# Biogas 1 / Kohlenstoffverbindungen als Energieträger

*Bildquelle: Fotolia*

| Klassenstufe | Oberthemen | Unterthemen | Anforderungsniveau | Durchführungsniveau | Vorbereitung |
|---|---|---|---|---|---|
| **Sek1/2** | Energie | Biogasanlage | ++ | ++ | unterschiedlich |

© Alle Rechte vorbehalten – web: www.conatex.com – Email: info@conatex.com

**I. Einleitung – Was sollte Chemiedidaktik leisten, wo sind mögliche Grenzen?**

**II. Unsere aktuelle Reihe der Newsletter**

**III. Energie**
**Energieverlust**
**Energieträger**

**IV. Biogas die Lösung unserer Energieproblematik?**
**Zusammensetzung**
**Herkunft**
**Herstellung in der Biogasanlage**

**V. Versuche zum Biogas**

**VI. Materialien für den Unterricht**
**Online-Artikel und Zeitungsartikel**
**Mind-map – Energie**
**Graphiken, Diagramme**
**Tipps zu Videos und Programmen zu diesem Thema**
**Mögliche Fragen und Arbeitsaufträge**

I. Auch Chemieunterricht muss mit der Zeit gehen und gerade der Anfangsneugier der Schülerinnen und Schüler zu Beginn des Chemieunterrichts Rechnung tragen.
Es geht nicht nur darum, was gut etabliert und bekannt ist.

Es geht auch darum, welchen Beitrag die Chemie für die drängenden Zukunftsfragen leisten kann. Es ist ein wichtiges Bildungsziel, Schülerinnen und Schüler nicht mit dem Weltbild der Chemie aus dem Anfang des letzten Jahrhunderts zu entlassen. Ein blinder Fortschrittsglauben hat damals zu einigen Katastrophen geführt. Moderne Entwicklungen haben aber schon längst Eingang in den Alltag gefunden, werden aber nicht unbedingt mit der Chemie in Verbindung gebracht, z. B. „Wie viel Chemie steckt in einem Handy?“, „Wie schaffen es Gemeinden in Deutschland, energieautark zu sein?“[1] Kann dies

[1] https://nef-feldheim.info/energieautarkes-dorf/
https://kommunal.de/klimaschutz-die-energieautarke-gemeinde

© Alle Rechte vorbehalten – web: www.conatex.com – Email: info@conatex.com

vielleicht auch deutschlandweit umgesetzt werden? Wo wollen wir hin? Chemie versucht immer wieder Antworten auf aktuelle Herausforderungen zu finden. Wie stoppen wir den Klimawandel? Oder wie verhindern wir, dass sich der gigantische Plastikmüll in der Nahrungskette verbreitet? Selbstverständlich sollte man den Schülern auch eine gewisse Ambivalenz der Chemie und deren Geschichte vor Augen führen. Am Beispiel von Fritz Haber kann man dem Schüler besonders gut verdeutlichen, dass Fortschritt in der Chemie zwei Seiten haben können. Kampfstoff auf der einen und Kunstdünger auf der anderen Seite. Denken wir z.B. an den Plastikmüll. Keiner zweifelt den Nutzen in allen Bereichen von Kunststoffen an; dennoch stellen wir fest, dass auf den abgelegensten Pazifikinseln Plastikmüll in großen Mengen auftaucht und das tierische und menschliche Leben in Zukunft negativ beeinflussen wird.
Allerdings heißt auch mit der Zeit zu gehen, nicht auf jeder neuen pädagogischen Welle zu reiten und alles gut zu heißen bzw. traditionelle oder klassische Methoden abzulehnen. Sicherlich kann man in der Chemie im NaWi-Unterricht (5.-6.Klassen) auf Formeln verzichten, aber in höheren Klassen gehört chemische Symbolik und eine Grundkenntnis des PSE sowie die Kenntnis der Atommodelle zum Einmaleins der Chemie. Uns ist natürlich klar, dass dies bei den Schülern nach einiger Zeit zur Demotivation führen kann. Gerade deshalb ist es immer wieder notwendig, dass Chemieunterricht das forschend-entwickelnde Vorgehen vorantreibt, um eine gewisse Neugier seitens der Schülerschaft beizubehalten.
Mit Kurzvideos, Bildern, gelegentlichen Internet-Recherchen, Besuch einer Biogasanlage sowie auch Schüler- und Lehrerexperimenten ist es möglich, dass Chemieunterricht heute immer noch aktuell ist und somit motivierend auf unsere Schüler wirkt.

II. Dieser Newsletter ist der Beginn einer kleinen Reihe zur Energie. Da Kernkraft in Deutschland keine Zukunft mehr hat und Kohle auf Grund der Emissionen ($CO_2$) sowie der Umweltzerstörung (siehe aktuell Hambacher Forst) durch Braunkohleabbau stark in der Diskussion steht, werden die Erneuerbaren Energieträger, also Primärenergie- sowie Sekundärenergieträger den Energiebedarf der Zukunft in Deutschland decken. Deutschland hat sich seit 2017 durch das Erneuerbare-Energien-Gesetz (kurz EEG 2017) verpflichtet, die Einspeisung von Strom aus erneuerbaren Energieträgern zu bevorzugen bzw. den Erzeugern garantierte Preise zu bieten. Insbesondere hat man sich dazu verpflichtet, fossile Brennstoffe zu schonen und die Weiterentwicklung von Technologie zur Erzeugung von Strom aus erneuerbaren Quellen zu fördern.

Zentrale Frage wird in allen Newslettern sein: Wie kann man in einem zeitgemäßen Chemieunterricht dieses Thema angemessen und interessant abhandeln? Selbstverständlich ist dieses Thema fächerübergreifend angelegt. Es schneidet Themen der Physik, Chemie, Biologie und Technik sowie der Wirtschaft (ökonomisch sinnvoll?) an. Wir bieten nur Vorschläge und wollen Ihnen einige Anregungen für Ihren Unterricht geben. Deshalb haben wir einige Zeitungsbeiträge und Artikel aus dem Internet

© Alle Rechte vorbehalten – web: www.conatex.com – Email: info@conatex.com

zusammengestellt, die die Diskussion um erneuerbare und auch fossile Energie widerspiegeln.

Ein kleiner Teil des Newsletters besteht auch aus Tipps zu Videos und Programmen sowie Apps, die mit den Schülern zusammen genutzt werden können. Es gibt sehr viele Videos zum Thema Biogas. Ein besonders praktisches Programm wird ebenfalls vorgestellt; mit diesem kann man z.B. die Art und Menge eines Substrates (für die Beschickung) angeben, so dass es dann am Ende die Menge des Biogases berechnet....
In Projektwochen könnten sich idealerweise Bio-, Chemie- und Physiklehrer zusammenfinden, um gemeinsam Projekte zur erneuerbaren Energie zu planen und umzusetzen.
Selbstverständlich kann dieses Thema auch modular im Chemieunterricht behandelt werden.

III. Was bedeutet eigentlich Energie? (altgr. *ἐν en* „innen“ und *ἔργον ergon* „Wirken“)[2]
Es ist zuerst einmal eine physikalische Größe, die in der Physik, Chemie, Biologie und Wirtschaft eine zentrale Rolle spielt. Ihre internationale Einheit ist Joule. Energie kann in einem abgeschlossenen System weder vermehrt noch vermindert werden! (Energieerhaltungssatz) Eine Zufuhr von Energie ist unter anderem nötig, um einen Körper zu beschleunigen, um eine Substanz zu erwärmen, ein Gas zusammenzudrücken, elektrischen Strom fließen zu lassen. Bei jeder Art von Energieumwandlung wird ein Teil der Energie in Wärme (Reibung) umgeformt. etc.
Lebewesen benötigen Energie, um leben zu können.

**<u>Energieverluste</u>**
Wenn umgangssprachlich von Energieverlusten gesprochen wird, ist jener Teil der Energie gemeint, der in der nächsten Energieumwandlungsstufe nicht mehr direkt zur Verfügung steht. In der Physik wird dafür der Begriff "Entropie" definiert. Damit ist gemeint, dass man umso weniger nutzbare Arbeit durch Energieumwandlung erzielen kann, je mehr Energie in Wärme umgewandelt wird. Natürlich ist dieser Begriff eigentlich falsch, denn Energie geht niemals verloren, sie wird nur nicht immer 100% in das umgewandelt, was man eigentlich erreichen will. Dann spricht man von Energieverlust.

**<u>Energieträger</u>**
Mit dem Ausdruck Energieträger werden im engeren Sinne Rohstoffe bezeichnet, die in chemischer oder nuklearer Form Energie speichern und daher für die Energiegewinnung nutzbar gemacht werden können. Im erweiterten Sprachgebrauch meint man allerdings auch Energieträger, wie Geothermie, Wasserkraft und Solarenergie, die zwar zur Energiegewinnung genutzt werden, aber keinen Energieträger im engeren Sinne darstellen.

[2] Wikipedia

© Alle Rechte vorbehalten – web: www.conatex.com – Email: info@conatex.com

Primäre Energiequellen:

1. Fossile Energieträger
   Sind aus Biomasse durch physikalische und chemische Vorgänge entstandene Stoffe. Fossile Energieträge sind z.B.: Torf, Kohle, Erdöl, Erdgas und Methanhydrat. Alle fossilen Brennstoffe haben gemeinsam, dass sie endlich sind und dass sie unter Verwendung mit einer $CO_2$- Emission verbunden sind.

2. Biomasse
   Biomasse zählt zu den nachwachsenden Rohstoffen, d.h. sie steht nicht unbegrenzt zur Verfügung, kann jedoch innerhalb kurzer Zeit auf natürliche Weise wieder entstehen (im Gegensatz zu fossilen Energieträgern). Biomasse stellt die gespeicherte Sonnenergie in Form von organischen Materialien dar. Die Nutzung zur Energiegewinnung erfolgt unmittelbar (Verbrennung zum Heizen oder zur Stromgewinnung) oder mittelbar (nach Verarbeitung zu Biogas, Ethanol etc.). Biomasse setzt bei der Verwertung nur $CO_2$ frei, das vorher aus der Atmosphäre gebunden wurde, ist also $CO_2$-neutral.

3. Kernbrennstoffe
   Allen nuklearen Energieträgern (Uran, Plutonium etc.) ist gemeinsam, dass sie bei der Energiegewinnung keine $CO_2$-Freisetzung verursachen, allerdings entsteht radioaktiver Abfall, dessen Entsorgung oder Aufbereitung oftmals sehr problematisch und kostenintensiv ist. Außerdem müssen der Transport und die Errichtung der Anlagen einberechnet werden. Seit Tschernobyl und Fukushima ist die „saubere“ Energie in Deutschland stark umstritten und die Bundesregierung hat sich vor einigen Jahren (2011) dazu entschlossen alle Kernkraftwerke in Deutschland stillzulegen.[3]

[3] https://www.bundesregierung.de/breg-de/suche/bundesregierung-beschliesst-ausstieg-aus-der-kernkraft-bis-2022-457246

© Alle Rechte vorbehalten – web: www.conatex.com – Email: info@conatex.com

Sekundäre Energieträger:

Sekundäre Energieträger sind Energieträger, die erst durch die Umwandlung eines primären Energieträgers entstehen.

- Biogas, Ethanol, Methanol, Heizöl
- Elektrizität
- Druckluft
- Wasser im Speicher
- Wasserstoff

## IV. Biogas – Was ist das überhaupt

Eine Kuh produziert pro Tag etwa 10 - 20 kg Mist, daraus können 1-2 Kubikmeter Biogas hergestellt werden. Die Biomasse, welche eine Kuh in einem Jahr erzeugt, entspricht der Energie von 300 Litern Heizöl.

**Zusammensetzung von Biogas**[4]

Je nach Substrat oder Betriebsweise des Faulbehälters variiert die Zusammensetzung von Rohbiogas und bewegt sich innerhalb folgender Bereiche:

| | Schwankungsbreite | Durchschnitt |
|---|---|---|
| Methan | 45 - 70 % | 60 % |
| Kohlendioxid | 25 - 55 % | 35 % |
| Wasserdampf | 0 - 10 % | 3,1 % |
| Stickstoff | 0,01 - 5 % | 1 % |
| Sauerstoff | 0,01 - 2 % | 0,3 % |
| Wasserstoff | 0 - 1 % | < 1% |
| Ammoniak | 0,01 - 2,5 mg/m³ | 0,7 mg/m³ |
| Schwefelwasserstoff | 10 - 30.000 mg/m³ | 500 mg/m³ |

[4] http://www.chemie.de/lexikon/Biogas.html

© Alle Rechte vorbehalten – web: www.conatex.com – Email: info@conatex.com

Biogas ist nicht gleich Biogas.
Allgemeingültig entsteht Biogas durch anaerobe Vergärung von organischen Materialien. Biologische Produkte werden zerkleinert und dann dieser Silage Bakterien hinzugegeben. In einer Biogasanlage werden diese Gemische luftdicht abgeschlossen.

Herkunft:

Sumpfgas
Im Falle der unkontrollierten Entstehung durch natürliche Prozesse und der ungenutzten Entweichung in die Atmosphäre (Reisfeldern, Sümpfen, Mist etc.) nennt man das Gas im allgemeinen *Faul- oder Sumpfgas*.

Klärgas entsteht als Nebenprodukt in Kläranlagen. Oft wird das Gas in Gasmotoren zur Stromerzeugung genutzt.

Deponiegas entsteht auf Mülldeponien. Dieses Gas wurde früher einfach in die Atmosphäre gelassen, heute wird es genutzt.

Biogas wird in der Regel aus Pflanzen hergestellt.

Als Ausgangsstoff für die technische Erzeugung von Biogas eignen sich:

- Speise- und Nahrungsreste
- Gülle, Mist (vor allem aus der Rinder-, Schweine- und Hühnerzucht)
- Gras, Heu und Stroh
- Energiepflanzen, die eigens für die Produktion von Biogas angebaut werden
- Biomüll
- Algen (es gibt einige sehr erfolgreiche Versuche von Unternehmen mit Algenzucht)

Herstellung in der Biogasanlage
Im Wesentlichen gibt es 4 verschiedene Phasen:

1. Hydrolyse
2. Versäuerung (Acidogenese)
3. Essigsäurebildung (Acetogenese)
4. Methanbildung (Methanogenese)

© Alle Rechte vorbehalten – web: www.conatex.com – Email: info@conatex.com

zu 1) Die hochmolekularen Verbindungen aus Fetten, Kohlenhydraten und Proteine werden durch hydrolytische Bakterien, die Enzyme produzieren, in kleinere Bruchstücke wie Peptide, Trygliceride, aber auch Monozucker, Fettsäuren und Aminosäuren zerlegt.

zu 2)

Im nächsten Schritt, der Versäuerung (Acidogenese), werden dann die einzelnen Zuckermoleküle, Aminosäuren oder Fettsäuren durch hydrolytisch-acidogene Bakterien zu leichter flüchtigen Fettsäuren, wie Valeriansäure (C5), Buttersäure (C4), Propionsäure (C3), Milchsäure (C3), Essigsäure (C2) sowie zu Alkoholen und Wasser ab- bzw. umgebaut. Hydrolyse und Acidogenese werden zumeist durch einen Mikroorganismus direkt hintereinander durchgeführt. Verfahrenstechnisch lassen sich diese Schritte deswegen nicht trennen.

zu 3)

Während der Acetogenese werden die niederen Fett- und Carbonsäuren, entstanden aus der Versäuerungsphase, zu Essigsäure, Wasserstoff und Kohlendioxid umgewandelt. Hierbei entsteht Essigsäure aus Buttersäure bzw. aus Propionsäure:

- Buttersäure + Wasser ➔ Essigsäure + Wasserstoff
  $C_4H_8O_2 + H_2O \rightarrow CH_3COOH + H_2$

- Propionsäure + Wasser ➔ Essigsäure + Wasserstoff + Kohlendioxid
  $C_3H_6O_2 + H_2O \rightarrow CH_3COOH + H_2 + CO_2$

Nur wenn im System entsprechend wenig Essigsäure und Wasserstoff vorliegt, können die Bakterien weiterhin die Fettsäuren umbauen. Hier kommen dann die methanogenen Archaeen (früher Methanbildner; Bakterienart) zum Einsatz.

zu 4)

Methanbildung aus Essigsäure

a) $CH_3COOH$ + Archaeen ➔ $CH_4$ und $CO_2$

b) Methanbildung aus Kohlendioxid und Wasserstoff

Kohlendioxid + Wasserstoff ➔ Methan + Wasser

$CO_2 + 4H_2 \rightarrow CH_4 + 2H_2O$

<u>Schematischer Ablauf:</u>

© Alle Rechte vorbehalten – web: www.conatex.com – Email: info@conatex.com

| | 1. Stufe | | 2. Stufe | | 3. Stufe | | 4. Stufe |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Aufspaltung der Makromoleküle | | Vergärung der Produkte | | Bildung von methanogenen Substraten | | Biogasbildung |
| Gülle, Bioabfälle | → | Zucker, Fettsäuren, Aminosäuren | → | Carbonsäuren, Gase, Alkohol | → | Essigsäure, $H_2$, $CO_2$ | → | $CH_4^+$ $CO_2$ |
| | | hydr. Bakterien | | Gärung | | acetogene Bakterien | | methanogene Bakterien |

## V1 Wie bastele ich eine eigene Biogasanlage?

Die Schüler sollen wissenschaftliches Arbeiten erlernen und sich in 3-4 Teams zusammenfinden. Ihnen liegt eine Auswahlliste von verschiedenen organischen Produkten aus.
Ziel: Sie sollen herausfinden, welche Substrate sich besonders gut zur Biogasherstellung eignen

Materialien:

- Erlenmeyerkolben oder einfache Plastikflasche
- Ballon und Gummiband
- Teelöffel oder Spatel
- Trichter
- Waage

Materialien:

Gras, Blätter etc., Zucker, Brühwürfel, Milch, altes Brot, Kartoffelschalen, Zwiebelschalen, Karottenschalen, Grasschnitt, Fette, Apfelschalen, Mais, Salat, Maissilage,

Bakterien: Teichwasser mit Algen, Rindergülle (sollte vom Lehrer besorgt werden), Kompostboden oder Waldboden.

© Alle Rechte vorbehalten – web: www.conatex.com – Email: info@conatex.com

Durchführung:

Wiege die organischen Materialien ab und notiere das Gewicht. Gib den Brühwürfel (Bakterien brauchen auch Salze und Spurenelemente, um aktiv zu werden!), Teichwasser oder Gülle mit Hilfe des Trichters in die Flasche. Mische das Ganze durch und gib noch 200ml Wasser hinzu. Rühre wiederum und füge den Zucker hinzu. Zum Schluss ziehe den Luftballon über die Flasche und lagere das Ganze warm (in der Nähe einer Heizung). Nach 2-3 Tagen müsste man schon etwas sehen. Nach einer Woche kann man den Versuch stoppen und auswerten.

Auswertung: Schon nach mehreren Tagen riecht man das Biogas, denn es enthält noch Schwefelwasserstoff, der bekanntlich unangenehm riecht. In der Praxis wird das Biogas natürlich noch aufbereitet.

Tipp:
Wenn man genau wissen möchte, wie viel Biogas bei welchem Substrat entstanden ist, sollte man einen Erlenmeyerkolben mit durchgebohrten Stopfen nehmen und ein Glasrohr oder Schlauchstück (gebogen) anschließen, welches man dann in ein nur mit Wasser gefülltes Gefäß (Messzylinder) einleitet. Nach einer Woche kann man dann genau die Biogasproduktion ablesen! Hilfreich wäre es natürlich, dass man den Erlenmeyerkolben mit dem Substrat leicht erhitzt (zu starkes Erhitzen über 90° C führt allerdings zu einer Abtötung der Bakterien).

Auswertung mit Tipps zur Vertiefung: Interessant wäre dann eine Fortführung mit einem Vergleich der verschiedenen Substrate. Welche produzieren das meiste Biogas? Daran anschließend wäre eine Diskussionsrunde, die das Pro- und Contra der Biogasanlagen diskutieren.

Konkrete Aktualisierung der Thematik: Bürgerforum zur Installation einer Biogasanlage in X-Dorf.

Vorbereitung: 2 Stunden

Durchführung: 1 Stunde

Schul-TV: Die Sendung wird aufgezeichnet...

© Alle Rechte vorbehalten – web: www.conatex.com – Email: info@conatex.com

Die Schüler sollten sich durch Internet-Recherchen über das Thema informieren. Vorher sollten klare Rollen verteilt werden:

1. Moderator
2. Erklärte Gegnerfraktion 1 der Biogasanlage (sind im Prinzip für die Anlage, aber nicht im eigenen Dorf)
3. Gegnerfraktion 2 (sind absolut gegen Biogasanlagen, die führen zu dramatischer Verknappung der Lebensmittel),
4. Gegnerfraktion 3 (Ort ist Kurort, man befürchtet man verliert das Label Kurort durch Geruchsbelästigung)
5. Befürworter (Betreiber)
6. Bauer Michael Rübe will endlich auch Energiewirt werden (als normaler Bauer steht er kurz vorm Bankrott);
7. Claudia Schwarz Grundschullehrerin (Biogas als Möglichkeit, den Treibhauseffekt einzudämmen, weltweites globales Problem, was man im Kleinen lösen muss.)

Die Schüler ziehen vorbereitete Karten mit ihren Rollen, auf die sie sich dann in Kleingruppen vorbereiten.

V2 Wie Kohlenwasserstoffe brennen

Schülerversuche; 5 min.

Materialien:
Porzellanschalen, Bunsenbrenner., Behälter mit Biogas

Chemikalien:
Erdgas (aus Stadtgasleitung), Butangas, Leichtbenzin (Reinigungs- oder Wundbenzin), n-Heptan, Hexan sowie selbst hergestelltes Biogas (Man kann auch andere Kohlenwasserstoffe nehmen. Sie sollten nur unterschiedliche Siedepunkte haben.)

Durchführung:
Stelle auf eine feuerfeste Unterlage nebeneinander einige Schalen mit den jeweiligen Kohlenwasserstoffen in der Reihenfolge ihrer Siedepunkte. Entzünde die Probe mit dem niedrigsten Siedepunkt. Beobachte, wie sich die anderen, danebenstehenden Proben verhalten.
Vergleiche unter Einbeziehung von Bunsenbrenner und dem Abbrennen von Biogas die Flammenfärbung und Rußbildung verschiedener Kohlenwasserstoffe.

© Alle Rechte vorbehalten – web: www.conatex.com – Email: info@conatex.com

Auswertung:

Flammen der hochsiedenden Alkane zeigen eine stärkere Leuchtkraft und Rußentwicklung als die der niedrigsiedenden. Die Rußneigung der Alkane hängt vom relativen Anteil der Kohlenstoff-Atome an der Gesamtzahl der Atome des jeweiligen Moleküls ab. Im Methan ($CH_4$) sind z. B. 20 % der Atome Kohlenstoff-Atome; im Pentadecan ($C_{15}H_{32}$, im Dieselkraftstoff enthalten) sind es bereits 32 %.

VI. Dokumente/Artikel

**1. Weltweit steigt der Anteil erneuerbarer Energien**
Der Energiehunger der Welt wächst. Doch immer häufiger wird er durch erneuerbare Energien gestillt, zeigt die internationale Statistik. (Handelsblatt.com)

**2. Deutsche wollen mehr erneuerbare Energien**
Die Zustimmung der deutschen Bevölkerung zur Energiewende ist ungebrochen. 93 Prozent in Deutschland sprechen sich für eine stärkere Nutzung und den weitenusbau der erneuerbaren Energien aus – auch wenn dies in ihrer unmittelbaren Nachbarschaft geschieht (aus topagrar.com)

**3. Internationale Energie Agentur**
..."Erneuerbare Energien werden immer wichtiger für globale Versorgung. Der Anteil regenerativer Energien am globalen Energieverbrauch wächst immer schneller. Das geht aus dem Jahresbericht und sechs-Jahres-Ausblick der Internationalen Energie-Agentur zu Erneuerbaren Energien hervor, der am Montag in London vorgestellt wurde. Im vergangenen Jahr wuchs der Verbrauch regenerativer Energien demnach dreimal schneller als der Gesamtverbrauch..." (FAZ)

**4. Hambacher Forst – Keine Braunkohle mehr...**
..."Eine WDR-Umfrage hatte ergeben, dass 79 Prozent der Einwohner für den Erhalt des Hambacher Forstes sind. Der Energiekonzern RWE hatte einen Großteil des verbliebenen Waldes abholzen wollen um Braunkohle zu baggern. Das Oberverwaltungsgericht Münster verfügte am Freitag einen vorläufigen Rodungsstopp..." (welt.de)

© Alle Rechte vorbehalten – web: www.conatex.com – Email: info@conatex.com

**5. Biogas - Nachhaltigkeit mit Nebenwirkung**

„...Warum noch für einen Hungerlohn Kühe halten? Immer mehr Bauern füttern lieber eine Biogasanlage statt ihrer Tiere. Das ist lukrativ, weshalb Rinderställe und Weideflächen Biogasanlagen weichen. Doch das hat massive Nebenwirkungen.
…Für viele Bauern ist Biogas die wichtigste Einnahmequelle geworden, mit der sich mehr Geld verdienen lässt als mit der Tierzucht... Mais ist die effizienteste Pflanze für Biogas, deshalb wird immer mehr davon angebaut, und zwar auf immer größeren Flächen. Die Kritiker sehen eine Gefahr darin, dass die Maismonokulturen überhandnehmen....
…In Zeiten knapper Getreidevorräte heizen immer neue Biogasanlagen die Konkurrenz um Biomasse vom Acker an. Zunehmend sichern sich Großinvestoren zunehmend riesige Ackerflächen, um dort Mais anzupflanzen...“ (br.de)

**6. Weltklimarat drängt zum Handeln**

Fachleute warnen eindringlich vor den Folgen weiterer Erderwärmung
GENF/INCHEON (epd). Dringender Appell für mehr Klimaschutz:
Der Weltklimarat hat verstärkte Anstrengungen angemahnt, um den globalen Temperaturanstieg auf 1,5° C zu begrenzen. Nur so könnten enorme Schäden für Mensch und Umwelt abgewendet werden, heißt es in einem Sonderbericht, den das UN-Gremium am Montag im südkoreanischen Incheon verabschiedete.

…„Schnelle, weitreichende und beispiellose Änderungen“ beim Energieverbrauch, in der Industrie und im Transport seien nötig, betonte das Gremium.
Mehr als 90 Wissenschaftler und Fachkräfte erstellten den Bericht. Damit die Erderwärmung 1,5° C nicht übersteigt, müsse die Menschheit den Ausstoß der klimaschädlichen Treibhausgase drastisch reduzieren. Der sogenannte Netto-Ausstoß von Kohlendioxid ($CO_2$) müsse bis 2050 auf null sinken“... (Allgemeine Zeitung, vom 9.10.18)

[5] **7. Biodiesel und Ethanol - Gift für Brasiliens Regenwald**

Eine Studie zeigt: Der zunehmende Anbau von Zuckerrohr und Soja für Biokraftstoffe könnte Rinderzüchter veranlassen, noch mehr Regenwald abzuholzen. Sind Palmölplantagen eine Alternative?
*DAGNY LÜDEMANN*

[5] https://www.tagesspiegel.de/weltspiegel/biodiesel-und-ethanol-gift-fuer-brasiliens-regenwald/1678652.html

© Alle Rechte vorbehalten – web: www.conatex.com – Email: info@conatex.com

Dass die Gewinnung von Kraftstoffen aus Pflanzen eine schlechtere Klimabilanz hat, als in der ersten Euphorie gedacht, ist seit Jahren bekannt. Dennoch bauen viele Staaten die Ethanol- und Biodiesel-Produktion aus, denn feststeht: Fossile Brennstoffe sind nicht unbegrenzt zu haben. Gehen die Ressourcen aus, sind Alternativen gefragt, selbst wenn die nicht zwingend umweltfreundlicher sind. In Brasilien fahren mittlerweile mehr als 90 Prozent der verkauften Neuwagen mit einem Gemisch aus Benzin und Ethanol. Der dort vor allem aus Zuckerrohr gewonnene Treibstoff ist nach Öl inzwischen die zweitwichtigste Energiequelle in dem südamerikanischen Land.
Doch die vermeintliche Besinnung auf umweltfreundlichere Kraftstoffe könnte die Regenwälder am Amazonas existenzbedrohend schädigen. Durch eine Ausdehnung des Anbaus von Zuckerrohr (für Ethanol) und Sojabohnen (für Biodiesel) würden Rinderzüchter an den Rand des Amazonas-Regenwaldes verdrängt, wo sie bewaldete Flächen für die Viehhaltung abholzen. (aus https://www.tagesspiegel.de)

## 8. Vom Landwirt zum Energiebauern[6]

Die Biogasanlage von Reinhard Gaile ist gefräßig. Mit 25 Tonnen Mais-, Getreide- oder Grassilage muss der Landwirt aus Herlazhofen (Landkreis Leutkirch) seinen Fermenter täglich füttern, um die Protagonisten des Gärprozesses in ihrer zerstörerischen Tätigkeit bei Laune zu halten: Mikroorganismen – in der Hauptsache Bakterien – die das Substrat zersetzen und Biogas freisetzen. Biogas, das anschließend in einem Blockheizkraftwerk in Strom und Wärme umgewandelt wird.

Reinhard Gaile ist Energiebauer. Eine Spezies, die in den vergangenen Jahren wie Pilze aus dem Boden geschossen sind – auch in Baden-Württemberg. Denn für viele Bauern sind die erneuerbaren Energien – vor allem Biogas und Photovoltaik – in den vergangenen Jahren zu einer wichtigen Einnahmequelle geworden. Die grünen Kuppeln der Gärbehälter und die in der Sonne glänzenden Solarmodule prägen inzwischen das Landschaftsbild und sind beredtes Zeugnis dieser Entwicklung. Üppige Vergütungen für die ins Stromnetz eingespeiste Energie, über zwanzig Jahre vom deutschen Staat garantiert, machten es möglich.
Während die meisten Bauern den Verkauf von Ökostrom aber als Zubrot zum landwirtschaftlichen Kerngeschäft betreiben – weil im Fall von Milchviehhaltern Gülle und Biomasse eben anfallen oder Stalldächer zur Montage von Photovoltaikanlagen vorhanden sind – hat Reinhard Gaile einen radikaleren Weg eingeschlagen: Er ist Energiebauer mit Haut und Haaren, seinen Milchviehbetrieb hat er 2004 abgewickelt. „Ich stand damals am Scheideweg“, erinnert sich Gaile, der bereits seit 2002 eine kleine Biogasanlage in Eigenregie errichtet hatte und diese im Nebenerwerb betrieb. Der Grund: Ein Neubau der Stallungen stand an. (Schwäbische Zeitung)

[6] https://www.schwaebische.de/ueberregional/wirtschaft_artikel,-vom-landwirt-zum-energiebauern-_arid,10523422.html

© Alle Rechte vorbehalten – web: www.conatex.com – Email: info@conatex.com

„Richtig Geld verdienen“
„Den Ausschlag, komplett auf Biogas zu setzen, gab der damals eingeführte Nawaro-Bonus von sechs Cent“, erzählt der Landwirt. Nawaro heißt „Nachwachsende Rohstoffe“ – gemeint sind Mais oder Getreide – und ist eine Zusatzvergütung für Strom, der aus eben diesen produziert wird. Bis dahin konnten Biogasanlagen in der Regel nur mit Gülle oder kostengünstigen organischen Abfällen wirtschaftlich betrieben werden. „Doch mit der Einführung des Bonus ließ sich mit Biogas auf einmal richtig Geld verdienen“, sagt Gaile.

## 9. Energie aus Wildpflanzen - Mit "Bienenstrom" gegen das Insektensterben[7]

Den Stromanbieter wechseln und schon werden aus Feldern bunte Wiesen. Im schwäbischen Nürtingen geht das mit "Bienenstrom". Ein Projekt mit Zukunft, sagen Umweltschützer.

Mit "Bienenstrom" gegen das Insektensterben Quelle: Stadtwerke Nürtingen

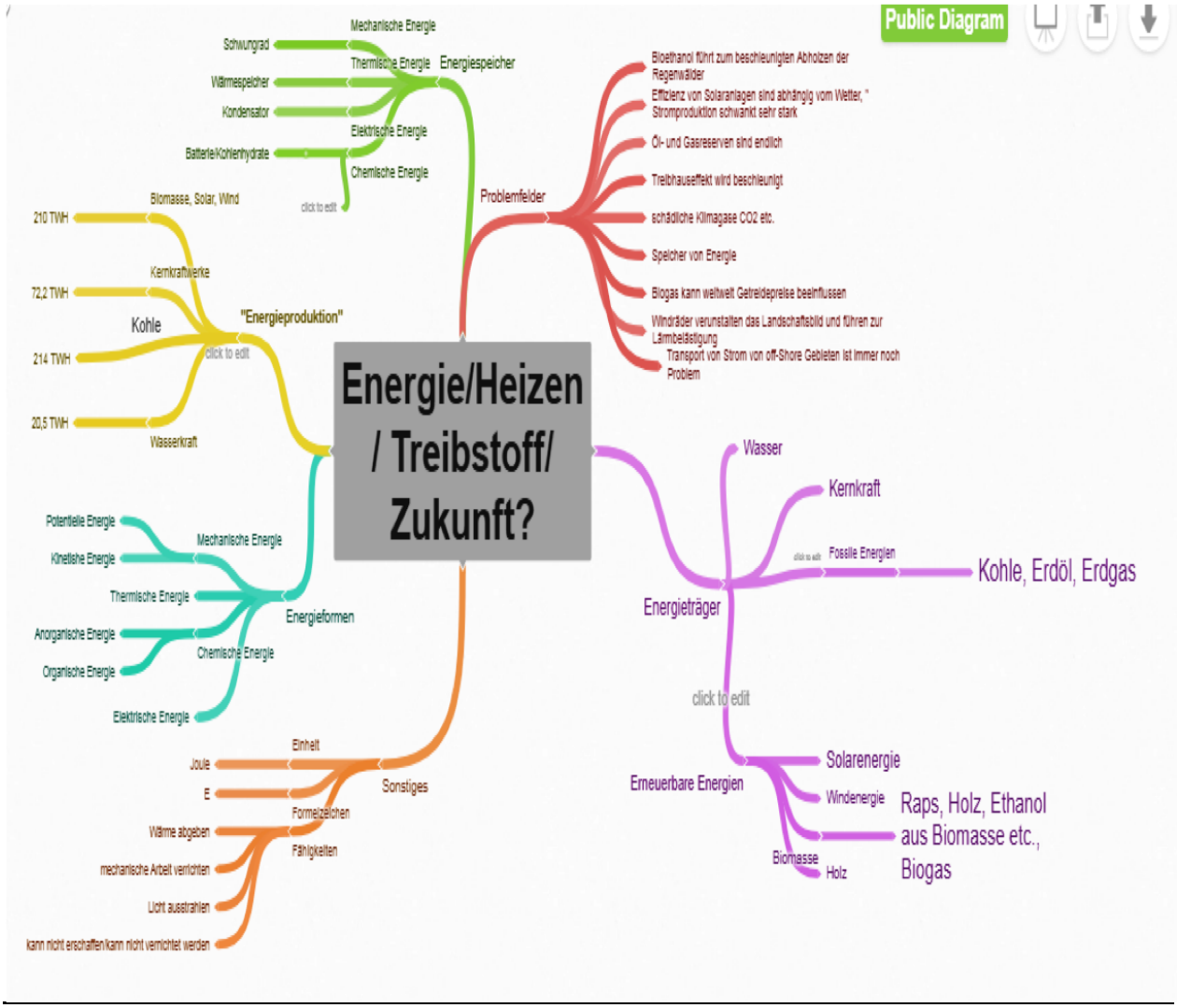
Wenn Landwirt Jörg Kautt über sein Feld blickt, sieht er blühende Pflanzen und hört das Summen hunderter Insekten. Er nimmt am Projekt "Bienenstrom" teil und ist absolut begeistert davon. "Je länger man drinnen im bunten Feld steht, desto mehr Insekten sieht man um sich, einfach schön."

### Doppelt gut für die Umwelt

Ökostrom als Energiequelle in Deutschland ist nichts Neues - schon lange gibt es umweltfreundliche Alternativen zu Kohle und Atomkraft. Das Projekt "Bienenstrom" legt jedoch noch eine Schippe drauf: Auf Feldern werden Wildpflanzen angepflanzt, auf denen sich bis zur Ernte Bienen und andere Insekten tummeln können. Sie finden dort eine bunte Vielfalt, die es auf nur mit Raps oder Getreide bepflanzten Feldern nicht gibt. Der Ertrag des Feldes wird schließlich in Biogasanlagen zu Strom gemacht, der wiederum ins Netz eingespeist wird. Bienenstrom-Kunden bekommen Ökostrom, wenn auch genau genommen nicht direkt den Strom aus dem Projekt.
Ein doppelter Effekt also: Es wird Öko-Strom gewonnen und gleichzeitig helfen die Wildpflanzenfelder im Kampf gegen das Insektensterben. Nicht nur die Zahl, sondern auch die Vielfalt ist nämlich rückläufig. Insekten sind als Bestäuber und als Futter (etwa für Vögel) wichtig. Studien sehen Pestizide, Überdüngung und große Felder ohne Blüten-Ränder als Ursache für das Sterben, aber auch Siedlungen und die Lichtverschmutzung. Die bedroht vor allem nachtaktive Insekten. (ZDF)

[7] https://www.zdf.de/nachrichten/heute/mit-bienenstrom-gegen-insektensterben-nuertingen-100.html

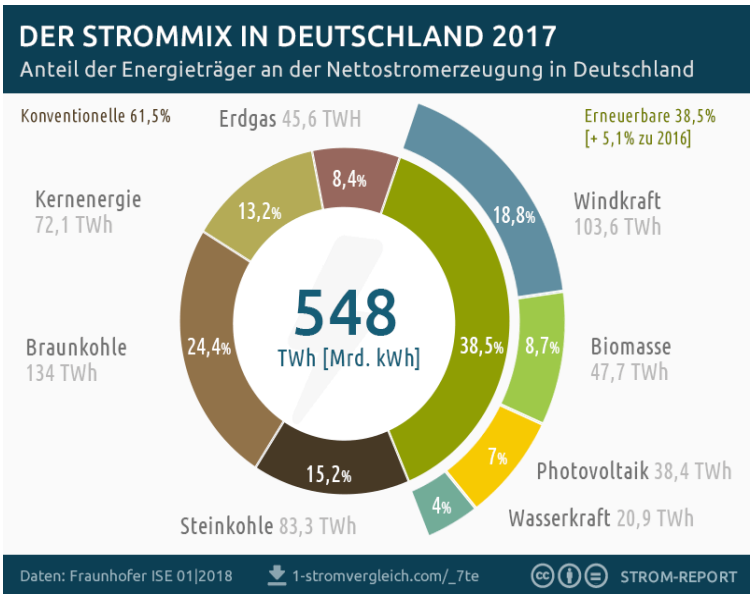
© Alle Rechte vorbehalten – web: www.conatex.com – Email: info@conatex.com




© Alle Rechte vorbehalten – web: www.conatex.com – Email: info@conatex.com

## Graphiken/Diagramme

### 1. Strommix 2017



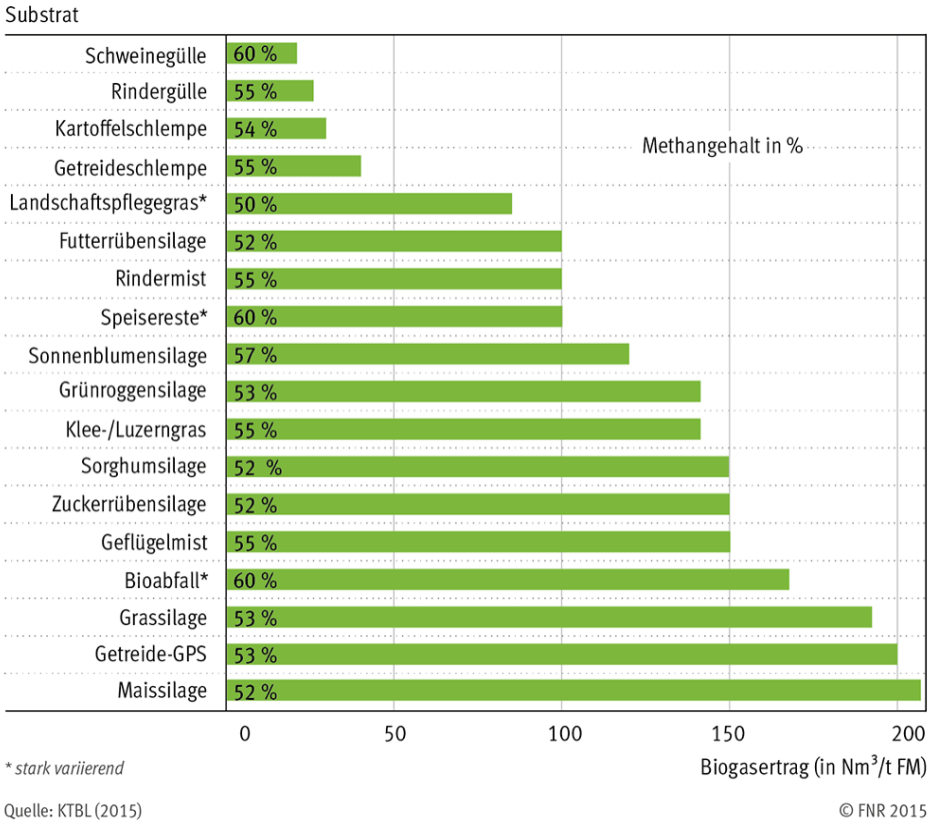

### 2. Biogasrohstoffe[8]

| Material | Biogasertrag[1] in m³ pro Tonne Frischmasse | Methangehalt |
|---|---|---|
| Maissilage | 202 | 52 % |
| Grassilage | 172 | 54 % |
| Roggen-GPS | 163 | 52 % |
| Futterrübe | 111 | 51 % |
| Bioabfall | 100 | 61 % |
| Hühnermist | 80 | 60% |
| Zuckerrübenschnitzel | 67 | 72 % |
| Schweinemist | 60 | 60 % |
| Rindermist | 45 | 60 % |
| Getreideschlempe | 40 | 61 % |
| Schweinegülle | 28 | 65 % |

[8] Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V. (FNR): *Biogas Basisdaten Deutschland Stand: Januar 2008.*

© Alle Rechte vorbehalten – web: www.conatex.com – Email: info@conatex.com

3. Stromgewinnung aus Biogas hat sich in 8 Jahren mehr als verdoppelt; die Wärmeerzeugung sogar verdreifacht!




© Alle Rechte vorbehalten – web: www.conatex.com – Email: info@conatex.com

4.

| | |
|---|---|
| 1 m³ Biogas | 5,0 - 7,5 kWh Energiegehalt |
| 1 m³ Biogas | 50 - 75 % Methangehalt1 |
| 1 m³ Biogas | 0,6 l Heizöläquivalent |
| 1 m³ Methan | 1 l Heizöläquivalent |

Tipps zu Videos, Programmen und Internet-Adressen:

1. Biogasanlagen sehr ausführlich, leicht verständlich[9] ( ab 8.Klassen)
2. https://www.zdf.de/kinder/loewenzahn/biogas-102.html[10] (Orientierungsstufe geeignet)
3. Biogasausbeute berechnen[11] . Es gibt sogar eine große Anzahl von Apps, die man herunterladen kann. Hier wird nur eine für alle zugängliches Programm vorstellt, mit der man die Ausbeute an Biogas berechnen kann.
4. Berechnungsprogramm mit der man sogar verschiedene Substrate vergleichen kann.[12]

| Jahr | Stromproduktion [GWh] | Wärmeerzeugung [GWh] |
|---|---|---|
| 2009 | 13.251 | 5.409 |
| 2010 | 15.658 | 8.100 |
| 2011 | 19.316 | 9.977 |
| 2012 | 25.478 | 12.107 |
| 2013 | 27.481 | 14.219 |
| 2014 | 29.330 | 15.464 |
| 2015 | 31.320 | 16.897 |
| 2016 | 31.906 | 16.958 |
| 2017* | 32.500 | 17.184 |

Quelle: AGEE-Stat (Februar 2018) *vorläufig, ohne Klärgas, Deponiegas und biogener Anteil des Abfalls

[9] https://www.ardmediathek.de/tv/Wie-geht-das/Biogas-Von-der-G%C3%BClle-ins-Netz/NDR-Fernsehen/Video?bcastId=33863514&documentId=51351060
[10] https://www.zdf.de/kinder/loewenzahn/biogas-102.html
[11] https://www.lfl.bayern.de/iba/energie/049711/?sel_list=8%2Cb&anker0=substratanker#substratanker
[12] http://www.lfl.bayern.de/appl/biogas/ausbeute/

© Alle Rechte vorbehalten – web: www.conatex.com – Email: info@conatex.com

5. Energie-Rechner[13] : Rechnet – je nach Schwein- Rinderanzahl – zeigt elektrische Energie in kWH an!
6. recht kurzes Video, Kurz aber gut! allerdings von einer Firma MT Energie[14]
7. Biogasanlage interaktiv![15] Die Schüler lernen hier sehr einfach die einzelnen Bestandteile einer Biogasanlage kennen.
8. Interview mit einem Energiebauern (Agentur für Erneuerbare Energie)[16]
9. Quiz zu Biogasanlagen[17]
10. Argumentenpool/ pro und contra Biogas:

1. Br.de
2. spektrum.de
3. welt.de

E) Fragen zum Thema

1. Wie sieht der Strommix im Jahr 2017 aus? Wie viel Prozent werden durch den Einsatz von Fossilen Brennstoffen, Kernenergie und regenerativen Energieträgern erwirtschaftet?
2. Wie sah der Strommix im Jahr 2010 aus?
3. Am Beispiel von Rheinland-Pfalz /Baden-Württemberg: Wie hat sich der Anteil von Biogas verändert? Recherche
4. Welches sind die Bestandteile einer Biogasanlage? Recherche
5. Welches sind die gängigsten bzw. besten Substrate für Biogasanlagen?
6. Welche Vor- und Nachteile haben die einzelnen Substrate, mit denen man die Anlagen beschicken kann?
7. Wie kann das Biogas genutzt werden?
8. Warum sind viele Bauern zu Energiewirten geworden?
9. Wie muss Biogas aufbereitet werden, damit es als Kraftstoff verwendet werden kann?
10. Was wird in der Regel noch mit Biogas gemacht?
11. Warum ist Biogas ideal, um einen erhöhten Strombedarf (im Winter) abzudecken?
12. Wo entstehen in deinem Bundesland besonders viele Biogasanlagen? Gibt es Schwerpunkte?
13. Welche Standortfaktoren sind besonders wichtig, die für die Installation einer Biogasanlage sprechen?
14. Was passiert mit der organischen Substanz, die vergärt wurde?

[13] http://www.renewable-energy-concepts.com/german/bioenergie/biogas-basiswissen/biogas-rechner-kalkulator.html
[14] https://www.youtube.com/watch?v=Nx8eiGQ3i2k
[15] https://www.planet-schule.de/mm/funktion-biogasanlage/
[16] https://www.unendlich-viel-energie.de/erneuerbare-energie/bioenergie/biogas2/in-zukunft-flexibel
[17] https://raming-biogas.de/quiz-test/

© Alle Rechte vorbehalten – web: www.conatex.com – Email: info@conatex.com