



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 2015

Thermische Stromproduktion inklusive Wärme­kraftkopplung (WKK) in der Schweiz

Ausgabe 2014



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

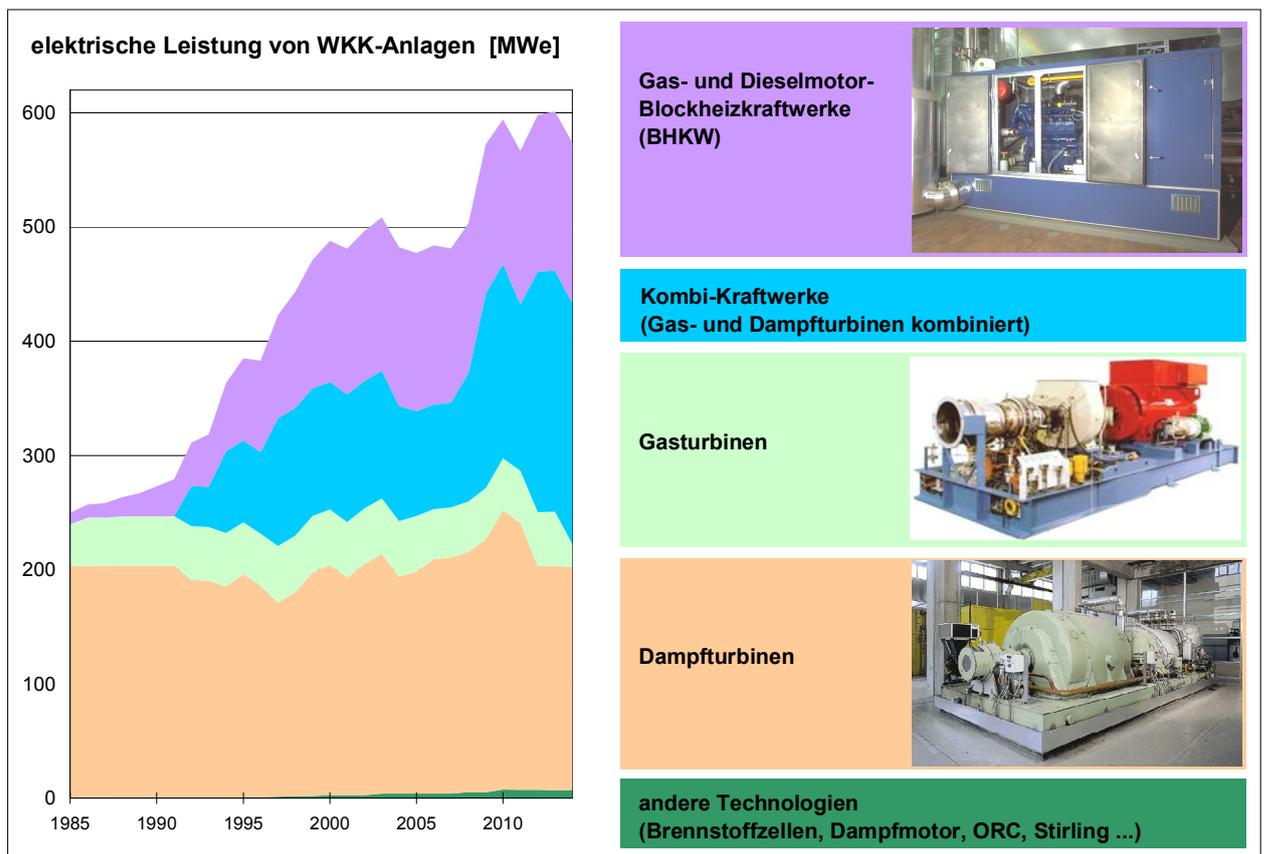
Mühlestrasse 4, CH-3063 Ittigen • Postadresse: CH-3003 Bern
Tel. 058 462 56 11, Fax 058 462 25 00 • office@bfe.admin.ch • www.admin.ch/bfe

Bundesamt für Energie

Thermische Stromproduktion inklusive Wärmekraftkopplung (WKK) in der Schweiz 1990 bis 2014

Ausgabe 2014

25. September 2015



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 - 2014 | 18 |
| 3.3 | Energieträger 2014 | 20 |
| 4. | Wärmekraftkopplung (WKK) | 21 |
| 4.1 | Übersicht | 21 |
| 4.2 | Energieträger 2014 | 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: 14.1083.1
Verfasser: Urs Kaufmann
Telefon: 061 927 42 67
E-Mail: urs.kaufmann@eicher-pauli.ch

Freigabe: Jasmin Gülden Sterzl, BFE

Dokumentation

Stand: Fassung vom 25.09.2015 09:57:00
Ablage: G:\2014\1010_WKK_Statistik4-Dok\WKK-2014.doc

| | |
|----------------------------------------------------------------------------|-----------|
| Anhang | 44 |
| A. Thermische Stromerzeugung | 45 |
| A.1 Zeitreihen 1990 - 2014 | 45 |
| A.2 Energieträgersplit 2014 | 45 |
| A.3 Bruttoenergieverbrauch der Anlagen mit thermischem Stromverbrauch 2014 | 45 |
| A.4 Bruttoenergieverbrauch für die thermische Stromproduktion 2014 | 45 |
| B. Wärmekraftkopplung (WKK) | 52 |
| B.1 Zeitreihen elektrische Leistungen 1990 - 2014 | 52 |
| B.2 Kantonale Verteilung | 52 |
| C. Gross-WKK-Anlagen | 56 |
| D. Klein-WKK-Anlagen | 59 |
| D.1 Jahresstatistiken 2014 | 59 |
| D.2 Zeitreihen 1980 - 2014 | 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.

1. Zusammenfassung

Im Jahr 2014 wurden in der Schweiz insgesamt 69'633 GWh Elektrizität erzeugt. Davon stammen 3'567 GWh, also rund 5.1 % 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 2014 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 2014 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 2014 | Inst. el. Leist. Ende 2014 [MWe] | Stromproduktion 2014 | |
|-------------------------------------------------|--------------------|-----------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|----------------------------------------|-------------------------|----------------|
| | | | | | | 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 | 3 | 0.4 | 2.3 | 0% |
| | | T4 | Kehrichtverbrennungsanlagen (KVA ohne WKK*) | 26 | 342.3 | 1'893.1 | 53% |
| | | Subtotal Nicht-WKK-Anlagen | | | 49 | 417.7 | 1'906.5 |
| | Klein-WKK | W1 | Kehrichtverbrennungsanlagen (KVA mit WKK*) | 4 | 55.8 | 307.2 | 9% |
| | | W2 | Gross-WKK in Industrie u.a.** (Industrie, Dienstleistungen, Energiesektor) | 17 | 191.3 | 449.8 | 13% |
| | | W3 | Fernheizkraftwerke u.a.** | 15 | 180.7 | 326.9 | 9% |
| | | W4 | stromproduzier. Klein-WKK (BHKW < 10MW _e und Gasturbinen < 1MW _e) | 954 | 146.3 | 576.3 | 16% |
| | | W5 | nicht stromprod. Klein-WKK (Gas-/Dieselmotor-Wärmepumpen) | (5) | 0.0 | 0.0 | 0% |
| Subtotal WKK-Anlagen (ohne W5) | | | 990 | 574.1 | 1'660.2 | 47% | |
| Total gesamte thermische Stromproduktion | | | 1'039 | 991.7 | 3'566.6 | 100% | |

Stand: 31.08.2015

G:\2014\1083_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 2014 haben insgesamt 1'039 Anlagen zur thermischen Stromproduktion beigetragen (Tabelle 1.1). Den grössten Anteil stellt mit 954 Anlagen die Gruppe Klein-WKK, 36 Anlagen gehören der Kategorie Gross-WKK an. Seit anfangs der neunziger Jahre wurden netto insgesamt 679 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 992 MW elektrische Leistung in thermischen Stromerzeugern installiert. Alle WKK-Anlagen gemeinsam steuern 574 MWe bei, davon sind rund 75 % 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.

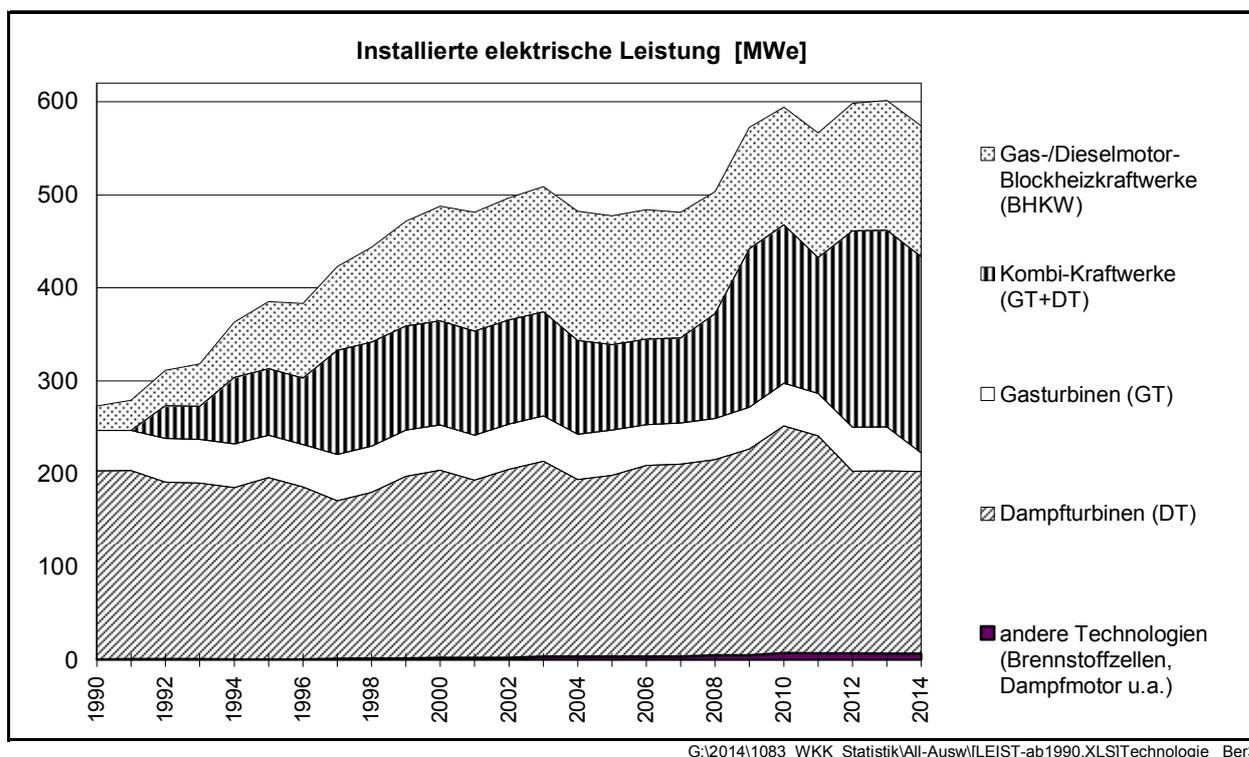


Bild 1.2 Entwicklung der elektrischen Leistung der WKK-Anlagen unterschieden nach Technologien

Fast alle haben zugelegt

Die Stromproduktion der thermischen Kraftwerke wurde von 1'524 MWh im Jahr 1990 auf 3'567 MWh im Jahr 2014 gesteigert (Bild 1.3). Zu diesem Ergebnis beigetragen haben in den neunziger Jahren vor allem die WKK-Anlagen. Diese haben 2014 gemeinsam 1'660 GWh Strom in die Netze der Betreiber geliefert, davon die 'Kleinen' allein 576 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.

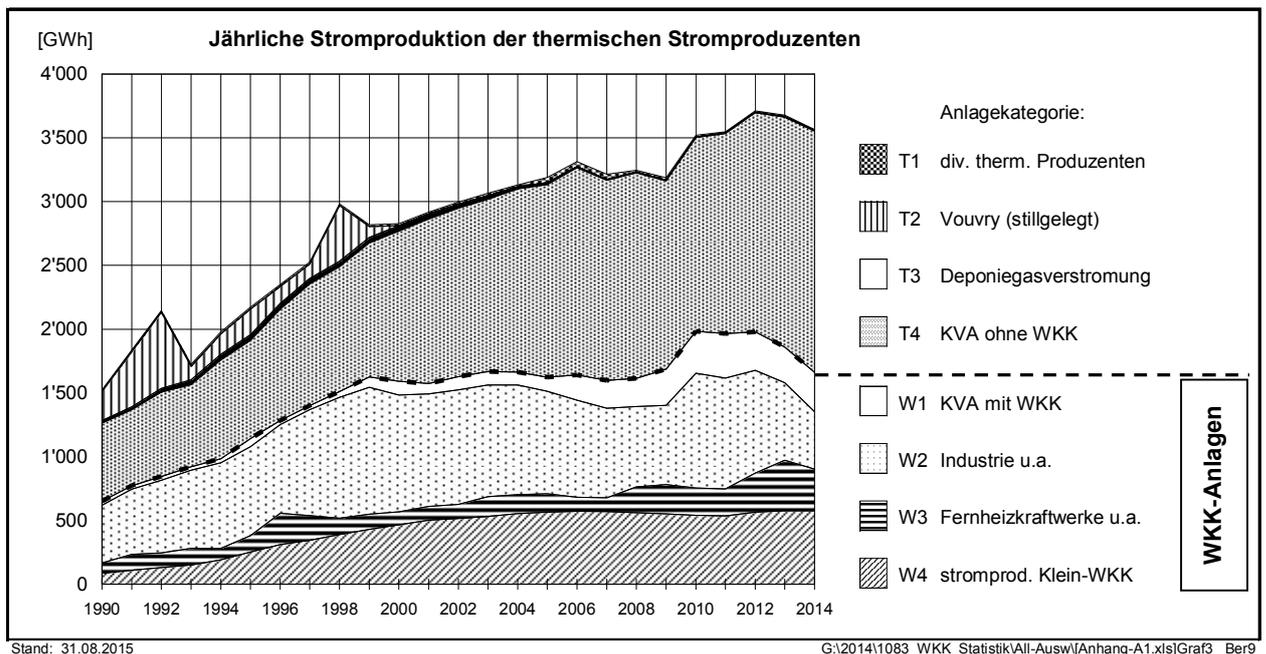


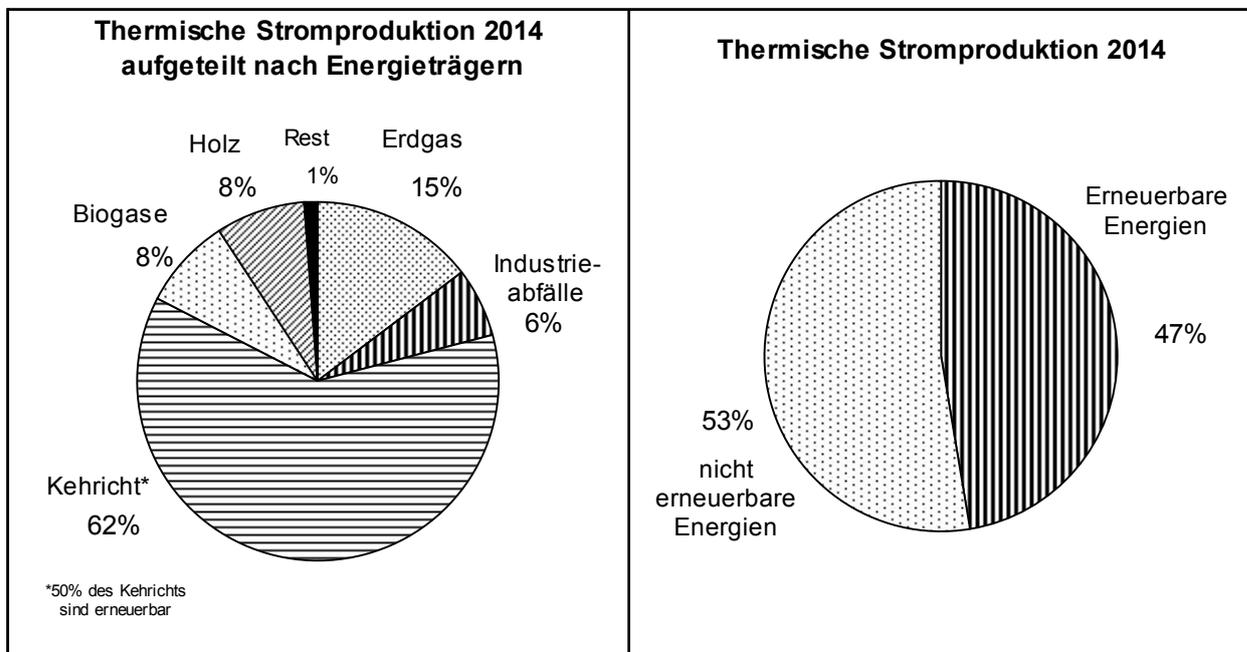
Bild 1.3 Entwicklung der thermischen Stromproduktion

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 (20 % der Leistung) und Gewerbe- und Industriebetrieben (11 % in fossilen BHKW, 11 % in Biogasanlagen) eingesetzt. Bürogebäude (6 %), Wärmeverbundenanlagen (13 %), Wohngebäude (8 %) sowie Spitäler und Heime (6 %) sind weitere wichtige Einsatzgebiete von Klein-WKK-Anlagen.

47 % der zum Betrieb der Anlagen benötigten Energie stammt aus regenerativen Energiequellen. Dies sind primär die erneuerbaren Anteile der Abfälle in Kehrichtverbrennungsanlagen und Industriebetrieben sowie je etwa 8 % Biogase und Holz (Bild 1.4).



Ausdruck: 16.11.2015

G:\2014\1083_WKK_Statistik\All-Ausw\ENERG-ab1990-V2.xls\Anhang A.2 Ber3 resp. Ber6

Bild 1.4 Aufteilung der thermischen Stromproduktion des Jahres 2014 nach Energieträgern

Die Spitzenreiter

Im Mittel wurden in der Schweiz im Jahr 2014 pro Kopf der Bevölkerung 204 kWh Strom mit WKK-Anlagen produziert. Die Kantone Basel-Stadt und Graubünden sind dabei mit 1'190 und 684 kWh pro Kopf die Spitzenreiter. Die nächsten beiden Plätze werden von den Kantonen Wallis (667 kWh) und Basel-Landschaft (360 kWh) eingenommen.

1. Résumé

En 2014, la Suisse a produit 69'633 GWh d'électricité. 3'567 GWh, soit 5.1 % 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 2014. 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 2014, 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 2014 | Puissance installée Fin 2014 [MWe] | Prod. de courant en 2014 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 | 3 | 0.4 | 2.3 | 0% |
| | | T4 | Usines d'incinération des ordures (UIOM sans CCF*) | 26 | 342.3 | 1'893.1 | 53% |
| | | Sous-total sans install. CCF | | 49 | 417.7 | 1'906.5 | 53% |
| | Petits CCF | W1 | Usines d'incinération des ordures (UIOM avec CCF*) | 4 | 55.8 | 307.2 | 9% |
| | | W2 | Grands CCF en industrie et divers** (industrie, services, secteur de l'énergie) | 17 | 191.3 | 449.8 | 13% |
| | | W3 | Centrales CAD avec CCF et divers** | 15 | 180.7 | 326.9 | 9% |
| | | W4 | Petites centrales CCF prod. d'élec. (groupes à CCF et turbines à gaz < 1 MW) | 954 | 146.3 | 576.3 | 16% |
| | | W5 | Petites centrales CCF non prod. d'électricité. (PAC à mot. gaz/diesel) | (5) | 0.0 | 0.0 | 0% |
| Sous-total install. CCF (sauf W5) | | 990 | 574.1 | 1'660.2 | 47% | | |
| Total production thermique d'électricité | | | | 1'039 | 991.7 | 3'566.6 | 100% |

Stand: 31.08.2015

G:\2014\1083_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

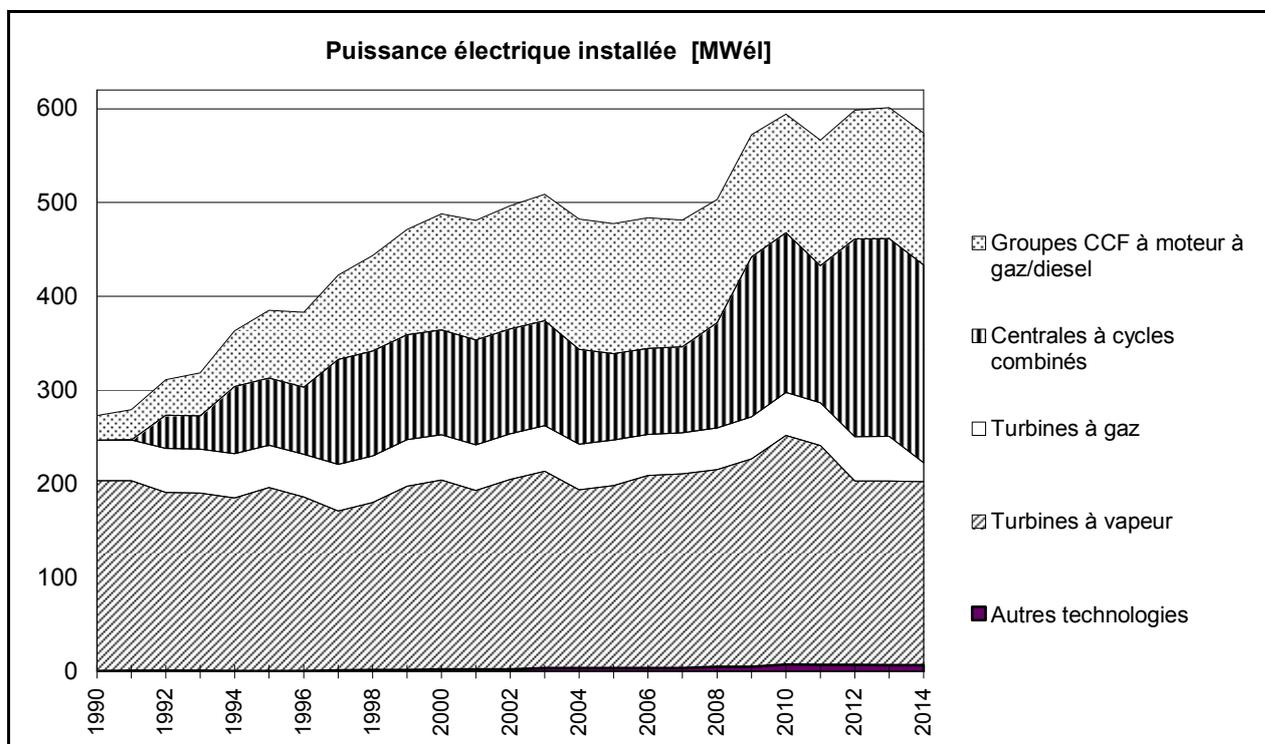
Les "petits" sont remplacés

En 2014, de l'électricité a été fournie par 1'039 équipements thermiques (tab. 1.1). La plupart (954) sont de petits CCF, 36 d'entre eux font partie de la catégorie des grands CCF. Le nombre net des petits CCF construits depuis le début des années 90 s'élève à 679. 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 992 MW de puissance électrique installée. Les équipements à CCF en produisent 574 MWe, dont 75 % 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.



G:\2014\1083_WKK_Statistik\All-Ausw[LEIST-ab1990.XLS]Technologie Ber7

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

Presque tous ont progressé

La production d'électricité issue d'installations thermiques a passé de 1'524 MWh en 1990 à 3'567 MWh en l'an 2014 (fig. 1.3). La progression réalisée dans les années 90 est due avant tout aux équipements à CCF. En 2014, ceux-ci ont injecté 1'660 GWh de courant dans les réseaux des exploitants, dont 576 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.

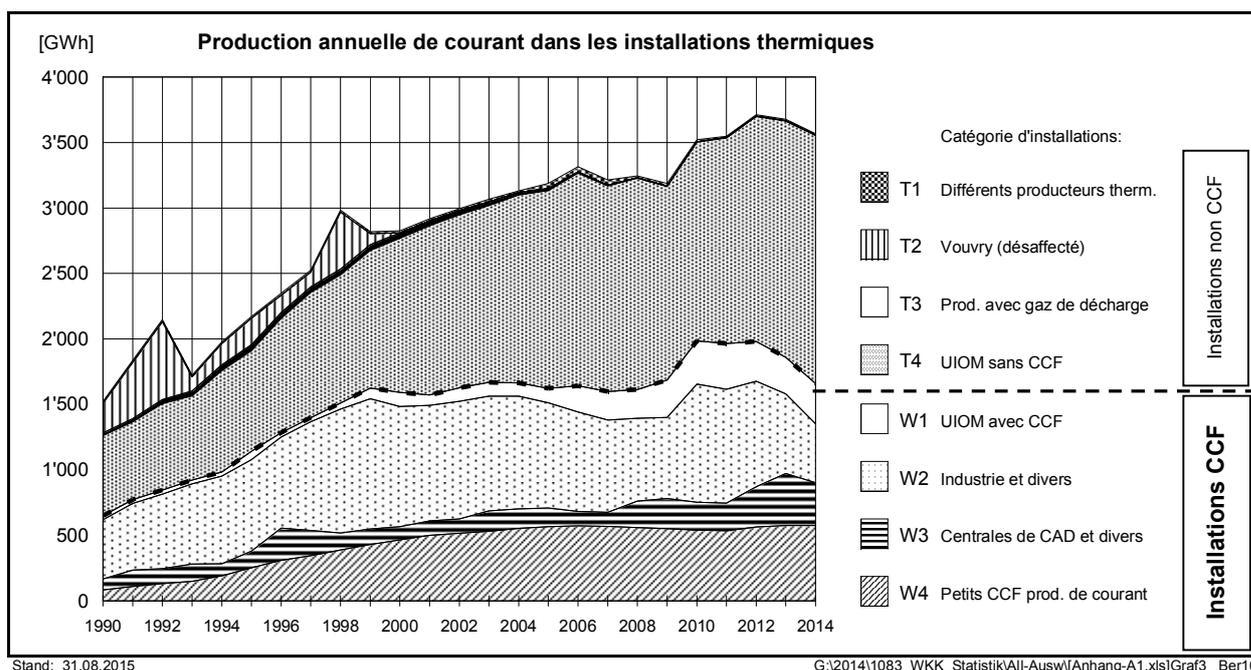


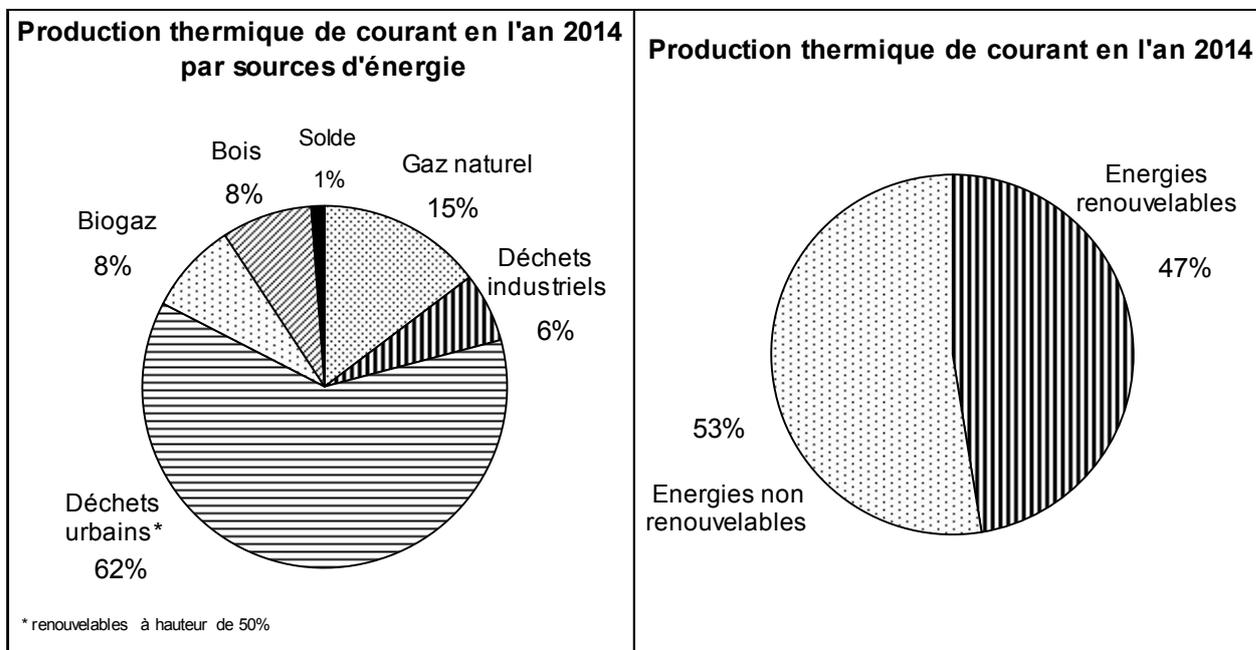
Figure 1.3 Evolution de la production thermique de courant

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 (20% 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 (13%) et dans l'habitat (8%) ainsi que dans les hôpitaux et les foyers (6%).

47 % de l'énergie nécessaire de 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).



G:\2014\1083_WKK_Statistik\All-Ausw\ENERG-ab1990-V2.xls\Anhang A.2 Ber2

Figure 1.4 Apport des différentes sources d'énergie à la production thermique de courant en 2014

Champions

La production moyenne d'électricité de source CCF en 2014 a été de 204 kWh par tête d'habitant. Avec respectivement 1'190 et 684 kWh par personne, les cantons de Bâle-Ville et des Grisons en ont fourni la proportion la plus élevée, suivis du Valais (667 kWh) et de Bâle-Campagne (360 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 2014 in der Schweiz 69'633 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 2014. 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.

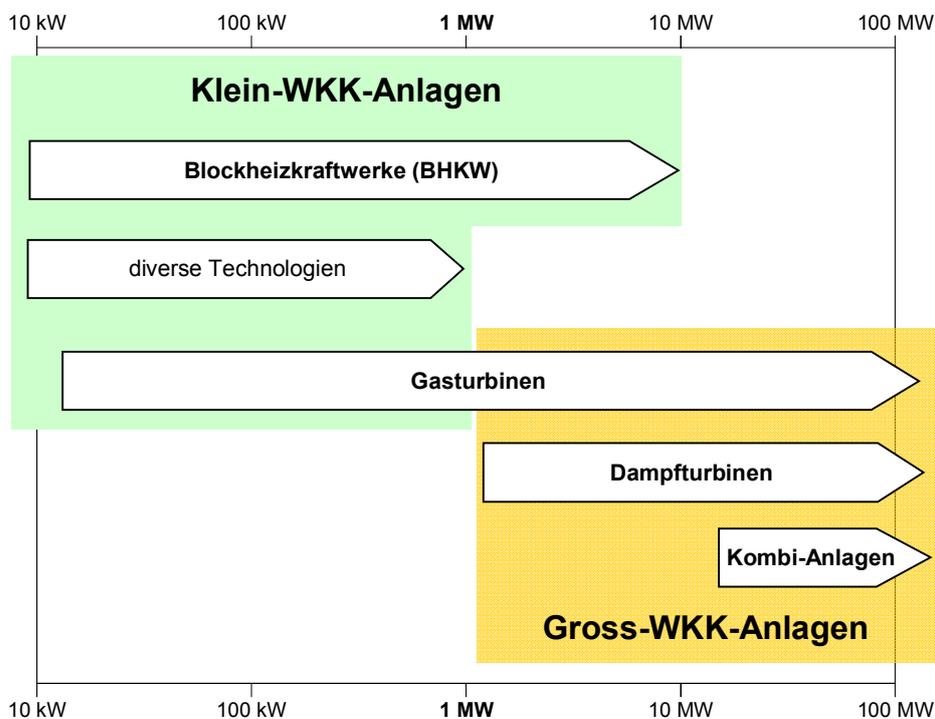
2.2 Technologien und Einsatzbereiche von WKK-Anlagen

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\AI-Ausw\WKK-Grafik.xls\KleinGross

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

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

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

2.3 Definition Wärmekraftkopplung (WKK)

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

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

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

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

- Elektrischer Nutzungsgrad (Eta_{el}) = prod. Elektrizität/verbrauchte Energiemenge
- Thermischer Nutzungsgrad (Eta_{th}) = genutzte 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 Abwärmenutzung aufweisen. Als weiteren Punkt gilt es zu beachten, dass WKK-Anlagen nicht wesentlich schlechtere Gesamtnutzungsgrade aufweisen sollten als normale Feuerungsanlagen.
- WKK-Anlagen müssen einen minimalen elektrischen Nutzungsgrad von 5 % erreichen ($\text{Eta}_{\text{el}} \geq 5\%$). Dadurch ist eine Abgrenzung gegenüber Heizwerken mit marginaler elektrischer Ausbeute gewährleistet.

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

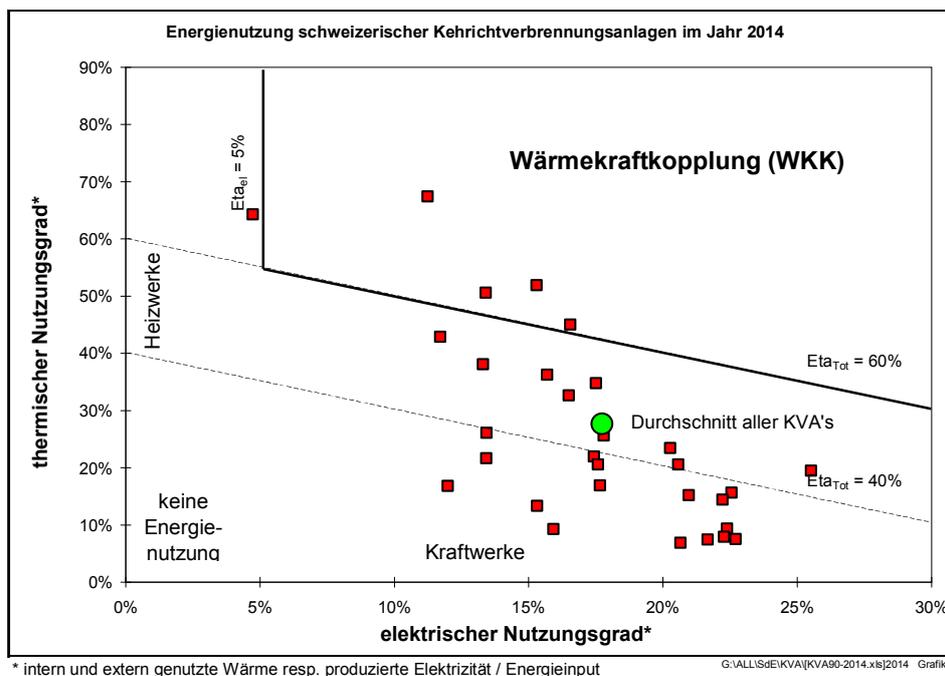


Bild 2.3 Jahresnutzungsgrade der schweizerischen Kehrichtverbrennungsanlagen im Jahr 2014

2.4 Anlagekategorien

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

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

| Zuordnungen | | Nr. Kat. | Anlagekategorie | Beschreibung | Bericht | |
|------------------------------------------------|-----------------------------------------------|-----------------------------------------|-----------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|
| Thermische Stromproduktion (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 | |
| | Wärmekraftkopplung (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 |
| | | | 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 |
| | Klein-WKK-Anlagen** (Kap. 6, Anh. D) | | | | | |

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

Kommentare:

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

Eta Tot >= 60% und Eta El >= 5%

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

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

Bild 2.4 Anlagekategorien des vorliegenden Berichtes

3. Thermische Stromerzeugung

In Kapitel 3 wird die gesamte thermische Stromerzeugung in der Schweiz der Jahre 1990 bis 2014 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 1'039 Anlagen haben im Jahr 2014 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 990 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 679 Anlagen zugenommen, wobei seit 2006 ein Rückgang des Anlagenbestandes zu verzeichnen ist.

Ende 2014 waren 1'007 thermische Stromproduktionsanlagen (ohne Kernkraftwerke) in Betrieb.

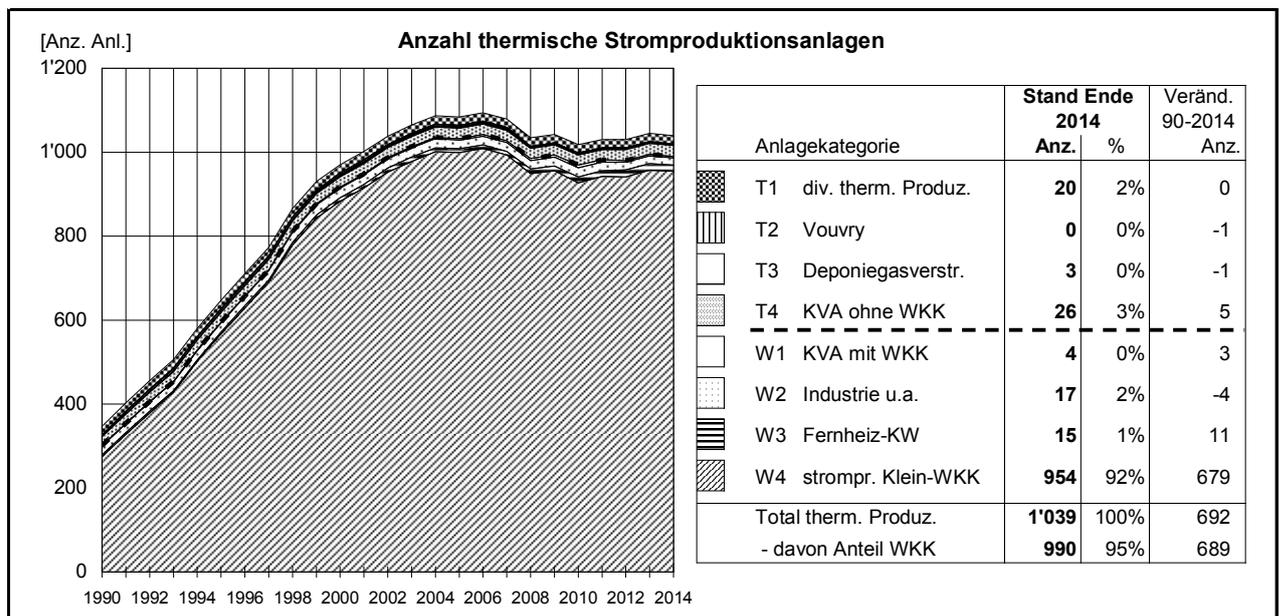


Bild 3.1a Entwicklung der Anzahl thermischer Stromproduktionsanlagen

(siehe Anhang A.1a)

Die gesamte elektrische Nennleistung aller thermischen Stromproduzenten betrug Ende 2014 rund 992 MWe (Bild 3.1b). Die elektrische Leistung aller WKK-Anlagen betrug Ende 2014 rund 574 MWe.

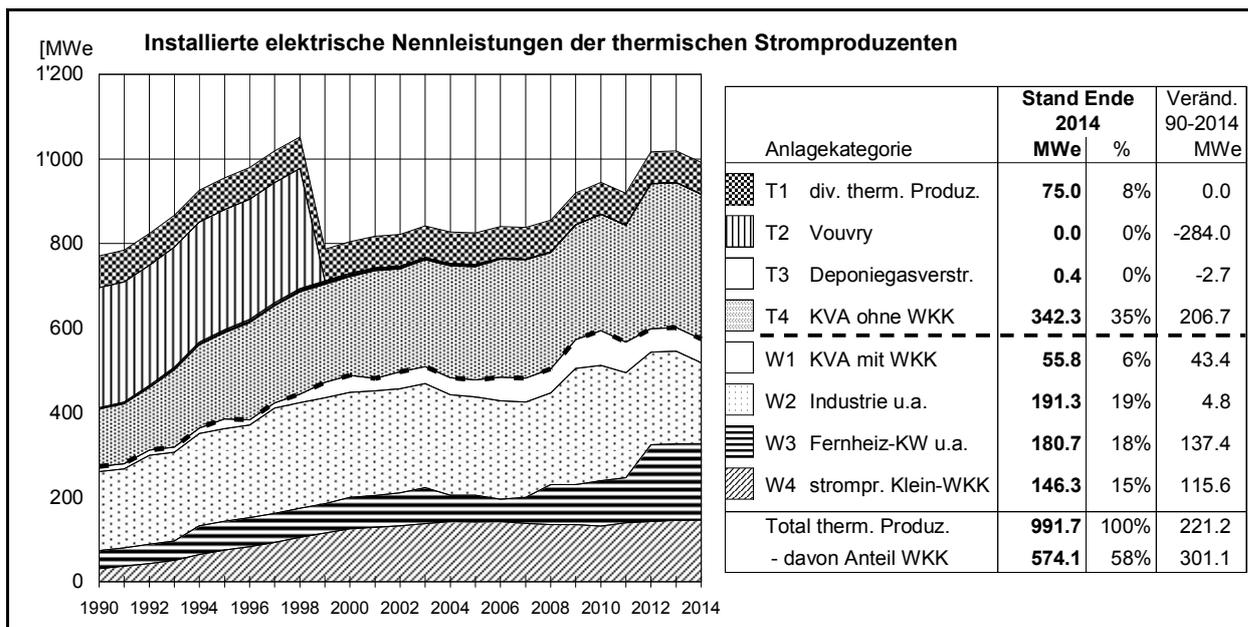


Bild 3.1b Entwicklung der installierten elektrischen Nennleistungen

(siehe Anhang A.1b)

3.2 Stromproduktion 1990 - 2014

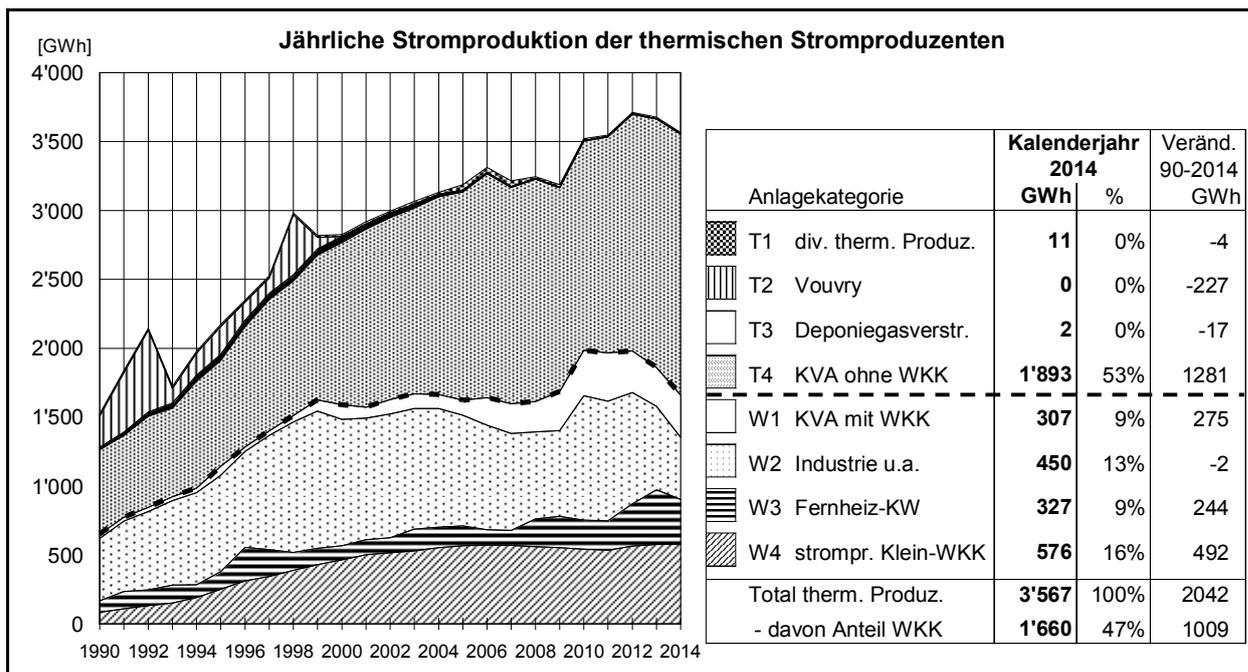
Im Jahr 2014 betrug die thermische Stromproduktion in der Schweiz 3'567 GWh (siehe Bild 3.2a). Neben den 39'308 GWh aus Wasserkraftwerken und den 26'370 GWh aus Kernkraftwerken haben die thermischen Stromerzeuger im Jahr 2014 einen Beitrag von rund 5.1 % an die gesamte Landeserzeugung erbracht.

Die thermische Stromproduktion (ohne Kernkraftwerke) betrug im Jahr 2014 rund 3'567 GWh, 5.1 % der schweizerischen Landeserzeugung.

Rund 47 % der thermischen Stromproduktion wurde 2014 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 576 GWh resp. 16 % der thermischen Produktion.

Die anderen 53 % der thermischen Stromproduktion entstanden im Jahr 2014 in Kraftwerken mit geringer oder keiner Abwärmenutzung. Dabei handelt es sich fast ausschliesslich um Kehrichtverbrennungsanlagen.

Die thermische Stromproduktion hat seit 1990 um 2'043 GWh zugenommen. Dies entspricht mehr als einer Verdoppelung seit 1990. Gut 60 % dieser Zunahme entfällt mit 1'281 GWh auf die Kehrichtverbrennungsanlagen ohne WKK (Kat. T4). Weitere massgebliche Zunahmen verzeichneten die Klein-WKK-Anlagen (Kat. W4, 491 GWh) und zunehmend die Kehrichtverbrennungsanlagen mit WKK (Kat. W1, 275 GWh). Seit dem Höhepunkt Ende der 90ziger Jahre ist die Stromproduktion der Gross-WKK-Anlagen im Bereich Industrie u.a. (Kat. W2) deutlich rückläufig.



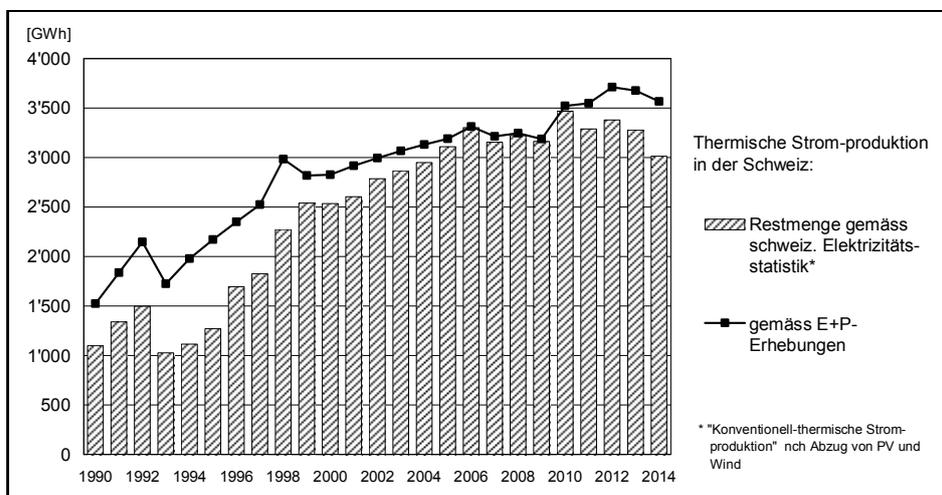
Stand: 31.08.2015

G:\2014\1083_WKK_Statistik\All-Ausw[Anhang-A1.xls]Graf3 Ber7

Bild 3.2a Thermische Stromproduktion der Jahre 1990 bis 2014

(siehe Anhang A.1c)

Wie erwähnt, betrug die thermische Stromproduktion des Jahres 2014 gemäss vorliegender Erhebung insgesamt rund 3'567 GWh. In der offiziellen Elektrizitätsstatistik wurde für das gleiche Jahr 3'013 GWh ausgewiesen (3'955 GWh „thermisch und andere“ abzüglich 942 GWh Erzeugung in Photovoltaik- und Windanlagen). Bild 3.2b zeigt die Differenz zwischen den in diesem Bericht ausgewiesenen Resultaten und denjenigen der Elektrizitätsstatistik der vergangenen Jahre. Trotz unterschiedlicher Erhebungsmethodik konnte einige Jahre eine beinahe exakte Übereinstimmung erreicht werden. In den letzten Jahren resultierte wegen der grossen Dynamik bei den erneuerbaren Energien wieder eine grössere Differenz.



Stand: 31.08.2015

G:\2014\1083_WKK_Statistik\All-Ausw[Anhang-A1.xls]Graf3 Ber8

Bild 3.2b Thermische Stromproduktion der Jahre 1990 bis 2014: Vergleich der offiziellen schweizerischen Elektrizitätsstatistik mit den vorliegenden Erhebungsergebnissen

3.3 Energieträger 2014

In Bild 3.3 wird gezeigt, welche Energieträger im Jahre 2014 für die thermische Stromproduktion eingesetzt wurden. Der aus Kehricht stammende Strom weist mit 56 % den grössten Anteil auf. Erdgas (15 %), 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 (56 %) und Erdgas (15 %) sind die dominanten Energieträger bei der thermischen Stromproduktion.

47 % 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.

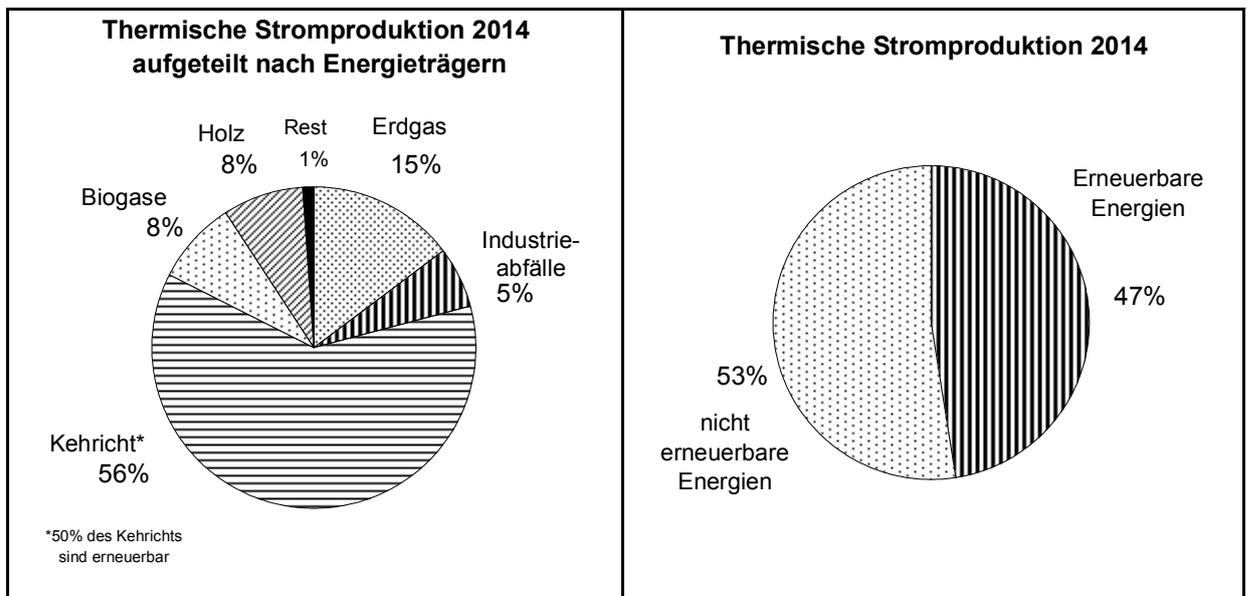


Bild 3.3 Thermische Stromproduktion 2014 aufgeteilt nach Energieträgern

(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 2014 waren in der Schweiz 990 WKK-Anlagen mit einer elektrischen Nennleistung von 574 MW in Betrieb. Im Kalenderjahr 2014 haben die WKK-Anlagen 1'660 GWh Elektrizität produziert. Dies entspricht 47 % der thermischen und 2.4 % der gesamten schweizerischen Stromproduktion.

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

Wie Tabelle 4.1a zeigt, ist die WKK-Anlagenzahl im 2014 um 5 Anlagen gesunken. Die installierte Leistung der WKK-Anlagen hat im Jahr 2014 sogar um 27 MW abgenommen. Bei der WKK-Stromproduktion 2014 resultierte gegenüber dem Vorjahr eine Abnahme um beachtliche 199 GWh. Im langjährigen Trend der WKK-Stromproduktion konnte seit 1999 eine Stagnation und ab 2010 nochmals eine vorübergehende Zunahme beobachtet werden (Bild 3.2a auf Seite 19, Teil WKK).

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

| | Total | Jährlicher Zuwachs | |
|-----------------------|---------------------|--------------------|-------------------------|
| | 2014 | 2014 | Ø 2010 - 2014 |
| Anzahl Anlagen* | 990 | -5 | -1 Anl./a |
| Elektrische Leistung* | 574 MW _e | -27 | -0.3 MW _e /a |
| Jahresstromproduktion | 1'660 GWh | -199 | -5.2 GWh/a |

* Bestand per Jahresende

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

(siehe Anhänge A.1)

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

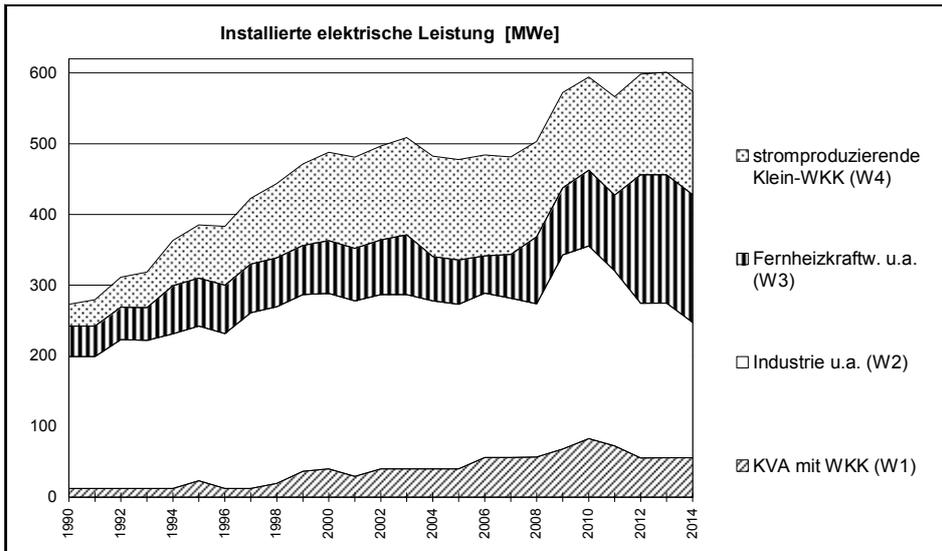


Bild 4.1b Elektrische Nennleistungen der WKK-Anlagen aufgeteilt nach Anlagekategorien
(siehe Anhang B.1a)

Bild 4.1b zeigt die Aufteilung nach Anlagekategorien. Dabei wird ersichtlich, dass die Verbreitung der Klein-WKK-Anlagen in den 90er Jahren deutlich zugenommen hat. Der Einsatz von Gross-WKK-Anlagen im Bereich Industrie u.a. sowie in Kehrlichtverbrennungsanlagen hatte bereits in den 60er Jahren begonnen.

Die WKK-Entwicklung nach Technologien in Bild 4.1c zeigt, dass zu Beginn der 90er Jahre die Dampfturbinen dominant waren. Die Nennleistung von reinen Dampfturbinenanlagen hat viele Jahre stagniert. In den 90er Jahren sowie mit der 2009 in Betrieb gegangenen GuD-Anlage Monthey haben die Kombianlagen (d.h. der kombinierte Betrieb von Gas- und Dampfturbinen) eine starke Zunahme erfahren.

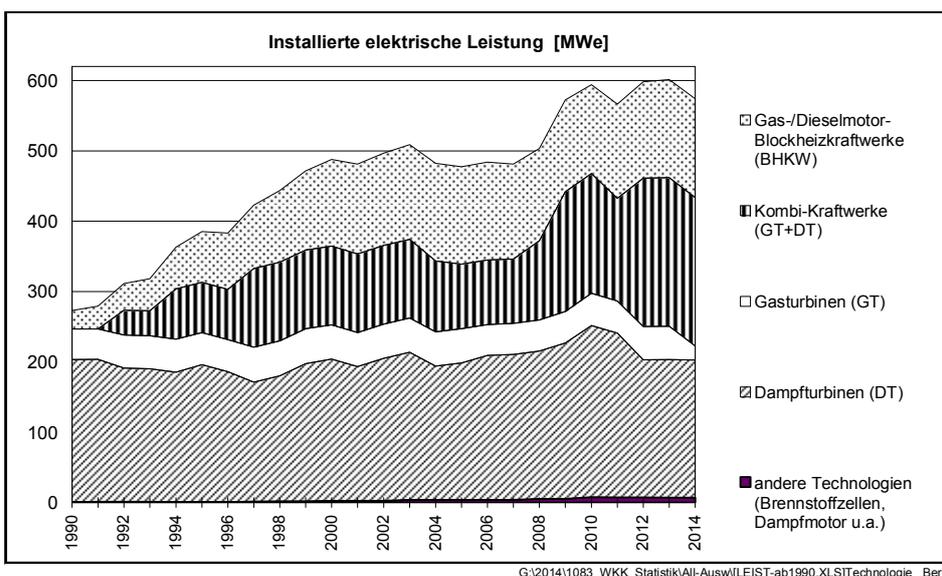


Bild 4.1c Elektrische Nennleistungen der WKK-Anlagen aufgeteilt nach Technologien
(siehe Anhang B.1b)

4.2 Energieträger 2014

In Abschnitt 3.3 wurde die gesamte thermische Stromproduktion des Jahres 2014 nach Energieträgern aufgeteilt. In Bild 4.2 findet sich die analoge Aufteilung für die Stromproduktion mit WKK-Anlagen.

Erdgas ist mit 32 % der wichtigste Energieträger. Industrieabfälle und Kehricht sind mit Anteilen von 13 und 19 % 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 17 % auf. Drei grössere Holzheizkraftwerke in Basel, Zürich und Bern haben dazu geführt, dass der Holzanteil bei der WKK-Stromproduktion inzwischen auf 17 % gestiegen ist.

Insgesamt hat der erneuerbare Anteil an der WKK-Stromproduktion mit 45 % einen neuen Höchstwert erreicht.

Der Hauptenergieträger der WKK-Anlagen ist Erdgas mit einem Anteil von 32 %.

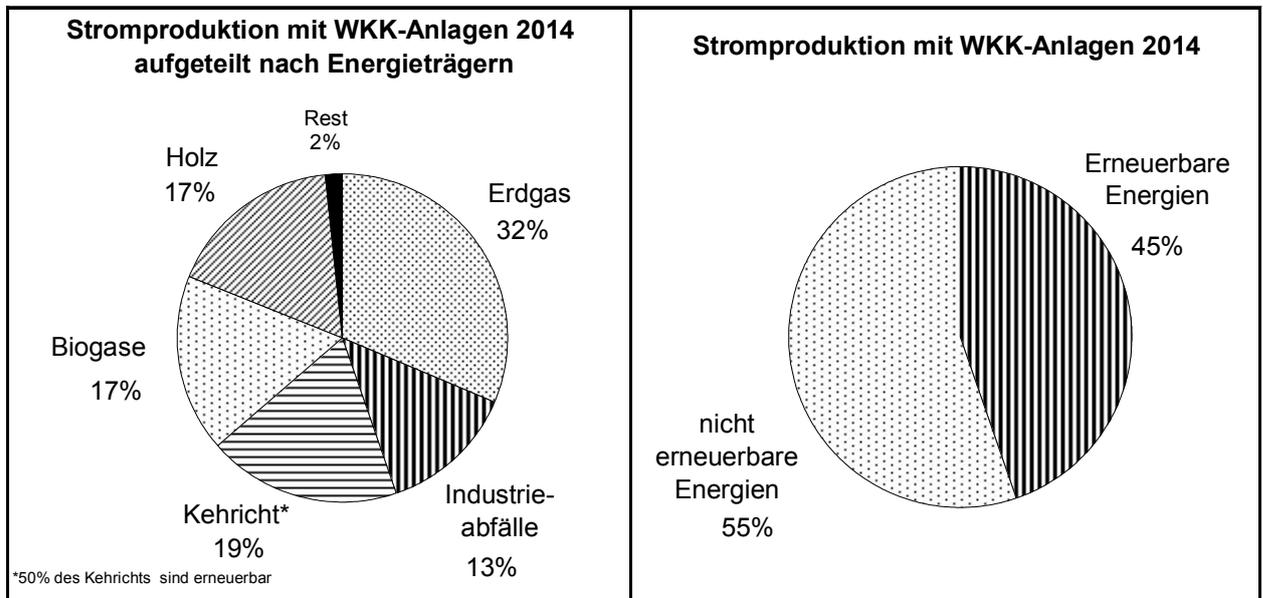


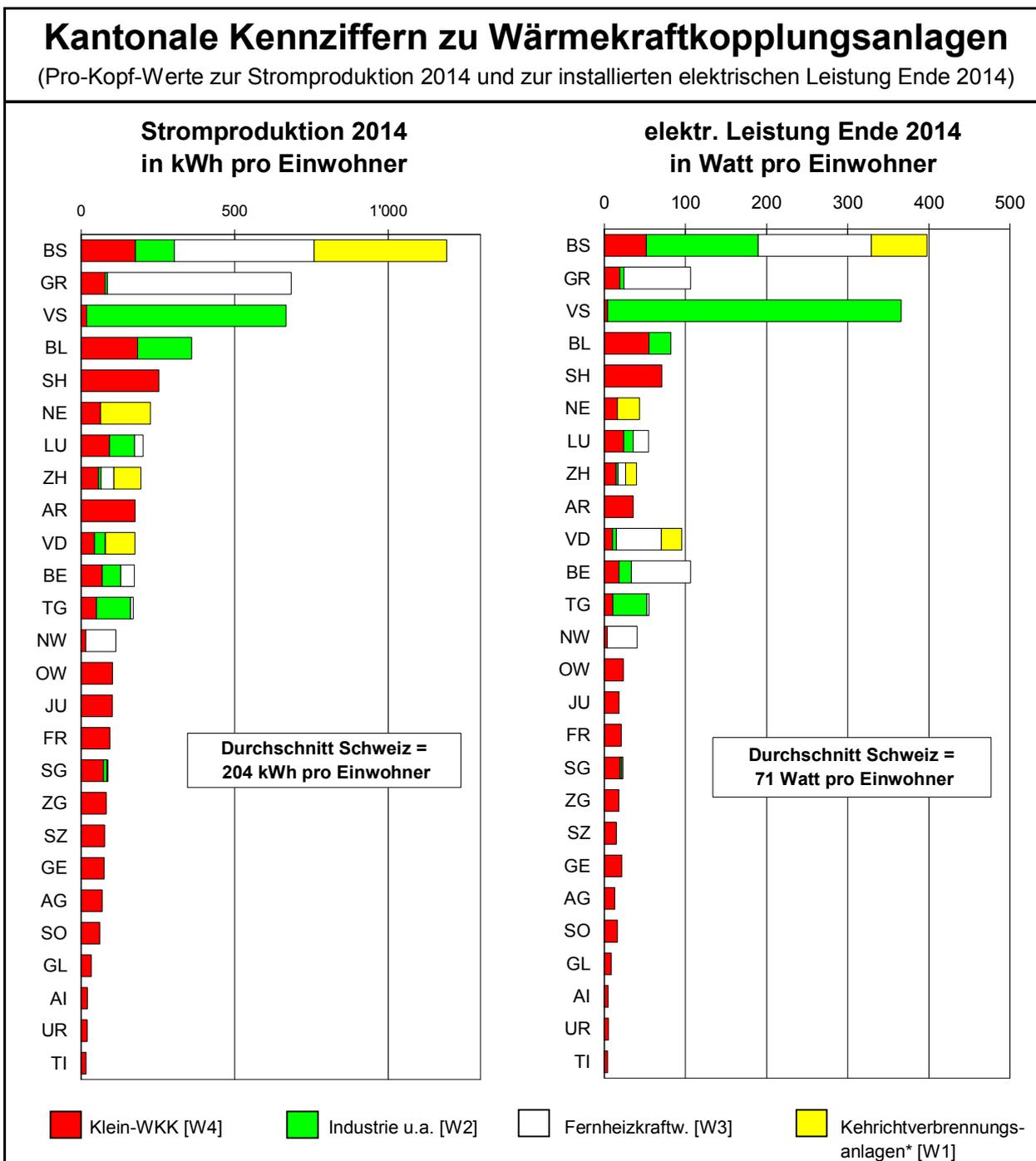
Bild 4.2 Aufteilung der WKK-Stromproduktion 2014 nach Energieträgern

(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, Graubünden und Wallis 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, Graubünden und Wallis produzieren am meisten WKK-Strom pro Kopf.



*nur KVA, welche als WKK-Anlagen definiert wurden

G:\2014\1083_WKK_Statistik\All-Ausw\KT-WKK2014.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 2014 waren 36 Gross-WKK-Anlagen in Betrieb. Dabei handelt es sich um vier Anlagen in Kehrlichtverbrennungsanlagen (Kap. 7.1, resp. Bild 2.3), 17 Anlagen im Bereich Industrie u.a. (Kap. 5.2) sowie 15 Anlagen in Fernheizkraftwerken (Kap. 5.3, Anhang A.1a).

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

| | Total | Jährlicher Zuwachs | |
|-----------------------|---------------------|--------------------|-----------------------|
| | 2014 | 2014 | Ø 2010 - 2014 |
| Anzahl Anlagen* | 36 | -2 | +0 Anl./a |
| Elektrische Leistung* | 428 MW _e | -28 | -2 MW _e /a |
| Jahresstromproduktion | 1'084 GWh | -199 | -10 GWh/a |

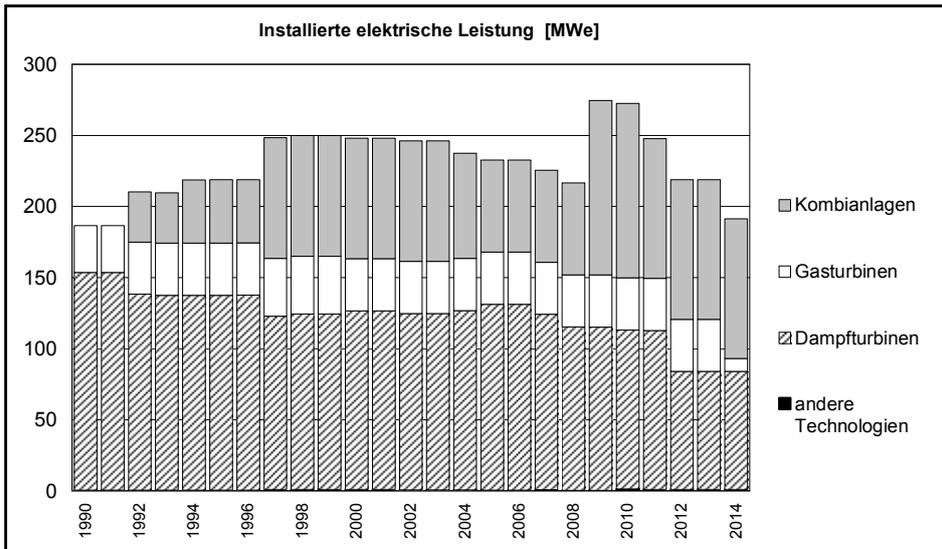
* Bestand per Jahresende

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

5.2 Industrie u.a.

Gross-WKK-Anlagen im Bereich Industrie u.a. produzierten im 2014 mit 450 GWh rund 27 % der gesamtschweizerischen WKK-Stromproduktion. Bild 5.2 zeigt die Entwicklung der elektrischen Leistung, aufgeteilt nach Technologien. Die neue GuD-Anlage in Monthey hat zu einem deutlichen Anstieg im Jahre 2009 geführt. In der Papierindustrie sind seit dem Höhepunkt Ende der 90er Jahre verschiedene Anlagen wegen Betriebschliessungen stillgelegt worden.

27 % des WKK-Stroms stammt aus Gross-WKK-Anlagen in Industriebetrieben u.a.



G:\2014\1083_WKK_Statistik\AI-Ausw\LEIST-ab1990.XLS\Technologie Ber5

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

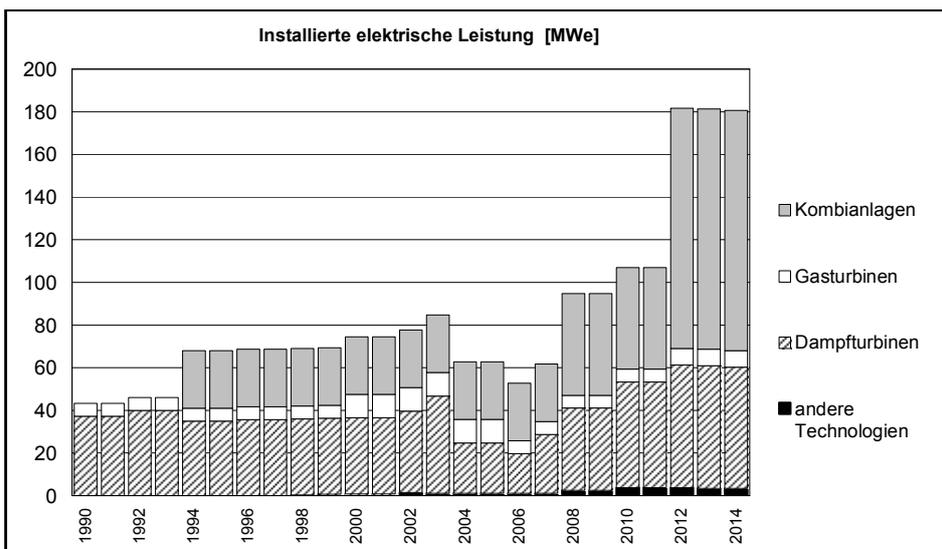
5.3 Fernheizkraftwerke u.a.

Per Ende 2014 waren der Kategorie "Fernheizkraftwerke u.a." 15 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 20 % des WKK-Stroms.



G:\2014\1083_WKK_Statistik\AI-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

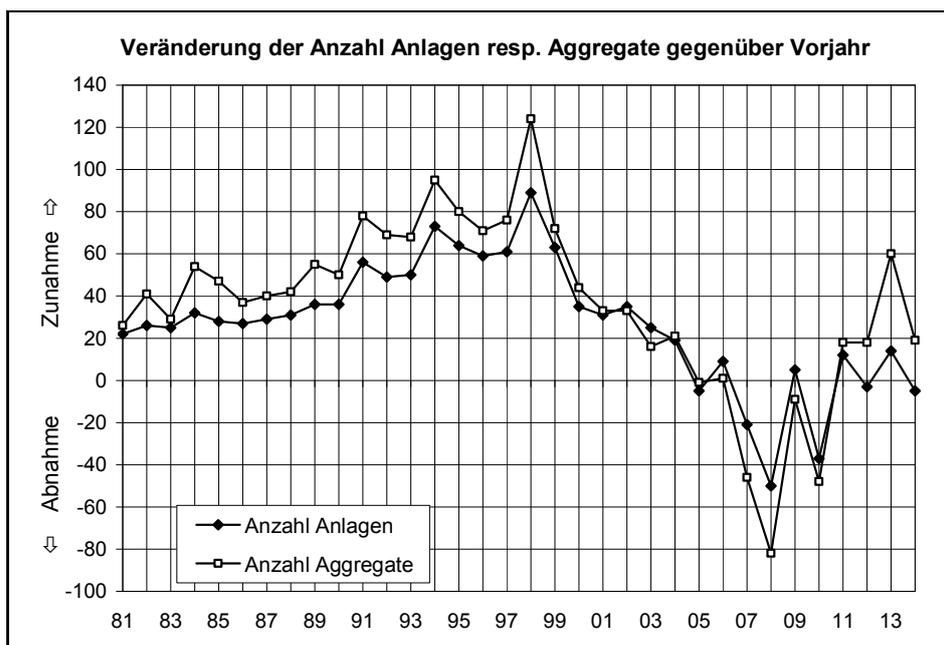
Analog zu den früher separat publizierten Ausgaben der Klein-WKK-Statistik wird im Kapitel 6.1 in der Regel nicht zwischen Klein-WKK-Anlagen mit oder ohne Stromproduktion unterschieden. In den meisten Detailauswertungen im Anhang ist aber eine klare Unterscheidung zwischen stromproduzierenden (Kat. W4, 2014: 954 Anlagen) und nicht stromproduzierenden (Kat. W5, 2014: 5 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 2014 35 % des WKK-Stroms produziert.

6.1.1 Anzahl Anlagen und Aggregate

Im Rahmen der Klein-WKK-Erhebungen wird zwischen Anlagen und Aggregaten differenziert. Eine Anlage entspricht einem Standort. In der Regel handelt es sich dabei um eine Heizzentrale, in welcher sich ein oder mehrere Klein-WKK-Aggregate befinden. Die letzteren werden häufig auch als Module bezeichnet. Im schweizerischen Mittel weist jede Anlage 1.3 Aggregate auf.

Ende 2014 waren in der Schweiz insgesamt 959 Klein-WKK-Anlagen mit 1'286 Aggregaten in Betrieb. Im Vergleich zum Spitzenjahr 2006 bedeutet dies eine Abnahme um 85 Anlagen und 70 Aggregate. Bild 6.1a zeigt, dass der Bestand seit 2011 eher wieder leicht angestiegen oder zumindest stabil geblieben ist. Im Spitzenjahr 1998 betrug der Zuwachs über 120 Aggregate.



G:\2014\1083_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 1'286 Klein-WKK-Aggregate, welche Ende 2014 in Betrieb waren, weisen zusammen eine Energie-Inputleistung von 406 MW auf (siehe Tabelle 6.1b). Die maximale elektrische Leistung dieser Klein-WKK-Anlagen beträgt 146 MW.

Die Klein-WKK-Anlagen konnten Ende 2014 zusammen 211 MW thermische Leistung zur Beheizung von Gebäuden und zur Nutzung als Prozesswärme abgeben.

| | Total Ende 2014 | Jährlicher Zuwachs | |
|-----------------------|------------------------|--------------------|--------------------------|
| | | 2014 | Ø 2010 - 2014 |
| Anzahl Anlagen | 959 | -5 | -4 Anl./a |
| Anzahl Aggregate | 1'286 | 19 | 13 Aggr./a |
| Energie-Inputleistung | 406.3 MW | -1.3 | 1.8 MW/a |
| Elektrische Leistung | 146.3 MW _e | 1.1 | 2.3 MW _e /a |
| Mechanische Leistung* | 0.0 MW | -0.1 | 0.0 MW/a |
| Heizleistung | 210.9 MW _{th} | -3.0 | -2.2 MW _{th} /a |

G:\2014\1083_WKK_Statistik\KW-Ausw\Jahr_Typ3+2_2014.xls\RES_WKK2 WKK902

* Wellenleistung von Direkt-Gebläseantrieben in Kläranlagen

Tabelle 6.1b Bestand und installierte Leistungen Ende 2014 sowie Jahreszunahmen 2014 und im Zeitraum 2010 - 2014

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

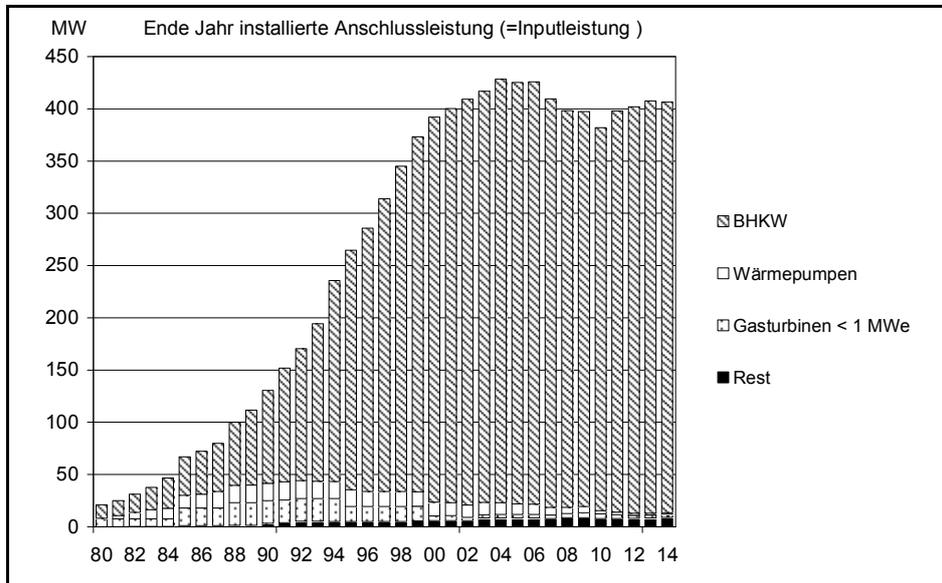


Bild 6.1c Gesamte am Jahresende installierte Energie-Inputleistung aller Klein-WKK-Anlagen aufgeteilt nach Technologien (siehe Anhang D.2c)

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. Ab 2011 nahm die Leistung wieder deutlich zu. Im 2014 stagnierte aber der Bestand bereits wieder, d.h. die neu installierten 80 Aggregate konnten nur gerade die ersetzten oder stillgelegten Aggregate kompensieren.

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.

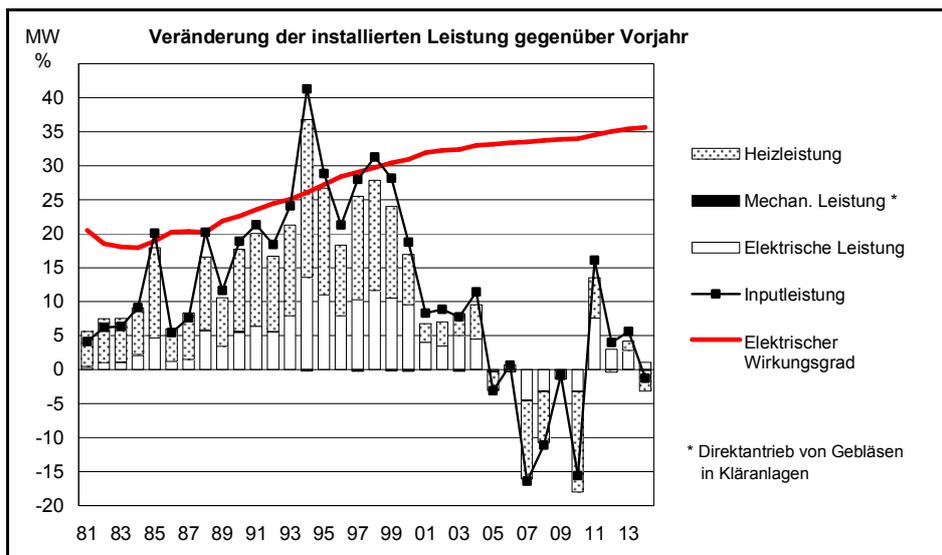


Bild 6.1d Zuwachs der am Jahresende installierten Leistungen aller Klein-WKK-Anlagen gegenüber dem Vorjahr (siehe Anhang D.2b)

Die nachstehende Tabelle 6.1e zeigt eine Auswertung des Klein-WKK-Bestandes Ende 2014 nach Leistungsklassen. Es kann daraus abgeleitet werden, dass die 820 Klein-WKK-Aggregate bis 99 kW elektrischer Nennleistung zusammen 22.5 MW (15.4 % von total 146.3 MW) aufweisen. Die 466 Klein-WKK-Aggregate ab 100 kWe weisen 123.8 MW (84.6 %) elektrische Leistung auf.

| Leistungsklasse der Aggregate | Aggregate in Betrieb | | elektrische Leistung | |
|-------------------------------|----------------------|---------------|----------------------|---------------|
| | Anzahl | % | [MWe] | % |
| < 10 kWe | 346 | 26.9% | 1.30 | 0.9% |
| 10 - 19 kWe | 101 | 7.9% | 1.57 | 1.1% |
| 20 - 49 kWe | 156 | 12.1% | 4.79 | 3.3% |
| 50 - 99 kWe | 217 | 16.9% | 14.85 | 10.1% |
| 100 - 199 kWe | 266 | 20.7% | 37.87 | 25.9% |
| 200 - 349 kWe | 104 | 8.1% | 27.67 | 18.9% |
| 350 - 499 kWe | 36 | 2.8% | 14.89 | 10.2% |
| >= 500 kWe | 53 | 4.1% | 43.36 | 29.6% |
| Gebläseantriebe | 1 | 0.1% | - | - |
| Wärmepumpen | 6 | 0.5% | - | - |
| Total | 1286 | 100.0% | 146.30 | 100.0% |

Stand per 31.12.2014

G:\2014\1083_WKK_Statistik\KW-Ausw\LeistKlass-Energie.xls\Konzentrat Ber2

Tabelle 6.1e Ende 2014 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.

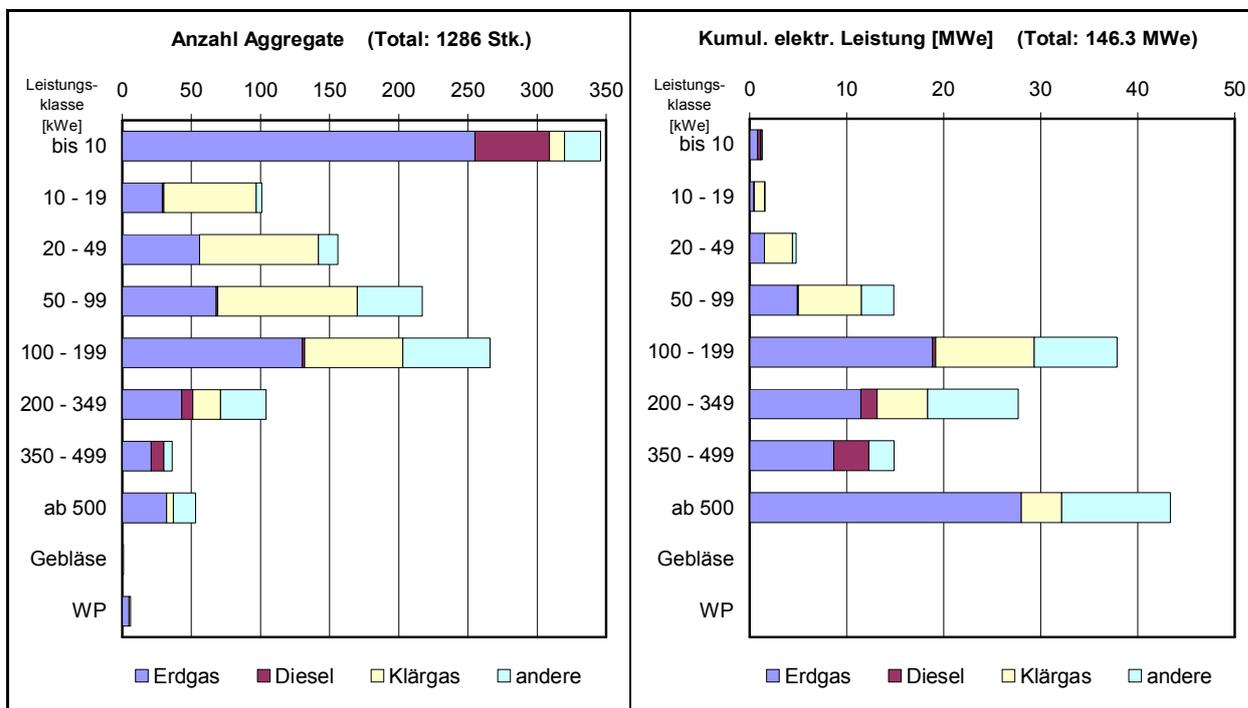


Bild 6.1f Ende 2014 in Betrieb stehende Klein-WKK-Aggregate, geordnet nach Leistungsklassen und nach Energieträgern

6.1.3 Energieverbrauch und -produktion

Sämtliche in der Schweiz betriebenen Klein-WKK-Anlagen haben im Jahr 2014 mit einem Endenergieverbrauch von 1'675 GWh rund 577 GWh hochwertige Energie in Form von Elektrizität oder mechanischer Energie erzeugt (siehe Tabelle 6.1g).

Neben der hochwertigen Energie produzierten die Klein-WKK-Anlagen 794 GWh nutzbare Wärme. Davon wurden aber nur 722 GWh effektiv zu Heizzwecken eingesetzt. Die Differenz zwischen produzierter und effektiv genutzter Wärmeenergie von 72 GWh (9 %) 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 2014 | Jährlicher Zuwachs | |
|-------------------------|-------------------------|--------------------|----------------------------|
| | | 2014 | Ø 2010 - 2014 |
| Endenergieverbrauch | 1'675.0 GWh | -9.9 | 3.1 GWh/a |
| Elektrizitätsproduktion | 576.3 GWh _e | 0.6 | 4.9 GWh _e /a |
| Mechan. Nutzenergie * | 0.5 GWh _m | -0.4 | -0.2 GWh _m /a |
| Produzierte Wärme ** | 794.1 GWh _{th} | -11.8 | -11.1 GWh _{th} /a |
| Genutzte Wärme *** | 721.8 GWh _{th} | -14.0 | -13.0 GWh _{th} /a |

G:\2014\1083_WKK_Statistik\KW-Ausw\Jahr_Typ3+2_2014.xls\RES_WKK2 WKK903

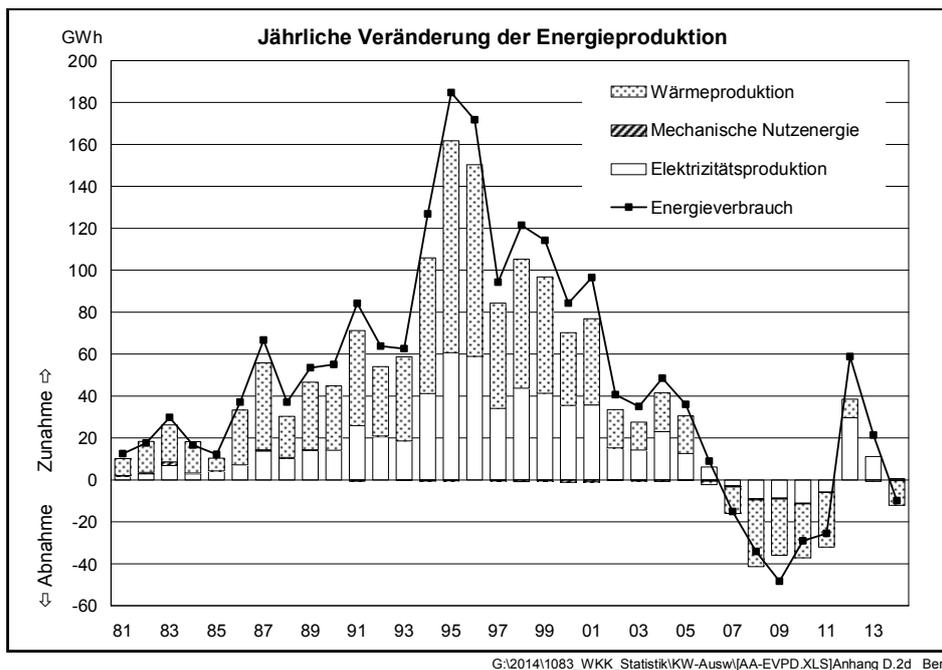
* Energie an der Welle von Direkt-Gebläseantrieben in Kläranlagen

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

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

Tabelle 6.1g Energiedaten 2014 sowie Jahreszunahmen 2014 und im Zeitraum 2010 - 2014

Bild 6.1h zeigt die jährliche Zunahme der Energieproduktion resp. des Energieverbrauchs aller Klein-WKK-Anlagen.



G:\2014\1083_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 als einziger Energieträger im Jahr 2014 einen Zuwachs erlebt hat. Diesel/Heizöl-Klein-WKK-Anlagen haben nach kurzem aber starkem Wachstum Ende der neunziger Jahre eine stark rückläufige Tendenz (siehe Bild 6.1i und Anhang D.2e). Insgesamt ist im 2014 der Anteil erneuerbarer Energieträger (Klärgas, Deponiegas, Biogas, Fett/Öl) auf 51 % angestiegen.

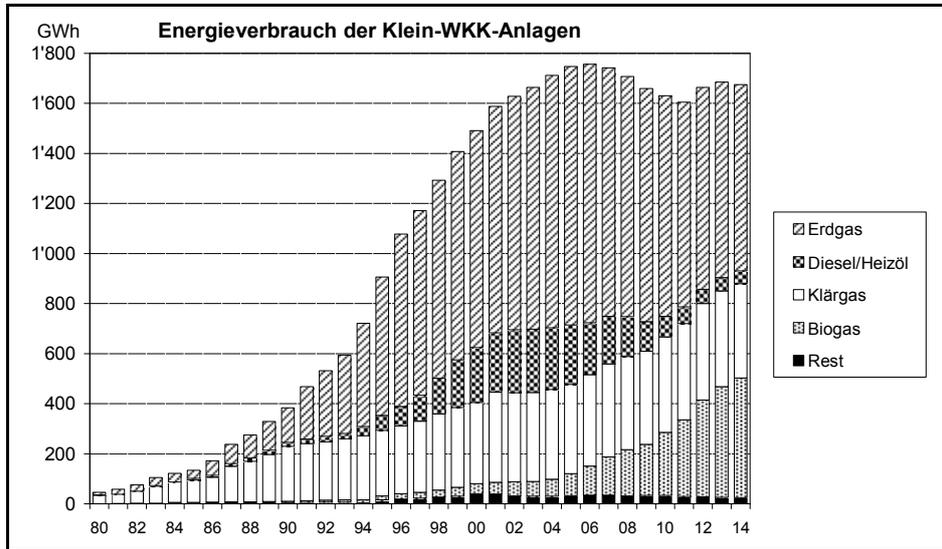


Bild 6.1i Entwicklung des Energieverbrauchs aller schweizerischer Klein-WKK-Anlagen (siehe Anhang D.2e)

6.2 Einsatzgebiete

Tabelle 6.2a zeigt die Aufteilung der Ende 2014 installierten Klein-WKK-Aggregate und deren elektrischer Nennleistung nach Anlagekategorien und Einsatzgebieten.

28 % der Klein-WKK-Aggregate resp. 20 % 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 25 % Anteil an den Neuinstallationen 2014 noch weiter verstärken wird.

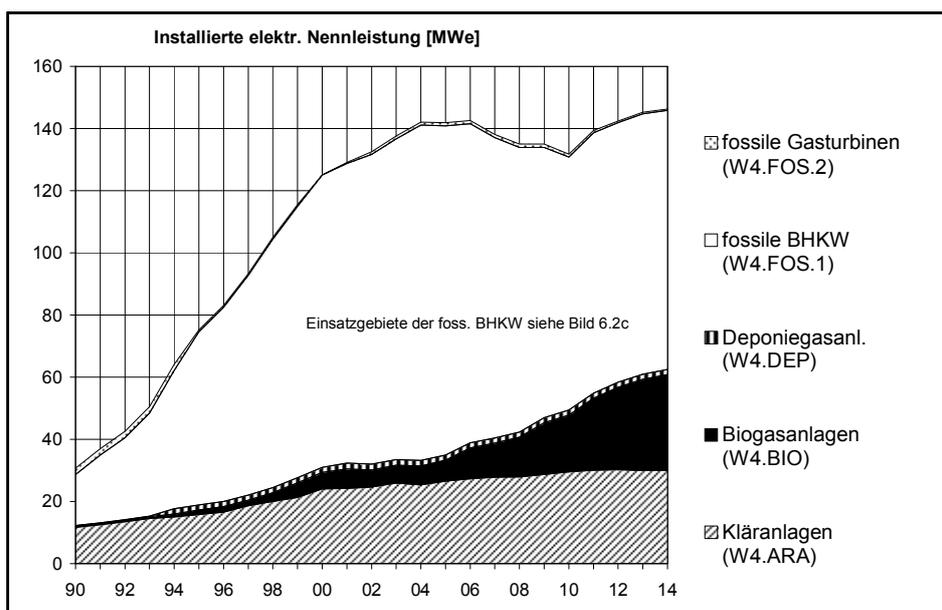
Mit rund 57 % (Anz. und el. Leist.) Anteil am Klein-WKK-Bestand Ende 2014 sind die mit fossilen Energieträgern betriebenen Blockheizkraftwerke (W4.FOS.1) noch dominierend. Bild 6.2c zeigt, dass seit Beginn der neunziger Jahre die elektrische Leistung der fossilen BHKW von 16 auf 108 MW im Jahr 2004 sehr stark zugenommen hat. Seither ist die Leistung der fossilen BHKW aber wieder auf 83 MW gesunken.

Bezogen auf die elektrische Klein-WKK-Leistung sind die Bereiche Kläranlagen (20 %), Biogas (21 %) sowie Gewerbe und Industrie (11 %) am wichtigsten. Wärmeverbundenanlagen (13 %) und Wohngebäude (8 %) sind weitere wichtige Klein-WKK-Einsatzgebiete.

| Anlagekategorie | Einsatzgebiete | Aggregate | | El. Leistung | | Veränd. 2014* | | Neuinst. 2014** | |
|-----------------|----------------------------------------|--------------|-------------|--------------|-------------|---------------|-------------|-----------------|-------------|
| | | Anz. | % | MWe | % | MWe | % | MWe | % |
| w4 | Stromproduz. Klein-WKK-Anl. | 1'281 | 100% | 146.3 | 100% | 1.06 | 100% | 8.30 | 100% |
| W4.ARA.1 | Kläranlagen mit BHKW | 357 | 28% | 29.5 | 20% | -0.10 | -9% | 3.10 | 37% |
| W4.ARA.2 | Kläranlagen mit Gasturbinen | 6 | 0% | 0.5 | 0% | 0.13 | 12% | 0.13 | 2% |
| W4.BIO.1 | Biogasanlagen Landwirtschaft | 102 | 8% | 14.6 | 10% | 1.01 | 95% | 1.07 | 13% |
| W4.BIO.2 | Biogasanlagen Gewerbe u. Industrie | 63 | 5% | 16.3 | 11% | 0.54 | 51% | 1.02 | 12% |
| W4.DEP | Deponiegas-WKK-Anlagen | 4 | 0% | 1.6 | 1% | 0.00 | 0% | 0.00 | 0% |
| W4.FOS.1 | fossile BHKW | 744 | 58% | 83.3 | 57% | -0.52 | -49% | 2.98 | 36% |
| | Haushalte Wohnen | 323 | 25% | 11.1 | 8% | 0.05 | 5% | 0.14 | 2% |
| | Industrie Gewerbe, Industrie | 78 | 6% | 15.6 | 11% | -0.72 | -67% | 0.02 | 0% |
| | Dienstleistungen Büro | 67 | 5% | 8.4 | 6% | -0.14 | -13% | 0.24 | 3% |
| | Bildung, Forschung | 79 | 6% | 8.8 | 6% | -0.41 | -39% | 0.11 | 1% |
| | Gesundheit | 71 | 6% | 9.1 | 6% | -0.40 | -37% | 0.38 | 5% |
| | Infrastruktur Versorgung*** | 59 | 5% | 18.4 | 13% | 1.21 | 113% | 1.69 | 20% |
| | andere, unbekannt | 67 | 5% | 11.8 | 8% | -0.11 | -10% | 0.40 | 5% |
| W4.FOS.2 | fossile Gasturbinen < 1 MWe | 5 | 0% | 0.5 | 0% | 0.00 | 0% | 0.00 | 0% |
| w5 | Nicht stromprod. Klein-WKK-Anl. | 5 | 0% | 0.0 | 0% | 0.0 | 0% | 0.0 | 0% |
| | Haushalte Wohnen | 0 | 0% | | | | | | |
| | Industrie Gewerbe, Industrie | 0 | 0% | | | | | | |
| | Dienstleistungen Büro | 1 | 0% | | | | | | |
| | Bildung, Forschung | 2 | 0% | | | | | | |
| | Gesundheit | 0 | 0% | | | | | | |
| | Infrastruktur Versorgung | 0 | 0% | | | | | | |
| | andere, unbekannt | 2 | 0% | | | | | | |
| w4+w5 | Total alle Klein-WKK-Anlagen | 1'286 | 100% | 146.3 | 100% | 1.1 | 100% | 8.3 | 100% |

G:\2014\1083_WKK_StatistikKW-Ausw[Einsge2014.xls]Anhang D.2f Ber1

Tabelle 6.2a Anzahl Klein-WKK-Aggregate und elektrische Nennleistungen nach Anlagekategorien und Einsatzgebieten per 31.12.2014



G:\2014\1083_WKK_StatistikKW-Ausw[Einsge2014.xls]Anhang D.2f Ber2

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

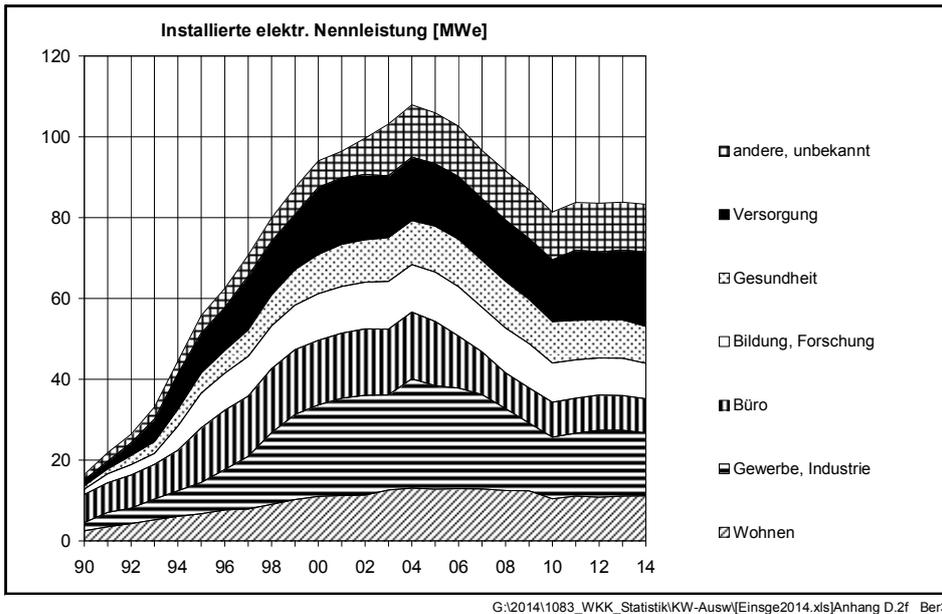


Bild 6.2c Entwicklung der elektr. Nennleistungen fossiler BHKW nach Einsatzgebieten

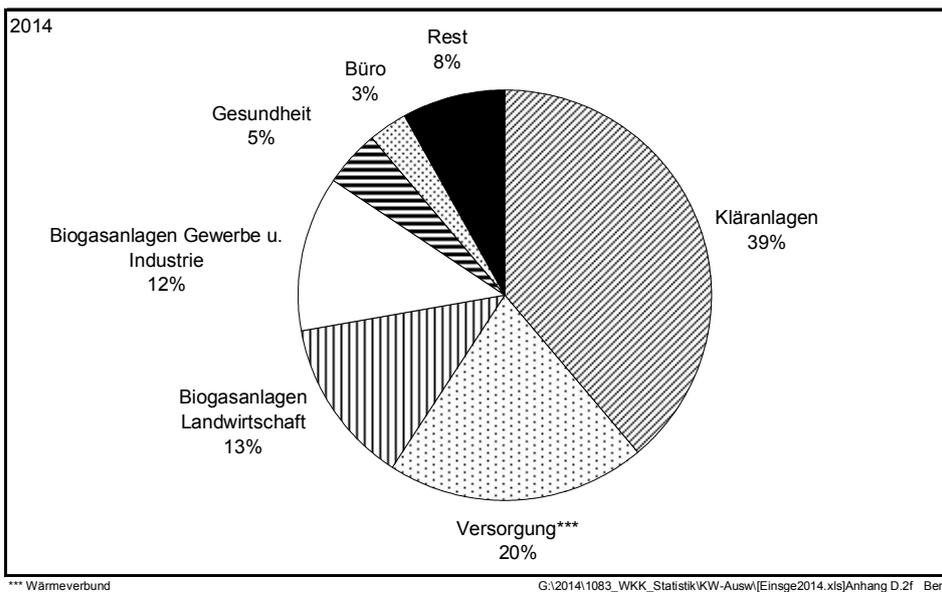


Bild 6.2d Neuinstallierte Klein-WKK-Leistung nach Einsatzgebieten (Jahr 2014)

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.

61 % der in Kläranlagen installierten BHKW-Leistung war Ende 2014 mit Magermotoren ausgerüstet. In Bild 6.3b ist gut ersichtlich, dass bei den ab 1993 installierten BHKW in Kläranlagen fast ausschliesslich Magermotoren eingesetzt wurden. Zunehmend wurden die Magermotoren

Magermotoren im Kläranlagen-Bereich sowie Dreiwege- und SCR-Katalysatoren bei den restlichen Klein-WKK-Anlagen sind die häufigsten Verfahren zur Schadstoffreduktion.

noch durch einen Oxi-Katalysator ergänzt. Diese Anlagen werden unter „andere“ ausgewiesen.

Bei fossilen BHKW sind weiterhin Anlagen mit geregelterm Dreiweg-Katalysator am häufigsten (44 % Ende 2014). Ab 1993 haben Anlagen, mit selektivem katalytischem Reduktionsverfahren (SCR) deutlich zugenommen. Ende 2014 betrug der leistungsmässige Anteil dieser Anlagen 20 %. Beim SCR-Verfahren werden die Stickoxide (NO_x) im Abgas nach dem Motor mit zugeführtem Harnstoff zu molekularem Stickstoff (N₂) und Wasserdampf umgesetzt (Reduktion um bis zu 95 %).

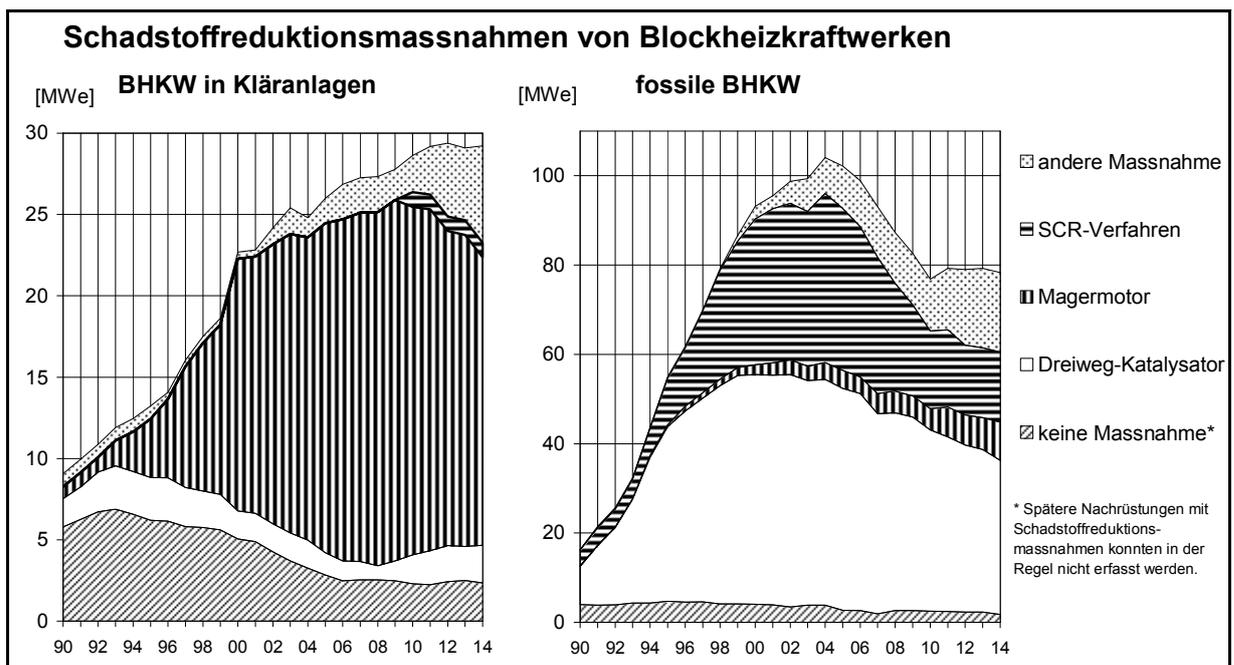
| Anlagekategorie | Schadstoffreduktionsmassnahme | Aggregate | | El. Leistung | |
|------------------|--------------------------------|------------|-------------|--------------|-------------|
| | | Anz. | % | MWe | % |
| W4.ARA.1a | BHKW in Kläranlagen | 355 | 100% | 29.2 | 100% |
| | keine Massnahme* | 51 | 14% | 2.4 | 8% |
| | geregelter Dreiweg-Katalysator | 16 | 5% | 2.3 | 8% |
| | Magermotor | 226 | 64% | 17.7 | 61% |
| | SCR-Verfahren | 1 | 0% | 0.9 | 3% |
| | andere** | 61 | 17% | 5.9 | 20% |
| W5.FOS.1a | fossile BHKW | 623 | 100% | 78.3 | 100% |
| | keine Massnahme* | 18 | 3% | 1.7 | 2% |
| | geregelter Dreiweg-Katalysator | 280 | 45% | 34.5 | 44% |
| | Magermotor | 93 | 15% | 8.6 | 11% |
| | SCR-Verfahren | 37 | 6% | 15.7 | 20% |
| | andere** | 195 | 31% | 17.8 | 23% |

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

** z.B. Oxi-Katalysator zu Magermotor

G:\2014\1083_WKK_StatistikKW-Ausw[Schadr2014.xls]Auswert Ber1

Tabelle 6.3a Übersicht über die Schadstoffreduktionsmassnahmen von Blockheizkraftwerken Ende 2014



G:\2014\1083_WKK_StatistikKW-Ausw[Schadr2014.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 2014 rund 8.3 MWe.

6.4.1 Lieferanten

Die Tabellen 6.4a und 6.4b geben einen Überblick über die Lieferanten der 2009 bis 2014 in der Schweiz in Betrieb genommenen Klein-WKK-Aggregate für den stationären Betrieb. Nicht enthalten sind Notstromanlagen. Im Jahre 2014 dienten 23 % der neu installierten Aggregate als Ersatz innerhalb der gleichen Anlage. Bezüglich elektrischer Leistung betrug der Ersatzanteil 2014 ebenfalls rund 23 %.

| Lieferant (nur mit Erlaubnis namentlich erwähnt) | Anzahl in Betrieb genommene Aggregate | | | | | | | | |
|-----------------------------------------------------|---------------------------------------|-----------|-----------|------------|------------|-----------|------|-----------------|-----|
| | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2014 | Total 2009-2014 | |
| 42technology AG, Aarwangen | 1 | 2 | 1 | 3 | 1 | 0 | 0% | 8 | 2% |
| Acrona Systems Ltd (ehem. Verdesis), Aarau | 7 | 13 | 1 | 4 | 5 | 3 | 4% | 33 | 7% |
| Avesco AG, Langenthal | 15 | 12 | 21 | 23 | 15 | 15 | 19% | 101 | 20% |
| BES BHKW Energie-Service AG, Wittenbach | 16 | 9 | 12 | 11 | 14 | 14 | 18% | 76 | 15% |
| CoGen sàrl, Le Mont-Pèlerin | 7 | 3 | 6 | 12 | 13 | 3 | 4% | 44 | 9% |
| Hexis AG, Winterthur | 1 | 0 | 2 | 0 | 0 | 8 | 10% | 11 | 2% |
| IWK Integrierte Wärme und Kraft AG, Sarnen | 17 | 13 | 19 | 12 | 10 | 7 | 9% | 78 | 16% |
| Vaillant GmbH, Dietikon | 0 | 5 | 0 | 0 | 2 | 2 | 3% | 9 | 2% |
| Viessmann (Schweiz) AG, Spreitenbach | 0 | 0 | 0 | 34 | 46 | 27 | 34% | 107 | 22% |
| andere Lieferanten | 8 | 9 | 6 | 1 | 5 | 1 | 1% | 30 | 6% |
| TOTAL | 72 | 66 | 68 | 100 | 111 | 80 | | 497 | |
| Anteil der Aggregate, welche ältere ersetzen* | 43% | 50% | 41% | 27% | 20% | 23% | | 32% | |

* Ersatz für stillgelegte Aggregate innerhalb der gleichen Anlage

G:\2014\1083_WKK_Statistik\KW-Ausw[Lieferanten.xls]Auswert Ber1

Tabelle 6.4a In Betrieb genommene Motoren und Brennstoffzellen 2009 bis 2014

(Kat. T3, W4, W5)

6.4.2 Technologien und Leistungen

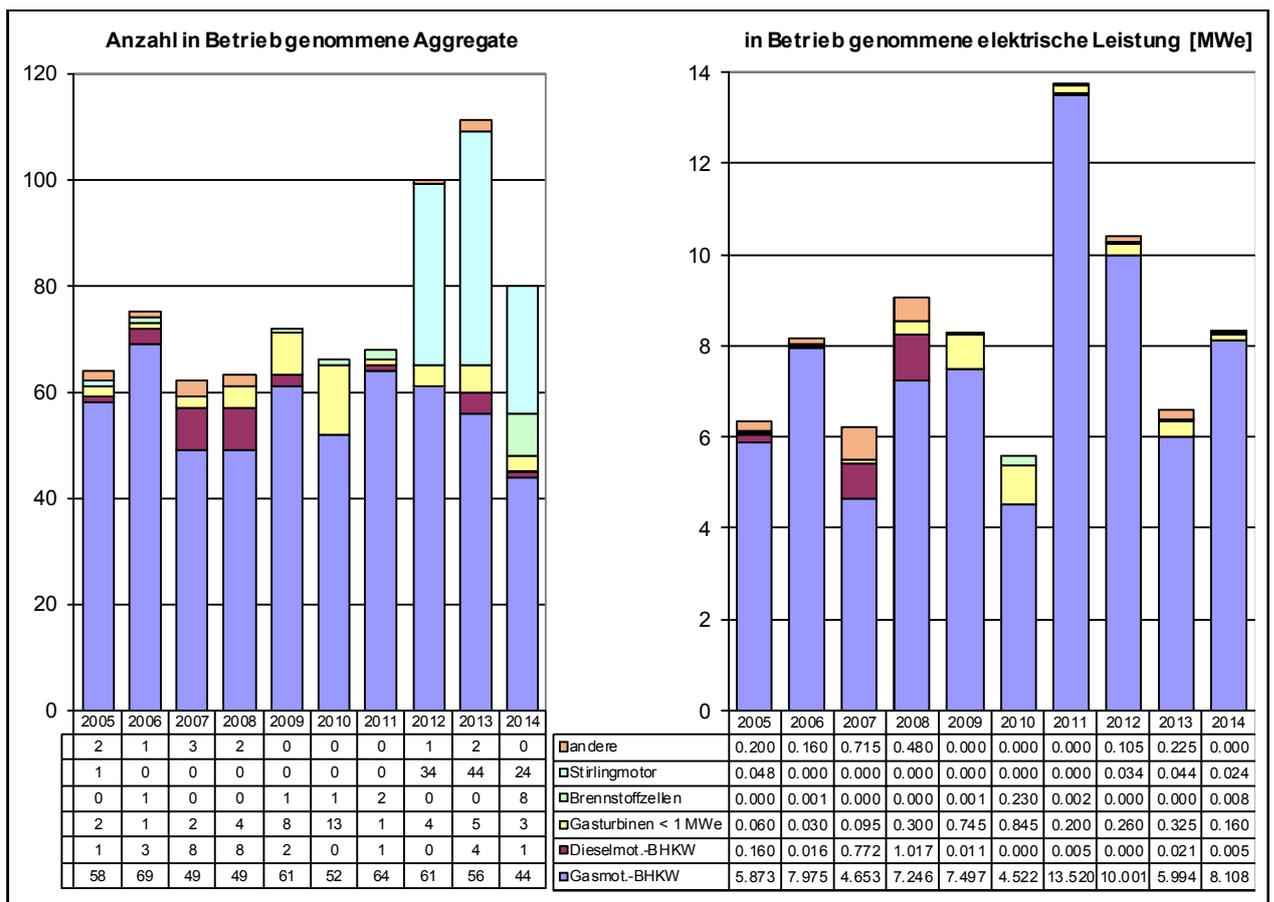
Die während den letzten zehn Jahren in Betrieb genommenen Klein-WKK-Technologien sind in Bild 6.4c dargestellt. Darin wird unterschieden zwischen den Gas- und Dieselmotor-BHKW, Klein-Gasturbinen, Brennstoffzellen, Stirlingmotoren sowie den restlichen Technologien (Zündstrahlmotoren u.a.). Wie bereits in den letzten Jahren wurden kaum neue Dieselmotor-BHKW installiert. Es konnten rückwirkend einige weitere Kleinanlagen erfasst werden. Im Berichtsjahr wurde schweizweit eine Leistung von 8.3 MWe neu installiert. Dies ist rund 11% tiefer als der Mittelwert der neu in Betrieb genommenen Leistung seit 1990.

| Lieferant (nur mit Erlaubnis namentlich erwähnt) | Installierte elektrische Leistung [MW] | | | | | | | | Total 2009-2014 | |
|-----------------------------------------------------|----------------------------------------|--------------|---------------|---------------|--------------|--------------|------|---------------|-----------------|--|
| | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2014 | | | |
| 42technology AG, Aarwangen | 0.021 | 0.042 | 0.195 | 0.057 | 0.020 | 0.000 | 0% | 0.335 | 1% | |
| Acrona Systems Ltd (ehem. Verdesis), Aarau | 0.640 | 0.845 | 0.200 | 0.260 | 0.325 | 0.160 | 2% | 2.430 | 5% | |
| Avesco AG, Langenthal | 2.167 | 1.735 | 3.022 | 4.483 | 1.477 | 3.155 | 38% | 16.039 | 30% | |
| BES BHKW Energie-Service AG, Wittenbach | 0.457 | 0.301 | 0.338 | 0.449 | 0.379 | 0.417 | 5% | 2.341 | 4% | |
| CoGen sàrl, Le Mont-Pèlerin | 0.038 | 0.045 | 0.052 | 0.090 | 0.093 | 0.031 | 0% | 0.349 | 1% | |
| Hexis AG, Winterthur | 0.001 | 0.000 | 0.002 | 0.000 | 0.000 | 0.008 | 0% | 0.011 | 0% | |
| IWK Integrierte Wärme und Kraft AG, Samen | 4.702 | 2.159 | 9.560 | 4.922 | 2.589 | 4.148 | 50% | 28.080 | 53% | |
| Vaillant GmbH, Dietikon | 0.000 | 0.024 | 0.000 | 0.000 | 0.002 | 0.002 | 0% | 0.028 | 0% | |
| Viessmann (Schweiz) AG, Spreitenbach | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.034 | 0.144 | 0.134 | 2% | 0.312 | 1% | |
| andere Lieferanten | 0.228 | 0.446 | 0.358 | 0.105 | 1.580 | 0.250 | 3% | 2.967 | 6% | |
| TOTAL | 8.254 | 5.597 | 13.727 | 10.400 | 6.609 | 8.305 | | 52.891 | | |
| Anteil der ersetzten elektrischen Leistung* | 32% | 37% | 20% | 22% | 28% | 23% | | 26% | | |

*Ersatz für stillgelegte Aggregate innerhalb der gleichen Anlage

G:\2014\1083_WKK_Statistik\KW-Ausw(Lieferanten.xls)\Auswert_Ber3

Tabelle 6.4b Elektrische Nennleistung der 2009 bis 2014 in Betrieb genommenen Motoren und Brennstoffzellen (Kat. T3, W4, W5)



G:\2014\1083_WKK_Statistik\KW-Ausw([Inbetriebnahmen.xls])\Ausw-n-Tech_n Ber3

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

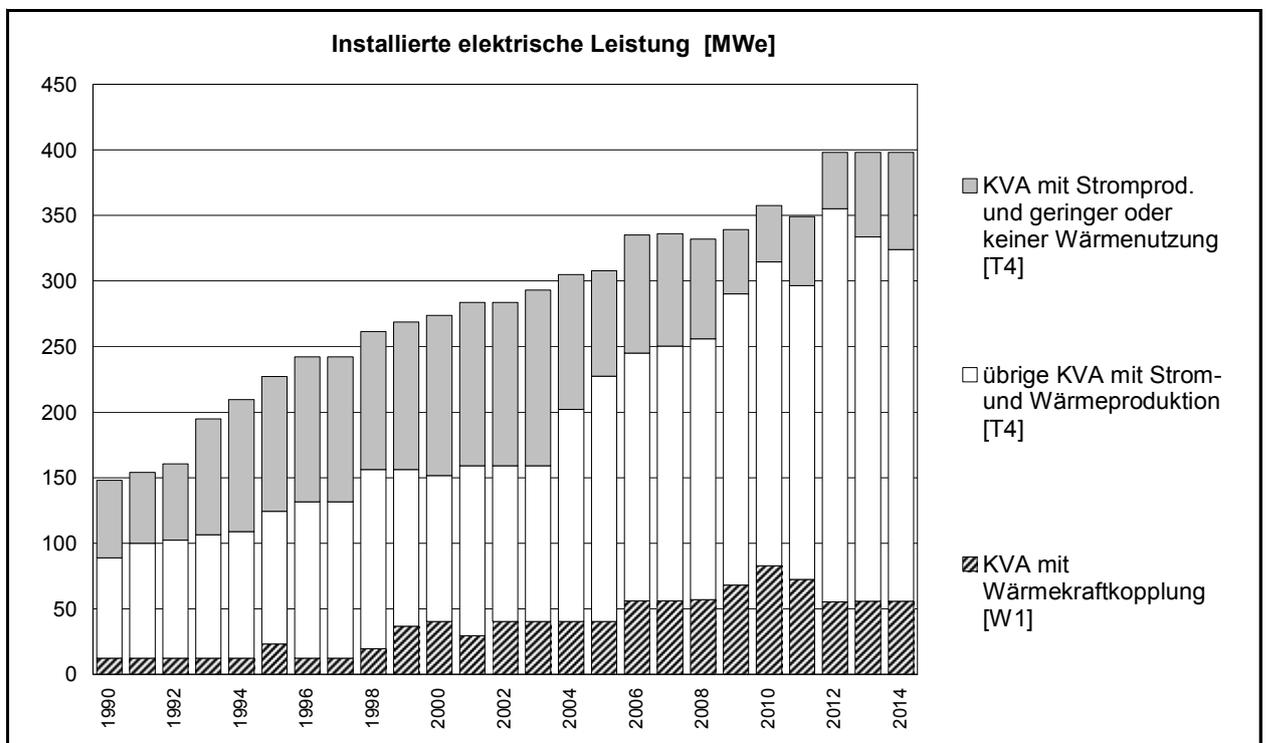
7. Spezialauswertungen therm. Stromproduktion

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 2014 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 2014 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 30 schweizerischen Kehrichtverbrennungsanlagen werden beachtliche Energiemengen genutzt (2014: 2'200 GWh Strom und 3'436 GWh Wärme).



G:\2014\1083_WKK_Statistik\All-Ausw\LEIST-ab1990.XLS\KVA-Betriebsarten (E.1a) Ber42

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

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

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

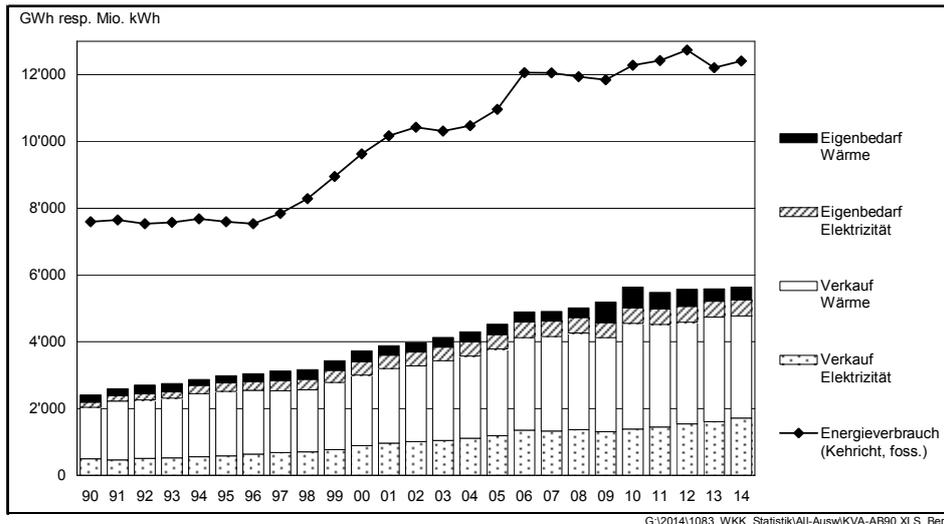


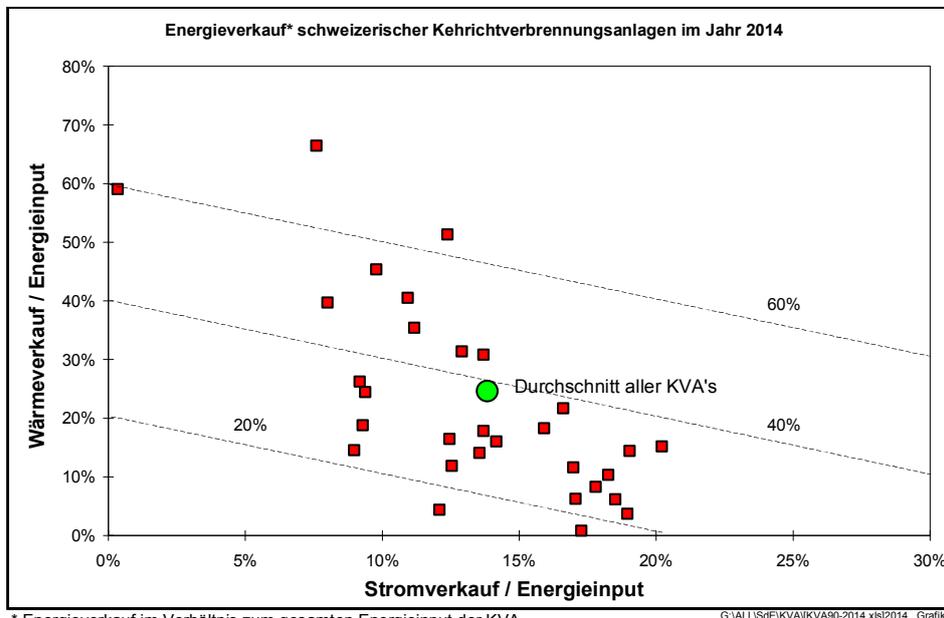
Bild 7.1b Energieverbrauch sowie Eigenbedarf resp. Verkauf von selbstproduzierter Elektrizität und Wärme aller KVA in der Schweiz seit 1990

| | 1990 | 2000 | 2005 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 |
|---------------------------------------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Install. elektr. Nennleistung (1) MWe | 148.0 | 273.8 | 307.9 | 357.5 | 349.0 | 398.1 | 398.1 | 398.1 |
| Endenergieverbrauch Total (2) GWh | 7'596 | 9'631 | 10'963 | 12'285 | 12'425 | 12'737 | 12'211 | 12'411 |
| - davon Kehricht GWh | 7'496 | 9'444 | 10'800 | 12'111 | 12'285 | 12'595 | 12'164 | 12'389 |
| - davon fossile Energien GWh | 100 | 178 | 152 | 160 | 120 | 134 | 40 | 22 |
| Elektrizitätsproduktion (3) GWh | 644 | 1'284 | 1'620 | 1'849 | 1'918 | 2'021 | 2'083 | 2'200 |
| - davon Anteil Eigenbedarf % | 23% | 31% | 27% | 25% | 24% | 24% | 23% | 22% |
| Genutzte Wärmeproduktion (4) GWh | 1'765 | 2'440 | 2'903 | 3'788 | 3'557 | 3'551 | 3'505 | 3'436 |
| - davon Anteil Eigenbedarf % | 12% | 13% | 10% | 16% | 14% | 14% | 11% | 11% |
| Jahresnutzungsgrad $[(3+4)/2]$ | 32% | 39% | 41% | 46% | 44% | 44% | 46% | 45% |
| Vollbetriebsstd. Stromprod. $[=3/1]$ | 4'350 | 4'690 | 5'260 | 5'170 | 5'500 | 5'080 | 5'230 | 5'530 |

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

Im Jahr 2014 wurde 22 % der Stromproduktion von 2'200 GWh zur Deckung des Eigenbedarfs der KVA verwendet. Von der gesamthaft genutzten Wärmeproduktion von 3'436 GWh dienten rund 11 % für die Deckung des Wärmebedarfs der KVA. Die restlichen 89 %, d.h. 3'055 GWh Wärmeenergie, haben die KVA im Jahre 2014 an Dritte verkauft. Anfangs der neunziger Jahre wurden nur 32 % der in KVA verbrannten Energie (Kehricht und fossile Energien) zur Stromproduktion resp. für Heiz- oder Prozesswärmebedarfsdeckung genutzt. Dank Sanierungen und Ausbau des Wärmeverkaufs an Dritte konnte der Jahresnut-

zungsgrad inzwischen auf 45 % gesteigert werden (siehe Tabelle 7.1c). Bild 7.1d zeigt die Energieanteile, welche sämtliche KVA im Jahre 2014 in Form von Wärme oder Elektrizität an Dritte verkauft haben. Der Durchschnitt für alle KVA liegt bei 24.6 % Wärme- und 13.8 % Stromverkauf.



* Energieverkauf im Verhältnis zum gesamten Energieinput der KVA

G:\ALL\SEIKVA\KVA90-2014.xls\2014 Grafik2

Bild 7.1d Energieverkaufs-Benchmark schweizerischer KVA (Jahr 2014)

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 7 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 2014 wurde in 6 schweizerischen Abfalldeponien Deponiegas energetisch genutzt. In einem Fall wurde dieses Gas ausschliesslich in Heizkesseln zur Wärmeproduktion genutzt (siehe Anhang E.2d). Bei den andern 5 Deponien wurde das anfallende Gas in erster Linie zur Stromproduktion genutzt. Im Bild 7.2a ist die Entwicklung der installierten elektrischen Leistung dieser Deponiegasmotoren dargestellt. Diese hat im Jahr 2014 leicht auf 2 MWe abgenommen.

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

2014 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).

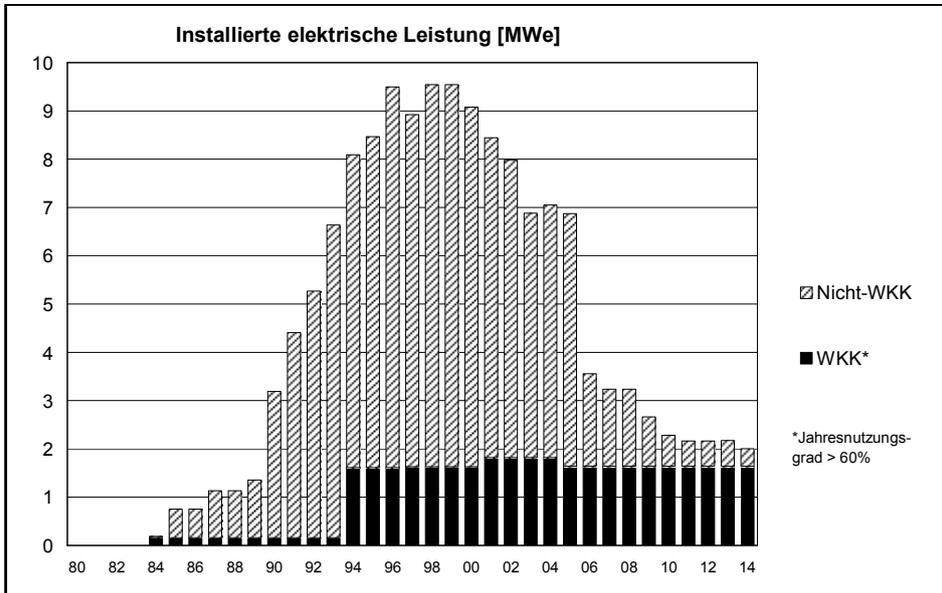


Bild 7.2a Installierte elektrische Leistung sämtlicher mit Deponiegas betriebenen Motoren (siehe Anhang E.2a)

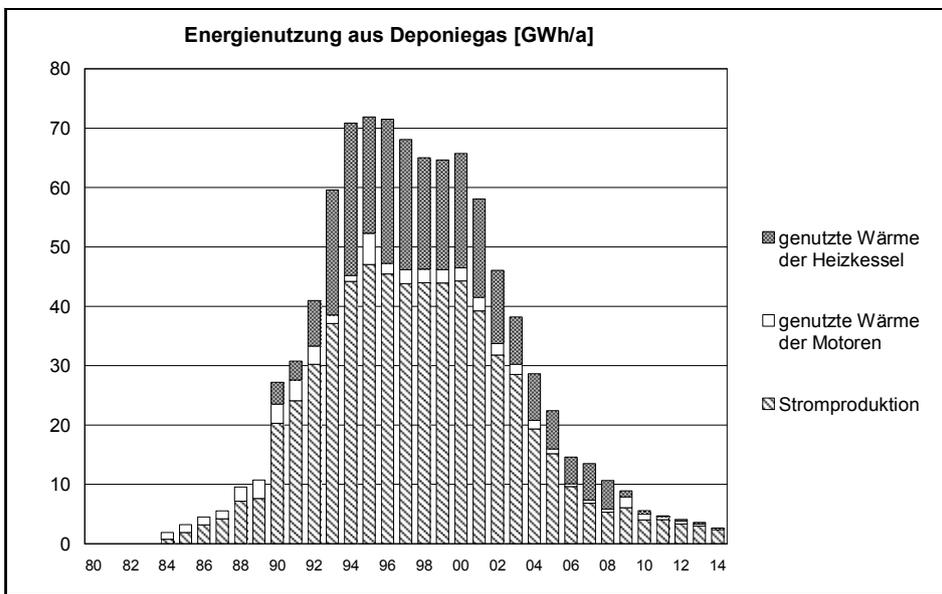


Bild 7.2b Gesamte Wärmenutzung und Stromproduktion mit Deponiegas in der Schweiz (siehe Anhang E.2a)

| | |
|----------------------------------------------------------------------------|-----------|
| Anhang | 44 |
| A. Thermische Stromerzeugung | 45 |
| A.1 Zeitreihen 1990 - 2014 | 45 |
| A.2 Energieträgersplit 2014 | 45 |
| A.3 Bruttoenergieverbrauch der Anlagen mit thermischem Stromverbrauch 2014 | 45 |
| A.4 Bruttoenergieverbrauch für die thermische Stromproduktion 2014 | 45 |
| B. Wärmekraftkopplung (WKK) | 52 |
| B.1 Zeitreihen elektrische Leistungen 1990 - 2014 | 52 |
| B.2 Kantonale Verteilung | 52 |
| C. Gross-WKK-Anlagen | 56 |
| D. Klein-WKK-Anlagen | 59 |
| D.1 Jahresstatistiken 2014 | 59 |
| D.2 Zeitreihen 1980 - 2014 | 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 - 2014

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 2014

Anhang A.2 (S. 49)

Aufteilung der thermischen Stromproduktion des Jahres 2014 nach Energieträgern

A.3 Bruttoenergieverbrauch der Anlagen mit thermischem Stromverbrauch 2014

Anhang A.3 (S. 50)

Gesamter Bruttoenergieverbrauch des Jahres 2014 der Anlagen mit thermischer Stromproduktion (für Strom- und Wärmeproduktion)

A.4 Bruttoenergieverbrauch für die thermische Stromproduktion 2014

Anhang A.4 (S. 51)

Bruttoenergieverbrauch des Jahres 2014 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 | 2014 | |
| 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 | 20 | ganz grobe Schätzung | |
| | | T2 Vouvry (öltherm. Kraftwerk) | 1 | 0 | 0 | 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 | 4 | 3 | |
| | | T4 KVA ohne WKK | 21 | 24 | 25 | 24 | 24 | 25 | 25 | 25 | 25 | 24 | 24 | 24 | 24 | 26 | 26 | 26 | 26 | nur KVA's mit Stromproduktion |
| | Wärmekraftkopplung (Kap. 4) | Gross-WKK (Kap. 5) | W1 KVA mit WKK | 1 | 3 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 4 | 4 | 5 | 5 | 6 | 6 | 4 | 4 | 4 | |
| | | | W2 Gross-WKK in Industrie u.a. | 21 | 23 | 23 | 22 | 22 | 22 | 21 | 21 | 21 | 20 | 21 | 22 | 20 | 18 | 18 | 17 | |
| | | | W3 Fernheizkraftwerke u.a. | 4 | 8 | 8 | 10 | 10 | 9 | 9 | 8 | 9 | 11 | 11 | 14 | 14 | 17 | 16 | 15 | |
| | | Klein-WKK (Kap. 6) | W4 stromprod. Klein-WKK | 275 | 883 | 915 | 952 | 978 | 1'001 | 999 | 1'009 | 993 | 949 | 956 | 927 | 942 | 941 | 957 | 954 | |
| | | | W4.ARA.1 Kläranlagen mit BHKW | 153 | 276 | 281 | 283 | 285 | 280 | 278 | 279 | 280 | 275 | 279 | 276 | 279 | 280 | 282 | 283 | |
| | | | W4.ARA.2 Kläranlagen mit Gasturbinen | 2 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 4 |
| W4.BIO.1 Biogasanlagen Landwirtschaft | 25 | | 31 | 34 | 34 | 34 | 39 | 44 | 54 | 55 | 55 | 59 | 57 | 67 | 75 | 81 | 84 | | | |
| W4.BIO.2 Biogasanlagen Gewerbe u. Industrie | 0 | | 18 | 20 | 20 | 20 | 19 | 20 | 24 | 25 | 26 | 31 | 34 | 36 | 38 | 39 | 39 | 1 Anl. von 2002-08 mit Erdgas betr. | | |
| W4.DEP Deponiegas-WKK-Anlagen | 2 | | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 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 | 582 | 574 | 548 | 551 | 541 | 547 | 538 | 538 | 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 | 5 | 5 | | | |
| | W5 nicht stromprod. Klein-WKK | 56 | 47 | 46 | 44 | 43 | 39 | 36 | 35 | 30 | 24 | 22 | 14 | 11 | 9 | 7 | 5 | | | |
| Total | Anz. therm. Stromproduzenten | 347 | 970 | 1'002 | 1'038 | 1'065 | 1'087 | 1'084 | 1'094 | 1'079 | 1'034 | 1'042 | 1'018 | 1'030 | 1'030 | 1'045 | 1'039 | (Total exkl. Kat. W5) | | |
| Subtotal | W1-W4 Wärmekraftkopplung (WKK) | 301 | 917 | 948 | 987 | 1'013 | 1'035 | 1'032 | 1'042 | 1'027 | 985 | 993 | 969 | 982 | 980 | 995 | 990 | | | |
| Subtotal | W1-W3 Gross-WKK | 26 | 34 | 33 | 35 | 35 | 34 | 33 | 33 | 34 | 36 | 37 | 42 | 40 | 39 | 38 | 36 | | | |
| Subtotal | W4+W5 Klein-WKK | 331 | 930 | 961 | 996 | 1'021 | 1'040 | 1'035 | 1'044 | 1'023 | 973 | 978 | 941 | 953 | 950 | 964 | 959 | | | |
| Anteil | W1-W4 Wärmekraftkopplung (WKK) | 87% | 95% | 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% | 3% | 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% | 92% | Anteil am Total der therm. Produz. | | |

Stand: 31.08.2015

G:\2014\1083_WKK_Statistik\All-Ausw\Anhang-A1.xls\Bericht1 Ber1

Elektrische Nennleistungen ab 1990

| Anlagekategorien | | Elektrische Nennleistungen [MWe] | | | | | | | | | | | | | | | | Kommentare | | |
|-------------------------------------|---------------------------------------------|---------------------------------------------|--------------------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------------------------------|------------------------------------|--|
| | | 1990 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | | | |
| 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 | 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 | 0.4 | | |
| | | 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 | 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 | 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 | 191.3 | |
| | | | 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 | 180.7 | |
| | | 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 | 142.4 | 145.2 | 146.3 | |
| | | | 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 | 29.9 | 29.6 | 29.5 | |
| | | | W4.ARA.2 Kläranlagen mit Gasturbinen | xxx | 0.4 | 0.4 | 0.4 | 0.4 | 0.4 | 0.5 | |
| Klein-WKK (Kap. 6) | 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 | 14.6 | | | |
| | 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 | 16.3 | 1 Anl. von 2002-08 mit Erdgas betr. | | |
| | W4.DEP Deponiegas-WKK-Anlagen | xxx | xxx | xxx | xxx | xxx | xxx | xxx | xxx | xxx | xxx | xxx | xxx | xxx | xxx | 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 | 91.6 | 86.9 | 81.4 | 83.8 | 83.5 | 83.8 | 83.3 | Feingliederung siehe Kap. 6.2 | | |
| Klein-WKK (Kap. 6) | 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 | 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 | 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 | 855.1 | 919.4 | 944.4 | 918.6 | 1'017 | 1'019 | 992 | | |
| 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 | 572.5 | 594.2 | 566.6 | 598.3 | 601.3 | 574.1 | | |
| 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 | 427.8 | | |
| 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 | 142.4 | 145.2 | 146.3 | | |
| Anteil | W1-W4 Wärmekraftkopplung (WKK) | | 35% | 61% | 59% | 60% | 60% | 58% | 58% | 58% | 57% | 59% | 62% | 63% | 62% | 59% | 59% | 58% | 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% | 43% | Anteil am Total der therm. Produz. | |
| Anteil | W4 Klein-WKK | | 4% | 16% | 16% | 16% | 16% | 17% | 17% | 17% | 16% | 16% | 15% | 14% | 15% | 14% | 15% | 15% | Anteil am Total der therm. Produz. | |

Stand: 31.08.2015

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

G:\2014\1083_WKK_Statistik\All-Ausw[Anhang-A1.xls]Bericht2 Ber2

Stromproduktion ab 1990

| Anlagekategorien Nr. Bezeichnung | | Stromproduktion [GWh/a] | | | | | | | | | | | | | | | | Kommentare | | |
|---------------------------------------------|-------------------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|-------------------------------------|--------------------------------------|---------------------------------------|--|
| | | 1990 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | | | |
| 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 | 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 | 2.3 | | |
| | | 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 | 1'893.1 | | |
| | 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 | 307.2 | |
| | | | 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 | 449.8 | |
| | | | 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 | 326.9 | |
| | | 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 | 551.8 | 540.7 | 534.8 | 564.5 | 575.7 | 576.3 | |
| | | | 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 | 119.8 | 119.8 | 118.7 | |
| | | | W4.ARA.2 Kläranlagen mit Gasturbinen | xxx | 0.4 | 2.3 | 2.3 | 2.3 | 2.3 | 2.5 | |
| 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 | 88.7 | | | |
| 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 | 79.4 | 1 Anl. von 2002-08 mit Erdgas betr. | | | |
| W4.DEP Deponiegas-WKK-Anlagen | xxx | xxx | xxx | xxx | xxx | xxx | xxx | xxx | xxx | xxx | xxx | xxx | xxx | xxx | xxx | 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 | 361.0 | 327.2 | 303.6 | 302.4 | 291.3 | 281.3 | Feingliederung siehe Kap. 6.2 | | | |
| W4.FOS.2 fossile Gasturbinen < 1 MWe | xxx | xxx | 0.2 | 2.5 | 3.7 | 3.6 | 3.2 | 2.9 | 2.9 | 3.5 | 2.1 | 1.8 | 1.4 | 0.4 | 0.6 | 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 | 0.0 | | | |
| Total | Thermische Stromproduktion | 1'524 | 2'826 | 2'918 | 2'995 | 3'067 | 3'132 | 3'189 | 3'314 | 3'214 | 3'246 | 3'187 | 3'521 | 3'548 | 3'712 | 3'677 | 3'567 | | | |
| Subtotal | W1-W4 Wärmekraftkopplung (WKK) | 651 | 1'591 | 1'572 | 1'627 | 1'668 | 1'664 | 1'622 | 1'642 | 1'597 | 1'614 | 1'686 | 1'984 | 1'966 | 1'979 | 1'859 | 1'660 | | | |
| 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 | 1'084 | | | |
| Subtotal | W4 Klein-WKK | 84 | 465 | 501 | 516 | 530 | 553 | 566 | 572 | 569 | 561 | 552 | 541 | 535 | 565 | 576 | 576 | | | |
| Anteil | W1-W4 Wärmekraftkopplung (WKK) | 43% | 56% | 54% | 54% | 54% | 53% | 51% | 50% | 50% | 50% | 53% | 56% | 55% | 53% | 51% | 47% | 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% | 35% | 30% | Anteil an der ges. therm. Prod. | | |
| Anteil | W4 Klein-WKK | 6% | 16% | 17% | 17% | 17% | 18% | 18% | 17% | 18% | 17% | 17% | 15% | 15% | 16% | 16% | 16% | Anteil an der ges. therm. Prod. | | |
| | Therm. Stromprod. u.a. gem. Elektrizitätsstat.* | 1'101 | 2'548 | 2'620 | 2'806 | 2'890 | 2'974 | 3'139 | 3'340 | 3'199 | 3'276 | 3'239 | 3'597 | 3'526 | 3'768 | 3'869 | 3'955 | | | |
| | 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 | 3'288 | 3'380 | 3'279 | 3'013 | Erklärungen siehe Kap. 3.2 | | |

* inkl. andere Kraftwerke wie Photovoltaikanlagen und Windenergieanlagen

** nach Abzug der Photovoltaik- und Windenergieanlagen

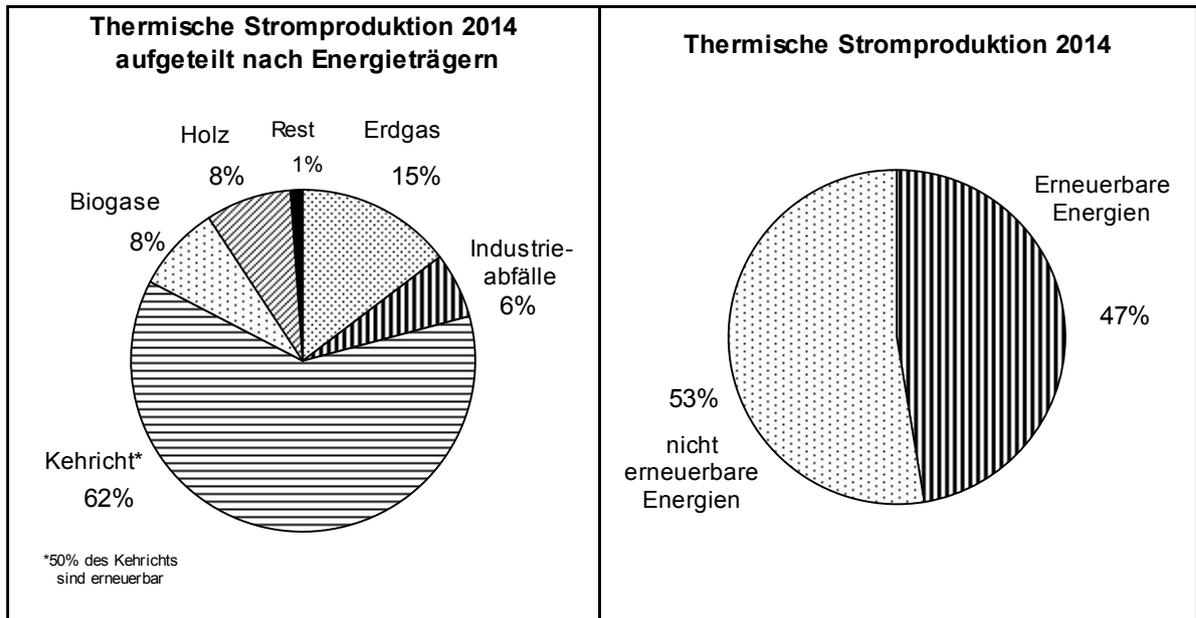
xxx => aus Datenschutzgründen keine Anzeige von Werten bei weniger als 3 Anlagen

Stand: 31.08.2015

G:\2014\1083_WKK_Statistik\AI-Ausw\Anhang-A1.xls|Bericht2 Ber3

Thermische Stromproduktion 2014 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 | | | 1.1 | 0.3 | 2.5 | 0.7 | 17.5 | 33.1 | 1% |
| Heizöl M&S | | | | | | | 0.6 | | | 0.6 | 0% |
| Erdgas | | | | | 1.1 | 1.0 | 161.9 | 95.4 | 262.2 | 521.6 | 15% |
| Propan | | | | | | | | | 8.2 | 8.2 | 0% |
| Kohle | | | | | | | | | | | |
| Ind.abfälle n.erneuerb. | | | | | | | 209.9 | | 0.0 | 209.9 | 6% |
| Kehricht | 50% | | | | 1890.9 | 305.9 | 7.6 | | | 2204.3 | 62% |
| Ind.abfälle erneuerb. | 95% | | | | | | 11.5 | | | 11.5 | 0% |
| Holz | 100% | | | | | | 2.0 | 151.5 | | 153.5 | 4% |
| Restholz | 100% | | | | | | 20.4 | 0.2 | | 20.6 | 1% |
| Altholz | 100% | | | | | | 23.7 | 77.1 | | 100.7 | 3% |
| Rinde | 100% | | | | | | 9.2 | 1.9 | | 11.2 | 0% |
| Klärschlamm | 100% | | | | 0.1 | | | | | 0.1 | 0% |
| Biogas | 100% | | | | | | 0.7 | | 168.0 | 168.7 | 5% |
| Klärgas | 100% | | | | | | | | 120.3 | 120.3 | 3% |
| Deponiegas | 100% | | | 2.4 | | | | | 0.0 | 2.4 | 0% |
| andere Biomasse | 100% | | | | | | | | 0.1 | 0.1 | 0% |
| Stromproduktion Total | | 11.0 | | 2.4 | 1893.1 | 307.2 | 449.8 | 326.9 | 576.3 | 3566.7 | 100% |
| - davon erneuerbar | | | | 2.4 | 945.5 | 152.9 | 70.6 | 230.7 | 288.4 | 1690.6 | 47% |
| - davon nicht erneuerbar | | 11.0 | | | 947.6 | 154.2 | 379.2 | 96.1 | 287.9 | 1876.1 | 53% |
| Anteil der erneuerbaren Energietr. | | | | 100% | 49.9% | 49.8% | 15.7% | 70.6% | 50.0% | | |



Bruttoverbrauch [1] der Anlagen mit thermischer Stromprod. 2014 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. them. 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 | | | 6.4 | 2.2 | 42.1 | 8.7 | 50.7 | | | 141.6 | 1% |
| Heizöl M&S | | | | | | | 4.0 | | | | | 4.0 | 0% |
| Erdgas (Hu) | | | | | 6.6 | 6.3 | 1'606.9 | 276.2 | 742.1 | | | 2'638.1 | 14% |
| Propan | | | | | | | | | 23.8 | | | 23.8 | 0% |
| Kohle | | | | | | | | | | | | | |
| Ind.abfälle n.erneuerb. | | | | | | | 1'152.1 | | 0.0 | | | 1'152.1 | 6% |
| Kehricht | 50% | | | | 10'144.5 | 2'244.1 | 8.4 | | | | | 12'397.1 | 64% |
| Ind.abfälle erneuerb. | 95% | | | | | | 213.5 | | | | | 213.5 | 1% |
| Holz | 100% | | | | | | 18.8 | 943.3 | | | | 962.1 | 5% |
| Restholz | 100% | | | | | | 101.4 | 1.4 | | | | 102.8 | 1% |
| Altholz | 100% | | | | | | 304.3 | 521.0 | | | | 825.3 | 4% |
| Rinde | 100% | | | | | | 43.3 | 12.2 | | | | 55.5 | 0% |
| Klärschlamm | 100% | | | | | | | | | | | 0.4 | 0% |
| Biogas | 100% | | | | | | 4.7 | | 478.9 | | | 483.5 | 2% |
| Klärgas | 100% | | | | | | | | 376.4 | | | 376.4 | 2% |
| Deponiegas | 100% | | | 8.5 | | | | | 0.1 | | | 8.7 | 0% |
| andere Biomasse | 100% | | | | | | | | 0.2 | | | 0.2 | 0% |
| Bruttoverbrauch [1] Total | | 31.4 | | 8.5 | 10'157.9 | 2'252.7 | 3'499.6 | 1'762.9 | 1'672.1 | | | 19'385.1 | 100% |
| - davon erneuerbar | | | | 8.5 | 5'072.6 | 1'122.1 | 679.5 | 1'478.0 | 855.5 | | | 9'216.2 | 48% |
| - davon nicht erneuerbar | | 31.4 | | | 5'085.3 | 1'130.6 | 2'820.1 | 284.9 | 816.6 | | | 10'168.8 | 52% |
| Anteil der erneuerbaren Energietr. | | | | 100% | 49.9% | 49.8% | 19.4% | 83.8% | 51.2% | | | | |

Ausdruck: 01.09.2015

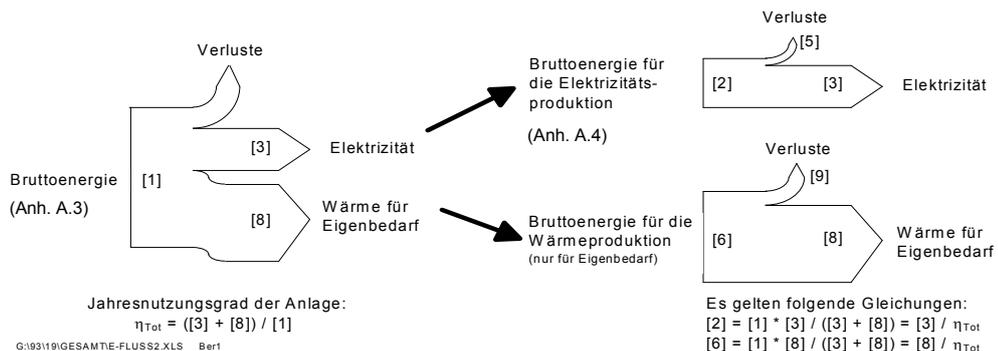
G:\2014\1083_WKK_Statistik\All-Ausw\ENERG-ab1990-V2.xls\Anhang A.3 Ber4

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 2014 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 | | | 3.0 | 0.3 | 3.0 | 1.1 | 20.5 | 59.3 | 1% |
| Heizöl M&S | | | | | | | 0.6 | | | 0.6 | 0% |
| Erdgas (Hu) | | | | | 2.5 | 1.7 | 197.3 | 138.7 | 307.8 | 648.0 | 8% |
| Propan | | | | | | | | | 9.6 | 9.6 | 0% |
| Kohle | | | | | | | | | | | |
| Ind.abfälle n.erneuerb. | | | | | | | 235.0 | | 0.0 | 235.0 | 3% |
| Kehricht | 50% | | | | 5'057.9 | 446.6 | 8.4 | | | 5'512.9 | 72% |
| Ind.abfälle erneuerb. | 95% | | | | | | 21.8 | | | 21.8 | 0% |
| Holz | 100% | | | | | | 3.1 | 383.7 | | 386.8 | 5% |
| Restholz | 100% | | | | | | 37.8 | 0.5 | | 38.3 | 0% |
| Altholz | 100% | | | | | | 52.1 | 258.3 | | 310.3 | 4% |
| Rinde | 100% | | | | | | 17.5 | 4.3 | | 21.8 | 0% |
| Klärschlamm | 100% | | | | 0.2 | | | | | 0.2 | 0% |
| Biogas | 100% | | | | | | 0.7 | | 250.4 | 251.1 | 3% |
| Klärgas | 100% | | | | | | | | 164.2 | 164.2 | 2% |
| Deponiegas | 100% | | | 8.1 | | | | | 0.0 | 8.1 | 0% |
| andere Biomasse | 100% | | | | | | | | 0.1 | 0.1 | 0% |
| Bruttoverbrauch [2] Total | | 31.4 | | 8.1 | 5'063.6 | 448.6 | 577.3 | 786.6 | 752.6 | 7'668.2 | 100% |
| - davon erneuerbar | | | | 8.1 | 2'529.1 | 223.3 | 136.1 | 646.8 | 414.7 | 3'958.0 | 52% |
| - davon nicht erneuerbar | | 31.4 | | | 2'534.4 | 225.3 | 441.2 | 139.8 | 338.0 | 3'710.2 | 48% |
| Anteil der erneuerbaren Energietr. | | | | 100% | 49.9% | 49.8% | 23.6% | 82.2% | 55.1% | | |

Ausdruck: 01.09.2015

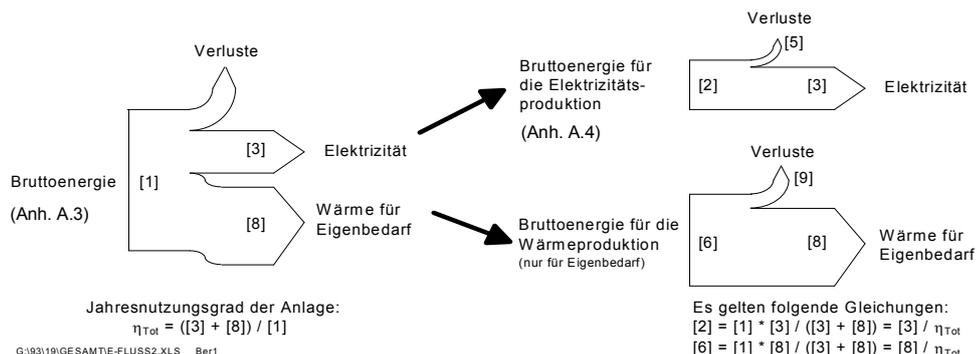
G:\2014\1083_WKK_Statistik\All-Ausw\ENERG-ab1990-V2.xls\Anhang A.4 Ber5

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 - 2014

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

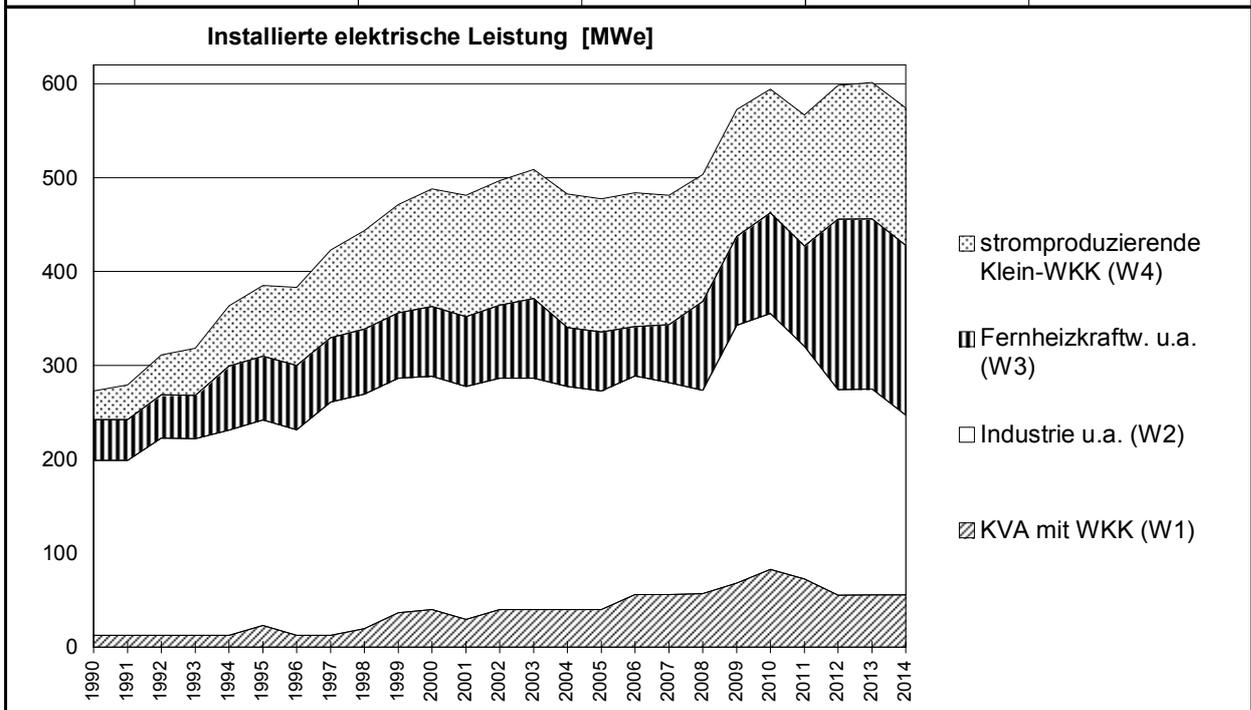
Anhang B.1b (S. 54)

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 | 135.00 | 503.29 |
| 2009 | 68.20 | 274.52 | 94.76 | 134.98 | 572.46 |
| 2010 | 82.90 | 272.52 | 106.99 | 131.79 | 594.20 |
| 2011 | 72.50 | 247.77 | 106.99 | 139.37 | 566.63 |
| 2012 | 55.30 | 218.93 | 181.69 | 142.38 | 598.30 |
| 2013 | 55.80 | 218.93 | 181.35 | 145.23 | 601.31 |
| 2014 | 55.80 | 191.33 | 180.65 | 146.30 | 574.08 |



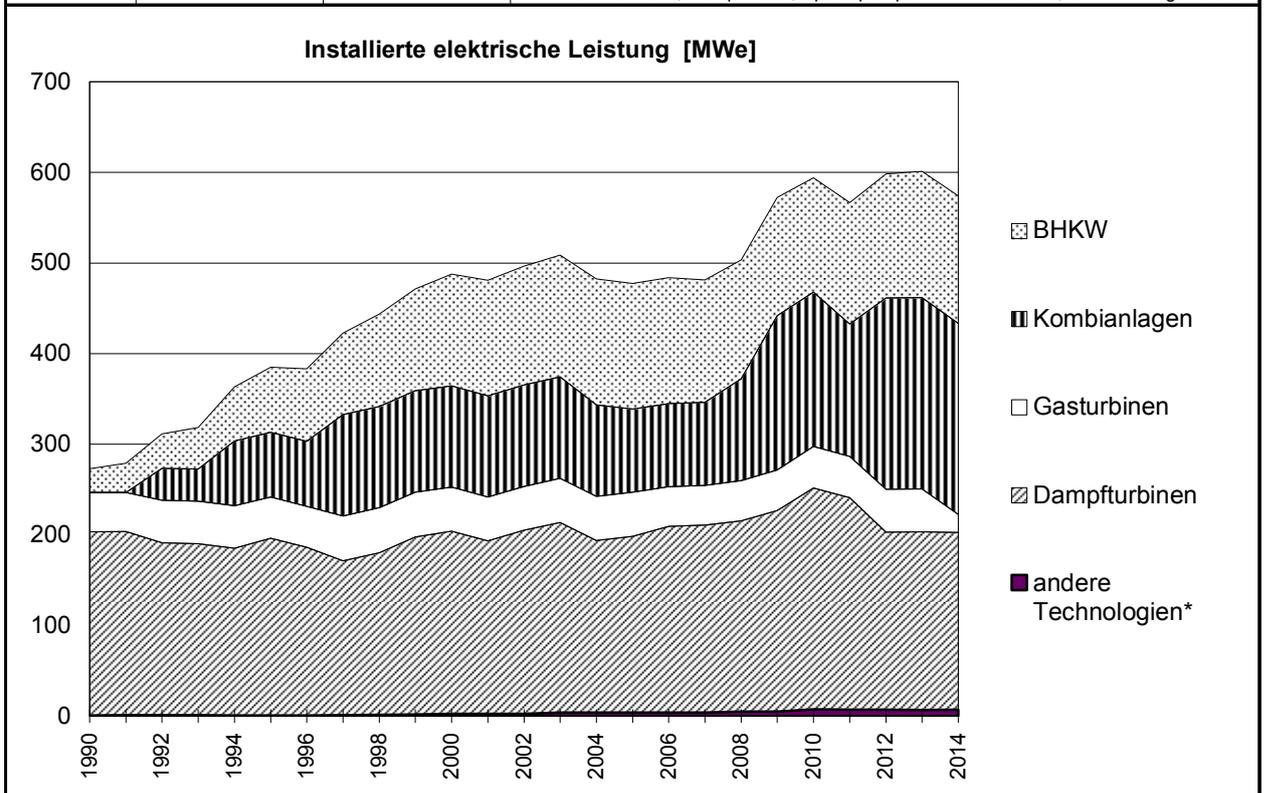
Ausdruck: 1.09.15 06:14

G:\2014\1083_WKK_StatistikAll-Ausw[LEIST-ab1990.XLS]Anlagekategorien (B.1a) Ber21

Installierte elektr. Nennleistungen nach Technologien [MWe]berücksichtigte Anlagen: **alle WKK-Anlagen**

| Jahr | Dampfturbinen | Gasturbinen | Kombianlagen | BHKW | andere Technologien* | TOTAL |
|------|---------------|-------------|--------------|--------|----------------------|---------------|
| 1990 | 202.71 | 43.28 | 0.00 | 26.20 | 0.75 | 272.94 |
| 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 | 131.16 | 5.12 | 503.29 |
| 2009 | 221.59 | 44.95 | 170.40 | 130.45 | 5.07 | 572.46 |
| 2010 | 244.29 | 45.70 | 170.40 | 126.28 | 7.53 | 594.20 |
| 2011 | 233.89 | 45.62 | 146.00 | 133.94 | 7.18 | 566.63 |
| 2012 | 195.85 | 47.25 | 211.00 | 136.98 | 7.22 | 598.30 |
| 2013 | 196.35 | 47.51 | 211.00 | 139.53 | 6.92 | 601.31 |
| 2014 | 195.65 | 19.91 | 211.00 | 140.57 | 6.95 | 574.08 |

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



Wärme­kraft­kopplung in der Schweiz: Kantonale Verteilung 2014

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. | 6 | 0.11 | 0.01 | | | | | | | | | | 6 | 0.11 | 0.01 | | | |
| AG | 67 | 8.18 | 43.68 | | | | | | | | | | 67 | 8.18 | 43.68 | 3 | 32.01 | 216.87 |
| AI | 2 | xxx | xxx | | | | | | | | | | 2 | xxx | xxx | | | |
| AR | 13 | 1.92 | 9.44 | | | | | | | | | | 13 | 1.92 | 9.44 | | | |
| BE | 107 | 18.30 | 68.87 | 2 | xxx | xxx | 2 | xxx | xxx | | | | 111 | 106.40 | 173.29 | 3 | 32.05 | 169.43 |
| BL | 71 | 15.35 | 51.18 | 2 | xxx | xxx | | | | | | | 73 | 22.85 | 100.23 | | | |
| BS | 27 | 9.81 | 33.51 | 3 | 26.13 | 23.92 | 3 | 26.40 | 86.22 | 1 | xxx | xxx | 34 | 75.34 | 225.25 | | | |
| FR | 35 | 6.24 | 27.82 | | | | | | | | | | 35 | 6.24 | 27.82 | 1 | xxx | xxx |
| GE | 26 | 10.09 | 34.81 | | | | | | | | | | 26 | 10.09 | 34.81 | 1 | xxx | xxx |
| GL | 4 | 0.33 | 1.31 | | | | | | | | | | 4 | 0.33 | 1.31 | 1 | xxx | xxx |
| GR | 38 | 3.74 | 15.21 | 1 | xxx | xxx | 1 | xxx | xxx | | | | 40 | 20.74 | 133.31 | 1 | xxx | xxx |
| JU | 8 | 1.29 | 7.29 | | | | | | | | | | 8 | 1.29 | 7.29 | | | |
| LU | 53 | 9.26 | 36.00 | 1 | xxx | xxx | 1 | xxx | xxx | | | | 55 | 21.23 | 78.63 | 1 | xxx | xxx |
| NE | 27 | 2.86 | 11.14 | | | | | | | 1 | xxx | xxx | 28 | 7.66 | 39.82 | 1 | xxx | xxx |
| NW | 2 | xxx | xxx | | | | 1 | xxx | xxx | | | | 3 | 1.68 | 4.72 | | | |
| OW | 4 | 0.87 | 3.73 | | | | | | | | | | 4 | 0.87 | 3.73 | | | |
| SG | 77 | 9.57 | 35.95 | 1 | xxx | xxx | 1 | xxx | xxx | | | | 79 | 11.17 | 42.86 | 3 | 33.00 | 192.79 |
| SH | 15 | 5.59 | 19.95 | | | | | | | | | | 15 | 5.59 | 19.95 | | | |
| SO | 30 | 4.19 | 15.90 | | | | | | | | | | 30 | 4.19 | 15.90 | 1 | xxx | xxx |
| SZ | 19 | 2.25 | 11.61 | | | | | | | | | | 19 | 2.25 | 11.61 | | | |
| TG | 38 | 2.70 | 12.96 | 2 | xxx | xxx | 1 | xxx | xxx | | | | 41 | 14.33 | 44.18 | 1 | xxx | xxx |
| TI | 13 | 1.42 | 5.61 | | | | | | | | | | 13 | 1.42 | 5.61 | 1 | xxx | xxx |
| UR | 3 | 0.18 | 0.71 | | | | | | | | | | 3 | 0.18 | 0.71 | | | |
| VD | 98 | 7.55 | 32.58 | 1 | xxx | xxx | 3 | 41.62 | 0.88 | 1 | xxx | xxx | 103 | 71.67 | 130.81 | | | |
| VS | 20 | 1.35 | 5.92 | 3 | 118.30 | 212.09 | | | | | | | 23 | 119.65 | 218.01 | 3 | 28.50 | 181.38 |
| ZG | 11 | 2.10 | 9.61 | | | | | | | | | | 11 | 2.10 | 9.61 | | | |
| ZH | 140 | 20.82 | 80.55 | 1 | xxx | xxx | 2 | xxx | xxx | 1 | xxx | xxx | 144 | 56.52 | 277.28 | 5 | 75.12 | 377.62 |
| Total | 954 | 146.3 | 576.3 | 17 | 191.3 | 449.9 | 15 | 180.7 | 326.9 | 4 | 55.8 | 307.2 | 990 | 574.1 | 1'660.2 | 26 | 342.3 | 1'893.1 |

Anz. = Anzahl stromproduzierende Wärme­kraft­kopplungsanlagen am Jahresende

MWe = installierte elektrische Leistung in MW am Jahresende

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

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

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

G:\2014\1083_WKK_Statistik\All-Ausw\KT-WKK2014.xls\Bericht Ber1

Stand: 01.09.2015

C. Gross-WKK-Anlagen

Hyperlink und Seiten-Nr.:

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

Anhang Ca (S. 57)

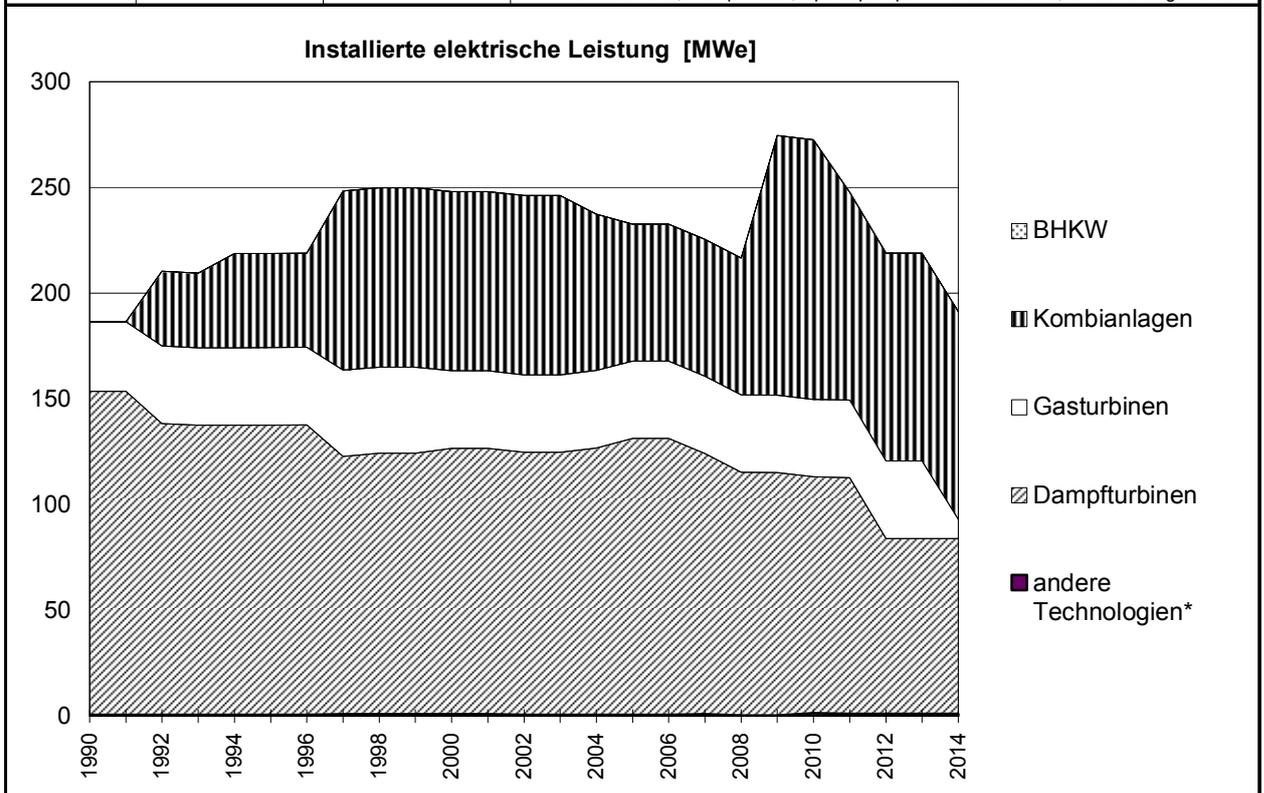
**Cb. Gross-WKK-Anlagen in Fernheizkraftwerken nach
Technologien**

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 |
| 2014 | 82.98 | 9.05 | 98.30 | 0.00 | 1.00 | 191.33 |

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

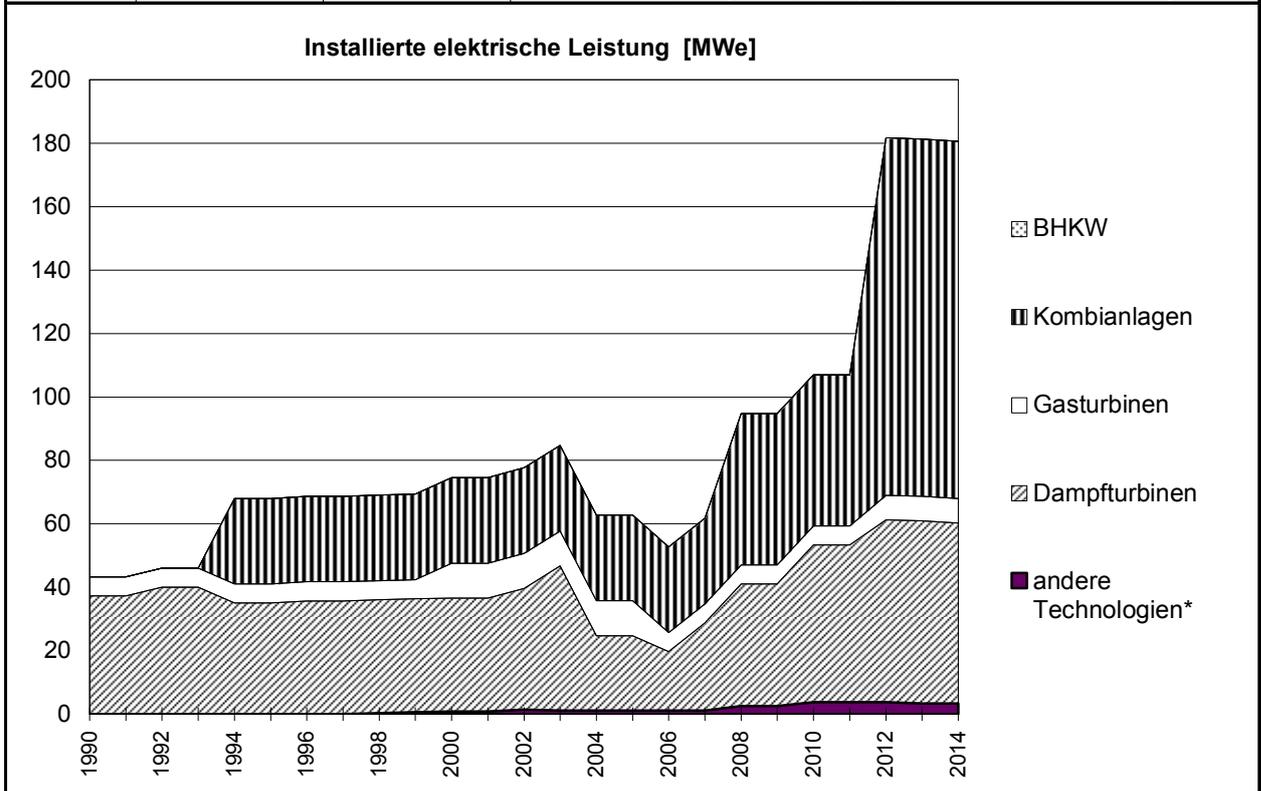


Installierte elektr. Nennleistungen nach Technologien [MWe]

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 |
| 2014 | 56.87 | 7.70 | 112.70 | 0.00 | 3.38 | 180.65 |

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



D. Klein-WKK-Anlagen

D.1 Jahresstatistiken 2014

Hyperlink und Seiten-Nr.:

D.1a Klein-WKK-Jahresstatistik Typ 2

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

Anhang D.1a (S. 60)

D.1b Klein-WKK-Jahresstatistik Typ 3

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

Anhang D.1b (S. 61)

D.1c Fortschreibungsparameter 2014

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

Anhang D1.c (S. 62)

D.2 Zeitreihen 1980 - 2014

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 2014 | | | | | | | | | | | | |
|--------------------------------------------|-----|----------------|-------------------------------------|--------|---------|-----------|------------|-------------------------------------|---------|---------|----------|---------|
| 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) | - | 959 | 5 | 123 | 287 | 1 | 527 | 16 | 932 | 5 | 9 | 13 |
| Anzahl WKK-Aggregate | - | 1286 | 5 | 165 | 363 | 4 | 623 | 126 | 1147 | 5 | 11 | 123 |
| Installierte Leistungen | | | | | | | | | | | | |
| - Anschlussleistung | MW | 406.32 | 1.32 | 81.35 | 87.65 | 4.78 | 221.47 | 9.75 | 392.79 | 1.32 | 3.27 | 8.95 |
| - elektrische Leistung | MW | 146.30 | | 30.87 | 29.99 | 1.64 | 78.30 | 5.49 | 140.03 | | 1.00 | 5.27 |
| - mechanische Leistung 2) | MW | 0.03 | | | 0.03 | | | | 0.03 | | | |
| - Heizleistung | MW | 210.94 | 2.07 | 36.32 | 45.75 | 2.66 | 118.93 | 5.22 | 202.38 | 2.07 | 1.66 | 4.84 |
| Jahresenergieverbrauch/ -produktion | | | | | | | | | | | | |
| Endenergieverbrauch Total | GWh | 1674.97 | 2.86 | 479.02 | 379.32 | 16.63 | 773.25 | 23.88 | 1633.45 | 2.86 | 10.56 | 28.10 |
| - Erdgas | GWh | 744.54 | 2.45 | | 1.58 | 16.50 | 700.13 | 23.88 | 718.21 | 2.45 | 2.04 | 21.84 |
| - Diesel / Heizöl EL | GWh | 51.10 | 0.41 | | 0.53 | | 50.16 | | 50.69 | 0.41 | | |
| - Propan | GWh | 23.79 | | | 0.82 | | 22.96 | | 23.79 | | | |
| - Klärgas | GWh | 376.39 | | | 376.39 | | | | 361.61 | | 8.52 | 6.25 |
| - Deponiegas | GWh | 0.13 | | | | 0.13 | | | 0.13 | | | |
| - Biogas | GWh | 478.87 | | 478.87 | | | | | 478.87 | | | |
| - Fett/Öl erneuerbar | GWh | 0.15 | | 0.15 | | | | | 0.15 | | | |
| - andere Energieträger | GWh | | | | | | | | | | | |
| produzierte Elektrizität | GWh | 576.29 | | 168.05 | 121.23 | 5.15 | 267.52 | 14.34 | 557.53 | | 3.09 | 15.66 |
| genutzte mechanische Energie 2) | GWh | 0.50 | | | 0.50 | | | | 0.50 | | | |
| produzierte Wärmeenergie | GWh | 794.05 | 4.01 | 190.08 | 183.82 | 8.30 | 402.30 | 5.55 | 777.68 | 4.01 | 4.75 | 7.62 |
| genutzte Wärmeenergie | GWh | 721.85 | 3.96 | 153.39 | 156.66 | 8.30 | 395.00 | 4.54 | 707.68 | 3.96 | 4.45 | 5.77 |

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: 01.09.15

G:\2014\1083_WKK_Statistik\KW-Ausw\Jahr_Typ3+2_2014.xls\Anhang D.1a Ber04

| Jahresstatistik 2014 | | | | | | | | | | | | |
|--------------------------------------------|-----|----------------|-------------------------------------------------------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|--------------|------------|------------|-----------|
| 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) | - | 959 | 5 | 84 | 281 | 1 | 527 | 11 | 39 | 4 | 5 | 2 |
| Anzahl WKK-Aggregate | - | 1286 | 5 | 102 | 355 | 4 | 623 | 121 | 63 | 6 | 5 | 2 |
| Installierte Leistungen | | | | | | | | | | | | |
| - Anschlussleistung | MW | 406.32 | 1.32 | 38.76 | 85.19 | 4.78 | 221.47 | 8.21 | 42.60 | 1.73 | 1.54 | 0.73 |
| - elektrische Leistung | MW | 146.30 | | 14.61 | 29.22 | 1.64 | 78.30 | 5.02 | 16.27 | 0.53 | 0.47 | 0.25 |
| - mechanische Leistung 2) | MW | 0.03 | | | 0.03 | | | | | | | |
| - Heizleistung | MW | 210.94 | 2.07 | 17.50 | 44.47 | 2.66 | 118.93 | 4.43 | 18.82 | 0.87 | 0.79 | 0.41 |
| Jahresenergieverbrauch/ -produktion | | | | | | | | | | | | |
| Endenergieverbrauch Total | GWh | 1674.97 | 2.86 | 256.06 | 364.55 | 16.63 | 773.25 | 21.84 | 222.96 | 8.52 | 2.04 | 6.25 |
| - Erdgas | GWh | 744.54 | 2.45 | | 1.58 | 16.50 | 700.13 | 21.84 | | | 2.04 | |
| - Diesel / Heizöl EL | GWh | 51.10 | 0.41 | | 0.53 | | 50.16 | | | | | |
| - Propan | GWh | 23.79 | | | 0.82 | | 22.96 | | | | | |
| - Klärgas | GWh | 376.39 | | | 361.61 | | | | | 8.52 | | 6.25 |
| - Deponiegas | GWh | 0.13 | | | | 0.13 | | | | | | |
| - Biogas | GWh | 478.87 | | 256.06 | | | | | 222.81 | | | |
| - Fett/Öl erneuerbar | GWh | 0.15 | | | | | | | 0.15 | | | |
| - andere Energieträger | GWh | | | | | | | | | | | |
| produzierte Elektrizität | GWh | 576.29 | | 88.67 | 116.82 | 5.15 | 267.52 | 13.74 | 79.38 | 2.50 | 0.59 | 1.92 |
| genutzte mechanische Energie 2) | GWh | 0.50 | | | 0.50 | | | | | | | |
| produzierte Wärmeenergie | GWh | 794.05 | 4.01 | 103.95 | 177.00 | 8.30 | 402.30 | 4.53 | 86.13 | 3.73 | 1.02 | 3.09 |
| genutzte Wärmeenergie | GWh | 721.85 | 3.96 | 91.15 | 150.99 | 8.30 | 395.00 | 3.53 | 62.24 | 3.43 | 1.02 | 2.24 |

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: 01.09.15

G:\2014\1083_WKK_Statistik\KW-Ausw[Jahr_Typ3+2_2014.xls]Anhang D.1b+c Ber02

| Fortschreibungsparameter 2014 | | | | | | | | | | | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|----------------------------------------------------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|--------------|------------|------------|-----------|
| | 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. | 4256 | Die Energiedaten werden durch 'Eicher+Pauli' jährlich erhoben. | 3439 | 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 | | 3390 | | | | | | |
| genutzte mechanische Energie | S3: Vollbetriebsstunden | | 4520 | | | | | | | | |
| produzierte Wärmeenergie | S3: Vollbetriebsstunden | 1680 | 3930 | | 3313 | | | | | | |
| genutzte Wärmeenergie 4) | Anteil an Wärmeproduktion | 98.7% | 85.3% | | 98.2% | | | | | | |

Kommentare:

- 1) Die Fortschreibungsparameter zu den fossilen WP (W5) basieren auf den erhobenen Daten der Jahre 1992 und 1993.
- 2) Die Vollbetriebsstunden der Kat. W4.ARA.1a basieren auf erhobenen Daten der Jahre 90-93 sowie 2001. Die Vollbetriebsstunden der Zwischenjahre wurden linear interpoliert. Die Herleitung findet sich in Tabelle F.2e.
Der Energieträgersplit der Kat. W4.ARA.1a basiert auf erhobenen Daten der Jahre 1992 und 1993.
- 3) Die Vollbetriebsstunden der Kat. W4.FOS.1a basieren auf erhobenen Daten der Jahre 90-93 und 96-97. Ab 2010 wurden die Vollbetriebsstunden um 15% reduziert. Die Details finden sich in Tabelle F.2d.
Der Energieträgersplit der Kat. W4.FOS.1a wird ausgehend von den Hauptenergieträgern der installierten WKK-Aggregate per Ende des Vorjahres berechnet (siehe Tabelle F.2d).
- 4) Der prozentuale Anteil der Wärmeenergie, welche effektiv genutzt wird (und nicht via Kühler an die Umwelt abgegeben wird), basiert bei den Kategorien W5, W4.ARA.1a, W4.FOS.1a und W4.FOS.1b auf Erhebungen der Jahre 1992/1993.

Erstellungsdatum: 01.09.15

G:\2014\1083_WKK_Statistik\KW-Ausw\Jahr_Typ3+2_2014.xls\Anhang D.1b+c Ber03

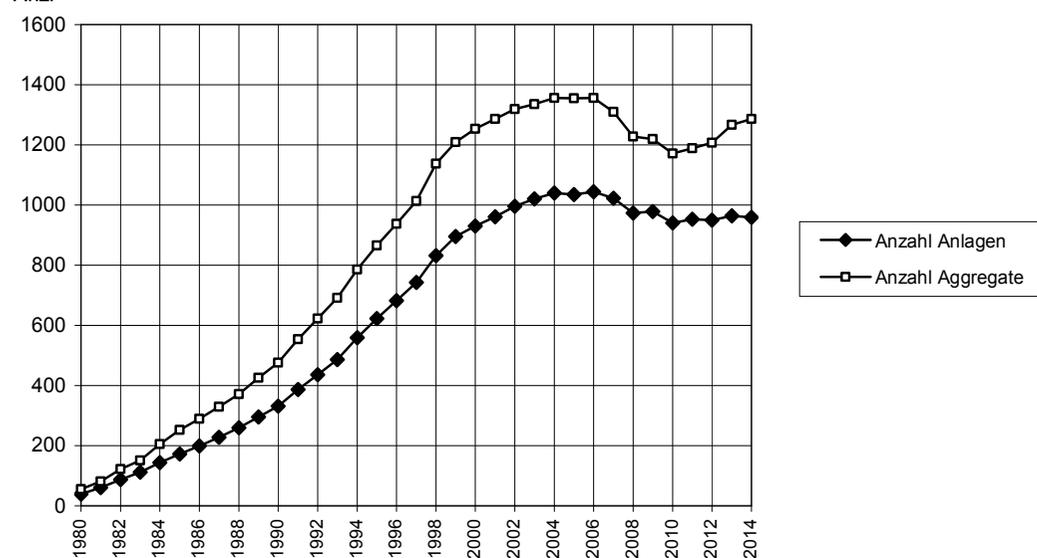
Anzahl Anlagen und Aggregate / Durchschnittliche Energieinputleistungen

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

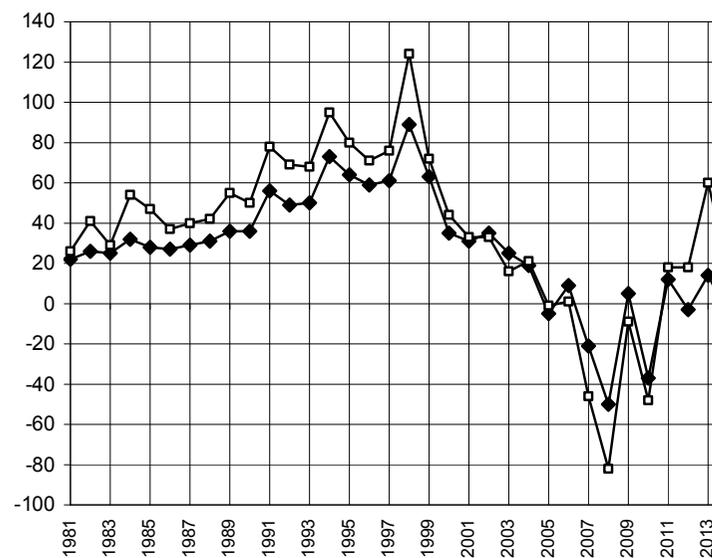
Kat. W4+W5

| | | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 |
|--------------------------------------|----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Anzahl Klein-WKK-Anlagen 1) | | 832 | 895 | 930 | 961 | 996 | 1021 | 1040 | 1035 | 1044 | 1023 | 973 | 978 | 941 | 953 | 950 | 964 | 959 |
| Anzahl Klein-WKK-Aggregate 2) | | 1137 | 1209 | 1253 | 1286 | 1319 | 1335 | 1356 | 1355 | 1356 | 1310 | 1228 | 1219 | 1171 | 1189 | 1207 | 1267 | 1286 |
| Anzahl Aggregate pro Anlage (Mittel) | | 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 | 1.3 |
| durchschn. Inputleist. pro Anlage | kW/Anl. | 415 | 417 | 421 | 417 | 411 | 408 | 412 | 411 | 408 | 400 | 409 | 406 | 406 | 418 | 423 | 423 | 424 |
| durchschn. Inputleist. pro Aggregat | kW/Aggr. | 303 | 309 | 313 | 311 | 310 | 312 | 316 | 314 | 314 | 313 | 324 | 326 | 326 | 335 | 333 | 322 | 316 |

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



Veränderung der Anzahl Anlagen resp. Aggregate gegenüber Vorjahr



01. Sep 15

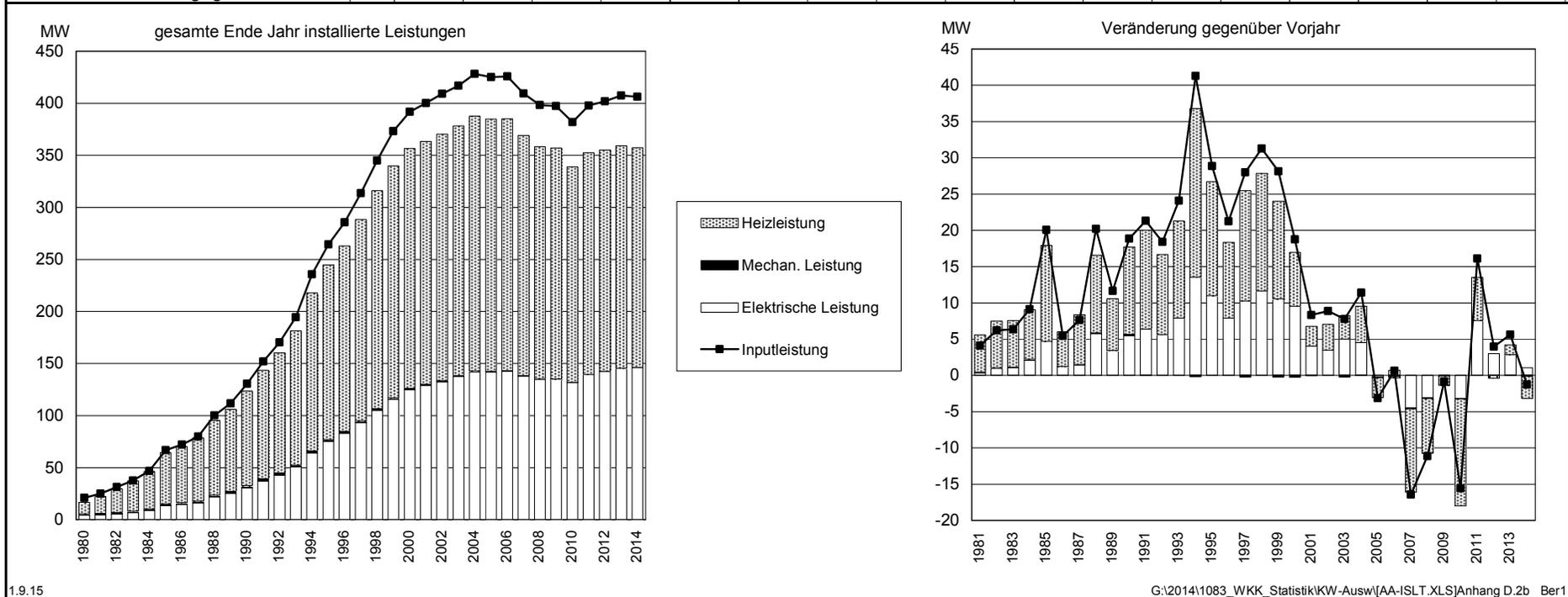
G:\2014\1083_WKK_Statistik\KW-Ausw[AA-ANZ.XLS]Anhang D.2a Ber1

Installierte Leistungen

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

Kat. W4 + W5

| | | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 |
|-----------------------------------|----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Anschlussleistung = Inputleistung | MW | 345.07 | 373.21 | 391.95 | 400.28 | 409.15 | 416.92 | 428.35 | 425.22 | 425.86 | 409.43 | 398.31 | 397.46 | 381.88 | 397.98 | 401.95 | 407.59 | 406.32 |
| Heizleistung | MW | 209.52 | 222.99 | 230.40 | 233.12 | 236.68 | 239.90 | 244.93 | 242.21 | 242.01 | 230.55 | 223.07 | 221.78 | 207.04 | 212.99 | 212.60 | 213.97 | 210.94 |
| Mechanische Leistung | MW | 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 | 0.03 |
| Elektrische Leistung | MW | 104.96 | 115.52 | 125.05 | 129.08 | 132.57 | 137.58 | 142.09 | 141.87 | 142.56 | 138.08 | 134.99 | 134.98 | 131.79 | 139.36 | 142.38 | 145.23 | 146.30 |
| Elektrischer Wirkungsgrad | % | 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 | 36.0 |



Installierte Anschlussleistungen (=Inputleistungen) aufgeteilt nach WKK-Technologien

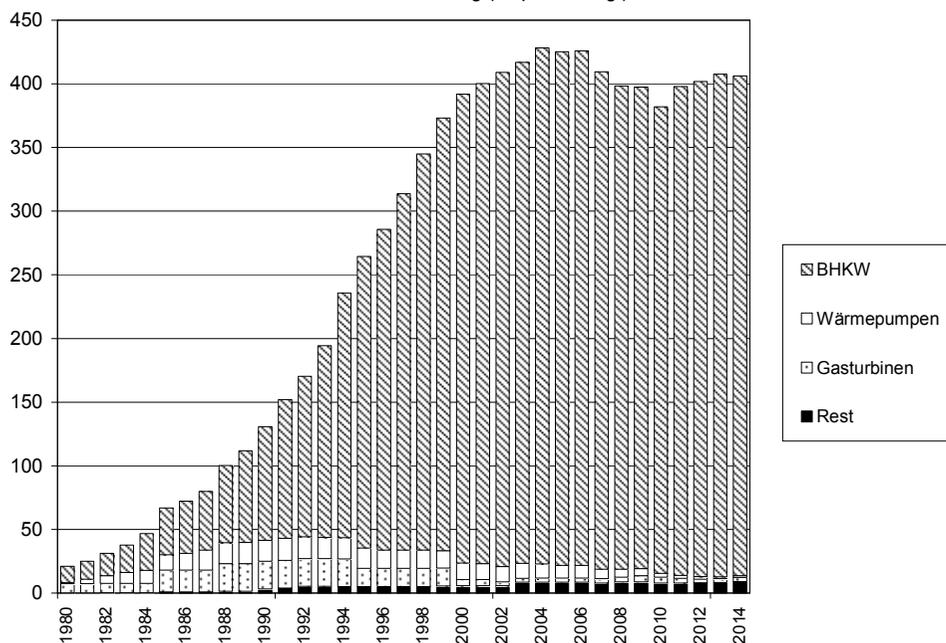
betrachtete Anlagen und Aggregate: sämtliche in der Schweiz betriebene Klein-WKK-Anlagen

Kat. W4 + W5

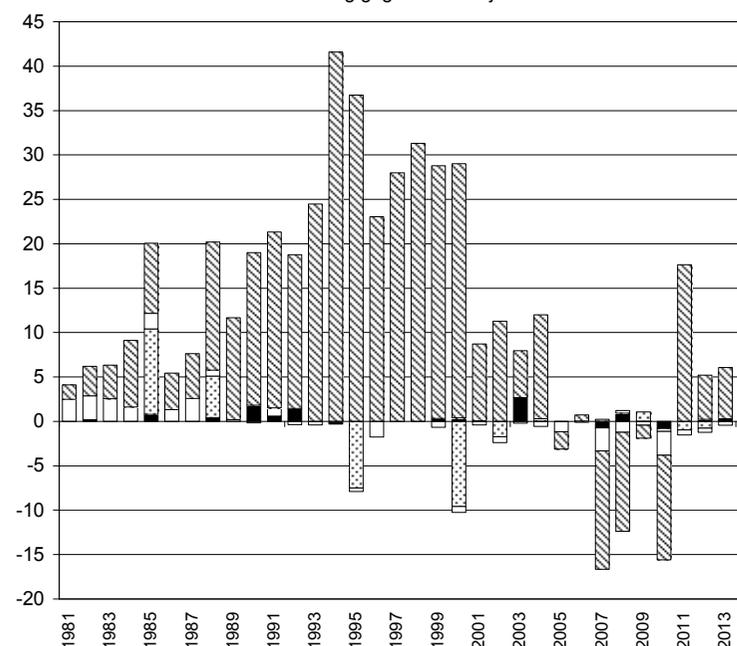
| | | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 |
|-----------------------------------|-----------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| BHKW (inkl. Gebläseantriebe) | MW | 311.33 | 339.78 | 368.39 | 377.08 | 388.34 | 393.64 | 405.34 | 403.37 | 404.09 | 390.76 | 379.61 | 378.15 | 366.40 | 384.03 | 389.00 | 394.76 | 392.79 |
| Gas- + Dieselmotorwärmepumpen* | MW | 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 | 1.32 |
| Gasturbinen (bis 1 MWe) | MW | 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 | 3.27 |
| Rest (z.B. Brennstoffzellen, TEA) | MW | 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 | 8.95 |
| TOTAL | MW | 345.07 | 373.21 | 391.95 | 400.28 | 409.15 | 416.92 | 428.35 | 425.22 | 425.86 | 409.43 | 398.31 | 397.46 | 381.88 | 397.98 | 401.95 | 407.59 | 406.32 |

* Kat. W5

Ende Jahr installierte Anschlussleistung (=Inputleistung)



Veränderung gegenüber Vorjahr

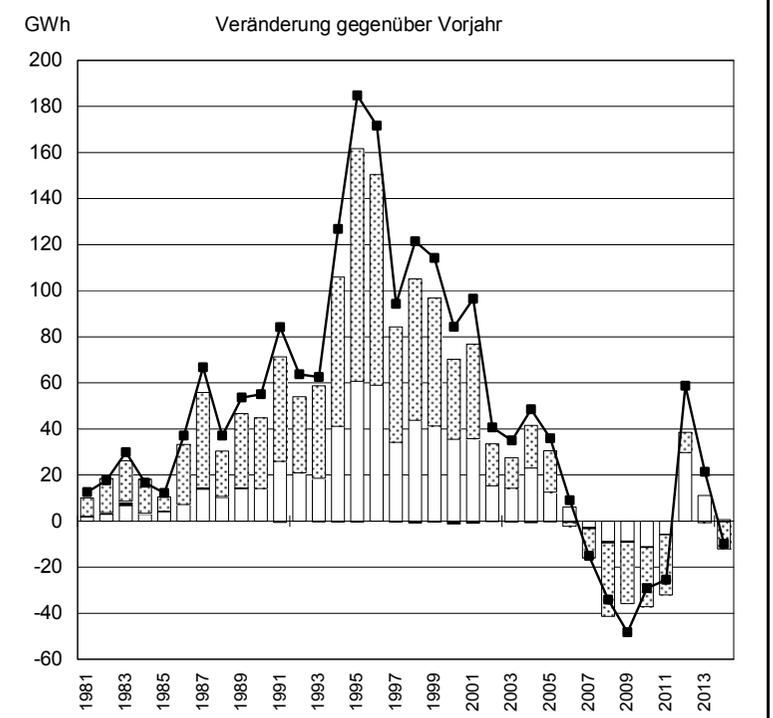
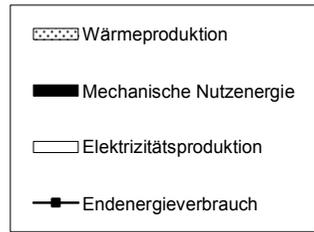
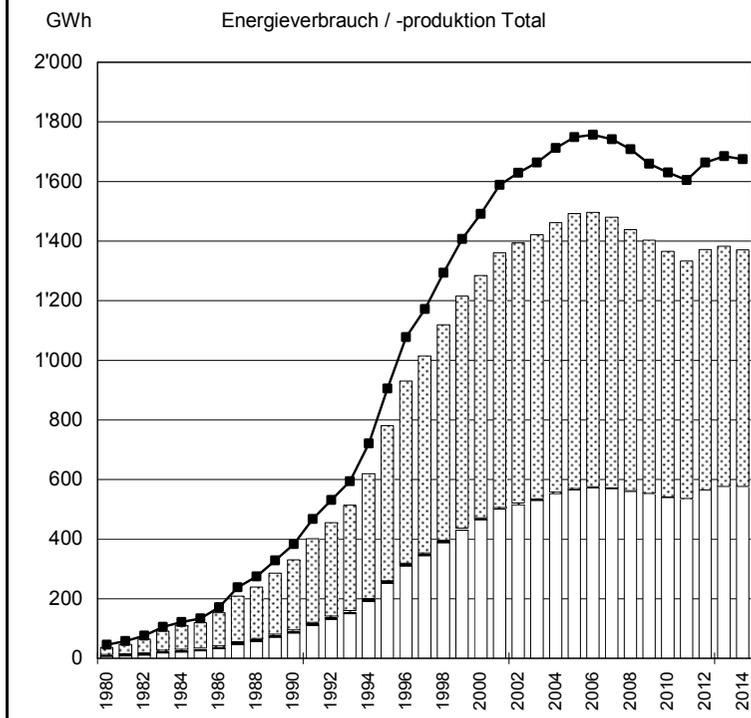


Energieverbrauch / -produktion

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

Kat. W4 + W5

| | | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 |
|-------------------------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Endenergieverbrauch | GWh/a | 1293.0 | 1407.2 | 1491.6 | 1588.1 | 1628.7 | 1663.6 | 1712.2 | 1748.1 | 1757.1 | 1742.0 | 1707.8 | 1659.4 | 1630.3 | 1604.8 | 1663.5 | 1684.9 | 1675.0 |
| Wärmeproduktion | GWh/a | 722.9 | 778.5 | 813.2 | 854.3 | 872.6 | 885.9 | 904.4 | 922.4 | 920.7 | 908.0 | 876.1 | 849.4 | 823.7 | 797.6 | 806.5 | 805.8 | 794.1 |
| Mechanische Nutzenergie | GWh/a | 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 | 0.5 |
| Elektrizitätsproduktion | GWh/a | 388.4 | 429.6 | 465.1 | 500.9 | 516.2 | 530.4 | 553.4 | 566.0 | 572.2 | 569.4 | 560.5 | 551.8 | 540.7 | 534.8 | 564.5 | 575.7 | 576.3 |
| Gesamtwirkungsgrad | - | 87% | 86% | 86% | 86% | 86% | 85% | 85% | 85% | 85% | 85% | 84% | 85% | 84% | 83% | 82% | 82% | 82% |



1.9.15

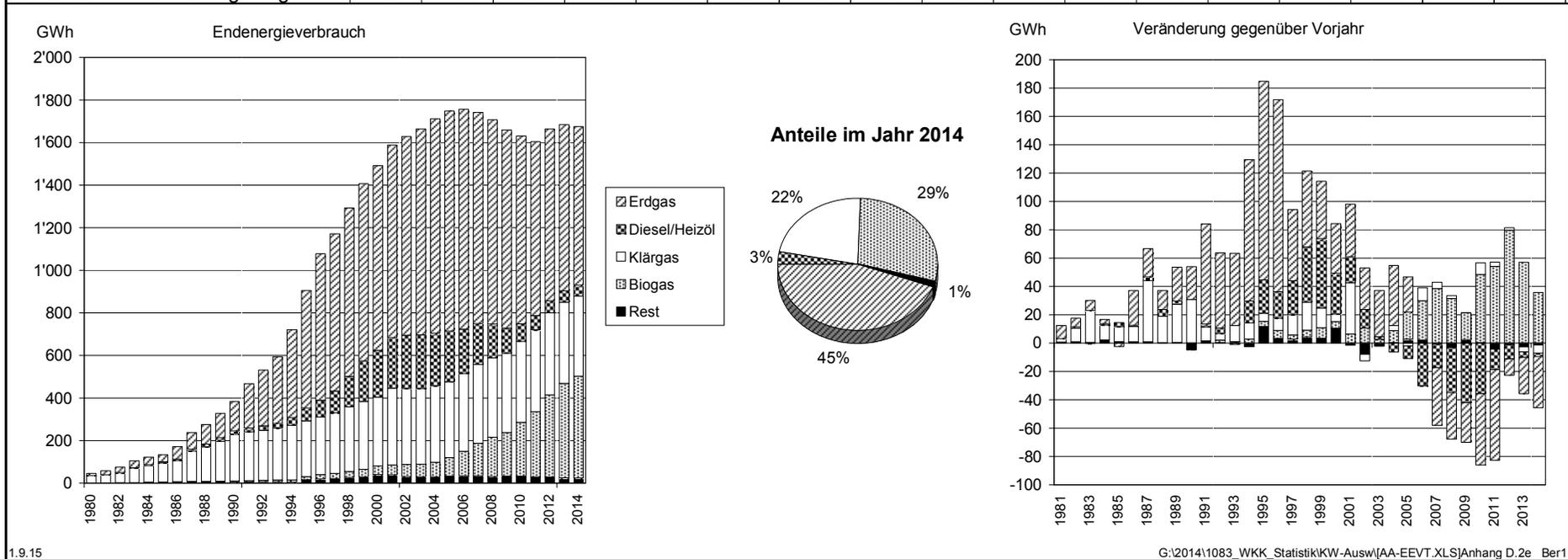
G:\2014\1083_WKK_Statistik\KW-Ausw\AA-EV\PD.XLS\Anhang D.2d_Ber1

Endenergieverbrauch nach Energieträgern

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

Kat. W4 + W5

| | | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 |
|------------------------------------------|--------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| Erdgas | GWh/a | 791.75 | 832.38 | 867.41 | 904.47 | 933.74 | 966.24 | 1008.56 | 1033.40 | 1033.41 | 992.77 | 959.93 | 931.97 | 881.83 | 817.78 | 806.25 | 780.71 | 744.54 |
| Diesel / Heizöl EL | GWh/a | 141.83 | 190.70 | 219.54 | 237.85 | 250.94 | 252.91 | 246.66 | 237.90 | 207.77 | 191.22 | 159.47 | 117.53 | 81.82 | 67.41 | 57.36 | 53.39 | 51.10 |
| Propan | GWh/a | 24.11 | 25.38 | 32.64 | 31.91 | 27.92 | 27.62 | 28.22 | 31.88 | 31.52 | 30.95 | 30.69 | 30.30 | 29.22 | 28.75 | 27.80 | 25.12 | 23.79 |
| Klärgas | GWh/a | 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 | 383.89 | 385.56 | 382.15 | 376.39 |
| Deponiegas | GWh/a | 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 | 0.13 |
| Biogas | GWh/a | 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 | 478.87 |
| Fett/Öl erneuerbar | GWh/a | 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 | 0.15 |
| andere Energieträger | GWh/a | 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 | 0.00 |
| TOTAL | GWh/a | 1292.97 | 1407.24 | 1491.56 | 1588.07 | 1628.68 | 1663.63 | 1712.17 | 1748.13 | 1757.08 | 1742.00 | 1707.78 | 1659.43 | 1630.30 | 1604.75 | 1663.52 | 1684.86 | 1674.97 |
| Anteil erneuerbarer Energieträger | | 26% | 25% | 25% | 26% | 26% | 25% | 25% | 25% | 28% | 30% | 33% | 35% | 39% | 43% | 46% | 49% | 51% |



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)

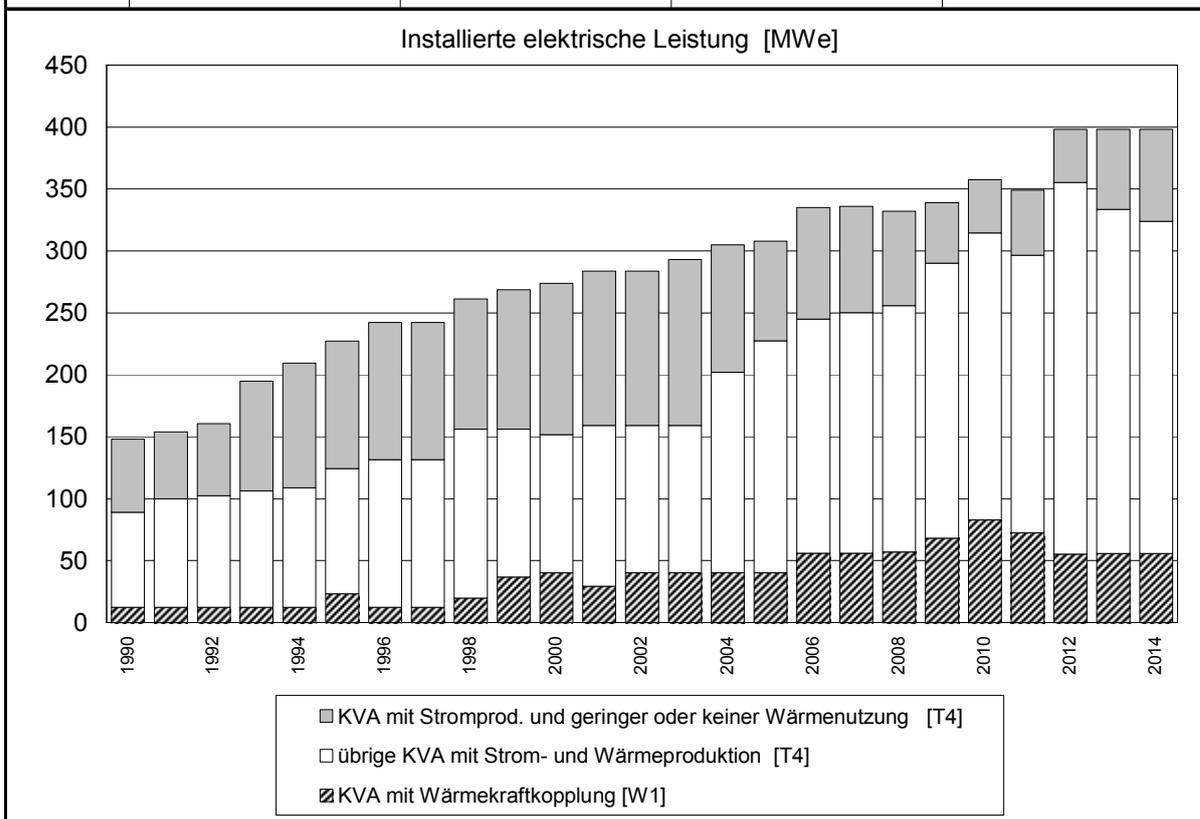
Deponiegas, welches in Anlagen ohne Gasmotoren (d.h. ausschliesslich mit Heizkesseln) genutzt wird, ist in Anhang E.2d erfasst.

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 |
| 2014 | 55.80 | 268.22 | 74.08 | 398.10 |

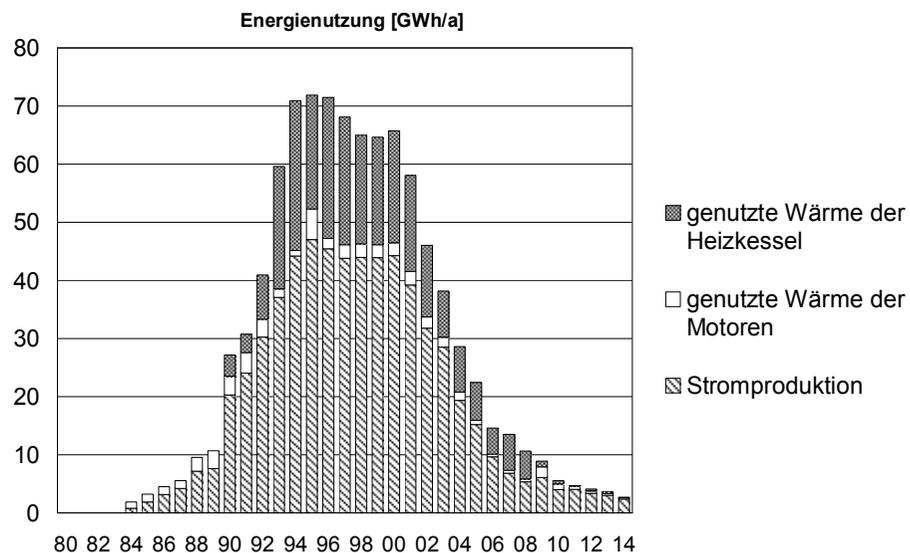
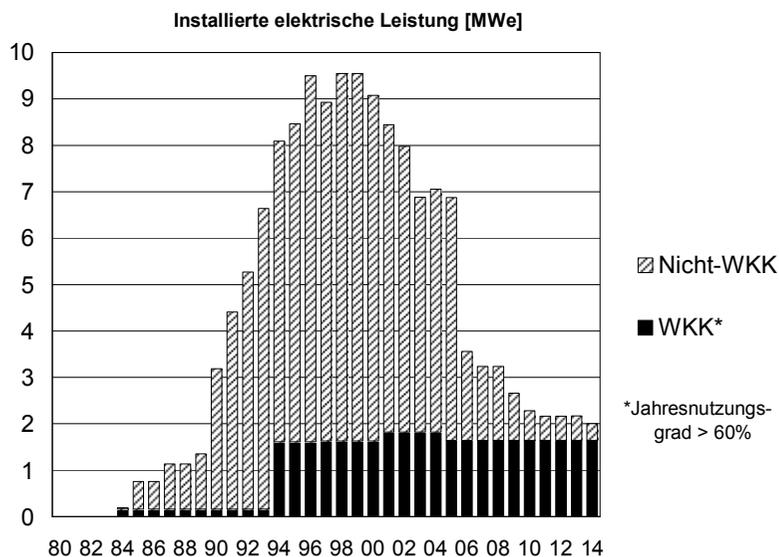


Deponiegasnutzung mit Gasmotoren und Heizkesseln (Gesamtauswertung)

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

| | | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 |
|-------------------------------------------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|
| Anzahl Anlagen | - | 12 | 13 | 13 | 13 | 13 | 11 | 11 | 11 | 11 | 10 | 9 | 7 | 7 | 7 | 6 | 6 | 6 | 6 |
| Anzahl Gasmotoren (WKK-Aggregate) | - | 21 | 22 | 22 | 21 | 20 | 19 | 17 | 17 | 16 | 11 | 10 | 10 | 9 | 9 | 8 | 8 | 8 | 7 |
| Install. Energieinputleistung der Motoren | MW | 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 | 5.78 |
| Install. elektrische Leistung der Motoren | MW | 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 | 2.00 |
| Deponiegasverbrauch Gasmotoren | GWh/a | 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 | 8.67 |
| Stromproduktion Gasmotoren** | GWh/a | 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 | 2.39 |
| mit Motoren prod. Wärmeenergie | GWh/a | 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 | 0.51 |
| genutzte Wärmeenergie der Motoren | GWh/a | 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 | 0.21 |
| Deponiegasverbrauch Heizkessel* | GWh/a | 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 | 0.07 |
| prod./genutzte Wärme der Kessel* | GWh/a | 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 | 0.05 |

* mit Deponiegas betriebene Heizkessel



Deponiegasnutzung mit Gasmotoren (WKK)

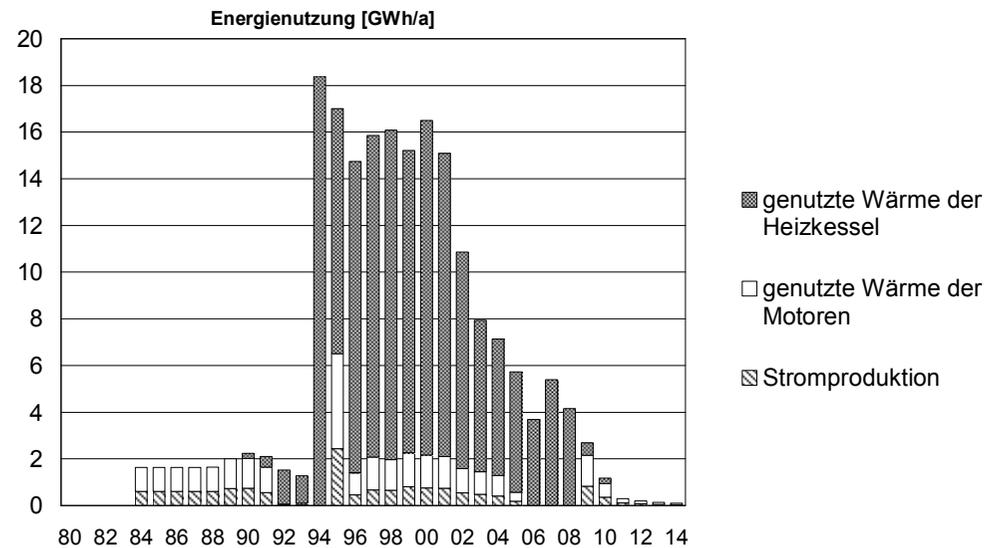
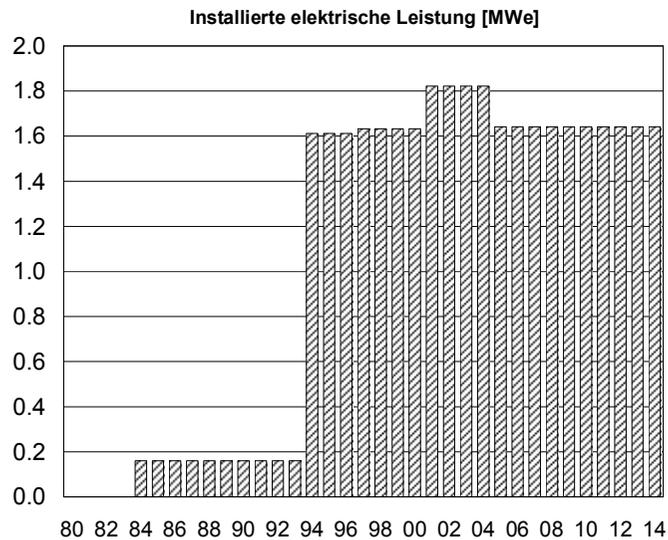
Kat. W4.DEP

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

* Jahresnutzungsgrad = (genutzte Wärmeenergie + Stromproduktion) / Deponiegasverbrauch

| | | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 |
|-------------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Anzahl Anlagen | - | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Anzahl Gasmotoren (WKK-Aggregate) | - | 4 | 4 | 4 | 4 | 5 | 5 | 5 | 5 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| Install. Energieinputleistung der Motoren | MW | 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 | 4.78 |
| Install. elektrische Leistung der Motoren | MW | 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 | 1.64 |
| Deponiegasverbrauch Gasmotoren | 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 | 0.13 |
| Stromproduktion Gasmotoren*** | GWh/a | 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 | 0.04 |
| mit Motoren prod. Wärmeenergie | GWh/a | 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 | 0.06 |
| genutzte Wärmeenergie der Motoren | GWh/a | 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 | 0.06 |
| Deponiegasverbrauch Heizkessel** | GWh/a | 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 | 0.00 |
| prod./genutzte Wärme der Kessel** | GWh/a | 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 | 0.00 |

** mit Deponiegas betriebene Heizkessel in der gleichen Heizzentrale



Deponiegasnutzung mit Gasmotoren (ohne WKK)

Kat. T3

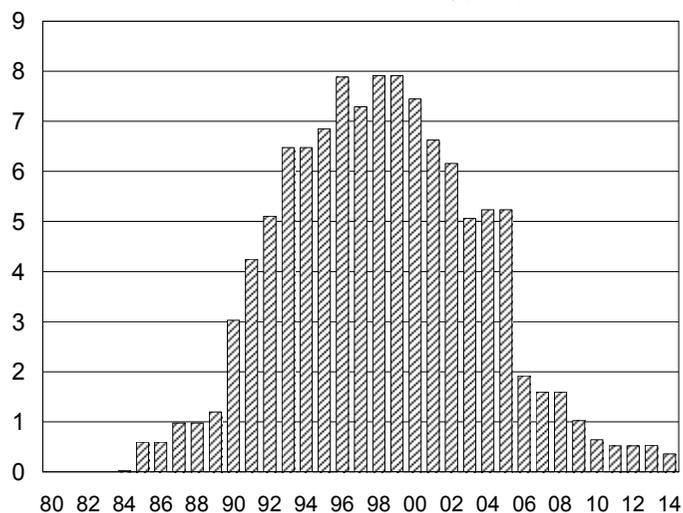
betrachtete Anlagen: sämtliche in der Schweiz betriebenen Deponiegasmotoren mit einem Jahresnutzungsgrad* bis 60%

* Jahresnutzungsgrad = (genutzte Wärmeenergie + Stromproduktion) / Deponiegasverbrauch

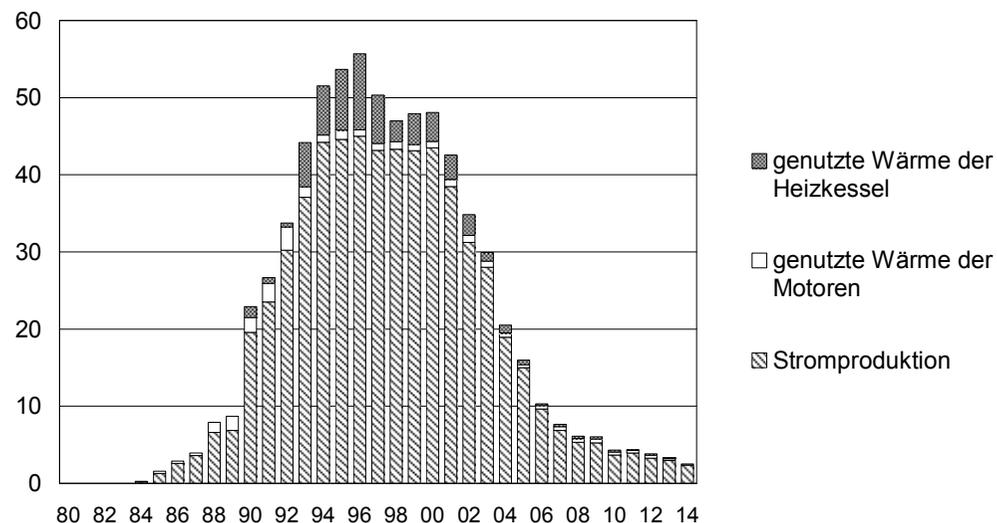
| | | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 |
|-------------------------------------------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|
| Anzahl Anlagen | - | 8 | 9 | 9 | 9 | 9 | 7 | 8 | 7 | 7 | 7 | 7 | 5 | 5 | 5 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| Anzahl Gasmotoren (WKK-Aggregate) | - | 17 | 18 | 18 | 17 | 15 | 14 | 12 | 12 | 12 | 7 | 6 | 6 | 5 | 5 | 4 | 4 | 4 | 3 |
| Install. Energieinputleistung der Motoren | MW | 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 | 1.01 |
| Install. elektrische Leistung der Motoren | MW | 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 | 0.36 |
| Deponiegasverbrauch Gasmotoren | GWh/a | 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 | 8.54 |
| Stromproduktion Gasmotoren | GWh/a | 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 | 2.35 |
| mit Motoren prod. Wärmeenergie | GWh/a | 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 | 0.45 |
| genutzte Wärmeenergie der Motoren | GWh/a | 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 | 0.14 |
| Deponiegasverbrauch Heizkessel** | GWh/a | 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 | 0.00 |
| prod./genutzte Wärme der Kessel** | GWh/a | 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 | 0.00 |

** mit Deponiegas betriebene Heizkessel in der gleichen Heizzentrale

Installierte elektrische Leistung [MWe]



Energienutzung [GWh/a]



1.9.15

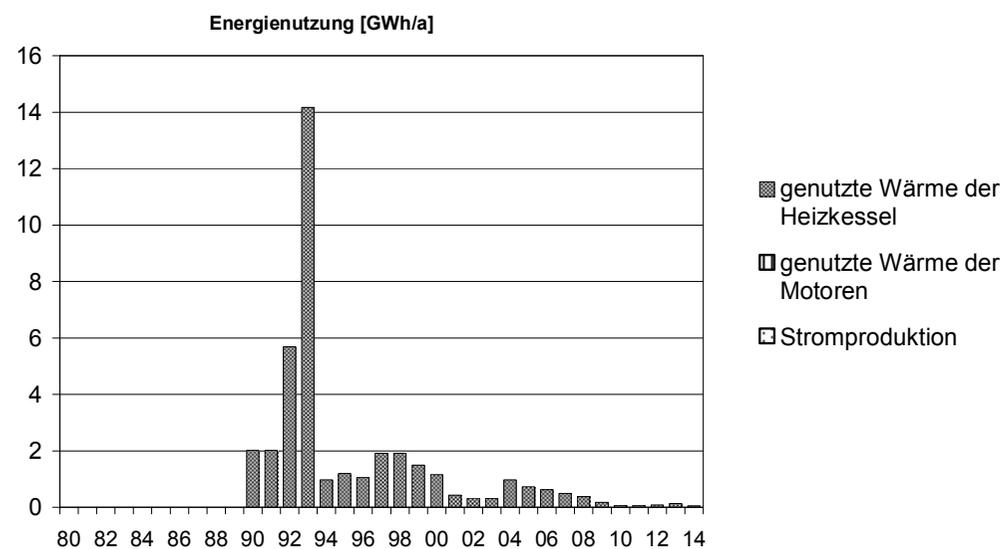
G:\2014\1083_WKK_Statistik\KW-Ausw[DEP1982-2014.XLS]Anhang E.2c Ber3

Deponiegasnutzung ausschliesslich mit Heizkesseln

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

| | | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 |
|-------------------------------------------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Anzahl Anlagen | - | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 2 | 2 | 2 | 1 | 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 | 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 | 0.06 |
| prod./genutzte Wärme der Kessel* | GWh/a | 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 | 0.05 |

* 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 2014 wurden mittels Vollerhebung die Stammdaten aller Gross-WKK-Anlagen aktualisiert, neue Anlagen sowie die Jahresdaten des Betriebsjahres 2014 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. |
| 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 soweit verfügbar der Verkauf ans EW (Jahre 1990 bis 2014) |
| 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) * Bei Anlagen, deren Angaben ausschliesslich vom Lieferanten stammen (d.h. sogenannte minimal erfasste Anlagen) ist die Datenqualität z.T. nicht optimal (z.B. unvollständige Adressen) ** Energiedaten bis 1993 ziemlich vollständig; ab 1994 nur noch bei Anlagen mit jährlicher Erhebung (siehe Kap. F.2.3) oder bei Teilnahme an der Stichprobenerhebung 1998) | <ul style="list-style-type: none"> • Adresse und Bezeichnung der Anlage* • Adresse des Anlagebetreibers* • Art und Beschreibung der mit Wärme versorgten Gebäude* • Folgende Stammdaten zu den Klein-WKK-Aggregaten: Inbetriebnahme- und evtl. Stilllegedatum, Hersteller, Typ, Nennleistungen (Input, elektrisch, thermisch), Energieträger, Schadstoffreduktionsmassnahme • Endenergieverbrauch der Klein-WKK-Anlagen** • Stromproduktion und Verkauf ans EW** • Wärmeproduktion und -nutzung** • Betriebsstunden und Startimpulse der einzelnen Aggregate** |
| zusätzliche Daten: (Kat. T3) | In der Access-Datenbank der Klein-WKK-Anlagen werden auch die Stamm- und Energiedaten sämtlicher Deponiegasverstromungsanlagen erfasst (Kat. T3). Die Energiedaten der Deponiegasmotoren und allfälliger Heizkessel mit Deponiegasnutzung werden jährlich erhoben. |
| Unsicherheiten: | Die aktuelle Klein-WKK-Statistik weist folgende Unsicherheiten auf: <ul style="list-style-type: none"> • Allfällige ersatzlose Stilllegungen von Anlagen werden nur z.T. in Erfahrung gebracht. Insbesondere bei den älteren fossilen BHKW dürften diese Fälle zunehmen. 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. Ab Ausgabe 2014 wurden rückwirkend die Vollbetriebsstunden ab 2010 schrittweise um insgesamt 15% reduziert. Damit soll dem reduzierten Betrieb der Anlagen aufgrund der ungünstigen Energiepreis-Situation Rechnung getragen werden (siehe Tabelle F.2d). |

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) | | | | | | | | | | |
| | Anlagekategorie 4) -> | fossile WP W5 | Biogas W4.BIO.1 | LW W4.ARA.1a | ARA o. GT W4.DEP | Deponieg. W4.FOS.1a | foss. BHKW W4.FOS.1b | Rest foss. W4.BIO.2 | Biog. Gew/In W4.ARA.2 | ARA nur GT W4.FOS.2 | fossile GT W4.ARA.1b | Rest(ARA) |
| 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 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 Klärgasbetriebene Anlagen ausserhalb von kommunalen ARA | jährliche Erhebung oder Schätzung |

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

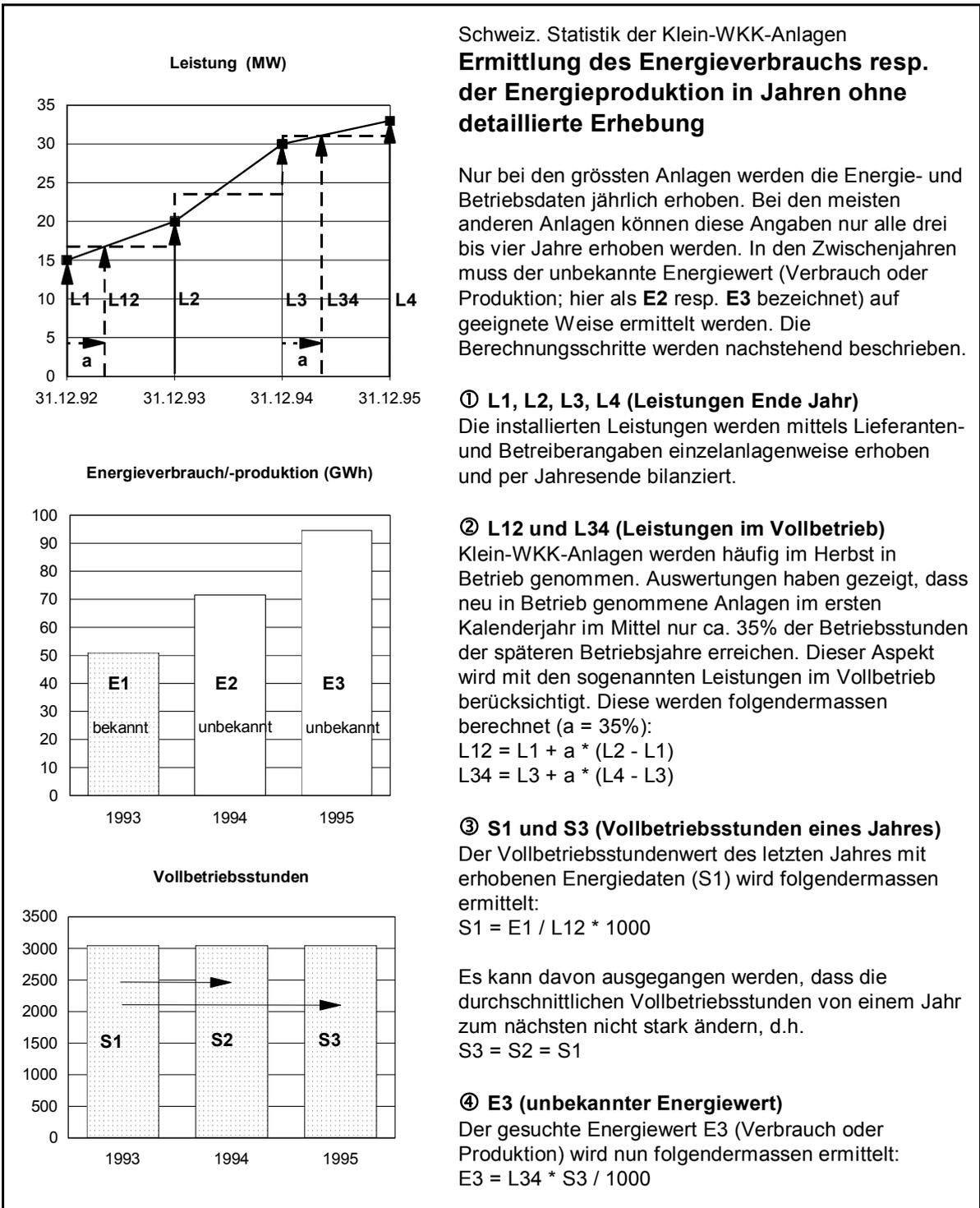


Bild F.2c Fortschreibung der Energiedaten in Jahren ohne detaillierte Erhebung (Berechnung der gesuchten Energiemenge E3 aus den bekannten Werten E1 sowie L1 bis L4)

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

| Co. | Hauptenergieträger | Einh. | Inputleistung per Jahresende (Kat. W4.FOS.1a) | | | | | | | | | | |
|-----|--------------------|-------|-----------------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | | | 1992 | 1993 | 1994 | 1995 | 1996 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 |
| 1 | Erdgas | MW | 71.5 | 91.5 | 120.1 | 147.2 | 160.5 | 212.2 | 198.0 | 204.1 | 202.9 | 202.8 | 197.6 |
| 2 | Propan | MW | 1.1 | 1.1 | 1.9 | 4.0 | 4.5 | 7.4 | 7.2 | 7.3 | 6.7 | 6.7 | 6.7 |
| 6 | Diesel, Heizöl | MW | 7.5 | 8.4 | 13.8 | 17.6 | 23.3 | 20.7 | 17.1 | 15.1 | 14.5 | 14.5 | 14.5 |
| | Total | | 80.0 | 101.0 | 135.9 | 168.9 | 188.3 | 240.3 | 222.3 | 226.5 | 224.1 | 224.0 | 218.8 |

| Co. | Hauptenergieträger | Energieträgersplit per Ende Jahr (Kat. W4.FOS.1a) | | | | | | | | | | |
|-----|--------------------|---------------------------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | | 1992 | 1993 | 1994 | 1995 | 1996 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 |
| 1 | Erdgas | 89.3% | 90.6% | 88.4% | 87.2% | 85.2% | 88.3% | 89.1% | 90.1% | 90.5% | 90.5% | 90.3% |
| 2 | Propan | 1.3% | 1.0% | 1.4% | 2.4% | 2.4% | 3.1% | 3.2% | 3.2% | 3.0% | 3.0% | 3.0% |
| 6 | Diesel, Heizöl | 9.4% | 8.4% | 10.2% | 10.4% | 12.4% | 8.6% | 7.7% | 6.7% | 6.5% | 6.5% | 6.6% |
| | Total | 100.0% | 100.0% | 100.0% | 100.0% | 100.0% | 100.0% | 100.0% | 100.0% | 100.0% | 100.0% | 100.0% |

| Co. | Hauptenergieträger | Energieträgersplit für die Aufteilung des Energieverbrauchs | | | | | | | | | | |
|-----|--------------------|-------------------------------------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | | Erhebung des Split per Ende des Vo | | | | | | | | | | |
| | | 1992 | 1993 | 1994 | 1995 | 1996 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 |
| 1 | Erdgas | 89.9% | 91.6% | 90.6% | 88.4% | 87.2% | 85.7% | 88.3% | 89.1% | 90.1% | 90.5% | 90.5% |
| 2 | Propan | 2.5% | 2.3% | 1.0% | 1.4% | 2.4% | 2.9% | 3.1% | 3.2% | 3.2% | 3.0% | 3.0% |
| 6 | Diesel, Heizöl | 7.6% | 6.1% | 8.4% | 10.2% | 10.4% | 11.4% | 8.6% | 7.7% | 6.7% | 6.5% | 6.5% |
| | Total | 100.0% | 100.0% | 100.0% | 100.0% | 100.0% | 100.0% | 100.0% | 100.0% | 100.0% | 100.0% | 100.0% |

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

| Ze. | | | 1992 | 1993 | 1994 | 1995 | 1996 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | Kommentar resp. Berechnung: |
|------|-------------------------------------------|-----|------|---------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| [1] | VBSTD elektr. (Brutto) | h/a | | *3'070 | | | 4'150 | 4'150 | 4'026 | 3'901 | 3'777 | 3'652 | 3'528 | Auswertung gemäss Stichprobenerhebung der Betriebsjahre 1996/97: schrittweise Reduktion ab 2010 bis 2014 um total 15% wegen der ungünstigen Energiepreis-Situation |
| [2] | VBSTD elektr. (Netto) | h/a | | **2'948 | 3'292 | 3'636 | 3'980 | 3'980 | 3'860 | 3'740 | 3'630 | 3'510 | 3'390 | = [1] * 0.96 (Abzug Eigenverbrauch BHKW von 4%; s.u.); Jahre 94+95 interpoliert |
| [3] | VBSTD elektr. (Netto) | h/a | | **2'948 | 3'292 | 3'636 | 3'980 | 3'980 | 3'860 | 3'740 | 3'630 | 3'510 | 3'390 | Werte 1994 und 1995 interpoliert; andere Werte übernommen aus [2] |
| [4] | VBSTD Input | h/a | | **3'045 | 3'344 | 3'693 | 4'042 | 4'039 | 3'918 | 3'796 | 3'683 | 3'561 | 3'439 | = ([2] * [7]) / [13] / [6] |
| [5] | VBSTD therm. | h/a | | **2'992 | 3'225 | 3'562 | 3'897 | 3'893 | 3'777 | 3'659 | 3'550 | 3'431 | 3'313 | = ([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 | 251.8 | 240.3 | 222.3 | 226.5 | 224.1 | 224.0 | |
| [7] | elektrisch | MW | | 25.6 | 32.4 | 43.7 | 55.0 | 86.1 | 81.5 | 75.7 | 78.1 | 77.8 | 78.1 | |
| [8] | thermisch | MW | | 44.2 | 56.5 | 76.5 | 94.4 | 139.6 | 133.8 | 123.4 | 124.7 | 122.5 | 122.1 | |
| | theoretische Wirkungsgrade: | | | | | | | | | | | | | |
| [9] | Total | | | 87.2% | 88.0% | 88.5% | 88.4% | 89.7% | 89.6% | 89.6% | 89.5% | 89.4% | 89.4% | = [10] + [11] |
| [10] | elektrisch | | | 32.1% | 32.0% | 32.2% | 32.6% | 34.2% | 33.9% | 34.0% | 34.5% | 34.7% | 34.9% | = [7] / [6] |
| [11] | thermisch | | | 55.2% | 56.0% | 56.3% | 55.9% | 55.4% | 55.7% | 55.5% | 55.0% | 54.6% | 54.5% | = [8] / [6] |
| | Jahresnutzungsgrade: | | | | | | | | | | | | | |
| [12] | Total | | | 84.7% | 85.5% | 86.0% | 85.9% | 87.2% | 87.1% | 87.1% | 87.0% | 86.9% | 86.9% | = [13] + [14] |
| [13] | elektrisch | | | 31.6% | 31.5% | 31.7% | 32.1% | 33.7% | 33.4% | 33.5% | 34.0% | 34.2% | 34.4% | = [10] - 0.5% (Erfahrungswert) |
| [14] | thermisch | | | 53.2% | 54.0% | 54.3% | 53.9% | 53.4% | 53.7% | 53.5% | 53.0% | 52.6% | 52.5% | = [11] - 2% (Erfahrungswert) |

Umrechnung der Vollbetriebsstunden (VBSTD) der Bruttostromproduktion auf Nettostromproduktion:

Der Eigenstromverbrauch aller fossiler BHKW beträgt rund 2%.

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

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

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

Erstellungsdatum: 01.09.15

G:\2014\1083_WKK_Statistik\KW-Ausw\Jahr_Typ3+2_2014.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.

Herleitung der Vollbetriebstunden für Energiedaten-Berechnung der WKK-Anlagen in Kläranlagen

| Zeile | | | 1992 | 1993 | 2001 | 2012 | 2013 | 2014 | 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 | 73'063 | 82'928 | 81'787 | 81'709 | Auswertung Klein-WKK-Datenbank E+P | |
| [2] | elektrische Leistung | kW | 10'869 | 11'896 | 22'816 | 28'372 | 28'018 | 28'243 | Auswertung Klein-WKK-Datenbank E+P | |
| [3] | thermische Leistung | kW | 20'684 | 22'690 | 40'540 | 43'846 | 43'239 | 42'656 | Auswertung Klein-WKK-Datenbank E+P | |
| A.2 | theoretische Wirkungsgrade | | | | | | | | | |
| [4] | Total | | 86.5% | 86.6% | 86.7% | 87.1% | 87.1% | 86.8% | = [5] + [6] | |
| [5] | elektrisch | | 29.8% | 29.8% | 31.2% | 34.2% | 34.3% | 34.6% | = [2] / [1] | |
| [6] | thermisch | | 56.7% | 56.8% | 55.5% | 52.9% | 52.9% | 52.2% | = [3] / [1] | |
| [5a] | Abzug beim elektr. Wirkungsgrad | | 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% | Erfahrungswert für Herleit. des Jahresnutz.grades | |
| A.3 | Jahresnutzungsgrade | | | | | | | | | |
| [7] | Total | | 80.5% | 80.6% | 80.7% | 81.1% | 81.1% | 80.8% | = [8] + [9] | |
| [8] | elektrisch | | 27.8% | 27.8% | 29.2% | 32.2% | 32.3% | 32.6% | = [5] - [5a] (Erfahrungswert) | |
| [9] | thermisch | | 52.7% | 52.8% | 51.5% | 48.9% | 48.9% | 48.2% | = [6] - [6a] (Erfahrungswert) | |
| A.4 | Vollbetriebsstunden | | | | | | | | | |
| [10] | Input-Leistung | h/a | 4'645 | 4'645 | 4'282 | 4'257 | 4'257 | 4'254 | = [11] * [2] / [8] / [1] | |
| [11] | elektrische Leistung | h/a | 4'333 | 4'333 | 4'008 | 4'008 | 4'008 | 4'008 | 1993 + 2001 = Erhebung; 94-00 = Interpolation | |
| [12] | thermische Leistung | h/a | 4'317 | 4'318 | 3'974 | 3'935 | 3'934 | 3'928 | = [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 | 3'330 | 670 | 563 | 173 | Auswertung Klein-WKK-Datenbank E+P | |
| [22] | mechanische Leistung | kW | 2'081 | 1'943 | 1'087 | 197 | 162 | 32 | Auswertung Klein-WKK-Datenbank E+P | |
| [23] | thermische Leistung | kW | 3'443 | 3'237 | 1'766 | 358 | 297 | 91 | Auswertung Klein-WKK-Datenbank E+P | |
| B.2 | theoretische Wirkungsgrade | | | | | | | | | |
| [24] | Total | | 85.6% | 85.5% | 85.7% | 82.8% | 81.6% | 71.6% | = [25] + [26] | |
| [25] | mechanisch | | 32.2% | 32.1% | 32.6% | 29.4% | 28.8% | 18.8% | = [22] / [21] | |
| [26] | thermisch | | 53.4% | 53.4% | 53.0% | 53.4% | 52.7% | 52.9% | = [23] / [21] | |
| B.3 | Jahresnutzungsgrade | | | | | | | | | |
| [27] | Total | | 79.6% | 79.5% | 79.7% | 76.8% | 75.6% | 65.6% | = [28] + [29] | |
| [28] | mechanisch | | 30.2% | 30.1% | 30.6% | 27.4% | 26.8% | 16.8% | = [25] - 2 % (Erfahrungswert) | |
| [29] | thermisch | | 49.4% | 49.4% | 49.0% | 49.4% | 48.7% | 48.9% | = [26] - 4 % (Erfahrungswert) | |
| B.4 | Vollbetriebsstunden | | | | | | | | | |
| [30] | Input-Leistung | h/a | 5'455 | 5'457 | 5'059 | 5'059 | 5'059 | 5'059 | Jahr 2001 = Erhebung; 94-00 = Interpolation * | |
| [31] | mechanische Leistung | h/a | 5'117 | 5'117 | 4'749 | 4'715 | 4'708 | 4'520 | = [30] * [21] * [28] / [22] | |
| [32] | thermische Leistung | h/a | 5'046 | 5'049 | 4'677 | 4'680 | 4'675 | 4'676 | = [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 | 76'392 | 83'599 | 82'351 | 81'882 | | |
| [41] | elektrische Leistung | kW | 10'869 | 11'896 | 22'816 | 28'372 | 28'018 | 28'243 | | |
| [42] | mechanische Leistung | kW | 2'081 | 1'943 | 1'087 | 197 | 162 | 32 | | |
| [43] | thermische Leistung | kW | 24'127 | 25'927 | 42'306 | 44'204 | 43'536 | 42'747 | | |
| C.2 | Vollbetriebsstunden | | Jahr | 1992 | 1993 | 2001 | 2012 | 2013 | 2014 | Datenbank ARA_VBSTD (Basis für Anh. D.1c) |
| [44] | Input-Leistung | h/a | 4'767 | 4'752 | 4'316 | 4'263 | 4'262 | 4'256 | 4'256 | = ([10] * [1] + [30] * [21]) / ([1] + [21]) |
| [45] | elektrische Leistung | h/a | 4'333 | 4'333 | 4'008 | 4'008 | 4'008 | 4'008 | 4'008 | = [11] |
| [46] | mechanische Leistung | h/a | 5'117 | 5'117 | 4'749 | 4'715 | 4'708 | 4'520 | 4'520 | = [31] |
| [47] | thermische Leistung | h/a | 4'421 | 4'409 | 4'003 | 3'941 | 3'940 | 3'930 | 3'930 | = ([10] * [1] + [30] * [21]) / ([1] + [21]) |

Erstellungsdatum: 01.09.15

G:\2014\1083_WKK_Statistik\KW-Ausw\Jahr_Typ3+2_2014.xls\ARA.1a BerTabF2e

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

F.2.4 Typ 2 der Jahresstatistik

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

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

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

| Jahresstatistik | | 2002 | | | | | | | | | | | |
|--------------------------------------------|-----|----------------|-------------------------------------|----------|----------|-----------|------------|------------|-------------------------------------|----------|----------|----------|--|
| Typ 2 | | TOTAL | Aufteilung nach Anlageart 3) | | | | | | Aufteilung nach Technologien | | | | |
| der Klein-WKK-Jahresstatistik | | (alle Anlagen) | fossile WP | Biogas | Klärgas | Deponieg. | foss. BHKW | Div. foss. | BHKW 4) | Wärmep. | Gasturb. | Rest 5) | |
| WKK-Anlagen in Betrieb (Jahresende) | | M | N | O | P | Q | R | S | U | V | W | X | |
| Anzahl WKK-Anlagen 1) | - | 1031 | 52 | 53 | 290 | 2 | 620 | 14 | 962 | 52 | 7 | 10 | |
| Anzahl WKK-Aggregate | - | 1379 | 58 | 70 | 425 | 5 | 802 | 19 | 1299 | 58 | 9 | 13 | |
| Installierte Leistungen | | | | | | | | | | | | | |
| - Anschlussleistung | MW | 426.76 | 14.00 | 19.81 | 84.51 | 5.38 | 295.68 | 7.38 | 403.87 | 14.00 | 3.00 | 5.89 | |
| - elektrische Leistung | MW | 138.09 | | 6.64 | 25.49 | 1.82 | 102.29 | 1.85 | 135.76 | | 0.90 | 1.43 | |
| - mechanische Leistung 2) | MW | 1.17 | | | 1.17 | | | | 1.17 | | | | |
| - Heizleistung | MW | 248.03 | 22.39 | 10.25 | 46.45 | 3.00 | 159.72 | 6.22 | 218.60 | 22.39 | 1.50 | 5.54 | |
| 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 2013; September 2014, Dr. Eicher+Pauli AG, Liestal
Download: www.bfe.admin.ch → Themen → Energiestatistiken → Teilstatistiken
- [SdEE] U. Kaufmann: 'Schweizerische Statistik der erneuerbaren Energien'; Ausgabe 2013; September 2014, 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