3'189	3'314	3'214	3'245	3'187	3'531	3'567	3'741	3'719				
Subtotal	W1-W4 Wärmekraftkopplung (WKK)	651	1'591	1'572	1'627	1'668	1'664	1'622	1'642	1'597	1'614	1'685	1'993	1'985	2'008	1'900				
Subtotal	W1-W3 Gross-WKK	566	1'126	1'072	1'111	1'138	1'111	1'056	1'070	1'028	1'053	1'134	1'443	1'431	1'415	1'283				
Subtotal	W4 Klein-WKK	84	465	501	516	530	553	566	572	569	560	552	550	553	593	617				
Anteil	W1-W4 Wärmekraftkopplung (WKK)	43%	56%	54%	54%	54%	53%	51%	50%	50%	50%	53%	56%	56%	54%	51%	Anteil an der ges. therm. Prod.			
Anteil	W1-W3 Gross-WKK	37%	40%	37%	37%	37%	35%	33%	32%	32%	32%	36%	41%	40%	38%	34%	Anteil an der ges. therm. Prod.			
Anteil	W4 Klein-WKK	6%	16%	17%	17%	17%	18%	18%	17%	18%	17%	17%	16%	16%	16%	17%	Anteil an der ges. therm. Prod.			
	Therm. Stromprod. u.a. gem. Elektrizitätsstat.*	1'101	2'548	2'620	2'806	2'890	2'974	3'139	3'340	3'199	3'276	3'239	3'597	3'526	3'768	3'869				
	Therm. Stromprod. gem. Elektriz.stat.** (B)	1'100	2'534	2'603	2'786	2'867	2'950	3'110	3'301	3'154	3'221	3'162	3'467	3'283	3'360	3'235	Erklärungen siehe Kap. 3.2			

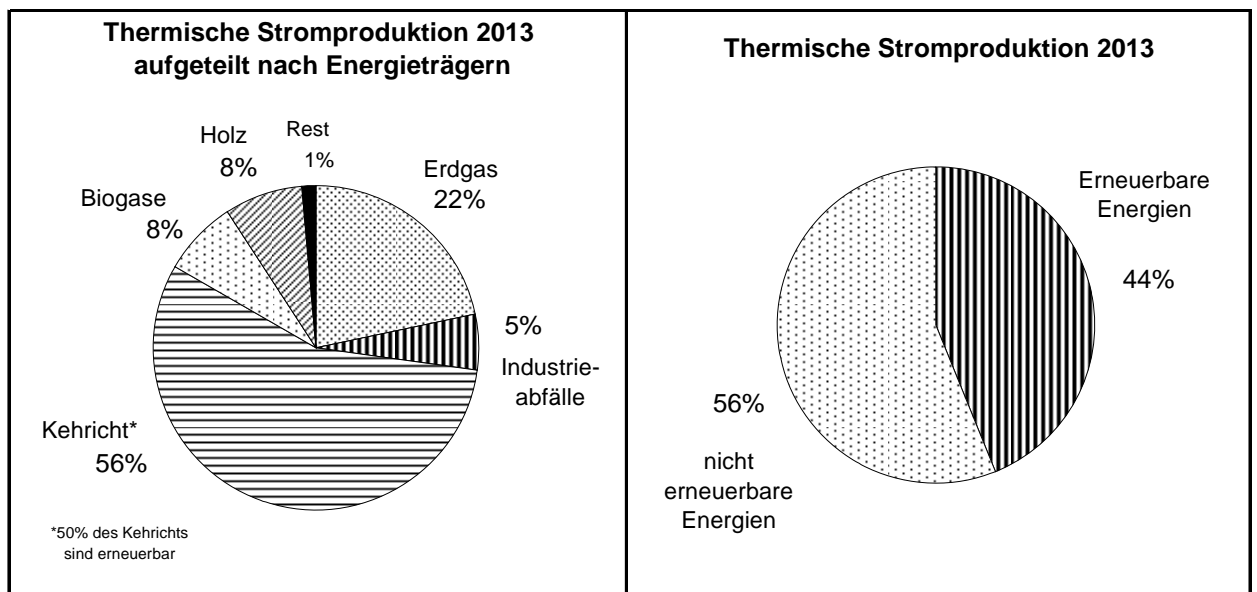
Stand: 16.09.2014

* 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:\2014\1010_WKK_Statistik\All-Ausw\Anhang-A1.xls\Bericht2 Ber3

Thermische Stromproduktion 2013 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		11.0			1.4	0.2	2.6	2.3	20.7	38.2	1%
Heizöl M&S							1.2			1.2	0%
Erdgas					1.0	2.1	329.9	163.0	307.7	803.7	22%
Propan									9.8	9.8	0%
Kohle											
Ind.abfälle n.erneuerb.						0.7	194.3		0.0	195.0	5%
Kehricht	50%				1800.6	275.8	7.4			2083.8	56%
Ind.abfälle erneuerb.	95%						11.7			11.7	0%
Holz	100%						0.7	159.4		160.2	4%
Restholz	100%						20.5	0.4		20.9	1%
Altholz	100%						29.3	71.9		101.2	3%
Rinde	100%						8.4	0.1		8.5	0%
Klärschlamm	100%				1.7					1.7	0%
Biogas	100%						0.9		154.8	155.7	4%
Klärgas	100%								124.5	124.5	3%
Deponiegas	100%			3.0					0.1	3.0	0%
andere Biomasse	100%								0.1	0.1	0%
Stromproduktion Total		11.0		3.0	1804.7	278.8	607.0	397.1	617.5	3719.0	100%
- davon erneuerbar				3.0	902.0	137.9	74.6	231.8	279.4	1628.7	44%
- davon nicht erneuerbar		11.0			902.7	140.8	532.4	165.3	338.1	2090.3	56%
Anteil der erneuerbaren Energietr.				100%	50.0%	49.5%	12.3%	58.4%	45.2%		



Bruttoverbrauch [1] der Anlagen mit thermischer Stromprod. 2013 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		31.4			9.1	2.0	44.2	13.4	60.2	160.4	1%
Heizöl M&S							13.1			13.1	0%
Erdgas (Hu)					6.4	15.4	2'034.2	458.6	879.5	3'394.1	17%
Propan									28.5	28.5	0%
Kohle											
Ind.abfälle n.erneuerb.						6.6	1'084.2		0.0	1'090.8	5%
Kehricht	50%				9'970.6	2'193.0	8.3			12'171.8	61%
Ind.abfälle erneuerb.	95%						194.3			194.3	1%
Holz	100%						6.1	1'024.1		1'030.2	5%
Restholz	100%						103.3	2.4		105.7	1%
Altholz	100%						336.3	492.6		828.8	4%
Rinde	100%						37.4	0.9		38.3	0%
Klärschlamm	100%				8.2					8.2	0%
Biogas	100%						6.1		443.2	449.3	2%
Klärgas	100%								392.4	392.4	2%
Deponiegas	100%			10.2					0.2	10.4	0%
andere Biomasse	100%								0.2	0.2	0%
Bruttoverbrauch [1] Total		31.4		10.2	9'994.3	2'217.0	3'867.6	1'991.8	1'804.0	19'916.4	100%
- davon erneuerbar				10.2	4'993.5	1'096.5	678.0	1'519.9	835.8	9'134.0	46%
- davon nicht erneuerbar		31.4			5'000.8	1'120.5	3'189.6	471.9	968.2	10'782.5	54%
Anteil der erneuerbaren Energietr.				100%	50.0%	49.5%	17.5%	76.3%	46.3%		

Ausdruck: 17.09.2014

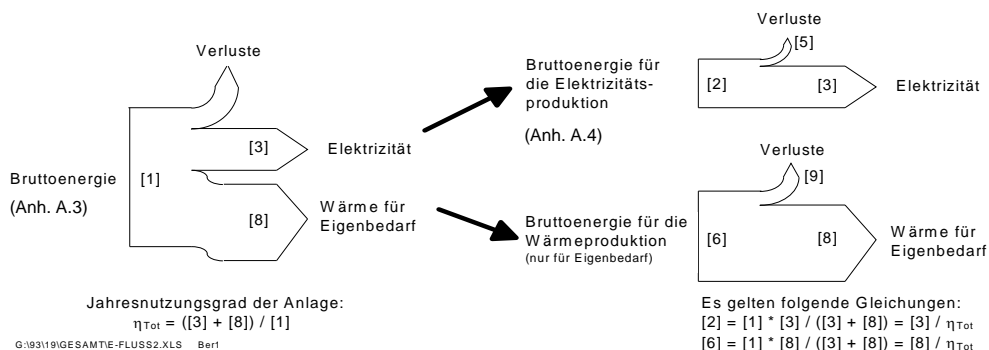
G:\2014\1010_WKK_Statistik\All-Ausw\ENERG-ab1990-V2.xls\Anhang A.3 Ber4

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 2013
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		31.4			3.7	0.3	3.2	3.7	24.2		66.4	1%
Heizöl M&S							1.4				1.4	0%
Erdgas (Hu)					2.4	3.4	419.3	253.3	360.8		1'039.3	13%
Propan									11.4		11.4	0%
Kohle												
Ind.abfälle n.erneuerb.						0.8	221.3		0.0		222.1	3%
Kehricht	50%				4'786.6	403.0	8.3				5'197.8	67%
Ind.abfälle erneuerb.	95%						20.9				20.9	0%
Holz	100%						1.0	390.1			391.1	5%
Restholz	100%						48.9	0.9			49.8	1%
Altholz	100%						62.7	240.0			302.7	4%
Rinde	100%						21.9	0.1			22.0	0%
Klärschlamm	100%				4.0						4.0	0%
Biogas	100%						1.0		232.6		233.6	3%
Klärgas	100%								169.3		169.3	2%
Deponiegas	100%			9.5					0.1		9.5	0%
andere Biomasse	100%								0.1		0.1	0%
Bruttoverbrauch [2] Total		31.4		9.5	4'796.7	407.5	809.7	888.1	798.5		7'741.3	100%
- davon erneuerbar				9.5	2'397.3	201.5	159.4	631.1	402.0		3'800.8	49%
- davon nicht erneuerbar		31.4			2'399.4	206.0	650.3	257.0	396.4		3'940.6	51%
Anteil der erneuerbaren Energietr.				100%	50.0%	49.4%	19.7%	71.1%	50.3%			

Ausdruck: 17.09.2014

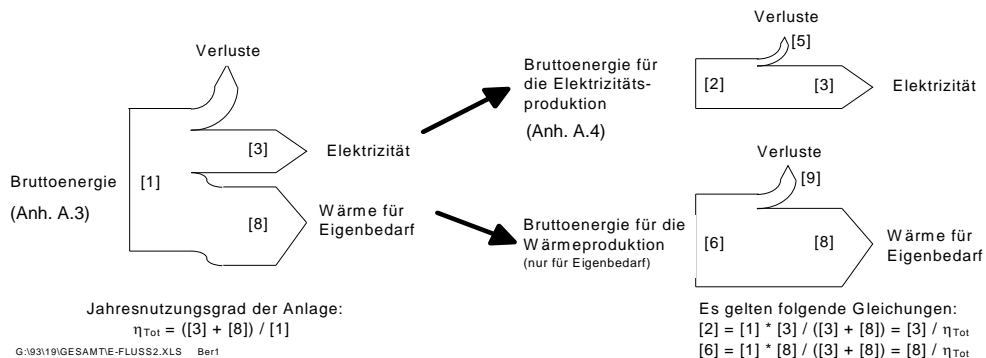
G:\2014\1010_WKK_Statistik\All-Ausw[ENERG-ab1990-V2.xls]Anhang A.4 Ber5

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 1990 - 2013

Hyperlink und Seiten-Nr.:

Hinweis: Bei den Kehrlichtverbrennungsanlagen kann die Betriebsart WKK/Nicht-WKK jährlich wechseln (siehe dazu auch Punkt 2.3). Dies führt zu Schwankungen bei der installierten Dampfturbinen-Leistung, welche als WKK-Anlagen der Kategorie W1 ausgewiesen werden.

B.1a Aufteilung nach Anlagekategorien

Anhang B.1a (S. 53)

B.1b Aufteilung nach Technologien

Anhang B.1b (S. 54)

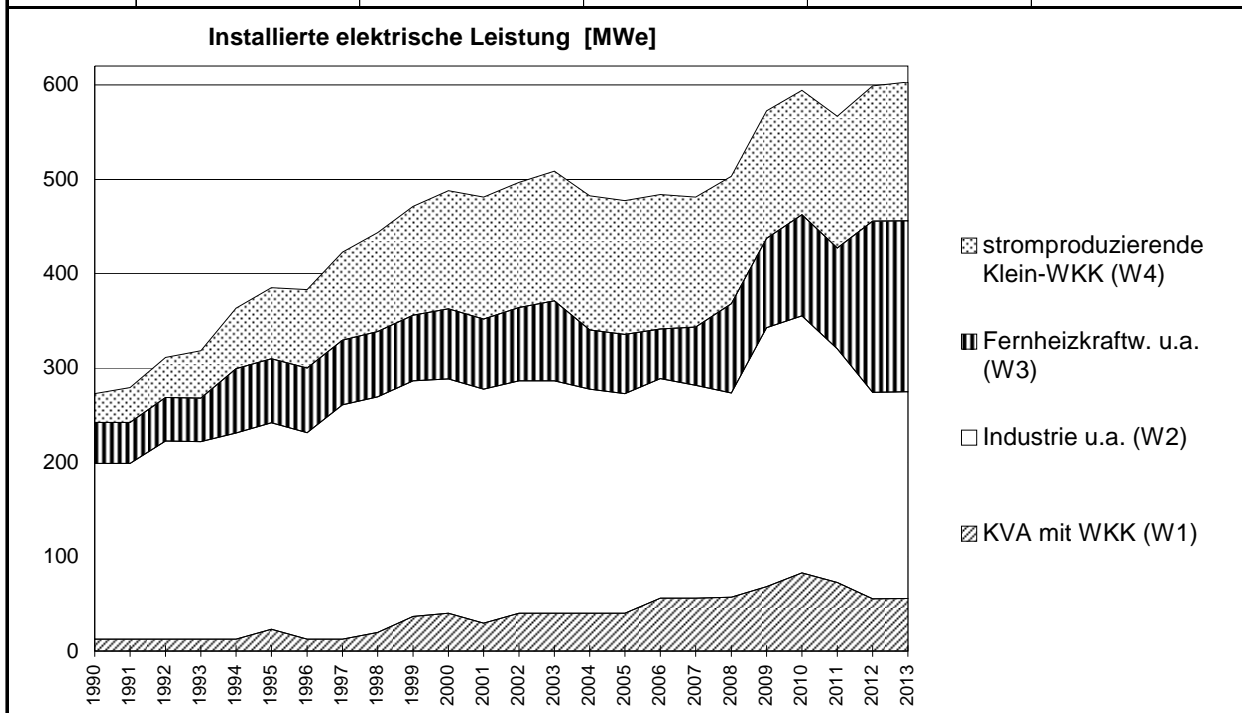
B.2 Kantonale Verteilung

Anhang B.2 (S. 55)

Install. elektr. Nennleistungen nach Anlagekategorien [MWe]

berücksichtigte Anlagen: **alle WKK-Anlagen**

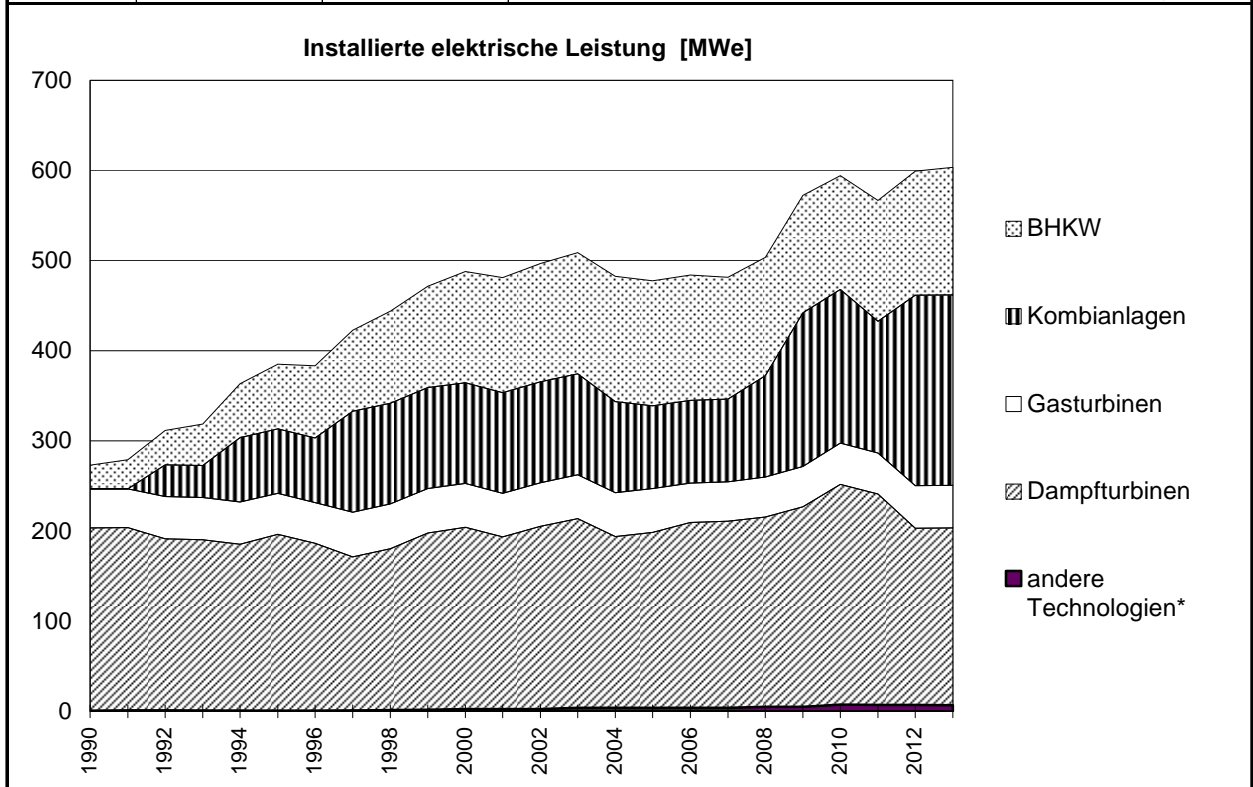
Jahr	KVA mit WKK (W1)	Industrie u.a. (W2)	Fernheizkraftw. u.a. (W3)	stromproduzierende Klein-WKK (W4)	TOTAL
1990	12.40	186.51	43.30	30.73	272.94
1991	12.40	186.51	43.30	37.01	279.22
1992	12.40	210.35	46.00	42.58	311.33
1993	12.40	209.55	46.00	50.45	318.40
1994	12.40	218.75	68.00	64.16	363.31
1995	23.20	218.79	68.00	75.16	385.15
1996	12.40	218.93	68.70	83.06	383.09
1997	12.40	248.42	68.70	93.32	422.84
1998	19.65	249.92	69.04	104.96	443.57
1999	36.65	249.92	69.34	115.51	471.42
2000	40.20	248.10	74.54	125.05	487.89
2001	29.40	248.10	74.54	129.08	481.12
2002	40.20	246.23	77.66	132.56	496.65
2003	40.20	246.23	84.73	137.58	508.74
2004	40.20	237.39	62.73	142.09	482.41
2005	40.20	232.63	62.73	141.87	477.43
2006	56.07	232.63	52.73	142.56	483.99
2007	56.07	225.48	61.73	138.09	481.37
2008	56.87	216.66	94.76	134.97	503.26
2009	68.20	274.52	94.76	134.95	572.43
2010	82.90	272.52	106.99	131.78	594.19
2011	72.50	247.77	106.99	139.37	566.63
2012	55.30	218.93	181.69	143.17	599.09
2013	55.80	218.93	181.35	147.06	603.14



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	272.94
1991	202.71	43.28	0.00	32.32	0.91	279.22
1992	190.21	46.98	35.34	37.89	0.91	311.33
1993	189.41	46.98	35.34	45.76	0.91	318.40
1994	184.41	46.98	71.54	59.54	0.84	363.31
1995	195.25	45.48	71.54	72.04	0.84	385.15
1996	185.29	45.48	71.54	79.94	0.84	383.09
1997	169.99	49.58	111.84	90.20	1.23	422.84
1998	178.74	49.58	111.84	101.84	1.57	443.57
1999	195.74	49.58	111.84	112.39	1.87	471.42
2000	201.57	48.55	111.84	123.41	2.52	487.89
2001	190.77	48.40	111.84	127.59	2.52	481.12
2002	202.53	48.55	111.84	131.17	2.56	496.65
2003	209.90	48.58	111.84	134.55	3.87	508.74
2004	190.00	48.72	100.90	138.92	3.87	482.41
2005	194.50	48.78	91.70	138.60	3.85	477.43
2006	205.37	43.81	91.70	139.26	3.85	483.99
2007	206.87	43.91	91.70	135.03	3.86	481.37
2008	210.40	44.21	112.40	131.13	5.12	503.26
2009	221.59	44.95	170.40	130.42	5.07	572.43
2010	244.29	45.70	170.40	126.27	7.53	594.19
2011	233.89	45.62	146.00	133.94	7.18	566.63
2012	195.85	47.25	211.00	137.77	7.22	599.09
2013	196.35	47.51	211.00	141.36	6.92	603.14

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



Wärme­kraft­kopplung in der Schweiz: Kantonale Verteilung 2013

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
unbek.	3	0.08	0.01										3	0.08	0.01			
AG	66	8.13	43.58										66	8.13	43.58	3	32.01	193.54
AI	2	xxx	xxx										2	xxx	xxx			
AR	14	1.94	9.47										14	1.94	9.47			
BE	110	18.06	74.01	2	xxx	xxx	3	73.70	105.14				115	106.86	243.32	3	32.05	169.84
BL	70	15.02	56.15	2	xxx	xxx							72	22.52	104.86			
BS	27	9.81	38.82	3	26.13	23.92	3	26.40	104.36	1	xxx	xxx	34	75.34	237.70			
FR	37	6.70	29.92										37	6.70	29.92	1	xxx	xxx
GE	26	9.45	36.86										26	9.45	36.86	1	xxx	xxx
GL	3	0.31	1.24										3	0.31	1.24	1	xxx	xxx
GR	38	3.73	15.92	1	xxx	xxx	1	xxx	xxx				40	20.73	130.75	1	xxx	xxx
JU	7	1.21	6.43										7	1.21	6.43			
LU	58	8.50	37.51	1	xxx	xxx	1	xxx	xxx				60	20.47	68.11	1	xxx	xxx
NE	31	2.82	11.58							1	xxx	xxx	32	7.62	35.78	1	xxx	xxx
NW	2	xxx	xxx				1	xxx	xxx				3	1.68	4.90			
OW	4	0.87	3.93										4	0.87	3.93			
SG	79	9.62	39.50	1	xxx	xxx	1	xxx	xxx				81	11.22	47.18	3	33.00	168.43
SH	14	5.31	21.11										14	5.31	21.11			
SO	31	4.20	14.78										31	4.20	14.78	1	xxx	xxx
SZ	17	2.21	11.03										17	2.21	11.03			
TG	38	2.66	11.67	2	xxx	xxx	1	xxx	xxx				41	14.29	37.51	1	xxx	xxx
TI	12	1.29	5.54										12	1.29	5.54	1	xxx	xxx
UR	3	0.18	0.71										3	0.18	0.71			
VD	100	7.86	34.88	1	xxx	xxx	3	41.62	2.65	1	xxx	xxx	105	71.98	123.72			
VS	22	1.74	7.47	4	145.90	372.90							26	147.64	380.37	3	28.50	159.68
ZG	10	2.09	9.96										10	2.09	9.96			
ZH	143	23.05	94.49	1	xxx	xxx	2	xxx	xxx	1	xxx	xxx	147	58.75	291.27	5	75.12	375.51
Total	967	147.1	617.5	18	218.9	607.0	16	181.4	397.1	4	55.8	278.7	1005	603.1	1'900.4	26	342.3	1'804.7

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

G:\2014\1010_WKK_Statistik\All-Ausw\|KT-WKK2013.xls|Bericht Ber1
Stand: 17.09.2014

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

C. Gross-WKK-Anlagen

Hyperlink und Seiten-Nr.:

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

Anhang Ca (S. 57)

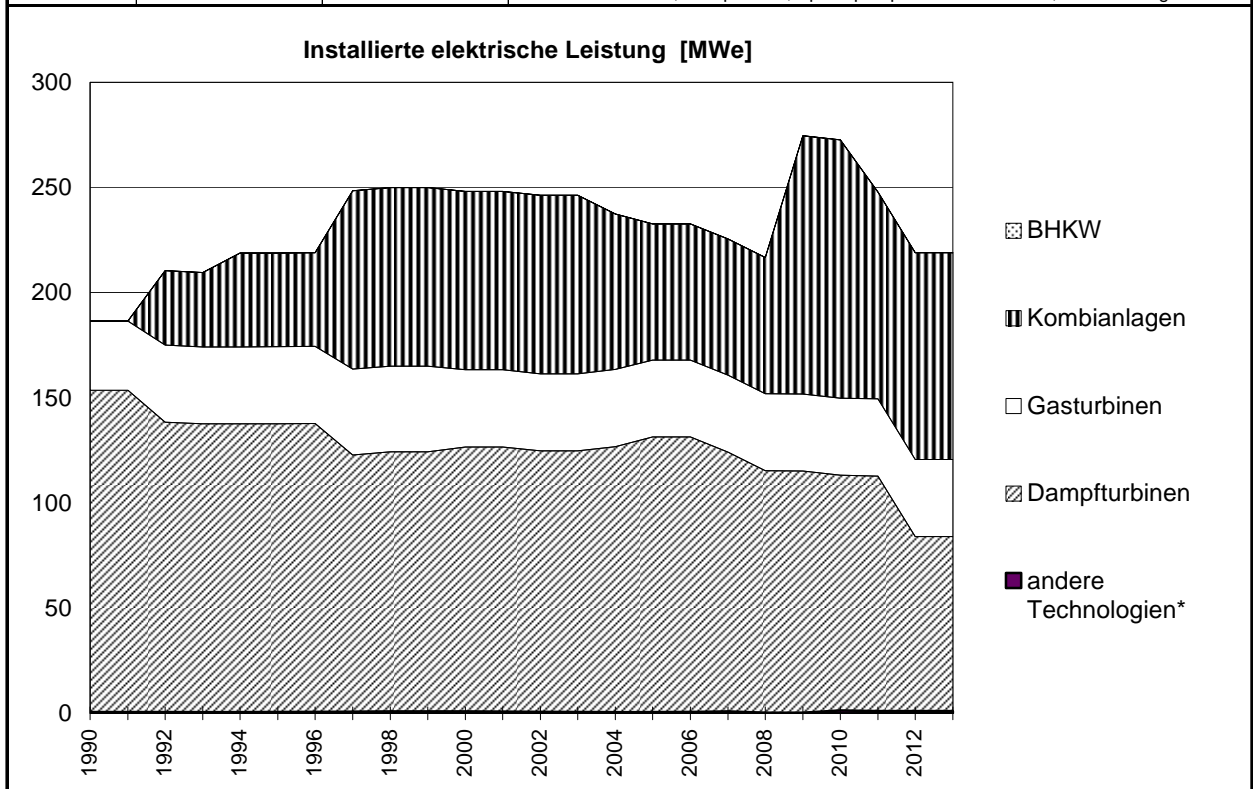
**Cb. Gross-WKK-Anlagen in Fernheizkraftwerken nach
Technologien**

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	210.35
1993	137.01	36.65	35.34	0.00	0.55	209.55
1994	137.01	36.65	44.54	0.00	0.55	218.75
1995	137.05	36.65	44.54	0.00	0.55	218.79
1996	137.19	36.65	44.54	0.00	0.55	218.93
1997	121.89	40.75	84.84	0.00	0.94	248.42
1998	123.39	40.75	84.84	0.00	0.94	249.92
1999	123.39	40.75	84.84	0.00	0.94	249.92
2000	125.67	36.65	84.84	0.00	0.94	248.10
2001	125.67	36.65	84.84	0.00	0.94	248.10
2002	124.13	36.65	84.84	0.00	0.61	246.23
2003	124.13	36.65	84.84	0.00	0.61	246.23
2004	126.23	36.65	73.90	0.00	0.61	237.39
2005	130.73	36.65	64.70	0.00	0.55	232.63
2006	130.73	36.65	64.70	0.00	0.55	232.63
2007	123.23	36.65	64.70	0.00	0.90	225.48
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	1.00	247.77
2012	82.98	36.65	98.30	0.00	1.00	218.93
2013	82.98	36.65	98.30	0.00	1.00	218.93

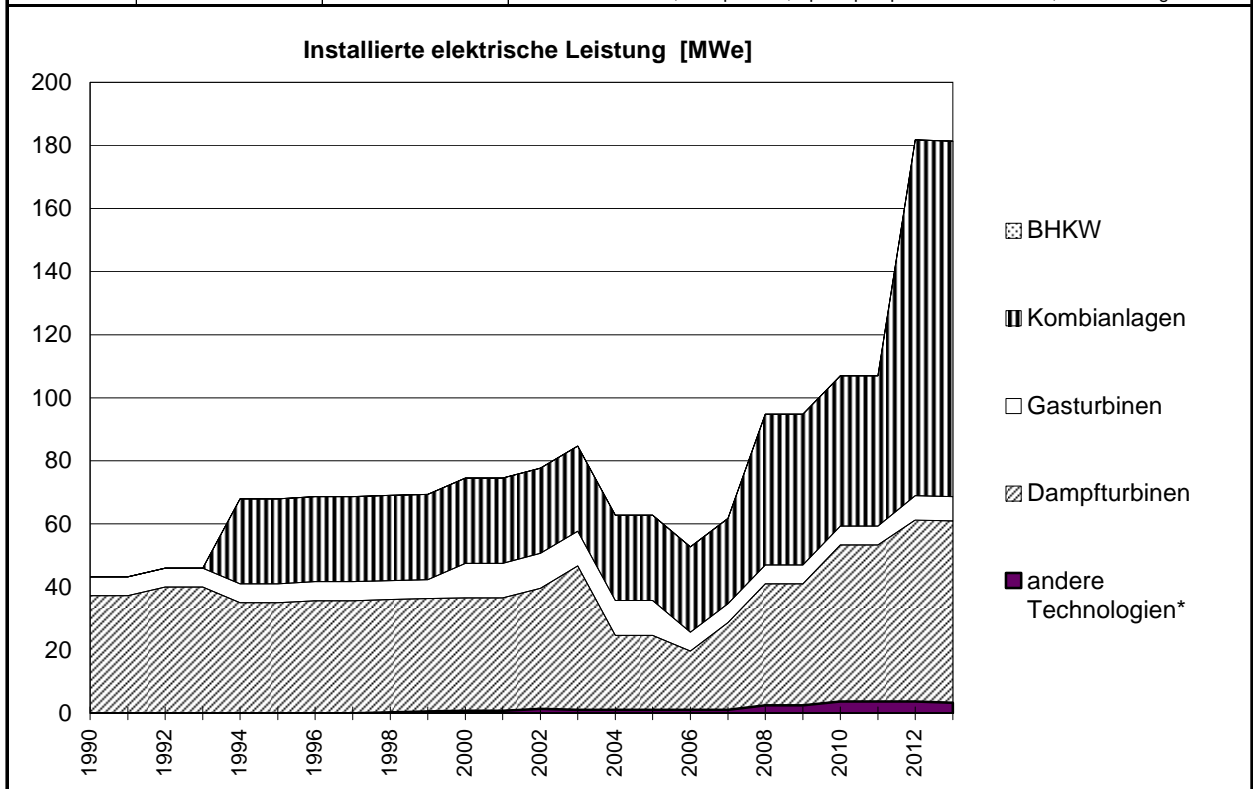
* Brennstoffzelle, Dampfmotor, Speisepumpen-Antriebsturbinen, ORC-Turbogenerator



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

Jahr	Dampfturbinen	Gasturbinen	Kombianlagen	BHKW	andere Technologien*	TOTAL
1990	37.30	6.00	0.00	0.00	0.00	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
2012	57.57	7.70	112.70	0.00	3.72	181.69
2013	57.57	7.70	112.70	0.00	3.38	181.35

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



D. Klein-WKK-Anlagen

D.1 Jahresstatistiken 2013

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 2013

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 1980 - 2013

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 2013												
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)	-	974	7	121	288	1	544	13	948	7	8	11
Anzahl WKK-Aggregate	-	1278	7	163	367	4	644	93	1171	7	9	91
Installierte Leistungen												
- Anschlussleistung	MW	413.01	1.60	77.50	92.01	4.78	228.57	8.54	400.19	1.60	2.82	8.40
- elektrische Leistung	MW	147.06		29.36	31.15	1.64	79.85	5.06	141.13		0.87	5.06
- mechanische Leistung 2)	MW	0.16			0.16				0.16			
- Heizleistung	MW	217.00	2.56	34.67	48.59	2.66	123.96	4.56	208.48	2.56	1.42	4.53
Jahresenergieverbrauch/ -produktion												
Endenergieverbrauch Total	GWh	1807.62	3.57	443.32	395.41	21.66	919.87	23.77	1764.20	3.57	9.86	29.98
- Erdgas	GWh	882.56	3.06		1.64	21.50	832.59	23.77	855.73	3.06	2.04	21.74
- Diesel / Heizöl EL	GWh	60.76	0.52		0.56		59.68		60.24	0.52		
- Propan	GWh	28.45			0.86		27.60		28.45			
- Klärgas	GWh	392.36			392.36				376.29		7.82	8.25
- Deponiegas	GWh	0.16				0.16			0.16			
- Biogas	GWh	443.17		443.17					443.17			
- Fett/Öl erneuerbar	GWh	0.15		0.15					0.15			
- andere Energieträger	GWh											
produzierte Elektrizität	GWh	617.50		154.89	125.43	6.72	316.09	14.36	598.32		2.90	16.28
genutzte mechanische Energie 2)	GWh	0.86			0.86				0.86			
produzierte Wärmeenergie	GWh	870.00	5.09	174.59	192.91	10.83	481.00	5.58	851.81	5.09	4.39	8.71
genutzte Wärmeenergie	GWh	798.18	5.02	140.24	165.27	10.83	472.27	4.54	781.49	5.02	4.20	7.47

Kommentare:

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

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

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

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

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

Erstellungsdatum: 16.09.14

G:\2014\1010_WKK_Statistik\KW-Ausw\Jahr_Typ3+2_2013.xls\Anhang D.1a Ber04

Jahresstatistik 2013												
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)	-	974	7	83	282	1	544	8	38	3	5	3
Anzahl WKK-Aggregate	-	1278	7	101	360	4	644	88	62	4	5	3
Installierte Leistungen												
- Anschlussleistung	MW	413.01	1.60	36.32	89.33	4.78	228.57	7.00	41.18	1.28	1.54	1.40
- elektrische Leistung	MW	147.06		13.63	30.28	1.64	79.85	4.59	15.72	0.40	0.47	0.47
- mechanische Leistung 2)	MW	0.16			0.16							
- Heizleistung	MW	217.00	2.56	16.39	47.19	2.66	123.96	3.77	18.28	0.63	0.79	0.76
Jahresenergieverbrauch/ -produktion												
Endenergieverbrauch Total	GWh	1807.62	3.57	223.97	379.34	21.66	919.87	21.74	219.35	7.82	2.04	8.25
- Erdgas	GWh	882.56	3.06		1.64	21.50	832.59	21.74			2.04	
- Diesel / Heizöl EL	GWh	60.76	0.52		0.56		59.68					
- Propan	GWh	28.45			0.86		27.60					
- Klärgas	GWh	392.36			376.29				7.82			8.25
- Deponiegas	GWh	0.16				0.16						
- Biogas	GWh	443.17		223.97					219.20			
- Fett/Öl erneuerbar	GWh	0.15							0.15			
- andere Energieträger	GWh											
produzierte Elektrizität	GWh	617.50		77.01	120.61	6.72	316.09	13.77	77.88	2.31	0.59	2.51
genutzte mechanische Energie 2)	GWh	0.86			0.86							
produzierte Wärmeenergie	GWh	870.00	5.09	91.35	185.39	10.83	481.00	4.57	83.24	3.38	1.02	4.14
genutzte Wärmeenergie	GWh	798.18	5.02	80.15	158.14	10.83	472.27	3.53	60.09	3.18	1.02	3.94

Kommentare:

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

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

3) Die ausgewiesenen Anlagearten (Typ 3) der Klein-WKK-Statistik weisen leider aus verschiedenen Gründen eine ungeeignete Reihenfolge auf.

4) Ab Ausgabe 1997 wurden neue Kategorien der thermischen Stromproduktion und der Wärmekraftkopplung definiert. Dabei wird u.a. zwischen stromprod. Klein-WKK-Anlagen (Kat. W4) und nicht stromprod. Klein-WKK-Anl. (W5) unterschieden.

Die stromprod. Klein-WKK-Anl. (W4) werden in 7 Unterkat. aufget. (W4.ARA.1, W4.ARA.2, W4.BIO.1, W4.BIO.2, W4.DEP, W4.FOS.1, W4.FOS.2). Es gilt zu beachten, dass in obiger Tabelle die Kat. W4.ARA.1 und W4.FOS.1 in je 2 Spalten erscheinen.

Erstellungsdatum: 16.09.14

G:\2014\1010_WKK_Statistik\KW-Ausw\Jahr_Typ3+2_2013.xls\Anhang D.1b+c Ber02

Fortschreibungsparameter 2013											
	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.	4261	Die Energiedaten werden durch 'Eicher+Pauli' jährlich erhoben.	4038	Die Energiedaten werden grösstenteils durch 'Eicher+Pauli' jährlich erhoben.	Die Energiedaten werden anlagenweise aus der Biogasstatistik (Industrie und Gewerbe) übernommen.	Die Energiedaten werden bei grossen Anlagen durch 'Eicher+Pauli' jährlich erhoben, bei kleineren Anlagen erfolgt eine Schätzung.	Die Energiedaten werden durch 'Eicher+Pauli' jährlich erhoben.	Die Energiedaten werden durch 'Eicher+Pauli' einzeln erhoben oder geschätzt.
- Erdgas	Split des Endenergieverbrauchs Total auf die verschiedenen Energieträger erfolgt:	85.6%		0.4%		90.5%					
- Diesel / Heizöl EL	a. gemäss den erhobenen Werten des Jahres 1993 (Spalten A und C)	14.4%		0.1%		6.5%					
- Propan				0.2%		3.0%					
- Klärgas				99.2%							
- Deponiegas											
- Biogas	b. gemäss den Inputleistungsanteilen des Vorjahres (Spalten E und F)										
- Holz											
- andere Energieträger											
produzierte Elektrizität	S3: Vollbetriebsstunden		4008	3980							
genutzte mechanische Energie	S3: Vollbetriebsstunden		4708								
produzierte Wärmeenergie	S3: Vollbetriebsstunden	1680	3939	3890							
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: 16.09.14

G:\2014\1010_WKK_Statistik\KW-Ausw\Jahr_Typ3+2_2013.xls\Anhang D.1b+c Ber03

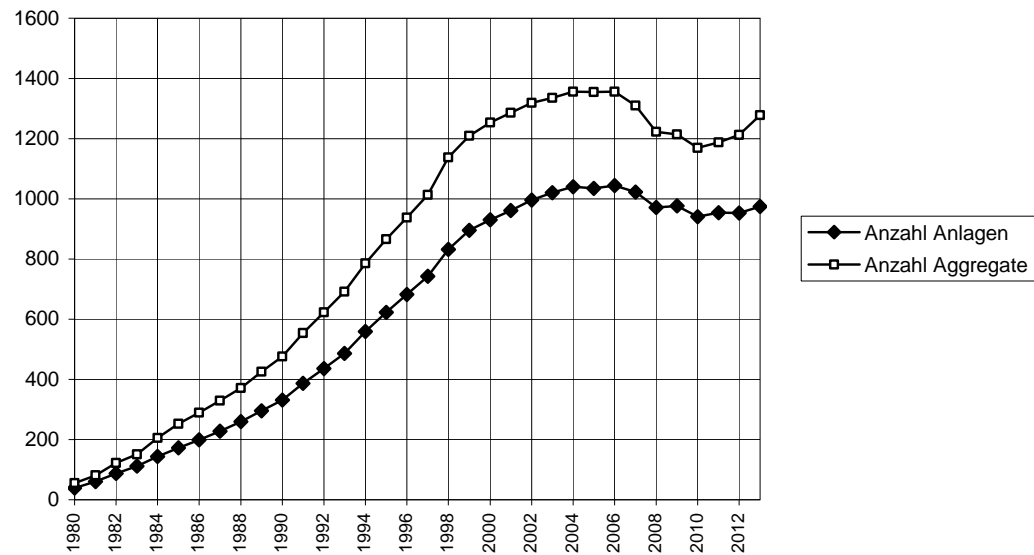
Anzahl Anlagen und Aggregate / Durchschnittliche Energieinputleistungen

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

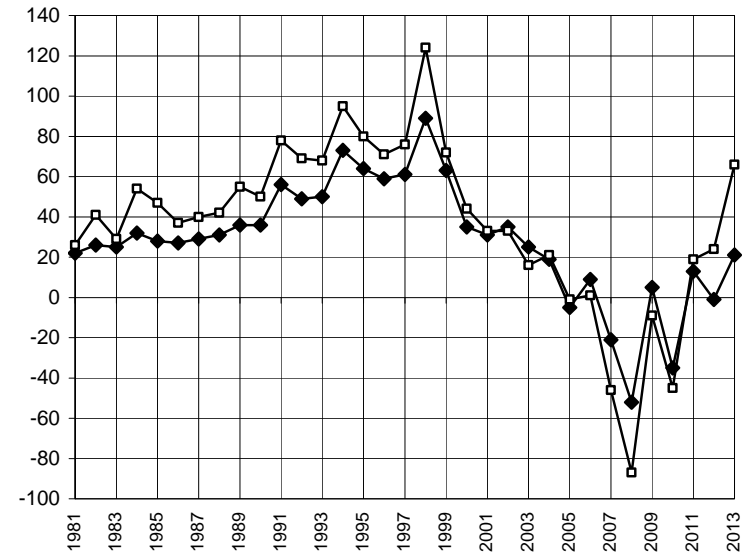
Kat. W4+W5

		1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Anzahl Klein-WKK-Anlagen 1)		743	832	895	930	961	996	1021	1040	1035	1044	1023	971	976	941	954	953	974
Anzahl Klein-WKK-Aggregate 2)		1013	1137	1209	1253	1286	1319	1335	1356	1355	1356	1310	1223	1214	1169	1188	1212	1278
Anzahl Aggregate pro Anlage (Mittel)		1.4	1.4	1.4	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.2	1.2	1.2	1.3	1.3
durchschn. Inputleist. pro Anlage	kW/Anl.	422	415	417	421	417	411	408	412	411	408	400	410	407	406	417	424	424
durchschn. Inputleist. pro Aggregat	kW/Aggr.	310	303	309	313	311	310	312	316	314	314	313	326	327	327	335	334	323

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



Veränderung der Anzahl Anlagen resp. Aggregate gegenüber Vorjahr

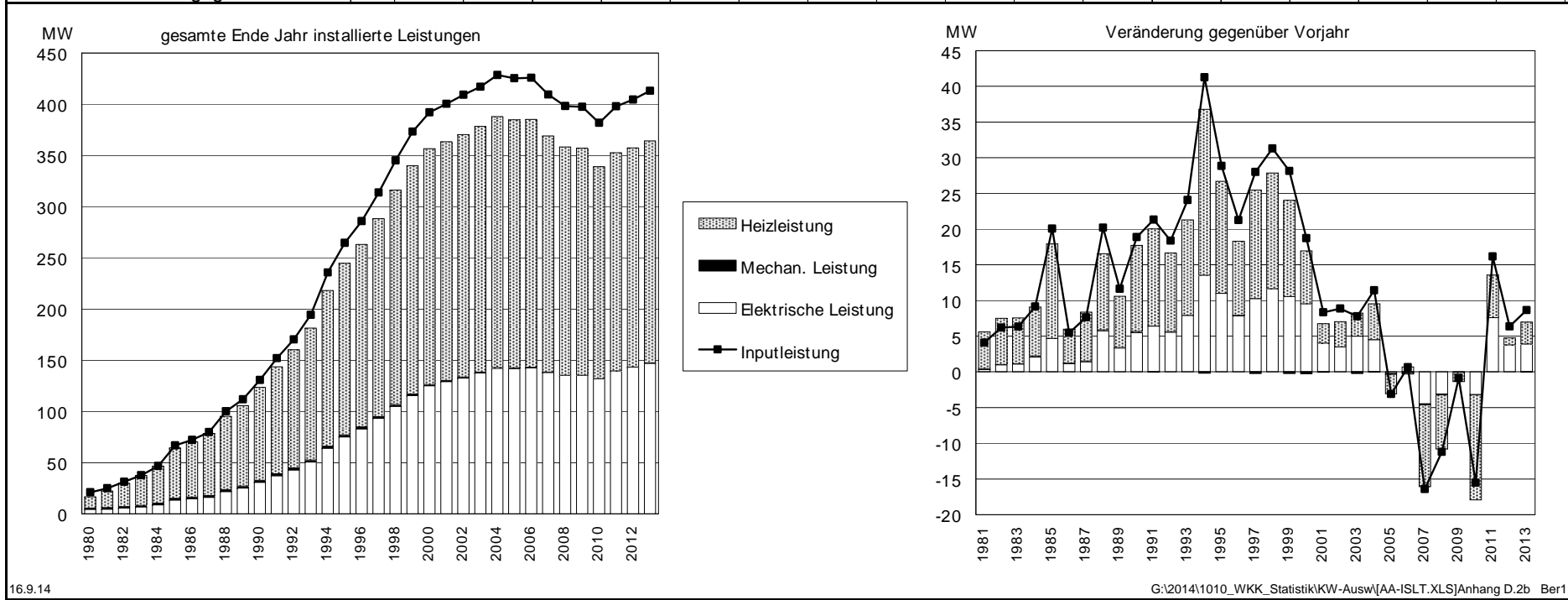


16. Sep 14

G:\2014\1010_WKK_StatistikKW-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

		1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Anschlussleistung = Inputleistung	MW	313.78	345.07	373.21	391.95	400.28	409.15	416.92	428.35	425.22	425.86	409.43	398.21	397.36	381.83	397.99	404.37	413.01
Heizleistung	MW	193.30	209.52	222.99	230.40	233.12	236.68	239.90	244.93	242.21	242.01	230.55	223.01	221.72	207.01	212.99	213.94	217.00
Mechanische Leistung	MW	1.62	1.62	1.40	1.15	1.09	1.09	0.85	0.82	0.71	0.59	0.45	0.32	0.26	0.20	0.20	0.20	0.16
Elektrische Leistung	MW	93.33	104.96	115.52	125.05	129.08	132.57	137.58	142.09	141.87	142.56	138.08	134.96	134.95	131.78	139.37	143.16	147.06
Elektrischer Wirkungsgrad	%	29.7	30.4	31.0	31.9	32.2	32.4	33.0	33.2	33.4	33.5	33.7	33.9	34.0	34.5	35.0	35.4	35.6



16.9.14

G:\2014\1010_WKK_Statistik\KW-Ausw[AA-ISLT.XLS]Anhang D.2b Ber1

Installierte Anschlussleistungen (=Inputleistungen) aufgeteilt nach WKK-Technologien

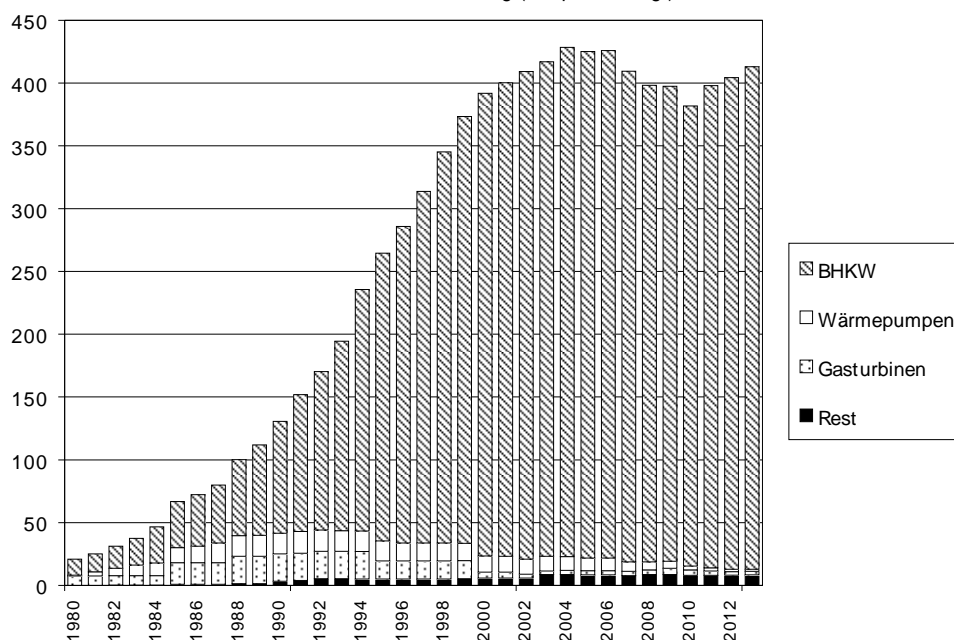
betrachtete Anlagen und Aggregate: sämtliche in der Schweiz betriebene Klein-WKK-Anlagen

Kat. W4 + W5

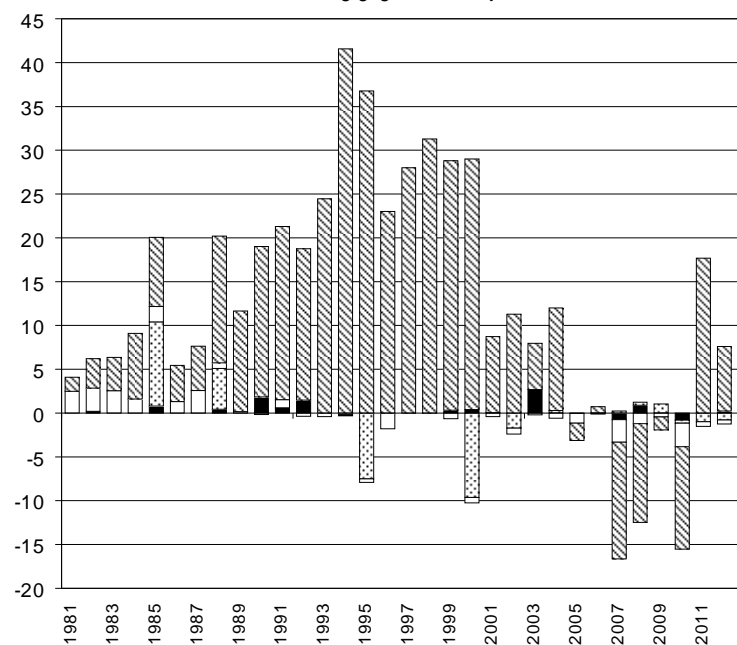
		1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
BHKW (inkl. Gebläseantriebe)	MW	280.04	311.33	339.78	368.39	377.08	388.34	393.64	405.34	403.37	404.09	390.76	379.51	378.05	366.35	384.03	391.41	400.19
Gas- + Dieselmotorwärmepumpen*	MW	14.33	14.33	13.68	13.02	12.61	11.92	11.72	11.16	10.06	9.96	7.39	6.17	5.73	3.03	2.48	2.02	1.60
Gasturbinen (bis 1 MWe)	MW	14.26	14.26	14.26	4.66	4.71	3.00	3.00	3.29	3.29	3.29	3.51	3.83	4.88	4.55	3.59	2.82	2.82
Rest (z.B. Brennstoffzellen, TEA)	MW	5.14	5.14	5.49	5.88	5.88	5.89	8.56	8.56	8.51	8.53	7.78	8.70	8.70	7.90	7.88	8.11	8.40
TOTAL	MW	313.78	345.07	373.21	391.95	400.28	409.15	416.92	428.35	425.22	425.86	409.43	398.21	397.36	381.83	397.99	404.37	413.01

* Kat. W5

Ende Jahr installierte Anschlussleistung (= Inputleistung)



Veränderung gegenüber Vorjahr



16.9.14

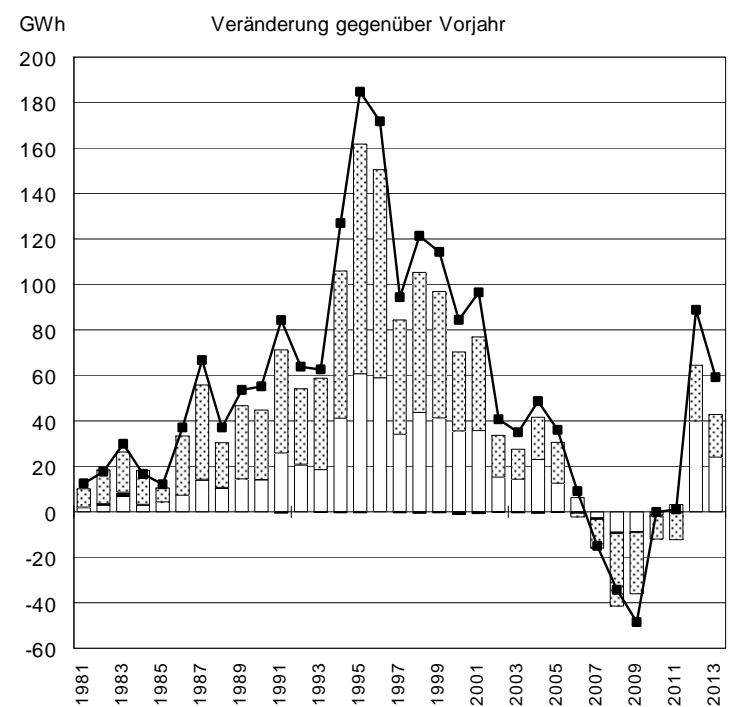
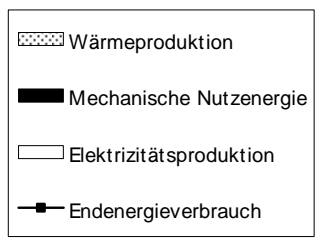
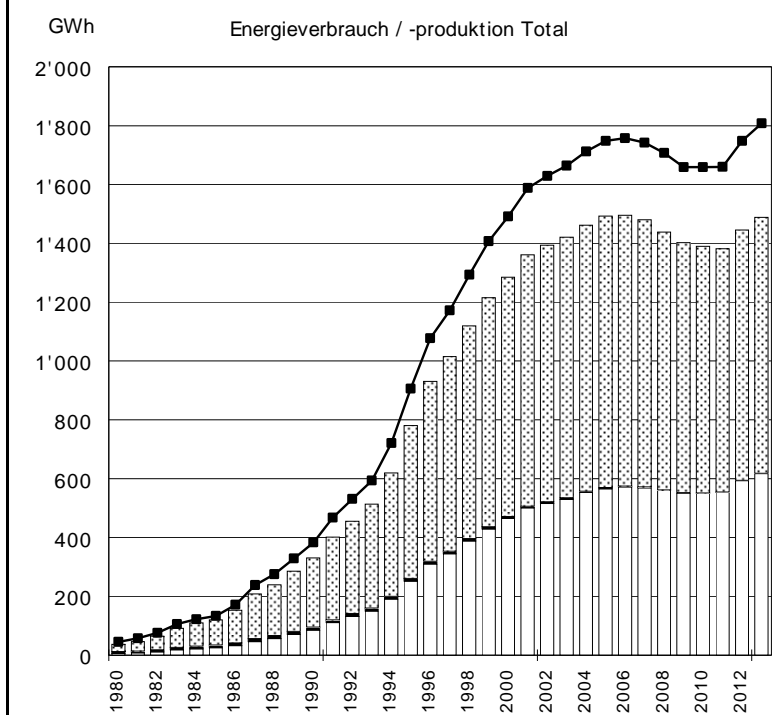
G:\2014\1010_WKK_StatistikKW-Ausw\AA-WKKT.XLS\Anhang D.2c Ber1

Energieverbrauch / -produktion

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

Kat. W4 + W5

		1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Endenergieverbrauch	GWh/a	1171.6	1293.0	1407.2	1491.6	1588.1	1628.7	1663.6	1712.2	1748.1	1757.1	1742.0	1707.6	1659.0	1658.8	1659.8	1748.6	1807.6
Wärmeproduktion	GWh/a	661.4	722.9	778.5	813.2	854.3	872.6	885.9	904.4	922.4	920.7	908.0	876.0	849.2	838.9	826.8	851.2	870.0
Mechanische Nutzenergie	GWh/a	8.7	7.9	7.4	6.2	5.3	5.2	4.7	4.0	3.7	3.1	2.5	1.9	1.4	1.1	0.9	0.9	0.9
Elektrizitätsproduktion	GWh/a	344.7	388.4	429.6	465.1	500.9	516.2	530.4	553.4	566.0	572.2	569.4	560.5	551.7	550.3	553.5	593.5	617.5
Gesamtwirkungsgrad	-	87%	87%	86%	86%	86%	86%	85%	85%	85%	85%	85%	84%	85%	84%	83%	83%	82%



16.9.14

G:\2014\1010_WKK_StatistikKW-Ausw[AA-EVPD.XLS]Anhang D.2d_Ber1

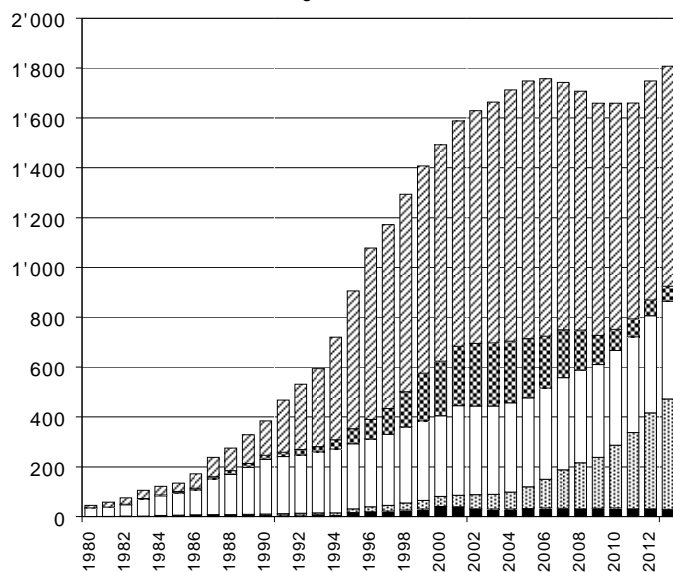
Endenergieverbrauch nach Energieträgern

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

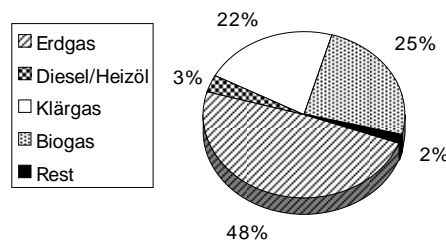
Kat. W4 + W5

		1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Erdgas	GWh/a	738.28	791.75	832.38	867.41	904.47	933.74	966.24	1008.56	1033.40	1033.41	992.77	959.81	931.64	907.01	866.48	879.76	882.56
Diesel / Heizöl EL	GWh/a	102.89	141.83	190.70	219.54	237.85	250.94	252.91	246.66	237.90	207.77	191.22	159.45	117.45	84.24	71.87	63.06	60.76
Propan	GWh/a	19.65	24.11	25.38	32.64	31.91	27.92	27.62	28.22	31.88	31.52	30.95	30.69	30.30	30.10	30.54	30.44	28.45
Klärgas	GWh/a	284.93	304.76	318.66	323.97	360.19	355.58	355.03	358.77	356.76	365.88	370.34	372.46	372.61	380.88	383.99	388.76	392.36
Deponiegas	GWh/a	2.59	2.42	2.66	2.54	2.47	1.87	1.70	1.51	0.67	0.00	0.00	0.00	2.80	1.17	0.36	0.24	0.16
Biogas	GWh/a	23.25	28.10	35.42	40.12	46.58	57.23	59.85	68.19	87.27	115.17	153.61	185.05	204.07	252.23	306.41	386.15	443.17
Fett/Öl erneuerbar	GWh/a	0.00	0.00	2.04	5.34	4.61	1.41	0.27	0.27	0.25	3.13	3.06	0.18	0.16	3.15	0.15	0.15	0.15
andere Energieträger	GWh/a	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
TOTAL	GWh/a	1171.59	1292.97	1407.24	1491.56	1588.07	1628.68	1663.63	1712.17	1748.13	1757.08	1742.00	1707.64	1659.03	1658.79	1659.80	1748.56	1807.62
Anteil erneuerbarer Energieträger		27%	26%	25%	25%	26%	26%	25%	25%	25%	28%	30%	33%	35%	38%	42%	44%	46%

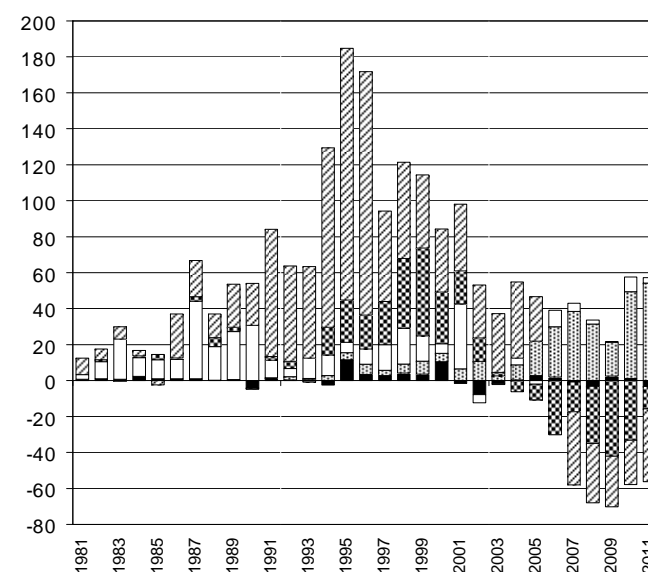
Endenergieverbrauch



Anteile im Jahr 2013



Veränderung gegenüber Vorjahr



E. Spezialauswertungen

E.1 Kehrlichtverbrennungsanlagen

Hyperlink und Seiten-Nr.:

E.1a Entwicklung der elektrischen Nennleistung nach Betriebsarten

Anhang E.1a (S. 69)

E.2 Deponiegasnutzung

E.2a Gesamte Deponiegasnutzung in der Schweiz

Anhang E.2a (S. 70)

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

E.2b Deponiegasnutzung in Anlagen mit WKK-Gasmotoren

Anhang E.2b (S. 71)

Gasmotoren, welche einen Gesamtnutzungsgrad (d.h. Jahresnutzungsgrad) über 60 % aufweisen, werden gemäss Definition im Kapitel 2 als Klein-WKK-Anlagen definiert. Die Energiedaten und Leistungen gemäss Anhang E.2b sind Bestandteil der Klein-WKK-Auswertungen dieses Berichtes (Kategorie W4.DEF).

E.2c Deponiegasnutzung in Anlagen mit Gasmotoren, welche einen Jahresnutzungsgrad unter 60 % aufweisen und darum nicht als Klein-WKK-Anlagen bezeichnet werden können

Anhang E.2c (S. 72)

Gasmotoren, welche einen Gesamtnutzungsgrad (d.h. Jahresnutzungsgrad) unter 60 % aufweisen, werden gemäss Definition im Kapitel 2 nicht als Klein-WKK-Anlagen definiert. Die Angaben gemäss Anhang E.2c (= Kategorie T3) fehlen aus diesem Grund in den WKK-Auswertungen des vorliegenden Berichtes.

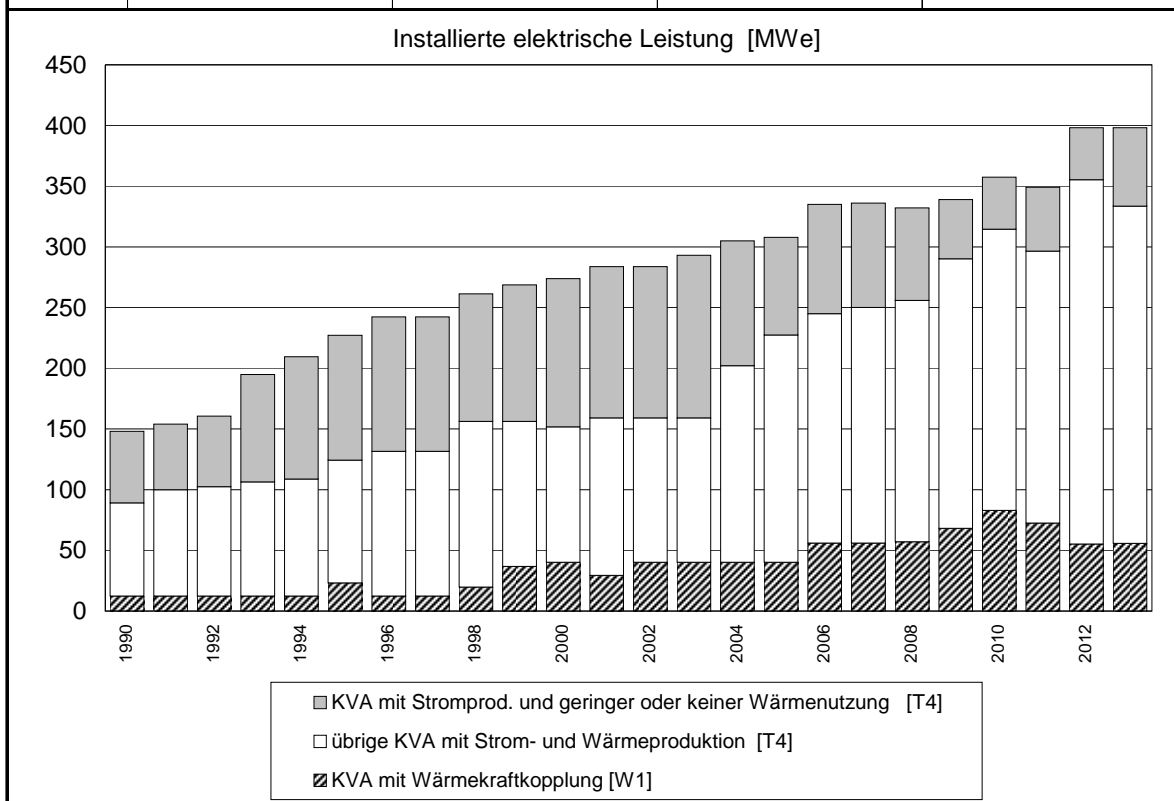
E.2d Deponiegasnutzung ausschliesslich mit Heizkesseln

Anhang E.2d (S. 73)

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

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

Jahr	KVA mit Wärmekraftkopplung [W1]	übrige KVA mit Strom- und Wärmeproduktion [T4]	KVA mit Stromprod. und geringer oder keiner Wärmenutzung [T4]	TOTAL [W1] + [T4]
1990	12.40	76.56	59.01	147.97
1991	12.40	87.61	54.01	154.02
1992	12.40	90.07	58.06	160.53
1993	12.40	94.02	88.51	194.93
1994	12.40	96.37	100.67	209.44
1995	23.20	101.17	102.83	227.20
1996	12.40	119.22	110.53	242.15
1997	12.40	119.22	110.53	242.15
1998	19.65	136.47	105.23	261.35
1999	36.65	119.47	112.53	268.65
2000	40.20	111.51	122.13	273.84
2001	29.40	129.70	124.58	283.68
2002	40.20	118.90	124.58	283.68
2003	40.20	118.90	133.88	292.98
2004	40.20	161.90	102.88	304.98
2005	40.20	187.27	80.38	307.85
2006	56.07	189.00	89.98	335.05
2007	56.07	194.20	85.78	336.05
2008	56.87	199.00	76.18	332.05
2009	68.20	222.04	48.86	339.10
2010	82.90	231.64	42.96	357.50
2011	72.50	223.94	52.56	349.00
2012	55.30	299.84	42.96	398.10
2013	55.80	277.82	64.48	398.10

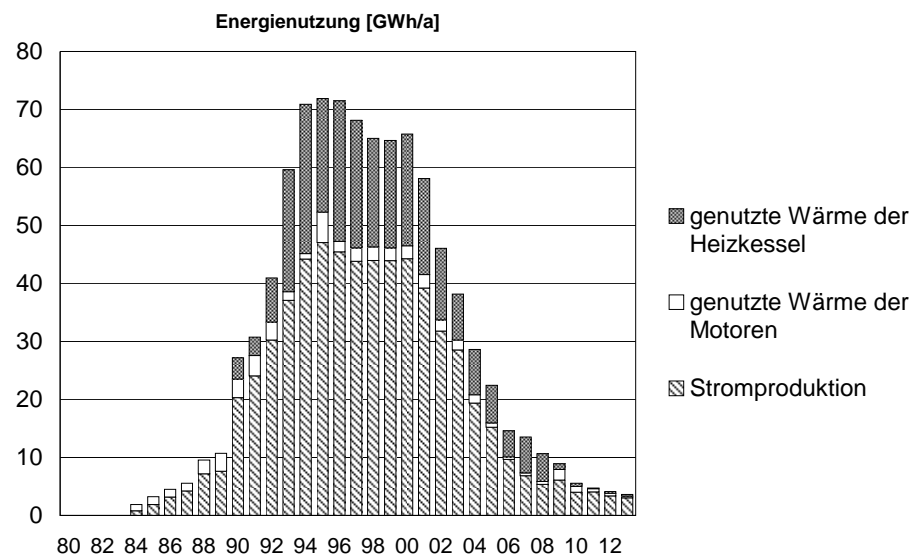
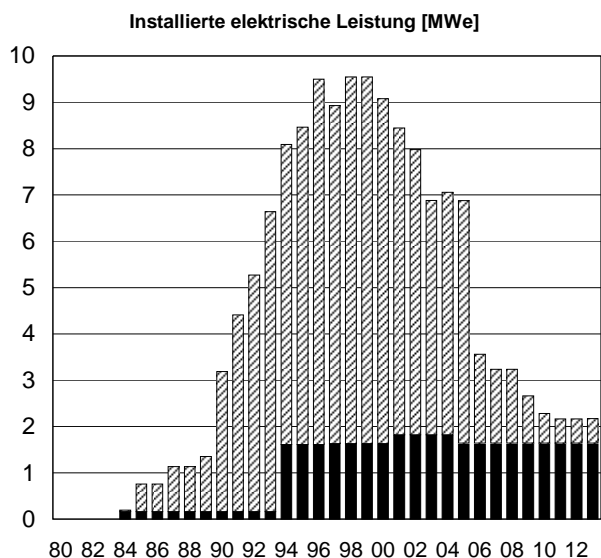


Deponiegasnutzung mit Gasmotoren und Heizkesseln (Gesamtauswertung)

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

		1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Anzahl Anlagen	-	12	12	13	13	13	13	11	11	11	11	10	9	7	7	7	6	6	6
Anzahl Gasmotoren (WKK-Aggregate)	-	22	21	22	22	21	20	19	17	17	16	11	10	10	9	9	8	8	8
Install. Energieeinputleistung der Motoren	MW	29.23	27.30	29.01	29.01	27.58	25.38	23.95	20.49	21.04	20.44	10.36	9.41	9.41	7.68	6.68	6.25	6.25	6.27
Install. elektrische Leistung der Motoren	MW	9.50	8.93	9.55	9.55	9.08	8.45	7.98	6.88	7.05	6.87	3.56	3.24	3.24	2.66	2.28	2.16	2.16	2.17
Deponiegasverbrauch Gasmotoren	GWh/a	141.36	135.49	137.50	138.50	136.05	122.34	99.53	98.55	65.69	49.88	32.24	21.57	19.28	19.92	12.96	12.14	11.99	10.41
Stromproduktion Gasmotoren**	GWh/a	45.44	43.83	43.97	43.92	44.25	39.23	31.79	28.51	19.34	15.19	9.64	6.84	5.33	6.07	4.02	4.05	3.35	3.01
mit Motoren prod. Wärmeenergie	GWh/a	10.64	9.74	9.54	8.53	11.91	11.05	9.52	7.33	3.89	4.19	3.59	3.61	1.91	2.71	1.37	0.96	0.79	0.56
genutzte Wärmeenergie der Motoren	GWh/a	1.78	2.33	2.30	2.24	2.23	2.29	1.92	1.74	1.46	0.77	0.45	0.50	0.50	1.83	0.98	0.53	0.47	0.32
Deponiegasverbrauch Heizkessel*	GWh/a	28.42	25.83	21.19	21.14	23.25	18.14	14.04	9.20	9.03	7.64	5.31	7.77	6.02	1.21	0.69	0.16	0.33	0.32
prod./genutzte Wärme der Kessel*	GWh/a	24.26	21.95	18.73	18.47	19.27	16.55	12.32	7.94	7.83	6.45	4.52	6.17	4.83	1.00	0.55	0.13	0.27	0.26

* mit Deponiegas betriebene Heizkessel



Deponiegasnutzung mit Gasmotoren (WKK)

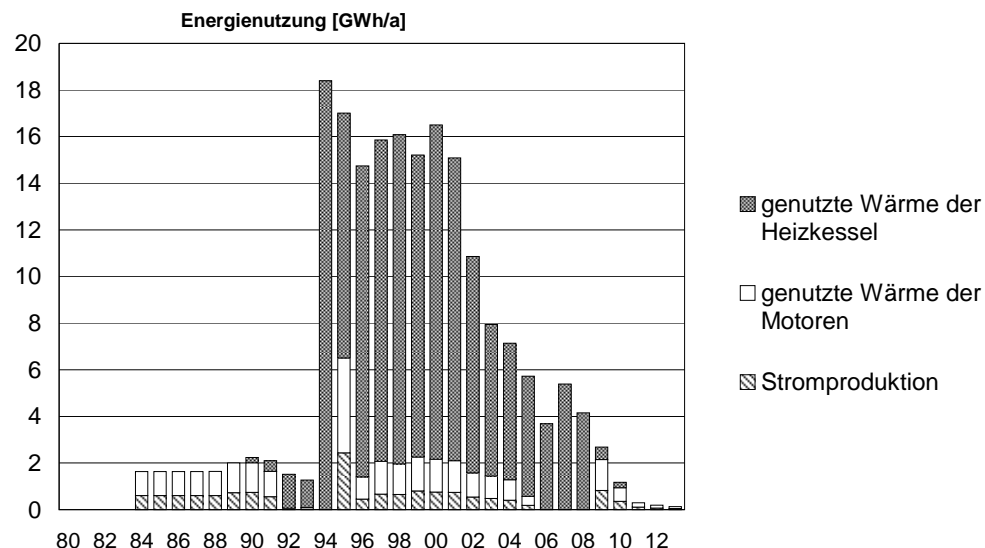
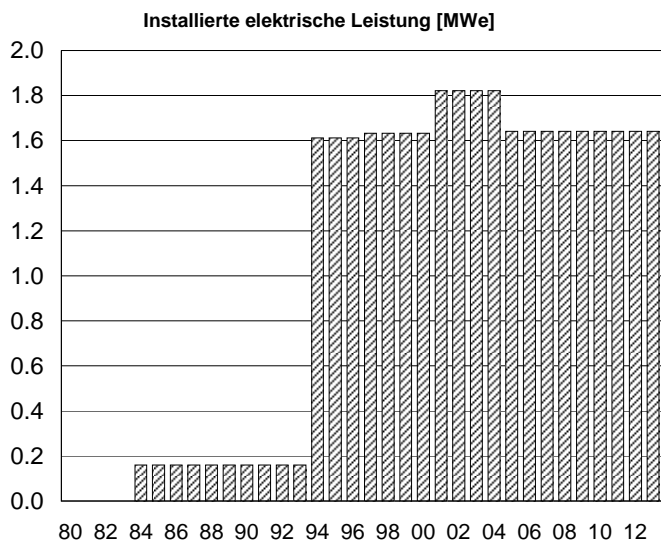
Kat. W4.DEP

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

* Jahresnutzungsgrad = (genutzte Wärmeenergie + Stromproduktion) / Deponiegasverbrauch

		1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Anzahl Anlagen	-	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1
Anzahl Gasmotoren (WKK-Aggregate)	-	4	4	4	4	4	5	5	5	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Install. Energieinputleistung der Motoren	MW	4.84	4.86	4.86	4.86	4.86	5.38	5.38	5.38	5.38	4.78	4.78	4.78	4.78	4.78	4.78	4.78	4.78	4.78
Install. elektrische Leistung der Motoren	MW	1.61	1.63	1.63	1.63	1.63	1.82	1.82	1.82	1.82	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64
Deponiegasverbrauch Gasmotoren	GWh/a	1.76	2.59	2.42	2.66	2.54	2.47	1.87	1.70	1.51	0.67	0.00	0.00	0.00	2.80	1.17	0.36	0.24	0.16
Stromproduktion Gasmotoren***	GWh/a	0.45	0.66	0.65	0.80	0.75	0.74	0.55	0.49	0.41	0.18	0.00	0.00	0.00	0.83	0.36	0.11	0.07	0.05
mit Motoren prod. Wärmeenergie	GWh/a	0.96	1.41	1.32	1.46	1.41	1.36	1.04	0.96	0.87	0.38	0.00	0.00	0.00	1.32	0.58	0.18	0.12	0.08
genutzte Wärmeenergie der Motoren	GWh/a	0.96	1.41	1.32	1.46	1.41	1.36	1.04	0.96	0.87	0.38	0.00	0.00	0.00	1.32	0.58	0.18	0.12	0.08
Deponiegasverbrauch Heizkessel**	GWh/a	14.90	15.14	15.56	14.53	17.27	13.87	10.39	7.44	6.57	5.94	4.27	6.79	5.18	0.62	0.28	0.00	0.00	0.00
prod./genutzte Wärme der Kessel**	GWh/a	13.32	13.78	14.11	12.95	14.34	12.99	9.27	6.49	5.85	5.16	3.68	5.39	4.16	0.52	0.23	0.00	0.00	0.00

** mit Deponiegas betriebene Heizkessel in der gleichen Heizzentrale



Deponiegasnutzung mit Gasmotoren (ohne WKK)

Kat. T3

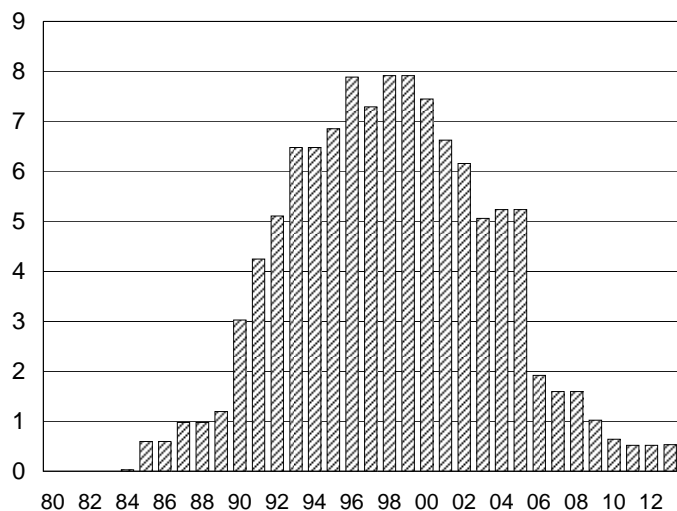
betrachtete Anlagen: sämtliche in der Schweiz betriebenen Deponiegasmotoren mit einem Jahresnutzungsgrad* bis 60%

* Jahresnutzungsgrad = (genutzte Wärmeenergie + Stromproduktion) / Deponiegasverbrauch

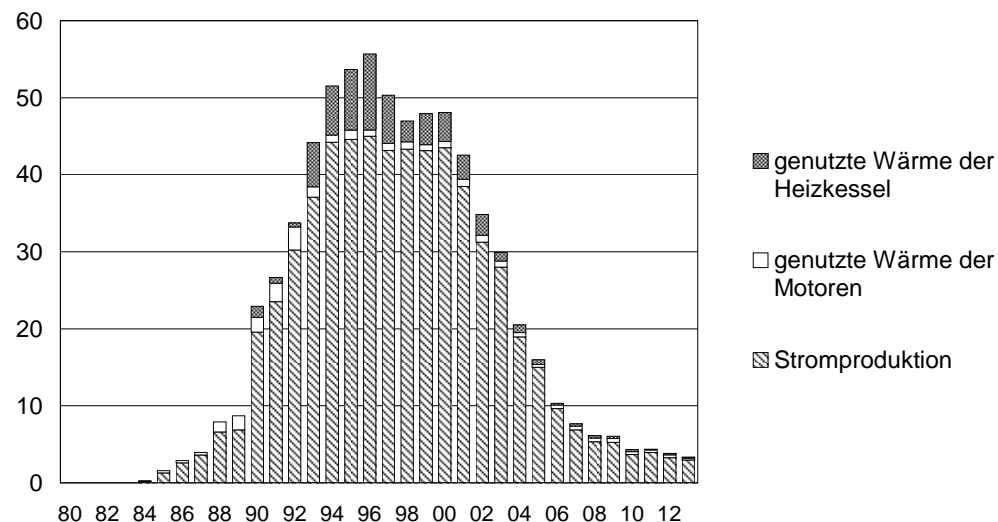
		1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Anzahl Anlagen	-	8	8	9	9	9	9	7	8	7	7	7	7	5	5	5	4	4	4
Anzahl Gasmotoren (WKK-Aggregate)	-	18	17	18	18	17	15	14	12	12	12	7	6	6	5	5	4	4	4
Install. Energieinputleistung der Motoren	MW	24.39	22.44	24.15	24.15	22.72	20.01	18.58	15.12	15.66	15.66	5.59	4.63	4.63	2.90	1.90	1.47	1.47	1.50
Install. elektrische Leistung der Motoren	MW	7.88	7.29	7.91	7.91	7.45	6.62	6.16	5.06	5.23	5.23	1.92	1.60	1.60	1.02	0.64	0.52	0.52	0.53
Deponiegasverbrauch Gasmotoren	GWh/a	139.59	132.89	135.08	135.83	133.51	119.87	97.66	96.85	64.18	49.21	32.24	21.57	19.28	17.12	11.79	11.78	11.75	10.25
Stromproduktion Gasmotoren	GWh/a	44.99	43.17	43.32	43.13	43.50	38.49	31.24	28.02	18.93	15.00	9.64	6.84	5.33	5.24	3.66	3.94	3.28	2.96
mit Motoren prod. Wärmeenergie	GWh/a	9.68	8.33	8.22	7.07	10.50	9.69	8.49	6.37	3.02	3.81	3.59	3.61	1.91	1.38	0.79	0.78	0.68	0.48
genutzte Wärmeenergie der Motoren	GWh/a	0.82	0.91	0.98	0.77	0.82	0.93	0.88	0.77	0.58	0.39	0.45	0.50	0.50	0.51	0.40	0.35	0.36	0.24
Deponiegasverbrauch Heizkessel**	GWh/a	12.22	8.30	3.23	4.89	4.52	3.73	3.23	1.36	1.24	0.79	0.26	0.36	0.37	0.37	0.32	0.08	0.23	0.16
prod./genutzte Wärme der Kessel**	GWh/a	9.89	6.26	2.71	4.03	3.77	3.14	2.72	1.13	1.01	0.57	0.21	0.29	0.29	0.30	0.25	0.06	0.18	0.13

** mit Deponiegas betriebene Heizkessel in der gleichen Heizzentrale

Installierte elektrische Leistung [MWe]



Energienutzung [GWh/a]



11.9.14

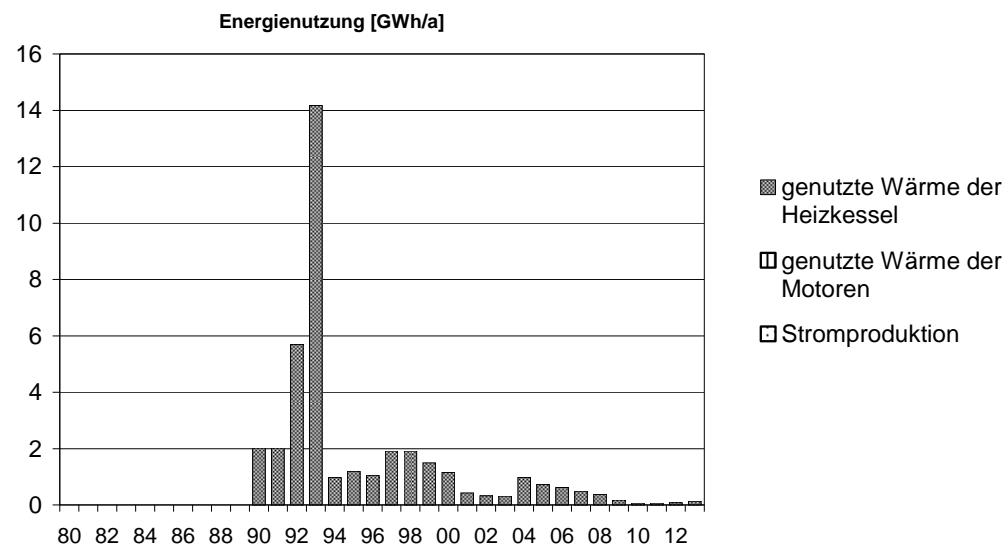
G:\2014\1010_WKK_Statistik\KW-Ausw(DEP1982-2013.XLS)\Anhang E.2c Ber3

Deponiegasnutzung ausschliesslich mit Heizkesseln

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

		1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Anzahl Anlagen	-	2	2	2	2	2	2	2	1	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1
Anzahl Gasmotoren (WKK-Aggregate)	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Install. Energieinputleistung der Motoren	MW																		
Install. elektrische Leistung der Motoren	MW																		
Deponiegasverbrauch Gasmotoren	GWh/a																		
Stromproduktion Gasmotoren	GWh/a																		
mit Motoren prod. Wärmeenergie	GWh/a																		
genutzte Wärmeenergie der Motoren	GWh/a																		
Deponiegasverbrauch Heizkessel*	GWh/a	1.31	2.39	2.40	1.72	1.46	0.54	0.42	0.40	1.22	0.91	0.78	0.62	0.47	0.22	0.09	0.09	0.10	0.16
prod./genutzte Wärme der Kessel*	GWh/a	1.05	1.91	1.92	1.49	1.16	0.43	0.33	0.32	0.98	0.72	0.63	0.50	0.38	0.18	0.07	0.07	0.08	0.13

* 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 2013 wurden mittels Vollerhebung die Stammdaten aller Gross-WKK-Anlagen aktualisiert, neue Anlagen sowie die Jahresdaten des Betriebsjahres 2013 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 2013)
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 neusten Publikation überein.

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

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

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

- In der Statistik 1996 wurde erstmals die in der Einleitung beschriebene WKK-Definition angewandt. Dies hatte zur Folge, dass die meisten mit Deponiegas betriebenen Anlagen nicht mehr als Klein-WKK-Anlagen betrachtet wurden. Dies entsprach einer (rückwirkenden) "Umbuchung" des grössten Teils von Kategorie W4.DEP in Kategorie T3.
- Im Jahre 1999 wurde eine neue Access-Datenbank für die Klein-WKK-Anlagen geschaffen (als Ersatz für eine dreiteiligen Omnis-Datenbank-Applikation). Dadurch war eine wesentliche Vereinfachung der Datenerfassung, -pflege und -auswertung möglich.
- Basierend auf einer Erhebung wichtiger Stamm- und Betriebsdaten zu den kommunalen Abwasserreinigungsanlagen konnten als Grundlage für die Ausgabe 2002 die erfassten WKK-Anlagen in ARA überprüft und soweit nötig bereinigt werden. Weiter konnten auch Vollbetriebsstunden des Betriebsjahres 2001 für die Kategorie W4.ARA.1a ermittelt werden. Durch lineare Interpolation mussten auch die Vor-

jahreswerte ab 1994 korrigiert werden (siehe Tabelle F.2e). Wegen den vorgenommenen Bestandeskorrekturen sowie der Aktualisierung der Vollbetriebsstundenwerte ändern die Zahlen der Kat. W4.ARA.1a ab 1994.

F.2.2 Vorliegende Klein-WKK-Daten

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) <p>* Bei Anlagen, deren Angaben ausschliesslich vom Lieferanten stammen (d.h. sogenannte minimal erfasste Anlagen) ist die Datenqualität z.T. nicht optimal (z.B. unvollständige Adressen)</p> <p>** Energiedaten bis 1993 ziemlich vollständig; ab 1994 nur noch bei Anlagen mit jährlicher Erhebung (siehe Kap. F.2.3) oder bei Teilnahme an der Stichprobenerhebung 1998)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 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. Bei noch aktiven WKK-Lieferanten oder direkt auch bei Betreibern von älteren Anlagen wurden periodisch schriftliche und telefonische Umfragen durchgeführt, um allfällige Stilllegungen älterer Anlagen erfassen zu können. Eine weitergehende Umfrage - auch für die Erfassung der Vollbetriebsstunden (siehe unten) – ist anzustreben. • 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. Der Split des gesamten Endenergieverbrauchs auf die verschiedenen Energieträger weist eine gewisse Unsicherheit auf. Dieser Split wurde bei den Anlagearten A und C vereinfachend dem Split der Jahre 1992 und 1993 gleichgesetzt. Bei den mit fossilen Energieträgern betriebenen BHKW (= Anlageart E) wurde der mit dem Berechnungsmodell ermittelte Endenergieverbrauch entsprechend dem Verhältnis der installierten Inputleistungen auf die Energieträger Erdgas, Diesel und Propan aufgeteilt.

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

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

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

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 2013; 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

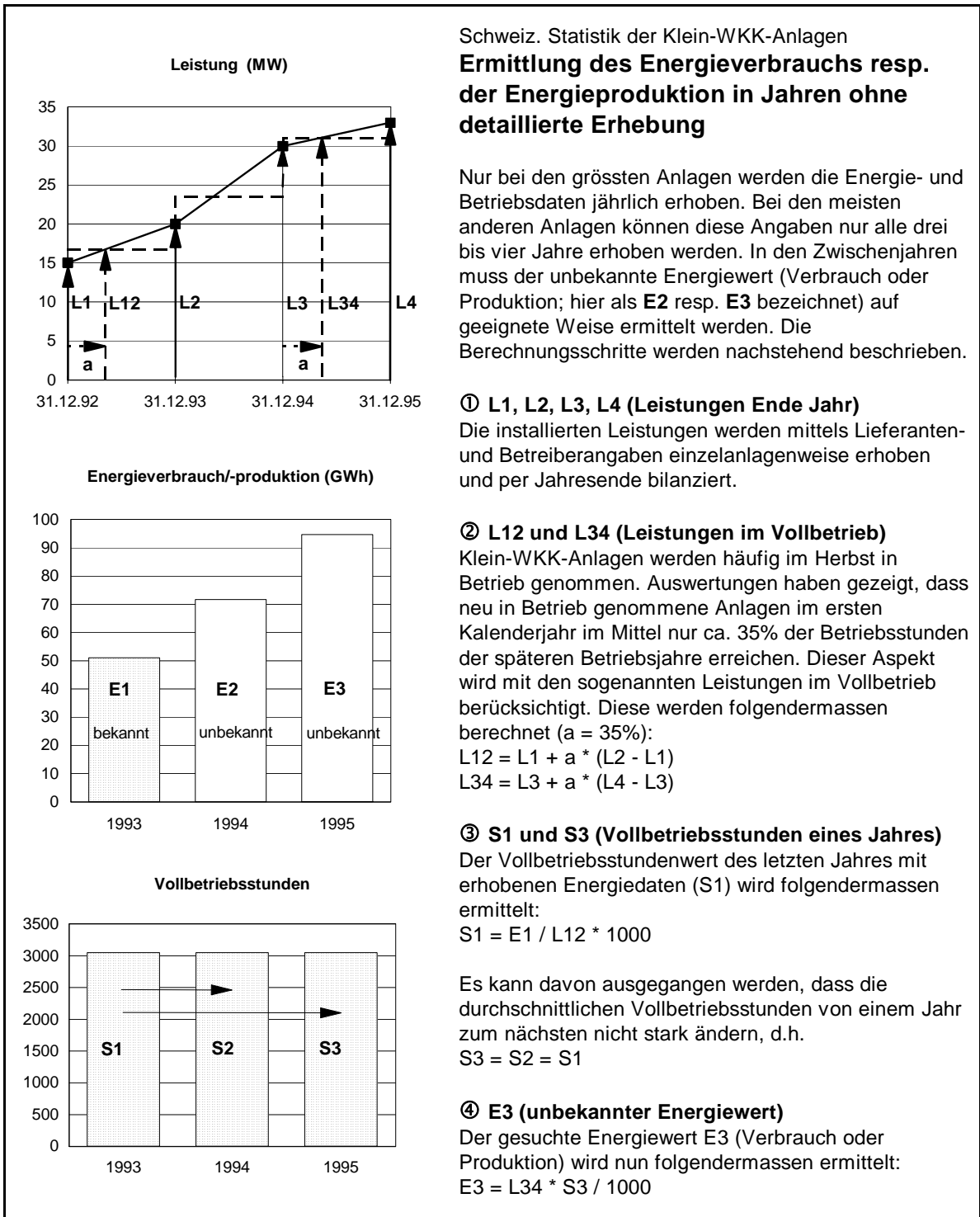


Bild F.2c Fortschreibung der Energiedaten in Jahren ohne detaillierte Erhebung (Berechnung der gesuchten Energiemenge E3 aus den bekannten Werten E1 sowie L1 bis L4)

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	2010	2011	2012	2013
1	Erdgas	MW	71.5	91.5	120.1	147.2	160.5	197.9	204.0	203.4	204.7
2	Propan	MW	1.1	1.1	1.9	4.0	4.5	7.2	7.3	6.7	6.8
6	Diesel, Heizöl	MW	7.5	8.4	13.8	17.6	23.3	17.1	15.2	14.6	14.5
	Total		80.0	101.0	135.9	168.9	188.3	222.3	226.4	224.7	225.9

Co.	Hauptenergieträger	Energieträgersplit per Ende Jahr (Kat. W4.FOS.1a)									
		1992	1993	1994	1995	1996	2010	2011	2012	2013	
1	Erdgas	89.3%	90.6%	88.4%	87.2%	85.2%	89.0%	90.1%	90.5%	90.6%	
2	Propan	1.3%	1.0%	1.4%	2.4%	2.4%	3.2%	3.2%	3.0%	3.0%	
6	Diesel, Heizöl	9.4%	8.4%	10.2%	10.4%	12.4%	7.7%	6.7%	6.5%	6.4%	
	Total	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		s Split per Ende des Vo							
		1992	1993	1994	1995	1996	2010	2011	2012	2013	
1	Erdgas	89.9%	91.6%	90.6%	88.4%	87.2%	88.3%	89.0%	90.1%	90.5%	
2	Propan	2.5%	2.3%	1.0%	1.4%	2.4%	3.1%	3.2%	3.2%	3.0%	
6	Diesel, Heizöl	7.6%	6.1%	8.4%	10.2%	10.4%	8.6%	7.7%	6.7%	6.5%	
	Total	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	2010	2011	2012	2013	Kommentar resp. Berechnung:
[1]	VBSTD elektr. (Brutto)	h/a		*3'070			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	= [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	4'040	4'039	4'039	4'038	= ([2] * [7]) / ([13] / [6])
[5]	VBSTD therm.	h/a		**2'992	3'225	3'562	3'897	3'894	3'894	3'892	3'890	= ([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	240.2	222.3	226.4	224.7	
[7]	elektrisch	MW		25.6	32.4	43.7	55.0	81.5	75.7	78.1	78.0	
[8]	thermisch	MW		44.2	56.5	76.5	94.4	133.8	123.4	124.6	122.8	
	theoretische Wirkungsgrade:											
[9]	Total			87.2%	88.0%	88.5%	88.4%	89.6%	89.6%	89.5%	89.4%	= [10] + [11]
[10]	elektrisch			32.1%	32.0%	32.2%	32.6%	33.9%	34.1%	34.5%	34.7%	= [7] / [6]
[11]	thermisch			55.2%	56.0%	56.3%	55.9%	55.7%	55.5%	55.0%	54.6%	= [8] / [6]
	Jahresnutzungsgrade:											
[12]	Total			84.7%	85.5%	86.0%	85.9%	87.1%	87.1%	87.0%	86.9%	= [13] + [14]
[13]	elektrisch			31.6%	31.5%	31.7%	32.1%	33.4%	33.6%	34.0%	34.2%	= [10] - 0.5% (Erfahrungswert)
[14]	thermisch			53.2%	54.0%	54.3%	53.9%	53.7%	53.5%	53.0%	52.6%	= [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: 16.09.14

G:\2014\1010_WKK_Statistik\KW-Ausw\Jahr_Typ3+2_2013.xls\FOS.1a BerTabF2d

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

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

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

Zeile		1992	1993	1994	1995*	2010	2011	2012	2013	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	83'678	84'155	84'731	85'148	Auswertung Klein-WKK-Datenbank E+P
[2]	elektrische Leistung	kW	10'869	11'896	12'447	13'230	27'980	28'359	28'957	29'204	Auswertung Klein-WKK-Datenbank E+P
[3]	thermische Leistung	kW	20'684	22'690	24'107	25'472	44'736	44'872	44'849	45'007	Auswertung Klein-WKK-Datenbank E+P
A.2	theoretische Wirkungsgrade										
[4]	Total		86.5%	86.6%	86.7%	86.7%	86.9%	87.0%	87.1%	87.2%	= [5] + [6]
[5]	elektrisch		29.8%	29.8%	29.5%	29.6%	33.4%	33.7%	34.2%	34.3%	= [2] / [1]
[6]	thermisch		56.7%	56.8%	57.2%	57.0%	53.5%	53.3%	52.9%	52.9%	= [3] / [1]
[5a]	Abzug beim elektr. Wirkungsgrad		2.0%	2.0%	2.0%	2.0%	2.0%	2.0%	2.0%	2.0%	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%	Erfahrungswert für Herleit. des Jahresnutz.grades
A.3	Jahresnutzungsgrade										
[7]	Total		80.5%	80.6%	80.7%	80.7%	80.9%	81.0%	81.1%	81.2%	= [8] + [9]
[8]	elektrisch		27.8%	27.8%	27.5%	27.6%	31.4%	31.7%	32.2%	32.3%	= [5] - [5a] (Erfahrungswert)
[9]	thermisch		52.7%	52.8%	53.2%	53.0%	49.5%	49.3%	48.9%	48.9%	= [6] - [6a] (Erfahrungswert)
A.4	Vollbetriebsstunden										
[10]	Input-Leistung	h/a	4'645	4'645	4'604	4'559	4'263	4'261	4'257	4'256	= [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	1993 + 2001 = Erhebung; 94-00 = Interpolation
[12]	thermische Leistung	h/a	4'317	4'318	4'282	4'240	3'944	3'941	3'935	3'934	= [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	670	670	670	563	Auswertung Klein-WKK-Datenbank E+P
[22]	mechanische Leistung	kW	2'081	1'943	1'833	1'833	197	197	197	162	Auswertung Klein-WKK-Datenbank E+P
[23]	thermische Leistung	kW	3'443	3'237	3'093	3'093	358	358	358	297	Auswertung Klein-WKK-Datenbank E+P
B.2	theoretische Wirkungsgrade										
[24]	Total		85.6%	85.5%	85.2%	85.2%	82.8%	82.8%	82.8%	81.6%	= [25] + [26]
[25]	mechanisch		32.2%	32.1%	31.7%	31.7%	29.4%	29.4%	29.4%	28.8%	= [22] / [21]
[26]	thermisch		53.4%	53.4%	53.5%	53.5%	53.4%	53.4%	53.4%	52.7%	= [23] / [21]
B.3	Jahresnutzungsgrade										
[27]	Total		79.6%	79.5%	79.2%	79.2%	76.8%	76.8%	76.8%	75.6%	= [28] + [29]
[28]	mechanisch		30.2%	30.1%	29.7%	29.7%	27.4%	27.4%	27.4%	26.8%	= [25] - 2 % (Erfahrungswert)
[29]	thermisch		49.4%	49.4%	49.5%	49.5%	49.4%	49.4%	49.4%	48.7%	= [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	Jahr 2001 = Erhebung; 94-00 = Interpolation *
[31]	mechanische Leistung	h/a	5'117	5'117	5'066	5'020	4'715	4'715	4'715	4'708	= [30] * [21] * [28] / [22]
[32]	thermische Leistung	h/a	5'046	5'049	5'003	4'957	4'680	4'680	4'680	4'675	= [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	84'348	84'825	85'402	85'712	
[41]	elektrische Leistung	kW	10'869	11'896	12'447	13'230	27'980	28'359	28'957	29'204	
[42]	mechanische Leistung	kW	2'081	1'943	1'833	1'833	197	197	197	162	
[43]	thermische Leistung	kW	24'127	25'927	27'200	28'565	45'094	45'230	45'207	45'304	
C.2	Vollbetriebsstunden										
[44]	Input-Leistung	h/a	4'767	4'752	4'701	4'651	4'269	4'267	4'263	4'261	= (([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	= [11]
[46]	mechanische Leistung	h/a	5'117	5'117	5'066	5'020	4'715	4'715	4'715	4'708	= [31]
[47]	thermische Leistung	h/a	4'421	4'409	4'364	4'317	3'950	3'947	3'941	3'939	= (([10] * [1] + [30] * [21]) / ([1] + [21]))

Erstellungsdatum: 16.09.14

G:\2014\1010_WKK_Statistik\KW-Ausw\Jahr_Typ3+2_2013.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'; Ausgabe 2012; September 2013, Dr. Eicher+Pauli AG, Liestal
Download: www.bfe.admin.ch → Themen → Energiestatistiken → Teilstatistiken
- [SdEE] U. Kaufmann: 'Schweizerische Statistik der erneuerbaren Energien'; Ausgabe 2013; September 2013, 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