



Proben vom Acker zu nehmen und selbst zu messen, wie sauer der Boden ist – das ist viel spannender als normaler Unterricht.



Der Schein trügt: Hier brennt entweichendes Gas, nicht Stroh. Letzteres verkohlt stattdessen – zu Biokohle.

BODEN GUTMACHEN FÜR DAS KLIMA

Ein Tag im Matsch, ein Tag im Labor: Das Gymnasium Gengenbach schickt seine Schüler im Rahmen des Projekts »Our Common Future« auf einen Biobauernhof und an die Hochschule Offenburg. Dort lernen sie, wie man aus Stroh Kohle macht – und warum das dem Klima hilft.

von Markus Wanzeck

Grau der Morgen, die Wolken regentiefend, Kühltanktemperatur. Doch Bauer Witt weiß, wie seinen Gästen wieder warm wird, die aus dem Schwarzwald heruntergekommen sind auf seinen Biohof am Stadtrand von Offenburg. »Viele Feldhasen gibt's nicht mehr«, sagt er. »Die sind vom Aussterben bedroht. Aber die wenigen, die es noch gibt, sind alle bei mir – und fressen meinen Biosalat weg.« Die Schüler lachen. Lachen hilft gegen Kälte. Körperliche Arbeit ebenso. Und Feuer, natürlich.

Von alldem hält dieser Märztag an dem die Schüler lernen, wie man Biokohle macht, genug bereit. Warum das dem Himmel und der Erde guttut: Auch darüber wird die 14-köpfige Schülergruppe, Acht- und Neuntklässler

des Marta-Schanzenbach-Gymnasiums in Gengenbach, einiges erfahren. Heute auf dem Biohof Witt, in Regenjacken. Und morgen, in Laborkitteln, an der Hochschule Offenburg. Die ungewöhnliche Kooperation zwischen Schule und Hochschule ist ein Projekt, das die Robert Bosch Stiftung im Rahmen von »Our Common Future« fördert. Die Herstellung von Biokohle ist dabei eine Antwort auf eine doppelte Frage: eine pädagogische und eine ökologische.

Die pädagogische Frage formuliert Nicole Diebold, akademische Mitarbeiterin der Hochschule Offenburg, so: »Im Kindergartenalter sind die Jungen und Mädchen noch sehr begeisterungsfähig. Später, in der Schule, lässt das nach. Wie kann man das ändern?« Die ökologische Frage ist, wie unsere



► Landwirtschaft nachhaltiger werden kann, angesichts des Klimawandels und angesichts immer stärker belasteter Böden.

Daniel Kray, Professor für Verfahrenstechnik an der Hochschule Offenburg, und seine wissenschaftlichen Hilfskräfte teilen die Schüler in drei Gruppen ein. Die erste bereitet den Stahlkessel vor, in dem die Wunderkohle entstehen wird. Eine zweite sammelt das dafür nötige Substrat: Stroh, Heu, Gemüseabfälle. Die dritte Gruppe bekommt einen Eimer, einen Riesenhammer, einen Erdbohrstock – und eine Aufgabe, die scheinbar wenig mit der Kohle zu tun hat: Dennis, Justin, Yannik und Shane sollen Bodenproben nehmen.

Ein Huhn zum Anfassen: So kann man Schüler für Naturwissenschaften begeistern.

SPANNENDER ALS UNTERRICHT

Zusammen mit Krays Assistentin Esmeralda Lüdecke stapfen die Jungs gleich hinterm Petersilie-Gewächshaus in einen Acker, der moorgleich schwankt und schmatzt, als wolle er sie im nächsten Moment verschlucken. »Diesen Eimer müssen wir vollkriegen!«, ruft Lüdecke in den Nieselregen. »Wichtig ist, dass ihr nicht parallel zu den Traktorspuren Proben nehmt, sondern diagonal dazu.« Die Jungs lassen sich nicht zweimal bitten: Sogleich dreht Shane den Erdbohrstock in den Untergrund. Dennis geht ihm mit beherztem Riesenhammerschwung zur Hand. Yannik kratzt die Erdprobe und einen halben Regenwurm aus dem Bohrstock. Justin protokolliert das Ergebnis in einer Liste.

Später, und morgen im Labor, werden die Schüler die Art des Bodens

bestimmen: feiner Ton, grober Sand – oder doch eher Schluff? Welchen Kohlenstoff-, welchen Wassergehalt hat er? Und welchen pH-Wert? »Proben vom Acker zu nehmen und selbst zu messen, wie sauer der Boden ist, wie viel Wasser er aufnehmen kann – das ist viel spannender als normaler Unterricht«, sagt Shane, der Bohrstock-Dreher des Schülerteams. Naturwissenschaft kann fesselnd sein, zudem höchst relevant für unseren Alltag und unsere Umwelt: Es ist eines der Ziele von »Our Common Future«, genau diese Erfahrung zu vermitteln. Und die gibt's nun mal nicht per PowerPoint im beheizten



Mit einem Bohrstock nehmen die Schüler Bodenproben.



»»
Die Biokohle-Herstellung ist dabei eine Antwort auf eine doppelte Frage: eine pädagogische und eine ökologische.
««

Klassenzimmer. Sondern hier draußen, mit Regen im Gesicht, mit den Füßen bis zum Knöchel im Matsch.

LEKTIONEN AM FEUER UND IM LABOR

»Ein guter Boden darf nicht zu sauer sein und nicht zu dicht«, erklärt Lüdecke. »Er sollte zudem Nährstoffe und Wasser halten können.« Biokohle vermag, einem Schwamm gleich, Wasser und Nährstoffe zu speichern und mit der Zeit dosiert abzugeben, erklärt Kray. Auch lockert sie den Boden auf. Selbst giftige Schwermetalle wie Cadmium, Chrom oder Kupfer kann sie binden und so von der Nahrungskette fernhalten. »Außerdem«, ergänzt Lüdecke, »bietet Biokohle Raum für das Wachstum von Mikroorganismen.« Wie sie all diese guten Dinge schafft – die Lektionen am Feuer und im Labor werden es zeigen.

Während Gruppe drei weiter den Acker löchert, haben die anderen beiden Gruppen bereits den Kohlekessel aufgebaut, mit Substrat befüllt und entzündet. Stroh und Co brennen lichterloh. So scheint es. Aber so ist es nicht. »Es verbrennt fast nichts davon«, sagt Professor Kray. »Fast alles verkohlt.« Weil die Schüler ununterbrochen mehr Stroh und Heu, weitere Pflanzenreste draufschichten, fehlt der Biomasse zum Brennen der Sauerstoff. Was brennt, ist lediglich das aus ihr entweichende Gas: bis zu 871 Grad Celsius messen die Schüler mithilfe eines Pyrometers, einer Art Laserpistole. Was zurückbleibt, ist stabiler Kohlenstoff. Es ist kurz vor zwölf, als die Bodenprobe-Gruppe vom Acker zurückkehrt. Elf Kilogramm Erde bringt sie mit. ►



WEITERE PROJEKTE:

Weltraumpioniere

Schüler des Gymnasiums Vegesack erforschen gemeinsam mit dem Institut für Raumfahrtssysteme des DLR Bremen, wie sich Pflanzenerträge möglichst ressourcenschonend steigern lassen. Profitieren soll davon nicht nur die Landwirtschaft, sondern auch die Raumfahrt: Grundlagenforschung für eine Marsmission!

Guter Einfluss

In einem sozialwissenschaftlichen Projekt zwischen dem Karl-von-Closen-Gymnasium Eggenfelden und der Universität Innsbruck untersuchen Schüler, ob Klimaschutzprojekte mit Jugendlichen auch dazu beitragen, die Einstellung in ihrer Familie zu verändern. Die Ergebnisse sollen publiziert werden.

Wasserstoff im

Nahverkehr Schüler des Carl-Friedrich-Gauß-Gymnasiums in Frankfurt (Oder) prüfen mit Wissenschaftlern des Leibniz-Instituts für innovative Mikroelektronik, ob der Einsatz wasserstoffbetriebener Fahrzeuge im Nahverkehr technisch und betriebswirtschaftlich möglich ist.

Mehr als **600 Schüler** von **22 Schulen** haben seit 2015 an einem der bisher **19 Projekte** teilgenommen und mit **80 Forschern** von **20 wissenschaftlichen Einrichtungen** zusammengearbeitet.



Die Kooperation von Schule und Hochschule hilft, Schwellenängste abzubauen.



Im Labor der Hochschule untersuchen die Jungforscher ihre selbst produzierte Biokohle.

► Damit lässt sich arbeiten - nach der Mittagspause. Erst mal wird der Kohlekessel zum Grill: Steaks, Koteletts und Veggie-Würstchen landen auf dem Gitterrost. »Das Betreiben eines Biokohle-Ofens ist total simpel«, sagt Esmeralda Lüdecke. »Aber wir sind ja Verfahrenstechniker. Wir würden da schon gern noch einiges verbessern. Die Abwärme nutzen zum Beispiel.« Das mit der Energie ist ein Lieblingsthema der Disziplin.

»Für uns ist weniger das Produkt am Ende wichtig, als vielmehr der Weg dorthin«, wird Bernd Spangenberg, Professor für Chemie und Studiendekan Verfahrenstechnik, seinen jungen Gästen beim Laborrundgang am zweiten Tag erläutern: »Wir fragen uns: Kann man etwas auch mit weniger Energie, weniger Giftstoffen erzeugen?«

Dass die Schüler auf ihrer zweitägigen Exkursion einen Eindruck davon bekommen, wie Verfahrenstechnik ganz konkret dazu beitragen kann, Umweltprobleme abzumildern, soll auf zweierlei Weise der Nachhaltigkeit dienen. »Zunächst einmal hilft die Kooperation von Schule und Hochschule, Schwellenängste abzubauen«, erklärt Dr. Stephan Elge, Lehrer für Chemie, Biologie sowie Naturwissenschaft und

Technik (NwT) am Gengenbacher Gymnasium und Mitinitiator des Biokohle-Schülerprojekts. Die Kooperation soll nachhaltig Eindruck machen. Damit sich mehr Schüler dafür begeistern, nach dem Abitur den Weg in die Naturwissenschaften einzuschlagen - und so, in einem zweiten Schritt, einen Beitrag dazu leisten, dass unsere Wirtschafts- und Lebensweise nachhaltiger wird.

Dabei ist es kein Zufall, dass ausgerechnet Elge als Brückenbaumeister zwischen Schule und Hochschule in Aktion tritt. Elge war früherer Molekularbiologe, betrieb Genom-Grundlagenforschung am Max-Planck-Institut. Doch schließlich entschied er sich dafür, ins Lehramt zu wechseln - eine richtige Entscheidung, wie er im Rückblick findet: »Das ist eine tolle Möglichkeit, Naturwissenschaft zu vermitteln«. Am Gengenbacher Gymnasium leitet er

DOPPELT NACHHALTIG

Bereits seit über 2.500 Jahren trägt Pflanzenkohle zur Bodenverbesserung bei, beispielsweise im Amazonasgebiet oder in Indonesien. Sie erhöht den Nährstoffgehalt der Erde, absorbiert Schadstoffe und fördert die Pflanzengesundheit. Zugleich bindet die Kohle große Mengen CO₂ für mehr als 1.000 Jahre in der Erde. Modellrechnungen zufolge könnten auf diese Weise bis zu zwölf Prozent der jährlichen Treibhausemissionen kompensiert werden.

Fotos: Martin Wagenhan

seit einigen Jahren sehr erfolgreich eine »Jugend forscht«-Gruppe.

BIOKOHLE KANN DEN EFFEKT DER KLIMAERWÄRMUNG ABSCHWÄCHEN

Kurz nachdem das letzte Würstchen vom Rost verschwunden ist, erlischt die Grillgemütlichkeit. Es beginnt das Ablöschen des Feuers, das Quenching: Von unten wird Wasser in den Ofen geleitet. Bis zu 700 Grad heißer Dampf steigt auf, löscht die Glut langsam. »Der Wasserdampf wäscht die Biokohle quasi aus«, erklärt Kray. »Es bleibt ein Kohlenstoffgerüst übrig - reine Aktivkohle.«

Denn darin, so lernen die Schüler, liegt das erste Geheimnis der Biokohle: Sie ist ein wahres Oberflächenwunder. Im Labor der Hochschule werden die Jungforscher am nächsten Tag, in der 200-fachen Vergrößerung eines Mikroskops, das Lignin sehen

können, das verkohlte Holzskelett - ein filigran verschachteltes System aus Mini-Höhlen. Auf kaum vorstellbare 300 Quadratmeter Oberfläche kommt ein einziges Gramm Biokohle. Viel Platz für Wasser und Nährstoffe, Mikroorganismen und Schwermetalle.

Ihr zweites Geheimnis - das, das dem Klima guttut - erläutert Professor Kray mit einem Schaubild, das er auf den Bauernhof mitgebracht hat. Es zeigt den Kohlenstoffkreislauf der Erde: Der Kohlenstoff-Austausch zwischen Boden, Luft sowie Tier- und Pflanzenwelt wäre relativ ausgeglichen - würde nicht der Mensch dafür sorgen, dass jährlich sieben Milliarden Tonnen Kohlenstoff zusätzlich in die Atmosphäre gelangen, als CO₂. Das Ungleichgewicht wird immer größer. Eine der Folgen ist die Klimaerwärmung. Die Biokohle kann diesen Effekt zumindest etwas

abschwächen. Der Kohlenstoff, der etwa im Heu enthalten ist, würde, wenn man es verfüttert oder kompostiert, durch Verdauung oder Verrottung rasch als CO₂ in die Luft gelangen. Bei der Verkohlung dagegen wird der Kohlenstoff langfristig gebunden. »Das ist letztlich die einzige Möglichkeit, ihn der Atmosphäre dauerhaft zu entziehen«, erklärt Kray. »Die Biokohle hält den Kohlenstoff 50 oder 100 Jahre im Ackerboden. Und tut dort obendrein dem Bauern noch etwas Gutes.«



Markus Wanzeck hat seinen Chemieunterricht als staubtrocken in Erinnerung. Umso besser hat ihm die Biokohle-Herstellung auf dem Bauernhof gefallen. Wobei, ein bisschen trockener hätte es gern sein dürfen.

Viel Platz für Mikroorganismen: Die Oberfläche eines Gramms Biokohle ist 300 Quadratmeter groß.

