

# Schweizerische Statistik erneuerbarer Energieträger

## Teilstatistik Biogas 2004

Ausgearbeitet durch  
engeli engineering, Neerach

Im Auftrag des  
**Bundesamtes für Energie**

November 2005



**Auftraggeber:**

Bundesamt für Energie

**Auftragnehmer:**

engeli engineering, 8173 Neerach

**Autor:**

Hans Engeli

2005

Diese Studie wurde im Auftrag des Bundesamtes für Energie erarbeitet. Für den Inhalt der Studie ist allein der/die Studiennehmer/in verantwortlich.

**Bundesamt für Energie BFE**

Worblentalstrasse 32, CH-3063 Ittigen • Postadresse: CH-3003 Bern  
Tel. 031 322 56 11, Fax 031 323 25 00 • [office@bfe.admin.ch](mailto:office@bfe.admin.ch) • [www.admin.ch/bfe](http://www.admin.ch/bfe)



**Bundesamt für Energie BFE**

Worbentalstrasse 32, CH-3063 Ittigen • Postadresse: CH-3003 Bern

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

## Inhaltsverzeichnis

0	Die Daten in Kürze .....	2
1	Einleitung .....	3
2	Biogasstatistik.....	4
2.1	Landwirtschaftliche Biogasanlagen .....	4
2.2	Industrieabwasser .....	8
2.3	Bioabfälle.....	10
2.4	Co-Vergärung.....	12
3	Zusammenfassende Darstellung .....	15
3.1	Bruttogasproduktion nach Anlagekategorie .....	15
3.2	Biogasnutzung zur Strom- und Wärmeproduktion .....	16
3.3	Treibstoffproduktion.....	17
4	Anlagebeispiel .....	19
5	Quellen.....	20

## 0 Die Daten in Kürze

### Landwirtschaft



	Einheit	2003	2004	Veränderung
Anzahl Anlagen	-	32	67	+ 3
Biogasproduktion	GWh/a	21.87	25.88	+ 24 %
Stromproduktion	GWh/a	4.49	6.53	+ 18 %

Vergärung von Gülle und Mist sowie zunehmend auch Ernterückständen und betriebsfremden, vergärbaren Stoffen (Co-Substrate)

### Industrieabwasser



	Einheit	2003	2004	Veränderung
Anzahl Anlagen	-	22	23	+ 1
Biogasproduktion	GWh/a	36.08	38.12	+ 5.7 %
Stromproduktion	GWh/a	2.42	2.22	- 8.2
Nutzwärme	GWh/a	21.49	23.20	+ 8.0 %

Biogasanlagen zur anaeroben Vorreinigung von industriellen Abwässern unterschiedlichster Herkunft (Lebensmittel-, Papier- und Zuckerindustrie etc.)

### Gewerbe/Industrie



	Einheit	2003	2004	Veränderung
Anzahl Anlagen	-	13	12	- 1
Biogasproduktion	GWh/a	42.8	51.8	+ 21 %
Stromproduktion	GWh/a	9.19	9.68	+ 5 %
Treibstoff/Brennstoff	GWh/a	6.2	8.81	+ 42 %

Biogasgewinnung aus separat gesammelten kommunalen und industriellen Grün- und Bioabfällen (Verfahren: Kompogas, Valorga, Dranco)

# 1 Einleitung

In der vorliegenden Biogasstatistik des Jahres 2004 werden die Daten der Produktion und Nutzung von Biogas der Bereiche Landwirtschaft, Industrieabwasservorreinigung, Bioabfallvergärung sowie Co-Vergärung in den Faulanlagen von Kläranlagen präsentiert und kommentiert. Die Datenerhebung erfolgte wie in den vergangenen Jahren mittels schriftlicher Umfrage bei den Anlagebetreibern. Im Fall der Landwirtschaft wurden ausschliesslich die grösseren, neueren Biogasanlagen, die Co-Vergärung betreiben, berücksichtigt. Erfahrungsgemäss wird dadurch rund 75 % der gesamten Produktion erfasst. Im Falle der Co-Vergärung auf Kläranlagen wurden die Daten im Jahre 2002 über die Gewässerschutzämter der Kantone erhoben. Im Jahre 2004 wurden die Produktionsdaten der wichtigsten Co-Vergärung betreibenden Kläranlagen aktualisiert. Die vorliegenden Ergebnisse zeigen die Entwicklung der Biogasproduktion seit 1990 bis zum Jahr 2004. Daraus ist ersichtlich, wie sich die Biogasproduktion in den verschiedenen Bereichen entwickelt hat. Weiter ist dargestellt, wie das erzeugte Biogas genutzt wird. Die Teilstatistik Biogas basiert auf folgender Gliederung aus der "Schweizerischen Statistik der erneuerbaren Energien" 2002.

4. Biomassenutzung		
4.5 Landwirtschaftliche Biogasanlagen	Biogasgewinnung vorwiegend auf Landwirtschaftsbetrieben	Biogas
6. Nutzung erneuerbarer Anteile aus Abfall		
6.3 Deponiegasanlagen	Energetische Nutzung des Gases aus Kehrrechtdeponien	Deponiegas
6.4 Biogasanlagen Bioabfälle	Biogasproduktion aus biogenen Abfällen (Grünabfall)	Biogas
7. Energienutzung in Abwassereinigungsanlagen		
7.1 Klärgasanlagen	Klärgasnutzung in kommunalen Abwasserreinigungsanlagen inkl. Co-Vergärung von angelieferten Substraten	Klärgas*
7.2 Biogasanlagen Industrieabwässer	Biogas aus Anlagen zur anaeroben Vorreinigung industrieller Abwässer	Biogas

Tab. 1: Gliederung nach Anwendung und Technologie.

\* als Biogas ausgewiesen

Die nachfolgende Grafik zeigt die Anzahl Anlagen pro Bereich im Jahr 2004.

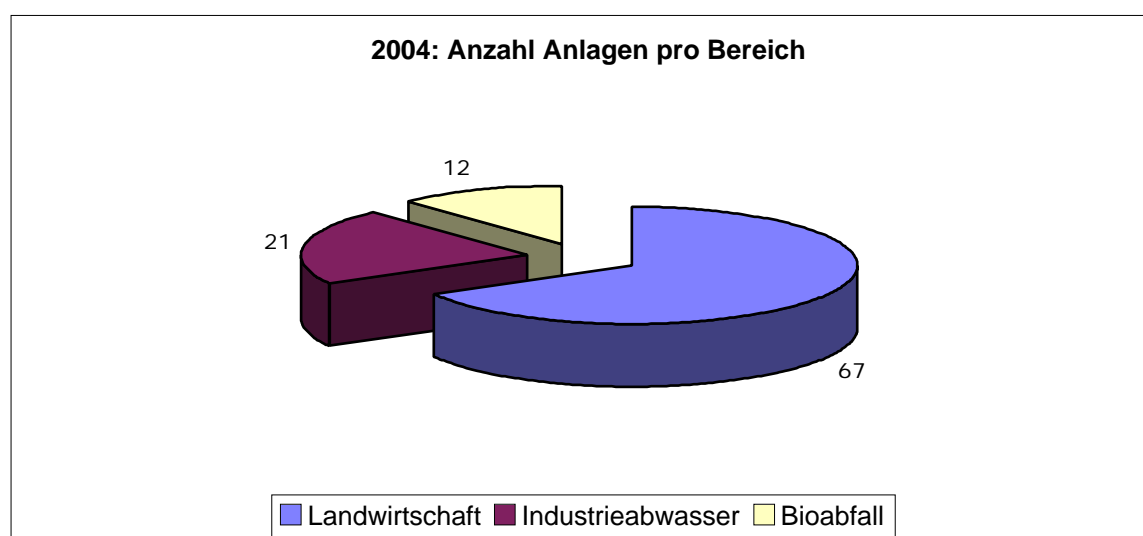


Fig. 1: Verteilung der Biogasanlagen auf die verschiedenen Bereiche, ohne Co-Vergärung.



## 2 Biogasstatistik

### 2.1 Landwirtschaftliche Biogasanlagen



Fig. 2: Ansicht einer landwirtschaftlichen Biogasanlage mit Co-Vergärung in Davos

Die "Landwirtschaftlichen Biogasanlagen" werden in der "Schweizerischen Statistik der erneuerbaren Energien" 2002 der Biomassenutzung zugeordnet:

4. Biomassenutzung		
4.5 Landwirtschaftliche Biogasanlagen	Biogasgewinnung vorwiegend auf Landwirtschaftsbetrieben	Biogas

Die nachfolgenden Tabellen zeigen die Entwicklung der Anzahl in Betrieb stehender Biogasanlagen von 1990 bis 2004. Die Grundlagen und die Daten bis 1995 sind im Bericht „Schweizerische Statistik erneuerbarer Energieträger, Teilstatistik Biogasanlagen 1990 bis 1995“ vom Oktober 1996 detailliert aufgeführt. Letztmals wurden im Jahre 2002 die Daten von sämtlichen Anlagebetreibern erhoben.

Für die Aktualisierung der Daten des Jahres 2004 sind die wichtigsten Anlagebetreiber über die produzierten Mengen Biogas und Strom befragt worden. Die Daten des Jahres 2004 weisen damit eine hohe Genauigkeit auf.

Der Vergleich mit den Daten der Umfrage von 2002 zeigt, dass die Anzahl Biogasanlagen mit Brennern (reine Wärmenutzung) konstant auf 26 Anlagen geblieben ist, während sich der Bestand an Anlagen mit Stromproduktion (WKK) von 36 auf 41 Anlagen erhöht hat. Gegenüber dem Jahr 2003 hat sich die gesamte Anlagezahl von 62 auf 67 Anlagen erhöht.

Die Biogas- und Stromproduktion hat sich weiter erhöht. Dies widerspiegelt den Trend von kleineren zu grösseren Anlagen hin. Die heute in Betrieb stehenden Anlagen produzieren über viermal mehr Strom (6.53 GWh) als im Jahr 1999 (1.46 GWh).

Im Jahr 2004 ist in den Kantonen Luzern, St. Gallen, Graubünden, Schaffhausen und Thurgau je eine landwirtschaftliche Co-Vergärungsanlage in Betrieb genommen worden.

Zur Zeit befinden sich in den Kantonen AG, BL, BE, GR, TG, SO, VS und ZH Anlagen im Bau oder in Planung. Es darf deshalb angenommen werden, dass im Jahr 2005 und 2006 weitere Anlagen in Betrieb genommen werden.

Die installierte elektrische Leistung konnte im Jahr 2004 um 500 kW erhöht werden. Parallel dazu erhöhte sich die durchschnittliche elektrische Leistung von 45.5 kW auf 52.1 kW.

Biogasanlagen mit WKK (alle Anlagen)		1990	1993	1994	1996	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Anzahl Anlagen		30	28	30	33	31	34	32	36	37	36	41
Installierte elektrische Leistung	kW	498	477	514	593	645	878	859	1193	1499	1636	2136
Bruttogasproduktion	GWh/a	5.824	5.73	6.08	6.92	7.74	9.36	11.7	13.5	15.5	17.7	21.7
Prozesswärme	GWh/a	1.922	1.89	2.01	2.29	2.55	3.10	3.89	4.44	5.11	5.83	7.16
Genutzte Wärme	GWh/a	1.456	1.43	1.52	1.73	1.51	1.55	1.75	1.91	2.14	2.16	2.54
Stromproduktion	GWh/a	1.46	1.43	1.52	1.73	2.07	2.58	3.17	3.80	4.49	5.29	6.53
Ungenutzte Wärme	GWh/a	0.291	0.29	0.3	0.35	0.39	0.47	0.59	0.67	0.77	0.94	1.14
Durchschnittliche el. Leistung	Ø kW	16.6	17	17.1	18	20.8	25.8	28.8	33.1	40.51	45.44	52.1

Tab. 2: Entwicklung der Strom- und Wärmeproduktion sowie der installierten elektrischen Leistung in Abhängigkeit der Anzahl landwirtschaftlicher Biogasanlagen mit BHKW in der Zeitspanne von 1990 bis 2004.

Biogasanlagen mit Brennern (alle Anlagen)	1990	1993	1994	1996	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Anzahl Anlagen	72	57	52	40	32	32	30	28	26	26	26
Bruttogasproduktion GWh/a	9.61	8.42	7.59	5.84	4.83	4.83	4.35	4.17	4.00	4.19	4.19
Prozesswärme GWh/a	3.17	2.78	2.52	2.00	1.60	1.60	1.44	1.38	1.32	1.38	1.38
Genutzte Wärme GWh/a	3.17	2.78	2.52	2.00	1.60	1.60	1.44	1.38	1.32	1.37	1.37
Ungenutzte Wärme GWh/a	1.15	1.01	0.92	0.74	0.58	0.58	0.52	0.50	0.48	0.50	0.50

Tab. 3: Entwicklung der Wärmeproduktion in Abhängigkeit der Anzahl landwirtschaftlicher Biogasanlagen in der Zeitspanne von 1990 bis 2004.

Total aller Biogasanlagen	1990	1993	1994	1996	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Anzahl Anlagen	102	85	82	73	63	66	62	64	63	62	67
Bruttogasproduktion GWh/a	15.44	14.15	13.67	12.76	12.57	14.19	16.08	17.62	19.49	21.87	25.88
Prozesswärme GWh/a	5.09	4.67	4.53	4.29	4.15	4.69	5.32	5.82	6.43	7.22	8.54
Genutzte Wärme GWh/a	4.63	4.21	4.04	3.73	3.10	3.15	3.18	3.29	3.46	3.35	3.91
Stromproduktion GWh/a	1.46	1.43	1.52	1.73	2.07	2.58	3.17	3.80	4.49	5.29	6.53
Ungenutzte Wärme GWh/a	1.44	1.30	1.22	1.09	0.97	1.05	1.11	1.17	1.25	1.44	1.64

Tab. 4: Entwicklung der Strom- und Wärmeproduktion in Abhängigkeit der Anzahl landwirtschaftlicher Biogasanlagen in der Zeitspanne von 1990 bis 2004.

Im Vergleich zum Vorjahr **nahm die Stromproduktion** aller landwirtschaftlicher Biogasanlagen um rund **24 % zu**. Die **gesamte produzierte Biogasmenge stieg um 18 %**. Biogasanlagen mit Co-Vergärung haben ihre Produktion im vergangenen Jahr gesteigert. Dies entspricht einem generellen Trend. Die durchschnittliche Stromproduktion pro Betrieb nimmt von Jahr zu Jahr zu. Der elektrische Wirkungsgrad hat im Jahr 2004 die 30 % Marke überschritten.

Die fünf im Jahr 2004 neu in Betrieb gegangenen Anlagen verfügen über Zündstrahlmotoren mit einer elektrischen Leistung von jeweils 100 kW. Es ist ein deutlicher Trend in Richtung grössere Anlagen zu erkennen.

Interessant ist die Feststellung, dass im September 2004 ein herkömmliches BHKW's mit Kolbenmotor durch 2 Mikrogasturbinen mit einer elektrischen Leistung von 2 x 30 kW ersetzt wurde.

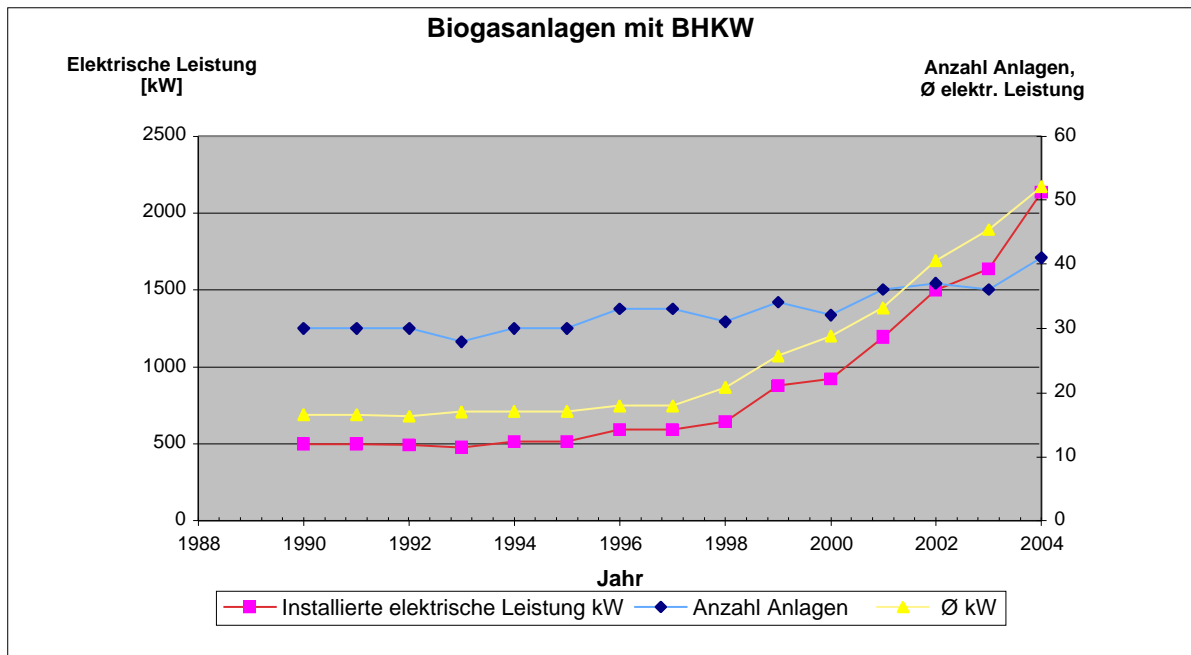


Fig. 3: Entwicklung der gesamthaft installierten sowie durchschnittlichen elektrischen Leistung in Abhängigkeit der Anzahl landwirtschaftlicher Biogasanlagen in der Zeitspanne von 1990 bis 2004.

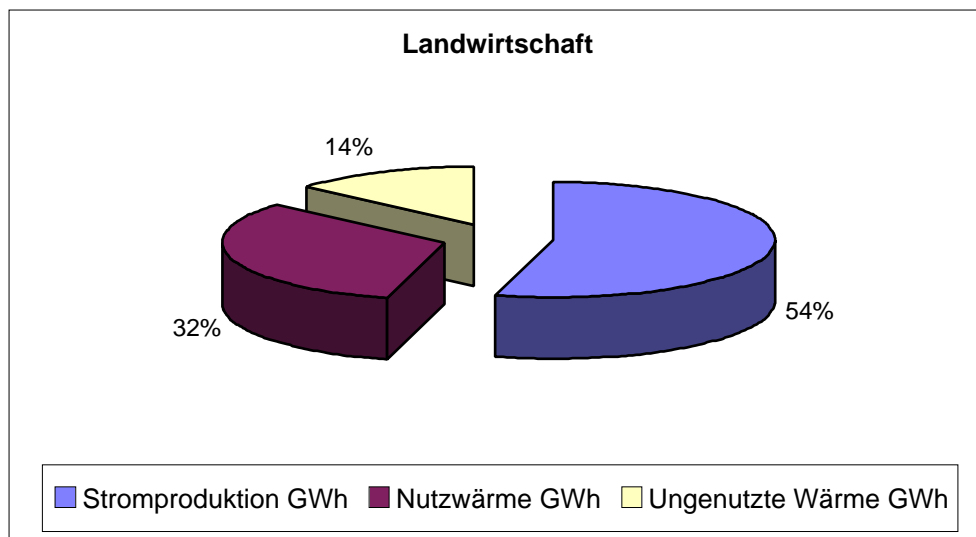


Fig. 4: Verteilung der ausgewiesenen Energieanteile im Jahr 2004.

## 2.2 Industrieabwasser



Fig. 5 Biogasanlage der Hochdorf Nutritec AG, Hochdorf

Die "Biogasanlagen Industrieabwässer" werden in der "Schweizerischen Statistik der erneuerbaren Energien" 2002 der Energienutzung in Abwasserreinigungsanlagen zugeordnet:

7. Energienutzung in Abwassereinigungsanlagen		
7.1 Klärgasanlagen	Klärgasnutzung in kommunalen Abwasserreinigungsanlagen inkl. Co-Vergärung von angelieferten Substraten	Klärgas
7.2 Biogasanlagen Industrieabwässer	Biogas aus Anlagen zur anaeroben Vorreinigung industrieller Abwässer	Biogas

Die folgende Tabelle zeigt die Kenndaten gemäss der Gliederung im Überblick. Was die Energienutzung anbelangt, so wird der Hauptanteil des erzeugten Biogases zur Erzeugung von Prozessenergie (Dampf) in den betrieblichen Kesselanlagen verwertet.

A: Anlagen Industrieabwasser	1990	1993	1996	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Anzahl Anlagen total	7	12	16	17	21	21	19	21	22	23
Anlagen mit Energienutzung	5	9	13	14	18	18	18	20	21	21
Anlagen ohne Energienutzung	2	3	3	3	3	3	1	1	1	2
Verbrauch Biogas GWh/a	12.46	24.33	26.28	32.35	33.84	36.64	30.75	33.65	36.08	38.12
Verbrauch Biogas Mio. m <sup>3</sup> /a	1.80	3.39	3.76	4.60	4.81	5.19	4.35	4.79	5.14	5.41
Wärme für Fermenter GWh/a	0.93	1.82	1.97	2.43	2.54	2.75	2.31	2.52	2.71	2.86
Genutzte Wärme GWh/a	7.14	14.71	14.92	18.64	19.62	21.42	18.36	19.99	21.49	23.20
Stromproduktion GWh/a	0.60	0.60	2.32	2.27	1.84	2.08	1.73	2.19	2.42	2.22

Tab. 5: Entwicklung der Anlagezahl und der Strom und Wärmeproduktion aus der anaeroben Vorbehandlung von Industrieabwässern.

In der nachfolgenden Figur ist die Entwicklung der Anlagezahl und der Gasproduktion seit dem Beginn der regelmässigen Aufzeichnungen im Jahr 1990 dargestellt.

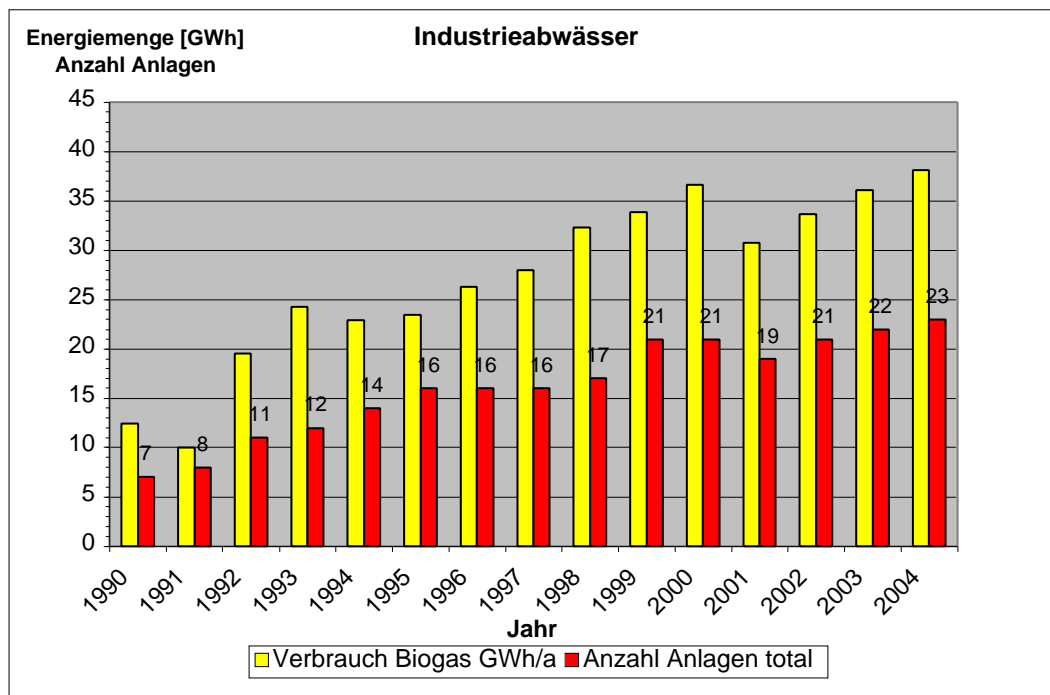


Fig. 6: Entwicklung der Anlagezahl und der Biogasproduktion im Bereich der anaeroben Vorreinigung von Industrieabwässern

Die Anzahl der anaeroben Vorbehandlungsanlagen für Industrieabwässer hat sich im Jahr 2004 wie folgt verändert:

Im Jahre 2004 wurde eine Anlage in der Getränkeindustrie (Süssgetränkeherstellung) in Betrieb genommen. Leider wurde im Jahr 2004 das Biogas noch nicht verwertet. Es werden jedoch Überlegungen angestellt, das Gas in Zukunft zu nutzen. Gegenüber dem Jahr 2003 konnte die Bruttogasproduktion um 5.7 % gesteigert werden.

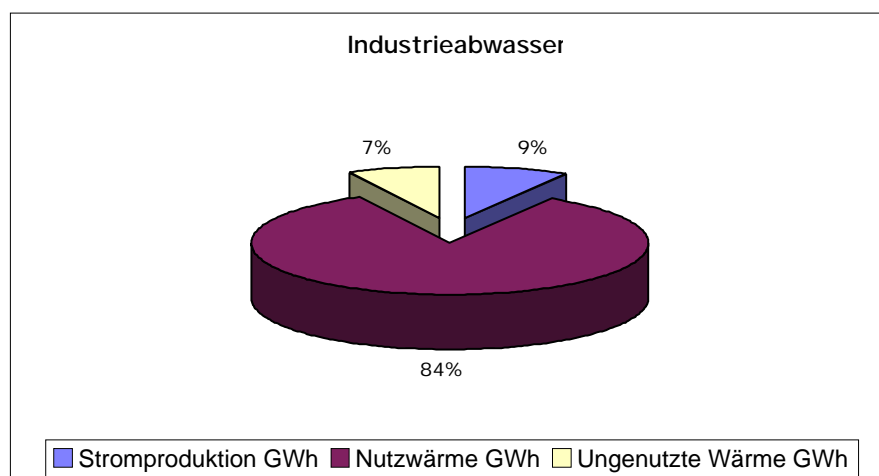


Fig. 7: Verteilung der ausgewiesenen Energieanteile im Jahr 2004.

## 2.3 Bioabfälle



Fig. 8 Kompostgasanlage Lenzburg.

Die Bioabfallvergärung wird in der "Schweizerischen Statistik der erneuerbaren Energien" 2002 der Nutzung erneuerbarer Anteile aus Abfall zugeordnet:

6. Nutzung erneuerbarer Anteile aus Abfall		
6.3 Deponiegasanlagen	Energetische Nutzung des Gases aus Kehrichtdeponien	Deponiegas
6.4 Biogasanlagen Bioabfälle	Biogasproduktion aus biogenen Abfällen (Grünabfall)	Biogas

Seit der Inbetriebsetzung der ersten Bioabfallvergärungsanlage im Jahre 1992 (KOMPOGAS Anlage Rümlang) standen Ende 2004 12 Anlagen in Betrieb. Im Jahr 2004 konnte die Bruttogasproduktion um 21 % und die Stromproduktion um 5 % gesteigert werden. Der Hauptanteil des zusätzlich produzierten Biogases wird aufbereitet und zum Betrieb von Fahrzeugen verwendet (Autogas). Die Zunahme im Vergleich zum Jahr 2003 betrug 42 %.

B. Anlagen Bioabfälle		1992	1994	1995	1996	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Anlagen	Anzahl	1	3	4	6	8	10	11	13	13	13	12
Verbrauch Biogas	GWh/a	1.9	4.77	7.95	11.8	17.3	23.9	30.8	37	43.9	42.8	51.8
Wärme für Fermenter	GWh/a	0.14	0.36	0.6	0.88	1.3	1.65	2.04	2.41	3.33	3.16	3.88
Genutzte Wärme	GWh/a	0.3	0.57	1.07	1.55	2.62	3.58	5.23	5.56	6.39	6.37	4.21
Stromproduktion	GWh/a	0.5	1.47	2.45	3.24	5.14	6.28	6.7	8.23	9.80	9.19	9.68
Autogas	GWh/a	0	0	0	0.55	1.51	2.25	5.32	6.76	5.54	6.20	8.81

Tab. 6: Entwicklung von Anlagezahl, Strom-, Wärme- und Autogasproduktion aus der Vergärung von Bioabfällen.

Anmerkung zur Tabelle 6:

Der Gasverbrauch hat sich aufgrund einer notwendigen Berichtigung der Ermittlung der Autogasproduktion in den Jahren 2002 (- 0.14 %) und 2003 (+ 1.65 %) verändert und weicht daher von den in der "Schweizerische Statistik der erneuerbaren Energien 2003" im Kapitel 6.4 Biogasanlagen Gewerbe/Industrie ab. Die Stromproduktion blieb unverändert.

In der Kategorie Bioabfälle sind im Jahre 2004 keine Anlagen in Betrieb gegangen. Vielmehr wurde in Schaffhausen eine Anlage zur Vergärung von Gras aus wirtschaftlichen Gründen still gelegt. Deshalb sind aktuell nur noch 12 Anlagen in Betrieb.

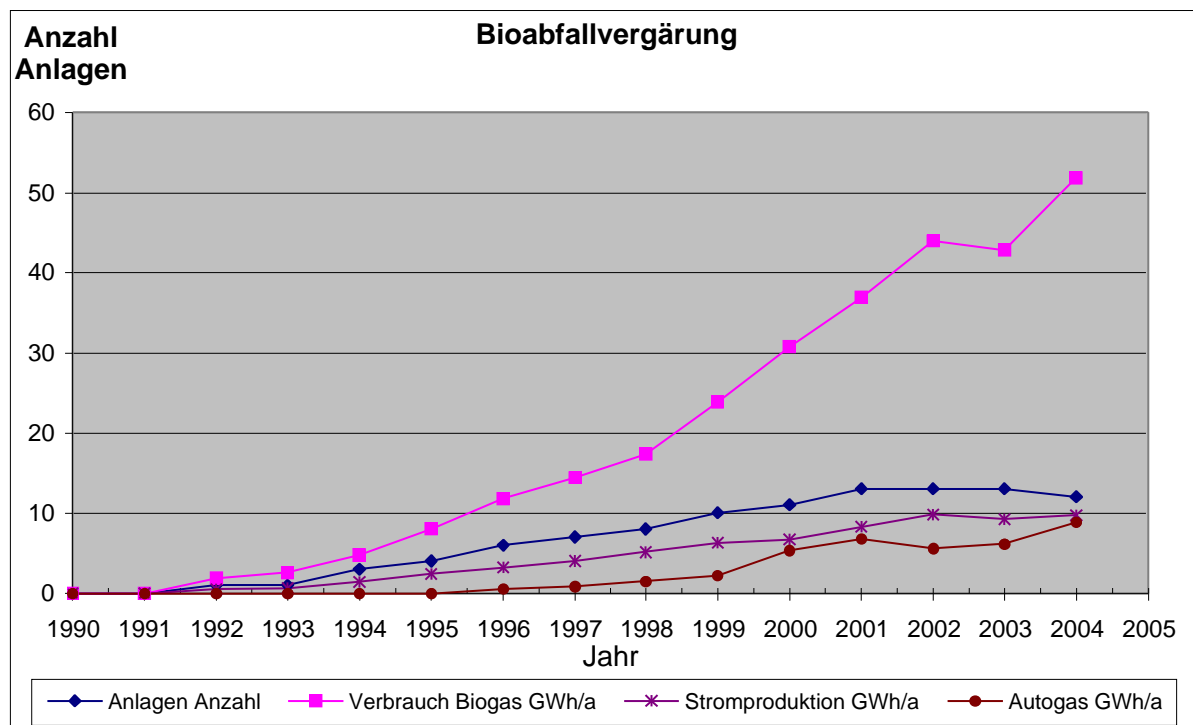


Fig. 9: Entwicklung von Anlagezahl, Strom-, Wärme- und Autogasproduktion aus der Vergärung von Bioabfällen.



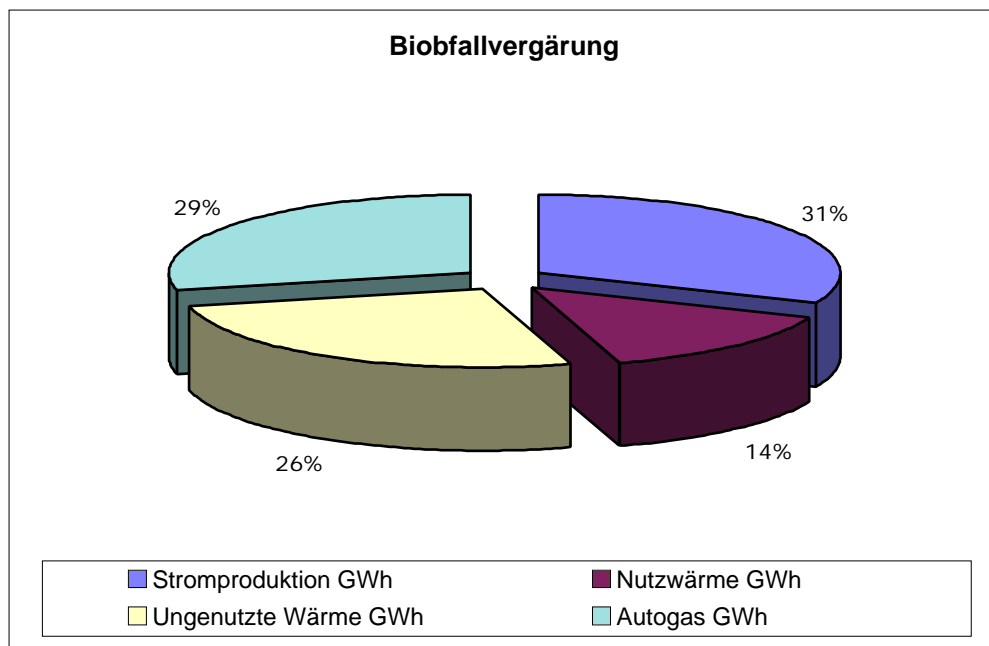


Fig. 10: Verteilung der ausgewiesenen Energieanteile.

## 2.4 Co-Vergärung

Unter Co-Vergärung versteht man hier die gemeinsame Vergärung von Klärschlamm und sogenannten Co-Substraten im Faulraum von Kläranlagen. Die im Jahr 2002 durchgeführte Erhebung sämtlicher Kläranlagendaten hat ergeben, dass auf ca. 23 Kläranlagen Co-Substrate (Fettschlämme, Speisereste usw.) angenommen und mit dem Klärschlamm vergoren werden.

Die "Co-Vergärung" wird in der "Schweizerischen Statistik der erneuerbaren Energien" 2002 der Energienutzung in Abwasserreinigungsanlagen zugeordnet:

7. Energienutzung in Abwassereinigungsanlagen		
7.1 Klärgasanlagen	Klärgasnutzung in kommunalen Abwasserreinigungsanlagen <b>inkl. Co-Vergärung</b> von angelieferten Substraten	Klärgas

Aufgrund von Praxiserfahrungen darf angenommen werden, dass **gesamtschweizerisch weit mehr als 23 Anlagen** Fremdschlämme annehmen und in den Faulraum einspeisen. Ein Grund dafür, dass nur von wenigen Anlagenbetreibern Angaben zur Co-Vergärung gemacht worden sind, dürfte darin zu finden sein, dass die Gasproduktion nicht separat gemessen werden kann.

Aus diesem Grund wurden die erhobenen Daten detailliert auf entsprechende Hinweise untersucht. Dabei wurde vereinfacht wie folgt vorgegangen:

- Mit Hilfe der angeschlossenen Einwohnerwerten (EG) wurde die spezifische Gasproduktion pro Einwohner und Tag ermittelt ( $I/EG \cdot d$ ).
- Der erhaltene Wert für die spezifische Gasproduktion wurde mit dem Richtwert von 21  $I/EG \cdot d$  verglichen.

- Zur Ermittlung der Kläranlagen welche Co-Vergärung betreiben wurde der Richtwert auf 25l/EG\*d gesetzt.
- Der über den Richtwert hinausgehende Mehrertrag wurde der Co-Vergärung zugeordnet.
- Daraus wurde die anteilmässige Stromproduktion aus der Co-Vergärung ermittelt.

Die Biogasproduktion aus der Vergärung von Co-Substraten betrug im Jahr 2004 **rund 9 %** der gesamten Klärgasproduktion in kommunalen Abwasserreinigungsanlagen.

2004		Landwirtschaft	Industrieabwasser	Bioabfall	Co-Vergärung
Anlagen	Anz.	67	21	12	57
Bruttogasproduktion	GWh	25.88	36.08	51.8	44.38
Stromproduktion	GWh	6.53	2.42	9.68	8.71
Nutzwärme	GWh	3.91	23.2	4.21	0.00
Ungenutzte Wärme	GWh	1.63	2.06	8.06	0
Autogas	GWh	0	0	8.81	0

Tab. 7: Anlagen mit Strom- und Wärmeproduktion der Bereiche Landwirtschaft, Industrieabwasser, Bioabfall und Co-Vergärung in Kläranlagen im Jahr 2004.

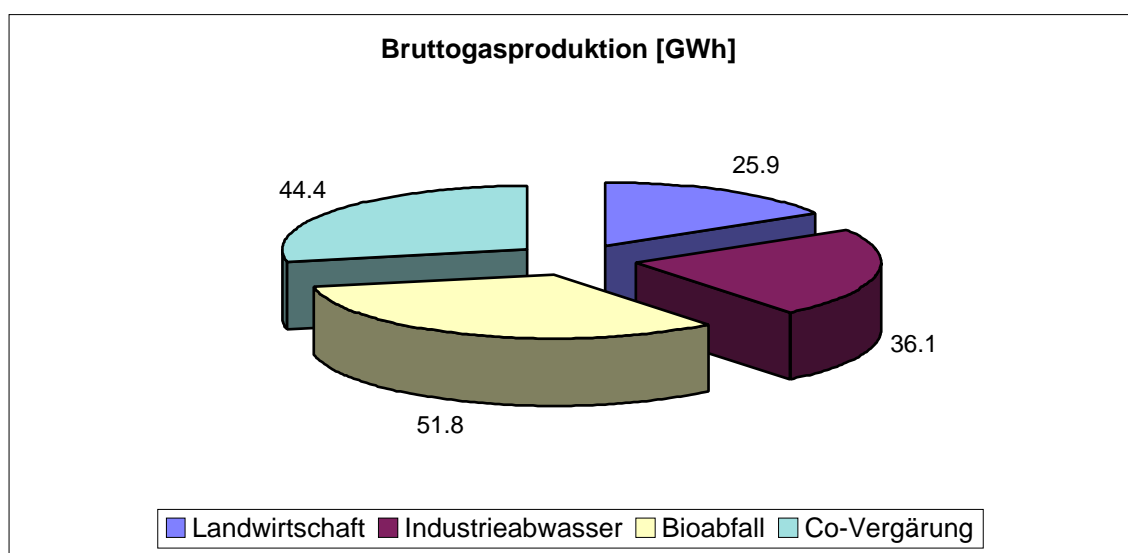


Fig. 11: Bruttogasproduktion nach Anlagekategorie.

Der Biogasanteil aus der Vergärung von Co-Substraten weist einen Anteil von **rund 47%** der Gesamtproduktion der Bereiche Landwirtschaft, Bioabfall und Industrieabwasser auf.

Die detaillierte Untersuchung der Kläranlagedaten hat ergeben, dass auf 56 von total 878 Kläranlagen zusätzlich Co-Substrate vergoren werden. Von den 56 Anlagen verfügen 49 über ein BHKW und verstromen das Biogas; bei den restlichen 7 Anlagen wird das Biogas zur Wärmeerzeugung verwendet.

Die obigen Ausführungen zeigen, dass ein ernst zu nehmender Anteil der Bruttogasproduktion aus der Vergärung von Co-Substraten in den bestehenden Faulräumen von Kläranlagen stammt. Es ist allerdings schwierig und mit grossem Aufwand verbunden, die Biogasanteile aus der Co-Vergärung zu bestimmen. In der Regel kann die Gasproduktion nicht mit einem separaten Gaszähler erfasst werden. Die Einzige Möglichkeit ist eine Abschätzung des zusätzlichen Biogaser-

trages mit Hilfe der zugeführten Menge Co-Substrate bzw. mit der oben beschriebenen Vorgehensweise.

Die Vergärung von Co-Substraten in den bestehenden Faulanlagen auf den Kläranlagen macht Sinn. Während der Strom vollumfänglich verwertet werden kann, muss in Einzelfällen für die Verwertung der Wärme nach externen Lösungen gesucht werden. Bisher kann jedoch die Wärme grösstenteils verwertet werden, weshalb der Anteil ungenutzter Wärme gegen Null geht.

Die Entwicklung der Biogasproduktion aus der Co-Vergärung wird in Zukunft noch genauer verfolgt werden müssen. Insbesondere könnte das durch die bestehenden Kläranlagen vorhandene Potenzial durch die Zufuhr von biogenen Substraten, welche ohnehin der Verbrennung zugeführt werden müssen, noch weiter gesteigert werden.

## 3 Zusammenfassende Darstellung

### 3.1 Bruttogasproduktion nach Anlagekategorie

Die nachfolgende Tabelle zeigt eine Übersicht der im Jahr 2004 in Betrieb stehenden Anlagen, sowie über Produktions- und Nutzungsdaten, gemäss obiger Gliederung.

2004		Landwirtschaft	Industrieabwasser	Bioabfall	Co-Vergärung	Total
Anlagen	Anz.	67	21	12	57	157.0
Bruttogasproduktion	GWh	25.88	36.08	51.8	44.38	158.1
Stromproduktion	GWh	6.53	2.42	9.68	8.71	27.3
Nutzwärme	GWh	3.91	23.2	4.21	0.00	31.3
Ungenutzte Wärme	GWh	1.63	2.06	8.06	0	11.8
Autogas	GWh	0	0	8.81	0	8.8
Nutzanteil Bruttogas	GWh	12.07	27.68	30.76	8.71	79.22
	%	<u>46.64</u>	<u>76.72</u>	<u>59.38</u>	<u>19.63</u>	<u>50.09</u>
Nutzanteil Wärme		15.11	64.30	8.13	0.00	19.81
Nutzanteil Strom		25.23		18.69	19.63	

Tab. 8: Aktueller Stand der Strom- und Wärmeproduktion aus Biogas, (n.b.: nicht bestimmt).

Die nachfolgende Figur zeigt die Anzahl Anlagen sowie die Bruttogas- und Stromproduktion pro Bereich im Jahr 2004. Im Bereich der Landwirtschaft sind 41 von 67 Anlagen mit einem BHKW zur Strom- und Wärmeproduktion ausgerüstet.

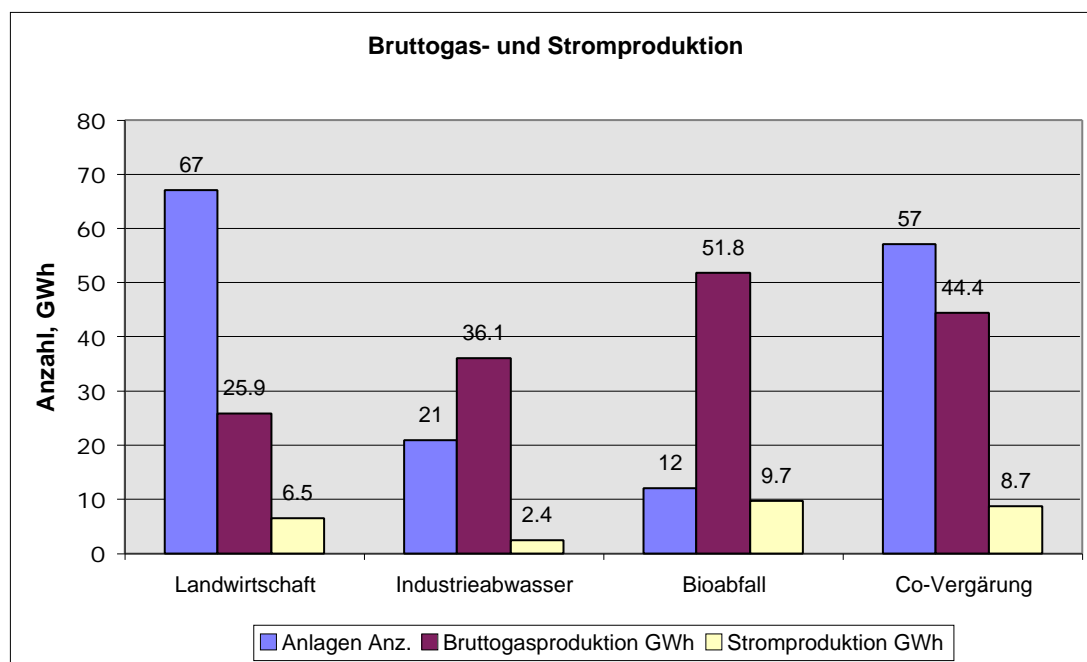


Fig. 12: Bruttogas- und Stromproduktion pro Bereich.

### 3.2 Biogasnutzung zur Strom- und Wärmeproduktion

Die folgende Figur gibt einen Überblick über der verschiedenen Nutzungsformen und -anteile der Bruttogasproduktion.

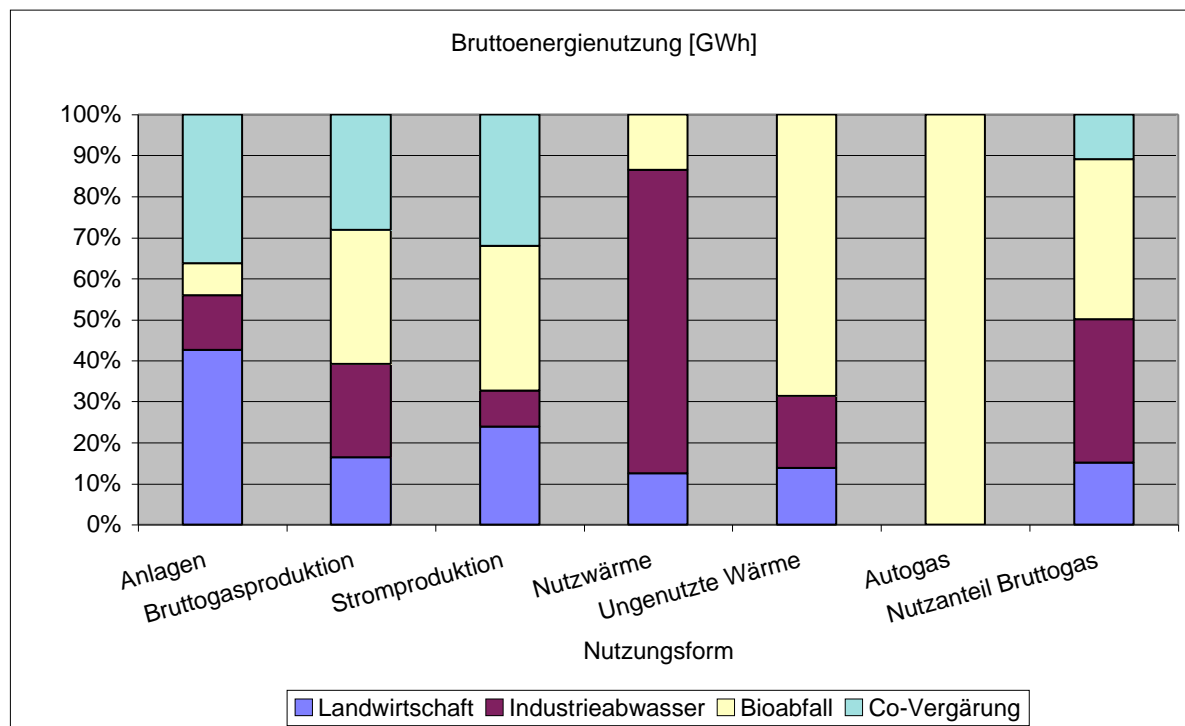


Fig. 13: Produktion und Nutzung des erzeugten Biogases in den Bereichen Landwirtschaft (inkl. Co-Vergärung), Industrieabwasser, Bioabfälle und Co-Vergärung in Kläranlagen.

Die Bioabfallvergärung weist den grössten Anteil an der Bruttogas- und Stromproduktion auf (s. Figur 13). Aufgrund der hohen Stromproduktion ist der Anteil ungenutzter Wärme relativ hoch, denn die Verstromung liefert zwei Drittel der Primärenergie Biogas in Form von Wärme. Leider kann der hohe Wärmeanteil nicht an jedem Standort verwertet werden. Mit einer erweiterten Aufbereitung kann das Biogas entweder ins Erdgasnetz eingespiesen oder als Treibstoff für Erdgasfahrzeuge (Autogas) verwendet werden. Die Herstellung von Autogas (Treibstoff) stammt ausschliesslich aus dem Biogas aus der Vergärung von Bioabfällen (Kompogas).

Im Bereich Industrieabwasser erfolgt die Gasnutzung zur Erzeugung von Prozessdampf oder -wärme hauptsächlich im Brenner bzw. Kessel.

Obwohl die Landwirtschaft die grösste Anzahl Anlagen aufweist, ist die Bruttogas- und folglich die Stromproduktion verhältnismässig bescheiden.

### 3.3 Treibstoffproduktion

Wie oben dargelegt wird Autogas (Treibstoff) ausschliesslich aus dem Biogas aus der Vergärung von Bioabfällen (Kompogas) aufbereitet. Die folgende Grafik zeigt die Entwicklung seit der Inbetriebsetzung der ersten Aufbereitungsanlage auf der Kompogasanlage Rümlang.

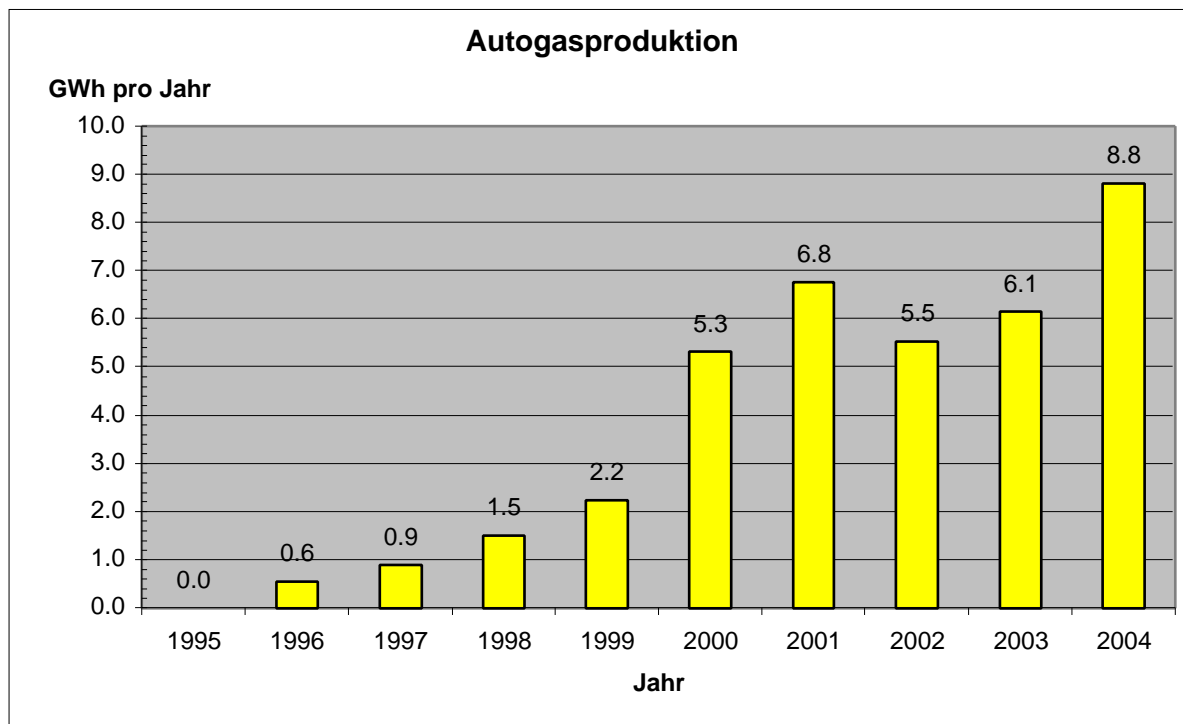


Fig. 14: Entwicklung der Autogasproduktion aus Biogas

Mit den rund 8.8 GWh Autogas können rund 1100 Autos mit einem durchschnittlichen Verbrauch von 8 l Benzin pro 100 km und einer Fahrleistung von 10'000 km pro Jahr betrieben werden.

Per Ende 2004 waren an den Standorten folgender Bioabfallvergärungsanlagen Kompogas bzw. Naturgas Tankstellen in Betrieb:

- Kompogas, 8184 Bachenbülach,
- Kompogas Region Furttal-Limmattal, 8112 Otelfingen,
- Kompogas, 8153 Rümlang.



Fig. 15: NATURGAS Tankstelle in Zürich Nord.

Gesamtschweizerisch können an 18 Gastankstellen Fahrzeuge mit aufbereitetem Biogas aus Kompogasanlagen betankt werden. Die Versorgung der Gastankstellen erfolgt durch aufbereitetes Biogas, welches ins Leitungsnetz der Erdgas Zürich eingespeist und unter dem Markennamen Naturgas (Naturgas, kompogas, erdgas) angeboten wird.

Schweizweit stehen insgesamt 66 Tankstellen für die Betankung von Erdgasfahrzeugen zur Verfügung. Dazu kommen, in unmittelbarer Nachbarschaft zur Schweiz, je eine Tankstelle in D-Konstanz, D-Waldshut, A-Dornbirn und FL-Vaduz. Sechzehn weitere Tankstellen befinden sich in Planung.



Fig. 16: Erdgasfahrzeug OPEL ZAFIRA CNG.

## 4 Anlagebeispiel

### Biogasanlage Ittigen Bern

Seit Mitte August 2005 produziert die Biogasanlage auf dem Hof der Familie Wyss in Ittigen Strom. Hier wird die Gülle von rund 200 Mutterkühen mit Kälbern sowie Mastrindern (total ca. 100 GVE) gemeinsam mit anderen Abfällen zu Biogas vergärt und in einem Blockheizkraftwerk in Oekostrom und Wärme umgewandelt. Dieser wird ins Netz eingespeist und kann so über 150 Haushalte versorgen.



Fig. 17: Fermenter (rechts) Betriebsgebäude (mitte) und Nachgärer (links)

Gülle, Mist und weitere organische Reststoffe werden in der abgedeckten Vorgrube vermischt und periodisch in den Fermenter gepumpt. Der Betonfermenter wird permanent auf 35-42 Grad Celsius geheizt, damit er für die mesophilen Methanbakterien ideale Verhältnisse bietet. Hier wird das Güllegemisch während rund 30 Tagen vergoren. Das entstandene Biogas wird in der darüberliegenden elastischen Gasfolienhaube gespeichert. Im Blockheiz-Kraftwerk wird aus dem anfallenden Biogas Strom und Wärme produziert. Auch das Endlager ist mit einer Gasfolienhaube bedeckt, damit möglichst das gesamte entstehende Biogas genutzt werden kann. Um die Ammoniakverluste beim Ausbringen möglichst gering zu halten wird ein Schleppschlauchverteiler eingesetzt.

#### Anlagedaten (Planungswerte)

Gülle und Co-Substrate	t/a	2'300
	t/a	1'000
Volumen Fermenter	m <sup>3</sup>	420
Volumen Nachgärer	m <sup>3</sup>	860
Elektrische Leistung BHKW	kW	100
Biogasproduktion brutto	m <sup>3</sup> /a	ca. 330'000
Heizölaequivalent	kg/a	ca. 200'000
Stromproduktion netto	kWh/a	ca. 500'000
Wärmeprouktion brutto	kWh/a	ca. 625'000



## 5 Quellen

U. Kaufmann: Bundesamt für Energie - Schweizerische Statistik der erneuerbaren Energien, Ausgabe 2004; August 2005; Dr. Eicher + Pauli AG, Liestal; im Auftrag des Bundesamtes für Energie. Download: <http://www.eicher-pauli.ch> → Publikationen; <http://www.energieschweiz.ch> → Themen/Statistik, Perspektiven/Teilstatistiken

D. Würzler: Referenzanlagen; Januar 2004; Kompogas AG, Glattbrugg. <http://www.kompogas.ch>

D. Ruch: Persönliche Mitteilungen; Genesys GmbH, Frauenfeld. <http://www.genesys-gmbh.ch>

Verband der Schweizerischen Gasindustrie, VSG, Zürich. Tankstellenverzeichnis <http://www.erdgas.ch>

Informationsstelle BiomasseEnergie, 8702 Zollikon. <http://www.biomasseenergie.ch>

Biogasanlage Wyss, Ittigen. <http://www.gasgeben.ch>

*23. November 05. en*