

Unterrichtsmaterial 2. & 3. Zyklus

**«Biogas»**



# Lektionsplanung „Biogas“ 2./3. Zyklus

## Lektionsplan



Nr.	Thema	Worum geht es? / Ziele	Inhalt und Action	Sozialform	Material	Zeit
1	Bioabfall-Memory	Die SuS haben sofort einen spielerischen Zugang zum Thema.	Lustvoller Einstieg ins Thema mit einem Memoryspiel: Unter kleinen Grünkübeln sind verschiedene (organische) Gegenstände/Stoffe/Abfälle deponiert. Unterschiedliche Spielvarianten sind möglich – und ein Spiel zum Ausdrucken.	GA/Plenum	Grünkübel oder alternativ Kompobags unterschiedliche Gegenstände	15'
2	Experimente	Die SuS gewinnen selber neue Erkenntnisse. Sie lernen Zusammenhänge kennen und können den Experimentverlauf korrekt dokumentieren.	Die SuS führen drei unterschiedliche Experimente zum Thema Biomasse und Vergärung durch. Am Beispiel dieser Versuche können sie Abläufe der Kompogas-Technologie besser verstehen.	GA	gemäss Postenblatt	45'
3	Bioabfälle	SuS ordnen unterschiedliche Abfälle verschiedenen Symbolen zu.	Etwa ein Drittel aller Gemeindeabfälle in der Schweiz ist organischer Herkunft. Was gehört in den Grüncontainer und was muss anderweitig entsorgt werden? Ein Zuordnungsmerkblatt beantwortet die Frage.	EA	Arbeitsblatt	10'
4	Was ist Biogas?	Die SuS kennen Biogas als erneuerbare Energiequelle und können verschiedene Vorteile benennen.	Kompogas gehört zu den erneuerbaren Energien und wird CO <sub>2</sub> -neutral hergestellt. Eine Übersicht zu Verwertung, Ökologie und Ökonomie bringt den SuS das Biogas verständlich näher.	EA	Arbeitsblatt	20'
5	Verfahren	Die SuS können erklären, wie eine Biogasanlage funktioniert und kennen die wichtigsten Bestandteile einer Anlage.	Wie wird aus einer Bananenschale erneuerbare Energie gewonnen? Die Technologie wird den SuS verständlich erklärt. Die SuS lösen ein anschliessend ein Arbeitsblatt.	PA	Arbeitsblatt Video	30'
6	Chancen und Facts	Die SuS kennen Vor- und Nachteile von Biomasse und präsentieren als Abschluss auf einem Plakat ihre eigene Meinung.	Das Potenzial von Biomasse wird anhand von verschiedenen Facts den SuS erklärt. Dabei sollen sowohl die positiven Punkte, aber auch die Grenzen von Biomasse aufgezeigt werden. Zum Abschluss gestalten die SuS eine „plakative Zusammenfassung“, welche persönlich gefärbt sein soll und zu weiteren Diskussionen anregen darf und soll.	EA/GA	Arbeitsblatt Material für das Plakat	45'

Die Zeitangaben sind Annahmen für den ungefähren Zeitrahmen und können je nach Klasse, Unterrichtsniveau und -intensität schwanken!

# Lektionsplanung „Biogas“ 2./3. Zyklus

## Lektionsplan



### Lehrplanbezug:

- **NMG.3.2.b**
  - Die Schülerinnen und Schüler können Vorkommen und Bedeutung von Energie im Alltag beschreiben (z.B. Nahrung liefert uns die Energie, die wir benötigen; ohne elektrische Energie könnten elektrische Geräte nicht betrieben werden).
- **NMG.3.2**
  - Die Schülerinnen und Schüler können die Bedeutung von Energie und Energieumwandlungen im Alltag erkennen, beschreiben und reflektiert handeln.
- **TTG.3.B.2**
  - Die Schülerinnen und Schüler kennen die Herstellung und die sachgerechte Entsorgung von Materialien und können deren Verwendung begründen.
- **WAH.3.2.a**
  - Die Schülerinnen und Schüler können auf der Grundlage von Informationen (z.B. aktuelle Studien, Fachartikel, Zeitungsberichte) die Wirkung alltäglicher Konsumsituationen auf die Umwelt reflektieren (z.B. Ökobilanz). Einsatz von Ressourcen: Rohstoffe, Energie, Wasser; Entsorgung.

Ergänzungen/Varianten	
Legende	EA = Einzelarbeit / Plenum = die ganze Klasse / GA = Gruppenarbeit / PA = Partnerarbeit / SuS = Schülerinnen und Schüler / LP = Lehrperson
Bilder	Wenn nichts anderes erwähnt, stammen die Bilder von Axpo Biomasse AG oder Pixabay.
Kontaktadressen	Axpo Biomasse AG Parkstrasse 23 5401 Baden Telefon Zentrale: +41 56 200 31 11  <a href="http://www.axpo.com/biomasse">www.axpo.com/biomasse</a>
Projekte	Schulangebote von Energie Zukunft Schweiz: <a href="http://www.energiezukunftschweiz.ch/linie-e/Schulangebote/index.php">http://www.energiezukunftschweiz.ch/linie-e/Schulangebote/index.php</a>

# Bioabfall-Memory

Info für Lehrpersonen



<b>Arbeitsauftrag</b>	Lustvoller Einstieg ins Thema: Unter kleinen Grünkübeln sind verschiedene (organische) Gegenstände/Stoffe/Abfälle deponiert. Unterschiedliche Spielvarianten sind möglich – und ein Spiel zum Ausdrucken.
<b>Ziel</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Die SuS haben sofort einen spielerischen Zugang zum Thema.</li></ul>
<b>Material</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Grünkübel oder alternativ Kompobags.</li><li>• unterschiedliche Gegenstände (organische Gegenstände)</li></ul>
<b>Sozialform</b>	GA / Plenum
<b>Zeit</b>	15'

## Zusätzliche Informationen:

- Die Grünkübel können verschiedene Bauarten haben, da es nicht um den Kübel an sich, sondern um das versteckte Gut darunter geht.
- Falls zu wenige Grünkübel aufgetrieben werden können, sind auch andere Abdeck-Kübel möglich.
- Die SuS sammeln selber Gegenstände und organische Abfälle.

## Gut zu wissen:

- Mit **Grüngut** meint man Rasen- und Sträucherschnitt von Gemeinden. Speisereste und Küchenabfälle gehören nicht darunter.
- Spricht man von **Bioabfällen**, meint man Grüngut wie auch Speisereste und Küchenabfälle.

# Bioabfall-Memory

Info für Lehrpersonen



## Bildquellenverzeichnis für das Memoryspiel (erstellt 2017):

1. © Rothoshop Schweiz 2017, <https://www.rothoshop.ch/Abfalleimer/Komposteimer/>
2. © MSG Martin Staffler, wenn man Rasenschnitt einfach in den Kompostbehälter kippt, fängt er an zu gären, <https://www.mein-schoener-garten.de/gartenpraxis>
3. Roter Apfel, <https://pixabay.com/de/%C3%A4pfel-roter-apfel-frucht-212129>
4. Markus Schweiss; Kasten voller Asche aus einer Steinkohleheizung, <https://de.wikipedia.org/wiki/Asche#/media/File:Steinkohlenasche.jpg>
5. Bananenschale, <https://pixabay.com/de/bananenschale-banane-essen-fr%C3%BChte-1735083/>
6. Pferdemist und neu Pflanzen, <https://frz-neubauerhof.com/bio-garten/>
7. Bild: Adriana Bella, Berner Zeitung, Artikel Umfrage zur Grünabfuhr löst Unmut aus, <https://www.bernerzeitung.ch/region/emmental/Umfrage-zur-Gruenabfuhr-loest-Unmut-aus/story/25955937>
8. Verblühte Rosen, <https://pixabay.com/de/rosen-verwelkt-verbl%C3%BCht-welk-blume-1081252/>
9. Brot im Korb von 3268zauber, <https://de.wikipedia.org/wiki/Br%C3%B6tchen>
10. Eierschalen, © Fotolia/Viktor, <https://www.sat1.ch/ratgeber/gesundheit/darum-solltet-ihr-eierschalen-in-zukunft-nicht-mehr-wegschmeissen-050300>
11. Straussenfeder, <https://pixabay.com/de/straussenfeder-feder-leichtigkeit-1457994/>
12. Herbstblätter, <https://www.biomassesuisse.ch/de/produkte>
13. Waldpilz und Moos, <https://pixabay.com/de/pilz-moos-waldpilz-herbst-2638702/>
14. Holzschnitzel, <https://pixabay.com/de/holz-holz-schnitzel-verzogene-holz-1846825/>
15. Kaffeesatz als Rückstand im Filter von Estormiz, [https://de.wikipedia.org/wiki/Kaffeesatz#/media/File:Coffee\\_Filter\\_2006\\_09\\_09.JPG](https://de.wikipedia.org/wiki/Kaffeesatz#/media/File:Coffee_Filter_2006_09_09.JPG)
16. Gemüse und Früchte, <https://www.biomassesuisse.ch/de/produkte>
17. Tannenzapfen, <https://pixabay.com/de/tannenzapfen-zapfen-winter-herbst-1405521/>
18. Drei verschiedene Teebeutel von André Karwath aka Aka, <https://de.wikipedia.org/wiki/Teebeutel>

# Bioabfall-Memory

Spielunterlagen



Aufgabe: Spielt das Bioabfall-Memory.

Unter jedem Grünkübel ist ein Gegenstand versteckt. Jeweils zwei gleiche Gegenstände bilden ein Memory-Paar. Entscheidet am Schluss gemeinsam, welche Gegenstände vergärt werden können und welche nicht.

## Spielanleitung

### Material:

- 20 - 40 grüne Grünkübel
- Unterschiedliche Gegenstände wie:

Äpfel, Asche, Bananenschalen, Erde, Essensreste, verschiedene Gemüse, Blumen, Brot, Eierschalen, Federn, Gras/Rasenschnitt, Heckenschnitt, Heu, Holzhäcksel, Holzsnitzel, Kaffeesatz, Laub, Moos, Nüsse, Pilze, Rüstabfälle, Schokolade, Tannzapfen, Teebeutel, Zitrusfrüchte...

Daneben sollen auch nicht vergärbare Gegenstände wie Plastik, Metalle, Wolle ... etc. versteckt werden.

### Spielbeschreibung:

Unter jedem Grünkübel wird ein Gegenstand (paarweise) versteckt. Die meisten der Gegenstände sollten organisch sein. Nun spielen die SuS Memory. Als Preise können Gemüse oder Früchte zum Rohessen verteilt werden.

### Varianten:

Die SuS beschaffen die Memory-Gegenstände selber.

Als Paar werden nicht die gleichen Gegenstände verwendet, sondern Gegenstände, welche sich ergänzen: Ahornblatt / Ahornsamen, Tannzapfen / Tannzweig ...



# Bioabfall-Memory

Spielunterlagen



## Memory zum Ausschneiden



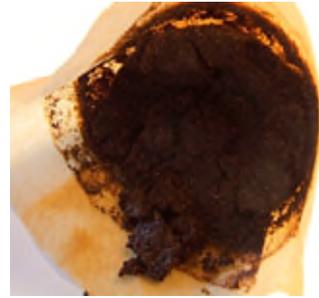
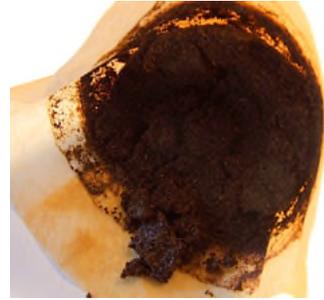
# Bioabfall-Memory

Spielunterlagen



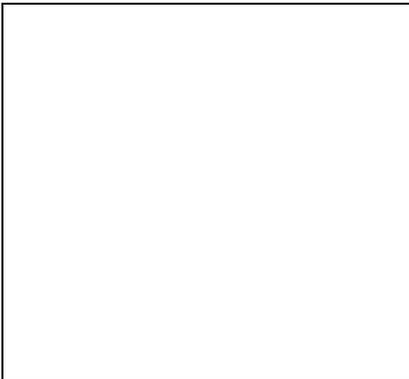
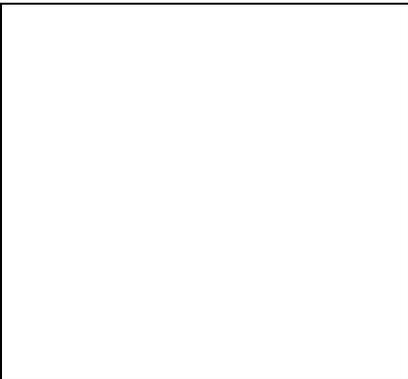
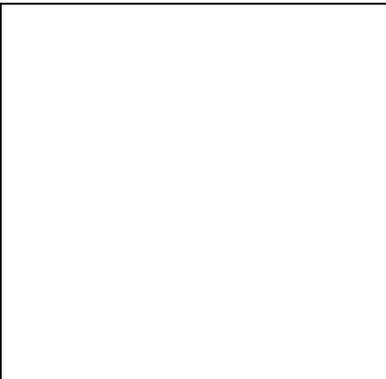
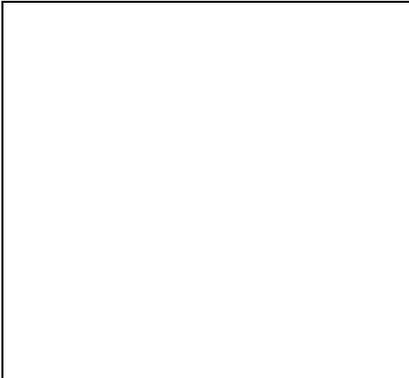
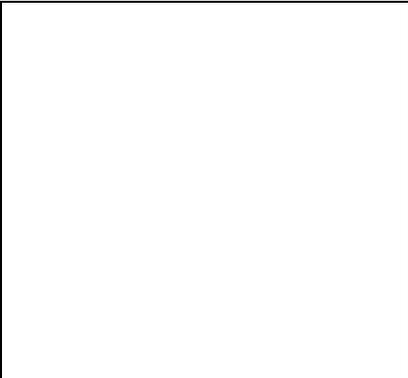
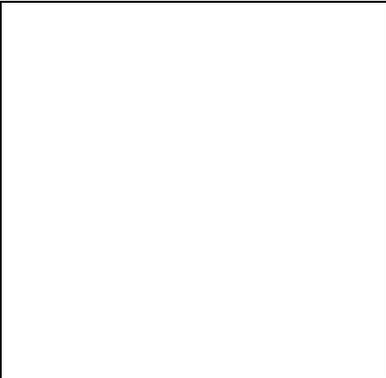
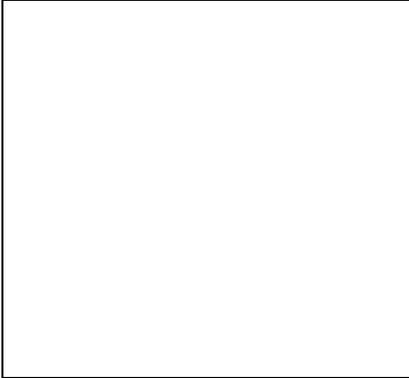
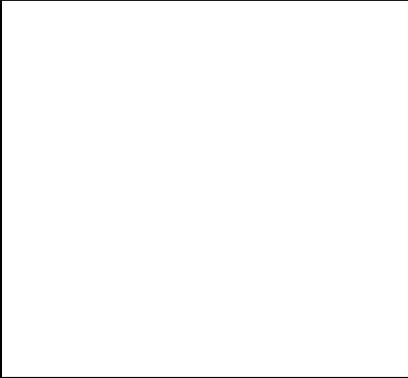
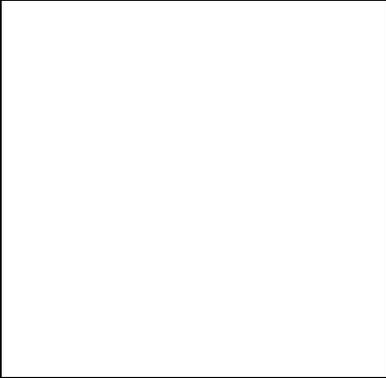
# Bioabfall-Memory

Spielunterlagen



# Bioabfall-Memory

Spielunterlagen





<b>Arbeitsauftrag</b>	Die SuS führen zwei unterschiedliche Experimente zum Thema Biomasse und Vergärung durch. Am Beispiel dieser Versuche können sie Abläufe der Biogas-Technologie besser verstehen.
<b>Ziel</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Die SuS gewinnen selbst neue Erkenntnisse und lernen Zusammenhänge kennen und können den Experimentverlauf korrekt dokumentieren.</li></ul>
<b>Material</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Gemäss Postenblatt</li></ul>
<b>Sozialform</b>	GA
<b>Zeit</b>	45'

### Zusätzliche Informationen:

- Der Langzeitversuch (Experiment 2) kann auch in der Schule durchgeführt werden.



Aufgabe: Führt in Gruppen dieses Experiment durch und protokolliert eure Beobachtungen

## Vergärung 1 (Schulexperiment)

Material:

2 Pack flüssige Hefe

200 g Zucker

200 g Mehl

ca. 3 dl warmes Wasser

1.5l Petflasche

1 Luftballon

1 Schüssel

1 Trichter

1 Schwingbesen

### Experiment-Anleitung:

1. Gib das Wasser, die Hefe und den Zucker in die Schüssel und mische alles untereinander.
2. Unter ständigem Rühren gibst du vorsichtig das Mehl hinzu.
3. Fülle den Brei, wenn er zäh und dickflüssig ist, mithilfe des Trichters in die Petflasche.
4. Stülpe den Luftballon über die Flasche.
5. Stelle die Flasche an einen warmen Ort, zum Beispiel an die Sonne oder auf / an einen Heizkörper.
6. Warte und beobachte, was passiert.

Beobachtungsjournal	Bild



Aufgabe: Führe diesen Versuch als Hausaufgabe bei dir zu Hause durch.

## Vergärung 2 (Hausaufgabe)

### Material:

- ca. 200 g klein geschnittene Küchenabfälle (Gemüseabfälle, Salatblätter, Laub...)
- ¼ Würfel Bouillon
- 1 Teelöffel Zucker
- warmes Wasser
- ca. 5 Esslöffel Erde oder Kompost
- 1.5 l Petflasche
- Trichter
- Luftballon

### Experiment-Anleitung:

1. Schneide die Küchenabfälle und den Bouillonwürfel in kleine Stücke.
2. Mische das Ganze mit der Erde und fülle die Masse in die Flasche.
3. Nun schüttest du etwas Wasser hinzu, so dass die Flasche etwa zur Hälfte gefüllt ist. Darüber streust du noch den Zucker.
4. Schliesslich stülpst du den Ballon auf den Flaschenhals.
5. Stelle die Flasche an einen warmen, dunklen Platz und dokumentiere während fünf Tagen die Veränderungen.

Tag 1:

Beobachtungsjournal	Bild

Tag 2:

Beobachtungsjournal	Bild



Tag 3:

Beobachtungsjournal	Bild

Tag 4:

Beobachtungsjournal	Bild

Tag 5:

Beobachtungsjournal	Bild

Vergleicht in der Klasse eure Ergebnisse.

# Experimente

## Lösungen



### Zusätzliche Informationen für Lehrpersonen

#### Allgemein:

Biogas ist ein brennbares Gas, das durch Vergärung von Biomasse jeder Art entsteht. Es wird in Biogas-Anlagen aus der Vergärung von Abfällen gewonnen.

Biogas entsteht durch den natürlichen Prozess des mikrobiellen Abbaus organischer Stoffe unter anaeroben Bedingungen. Dabei setzen Mikroorganismen die enthaltenen Kohlenhydrate, Eiweisse und Fette in die Hauptprodukte Methan (CH<sub>4</sub>) und Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>) um. Dafür sind anaerobe Verhältnisse notwendig, also unter Ausschluss von Sauerstoff.

#### Biogas und Kompogas in der Schweiz

Pionier für das Schweizer Kompogas war der an Energieeffizienz interessierte Bauunternehmer Walter Schmid. Auf dem heimischen Balkon stellte er nach dem Studium von Fachliteratur die ersten Versuche an und war Ende der 80er-Jahre überzeugt, das Gas aus organischen Abfällen nutzen zu können. Er nahm mit Unterstützung von Bund und Kanton Zürich im Jahre 1991 in Rümlang bei Zürich die erste Versuchsanlage in Betrieb, die 1992 als erste Kompogas-Anlage den ordentlichen Betrieb aufnahm. Das Unternehmen Kompogas erstellte weltweit weitere Anlagen und Schmid wurde seither mit vielen Preisen ausgezeichnet. Im Jahr 2011 wurde die Kompogas-Gruppe vollständig durch Axpo als Axpo Kompogas AG übernommen. 2020 wurde die Axpo Kompogas AG umbenannt zur Axpo Biomasse AG.

Quelle: Wikipedia



<b>Arbeitsauftrag</b>	Etwa ein Drittel aller Gemeindeabfälle in der Schweiz ist organischer Herkunft. Was gehört in den Grüncontainer und was muss anderweitig entsorgt werden? Ein Zuordnungsmerkblatt beantwortet die Frage.
<b>Ziel</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• SuS ordnen unterschiedliche Abfälle verschiedenen Symbolen zu.</li> </ul>
<b>Material</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Arbeitsblatt</li> </ul>
<b>Sozialform</b>	EA
<b>Zeit</b>	10'

**Zusätzliche Informationen:**

- Grünabfall in der Schule sammeln. Zum Beispiel während der grossen Pause an exponierten Stellen Grünkübel aufstellen und danach fachgerecht entsorgen.
- Die Abfallsäcke in der Schweiz haben verschiedene Farben, je nach Kanton und Gemeinde.

**Bildquellen:**

Komposteimer, © Rothoshop Schweiz 2017, <https://www.rothoshop.ch/Abfalleimer/Komposteimer/>  
 Abfallsack der Stadt Bern, <http://www.bern.ch/themen/abfall/gebuehren/verursachergebuehr/sackgebuehr>



## Aus Abfall wird Energie

Rund ein Drittel aller Gemeindeabfälle in der Schweiz ist organisch. Mit der Vergärung dieser Bioabfälle können die darin enthaltenen Stoffe und die Energie genutzt werden. Dank der Sammlung von Bioabfällen werden aus Abfällen Wertstoffe, die weiter genutzt werden können. Die Vergärung mit dem Kompogas-System bewährt sich seit mehr als 20 Jahren – sie ist eine ökologisch und ökonomisch sinnvolle Lösung für Gartenabfälle, Haushaltsabfälle und Speisereste.



Aufgabe: Was gehört alles in den Grüncontainer?  
Schneide die unterschiedlichen Abfälle aus und klebe sie in die richtige Kategorie.

Textilien, Staubsaugersäcke	Kompostierbeutel	Brot und Gebäck
Medikamente	Batterien	Obst, Gemüse, Salat
Rasen- und Wiesenschnitt	Rüstabfälle von Obst und Gemüse	Strassenwischgut, Asche
Kaffeersatz und Teekraut	Mineralöl	Stauden von Blumen und Gemüse
Speisereste	Steine, Glas	Kleintiermist und Katzensand
Schnüre aus Kunstfasern	Strauch- und Baumschnitt	Metall, Aluminium, Blechdosen
Laub, Unkraut und Fallobst <sup>1</sup>	Eierschalen	Kunststoff, Plastik
Käse	Balkon- und Topfpflanzen	Fisch, Fleisch (gekocht)

<sup>1</sup> Obst, das von selbst vom Baum gefallen ist



**Aufklebeblatt**

**Bioabfälle für den Grüncontainer**

Gartenabfälle	Haushaltabfälle	Speisereste
		

**Das gehört nicht in den Grüncontainer!**

	
---	--

# Bioabfälle

Lösungen



## Bioabfälle für den Grüncontainer

Gartenabfälle	Haushaltabfälle	Speisereste
		
Rasen- und Wiesenschnitt	Kaffeesatz und Teekraut	Speisereste
Laub, Unkraut und Fallobst	Kompostierbeutel	Käse
Strauch- und Baumschnitt	Rüstabfälle von Obst und Gemüse	Brot und Gebäck
Balkon- und Topfpflanzen	Eierschalen	Obst, Gemüse, Salat
Stauden von Blumen und Gemüse	Kleintiermist und Katzen sand	Fisch, Fleisch (gekocht)

## Das gehört nicht in den Grüncontainer!

	Textilien, Staubsaugersäcke	Steine, Glas
	Medikamente	Strassenwischgut, Asche
	Schnüre aus Kunstfasern	Metall, Aluminium, Blechdosen
	Batterien	Kunststoff, Plastik
	Mineralöl	

# Was ist Biogas?

Info für Lehrpersonen



<b>Arbeitsauftrag</b>	Biogas wird aus Bioabfällen hergestellt und gehört zu den erneuerbaren Energien. Weil bei der Produktion nur so viel CO <sub>2</sub> freigesetzt wird, wie die verwertete Biomasse beim Wachstum aufgenommen hat, und die verwerteten Bioabfälle nachwachsen, ist Biogas CO <sub>2</sub> -neutral. Eine Übersicht zu Verwertung, Ökologie und Ökonomie bringt den SuS das Biogas verständlich näher.
<b>Ziel</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Die SuS kennen Biogas als erneuerbare Energiequelle und können verschiedene Vorteile benennen.</li></ul>
<b>Material</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Arbeitsblätter</li></ul>
<b>Sozialform</b>	PA
<b>Zeit</b>	20'

## Zusätzliche Informationen:

- Filmbeispiel «Kraftwerk Banane»: <https://www.youtube.com/watch?v=9D5fdf6Z4zE>
- Mehr Informationen auch auf <http://www.kompogas-bioriko.ch>
- «In Zürich stinks!» Wie aus Bioabfall Biogas wird: <https://www.srf.ch/play/tv/srf-news-videos/video/wie-aus-bioabfall-biogas-wird?urn=urn:srf:video:4997d393-b644-4b0b-84c5-36a6e9042eef#:~:text=Z%C3%BCrich%20f%C3%BCht%20im%20Rahmen%20einer,entsteht%20aus%20der%20Biomasse%20Biogas.>

# Was ist Biogas?

Arbeitsunterlagen



Aufgabe: Lies die untenstehenden Informationen durch und fülle den Lückentext aus.

## Was ist Biogas?

### Einsetzwörter:

*ein Drittel, Kreislauf, CO<sub>2</sub>-Emissionen, Strom, Naturdünger, biogene Abfallstoffe, Wärme, Speiseresten, Energie, Dünger, kostengünstiger, Rohstoffe*

### Merkmale zu Biogas:

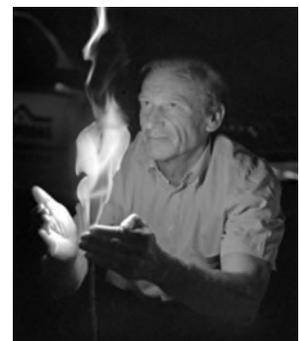
Aus biogenen Abfällen lassen sich verschiedene Produkte gewinnen:



Verwertet werden Abfallprodukte, welche ohnehin entsorgt werden.

Die Vergärung von biologisch abbaubaren Stoffen ist ein junges Verfahren, das mit Kleinversuchen auf einem Schweizer Balkon begann.

Walter Schmid mit dem von ihm erfundenen Kompogas-Verfahren,  
Fotograf Beat Pfändler  
[www.wikipedia.org](http://www.wikipedia.org)



# Was ist Biogas?

Arbeitsunterlagen



## CO<sub>2</sub>-neutrale Energie

Jede Tonne Bioabfall oder Grüngut, die in einer Kompogas-Anlage verwertet wird, leistet einen wesentlichen Beitrag zur Verminderung der \_\_\_\_\_ und dient dem Klimaschutz:

*Ersatz von fossilen Energieträgern*

Würde anstelle des Bioabfalls die gleiche Menge \_\_\_\_\_ mit fossilen Energieträgern hergestellt, entstünden pro Tonne nicht in einer Biogas-Anlage verwertetem Bioabfall etwa 0.3 Tonnen CO<sub>2</sub>.

*Ersatz von Kunstdünger*

Durch die Verwertung der \_\_\_\_\_ aus der Biogas-Anlage können künstliche Dünger eingespart werden.

## Erneuerbare Energie

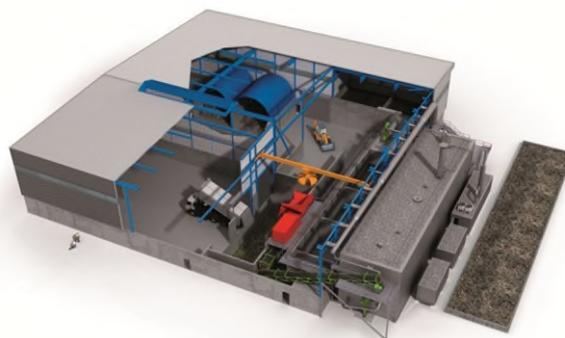
Vorteile des Kompogas-Verfahrens:

- ersetzt fossile Energieträger durch Bioabfälle
- erzeugt CO<sub>2</sub>-neutrale(n) Ökostrom und -wärme

## Verwertung

Immer mehr umwelt- und kostenbewusste Städte, Gemeinden, Unternehmen und Privatpersonen wählen den Weg der getrennten Entsorgung, denn rund \_\_\_\_\_ aller Haushaltsabfälle sind organischer Natur und können wiederverwertet werden. Die Entsorgung von Küchen- und Gartenabfällen oder Speiseresten spart zudem Sack- und Kehrlichtgebühren.

Durch das Kompogas-Verfahren kann jede einzelne Person etwas zur CO<sub>2</sub>-Reduktion leisten: Die eigenen Garten- und Küchenabfälle sowie \_\_\_\_\_ werden noch einmal verwertet und damit wird das Energiepotenzial voll ausgeschöpft. Durch die Vergärung entstehen Biogas sowie wertvoller Naturdünger.



# Was ist Biogas?

Arbeitsunterlagen



## Ökologie

Die Verwendung von biologisch abbaubaren Abfällen zur Gewinnung erneuerbarer Energie weist einen geschlossenen \_\_\_\_\_ auf:



## Ökonomie

Die Rückgewinnung bereits vorhandener Ressourcen ist sinnvoller als die Neugewinnung von Rohstoffen oder Energiequellen. Dafür sind aber komplexe und teils aufwendige Prozesse erforderlich. Darum scheitern Verwertungs- oder Recyclingtechnologien oftmals, weil die Verfahren zu teuer sind und nicht rentieren.

Eine steigende Zahl von Biogas-Anlagen zeigt aber, dass \_\_\_\_\_ ökonomisch sinnvoll verwertet werden können und daraus ein lokales und CO<sub>2</sub>-neutrales Produkt entsteht.

Übrigens...

Die Vergärung von Küchen- und Gartenabfällen oder Speiseresten zur Gewinnung von Biogas ist \_\_\_\_\_ als die herkömmliche Abfallverbrennung. Bei der Vergärung in einer Biogas-Anlage wird zudem mehr Energie genutzt als in einer Kehrichtverbrennungsanlage.

Quelle: Kompogas Bioriko

# Was ist Biogas?

Lösungen



Aus biogenen Abfällen lassen sich verschiedene Produkte gewinnen:

**Strom**



**Wärme**



**Dünger**



## CO<sub>2</sub>-neutrale Energie

Jede Tonne Bioabfall oder Grüngut, die in einer Biogas-Anlage verwertet wird, leistet einen wesentlichen Beitrag zur Verminderung der **CO<sub>2</sub>-Emissionen** und dient dem Klimaschutz:

### *Ersatz von fossilen Energieträgern*

Würde anstelle des Bioabfalls die gleiche Menge **Energie** mit fossilen Energieträgern hergestellt, entstünden pro Tonne nicht in einer Biogas-Anlage verwertetem Bioabfall etwa 0,3 Tonnen CO<sub>2</sub>.

### *Ersatz von Kunstdünger*

Durch die Verwertung der **Naturdünger** aus der Biogas-Anlage können künstliche Dünger eingespart werden.

## Erneuerbare Energie

Das Kompogas-Verfahren:

- ersetzt fossile Energieträger durch Bioabfälle – diese sind nachwachsende **Rohstoffe**
- erzeugt CO<sub>2</sub>-neutrale(n) Ökostrom und -wärme

## Verwertung

Immer mehr umwelt- und kostenbewusste Städte, Gemeinden, Unternehmen und Privatpersonen wählen den Weg der getrennten Entsorgung, denn rund **ein Drittel** aller Haushaltsabfälle ist organischer Natur und kann wiederverwertet werden. Die Entsorgung von Küchen- und Gartenabfällen oder Speiseresten spart zudem Sack- und Kehrrechtgebühren.

Durch das Kompogas-Verfahren kann jede einzelne Person etwas zur CO<sub>2</sub>-Reduktion leisten: Die eigenen Garten- und Küchenabfälle sowie **Speiseresten** werden noch einmal verwertet und damit wird das Energiepotenzial voll ausgeschöpft. Durch die Vergärung entsteht Biogas zur elektrischen und thermischen Energiegewinnung und wertvoller Naturdünger.

# Was ist Biogas?

Lösungen



## Ökologie

Die Verwendung von biogenen Abfällen zur Gewinnung erneuerbarer Energie ergibt einen geschlossenen **Kreislauf**:



## Ökonomie

Die Rückgewinnung bereits vorhandener Ressourcen ist sinnvoller als die Neugewinnung von Rohstoffen oder Energiequellen. Dafür sind aber komplexe und teils aufwendige Transformationsprozesse erforderlich. Darum scheitern Verwertungs- oder Recyclingtechnologien oftmals, weil die Verfahren zu teuer sind und nicht rentieren. Die steigende Zahl von Biogas-Anlagen zeigt aber, dass **biogene Abfallstoffe** ökonomisch sinnvoll verwertet werden können und daraus ein lokales und CO<sub>2</sub>-neutrales Produkt entsteht.

Übrigens...

Die Vergärung von Küchen- und Gartenabfällen oder Speiseresten zur Gewinnung von Biogas ist **kostengünstiger** als die herkömmliche Abfallverbrennung. Bei der Vergärung in einer Kompogas-Anlage wird zudem mehr Energie genutzt als in einer Kehrichtverbrennungsanlage.

Quelle: Kompogas Bioriko



<b>Arbeitsauftrag</b>	Wie wird aus einer Bananenschale erneuerbare Energie gewonnen? Die Technologie wird den SuS verständlich erklärt.
<b>Ziel</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Die SuS können erklären, wie eine Biogas-Anlage funktioniert und kennen die wichtigsten Bestandteile einer Anlage.</li></ul>
<b>Material</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Arbeitsblatt</li></ul>
<b>Sozialform</b>	PA.
<b>Zeit</b>	30'

### Zusätzliche Informationen:

- Im Dokument „05a Verfahren“ finden Sie eine Bildersammlung zum Verfahren (für Aufgabe 2 und 3).
- <https://youtu.be/KnXgCnWuxgw> (Alles Banane: Die Energie steckt auch in der Schale)





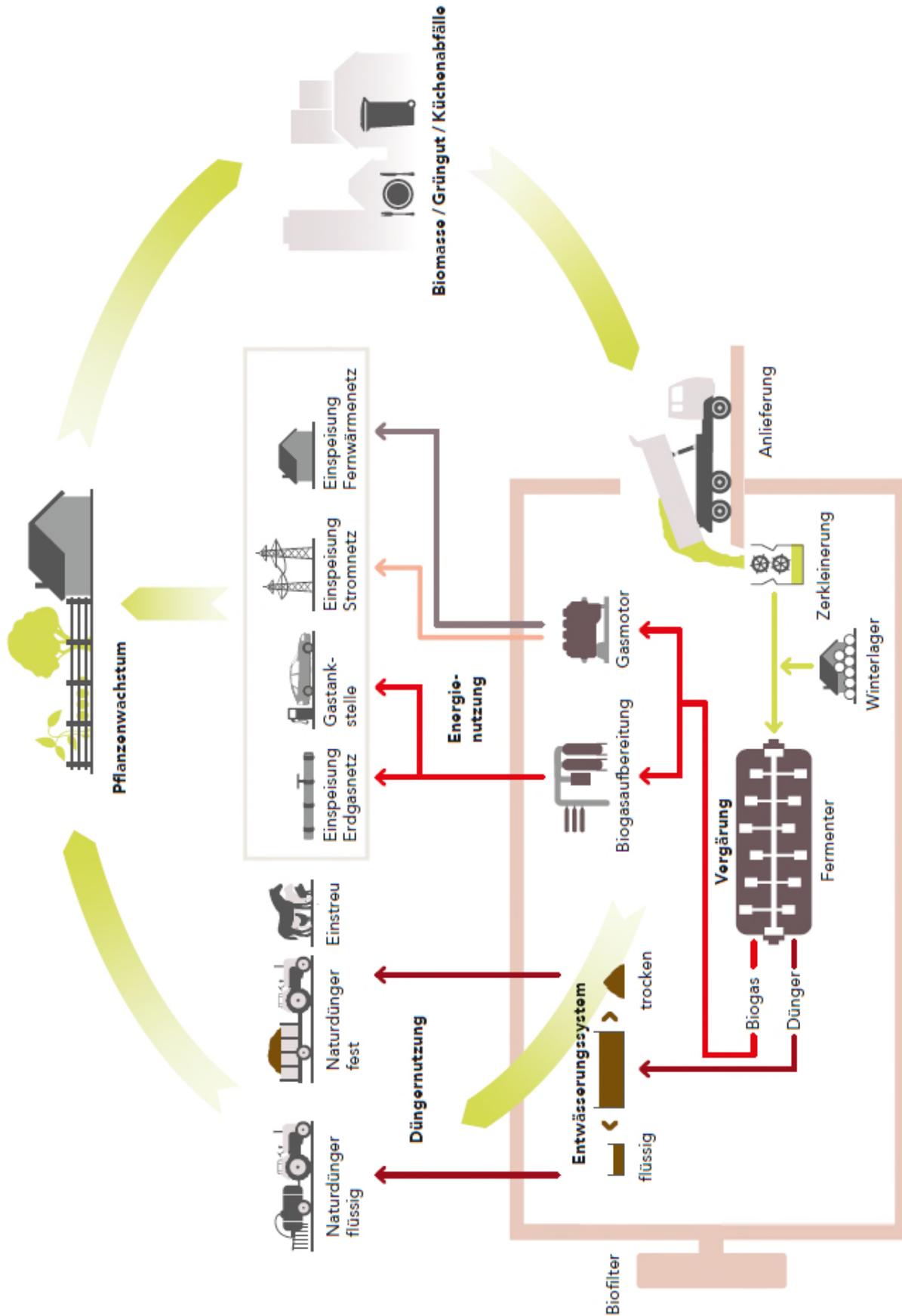
Aufgabe 1: Die Textabschnitte sind durcheinander geraten. Bringe sie in die richtige Reihenfolge, nimm dafür die Grafik zu Hilfe.

## Wie funktioniert eine Kompogas-Anlage?

	Damit die organischen Stoffe für die Vergärung optimal vorbereitet sind, zerkleinert der Shredder das Material.
	Eine Schneckenpresse teilt den Gärrest – das Abfallprodukt im wahrsten Sinne – in eine feste und eine flüssige Fraktion. Daraus entsteht Naturdünger, der in der Landwirtschaft eingesetzt oder zu Kompost verarbeitet wird.
	Damit beim ganzen Prozess keine Geruchs- und Gasemissionen entstehen, wird die gesamte Abluft abgesaugt und gefiltert.
	Per Förderband gelangt das aufbereitete Material (Substrat) in den Fermenter – das Herzstück einer Biogas-Anlage.
	Der gesamte Bioabfall wird über eine Geruchsschleuse in einen Tiefenbunker abgeladen.
	Die organischen Abfälle wie Grüngut, Garten- und Küchenabfälle werden angeliefert.
	Als Energie-Produkte werden gewonnen: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Biogas, das ins Gasnetz eingespeist wird</li> <li>- Strom, der in das Stromnetz eingespeist wird</li> </ul>
	Hier vergären Mikroorganismen das organische Material im anaeroben Verfahren, also unter Ausschluss von Sauerstoff. Die Betriebstemperatur von 55 °C und die Gärzeit von 14 Tagen garantieren, dass die Bioabfälle im Fermenter von Keimen und Sporen befreit werden. Ein sich langsam drehendes Längsrührwerk bewirkt die optimale Durchmischung und Entgasung der Gärmasse.



Aufgabe 2: Erkläre in eigenen Worten, weshalb das Kompogasverfahren den ökologischen Kreislauf schließt (Grafik siehe nächste Seite).



# Verfahren

## Lösungen



### Recherchaufgabe:

100`000 Stunden eine moderne LED-Leuchte (10W) betreiben

100`000 Stunden entsprechen fast 11.5 Jahren.

20`000 Stunden fernsehen (LED-TV)

20`000 Stunden entsprechen gut 2 Jahren oder über 13`000 Fussballmatches.

5`000 Stunden am Computer arbeiten

5`000 Stunden entsprechen über 2.5 Jahren am Arbeitsplatz bei einer Annahme von 220 Arbeitstagen à 8.25 Stunden.

mit einem Elektroauto rund 6700 km weit fahren

zum Vergleich: Zürich und New York liegen gut 6300 km auseinander (Luftdistanz)

### Aufgabe 1:

#### Wie funktioniert eine Biogas-Anlage?

1	Die organischen Abfälle wie Grüngut, Garten- und Küchenabfälle werden angeliefert.
2	Der gesamte Bioabfall wird über eine Geruchsschleuse in einen Tiefenbunker abgeladen.
3	Damit die organischen Stoffe für die Vergärung optimal vorbereitet sind, zerkleinert der Shredder das Material.
4	Per Förderband gelangt das aufbereitete Material (Substrat) in den Fermenter – das Herzstück einer Biogas-Anlage.
5	Hier vergären Mikroorganismen das organische Material im anaeroben Verfahren, also unter Ausschluss von Sauerstoff. Die Betriebstemperatur von 55 °C und die Gärzeit von 14 Tagen garantieren, dass die Bioabfälle im Fermenter von Keimen und Sporen befreit werden. Ein sich langsam drehendes Längsrührwerk bewirkt die optimale Durchmischung und Entgasung der Gärmasse.
6	Als Energie-Produkte werden gewonnen: <ul style="list-style-type: none"><li>- Biogas, welches ins Gasnetz eingespeist wird</li><li>- Strom, welcher in das Stromnetz eingespeist wird</li></ul>
7	Eine Schneckenpresse teilt den Gärrest – das Abfallprodukt im wahrsten Sinne – in eine feste und eine flüssige Fraktion. Daraus entsteht Naturdünger, der in der Landwirtschaft eingesetzt oder zu Kompost verarbeitet wird. Des Weiteren kann der feste Naturdünger auch zu Tiereinstreuprodukten weiterverarbeitet werden.
8	Damit beim ganzen Prozess keine Geruchs- und Gasemissionen entstehen, wird die gesamte Abluft abgesaugt und gefiltert. Die warme Luft kann in nahe gelegenen Treibhäusern optimal genutzt werden.

# Verfahren

## Lösungen



### **Aufgabe 2:**

Mit der Vergärung von Bioabfällen werden ökologische Kreisläufe geschlossen, wird Energie gewonnen und es werden Ressourcen für nächste Generationen geschaffen.

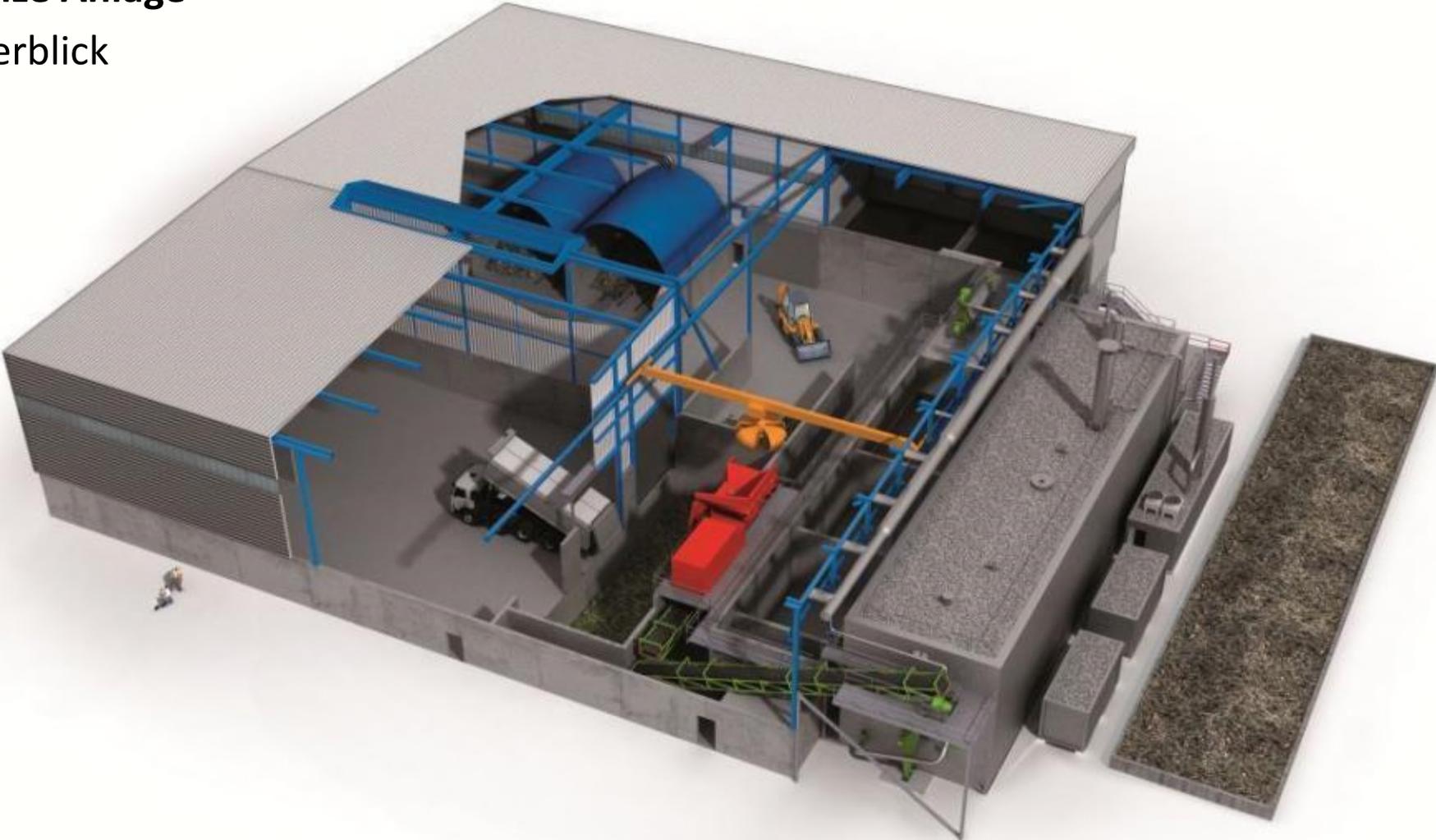
Mit dem Kompogas-Verfahren werden Garten- und Küchenabfälle sowie Speisereste aus dem Grüncontainer zerkleinert und vergärt. Daraus entstehen Biogas und Naturdünger. Aus dem Biogas werden Strom und Wärme gewonnen; ausserdem Strom, der nicht einfach nur per Druck auf den Lichtschalter das Zimmer erleuchtet, sondern ohne den unser Leben heute nicht (mehr) denkbar wäre.

Dazu kommt Gas, das dafür sorgt, dass im Winter geheizt werden kann, und der nährstoffreiche Naturdünger, der den Feldern und Gärten zugutekommt. In der Folge entsteht neues Wachstum, der Kreislauf ist geschlossen respektive beginnt von vorne.

# Bildersammlung Verfahren

## Ganze Anlage

### Überblick



# Bildersammlung Verfahren

## Anlieferung

Tiefbunker mit Kran

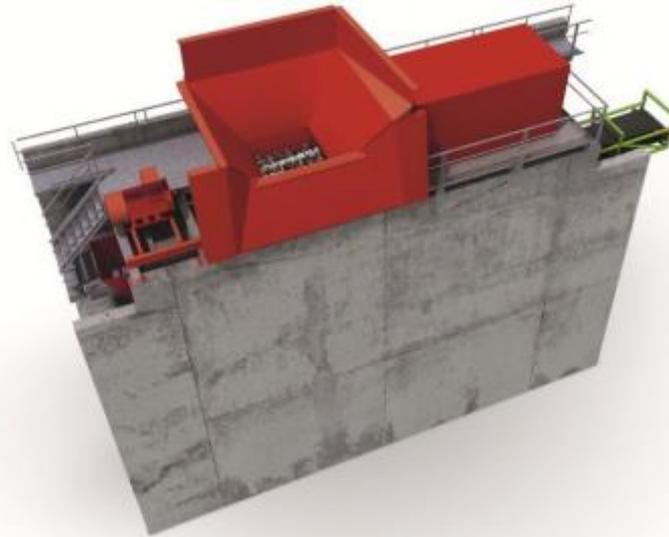


# Bildersammlung Verfahren

---

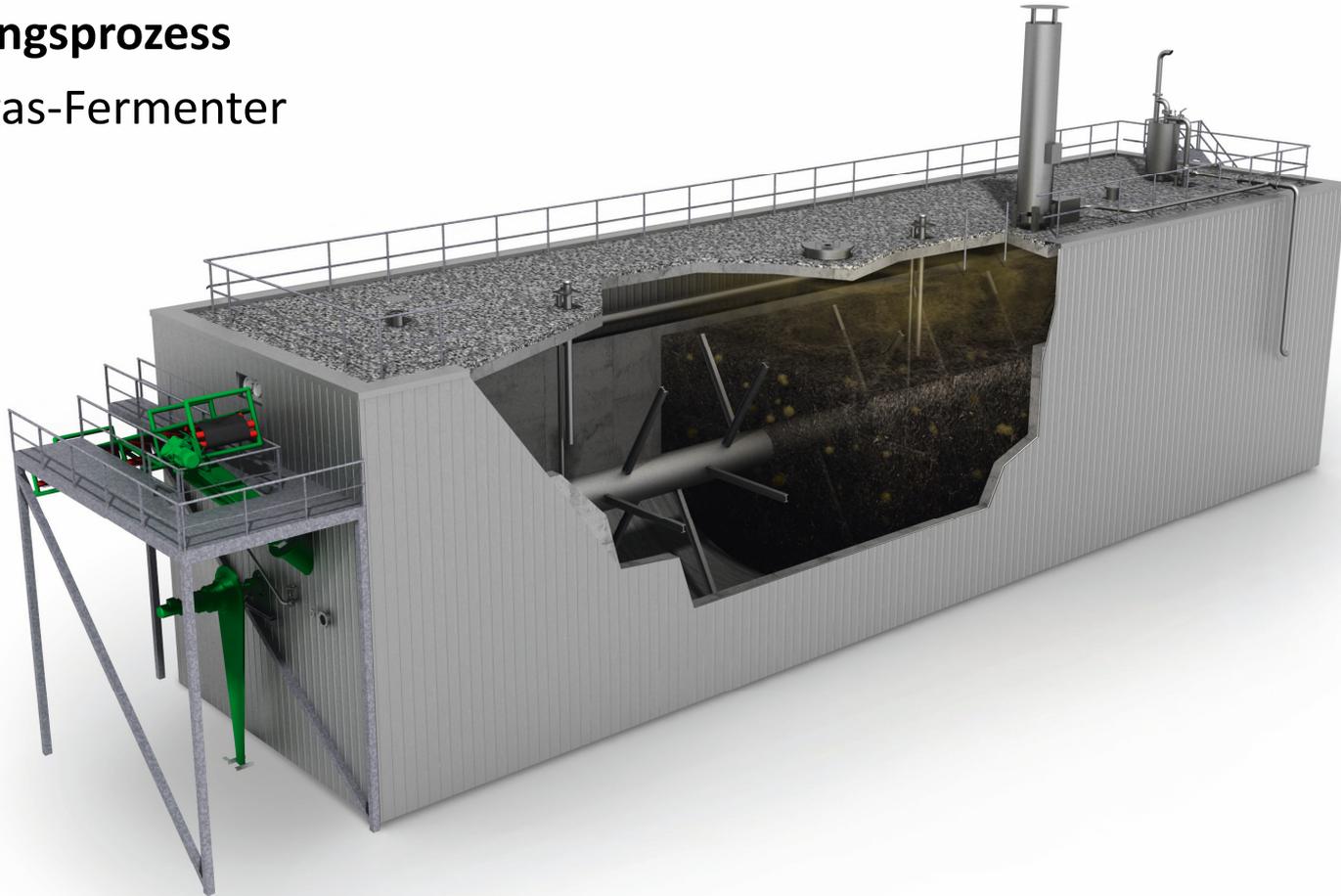
## **Aufbereitung**

Shredder mit Sieb



# Bildersammlung Verfahren

## Vergärungsprozess Kompostgas-Fermenter



# Bildersammlung Verfahren

## Energienutzung

Biogas wird entweder aufbereitet und ins Gasnetz eingespeist oder mittels Blockheizkraftwerk (BHKW) zu Strom umgewandelt.



# Bildersammlung Verfahren

---

## Austrag

Schneckenpresse teilt Gärrest



# Bildersammlung Verfahren

---

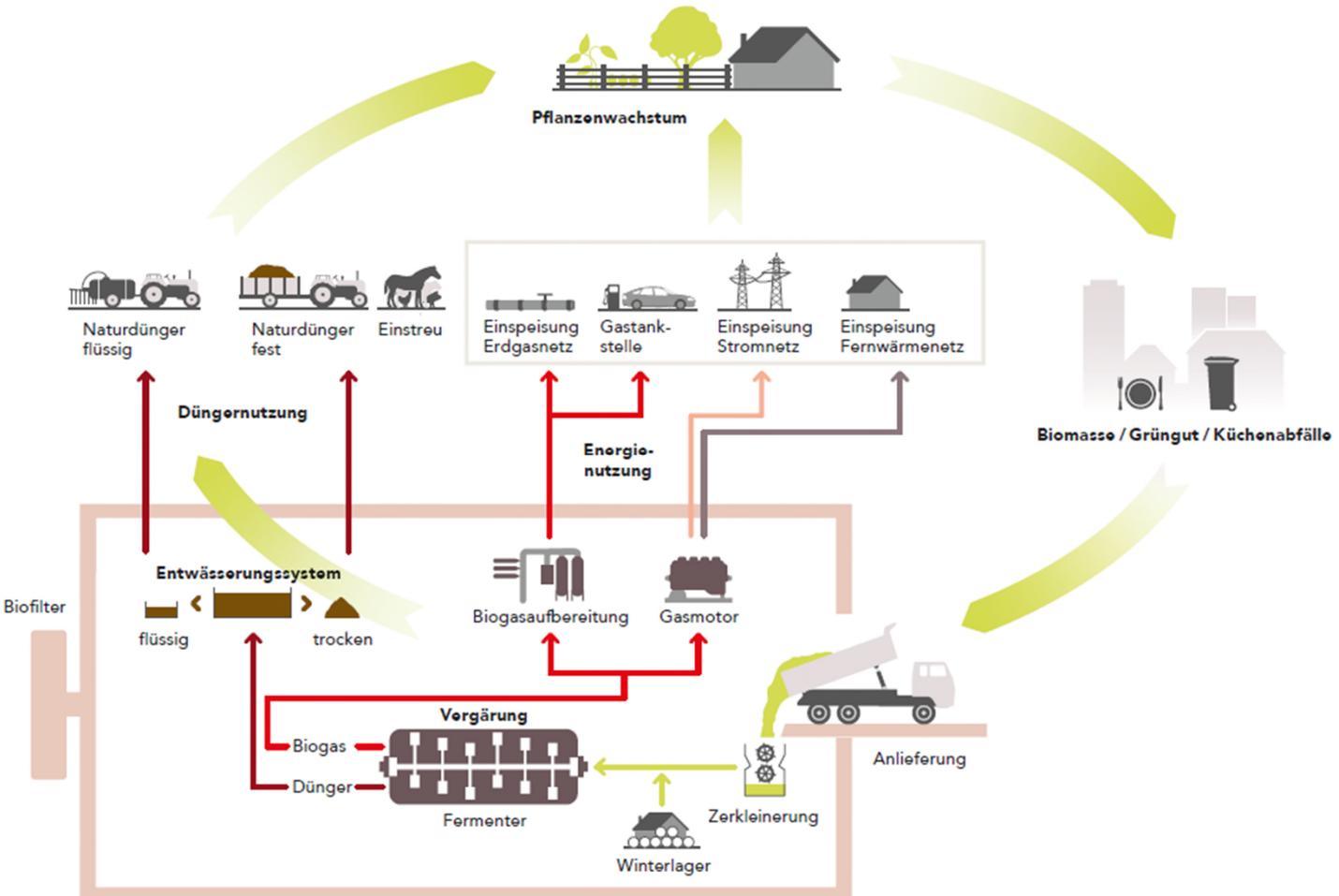
## **Nachrotte**

Festes Gärgut wird zu Kompost veredelt



# Bildersammlung Verfahren

## Der ökologische Kreislauf im Kompogas-Verfahren



# Chancen und Facts

Info für Lehrpersonen



<b>Arbeitsauftrag</b>	Den SuS wird anhand verschiedener Facts das Potenzial von Biomasse erklärt. Dabei sollen sowohl die positiven Punkte, aber auch die Grenzen von Biomasse aufgezeigt werden. Zum Abschluss gestalten die SuS eine „plakative Zusammenfassung“, welche persönlich gefärbt sein soll und zu weiteren Diskussionen anregen darf und soll.
<b>Ziel</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Die SuS kennen Vor- und Nachteile von Biomasse und präsentieren als Abschluss auf einem Plakat ihre eigene Meinung.</li></ul>
<b>Material</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Arbeitsblatt</li><li>• Material für das Plakat</li></ul>
<b>Sozialform</b>	EA, GA
<b>Zeit</b>	45'

## Zusätzliche Informationen:

- Das Bundesamt für Umwelt hat viele Facts zu erneuerbaren Energien:  
<https://www.bfe.admin.ch/bfe/de/home/versorgung/erneuerbare-energien.html>
- Auch unter [www.strom.ch](http://www.strom.ch) (Verband Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen) finden Sie viele wertvolle und weiterführende Informationen.
- Der Strommix der eigenen Gemeinde kann hier angeschaut werden:  
[http://www.strommix-schweiz.ch/?navigation\\_id=347&sprachcode=de](http://www.strommix-schweiz.ch/?navigation_id=347&sprachcode=de)



Aufgabe: Zeichne zu jeder Information ein passendes Piktogramm / Symbol in das Feld. Lass dich vom ersten Beispiel inspirieren.

## Das Potenzial von Biomasse

Hast du gewusst, dass...

	<p>... du mit der Energie von 1 kg Küchenabfall einen Fussballmatch im TV schauen kannst?</p>
	<p>... ein Auto mit 1 kg Rüstabfall etwa 1 km weit fahren kann? Biogas ist CO<sub>2</sub>-neutral. Mit Biogas betriebene Fahrzeuge verursachen deutlich weniger Schadstoffe als Benzin- oder Dieselfahrzeuge.</p>
	<p>... du genug Energie für die Beleuchtung der Wohnung mit Sparlampen gewinnst, wenn du und deine Familie die Garten- und Küchenabfälle durch eine Biogas-Anlage verwerten lassen?</p>
	<p>... die Vergärung von Grüngut zur Gewinnung von Kompogas deutlich kostengünstiger ist als die herkömmliche Abfallverbrennung? Dazu wird bei der Vergärung von Bioabfällen – im Gegensatz zu einer Kehrichtverbrennungsanlage – mehr Energie nutzbar gemacht.</p>
	<p>... das Kompogas-Verfahren seinen Ursprung in der Schweiz hat und heute auf der ganzen Welt anzutreffen ist?</p>



Aufgabe: Studiere das Kapitel und markiere wichtige Informationen.

## Facts, Chancen und Grenzen

Zur Biomasse werden Holz, landwirtschaftliche Biomasse (Gülle, Mist und Ernterückstände) und organische Abfälle (Speisereste und Grüngut) gezählt. Biomasse ist eine Energiequelle, die mit unterschiedlichen Technologien in Wärme, Strom und Treibstoff umgewandelt werden kann.

Die Nutzung der Biomasse erfolgt dabei auf verschiedene Arten:

### Verbrennung:

Weit verbreitet und technisch ausgereift ist die Verbrennung von holzartiger Biomasse in Holzfeuerungsanlagen (zum Beispiel mit Pellets).

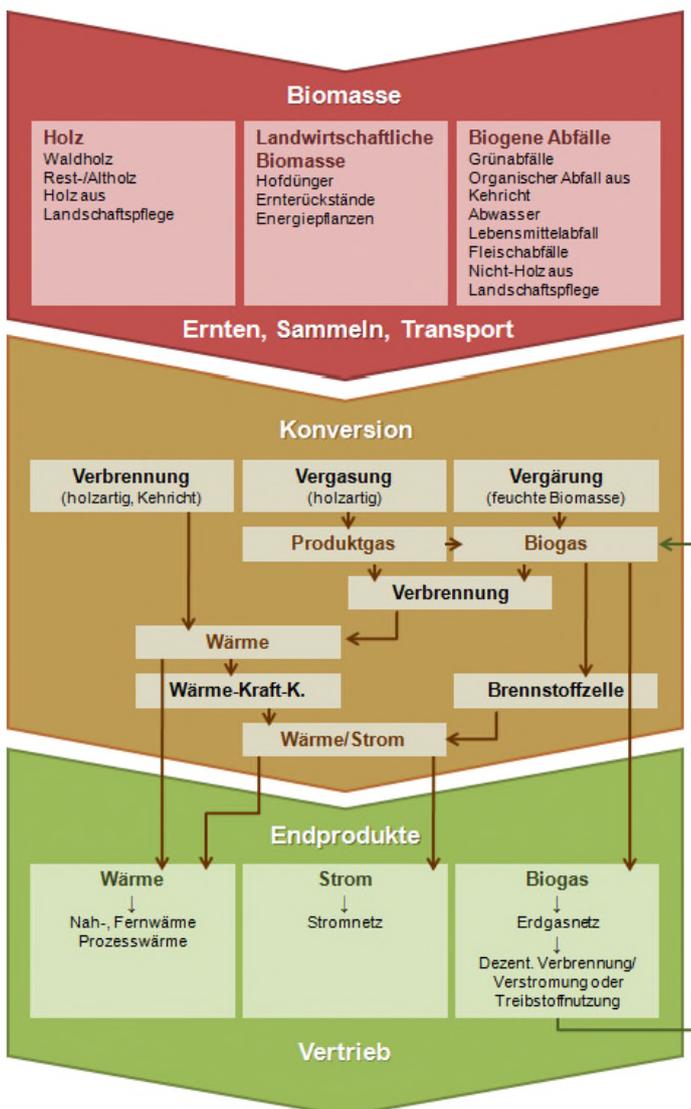
### Vergärung:

Organische Stoffe wie Speisereste oder Grüngut werden im Vergärungsprozess zu einem methanhaltigen<sup>1</sup> Biogas abgebaut. Nach entsprechender Reinigung wird das Gas ins Gasnetz gespeist oder verstromt. Die Vergärung in Biogasanlagen ist technisch ausgereift.

### Vergasung:

Bei der noch jungen Vergasungstechnologie wird holzartige Biomasse bei hohen Temperaturen möglichst vollständig in brennbare Gase umgewandelt. Das Brenngas wird anschliessend verstromt.

Quelle: strom.ch



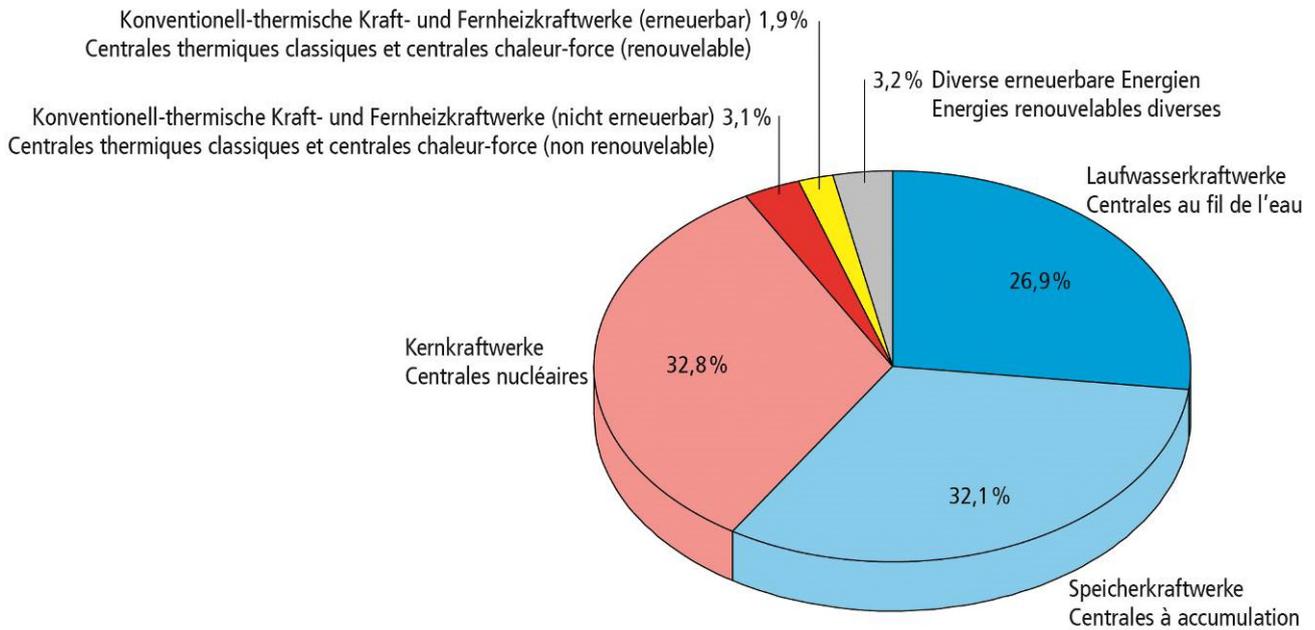
<sup>1</sup> Methan: farb- und geruchloses Gas (Kohlenwasserstoff aus der Gruppe der Paraffine), das technisch besonders aus Erdgas gewonnen und als Heizgas verwendet wird. Quelle: Duden

# Chancen und Facts

Arbeitsunterlagen



## Stromproduktion der Schweiz nach Kraftwerkkategorie



Quelle: BFE

Verglichen mit dem Strommix der Schweiz nimmt die Energiegewinnung aus Biomasse einen bescheidenen Stellenwert ein. Trotzdem gibt es klare Pluspunkte, welche hier nicht ungenannt sein dürfen:

+

- Alle erneuerbaren Energien müssen gefördert werden, um die Energiestrategie 2050 des Bundes (schrittweiser Ausstieg aus der Kernenergie) zu realisieren.
- Erneuerbare Energie reduziert den Verbrauch von nicht erneuerbarer Energie.
- Abfälle zu nutzen, ist sinnvoll.
- Energieproduktion durch Biomasse ist umweltschonend und es entstehen kaum schädliche Treibhausgase.
- Vergärung und Verbrennung sind ausgereifte Technologien.

# Chancen und Facts

## Arbeitsunterlagen



Jede Medaille hat aber auch eine Kehrseite. So auch die Energieproduktion aus Biomasse:

- Biomasse nimmt gemessen am gesamten Strommix einen relativen kleinen Teil ein.
- Der „Rohstoff“ Abfall ist begrenzt verfügbar, deshalb ist das Wachstumspotenzial auch begrenzt. Zudem ist das Potenzial der Biomasse noch nicht ausgeschöpft, da viel organisches Material noch immer in der KVA landet
- Abfälle müssen per Lastwagen eingesammelt und in eine entsprechende Anlage transportiert werden.
- Biogas-Anlagen machen nur dort Sinn, wo auch viel Abfall entsteht, also hauptsächlich in städtischen Gebieten.

# Chancen und Facts

Arbeitsunterlagen



Aufgabe: Genug der Theorie, jetzt ist deine Meinung gefragt!  
Gestalte ein Plakat zu „Meine Energie-Vorstellung“. Recherchiere dazu im Internet, in Zeitschriften, Büchern oder weiteren Medien. Orientiere dich bei der Ausarbeitung an den untenstehenden Leitfragen.

Vielleicht helfen dir auch diese zwei Videos dabei:

<https://www.strom.ch/de/energie/wege-in-die-stromzukunft.html>

## Biomasse

- Wie sammeln wir bei uns Küchenabfälle?
- Was passiert mit alten Zimmerpflanzen, Rasenschnitt oder Laub?
- Welche Vor- und Nachteile sehe ich bei Biomasse?

## Energie allgemein

- Wie kann ich selbst Strom sparen?
- Was mache ich bereits? Was möchte ich in Zukunft noch tun?
- Welche Energieformen sind aus meiner Sicht zukunftsträchtig?
- Welche Veränderungen müssen wir beim Ausstieg aus der Kernenergie in Kauf nehmen?
- ...

