



Der Workshop 6 der NABU Hochschulgruppe trug den Titel „Sonnenenergie ohne Grenzen? - Solar Energy without limits?“. Thematisch wurde er aber schon vor Beginn der Konferenz ausgeweitet auf Erneuerbare Energien im allgemeinen.

Teilnehmer des Workshops waren:

Alexandra (A)
Barbara (H)
Marcus (FIN)
Vitek (CZ)

Ein Teilnehmer aus der Türkei war leider nicht anwesend.

Workshopleitung:

Daniel Esser (D)
Linda Trein (D)

Beobachter:

Hubert (D)

Übersetzung:

Caroline (USA)

Inhalt des Workshops:

Dienstagvormittag:

1. Begrüßung und Vorstellung der Teilnehmer
2. Brainstorming: Was fällt mir spontan zu Erneuerbaren Energien ein?
3. Gruppenarbeit: Die häufigsten Typen von Erneuerbaren Energien – Verbreitung, Vor- und Nachteile, Potentiale
4. Vorstellung der Ergebnisse der Gruppenarbeit

Dienstagnachmittag:

5. Erneuerbare Energien live - Basteln mit Solarbaukästen

Donnerstagvormittag:

6. Diskussion: Wo lassen sich Erneuerbare Energien besonders gut einsetzen? Wo sehe ich Probleme bei der Umsetzung? Wo findet schon lange eine Verwendung statt, ohne dass dies so bewusst ist?
7. Gruppenarbeit: Vergleich des Energiemix in Industrie- und Schwellenländern / Quellen der CO₂-Emissionen
8. Diskussion: CSS – Speicherung von Kohlendioxid unter der Erde
9. Vorstellung und Diskussion: Funktionsweise und Potentiale von Fusionsreaktoren
10. Diskussion: Photosynthese - Energieerzeugung in der Natur
11. Brainstorming: was fällt mir jetzt zu Erneuerbaren Energien ein? / Evaluation des Workshops
12. Vorbereitung der Abschlusspräsentation

Freitagvormittag:

13. Vorbereitung der Abschlusspräsentation



1. Begrüßung und Vorstellung der Teilnehmer

Die Teilnehmer stellten sich selber in der Gruppe vor. Dabei zeigte sich schon, dass wir es mit sehr unterschiedlichen Menschen zu tun haben würden. Die Spanne reichte vom 14-jährigen Schüler bis zum Elektrotechnikstudenten.

2. Brainstorming: Was fällt mir spontan zu Erneuerbaren Energien ein?

Das Brainstorming zum Thema Erneuerbare Energien bestätigte den ersten Eindruck einer heterogenen Gruppe. Ein Teilnehmer hatte noch nie zuvor von Erneuerbare Energien gehört. Es gab Aufzählungen von bekannten Typen, sowie spezielle Fragen zum Thema, über den Nutzen, Funktionsweise und Ähnlichem. Es wurden sogar sehr spezielle Themen genannt wie z.B. die Frage der CO₂-Neutralität von Holzpelletanlagen, da die Holzpellets doch auch erst produziert und zum Verbraucher transportiert werden müssen.

Ein Teilnehmer stand der Sinnhaftigkeit von Erneuerbaren Energien generell skeptisch gegenüber und erhoffte sich vom Workshop ein wenig Überzeugungsarbeit.

3. Gruppenarbeit: Die häufigsten Typen von Erneuerbaren Energien – Verbreitung, Vor- und Nachteile, Potentiale

Um in der Gruppe ein ähnliches Niveau an Grundwissen über Erneuerbare Energien zu erreichen haben die Gruppenteilnehmer anhand von Informationsartikeln auf deutsch und englisch zu den verschiedenen Arten von Erneuerbaren Energien Fakten zusammengetragen, die in Zweiergruppen erarbeitet wurden. Zielsetzung war es in der Gruppe die verschiedenen Typen, ihre heutige Verbreitung, ihre Vor- und Nachteile, sowie ihre Potentiale vorzustellen. Die Gruppenaufteilung war:

Alexandra, Barbara: Solarenergie und Windkraft

Marcus und Vitek: Geothermi und Wasserkraft

Daniel bereitete derweil eine Kurzvorstellung alternativer Erneuerbarer Energien vor.

4. Vorstellung der Ergebnisse der Gruppenarbeit

Vor dem Mittagessen wurden dann die Ergebnisse aus der Gruppenarbeit zusammengetragen:

Sonnenenergie:

Pro:

- Sonne ist immer verfügbar
- kann für Elektrizität und zur Wärmeerzeugung genutzt werden
- einfache Anbringung/Installation z.B. auf Dächern und an Fassaden

Contra:

- Sonnenlicht ist nicht konstant
- es sind große Flächen erforderlich
- Herstellung der Solarzellen verursacht auch Verschmutzung der Umwelt

Verbreitung:

- kann in nördlichen Ländern nicht effizient verwendet werden, da dort zu wenig Sonne scheint

Potentiale:

- Aktuell können 10% der Sonnenenergie ausgenutzt werden
- Hoffnung durch technische Verbesserung auf 20% Effizienz zu kommen

Windenergie:

Pro:

- Weltweite Nutzung möglich
- Großes CO₂-Einsparpotential

Contra:

- Herstellung von Windrädern umweltschädlich



- Wind bläst nicht konstant
- bisher nur geringe Effizienz
- Beeinträchtigungen für Vögeln und Fledermäusen möglich

Verbreitung:

- Weltweite Nutzung möglich
- Vor allem auf Tiefenbenen oder in Offshore-Parks

Potentiale:

- Liefert in Deutschland seit 2004 mehr Strom als die Wasserkraft
- Macht in Deutschland 5% der Gesamtenergie aus

Geothermie:

Pro:

- Sowohl zum Heizen als auch zur Stromgewinnung geeignet

Contra:

- Heißes Wasser in der Erdkruste muss gefunden werden
- Schwermetallbelastung

Verbreitung:

- Insbesondere Island, Alaska, Hawaii

Potentiale:

- Effizienz hängt vom Wärmeaustauscher ab

Da es sich bei der Energieerzeugung* mit Geothermie um eine verhältnismäßig unbekanntere Technik handelt, wurde auch deren Funktionsweise besprochen. Bei Geothermiekraftwerken wird heißer Wasserdampf aus der Erdkruste zur Oberfläche befördert und zum Antrieb einer Turbine verwendet. Das verbrauchte Wasser wird kondensiert und zurück in die Erde geleitet oder in die Atmosphäre entlassen. Die Erwärmung des Wassers geschieht durch die hohen Temperaturen, die aus dem Erdinneren in die Kruste strahlen. Quelle dieser hohen Temperaturen im Erdkern sind radioaktiver Zerfall, hoher Druck und vermutlich auch Restwärme aus der Entstehungszeit des Planeten.

Wasserkraft:

Pro:

- Kein Abfall
- Keine Verschmutzung

Contra:

- Habitatzerschneidung (Fischwege)
- Muss in der Nähe von fließendem Wasser gebaut werden

Verbreitung:

- Wasserreiche bergige Nationen
- Brasilien, Island, Skandinavien

Potentiale:

- Produziert bis zu 100 kW pro Turbine

Alternative Erneuerbare Energien:

Es gibt eine ganze Reihe zusätzlicher Ansätze zur Erzeugung von Energie aus regenerativen Ressourcen. Diese sind allerdings wenig verbreitet oder bisher erst in der Testphase.

Gezeitenkraftwerke nutzen die Änderung des Meeresspiegels und die dabei entstehenden Strömungen zum Antrieb von elektrischen Turbinen. Eine hohe Effizienz wird aber nur an Stellen mit hohem Tidenhub erreicht, so dass nur wenige Standorte weltweit in Frage kommen.

Meeresströmungskraftwerke funktionieren wie Gezeitenkraftwerke mit dem Unterschied, dass

* Energie wird niemals erzeugt oder verbraucht sondern immer nur von einer Energieform, z.B. elektrische Energie, in eine andere Energieform, z.B. Wärme, umgeformt. Der Einfachheit halber wird in dieser Zusammenfassung der Workshopergebnisse trotzdem von „Energieerzeugung“ im Sinne von Energiebereitstellung und „Energieverbrauch“ im Sinne von Nutzung gesprochen



sie mit den viel schwächeren aber konstanten Meeresströmungen arbeiten und so immer nur in eine Richtung laufen brauchen. Auch für sie existieren nur wenige in Frage kommende Standorte.

Wellenkraftwerke nutzen die Bewegung von Wasserwellen, welche sie geschickt in eine mechanische Bewegung umformen, die zur Erzeugung von Energie geeignet ist. Sie bringen bisher nur wenig Leistung und fallen oft hohen Wellengängen zum Opfer.

Osmosekraftwerke nutzen an Flussmündungen den starken Unterschied im Salzgehalt zwischen Meer- und Süßwasser. Die osmotische Energie die beim Transfer der Salzmoleküle über eine Membran frei wird wird zur Energieerzeugung genutzt.

Pumpspeicherkraftwerke zählen nicht vollkommen zu den Erneuerbaren Energien. Bei Ihnen wird Energie z.B. aus Fotovoltaikanlagen genutzt um tagsüber, bei großem Lichtangebot Wasser in einen hohen Stausee zu Pumpen und nachts die Wasserkraft zur weiteren Energiegewinnung nutzen. Auf diese Weise können Witterungsabhängige Energiequellen rund um die Uhr CO₂-arm Energie bereitstellen.

Auf ähnliche Weise könnten auch Produktionsprozesse optimiert werden, indem beispielsweise Stahlproduzenten Erneuerbare Energien dann nutzen wenn sie zur Verfügung stehen um den Stahl zu erhitzen (z.B. am Tag) und nachts die Anlagen abschalten um jetzt den Stahl in Gießereien zu verbrauchen. Dieser Prozess erfordert zumindest deutlich weniger Energie.

5. Erneuerbare Energien live - Basteln mit Solarbaukästen

Den Nachmittag verbrachten wir dann draußen in der Sonne um mit den mitgebrachten Solarbaukästen zu basteln. Ziel war es dabei ein bisschen über Anwendungsgebiete und die Leistungsfähigkeit von Erneuerbaren Energien, genauer Solarenergie, nachzudenken. Wir bauten zwei Solarautos, welche wir ein Rennen gegeneinander fahren liesen, bauten ein Riesenrad und verbrannten Papier mit einer verspiegelten Parabolschüssel. Zum krönenden Abschluss bauten wir einen Schaufelraddampfer ohne Dampf-, dafür mit Solarantrieb, welchen wir über ein nahe gelegenes Gewässer kreuzen liesen.

Zum nächsten Workshoptreffen am Donnerstag sollten sich die Teilnehmer dann überlegen, wo man Erneuerbare Energien besonders gut anwenden kann, wo eine Umsetzung schwierig ist und wo eine Umsetzung vielleicht schon lange erfolgt, ohne dass man sich dessen vielleicht bewusst ist.

6. Diskussion: Wo lassen sich Erneuerbare Energien besonders gut einsetzen? Wo sehe ich Probleme bei der Umsetzung? Wo findet schon lange eine Verwendung statt, ohne dass dies so bewusst ist?

Am Donnerstag wurde zu Beginn zusammengetragen, was sich die Teilnehmer über die Einsatzgebiete Erneuerbarer Energien, jenseits der Stromproduktion für die Steckdose überlegt haben. Folgende Gedanken wurden dabei geäußert:

- Kraftfahrzeuge mit Elektromotoren als einzige Antriebsquelle (Elektromobile) bieten die Möglichkeit sie alleine mit Strom aus erneuerbaren Energien zu betreiben und bieten somit eine sehr CO₂-arme Möglichkeit der Mobilität
- Solche Fahrzeuge könnten außerdem mit Solarzellen (z.B. Fotovoltaikfolien) ausgestattet werden und würden sich so selbst während der Fahrt und auf dem Parkplatz auftanken. Kostenlos!
- Es gibt schon Gartenduschen, welche Wasser in einem schwarzen Kunststoffbehälter erwärmen. Hierdurch kann im Sommer viel Heizenergie eingespart werden
- Eine Kombination aus Fotovoltaikanlage für Strom und Geothermieanlage für Heizung macht Gebäude weitestgehend unabhängig von der Energieversorgung. Allerdings sind für nachts entsprechende Speicher für elektrische Energie nötig
- Schwimmbäder werden schon lange auf heißen Quellen gebaut (Thermalbad) und nutzen so ganz gewöhnlich Erneuerbare Energien, ohne dass dies dem Nutzer vielleicht immer bewusst ist



Gruppenarbeit: Vergleich des Energiemix in Industrie- und Schwellenländern / Quellen der CO₂-Emissionen

In dieser Gruppenarbeit sollten die Teilnehmer anhand kurzer zweiseitiger Factsheets (www.climate-policy-map.econsense.de) den Energiemix und die wichtigsten CO₂-Quellen in Industrie- und Schwellenländern vergleichen. Als Beispielstaaten hatten wir Brasilien, Deutschland, Europa und die USA ausgewählt.

Was zunächst auffiel war, dass sich die Situationen in den einzelnen Industrienationen nur wenig voneinander unterscheiden. Der Energiemix, das heißt den Anteil bestimmter Energieerzeugungstechniken am Gesamtverbrauch an Energie, ähneln sich in Europa und den USA sehr. Mit rund 85% machen die fossilen Energieträger immer noch den Großteil der Energieversorgung aus. Atomkraft spielt mit etwas mehr als 10% eine geringere Rolle als man vielleicht weithin annimmt. Die Nutzung Erneuerbarer Energien spielt mit weniger als 5 % noch keine wichtige Rolle. Natürlich gibt es zu diesen „Regeln“ Ausnahmen, wie Frankreich, welches seinen Energiebedarf zu mehr als drei Viertel mit Atomstrom deckt, oder Island, welches beinahe seinen gesamten Strombedarf (99,9%) aus Geothermie und Wasserkraft stillt.

Auch die Anteile am CO₂-Ausstoß einzelner Wirtschaftsbereiche zeigt in den Industrienationen eine bestimmte Charakteristik. Den größten Anteil am CO₂-Ausstoß der Industrienationen hat mit über 60% die Bereitstellung elektrischer Energie. Über ein Fünftel kommt zudem aus dem Transportsektor, also Straßenverkehr, Schiff- und Luftfahrt. Landwirtschaft und überraschenderweise auch Industrie spielen mit je 7-8% nur eine untergeordnete Rolle. Es ist also nicht die Industrie der Industrienationen, sondern der hohe Lebensstandard, der hier das Maß der Dinge ist.

Als wichtigsten Unterschied der Schwellenländer (Brasiliens) konnten wir feststellen, dass hier die höchsten CO₂-Emissionen nicht aus dem Energie-, sondern noch aus dem Landwirtschaftssektor stammen (>50%). Außerdem schwer wiegen der Energie- (23%) und Transportsektor (~15%), allerdings deutlich weniger als in den entwickelten Ländern.

Charakteristisch für Brasilien und sicherlich nicht typisch für alle anderen Schwellen- und Entwicklungsländer ist der hohe Anteil der Erneuerbaren Energien (fast 40%) bei der Stromversorgung. Hier ist die konsequente Nutzung von Wasserkraft (>36%) besonders erwähnenswert und vorbildlich. Es steht allerdings im Kontrast zu der Tatsache, dass Brasilien seinen CO₂-Ausstoß zwischen 1990 und 2000 um über 50% erhöht hat. Auch die Gefahr, dass Brasilien Tropenwälder abholzen wird um mehr Biosprit zu produzieren macht eine Bewertung schwierig. In Brasilien spielt Biosprit heute schon eine wichtige Rolle im Straßenverkehr.

Gerade an diesem letzten Punkt lässt sich gut zeigen, dass das Thema Biosprit sehr schwer zu diskutieren ist. Wir ließen diese Diskussion aus, um über die folgenden zwei Themen zu sprechen, die aus den Reihen der Teilnehmer in den Workshop gebracht wurden.

Diskussion: CSS – Speicherung von Kohlendioxid unter der Erde

Während der Diskussion über die CO₂-Emissionen stellte ein Teilnehmer die Frage nach der Speicherung von CO₂ in einer nicht klimaschädlichen Form. Daraufhin stellten wir kurz vor, dass tatsächlich an so etwas unter dem Schlagwort CSS (Carbondioxide Storing Systems) geforscht wird. Für die Schaffung von künstlichen CO₂-Senken gibt es eine Reihe von Ideen Als Beispiele seien genannt:

- CO₂- nimmt unter hohem Druck eine flüssige Form an und ist dann schwerer als Wasser. Es könnte somit einfach auf dem Meeresboden „abgelegt“ werden
- auch eine Speicherung unter der Erdoberfläche oder unter dem Meeresgrund wird diskutiert.
- Durch Düngung der Meere könnte das Algenwachstum angeregt werden und somit große Mengen CO₂ in organischer Form gespeichert werden.

Für alle diese Varianten sind die ökologischen Folgen nicht berechenbar und aufgrund der Größe der Eingriff deshalb auch sehr gefährlich. Die im Workshop vorgeschlagene Methode alte Bohrlöcher mit Pflanzenölen zu füllen („ein Ölwechsel für den Planeten“) erschien uns zudem nicht realisierbar.

**Vorstellung und Diskussion: Funktionsweise und Potentiale von Fusionsreaktoren**

Unser tschechischer Teilnehmer erwähnte die in der Entwicklung befindliche Technologie der Fusionsreaktoren. Sie stellt quasi die Umkehrung des Atomreaktors da, indem leichte Atome (Wasserstoff) zu schwereren Atomen (Helium) zusammengeschmolzen (= fusioniert) werden. Vitek stellte diese Technik vor.

Die Kernfusion erfordert eine sehr hohe Temperatur (Größenordnung 1 Million Grad Celsius) und/oder sehr hoch atmosphärische Drücke (Größenordnung 1 Milliarde Pascal). Kernfusion ist der physikalische Prozess, welcher in der Sonne abläuft und sie zum Leuchten bringt. Bisher können wir diese Zustände auf der Erde bisher nur für wenige Millisekunden aufrecht erhalten. Gelingt es den Prozess über einen Zeitraum von etwa einer Minute zu erzeugen würde sich ein Reaktor von selbst am laufen halten. Neben der bisher nur kurzen Erfolgsdauer stellt die Isolation des Prozesses zur Außenwelt die bisher größte Herausforderung dar.

Wir waren uns darüber einig, dass die Kernfusion eine sehr saubere Möglichkeit bietet, große Mengen Energie auf klimafreundliche Weise günstig zu produzieren und das hier noch viel mehr Forschungsmittel benötigt werden.

Diskussion: Photosynthese - Energieerzeugung in der Natur

Oft ist es in der Technik von Vorteil sich die Natur als Vorbild zu nehmen. Während die Kernfusion ein Beispiel aus der unbelebten Natur darstellt, kommt man beim Gedanken an Energiebereitstellung in der belebten Natur nicht an der Photosynthese vorbei. Dabei wird die Energie des Sonnenlichts genutzt um aus der Atmosphäre entnommenes CO₂ chemisch in Zucker umzuwandeln, welcher als Energiequelle allen pflanzlichen und tierischen Lebens dient. Die Entnahme des CO₂ aus der Atmosphäre geschieht durch ein spezielles Molekül „RubisCO“, welches das CO₂ bindet und zum Ort der Weiterverarbeitung transportiert. Wenn es das CO₂ in den Prozess übergibt wird es regeneriert und kann ein neues Molekül CO₂ binden.

Wir stellten fest, dass die größte Herausforderung bei einer technischen Umsetzung der Photosynthese die Entwicklung eines sich selbst regenerierenden CO₂-Rezeptors ähnlich der RubisCO liegt.

Wir waren uns einig, dass eine technische Umsetzung der Photosynthese eine sehr interessante Alternative bzw. Ergänzung der Nutzung von Sonnenenergie darstellt und weiter erforscht werden sollte.

Brainstorming: was fällt mir jetzt zu Erneuerbaren Energien ein? / Evaluation des Workshops

Zum Ende unseres Workshops wiederholten wir das Brainstroming zu Erneuerbaren Energien vom Beginn des Workshops. Es wurde sehr deutlich, dass die Teilnehmer (und auch die Leiter) alle etwas dazugelernt hatten. Interessant war zu beobachten, dass jeder Teilnehmer eigene Dinge in dem Workshop gelernt hat, was uns als Leiter angesichts des zu Beginn sehr heterogenen Wissensstands außerordentlich gefreut hat.

Die restlich Zeit am Donnerstag und den Freitag morgen nutzten wir zur Vorbereitung unserer Präsentation der Workshopergebnisse vor den anderen Gruppen. Aufgrund der großen Fülle des behandelten Materials beschränkten wir uns jedoch nur auf wenige einzelne Punkte. Das Gesamtergebnis ist mit diesem Dokument dokumentiert worden.