

Schlussbericht 30. März 2004

Mobilisierung des Marktpotenzials von Biogasanlagen in der Schweiz

*Vorstudie: Synthese des vorhandenen Wissens zu Hemmnissen
und Förderfaktoren landwirtschaftlicher und gewerblich-
industrieller Biogasanlagen*

Projekt Nr. 100502

Vertrag Nr. 150615

Auftraggeber:

Bundesamt für Energie BFE, 3003 Bern

Auftragnehmer:

Rütter + Partner

concertgroup

Weingartenstrasse 5

8803 Rüslikon

Autoren:

Anja Umbach-Daniel

Heinz Rütter

Begleitgruppe:

-

Diese Studie wurde im Rahmen des Forschungsprogramms „Energie und Umwelt“ des Bundesamts für Energie BFE erstellt. Für den Inhalt ist alleine der/die Studiennehmer/in verantwortlich.

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 · www.admin.ch/bfe

Inhaltsverzeichnis

1.	Zusammenfassung	5
2.	Problemstellung und Zielsetzung	9
3.	Methodisches Vorgehen	13
3.1	Literatur- und Dokumentenanalyse	13
3.2	Experteninterviews	13
4.	Soziale, politische und kulturelle Hemmnisse und Förderfaktoren	15
4.1	Das Adoptions-/Diffusionsmodell	17
4.1.1	Einführung des Adoptions- und Diffusionsmodells	17
4.1.2	Beispiel Biolandwirtschaft	18
4.1.3	Übertragbarkeit auf die Biogastechnik	19
4.1.4	Soziale Netzwerke, räumliche und soziale Nähe von innovativen regionalen Akteuren	23
4.1.5	Der Adoptionsprozess als Entscheidungsprozess	25
4.2	Ansätze der Technikgeneseforschung	26
4.2.1	Strukturelle Offenheit und Konfliktregulierungsmechanismen	26
4.2.2	Vertrauen als Basis und Innovation als rekursiver Prozess	28
4.3	Technologische Paradigmen und Politische Rahmenbedingungen	29
4.3.1	Martimplementierung in den Niederlanden	29
4.3.2	Politische und gesetzliche Rahmenbedingungen in der Schweiz	31
4.4	Ansätze der Risikoforschung	33
5.	Betriebswirtschaftliche Erkenntnisse	37
5.1	Elemente der Wirtschaftlichkeitsberechnung	37
5.1.1	Investitionen	38
5.1.2	Betriebskosten	38
5.1.3	Erträge	39
5.2	Hemmende und fördernde Faktoren auf der Kostenseite	39
5.2.1	Reduktion der Investitionskosten durch Eigenleistung	39
5.2.2	Kostendegression bei grossen Anlagen	40
5.2.3	Kosten aufgrund gesetzlicher Vorschriften	41
5.2.4	Teurer Netzanschluss	41
5.3	Hemmnisse und Förderfaktoren auf der Ertragsseite	42
5.3.1	Ungenügende Wärmeverwertung	42
5.3.2	Förderprogramme und Einspeisevergütungen	42
5.3.3	Steuern und Abgaben	46
5.3.4	Entsorgungserlöse	47
6.	Übersicht über das Innovationssystem Biogastechnik der Schweiz	51
6.2	Akteure des Biogasmarktes	55
6.3	Akteure des intermediären Systems	59
6.4	Akteure des politischen Systems:	62
7.	Zusammenfassung der Erkenntnisse	65
7.1	Soziale, politische und kulturelle Erkenntnisse	65

7.2	Betriebswirtschaftliche Erkenntnisse	69
7.3	Erkenntnisse zur Akteursstruktur und dem Innovationssystem Biogastechnik der Schweiz	71
8.	Relevanzmatrix – Kenntnisstand und Wissenslücken	75

Abbildungsverzeichnis
Abkürzungsverzeichnis
Literaturverzeichnis

1. Zusammenfassung

Der Nutzung von Biogas als alternativer, umweltfreundlicher Energiequelle kommt im zukünftigen Schweizer Energiemix eine wichtige Rolle zu. In der Schweiz besteht vor allem ein grosses Potenzial für den Betrieb von *landwirtschaftlichen* und *gewerblich-industriellen* Biogasanlagen. Die Potenzialausschöpfung ist jedoch bislang sehr gering. Das Bundesamt für Energie hat deshalb Rütter + Partner, sozio-ökonomische Forschung und Beratung, beauftragt, eine *Synthese der Erkenntnisse* über die *sozio-ökonomischen* und *betriebswirtschaftlichen Hemmnisse und Förderfaktoren* für diese Anlagentypen zu erstellen. Hierzu gehört auch die Identifikation von Erkenntnislücken. Methodologisch wurden eine Literatur- und Dokumentenanalyse sowie Experteninterviews mit Schweizer Biogasexperten durchgeführt. Der vorliegende Bericht enthält die Ergebnisse dieser Studie.

Sozio-ökonomische Aspekte: Landwirtschaftliche Biogasanlagen

Die landwirtschaftliche Biogastechnik wird von Experten als marktreif eingeschätzt, erste Pilotanlagen demonstrieren ihre Anwendbarkeit. Die Verbreitung von landwirtschaftlichen Biogasanlagen beschleunigt sich zur Zeit leicht. Allerdings entstehen Neuanlagen konzentriert in bestimmten Schweizer Regionen (Kt. Zürich, Ostschweiz) - trotz der vom Bundesamt für Energie (BFE) geförderten Nischenstrategie, die zur Realisierung von P&D-Anlagen in verschiedenen Regionen der Schweiz beigetragen hat. Es stellt sich daher die Frage, ob sich die Voraussetzungen für die *Verbreitung von Biogasanlagen nach Kantonen bzw. Regionen unterscheiden*. Bereits bekannt ist, dass kantonale, Bewilligungsverfahren leitende Ämter und Behörden die Raumplanungsgesetzgebung unterschiedlich handhaben, und dass die Kantone Thurgau und Schaffhausen Neuanlagen mit einem Investitionszuschuss fördern. Andererseits ist auch bekannt, dass es für Landwirte und Anlagenplaner schwierig ist, die *gesetzlichen Vorgaben* der Kantone und des Bundes sowie auch die Fördermittelvergabe zu durchschauen. Die *Unsicherheit, der Adoptoren* von technischen Innovationen wie der Biogastechnik generell ausgesetzt sind, wird durch diese Aspekte verstärkt. Dagegen können Landwirte relativ einfach Informationen allgemeiner Art über die Biogastechnik erhalten. Die beiden Informationsstellen Biomasse in der Deutschschweiz und in der Westschweiz vermitteln u.a. Informationen und Herstellerunternehmen an interessierte Landwirte.

Über die Landwirte als *Anwender* der Biogastechnik ist noch nicht viel Wissen vorhanden. In der Schweiz zeichnet sich ein neuer Trend hin zu Gemeinschaftsanlagen und Hofgemeinschaften sowie hin zur Einbindung von Landwirten in regionale Entsorgungskonzepte ab. Über die *Organisationsformen dieser Gemeinschaftsprojekte*, die in Zukunft eine grosse Rolle bei der Verbreitung der landwirtschaftlichen Biogastechnik in der Schweiz spielen werden, weiss man ebenfalls noch wenig.

Gemeinden und *Kantone* und ihre jeweiligen Fachbehörden spielen eine wichtige Rolle für den Diffusionsprozess von landwirtschaftlichen Biogasanlagen. Behörden machen aufgrund mangelhafter Kenntnisse über die Biogastechnik zum Teil (zu) hohe Auflagen für Neuanlagen. Möglicherweise bestehen hinsichtlich der Förderung von Biogasanlagen bei den Behörden und Fachstellen ebenfalls *Informationsmängel*, die dazu beitragen, dass andere Techniken Vorrang geniessen.

Im Gegensatz zur Schweiz verbreiten sich Biogasanlagen in den Nachbarländern Deutschland und Österreich schneller. Der Grund liegt vor allem in der *Energiepolitik* der beiden Länder, die massgeblich zum dortigen Biogas-Boom beigetragen hat. Insbesondere die Regelungen zur *Einspeisevergütung* für Strom aus Biogas tragen zur Wirtschaftlichkeit der Anlagen und zur Planungssicherheit für potenzielle Anwender bei. Es stellt sich mit Blick auf Deutschland und Österreich jedoch auch die Frage, ob weitere, z.B. *sozio-kulturelle Bedingungen* (Charakteristika von Biogasaakteuren, Netzwerke, weitere Politiken) zur positiven Situation der Biogastechnik beitragen. Es wird vermutet, dass die Schweiz von den beiden Ländern, einerseits bezüglich der energiepolitischen Förderung von Biogasanlagen, andererseits aber auch durch die Gestaltung der Planungs- und Implementierungsprozesse der Biogastechnik sowie bei der Organisation von Fachverbänden als Lobbyorganisationen lernen kann.

Eine erste Analyse der Zusammenarbeit der Akteure im Bereich landwirtschaftlicher Biogasanlagen hat die Nutzung von Synergien zwischen dem marktbeherrschenden Herstellerunternehmen Genesys GmbH, den offiziellen Informationsstellen Biomasse und den Forschungsinstitutionen im Bereich Biogas aufgezeigt.

Zum Teil kristallisierte sich in den Experteninterviews heraus, dass die Zusammenarbeit von Akteuren im Biogasbereich zu wenig ausgeprägt ist, was evtl. auch zu der relativ schwachen Position der gemeinsamen Interessenverbände Biogas Forum und Biomasse Schweiz beiträgt.

Sozio-ökonomische Aspekte: Gewerblich-industrielle Biogasanlagen

Gewerblich-industrielle Biogasanlagen sind von den gesetzlichen Bestimmungen, die landwirtschaftlichen Biogasanprojekten ‚Steine in den Weg legen‘, kaum betroffen. Das Hauptthema für die gewerblich-industriellen Biogasanlagen, die meist von Kompostierunternehmen betrieben werden, liegt in der *starken Konkurrenzsituation* gegenüber (anderen) *Kompostieranlagen* und *Kehrichtverbrennungsanlagen*. Die Konkurrenzsituation beruht auf der komplexen Struktur des Schweizerischen Abfallmarktes. Den *Gemeinden* kommt hier als Hauptlieferanten organischer Abfallstoffe eine *Schlüsselrolle* zu. Die Gemeinden haben aufgrund der Technischen Verordnung über Abfälle (TVA) seit Jahren die Kompostierung unterstützt. Hierdurch wurden nicht nur vertragliche und abfalltechnische Abhängigkeiten, sondern auch psychologische Barrieren gegenüber der Bevölkerung geschaffen, da die Kompostierung als favorisierter Weg propagiert worden ist.

Auch die Standorte gewerblich-industrieller Biogasanlagen konzentrieren sich vorwiegend auf die Ostschweiz und den Kanton Zürich. Dies ist auf das starke Engagement des einzigen relevanten Herstellerunternehmens Kompogas AG zurückzuführen, das selbst im Kanton Zürich angesiedelt ist. Das Unternehmen bearbeitet den Markt sehr intensiv und wirbt bei Gemeinden und Kompostierunternehmen aktiv - z.B. durch die Einrichtung eines Info-Centers - für die Kompogas-Technik.

Eine Analyse der Zusammenarbeit der Akteure im Bereich gewerblich-industrieller Biogasanlagen zeigt hier die Nutzung von Synergien zwischen dem (marktbeherrschenden) Herstellerunternehmen, den offiziellen Informationsstellen Biomasse und der Gasindustrie auf. Über den Verband Schweizerischer Kompostier- und Gärwerke versucht die Kompogas AG, ein Netzwerk mit den Konkurrenzunternehmen zu knüpfen.

Betriebswirtschaftliche Aspekte: Landwirtschaftliche Biogasanlagen

Die *Wirtschaftlichkeit* von Biogasanlagen gilt als zentraler Faktor für die Entscheidung für oder gegen die Errichtung und den Betrieb einer Biogasanlage. Die

grössten Posten der Investitionskostenrechnung sind der Biogasfermenter und das BHKW. Die Kosten für eine Anlage können stark variieren, je nach den Anforderungen der jeweiligen Hofverhältnisse und der Art der zu vergärenden Substanzen. In der Schweiz haben sich *Kompakt-Biogasanlagen* durchgesetzt, die den Landwirten Eigenleistung beim Bau der Anlagen ermöglichen. Dadurch können Landwirte bis zu 10% an Kosten sparen. *Gemeinschaftsanlagen* können dank Kostendegression *kostengünstiger* erstellt werden. Zu den Betriebskosten tragen hauptsächlich der Wartungsaufwand und die vom Landwirt einzusetzende Arbeitszeit bei. Bislang wurde *Kosten*, die aufgrund *gesetzlicher Auflagen* entstehen, zu wenig Beachtung geschenkt.

Erträge erzielen *landwirtschaftliche Biogasanlagen* hauptsächlich über den *Stromverkauf*. Der Anteil des Erlöses aus der Entsorgung biogener Abfallstoffe liegt für die Hälfte der bestehenden Anlagen bei rund 20%, bei den übrigen Anlagen streut er stark zwischen 0% und bis zu 100%. Ein Manko besteht darin, dass die bei der Verstromung des Biogases anfallende *Wärmeenergie nicht in grossem Umfang an Externe abgegeben* werden kann.

Einige *Staaten unterstützen* die Verbreitung der Biogastechnik z.T. durch *finanzielle Förderprogramme*, staatliche Regulierungen und vorgeschriebene *Einspeisevergütungen*, Abgaben und/oder Steuern auf fossile Brenn- und Treibstoffe bzw. auf die durch sie entstehenden Emissionen und *Steuervergünstigungen* für erneuerbare Energien. Insbesondere in Deutschland und Österreich tragen *Einspeisevergütungen* zur *Wirtschaftlichkeit* von Biogasanlagen bei. In der Schweiz wurden P&D-Projekte bislang vom Programm EnergieSchweiz unterstützt; diese *Subventionen fallen* nach der Reduktion des Programms *weg*. Seit Beginn des Jahres 2004 besteht jedoch für Landwirt/innen neu die Möglichkeit, im Rahmen der revidierten Strukturverbesserungsverordnung (SVV) finanzielle Unterstützungsleistungen zu erhalten. Nur zwei Kantone, Thurgau und Schaffhausen, fördern die Biogastechnik mit Investitionszuschüssen. Einige Landwirtschaftskassen vergeben zinslose Darlehen im Rahmen ihrer Strukturverbesserungsprogramme. Das *Förderangebot der Kantone* ist den meisten Landwirten allerdings *nicht bekannt*.

Der Bund empfiehlt den Elektrizitätswerken eine mittlere *Einspeisevergütung* für Strom aus Biogasanlagen von *15Rp/kWh* eingespeiste elektrische Energie. Diese Empfehlung hat quasi-gesetzlichen Charakter. Die Vergütung ist nach Ansicht von Experten jedoch *zu gering*. Die Empfehlung des Bundes zur Einspeisevergütung läuft zudem im Jahr 2008 aus und es herrscht Unklarheit über deren Fortschreibung. Diese Situation erhöht die *Planungsunsicherheit* für potenzielle Technikanwender. Experten gehen davon aus, dass die Regelung auch nach Auslaufen der Empfehlung im Jahr 2008 bestehen bleibt (evtl. in der ELWO). Eine Möglichkeit für die Landwirte, eine höhere Vergütung für ihren Biostrom zu erhalten, ist eine Mitgliedschaft in der *Ökostrom-Genossenschaft Schweiz*. Diese erwirtschaftet für die Landwirte einen ökologischen Mehrwert von rund 9 Rp./kWh. EW verzichten hierbei per Vertrag auf den ökologischen Mehrwert des Stroms.

Unter den Experten herrscht dennoch Konsens, dass Biogasanlagen derzeit *nur mit Co-Vergärung wirtschaftlich* sind. *Landwirte* sind jedoch *unerfahren* mit dem neuen Betriebszweig Energieerzeugung und *vor allem* mit der Entsorgung von Abfällen, und müssen sich auf dem schwierigerem Abfallmarkt erst zurecht finden. Es besteht die Gefahr, dass bei zunehmender Konzentration von landwirtschaftlichen und gewerblich-industriellen Biogasanlagen in bestimmten Regionen die Preise für organischen Abfallstoffe drastisch zurückgehen werden, wie man dies bereits in Deutschland beobachten kann. Dies würde die Wirtschaftlichkeit von Biogasanlagen (weiter) vermindern.

Betriebswirtschaftliche Aspekte: Gewerblich-industrielle Biogasanlagen

Für diesen Anlagentyp existieren nur wenige publizierte betriebswirtschaftliche Daten. Die heute installierten Kompogas-Anlagen sind in *Modul-Bauweise* erhältlich, was eine Serienproduktion und damit eine Kostenersparnis ermöglicht. Die Investitionskosten erhöhen sich für gewerblich-industrielle Grossanlagen allerdings erheblich durch die gesetzlich vorgeschriebenen *UVP* und weitere *gesetzliche Vorschriften*.

Kompogas-Anlagen werden zu 75% bis 80% über die Erlöse aus der Reststoffverwertung finanziert. Die *Wärmeenergie* aus Biogas kann wegen der *Konkurrenz bestehender Heizsysteme* nur bei einer bestehenden Anlage genutzt werden. In Zukunft wird die *direkte Gaseinspeisung ins Erdgasnetz* eine wichtigere Rolle spielen. Der Interessensverband Biomasse Schweiz und die Schweizer Gasindustrie haben *eine Rahmenvereinbarung* hierzu getroffen. Diese wird jedoch erst in Kraft treten, wenn eine derzeit hängige Motion zur Anpassung des Mineralölsteuergesetzes führt, so dass Gastreibstoffe verbilligt werden.

Die Realisierung von gewerblich-industrielle Biogasanlagen muss vor dem Hintergrund eines *bestehenden Entsorgungssystems* mit entsprechenden Stoffflüssen sowie *wirtschaftlichen Rahmenbedingungen* (getätigte Investitionen, Verträge etc.) betrachtet werden. Die Langfristigkeit von Gross-Investitionen wie Kompostier- und Kehrlichtverbrennungsanlagen bindet Kapital, das nicht für Investitionen in Kompogas-Anlagen zur Verfügung steht.

Für Kompogas-Anlagen gilt ebenfalls, dass einerseits die zunehmende Konzentration von Biogasanlagen in bestimmten Regionen, aber auch die Konkurrenz zwischen Biogas-, Kompost- und Kehrlichtverbrennungsanlagen zu einem Preisverfall für organische Abfallstoffe und damit zu einem Absinken der Erlöse aus der Reststoffverwertung führen kann.

Forschungsbedarf identifiziert

Die Studie präsentiert einen systematischen Überblick über die heute bekannten Hemmnisse und Förderfaktoren bei der Implementierung und Diffusion von landwirtschaftlichen und gewerblich-industriellen Biogasanlagen, insbesondere in der Schweiz. Es wurden aber sowohl für Prozesse der Anwendung und Diffusion landwirtschaftlicher wie auch gewerblich-industrieller Biogasanlagen *auch Erkenntnislücken* identifiziert. Um diese Prozesse vollständig erfassen und geeignete Massnahmen für die Förderung der Biogastechnik erarbeiten zu können, werden weitere Abklärungen und Forschungsanstrengungen angeregt.

2. Problemstellung und Zielsetzung

Der Biogaserzeugung kommt im zukünftigen Schweizer Energiemix eine wichtige Rolle zu. Die Schweiz hat sich verpflichtet, bis zum Jahr 2010 den CO₂-Ausstoss um zehn Prozent gegenüber 1990 zu senken (CO₂-Gesetz von 1999). Ein Hauptvorteil der Biogastechnik ist, dass sie dank der CO₂-neutralen Erzeugung umweltfreundlicher Energie hierzu einen Beitrag leisten kann. Ausserdem werden die für das natürliche Klima noch schädlicheren Methangasemissionen zum Teil vermieden, fossile Energieträger substituiert und die Eigenschaften des Gärsubstrates als Düngemittel durch die Vergärung landwirtschaftlicher und gewerblich-industrieller organischer Abfälle in Biogasanlagen verbessert. Daneben werden in Gebieten mit intensiver Tierzucht unangenehme Gerüche vermindert bzw. vermieden. Biogasanlagen, insbesondere landwirtschaftliche Anlagen, tragen auch zur regionalen und ruralen Entwicklung bei. Die selbst produzierte Energie schafft z.B. für Landwirte eine neue Einkommensquelle und vermindert die Energieverbrauchskosten. Den Kommunen bietet sich mit gewerblichen Biogasanlagen eine Alternative zur Kompostierung von Grüngutabfällen. Durch den Betrieb grösserer, meist gewerblich-industrieller Biogasanlagen werden teilweise auch neue Arbeitsplätze geschaffen und die Wertschöpfung einer Region gesteigert.

Geringe Potenzialnutzung

Obwohl die Schweiz ein *grosses Biogaspotenzial* aufweist und die *Biogastechnik* relativ *ausgereift* und anwendbar ist, sind in den letzten Jahren im Landwirtschaftssektor jährlich lediglich eine bis drei Neuanlagen installiert, keine bis zwei Anlagen im gewerblich-industriellen Sektor. In der Schweiz gibt es heute *71 landwirtschaftliche Biogasanlagen*, 13 gewerblich-industrielle Biogasanlagen sowie 18 Biogasanlagen, die Industrieabwässer vergären (Engeli 2003). Das *Potenzial* für Biogasanlagen in der Schweiz ist jedoch bedeutend grösser. Berechnungen von Biogasexperten ergaben, dass rund 1000 landwirtschaftliche Betriebe in der Schweiz die Voraussetzung erfüllen, allein auf Basis der anfallenden Güllemenge und von Ernteresten Biogas zu erzeugen (vgl. Umbach-Daniel 2002b). Falls diese Betriebe ihr Potenzial ausschöpften, könnten sie rund 315 GWh Strom pro Jahr erzeugen – und doppelt so viel Wärme. Im Jahr 2001 wurde mit 3.8 GWh Strom und 3.5 GWh Wärme erst ein Bruchteil dieses Potenzials genutzt.

Gewerblich-industrielle Biogasanlagen vergären organische Abfälle aus den Grüngutsammlungen von Gemeinden. Sie produzierten im Jahr 2001 8.2 GWh Strom und 5.6 GWh Wärme. Durch die Vergärung von Grün- und Speiseabfällen von Gemeinden in gewerblichen Biogasanlagen und/oder in landwirtschaftlichen Biogasanlagen (sog. Co-Vergärung) könnten jedoch insgesamt 220 GWh Strom und 330 GWh Wärme pro Jahr gewonnen werden. Dies entspricht dem Stromverbrauch von ca. 40.000 Haushalten sowie dem Heizbedarf von 18.000 Haushalten (Angele 2003).¹

Industrieabwasseranlagen erzeugten im Jahr 2001 18.36 GWh Wärme und 1.73 GWh Strom. Das Potenzial für den Bau und Betrieb dieses Anlagentyps wird von Biogasexperten als bereits relativ gut ausgeschöpft angesehen. *Biogasanlagen*,

¹ Für Potenzialberechnungen vgl. auch Hersener, Meier 1999.

die an *Abwasserreinigungsanlagen* (Klärgasanlagen) angeschlossen sind, sind eine relativ verbreitete Technik in der Schweiz. 2001 waren 762 Anlagen in Betrieb, die zusammen 112 GWh Strom und 297 GWh Wärme erzeugten. Sie werden in der „Schweizerischen Statistik der erneuerbaren Energien“ 2001 ebenso wie Deponiegasanlagen nicht unter Rubrik Biogasanlagen geführt.

Abbildung 1: Potenzial von Biogasanlagen in der Schweiz

Heutige Potenzialnutzung	Anzahl Anlagen	Elektrische Energie in GWh	Wärmeenergie in GWh
Landwirtschaftliche Biogasanlagen	71	3.8	3.5
Gewerblich-industrielle Biogasanlagen	13	8.2	5.6
Potenzial	Anzahl Anlagen	Elektrische Energie in GWh	Wärmeenergie in GWh
Landwirtschaftliche Biogasanlagen	1'000 *	315	630
Gewerblich-industrielle Biogasanlagen	350 **	220	330

Quelle: Rütter + Partner

* Schätzung von Schweizer Biogasexperten (vgl. Umbach-Daniel 2002b)

** Hypothetische Hochrechnung aufgrund des bisher genutzten und von Angele (2003) geschätzten Potenzials für die Erzeugung von elektrischer Energie und Wärme

Diese Übersicht über den gegenwärtigen Zustand zeigt, dass die Potenzialerschöpfung bezüglich Biogasanlagen - insbesondere bei landwirtschaftlichen und gewerblich-industriellen Anlagen - in der Schweiz noch sehr gering ist. Die technischen Voraussetzungen für eine breite Anwendung der Biogastechnologie sind jedoch vorhanden, die Biogastechnik stellt nach Kaltschmitt et al. (2003) schon jetzt eine ausgereifte und marktgängige Technologie dar. Die Hemmnisse für die Diffusion der Technik werden daher im ökonomischen, aber vor allem auch im sozio-kulturellen Bereich vermutet.

Zielsetzung der Studie

Bereits heute sind *punktuell* einige Hemmnisse und Förderfaktoren der Biogastechnik bekannt. Jedoch fehlt bislang ein *systematischer Überblick* über den Stand des Wissens bezüglich dieser Faktoren. Ziel dieses Berichts ist es daher, das verfügbare Wissen in Bezug auf *Hemmnisse und Förderfaktoren* für die Realisierung von Biogasprojekten systematisch zu erfassen und zu strukturieren. Die vorliegende Studie strebt eine Synthese der bisherigen Erkenntnisse zu Hemmnissen und Förderfaktoren betreffend Biogasanlagen an. Sie baut auf umfangreichen Literaturstudien sowie Experteninterviews mit Schweizer Biogasexperten auf. Sie fokussiert auf *landwirtschaftliche und gewerblich-industrielle Biogasanlagen*, da hier das zu entwickelnde Potenzial am grössten, bislang jedoch am wenigsten ausgeschöpft ist.

Aufbau des Berichts

Kapitel 3 beschreibt zunächst das methodische Vorgehen der Studie und gibt einen Überblick über die geführten Experteninterviews.

In *Kapitel 4, 5 und 6* wird das verfügbare Wissen in Bezug auf Hemmnisse und Förderfaktoren für die Realisierung von Biogasprojekten erfasst und strukturiert. Der Fokus liegt dabei auf den *sozio-kulturellen* und *betriebswirtschaftlichen* Aspekten. Es werden Publikationen aus den Bereichen Sozialwissenschaften und Betriebswirtschaft berücksichtigt, deren Inhalte sich auf die Projektierung, den Bau und Betrieb von Biogasanlagen beziehen. Hinzu kommen Aussagen und Einschätzungen von Schweizer Biogasexperten.

Kapitel 4 stellt *sozialwissenschaftliche Studien* vor, die sich mit der *Biogastechnik*, der *Biomassetechnik* oder auch anderen *Umweltinnovationen* befassen. Die Studien gehen aus der Innovations-, der Technikgenese- und der Risikoforschung hervor. Zum besseren Verständnis der Befunde und für das interessierte Fachpublikum werden die wichtigsten theoretischen Begriffe und Ansätze dieser Disziplinen vor der Darstellung der empirischen und theoretischen Erkenntnisse eingeführt.

Kapitel 5 stellt die *betriebswirtschaftlichen Erkenntnisse* in den Mittelpunkt. Zunächst werden die Hauptelemente der Wirtschaftlichkeitsberechnung von Biogasanlagen vorgestellt. Anschliessend werden die bekannten hemmenden und fördernden Faktoren für diese Elemente referiert.

Da Biogasanlagen zwar von den Marktteilnehmern projektiert und realisiert werden, aber vielfältige weitere Akteure Einfluss auf die Planung, den Bau und Betrieb der Anlagen nehmen, wird in *Kapitel 6* eine *Übersicht über die Akteure im Biogasbereich* (Anbieter, Vermittler, Anwender/Betreiber, Abnehmer der Energieprodukte) und ihre Beziehungen untereinander erstellt. Die Akteursstruktur und die Aussagen von Experten geben auch hier Hinweise auf mögliche Hemmnisse und Förderfaktoren für die Biogastechnik.

Kapitel 7 fasst die Erkenntnisse aus den *Kapitel 4 bis 6* zusammen. Der eilige Leser kann nach den einführenden *Kapiteln 2 und 3* direkt zu *Kapitel 7* übergehen und erhält dort die gesamten Ergebnisse der Literaturanalyse und der Experteninterviews auf einen Blick.

Kapitel 8 veranschaulicht die *gewonnenen Erkenntnisse* in einer *Relevanzmatrix*. In der Relevanzmatrix werden Informationsbestände und Informationslücken identifiziert, die den weiteren Forschungsbedarf bezüglich der Thematik aufzeigen.

3. Methodisches Vorgehen

3.1 Literatur- und Dokumentenanalyse

Es wurde eine *Literaturrecherche* in den wichtigsten sozial- und wirtschaftswissenschaftlichen und naturwissenschaftlich-technischen Datenbanken durchgeführt. Weiter wurde der Verbund der Schweizerischen Universitätskataloge IDS (Gesamtabfrage) für die Recherche genutzt. In die Literaturrecherche wurden insbesondere die Begriffe Biogas, Biomasse, erneuerbare Energie, regenerative Energie, Energie, Techniksoziologie (und englische Pendant), Innovation, Adaption, Diffusion u.a. einbezogen. Ausserdem wurden per Internetrecherche weitere Informationsquellen zu inhaltlich verwandten Projekten (Homepages von Universitäten, dem Schweizerischen Nationalfonds, SIDOS und weitere Institutionen) genutzt. Es wurden Publikationen aus den Bereichen Sozialwissenschaften und Betriebswirtschaft berücksichtigt, deren Inhalte sich auf die Projektierung, den Bau und Betrieb von Biogasanlagen beziehen.

3.2 Experteninterviews

Ergänzend wurden insgesamt *fünf Experteninterviews* mit Personen durchgeführt, die sich aus beruflichen Gründen mit der Biogastechnik beschäftigen. Hierzu zählen Vertreter von Unternehmen der Biogasbranche, Verbänden, Bundesbehörden sowie auch Einzelpersonen. Die Interviews wurden teils persönlich, teils telefonisch geführt und dauerten zwischen 0.75 und 2 Stunden.

Die Experteninterviews dienen dazu, die Rahmenbedingungen der Biogasnutzung in der Schweiz aufzuzeigen, einen Überblick über die im Innovationssystem Biogastechnik involvierten Akteure zu gewinnen und zu vertiefen, sowie um wichtige Inhalte für die Hauptstudie zu sichten.

Insgesamt wurden fünf Experteninterviews mit folgenden Personen durchgeführt:

- Daniel Ruch, Geschäftsführer Genesys GmbH
- Walter Schmid, Geschäftsführer W. Schmid AG/Kompogas AG und Daniel Würgler, Leiter Marketing und Verkauf, Kompogas AG
- Hans-Christian Angele, Leiter Informationsstelle Biomasse Deutschschweiz
- Yves Membrez, Leiter Informationsstelle Biomasse Westschweiz
- Bruno Guggisberg (Bundesamt für Energie, Programm- und Bereichsleiter Biomasse ohne Holz und Kleinwasserkraftwerke) und Lukas Gutzwiller (Bundesamt für Energie, Programmleiter Energiewirtschaftliche Grundlagen)

Zusätzlich zu den eigentlichen Experteninterviews wurden vertiefende Abklärungen u.a. mit folgenden Personen vorgenommen:

- Romina Salerno, Sektion Energieversorgung, Bundesamt für Energie
- Thomas Böhni, Geschäftsführer Energie&Umwelt GmbH, Frauenfeld

- Judith Bühler, Diplomandin EAWAG, Kastanienbaum

Neben diesen explizit für diese Vorstudie geführten Interviews wurden auch die Inhalte der Vorgespräche zur Aufgleisung der Vorstudie in die Auswertung mit einbezogen. Zu den befragten Experten zählten:

- Arthur Wellinger, Geschäftsführer NovaEnergie, Aadorf; Geschäftsführer Biogas Forum
- Hans Engeli, Geschäftsführer Engeli Engineering, Neerach
- Hans-Christian Angele, Leiter Informationsstelle Biomasse, Deutscheschweiz, Basler & Partner, Zollikon
- Walter Schmid, Geschäftsführer W. Schmid AG/Kompogas AG und Daniel Würgler, Leiter Marketing und Verkauf, Kompogas AG
- Thomas Böhni, Geschäftsführer Energie&Umwelt GmbH, Frauenfeld
- Urs Brücker, Innovations Transfer Zentralschweiz ITZ, Leiter des Projekts „Swiss Farmer Power“
- Jean-Louis Hersener und Urs Meier, ARGE REAL, c/o Ingenieurbüro HERSENER, Wiesendangen
- Reinhard Madlener, Centre for Energy Policy and Economics CEPE, ETH Zürich

Ein Frageleitfaden diente der Strukturierung der Experteninterviews und der Erfassung der relevanten Punkte. Er enthielt je nach befragter Person unterschiedliche Schwerpunkte. Die angefragten Experten waren alle bereit, ein Interview zu geben. Einige Experten konnten nur zu einem Teil der Fragen Stellung nehmen. Die Interviews wurden protokolliert und themenanalytisch ausgewertet.

4. Soziale, politische und kulturelle Hemmnisse und Förderfaktoren

Biogasanlagen sind zwar bereits seit einigen Jahrzehnten im westeuropäischen Raum und auch in der Schweiz bekannt, jedoch hat in der Schweiz zu Beginn der 90er Jahre eine neue Welle der Projektierung von Biogasanlagen eingesetzt. Die Technik der aktuell realisierten Biogasanlagen unterscheidet sich erheblich von den in den 70er und 80er Jahren meist in Bastelbauweise installierten kleinen landwirtschaftlichen Biogasanlagen. Forschung und Entwicklung haben neue Verfahren hervorgebracht, die die Technik effizienter und wirtschaftlicher gemacht haben. *Seit Beginn der 1990er Jahre* wurden daher *mehrere neue Biogasprojekte im landwirtschaftlichen Bereich* realisiert. Diese haben die Biogastechnik wieder neu in den Wahrnehmungshorizont der Bevölkerung und vor allem der potenziellen Anwender gerückt. Ausserdem wurden seit Ende der 1990er Jahre erstmals neben den kleinen Einzelhofanlagen *auch in grösserem Umfang grosse gewerblich-industrielle Biogasanlagen* zur Vergärung von Grüngutabfällen errichtet. Bei der heute in der Schweiz eingesetzten Biogastechnik lässt sich somit zu recht von einer *Innovation²* sprechen. Denn wichtig ist nicht, dass die innovative Technik vom Zeitpunkt ihrer Entstehung her betrachtet erstmals auftritt, sondern dass die Mitglieder des sozialen Systems, in dem sie implementiert wird, sie als (subjektiv) *neu* auffassen (Rogers 1983).

Die Literaturanalyse öffnet den Blick auf ein relativ breites sozialwissenschaftliches Forschungsfeld. Prozesse der Anwendung und Verbreitung von neuen Techniken werden von mehreren wissenschaftlichen Disziplinen analysiert. Eine wichtige theoretische Strömung ist die Diffusionsforschung, die im wesentlichen auf die US-amerikanische Agrarsoziologie der 1960er und 1970er Jahre zurückgeht. Aber auch die jüngeren interdisziplinären Ansätze der Wissenschafts- und Technikforschung (Technikgeneseforschung) sowie die Risikoforschung beschäftigen sich mit der Entstehung und der Verbreitung von technischen Innovationen.³ Diese theoretischen Ansätze haben auch empirische Arbeiten hervorgebracht, die sich explizit mit der Biogas- und der mit ihr verwandten Biomassetchnik (Verbrennung und Vergasung von biogenen Feststoffen) befassen. Abbildung 2 zeigt, welche Studien in diesem Bereich für den europäischen Raum recherchiert werden konnten.⁴

² Innovationen werden hier definiert als Neuerungen wie etwa Ideen, Produkte, Prozesse, Technologien oder Organisationsformen.

³ Traditionell beschäftigt sich auch die wirtschaftswissenschaftliche Forschung mit der Verbreitung von Innovationen (z.B. die evolutionäre Ökonomie, vgl. Markard 2003). Dieser Forschungszweig wird hier nicht behandelt, da keine Studien bekannt sind, die sich explizit mit der Biogastechnik beschäftigen.

⁴ Es wurden auch Studien zum aussereuropäischen Raum, insbesondere Indien und Drittweltländer recherchiert. Aufgrund der grossen Unterschiede in Technik und vor allem Organisationsform bzw. Akteursstruktur der dortigen Biogasanlagen im Vergleich zu Europa, wird der Einbezug dieser Studien als nicht sinnvoll erachtet.

Abbildung 2: Sozialwissenschaftliche Studien zu Biogas- und Biomasse-Anlagen sowie weiteren Techniken zur Nutzung erneuerbarer Energien

Sozialwissenschaftliche Disziplinen		
Adoptions- und Diffusionsforschung	Technikgenese-forschung	Risikoforschung
* Umbach 2000 (BG) * Umbach-Daniel 2002b (BG) * Gruber et al. 1996 (BG) * Liesch 2002 (BG) * Rohrer/Suschek-Berger 1997 (BM) * Große 1996 (BG) * Bühler 2003* (BG) * Rothen (EE) * Spicher 2002 (BM)	* Umbach-Daniel 2002a (BG) * Köberle 1994 (BG) * Raven 2004 (BG) * Ille et al. 1992 (BM)	* Khan 2001 (BG) * Sinclair 1999 (BM) * Sinclair/Löfstedt 2001 (BM) * Upreti 2004 (BM) * Bardouille/Koubisky 2000 (BM) * Belschan/Obrecht 1996 (BM) * Rakos 1998 (BM) * Degenhardt/Eigner-Thiel 2002, Degenhardt et al. 2002, Eigner-Thiel 2002 (BG)

Quelle: Rütter+Partner

* Es handelt sich um eine Diplomarbeit, die im Jahr 2004 abgeschlossen wird.

BG=Biogasanlagen; BM=Biomasse Anlagen;

Die folgenden Abschnitte referieren die Erkenntnisse dieser empirischen Studien. Zum Teil wird auch auf Studien zu anderen erneuerbaren Energien, insbesondere der schon weiter erforschten Biomasse-Verbrennungstechnik zurückgegriffen. Dies ist insofern vertretbar, da diese Techniken als *Umweltinnovationen* ähnlichen Restriktionen ausgesetzt sind wie die Biogastechnik. Ökologische oder Umweltinnovationen bewirken im Gegensatz zu anderen Innovationstypen neben der Steigerung der Wettbewerbsfähigkeit von Herstellern und Planern eine Reduktion der ökologischen Belastungen (Geelhaar/Muntwyler 1998). Biogas trägt zur Reduzierung des CO₂- und Methan-Ausstosses und damit zu einer Verlangsamung der Klimaerwärmung bei, da es konventionelle fossile Brenn- und Treibstoffe ersetzt. Auslöser für ökologische Innovationen wie Biogasanlagen sind in der Regel der Druck von unternehmensexternen Akteuren bzw. Anspruchsgruppen aus Politik, Gesellschaft und/oder Wirtschaft. Sie müssen sich gegenüber etablierten Energietechniken durchsetzen. Dies wird hauptsächlich durch die magelhafte Wirtschaftlichkeit der neuen Techniken erschwert.⁵

Zum jetzigen Zeitpunkt liegen lediglich zwei empirische Studien vor, die Teilaspekte des Adoptions- und Diffusionsprozesses der landwirtschaftlichen Biogastechnik in der Schweiz untersuchen (Liesch 2002, Spicher 2002).⁶ Zu gewerblich-industriellen Biogasanlagen gibt es für die Schweiz bislang keine sozialwissenschaftlichen Studien.⁷

⁵ Etablierte Energietechniken sind ihrerseits zu Beginn ihres Lebenszyklus durch FuE-Projekte (staatliche Subventionen) gefördert worden und konnten in einem langen Entwicklungsprozess für die Serienproduktion optimiert und somit kostengünstiger hergestellt werden.

⁶ Zur Zeit wird an der Universität Bern / EAWAG eine Diplomarbeit angefertigt, die die Rolle von Akteurnetzwerken bei der Verbreitung von Innovationen am Beispiel landwirtschaftlicher Biogasanlagen in der Schweiz und Österreich untersucht (Bühler 2003).

⁷ Eine Studie von Davatz (2001) untersuchte ferner den Wissensstand der Schweizer Bevölkerung über die Wiederverwertbarkeit von Biomasse sowie die Bereitschaft der Bevölkerung zur Separatsammlung.

4.1 Das Adoptions-/Diffusionsmodell

Zunächst wird das *Adoptions-/Diffusionsmodell nach Rogers (1983)* vorgestellt. Anschliessend werden die Ergebnisse einer Studie präsentiert (Padel 2001), die die Anwendbarkeit des Modells auf Umweltinnovationen⁸ in der Landwirtschaft demonstrieren. Hieraus werden Folgerungen für die Biogastechnik gezogen, die mit empirischen Erkenntnissen untermauert werden.

4.1.1 Einführung des Adoptions- und Diffusionsmodells

US-amerikanische Agrarsoziologen entwickelten in den 1960er/1970er Jahren das heute auch in anderen Disziplinen angewandte Adoptions-/Diffusionsmodell (Rogers 1983), das die Verbreitung einer Innovation in einer Gesellschaft beschreibt. Innovationen werden dabei definiert als neue Ideen, Produkte oder Techniken (vgl. Abschnitt 4.1). *Diffusion* ist nach Rogers (1983) derjenige *Prozess*, bei dem eine Innovation durch bestimmte *Kanäle* über die *Zeit* zwischen den Mitgliedern eines *sozialen Systems* kommuniziert wird (Rogers 1983). Der Diffusionsprozess wird graphisch als S-förmige Kurve dargestellt, wobei jeder Punkt auf der Kurve angibt, wie viel Prozent der Mitglieder einer Gesellschaft die Innovation zu einem Zeitpunkt adoptiert haben. Natürlich ist dieses Modell stark vereinfachend, es stellt die potenziellen Anwender der neuen Technik in den Mittelpunkt und blendet wichtige Elemente wie politische und ökonomische Rahmenbedingungen aus. Dennoch liefert das Modell erste Hinweise auf mögliche hemmende und fördernde Faktoren auf der Mikroebene, die die potenziellen Anwender und auch die technische Innovation selbst betreffen.

So identifiziert Rogers (1983) fünf unterschiedlich *Adopter-Typen*, die die Innovation zu unterschiedlichen Zeitpunkten übernehmen und unterschiedliche Eigenschaften aufweisen. *Innovatoren* sind Neuheiten gegenüber sehr aufgeschlossen, besitzen überregionale Beziehungen und kommunizieren mit einer Gruppe weiterer Innovatoren. Sie werden oft von den übrigen Mitgliedern des sozialen Systems abgelehnt. *Frühe Adoptoren* sind dagegen eher in die lokale Gesellschaft integriert als Innovatoren und sind oft Meinungsführer mit intensivem Kontakt zu diversen Informationsquellen. Sie sorgen für die breitere Akzeptanz einer Innovation. Die *späteren Adoptoren* können in die Gruppe der *frühen Mehrheit*, die Innovationen früher als andere übernimmt, und in die Gruppe der *späten Mehrheit*, die gegenüber der Innovation skeptisch bleibt, unterschieden werden. Schliesslich gibt es eine Gruppe derjenigen, die eine Innovation erst sehr spät übernimmt. Zentral für einen reibungslosen Innovationsprozess sind demnach der *soziale Status* der potenziellen Adoptoren⁹ sowie deren Einbindung in soziale Netzwerke.

Zentral ist auch die These, dass die Neuheit der Idee/Technik impliziert, dass der Diffusionsprozess unter *erhöhter Unsicherheit* für die Anwender abläuft. Diese hemmt den Diffusionsprozess, kann aber vor allem durch über die Innovation reduziert werden.

Neben den Adopter-Typen spielen auch die *spezifischen Eigenschaften der Innovation* selbst eine grosse Rolle bei der Entscheidung, eine Innovation zu übernehmen. Innovationen sollten *offensichtliche und ökonomische Vorteile* gegenüber

⁸ Vgl. Abschnitt 4.1

⁹ So konnte Rogers (1983) nachweisen, dass innovatives Verhalten mit dem Ausbildungsgrad, der Höhe des Einkommens und dem Grad kommerzieller Orientierung steigt.

bestehenden Techniken aufweisen. Ausserdem sollten sie *einfach anwendbar, verstehbar und teilbar* bzw. *ausprobierbar* sein, mit *geringen Risiken* assoziiert werden und mit *den bestehenden Werten und Normen* der potenziellen Anwender *übereinstimmen* (Rogers 1983; Albrecht 1980; Mohr 1977; Buttel et al. 1990).

4.1.2 Beispiel Biolandwirtschaft

Padel (2001) hat gezeigt, dass das Adoptions-/Diffusionsmodell auch bei *Umweltinnovationen*¹⁰ in der Landwirtschaft - zu denen auch die Biogastechnik zählt - anwendbar ist. Padel's Literaturanalyse zur Umstellung der Landwirtschaft von konventioneller zu organischer Landwirtschaft gibt wertvolle Hinweise für hinderliche und fördernde Faktoren bei der Diffusion landwirtschaftlicher Biogasanlagen. Im Folgenden werden die wichtigsten Ergebnisse zusammengefasst.

Landwirtschaftliche Innovatoren weisen - übereinstimmend mit Rogers (1983) - eine *höhere (Aus-)Bildung* als spätere Adoptoren auf und tendieren zu *häufigeren Kontakten ausserhalb ihrer Kommune*. *Frühe Adoptoren* sind dagegen eher besser *akzeptiert* in ihrer sozialen Gemeinschaft. In diese Kategorie fallen auch viele *Meinungsführer*. Ausserdem zeigten sich bei den Adoptoren des organischen Landbaus - verglichen mit konventionellen LandwirtInnen - auffallend viele LandwirtInnen mit *städtischen Hintergrund*, einem *hohen Grad an allgemeiner Hochschulbildung*, Landwirte *jüngerer Alters* und eher *wenig landwirtschaftlicher Erfahrung*. Biolandwirte weisen darüber hinaus *gute Beziehungen zu Konsumenten* auf.¹¹

Bezüglich der *Betriebsgrösse* als Einflussfaktor auf die Adoption des Biolandbaus konnte Padel (2001) keine einheitliche Aussage treffen. Zu gross wird der mögliche Einfluss der derzeitigen Umstrukturierung der Landwirtschaft auf diese Variable eingeschätzt.

Die *Motivation* zur Umstellung auf organische Landwirtschaft beruht nur zum Teil auf dem Streben nach finanziellem Gewinn für den landwirtschaftlichen Betrieb. *Nicht-ökonomische Aspekte*, wie der Wunsch nach einem gesünderen Leben und umweltpolitische Anliegen sind ebenfalls wichtige Gründe für den Umstieg auf organischen Landbau. Dabei ist zwischen frühen und späteren Adoptoren zu unterscheiden. Frühe Adoptoren gaben in Befragungen als Motivation insbesondere landwirtschaftliche und technische Gründe für ihre Umstellung an, spätere Adoptoren eher Umwelt- und ökonomische Gründe. *Bohnmeyer (1996)*, die die Adoption und Diffusion des Spargelanbaus in zwei deutschen Regionen untersucht, nennt als weitere *Motive* für eine positive Adoptionsentscheidung *naturräumliche Voraussetzungen*, das Vorhandensein und die Unterstützung von *Familienarbeitskräften*, die *Verfügbarkeit der Innovation*, das Vorhandensein eines *Hofnachfolgers* und persönliche *Interessen an der Technik*.

Verglichen mit anderen Innovationen weist der organische Landbau einige *Charakteristika* auf, die seinen *Diffusionsprozess behindern*. So ist der organische Landbau ein *komplexes System* und die Umstellung betrifft das gesamte landwirtschaftliche System eines Betriebes. Ausserdem erschweren politische Vorgaben und Zertifikationsprozesse die *Teilbarkeit* bzw. *Erprobbarkeit* von organischem Landbau in einer Teileinheit des landwirtschaftlichen Betriebs (Padel 2001). Nach Rogers (1983) muss eine Innovation *ökonomische Vorteile* gegenüber bewährten

¹⁰ vgl. Abschnitt 4.1

¹¹ Wie eine Schweizer Studie zeigte, kam die Idee, Biolandbau zu betreiben sehr oft von *Frauen* (Fischer 1982).

Techniken aufweisen. Dies ist bei organischem Landbau *nicht immer sofort nach der Umstellung der Fall*. Dagegen weist der organische Landbau als Umweltinnovation andere, *nicht-kommerzielle Vorteile*, wie eine geringere Umweltbelastung, die Produktion gesünderer Nahrungsmittel etc., oder wie im Falle von höherer Boden- bzw. Erdqualität nur *wenig quantifizierbare Vorteile* auf. Ein weiterer Faktor für eine einfache Übernahme einer Innovation stellt die Wahrnehmung der mit ihr verbundenen Risiken dar (Rogers ebd.). Das Risiko bezüglich organischem Landbau, insbesondere die mögliche Abnahme der finanziellen Erträge, wird von potenziellen Anwendern als sehr hoch angesehen.

Wie die Definition von Innovations-Diffusionen impliziert, spielt der *Zugang zu Informationen* über die Innovation eine herausragende Rolle. Neben technischer Information wird von potenziellen Anwendern vor allem auch *evaluative Information* über die Wirkungsweise einer neuen Technik gefordert, um die *Unsicherheiten*, die mit ihrer Anwendung verbunden sind, zu *reduzieren*. Studien zu organischem Landbau zeigen, dass bei der Übernahme dieser Innovation andere *Biolandwirte als Vorbilder und Informationsquellen* eine grosse Rolle spielen, da diese Innovation vor allem durch Selbsthilfe verbreitet wurde. Dem steht entgegen, dass die Gemeinschaft der Biolandwirte relativ geschlossen ist, was den Zugang für Neulinge zu relevanten Informationen erschwert. Als förderlich zur Beseitigung der Kontakthemmnisse hat sich das Arrangement von *farm walks*, also arrangierten Besuchsfahrten zu Biolandwirten erwiesen. Landwirte präferieren darüber hinaus fachliche Informationen, die speziell auf ihre Zielgruppe zugeschnitten sind (Padel 2001).

Als letzter Hindernisgrund soll erwähnt werden, dass die Biolandwirtschaft nicht mit den *Werten und Normen* des bestehenden Landwirtschaftssystems übereinstimmt. Die Begründung für organischen Landbau der Innovatoren wurden als regelrechte Attacken auf die konventionelle Landwirtschaft angesehen. Derzeit unterliegt das ländliche Wertesystem jedoch einem Wandel und das *Image der Biolandwirtschaft* hat sich über die Zeit *stark verbessert* (Padel 2001).

4.1.3 Übertragbarkeit auf die Biogastechnik

Landwirtschaftliche Biogasanlagen

Bisher vorliegende Untersuchungen in Deutschland (Umbach-Daniel 2002a) und Dänemark (Umbach 2000) sowie Äusserungen von Schweizer Biogasexperten deuten darauf hin, dass viele Befunde zum Biolandbau auch auf landwirtschaftliche Biogasanlagen in der Schweiz und auf deren Betreiber übertragbar sind. Angesichts des geringen Verbreitungsgrades von Biogasanlagen in der Schweiz kann davon ausgegangen werden, dass die *Technik den Marktdurchbruch noch nicht bewältigt* hat. Allerdings sitzen viele Landwirte nach Angaben der Biogasexperten derzeit in den ‚Startlöchern‘ und die Anzahl der Aufträge zur Projektierung von Anlagen stieg in den letzten Monaten an. Nach Angaben der Genesys GmbH, dem derzeit einzigen bedeutenden Hersteller landwirtschaftlicher Biogasanlagen in der Schweiz, hat sich die Skepsis und Kritik gegenüber Biogasanlagen in den letzten drei Jahren auch erheblich gemildert.

Adoptoren: Die derzeitigen Neuanwender sind der Phase des Diffusionsprozesses entsprechend entweder sogenannte frühe Anwender oder gehören der (wachsen-

den) Gruppe der frühen Mehrheit an.¹² Landwirten, die jetzt eine Biogasanlage bauen und betreiben, haftet noch immer eine gewisse *Pionieraura* an. Diese Landwirte zeichnen sich durch eine allgemeine Aufgeschlossenheit gegenüber Innovationen, insbesondere im Umweltbereich aus. Umbach-Daniel (2002b) berichtet von einem Dietlikoner Landwirt, der vor dem Bau einer Biogasanlage bereits Solarenergie nutzte, und für die Zukunft die Errichtung einer Windkraftanlage plant. In Deutschland und Dänemark gaben ebenfalls innovative Bauern den Anstoss zur Gründung von Biogaseinschaftsanlagen. Diese Innovatoren zeichneten sich durch *Mut, Beharrlichkeit* und grosses *Geschick im Umgang mit Gesellschaftern und Behörden* aus (Umbach 2000; Umbach-Daniel 2002a). Die Idee zum Bau von Biogasanlagen stammte von den Landwirten selbst und sie gingen *aktiv* auf entsprechende Planungsbüros und Herstellerfirmen zu. Auch in der Schweiz sind die Landwirte bislang aus eigener Initiative auf die Hersteller zugegangen.

Gruber et al. (1996) machen umgekehrt die eher *konservative Haltung der Mehrheit der Landwirte gegenüber Innovationen* im Allgemeinen und speziell gegenüber der Biogastechnik für den anfänglich langsamen Verbreitungsprozess der Biogastechnik in Deutschland verantwortlich. Ausserdem muss ein Landwirt sehr *viel Eigenarbeit und damit Zeit* in den Bau und Betrieb einer Biogasanlage investieren, was bei einigen Landwirten zur Ablehnung führen kann.

Die Frage stellt sich nun, wie der Diffusionsprozess von den ohnehin gegenüber Innovationen aufgeschlossenen Landwirten auf die Mehrheit der zögernden bzw. bislang uninteressierten Landwirte übergreifen kann. Hier spielen vor allem Informationen eine wichtige Rolle, um den Bekanntheitsgrad der Innovation Biogastechnik aber auch das Vertrauen in diese Technik zu erhöhen.

Informationen: Liesch (2002) identifizierte in einer aktuellen Befragung von 150 Schweizer Landwirten als wichtigstes Hemmnis *Informationsdefizite der Landwirte* und des *Umfeldes der Landwirte*. Letzteres umfasst dabei Bewilligungsbehörden, Verbände, landwirtschaftliche Schulen und Gemeinden, die an der lokalen Verwertung ihrer organischen Reststoffe interessiert sind.¹³ Umbach-Daniel (2002a) identifiziert als Hemmnis für die Verbreitung von Biogaseinschaftsanlagen in Deutschland ebenfalls Informationsdefizite bei potenziellen Anwendern sowie Promotoren (Verbände) der Technik. Im einzelnen lauten die Resultate der Liesch Studie:

- **Informationsbeschaffung:** Ein grosser Teil der Landwirte hat bereits aktiv Informationen eingeholt, Seit dem Jahr 2000 wurden vermehrt Bauvorhaben geprüft. Seit dem wurden auch vermehrt *Beratungen* durch Fachpersonen in Anspruch genommen. Die Anzahl der konkreten Beratungen liegt allerdings auf eher tiefem Niveau. Die Landwirte informieren sich hauptsächlich über landwirtschaftliche *Fachzeitschriften*. Aber auch *Freunde und Kollegen* sind wichtige Informationsquellen. Die Informationsbeschaffung via *Internet* nimmt zu. Auffällig ist, dass der Bauernverband so gut wie keine Rolle bei der Informationsbeschaffung spielt.
- **Wissenstand:** Der allgemeine Wissenstand bei Landwirten bezüglich Biogasanlagen ist *relativ hoch*. Die Mehrheit der Befragten sieht den Umweltnutzen einer Biogasanlage und hat Kenntnisse über deren Funktion. 60% der Befrag-

¹² Die ‚Bastler‘ der 1970er/1980er Jahre sowie die ersten Betreiber der Kompakt-Biogasanlagen können dagegen als Innovatoren bezeichnet werden.

¹³ Zu beachten ist, dass Liesch, INES GmbH, nur Landwirte befragte, die ihm gegenüber bereits einmal ihr Interesse an der Technik bekundet hatten. Es ist zu vermuten, dass diese Landwirte nicht mehr der breiten Mehrheit der Landwirte mit wenig Innovationscharakter angehören. (vgl. Liesch 2002)

ten fühlen sich gut informiert. Ein *Wissensdefizit* besteht allerdings hinsichtlich *der konkreten Umsetzung einer Biogasanlage auf dem eigenen Hof*. Die wirtschaftliche Notwendigkeit des Betriebes einer Biogasanlage mit Co-Vergärung ist grösstenteils bekannt. Auch die Kosten für eine Biogasanlage sind den meisten Befragten bekannt. Es stellte sich jedoch heraus, dass viele Landwirte glauben, dass die Voraussetzungen ihres Hofes bezüglich Anzahl der GVE und der Landwirtschaftsfläche *für den Betrieb einer Biogasanlage* nicht ausreichend sind. Für 40% der Befragten ist der Bau einer Kompakt-Biogasanlage zu teuer, 24% wissen darüber wenig. Hier muss davon ausgegangen werden, dass *Bedarf zur Unterstützung bei der Berechnung der Wirtschaftlichkeit* besteht. Die Möglichkeit der *Unterstützung durch Subventionen von Bund und Kantonen* ist nahezu der Hälfte der Befragten nicht bekannt. *Auch besteht eine Unsicherheit hinsichtlich des Einflusses von Co-Substraten auf die Nährstoffbilanz*.

- Als *Voraussetzungen für die Realisierung* einer Biogasanlage gaben die Befragten die Besichtigungsmöglichkeit von Referenzanlagen, die finanzielle Unterstützung durch die öffentliche Hand, Kenntnisse der Wirtschaftlichkeit, Kenntnisse über Beschaffungsmöglichkeiten von Zusatzstoffen für die Co-Vergärung sowie eine Anlaufstelle an.

Die *Bedeutung von Bekannten, Verwandten und Nachbarn* für den Diffusionsprozess von Biomasseanlagen heben Rohracher/Suschek-Berger (1997) hervor. So gaben um die 60% der von ihnen befragten Personen (neben Landwirten auch normale Haushalte) an, sich durch diesen Personenkreis über Biomasseanlagen informiert zu haben. Ausserdem waren denjenigen Personen, die Biomasseanlagen betreiben mehrere weitere Personen bekannt, die ebenfalls Biomasseanlagen hatten. Dies deutet darauf wiederum darauf hin, dass Anschauungsobjekte („Referenzanlagen“) und positive Beispiele eine fördernde Wirkung auf den Diffusionsprozess einer Technik haben.

Merkmale und Wahrnehmung der Biogastechnik: *Rohracher/Suschek-Berger (1997)* untersuchen die Hemmnisse der Verbreitung von Biomasse-Kleinanlagen in Österreich. Anwender dieser neuen Technologie sind in der Regel Einzelpersonen bzw. Haushalte, insbesondere auch LandwirtInnen, deren Motivation zur Adoption einer Biomasse-Anlage sie analysieren. Rohracher/Suschek-Berger (1997: 131 ff.) identifizieren jedoch fördernde und hemmende Faktoren, die auch für die Biogastechnologie, zumindest für landwirtschaftliche Anlagen, gelten könnten. Die Motivation zur Adoption einer Biomasse-Anlage gründet hauptsächlich auf einer *bereits vorhandenen Infrastruktur*. Dies bestätigt die nach These Rogers (1983), dass eine Biomasseanlage sich in die bestehende Hofstruktur bzw. das landwirtschaftliche Produktionssystem einfügen lassen muss. Ein Grossteil der Biomasse-Anlagenbetreiber sind Landwirte, die selber Holz besitzen oder leichten Zugang dazu haben, sowie genügend Platz für die Installation der Anlage und die Lagerung des Brennstoffs haben. Weitere wichtige Motive sind die Bedienerfreundlichkeit der Anlage, die Unabhängigkeit vom Ausland, die niedrige Höhe der Betriebskosten und der Beitrag zum Umweltschutz.

Speziell für Biogasgemeinschaftsanlagen ermittelte Umbach (2000) Bedingungen für einen gut funktionierenden Betrieb solcher Anlagen: Ein *fares Preis-Leistungs-Verhältnis* für die Aufnahme von Rohgülle und die Abgabe von behandelter Gülle sollte vorhanden sein, damit die Landwirte eine *sichere Planungsgrundlage* haben. Eine Voraussetzung hierfür sind *chemisch-analytische Tests*, in denen die Inhaltsstoffe der Gülle genau bestimmt werden, damit Konflikte um angemessene Preise unter den Güllielieferanten und -abnehmern vermieden werden. Weiterhin erscheint es aus Sicht der Landwirte sehr wichtig zu sein, dass sie *selbst aktiv* in das Bio-

gasprojekt - d.h. nicht nur als Investoren (passive Geldgeber) oder Bürger - involviert sind, um *Vertrauen* in das biogastechnische System gewinnen zu können *Vertrauen* scheint eine wichtige Kategorie für die Motivation der Landwirte zur weiteren Partizipation an der BGA zu sein.

Gewerblich-industrielle Biogasanlagen

Über Adoptions- und Diffusionsprozesse von gewerblich-industriellen Biogasanlagen ist wenig bekannt. Anwender der Technik sind in der Schweiz in der Regel Kompostierunternehmen, die die Technik zusätzlich oder alternativ zur Kompostieranlage nutzen.¹⁴ Die *Bindung der Anlagenbetreiber an Lieferanten* von Grüngutsammlungen, vor allem Gemeinden, ist allerdings sehr viel enger als bei landwirtschaftlichen Anlagen, die zusätzlich zu Gülle und Mist Kofermentate vergären. Dies folgt bereits aus der Tatsache, dass Kompostierunternehmen keine eigene Stoffbasis analog zur Gülle und Mist in der Landwirtschaft besitzen. Daraus lässt sich ableiten, dass in gewisser Weise *auch die Gemeinden* - in Verbindung mit den eigentlichen Anlagenbetreibern - die Anwender der Technik sind. Denn die Entscheidung von Gemeinden (meist im Verbund mit anderen Gemeinden), ihren Grüngutabfall energetisch zu nutzen, führt letztlich zur Übernahme der Biogastechnik bei den Kompostierunternehmen. Einige Gemeinden sind auch finanziell am Betrieb der Biogasanlagen beteiligt, dies stellt jedoch bisher noch die Ausnahme dar.

Da bislang keine Studien zu gewerblich-industriellen Biogasanlagen vorliegen, stützen sich die folgenden Ausführungen auf Expertenaussagen und Dokumente der Kompogas AG sowie der Biomasse Informationsstelle.

Anwender: Oben wurden als Anwender der gewerblich-industriellen Biogastechnik Kompostierunternehmen sowie die Gemeinden (und Städte) identifiziert. Bei den Kompostierunternehmen liegt zunächst auf der Hand, dass die Biogastechnik von diesen als *Konkurrenztechnik* wahrgenommen werden muss, da die identischen Abfallstoffe mit beiden Techniken verarbeitet werden. Auch wenn die Biogastechnik als zukünftige Option von den Kompostierunternehmen akzeptiert wird, so hemmen die getätigten Investitionen in die Kompostiertechnik sowie die dafür nötigen Abschreibungen den Umstieg auf die neue Technik (Langfristige Perspektive von Innovationen). Auf diese Konkurrenzsituation verweist Große (1996) auch für den deutschen Biogasmarkt. Handlungsbedarf zur Erweiterung der eigenen Anlagentechnik um die Biogaskomponente bzw. zur Umstellung von der Kompostierung zur Vergärung wird erst durch den Druck von Gemeinden offensichtlich. Aus den Expertengesprächen ist bekannt, dass viele Gemeinden die Kompostierung biogener Abfälle aufgrund der 1990 in Kraft getretenen Technischen Verordnung über Abfälle (TVA) gefördert haben. Die Gemeinden haben auch sogenannte Kompostberater ausgebildet und beschäftigt. Gemeinden bevorzugen daher zum grössten Teil auch heute noch die Kompostiertechnik gegenüber Biogasanlagen. Dies stellt für gewerblich-industrielle Biogasanlagen das grösste Hemmnis dar.

Seit mehr als einem Jahrzehnt ist nun das Unternehmen Kompogas AG in den Gemeinden aktiv und wirbt für die Biogastechnik. Sieben Kompogas-Anlagen sind bis heute in Schweizer Gemeinden installiert worden, drei weitere sind Planung und werden voraussichtlich in den Jahren 2004 bzw. 2005 in Betrieb gehen (vgl. Abschnitt 6.1.2). Diese werden je von mehreren Gemeinden mit deren Grün-

¹⁴ Information: Persönliches Interview mit Walter Schmid und Daniel Würzler, Kompogas AG, 02. Februar 2004

gutabfällen beliefert. Im Jahr 2002 eröffnete Kompogas das Infocenter in Otelfingen, das Biogaswissen an interessierte Gemeindevertreter, aber auch an (andere) Politiker und die Öffentlichkeit vermitteln soll. Die Strategie von Kompogas zielt darauf, dass interessierte Personen und Gemeindevertreter Druck auf ihre Gemeinden ausüben, damit diese ihre Grüngutabfälle in Kompogas-Anlagen verwerten lassen.

Große (1996) zeigt in diesem Zusammenhang, dass die an einem Biogasgrossvorhaben Beteiligten in Deutschland *zwei verschiedene Bezugspunkte* haben: regionale Ziele (z.B. das Lösen eines Abfallproblems) und der Einsatz der Biogastechnologie. Werden beide Punkte berücksichtigt, „steigen nicht nur die Chancen dafür, eine Biogasanlage schnell zu realisieren, sondern auch die Chancen dafür, sie mit positiven Wirkungen für die Region zu betreiben“. *Ille et al. (1992)* fanden heraus, dass auf kommunaler Ebene vor allem in kleineren Gemeinden *Fachleute fehlen*, die die Einführung umweltfreundlicher Energietechniken und von Energiesparmassnahmen bereits in die Bauleitplanung bzw. die Baugenehmigungspraxis integrieren könnten.

Seit Bestehen des Infocenters in Otelfingen haben etwa 1'000 bis 1'500 Personen das Center besucht. Nach Auskunft von Daniel Würigler, Kompogas AG, ist es jedoch schwierig zu sagen, wie viele Aufträge aus den Besuchen schliesslich resultieren,¹⁵ Nach Angaben von Würigler unterscheidet Anwender-Unternehmen und Anwender-Gemeinden von der Technik ablehnenden bzw. ignorierenden Gemeinden und Kompostierungsunternehmen dass interessierte Gemeindevertreter nicht nur *Kosten*, sondern auch die *Natur* im Blick haben; bei diesen Gemeinden geht die Umsetzung viel schneller als bei Gemeinden, die nur auf die Kosten schauen und die sich nur als ‚Einsammler‘ des Grünguts verstehen.

Informationen: Kompogas geht direkt auf Gemeinden und Kompostierunternehmen zu, von denen bekannt ist, dass sie sich für die Biogastechnik interessieren. Ausserdem richtete Kompogas ein Infocenter für Interessierte ein. Wie sich Gemeinden und Kompostierunternehmen konkret über die Biogastechnik informieren und welche Medien dabei eine wichtige Rolle spielen, ist nicht bekannt. Nach Ansicht der befragten Experten haben die meisten Gemeinden *Vorurteile* gegenüber den Kosten für die Abgabe ihrer Grüngutabfälle an Biogasanlagen, da sie nicht über ausreichende Informationen verfügen. *Große (1996)* identifiziert für den deutschen Markt für Biogasgrossanlagen einen *geringen Kenntnisstand* über die Varianten, Potenziale und Grenzen der Biogastechnologie bei potenziellen Anwendern, Banken, Genehmigungsbehörden usw. Dies wird von Biogasexperten auch für die Schweiz bestätigt.

Merkmale und Wahrnehmung der Biogastechnik: Ein herausstechendes Merkmal der Biogastechnik ist sicherlich wie bereits erwähnt, dass sie eine Konkurrenztechnik zur bereits am Markt etablierten Kompostierung darstellt. Ob und wie sie sich in die bestehende Strukturen, Werte und Normen von Entsorgungsbetrieben einpasst, muss untersucht werden.

4.1.4 Soziale Netzwerke, räumliche und soziale Nähe von innovativen regionalen Akteuren

Soziale Netzwerke als Promotoren einer Innovation finden in der jüngeren Diffusionsforschung immer grössere Beachtung. Geelhaar/Muntwyler (1998) stellen fest,

¹⁵ Persönliches Gespräch vom 18. Februar 2004, Daniel Würigler, Kompogas AG

dass die Realisierung innovativer Lösungen durch die Zusammenarbeit von Akteuren in einem regionalen Akteurnetz durch deren räumliche oder soziale Nähe erleichtert ist, da die Zusammenarbeit die Handlungsspielräume der regionalen Akteure vergrössert, die Unsicherheiten ökologischer Innovationen reduziert und auch die *Konsensfindung der Beteiligten* hin zu neuen Zielen erleichtert. Die Nähe der Akteure zueinander hat folgende Vorteile: (1) Regionale Akteure haben eine *gemeinsame ökologische Problemwahrnehmung* (z.B. Gülleüberschuss, touristische Probleme wegen stinkender Gülle bei heissen Temperaturen etc.). (2) Durch die Möglichkeit der *Zusammenlegung von Produktionsprozessen* können *Kosten* gespart werden (z.B. durch Sammelbestellungen und gegenseitige Hilfe von Landwirten beim Selbstbau von Biogasanlagen oder auch den gemeinsamen Betrieb einer Biogasanlage). (3) Durch das durch die ökologische Innovation entstehende *positive Image* der Region können die Unternehmen weitere Produkte leichter am Markt absetzen (z.B. für Tourismusorte interessant). Dies steigert die Bereitschaft zur Einführung ökologischer Innovationen. (4) Damit eine fruchtbare Zusammenarbeit zwischen den Akteuren entsteht, ist der *Aufbau von Vertrauensbeziehungen* zwischen ihnen notwendig. Diese können leicht durch bestehende informelle Kontakte und die erleichterten Kontrollmöglichkeiten der Aktivitäten anderer regionaler Akteure aufgebaut werden. (5) Regionale Akteure können die für die Innovation benötigte *Ressourcenausstattung einfacher entwickeln* und miteinander kombinieren (z.B. Belieferung einer gewerblich-industriellen Biogasanlage mit organischen Reststoffen aus der Region und Absatz des ausgegärten Substrats an Landwirte und Gärtnereien in der Region). Bühler (2003) untersucht derzeit in ihrer Diplomarbeit an der EAWAG/Universität Bern die Zusammenarbeit von regionalen Akteuren für je eine Biogasanlage im Alpenraum und im Mittelland. Erste Ergebnisse werden für April 2004 erwartet. Im Mittelpunkt ihrer empirischen Studie steht jedoch die umgekehrte Frage, ob die bei der Realisierung von Biogasprojekten entstehenden und genutzten Akteurnetze zu einem Lernprozess in der Region führen, der wiederum die Entstehung und Implementierung weiterer Innovationen begünstigt.

Die Standorte landwirtschaftlicher wie auch gewerblich-industrieller Biogasanlagen konzentrieren sich derzeit auf den Grossraum Zürich und die Ostschweiz. Hier sind auch die Unternehmen Genesys GmbH und Kompogas AG angesiedelt, die ihren Kunden jeweils umfangreiche Service-Dienstleistungen offerieren. Hier wäre zu untersuchen, ob die regionale Zusammenarbeit zwischen Herstellern und Anwendern ein wichtiger Faktor bei der Verbreitung von Biogasanlagen ist oder ob lediglich die Informationen in einem regionalen Kontext ‚schneller fliessen‘, d.h. potenzielle Anwender frühzeitig und vor allem bevorzugt durch den regionalen Fokus der Marktbearbeitung der Unternehmen Kenntnis von der Biogastechnik und ihrer Vorzüge erhalten.

Verstärkt wird die Vermutung, dass *regionale Netzwerke in der Schweiz an Bedeutung gewinnen* auch durch die folgenden zwei neuen Trends im landwirtschaftlichen Biogasmarkt¹⁶: Erstens, schliessen sich immer häufiger Landwirte zu Hofgemeinschaften zusammen oder betreiben Biogasanlagen gemeinsam mit anderen Landwirten. Im ersten Fall kooperieren ein Viehzüchter oder Milcherzeuger und ein Ackerbaubetrieb, indem ersterer die bei der Biogaserzeugung anfallenden Gärsubstrate an den Ackerbauern als hochwertigen Dünger abgibt. Im zweiten Fall werden Landwirte zunehmend als regionale Energieproduzenten und Abfallentsorger gesehen, sie werden als zentrale Player in regionale Ver- und Entsorgungs-

¹⁶ Persönliche Information von Daniel Ruch, Genesys GmbH, 2. Februar 2004

konzepte einbezogen.¹⁷ Diese Zusammenarbeit von Landwirten mit weiteren Akteuren auch in der Betriebsphase ihrer Biogasanlagen ist nicht selbstverständlich: Biogasexperten vermuten, dass Schweizer Landwirte z.T. ähnlich wie deutsche Landwirte Vorbehalte gegenüber landwirtschaftlichen Kooperativen und landwirtschaftlichen Genossenschaften haben könnten, und geben an, dass diese Vorbehalte ein Haupthindernis für die Verbreitung von Gemeinschaftsanlagen in Deutschland darstellen. Dies ist kulturell bedingt, wie Umbach (2000) für dänische und deutsche Landwirte zeigen konnte, deren *traditionelle Organisationskultur* („dänische Kultur“) massgeblich zum Bau von Biogasgemeinschaftsanlagen beigetragen hat bzw. deren Tradition als Einzelproduzenten zu einer Ablehnung von gemeinsamen Projekten mit anderen Landwirten und ausserlandwirtschaftlichen Akteuren führt.

4.1.5 Der Adoptionsprozess als Entscheidungsprozess

Entscheidungstheoretische Ansätze (vgl. Mohr 1977) zerlegen den Adoptionsprozess der jeweiligen Bauherrschaft einer technischen Anlage in einzelne *Entscheidungsphasen*, die hinsichtlich der in ihnen jeweils wirkenden Faktoren untersucht werden. In dieser Tradition stehend hat Rothen (1995) ein Entscheidungsmodell für das Investitionsverhalten der Bauherrschaft im *Handlungsbereich erneuerbare Energien* entworfen. Sie geht davon aus, dass subjektive Faktoren, die eigene Einschätzung der Situation, ausschlaggebend für die Handlungsbereitschaft der Bauherren ist. Das von ihr entwickelte Modell versucht, Erfolgsbedingungen für die *Adoption einer neuen Technologie aus der Optik der Bauherren* aufzuzeigen. Dabei unterscheidet Rothen fünf Phasen, namentlich die Motivations-, die Informations-, die Projektierungs-, die Ausführungs- und die Betriebsphase, die sich an Bauablaufpläne anlehnen und die jeweils mit einer bestimmten Handlung der Bauherrschaft enden. In jeder Phase handeln unterschiedliche Akteure und beeinflussen das Adoptionsverhalten der Bauherren. Das Modell ist ausserdem ein Beispiel für die sozialwissenschaftliche Hemmnisforschung im Bereich der erneuerbaren Energien, die vor allem die Einflussmöglichkeiten des Staates hinsichtlich einer Förderung dieser Energietechniken herausarbeiten will (Rothen 1995).¹⁸

Kurz zusammengefasst sagt Rothens Modell aus, dass die *Handlungsbereitschaft der Bauherrschaft* durch *wirtschaftliche, ökologische* und *soziale Motive* genährt wird. Damit ein Projektierungsauftrag vergeben wird, müssen die zu adoptierenden Technologien und Konzepte - ebenso wie Fachleute und Lieferanten bekannt sein; Vertrauen zu Technologien und Fachleuten muss in dieser Informationsphase aufgebaut werden. Damit das Projekt, z.B. eine Biogasanlage, genehmigt wird, muss von Seiten der Bauherrschaft die Finanzierung sichergestellt sein. In der Ausführungsphase muss das Zusammenspiel zwischen Staat, Planern, Bauherrschaft und Bauunternehmen/Lieferanten funktionieren. Die in der Betriebsphase gewonnenen Erfahrungen haben wiederum Auswirkungen auf die Handlungsbereitschaft der Bauherren sowie anderer potentieller Bauherrschaften. Als *wesentliche Hemmnisse* bei der Verbreitung von Energiesparinnovationen und Innovationen zur Nutzung erneuerbarer Energien identifiziert Rothen die bei einigen Energietechniken geringe bzw. *fehlende Wirtschaftlichkeit*, die *fehlende Markttransparenz*

¹⁷ Persönliche Information von Daniel Ruch, Genesys GmbH, 2. Februar 2004

¹⁸ An dem Modell ist zu kritisieren, dass es den Adoptionsprozess einseitig aus der Optik der Bauherrschaft betrachtet („demand pull“), ohne die Wechselwirkungen zwischen den verschiedenen Akteuren sowie evtl. *wechselnde* wirtschaftliche und politische Rahmenbedingungen explizit mit einzubeziehen.

z.B. über Hersteller und Installateure der entsprechende Techniken sowie ein aufgrund mangelnder Qualität in der Pionierphase der Innovationen *resultierendes schlechtes Image* respektive auch die heute noch z.T. mangelhafte Qualität einiger Techniken.

Die zentralen Konzepte bei Rothen sind wiederum das Wissen um die entsprechenden Handlungsalternativen bzw. die technischen Optionen und hiermit verbunden die Informationsvermittlung und -aufnahme, Vertrauen in Technologie und Fachleute, die Finanzierung der Anlage, aber auch die politischen Rahmenbedingungen und das Image, dass eine Pilotanlage für weitere Interessenten hat. Erkenntnisse zur Finanzierung von Biogasanlagen in der Schweiz werden in Kapitel 5, Erkenntnisse zu den politischen Rahmenbedingungen in Kapitel Abschnitt 4.4.2. und Fragen der Markttransparenz in Kapitel 6 behandelt.

4.2 Ansätze der Technikgeneseforschung

4.2.1 Strukturelle Offenheit und Konfliktregulierungsmechanismen

TechniksoziologInnen gehen davon aus, dass die Implementierung einer Technik grundsätzlich *strukturell* offen erfolgt. Das bedeutet, dass der Verwendungszusammenhang der Technik, also bei einer Biogasanlage deren Grösse, die Art der einzusetzenden Technik sowie die formelle (rechtliche) und informelle (beteiligte Akteure bei Planung, Bau und Betrieb der Biogasanlage) Organisation der Betreibergesellschaft etc. *nicht vorhersagbar* ist (Köberle 1994; Rammert 1991). Bei Biogasanlagen kommt hinzu, dass bei deren Bau und Betrieb meistens mehrere Akteure beteiligt sind, die z.T. voneinander *abweichende Interessen* verfolgen.¹⁹ Köberle (1994) interessiert sich in einer Studie über deutsche und dänische Biogasanlagen für die Frage, wie die strukturelle Offenheit in der Technikgenese aufgelöst wird und welche Mechanismen zur Koordination der an der Genese beteiligten Akteure beitragen, so dass der Konflikt über die divergierenden Interessen der Akteure aufgelöst wird und ein neuer Verwendungszusammenhang entsteht. Ihre Kernthesen lauten, erstens, dass es in den von ihr untersuchten Fällen zur Bildung *gemeinschaftlicher Ordnungsmuster* kommt. Die Akteure der Technikgenese müssen bereit sein, konventionelle Ordnungen zu verletzen. Diese Bereitschaft wird durch neue technikgenetische Ordnungen legitimiert. Zweitens, müssen die konventionellen Ordnungen möglichst in den aufzubauenden Verwendungszusammenhang übernommen werden, soll der technikgenetische Konflikt *konstruktiv*²⁰ gelöst werden. Drittens, stellt Köberle fest, dass die in der Technikgeneseforschung bekannten akteurbezogenen Konzepte *system-builder*, *charismatischer Führer* und *Koalition* sowie semantische *Rahmenkonstrukte* in den untersuchten Fällen als Konfliktregulierungsmechanismen fungierten: Eine *charismatische Füh-*

¹⁹ Bei kleinen Photovoltaikanlagen dagegen handelt es sich beim Adoptionsprozess z.B. meistens um eine einfache(re) Kaufentscheidung von Einfamilienhausbesitzern.

²⁰ Eine *konstruktive* Konfliktlösung zielt auf die Verbreitung der Biogastechnologie ab, d.h. den Aufbau weiterer Verwendungszusammenhänge auf der Basis der errichteten Biogasanlage, während eine durch die bewusste Abgrenzung zum gesellschaftlichen Kontext *destruktive* Konfliktlösung nur einen punktuellen, einmaligen Aufbau eines biogastechnischen Verwendungszusammenhang bewirkt (Köberle 1994).

rungepersönlichkeit macht die neue technikgenetische Ordnung „in Fällen, in denen sie noch neu und unvertraut ist“ (Köberle 1994) erfahrbar²¹. *System builder*²² und *Koalition*²³ sind „Interaktionsmuster, die auf der (neuen) legitimierenden Ordnung aufbauen, sie aber nicht schaffen“ (a.a.O.). In beiden Fällen wird der oben angesprochene personale Konflikt an eine Person abgegeben, die für die Gruppe entscheidet.

Um den interorganisatorischen Konflikt zu lösen, wie er insbesondere bei stark heterogen strukturierten Akteursgruppen besteht, müssen die organisierten Akteure der (Planungs-)Koalition ihre *konventionellen Ordnungen zurückstellen*. Die Kooperationserfahrungen schaffen schliesslich *Vertrauen* und dadurch *Offenheit*, so dass es zur Herausbildung „institutioneller Interaktionen zwischen der FuE-Gemeinschaft und der Repräsentanten anderer Organisationen“ (Köberle 1994) kommen kann.²⁴ Im Grunde besteht Köberles Ansatz darin, dass sie für die Überwindung der strukturellen Offenheit einen *gesellschaftlich getragenen Lernprozess* voraussetzt, der durch die vorgestellten Konfliktregulierungsmechanismen ermöglicht wird.

Umbach-Daniel (2002a) untersucht aus techniksoziologischer Sicht, ob *soziale und kulturelle Faktoren* die Einstellungen und das Verhalten von relevanten Biogasakteuren beeinflussen und dadurch die Diffusion von Biogasgemeinschaftsanlagen (BGA) in Deutschland hemmen.²⁵ Die Studie untersucht in Anlehnung an Köberle

²¹ Dieser Terminus kann mit der Rogers (1983) entlehnten Bezeichnung des *Innovators* gleichgesetzt werden.

²² Der *system builder* ist in der Lage, „radikale Ideen - Probleme und Lösungen zu formulieren, er sammelt Bausteine seines gedachten technischen Systems und fügt sie zu einem praxistauglichen Gesamtsystem zusammen. Er ist der Mann mit Intuition und Überzeugungskraft, der technische Fähigkeiten ebenso beherrscht wie soziale Gestaltungsprinzipien.“ Er „nimmt den Konflikt zwischen verschiedenen Orientierungskomplexen auf und löst ihn ... durch momentan und situativ wirkende Handlungsanweisung“. (Köberle 1994) In Rogers (1983) Worten handelt es sich hier um einen sog. ‚frühen Adopter‘.

²³ Der Erklärungsansatz der *Koalition* baut auf dem *system builder*-Ansatz auf. Nach dem Koalitionsmodell müssen Akteure der eine Biogasanlage realisierenden Koalition, „einerseits die *notwendige fachliche Kompetenz* mitbringen und andererseits *genügend organisatorischen und politischen Einfluss* haben, um neue Entwicklungen auch in den Organisationen und gegen die beharrenden Kräfte im politischen Feld durchzusetzen“. Ein relevanter Akteur wird als *change agent* bezeichnet (Baumgartner/Burns 1984), und „die Konstrukte seiner Gefolgschaft“ (Köberle 1994), d.h. der Akteure in seiner Organisation, ordnet und dann in den interpersonalen Konflikt mit *change agents* anderer Organisationen eintritt. Durch die Zusammenarbeit und gemeinsame Erfahrungen der *change agents* werden der „Aufbau abgestimmter Orientierungsmuster und aufeinander bezogener Teilkonstrukte“ ermöglicht. Dieser Ansatz erklärt jedoch lediglich, dass „die Technikgenese dann erfolgversprechend erfolgt, wenn möglichst einflussreiche Funktionsträger in gegenseitigem Einvernehmen neue Handlungsbereiche schaffen“. Ungeklärt bleibt jedoch, unter welchen Bedingungen sich diese Koalitionen bilden. Aufschluss hierüber bieten semantische *Rahmenkonstrukte* wie technologisches Paradigma und technologische Trajektorie, Stand der Technik und Technische Symbolizität einzugehen. Diese Konstrukte schränken die Akteure in ihrer Konstruktionsbreite ein, was gleichbedeutend mit der Einengung des Konfliktbereichs ist, und Lösungen für die Koordination verschiedener Wissensbereiche darstellen. (Köberle 1994) Die Konstrukte leiten die Akteure in ihrem Handeln an und motivieren sie zu Handlungen.

²⁴ Das Ablassen von konventionellen Ordnungen bringt die Gefahr *zunehmender Distanzierung* der Teilnehmer des Konstruktionszusammenhanges von den gesellschaftlichen Bereichen, die sie repräsentieren sollen mit sich. Das kann zur gesellschaftlichen Isolation führen, wie Köberle im Falle der Sindrup-Biogasanlage in Dänemark zeigt. Als Lösung dieses Problems sieht Köberle die Rückbindung der Repräsentanten an ihre Gesellschaftsbereiche (Köberle 1994: 242), wie im Konstruktionszusammenhang der Biogasgemeinschaftsanlage Lintrup gezeigt. In Lintrup wurden die Einzelerfahrungen der kommunalen Forschungs- und Entwicklungs-Gemeinschaft ständig durch Expertengruppen auf ihre Generalisierungs- und Einzelfallspezifität überprüft, der Informationsfluss zwischen FuE-Gemeinschaft und zentralen Koordinationsausschuss auf nationaler Ebene war ständig vorhanden (242 f.).

²⁵ In Fallanalysen wurden vier Biogasgemeinschaftsanlagen mit ihren jeweiligen Konstruktions- und Verwendungszusammenhängen betrachtet. Die ausgewählten Fälle unterschieden sich nach dem Kriterium der maximalen Varianz (Kelle/Kluge 1999) in den Ausprägungen der Merkmale *regionaler Standort* der BGA und *Anzahl der am Verwendungszusammenhang der BGA beteiligten landwirtschaftlichen Betriebe* (vgl. Umbach-Daniel 2002).

(1994) ebenfalls die Entstehungsprozesse von Biogas(gemeinschafts)anlagen und Konfliktregulierungsmechanismen und konnte die Befunde von Köberles Studie z.T. bestätigen. BGA-Projekte lassen sich nach Umbach-Daniel (2002a) in *interne* und *externe* Projekte unterscheiden. Externe Initiatoren tragen bestehende BGA-Konzepte an regionale Akteure heran, interne Initiatoren entwickeln BGA aufgrund unternehmensinterner Verbesserungsideen. Die Planung übernimmt ein *system builder* bzw. die Akteure einer Planungscoalition, die sich durch bestimmte Eigenschaften auszeichnen (Engagement, Überzeugungskraft, Hartnäckigkeit). In heterogenen Planungsgruppen kann es aufgrund divergierender Zielvorstellungen zu *Konflikten* kommen, die durch die *Abstimmung der Ziele* und Interessen der Akteure und durch eine *kooperative Kommunikationsweise* gelöst werden müssen. Der *system builder* bzw. die Akteure der Planungscoalition nutzen verschiedene *Strategien*, um misstrauische Akteure, Genehmigungsbehörden und Fördermittelgeber zu überzeugen (z.B. ‚Lehrfahrten‘, ‚Aufbau/Nutzung politischer Kontakte‘). Ihre *Herkunft aus der Landwirtschaft* bzw. die Integration eines Maschinenringes in das BGA-Projekt ermöglichen ihnen die notwendige Integration der Interessen der Landwirtschaft in das Projekt sowie, das Vertrauen der Landwirte zu gewinnen. Sozio-ökonomische Aspekte, die *Tradition* der Landwirte als Einzelproduzenten und ein *Misstrauen gegenüber ausserlandwirtschaftlichen Unternehmungen* machen die Gewinnung der Landwirte zur zentralen Aufgabe für die Planer, für die wiederum spezielle Strategien benötigt werden (‚Lehrfahrten‘, Mitspracherecht, Entwurf spezieller landwirtschaftlicher Konzepte). Ein Planungsbüro unterstützt eine *Planungscrew* optimalerweise bei der Akquisition von Fördermitteln und bei Genehmigungsverfahren. Ein BGA gegenüber aufgeschlossener Politikstil kommunaler und regionaler Behörden fördert ebenfalls den Bau von BGA.

Die Organisationsform einer BGA hängt entscheidend von der *Zusammensetzung der planenden Akteursgruppe* ab, z.B. von der *Beteiligung von Landwirten* als Anteilseigner der BGA. Die *Integration ihrer Interessen* ist aber auf jeden Fall Bestandteil eines BGA-Konzepts, das Verhältnis von Landwirten als natürlichen ‚Trägern‘ einer BGA und den übrigen Akteuren des Verwendungszusammenhanges muss als ‚positives Zusammenspiel‘ angelegt werden, da eine gegenseitige Abhängigkeit der Akteure besteht. Die Einbindung weiterer ‚artverwandter Strukturen‘ (Energieversorgungsunternehmen, Abfallentsorgungsunternehmen) in die Betreibergesellschaft oder zumindest durch vertragliche Bindung an die Betreibergesellschaft sichert den wirtschaftlichen Betrieb einer BGA, wird aber durch bestehende Strukturen, z.B. auf dem Abfallmarkt, oftmals verhindert. (Umbach-Daniel 2002a)

4.2.2 Vertrauen als Basis und Innovation als rekursiver Prozess

Kowol (1998) untersucht das *Vertrauensverhältnis*, dass zwischen Herstellern und Anwendern einer neuen Technik aufgebaut werden muss, um die *Unsicherheit* bezüglich der neuen technischen Anwendung auf beiden Seiten abzubauen. Kowol betrachtet Innovation als einen *rekursiven Prozess*, in dem nicht mehr zwischen Ursache und Wirkung technischer Entwicklungen unterschieden werden (Kowol 1998) kann.²⁶ *Innovationsrelevante Leistungen* verschieben sich seiner Ansicht nach mehr und mehr in die *Umwelt der Technikherstellung*. Sogenannte *Innovati-*

²⁶ Rekursion meint „die zirkuläre Kopplung von Technikentwicklung und –verwendung“ (Kowol 1998). Rückkopplungen kommen zu Stande durch „vorgängige Problemdefinition der Verwender, Umnutzungen und Modifikationen der Prototypen vor der seriellen Produktion oder während einer Implementation, ebenso wie in gemeinsamen Entwicklungs- und Implementationsprojekten zwischen Herstellern und Verwendern“ (75).

*onsnetzwerke*²⁷ dienen dazu, Kontextwissen und technische Parameter zu generieren und zu transferieren, sie ermöglichen und stabilisieren Aushandlungs- und Rückkopplungsprozesse auf verschiedenen Ebenen der zwischenbetrieblichen Kooperation und tragen dazu bei, technologische Unsicherheiten und Markttransparenz zu reduzieren. Technikentwicklung als rekursiver Prozess resultiert immer im Auffinden einer Eigenlösung, und betont die „*Entwicklungsrelevanz des Erfahrungswissens*“ (a.a.O.) betrieblicher Praktiker als auch der Anwender von neuer Technik. Der Verwendungskontext und die Genese des Verwendungszweckes müssen in der Forschung deshalb berücksichtigt werden. *Vertrauen* stellt die Kategorie dar, die zur *Entstehung von Innovationsnetzwerken* führt. Kowol nennt als Gründe und Motive von change agents, sich zu Koalitionen bzw. Hersteller-Anwender-Netzwerken zusammenzuschliessen *doppelt kontingente Marktbeziehungen* zwischen Herstellern und Anwendern einer neuen Technik. Darüber hinaus erklärt er, wie sich der Aufbau von Hersteller-Anwender-Beziehungen vollzieht: Anbieter und Nachfrage operieren Kowol zu Folge unter *grosser Unsicherheit*. Im Gegensatz zu neoklassischen Annahmen handeln Akteure *deshalb nicht nach rein rationalen Gesichtspunkten*. Dies ergibt sich aus ihrem beschränkten Zugriff auf Informationen und der Intransparenz des Marktes.²⁸ Der Aufbau von dauerhaften Kooperationsbeziehungen scheint ein Weg zu sein, diesen Anforderungen zu begegnen. Ursache für das Entstehen von Innovationsnetzwerken ist also ein doppeltes Informationsproblem aufgrund des „wechselseitigen Markt- und Organisationsversagens“ (Kowol 1998: 312). Neben der Bedeutung der *Zeitdimension* und der *Sequentialität des Handelns* für den Aufbau sozialer Beziehungen (321) nennt Kowol *Reputation*²⁹ und „Signale personenzentrierter informeller Kommunikation“ als weitere Grundlage für den Aufbau von Vertrauen. Es wird beobachtet, welches Handeln beim Partner jeweils als vertrauenswürdig akzeptiert wird. So bilden sich nach und nach Verhaltensregeln im Netzwerk heraus, deren Beachtung wechselseitig beobachtet wird („reflexives Lernen“) (Kowol 1998).

4.3 Technologische Paradigmen und Politische Rahmenbedingungen

4.3.1 Marktimplementierung in den Niederlanden

Raven (2004) kombiniert techniksoziologische und -historische und evolutionsökonomische Ansätze zu einem *Mehrebenen-Modell* zur *Analyse der Marktimplementierung von Biogasanlagen* in den Niederlanden. Ziel seiner Studie ist es, den langsamen Verbreitungprozess von Biogasanlagen in den Niederlanden zu erklä-

²⁷ Diese identifiziert Kowol (1998) in den Kooperations- und Kommunikationsstrukturen zwischen Herstellern und Verwendern (einer Technik), sowie Verbänden, Ingenieurbüros, Zulieferern und ausserbetrieblichen Forschungseinrichtungen, Normungsausschüssen usw.

²⁸ Ausserdem ist ein Projekt, das sich über mehrere Jahre erstreckt, laut Kowol nicht vollständig planbar: „Die Risiken hinsichtlich der gebundenen bzw. als Vorleistung zu erbringenden Kapitalmittel steigen und die potentiellen Technologieprobleme werden uneinschätzbar.“ (Kowol 1998: 305)

²⁹ Kowol beobachtete in seiner Studie über Hersteller-Anwender-Netzwerke im Werkzeugmaschinenbau (1994), dass der potentielle Partner vor der ersten Kontaktaufnahme genau beobachtet wurde: „Es geht um Vorinformationen über die Verlässlichkeit, Diskretion und Kompetenz eines Partners.“ (322) Wichtig sei auch der Rückgriff auf Erfahrungen bei zurückliegenden Projekten: „Erfolgreiche Episoden vertrauensbasierter Kooperation zeichnen den Partner als verlässlich aus.“ (322)

ren. Raven geht davon aus, dass es sich beim Energiesystem der Niederlande um ein *technologisches Regime* handelt, dass u.a. auch Regeln und Normen für die Entwicklung und Anwendung von Techniken zur Erzeugung von Elektrizität umfasst. In einem solchen technologischen Regime haben neue Techniken wie z.B. Biogasanlagen nur eine Chance breitere Anwendung zu finden, wenn sie vorerst in geschützten Bereichen, sog. *Nischen*, aufgebaut, getestet und in Zusammenarbeit mit potenziellen künftigen Anwendern ‚marktreif‘ gemacht werden. Der Grund liegt darin, dass neue Techniken eine *Änderung der Regeln des technologischen Regimes* erfordern, die *marktbeherrschende Kräfte zu verhindern trachten* (vgl. auch Ille et al. 1992³⁰ und Rohrer/Suscek-Berger 1997). In Nischen kommen oft auch *staatliche Fördermassnahmen* wie z.B. P&D-Projekte und finanzielle Anreize zur Anwendung. Von grundlegender Wichtigkeit für eine erfolgreiche Entwicklung einer Innovation in einer Nische ist die *Stabilität* des sie tragenden Netzwerkes (Raven 2004).

Im Fall von landwirtschaftlichen Biogasanlagen in der Schweiz ist bekannt, dass das Bundesamt für Energie (BFE) in Zusammenarbeit mit Genesys eine typische Nischen-Strategie der Demonstrationsanlagen betreibt. So sollen 15 Biogasanlagen als Anschauungs- bzw. Beispielobjekte über die ganze Schweiz verteilt installiert werden. Diese erhalten einen Investitionszuschuss des BFE. Nach Einschätzung der Genesys GmbH, dem führenden Hersteller von landwirtschaftlich Biogasanlagen in der Schweiz, greift diese Strategie und aus Regionen, in denen solche Beispielanlagen errichtet wurden, erhält der Anlagenhersteller vermehrt Anfragen von interessierten Landwirten.

Technologische Regime können über die Zeit aber auch durch *Veränderungen in der sozio-technischen Landschaft*, z.B. durch die Änderung des Ölpreises, politische Entscheidungen auf europäischer Ebene oder auch die nationale politische Kultur, verändert werden. Solche Änderungen oder gar Umbrüche bringen *neue Situationen für neue Energietechniken* mit sich - positive oder negative.

Raven (2004) zeigt nun, dass das Elektrizitäts-Regime in den Niederlanden seit den 70er Jahren grossen Veränderungen unterworfen war, die hauptsächlich auf externe Schocks wie die beiden *Ölpreiskrisen* sowie die *Klimaproblematik*, und auch durch die *Europäische Integration* hervorgerufen wurden. Die Regierung reagierte auf diese Einflüsse der sozio-technischen Landschaft mit *neuen Politiken* wie neuen Gesetzen und der Umstrukturierung der Elektrizitätsmarktstruktur. Die Veränderungen im Elektrizitäts-Regime haben die Stabilität des Regelsets des Regimes geschwächt und *Chancen für die Biogastechnik* eröffnet: Ende der 90er Jahre begannen sich die Energieunternehmen wieder verstärkt für die Biogastechnik zu interessieren, weil erstens, andere Länder wie Deutschland und Dänemark die Nutzung der Biogastechnik vorangetrieben und technisch verbessert hatten. Zweitens stieg in den Niederlanden die Nachfrage nach Strom aus erneuerbaren Energiequellen aufgrund der *staatlichen Steuerpolitik* merklich an, so dass die Energieversorgungsunternehmen verstärkt nach neuen Energietechniken suchten.³¹

³⁰ Ille et al. (1992) identifizieren Hemmnisse für dem Einsatz von Biobrennstoffen und umweltfreundliche Heizanlagen erstens, in den nur schwer veränderbaren Strukturen und Rahmenbedingungen des Energiemarktes sowie in den an den Kriterien der konventionellen Energieversorgung gemessenen Anforderungen an die Biomasse-Technik. Hierzu gehören die gesetzlichen Rahmenbedingungen, bestehende Angebotsstrukturen, technische Normen, ökonomische Effizienz (niedrige Preise für konventionelle Energieträger!), technische Leistungsfähigkeit und Umweltverträglichkeit (Schadstoffemissionen!).

³¹ Gruber et al. (1996) referieren für Deutschland ähnliche auslösende Mechanismen für die Diffusion von Biogasanlagen.

Drittens steigerten die neuen Regeln im Elektrizitätsregime wie die staatlichen finanziellen Unterstützungen und die Steuervorteile für erneuerbare Energien die *ökonomische Machbarkeit der Anlagen*. Hinzu kommt das in den Niederlanden nach wie vor starke Interesse an einer Verminderung bzw. qualitativen Verbesserung des Gülleüberschusses, das agrarwissenschaftliche Forschungsinstitute und die Agrarpolitik z.T. zu weiteren Promotoren der Biogastechnik macht. Dennoch schreitet die Verbreitung von Biogasanlagen in den Niederlanden *nur schleppend* voran. Als *Ursache* identifiziert Raven (a.a.O.) restriktive Regelungen in einem anderen technologischen Regime, das die Entwicklungen im Elektrizitätsregime konterkariert: Die Regel im Elektrizitätsregime, wonach zur Optimierung der Biogasproduktion neben Gülle andere organische Stoffe co-vergoren werden dürfen, läuft der Regel des *Landwirtschafts-Regimes* entgegen, die die Ausbringung von ausgegorenen, vermischten Substraten auf landwirtschaftliche Felder minimieren will. Hinzu kommt, dass die für die Baugenehmigung von Biogasanlagen verantwortlichen lokalen und regionalen Behörden aufgrund technischer Unkenntnis unverhältnismässig *hohe Auflagen* bezüglich der Sicherheit, Lärm und Gestank machen. Dies resultiert auch in regional unterschiedlichen Handhabungen von Behörden.³² Drittens fehlt es an *finanzieller Unterstützung*. Die Regierung garantiert den Betreibern von Biogasanlagen die Ausnahme aus der Ökosteuer nicht, was die Wirtschaftlichkeit der Anlagen unsicher macht. Viertens, kennen sich die Landwirte selbst nur ungenügend mit vergorener Gülle als Düngemittel aus und präferieren Kunstdünger.

Eine Reihe weiterer Autoren weist ebenfalls auf *die Wichtigkeit der politischen Rahmenbedingungen zur Förderung der Biogastechnik* hin. Umbach (2000) zeigt, dass der Bau von Biogasgemeinschaftsanlagen in Dänemark vor allem auf neuen gesetzlichen Regelungen (Erhöhung der Güllelagerkapazität), dem Interesse der dänischen Regierung an der Förderung von Biogasgemeinschaftsanlagen und auf einem gegenüber erneuerbaren Energien aufgeschlossener Politikstil kommunaler politischer Mehrheiten beruht.

Deutsche, österreichische und auch Schweizer Biogasexperten kritisieren die *staatlichen Rahmenbedingungen* der Biogastechnik in den drei Ländern als unzureichend (vgl. Umbach-Daniel 2002a und Rohracher/Suschek-Berger 1997, Experteninterviews für diese Studie). Die Förderung von Biogasanlagen ist ihrer Meinung nach oft diskontinuierlich, zuständige Fachbehörden haben wenig Erfahrung mit der Genehmigung und Förderung von Biogasanlagen *und Gesetze und Verordnungen*, die Biogasanlagen betreffen, sind (noch) *nicht an die spezielle und neue Technik angepasst*.

4.3.2 Politische und gesetzliche Rahmenbedingungen in der Schweiz

Im Folgenden werden die von den befragten Experten am häufigsten angesprochenen Hemmnisse im Bereich der politischen Rahmenbedingungen sowie Gesetze benannt, die geäußerte Kritik erläutert und die jüngsten Entwicklungen in diesen Bereichen aufgezeigt. Im wesentlichen kristallisierten sich aus den Experteninterviews die bislang *uneinheitliche Vorgehensweise* der zuständigen Bundesämter, die *Raumplanungsgesetzgebung* sowie die *Technische Verordnung über Abfälle TVA* und die mit ihr verbundene Bevorzugung der dezentralen Kompostie-

³² Ein Befund, der sich mit Aussagen von Experten zum Schweizer Biogasmarkt vollkommen deckt (vgl. Abschnitt 4.4.2 weiter unten).

zung gegenüber der Biogastechnik als Kritikpunkte in der Schweiz heraus. Die *finanzielle Unterstützung* der Biogastechnik durch die Politik und *Regelungen zur Vergütung* von aus Biogas erzeugtem *Strom* wurden ebenfalls angesprochen. Letztere werden im Abschnitt 5.3.2 behandelt.

Politischer Wille und Zusammenspiel der politischen Institutionen

Spicher (2002) stellte in seiner Studie zum Informationsmanagement im Biomassebereich die Hypothese auf, dass es in der Schweiz auf der *Ebene des Bundes* an einer *einheitlichen Strategie* bezüglich der Förderung von Biomasseanlagen fehlt. Zwar habe die Politik mit dem Programm EnergieSchweiz beschlossen, u.a. die Biomasse als erneuerbare Energie zu fördern, und das BFE habe Gelder für P+D-Anlagen, FuE-Projekte sowie für indirekte Massnahmen (Marketing und Studien) gesprochen. Im Gegensatz hierzu hat das BUWAL jedoch lange die *dezentrale Kompostierung* propagiert (TVA, Art. 7). Die Technische Verordnung über Abfälle (TVA) soll nach dem Willen beider Ämter jedoch in den nächsten Jahren revidiert werden.³³ Ausserdem betrachtet das BUWAL Kehrrechtverbrennungsanlagen (KVA) *als Strom- und Wärmeproduzenten* und befürwortet Investitionen in diese Technologie, um den Wirkungsgrad der heutigen KVA zu steigern (Spicher 2002: 61).

Die Bereich Biomasse (ohne Holz), Sektion erneuerbare Energien des BFE hat jüngst die Initiative ergriffen und die *Zusammenarbeit aller von der Biomasse-Thematik betroffenen Bundesämter*, hierzu zählen neben dem BFE, die OZD, Alcosuisse, BUWAL, BLW, ARE und BVET, angeregt. In Arbeitsgruppen und Projekten werden Gesetze und Verordnungen diskutiert und es wird nach einer gemeinsamen Linie im Biomassebereich gesucht. Ziel ist es auch, *Strukturen zu schaffen*, die in Zukunft eine zügige *Bearbeitung von Problemen* ermöglichen.³⁴ Nach Angaben des BFE nähern sich z.B. die Positionen von BFE und BUWAL an. Der Prozess der Konsensfindung ist jedoch langwierig und in manchen Fällen, wie z.B. der Raumplanungsgesetzgebung, scheinen *bilaterale Abkommen* zwischen privaten Unternehmen und z.B. kantonalen Behörden schneller zum Erfolg, sprich zur Realisierung von Biogasprojekten zu führen.³⁵

Langwierige Genehmigungsverfahren und restriktive Raumplanungsgesetzgebung

Nahezu alle befragten Schweizer Biogasexperten nennen die aktuelle Gesetzgebung, insbesondere die *Raumplanungsgesetzgebung* als wichtigsten *Hindernisfaktor* für die weitere Verbreitung der landwirtschaftlichen Biogastechnik. Ein Indikator für die allgemeine konstruktive Annahme dieser Kritik stellen sicherlich die verschiedenen Arbeitsgruppen der betroffenen Bundesämter dar.³⁶

³³ Bruno Guggisberg, BFE, rechnet frühestens im Jahr 2006 mit dem in Kraft treten der revidierten TVA. (persönliche Information vom 10. Februar 2004); Als vorbildlich gilt der Kanton Zürich, der in seinem Energiegesetz die energetische Verwertung der organischen Abfälle als wichtigsten Entsorgungsweg postuliert (Angele 2003).

³⁴ Zudem gibt es nach Auskunft von Bruno Guggisberg, Biomasse (ohne Holz), BFE, auch diverse projektbezogene Arbeitsgruppen.

³⁵ Die Genesys GmbH, Herstellerunternehmen von landwirtschaftlichen Biogasanlagen mit Sitz in Frauenfeld, versucht durch Informierung und persönliche Gespräche von bzw. mit kantonalen Fachbehörden die Bedingungen für Biogasanlagen Betreiber in den Kantonen zu verbessern (Persönliche Information Daniel Ruch, Genesys GmbH, 2. Februar 2004).

³⁶ Auskunft zu den Arbeitsgruppen von Bruno Guggisberg, Biomasse (ohne Holz), Bundesamt für Energie, 10. Februar 2004.

Das Raumplanungsgesetz (2000; Art. 16) definiert Biogasanlagen *nicht explizit als zonenkonforme Bauten und Anlagen in der Landwirtschaftszone*. Dies führt derzeit zu einer schwierigen, da unklaren Situation für die Biogastechnik, insbesondere wenn Anlagenbetreiber auch Kofermentate mitvergären wollen. In dem Fall gelten Biogasanlagen - wie auch andere Anlagentypen - als *Abfallentsorgungsanlagen* und unterstehen den entsprechenden rechtlichen Bestimmungen. Die Kantone setzen das Raumplanungsgesetz unterschiedlich um. Generell dauert es nach Angaben der Genesys GmbH rund 1 1/2 Jahre, bis eine Baubewilligung für eine Biogasanlage gegeben wird. Einzelne Kantone haben spezielle Vorgaben, die die Bewilligung von Biogasanlagen erschweren. Z.B. geben einige *Kantone* (Thurgau, St. Gallen, Aargau, Graubünden)³⁷ vor, dass neben 51% hofeigener Gülle und nachwachsenden Rohstoffen (sog. NaWaRohs) *höchstens 49% hoffremde Abfallstoffe* (Kofermentate) in der Biogasanlage vergoren werden dürfen. Die Genesys GmbH versucht in Gesprächen und mit Informationen die betroffenen kantonalen Ämter (Bewilligungsbehörden) für Biogasanlagen und die Kofermentation zu gewinnen. Mit den Umweltämtern der Kantone gibt es dagegen laut Genesys keine Probleme, da diese Biogasanlagen als ökologisch sinnvoll ansehen. Allerdings müssen die Landwirte eine vorgeschriebene Düngerbilanz einhalten.³⁸

Zur Zeit läuft auf Bundesebene das Projekt „Vollzugshilfe für Kantone für landwirtschaftliche Biogasanlagen“ im Rahmen der Raumplanung. BFE und ARE prüfen in Zusammenarbeit mit einem externen Berater und einer Begleitgruppe bestehend aus BUWAL, BLW und Kantonsvertretern, ob eine solche Vollzugshilfe notwendig ist und wie sie gestaltet werden müsste.

Für *gewerblich-industrielle Anlagen* stellt das Raumplanungsgesetz keine Hürde dar, da diese Anlagen meist eh in Industrie- oder Gewerbebezonen gebaut werden. Allerdings ist für solche Anlagen ab einer Grösse von 1000 Jahrestonnen eine Umweltverträglichkeitsprüfung (UVP) vorgeschrieben (UVPV 1988). Zwar bestehen alle Anlagen die UVP, das Verfahren kann die Realisierung einer Biogasanlage aber in die Länge ziehen. Nach Angaben der Kompogas AG dauern Bewilligungsverfahren aufgrund der UVP ca. ein Jahr und kosten die Bauherren zwischen 70'000 und 100'000 CH.³⁹ Die Erfahrung der Informationsstelle Biomasse Deutschschweiz⁴⁰ zeigt, dass eine gute Organisation und Absprache mit den Bewilligungsbehörden Verfahrensverlängerungen vermeiden hilft.

4.4 Ansätze der Risikoforschung

Die Risikoforschung beschäftigt sich mit *Konflikten*, die mit *der Realisierung von Infrastrukturprojekten* und bestehenden grossen Infrastrukturanlagen verbunden

³⁷ Auskunft von Daniel Ruch, Genesys GmbH, 2. Februar 2004

³⁸ In Deutschland kämpft man mit ähnlichen gesetzlichen Restriktionen: Werden Kofermentate vergoren, die nicht vom Betrieb erzeugt werden, so müssen in Deutschland die Vorgaben der Bioabfallverordnung beachtet werden. Das Ausbringen der Gärrückstände auf nicht selbst bewirtschaftete Flächen ist durch die Düngemittelverordnung geregelt. Beim Verwerten von Kofermentaten gelten noch weitere seuchenhygienische Vorschriften (Tierkörperbeseitigungs-, Tierseuchengesetz) (Dederer 2003). Die rechtliche Situation ist z.T. unklar, da die Anwendung ausserbetrieblicher Reststoffe wie die Mitbehandlung häuslicher Abwässer und hygienisch bedenklicher Reststoffe sowie Haftungsfragen auch im Biogas Boom-Land Deutschland noch immer juristisches Neuland darstellt (Kuhn/Döhler 1996).

³⁹ Persönliche Information, Kompogas AG, 2. Februar 2004

⁴⁰ Persönliche Information von Hans-Christian Angele, Leiter Informationsstelle Biomasse Deutschschweiz, vom 19. März 2004.

sind. Diese Anlagen rufen häufig den Widerstand der lokalen Bevölkerung, sowie von Umwelt- und Naturschutzorganisationen hervor. Die Konflikte entstehen aus den - reellen und/oder von Betroffenen (subjektiv) wahrgenommenen - Risiken für die menschliche Gesundheit, das menschliche Wohlbefinden und die natürliche Umwelt, die aus dem Bau und Betrieb solcher Anlagen resultieren. Die Risikoforschung analysiert derartige Konflikte und zielt auf die Erarbeitung von Massnahmen, die die Entstehung solcher Konflikte vermeiden.⁴¹

Auch Infrastrukturanlagen, die mittels erneuerbarer Energieträger wie z.B. Biomasse Strom und/oder Wärme produzieren, werden häufig bekämpft. Diese Konflikte unterscheiden sich insofern von anderen Konflikten um Infrastrukturanlagen, als dass diese Grossanlagen von der Politik, aber auch von nationalen Umweltschutzorganisationen gefordert und unterstützt werden, da sie *positive Effekte für die Allgemeinheit* (z.B. Reduktion von Treibhausgasemissionen) hervorrufen. Andererseits implizieren diese Anlagen – z.B. wie im Fall von Biomasse-Anlagen – auf lokaler Ebene grundsätzlich die gleichen *Risiken* wie ähnliche konventionelle Kraftwerke auf fossiler Basis: Erhöhte *Transporte*, lokal begrenzte Emissionen von gesundheits- und umweltschädlichen Stoffen, *visuelle* Beeinträchtigungen und *Unfallsrisiken* (Khan 2001). Biogasanlagen erregen die Gemüter darüber hinaus wegen befürchteter Geruchsemissionen (Khan 2001; Umbach-Daniel 2002a).⁴²

Im Falle von *grossen Biomasse-Anlagen* sind bereits mehrere Konfliktfälle in Grossbritannien (Sinclair 1999; Sinclair/Löfstedt 2001; Upreti 2004), Schweden (Khan 2001; Bardouille/Koubisky 2000), Österreich (Belschan/Obrecht 1996) und Deutschland (Umbach-Daniel 2002a) dokumentiert und wissenschaftlich analysiert worden. Die Ergebnisse dieser Analysen können für grosse gewerblich-industrielle Biogasanlagen aber auch für den Fall der Realisierung von landwirtschaftlich basierten Grossanlagen in der Schweiz von Bedeutung sein. Bisher sind keine Konflikte im Zusammenhang mit schweizerischen Biogasanlagen bekannt geworden.

Die Hauptquellen des Widerstands der lokalen Bevölkerung sind die Standortbestimmung der zu errichtenden Biomasse-Anlage, die wahrgenommenen Risiken ihres Betriebs, sowie die negativen Effekte auf Ökologie (Schadstoffemissionen, vor allem durch den bei grossen Biomasse-Anlagen notwendigen Transport von Roh- und Abbaustoffen), Gesundheit und subjektives Wohlbefinden (Schadstoffemissionen, Lärm, Gestank) und Landschaft (Verbauung unberührter Landschaft). In einer von Upreti (2004) durchgeführten Fallstudie in England wurde auch die Befürchtung genannt, dass die geplante Biomasse-Anlage *negative Effekte auf den Tourismus* in der Region haben könnte, einem für die Schweiz sehr relevanten Aspekt.⁴³ Dem stehen oft nur geringe finanzielle Vorteile für die Bevölkerung entgegen. Auch eine schwache Public Relations-Strategie der Bauherren trägt zur Hemmung des Implementierungsprozesses bei (Upreti 2004). Weitere Studien zeigen, dass sich lokaler Widerstand insbesondere dann regt, wenn die Bevölke-

⁴¹ Beispiele für sehr konfliktträchtige Infrastrukturanlagen in der Schweiz waren und sind u.a. der (gescheiterte) Bau des Atomkraftwerks Kaiseraugst und die (gescheiterte) Konzessionierung von Sondierbohrungen für ein SMA-Endlager am Wellenberg.

⁴² Hieraus ergibt sich ein Dilemma von lokal engagierten Umweltschützern, die zwischen dem Anspruch ihre Mutterorganisationen nach einer umwelt- und klimafreundlichen Energieversorgung *und* ihrem Einsatz für das Wohlbefinden der lokalen Bevölkerung hin- und hergerissen sind.

⁴³ Umbach-Daniel (2002a) berichtet allerdings im Gegensatz hierzu, dass z.B. in ostdeutschen Ferienregionen der Bau von Biogasanlagen in grösserem Umfang gerade wegen der Geruchsreduktion der in diesen Anlagen behandelten Gülle angestrebt worden ist. Bezüglich der Auswirkungen auf den Tourismus muss demnach zwischen Biogas- und anderen Biomasse-Anlagen (z.B. Strohverbrennungs- oder Holzhackschnitzel-Anlagen) unterschieden werden. In der Schweiz könnten (organisierte) Besichtigungsfahrten zusätzlich ebenfalls positiv zum Tourismus einer Region beitragen.

rung unsicher bezüglich der Auswirkungen der Anlage ist, also von den Bauherren nur wenig oder keine *Informationen* über das Projekt erhält, und wenn sie nicht über die ökonomischen und ökologischen Vorteile der Anlage aufgeklärt wird (Khan 2001; Sinclair 1999; Rakos 1998).

Ob die Bevölkerung einen Standort für eine Biomasse-Anlage akzeptiert oder nicht, ist auch mit deren *Erfahrungen mit ähnlichen, bestehenden Anlagen* verbunden (Khan 2001). So wurde einem Bauherrn in Suffolk (Grossbritannien) die Genehmigung zum Bau erteilt, weil eine Lokation gewählt wurde, in der sich bereits eine grosse Hühnerfarm befand und die projektierte Biomasse-Anlage weniger Gestank als die Hühnerfarm emittieren würde (Upreti 2004), während in Cricklade (ebenfalls Grossbritannien) eine identische Biomasse-Anlage abgelehnt wurde, da sie in einer ländlichen Pufferzone ohne ähnliche Bebauungen errichtet werden sollte. Ein weiterer wichtiger Aspekt ist das Vertrauen, dass die Bevölkerung in die Bauherrschaft hat (Upreti 2004). Studien zeigen, dass die Bevölkerung generell *gemeinnützigen Umweltorganisationen mehr vertraut* als allen anderen Akteuren (Politik, Unternehmen) (z.B. Upreti 2004; Sinclair/Löfstedt 2001). Dies deutet darauf hin, dass es für Bauherren einer Biomasse-Anlage nützlich sein kann, mit lokalen Umweltorganisationen und anderen lokalen Umweltexperten zusammenzuarbeiten. Schliesslich nimmt auch die lokale Medienberichterstattung Einfluss auf die Meinungsbildung der Bevölkerung zu der Anlage.

Upreti (2004) stellt fest, dass der Erfolg der Biomasse-Entwicklung in Österreich primär auf *partizipative Planungsprozesse*, finanzielle Anreize und der Etablierung von *Konfliktlösungsinstitutionen* während dem Entwicklungsprozess zurückzuführen ist. Die Bauherrschaft sollte daher von Anfang an die Bevölkerung in den Planungs- und Standortfindungsprozess integrieren, sich mindestens um eine aktive Informationspolitik bezüglich ihres Projekts bemühen (Upreti 2004; Khan 2001). Es ist *nahezu unmöglich, in einem späteren Konfliktstadium noch das Vertrauen und Wohlwollen der Bevölkerung zu erlangen* (Upreti 2004; vgl. auch Sinclair/Löfstedt 2001). Auch die wohlwollende Unterstützung durch öffentliche Autoritäten kann zur Überzeugung der Bevölkerung beitragen.

Die Studie von *Belschan und Obrecht (1996) über Soziale Aspekte der Implementation von Biomasse-Anlagen* (in Österreich) kann man ebenfalls den Ansätzen zuordnen, die den Bau und die Verbreitung von Anlagen zur Nutzung erneuerbarer Energien aus einer *Konfliktperspektive* heraus betrachten. Die Studie enthält jedoch als neues Element eine *Analyse der Voraussetzungen für die erfolgreiche Implementation einer Biomasse-Anlage*, die hauptsächlich auf die Generierung und Einspeisung von Wärme in ein Fernwärmenetz ausgerichtet ist. Hierzu muss die lokale Bevölkerung nicht nur von der Risikolosigkeit des Anlagenbetriebs an sich, sondern auch von der Vorteilhaftigkeit und des reibungslosen Bezugs von Fernwärmeenergie aus dem Wärmekraftwerk überzeugt werden. Belschan/Obrecht stellen fest, dass die Rolle der Proponenten der neuen Technik am wichtigsten ist, deren *Fähigkeit Überzeugungsarbeit zu leisten* und *Kompromisse* zwischen den sozialen Gruppen herzustellen. Diese Proponenten befinden sich in jedem Fall in einer *hochexponierten Rolle*, können jedoch sowohl der politischen und sozio-ökonomischen Mehrheit im Dorfverband oder aber der Minderheit angehören. Die Einbindung in die herrschenden Machtstrukturen ist dabei keine Voraussetzung für einen konfliktfreien Implementationsprozess. Vielmehr kommt es auf die *Art und Weise* an, in der der Proponent - als Träger einer innovativen Idee - *auftritt* und diese Idee der vorweg eher misstrauisch orientierten Bevölkerung näherbringt. Strategisch scheint es notwendig zu sein, politische Interessen auszubalancieren, damit der Bau der Biomasse-Anlage nicht zu einem ideologisch-politischen *Symbol*

wird. Die Kategorie des *Misstrauens* ist bei Belschan/Obrecht (1996) zentral, da misstrauische Wärmekunden letztlich die Implementierung der Biomasse-Anlage verhindern. Wichtig zum Abbau von Misstrauen ist es, *prominente* Proponenten für den Anschluss an das Fernwärmesystem der Anlage zu gewinnen.⁴⁴

Belschan/Obrecht (1996) stellen auch fest, dass dort, wo der Lebensraum als gemeinschaftliches Anliegen entdeckt worden ist und bereits Aktivitäten zur qualitativen Verbesserung bzw. Erhaltung desselben bestehen (z.B. Dorferneuerung, Kulturgruppen, Biobauern), mit einer höheren Bereitschaft gerechnet werden kann, Wissen über alternative Technologien zu erwerben und zu vertiefen. Belschan/Obrecht (1996) gehen sodann auf zwei unterschiedliche Implementationsverfahren ein, die je nach sozio-kultureller und demographischer Struktur einer Ortschaft einen konfliktlosen oder konflikthaften Implementationsprozess bedingen. Das erste Verfahren setzt – wie im Fall bäuerlicher Genossenschaften – *Aktivität und Engagement an der gesellschaftlichen Basis* an. Kleine Gruppen treten als Proponenten auf, die versuchen Akzeptanz durch gezielte Eigenarbeit und Meinungsbildung zu vergrössern. Das zweite wählt – wie im Fall kommerzieller Energielieferanten – *professionelle Vermarktungsstrategien*, um das neue Produkt Fernwärme optimal in den Markt einzuführen. Eine Kundenbefragung zeigte, dass das Misstrauen gegenüber Grossorganisationen geringer ist als bei örtlichen Betreibergruppen und dass diesen mehr technische Kompetenz zugeschrieben wird. Das grössere Misstrauen gegenüber z.B. bäuerlichen Genossenschaften kann aber durch einen professionellen und reibungslosen Betrieb der Anlage schnell abgebaut werden. Demgegenüber hängt das Wohlwollen der Bevölkerung gegenüber fremden Grossunternehmen von der *sozialen Stellung* des Unternehmens ab.

Umbach-Daniel (2002a) identifiziert als Ursache für Konflikte von Betreibern grosser Biogassgemeinschaftsanlagen (BGA) mit der angrenzenden Wohnbevölkerung den *unzureichenden Kenntnisstand über BGA* auf beiden Seiten. Das Fehlen von geruchsmindernder Technik (bedingt durch die unhinterfragte Übernahme des dänischen BGA-Modells bzw. einer möglichst kostengünstigen Bauweise) sorgt für Bürgerproteste, ebenso das grundsätzliche Misstrauen der Bevölkerung gegenüber BGA. Auch Umbach-Daniel empfiehlt *akzeptanzfördernde Massnahmen* schon zu Beginn der Planungen eines BGA-Projekts, die auf die Information und evtl. die Beteiligung der Bevölkerung an dem BGA-Projekt zielen.

Degenhardt/Eigner-Thiel (2002), Degenhardt et al. (2002) und Eigner-Thiel (2002) berichten über das Projekt „Bioenergiedorf Jühnde“. In der südniedersächsischen Gemeinde Jühnde, Deutschland, werden derzeit eine grosse Biogasanlage sowie ein Heizwerk installiert. Ziel ist der Anschluss aller Jühnder Haushalte an ein Fernwärmenetz und damit der forcierte Ausbau der Bioenergienutzung. Ausgehend von dem Erkenntnis der Risikoforschung, dass Personen den Bau und Betrieb einer Grossanlage eher bereit sind zu akzeptieren, wenn sie in den Planungsprozess einbezogen werden, aber auch aus der Notwendigkeit heraus, dass ein Grossteil der Bevölkerung an das Nahwärmenetz angeschlossen werden musste, wurde der gesamte Planungs- und Entscheidungsprozess *partizipativ* gestaltet. ‚Der Funke‘ für das Projekt ist angeblich übergesprungen, was zeigt, dass der partizipative Ansatz tatsächlich Früchte trägt.

⁴⁴ In vielen ländlichen Gemeinden ist eine solche Figur (immer noch) der Wirt des dörflichen Wirtshauses (vgl. Belschan/Obrecht 1996).

5. Betriebswirtschaftliche Erkenntnisse

Im Mittelpunkt der recherchierten betriebswirtschaftlichen Studien stehen Wirtschaftlichkeitsberechnungen von Biogasanlagen sowie einzelne die Wirtschaftlichkeit von Biogasanlagen beeinflussende Faktoren wie staatliche bzw. gesetzliche und marktwirtschaftliche Rahmenbedingungen. Relativ intensiv wurde die Wirtschaftlichkeit von landwirtschaftlichen Biogasanlagen untersucht. Es existieren im deutschen Sprachraum, insbesondere in der Bundesrepublik Deutschland, auch umfangreiche Handbücher, Leitfäden und weitere Informationsquellen für Landwirte, die die Realisierung einer Biogasanlage planen (z.B. Top agrar 2002, BFE et al. o.J., Wellinger et al. 1991). Die Situation von gewerblich-industriellen Biogasanlagen wird in der wirtschafts- und ingenieurwissenschaftlichen Literatur kaum behandelt. Ausnahmen sind für die Schweiz die Studie von Edelmann, Schleiss (1999), die verschiedene Typen von Biogas-, Kompostier- und Verbrennungsanlagen einem ökonomischen Vergleich unterzieht, sowie die Studie von Beltrani et al. (2001), die u.a. die Auswirkungen einer Kompogas-Anlage auf die Abfallwirtschaft des Kantons Tessin untersucht. Im Bereich der gewerblich-industriellen Biogasanlagen ist die vorliegende Studie daher besonders auf die Auskunft von Experten angewiesen.

Die folgenden Abschnitte gehen auf die einzelnen Elemente der Wirtschaftlichkeitsberechnung von Biogasanlagen ein. Für jedes dieser Elemente werden - soweit in Studien oder von den Experten thematisiert - *förderliche und hinderliche Einflussfaktoren* in Bezug auf die Realisierung und den Betrieb von Biogasanlagen im allgemeinen und speziell für die Schweiz genannt.

5.1 Elemente der Wirtschaftlichkeitsberechnung

Die Wirtschaftlichkeit von Biogasanlagen wird von einer Reihe von Faktoren bestimmt, die einerseits den Kosten, andererseits dem Ertrag einer Biogasanlage zuzuordnen sind. Zur *Kostenseite* zählen die *Erstellungs- bzw. Investitions-* und die *Betriebskosten* sowie die Aufwendungen für den *Kapitaldienst und Versicherungen*, zur *Ertragsseite* zählen der *Eigenverbrauch und der Verkauf von elektrischer und thermischer Energie, Erlöse aus der Reststoffentsorgung* (Kofermentation), sowie Einsparungen von Kunstdünger durch den Bezug von nährstoffreichen biogenen Abfallstoffen. Ökologische Wirkungen, eine Geruchsminderung durch die Vergärung von Gülle sowie ein u.U. verminderter Aufwand für das Homogenisieren des Gärsubstrates vor und während der Ausbringung sind nicht oder nur schwer quantifizierbar und damit in eine seriöse Wirtschaftlichkeitsberechnung von Biogasanlagen (noch) nicht einzubeziehen (vgl. Kuhn, Döhler 1995; vom Baur 1993). Beispiele für Wirtschaftlichkeitsberechnungen konkreter landwirtschaftlicher Biogasanlagen sowie Berechnungsgrundlagen finden sich z.B. in Edelmann/Schliess 1999; Hartmann 2002; Dederer 2003; Kuhn/Döhler 1995; Kaltschmitt et al. 2003; Matthias 2003; Herb 2003; Kaltschmitt/Wiese 1993; Weber/Hutter 1992; Top agrar 2002; Baserga 2000. Für gewerblich-industrielle Biogasanlagen sind entsprechenden Daten in Edelmann, Schleiss (1999) und in Beltrani et al. (2001) veröffentlicht.

5.1.1 Investitionen

In die *Erstellungskosten* sind die folgenden Ausgabenposten einzubeziehen (nach Kuhn/Döhler 1995, Dederer 2003):

- Planung
- Baukosten
- Technik zur Vor- und Nachbehandlung der Gärsubstrate
- Biogasermenter mit Einbauten
- Integration des Fermenters in das Entmistungssystem
- Gasspeicher
- Technik zur Gasaufbereitung und -verwertung, Strom- und Wärmeanbindung, das BHKW
- zusätzlicher Lagerraum für Kofermentate
- Kosten für evtl. notwendige neue Ausbringungstechnik
- Kosten aufgrund gesetzlicher Rahmenbedingungen

Bei landwirtschaftlichen Biogasanlagen entfällt der grösste Kostenanteil an den Investitionskosten, rund zwei Drittel, auf die eigentliche Biogasanlage, den Fermenter. Ein grosser Teil der Kosten der restlichen Kosten, wird durch das BHKW generiert (BFE o.J.: 15ff.). Diese Kosten sind als Fixkosten zu betrachten, die nur durch die Serienproduktion oder aber wie im Fall der Schweiz durch mehr Wettbewerb am Biogasmarkt beeinflusst werden können. Für gewerblich-industrielle Biogasanlagen stellen die Kosten für den Fermenter und die Halle mit ca. 60%, sowie stationäre Maschinen mit rund 30% die grössten Posten der Investitionskostenrechnung dar (vgl. Edelmann, Schleiss 1999: 72).

5.1.2 Betriebskosten

Durch den *Betrieb* der Anlage entstehen folgende Kosten:

- Amortisation der Investitionskosten (Bankkredit, Kapitalzinsen)⁴⁵
- Reparatur und Wartung der Anlage und BHKW (Anlagenunterhalt)
- Zündstrahl BHKW
- Betreuungsaufwand
- Ausbringungskosten Gülle / Kompost
- Administration
- Versicherungskosten

Die Betriebskosten differieren je nach Anlagentyp. Bei landwirtschaftlichen Anlagen stellt der Betreuungsaufwand der Anlage den grössten Posten dar, der einen Anteil von ca. 15% bis 25% an den Betriebskosten ausmacht (vgl. Dederer 2003; BFE o.J.a). Für gewerblich-industrielle Anlagen betragen die jährlichen spezifischen Betriebskosten rund 17% der Investitionskosten (Edelmann, Schleiss 1999).

⁴⁵ Entsprechend der Nutzungsdauer können Betonbauten über 25 Jahre abgeschrieben werden, Kunststoffelemente und Gasleitungen über 15 Jahre, BHKW, Heizgeräte, Rührer und Pumpen nur über 5 bis 10 Jahre (Kuhn, Döhler 1995).

5.1.3 Erträge

Erträge auf der anderen Seite werden erzielt durch:

- die Verwertung von elektrischer Energie und Wärme
- Einnahmen aus den Gebühren für die Reststoffentsorgung
- den Bezug von Nährstoffen aus Ko-Substraten und der damit verbundenen Ersparnis von Kunstdünger sowie anderen Substraten, und damit verbunden
- die Verbesserung der Gülleeigenschaften (Einsparung der Kosten für Homogenisierung, Mineraldünger)

Die letzten beiden Punkte sind, wie bereits erwähnt, schwierig zu quantifizieren und finden daher in Wirtschaftlichkeitsberechnungen (noch) keine Beachtung.

Bei *landwirtschaftlichen Biogasanlagen* trägt die Kofermentation ca. 20% (Entsorgungserlös) zum Ertrag der Anlagen bei. Dies gilt für 50% der bestehenden Anlagen; bei den übrigen Anlagen *streut das Verhältnis von Stromerlös zu Erlös aus Entsorgungsgebühren* stark. Der Entsorgungserlös trägt hier von 0% bis nahezu 100% zur Anlagenfinanzierung bei.⁴⁶ Bei *Kompogas-Anlagen* beträgt das Verhältnis vom Stromerlös zum Erlös aus Entsorgungsgebühren 25% zu 75%, bei reiner Gaseinspeisung aufgrund schlechterer Vergütungssätze 20% (Erlös aus Gaseinspeisung) zu 80%.⁴⁷

5.2 Hemmende und fördernde Faktoren auf der Kostenseite

Die genannten kostenverursachenden und Ertrag generierenden Aspekte werden durch vielfältigste Faktoren beeinflusst, die die Wirtschaftlichkeit einer Biogasanlage entscheidend mitbestimmen. Diese Faktoren stellen Hindernisse und Förderfaktoren für die Diffusion der Biogastechnik dar, da sie das Adoptionsverhalten potenzieller Anlagenbetreiber beeinflussen.

5.2.1 Reduktion der Investitionskosten durch Eigenleistung

Die *Investitionskosten* landwirtschaftlicher Biogasanlagen können innerhalb einer sehr *grossen Bandbreite variieren*. Das gilt speziell für kleinere Anlagen für 300 bis 400m³ Fermentervolumen⁴⁸, wie sie in der Schweiz üblich sind, bei denen die Investitionskosten durch den teilweisen Selbstbau oder durch den Einsatz gebrauchter Anlagenkomponenten bzw. durch die Einbeziehung vorhandener Bausubstanz im Vergleich zu schlüsselfertigen Anlagen drastisch gesenkt werden können (vgl. Hartmann 2002, Köberle 1992). Andererseits erfordert die Planung eine Spezialanpassung auf die jeweiligen Hofverhältnisse, was die Aufwendungen für die Projektierung wiederum in die Höhe schraubt (Kaltschmitt/Wiese 1993). Auch bei schlüsselfertigen Anlagen schwankt der Preis beträchtlich (Hartmann 2002).

⁴⁶ Persönliche Informationen von Daniel Ruch, Genesys GmbH, 25. Februar 2004

⁴⁷ Persönliche Informationen von Daniel Würzler, Kompogas AG, 25. Februar 2004

⁴⁸ und 65-100 kWel BHKW

In der Schweiz haben sich in der Landwirtschaft sogenannte *Kompakt-Biogasanlagen* durchgesetzt. Die Verfahrenstechnik dieser Anlagen wurde in Deutschland entwickelt und wird in der Schweiz über das Ingenieurbüro Genesys GmbH in Frauenfeld vertrieben. Thomas Böhni, Energie&Umwelt GmbH, hat ein Selbstbauhandbuch entwickelt, das heute von der Genesys GmbH mit den einzelnen Komponenten der Kompakt-Biogasanlage an die Landwirte geliefert wird. Nach Auskunft von Genesys Geschäftsführer Ruch werden zur Zeit neue Informationsmaterialien erarbeitet und an die Landwirte abgegeben. Die Vorteile der Kompaktanlagen bestehen in der *kompakten* und *platzsparenden* Bauweise und ihrer geringen Bauzeit (drei Monate). Durch die Kompaktbauweise können diese Anlagen 30% bis 40% billiger als frühere in der Schweiz verwendete Systeme gebaut werden (Böhni o.J.). Gegenüber der schlüsselfertigen Installation der Biogasanlage können Landwirte durch bauliche Eigenleistung eine rund zehnpromtente Kosteneinsparung erzielen (Zweifel o.J.). Der Preis für eine Standard Kompakt-Biogasanlage⁴⁹ liegt heute zwischen 400'000 CHF und 500'000 CHF, für eine Regio Kompakt-Biogasanlage⁵⁰ entsprechend höher bei 550'000 CHF bis 700'000 CHF. Kompakt-Biogasanlagen eignen sich für Betriebe mit mehr als 50 Grossvieheinheiten (GVE) und zusätzlicher Vergärung betriebsfremder Grünabfälle^{51, 52}.

5.2.2 Kostendegression bei grossen Anlagen

Die *gewerblich-industriellen Kompogas-Anlagen* haben in den letzten zehn Jahren ebenfalls eine erhebliche Kostendegression erfahren. Kostete eine Kompogasanlage (10'000 Jahrestonnen) zu Beginn der Anwendung dieses Anlagentyps noch um die 12 Mio. CHF, so müssen Anlagenbetreiber heute mit 4 bis 6 Mio. CHF für Anlagen dieser Grössenordnung Anlage rechnen.⁵³ Dank der neuen Kompakt-Bauweise im Modulsystem ist die Serienproduktion von Kompogas-Anlagen⁵⁴ möglich. Diese und systemische Änderungen der Technik führen voraussichtlich zu einer weiteren Kostensenkung bis zu 15%.⁵⁵

Die Investitionskosten weisen generell eine Degression auf, d.h. dass mit zunehmender Anlagengrösse die spezifischen Kosten (Kosten pro Kubikmeter Gärgut) sinken, weil ein *Teil der Kosten weitgehend grössenunabhängig* entsteht (z.B. Planung, Netzanschlusskosten) und insbesondere das Verhältnis Bauhülle/Fermentervolumen günstiger wird (Kuhn, Döhler 1995). Die Realisierung von *Gemeinschaftsanlagen* von mehreren Landwirten ist eine Möglichkeit zur Ausnutzung der Kostendegression bei grösseren Biogasanlagen (Ahrens/Weiland 2003).⁵⁶ Zu beachten sind allerdings länderspezifische Vorgaben des Baurechts,

⁴⁹ 400m³ mit 65-100kWel BHKW

⁵⁰ 400m³ mit 65-100kWel BHKW und Kompostierung

⁵¹ Mindestens ein Drittel des Gärguts sollten betriebsfremde Abfälle sein (Böhni 2002).

⁵² Es werden drei Kompaktanlagentypen unterschieden. Der Typ „Norm“ ist für die Verwertung von Gülle/Mist und einfach Co-Substraten wie Rüstabfälle und Abfälle aus der Lebensmittelindustrie geeignet. Der Typ „Gastro“ ist auf die Verwertung von Gülle, Mist und Gastroabfällen, für die eine Hygienisierungsstufe vorgelagert ist, ausgelegt. Der Typ „Regio“ ist für die Verwertung von Gülle und Mist sowie Grünabfälle aus den Gemeinden konzipiert. (Zweifel o.J.)

⁵³ Auskunft von Daniel Würzler, Kompogas AG, 18. Februar 2004

⁵⁴ Die Module umfassen ein Fermentervolumen von 5'000 t.

⁵⁵ Persönliche Information von Daniel Würzler, Kompogas AG, 25. Februar 2004

⁵⁶ Zur Organisation grosser Gemeinschaftsanlagen am Beispiel norddeutscher Biogaskraftwerke siehe Schrum 2001 und Umbach-Daniel 2002a.

(Genehmigungsaufgaben), die den grössenbedingten Kostenvorteil wieder zunichte machen können (Matthias 2003). Hinzu kommen hohe Transport- und Logistikkosten (Umbach-Daniel 2002a).

In der Schweiz existieren erst wenige Gemeinschaftsanlagen. Allerdings zeichnet sich in der Schweiz ein neuer Trend hin zu Hofgemeinschaften und Gemeinschaftsanlagen ab.⁵⁷

5.2.3 Kosten aufgrund gesetzlicher Vorschriften

Kosten entstehen für die Bauherren auch aufgrund diverser gesetzlicher Bestimmungen. Diese werden allerdings in keiner publizierten Kostenrechnung von Biogasanlagen explizit ausgewiesen. Expertenaussagen ist zu entnehmen, dass bei den *gewerblich-industriellen* Kompogas-Anlagen hauptsächlich die *Umweltverträglichkeitsprüfungen* (UVP)⁵⁸ ein stark kostenverursachender Faktor sind. Sie kosten die Bauherrschaft 70'000 bis 100'000 CHF. Daneben fallen Kosten für Vorschriften für die Installation des BHKW und sonstige Auflagen an, so dass insgesamt mit zusätzlichen Kosten von bis zu 150'000 bis 200'000 CHF zu rechnen ist.⁵⁹

Für *landwirtschaftliche* Biogasanlagen existieren eine Reihe gesetzlicher Auflagen (z.B. Katalysatorstechnik, Vorkehrungen zur Minderung von Lärmemissionen etc.), die heute bereits serienmässig als technische Komponenten in die Investitionskosten eingehen. Die innerschweizer Kantone fordern darüber hinaus eine spezielle *Abdeckung der Endlager* für die ausgegorene Gülle. Diese Massnahme kostet den Landwirt ca. 20'000 CHF, was ungefähr 1/25 der Investitionssumme entspricht. Die Abdeckung von Güllelagern ist auch notwendig, wenn der Strom unter dem Label *'nature made'* verkauft werden soll.⁶⁰ Es wird erwartet, dass die Güllelagerabdeckung in Zukunft vom Staat als Standard verlangt werden wird.⁶¹

Ein seit 2003 standardmässig zu erstellender Umweltverträglichkeitsbericht (UVPV) kostet zusätzlich 2'000 CHF.

5.2.4 Teurer Netzanschluss

Nach Art. 2 der Energieverordnung (EnV) tragen die unabhängigen Stromproduzenten die *Kosten für die Erschliessungsleitungen* der Netzanbindung. Die Kosten betragen im Fall landwirtschaftlicher Biogasanlagen je nach Entfernung zur Trafostation 10'000 CHF bis 40'000 CHF.⁶² Damit stellen diese Kosten in vielen Fällen einen erheblichen Faktor dar. Sie liegen in etwa in der Höhe des deutschen Biogasmarktes, allerdings weit unter den dortigen Höchstkosten: Laut Matthias (2003) bewegen sich die Anschlusskosten in Deutschland zwischen einigen Tausend bis zu über 50'000 Euro (umgerechnet etwa 70'000 CHF).

⁵⁷ Angabe von Daniel Ruch, Genesys GmbH, 2. Februar 2004; vgl. Abschnitt 4.3.1

⁵⁸ Das UVPV schreibt ab einem Fermentervolumen 1000t eine Umweltverträglichkeitsprüfung vor.

⁵⁹ Information von Kompogas AG, 2. Februar 2004

⁶⁰ Information von Hans-Christian Angele, Leiter Informationsstelle Biomasse Deutschschweiz, vom 19. März 2004

⁶¹ vgl. Fussnote 60

⁶² Erfahrungswert; persönliche Auskunft von Daniel Ruch, Genesys GmbH, 19. Februar 2004

5.3 Hemmnisse und Förderfaktoren auf der Ertragsseite

Die Nettogasproduktion ergibt sich aus der *Bruttogasproduktion* abzüglich der für den Betrieb der Anlage erforderlichen *Prozessenergie* (Beheizen des Fermenters etc.) und wird bestimmt durch die Temperatur des Gärgutes, die Gasausbeute sowie die Qualität der Fermenterwärmedämmung.⁶³ Die Gasausbeute, die Qualität des Gases (Methangehalt) und der Wirkungsgrad der Kraft-Wärme-Kopplung bestimmen die gewonnene Energiemenge (vgl. Dederer 2003; Matthias 2003). Die Gasausbeute wiederum hängt von der Art und Menge des Gärsubstrates ab (Tierart und -anzahl, Kofermentate).

5.3.1 Ungenügende Wärmeverwertung

Von grosser Bedeutung ist der *Energienutzungsgrad* einer Biogasanlage. Ein Grundproblem identifizieren Kuhn/Döhler (1995) und Dissemmond et al. (1993) in der ungenügenden Verwertung der Wärmeenergie, insbesondere in den Sommermonaten (*Wärmeüberschuss*). Mittels Blockheizkraftwerken (BHKW) lässt sich mindestens der Stromertrag dauernd nutzen. Bei der Umwandlung von Biogas in Elektrizität entstehen im BHKW jedoch *zwei Drittel Wärmeenergie* neben *einem Drittel elektrischer Energie* (Matthias 2003). Die Wärme kann am ehesten genutzt werden, wenn ein Standort für die Biogasanlage in der *Nähe von Siedlungszentren* bzw. im Fall von gewerblich-industriellen Biogasanlagen in einem Gewerbegebiet gewählt wird (vgl. Kirschbaum/Ludley 1995; Umbach-Daniel 2002a). Nach Auskunft der Kompogas AG wird heute erst die Wärmeenergie von einer Kompogas-Anlage (Rümlang, Kt. ZH) genutzt. Die Wärme wird für den Betrieb eines Lackierwerks genutzt. Die Nutzung der Wärme z.B. in Nahwärmenetzen wird weniger durch die Frage der Kosten zur Erstellung bzw. den Anschluss an Nahwärmenetze bestimmt. Das Hauptproblem stellt die *Konkurrenz zu bestehenden Heizungssystemen* dar, wie z.B. zu Öl-Öfen.⁶⁴

5.3.2 Förderprogramme und Einspeisevergütungen

Einige Staaten, wie z.B. Deutschland, versuchen mittels ihrer finanzpolitischen Instrumente die Biogastechnik zu puschen (vgl. Dederer 2003). Grundsätzlich lässt sich zwischen drei verschiedenen Strategien für finanzielle Anreize zum Ausbau der Biogastechnik (und anderer erneuerbarer Energien) unterscheiden:

- 1 *Finanzielle Förderprogramme*, die Bauherren Investitionszuschüsse oder auch zinslose Darlehen gewähren
- 2 *Staatliche Regulierungen*, die die Vergütung des von den unabhängigen Biogasproduzenten eingespeisten Stroms vorschreiben
- 3 *Allgemeine Abgaben und Steuern* auf fossile Brenn- und Treibstoffe bzw. Steuervergünstigungen für Brenn- und Treibstoffe aus erneuerbaren Energien

⁶³ Die Nettogasproduktion beträgt ca. 70 bis 80 % der Bruttogasproduktion (Kuhn, Döhler 1995).

⁶⁴ Aussage persönliches Gespräch, Daniel Würigler, Kompogas AG, 18. Februar 2004.

Finanzielle Unterstützung durch Bund und Kantone

Gruber et al. (1996) analysieren die Bedingungen für den erfolgreichen Ausbau („Biogas Boom“) der Biogastechnik in der Bundesrepublik seit Anfang der 90er Jahre. Die Autoren machen in erster Linie die veränderten politischen Rahmenbedingungen aufgrund des Treibhausgasproblematik verantwortlich (vgl. auch Umbach 2000 für Dänemark, Raven 2004 für die Niederlande). Die Regierungen von Bund und Ländern initiierten Förderprogramme für erneuerbare Energien.

Im Rahmen von EnergieSchweiz hat das Bundesamt für Energie (BFE), wie bereits in Abschnitt 4.4.1 erwähnt, P&D-Projekte mit einem Investitionszuschuss von bis zu 40% der nichtamortisierbaren Mehrkosten bzw. maximal 48'000 CHF pro Anlage gefördert. Das BFE verfolgte die Strategie, über die ganze Schweiz verteilt 15 Demonstrationsanlagen zu errichten und zu betreiben. Dieser Ansatz wird von Experten als richtig und auch als wichtig für die Verbreitung von Biogasanlagen empfunden (vgl. Spicher 2002: 46ff.). Infolge der Reduktion von EnergieSchweiz stehen dem BFE in naher Zukunft keine weiteren Mittel zur finanziellen Förderung von P&D-Anlagen mehr zur Verfügung. Hingegen besteht für Landwirt/innen neu die Möglichkeit, im Rahmen der revidierten Strukturverbesserungsverordnung (SVV, Art. 44, Abs.1d) finanzielle Unterstützungsleistungen in einer Höhe bis zu 40% der Erstellungskosten der Biogasanlage zu erhalten.⁶⁵

Die *Kantone*, die laut EnergieSchweiz für die Förderung der erneuerbaren Energien zuständig sind, fördern bis auf den Thurgau und Schaffhausen keine Biogasanlagen. Der Schwerpunkt ihrer Fördermassnahmen liegt im Gebäudebereich und im Bereich Biomasse bei der Holzenergienutzung (Spicher 2002: 48).⁶⁶ Der Kanton Thurgau gewährt Bauherren seit dem 1. Januar 2002 einen Investitionszuschuss von 30.000 CHF, was ca. 20 Prozent der Investitionskosten entspricht (Umbach-Daniel 2002b). Auch der Kanton Schaffhausen gewährt Landwirten 30'000 CHF Investitionszuschuss.⁶⁷ Dagegen vergeben einige Landwirtschaftskassen zinslose Darlehen an Bauern im Rahmen ihrer Strukturverbesserungsprogramme.⁶⁸

Ökostrom und Einspeisevergütung

Ein weiterer wesentlicher Faktor, der die Rentabilität einer Biogasanlage beeinflusst, ist der *Energievergleichspreis* (Kuhn, Döhler 1995), da das produzierte Biogas mit konventionellen Energieträgern konkurriert. Die Prognose *der Preisentwicklung* auf dem Elektrizitäts- und Wärmemarkt ist jedoch *unsicher*, zumal angesichts der fortschreitenden Liberalisierung innerhalb der EU-Länder und der unsicheren Weltwirtschaftslage.

Einspeisevergütungen für aus erneuerbaren Energiequellen erzeugten Strom garantieren den Produzenten Mindestpreise für Ökostrom und machen Biogasanlagen wirtschaftlich rentabel. Insbesondere in Deutschland stellt das dort im April

⁶⁵ Informationen und Unterlagen, Samuel Brunner, Bundesamt für Landwirtschaft, Sektion Hochbau, Start- und Betriebshilfe, 15. März 2004

⁶⁶ Die Kantone erhalten nach Art. 15 Energiegesetz (1999) jährlich Globalbeiträge für eigene Programme zur Förderung von Massnahmen zur sparsamen und rationellen Energienutzung sowie zur Nutzung von erneuerbaren Energien und Abwärme.

⁶⁷ vgl. Homepage der Genesys GmbH: <http://www.genesys-gmbh.ch>

⁶⁸ Auskunft von Daniel Ruch, Genesys GmbH, 2. Februar 2004

2000 in Kraft getretene *Erneuerbare-Energien-Gesetz*⁶⁹ (EEG) die *Grundlage der Wirtschaftlichkeit von Biogasanlagen* dar (Dederer 2003, Kaltschmitt et al. 2003) und hat für einen regelrechten Boom der Biogastechnologie gesorgt (Gruber et al. 1996). Das EEG garantiert den Betreibern von Anlagen zur Nutzung erneuerbarer Energien über 20 Jahre feste Abnahmetarife für ihren grünen Strom (BMW 2002).

In der Schweiz verpflichtet der Gesetzgeber im Energiegesetz von 1998⁷⁰ (Art. 7) die Elektrizitätswerke zur *Abnahme des dezentral erzeugten Stromes* von unabhängigen Produzenten, sofern dieser *aus erneuerbaren Quellen* stammt. Das Bundesamt für Energie (BFE) empfiehlt darüber hinaus eine mittlere *Mindestvergütung (Jahresmittelpreis) von 15 Rappen je kWh* eingespeiste elektrische Energie (BFE 2003).⁷¹ Diese Empfehlung wurde durch bundesgerichtliche Entscheide bestätigt und erhielt damit quasi gesetzlichen Charakter. Im Juni 2008 läuft die Empfehlung aus. Experten gehen jedoch davon aus, dass die Vergütung von Strom aus Biomasse weiterhin mindestens in dieser Größenordnung vergütet wird.⁷² Dennoch führt die Ungewissheit über die zukünftige Vergütungsstruktur und -höhe zu erhöhter Planungsunsicherheit bei potenziellen Anlagenbetreibern.

Die empfohlene und realisierte Einspeisevergütung von *15 Rp./kWh* wird von Biogasexperten als noch *zu gering* angesehen. Landwirtschaftliche Biogasanlagen lassen sich nach Expertenmeinung derzeit nur durch Co-Vergärung wirtschaftlich betreiben. Landwirte haben jedoch über eine Beteiligung an der *Genossenschaft Ökostrom Schweiz* die Möglichkeit, einen zusätzlichen Öko-Bonus für ihren grünen Strom zu erzielen. Die von Thomas Böhni, Energie&Umwelt GmbH, gegründete *Ökostrom-Genossenschaft Schweiz*, ein Zusammenschluss von zur Zeit 15 landwirtschaftlichen Biogasstrom-Produzenten, verkauft den Biostrom für *20 bis 35 Rappen* an interessierte EW und Industriekunden. EW verzichten hierbei per Vertrag auf den ökologischen Mehrwert des Biogasstroms. Die Landwirte erhalten *24 Rp/kWh*⁷³, unter der Voraussetzung, dass die gesamte Strommenge verkauft werden konnte (Böhni 2002; Bach 2001). Dies ist ein beachtlicher Mehrwert, der die *Lukrativität* der Biogasanlagen in der Schweiz entscheidend *erhöht*.^{74 75} Der Strom wird dabei unter dem deutschen *TÜV-Label „TÜV 1303“* vermarktet.^{76 77}

⁶⁹ Zu den Zielen und Bestimmungen des Gesetzes für den Vorrang Erneuerbarer Energien (BMW 2002; kurz: Erneuerbare-Energien-Gesetz EEG) siehe Rettenberger 2002. Das EEG steht derzeit kurz vor der Revision (vgl. z.B. Köpke 2004).

⁷⁰ Stand: 19. Januar 1999; vgl. auch Energieverordnung (EnV), Art. 2., vom 7. Dezember 1998

⁷¹ Nach Energieverordnung (EnV), Art. 12, ist das Bundesamt für Energie angehalten, Vollzugshilfen bzw. Empfehlungen u.a. für die Berechnung und die Festlegung der Vergütung der von unabhängigen Produzenten abgegebenen Energie zu erarbeiten.

⁷² Persönliche Angabe von Romina Salerno, Sektion Energieversorgung, Bundesamt für Energie: Bei der zu erarbeitenden ELWO, der neuen Elektrizitätswirtschaftsordnung wird man eher darauf achten, dass die Anliegen ökologisch orientierter Kreise der Schweiz verstärkt Berücksichtigung finden, d.h. dass man auch die Förderung der erneuerbaren Energien eher stärken denn schwächen wird (auch persönliche Einschätzung von Bruno Guggisberg und Lukas Gutzwiller, Bundesamt für Energie). Genaue Angaben sind im derzeitigen Stadium der Erarbeitung der ELWO noch nicht möglich.

⁷³ Diese 24 Rappen beinhalten die 15 Rappen vom BFE empfohlene Einspeisevergütung plus einen ökologischen Mehrwert von 9 Rappen.

⁷⁴ Durch den Stromverkauf lassen sich die Investitionskosten landwirtschaftlicher Biogasanlagen in 10 bis 15 Jahren amortisieren (EnergieSchweiz 2001)

⁷⁵ Das Bundesamt für Energie (BFE) hat die Startphase der Ökostrom-Genossenschaft finanziell unterstützt.

Jedes landwirtschaftliche Mitglied zahlt eine einmalige Genossenschaftseinlage von 500 CHF und braucht sich um die Vermarktung seines Stromes nicht mehr zu kümmern. Kunden der Genossenschaft sind neben Haushalten auch Gewerbe- und Industriebetriebe, Gemeinden, Kirchen, Genossenschaften sowie EW's (Axpo). Letztere sind mit einem Anteil von 74 Prozent Hauptbezügler des Genossenschaftsstroms. Sie zahlen entsprechend ihren grösseren Abnahmemengen einen verringerten Aufschlag für

Der Strom von *Kompogas-Anlagen* wird grösstenteils (ca. zwei Drittel) unter dem schweizerischen *naturemade star-Label* vertrieben. Die Kompogas AG als Hauptaktionär von fünf der derzeit bestehenden sieben Kompogas-Anlagen verkauft den Strom an die Axpo und die Rätia Energie⁷⁸ für einen ökologischen Mehrwert von 5 bis 10 Rappen.

Der Vertrieb des Biostroms erweist sich für die übrigen Betreiber als mühsam, da sich einige kleinere Elektrizitätswerke (EW) weigern, den Landwirten mehr als die vom Bund geforderten 15 Rappen zu bezahlen. Auch die Ökostrom-Genossenschaft hat keine langjährigen Verträge mit Stromversorgern abschliessen können. Die Situation könnte sich für die EW allerdings im Zuge der laufenden Änderung des *Energiegesetzes* und der *Energieverordnung* ändern. Denn in das Energiegesetz wurde eine *neue Bestimmung* aufgenommen, nach der die *Mehrkosten* für die Übernahme von Strom von unabhängigen Produzenten mit einem Zuschlag auf die Übertragungskosten der Hochspannungsnetze finanziert werden (EnG Art. 7 Abs. 7). Die Verordnung wird zur Zeit ausgearbeitet und soll per 1.1.2005 in Kraft gesetzt werden.⁷⁹

Eine höhere Einspeisevergütung würde nach Ansicht der Experten den Landwirten das *aufwendige Geschäft* mit der Co-Vergärung ersparen. Nach Auskunft des BFE ist es möglich, dass im Rahmen der ELWO (Elektrizitätswirtschaftsordnung) die Vergütung für Biostrom umfassend neu geregelt wird. Dies würde nach Ansicht der Experten das notwendige Vertrauen und die Planungssicherheit für Biogas-Interessenten schaffen.⁸⁰

Für *Kompogas-Anlagen* spielt der Erlös aus dem *Stromverkauf eine geringere Rolle* als für landwirtschaftliche Biogasanlagen. Kompogas-Anlagen werden zu ca. 75% über den Erlös aus der Gründgutverwertung finanziert und entsprechend nur zu 25% über den Stromverkauf.⁸¹ Bei *landwirtschaftlichen Anlagen* ist das Verhältnis sehr *unterschiedlich*. Ungefähr 50% der Anlagen finanzieren sich zu 20% durch die Entsorgungsgebühren. Bei den übrigen 50% streut das Verhältnis von Stro-

den Bio-Strom (10 Rappen) während der normale Haushaltskunde einen Aufschlag auf seinen Strompreis von 15 Rappen pro kWh Strom zahlt. Die Vermarktung des Ökostroms bewertet Böhni als erfolgreich: Der Vermarktungsanteil konnte von 30 Prozent im Jahre 2000 auf 80 Prozent im Jahre 2001 gesteigert werden. Nach Angaben von Daniel Ruch, Genesys GmbH, wurde der Strom im Jahr 2003 zu 100% verkauft.

⁷⁶ Ein glaubwürdiges und in weiten Kreisen akzeptiertes Öko-Strom Label sieht Wüstenhagen et al. (2003) als wichtig an, soll der Übergang von einem Nischenmarkt für Öko-Strom zum Hauptmarkt für Stromprodukte gelingen.

⁷⁷ Die Ökostrom-Genossenschaft Schweiz bevorzugt das TÜV-Label, da eine Zertifizierung *nach naturemade star* (Schweiz) den Preis für den Ökostrom um einige Rappen verteuern würde und die Kunden der Genossenschaft derzeit angeblich (noch) nicht bereit sind, den Strom zu höheren Preisen aufzukaufen.

⁷⁸ Die Rätia Energie verkauft den Strom wiederum an die COOP AG, die sie ihren Kunden in ihrem Warensortiment anbietet. - Persönliche Auskunft Kompogas AG, 25. Februar 2004

⁷⁹ Persönliche Information Bruno Guggisberg/Lukas Gutzwiller, BFE, 10. Februar 2004; vgl. auch „<http://www.energie-schweiz.ch/internet/03023/index.html>“ zur Umsetzung des neuen Kernenergiegesetzes

⁸⁰ Auch Romina Salerno, Sektion Energieversorgung, Bundesamt für Energie, meint, dass man bei der zu erarbeitenden ELWO, der neuen Elektrizitätswirtschaftsordnung, die Anliegen ökologisch orientierter Kreise der Schweiz berücksichtigen wird. Es ist auch denkbar, dass die bestehenden Regelungen nicht tangiert werden. Neuerungen wären dann als Ergänzungen zu sehen. Es kann jedoch davon ausgegangen werden, dass die Position der erneuerbaren Energien im Vergleich zur heutigen nicht geschwächt wird. Genaue Angaben sind im derzeitigen Stadium der Erarbeitung der ELWO noch nicht möglich. (Persönliche Information, Februar 2004)

⁸¹ Bei reiner Gaseinspeisung beträgt das Verhältnis aufgrund schlechterer Vergütungssätze 20% (Erlös aus Gaseinspeisung) zu 80%.

merlös und Erlös aus den Entsorgungsgebühren sehr stark. Die Entsorgungsgebühren machen hier einen Anteil von 0% bis zu 100% aus.

Direkte Nutzung des Biogases

Eine lukrative Verwertung ist mit dem neuen Trend in Aussicht gestellt, bei dem das erzeugte *Biogas direkt ins Gasnetz eingespeist* wird⁸². Die Verwertung von Biogas mit Brennstoffzellen steckt dagegen noch in den Kinderschuhen, wird aber als Option für die Zukunft beschrieben (Ahrens/Weiland 2003). Im Jahr 2003 haben die schweizerische Gaswirtschaft, vertreten durch die Tochtergesellschaft des Verbands der Schweizerischen Gasindustrie (VSG), Gasmobil AG, und die im Verband Biomasse Schweiz organisierten Biogasproduzenten eine *Rahmenvereinbarung für die Abnahme des erzeugten Biogases durch die Gaswirtschaft* ins Erdgasnetz sowie die Vergütung des Biogases getroffen. Das zu Erdgasqualität aufbereitete Biogas soll in das schweizerische Gasleitungsnetz eingespeist und in erster Linie für den Betrieb von Gasfahrzeugen eingesetzt werden.⁸³ Mit Inkrafttreten der Vereinbarung zahlt die Gasindustrie den Biogaserzeugern 7.5 Rp./kWh eingespeistes Biogas. Dies erachtet die Kompogas AG als gleichwertige Option zum garantierten Abnahmepreis für Ökostrom für 15 Rp./kWh. *Voraussetzung* ist aber *die Reduktion der Mineralölsteuer auf Gastreibstoffe*. In der Zeit zwischen der Überweisung eines parlamentarischen Entscheides (Motion 02.3382⁸⁴), der eine Reduktion der Mineralölsteuer gemäss der Vereinbarung fordert, bis zum Inkrafttreten einer entsprechenden Revision des Mineralölsteuergesetzes beträgt der Richtpreis 5 Rp./kWh.⁸⁵ Die entsprechende Motion wurde überwiesen und ist zur Zeit in Umsetzung. Die Inkraftsetzung der Änderung ist gemäss OZD für den 1.1.2007 vorgesehen.

Die Gaseinspeisung ist für landwirtschaftliche Anlagen nach Ansicht der Genesys GmbH eher ungeeignet, da sowohl der Anschluss ans Gasnetz wie auch die Gasaufbereitung für den einzelnen Landwirt zu teuer sind. Sollte sich der Trend zu grösseren Gemeinschaftsanlagen verstärken, wird die Option Gaseinspeisung aber auch für landwirtschaftliche Anlagen interessanter.⁸⁶

5.3.3 Steuern und Abgaben

Ein Haupthindernis für die erneuerbaren Energien sehen viele Experten in den vergleichsweise niedrigen Preisen für Elektrizität, Brenn- und Treibstoffe aus fossilen Energieträgern. Eine weitere Möglichkeit, um hier gleich lange Spiesse für alle Energiequellen zu schaffen sind entsprechende Steuern und Abgaben, die die externen Kosten der fossilen Energieträger, wie z.B. die Klimabeeinträchtigung aufgrund von CO₂-Emissionen, berücksichtigen.

⁸² Zu den Möglichkeiten und Entwicklungen im Bereich der direkten Gaseinspeisung siehe Zellmann 2003.

⁸³ Laut Rahmenvereinbarung (2003) sollen Unternehmen der Gasindustrie „zu Erdgas aufbereitetes Biogas aus schweizerischer Herkunft im Umfang von mindestens 10% des jährlich in der Schweiz als Treibstoff abgesetzten Erdgases zum Richtpreis von 7.5Rp./kWh“ übernehmen.

⁸⁴ Motion 02.3382: „Haushaltneutrale Verbilligung von Gastreibstoffen zwecks Minderung des CO₂-Ausstosses“

⁸⁵ Bislang erhielten Biogasproduzenten 2.5 Rp./kWh (persönliche Information Kompogas AG, 2. Februar 2004).

⁸⁶ Persönliches Gespräch Daniel Ruch, Genesys GmbH, 2. Februar 2004

Mit dem CO₂-Gesetz von 1999 hat der Bund eine Grundlage für die Erhebung einer CO₂-Abgabe auf fossile Energieträger ab dem Jahr 2004 geschaffen (Art. 3 und 6ff. CO₂-Gesetz). Bei den herrschenden politischen Verhältnissen ist es allerdings unklar, ob und wann der Bundesrat die Einführung der CO₂-Abgabe beschliesst und welche Höhe das Parlament für die Abgabebesätze festlegt (vgl. Art. 7, CO₂-Gesetz).

5.3.4 Entsorgungserlöse

Eine weitere Möglichkeit, Einkommen aus dem Betrieb von Biogasanlagen zu erzielen, ist die Annahme und Mitvergärung (*Kofermentation*) von *Reststoffen* aus landwirtschaftlichen Betrieben, aus Gemeinden sowie aus der lebensmittelverarbeitenden Industrie. Die Erlöse aus der Reststoffentsorgung hängen allerdings stark von der Art der Reststoffe und den regionalen Entsorgungspreisen ab.

Durch die Realisierung zusätzlicher Co-Vergärungsanlagen tritt in letzter Zeit das Problem der Verknappung externer Reststoffe auf (Matthias 2003; Umbach-Daniel 2002a), so dass - wie für Deutschland bekannt - immer geringere Preise gezahlt werden bzw. in einigen Fällen bereits Reststoffe zugekauft werden müssen. Dadurch, dass sich sowohl landwirtschaftliche wie auch gewerblich-industrielle Biogasanlagen vermehrt im Grossraum Zürich und in der Ostschweiz konzentrieren, konkurrieren sie zunehmend um die biogenen Abfallstoffe.

Grosses Potenzial in Schweiz

In der Schweiz besteht jedoch *generell noch ein grosses Potenzial für die Co-Vergärung organischer Abfallstoffe* aus den Kehrricht- und Grüngutsammlungen der Städte und Gemeinden. Angele (2002) gibt an, dass heute erst 12% des separat eingesammelten Grüngutes in gewerblich-industriellen Biogasanlagen vergoren werden. Ausserdem könnten die rund 25% Siedlungsabfälle biogenen Ursprungs, die heute in den Kehrrichtverbrennungsanlagen (KVA) verbrannt werden, vergoren werden. Rechnet man alle organischen Abfälle zusammen, könnten pro Jahr 1 bis 1.5 Mio t Biomasse in Biogasanlagen energetisch verwertet werden. Das ergäbe ca. 220 GWh Strom (ausreichend für ca. 40'000 Haushalte) und 330 GWh Wärme (ausreichend für Heizbedarf von 18'000 Haushalten) – oder Treibstoff für mehr als 1 Mia. Autokilometer (Angele 2002 u. 2003). Wie eine repräsentative Haushaltsbefragung in der Schweiz (Davatz 2001) ergab, trennen schon heute knapp 80% der Befragten Garten- und/oder Küchenabfälle vom übrigen Abfall. 83% der Befragten würden ihren Abfall (auch) in Zukunft getrennt sammeln, wenn eine entsprechende Separatsammlung bestünde.

Co-Vergärung unentbehrlich für Wirtschaftlichkeit der Anlagen

Landwirtschaftliche Biogasanlagen sind laut Expertenmeinung *ohne Co-Vergärung nicht wirtschaftlich* (Dederer 2003). Dies bestätigt Hans Engeli vom Planungsbüro Engeli Engineering für die Schweiz (Zweifel o.J.; Umbach-Daniel 2002b). Der Trend geht bei landwirtschaftlichen Biogasanlagen auch eindeutig in Richtung Co-Vergärung. Die Mehrzahl der in Planung befindlichen Biogasanlagen von Genesys entsprechen dem Typus Regio-Anlagen, die die Vergärung von Kofermentaten aus den jeweiligen Regionen fest einplanen.⁸⁷ Auch für Kompogas-Anlagen spielt der

⁸⁷ Angabe von Daniel Ruch, Genesys GmbH, 2. Februar 2004

Erlös aus der Grüngutverwertung die entscheidende Rolle bezüglich deren Wirtschaftlichkeit (vgl. z.B. Abschnitt 5.1.3).

Bedenken der Landwirte

Umbach-Daniel (2002a) warnt jedoch, dass die *Kofermentation* industrieller und gewerblicher Abfälle ein *hohes wirtschaftliches Risiko* für eine Biogasanlage birgt und daher nur unter Abwägung von Analysen des Abfallmarktes vorgenommen werden sollte. Die Kofermentation von nachwachsenden Rohstoffen, die von an einer Biogasanlage beteiligten Landwirten stammen, sind darüber hinaus der Vergärung von Abfall- und Reststoffen vorzuziehen, da sie von Landwirten eher akzeptiert werden. *Landwirte haben Bedenken*, fremde Kofermentate als Gärsubstrat auf ihre Felder auszubringen. Für den wirtschaftlichen Betrieb einer Biogasanlage ist es weiterhin entscheidend den „*optimalen Standort*“ zu finden, der niedrige Transport- und Logistikkosten für den Gülletransport und Abfallstoffe bzw. nachwachsende Rohstoffe und ein Wärme- und ein Stromnutzungskonzept vereint. Hier hilft der Einsatz eines erfahrenen Ingenieurbüros.

Konkurrenz um biogene Abfallstoffe: Kompostierung - KVA - Vergärung

Ein weiteres Problem stellt sich insbesondere für gewerblich-industrielle Anlagen: *Kehrichtverbrennungsanlagen* (KVA) haben nach Ansicht der befragten Biogasexperten wenig Interesse daran, ein Viertel ihrer Abfallstoffe - dieser Anteil ist wie erwähnt biogenen Ursprungs - an Externe abzugeben. KVA und gewerblich-industrielle Biogasanlagen konkurrieren um die Gunst der Gemeinden und um deren biogene Abfallstoffe.⁸⁸ *Es liegt an den jeweiligen Gemeinden*, ob sie ihre Abfälle getrennt sammeln und z.B. das Grüngut an eine KVA, eine Kompostieranlage oder an eine Biogasanlage liefern. Hier wäre zu untersuchen, was Gemeinden davon abhält, biogene Abfallstoffe vermehrt energetisch⁸⁹ und stofflich zu verwerten. Experten vermuten einerseits *personelle Verflechtungen* mit KVA. In einer deutschen Studie postulieren Kirschbaum/Ludley (1995), dass sich viele Kommunen und Landkreise bei der Verwertung von Biomasse in der Vergangenheit ausschliesslich auf die Kompostierung orientiert haben (vgl. auch Große 1996). Für die Schweiz trifft dies aufgrund der *Technischen Verordnung über Abfälle (TVA)* zu, die seit rund zehn Jahren eine *Trennung von Grüngut und Restmüll* verlangt (vgl. auch Spicher 2002: 55). Wo immer möglich soll Grüngut bzw. kompostierbare Abfälle dezentral (in Garten, Hof oder Quartier) kompostiert werden, um so Stoffkreisläufe zu schliessen (Spicher a.a.O.; Art. 7 TVA). Erst in zweiter Linie ist die getrennte Sammlung und Verwertung von kompostierbaren Abfällen anzustreben. Ausserdem wurden in vielen Gemeinden *Kompostverantwortliche* ausgebildet. Gemeinden, die schon lange die Kompostierung propagieren, und auch entsprechende Kompostberater finanzieren, zeigen angesichts der investierten Finanzmittel daher Resistenz gegenüber Biogasanlagen.

Nach Angaben des BFE soll die TVA revidiert werden. Die revidierte TVA wird jedoch frühestens im Jahr 2006 in Kraft treten.⁹⁰ Das Energiegesetz des Kantons

⁸⁸ vgl. zu dieser Problematik auch Spicher 2002: 57f.

⁸⁹ Durch die Verbrennung in KVA werden organische Abfallstoffe zwar auch energetisch verwertet, allerdings ist dies angesichts von deren hohem Wassergehalt nicht die geeignetste Verwertungsoption.

⁹⁰ Auskunft von Bruno Guggisberg, Biomasse (ohne Holz), BFE, 10. Februar 2004; nach Auskunft von Hans-Christian Angele, Leiter der Informationsstelle Biomasse der Deutschschweiz (vom 19. März 2004), soll die Revision jedoch nach Angaben des BUWAL erst wesentlich später stattfinden

Zürich (Art. 12a) geht hier einen Schritt voraus und priorisiert bereits heute die energetische Nutzung von Biomasse gegenüber der dezentralen Kompostierung.

Andererseits berichtet die Kompogas AG, dass es in den letzten Jahren zu einer graduellen Annäherung zwischen Kompostierunternehmen und der Kompogas AG gekommen ist. Diese manifestiert sich vor allem in der personellen Vertretung eines Kompogas Mitarbeiters im Verband Kompostierwerke Schweiz VKS. Gemeinsam arbeitet man an einer Qualitätssicherung für den Kompost, der bei beiden Verfahren entsteht. Ausserdem nutzen Kompostierunternehmen selbst *Vergärungsanlagen als zusätzliche Option* oder steigen sogar ganz auf die Vergärungstechnik um. Dennoch besteht nach Angaben der Kompogas AG *nach wie vor eine Konkurrenz-situation* zwischen den beiden Verwertungsoptionen.

Hemmnisse seitens der Gemeinden

Zudem besteht das psychologische Hemmnis, dass Gemeinden bei einem Strategiewechsel von der Kompostierung zur Vergärung in einen gewissen *Erklärungsbedarf gegenüber der Bevölkerung* geraten. Von Experten wird weiterhin angeführt, dass Gemeinden üblicherweise die Vergärung als das gegenüber KVA und Kompostierung *teurere Verfahren* einschätzen.⁹¹ Dies sei eine *Fehleinschätzung* und beruhe auf einem grossen Informationsdefizit der Gemeinden bzw. einer *Kostenintransparenz* auf dem Entsorgungsmarkt. Die Kompogas AG rechnet vor, dass eine Gemeinde für die Entsorgung von einer Tonne Grüngut in einer Kompogas-Anlage 130 CHF an den Betreiber zahlt. Eine KVA dagegen verlange 250 bis 300 CHF pro Tonne.⁹² Gegenüber der Kompostierung sei die Vergärung leicht teurer. Nach Angaben der Informationsstelle Biomasse Deutschschweiz liegen die Preise für eine Tonne hier bei 80 bis 120 CHF.⁹³ Es sei jedoch zu bedenken, dass durch die Verwertung der biogenen Abfallstoffe *KVA-Gebühren eingespart* werden könnten und auch *unliebsame Begleiterscheinungen* der Kompostierung wie z.B. Feldrandkompostierung und Geruchsbildung könnten *vermieden* werden. Zudem bietet die Kompogas AG Service und übernimmt mit eigenen Sammelwagen Transport und Logistik der Grüngutabfälle. Andererseits ist die Position der Kompostierer nach wie vor sehr stark bei den Gemeinden, so bieten Kompostierunternehmen auch heute noch Kurse für Gemeinden an (Spicher 2002: 56).

⁹¹ vgl. Befragung von Spicher (2002: 62ff.)

⁹² Persönliche Information Kompogas AG, 2. Februar 2004

⁹³ Auskunft von Hans-Christian Angele, Informationsstelle Biomasse Deutschschweiz, 4. Februar 2004

6. Übersicht über das Innovationssystem Biogastechnik der Schweiz

Eine Innovation wie die Biogastechnik entsteht und verbreitet sich nur über die Strukturen des Marktes zwischen ihren Herstellern und Anwendern. Eine Reihe von weiteren Akteuren und Institutionen sind an der Erforschung und Entwicklung der Biogastechnik, an der Vermarktung und am Diffusionsprozess beteiligt. Die vorliegende Studie beabsichtigt daher, einen Überblick über die derzeitige *Akteursstruktur des Schweizerischen Biogasmarktes* und weiterer ihn *beeinflussender Akteure* zu geben. Als Akteure werden im Folgenden sowohl Einzelpersonen als auch Institutionen (Unternehmen, Verbände, Parteien, Bundesämter etc.) verstanden.

Man bezeichnet den Gesamtzusammenhang der hier beteiligten Akteure und ihre Beziehungen zueinander als *Innovationssystem* (Kuhlmann 1999).⁹⁴ Zu den Akteuren des Innovationssystems gehören neben den Departementen, Ämtern und Verwaltungsstellen und anderen politischen Institutionen (*politisch-administratives System*), den Interessenvertretungen wie Parteien und Verbänden sowie den landwirtschaftlichen Schulen und Forschungseinrichtungen (*intermediäres System*) und den *Akteuren des Marktes* (Hersteller, Planungsbüros und Anwender) auch die *formellen und informellen Beziehungen (Netzwerke)* dieser Akteure und Institutionen. Als weiterer zu erwähnender Akteur im Bereich der erneuerbaren Energien tritt in jüngster Zeit zunehmend - meist vermittelt durch den ebenfalls relevanten Akteur *Medien* - die (kritische) *Öffentlichkeit* in Erscheinung.

Bei einer Darstellung der sozialen und kulturellen Rahmenbedingungen für die Verbreitung von Biogasanlagen in der Schweiz müssen die Interessen, Aktivitäten bzw. Strategien all dieser Akteure beachtet werden. Denn diese gestalten die Rahmenbedingungen technischer Innovationen, z.B. durch die Verbreitung von Informationen und durch die Schaffung von Fördermöglichkeiten sowie politischen Leitbildern, die je nach der Ausgestaltung dieser Prozesse hinderlich oder förderlich auf die Verbreitung der technischen Innovation wirken. Die meisten wichtigen Biogas-Akteure wurden bereits in den vorangegangenen Kapiteln erwähnt bzw. ihre Interessen und Handlungen ausführlich diskutiert. Neben den Akteuren gehören auch deren Beziehungen zueinander zum Innovationssystem. Diese *Beziehungen* können *formeller* bzw. *institutionalisierter* oder *informeller* Art sein. Sie können auf *Kooperation* und/oder auf *Konkurrenz* beruhen oder auch neutral sein. Auch diese Beziehungen waren zum Teil bereits Gegenstand der vorgängigen Kapitel.

Im folgenden wird die *derzeitige Akteursstruktur* der schweizerischen „Biogasszene“ nochmals explizit auf der Basis von Literatur- und Dokumentenrecherchen sowie Experteninterviews dargestellt, es werden Besonderheiten dieser Akteursstruktur aufgezeigt und bezüglich der Verbreitung von Biogasanlagen in der Schweiz diskutiert. Dieser Überblick dient vor allem als weitere Grundlage für die Erstellung des Detailkonzepts einer potenziellen Hauptstudie, indem er die einzu-

⁹⁴ In der genauen Definition umfasst ein Innovationssystem nach Kuhlmann (1999) "die 'Kulturlandschaft' all jener Institutionen, die wissenschaftlich forschen, Wissen akkumulieren und vermitteln, die Arbeitskräfte ausbilden, die Technologie entwickeln, die innovative Produkte und Verfahren hervorbringen sowie verbreiten; hierzu gehören auch einschlägige regulative Regimes (Standards, Normen, Recht) sowie die staatlichen Investitionen in entsprechende Infrastrukturen".

beziehenden Akteure als Experten und vor allem als Forschungsobjekte ausweist. Es erscheint aufgrund des bisherigen Wissenstandes interessant, die Akteursstruktur der Biogasszene selbst zum Gegenstand der Forschung zu machen. Die Vorstudie kann von ihrem Anspruch her und angesichts des limitierten zeitlichen und finanziellen Rahmens nur einen Überblick über das Akteursnetz geben. Die Akteure werden kurz porträtiert und ihre wesentlichen Charakteristika sowie ihre Einstellungen, Handlungen und Handlungsspielräume bezüglich der Verbreitung der Biogastechnik nochmals dargestellt. Die Auflistung der Akteure ist nicht abschliessend.

Die *Abbildung 3 und 4* zeigen in vereinfachter, schematischer Form die verschiedenen Akteursgruppen im Biogasbereich sowie deren Beziehungen und gegenseitige Abhängigkeiten und Einflussmöglichkeiten. *Abbildung 5* enthält eine Gesamtübersicht über die Akteure der drei oben besprochenen Sub-Systeme (politisch-administratives System, intermediäres System, Marktsystem) des Innovationssystems landwirtschaftlicher und gewerblich-industrieller Biogastechnik, sowie deren Beziehungen⁹⁵ untereinander.

⁹⁵ Aus Gründen der Übersichtlichkeit und lückenhafter Kenntnisse werden nur die wichtigsten bekannten Beziehungen (nach Intensivität) dargestellt.

Abbildung 3: Schema Akteure landwirtschaftliche Biogasanlagen

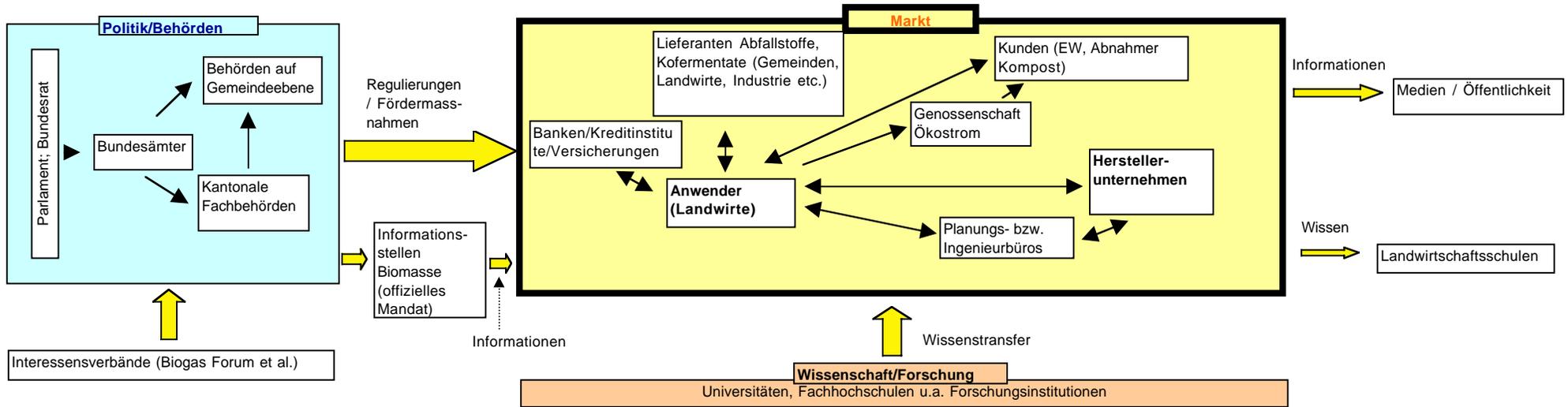


Abbildung 4: Schema Akteure gewerblich-industrielle Biogasanlagen

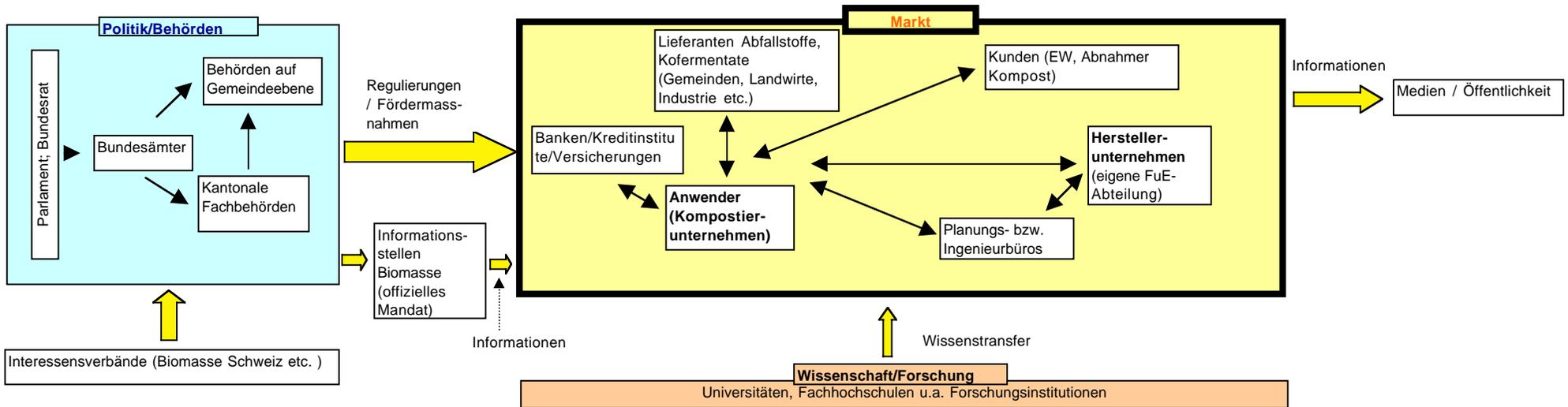
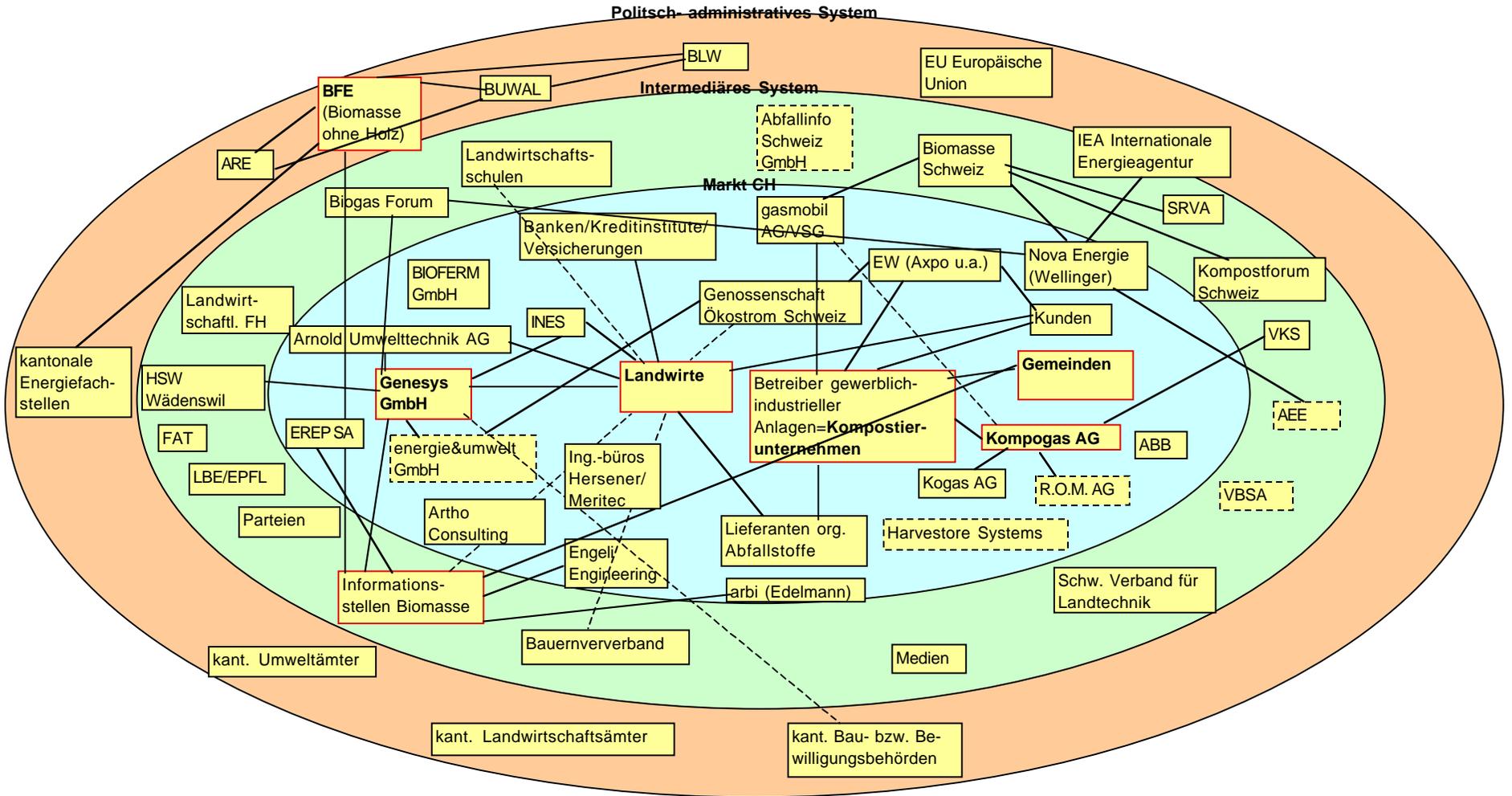


Abbildung 5: Innovationssystem landwirtschaftliche und gewerblich-industrielle Biogastechnik der Schweiz



Legende:

- institutionalisierte Zusammenarbeit
- - - steht in Beziehung zu
- ▭ Akteur
- ▭ (rot) Key-Player
- ▭ (gestrichelt) ehemals aktiver Akteur bzw. Akteur mit schwachem Einfluss

Quelle: Rütter + Partner

Im Folgenden werden die in Abbildung 5 dargestellten Akteure kurz porträtiert. Dabei wird insbesondere ihre Position gegenüber anderen Akteuren sowie ihre Einflusskraft geschildert.

6.2 Akteure des Biogasmarktes

Anlagenhersteller und Planungsbüros – landwirtschaftliche Biogasanlagen

Die Angebotsstruktur für landwirtschaftliche Biogastechnik ist in der Schweiz sehr homogen und entspricht seit Ende der 90er Jahre des letzten Jahrhunderts faktisch einer *Monopolstruktur*. Seitdem vertreibt das Ingenieurbüro **Genesys GmbH**, Frauenfeld, in Zusammenarbeit mit dem Partnerunternehmen **Energie&Umwelt GmbH**, Frauenfeld, sogenannte Biogas-Kompaktanlagen in der Schweiz. Vor gut eineinhalb Jahren hat die Energie&Umwelt GmbH ihre Biogasabteilung komplett an Genesys übertragen und sich selbst aus dem Biogasmarkt zurückgezogen.⁹⁶

Die Genesys GmbH (im Folgenden kurz *Genesys*) expandiert derzeit. Genesys bearbeitet den gesamten Schweizer Markt mit Ausnahme von Bern und Bernbiet. Hier besteht eine enge Kooperation mit dem Ingenieurbüro **INES**, Bern. Bruno Liesch, INES, wird von Genesys als Projektleiter für die Realisierung von Biogasanlagen in diesen Regionen eingesetzt. Ein Schwerpunkt der Marktbearbeitung von Genesys liegt eindeutig im Kanton Zürich und in der Ostschweiz, in der das Unternehmen selbst situiert ist sowie im Kanton Luzern. In Luzern arbeitet Genesys mit der **Arnold AG Umwelttechnik**, Schachen, in ähnlicher Weise wie mit INES zusammen. Das Konzept und die Technik für die Kompaktbiogasanlagen stammt ursprünglich aus Deutschland, wobei sich aufgrund des komplexen Weiterentwicklungsprozesses der eigentliche Erfinder des Konzepts nicht ausmachen lässt. Thomas Böhni von Energie&Umwelt GmbH hat das Konzept erworben, und den Vertrieb der Anlagen in der Schweiz zusammen mit einem Selbstbauhandbuch eingeleitet.

Die Genesys GmbH ist ein Unternehmen im Bereich erneuerbarer Energiesysteme zur Nutzung von Biomasse, Sonnen- und Windenergie. Der Schwerpunkt liegt bei der Planung, Bau, Inbetriebnahme und Service sowie FuE von Biogasanlagen. Genesys bietet seinen Kunden *drei Versionen* des Grundtyps Kompaktbiogasanlage an: *Standard Kompakt-Biogasanlagen* zur Verwertung von Gülle/Mist und einfachen, hygienisch unbedenklichen Co-Substraten, *Regio Kompakt-Biogasanlagen* zur Verwertung von Gülle/Mist und Grünabfällen aus den Gemeinden sowie *Gastro Kompakt-Biogasanlagen* zur Verwertung von Gülle/Mist und Gastroabfällen. Genesys bietet neben der Lieferung und bedarfsweiser Montage sämtlicher Anlagenteile (schlüsselfertige Lieferung) auch diverse Dienstleistungs- und Service-Module an. Für das Dienstleistungspaket „Elektriker Paket“ beauftragt Genesys eine kooperierende Elektroinstallationsfirma.⁹⁷ Genesys arbeitet in der Biotechnologieforschung (Erforschung neuer Substrate für die Vergärung) eng mit der **Hochschule Wädenswil HSW** zusammen. Kontakte bestehen auch zu einigen landwirtschaftlichen Schulen und Hochschulen. Während Genesys hierbei an Landwirtschaftsschulen Informationen abgibt, besteht ein fachlicher Austausch mit Fachhochschulen.

⁹⁶ Die Energie&Umwelt GmbH betreibt unter der Leitung von Thomas Böhni die Ökostromgenossenschaft weiter; der Schwerpunkt der GmbH liegt heute im Bereich Solartechnik.

⁹⁷ Vgl. Homepage der Genesys GmbH: <http://www.genesys-gmbh.ch>

Die Marktbearbeitung durch Genesys war bislang passiv, Interessenten aus der Landwirtschaft sind aus eigenem Antrieb auf das Unternehmen zugegangen. In jüngster Zeit hat Genesys eine *aktive Rolle* bei der Gewinnung neuer Kunden eingenommen, z.B. durch die Schaltung von Inseraten in landwirtschaftlichen und regionalen Zeitschriften⁹⁸ sowie durch gemeinsame Veranstaltungen mit der **Informationsstelle Biomasse Deutschschweiz**, Zollikon.

Die **inländische Konkurrenz** von Genesys ist sehr klein. Es gibt einige Rührwerke- und Fermenterhersteller, bzw. Planungsbüros, die mit ausländischer Technik arbeiten. Laut Daniel Ruch, Geschäftsführer der Genesys GmbH, bevorzugen Schweizer Landwirte jedoch Biogasanlagen aus einem Guss bzw. von einem Herstellerbetrieb und eine ‚schweizerische Lösung‘. Ein weiterer Schweizer Hersteller ist **Harvestore Systems**, Hünenberg - Anlagebau und -vertretung, Silobau –, der sich nach Auskunft der Informationsstelle Biomasse Deutschschweiz für den Biogasmarkt interessiert, bislang jedoch wenig Aktivität in diesem Bereich zeigt. **Ausländische Konkurrenz** z.B. vom boomenden deutschen Biogasmarkt ist für Genesys laut Ruch nicht vorhanden, da der Schweizer Markt für deutsche Unternehmen zu klein sei, und in Deutschland generell aufgrund des derzeit in Revision befindlichen Erneuerbare-Energien-Gesetzes vor einem neuen Auftragsboom steht, der die Kapazitäten der Unternehmen ausreizen wird. In der Westschweiz (Kanton Waadt) ist jedoch zur Zeit eine Biogananlage des deutschen Unternehmens **BIOFERM GmbH**, Waldmünchen in Planung.⁹⁹

Die Genesys GmbH ist Mitglied im **Biogas Forum** (vgl. unten).

Anlagenhersteller und -planer – gewerblich-industrielle Biogasanlagen

Die **Kompogas AG**, Glattbrugg wurde von Walter Schmid, Geschäftsführer der W. Schmid AG gegründet. Walter Schmid hat das Kompogas-Verfahren erfunden und zur Marktreife entwickelt. Er gilt als Pionier ersten Ranges der schweizerischen Biogasszene, der hohe Investitionen und ein hohes Risiko für die Entwicklung des Kompogas-Verfahrens in Kauf genommen hat. Ende der 80er Jahre wurde die erste Kompogasanlage zur Vergärung von festen biogenen Abfallstoffen in Betrieb genommen, Heute hat sich das Verfahren weltweit durchgesetzt. Kompogas stellt die Biogasanlagen aus lizenzierten Komponenten von Schweizer Herstellern zusammen. Neu werden die Kompogasanlagen als modulare Systeme eingesetzt, die zudem in Serienfertigung hergestellt werden. Betreiber von Kompogas-Anlagen sind Kompostier-Unternehmen, die Kompogas-Anlagen entweder als Ergänzung zur Kompostieranlage betreiben oder ihren Betrieb ganz auf Abfallvergärung umgestellt haben. Kompogas hat im Bereich Forschung ehemals mit der Firma Bühler zusammengearbeitet. Heute unterhält die Kompogas AG mit ihrem Tochterunternehmen **Kogas AG**, Uzwil, eine eigene F&E-Abteilung. Die Kompogas AG ist im Vorstand des **Verbands Kompost- und Vergärwerke Schweiz (VKS)** vertreten. Politisches Lobbying betreibt die Kompogas AG hauptsächlich über den VKS sowie bilateral mit Einzelpersonen, insbesondere mit Vertretern aus der Politik sowie auch mit **der Gasindustrie** (VSG, gasmobil). Grundsätzlich nutzt Walter Schmid persönliche Kontakte zu Politik und Verwaltung, um die Interessen der Kompogas zu vertreten. Für den Vertrieb des erzeugten Biogases arbeitet Kompogas eng mit allen einzelnen *Gasgesellschaften* sowie auch – im Fall der Rahmenvereinbarung

⁹⁸ „Grüne“ und „Bauernzeitung“ – Auskunft von Daniel Ruch, Genesys, Februar 2004

⁹⁹ Auskunft von Yves Membrez, Centre d'information biomasse, Aclens, 16. Februar 2004

über die Gaseinspeisung – mit dem Dachverband der *Schweizer Gasindustrie* VGS und dessen Tochtergesellschaft *gasmobil* zusammen.

Auch Kompogas hat - ähnlich wie Genesys im landwirtschaftlichen Bereich - kaum Konkurrenten. Kompogas hat den Konkurrenten **R.O.M. AG**, Hersteller und Betreiber von kombinierten Kompostier- und Gäranlagen, aufgekauft. **2B AG**, Hersteller und Betreiber der Schaffhauser Bioraffinerie zur Verarbeitung von Gras zu Energie, Fasern und Protein Erbauer ist Konkurs gegangen.

Heute existieren *sieben* Kompogasanlagen in der Schweiz, drei weitere sind in Planung und werden in den Jahren 2004 bzw. 2005 in Betrieb gehen. Es handelt sich im Einzelnen um die Anlagen in Rümlang (ZH, seit 1989 in Betrieb, Erweiterung 1992), Bachenbülach (ZH, seit 1994 in Betrieb, Erweiterung 2003), Samstagen (ZH, seit 1995 in Betrieb), Otelfingen (ZH, seit 1996 in Betrieb), Niederuzwil (SG, seit 1998 in Betrieb), Volketswil (ZH, seit 2000 in Betrieb), Oetwil (ZH, seit 2001 in Betrieb), Lenzburg (AG, in Projektphase, in Betriebnahme Nov. 2004), Jona/Rapperswil/Rüti (SG, in Planung, in Betriebnahme 2004), Dietikon (ZH, in Planung, Inbetriebnahme 2005). Kompogas ist ähnlich wie Genesys schwerpunktmässig im Kanton Zürich sowie in der Ostschweiz engagiert.

Linde BRV Biowaste, Böle, Planung, Beratung, Anlagenbau und -vertretung, Hersteller grosser Biogasanlagen, ist nur im Ausland aktiv, **ABB Schweiz** stellt gewerblich-industrielle Anlagen zur Vergärung von Schlachthofabfällen her. Eine entsprechende Anlage ist im Kanton Thurgau geplant. Ausländische Hersteller von Biogastechnik haben nach Information von Hans-Christian Angele¹⁰⁰ generell eher wenig Interesse am Schweizer Markt.

Die Kompogas AG favorisiert für die Zukunft die direkte Nutzung des Biogases bzw. die Gaseinspeisung als Verwertungsverfahren. Hierfür hat sich Kompogas gemeinsam mit dem Verband **Biomasse Schweiz** um ein Rahmenabkommen mit der Schweizer Gasindustrie bemüht. Die Autoimporteure der Schweiz stehen laut Kompogas AG hinter der Idee, Biogas als Treibstoff für Automobile zu verwenden. Ein weiteres Ziel der Kompogas AG sind landwirtschaftlich adaptierbare Biogasanlagen, die in Serienproduktion hergestellt werden sollen.

Kommerzielle Beratungs- und Planungsbüros (ohne Anlagenherstellung)

Eine Reihe von privaten Beratungs- und Planungsbüros unterstützt Landwirte wie auch Hersteller und Politik im Bereich der Biogastechnik. Hierzu gehören u.a. **die Arbeitsgemeinschaft Bioenergie arbi** (Werner Edelmann),¹⁰¹ Maschwanden, die sich auf Forschung und Beratung im Bereich biotechnologischer Verwertung organischer Abfälle und Abwässer spezialisiert hat, die **Nova Energie** (Arthur Wellinger), Aadorf, die Beratung, Forschung und Entwicklung im Bereich erneuerbare Energien anbietet, **Engeli Engineeing** (Hans Engeli), Neerach, ein Spezialist für Verfahren zur Behandlung von Abfällen und Abwässern, **Artho Consulting** (Walter Artho), Richterswil, für Planung, Beratung, Anlagenbau und -vertretung und WKK, **EREP SA** (Yves Membrez), Acelins, ebenfalls Planung, Beratung, Anlagenbau und -vertretung (Feststoffreaktor, Rührkessel, Batch) sowie die **Ingenieurbüros Hersener** (Jean-Louis Hersener), Wiesendangen, und **Meritec** (Urs Meier),

¹⁰⁰ Interview, 19. März 2004

¹⁰¹ in Klammern werden die Namen der wesentlichen Protagonisten dieser Institutionen genannt

Guntershausen, mit Schwerpunkten in Forschung und Beratung im Bereich Landwirtschaft, Energie und Umwelt.¹⁰²

Sämtliche Büros führen auch *Forschungsaufträge* für den Bund (**BFE, BUWAL** u.a.) aus und sind zum Teil untereinander und vor allem mit den diversen landwirtschaftlichen und biogastechnologischen Forschungsinstitutionen verknüpft. **Yves Membrez**, EREP SA, Aclens, leitet darüber hinaus die Informationsstelle Biomasse der Westschweiz. **Arthur Wellinger**, Nova Energie, Aadorf, betreibt in seiner Funktion als Geschäftsführer von BiomasseSchweiz, des Biogas Forums und der Agentur für Erneuerbare Energien und Energieeffizienz (AEE) politisches Lobbying für die Biogastechnik. Er ist ausserdem Taskleader der Task 37 „Energy from Biogas and Landfill Gas“ des IA Bioenergy der Internationalen Energie Agentur (IEA).¹⁰³

Akteure Vermarktung und Verteilung von Ökostrom

Die **Genossenschaft Ökostrom-Schweiz**, Frauenfeld, ist ein Zusammenschluss von derzeit 15 **Biogasanlagenbetreibern aus der Landwirtschaft**. Diese Betreiber produzieren ca. 70% der gesamtschweizerischen Biogasproduktion aus der Landwirtschaft. Gegründet wurde die Genossenschaft von Thomas Böhni, mit dem Ziel, den Gewinn aus der Stromerzeugung aus Biogas für die Landwirte zu erhöhen. Die Genossenschaft kauft den *Umweltnutzen* von den Produzenten der Genossenschaft auf (die durchschnittliche Vergütung liegt bei 23 Rp./kWh) und vermarktet diesen, nicht aber den entsprechenden physikalischen Strom. EW verzichten hierbei per Vertrag auf den ökologischen Mehrwert des Biogasstroms. Der Stromkunde erhält daher weiterhin den Strom über das zuständige EW verrechnet, zusätzlich erhält er eine Rechnung über den Aufpreis von der Genossenschaft für eben diesen Mehrwert des Ökostroms (vgl. Homepage von Genesys 2004¹⁰⁴). Da die Genossenschaft seit dem Jahr 2003 eine Vollvermarktung verzeichnen kann, bereitet sie zur Zeit ein Werbekampagne zur Gewinnung von Neumitgliedern vor. Ein weiteres Ziel ist die Förderung des Baus von Neuanlagen. Die Ökostrom-Genossenschaft Schweiz bietet ihrer Kunden auch Energieberatung an.

Betreiber von Biogasanlagen

Betreiber von Biogasanlagen sind in erster Linie **Landwirte** (landwirtschaftliche Anlagen) sowie **Kompostierunternehmen** (gewerblich-industrielle Biogasanlagen).

Die Betreiber von Biogasanlagen stehen in Kontakt zu **Banken, Kreditinstituten** und **Versicherungen** und den **Lieferanten organischer Abfallstoffe**. Zu letzteren gehören Haushalte, Gemeinden, Gärtnereien, Landwirte, Restaurants / Hotellerie, Industrie / Gewerbe, Schlachthöfe und Abwasserreinigungsanlagen.

Die **Gemeinden** nehmen insofern einen *Sonderstatus* ein, als sie massgeblichen Einfluss auf die Realisierung von gewerblich-industriellen Biogasanlagen nehmen können. Die Gemeinden allein entscheiden, ob sie ihre Grüngutabfälle separat sammeln und ob sie diese per Vergärung oder Kompostierung verwerten lassen wollen. Kompostierunternehmen stellen zunächst die natürlichen Konkurrenten der Biogasanlagenbetreiber dar. Wie bereits in Abschnitt 5.4 ausgeführt, bestehen

¹⁰² Diese Auflistung ist selbstverständlich als *nicht abschliessend* zu verstehen.

¹⁰³ Auskunft von Bruno Guggisberg, BFE, Februar 2004.

¹⁰⁴ <http://www.genesys-gmbh.ch>

seitens der Gemeinden erstens ein grosses Informationsdefizit bezüglich der Biogastechnik und zweitens finanzielle und psychologische Hemmnisse nach der breiten Propagierung der Kompostierung auf die Vergärungstechnik umzusteigen. Zudem wurde in den Experteninterviews deutlich, **dass Betreiber von Kompostierungsanlagen** - eben aufgrund ihrer jahrelangen Bindung durch die Gemeinden – eine recht starke Stellung in den Gemeinden bis hin zur Meinungsführerschaft erworben haben.

Kunden und Abnehmer der Biogasprodukte

Kunden sind die Abnehmer des Ökostroms (**EW**), Wärmekunden (z.B. **Industrie- und Gewerbebetriebe**) und Treibstoffkunden (**Gasindustrie**). Die Abschnitte 5.3.2 und 5.2.4 diskutieren ausführlich die derzeit bestehenden Chancen und Restriktionen für die Abnahme des Biogases sowie des erzeugten Stromes und der Wärme. Hervorzuheben ist die aufgrund wirtschaftlicher Überlegungen restriktive Haltung einiger EW sowie der Elektrizitätsbranche und die eher aufgeschlossene Haltung der Gaswirtschaft, die sich von der Verwertung des Biogases als Treibstoff eine Verbesserung des Images von Gas erhofft.

6.3 Akteure des intermediären Systems

Interessensverbände

Im **Biogas Forum**, c/o Nova Energie, Aadorf, haben sich 1997 Forscher, Entwickler, Planer und Hersteller von Biogasanlagen und deren Komponenten sowie Anlagenbetreiber zusammengeschlossen. Das Forum versteht sich als Fachorganisation und erklärtes Ziel ist es, „der Gewinnung von erneuerbarem, energetisch hochwertigem Biogas den endgültigen Durchbruch zu verschaffen“ (Biogas Forum)¹⁰⁵. Das Forum fördert den Bau von Biogasanlagen für feste Abfälle aus Haushalt, Industrie und Landwirtschaft, wie auch die Co-Vergärung in der Landwirtschaft und in Kläranlagen. Die Mitglieder des Forums engagieren sich durch die *Information der Öffentlichkeit*, durch *politisches Lobbying* und durch die Verbesserung des *Informationsflusses* zwischen den von der Biogasgewinnung betroffenen Kreisen. Das Gewicht des Forums als politische Lobbyorganisation wird von Schweizer Experten jedoch als eher gering eingeschätzt. So sind Experten der Ansicht, dass das Forum zur Zeit lediglich orientierende Funktion hat, da es nur über geringe finanzielle Mittel verfügt (Mitgliederbeiträge).

Das Biogas Forum ist wiederum Mitglied von **Biomasse Schweiz**, c/o Nova Energie GmbH, Aadorf, dem Dachverband aller Produzenten und Anwender von Holzenergie, Biogas, Kompost und nachwachsenden Rohstoffen. Als Organisationen sind der Verband Holzenergie Schweiz, die Interessensgemeinschaft Biorohstoffe, die Groupement d'Experts Méthanisation Energie, das Kompostforum Schweiz, das Paul Scherer Institut - Abteilung allgemeine Energie, der Service romand de vulgarisation agricole, SRVA und der Schweizerischer Verband für Landtechnik, SVLT in Biomasse Schweiz vertreten. Biomasse Schweiz setzt sich für eine *angemessene Förderung der Biomasse* in Forschungs- und Umsetzungsprogrammen des Bundes und seine *Beachtung bei politischen Entscheidungen* ein. Der Ver-

¹⁰⁵ vgl. <http://www.biogas.ch/forum.htm>

band unterstützt die Rohstoffproduzenten, die Bioabfallverwerter, die Hersteller und Betreiber von Biomasse-Anlagen und Geräten in übergeordneten ökologischen und politischen Fragen und Belangen. Schliesslich will Biomasse Schweiz die *Synergien zwischen den verschiedenen Organisationen besser nutzen*, um die Biomasse-Anwendung zu steigern und die CO₂-Emissionen zu senken.¹⁰⁶ Wenn Biomasse Schweiz auch einige Erfolge für sich verbuchen kann (z.B. das Rahmenabkommen mit der Gasindustrie, vgl. Abschnitt 5.3.2), so umschreibt der Verband selbst seine Schwächen mit den ungenügenden Finanzmitteln und dem dadurch bedingten wenig aggressiven Auftreten am Markt.¹⁰⁷ Hans-Christian Angele, Informationsstelle Biomasse Deutschschweiz, weist darauf hin, dass es bislang noch nicht gelungen sei, den Verband Kompost- und Vergärwerke VKS in den Dachverband einzubinden, was als Schwäche beurteilt wird.

Die **Agentur für erneuerbare Energien und Energieeffizienz AEE**, Zürich, ist der Dachverband der Netzwerke für erneuerbare Energien und Energieeffizienz und verfolgt auf übergeordneter Ebene die gleichen Ziele für die Biogastechnik wie die Branchenverbände Biogas Forum und Biomasse Schweiz. Die AEE setzt sich gemäss ihrer Statuten für die Verbesserung der Rahmenbedingungen für die erneuerbaren Energien ein und ist im Rahmen eines Leistungsauftrages von EnergieSchweiz der Realisierung der Gesamtziele von EnergieSchweiz und insbesondere den im Sektor erneuerbare Energien gesetzten Zielen für das Jahr 2010 verpflichtet. Der Leistungsauftrag umfasst die Bereiche Marketing der erneuerbaren Energien, Aus-, Fort- und Weiterbildung, Zusammenarbeit mit dem Umfeld EnergieSchweiz sowie Umsetzung des CO₂-Gesetzes.

Das **Kompostforum Schweiz**, c/o Composto+, Suhr, wurde 1993 als Förderverband für die regionale Kompostierung gegründet. Es fördert die flächendeckende Verarbeitung biologisch abbaubarer Abfälle und versteht sich als Plattform für den Erfahrungsaustausch. Das Kompostforum ist Mitglied von Biomasse Schweiz. Im Jahr 2002 bildete sich die Fachgruppe Anlagen IGA mit dem Ziel, die grösstenteils bäuerlichen, bodenbewirtschaftenden Kompostierenden zu vernetzen, ihre Zusammenarbeit zu fördern und ihre Position im Markt zu stärken. Die IGA konstituierte sich am 19. März 2003 als eigenständiger Verein und ist als Arbeitsgruppe mit dem Kompostforum Schweiz verbunden. Sie fungiert als Interessensvertretung bei Behörden, Öffentlichkeit und Branchenbeteiligten. Das Kompostforum dürfte von seiner Zielsetzung her als Konkurrenz für Biogasanlagenbetreiber einzuschätzen sein. Die befragten Experten haben sich nicht über diesen Verband geäussert, so dass seine Rolle bezüglich der Verbreitung von Biogasanlagen vorerst unklar bleibt.

Bekannt ist, dass das Kompostforum eine eher bäuerliche Klientel vertritt, während der **Verband Kompost- und Vergärwerke Schweiz VKS**, c/o Advokatur Trachsel + Streit, Schönbühl-Urtenen, 36 mittlere bis grosse Kompostierwerke in der Schweiz repräsentiert. Der VKS will den Kompost als hochwertigen Bodenverbesserer auf dem Markt positionieren.¹⁰⁸ Zur Zeit ist er vor allem in den Bereichen Ausbildungs-Qualität-Kontrolle und Aufbau eines Inspektorats bzw. eines Kontrollsystems für Kantone zur Auszeichnung von Kompostierbetrieben engagiert. Die Kompogas AG ist aktives Mitglied des VKS und im VKS-Vorstand vertreten. Die beiden Organisationen VKS und Kompostforum konkurrenzieren sich gegenseitig,

¹⁰⁶ vgl. Homepage Biomasse Schweiz: <http://www.biomasse-schweiz.ch/verband/ziele.htm>

¹⁰⁷ vgl. <http://www.biomasse-schweiz.ch/verband/jahresbericht.htm>

¹⁰⁸ vgl. <http://www.vks-asic.ch/>

wie z.B. einem offenem Brief des Kompostforums an den VKS zu entnehmen ist.¹⁰⁹ Laut Kompogas ist es in den letzten Jahren zu einer Annäherung zwischen VKS und der Kompogas AG sowie anderen Biogasanlagenbetreibern gekommen. Dennoch besteht hier ein latentes bis offenes Konkurrenzverhältnis.

Der **Verband der Betriebsleiter und Betreiber Schweizerischer Abfallbehandlungsanlagen VBSA**, Bern, vertritt alle bekannten Abfallbehandlungsverfahren bzw. alle Abfallbehandlungsbetriebe, die sich mit Siedlungsabfällen beschäftigen. Der VBSA fordert u.a., Energie aus dem biogenen Anteil von brennbaren Abfällen als erneuerbar (in EnV) zu definieren und gemäss der Empfehlung des Bundesamtes für Energie (2003) mit 15 Rp./kWh zu vergüten. Der VBSA stellt mit seiner Haltung einen Konkurrenzverband für Biomasse Schweiz und das Biogas Forum dar. Der VBSA unterstützt gemeinsam mit ARV (Aushub-, Rückbau- und Recycling-Verband Schweiz) und BUWAL die Informationsdrehscheibe *Abfallinfo Schweiz GmbH*.

Der 1924 gegründete **Schweizerische Verband für Landtechnik SVLT**, Riniken, vertritt als Dachorganisation von 22 Sektionen die Interessen der Schweizer Landwirte in allen Fragen der Landtechnik. Schwerpunkte seiner Arbeit bilden der Strassenverkehr, wirtschaftliche und ökologische Fragen sowie rechtliche, technische und strukturelle Zusammenhänge in der Mechanisierung der Landwirtschaft.¹¹⁰ Es ist bekannt, dass sich der Verband für die Biogastechnik im landwirtschaftlichen Bereich interessiert.¹¹¹ Allerdings sind Art und Umfang des verbandlichen Engagements in diesem Bereich noch nicht bekannt.

Der **Schweizerische Bauernverband** setzt sich ein für den bäuerlichen Familienbetrieb, ein angemessenes Einkommen für die Bauern, günstige gesetzliche Rahmenbedingungen, eine sinnvolle Bodennutzung, die Erzeugung von Qualitätsprodukten, offen dargelegte Produktionsverfahren und Herkunftsbezeichnungen, den Schutz des Kulturlandes und die Schonung der Natur. Im Bereich der Biogasnutzung hat sich Verband bislang nicht hervorgetan.

Mandat Biomasse – Informationsstelle Biomasse

Im Rahmen des Programms EnergieSchweiz haben die Ernst Basler + Partner AG, Zollikon sowie EREP SA, Aclens, das Mandat erhalten jeweils für die Deutschschweiz und das Tessin bzw. für die Westschweiz eine Informationsstelle Biomasse einzurichten. Ziel ist die Förderung der Biomasse (ohne Holz) mittels indirekter Massnahmen, vor allem durch *Informationen* für alle relevanten Zielgruppen. Insbesondere werden für Gemeinden und für Landwirte Informationen und Entscheidungshilfen sowie spezielle Informationsveranstaltungen angeboten. Die Informationsstellen Biomasse arbeiten intensiv mit interessierten Unternehmen und Planungsbüros zusammen. Die Arbeit der Informationsstellen umfasst für das Jahr 2004 die folgenden Module und Zielsetzungen¹¹²:

- Markt/Netzwerk: Verbesserung der Rahmenbedingungen und konkrete Unterstützung von Projekten in der Planungs- und Bewilligungsphase

¹⁰⁹ vgl. <http://www.kompost.ch/> (Stand: 27. Oktober 2003)

¹¹⁰ vgl. http://www.agrartechnik.ch/seiten/defaultsets/d_portrait.htm

¹¹¹ Persönliche Auskunft eines Redaktors an einer Informationsveranstaltung des Projekts ‚Swiss Farmer Power‘, 2003

¹¹² vgl. Jahresplan von BiomassEnergie, Mandat Biomasse (ohne Holz), Februar 2004

- PR/Öffentlichkeitsarbeit: Steigerung des Informationsstandes bei allen Zielgruppen und Abbau von Vorurteilen
- Infostelle: Vertiefte Bearbeitung von Anfragen
- Ausbildung/Erfahrungsaustausch/Grundlagen (vgl. Jahresplan 2004)
- Gemeindeaktion BUWAL/BFE: Gemeinsame Aktion zur Information eines Grossteils der Schweizer Gemeinden (wurde bereits 2003 initiiert)
- Internet: Aktualisierung und Ausbau der Informations- und Distributionsdreh-scheibe
- Projektmanagement; Koordination mit dem Auftraggeber und wichtigen Akteu-ren von EnergieSchweiz.

Landwirtschaftsschulen

Wie oben erwähnt fordern landwirtschaftliche Ausbildungsinstitutionen vermehrt Informationsmaterial für die Lehre von den Informationsstellen Biomasse an. Aber auch Unternehmen wie die Genesys GmbH vermittelt Informationen für die Lehre an diesen Schulen. Laut Expertenauskunft ist die Biogastechnik noch nicht Bestandteil des ordentlichen Curriculums.

Universitäre und Fachhochschulen, Forschungsinstitutionen

Verschiedene Fachhochschul- und Hochschulinstitutionen forschen zu Themen im Bereich der Biogas- und Biomasseteknik. Die Genesys GmbH pflegt z.B. enge Kontakte mit der **HSW Wädenswil** (c/o Urs Baier), die für das Unternehmen Ver-suche für neue Gärsubstrate durchführen. Absolventen der HSW sind bei Genesys beschäftigt.¹¹³ Die **Eidg. Forschungsanstalt für Agrarwirtschaft und Agrartechnik FAT** in Tänikon forscht zu Themen wie Energieverbrauch, rationelle Energie-anwendung und Bioenergie in der Landwirtschaft sowie Flüssige Treibstoffe aus Biomasse. Die FAT ist innerhalb der Geschäftseinheit Landwirtschaftliche For-schung des Bundesamtes für Landwirtschaft das Kompetenzzentrum für Agrarökonomie und Agrartechnik. An der **EPFL** forscht das **Laboratoire de Bio-technologie Environnementale** zur Thematik.

6.4 Akteure des politischen Systems:

Die wesentlichen Akteure des politischen Systems im Biogas-Bereich sind die dem Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation unterstellten Bun-desämter, namentlich das **BFE**, das **BUWAL**, das **ARE** sowie das dem Volkswirt-schaftsdepartement unterstehende **BLW**. Abschnitt 4.4.2 hat bereits auf die unter-schiedlichen Interessenlagen der Bundesämter verwiesen. Auf Initiative des Bun-desamtes für Energie finden in jüngster Zeit Arbeitsgruppen und gemeinsame Projekte zwischen den Ämtern statt. Für die *Förderung von Biogasanlagen* ist in erster Linie das *Bundesamt für Energie* zuständig, dass seine Aktivitäten im Rah-men von EnergieSchweiz, dem Bundesförderprogramm für Energieeffizienz und erneuerbaren Energien, ausführt. Die Bundesämter pflegen über die Vergabe von Forshugs- und Beratungsaufträgen z.T. intensive Kontakte zu Forschungsinstitu-tionen und -unternehmen sowie Biogasexperten.

¹¹³ persönliche Informationen von Daniel Ruch, Genesys GmbH, 2. Februar 2004

Auf der kantonalen Ebene sind die **kantonalen Energiefachstellen**, die **kantonalen Landwirtschafts- und Umweltämter** und die **verfahrensleitenden kantonalen Behörden und Ämter**, insbesondere die **Raumplanungsämter**, für die Förderung und die Bewilligung von Biogasanlagen zuständig.¹¹⁴ Wie Abschnitt 5.3.2 im Detail erläutert, handhaben die kantonalen Behörden die Interpretation der Raumplanungs- und Umweltgesetzgebung sehr uneinheitlich und nur die Kantone Thurgau und Schaffhausen fördern landwirtschaftliche Biogasanlagen direkt.

¹¹⁴ Information von Hans-Christian Angele, Leiter Informationsstelle Biomasse Deutschschweiz, vom 19. März 2004

7. Zusammenfassung der Erkenntnisse

Kapitel 7 fasst die Erkenntnisse aus Forschung und Praxis (Kap. 4 bis 6) bezüglich hemmender und fördernder Faktoren der Biogastechnik zusammen. Dabei werden - gegliedert nach den vorangegangenen Kapiteln - zunächst allgemeine Erkenntnisse wiedergegeben. Es folgen Erkenntnisse zu Hemmnissen und Förderfaktoren. Abschliessend werden, sofern die Erkenntnisse nicht ausschliesslich aus der Schweiz stammen, jeweils bekannte Förderfaktoren und Restriktion für die Biogastechnik in der Schweiz zusammengefasst.

In Klammern ist jeweils festgehalten, ob eine Erkenntnis aus einer Studie (S) und / oder aus einem Experteninterview (E) stammt. Einige Erkenntnisse haben Auswirkungen auf mehrere Dimensionen (z.B. Soziales *und* Ökonomie), und können daher in mehr als einem Abschnitt genannt sein.

7.1 Soziale, politische und kulturelle Erkenntnisse

Allgemein

- Es lassen sich verschiedene *Anwender- bzw. Adoptertypen* unterscheiden, die eine Innovation unterschiedlich schnell übernehmen (S)
- *Innovatoren* (Landwirtschaft) sind Neuem gegenüber allgemein aufgeschlossen; sie zeichnen sich durch Mut, Beharrlichkeit und Geschick im Umgang mit Behörden aus; sie sind ininitiativ und agieren aktiv (S)
- Die Einbindung der Innovatoren in *Netzwerke* mit potenziellen Adoptoren und weiteren relevanten Akteuren ist entscheidend für die Verbreitung einer technischen Innovation (S)
- *Regionale Netzwerke* erleichtern die Realisierung von Innovationen (S)
- Der *soziale Status* der Innovatoren ist wichtig; Meinungsführer sorgen für die breite *Akzeptanz* der Technik (S)
- Potenzielle Anwender benötigen *ausreichende Informationen* über die Technik (inkl. evaluative Informationen) (S)
- Erfolgreiche Innovationen müssen *ökonomische und/oder andere Vorteile gegenüber konventionellen Techniken* besitzen, müssen einfach anwendbar, versteh- und teilbar sein, mit geringen Risiken einhergehen und mit den bestehenden Werten und Normen potenzieller Anwender übereinstimmen (S)
- Die *Motivation von Adoptoren* kann ökonomischer und/oder nicht-ökonomischer (ökologische und soziale Motive) Art sein (S)
- *Fachleute und Liefertanten* der Technik müssen den potenziellen Anwendern bekannt sein (S)
- *Vertrauen* ist eine zentrale Kategorie, weil Innovationsprozesse unter erhöhter *Unsicherheit* ablaufen; Vertrauen muss insbesondere zwischen Anwendern und Herstellern / Planern vorhanden sein (S)
- Vertrauen entsteht in einem *rekursiven* Prozess; insbesondere Reputation und informelle Kontakte führen zu einem Vertrauensaufbau (S)

- *Erfahrungen* aus der Bau- und Betriebsphase von Biogasanlagen haben eine *direkte Wirkung auf das Image der Innovation* und damit auf ihre weitere Verbreitung (S)
- Der *Verwendungszusammenhang* einer neuen Technik ist grundsätzlich mindestens teilweise strukturell offen; viele Akteure nehmen Einfluss auf seine Gestaltung (S)
- Zum Teil werden *bestehende Konzepte* von Biogasanlagen übernommen und auf neue Regionen angewandt (externe im Gegensatz zu internen Projekten) (S)
- Aufgrund der unterschiedlichen Interessen der beteiligten Akteure *können Konflikte* über die Gestaltung des Verwendungszusammenhangs entstehen; dies gilt vor allem für Gemeinschaftsanlagen (S)
- Akteure von Biogasprojekten müssen bereit sein, *konventionelle Ordnungen* zu verletzen und *Kompromisse* zu finden (S)
- *System builder vermitteln* zwischen den Akteuren, *führen* sie und leisten *Überzeugungsarbeit*; *change agents verhandeln* über die Realisierung der Biogasprojekte und vermitteln sie an die jeweilige soziale Gruppe, die sie im Planungsprozess vertreten (S)
- Neue technische Lösungen bzw. Innovationen entstehen im Rahmen von *semantischen Rahmenkonstruktionen*, die die an den Biogasprojekten beteiligten Akteure in ihrem Handeln leiten (S)
- Biogasanlagen als Innovationen müssen sich im *bestehenden Energiesystem* (technologisches Regime) erst durchsetzen; in *Nischen* können sie aufgebaut, getestet und marktreif gemacht werden; grundlegend ist ein stabiles, die Nische tragendes *Netzwerk* (S)
- *Grosse Biogasanlagen* können den *Widerstand* der regionalen Bevölkerung sowie von Umweltschutzverbänden hervorrufen. Hauptquellen des Widerstands sind die Standortbestimmung, die wahrgenommenen Risiken ihres Betriebs, sowie die negativen Effekte auf Ökologie, Gesundheit, subjektives Wohlbefinden und die Landschaft (S)

Hemmnisse

- *Konservative Haltung* von Landwirten gegenüber Innovationen (S)
- *Eigenleistung* und Arbeitszeit für Bau und Betrieb der Biogasanlage ist beträchtlich (S)
- *Informationsdefizite* bezüglich der Technik und der mit ihr verbundenen ökonomischen Implikationen bei Anwendern und ihrem relevanten Umfeld (S)
- Insbesondere fehlende Erfahrung bei den zuständigen Fachbehörden
- *Kulturell bedingte Abneigung* gegenüber landwirtschaftlichen Kooperativen und Genossenschaften (S)
- *Misstrauen* gegenüber ausserlandwirtschaftlichen Unternehmungen (S)
- Insbesondere kleinen Gemeinden *fehlen Fachleute* für umweltfreundliche Energietechniken (S)
- *Konkurrenz von Kompostierungs- und Biogasanlagen* um Grüngutabfälle von Gemeinden (S)
- *Fehlende Markttransparenz* (Hersteller, Planer) (S)
- *Schlechtes Image* (aufgrund mangelhafter Qualität in der Pionierphase) (S/E)

- *Restriktive (gesetzliche) Regelungen* in technologischen Regimen (Landwirtschaft, Umweltschutz), die eine positive Situation für die Biogastechnik im Energiesystem konterkarieren (S/E)
- *Diskontinuierliche Fördermassnahmen* (S)
- *Negative Erfahrungen* und *unzureichende Informationen* können den Widerstand der Bevölkerung gegen Biogasgrossanlagen hervorrufen (S)

Förderfaktoren

- Ein *hoher Ausbildungsstand* potenzieller Adoptoren (insb. Landwirtschaft) (S)
- Ein *breites Netzwerk* von Innovatoren und potenziellen Adoptoren sowie häufige Kontakte und Informationsaustausch (S)
- *Technisches Interesse* der Landwirte (S)
- *Vorbilder* (Landwirte, die Biogasanlagen betreiben) und Referenzanlagen (S)
- (Organisierte) *Farm walks* (S)
- Für Gemeinschaftsanlagen: faires *Preis-Leistungsverhältnis* für Rohgülle und Kofermentate etc., Qualitätskontrollen, *aktive Mitwirkung* von Landwirten an den Anlagen (S)
- Nutzung von *Strategien zur Überzeugung* von misstrauischen Akteuren; z.B. Lehrfahrten, Aufbau / Nutzung politischer Kontakte) (S)
- Für Gemeinschaftsanlagen: Herkunft eines *Protagonisten aus der Landwirtschaft* (Landwirt oder Maschinenring etc.) schafft Vertrauen und überzeugt Landwirte (S)
- Unterstützung durch ein *erfahrenes Planungsbüro* bei der Akquirierung von Fördermitteln und bei Genehmigungsverfahren (S)
- Enge Bindung (Verträge) bzw. *Einbindung artverwandter Strukturen* in Biogasprojekte (Abfallentsorger, EW etc.) (S)
- *Stabile Netzwerke* von Akteuren aus Politik, Wirtschaft und FuE verhelfen Innovationen zur Marktreife und verhelfen ihnen zum Durchbruch (S)
- Überhaupt ein *Interesse der Politik* an der Förderung der Verbreitung der Biogastechnik (äussert sich in konkreten Fördermassnahmen, unterstützenden Regulierungen und in der Schaffung einer innovationsfreundlichen Gesetzgebung)
- *Veränderungen* bzw. *Umbrüche* der *sozio-technischen Landschaft* (Ölpreissteigerung, politische Entscheidungen wg. der Klimaproblematik etc.) bringen oftmals neue, positive Situationen für innovative, umweltfreundliche Techniken mit sich (S)
- Konflikte um grosse Biogasanlagen können durch eine *aktive Information der regionalen Bevölkerung* vermieden werden (S)
- Der *Einbezug von Umweltorganisationen* in Gross-Projekte fördert das Vertrauen der regionalen Bevölkerung und wirkt Konflikten um Grossanlagen entgegen (S)
- *Partizipative Planungsprozesse* bzw. der Einbezug der Bevölkerung in den Planungs- und Standortfindungsprozess wirken Konflikten entgegen (S)
- Proponenten, die politische, im Hintergrund eines Biogasprojektes wirkende *Interessen ausbalancieren* (S)

- *Grossunternehmen* (mit guter sozialer Stellung bzw. gutem Ruf) geniessen gegenüber kleinen lokalen Gruppen mehr Akzeptanz und Vertrauen der Bevölkerung (S)
- Der *Lebensraum* wird *als gemeinschaftliches Anliegen* betrachtet; Erfahrung mit Aktivitäten zur qualitativen Verbesserung dieses Lebensraums in einer Region (S)

Erkenntnisse über die Schweizer Situation

Landwirtschaftliche Biogasanlagen

- *Skepsis* und Kritik der Landwirte sind *geringer* geworden (E)
- *Viele Projekte* in der Pipe-Line (E), viele Landwirte haben sich bereits über die Technik informiert (hauptsächlich über Fachmedien, Freunde und Kollegen und via Internet) (S)
- *Wissensdefizite der Landwirte* hemmen die Verbreitung der Technik (Nährbilanz, betriebliche Voraussetzungen, Kosten und Fördermöglichkeiten) (S)
- *Informationsdefizite* bestehen bei Bewilligungsbhörden, Verbänden, landwirtschaftlichen Schulen und Gemeinden (S)
- Landwirte fordern *Besichtigungsmöglichkeiten, öffentliche Fördermöglichkeiten, Kenntnisse zur Wirtschaftlichkeit* und zur *Beschaffung von Kofermentaten* (S)
- Regionale Konzentration von Biogasanlagen (E)
- *Trend zu Hofgemeinschaften* und *Gemeinschaftsanlagen* (E)
- Trend zu *regionalen Entsorgungskonzepten* unter Einbindung der Landwirtschaft bzw. landwirtschaftlicher Biogasanlagen (E)
- „*Nischenstrategie*“: Das Bundesamt für Energie strebte im Rahmen von EnergieSchweiz die finanzielle Förderung von 15 Biogasanlagen in unterschiedlichen Regionen der Schweiz an. Diese Anlagen sollten als Anschauungsobjekte dienen; die Strategie geht nach Expertenangaben auf (E)¹¹⁵
- Bisher *uneinheitliche politische Strategie* der von der Thematik betroffenen Bundesämter; in jüngster Zeit hat das BFE eine interdepartementale AG Biomasse aufgebaut, um diesem Missstand abzuhelpfen
- Die *Raumplanungsgesetzgebung* wirkt sich restriktiv auf landwirtschaftliche Biogasanlagen aus, da sie diese bei Kofermentation nicht als landwirtschaftlichen Betriebszweig anerkennt. Die Kantone legen das Raumplanungsgesetz unterschiedlich aus. Das Projekt von BFE und ARE prüft zur Zeit eine Vollzugshilfe als Massnahme.

Gewerblich-industrielle Biogasanlagen

- *Konkurrenz von Kompostierungs- und Biogasanlagen* um Grüngutabfälle von Gemeinden (E)
- *Gemeinden* sind *Keyplayer* (E)
- Gemeinden geben *Kompostierung aufgrund TVA (1990) Vorrang* gegenüber Biogastechnik; ausserdem ist die Langfristigkeit der Investitionen in grosstechnische Anlagen zu beachten (E)
- Insbesondere das BUWAL unterstützte bislang die *dezentrale Kompostierung* – zuungunsten der Biogastechnik

¹¹⁵ Angesichts der derzeitigen Budgetsituation des BFE können insgesamt nur elf der 15 Biogasanlagen gefördert werden (acht Anlagen sind bereits realisiert, drei Anlagen sind in Planung)

- Die Kompogas AG *wirbt* bei den Gemeinden und Kompostierungsunternehmen aktiv für die Biogastechnologie (Info-Center Otelfingen) (E)
- *regionale Konzentration* von Biogasanlagen (E)

7.2 Betriebswirtschaftliche Erkenntnisse

Allgemein

- Es liegen bereits viele *Wirtschaftlichkeitsberechnungen für landwirtschaftliche Biogasanlagen* vor, die jedoch zum Teil stark differenzieren – je nach Anlagentyp und regionalem und nationalem Standort. (S)
- Für *gewerblich-industrielle* Biogasanlagen wurden bislang *nur wenig* entsprechenden Daten publiziert. (E)
- Landwirtschaftliche Anlagen: *Biogas-Fermenter* und BHKW sind die grössten Posten der Investitionskostenrechnung, zu den Betriebskosten tragen hauptsächlich der *Wartungsaufwand* für die Anlagen und insbesondere die vom Landwirt einzusetzende Arbeitszeit bei. (S)
- Erträge erzielen *landwirtschaftliche Biogasanlagen* hauptsächlich über den *Stromverkauf*. Der Anteil des Erlöses aus der Entsorgung biogener Abfallstoffe liegt für die Hälfte der bestehenden Anlagen bei rund 20%, bei den übrigen Anlagen streut er stark zwischen 0% und bis zu 100%. (E)
- *Gewerblich-industrielle* Anlagen ‚leben‘ von der *Ensorgung*, die zu 75% bis 80% zum Anlagenertrag beiträgt; die restlichen 15% bis 20% stammen aus dem Strom- oder dem Gasverbrauch. (E)
- Die bei der Verstromung des Biogases anfallende *Wärmeenergie* wird heute noch *nicht in grossem Umfang genutzt*. (S/E)
- Einige *Staaten unterstützen* die Verbreitung der Biogastechnik z.T. durch *finanzielle Förderprogramme*, staatliche Regulierungen und vorgeschriebene *Einspeisevergütungen* sowie durch Abgaben und/oder Steuern auf fossile Brennstoffe bzw. auf die durch sie entstehenden Emissionen oder auch *Steuervergünstigungen* für erneuerbare Energien (S)
- Insbesondere *Einspeisevergütungen* tragen zur *Wirtschaftlichkeit* von Biogasanlagen bei. (S)
- In Zukunft wird auch die *direkte Gaseinspeisung* ins Erdgasnetz eine Option. (E); der Einsatz von Biogas in Brennstoffzellen wird noch erforscht (S)

Hemmnisse in der Schweiz

Landwirtschaftliche Biogasanlagen

- Landwirtschaftliche Biogasanlagen erfordern eine *Spezialanpassung* auf die jeweiligen Hofverhältnisse; dies führt zu hohen Erstellungskosten (E)
- *Gesetzliche Bestimmungen* erhöhen die Investitionskosten z.T. stark; In der Innerschweiz kostet die gesetzlich vorgeschriebene Massnahme der Endlagerabdeckung die Landwirte z.B. 20'000 CHF. Viele gesetzliche Vorschriften gehen heute als Standard-Komponenten in die Investitionskosten für Anlagenkomponenten ein (E)

- *Raumplanungsgesetzgebung*: z.T. erkennen Kantone Biogaserzeugung nicht als neuen landwirtschaftlichen Betriebszweig an; Vorschriften sind kantonal unterschiedlich und erschweren *Bewilligungsverfahren*, die betroffenen Bundesämter prüfen zur Zeit die Herausgabe von Vollzugsempfehlungen zur Raumplanungsgesetzgebung (E)
- P&D-Projekte wurden bislang vom Programm EnergieSchweiz unterstützt; diese *Subventionen fallen* nach der Reduktion des Programms *weg*; allerdings können Neuanlagen seit Januar 2004 im Rahmen der revidierten *Strukturverbesserungsverordnung* finanziell bezuschusst werden (E)
- Das *Förderangebot der Kantone* ist den meisten Landwirten *nicht bekannt* (S)
- *Vergütung für Strom* von 15 Rp./kWh ist nach Ansicht der Experten *zu gering*, macht Anlagen nicht wirtschaftlich. Eine kostendeckende Vergütung gibt es nicht (E)
- Empfehlung des Bundes zur Einspeisevergütung läuft im Jahr 2008 aus; Unklarheit über deren Fortschreibung erhöht *Planungsunsicherheit* für potenzielle Technikanwender
- Biogasanlagen sind *nur mit Ko-Vergärung wirtschaftlich* (E)
- Einige *EW wehren sich* noch immer, den aus Biogas produzierten *Strom* der unabhängigen Produzenten *abzunehmen* bzw. verlangen *hohe Anschlusspreise*; die Situation könnte sich durch die neue Kernenergieverordnung ändern, während derer Erarbeitung auch das Energiegesetz und die Energieverordnung angepasst werden (E)
- Die *Wärmeenergie* aus Biogas kann nur *unzureichend genutzt* werden (E)
- Eine *direkte Gaseinspeisung* ist für landwirtschaftliche Betriebe *zu teuer* (E)
- Landwirte haben z.T. *Bedenken gegenüber der Co-Vergärung* (S)
- *Landwirte* sind *unerfahren* mit neuem Betriebszweig Energieerzeugung und Entsorgung von Abfällen, müssen sich auf schwierigem Abfallmarkt erst zurecht finden (E)

Gewerblich-industrielle Biogasanlagen

- Die Investitionskosten erhöhen sich erheblich durch die gesetzlich vorgeschriebenen *UVP* und weitere *gesetzliche Vorschriften* (E)
- Die *Wärmeenergie* aus Biogas kann wegen der *Konkurrenz bestehender Heizsysteme* nur bei einer Anlage genutzt werden (E)
- *Gemeinden bevorzugen* - wegen Informationsmangel/mangelnder Kostentransparenz einerseits, aber andererseits auch wegen dem psychologischen Hemmnis, dass sie jahrelang aufgrund der TVA die Kompostierung propagiert haben, die Abgabe ihrer biogenen Abfallstoffe an *Kompostierungsanlagen*; z.T. wird Grüngut auch in KVA entsorgt (E)
- Bei Kompostierunternehmen ist die *Langfristigkeit des Investitions- und Abschreibungshorizonts von Investitionen* in Kompostieranlagen zu beachten (E)

Beide Anlagentypen

- *Konkurrenz* um (und Verknappung der) *biogene Abfallstoffe* zwischen Biogas-, Kompost- und Kehrlichtverbrennungsanlagen - vor allem wegen Konzentration der Anlagen in Kanton Zürich und Ostschweiz (E)

Förderfaktoren in der Schweiz

Landwirtschaftliche Biogasanlagen

- In der Schweiz haben sich *Kompakt-Biogasanlagen* durchgesetzt, die den Landwirten Eigenleistung beim Bau der Anlagen ermöglichen. Dadurch können Landwirte bis zu 10% an Kosten sparen (S/E)
- *Gemeinschaftsanlagen* können dank Kostendegression *kostengünstiger* erstellt werden (S) - der Trend geht in Richtung Gemeinschaftsanlagen (E)
- Die *Ökostrom-Genossenschaft Schweiz* erwirtschaftet für die Landwirte einen ökologischen Mehrwert von rund 9 Rp./kWh. Sie vermarktet den Strom unter dem deutschen TÜV-Label (E) (EW verzichten per Vertrag auf den ökologischen Mehrwert des Stroms)
- Die beiden *Kantone Thurgau und Schaffhausen* fördern Biogasanlagen mit pauschal 30'000 CHF. Einige Landwirtschaftskassen vergeben zudem zinslose Darlehen im Rahmen ihrer Strukturverbesserungsprogramme (E)

Gewerblich-industrielle Biogasanlagen

- Kompogas-Anlagen sind heute in *Modul-Bauweise* erhältlich, was eine Serienproduktion und damit eine Kostenersparnis ermöglicht (E)
- In Zukunft wird die *direkte Gaseinspeisung ins Erdgasnetz* eine wichtigere Rolle spielen; Biomasse Schweiz und die Schweizer Gasindustrie haben *eine Rahmenvereinbarung* hierzu getroffen. Diese wird jedoch erst in Kraft treten, wenn die derzeit hängige Motion 02.3382 zur Anpassung des Mineralölsteuergesetzes führt, so dass Gastreibstoffe verbilligt werden (E)

Beide Anlagentypen

- Der Bund empfiehlt den Elektrizitätswerken eine mittlere *Einspeisevergütung* für Strom aus Biogasanlagen von *15Rp/kWh* eingespeise elektrische Energie. Diese Empfehlung hat quasi-gesetzlichen Charakter (E)
- Experten gehen davon aus, dass die Regelung auch nach Auslaufen der Empfehlung im Jahr 2008, bestehen bleibt (evtl. in ELWO) (E)
- Allgemein besteht noch ein grosses Potenzial für die Ko-Vergärung (E/S)

7.3 Erkenntnisse zur Akteursstruktur und dem Innovationssystem Biogastechnik der Schweiz

Die Erkenntnisse stammen aus den Experteninterviews sowie aus Dokumenten- und Internetrecherchen.

Allgemein

Betreiber und ihre Kontakte

- Betreiber von Biogasanlagen sind *Landwirte* (landwirtschaftliche Biogasanlagen) und *Kompostierunternehmen* (Kompogas-Anlagen bzw. gewerblich-industrielle Anlagen)
- Diese stehen in *engem Kontakt zu den Lieferanten* organischer Abfallstoffe
- Die *Gemeinden* sind ein *Key-Player* im gewerblich-industriellen Bereich, da sie entscheiden, wo die ihre organischen Abfälle entsorgen
- Die Anlagenbetreiber stehen auch in Kontakt mit diversen *Kredit- und Versicherungsanstalten* (Finanziers) und mit den *Abnehmern* ihrer Erzeugnisse. Zu Letzteren gehören die Abnehmer des Stromes (EW, Ökostromgenossenschaft),

Labelorganisationen, die Gasindustrie und die Abnehmer von den Gärprodukten Kompost und Flüssigdünger (Gemeinden, Haushalte, Landwirte, Gärtnereien etc.)

Biogasmarkt: Monopolsituation

- Sowohl im Bereich landwirtschaftlicher als auch im Bereich gewerblich-industrieller Biogasanlagen hat *ein* Herstellerunternehmen *eine marktbeherrschende Position*. Das Ingenieurbüro *Genesys GmbH*, Frauenfeld, vertreibt Kompakt-Biogasanlagen an Landwirte, die *Kompogas AG*, Glattbrugg, Kompogas-Anlagen an Kompostierunternehmen - beide praktisch konkurrenzlos.
- Die beiden Unternehmen *konzentrieren* ihre geschäftlichen Aktivitäten bislang stark auf die *Ostschweiz*, den *Kanton Zürich* und z.T. auf die *Innerschweiz*. In Zürich und der Ostschweiz stehen auch die meisten Anlagen. In anderen Kantonen verbreiten sich Biogasanlagen nur langsam.
- Die Marktbearbeitung von Genesys war bislang eher passiv, während Kompogas *aktiv auf dem Markt* operierte. In letzter Zeit hat Genesys Anzeigen in Bauernzeitungen geschaltet und mit der Informationsstelle Biomasse Informationsveranstaltungen in verschiedenen Regionen durchgeführt.
- *Ausländische Konkurrenz gibt es kaum*, beide Unternehmen realisieren jedoch selbst im Ausland Biogasprojekte.

Ökostrom Genossenschaft:

- Die Genesys GmbH bzw. ihre Kunden werden durch die *Ökostrom Genossenschaft-Schweiz* beim Absatz des erzeugten Stromes unterstützt.

Forschungsnetzwerk:

- Zwischen der Genesys GmbH und der *Hochschule Wädenswil HSW* bestehen intensive Kontakte und personelle Beziehungen. Die HSW erforscht neue Gärsubstrate für Genesys.
- Die Kompogas AG besitzt eine *eigene FuE-Abteilung*.

Lobbying und Netzwerke:

- Die Genesys GmbH ist Mitglied des *Biogas Forums*; die Kompogas AG engagiert sich im *VKS* und hat engen Kontakt zum Dachverband Biomasse Schweiz.
- Beide Unternehmen suchen den *direkten Austausch mit Behörden und Politik*, um ihren Anliegen Gehör zu verschaffen und sie durchzusetzen.
- Die Kompogas AG pflegt darüber hinaus *Kontakte zur Gas- und Automobilindustrie*, um die Zukunftsoption Direkteinspeisung des Biogases in Erdgasnetz für den Einsatz als Treibstoff zu puschen.
- Diverse *Beratungs- und Planungsbüros* arbeiten Herstellern und Politik zu. Unter ihnen z.B. arbi, Nova Energie, Engeli Engineering. Diese führen auch Forschungsprojekte für Bundesämter aus.
- Hervorzuheben ist die Person von Arthur Wellinger, der Leiter des IA Bioenergy der IEA ist, dem Dachverband Biomasse Schweiz vorsteht und ein eigenes Forschungs- und Beratungsbüro, Nova Energie, betreibt.¹¹⁶
- Die Verbände Biogas Forum und Biomasse Schweiz als Dachverband betreiben *politisches Lobbying* für die Biogastechnik und ihre Anwender. Daneben gibt es *konkurrierende* Organisationen wie das *Kompostforum Schweiz*, mit de-

¹¹⁶ Er gilt bei Biogasexperten als eine der wichtigsten Personen der Schweizer Biogas- und Biomasseszene.

nen sich Anwender und Verbände im Biogasbereich auseinandersetzen müssen.

- Der Verband der Kompost- und Vergärwerke VKS hat sich in jüngster Zeit in seinen Zielsetzungen an die Betreiber von Kompogas-Anlagen angenähert.
- Der *Schweizerische Verband für Landtechnik* SVLT hat sein Interesse an der Biogastechnik bekundet.
- Der *Schweizerische Bauernverband* zeigte bislang kein Interesse an der Biogastechnologie.

Biogas in der Politik:

- Politisch wird die Biogastechnologie hauptsächlich vom *Bundesamt für Energie* im Rahmen des Programms EnergieSchweiz gefördert. Das Bundesamt für Energie hat *Kontakte zu anderen Bundesämtern und Fachstellen* aufgebaut, die zu einer *einheitlichen Linie* auf Bundesebene führen sollen.
- Das Mandat für die *indirekte Förderung der Biogastechnik* haben die privaten Unternehmen Ernst Basler+Partner, Zollikon, und EREP SA, Aclens, inne, die je eine Informationsstelle Biomasse für die Deutsch- und für die Westschweiz betreiben. Sie geben hauptsächlich Informationsmaterial ab, führen Informationsveranstaltungen für Landwirte, Gemeinden u.a. durch und vergeben auch Aufträge an Externe.

Forschung zu Biogas:

- Forschung zur und Entwicklung von Biogastechnik betreiben die FAT, das Laboratoire de Biotechnologie Environmentale der EPFL, die HSW Wädenswil und die Herstellerunternehmen und Ingenieurbüros. Geplant ist die Einrichtung eines *Kompetenzzentrums für Biogasanlagen*.

Hemmnisse

- Die *monstrukturelle Situation* des schweizerischen Biogasmarktes könnte dazu beitragen, dass die Unternehmen zu wenig aggressiv auf dem Markt auftreten und potenzielle Anwender zu wenig von sich aus ansprechen. Dies könnte zumindestens für den landwirtschaftlichen Bereich zutreffen. Andererseits gibt der Schweizer Markt evtl. „nicht mehr her“, als Aufträge für zwei Unternehmen.
- Der *Standort der beiden marktbeherrschenden Unternehmen* Genesys GmbH und Kompogas AG im Grossraum Zürich ist wahrscheinlich ein Grund für die starke *Konzentration* der bestehenden Biogasanlagen auf den Kanton Zürich und die Ostschweiz. Auch in anderen Regionen der Schweiz bestehen noch Chancen zur Realisierung von Biogasanlagen, die wahrgenommen werden sollten. Die Informationsstelle Westschweiz bedauert das geringe Engagement der Hersteller in der Westschweiz und im Wallis.
- Betreiber von Kompostieranlagen und Biogasanlagen sowie deren Interessensverbände *konkurrieren* sich.
- *Gemeinden* sind *eng mit Kompostierungsternehmen* und (z.T. auch personell) mit den Betreibern von KVA *verbunden*. Dies erschwert z.B. der Kompogas AG den Kontakt zu den Gemeindevertreter/innen und deren Überzeugung.
- *EW hemmen zum Teil* den Absatz grüner Stromprodukte der Biogasanlagenbetreiber.
- Das *Biogas Forum* als Interessensvertretung der Hersteller, Planerinnen, Forscher und Anwenderinnen von Biogasanlagen wird von den Experten *als zu schwach* beurteilt. Es kann die Interessen seiner Klientel aufgrund mangelnder

finanzieller Ressourcen kaum wirksam unterstützen. Dies gilt auch für Biomasse Schweiz. Auch Spicher (2002) findet anhand von Experteninterviews seine These bestätigt, dass es in der Schweiz der Biomassebranche an einem *starken Verband fehlt*.¹¹⁷

- Der VKS als Vertreter der Kompostierwerke und der Vergärungsanlagen zieht noch nicht am gleichen Strang wie Biomasse Schweiz. (E)
- Die *Rolle des Bauernverbandes* ist bislang *indifferent*. Ein klares Bekenntnis zur Biogastechnologie wäre notwendig.
- *Lerninhalte zur Biogastechnik* sind noch nicht Bestandteil der ordentlichen Curricula der Landwirtschaftsschulen. Diese fragen nur sporadisch Informationsmaterial oder Referenten von den Herstellern und Informationsstellen an.
- Die *Zusammenarbeit der Forschungsinstitutionen* scheint *nicht besonders eng* und motiviert zu sein, sie ist bislang nur projektbezogen; die Forschungsinstitutionen arbeiten eher vereinzelt und kooperieren punktuell.
- Die Bundesämter suchen noch nach einer einheitlichen Linie bezüglich der Biogastechnologie; z.T. stimmen die *Interessen der wichtigen Ämter* BFE, BUWAL, und ARE noch nicht überein.
- Die *kantonalen Fachstellen* für Energie, die Bau- und Bewilligungsbehörden sind untereinander *zu wenig vernetzt*.

Förderfaktoren

- Die Kontakte zwischen der Genesys GmbH und der *Hochschule Wädenswil HSW* sind positiv zu werten. Der Wissenstransfer aus der Hochschule in den Biogasmarkt erfolgt hier unmittelbar durch die Anstellung junger Absolventen bei Genesys, aber auch durch Forschungsaufträge von Genesys an die HSW.
- Die *Zusammenarbeit* zwischen den *Herstellerunternehmen und den Informationsstellen Biomasse* wird als gut bezeichnet, hier werden sinnvolle Synergien genutzt.
- *Synergien* werden auch durch die Zusammenarbeit der *Kompogas AG* im Bündnis mit *Biomasse Schweiz* mit der *Gasindustrie* genutzt.
- Durch die *Zusammenarbeit* aller von der Thematik *betroffenen Bundesbehörden* ist eine Verbesserung der gesetzlichen und politischen Rahmenbedingungen wahrscheinlich.

¹¹⁷ Umbach-Daniel (2002a) stellte für Deutschland fest, dass ein grosses Hemmnis für die Biogastechnik und deren weitere Verbreitung in der Zersplitterung *der* deutschen Biogasszene. Hierfür sind vor allem die Konkurrenzangst der Betreiber von Kofermentationsanlagen und die polarisierte Debatte um Gross- bzw. Kofermentations- versus Einzelhofanlagen verantwortlich. *Rohracher/Suschek-Berger (1997)* führen als Hemmnis für die Adoption von Biomasse-Anlagen die zersplitterte Firmenstruktur von kleinen, kapitalschwachen Herstellern und die hohe Fertigungstiefe auf, die ihrer Ansicht nach kein gemeinsames Lobbying oder gemeinsame Marketingstrategien zulässt. Das Angebot sei nicht zielgruppenspezifisch und zudem unübersichtlich. Promotoren und weitere relevante Akteure der Biomasse-Technik kooperierten zu wenig und beziehen sich gegenseitig zu wenig ein.

8. Relevanzmatrix – Kenntnisstand und Wissenslücken

Aufgabe der vorliegenden Vorstudie ist es, den Kenntnisstand zu den Hemmnissen und Förderfaktoren der Biogastechnik aufzuzeigen sowie *Kenntnislücken* zu identifizieren, die zum Detailkonzept für eine Hauptstudie führen.

Abbildung 6 enthält eine *Relevanzmatrix*, die auf der Grundlage der in den Kapiteln 4 bis 6 dargestellten und in Kapitel 7 zusammengefassten Erkenntnisse erstellt wurde. Sie stellt die *bekanntesten Hemmnisse und Förderfaktoren* übersichtlich und geordnet nach den sozio-politischen und sozio-kulturellen Aspekten, den betriebswirtschaftlichen Aspekten und den Aspekten der Akteursstruktur dar (*Spalten 1+2*). Für jeden Aspekt wird abgeschätzt, welche *Bedeutung* ihm hinsichtlich der Verbreitung der Biogastechnologie *zukommt* (*Spalte 3*). Sodann wird angegeben, ob der Aspekt für die *landwirtschaftlichen* bzw. die *gewerblich-industriellen* Biogasanlagen der Schweiz evident bzw. erwiesenermassen von Bedeutung ist (*Spalten 4 +5*). Anschliessend folgt eine Beurteilung, ob der Kenntnisstand zu dem jeweiligen Aspekt bezüglich der *Schweizer Situation* ausreichend ist (*Spalte 6*).

Schliesslich wird angezeigt, ob bezüglich der Aspekte ein *Forschungsbedarf* hinsichtlich der Analyse der Verbreitung der Biogastechnik in der Schweiz besteht (*Spalte 7*). Ein Forschungsbedarf besteht vor allem dort, wo einem Aspekt eine allgemein hohe Bedeutung bezüglich der Verbreitung der Biogastechnik zukommt, er laut verfügbaren Studien und Expertenaussagen auch für die Schweiz Relevanz besitzt, die Kenntnisse zu diesem Aspekt für die Schweiz allerdings sehr gering sind. Es wird gekennzeichnet, ob ein *relevanter Forschungsbedarf vorhanden* ist (*grün*), vorhanden, aber *nicht von vordringlichem Interesse* ist (*gelb*) oder *nicht vorhanden* ist (*rot*). Ausserdem wird angegeben, ob der Forschungsbedarf im Bereich landwirtschaftlicher und/oder gewerblich-industrieller Biogasanlagen vorhanden ist.

Abbildung 6: Relevanzmatrix

	Aspekte	Einschätzung Bedeutung + / ++ / +++ ¹	Evidenz CH Landwirtschaftliche Biogasanlagen	Evidenz CH Gewerblich- industrielle Biogasanlagen	CH Kenntnisse ausreichend Ja/Nein	Forschungsbedarf (L=landw. BA / GI=gew.-industr. BA)
Sozio-kulturelle Aspekte	Hemmnisse					
<i>Personen</i>	Konservative Einstellung von Landwirten zu Innovationen	++	z.T.	-	Nein	L
	hohe Eigenleistung und Einsatz der Anwender nötig	+	Ja	-	Nein	L
	kulturell bedingte Abneigung geg. Gemeinschaftsanlagen	++	z.T.	-	Nein	L
	Misstrauen der Landwirte geg. ausserlandw. Unternehmen	+	Nein	-	Nein	L
	Misstrauen geg. Ko-Vergärung	+	Nein	-	Nein	L
<i>Informationen</i>	Informationsdefizite bei Potenziellen Nutzern (bezüglich Technik, Wirtschaftlichkeit)	+++	Ja	Ja	z.T.	L / GI
	Informationsdefizite bei Bewilligungsbehörden (bezüglich Technik, Wirtschaftlichkeit)	+++	Ja	Nein	z.T.	L / GI
	fehlende Markttransparenz	++	?	Nein	Nein	L / GI
<i>Organisation</i>	Unerfahrenheit mit Organisation von Gemeinschaftsanlagen	++	Ja	-	Nein	L
	Interessenskonflikte bei Gemeinschaftsprojekten	+++	Ja	-	Nein	L

Abbildung 6: Fortsetzung

	Aspekte	Einschätzung Bedeutung + / ++ / +++ ¹	Evidenz CH Landwirtschaftliche Biogasanlagen	Evidenz CH Gewerblich- industrielle Biogasanlagen	CH Kenntnisse ausreichend Ja/Nein	Forschungsbedarf (L=landw. BA / GI=gew.-industr. BA)
<i>Image</i>	schlechtes Image landwirtschaftlicher Biogasanlagen	++	Ja	-	Nein	L
<i>Gemeinden</i>	keine Fachleute für umweltfreundliche Energietechniken	+++	Ja	Ja	z.T.	L / GI
	Bindung an Kompostierunternehmen, KVA	+++	Ja	Ja	Nein	(L) / GI
	psychologisches Hemmnis aufgrund jahrelanger Propagierung Kompost	++	Ja	Ja	Nein	(L) / GI
<i>Konflikte mit Bevölkerung</i>	Widerstand der Bevölkerung	+++	noch nicht	noch nicht	Nein	(L) / GI
<i>Gesetzliche Rahmenbeding- ungen</i>	Raumplanungsgesetz- gebung	+++	Ja	Nein	z.T.	L
	Diskontinuierliche Fördermassnahmen	+++	Ja	-	z.T.	L
	uneinheitliche Strategien der betroffenen Bundesämter	+++	Ja	Ja	z.T.	L / GI
	Förderfaktoren					
<i>Personen</i>	Vorhandensein von Innovatoren bzw. <i>system buidern</i>	+++	Ja	Ja	Nein	L / GI
	hoher Ausbildungsstand	++	Ja	Ja	Nein	L (GI)
	Einbindung von Innovatoren in reg. und überreg. Netzwerke	+++	Ja	Ja	z.T.	L / GI
	Art der Motivation der potenziellen Anwendner/innen	++	Ja	Ja	z.T.	L / GI
	Kompromissbereitschaft der Akteure im Planungsprozess	++	?	?	Nein	L / GI

Abbildung 6: Fortsetzung

	Aspekte	Einschätzung Bedeutung + / ++ / +++ ¹	Evidenz CH Landwirtschaftliche Biogasanlagen	Evidenz CH Gewerblich- industrielle Biogasanlagen	CH Kenntnisse ausreichend Ja/Nein	Forschungsbedarf (L=landw. BA / GI=gew.-industr. BA)
	technisches Interesse und technische Fertigkeiten	+++	Ja	-	z.T.	L / (GI)
	Referenzanlagen / Vorbilder	+++	Ja	Ja	z.T.	L / GI
	farm walks bzw. Besichtigungsreisen	+++	Ja	?	z.T.	L / GI
	fares Preis-Leistungsverhältnis / Qualitätskontrollen	++	Ja	Ja	Nein	L / GI
	Überzeugungsstrategien	+++	Ja	Ja	Nein	L / GI
	Protagonisten aus der Landwirtschaft	+++	Ja	-	Nein	L
	Erfahrenes Planungsbüro	+++	Ja	Ja	Nein	L / (GI)
<i>Netzwerke</i>	regionale Biogas-Netzwerke	++	Ja	Ja	Nein	L / GI
	stabile Lobby-Netzwerke	+++	Ja	Ja	Nein	L / GI
	Nischenstrategie (Landwirtschaft)	++	Ja	?	Nein	L / GI
	(Vertragliche) Einbindung von Lieferanten und Kunden	+++	Ja	Ja	Nein	L / GI
<i>Informationen</i>	ausreichende Informationen zu Technik und Herstellern/Planern	+++	Ja	Ja	z.T.	L / GI
	Vertrauen gegenüber Herstellern/Planern	++	Ja	Ja	Nein	L / GI
<i>Konfliktvermeidung</i>	Aktive PR-Strategie und partizipative Verfahren zur Vermeidung von Konflikten	+++	z.T.	Ja	Nein	L / GI
	Einbezug von Umweltorganisationen in Planung	++	?	?	Nein	L / GI

Abbildung 6: Fortsetzung

	Aspekte	Einschätzung Bedeutung + / ++ / +++ ¹	Evidenz CH Landwirtschaftliche Biogasanlagen	Evidenz CH Gewerblich- industrielle Biogasanlagen	CH Kenntnisse ausreichend Ja/Nein	Forschungsbedarf (L=landw. BA / GI=gew.-industr. BA)
	Politische Ausbalancierung der Interessen	++	?	Ja	Nein	L / GI
	Grossanlagen dort errichten, wo Erfahrung mit gemeinschaftlichen Qual.-verbesserungen	++	-	Ja	Nein	GI
<i>Merkmale der Technik</i>	ökonomische Vorteile geg. Konkurrenz-Anlagen	+++	Ja	Ja	z.T.	L / GI
	nicht-ökonomische Vorteile geg. Konkurrenz-Anlagen	+++	Ja	Ja	z.T.	L / GI
Politische und gesetzliche Rahmenbedingungen	Politisches Interesse an der Biogastechnik (Fördermassnahmen, Regulierungen, innovationsfreundliche Gesetzgebung)	+++	Ja	Nein	z.T.	L / GI
Externe Schocks	Politische u. wirtschaftliche Umbrüche (Schocks)	++	Ja	Ja	z.T.	L / GI
Betriebswirtschaftliche Aspekte	Hemmnisse					
<i>Erstellungskosten</i>	Erstellungskosten wg. Spezialanpassungen hoch	+	Ja	Nein	Ja	L / GI
	Gesetzliche Bestimmungen erhöhen Investitionskosten	++	Ja	Ja	Nein	L / GI
	Langfristigkeit der Investitionen bindet Kompostierunternehmen	+++	?	Ja	Nein	L / GI
<i>Staatliche Subventionen</i>	P&D-Projekte werden nicht mehr gefördert	++	Ja	-	z.T.	L

Abbildung 6: Fortsetzung

	Aspekte	Einschätzung Bedeutung + / ++ / +++ ¹	Evidenz CH Landwirtschaftliche Biogasanlagen	Evidenz CH Gewerblich- industrielle Biogasanlagen	CH Kenntnisse ausreichend Ja/Nein	Forschungsbedarf (L=landw. BA / GI=gew.-industr. BA)
	Förderangebot von Kantonen/Bund nicht transparent	+++	Ja	-	z.T.	L
<i>Konkurrenz um Grüngut</i>	Konkurrenz Kompost- und Biogasanlagen um Grüngutabfälle (TVA)	+++	Ja	Ja	Nein	L / GI
	Konzentration von Anlagen in Kt. Zürich/Ostschweiz	++	Ja	Ja	Nein	L / GI
<i>Stromerlös</i>	Vergütung zu gering	+++	Ja	wenig wichtig	Ja	L / GI
<i>Konflikte mit EW</i>	Hohe Anschlusspreise	++	Ja	?	z.T.	L / GI
	Konflikte um Stromabnahme	+	Ja	Ja	Nein	L / GI
<i>Wärmenutzung</i>	Wärmenutzung unzureichend (Konkurrenz-Systeme)	++	z.T.	Ja	z.T.	(L) / GI
<i>Gaseinspeisung</i>	Gaseinspeisung zu teuer	++	Ja	-	z.T.	L
	Vergütung (bislang) zu gering	+++	Ja	Ja	Ja	L / GI
<i>Ko-Vergärung</i>	Abfallmarkt für Neulinge schwer zu durchschauen	+++	z.T.	Nein	z.T.	L
	Förderfaktoren					
<i>Erstellungskosten</i>	Kostensenkung durch Eigenleistung	+	Ja	-	Ja	L
	Kostendegression bei grossen Anlagen (Gemeinschaftsanlagen)	++	Ja	Nein	z.T.	L
	Kostensenkung dank Serienproduktion	++	Nein	Ja	z.T.	L / GI
<i>Staatliche Subventionen und Regulierungen</i>	Investitionszuschüsse von Kt. Thurgau und Schaffhausen	++	Ja	-	Ja	L
	CO ₂ -Gesetz	+++	Ja	Ja	Ja	L / GI
<i>Vergütungen</i>	Direkte Gaseinspeisung	+++	Nein	Ja	z.T.	L / GI
	Empfehlung zur Einspeisevergütung (Strom) durch das BFE	+++	Ja	nicht so wichtig	z.T.	L / GI

Abbildung 6: Fortsetzung

	Aspekte	Einschätzung Bedeutung + / ++ / +++ ¹	Evidenz CH Landwirtschaftliche Biogasanlagen	Evidenz CH Gewerblich- industrielle Biogasanlagen	CH Kenntnisse ausreichend Ja/Nein	Forschungsbedarf (L=landw. BA / GI=gew.-industr. BA)
	bisher 15 P&D-Anlagen durch BFE gefördert	+++	Ja	-	Nein	L
	Höhere Vergütungssätze dank Ökostrom-Genossenschaft	+++	Ja	-	Ja	L
Aspekte der Akteurstruktur	Hemmnisse					
<i>Markt</i>	Monostruktur führt evtl. zu Passivität und regionaler Konzentration	++	Ja	Ja	z.T.	L / GI
	regionale Konzentration von Anlagen und Herstellern	+++	Ja	Ja	Nein	L / GI
	Konkurrenz von Biogasanlagen- und Kompostieranlagenbetreibern um Grüngutabfälle	+++	z.T.	Ja	Nein	L / GI
	Gemeinden sind seit langem mit Kompostierunternehmen und KVA vernetzt	+++	z.T.	Ja	Nein	(L) / GI
	restriktives Verhalten einiger EW	++	Ja	Ja	z.T.	L / GI
<i>Intermediäres System</i>	Biogas Forum als Interessens-Lobby zu schwach	+++	Ja	Ja	Nein	L / GI
	Biomasse Schweiz ebenfalls zu schwach	+++	Ja	Ja	Nein	L / GI
	VKS nicht Mitglied in / Konkurrent von Dachverband Biomasse Schweiz	++	-	Ja	Nein	GI
	Indifferente Rolle des Bauernverbands	++	Ja	-	Nein	L
	Biogastechnik nicht in Curricula Aus- und Weiterbildungsinstitutionen	++	Ja	?	Nein	L / GI

Abbildung 6: Fortsetzung

	Aspekte	Einschätzung Bedeutung + / ++ / +++ ¹	Evidenz CH Landwirtschaftliche Biogasanlagen	Evidenz CH Gewerblich- industrielle Biogasanlagen	CH Kenntnisse ausreichend Ja/Nein	Forschungsbedarf (L=landw. BA / GI=gew.-industr. BA)
	(zu) wenig Kooperation von Forschungs- institutionen	++	Ja	Ja	Nein	L / GI
<i>Bundesbehörden</i>	bisher uneinheitliche politische Linie der Bundesämter	+++	Ja	Ja	z.T.	L / GI
	kantonale Energiefachstellen und Bewilligungsbehörden sind wenig vernetzt	++	Ja	Ja	Nein	L / GI
	Förderfaktoren					
<i>Wissenstransfer / Nutzung von Synergien</i>	Zusammenarbeit und Wissenstransfer zwischen Genesys GmbH und HSW	++	Ja	-	z.T.	L
	Zusammenarbeit zwischen Herstellerunternehmen und Informationsstellen Biomasse	+++	Ja	Ja	Nein	L / GI
	Bündnis von Kompogas AG, Biomasse Schweiz und Gasindustrie	+++	-	Ja	Nein	GI
<i>Bundesbehörden</i>	Einrichtung von Arbeitsgruppen der Bundesämter	++	Ja	Ja	Nein	L / GI

Abbildungsverzeichnis

- Abbildung 1:** Potenzial von Biogasanlagen in der Schweiz
- Abbildung 2:** Sozialwissenschaftliche Studien zu Biogas- und Biomasse-Anlagen sowie weiteren Techniken zur Nutzung erneuerbarer Energien
- Abbildung 3:** Schema Akteure landwirtschaftliche Biogasanlagen
- Abbildung 4:** Schema Akteure gewerblich-industrielle Biogasanlagen
- Abbildung 5:** Innovationssystem landwirtschaftliche und gewerblich-industrielle Biogastechnik der Schweiz
- Abbildung 6:** Relevanzmatrix

Abkürzungsverzeichnis

AEE	Agentur für Erneuerbare Energien und Energieeffizienz
AG	Kanton Aargau
Arbi	Arbeitsgemeinschaft Bioenergie
ARE	Bundesamt für Raumentwicklung
ARV	Aushub-, Rückbau- und Recycling-Verband Schweiz
BFE	Bundesamt für Energie
BGA	Biogaseinschaftsanlage
BHKW	Blockheizkraftwerk
BLW	Bundesamt für Landwirtschaft
BUWAL	Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft
BVET	Bundesamt für Veterinärwesen
CEPE	Centre for Energy Policy and Economics
CHF	Schweizer Franken
CO ₂	Kohlendioxid
CORE	Eidg. Energie-Forschungskommission
EAWAG	Eidg. Anstalt für Wasserversorgung, Abwasserreinigung und Gewässerschutz
EEG	Erneuerbare Energien-Gesetz <i>bzw.</i> Gesetz für den Vorrang erneuerbarer Energien
ELWO	Elektrizitätswirtschaftsordnung
EnV	Energieverordnung
EPFL	Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne
ETH	Eidg. Technische Hochschulen
EU	Europäische Union
EVU	Energieversorgungsunternehmen
EW	Elektrizitätswerk
FAT	Eidg. Forschungsanstalt für Agrarwirtschaft und Agrartechnik, Tänikon
FH	Fachhochschule
FuE	Forschung und Entwicklung
GVE	Grossvieheinheiten
GWh	Gigawattstunden
HSW	Hochschule Wädenswil
IA	Implementing Agreement der IEA (z.B. IA Bioenergy)
IEA	Internationale Energie Agentur
ITZ	Innovationstransfer Zentralschweiz
KVA	Kehrichtverbrennungsanlagen
kWh	Kilowattstunden
kWel	Kilowatt elektrische Energie

m ³	Kubikmeter
Mio.	Millionen
NaWaRohs	Nachwachsende Rohstoffe
OZD	Oberzolldirektion
P&D	Pilot- und Demonstrationsanlagen
PSI	Paul Scherrer Institut
Rp.	Rappen (in Schweizer Franken)
SG	Kanton St. Gallen
SMA	Schwach und mittelradioaktive Abfälle
SRVA	Service romand de vulgarisation agricole
SVLT	Schweizerischer Verband für Landtechnik
t	Tonnen
TVA	Technische Verordnung über Abfälle
UVG	Umweltschutzgesetz
UVP	Umweltverträglichkeitsprüfung
VBSA	Verband der Betriebsleiter und Betreiber Schweizerischer Abfallbehandlungsanlagen
VSG	Verband der Schweizerischen Gasindustrie
VKS	Verband Kompost- und Vergärwerke Schweiz
ZH	Kanton Zürich

Literatur

- Ahrens, T., Weiland, P. (2003): Biogasverwertung mit Brennstoffzellen – Anforderungen, Möglichkeiten und Grenzen. In VDI-Gesellschaft Energietechnik, Fachausschuss „Regenerative Energien“ (FA-RE), Biogas – Energieträger der Zukunft. Tagung, 11. und 12. März 2003 (S. 231-242). Düsseldorf: VDI Verlag.
- Albrecht, H. (1980): Diffusion processes and social structure: review of research within rural sociology. In: H.J. Hummel & W. Sodeur (Hrsg.), Modelle für Ausbreitungsprozesse in sozialen Strukturen. Bad Homberg: Verlag der Sozialwissenschaftlichen Kooperative.
- Angele, H.-C., Sommerhalder, M., Werder, M. & Membrez, Y. (2004): BiomassEnergie, Mandat Biomasse (ohne Holz), Jahresplan 2004. Bern: BFE, EnergieSchweiz.
- Angele, H.-C. (2003): Energie aus Biomasse hat Zukunft!. Erneuerbare Energien, Sondernummer, Jan. 2003.
- Angele, H.-C. (2002): Ökostrom aus Biomasse. In: Ökostrom Arena vom 2. Juli 2002: Biomasse (ohne Holz).
- Bach, D. (2001): Bauernhof mit eigenem Kraftwerk. In: Tagesanzeiger, Mittwoch, 15. August 2001.
- Bardouille, P., Koubsky, J. (2000): Incorporating sustainable development considerations into energy sector decision-making: Malmö Flintränen district heating facility case study. Energy Policy, Vol 28 (10), p. 689-711.
- Baserga, U. (2000): Vergärung organischer Reststoffe in landwirtschaftlichen Biogasanlagen. Stoffdaten, Gärtechnik und gesetzliche Grundlagen. FAT-Berichte Nr. 546. Tänikon: Eidgenössische Forschungsanstalt für Agrarwirtschaft und Landtechnik (FAT).
- Baumgartner, T. & Burns, T. (1984): Transitions to alternative energy systems: New technologies and social change. London: o. Verlag.
- Belschan, A. & Obrecht, A. J. (1996): Soziale Aspekte der Implementation von Biomasse-Anlagen. Gesellschaftliche Akzeptanz als Voraussetzung zur Einführung neuer Technologien. SWS-Rundschau, 36 (1), 15-46.
- Beltrani, G., Angele, H.-C., Schelske, O. & Cavigelli, M. (2001): Vergärung von Biomasse: Auswirkungen auf die Abfallwirtschaft des Kantons Tessin. Eine Fallstudie. I.A. des Bundesamtes für Energie, Schlussbericht.
- Böhni, T. (o.J.): Kompaktanlagen und Ökostrom sind die Renner. In: Top Agrar extra (S. 76-77). Münster: Landwirtschaftsverlag
- Bohnmeyer, A. (1996): Innovationsadoption und –diffusion in der Landwirtschaft – am Beispiel des Spargelbaus im Münsterland und in Ostwestfalen. Inaugural-Dissertation, Philosophische Fakultät der Westfälischen Wilhelms-Universität zu Münster (Westf.).
- Bühler, J. (2004): Biogasnetzwerke – ein Beitrag zur nachhaltigen Entwicklung im Alpenraum. Regionale Lernprozesse über Umweltinnovationen und Akteurvernetzung – eine Untersuchung von Pioniernetzwerken in der Schweiz und in Österreich. Unveröffentlichtes Exposé zur gleichnamigen Diplomarbeit, Geographisches Institut, Universität Bern.
- Bundesamt für Energie BFE. (2003): Empfehlungen und Vollzugshilfen für die Umsetzung der Anschlussbedingungen für unabhängige Produzenten, 21. Januar 2003.
- Bundesamt für Energie BFE, Ernst Basler+Partner AG. (o.J.a): Finanzierung von Biogasanlagen in der Landwirtschaft. Finanzierungslösungen und Finanzierungsquellen.
- Bundesamt für Energie BFE, Ernst Basler+Partner AG. (o.J.b): Biogasanlagen in der Landwirtschaft. Leitfaden zur Entscheidungsfindung.
- Bundesamt für Energie BFE, Ernst Basler+Partner AG. (2002): Aus organischen Abfällen Energie gewinnen. Entscheidungshilfe für Gemeinden. Version 1.0.
- Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi). (2002): Gesetz für den Vorrang erneuerbarer Energien. Verfügbar unter: http://www.bmwi.de/Homepage/download/eeg_neu.de (14. Jan. 2002).
- Buttel, F.H. et al. (1990): The sociology of agriculture. Connecticut: Greenwood Press.
- Davatz, F. (2001): Wissensstand über die Wiederverwertbarkeit von Biomasse. Repräsentativbefragung in der deutschen und französischen Schweiz. Bern: Energieforschung, Forschungs- und P+D-Programm Biomasse des Bundesamts für Energie BFE.
- Dederer, M. (2003): Förderung und Wirtschaftlichkeit beim Bau von Biogasanlagen. In: Arbeitsgemeinschaft Landtechnik und ländliches Bauwesen Baden-Württemberg e.V. (Hrsg.), Fachtagung Landtechnik und Landwirtschaftliches Bauwesen, 13./14. März 2003, veranstaltet in Zusammenarbeit mit der Landesanstalt für landwirtschaftliches Maschinen- und Bauingenieurwesen und BW agrar (S. 133-137). Hohenheim.
- Degenhardt, L., Eigner-Thiel, S. & Scheffer, K. (2002): Das Bioenergiedorf. Umstellung der Energieversorgung eines Dorfes aus sozialwissenschaftlicher Perspektive.

- Degenhardt, L. & Eigner-Thiel, S. (2002): „Das Bioenergiedorf“ – Vorstellung eines Modellprojekts aus sozialwissenschaftlicher Perspektive. Universität Göttingen.
- Dissemond, H., Eilmsteiner, W., Nowak, H., Sedlar, C. & Rauchenberger, M. (1993): Biogasnutzung in der Landwirtschaft. Wien: Bundesministerium für Umwelt, Jugend und Familie.
- Edelmann, W., Schleiss, K. (1999): Ökologischer, ökonomischer und energetischer Vergleich von Vergärung, Kompostierung und Verbrennung fester biogener Abfallstoffe. Schlussbericht. Bern: Bundesamt für Energie, Forschungsprogramm Biomasse.
- Eigner-Thiel, S. (2002): Nachhaltige Regionalentwicklung in Südniedersachsen: „Das Bioenergiedorf“. Psychologische Erfolgsfaktoren und Hemmnisse. Vortrag Umweltmesse Olsberg, 13.09.2002.
- Engeli, H. (2003): Schweizerische Statistik erneuerbarer Energieträger. Teilstatistik Biogas 2001. I.A. des Bundesamtes für Energie.
- Fischer, R. (1982): Der andere Landbau: Hundert Bio-Bauern und Gärtner berichten über ihre Beweggründe, Arbeitsweisen und Erfahrungen. Zürich: Verlag Buchhandlung Madliger-Schwab.
- Geelhaar, M, Muntwyler, M. (1998): Ökologische Innovationen in regionalen Akteurnetzen. Fallbeispiele aus der schweizerischen Güterverkehrs- und Nahrungsmittelbranche. Bern: Lang.
- Große, U. (1996): Potentiale und Rahmenbedingungen für die Biogastechnologie in den neuen Bundesländern. Fachtagung „Biogas in den neuen Bundesländern“ am 4./5. 12. 1996 in Massen.
- Gruber, E., Reichert, J. & Walz, R. (1996): Ecological transition towards a sustainable energy system: case studies on biogas production and use in Germany and Peru (Study for the European Commission). Karlsruhe: Fraunhofer Institute for Systems and Innovation Research (ISI).
- Hammon, M. (2001): Genehmigungspraxis von Biogasanlagen. Anforderungen und Probleme aus Sicht der Praxis. In: VDI-Berichte Nr. 1620, Biogas als regenerative Energie – Stand und Perspektiven, Tagung Hannover, 19. Und 20. Juni 2001 (S. 83-105). Düsseldorf: VDI Verlag.
- Hartmann, H. (2002): Kosten der Energiegewinnung aus Biomasse. In: H. Hartmann & M. Kaltschmitt (Hrsg.), Biomasse als erneuerbarer Energieträger. Eine technische, ökologische und ökonomische Analyse im Kontext der übrigen erneuerbaren Energien (S. 486-526). Münster: Landwirtschaftsverlag, Schriftenreihe „Nachwachsende Rohstoffe“, Bd. 3, 2. Aufl. – vollständige Neubearbeitung.
- Herb, C. (2003): Wie finanziere ich (m)eine Biogasanlage?. In VDI-Gesellschaft Energietechnik, Fachausschuss „Regenerative Energien“ (FA-RE), Biogas – Energieträger der Zukunft. Tagung, 11. Und 12. März 2003 (S. 181-192). Düsseldorf: VDI Verlag.
- Hersener, J.-L., Meier, U. (ARGE). (1999): Energetisch nutzbares Biomassepotenzial in der Schweiz sowie Stand der Nutzung in ausgewählten EU-Staaten und des USA. Schlussbericht. I.A. des Bundesamtes für Energie.
- Ille, P, Kanzler-Tullio, K, Maier, J. (1992): Hemmnisse beim Einsatz von Biobrennstoffen und umweltfreundlichen Heizanlagen. In OTTI-Technologie-Kolleg, Erstes Symposium Biobrennstoffe und umweltfreundliche Heizanlagen, 23.-24. September 1992, Regensburg.
- Innovations Transfer Zentralschweiz ITZ. (2003): SwissFarmerPower – „Biogas wird zum Treibstoff von morgen“. Erhältlich unter: <http://www.itz.ch/bfe-46694.htm>
- Jegen, M. (2003): Energiepolitische Vernetzung in der Schweiz. Analyse der Kooperationsnetzwerke und Ideensysteme der energiepolitischen Entscheidungsträger. Riehe Politikanalyse Nr. 3. Basel: Helbing & Lichtenhahn.
- Kaltschmitt, M., Scheuermann, A. & Wilfert, R. (2003): Biogas als regenerative Energie – Aktuelle Entwicklungen infolge von EEG und Biomasseverordnung. In VDI-Gesellschaft Energietechnik, Fachausschuss „Regenerative Energien“ (FA-RE), Biogas – Energieträger der Zukunft. Tagung, 11. Und 12. März 2003 (S. 1-14). Düsseldorf: VDI Verlag.
- Kaltschmitt, M. & Wiese, A. (1993): Energetische Nutzung von Reststoffen der Tierhaltung. In M. Kaltschmitt & A. Wiese (Hrsg.), Erneuerbare Energieträger in Deutschland: Potentiale und Kosten (225-261). Berlin: Springer.
- Kelle, U. & Kluge, S. (1999). Vom Einzelfall zum Typus. Fallvergleich und Fallkontrastierung in der qualitativen Sozialforschung. In R. Bohnsack, C. Lüders & J. Reichertz (Hrsg.), Qualitative Sozialforschung, Band 4. Opladen: Leske + Budrich.
- Khan, J. (2001): Siting conflicts in renewable energy projects in Sweden: experiences from the siting of a biogas plant. Paper presented for the conference „New Perspectives on Siting Controversy“, Glumslöv, Sweden, May 17-20 2001.

- Kirschbaum, H.-G. & Ludley, H. (1995): Biogasnutzung im ländlichen Raum - Potentiale und Wirtschaftlichkeit. In Tagungsreihe Klimagipfel '95, Tagung „Biogas - Einnahmequelle für Bauern, Kommunen und Entsorger“, Rheinsberg. Veranstalter: Fördergesellschaft Erneuerbare Energien e.V.
- Klinski, S. (2003): Rechtliche Rahmenbedingungen einer Biogaserzeugung und –nutzung in Deutschland und Europa. In VDI-Gesellschaft Energietechnik, Fachausschuss „Regenerative Energien“ (FA-RE), Biogas – Energieträger der Zukunft. Tagung, 11. Und 12. März 2003 (S. 25-41). Düsseldorf: VDI Verlag.
- Köberle, E. (1992): Verfahrenstechnik und Ökonomie bei Biogasanlagen von Ingenieur-Büros. In: Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V. (KTBL), Kosten landwirtschaftlicher Biogaserzeugung. Beiträge des KTBL-Fachgesprächs vom 25./26. November 1992 in Nordhausen (S. 31-37). Münster-Hiltrup: KTBL-Schriften-Vertrieb im Landwirtschaftsverlag.
- Köberle, S. (1994): Konfliktmanagement in der Technikgenese. *Unveröffentlichte Dissertation, Universität Bielefeld, Fakultät für Soziologie, Bielefeld.*
- Köpke, R. (2004): Wie auf dem Basar. *Neue Energie* 1-2, 14-15.
- Kowol, U. (1998): Innovationsnetzwerke: Technikentwicklung zwischen Nutzungsvisionen und Verwendungspraxis. Wiesbaden: Deutscher Universitäts-Verlag.
- Kuhlmann, S. (1999): Politisches System und Innovationssystem in "postnationalen" Arenen. In: Grimmer, K., Kuhlmann, S. & Meyer-Krahmer, F. (Hrsg.). Innovationspolitik in globalisierten Arenen. Neue Aufgaben für Forschung und Lehre: Forschungs-, Technologie- und Innovationspolitik im Wandel. Opladen: Leske + Budrich, S. 11-39.
- Kuhn, E. & Döhler, H. (1995): Kofermentation von Wirtschaftsdüngern und Reststoffen. In WINKRA-RECOM Messe und Verlags-GmbH, Tagungsband renergie '95: Beiträge zum Fachkongress für Windenergie, Solarenergie, Wasserkraft, Biogas, Hamm, 8.06 bis 10.06 1995 (S. 299-306). Hannover: WINKRA-REKOM.
- Kuhn, E., Döhler, H. (1995): Bedingungen für den wirtschaftlichen Betrieb landwirtschaftlicher Biogasanlagen. In: WINKRA-RECOM Messe und Verlags-GmbH, Tagungsband renergie '95: Beiträge zum Fachkongress für Windenergie, Solarenergie, Wasserkraft, Biogas, Hamm, 8.06 bis 10.06 1995 (S. 307-313). Hannover: WINKRA-REKOM.
- Kuhn, E. & Döhler, H. (1996): Biogasgewinnung aus Wirtschaftsdünger und Abfällen zur Verwertung - Nutzen, Energiepotential und Hemmnisse. In Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V. (KTBL, Darmstadt, Energieversorgung und Landwirtschaft: Nutzung erneuerbarer Energien. AEL/HEA/KTBL-Vortragstagung am 24. April 1996 in Würzburg/Veitshöchheim (S. 33-37). Münster-Hiltrup: KTBL-Schriften-Vertrieb im Landwirtschaftsverlag.
- Liesch, B. (2002): Erhebung der Marktwiderstände im Bereich landwirtschaftliche Biogasanlagen. Bern: Energieforschung, Forschungs- und P+D-Programm Biomasse des Bundesamts für Energie BFE.
- Matthias, J. (2003): Wirtschaftlichkeit von Biogasanlagen. In VDI-Gesellschaft Energietechnik, Fachausschuss „Regenerative Energien“ (FA-RE), Biogas – Energieträger der Zukunft. Tagung, 11. Und 12. März 2003 (S. 15-24). Düsseldorf: VDI Verlag.
- Mohr, H.-W. (1977): Bestimmungsgründe für die Verbreitung von neuen Technologien. Berlin: Duncker und Humblot. [Beiträge zur Verhaltensforschung, Heft 21].
- Padel, S. (2001): Conversion to organic farming: a typical example of the diffusion of an innovation? *Sociologia Ruralis*, Vol 41, No 1, p. 40-61.
- Rakos, C. (1998): Lessons learned from the introduction of biomass district heating in Austria. Lecture note. The Austrian Energy Agency, OPET, Austria.
- Rammert, W. (1991): Research on the Generation and Development of Technology: The State of the Art in Germany. In *Verbund Sozialwissenschaftliche Technikforschung, Mitteilungen*, H. 8, S. 72-113.
- Raven, R.P.J.M. (2004): Implementation of manure digestion and co-combustion in the Dutch electricity regime: a multi-level analysis of market implementation in the Netherlands. *Energy Policy*, Vol 32 (1), p. 29-39.
- Rettenberger, G. (2002): Vergütung des eingespeisten Stromes bei der Restmüllvergärung nach dem EEG. In: B. Billitewski, P. Werner, G. Rettenberger, R. Stegmann & M. Faulstich (Hrsg.), *Anaerobe biologische Abfallbehandlung. Grundlagen – Probleme – Kosten* (S. 210-213). Dresden: Eigenverlag des Forums für Abfallwirtschaft und Altlasten e.V. (Schriftenreihe des Instituts für Abfallwirtschaft und Altlasten, Technische Universität Dresden).
- Rieder, S., Balthasar, A. & Michel, S. (INTERFACE). (1997): Actornetzwerke als Strategie zur Verbreitung erneuerbarer Energien. Eine Evaluation der Strategie des Ressorts Erneuerbare Energien von Energie 2000. Bern: Bundesamt für Energiewirtschaft.
- Rogers, E.M. (1983): *Diffusion of Innovations*. New York: The Free Press.

- Rohracher, H. & Suschek-Berger, J. (1997): Verbreitung von Biomasse-Kleinanlagen: Situationsanalyse und Handlungsempfehlungen (Endbericht). Graz: Institut für Interdisziplinäre Forschung und Fortbildung der Universitäten Innsbruck, Klagenfurt und Wien.
- Rothen, S. (1995): Hemm- und Förderfaktoren für die Nutzung erneuerbarer Energieträger in Gebäuden: Verbreitung und Umsetzung innovativen Wissens zur Förderung der Nachhaltigkeit. Arbeitspapier des EAWAG-Forschungsschwerpunktes 1993-1997: „Nachhaltige Ressourcenbewirtschaftung am Beispiel Gewässer und anthropogene Sedimente“. Dübendorf: EAWAG, Abteilung Humanökologie.
- Schleiss, K. (2002): Kompostvermarktung in der Schweiz. I.A. des Bundesamtes für Umwelt, Wald und Landwirtschaft, (BUWAL), Bern.
- Schrumm, P. (2001): Organisation grosser Gemeinschaftsanlagen am Beispiel des Biokraftwerkes Neubukow. In: VDI-Berichte Nr. 1620, Biogas als regenerative Energie – Stand und Perspektiven, Tagung Hannover, 19. Und 20. Juni 2001 (S. 73-82). Düsseldorf: VDI Verlag.
- Sinclair, P., Löfstedt, R. (2001): The influence of trust in a biomass plant application: the case study of Sutton, UK. Biomass and Bioenergy, Vol 21 (3), p. 177-184.
- Sinclair, P. (1999): Social capital and trust in planning a biomass plant. University of Surrey, Guildford.
- Spicher, M. (2002): Informationsmanagement im Biomassebereich. Unveröffentlichte Diplomarbeit an der Hochschule Wädenswil/Fachhochschule Zürich.
- Top Agrar. (2002): Biogas: Strom aus Gülle und Biomasse. Münster: Landwirtschaftsverlag.
- Umbach, A. (2000): Unveröffentlichter Projektbericht: Biogasgemeinschaftsanlagen in Dänemark: Modell für eine kooperative Verwertung von Gülle und zur Erzeugung von „grüner Energie“ in der Landwirtschaft. Universität Gesamthochschule Kassel. (Verfügbar unter: <http://www.uni-kassel.de/fb10/sel/projekte/avalanche/biogas/biogas.htm>)
- Umbach-Daniel, A. (2002a): Biogasgemeinschaftsanlagen in der deutschen Landwirtschaft. Sozio-ökonomische und kulturelle Fördermöglichkeiten einer erneuerbaren Energietechnik. Kassel university press (Reihe Entwicklungsperspektiven Nr. 76).
- Umbach-Daniel, A. (2002b): Power vom Bauer. Energie&Umwelt, Nr. 3, S. 1-2.
- Umbach-Daniel, A. (2003): Biogas in der Schweiz: Riesige Rohstoffquelle anzapfen! Energie Express Nr. 58, März, S. 2.
- Upreti, B.R. (2004): Conflict over biomass energy development in the United Kingdom: some observations and lessons from England and Wales. Energy Policy, Vol 32 (6), p. 785-800.
- vom Baur, M. (1992): Verfahrenstechnik und Ökonomie bei industriellen Anlagen. In: Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V. (KTBL), Kosten landwirtschaftlicher Biogaserzeugung. Beiträge des KTBL-Fachgesprächs vom 25./26. November 1992 in Nordhausen (S. 38-48). Münster-Hiltrup: KTBL-Schriften-Vertrieb im Landwirtschaftsverlag.
- Weber, W., Hutter, J. (1992): Kosten landwirtschaftlicher Biogaserzeugung – Fazit aus ökonomisch-technischer Sicht. In: Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V. (KTBL), Kosten landwirtschaftlicher Biogaserzeugung. Beiträge des KTBL-Fachgesprächs vom 25./26. November 1992 in Nordhausen (S. 106-117). Münster-Hiltrup: KTBL-Schriften-Vertrieb im Landwirtschaftsverlag.
- Wellinger, A., Baserga, U., Edelmann, W., Egger, K. & Seiler, B. (1991): Biogas-Handbuch: Grundlagen - Planung - Betrieb landwirtschaftlicher Anlagen. Aarau: Witz.
- Wüstenhagen, R., Markard, J. & Truffer, B. (2003): Diffusion of green power products in Switzerland. Energy Policy, Vol 31 (7), pp.621-632.
- Zellmann, H. (2003): Gaseinspeisung – Anforderungen, Möglichkeiten und Grenzen. In VDI-Gesellschaft Energietechnik, Fachausschuss „Regenerative Energien“ (FA-RE), Biogas – Energieträger der Zukunft. Tagung, 11. Und 12. März 2003 (S. 217-229). Düsseldorf: VDI Verlag.
- Zweifel, U. (o.J.): Biogaskompaktanlagen. In: Energieforum.

Zitierte Gesetze und Verordnungen

- Bundesgesetz über die Raumplanung (Raumplanungsgesetz, RPG) vom 22. Juni 1979 (Stand am 13. Mai 2003)
- Bundesgesetz über die Reduktion der CO₂-Emissionen (CO₂-Gesetz) vom 8. Oktober 1999 (Stand am 18. April 2000)
- Energiegesetz (EnG) vom 26. Juni 1998 (Stand am 19 Januar 1999)
- Energieverordnung (EnV) vom 7. Dezember 1998 (Stand am 29. Januar 2002)

Energiegesetz des Kantons Zürich (EnG) vom 19. Juni 1983 (Stand: 1. Juni 2003)

Bundesamt für Energie (BFE): Empfehlungen und Vollzugshilfen für die Umsetzung der Anschlussbedingungen für unabhängige Produzenten. Vom 21. Januar 2003.

Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi). (2002): Gesetz für den Vorrang erneuerbarer Energien.

Verordnung über die Entsorgung tierischer Abfälle VETA vom 3. Februar 1993

Technische Verordnung über Abfälle (TVA) vom 10. Dezember 1990 (Stand am 28. März 2000)

Verordnung über die Umweltverträglichkeitsprüfung (UVPV) vom 19. Oktober 1988 (Stand am 28. März 2000)

Verordnung über die Strukturverbesserungen in der Landwirtschaft (Strukturverbesserungsverordnung, SVV) vom 7. Dezember 1998 (Stand am 30. Dezember 2003)

Rahmenvereinbarung zwischen Bionasse Schweiz und Gasmobil AG über die Einspeisung und Vermarktung von Biogas in das schweizerische Erdgasnetz, 4. Juni 2003