



Workshop

Versorgung & Entsorgung

Fallstudien im Technikunterricht: Einsatzmöglichkeiten regenerativer Energien

**Frank Harlinghaus
Klaus Trimborn
Heinrich-von-Kleist-Gymnasium, Bochum**

Heft 4/99

Herausgeber:

Technik - Unterricht: Forum eV

Verband der Techniklehrer für die gymnasiale Oberstufe in NRW
Memelstraße 75 47057 Duisburg Tel/Fax 0203 - 354992
<http://www.tuf-ev.de> email.info@tuf-ev.de



INHALT

<u>1</u>	<u>EINLEITUNG</u>	<u>3</u>
<u>2</u>	<u>STRUKTUR DES UNTERRICHTSABLAUFES</u>	<u>3</u>
<u>3</u>	<u>FALLSTUDIE 1: “EUROPEAN CONGRESS OF REGENERATIVE ENERGIES”</u>	<u>5</u>
3.1	ERLÄUTERUNGEN ZUR STUNDE MIT DER FALLSTUDIE	6
<u>4</u>	<u>FALLSTUDIE 2 SAW - KONGRESS DER RWE : STROM AUS WINDKRAFT</u>	<u>8</u>
4.1	ERLÄUTERUNGEN ZUR STUNDE MIT DER FALLSTUDIE	8
<u>5</u>	<u>LITERATUR UND INTERNET – LINKS</u>	<u>10</u>
<u>6</u>	<u>MATERIALIEN</u>	<u>12</u>

1 Einleitung

In diesem Workshop werden Materialien und Erfahrungen aus dem Technikunterricht der Jahrgangsstufe 12/I – Energieumsatz in technischen Systemen – vorgestellt. Dieser Halbjahreskurs stand, auch um Erfahrungen für den neuen Lehrplan Technik zu sammeln, unter dem Oberthema *Versorgung mit regenerativen Energien*.

Der Unterrichtsablauf lässt sich als Halbjahresthema auf den neuen Lehrplan entsprechend übertragen.

Das Anwendungsfeld „Versorgung und Entsorgung“ wird mit den energieumsetzenden Sachsystemen *Photovoltaikanlagen* und *Windkraftanlagen* in der naturalen Dimension des Faches naturwissenschaftlich, technikkwissenschaftlich und ökologisch tiefergehend erschlossen, darüber hinaus werden aber auch ökonomische und politologische Betrachtungsperspektiven aus der sozialen Dimension umfassender behandelt.

Ein besonderer Schwerpunkt lag aber im Bereich III des Lehrplans – Methoden und Formen selbständigen Arbeitens.

Aufgrund der Fülle an guten Internetseiten aber auch Printmedien zu diesen Themen können die Schülerinnen und Schüler sehr selbständig Materialien sichten, ordnen und auswerten.

Die Unterrichtsmethode der Fallstudie bietet sich hier an, um ein tiefergehendes Verständnis an konkreten Beispielen zu fördern. Auch bei den Schülerinnen und Schülern kam diese Unterrichtsform gut an, die sehr selbständige Arbeit und der dabei erzielte Lernertrag wurden besonders positiv bewertet.

2 Struktur des Unterrichtsablaufes

- Energieversorgung (Bedarf und Deckungsmöglichkeiten, Anteile der Energieträger, prinzipieller Aufbau der Energieversorgung)
- Einführung notwendiger physikalisch-technischer Zusammenhänge am Beispiel Wasserkraft (mit Berechnungen von Lauf- und Speicherkraftwerken)
- Thermische Kraftwerke (prinzipieller Ablauf der Energieumwandlung – qualitative Betrachtung, Umweltproblematik bei fossilen Brennstoffen und Kernbrennstoffen)
- Regenerative Energiequellen (qualitativer und quantitativer Zugang zu Solar- und Windenergie)

Diese Reihe bildet den zeitlichen Schwerpunkt (ca. 2/3 der zur Verfügung stehenden Stunden) und baut sich aus folgenden Inhalten auf, die etwas genauer beschrieben werden, um die Einordnung der Fallstudien deutlicher zu machen:

- **Einführung in die Problematik**
 - Möglichkeiten der Nutzung alternativer Energiequellen
 - Bildung von Expertengruppen (Doppelstunde)
Photovoltaik–Wasserkraft–Windkraft–Biomasse–Wärmekraftwerke
Jede Gruppe arbeitet sich in ihr Thema anhand von Informationsmappen und Internetrecherche ein.
 - ***Diskussion über die Einsatzmöglichkeiten regenerativer Energien am Beispiel verschiedener Szenarien in Form einer Fallstudie***
- **Photovoltaik**
 - Physikalisch/technikwissenschaftliche Analyse von Solarzellen
 - Energieausbeute, Schaltungsarten, Wechselrichter
 - Standortfaktoren
- **Windkraft**
 - Wind als Alternative - Historische Entwicklungen der Windenergienutzung vom Segelschiff zur modernen **Windkraftanlage (WKA)**.
 - Entstehung von Wind unter globaler, regionaler und örtlicher Betrachtung.
 - Der Energiegehalt des Windes sowie die Umwandlung der Luftbewegung in eine Drehbewegung.
 - Die Gegenüberstellung des Widerstands- und des Auftriebsprinzips anhand verschiedener Windkoffereperimente.
 - Gruppenbildung (Umwelt / Technik / Wirtschaft & Recht) Erarbeitung von Kriterien zur Beurteilung von Standorten mit jeweiligen Schwerpunkten anhand von umfangreichen Informationsmappen und Internet-Recherche.
 - ***Fallstudie zur Analyse verschiedener Standorte für die Errichtung eines Windparks***
 - Diskussion über die Methode der Fallstudie und Vergleich mit aktuellen Situationen und Projekten (Meta-Interaktion).
 - Technische Entwicklungen moderner WKA's und aktuellste Entwicklungen auf dem Strommarkt am Beispiel der „Grüner Strom AG“.

3 Fallstudie 1: “EUROPEAN CONGRESS OF REGENERATIVE ENERGIES”

Nachdem die physikalischen Grundlagen zum Thema Energie (Kraft, Arbeit, Energie-Definitionen, Energieformen, Berechnung von Energien) behandelt wurden, um den Schülerinnen und Schülern das „Werkzeug“ an die Hand zu geben, Energieumwandlungsprozesse zu bewerten, war das thermische Kraftwerk zentraler Gegenstand der Reihe. Nach dem Kraftwerksprozess liegt der Schwerpunkt auf den Einsatzmöglichkeiten und der Problematik regenerativer Energiequellen.

In der nun folgenden Unterrichtsreihe informieren sich die Schülerinnen und Schüler in „Expertenrunden“ über grundsätzliche Möglichkeiten und Probleme verschiedener regenerativer Energieträger. Als Informationsquellen dienen Broschüren von Energieversorgern (z.B. ASE) und Internetrecherchen (Quellen s. Anhang). Da diese UE den Einstieg in die Problematik regenerativer Energieträger bildet, wird an dieser Stelle noch keine fachlich tiefer gehende Information über die einzelnen Energieträger erwartet.

Zum Abschluss der Informationsphase sollen die Schülerinnen und Schüler im Rahmen einer Fallstudie durch die Bildung von Diskussionsrunden – an denen jeweils immer ein „Experte“ aller bearbeiteten Energieformen teilnimmt - die Problematik des Einsatzes von regenerativen Energien an ausgewählten Beispielen erkennen und abwägen, um für die öffentliche Diskussion zu diesem Thema sensibilisiert zu werden. Durch die Methode der Fallstudie ist eine offenere Möglichkeit gegeben, dass die Schülerinnen und Schüler im weiten Feld der erneuerbaren Energien individuelle, kreative und unvoreingenommene Ideen verbalisieren, diskutieren und ggf. zu verifizieren/falsifizieren.

Nicht reine Wissensvermittlung sondern die Diskussion über innovative Ideen soll in dieser Stunde der zentrale Aspekt sein.

Als Ergebnis der Expertendiskussion kann ebenso die Erkenntnis der Schülerinnen und Schüler stehen, dass zu einer weitergehenden und tiefgreifenden Diskussion Zusatzinformationen von Nöten sind; dies ist ja auch die angestrebte Lernprogression.

Die durchgeführte Fallstudie zeigte aber, dass die Kursteilnehmer auch mit den eher oberflächlichen Informationen durchaus in der Lage waren, sinnvolle Überlegungen zur Versorgung der drei in der Fallstudie behandelten Standorte anzustellen und die gewünschte Sensibilität für Vorteile und Schwierigkeiten der Problematik ansatzweise zu erkennen.

3.1 Erläuterungen zur Stunde mit der Fallstudie

Zum Einstieg in die Stunde findet eine förmliche Begrüßung der Teilnehmer des „ECORE®“ Kongresses (**E**UROPEAN **C**ONGRESS OF **R**EGENERATIV **E**NERGIES) durch den Lehrer in der Rolle des Tagungsleiters statt, um alle Schülerinnen und Schüler den Rahmen der Fallstudie und die Arbeitsaufgabe motivierend darzustellen. Hier hat es sich als sehr motivierend und für die Ernsthaftigkeit der Bearbeitung zuträglich herausgestellt, dass der Lehrer tatsächlich in die Rolle eines Tagungsleiters schlüpft und eine Kongresssituation schafft, die realen Situationen angepasst ist.

Die Aufgabenstellung wird verdeutlicht:

Für drei Standorte (in Spanien, Norditalien, Dänemark) sollen in drei Arbeitsgruppen im Rahmen der Tagung auf der Grundlage der ausgegebenen Informationen zu den Standorten Möglichkeiten zur Versorgung der jeweiligen Region mit Energie erarbeitet werden. Der zeitliche Rahmen wird anhand einer Folie mit dem „Tagungsprogramm“ festgesteckt. Wichtig ist hierbei, dass die Schülerinnen und Schüler erkennen, welche konkrete Aufgabe sie haben und wie sie sie anschließend präsentieren sollen.

Den Arbeitsgruppen werden drei „Tagungsräume“ (Tischblöcke) zugewiesen, auf denen jeweils die Projektmappen eines Standortes ausgelegt ist.

Die Gruppen setzen sich aus Schülerinnen und Schüler zusammen, die sich in den vorangegangenen Stunden in Expertenrunden über ihr Teilgebiet informiert haben.

Somit bilden sich drei Gruppen mit jeweils mindestens einem Experten für:

- **Wasserkraft**
- **Windkraft**
- **Photovoltaik**
- **Biogas/Biomasse**
- **herkömmliche Kraftwerke**

Durch die Tatsache, dass zwischen den Vertretern (Experten) der regenerativen Energien ein Vertreter der herkömmlichen Energieerzeugung mit am Tisch sitzt, soll die Diskussion leichter in Gang kommen.

Die Ergebnispräsentation der einzelnen Gruppen am OHP mit Folien bieten allen Schülerinnen und Schülern in der Lerngruppe die Möglichkeit, die Entscheidungen der jeweiligen Gruppe nachzuvollziehen und durch ggf. Hinterfragung Verständnisschwierigkeiten ausräumen. Dabei soll der Rahmen eines Kongresses nicht aufgehoben werden. Die Schüle-



rinnen und Schüler sind dazu angehalten, ihre Ergebnisse durch Wahl eines Gruppensprechers vorzustellen (ggf. mit Unterstützung der übrigen Gruppenmitglieder).

Falls ausreichend Zeit zur Verfügung steht, kann sich eine abschließende Diskussionsrunde zur Methode der Fallstudie und der sich evtl. ergebenden Schwierigkeiten und positiven Beobachtungen anschließen.

4 Fallstudie 2

SAW - Kongress der RWE : STROM AUS WINDKRAFT

In den vorangegangenen Stunden haben sich die „Expertengruppen“ (Umwelt/ Technik/Wirtschaft&Recht) in ihren Gruppen informiert, indem sie für die Informationssuche sowohl das Internet als auch die ausgeteilten umfangreichen Informationspakete nutzten. Grundsätzliche naturwissenschaftliche und technikwissenschaftliche Zusammenhänge sind von allen Kursteilnehmern theoretisch und mit Experimenten aus dem Windkoffer praktisch bearbeitet worden.

4.1 Erläuterungen zur Stunde mit der Fallstudie

Auch hier wird vom Lehrer versucht, eine reale Tagungssituation zu schaffen: förmliche Begrüßung der Schülerinnen und Schüler als Teilnehmerinnen und Teilnehmer des Kongresses - Angabe der Zielsetzung des Kongresses: Votum für Investitionen der RWE an einem der drei vorgestellten Standorte – Tagungsablauf.

Zum Einstieg bietet sich an, die Kurzvorstellung der einzelnen Szenarien am Beginn der Stunde selbst durchzuführen, damit allen anderen Schülerinnen und Schülern der Lerngruppe die Gelegenheit gegeben wird, sich ein Bild von den ihnen unbekanntem Szenarien zu machen.

Um im knappen Rahmen des Unterrichts den Schülerinnen und Schülern anhand der Fallstudie den o.g. Entscheidungsfreiraum einzuräumen, liegt es nahe, mehrere Projekte arbeitsteilig durch **Gruppen** bearbeiten zu lassen.

In der dargestellten Stunde werden sich nun die einzelnen Expertenrunden auflösen. Die Bildung der Tagungsrunden mit je 2 Experten jeder „Fachrichtung“ erfolgt.

Die Gruppen wählen sich zu Beginn der Arbeitsphase Protokollführer(innen) und Vortragende selbständig aus.

Allen Mitgliedern der Lerngruppe müssen die Ziele jeder Gruppenarbeit klar und zu jeder Zeit deutlich erkennbar sein. Zudem müssen sie von jedem verstanden werden. Aus diesem Grund erhält jede Schülerin und jeder Schüler den im Arbeitspaket enthaltenen **Arbeitsauftrag** (siehe Anhang), auf dem auch der „**Diskussions-Zeitrahmen**“ aufgeführt ist (in Anlehnung an eine reelle Expertentagung).

Der Rahmen einer „Tagung“ soll bei der **Ergebnispräsentation** nicht aufgehoben werden: Die Schülerinnen und Schüler sind dazu angehalten, ihre Expertengutachten zu jedem der



drei Gebiete (Wirtschaft&Recht / Umwelt / Technik) als auch die Empfehlung mit Begründung durch einen Gruppensprecher darstellen zu lassen.

Als Ergebnis der abschließenden **Gesamtdiskussion** soll eine konkrete Entscheidung für eines der Projekte durch die Schülerinnen und Schüler getroffen werden. Zudem kann den Schülerinnen und Schüler auffallen, dass zu einer weitergehenden und tiefergreifenden Diskussion weitere Zusatzinformationen von Nöten sind. Dies ist die angestrebte Lernprogression der Fallstudie.

Falls ausreichend Zeit zur Verfügung steht, kann sich eine abschließende Diskussionsrunde zur Fallstudie über die sich evtl. ergebenen Schwierigkeiten und positiven Beobachtungen anschließen (Metainteraktion).

Ziele

Die Schülerinnen und Schüler sollen anhand einer Fallstudie lernen, einem komplexen soziotechnischen Zusammenhang zu bewerten, indem sie Standortfaktoren verschiedener Windenergieprojekte analysieren sowie bereits erarbeitete Entscheidungskriterien auf diese Projekte anwenden.

Die Schülerinnen und Schüler sollen erkennen, dass Entscheidungen häufig auf der Basis von gefilterten Informationen getroffen werden.

5 Literatur und Internet – Links

Alternativen Energien

Hervorragendes Vorlesungsskript mit Informationen zu allen alternativen Energiequellen von Dr. Karl Molter

Mail: K.Molter@FH-Trier.de

Download unter <http://www.fh-trier.de/molter>

Infopakete der Gruppen

Windkraft:

- Strom Basiswissen Nr. 109 – IZE-(Hrsg.) Informationszentrale Energiewirtschaft, Frankfurt a. Main
- Schwenk, B.; Veltrup, M.; Keuper, A. (1994): Energieerzeugungskosten aus Windenergie in Deutschland. In: DEWI-Magazin Nr. 5, S. 15-20.
- Rehfeld, K.; Schwenk, B. (1996): Entwicklung der Energieerzeugungskosten von Windenergieanlagen. In: DEWI-Magazin Nr. 9, S. 36-44.
- Hessisches Ministerium für Landesentwicklung, Wohnen, Landwirtschaft, Forsten und Naturschutz (Hrsg.) (1994): Planungsrechtliche und naturschutzrechtliche Beurteilung von Windkraftanlagen. In: Staatsanzeiger für das Land Hessen, Nr. 16, S. 1105 - 1107.
- RWE Energie A.G. (Hrsg.) (1996): Windkarte für den Kreis Euskirchen. Essen.
- Ortjohann, E.; Bendfeld, J.; Ernst, A. (1994): Windatlas für das PESAG-Versorgungsgebiet. Universität Paderborn.
- <http://www.iwr.de>
- <http://www.windpower.dk/de/tour/econ/index.htm>
- <http://www.ifb.uni-stuttgart.de/~doerner/windlinks.html>
- http://www.uni-muenster.de/Energie/wind/raum/r_vorgab.html
- <http://server1.nibis.ni.schule.de/~hokarken/index.htm>
- <http://www.uni-muenster.de/Energie/wind/Welcome.html>

Biomasse

- Strom Basiswissen Nr. 113 – IZE-(Hrsg) Informationszentrale Energiewirtschaft, Frankfurt a. Main

Photovoltaik

- Strom Basiswissen Nr. 110 – IZE-(Hrsg) Informationszentrale Energiewirtschaft, Frankfurt a. Main
- Strom aus regenerativen Energien Best. Nr. 679 – VEW /IZE-(Hrsg) Informationszentrale Energiewirtschaft, Frankfurt a. Main
- <http://www.kreissparkasse-recklinghausen.de/regional/Photovo2.html>
- http://www.kzu.ch/solar/So_zelle.htm

Wasserkraft

- <http://www.boxer99.de/wasserkraft.htm>
- <http://www.kommunalmagazin.ch/archiv/kwkw.htm>
- Strom Basiswissen Nr. 117 – IZE-(Hrsg) Informationszentrale Energiewirtschaft, Frankfurt a. Main

Wärmeleistung

- Strom Basiswissen Nr. 105 – IZE-(Hrsg) Dokumente und Kommentare Informationszentrale Energiewirtschaft, Frankfurt a. Main
- Strom Basiswissen Nr. 105 – IZE-(Hrsg) Informationszentrale Energiewirtschaft, Frankfurt a. Main
- Erkundung eines Kohlekraftwerks Best. Nr. 689 – VEW-(Hrsg) Informationszentrale Energiewirtschaft, Frankfurt a. Main
- Strom Basiswissen Nr. 103 – IZE-(Hrsg) Dokumente und Kommentare Informationszentrale Energiewirtschaft, Frankfurt a. Main
- Arbeitskreis Schulinformation Energie: Wärmekraftwerke, Heft 2 – IZE (Hrsg)
- VEW-Energie: Kraftwerk Lingen

6 Materialien

Fallstudie I - EUROPEAN CONGRESS OF REGENERATIV ENERGIES

- Eröffnungsfolie
- Arbeitsauftrag
- Kongressmappe 1 – Spanien
- Kongressmappe 2 – Norditalien - Alpen
- Kongressmappe 3 – Dänemark

Fallstudie II – Strom aus Windkraft

- Eröffnungsfolie
- Arbeitsauftrag/Zeitplan
- Tagungsmappe I - „**OFF-shore 2000**“ Schleswig-Holstein – Helgoland
- Tagungsmappe II - **ON-Shore** „Travemünde“ Lübecker Bucht – Ostsee
- Tagungsmappe II - **Menden-Oesbern Sauerland**
- Gutachtendrucke für die drei Projektgruppen