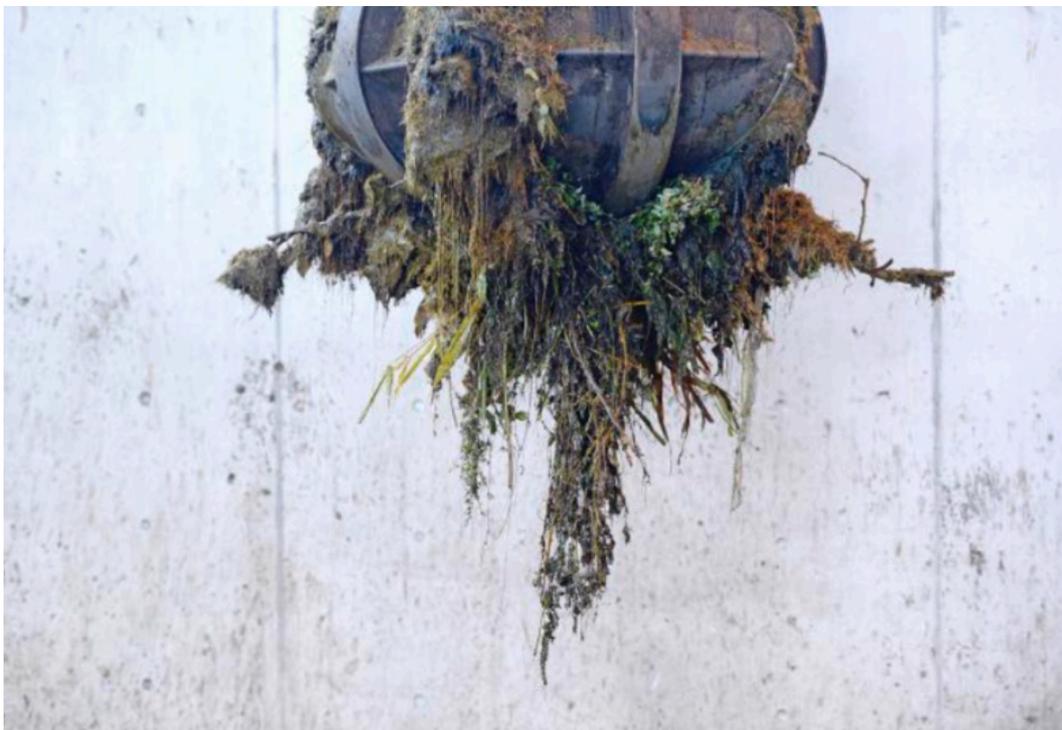


---

# Kunststoff in Biogasanlagen

---

Auswirkungen und Folgen auf die Umwelt



Ökologisches, ökonomisches und materialgerechtes Haushalten

Leistungsnachweis HeS16

Farisa Graca 3m

02 Dezember 2016

## Inhaltsverzeichnis

<b>1. Einleitung</b> .....	<b>1</b>
<b>2. Sachanalyse</b> .....	<b>1</b>
2.1 Biogas und Biogasanlage .....	1
2.2 Kunststoff in der Biogasanlage .....	2
2.3 Interview mit der Biogas Zürich AG .....	3
<b>3. Unterrichtsmaterialien</b> .....	<b>4</b>
3.1 Projektarbeit Biogasgewinnung .....	4
3.2 Bio gibt Gas .....	5
3.3 Umweltunterricht Abfall und Konsum .....	6
<b>4. Zusammenfassung</b> .....	<b>7</b>
<b>5. Literaturverzeichnis</b> .....	<b>8</b>
<b>6. Abbildungsverzeichnis</b> .....	<b>8</b>
<b>Anhang</b> .....	<b>8</b>

# 1. Einleitung

Heute gilt: Nichts wegschmeissen, was wiederverwertet werden kann. So zum Beispiel wird aus Bioabfall Dünger für die Landwirtschaft hergestellt.

Die folgende Arbeit befasst sich mit der Frage, was mit Kunststoff in einer Biogasanlage passiert. Der Schwerpunkt liegt dabei auf die Folgen und Auswirkungen von Plastik im Dünger. Die wissenschaftliche Kurzarbeit setzt sich aus zwei Teilen zusammen. Der erste Teil besteht aus einer Sachanalyse, welche die Problematik von Kunststoff in Biogasanlagen aufzeigt. Der zweite Teil befasst sich mit der Analyse von Unterrichtsmaterialien. Dabei werden die ausgewählten Unterlagen dokumentiert und unter Berücksichtigung des Lehrplan 21 kommentiert. Mit den im Literaturverzeichnis aufgeführten Medien wurde diese Arbeit verfasst.

# 2. Sachanalyse

Dieser Teil der Arbeit befasst sich zuerst mit Biogas und Biogasanlagen allgemein, gefolgt von den Auswirkungen und Folgen von Kunststoff in solchen Anlagen. Abschliessend werden die wichtigsten Erkenntnisse des Interviews mit Biogas Zürich AG präsentiert.

## 2.1 Biogas und Biogasanlage

In den vergangenen Jahren hat die Bedeutung des Biogases deutlich zugenommen. Dies ist darauf zurückzuführen, dass die Herstellung und Nutzung von Biogas ein grosses Potenzial in der Steuerung der globalen Erwärmung darstellt. Durch die Gewinnung von Biogas wird verhindert, dass Methan in die Atmosphäre entweicht. Methan weist ein 25-mal grösseres globales Erwärmungspotenzial als Kohlendioxid auf (Abbasi et al., 2012).

Wenn organische Stoffe – wie beispielsweise Lebensmittel, Bioabfall, Klärschlamm oder Pflanzenreste – unter der Abwesenheit von Sauerstoff vergärt werden, wird ein Gas erzeugt, welches aus 70% Methan besteht. Die restlichen Prozente bilden das Kohlendioxid und andere Gase. Sobald es angezündet wird, brennt es ohne Russ und abstossende Gerüche zu hinterlassen. Dieses Gas wird auch als Biogas bezeichnet (Abbasi et al., 2012).

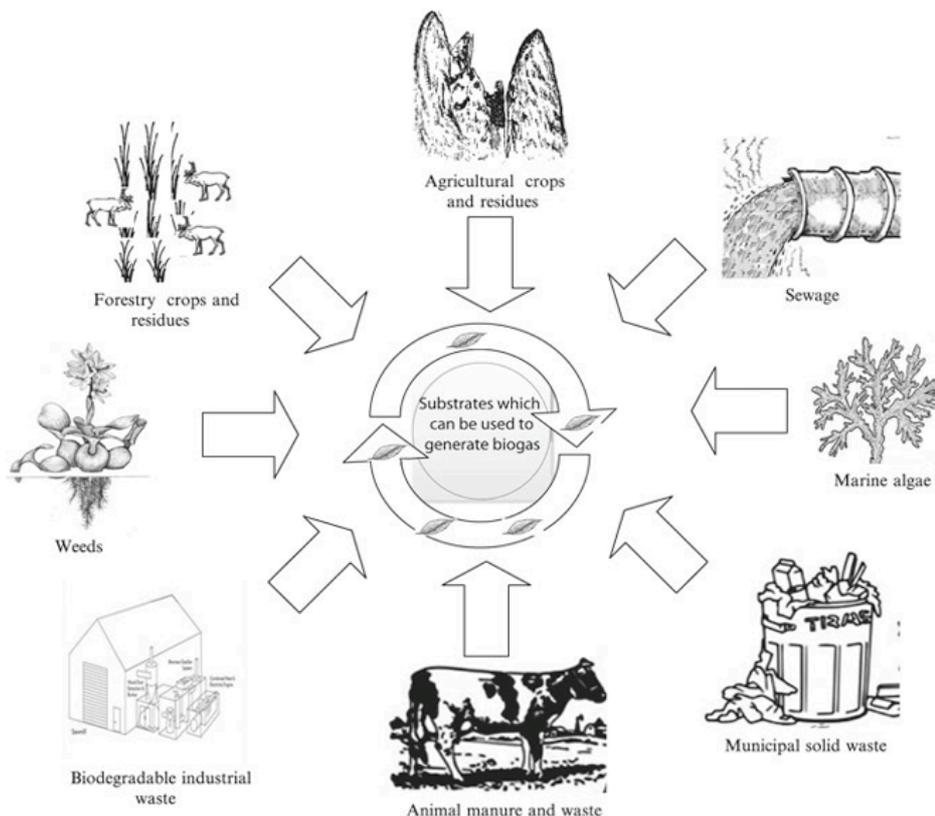


Abbildung 1: Beispiele für Substrate, welche anaerob vergärt werden können, um Biogas zu erzeugen.

Seit Anfang des 20. Jahrhunderts hatten die Entwicklungsländer, insbesondere China und Indien, den Wert der Biomasse als Energiequelle erkannt. Ab 1950 setzten sich diese Länder besonders stark für den Bau von Biogasanlagen ein. Doch die Industrieländer hatten zu dieser Zeit wenig Interesse Biogas zu nutzen. Sie bezogen Energie aus fossilen Brennstoffen, welche vor allem günstig und reichlich vorhanden waren. Als dann 1979 die Preise des Rohöls anstiegen, änderte sich die Situation langsam. Heute setzen die Industrienationen besonders auf erneuerbare Energien (Abbasi et al., 2012).

In der Schweiz stieg die Nachfrage nach Biogas in den vergangenen fünf Jahren gewaltig an. Derweilen sind 25 Biogasanlagen in der ganzen Schweiz in Betrieb (Vincenz, 2015).

In Biogasanlagen wird Biogas durch Vergärung von Biomasse hergestellt. Die Anlagen werden dabei in landwirtschaftliche und nicht-landwirtschaftliche unterschieden. In landwirtschaftlichen Biogasanlagen werden als Substrate Gülle, Mist, Bioabfälle und Energiepflanzen, wie z.B. Mais, Getreide, Futtergräser, verwendet. In nicht-landwirtschaftlichen Anlagen werden biologisch verwertbaren Abfallstoffe aus der Biotonne eingesetzt. Nach der Vergärung im Fermenter (Gärraum) gelangt das Biogas durch eine Gasaufbereitungsanlage in das Erdgasnetz und zu den Biogastankstellen. In den Blockheizkraftwerken (BHKW) wird das Biogas zur Wärme- und Stromerzeugung verwendet. Die vergorenen Reststoffe finden dann als Dünger Verwendung in der Landwirtschaft (Diepenbrock, 2014).

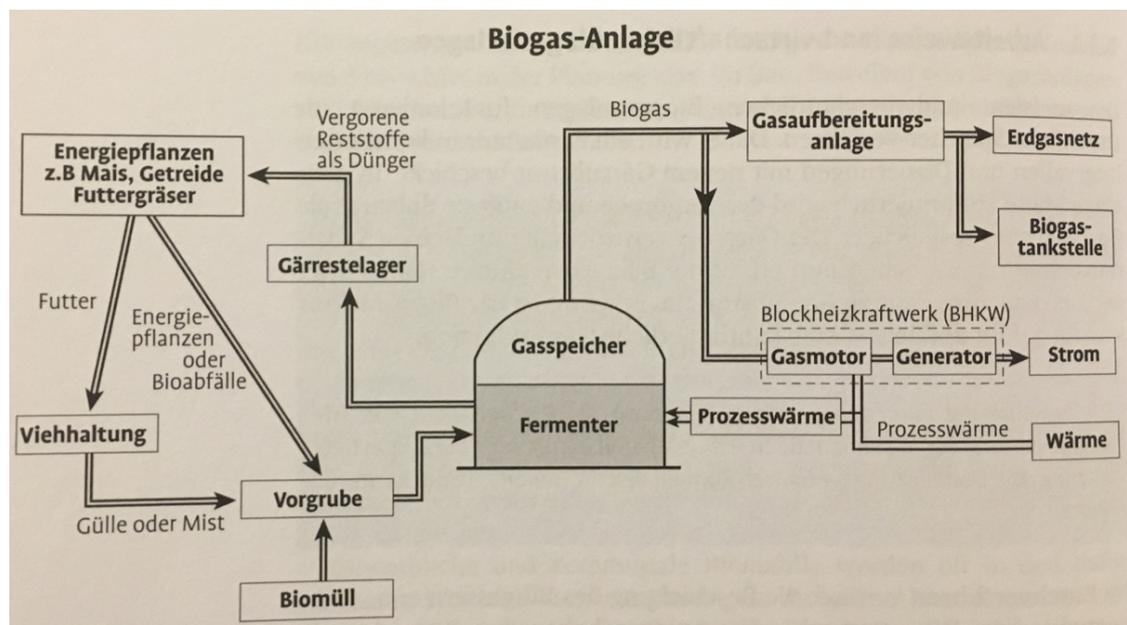


Abbildung 2: Funktionsschema einer landwirtschaftlichen Biogasanlage

## 2.2 Kunststoff in der Biogasanlage

Nicht immer ist alles, was in einer Biogasanlage landet, erwünscht. Stör- und Fremdstoffe wie zum Beispiel Aluminium, Glas, Karton, etc. beeinträchtigen massgeblich die Verwertung von biogenen Abfällen. Vor allem Kunststoff bildet ein ernstzunehmendes Problem. „Bauern ärgern sich über Plastikfetzen im Dünger“, so lautet eine Schlagzeile im Tagesanzeiger (Merk, 2014). Das Problem beim Plastik besteht darin, dass dieser Jahrzehnte braucht, bis er sich zersetzt. So kann sich der Kunststoff über die Jahre hinweg auf dem Acker der Bauern ansammeln. Bei den Plastikfetzen handelt es sich meistens um Plastiktüten von Coop und Migros, aber auch andere Plastikverpackungen landen in der Biogasanlage. Viele Kunden von Biogasanlagen sammeln ihren Biomüll in solchen Plastiksäcken und werfen diese dann mit in die Biotonne (Merk, 2014).

Doch Kunststoff auf den Feldern ist nicht nur ein ästhetisches Problem. Der Toxikologe Edmund Maser, Professor an der Universität Kiel, erklärt im Beitrag *Plastikverseuchter Kompost*

*macht Äcker zu Müllhalden* in der Sendung *Kontraste* (Das Erste, 2015) wie Plastik im Dünger den Menschen schaden kann. Gemäss seiner Aussage liegen die Gefahren von Kunststoff vor allem in deren Zusatzstoffen. Schädliche Substanzen wie Weichmacher und Flammschutzmittel können bei Plastik austreten. Solche Zusatzstoffe sind im Boden vorhanden, falls plastikhaltiger Dünger von den Biogasanlagen auf den Feldern verteilt wird. Die Auswirkungen und Folgen für die Umwelt und den Menschen sind weitreichend. Die Zusatzstoffe werden von den Pflanzen auf den Äckern aufgenommen und gelangen so durch die Nahrung in den menschlichen Körper. Im Körper können diese Stoffe den Hormonhaushalt negativ beeinflussen. Besonders bei Schwangeren können solche Fremdstoffe die Entwicklung des ungeborenen Kindes erheblich stören (Das Erste, 2015).

Ein anders Problem mit Plastik auf den Feldern ist, dass dieser mit der Zeit spröde wird und in kleinste Teilchen zerfällt. Mit dem Regen werden dann diese kleinen Plastikpartikel in die Flüsse gespült und landen so schliesslich im Meer. Solche Partikel haben die Fähigkeit fettlösliche Schadstoffe anzureichern, wie etwa DDT und Lindan (Insektizide). Die somit angereicherten Kunststoffpartikel werden dann von Meeresorganismen gefressen und gelangen über die Nahrungskette in den menschlichen Körper (Das Erste, 2015).

### 2.3 Interview mit der Biogas Zürich AG

Im Rahmen der Sachanalyse wurde ein Interview mit der Biogasanlage *Biogas Zürich AG* geführt. Die wichtigsten Erkenntnisse werden nachfolgend präsentiert. Im Anhang befindet sich das vollständige Interview.

In der Biogasanlage der *Biogas Zürich AG* sind Fremdstoffe jeglicher Art ein ernstes Problem. Sie kommen bei jeder Sammlung des Bioabfalls vor. Es kann schon mal sein, dass ganze Züri-Säcke in der Grüntonne erscheinen. Die Fremdstoffe werden, bevor sie in den Gärraum gelangen, mit einem Sternsieb und Magnetabschneider aussortiert. Wenn die Gärreste zu Dünger verarbeitet werden, wird der Dünger bis zu 3-mal gesiebt. So gelingt es der *Biogas Zürich AG* 98% der Fremdstoffe zu extrahieren. Probleme bereiten vor allem Deckel von Bier- und PET-Flaschen, welche nicht magnetisch und klein sind. So rutschen die Deckel durch das Sternsieb durch und können so in den Dünger gelangen. Für den Fremdstoffgehalt im Bioabfall gibt es keine gesetzlichen Bestimmungen. Beim Dünger hingegen gibt es in der Verordnung zur Reduktion von Risiken beim Umgang mit bestimmten besonders gefährlichen Stoffen, Zubereitungen und Gegenständen im Landesrecht Angaben, welche den Gehalt von Fremdstoffe regeln. Zudem gibt es einen Konsens, welcher über die biologisch abbaubaren Werkstoffe in einer Biogasanlage entscheidet.

Um den Fremdstoffen in der Biogasanlage entgegenzuwirken, werden schon bei der Sammlung des Bioabfalls Massnahmen getroffen. So werden beispielsweise Grüncontainer nicht geleert, wenn diese Fremdstoffe enthalten. Solch zurückgewiesene Container werden mit einer Bemerkung versehen. Bessert sich die Situation nicht, kann dies bis zu einer Kündigung des Abonnements führen. Zudem führt die Biogasanlage regelmässig öffentliche Führungen und Informationskampagnen durch, um die Bevölkerung auf die Problematik der Fremdstoffe im Biomüll zu sensibilisieren. Besonders auch für Schulklassen werden Führungen angeboten.



Abbildung 3: Fremdstoffe in der Biogasanlage Biogas Zürich AG

## 3. Unterrichtsmaterialien

Dieser Abschnitt zeigt ausgewählte Unterrichtsmaterialien zum Thema Biogas, Biogasanlagen und Abfallentsorgung. Dabei werden die Materialien dokumentiert und in Bezug auf Inhalt und Einsatz auf der Zielstufe Sek I kommentiert. Zudem wird ein Bezug zum Lehrplan 21 aufgezeigt.

### 3.1 Projektarbeit Biogasgewinnung

#### Quelle

Haucke, K. (2015). Biogas. Nutzung nachwachsender Rohstoffe für die Biogasgewinnung. In *Naturwissenschaften im Unterricht Chemie*, 4, S. 18-23.

#### Dokumentation des Unterrichtsmaterials

In der obengenannten Quelle wird die Biogasgewinnung als Thema für den Chemieunterricht unter dem Themenbereich „Nachwachsende Rohstoffe“ aufgeführt. Es wird ein möglicher Projektlauf zum Thema Biogas präsentiert, welcher aus 5 Bausteinen besteht. Die Projektarbeit zu Biogas wird dabei aus verschiedenen fachlichen, aber auch aus gesellschaftlichen und beruflicher Perspektive beleuchtet.

Der mögliche Projektlauf wird wie folgt dargestellt:

**Baustein 1:** Naturwissenschaftliche, technische und gesellschaftliche Grundlagen zur Herstellung und Nutzung von Biogas

**Baustein 2:** Biogasanlagen in der Region – Vorbereitung einer Betriebsbesichtigung

**Baustein 3:** Biogasanlagen in der Region – Durchführung einer Betriebsbesichtigung

**Baustein 4:** Naturwissenschaften im Beruf

**Baustein 5:** Projektpräsentation

Im Baustein 1 sollen die Schülerinnen und Schüler eigenständig über die Biogasherstellung und -nutzung recherchieren. Die Zeitschrift empfiehlt ein Gruppenpuzzle. Jede Gruppe sollte einen anderen Fokus haben, wie zum Beispiel Energiepflanzen, Aufbau einer Biogasanlage, Zusammensetzung des Biogases, etc. Somit könnten verschiedene biologische, chemische und auch technische Themenaspekte behandelt werden. Für erste Informationen können Arbeitsblätter der Zeitschrift verwendet werden (siehe Anhang). Auf diesen Grundlagen basierend können gesellschaftliche Aspekte thematisiert werden. Hier empfiehlt die Zeitschrift ein Rollenspiel oder Expertengespräch mit Pro- und Kontra-Argumenten.

Bei Baustein 2 und 3 geht es um die Vorbereitung und Durchführung einer Biogasanlagenbesichtigung. Vor der Besichtigung sollten die Schülerinnen und Schüler Fragen formulieren, welche sie dann während der Führung stellen können. Der Unternehmensbesuch kann anhand von Fotos, Filmen und Interviews in einem Bericht anschliessend in der Schule dokumentiert werden. Der Fokus im Baustein 4 liegt in der Vernetzung von naturwissenschaftlichen Inhalten mit einem oder mehreren Berufen. Hier bieten sich Experimente zur Erzeugung von Biogas an. Abschliessend sollen im Baustein 5 die neu gewonnenen Erkenntnisse präsentiert werden. Dafür eignet sich besonders eine Schülerausstellung, welche den Mitschülerinnen und Mitschülern und Lehrpersonen Einblicke in die Projektarbeit gewährt.

#### Kommentar in Bezug auf Inhalt und Einsatz auf der Zielstufe Sek I:

Das Thema Biogasgewinnung kann ich mir gut in einer Projektwoche vorstellen, bei der es um Nachhaltigkeit geht. Vom Inhalt her, ist die vorgestellte Projektarbeit gut möglich und für die Zielstufe geeignet. Die einzelnen Bausteine sind logisch aufgebaut und stimmen chronologisch überein. Besonders die Besichtigung einer Biogasanlage in der Region bietet den Schülerinnen und Schülern viele Eindrücke und ist alltagsnah.

### **Lehrplanbezug (Lehrplan 21):**

Folgende Kompetenzen werden gefördert:

Fachbereich: Wirtschaft, Arbeit, Haushalt

Kompetenzbereich WAH.1: Konsum und Lebensstil gestalten

Kompetenz WAH.1.2: Die Schülerinnen und Schüler können Folgen des Konsums analysieren.

Kompetenzstufe a: Die Schülerinnen und Schüler können Konsumgewohnheiten bezüglich Ressourcenverbrauch untersuchen, Ergebnisse vergleichen und beurteilen (z.B. Rohstoffe, Materialien, Energie, Produktionsaufwand, Nutzungsdauer, Entsorgung).

Kompetenzstufe d: Die Schülerinnen und Schüler können im Hinblick auf einen umwelt- und sozialverträglichen Konsum relevante Aspekte bei Herstellung, Erwerb, Gebrauch und Entsorgung von Konsumgütern erklären.

Querverweis BNE: Natürliche Ressourcen  
Umweltveränderungen

### **Mögliche Anpassungen im Fach WAH:**

Da die Biogasanlage verschiedene Bereiche der Natur und Gesellschaft tangiert, finde ich bei diesem Thema eine Zusammenarbeit unter den Fachlehrpersonen wichtig. In einer Projektwoche kann so sichergestellt werden, dass das Thema ausreichend besprochen wird.

Falls das Thema nur im Fach WAH besprochen wird, sollte der Schwerpunkt auf der Entsorgung des Bioabfalls liegen, was dann schlussendlich zum Thema Recycling führen kann. Die Besichtigung einer Biogasanlage kann auch gut mit der Chemielehrperson respektive Geografielehrperson gemeinsam vorbereitet und durchgeführt werden.

## **3.2 Bio gibt Gas**

### **Quelle**

Schmid, T. (2010). Unterricht: Bio gibt Gas. Online unter: <https://www.planet-schule.de/wissenspool/total-phaenomenal/inhalt/unterricht/bio-gibt-gas.html> (15.11.2016).

### **Dokumentation des Unterrichtsmaterials**

Auf der oben genannten Internetseite von Planet Schule wird für das Thema Biogas an der Oberstufe ein möglicher Unterrichtsablauf vorgestellt. Dieser beinhaltet 5 Arbeitsblätter, welche online verfügbar sind. Zudem sind Hinweise für die Lehrkraft und methodische Erläuterungen beschrieben, welche bei der Planung des Unterrichts helfen.

Der Einstieg in das Thema erfolgt durch die provokante These „Der Kuhmist von heute ist die Energieversorgung von morgen“ an der Wandtafel. Diese Aussage regt die Schülerinnen und Schüler zum Denken an und aktiviert zudem ihr mögliches Vorwissen.

Für das Arbeitsblatt 1 wird die Klasse in 3 Gruppen geteilt und mit Aufträgen zu den Themen Holz-Pellets, Biodiesel aus Rapsöl und Sun-Diesel. Mithilfe der Informationen aus dem Film „Bio gibt Gas“. Nachdem die Schülerinnen und Schüler sich innerhalb der Gruppe ausgetauscht haben, stellen sie mit Arbeitsblatt 2 eine Radiowerbung zu ihrem Produkt her. Somit können die Schülerinnen und Schüler ihr erworbenes Wissen der Klasse präsentieren.

Mit Arbeitsblatt 3 beschriften sie die Prozesse in der Biogasanlage mithilfe eines Lückentextes und einer schematischen Zeichnung. Als Abschluss des Themas kann eine eigene Biogasanlage in der Schule nachgebaut werden. Das Arbeitsblatt 4 stellt eine Versuchsanleitung dar.

### **Kommentar in Bezug auf Inhalt und Einsatz auf der Zielstufe Sek I:**

Die vorgestellten Unterrichtsmaterialien sind inhaltlich wie auch praktisch für die Oberstufe geeignet. Die einzelnen Arbeitsschritte sind methodisch abwechslungsreich, was denn Schülerinnen und Schülern die Neugierde und Interesse an der Thematik wahrt. Der Einstieg regt

zum Denken und Diskutieren an. Die Radiowerbung fördert die Kreativität und Eigenständigkeit der Schülerinnen und Schüler. Schliesslich werden, durch die eigene Herstellung einer Biogasanlage, die naturwissenschaftliche Kompetenzen praxisnah erweitert.

**Lehrplanbezug (Lehrplan 21):**

Folgende Kompetenzen werden gefördert:

Fachbereich: Wirtschaft, Arbeit, Haushalt

Kompetenzbereich WAH.1: Konsum und Lebensstil gestalten

Kompetenz WAH.1.2: Die Schülerinnen und Schüler können Folgen des Konsums analysieren.

Kompetenzstufe a: Die Schülerinnen und Schüler können Konsumgewohnheiten bezüglich Ressourcenverbrauch untersuchen, Ergebnisse vergleichen und beurteilen (z.B. Rohstoffe, Materialien, Energie, Produktionsaufwand, Nutzungsdauer, Entsorgung).

Kompetenzstufe d: Die Schülerinnen und Schüler können im Hinblick auf einen umwelt- und sozialverträglichen Konsum relevante Aspekte bei Herstellung, Erwerb, Gebrauch und Entsorgung von Konsumgütern erklären.

Querverweis BNE: Natürliche Ressourcen  
Umweltveränderungen

**Mögliche Anpassungen im Fach WAH:**

Der Versuch auf dem Arbeitsblatt 4 kann im Chemieunterricht durchgeführt werden. Ansonsten können im Fach WAH der Einstieg und die Übersicht der Biogasanlage auf Arbeitsblatt 3 gut übernommen werden. Ich würde dabei den Schwerpunkt auf den gesellschaftlichen Nutzen der Biogasanlage legen. Dabei können Vor- und Nachteile einer Biogasanlage in der Klasse diskutiert werden. Zum Abschluss wäre es noch gut, dass den Schülerinnen und Schüler aufgezeigt wird, wie wichtig es ist, dass sie ihren Abfall und Kompost richtig entsorgen.

### 3.3 Umweltunterricht Abfall und Konsum

**Quelle**

Müller, C. (o.J.) Umweltunterricht „Abfall und Konsum“. Online unter:

<http://www.pusch.ch/fuer-schulen/umweltunterricht/abfall-und-konsum/> (15.11.2016).

**Dokumentation des Unterrichtsmaterials**

Die Organisation Pusch unterstützt Schulen mit praxisnahem Wissen und konkreten Vorschlägen bei der Lösung von Umweltaufgaben. Zum Thema „Abfall und Konsum“ vermitteln sie stufengerecht, was Jugendliche zu einem sorgsamem Umgang mit Ressourcen und Abfällen beitragen können. Dabei lernen die Schülerinnen und Schüler wie Abfälle richtig sortiert und entsorgt werden, wie Recycling funktioniert und wie Abfälle vermieden werden können. Während 3 Lektionen steht kompetenz- und handlungsorientierter Unterricht im Vordergrund. Für die Vertiefung der Thematik wird empfohlen, dass eine Kehrrechtverbrennungsanlage in der Region besucht wird.

**Kommentar in Bezug auf Inhalt und Einsatz auf der Zielstufe Sek I:**

Der Einbezug von Umweltlehrpersonen in den Unterricht, ist sicherlich eine gute Möglichkeit Umweltfragen zu vertiefen. Die Inhalte der Themen werden von Pusch je nach Zielstufe abgestimmt.

**Lehrplanbezug (Lehrplan 21):**

Folgende Kompetenzen werden gefördert:

Fachbereich: Wirtschaft, Arbeit, Haushalt

Kompetenzbereich WAH.1: Konsum und Lebensstil gestalten

Kompetenz WAH.1.2:	Die Schülerinnen und Schüler können Folgen des Konsums analysieren.
Kompetenzstufe a:	Die Schülerinnen und Schüler können Konsumgewohnheiten bezüglich Ressourcenverbrauch untersuchen, Ergebnisse vergleichen und beurteilen (z.B. Rohstoffe, Materialien, Energie, Produktionsaufwand, Nutzungsdauer, Entsorgung).
Kompetenzstufe d:	Die Schülerinnen und Schüler können im Hinblick auf einen umwelt- und sozialverträglichen Konsum relevante Aspekte bei Herstellung, Erwerb, Gebrauch und Entsorgung von Konsumgütern erklären.
Kompetenzstufe e:	Die Schülerinnen und Schüler können Ideen generieren, wie negative Folgen des Konsums reduziert werden können (z.B. im eigenen Verhalten, auf gesellschaftlicher Ebene).
Querverweis BNE:	Natürliche Ressourcen Umweltveränderungen

### **Mögliche Anpassungen im Fach WAH:**

Da die Lektionen von Umweltlehrpersonen durchgeführt werden, kann hier lediglich im Voraus das Thema mit ihnen genauer besprochen und eventuell angepasst werden.

## **4. Zusammenfassung**

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass Biogas, Biogasanlagen und die Problematik des Plastiks im Dünger allesamt wichtige gesellschaftliche Themen unserer heutigen Zeit sind. Die Biogasanlagen streben eine Nachhaltige Entwicklung an, indem sie aus organischem Abfall Biogas und Dünger herstellen. Trotzdem zeigen sich in der Praxis Schwierigkeiten in Bezug auf die Umweltverschmutzung. Damit die Felder der Bauern „plastikfrei“ werden, sollte die Bevölkerung auf diese Thematik sensibilisiert werden. Denn erst wenn alle Stoffe fachgerecht entsorgt werden, kann der Umwelt und den Menschen geholfen werden.

In der Schule ist dieses Thema besonders gut unter der Leitidee *Bildung Nachhaltige Entwicklung* geeignet. Das Thema ist fächerübergreifend, regional und aktuell. Den Schülerinnen und Schülern wird gezeigt, wie natürliche Rohstoffe sinnvoll eingesetzt werden können. Wichtig ist auch hier wieder, dass den Jugendlichen aufgezeigt wird, wie wichtig es ist den Abfall richtig zu entsorgen.

## 5. Literaturverzeichnis

Abbasi, T., Tauseef, S., & Abbasi, S. (2012). Biogas Energy. New York: Springer.

Das Erste (2015). Kontraste. Plastikverseuchter Kompost mach Äcker zu Müllhalden. Video. Ausgestrahlt am 18.06.2015. Online unter [http://www.rbb-online.de/kontraste/ueber\\_den\\_tag\\_hinaus/wirtschaft/oekoirrweg-biotonne.html](http://www.rbb-online.de/kontraste/ueber_den_tag_hinaus/wirtschaft/oekoirrweg-biotonne.html) (13.11.2016).

Diepenbrock, W. (2014). Nachwachsende Rohstoffe. Stuttgart: Eugen Ulmer.

Merkt, A. (2014). Bauern ärgern sich über Plastikfetzen im Dünger. Online unter: <http://www.tagesanzeiger.ch/zuerich/stadt/Bauern-aergern-sich-ueber-Plastikfetzen-im-Du-enger/story/15045007> (12.11.2016).

Vincenz, C. (2015). Biogas in der Schweiz boomt. Online unter: <http://www.srf.ch/news/wirtschaft/biogas-in-der-schweiz-boomt> (12.11.2016).

## 6. Abbildungsverzeichnis

Deckblatt: Merkt, A. (2014). Bauern ärgern sich über Plastikfetzen im Dünger. Online unter: <http://www.tagesanzeiger.ch/zuerich/stadt/Bauern-aergern-sich-ueber-Plastikfetzen-im-Du-enger/story/15045007> (12.11.2016).

Abbildung 1: Abbasi, T., Tauseef, S., & Abbasi, S. (2012). Biogas Energy. New York: Springer.

Abbildung 2: Diepenbrock, W. (2014). Nachwachsende Rohstoffe. Stuttgart: Eugen Ulmer.

Abbildung 3: Eigentum der Biogas Zürich AG. Erhalten am 09.11.2016.

## Anhang

Interview mit der Biogas Zürich AG

Arbeitsblätter Haucke, K. (2015). Biogas. Nutzung nachwachsender Rohstoffe für die Biogasgewinnung. In Naturwissenschaften im Unterricht Chemie, 4, S. 18-23.