

Schlussbericht, 9. Januar 2003

# SCHWEIZERISCHE STATISTIK

## ERNEUERBARER ENERGIEN

### Teilstatistik Biogas - Erfassung Biogasdaten aus kommunalen ARA

Autor und Koautoren:	René Buri, Beat Kobel
beauftragte Institution:	Ryser Ingenieure AG
Adresse:	Engestrasse 9, 3000 Bern 26
Telefon, E-mail, Internetadresse:	031 301 65 11, <a href="mailto:rene.buri@rysering.ch">rene.buri@rysering.ch</a> , <a href="http://www.rysering.ch">www.rysering.ch</a>
BFE Projekt-/Vertrag-Nummer:	44183 / 84222
Dauer des Projekts (von – bis):	Februar 2002 bis Dezember 2002

#### ZUSAMMENFASSUNG

In Zusammenarbeit zwischen BUWAL und BFE wurde im Jahr 2002 bei allen Schweizer ARA (Abwasserreinigungsanlagen) mit mindestens 200 Einwohnergleichwerten eine Datenerhebung durchgeführt.

Grundlage für die Erhebung bildete das bestehende ARA-Stammkartenformular des BUWAL (die BUWAL-ARA-Stammdaten wurden im Jahr 2001 durch die Ryser Ingenieure AG anhand von alten Stammkarten und Archivunterlagen aktualisiert und zu einer neuen Access-Datenbank zusammengefasst). Das BUWAL-Stammkartenformular (sowie die Datenbank) wurden für die Erhebung bei den ARA mit den für die Teilstatistik Biogas relevanten Angaben betreffend Energie (Strom, Klärgas etc.) erweitert. Angefordert wurden, neben einer Überprüfung der BUWAL-Stammdaten, die entsprechenden Betriebsdaten des Jahres 2001.

Resultat der Erhebung ist ein mittels Plausibilitätskontrollen und Nachfragen überarbeiteter Rohdatensatz (MS Access 2000 - Datenbank), der qualitativ befriedigend ist. Trotz mehrmaligem Nachfragen blieben von einigen relevanten ARA die Rückmeldungen aus.

Die entstandene Datenbank dient als Grundlage für eine zukünftige Erhebung und Aktualisierung der Daten für die Schweizerische Teilstatistik Biogas, wobei eine geeignete Erhebungsmethode mit vernünftigem Aufwand noch zu bestimmen ist. Der vorliegende Schlussbericht zeigt entsprechende Möglichkeiten auf.

Die Auswertung der Daten zeigt, dass 2001 gegenüber 2000 trotz geringfügig weniger Strom produzierenden ARA insgesamt ca. 3 % mehr Strom aus Klärgas produziert und ca. 8 % mehr Wärme aus Klärgas gewonnen wurde. Gegenüber 1999 beträgt die Steigerung in der Stromproduktion 2001 ca. 11 % und bei der Wärmegegewinnung ca. 12 %.

# INHALTSVERZEICHNIS

	<u>Seite</u>	
<b>1</b>	<b>AUSGANGSLAGE</b>	<b>3</b>
<b>1.1</b>	<b>Bundesamt für Energie, BFE</b>	<b>3</b>
<b>1.2</b>	<b>Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft, BUWAL</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>GRUNDSATZÜBERLEGUNGEN</b>	<b>4</b>
<b>3</b>	<b>AUFTRAG UND AUSGEFÜHRTE ARBEITEN</b>	<b>5</b>
<b>4</b>	<b>DATENBESCHAFFUNG</b>	<b>6</b>
<b>4.1</b>	<b>Anfrage bei den Kantonalen Amtsstellen</b>	<b>6</b>
<b>4.2</b>	<b>Versand und Eingabetermine</b>	<b>10</b>
<b>4.3</b>	<b>Nachfragerunden</b>	<b>10</b>
<b>5</b>	<b>AUSWERTUNG</b>	<b>12</b>
<b>5.1</b>	<b>Allgemeine Bemerkungen</b>	<b>12</b>
5.1.1	Termine	12
5.1.2	Datenqualität	12
5.1.3	Stammkartenformular	12
<b>5.2</b>	<b>Allgemeine Angaben zu den ARA</b>	<b>14</b>
<b>5.3</b>	<b>Resultate und Auswertung</b>	<b>15</b>
5.3.1	Erfasste Rückmeldungen	15
5.3.2	Auswertung der erfassten Daten	17
5.3.3	Abschätzungen / Hochrechnungen	23
<b>5.4</b>	<b>Vergleich mit bisher verwendeten Daten</b>	<b>24</b>
<b>6</b>	<b>ERFASSUNGSKONZEPT FÜR ZUKÜNFTIGE DATENPFLEGE</b>	<b>26</b>
<b>6.1</b>	<b>Datenerhebung in folgenden Jahren</b>	<b>26</b>
6.1.1	Erhebung bei allen ARA der Grössenklassen 1, 2 und 3	26
6.1.2	Erhebung bei allen ARA der Grössenklassen 1 und 2 und Stichprobenmässige Erhebung bei repräsentativen ARA der Grössenklasse 3 mit Hochrechnung	27
<b>7</b>	<b>SCHLUSSBEMERKUNGEN</b>	<b>28</b>

## **ANHANG**

- Anhang 1: Briefversand: - Anfragebrief Kantone mit Antwortalon (d/f)  
- Umfragebrief ARA (d/f)  
- Erinnerungsbrief ARA (d/f)
- Anhang 2: Stammkartenformular: - leeres Stammkartenformular  
- Beispiel ausgefülltes und erfasstes Stammkartenformular
- Anhang 3: „Kurzbericht zum Stand der Arbeiten“ der  
Ryser Ingenieure AG vom 22. August 2002
- Anhang 4: Adressliste aller erfassten ARA der Schweiz, sortiert nach  
Kanton und Ausbaugrösse ( $EW_{\text{biol}}$ )
- Anhang 5: Liste der nicht rückgemeldeten ARA
- Anhang 6: Listen der erhobenen Daten aller ARA pro Grössenklasse,  
sortiert nach Kanton
- Anhang 7: Abschätzung Stromverbrauch (fehlende Angaben)
- Anhang 8: Abschätzung Eigenproduktion (fehlende Angaben)
- Anhang 9: Berechnung mittlere Wirkungsgrade
- Anhang 10: Datentabellen Auswertung

## **BEILAGE**

Daten-Disketten mit folgenden Dateien:

- Diskette 1: - Datenbank\_StammkartenARA\_Daten Teilstatistik Biogas  
(MS Access 2000 - Datei)
- Diskette 2: - Datenlisten nach Grössenklassen\_Stand 20.12.02  
(MS Excel 2000 - Datei)
- Diskette 3: - Stammkartenformular leer  
(MS Word 2000 - Datei)  
- Beispiel Stammkartenformular erfasst  
(MS Word 2000 - Datei)  
- ARA Schweiz\_Adressliste\_Stand 20.12.02  
(MS Excel 2000 - Datei)  
- Auswertung\_Stand 20.12.02  
(MS Excel 2000 - Datei)

# 1 AUSGANGSLAGE

## 1.1 Bundesamt für Energie, BFE

Beim BFE wird jährlich eine Statistik über die erneuerbaren Energien erstellt. Zu dieser Schweizerischen Gesamtstatistik gehört die Teilstatistik Biogas. Diese Teilstatistik Biogas enthält die Bereiche Industrieabwässer (Industriekläranlagen) und Vergärungsanlagen (Grünabfälle, Kompogas). Der gesamte Bereich der kommunalen Biogas produzierenden Kläranlagen war bisher nicht enthalten oder wurde nur grob abgeschätzt.

Die Produktion von Biogas aus Kläranlagen (Klärgas) und daraus die Produktion von erneuerbarer Energie ist energetisch und ökologisch sinnvoll. Da Klärgas vorwiegend aus organischem Material von Mensch und Tier stammt, ist es ein erneuerbarer Energieträger. Klärgas hat bisher zu den Zielen des Bundesrates zur erneuerbaren Stromproduktion wesentlich beigetragen. Einerseits soll die bisherige Klärgasnutzung sichergestellt, andererseits das ungenutzte Potential in Zukunft vermehrt genutzt werden.

Klärgas fällt auf Kläranlagen mit einer anaeroben Schlammstabilisierung (Schlammfäulung) an und kann als Energieträger zur gleichzeitigen Strom/Kraft- und Wärmeproduktion verwendet werden. Es kann entweder in einem Heizkessel verfeuert und so direkt zur Wärmeproduktion verwendet werden, oder in einem Blockheizkraftwerk (BHKW) in Elektrische Energie bzw. in einem Verbrennungsmotor in Kraft (z. B. Direktantrieb von Gebläsen) umgewandelt werden, wobei auch Abwärme entsteht, die ebenfalls zu Heizzwecken genutzt werden kann.

Das ungenutzte Energiepotenzial des Klärgases ist zur Zeit noch gross (ca. 100 GWh/a). Die technischen Möglichkeiten liegen bei der vollständigen Nutzung des Klärgases zur Verstromung, bei der Erhöhung des Wirkungsgrades (Ersatz alter durch effiziente, moderne BHKW, betriebliche Massnahmen) sowie durch den Bau von neuen BHKW bei Kläranlagen.

## 1.2 Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft, BUWAL

Die Erfassung aller Kläranlagen der Schweiz mit einer Ausbaugrösse von  $\geq 200$  biologischen Einwohnergleichwerten ( $EW_{\text{biol}}$ ) in einer neuen Datenbank durch das BUWAL wurde im März 2002 abgeschlossen. Aufgrund der vorhandenen Stammkarten und Unterlagen im Archiv wurden die Daten durch die Ryser Ingenieure AG im Auftrag des BUWAL erfasst und ergänzt.

Die Stammkarten, resp. die Access-Datenbank, Stand 2001, lag per Ende März 2002 für total 893 Kläranlagen vor. Der Erfassungsauftrag bei der Ryser Ingenieure AG war damit abgeschlossen. Eine Verifikation der Daten bei den ARA-Betreibern oder den zuständigen kantonalen Ämtern war vorerst nicht vorgesehen.

## 2 GRUNDSATZÜBERLEGUNGEN

In diversen Besprechungen zwischen den Herren Bieri (BUWAL), Rügsegger (BFE) und Kobel (Ryser Ingenieure AG) im Dezember 2001, wurden ein Datenaustausch zwischen BUWAL und BFE angestrebt. Herr Carrard (BUWAL) stimmte der Nutzung der vorhandenen Daten der 893 Kläranlagen ausdrücklich zu.

Da es sich bei den durch das BUWAL erfassten Daten hauptsächlich um subventionierte Investitionen und somit um realisierte Anlageteile und Bauwerke handelt, fehlen die für das BFE notwendigen Betriebsdaten im Bereich Stromverbrauch, Klärgasproduktion und -nutzung. Mit der Möglichkeit, den einzelnen Kläranlagen Ihre persönlichen Daten über die zuständigen kantonalen Amtsstellen zustellen zu können, kann Ihnen etwas angeboten werden und Sie können gleichzeitig motiviert werden, im Bereich Biogas zusätzliche einfache Angaben zu liefern.

Anlässlich der Besprechung vom 13.12.2001 wurde beschlossen, die vom BUWAL neu erfassten Stammkarten jeder Kläranlage über die kantonalen Amtsstellen zur Verifizierung und Ergänzung zur Verfügung zu stellen und gleichzeitig die benötigten Angaben für die Teilstatistik Biogas des BFE zu erfragen.

### 3 AUFTRAG UND AUSGEFÜHRTE ARBEITEN

Aufgrund der Offerte vom 12. Februar 2002 erhielten die Ryser Ingenieure AG vom BFE am 18. Februar 2002 den Auftrag für die Erfassung der Daten für die Teilstatistik Biogas. Im Rahmen dieses Auftrages wurden durch die Ryser Ingenieure AG die folgenden Arbeiten durchgeführt:

- Briefentwürfe im Namen von BUWAL und BFE zur Anschrift aller kantonalen Fachstellen und Kläranlagen (Serienbriefe in deutscher und französischer Sprache).
- Anpassung der BUWAL-Stammkarten (in deutscher und französischer Sprache) mit den Zusatzfeldern für die Erfragung der notwendigen Daten für die Teilstatistik Biogas (in Zusammenarbeit mit Herrn Urs Kaufmann, Dr. Eicher + Pauli AG, Liestal).
- Bereinigung der Briefentwürfe und Stammkarten mit BFE, BUWAL und Engeli Engineering, Neerach ZH (Auftragnehmer Gesamtstatistik Biogas).
- Farbiger Druck aller Stammkarten und Begleitbriefe inkl. Versand direkt oder über kantonale Fachstellen inkl. Couvert für Weiterleitung an die einzelnen Betreiber und beiliegendem frankierten und adressierten Rückantwortcouvert.
- Auskunftsstelle zur Beantwortung allfälliger Fragen während der Bearbeitungszeit.
- Zusammentragen und Aufnahme der Daten in die bestehende Datenbank (Auswertung aller eingegangenen Stammkarten)
- Nachfragen bei Unklarheiten, diverse Plausibilitätsüberprüfungen
- Erstellen eines Kurzberichtes zum Stand der Arbeiten am 22. August 2002.
- Nachfragen (mündlich und schriftlich) aufgrund Nichteinhaltung von Terminen.
- Mithilfe bei der Integration der Daten in die Teilstatistik Biogas
- Erstellen und definieren eines separaten Erfassungskonzeptes (ohne Stammdaten BUWAL) für die jährliche Aktualisierung der Betriebsdaten der Biogas-Statistik (jährliche Anfrage, Stichproben, Abschätzung resp. Interpolation oder Hochrechnung)
- Abstimmung mit Engeli Engineering, Neerach ZH (Herr Engeli).
- Ablieferung der EDV-Unterlagen der Ersterfassung an Herrn Engeli zur selbständigen Aktualisierung der Teilstatistik Biogas inkl. notwendiger Adressdaten aus Stammkartendatenbank des BUWAL.

Der vorliegende Schlussbericht gibt Vorgang und Resultate der Datenerfassung für die Teilstatistik Biogas sowie Vorschläge für ein zukünftiges Erfassungskonzept wieder.

## 4 DATENBESCHAFFUNG

### 4.1 Anfrage bei den Kantonalen Amtsstellen

Als Vorgabe des BUWAL wurden in einem ersten Schritt im Februar 2001 die Kantonalen Amtsstellen (Kantonales Amt für Umweltschutz oder Kantonales Gewässerschutzamt) im Namen des BUWAL angeschrieben, mit der Bitte, eine beiliegende Adressliste mit allen ARA des betreffenden Kantons zu korrigieren und zu ergänzen, sowie die erforderliche Korrespondenzsprache anzugeben. Weiter wurden die zuständigen Ämter angefragt, ob die Datenerhebung direkt an die Kläranlagen, oder über die Ämter zu erfolgen hat. (Dazu wurde dem Brief auch ein Beispiel der zu ergänzenden Stammkarte beigelegt). Ein Beispiel von Brief und Antwortbogen befindet sich in Anhang 1. Die Tabelle 1 zeigt die Resultate dieser ersten Anfrage.

Tabelle 1: Auswertung der Anfrage bei den Kantonalen Amtsstellen

Kanton	Versand direkt an ARA (Rückantwort direkt an BUWAL)	Versand direkt an ARA (Rückantwort zuerst an Kt. Amt)	Versand an Kt. Amt (Amt ergänzt und verifiziert die Stamm- karten selber)	Versand an Kt. Amt (Amt übernimmt Versand an ARA)	Daten werden digital in Tabellenform direkt vom Kt. Amt geliefert	Kt. Amt wünscht Kopien der aktualisierten Stammkarten	Sprache
AG	x						d
AI			x				d
AR	x						d
BE					x		d
BL	x					x	d
BS	x						d
FR	x						d/f
GE			x				f
GL	x						d
GR					x		d/i
JU	x						d/f
LU	x					x	d
NE	x						f
NW	x						d
OW	x						d
SG	x						d
SH	x						d
SO	x						d
SZ	x						d
TG		x					d
TI	x						i
UR	x						d
VD	x					x	d/f
VS	x						d/f
ZG	x						d
ZH			x				d

**Erhobene Daten für die Teilstatistik Biogas**

Die zu erfragenden Betriebsdaten betreffend Stromverbrauch und Klär-  
gasproduktion/-nutzung für die Teilstatistik Biogas des BFE wurden  
zwecks einfachem Ausfüllen durch die kantonalen Amtsstellen oder die  
Betreiber der Kläranlagen direkt in die entsprechenden Verfahrensschritte  
(Vorgabe Stammkarte BUWAL) integriert.

Dabei wurde folgende farbliche Aufbereitung der Daten verwendet:

Text schwarz:	Standardtext, keine persönlichen Daten	
Text blau:	Erfasste Anlagen- und Komponen- tendaten	→ zu verifizieren
Text grün:	Betriebsdaten für Teilstatistik Biogas	→ zu ergänzen

Die zu erhebenden Daten wurden in Zusammenarbeit zwischen BFE,  
Ryser Ingenieure AG Bern, Engeli Engineering Neerach ZH und Dr. Ei-  
cher + Pauli AG Liestal festgelegt.

Alle für das BFE für die Teilstatistik Biogas erhobenen Daten sind in der  
Tabelle 2 auf der folgenden Seite zusammengefasst. Die Amtsstellen bzw.  
Kläranlagen wurden angehalten, sofern möglich Betriebsdaten aus dem  
Jahr 2001 anzugeben. In jedem Fall musste angegeben werden, aus wel-  
chem Jahr die Daten stammen.

Ein leeres Stammkartenformular sowie ein Beispiel eines ausgefüllten und  
erfassten Stammkartenformulars befinden sich in Anhang 2.

Tabelle 2: für die Teilstatistik Biogas erhobene ARA-Betriebsdaten

	Einheit
<b>Energienutzung Allgemein</b>	
BHKW (Anzahl und gesamte el. Leistung)	kW
- Abwärmenutzung BHKW intern	%
- Abwärmenutzung BHKW extern	%
- Abwärme BHKW ungenutzt	%
Gasmotor mit Gebläse (Anzahl und ges. el./mech. Leistung)	kW
Heizkessel für Eigenbedarf (Anzahl und ges. Feuerungsleistung)	kW
Wärmepumpe für Eigenbedarf (Anzahl und ges. Leistung)	kW
Turbinierung (ges. Leistung)	kW
<b>Elektrizitätsverbrauch und -produktion</b>	
Gesamtelektrizitätsverbrauch der Kläranlage	kWh/a
Strombezug von Elektrizitätswerk resp. aus dem Netz und/oder von Dritten	kWh/a
Eigenproduktion Elektrizität mittels BHKW oder Direktantrieb von Gebläsen oder anderen Aggregaten	kWh/a
Stromverkauf an Elektrizitätswerk und/oder Dritte	kWh/a
Stromverbrauch in der biologischen Reinigungsstufe (Gebläse, Umwälzung, Rezirkulation, Rücklaufschlammförderung)	kWh/a
<b>Klärgasverbrauch und -produktion</b>	
Produktion von Klärgas	Nm <sup>3</sup> /a
Verbrauch von Klärgas im Heizkessel (zu Heizzwecken)	Nm <sup>3</sup> /a
Verbrauch von Klärgas im BHKW (Stromproduktion)	Nm <sup>3</sup> /a
Verbrauch von Klärgas in Verbrennungsmotor (Direktantrieb von Gebläsen etc.)	Nm <sup>3</sup> /a
Verkauf von Klärgas	Nm <sup>3</sup> /a
Abfackelung von Klärgas	Nm <sup>3</sup> /a
eigene Klärgasspeicherung	m <sup>3</sup>
Zusammensetzung der Klärgasproduktion:	
- Klärgas aus eigenem Frisch- und Überschussschlamm	%
- Klärgas aus angelieferten Speiseabfällen o.ä. (Co-Vergärung)	%
<b>Verbrauch externer fossiler Energieträger</b>	
Zukauf Erdgas (Erdgasanschluss)	Nm <sup>3</sup> /a
- Verbrauch Erdgas im Heizkessel	%
- Verbrauch Erdgas im BHKW	%
Verbrauch Erdöl	l/a
Verbrauch Propangas	kg/a
<b>Sonstige Angaben</b>	
aktuelle Belastung der Kläranlage in kg BSB <sub>5</sub> pro Tag im Ablauf Vorklärung resp. Zulauf Biologie	kgBSB <sub>5</sub> /d
organischer Anteil des Frischschlammanfalls (wird in die Faulung eingetragen, Wert zur Plausibilitätsprüfung)	%
Heizwert des anfallenden Klärgases	kWh/Nm <sup>3</sup>
Schlammalter in der Belebtschlammanlage	d
Anzahl Förderschnecken / -pumpen	Anzahl
- zu überwindende Höhendifferenz	m
Höhendifferenz Auslauf - Vorfluter	m
Datum, Unterschrift, Ansprechperson bei Rückfragen	

## 4.2 Versand und Eingabetermine

Anhand der Resultate der 1. Anfrage bei den Kantonalen Amtsstellen (siehe Tabelle 1) wurden mit einem gemeinsamen Schreiben des BUWAL und des BFE (Beispiel Umfragebrief siehe Anhang 1) je nach Vorgabe des jeweiligen Kantons jeder Kläranlage direkt (gemäss korrigierter Adressliste) oder über die zuständigen kantonalen Amtsstellen die farblich aufbereiteten Stammkarten mit der Bitte zugestellt, diese zu verifizieren und zu ergänzen.

Der **Versand** der Stammkarten erfolgte entsprechend der verschiedenen Forderungen der Kantonalen Amtsstellen und aufgrund der Arbeitsbewältigung gestaffelt:

- Kantone der Deutschschweiz: um den 15. März 2002
- Kantone der franz. Schweiz: um den 20. März 2002
- Kanton TI: um den 27. März 2002

Dementsprechend wurden die **Eingabetermine** für die verifizierten und ergänzten Stammkarten auch gestaffelt festgesetzt:

- Versand direkt an die ARA:
  - Eingabetermin für Kantone der Deutschschweiz: 12. April 2002
  - Eingabetermin für Kantone der franz. Schweiz: 19. April 2002
  - Eingabetermin für den Kanton TI: 23. April 2002
- Stammkarten durch Kt. Amtsstellen ergänzt (AI, GE, ZH)
  - Eingabetermin: 12. April 2002
- Versand direkt an ARA, Antwort zuerst an Kt. Amtsstelle (TG)
  - Eingabetermin: 17. April 2002

Die verfügbaren Daten der Kantone BE und GR, die von den entsprechenden kantonalen Ämtern direkt in digitaler Form zur Verfügung gestellt wurden, standen für die Erfassung bereits Anfang April 2002 zur Verfügung. Bei diesen Daten ist zu erwähnen, dass Sie nicht durch ausfüllen der vorgegebenen, versendeten Stammkarte erfasst wurden, sondern durch Übernahme von Daten, die von den Kantonen BE und GR im Allgemeinen erfasst werden. Aus diesem Grund wurden dabei verschiedene von den Kantonen nicht erfasste Angaben nicht explizit erhoben (insbesondere Anteil Klärgas aus angelieferten Speiseabfällen, Co-Vergärung).

## 4.3 Nachfragerunden

Nach zögerlichem Datenrücklauf zeigte eine erste Zwischenauswertung im Juni 2002, dass erst von ca. der Hälfte aller ARA (44 % bezogen auf die Anzahl ARA resp. 55 % bezogen auf die Einwohnergleichwerte), die verlangten Daten vorlagen.

Insbesondere fehlten noch die gesamten Daten von denjenigen Kantonen, bei denen die Datenerfassung wunschgemäss (siehe Tabelle 1) über die entsprechende kantonale Amtsstelle erfolgte (AI, GE, ZH und TG).

Bei diesen vier Kantonen wurde darauf telefonisch nachgefragt und die Daten wurden nachträglich noch geliefert und erfasst.

Der Kanton Zürich wies bei dieser tel. Nachfrage darauf hin, dass die dortige Erhebung im Rahmen eines schon vorher geplanten Erhebungsprogrammes erst im Juni/Juli 2002 durchgeführt würde, die Daten also frühestens Ende Juli zur Verfügung stehen würden (dabei handelt es sich um ca. 15 % aller Einwohnergleichwerte, was dem grössten Anteil aller Kantone entspricht. Zudem befindet sich darunter die ARA Werdhölzli, der grösste Gas- und Stromproduzent). Nach Rücksprachen mit Herrn Koch (AWEL Zürich) sollten die Daten Ende September vollständig und kritisch geprüft vorliegen<sup>1</sup>. Sie trafen dann effektiv Anfangs Oktober 2002 bei der Ryser Ingenieure AG ein und konnten somit erst im Laufe des Oktobers erfasst werden.

Die Zwischenauswertung vom Juni 2002 zeigte, dass der Stromverbrauch aller ARA der Grössenklassen 4 und 5, d.h. ARA mit 200 - 10'000 Einwohnergleichwerten (anzahlmässig 70 % aller ARA, bezogen auf  $EW_{\text{biol}}$  jedoch nur 10 %) ca. 8 % des Gesamtstromverbrauches aller ARA ausmacht, die Stromproduktion der ARA Klassen 4 und 5 gar nur ca. 3 %. Aus diesem Grund wurde entschieden, auf ein Nachfragen bei diesen ARA auf jeden Fall zu verzichten<sup>1</sup>.

Teilweise fehlende Angaben betreffend Energie und Klärgas wurden bei den relevanten ARA der Grössenklassen 1, 2 und 3 (diese Grössenklassen umfassen alle ARA mit mehr als 10'000  $EW_{\text{biol}}$ ) nachgefragt und nachträglich erfasst<sup>1</sup>.

Die Gesamt-Rücklaufquote Betrug im August 2002 trotz telefonischen Nachfragen immer noch erst bescheidene 63 % bezogen auf die Anzahl ARA resp. 73 % bezogen auf die Einwohnergleichwerte<sup>1</sup>.

Aus diesem Grund wurde schliesslich Ende August 2002 an alle relevanten noch fehlenden ARA der Grössenklassen 1 (3 Stk.), 2 (7 Stück) und 3 (31 Stück) ein Erinnerungsbrief mit der nochmaligen Aufforderung zur Datenabgabe versendet (Beispiel siehe Anhang 1). Bei Abschluss der Datenerfassung am 20. Dezember 2002 fehlten von diesen erinnerten ARA immer noch 2 Stk. der Grössenklasse 1, 5 Stk. der Grössenklasse 2 sowie 13 Stk. der Grössenklasse 3. Für diese (und alle übrigen fehlenden ARA) wurden in der Folge div. Daten abgeschätzt (siehe Kapitel 5.3.3).

<sup>1</sup> siehe auch „Kurzbericht zum Stand der Arbeiten“ vom 22. August 2002 (Anhang 3)

## 5 AUSWERTUNG

### 5.1 Allgemeine Bemerkungen

#### 5.1.1 Termine

Die Termine wurden im Allgemeinen von den wenigsten Kläranlagenbetreibern und kantonalen Ämtern eingehalten. In einigen wenigen Fällen wurde schriftlich oder telefonisch um Aufschub gebeten.

#### 5.1.2 Datenqualität

Die Qualität der Datenerfassung ist bei den grösseren Kläranlagen (Grössenklassen 1, 2 und 3) relativ befriedigend. In nicht wenigen Fällen fehlen jedoch Angaben, d. h. es wurde auch keine Schätzung abgegeben (z. B. Stromverbrauch in der Biologie) oder Einheiten wurden abgeändert (siehe auch Kapitel 5.1.3).

Bei den ARA der Grössenklassen 4 und 5 lässt die Arbeit der Betreiber in Sachen Stammkartenformular ausfüllen oft stark zu wünschen übrig. Sehr oft fehlt vor allem die Angabe des Stromverbrauchs. Da die Grössenklassen 4 und 5 jedoch bezüglich Einwohnergleichwerten (siehe Tabelle 3) sowie Gas- und Stromproduktion (siehe Tabelle 5) nicht stark ins Gewicht fallen, ist dies nicht weiter schlimm.

#### 5.1.3 Stammkartenformular

Das für die Datenerhebung verwendete, vom BUWAL vorgegebene und durch BFE / Ryser Ingenieure AG / Engeli Engineering / Dr. Eicher + Pauli AG ergänzte Stammkartenformular (siehe Kapitel 4.2 und Anhang 2) führte in einigen Punkten wegen Uneindeutigkeit zu Fragen und war für die ARA-Betreiber teilweise nicht klar verständlich. Die entsprechenden Daten wurden deshalb kritisch geprüft (Plausibilitätskontrolle) und gegebenenfalls angepasst.

Nachstehend die wichtigsten Punkte / Daten, die zu Problemen führten (siehe zum Vergleich Stammkartenformulare in Anhang 2):

##### 1. obligatorische Felder (gelb markiert)

Diese vom BUWAL vorgegebenen Felder (interne Zwecke) verwirrten einige ARA-Betreiber in der Form, dass Sie alle nicht gelb hinterlegten Felder wohl als nicht obligatorisch betrachteten und deshalb leerliessen oder nicht kontrollierten (einige Stammkarten kamen unausgefüllt zurück).

## 2. Betriebsjahr (Stammkarte Seite 2)

Die Angabe des Betriebsjahres wurde in manchen Fällen falsch verstanden (eingetragen wurde das x-te Jahr seit Inbetriebnahme der ARA) oder unterlassen und somit nicht mit den angegebenen Betriebsdaten in Verbindung gebracht.

## 3. Einheiten

Die vorgegebenen Einheiten wurden in zahlreichen Fällen nicht beachtet und es wurden oft kommentarlos Zahlen mit anderen Einheiten eingesetzt, ohne die Einheit anzugeben,. Dies hatte einen nicht unwesentlichen Kontroll- und Korrigieraufwand unsererseits zur Folge.

## 4. Leistung Gasmotor mit Generator, Gasmotor mit Gebläse und Heizkessel (Stammkarte Seite 8)

Aus der Darstellung in der Stammkarte war nicht klar ersichtlich, ob bei Anlagen mit mehreren Gasmotoren/BHKW (Felder „Anzahl“) jeweils die Leistung der einzelnen Anlagen oder die Gesamtleistung (Felder „el./mech. Leistung“ und „el. Leistung“) gefragt war. Deshalb wurden die Angaben einer Plausibilitätskontrolle (Zusammenhang Stromproduktion-Leistung BHKW - Betriebsstunden BHKW) unterzogen und bei fragwürdigen Fällen wurde nachgefragt resp. die Angaben angepasst.

## 5. Unterscheidung Eigenproduktion Elektrizität (BHKW) und Kraft (Verbrennungsmotor/Direktrtrieb von Gebläsen)

Das Feld „Eigenproduktion Elektrizität mittels BHKW“ in der Stammkarte (Seite 8) beinhaltet sowohl Produktion von Strom mittels BHKW als auch Produktion von Kraft mittels Verbrennungsmotor (Direktrtrieb von Gebläsen). Dies ging in der deutschen Fassung der Stammkarte leider vergessen. In der französischen Version ist es korrekt beschrieben („propre production électricité par CCF ou entraînement direct des soufflantes ou des aûtres agrégats“). Besser wäre eine Trennung in Eigenproduktion Kraft und Eigenproduktion Elektrizität, so wie dies auch beim Klärgasverbrauch gemacht wurde (Stammkarte Seite 9).

Falls die Kraft-Produktion nicht explizit angegeben wurde (wurde von einigen ARA-Betreibern gemacht, jedoch zum Gesamtelektrizitätsverbrauch der ARA dazugezählt), wurde Sie von uns anhand des Gasverbrauchs im Verbrennungsmotor (VM, Feld „Verwendung in Verbrennungsmotor...“, Stammkarte Seite 9) nach der Formel

$$\text{Kraftproduktion} = \text{Gasverbrauch}_{\text{VM}} * \text{WG}_{\text{VM}} * \text{Heizwert}$$

rechnerisch abgeschätzt und zur angegebenen Eigenproduktion Elektrizität (falls auf ARA gleichzeitig BHKW und Verbrennungsmotor vorhanden) dazugerechnet. Die Kraft-Produktion wurde aber nicht zum Gesamtelektrizitätsverbrauch dazugerechnet <sup>1</sup>.

<sup>1</sup> Bilanz Elektrizität: Gesamtelektrizitätsverbrauch = Bezug von EW + Eigenproduktion BHKW – Verkauf an EW/Dritte

Für den Heizwert des Klärgases wird ein gängiger Mittelwert von  $6.4 \text{ kWh/Nm}^3$  angenommen. Der mittlere Wirkungsgrad eines Verbrennungsmotors ( $WG_{VM}$ ) wurde wie auch der mittlere Wirkungsgrad eines BHKW aus den vorhandenen und bereits erfassten Daten rechnerisch ermittelt (siehe Anhang 9).

## 6. Ausbaugrösse ( $EW_{\text{biol}}$ )

Die aktuelle Ausbaugrösse der ARA wird in keinem Feld der Stammkarte explizit erwähnt. Auf Seite 13 sollte die Ausbaugrösse bei der ersten Inbetriebnahme der ARA angegeben werden (Vorgabe BUWAL), was aber in den meisten Fällen nicht gemacht wurde. Die aktuelle ARA-Ausbaugrösse muss aus dem Dimensionierungswert „BSB5 Rohabwasser“ [ $\text{kg}_{\text{BSB5}}/\text{Tag}$ ] (Stammkarte Seite 2) mittels Division durch  $0.06 \text{ kg}_{\text{BSB5}}/\text{Einwohner und Tag}$  rechnerisch ermittelt werden.

Für zukünftige Erhebungen (siehe auch Kapitel 6) sind entsprechend den oben stehenden Beschreibungen Anpassungen und Ergänzungen an Stammkartenformular und Datenbank nötig.

## 5.2 Allgemeine Angaben zu den ARA

Die schweizerischen ARA werden gemäss BUWAL je nach angeschlossenen biologischen Einwohnergleichwerten ( $EW_{\text{biol}}$ )<sup>1</sup> in 5 Grössenklassen unterteilt:

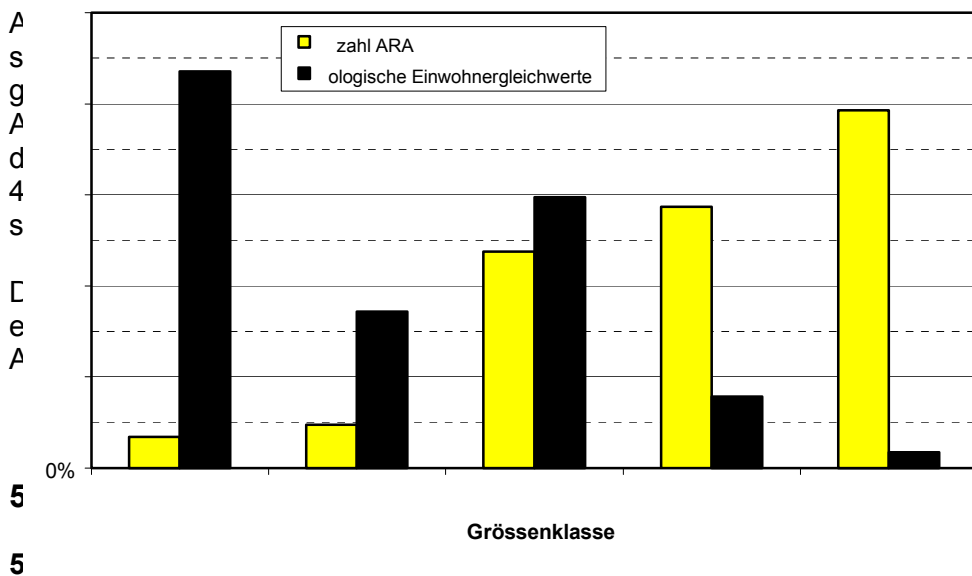
<b>Grössenklasse 1:</b>	100'001	-		$EW_{\text{biol}}$
<b>Grössenklasse 2:</b>	50'001	-	100'000	$EW_{\text{biol}}$
<b>Grössenklasse 3:</b>	10'001	-	50'000	$EW_{\text{biol}}$
<b>Grössenklasse 4:</b>	2'001	-	10'000	$EW_{\text{biol}}$
<b>Grössenklasse 5:</b>	200	-	2'000	$EW_{\text{biol}}$

Die folgende Tabelle 3 und die zugehörige Abbildung 1 zeigen die Verteilung aller total 878 in der neuen Datenbank (Stand nach Umfrage 2002 am 20. Dezember 2002) erfassten ARA (bezüglich Anzahl und biologische Einwohnergleichwerte) nach Grössenklassen.

Tabelle 3: Verteilung ARA Schweiz nach Grössenklassen

Anzahl ARA						
Grössenklasse	1	2	3	4	5	Gesamt
ARA total	30	42	209	252	345	878
	3.4%	4.8%	23.8%	28.7%	39.3%	100.0%
$EW_{\text{biol}}$						
Grössenklasse	1	2	3	4	5	Gesamt
ARA total	7'463'100	2'940'551	5'098'547	1'341'686	304'750	17'148'634
	43.5%	17.1%	29.7%	7.8%	1.8%	100.0%

Abbildung 1: Verteilung ARA Schweiz nach Grössenklassen



Die auf der nächsten Seite folgende Tabelle 4 stellt die Übersicht der Rückmeldungen beim Abschluss der Datenerfassung nach erster Umfrage und Nachfrage (per 20.12.02) dar. Einerseits bezüglich Anzahl ARA und andererseits bezüglich biologischen Einwohnergleichwerten.

Eine Liste aller nach Umfrage und Nachfragerunde immer noch nicht rückgemeldeten ARA (d.h. von diesen ARA sind keine Daten bezüglich Energie/Klärgas vorhanden) befindet sich in Anhang 5.

<sup>1</sup> 60 gBSB<sub>5</sub>/EW\*d (Gramm BSB<sub>5</sub> pro Einwohner und Tag) im Rohabwasser-Zulauf

Tabelle 4: Rückmeldestatistik bei Abschluss der Datenerfassung (per 20.12.02)

<b>Anzahl ARA</b>						
Grössenklasse	1	2	3	4	5	Gesamt
ARA total	30	42	209	252	345	878
	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%
ARA rückgemeldet	28	37	196	186	239	686
	93.3%	88.1%	93.8%	73.8%	69.3%	78.1%
ARA nicht rückgemeldet	2	5	13	66	106	192
	6.7%	11.9%	6.2%	26.2%	30.7%	21.9%
<b>EW<sub>biol</sub></b>						
Grössenklasse	1	2	3	4	5	Gesamt
ARA total	7'463'100	2'940'551	5'098'547	1'341'686	304'750	17'148'634
	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%
ARA rückgemeldet	6'956'767	2'572'384	4'785'314	1'039'707	208'119	15'562'291
	93.2%	87.5%	93.9%	77.5%	68.3%	90.7%
ARA nicht rückgemeldet	506'333	368'167	313'233	301'979	96'631	1'586'343
	6.8%	12.5%	6.1%	22.5%	31.7%	9.3%

Gewichtet nach Einwohnergleichwerten sind von den drei relevanten Grössenklassen 1, 2 und 3 ca. 92 % der Antworten erfasst.

Die erhaltenen Daten wurden erfasst und auf ihre Plausibilität überprüft und gegebenenfalls angepasst. In einigen Fällen wurden Werte durch Überprüfung von Bilanzen (Stromverbrauch und -produktion bzw. Gasverbrauch und -produktion) korrigiert. Die angegebenen Daten stammen in ca. 95 % der ARA aus dem Betriebsjahr 2001, weshalb von einer Unterscheidung der Betriebsjahre abgesehen wird.

Die Auswertung zeigt (siehe folgendes Kapitel 5.3.2, Tabelle 5), dass von ARA der Grössenklasse 5 fast kein Klärgas produziert wird (Anteil kleiner als 0.1 %), weshalb in diesen Fällen auf ein Nachfragen verzichtet wurde. Wie in Kapitel 5.2 bereits erwähnt, fallen diese Anlagen auch bezgl. der Einwohnergleichwerte nicht ins Gewicht. Ebenso sieht es beim Stromverbrauch aus (Anteil nur ca. 1.6 %). Die ARA der Grössenklasse 4 machen bei der Gasproduktion einen Anteil von nur ca. 4.8 % und bei der Stromproduktion einen Anteil von nur ca. 3.5 % aus. Beim Stromverbrauch liegt der Anteil bei nur ca. 7.2 %. Auch bei Grössenklasse 4 wurde demnach auf ein Nachfragen verzichtet (siehe auch Kapitel 4.4).

Teilweise fehlende Angaben betreffend Energie und Klärgas wurden also nur bei den relevanten ARA der Grössenklassen 1, 2 und 3 (diese Grössenklassen umfassen alle ARA mit mehr als 10'000 EW<sub>biol</sub>) nachgefragt und nachträglich erfasst.

Auffälligerweise fehlte sehr oft die genaue Angabe des Stromverbrauchs in der biologischen Stufe der ARA. Wenn überhaupt ein Wert angegeben wurde, handelt es sich in den meisten Fällen um eine Schätzung.

### 5.3.2 Auswertung der erfassten Daten

Die folgende Auswertung wurde nur mit all denjenigen ARA durchgeführt, von denen nach Umfrage und Nachfragerunde Daten über Strom/Energie und Klärgas verfügbar waren.

Das heisst alle nicht rückgemeldeten ARA (2 Stk. Grössenklasse 1, 5 Stk. Grössenklasse 2, 13 Stk. Grössenklasse 3, 66 Stk. Grössenklasse 4 und 106 Stk. Grössenklasse 5. Total 192 ARA. Liste siehe Anhang 5) sowie alle rückgemeldeten ARA der Grössenklassen 4 und 5, bei denen Angaben zu Strom/Energie fehlen (35 Stk. Grössenklasse 4 und 87 Stk. Grössenklasse 5. Total 122 ARA. Liste siehe Anhang 7), sind nicht enthalten.

Somit wurde die Auswertung mit total 564 ARA (28 Stk. Grössenklasse 1, 37 Stk. Grössenklasse 2, 196 Stk. Grössenklasse 3, 151 Stk. Grössenklasse 4 und 152 Stk. Grössenklasse 5) durchgeführt.

Die Listen pro Grössenklasse mit allen erfassten Werten dieser 564 ARA, sortiert nach Kanton, können Anhang 6 entnommen werden.

Für die Auswertung wurden die folgenden Werte in Betracht gezogen:

#### Strom

- Gesamtstromverbrauch der ARA	[kWh/a]
- Strombezug von EW	[kWh/a]
- Strom-/Kraftproduktion mittels BHKW/Gasmotor	[kWh/a]
- Stromverkauf	[kWh/a]
- Stromverbrauch Biologie	[kWh/a]

#### Klärgas

- Klärgasproduktion	[m <sup>3</sup> /a]
- Klärgasverbrauch BHKW	[m <sup>3</sup> /a]
- Klärgasverbrauch Heizkessel	[m <sup>3</sup> /a]
- Klärgasverbrauch Gasmotor (z.B. Direktantrieb Gebläse)	[m <sup>3</sup> /a]
- Klärgasverkauf	[m <sup>3</sup> /a]
- Klärgasabfackelung	[m <sup>3</sup> /a]

#### Externe fossile Energieträger

- Erdgas	[m <sup>3</sup> /a]
- Heizöl	[l/a]

- Propangas	[kg/a]
<u>Weitere Werte</u>	
- Total installierte Leistung BHKW/Gasmotoren	[kW]
- Total installierte Leistung Heizkessel	[kW]
- Abwärmenutzung BHKW intern/extern/ungenutzt	[%]
- Klärgas aus eigenem Schlamm/von extern (Co-Vergärung)	[%]
- Verwendung Erdgas in Heizkessel/BHKW	[%]

Für die Auswertung werden die Summen der Werte pro Grössenklasse und die Gesamtsumme aller Werte absolut und im Verhältnis zueinander dargestellt.

Weiter werden die folgenden Energiekennzahlen gemäss Handbuch „Energie in ARA“<sup>1</sup> berechnet und dargestellt:

- **Ve** [%]: Strom-Eigendeckungsgrad

$$Ve = \frac{\text{Stromproduktion (BHKW)}}{\text{Gesamtstromverbrauch}}$$

- **Vw** [%]: Wärme-Eigendeckungsgrad

$$Vw = \frac{\text{Abwärme BHKW/Gasmotor} + \text{Wärme Heizkessel}}{\text{Abwärme BHKW/Gasmotor} + \text{Wärme Heizkessel} + \text{Fremdwärme (Öl/Erdgas)}}$$

- **N1** [%]: Grad der Faulgasverwertung

$$N1 = \frac{\text{Gasverbrauch BHKW/Gasmotor} + \text{Gasverbrauch Heizkessel} + \text{Gasverkauf}}{\text{Gasproduktion}}$$

- **N2** [%]: Anteil Faulgas, der in Strom umgewandelt wird

$$N2 = \frac{\text{Eigenproduktion (BHKW)}}{\text{Gasproduktion} \times \text{Heizwert Klärgas}}$$

- **eBB** [kWh/EWbiol/a]: Spezifischer Stromverbrauch für Biologie

$$eBB = \text{Stromverbrauch Biologie} / \text{EWbiol}$$

Die kompletten Listen mit der Auswertung der Daten pro Grössenklasse können Anhang 10 entnommen werden. Die entsprechende Datei befindet sich auf der beiliegenden Daten-CD.

Die auf der nächsten Seite folgende Tabelle 5 zeigt eine Übersicht der entsprechenden Daten für die ausgewerteten 564 ARA.

Die danach folgenden Abbildungen 2 und 3 dienen der besseren Visualisierung der Daten und für einen Überblick über die jeweiligen Anteile am Gesamtstromverbrauch bzw. Gasverbrauch.

<sup>1</sup> E. A. Müller, R. Thommen, P. Stähli; 1994: „Energie in ARA“; Handbuch im Auftrag von BFE, BfK und BUWAL (ISBN 3-905232-49-9, Form. 724.239 d 9.95 1000)

Tabelle 5: Übersicht der Auswertung aller 564 mit Strom/Energie- und Gasdaten erfassten ARA

<b>Grössenklasse</b>		<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>TOTAL</b>
<b>Anzahl ARA</b>		28	37	196	151	152	564
<b>EW<sub>biol</sub></b>		6'956'767	2'572'384	4'785'314	860'993	132'824	15'308'282
<b>Strom</b>							
<b>Gesamtstromverbrauch</b>	[kWh/a]	164'454'435 42.5%	60'193'676 15.5%	128'542'416 33.2%	27'958'825 7.2%	6'004'017 1.6%	387'153'369 100.0%
<b>Strombezug</b>	[kWh/a]	131'372'332 44.0%	42'029'144 14.1%	94'239'104 31.6%	24'845'753 8.3%	6'004'017 2.0%	298'490'350 100.0%
<b>Stromproduktion</b>	[kWh/a]	34'970'862 36.7%	19'059'363 20.0%	38'002'467 39.9%	3'289'717 3.5%	0 0.0%	95'322'409 100.0%
<b>Stromverkauf</b>	[kWh/a]	80'622 3.0%	154'486 5.8%	2'424'414 90.7%	13'490 0.5%	0 0.0%	2'673'012 100.0%
<b>Gas</b>							
<b>Gasproduktion</b>	[m <sup>3</sup> /a]	30'818'404 38.1%	14'904'281 18.4%	31'263'588 38.6%	3'909'107 4.8%	23'979 0.0%	80'919'359 100.0%
<b>Gasverbrauch</b>	[m <sup>3</sup> /a]	8'892'611 52.8%	1'407'516 8.3%	5'144'989 30.5%	1'389'984 8.2%	21'449 0.1%	16'856'549 100.0%
<b>Heizkessel</b>							
Gesamtleistung	[kW]	27'986	17'997	26'933	6'487	165	79'568
Heizkessel		35.2%	22.6%	33.8%	8.2%	0.2%	100.0%
<b>Gasverbrauch</b>	[m <sup>3</sup> /a]	17'312'438 32.0%	11'453'757 21.2%	23'037'498 42.6%	2'287'336 4.2%	0 0.0%	54'091'029 100.0%
<b>BHKW</b>							
Gesamtleistung	[kW]	7'391	4'096	8'078	1'027	0	20'592
BHKW		35.9%	19.9%	39.2%	5.0%	0.0%	100.0%
<b>Gasverbrauch</b>	[m <sup>3</sup> /a]	1'011'330 41.5%	411'303 16.9%	950'890 39.0%	66'039 2.7%	0 0.0%	2'439'562 100.0%
<b>Direktantrieb</b>							
Gesamtleistung	[kW]	548	220	296	79	0	1'143
Gasmotor/Direktantrieb		47.9%	19.2%	25.9%	6.9%	0.0%	100.0%
<b>Gasverkauf</b>	[m <sup>3</sup> /a]	990'174 44.9%	701'533 31.8%	512'984 23.3%	0 0.0%	0 0.0%	2'204'691 100.0%
<b>Gasabfackelung</b>	[m <sup>3</sup> /a]	2'169'731 47.7%	922'147 20.3%	1'334'574 29.3%	119'067 2.6%	2'530 0.1%	4'548'049 100.0%
<b>Fremdenergie</b>							
<b>Verbrauch</b>	[m <sup>3</sup> /a]	2'255'660 71.8%	506'248 16.1%	332'693 10.6%	45'263 1.4%	845 0.0%	3'140'709 100.0%
<b>Erdgas</b>							
<b>Verbrauch</b>	[l/a]	1'862'771 40.5%	906'033 19.7%	1'394'195 30.3%	436'655 9.5%	2'153 0.0%	4'601'807 100.0%
<b>Heizöl</b>							
<b>Verbrauch</b>	[kg/a]	0 0.0%	0 0.0%	16'650 32.6%	34'483 67.4%	0 0.0%	51'133 100.0%
<b>Propangas</b>							
<b>Kennzahlen</b>							<b>Mittelwert</b>
<b>Ve *</b>	[%]	21.3%	31.7%	29.6%	11.8%	0.0%	18.9%
<b>Vw *</b>	[%]	75.7%	79.4%	87.7%	78.7%	82.2%	80.7%
<b>N1 *</b>	[%]	91.5%	93.8%	94.8%	96.0%	89.4%	93.1%
<b>N2 *</b>	[%]	17.7%	20.0%	19.0%	13.1%	0.0%	14.0%
<b>eBB **</b>	[kWh/EW/a]	11.3	12.2	12.6	16.0	45.6	19.5

\*) Summenwerte (Berechnung aus den jeweiligen Summen pro Grössenklasse)

\*\*) Mittelwert aller vorhandenen Werte

Abbildung 2: Übersicht Strom nach Grössenklassen

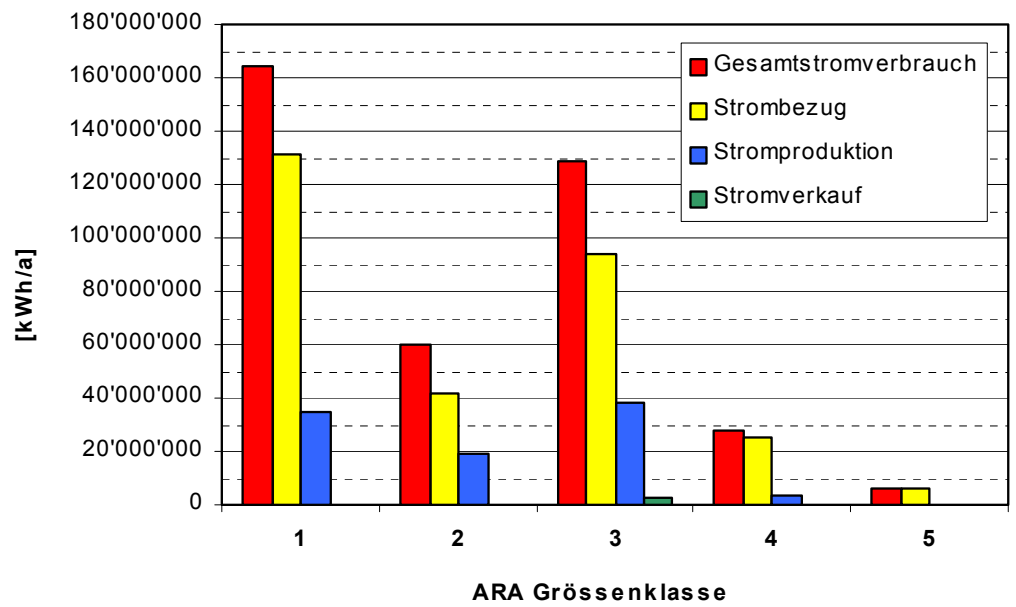
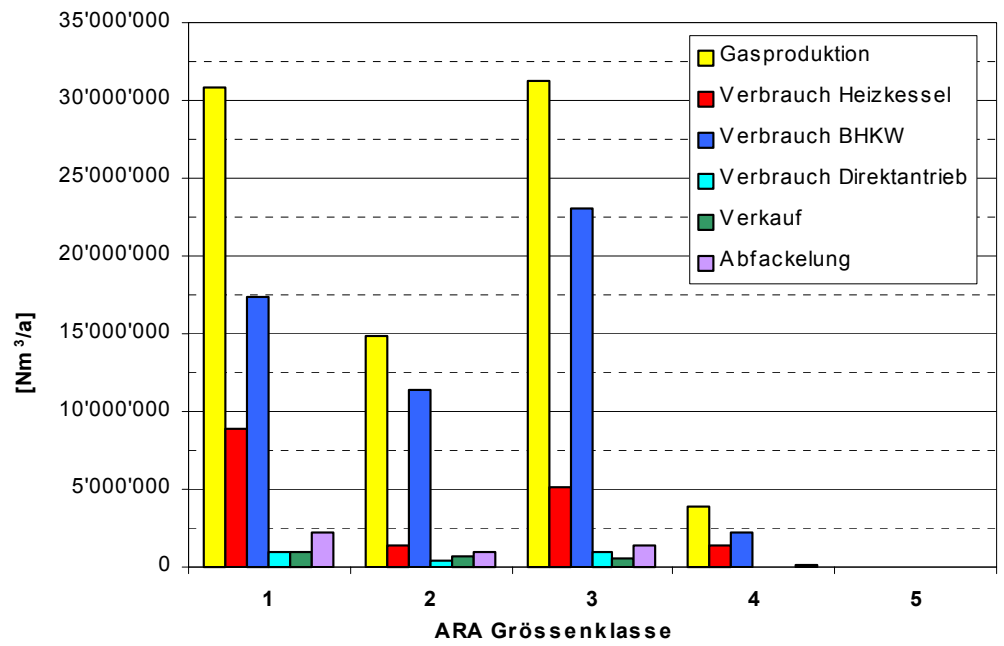


Abbildung 3: Übersicht Gas nach Grössenklassen



Der Heizwert des Klärgases wurde in den wenigsten Fällen angegeben. Im vorliegenden Bericht wird von einem Mittelwert von 6.4 kWh/m<sup>3</sup> ausgegangen.

Der Stromverbrauch in der Biologie wurde wie bereits erwähnt in vielen Fällen auch nicht angegeben. Eine Auswertung der vorhandenen Werte ergibt einen mittleren Anteil von ca. 53 % des Gesamtstromverbrauchs (Grössenklasse 1: 51.7 %, Grössenklasse 2: 49.8 %, Grössenklasse 3: 47.4 %, Grössenklasse 4: 47.3 %, Grössenklasse 5: 70 %). Für den spezifischen Stromverbrauch in der Biologie (eBB, siehe Tabelle 5) wird ebenfalls ein Mittelwert über die vorhandenen Werte gerechnet.

### 5.3.3 Abschätzungen / Hochrechnungen

Für eine annähernd korrekte Annahme des Gesamtelektrizitätsverbrauchs aller ARA erschien es uns als sinnvoll, den Elektrizitätsbedarf der zahlreichen fehlenden Angaben von ARA aller Grössenklassen abzuschätzen und für eine Hochrechnung miteinzubeziehen. Deshalb wurde bei den nicht rückgemeldeten ARA aller Grössenklassen und allen ARA der Grössenklassen 4 und 5, bei denen zwar eine Rückmeldung vorlag, die Angabe zum Gesamtelektrizitätsverbrauch jedoch fehlte, der Gesamtelektrizitätsverbrauch anhand von vorhandenen Daten rechnerisch abgeschätzt.

Diese Abschätzung ergab einen totalen zusätzlichen Elektrizitätsverbrauch von

ca. 44'961'000 kWh/a

(die detaillierte Berechnung kann Anhang 7 entnommen werden).

Bei allen nicht rückgemeldeten ARA, die gemäss bestehenden Angaben in der zugrundeliegenden BUWAL-Datenbank über BHKW verfügen, wurde zusätzlich die Elektrizitäts-Eigenproduktion für eine Hochrechnung rechnerisch abgeschätzt. Ebenso wurde die Eigenproduktion für diejenigen ARA abgeschätzt, die angaben, ein BHKW in Betrieb zu haben, die Angabe Eigenproduktion jedoch fehlte (oder das BHKW zurzeit nicht in Betrieb ist).

Diese Abschätzung ergab eine totalen zusätzliche Eigenproduktion von

ca. 5'910'000 kWh/a

(die detaillierte Berechnung kann Anhang 8 entnommen werden).

Diese obenerwähnten errechneten und abgeschätzten Daten betreffend Gesamtelektrizitätsverbrauch und Eigenproduktion wurden nicht in der Datenbank erfasst.

## 5.4 Vergleich mit bisher verwendeten Daten

In der Schweizerischen Statistik erneuerbarer Energien 2000 vom 26.09.2001 wurden für die Jahre 1999 und 2000 die folgenden Werte angegeben:

	1999	2000
Genutzte Wärme aus Klärgas	256'111'000 kWh	265'555'000 kWh
Stromproduktion aus Klärgas	91'111'000 kWh	98'055'000 kWh
Anzahl Anlagen (nur Anlagen mit Stromproduktion)	277	285

Die erfassten Daten für das Betriebsjahr 2001 zeigen folgendes Bild:

- Anzahl Anlagen mit Stromproduktion: 246 (Abfrage Datenbank)
- Genutzte Wärme<sup>1</sup>: 287'494'000 kWh/a (Berechnung s.u.)
- Stromproduktion: 95'322'000 kWh/a (Tabelle 5)
- Gesamtelektrizitätsverbrauch: 387'153'000 kWh/a (Tabelle 5)

Rechnet man die abgeschätzten fehlenden Daten dazu (siehe Kapitel 5.3.3), ergibt sich eine definitive Abschätzung für das Betriebsjahr 2001 wie folgt:

- Anzahl Anlagen mit Stromproduktion: 275
- Genutzte Wärme: 287'494'000 kWh/a
- Stromproduktion: 101'232'000 kWh/a
- Gesamtelektrizitätsverbrauch: 432'114'000 kWh/a

Die auf der nächsten Seite folgende Tabelle 6 zeigt eine Zusammenstellung der obengenannten Daten.

<sup>1</sup> Genutzte Wärme aus Klärgas = Abwärme BHKW + Wärme Heizkessel

$$\begin{aligned}
 \text{Abwärme BHKW} &= \text{Gasverbrauch BHKW} * \text{Heizwert Klärgas} * \text{Wärme-Wirkungsgrad BHKW} \\
 190'400'000 \text{ kWh/a} &= 54'091'029 \text{ m}^3/\text{a} * 6.4 \text{ kWh/m}^3 * 0.55 \\
 &\quad (\text{aus Tabelle 5}) \quad (\text{Mittelwert}) \quad (\text{Mittelwert})
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Wärme Heizkessel} &= \text{Gasverbrauch Heizkessel} * \text{Heizwert Klärgas} * \text{Wirkungsgrad Heizkessel} \\
 97'094'000 \text{ kWh/a} &= 16'856'549 \text{ m}^3/\text{a} * 6.4 \text{ kWh/m}^3 * 0.9 \\
 &\quad (\text{aus Tabelle 5}) \quad (\text{Mittelwert}) \quad (\text{Mittelwert})
 \end{aligned}$$

Tabelle 6: Entwicklung Stromproduktion und Wärmegewinnung aus Klärgas

Jahr	1'999	2'000	2'001
Wärme aus Klärgas [kWh/a]	256'111'000 100.0%	265'555'000 103.7%	287'494'000 112.3%
Strom aus Klärgas [kWh/a]	91'111'000 100.0%	98'055'000 107.6%	101'232'000 111.1%
Anzahl ARA mit Stromproduktion	277 100.0%	285 102.9%	275 99.3%

Die Daten zeigen, dass 2001 gegenüber 2000 trotz weniger Strom produzierenden Anlagen ca. 3 % mehr Strom aus Klärgas produziert und ca. 8 % mehr Wärme aus Klärgas gewonnen wird.

Gegenüber 1999 beträgt die Steigerung in der Stromproduktion 2001 ca. 11 % und bei der Wärmegewinnung ca. 12 %.

## **6 ERFASSUNGSKONZEPT FÜR ZUKÜNFTIGE DATENPFLEGE**

### **6.1 Datenerhebung in folgenden Jahren**

Der Aufwand für eine alljährliche Erhebung der Energiedaten aller 878 ARA ist sicherlich zu gross, wie nicht zuletzt auch die im Rahmen des vorliegenden Projektberichts durchgeführte Erhebung gezeigt hat. Deshalb muss ein einfaches Erfassungskonzept gefunden werden, mit dem die relevanten Daten mit geringem Aufwand möglichst genau erhoben und aktualisiert werden können.

Wie bereits in Kapitel 5.2 erwähnt, machen die 281 ARA Grössenklassen 1, 2 und 3, anzahlmässig ca. 32 %, gewichtet nach Einwohnergleichwerten zusammen über 90 % aus.

Die Anlagen der Grössenklassen 1 bis 3 verbrauchen zusammen ca. 91 % des gesamten Stroms, bei der Stromproduktion beträgt ihr Anteil ca. 97 %.

Weiter beträgt der Anteil der Gasproduktion dieser Anlagen ca. 95 %.

Das zeigt, dass die ARA der Grössenklassen 4 und 5 bei zukünftigen Erhebungen vernachlässigt werden können (Anteil am Gesamtelektrizitätsverbrauch ca. 9 %, Anteil an Stromproduktion ca. 3 %, Anteil an Klärgasproduktion ca. 5 %).

Für Erhebungen in künftigen Jahren, für die Aktualisierung der Datenbank und der Teilstatistik Biogas, stellen wir uns demnach die in den folgenden Kapiteln 6.1.1 und 6.1.2 kurz beschriebenen möglichen Lösungen vor.

Diese Lösungen stellen keine endgültigen Empfehlungen dar, sondern sie sind vielmehr als Grundlage für eine Diskussion über das zukünftige Vorgehen zu verstehen, bei dem die Anliegen aller Beteiligten einbezogen werden können.

#### **6.1.1 Erhebung bei allen ARA der Grössenklassen 1, 2 und 3**

Es werden alle Daten (gemäss Erhebung 2001 und vorliegendem Bericht) für alle 281 ARA der Grössenklassen 1 bis 3 jedes Jahr neu erfasst.

Dies ist die aufwendigere Lösung als die in Kapitel 6.1.2 beschriebene, sie liefert aber genauere Daten.

### **6.1.2 Erhebung bei allen ARA der Grössenklassen 1 und 2 und Stichprobenmässige Erhebung bei repräsentativen ARA der Grössenklasse 3 mit Hochrechnung**

Es werden alle Daten (gemäss Erhebung 2001 und vorliegendem Bericht) für die 72 ARA der Grössenklassen 1 und 2 jedes Jahr neu erfasst.

Von den 209 ARA der Grössenklasse 3 werden 30 repräsentative Anlagen ausgewählt, bei denen die Daten erhoben werden. Diese Auswahl kann von Jahr zu Jahr variiert werden. Anhand von den erfassten Daten können Mittelwerte gebildet werden, mit denen auf die totale Anzahl der ARA der Grössenklasse 3 hochgerechnet werden kann.

Diese Variante ist mit weniger Versand- und Erhebungsarbeit verbunden als die in Kapitel 6.1.1 beschriebene (es werden 179 ARA weniger angefragt und erhoben), bedingt durch die Hochrechnung liefert sie aber weniger genaue Daten.

## 7 SCHLUSSBEMERKUNGEN

Es liegt nach Beendigung der Datenerfassung des Betriebsjahres 2001 ein überarbeiteter Rohdatensatz (auf beiliegender Diskette) guter Qualität vor, auf dem eine zukünftige Erhebung und Aktualisierung für die Teilstatistik Biogas aufgebaut werden kann.

Die im vorliegenden Schlussbericht vorgenommenen Auswertungen erheben keinen Anspruch auf Vollständigkeit. Bei einer derartigen Datenmenge gibt es viele Möglichkeiten, Auswertungen je nach Bedarf vorzunehmen.

Probleme bei der vorgenommenen Erhebung haben sich vor allem durch die Vermischung von ARA-Stammdaten und ARA-Betriebsdaten ergeben. In Zukunft müssen diese durch bessere Darstellung auf den Erhebungsblättern klar unterschieden und getrennt werden.

In dieser Beziehung ist auch für das BUWAL zu überdenken, ob in Zukunft nicht vernünftigerweise mehr Betriebsdaten erhoben werden sollten. Diese liefern nämlich ein genaueres Bild der aktuellen Situation als die Stammdaten. Bei den Stammdaten könnte man sich auf einige klar bezeichnete Dimensionierungswerte beschränken (z.B. Beckengrößen sind nicht sehr wichtig und könnten, wie anderes auch, weggelassen werden).

Auch die in Kapitel 5.1.3 erwähnten Mankos im Stammkartenformular sollten mittels Darstellungsverbesserung behoben werden.

Bern, 9. Januar 2003 bu/za  
Sachbearbeiter: R. Buri, B. Kobel

Der Projektverfasser:  
RYSER Ingenieure AG, Bern

\\Server\daten\Windaten\4035-525\16-Projekt\Bericht\Schlussbericht\be\_030109.doc