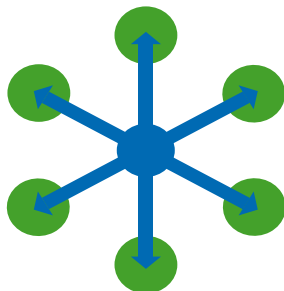


Wegweiser und Anleitung zum Energiepfad

im Naturerlebnisraum der LBV-Umweltstation Lindenhof



gefördert durch
Bayerisches Staatsministerium für
Umwelt und Verbraucherschutz



Umweltbildung
.Bayern

Umweltschutz-Informationszentrum Lindenhof
Karolinenreuther Str. 58, 95448 Bayreuth
Tel: 0921 / 759420



Vorwort

Der Umgang mit Energie und die Folgen unseres Energiekonsums als Klimawandel begegnen und fordern uns tagtäglich in unserem Alltag. Es gilt, intelligente und nachhaltige Lösungen für Heute und die Zukunft zu entwickeln und praktisch umzusetzen. Dazu kann und muss jeder von uns etwas beitragen.

Für die LBV- Umweltstation Lindenhof mit Schwerpunkt „Bildung für nachhaltige Entwicklung“ und „Natur – und Artenschutz“ spielt das Thema „Energie und Umwelt“ eine wichtige Rolle – nicht nur, weil unser Energiekonsum die Artenvielfalt, die Vogelwelt, unser Klima und letztendlich unsere eigene Zukunft prägt, sondern weil wir konkrete Handlungsmöglichkeiten und Umsetzungsbeispiele anregen und aufzeigen möchten – damit die Energiewende heute bei Dir und bei mir beginnt.

Nach zwei Jahren Arbeit ist unser Aussengelände um 6 Energiestationen reicher. Kinder, Schulklassen und Familien können jetzt nicht nur Natur am Lindenhof erleben und genießen, spielen und entdecken, sondern auch Hintergrundwissen und Anregungen zur Nachhaltigkeit für den Alltag konkret erfahren und umsetzen.

Durch die finanzielle Förderung des **Bayerischen Staatsministeriums für Umwelt und Verbraucherschutz** ist dies alles erst möglich geworden. Unser Dank gilt daher besonders dem Bayerischen Umweltministerium!

Ich wünsche Ihnen viel Spaß und viele Anregungen zur Umsetzung zuhause. Nutzen Sie den Besuch auf dem Spielplatz, bei einer Feier am Lindenhof oder einem Gruppenausflug zur Umweltstation.

Unser extra entwickeltes Planspiel zur Reduzierung des ökologischen Fußabdrucks können Sie mit der Familie oder im Kreis Ihrer Freunde spielen und Einsparmöglichkeiten in Ihrem individuellen Alltag ausloten und umsetzen.

Erleben Sie Neues, Zukunftsweisendes, konkrete Beispiele zur Energiewende und machen Sie und ihre Familie mit. Die Energiestationen geben dazu vielfältige Anregungen und Hintergrundwissen.

Ich wünsche Ihnen viel Spaß und interessante Impulse zur Energiewende für Ihre Zeit am Lindenhof und für die Umsetzung zuhause.

Thomas Kappauf

Dipl. Biologe, Bildungsreferent

Inhalt

Lageplan und Übersicht über die Energiestationen im Außengelände des Lindenhofs

Station 1: Ernährung und Energieverbrauch Seite 6-12

- Beschreibung der Station
- Energiespartipps
- Ernährung und CO₂ –Ausstoß
- Einkaufstipps für eine Ernährung mit weniger CO₂ – Ausstoß
- Hintergrundinfos

Station 2: Energiepflanzen Seite 13-19

- Beschreibung der Station
- Bioenergie und Artenvielfalt
- Dauerkulturen von Energiepflanzen als ökologischere Alternative
- Mischkultur mit kleinräumiger Saumstruktur
- Hintergrundinfo
- Tipps für Zuhause

Station 3: Solarenergie Seite 20-22

- Beschreibung der Station
- Wie entsteht aus Sonnenlicht Strom?
- Solarenergie als Bestandteil der Energiewende
- Solarenergienutzung am Lindenhof
- Tipps für Zuhause

Station 4: Wasserkraft Seite 22-26

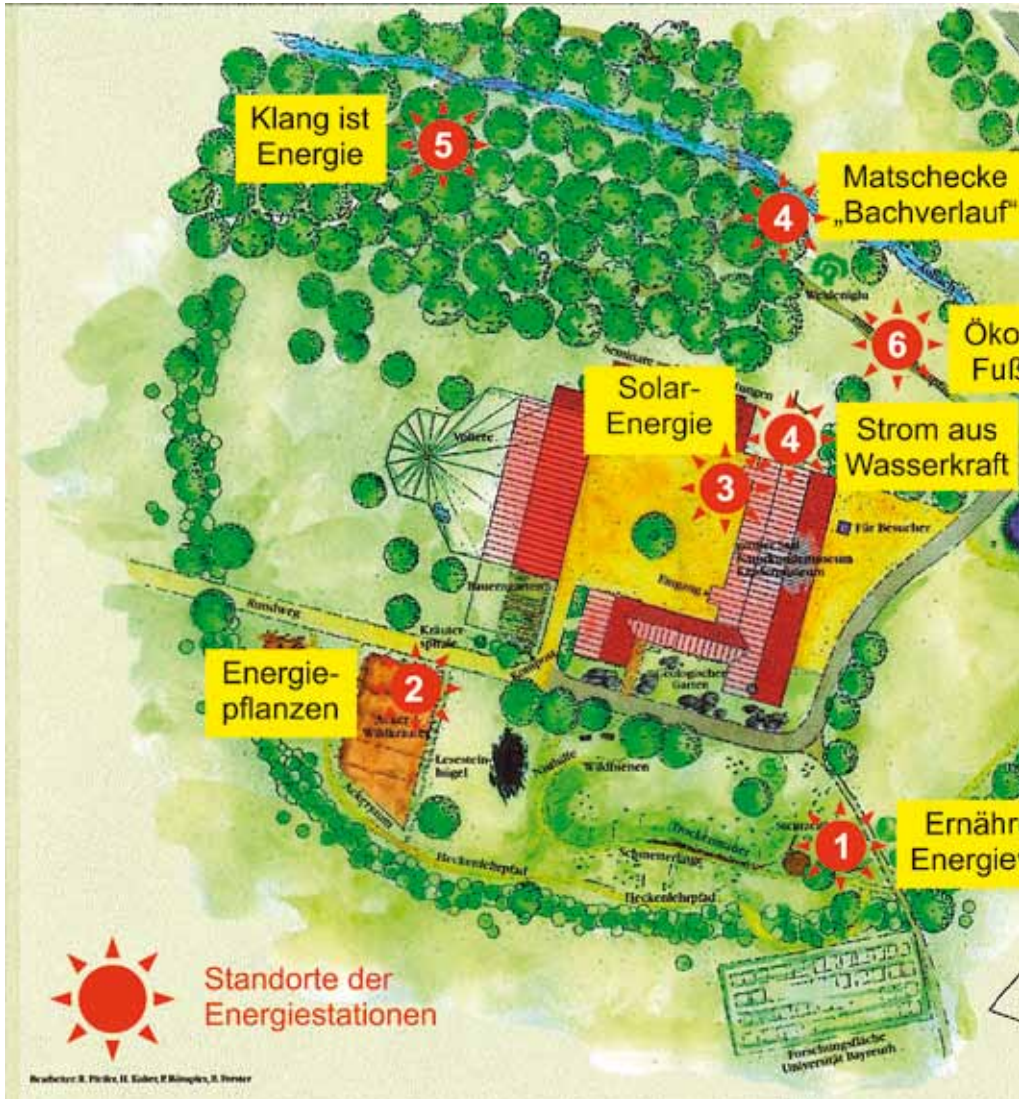
- Station 4a) Wasserrad: Beschreibung und Anleitung zur Stromerzeugung mit Wasserkraft
- Hintergrundwissen: Lageenergie und kinetische Energie
- Station 4b) Matschke Bachverlauf
- Beschreibung und Anleitung
- Tipps für Zuhause

Station 5: Klang ist Energie – Klangspiel Seite 27-29

- Beschreibung und Anleitung zum „Klangspiel“
- Hintergrundinfo: Klang ist Schwingung
- Tipps für Zuhause

Station 6: Ökologischer Fußabdruck – Ungleichgewicht zwischen Anspruch und Wirklichkeit Seite 29-31

- Sinnbild Partnerpendel
- Ökologischer Fußabdruck: Definition und Vergleich
- Reduktion des ökologischen Fußabdrucks - Planspiel



Klang ist Energie

5

Matschecke "Bachverlauf"

4

Öko Fuß

6

Solar-Energie

4

Strom aus Wasserkraft

3

Energiepflanzen

2

Ernähr. Energie

1



Standorte der Energiestationen

Herabgeber: B. Pöhlke, H. Eubler, M. Mühlbauer, S. Frenner

Forschungsbücherei
Universität Bayreuth

Was ist wo ?

Der Naturerlebnisbereich
am Lindenhof

ökologischer
Fußabdruck

Wasser- und
Energieverbrauch



Die Energiestationen:

1. Ernährung und Energieverbrauch: Kochen und Energie
2. Energiepflanzen am Beispiel mehrjähriger Dauerkulturen
3. Solarenergie
4. a) Wasserkraft: Strom aus Wasserkraft
b) Matschcke und Spielbaustelle „Bachverlauf“
5. Klangspiel: Energie und Klang
6. Partnerpendel – ökologischer Fußabdruck

Verwendete Symbole:



Thema der
Station



Tipps und
Umsetzung



Hier kannst
Du ...



Hintergrund-
wissen



Station 1: Ernährung und Energieverbrauch



Hier kannst Du ...

Kochen oder grillen mit Holz (Gulaschkanone, Dreibeingrill) oder mit dem Solarkocher (Parabolspiegel). *

Du kannst andere Energieträger fürs Kochen (Holzfeuer, Sonnenlicht) mit deinen Kocherfahrungen zuhause vergleichen und Tipps für energieeffizientes Kochen und bewusstes Einkaufen zuhause mitnehmen.

* die Geräte dazu sind in der Geschäftsstelle gegen eine Gebühr und Kautionsausleiherbar



Wir verbrauchen etwa ein Drittel unseres Energieverbrauchs für Ernährung. Der Energieverbrauch für Ernährung bzw. Lebensmittel wird in Form von elektrischer Energie (kWh) und als CO₂ - Ausstoß angegeben.

Unser Energieverbrauch fürs Essen hängt

- von der Energieart, mit der wir kochen,
- der Zubereitungsweise,
- dem Energieverbrauch zur Produktion des Lebensmittels,
- der Kühlung und
- dem Transport des Lebensmittels ab.

Zur Zubereitung unseres Essens nutzen wir Energie in Form von Strom, Gas, Holz oder Sonnenlicht.

Die (elektrische) Energie für die Zubereitung der Nahrung wird in Kilowattstunden (kWh) angegeben. Damit kann ein Elektrogerät mit 1000 Watt Stromverbrauch eine Stunde laufen.

Energieverbrauch berechnen:

Leistung oder Stromverbrauch (Watt) x Zeit (Stunden) = Stromverbrauch in Wattstunden (Wh), geteilt durch 1000 = Verbrauch in kWh (Kilowattstunden).

Mit 1 kWh Energie kann man zum Beispiel

- 1 Mittagessen für vier Personen kochen
- 10 Liter Wasser kochen
- 1 Geschirrspülmaschine durchlaufen lassen

Kochen mit Gas

Gasherde verbrauchen nur halb so viel Energie wie Elektroherde, denn sofort mit dem Anzünden ist die gewünschte Wärme verfügbar und sie lässt sich auch genauer dosieren. Sie arbeiten daher sehr effizient.

Energiegehalt:

100 Liter Erdgas mit 84g Gewicht beinhalten einen Energiegehalt von 1 kWh.

Kochen mit Strom

1. Das Kochen von Speisen auf der Herdplatte benötigt viel weniger Energie als das Garen im Backofen.

Beispiel: Das Kochen von 500g Kartoffeln auf der Herdplatte verbraucht 10-mal weniger (0,15 kWh) Strom als das Backen von 1 Blech Pizza in der Röhre (1,0 bis 1,3 kWh).

2. Kochen mit Küchen-Kleingeräten spart Strom.

Ein elektrischer Wasserkocher benötigt für 1 Liter Wasser ein Drittel weniger Energie (100Wh) als eine Elektroherdplatte (150Wh).



Energiespartipps fürs Kochen mit dem Elektroherd

Der richtige Topf: Benutzen Sie immer Töpfe und Pfannen, die genau auf die Kochplatte passen. Der Boden sollte glatt und eben sein, damit die Wärme optimal übertragen wird.

Immer mit Deckel: Benutzen Sie beim Kochen immer einen gut schließenden Deckel und öffnen Sie ihn so wenig wie möglich. Bei jedem „Topfgucken“ entweicht Wärme in die Luft und sie brauchen sehr viel mehr Energie. Sinnvoll sind daher Glasdeckel.

Möglichst wenig Wasser: Je weniger Flüssigkeit Sie benutzen, desto weniger Energie ist nötig, um es zum Kochen zu bringen.

Früher abschalten: Schalten Sie den Herd schon frühzeitig ab, etwa fünf Minuten bevor die Garzeit abgelaufen ist. Ceranfelder oder Kochplatten aus Gusseisen liefern genug Restwärme, damit das Essen fertig wird.

Schnellkochtopf: Speisen mit langer Gardauer bereiten Sie am besten im Schnellkochtopf zu. So sparen Sie Strom und Zeit.

Weder Kochplatte noch Topf müssen mit aufgewärmt werden. Genauso verhält es sich mit dem elektrischen Eierkocher. Wichtig: Entkalken Sie die Geräte regelmäßig mit Essigessenz, um ihre Lebensdauer zu erhöhen und Energie zu sparen.

Dampfgarer: Lebensmittel wie Gemüse, Kartoffeln und Fisch können Sie statt in kochendem Wasser auch energiesparend mit heißem Dampf garen.

Toaster: Auf dem Brötchenaufsatz des Toasters können Sie Brötchen mit viel weniger Energie aufbacken.

Kochen mit Holz

Auf dem Dreibeingrill, unserem Holzkocher oder mit unserem Lehmbackofen kann man am UIZ Lindenhof mit Feuer grillen, kochen, backen.

Die Energieeffizienz ist dabei in geschlossenen Systemen (Holzbackofen, Wildniskocher, Holzkocher, Holzherd) größer als beim Kochen auf offenem Feuer.

Energiegehalt:

250g Scheitholz mit einem Volumen von 1/2 Liter beinhaltet einen Energiegehalt von 1 kWh.

Kochen mit der Sonne

Bei wolkenlosem Himmel treffen 1000 W/m² Sonnenenergie auf die Erde. Pro Jahr liefert die Sonne Energie in Höhe von 1200 kWh pro Quadratmeter, pro Stunde 0,137 kWh pro Quadratmeter.

Der Solarkocher am UIZ Lindenhof mit 1,4m Durchmesser liefert bei Sonnenschein eine Leistung von 700 W. Ein Liter Wasser kann damit in 9 Minuten mittels Sonnenlicht zum Kochen gebracht werden.

► *Gerade für Länder mit heißem Klima ist der Solarkocher eine nachhaltige Alternative zu qualmenden Feuerstellen in Lehmhütten, die den knappen Brennstoff Holz und die Vegetation schonen. Bei uns in Europa funktioniert der geniale Solarkocher nur bei Sonnenschein*

Ernährung und CO₂-Ausstoß

Der Energieverbrauch für Lebensmittel wird anhand des damit verbundenen CO₂-Ausstoßes als Vergleichswert angegeben. Das Treibhausgas CO₂ entsteht bei Herstellung, Verarbeitung, Transport, Kühlung, Verpackung und Zubereitung von Nahrung.

Den Großteil an Energieverbrauch / CO₂-Ausstoß hängt von Anbauweise, Herkunft und Transport ab.

Es ist daher entscheidend, ob Gemüse frisch, aus dem Freiland, oder aus dem beheizten Gewächshaus, tiefgekühlt oder aus dem Ausland stammen. Für tierische Produkte wie Fleisch, Käse oder Milch wird verhältnismäßig viel Energie benötigt. Auch der Transportweg ist entscheidend: Allein für eine Einkaufsfahrt von 5 km mit dem Auto fällt so viel CO₂-Ausstoß an wie für die Zubereitung von 500 g Nudeln.



Tipps für Zuhause

Die wichtigsten Einkaufstipps für eine Ernährung mit weniger CO₂ – Ausstoß:

1. Fleisch, Fisch und Milchprodukte mäßig konsumieren,
2. Frische Lebensmittel gegenüber tiefgekühlter oder konservierter Fertigware bevorzugen,
3. Freilandgemüse statt Gewächshausware kaufen,
4. Regionales Bio-Obst und -Gemüse in der jeweiligen Saison essen,
5. Mit dem Rad zum Einkaufen fahren und das Auto stehen lassen,
6. Getränke am besten in Mehrwegflaschen kaufen,
7. Einwegflaschen und Dosen meiden.



Was man mit 1 Kilowattstunde (kWh) alles machen kann:

- 1 Mittagessen für vier Personen kochen
- 10 Liter Wasser kochen
- 1 Geschirrspülmaschine durchlaufen lassen
- 1 Ladung 60-Grad-Wäsche waschen
- 15 Hemden bügeln
- 17 Stunden Lesen unter einer 60-Watt-Glühlampe
- 91 Stunden Lesen unter einer 11-Watt-Energiesparlampe
- 130 Scheiben Brot toasten
- 70 Tassen Kaffee kochen
- 1.800 mal sich elektrisch rasieren
- 0,5 Stunden lang staubsaugen (2.000-Watt-Staubsauger)
- 0,75 Stunden lang Haare föhnen (1.400-Watt-Föhn)
- 3 Stunden fernsehen mit einem Plasma-TV
- 5 Stunden fernsehen (LCD-Gerät, Bildschirmdiagonale 107 cm)
- 20 Stunden fernsehen (altes 51-Zentimeter-Röhrengerät)
- 5 - 10 Stunden am Desktop-Computer arbeiten
- 20 - 30 Stunden am Notebook arbeiten (15-Zoll-Bildschirm und direkter Stromanschluss)
- 40 Stunden mit dem CD-Spieler Musik hören (25 Watt)
- 100 Stunden Radio hören (10 Watt)
- alle Elektrogeräte eines typischen Vier-Personen-Haushalts 14 Stunden lang im Standby-Betrieb halten

Vergleich elektrische Arbeit (kWh) und mechanische Arbeit (J)

Elektrische Arbeit: Leistung (W) * Zeit (Stunde)=Wh

Mechanische Arbeit:

Masse (kg) * Gravitationsbeschleunigung g (9,81m/s²) * Höhe (m)=1kg*m²/s²
=1 Joule=1Ws

3600000 J(Ws) = 1kWh

36.000 Eimer Wasser um 1 Meter hochheben entspricht 1 kWh. Das entspricht einer mehr als 10 Kilometer langen Eimerschlange!

Menschliche Leistung im Vergleich:

Die verwertbare Leistung des Menschen beträgt etwa 40 Watt.

Leistungssportler bringen es kurzfristig (= maximal drei Minuten) auf etwa **400 Watt.**

Um also eine Kilowattstunde elektrische Arbeit zu erzeugen, müsste der Sportler seine Höchstleistung kontinuierlich 2½ Stunden erbringen.

Energiegehalt von Nahrungsmitteln

Nahrung enthält Energie (kJ), aus der unser Körper Energie gewinnt

100 g Gurke entspricht 50 kJ Energie, bzw. 0,014 kWh

100 g Apfel entspricht 230 kJ Energie, bzw. 0,06 kWh

100 g Brot entspricht 1000 kJ Energie, bzw. 0,3 kWh

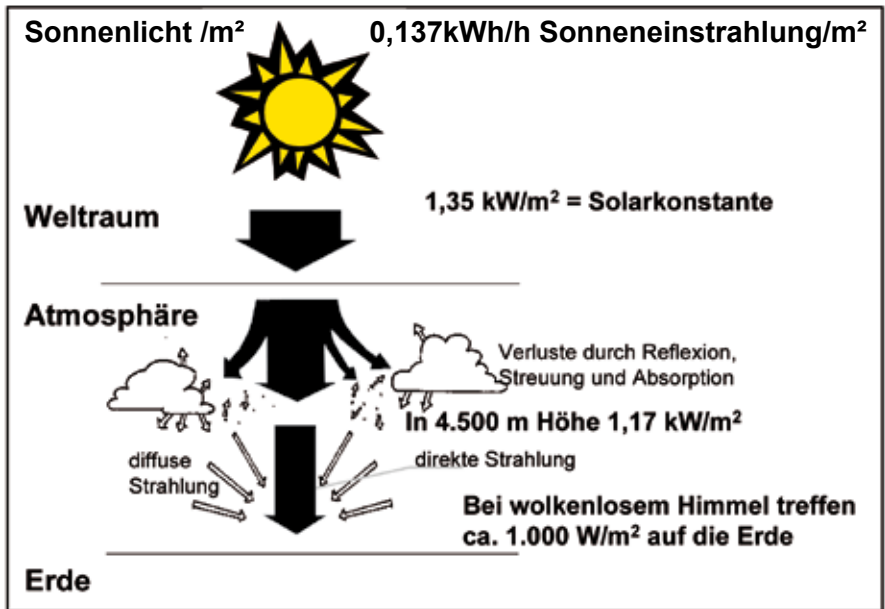
100 g Zucker entspricht 1700 kJ Energie, bzw. 0,5 kWh

100 g Fett entspricht 3600 kJ Energie, bzw. 1 kWh

**Tagesbedarf eines Menschen:
12000 kJ, das entspricht 3,5 kWh**

Energiegehalt von Brennstoffen

Brennstoff	Energiegehalt	Gewicht	Volumen (ml)
Scheitholz	1 kWh	250 g	500
Hackschnitzel	1 kWh	250 g	125
Pellets	1 kWh	200 g	300
Heizöl	1 kWh	86 g	100
Erdgas	1 kWh	84 g	100 000



Die Sonnenstrahlung, die die Erdoberfläche erreicht, setzt sich, wie in der Abbildung zu sehen ist, aus direkter und diffuser Strahlung zusammen. Diffuse Strahlung gelangt auf Umwegen zu uns. Sie entsteht durch Reflexion und Streuung an den Teilchen in der Atmosphäre. Somit ist die Strahlungsleistung am Boden von der Wetterlage, der Umweltverschmutzung usw. abhängig. Während außerhalb der Erdatmosphäre eine Strahlungsleistung von 1,35 kW/m² gemessen wird, beträgt der Wert auf der Erdoberfläche bei blauem Himmel 1000 W/m² und bei Bewölkung nur noch 20 - 250 W/m².

1200 kWh/m²/Jahr = 0,137 kWh/h Sonneneinstrahlung /m²



Station 2: Energiepflanzen

Dauerkulturen von mehrjährigen Energiepflanzen sind ein vielversprechender Weg um Energie aus nachwachsenden Rohstoffen zu gewinnen und gleichzeitig Ökonomie und Ökologie zusammen zu bringen. Das bedeutet: mehr Artenvielfalt und Vorteile für Natur und Umwelt und gleichzeitig mehr Ertrag und Gewinn für den Energie-Landwirt.



Hier kannst Du ...

- Pflanzen für einen nachhaltige Gewinnung von Bioenergie kennen lernen und im Verlauf der Jahreszeit beobachten
- Zuwachsraten und Veränderung im Laufe des Jahres erleben und vergleichen
- Artenvielfalt und Insekten, die vom Blütenangebot profitieren, beobachten
- Ein „Modell im Kleinen“ für eine artenreichere, ökologischere und dennoch wirtschaftliche Anbauweise von Energiepflanzen für unsere Kulturlandschaft in natura sehen.
- Ökologische und wirtschaftliche Vor – und Nachteile von Energiepflanzen zur Gewinnung von Bioenergie vergleichen (siehe Schautafel)

Naturverträglicher Anbau von Bioenergiepflanzen und Artenvielfalt – passt das zusammen?

Energie aus nachwachsenden Rohstoffen ist sinnvoll – allerdings darf dabei Natur, Landschaft, Artenvielfalt und die Produktion gesunder Lebensmittel nicht auf der Strecke bleiben.

Es gilt Synergien zu nutzen, ökologisch und ökonomisch sinnvolle Wege zu finden, die Produktion von Lebensmitteln oder Bioenergie mit dem Schutz der Natur, der Artenvielfalt und unserer Lebensgrundlagen unter einen Hut zu bringen.

Statt einer „Vermaisung“ unserer Landschaft mit pestizidbelasteten Mo-

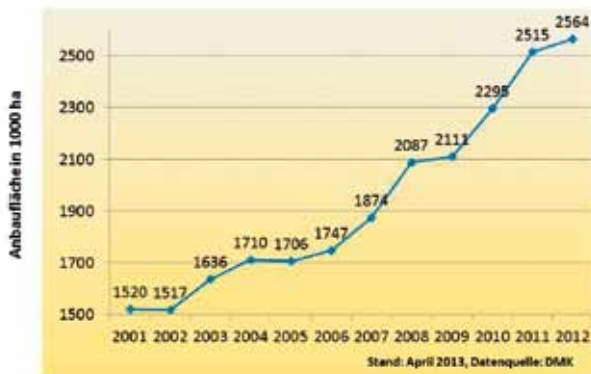
Monokulturen und immer weniger Nahrungsmittelproduzenten in der Region sind neue Wege zu einer kleinräumigeren, innovativen Landwirtschaft gefragt: mit mehr Misch- und Saumkulturen, die auch Raum für ein ökologisches Gleichgewicht, Artenvielfalt und Naturschutz lassen, die Ökologie, Ökonomie und gewachsene Kulturlandschaft nachhaltig gestalten.

Die Problematik und Ausgangslage:

Mais ist bisher Hauptenergiepflanze für Biogasanlagen. Der Maisanbau ist verbunden mit einer intensiven und umweltbelastenden Wirtschaftsweise, belastet Böden und Grundwasser, birgt ökologische und wirtschaftliche Risiken. Zudem nimmt die Produktion von Lebensmitteln zugunsten der Bioenergiegewinnung ab.



Maisanbaufläche in Deutschland
2001 bis 2012 in 1000 ha



Die Maisanbaufläche in Deutschland ist in den letzten Jahren merklich angestiegen und hat seit 2011 ein Allzeithoch erreicht. Er betrug 2012 in Deutschland 2.564 000 ha.

Datenquelle: DMK



Ökologische und betriebliche Nachteile des Maisanbaus

- Bodenerosion und Nährstoffaustrag durch späten Aussaattermin (um Spätfrostschäden zu vermeiden) und Monokultur
- Mais ist Humuszehrer, verringert Humusanteil und Bodenfruchtbarkeit
- zunehmender Einsatz von chem. Pflanzenschutzmitteln, um Krankheiten und Schädlinge in den Griff zu bekommen: dadurch Freisetzung von Giften für Umwelt, Mensch und Bienen, Kostenfaktor
- intensive und häufige maschinelle Bearbeitung ist jedes Jahr notwendig (Pflügen, Eggen, Säen, Pflanzenschutz, Ernte), dadurch Kosten und Bodenverdichtung, die ein Abschwemmen des Bodens begünstigt
- Risiko von Ernteaussfällen durch Spätfrost im Frühjahr, Frühfrost im Herbst, durch größere Mais-Schäden durch Wildschweine
- Blüten für Insekten als Nektarquelle nicht nutzbar

Dauerkulturen von Energiepflanzen als ökologischere Alternative zu Mais als Biogas-Substrat: Beispiel Becherpflanze

Ökologische und betriebliche Vorteile der Becherpflanze



- nur einmalige Anpflanzung von Jungpflanzen erforderlich – dann mind. 15 Jahre Standzeit!
- Schutz vor Bodenerosion oder Ausschwemmung von Dünger:
- bis 2m tiefe Wurzeln halten Bodenkrume fest;
kein Zwischenfruchtanbau



- absterbende Wurzel- und Streubiomasse vermehrt den Humusanteil, verbessert Bodenfauna und Grundwasserneubildung
- geringe Frostempfindlichkeit - dadurch längere Standzeit auf dem Acker; bleiben lange grün = hohe Methan-Ausbeute
- keine Krankheiten und Schädlinge bisher bekannt – daher kein Einsatz von Pflanzenschutzmitteln nötig
- geringe Bodenverdichtung, bessere Regenversickerung, weil Acker nur 2 mal im Jahr zu befahren ist :
 - a) zur Düngung
 - b) zur Ernte
- dadurch Kostenersparnis
- kein Schadensrisiko durch Wildschweine, da diese die Pflanzen nicht fressen
- reicher Blütenflor bis Ende September als Nektarquelle für Insekten und Honigbienen
- i.d.R. höherer Ertrag bei tiefgründigen Böden und weniger Ernteauffälle bei extremen Witterungen (Trockenheit, Nässe, Kälte) durch tiefe Wurzeln
- geringere Produktionskosten und höhere Vergütung als bei Mais
- für Silphium wird in der Biogasanlage 2 Cent mehr an Vergütung pro eingespeiste kWh Strom gezahlt, lt. EEG 2012 ca. 300 €/ha mehr



Mischkultur mit kleinräumiger Saumstruktur

Ein naturverträglicher Biomasseanbau unterstützt durch Mischkultur und saumförmigen Anbau die Mosaikstruktur von Natur und Landschaft.

Eine saumartige Anordnung von Felderstreifen, z.B. mit Sonnenblume, Mais, Blümmischung für Ackerrandstreifen, Kurzumtriebsholz, Heckengehölze, Energiepflanzen-Dauerkulturen bringt Synergieeffekte und mehr Lebensraum sowie Rückzugsgebiet für Tiere. Saumstrukturen schaffen mehr Abwechslung in der Biotopstruktur und Kleinklima, schützen den Boden besser vor Erosion und unterstützen natürliche Prozesse zum Erhalt der Bodenfruchtbarkeit. Zeitlich versetzte Blüh- bzw. Erntephasen erhöhen die Strukturvielfalt und das Nutzungsangebot für Tiere.

Durch die in die Länge gezogene Anordnung ermöglichen sie gleichzeitig eine konventionelle maschinelle Bearbeitung / Ernte und damit auch wirtschaftliche Effizienz.



Die Becherpflanze (*silphium perfoliatum*) stammt aus Nordamerika und gehört zu der Familie der Korbblütler. Sie bildet im ersten Jahr eine Blattrosette und ab dem zweiten Jahr eine großwüchsige Pflanze mit viel Blattmasse und kleinen gelben Blüten, die viele Insekten anlocken. Der Stengel der bis zu 3 m hohen Pflanze ist vierkantig und daher sehr stabil. Der Name „Becherpflanze“ kommt daher, dass die Blattbasis am Grund miteinander verwachsen ist und quasi einen Becher um den Stengel bildet.

Die mehrjährige Pflanze ist sehr gut als Biomasse – Lieferant und als Futterpflanze für Bienen und andere Insekten, aber auch für Haustiere wie Kaninchen, Meerschweinchen, Schafe oder Ziegen geeignet.

Blühstreifen-Mischung

Für Landwirte und Gartenbesitzer gibt es spezielle Blühpflanzenmischungen, die als Nahrung für Wildtiere, Insekten, Bienen, Schmetterlinge, Hummeln dienen und als Feldstreifen oder Wiese angesät werden können. Es gibt auch spezielle ein- oder mehrjährige Saadmischungen für Energiepflanzen für Biogasanlagen.

Die hier angepflanzte Blühstreifenmischung der Firma Saaten Zeller, die sich auf Saatgutmischungen (auch regionales Saatgut verschiedener Wiesentypen) spezialisiert hat, umfasst ca. 40 verschiedene Blühpflanzen.

Kurzumtriebsplantage (Pappel-Weide-Hybrid)

Energieholz aus schnellwachsenden Baumarten

Kurzumtriebsplantagen bestehen aus schnellwüchsigen und leicht austreibenden Gehölzen wie Weide und Pappel, bzw. deren Kreuzungen, und werden bereits nach zwei bis sieben Jahren geerntet, d.h. zu Hackschnitzeln gehäckselt.

Die Hackschnitzel sind in Feuerungsanlagen oder Holzvergasungsanlagen direkt energetisch verwertbar oder können in Biokraftstoffe umgewandelt werden. Nach längeren Umtriebszeiten (etwa 10 Jahre) ist auch eine stoffliche Verwertung in der Zellstoff-, Papier- und Holzwerkstoffindustrie möglich.

Der Vorteil: Die geernteten Energiegehölze treiben schnell wieder aus und wachsen schnell nach (im Gegensatz zu einem gefälltten Baum). Als „Gehölzstreifen“ bieten sie Tieren und Insekten Schutz und Rückzugsraum und wirken als „Windbremse“: Dadurch verbessern sie das Bodenklima, schützen ihn vor Erosion und Austrocknung.

Die im Energiepflanzenbeet am Lindenhof zu sehenden Weide-Pappel-Hybride wurden 2014 als 30cm lange Stecklinge (Aststücke) gepflanzt.



Tipps für Zuhause

- **Du kannst im Garten eine Blühstreifenmischung für Insekten oder auch die dekorativen Energiepflanzen als Staudenpflanze im Blumenbeet anpflanzen. Dadurch schaffst Du ein „Energiebeet“ für Insekten und Honigbienen, die sich am Nektar stärken.**
- **Saatgut und spezielle Blühmischungen gibt es z.B. bei der Firma „Syringa“ oder Saaten Zeller.**
- **Frag doch deinen benachbarten Landwirt oder Biogasanlagen-Betreiber, ob er sich schon mit der vielversprechenden Alternative „ Mehrjährige Dauerkulturen von Wildpflanzen – Kulturen als Energiepflanzen“, z.B. der Becherpflanze beschäftigt hat.**

Diese wird seit mehreren Jahren in Stadt und Landkreis erprobt und von einigen hiesigen Landwirten angebaut (z.B. Landwirtschaftl. Lehranstalt, UNI Bayreuth, Lehrstuhl Pflanzenökologie, Bioenergieregion Bayreuth, Regionalmanagement)





Station 3: Solarenergie



Hier kannst Du ...

- Die aktuelle Stromleistung durch Sonneneinstrahlung an der Anlage ablesen, sowie die Menge an eingespartem Treibhausgas CO₂.
- Dich Informieren, wie aus Sonnenlicht Strom entsteht und welche ökologische und wirtschaftliche und Bedeutung das regional und global hat.

Solarenergie

Im Kraftwerk „Sonne“ verschmelzen durch Kernfusion Wasserstoffkerne zu Helium und setzen in Form von Sonnenstrahlen enorme Energiemengen frei.

Die Sonneneinstrahlung liefert täglich den weltweiten Energiebedarf von acht Jahren. Die auf die Erdoberfläche auftreffende Strahlung beträgt weltweit im Tagesdurchschnitt etwa 165 W/m².

Solaranlagen liefern **Strom** (Photovoltaik) oder **Wärme** (Solarthermie) und **sind sehr umweltfreundlich**, da bei der Umwandlung in Strom weder Kohlendioxid (CO₂), Ruß oder Feinstaub wie bei der Verbrennung fossiler Energieträger (Kohle, Erdöl, Holz) entstehen, noch Atommüll und radioaktive Strahlung anfallen.

Wie entsteht aus Sonnenlicht Strom?

Sonnenlicht löst in einer Solarzelle Elektronen aus einem Halbleiter-Material heraus und führt so zur Trennung von elektrischen Ladungen. Dies bewirkt eine elektrische Spannung. Die negativ geladenen Elektronen wandern über einen Stromkreis zur negativen Elektrode und kehren über den Stromverbraucher zur positiven Elektrode zurück: es fließt elektrischer Strom.

Die Photovoltaikanlage am **Umweltschutz - Informationszentrum Lindenhof** spiegelt auch die Entwicklung der Photovoltaik wider. Sie ist eine der ersten Photovoltaik-Anlagen in der Region und läuft seit 1998. Heutzutage sind Solaranlagen „Standard“ bei Neubauten und viel leistungsfähiger. Die Anlage zeigt aber, daß trotz technologischem Fortschritt die Photovoltaik im Sinne einer Nachhaltigkeit langlebig ist und dauerhaft umweltfreundlichen Strom liefert.

Solarenergie ist ein zentraler Bestandteil der Energiewende, denn...

- **Solarenergie ist klimaschonend:** nur bei der Produktion entstehen Treibhausgase, der Betrieb ist völlig emissionsfrei
 - ▶ Sonnenenergie senkte den CO₂-Ausstoß allein im Jahr 2009 um 3,6 Millionen Tonnen
- **Solarstrom spart Kosten:**
 - ▶ Strom aus Sonnenenergie erspart in Deutschland Brennstoffimporte (z.B. Erdöl) im Wert von 400 Millionen Euro jährlich
- **die Solarenergie-Branche schafft regional Arbeitsplätze:** in Deutschland arbeiten 60.000 Menschen in ca. 100 Unternehmen in der Solarbranche; weit mehr arbeiten in der Planung und Installation der Solaranlagen vor Ort
 - ▶ Der Umsatz beträgt etwa 10 Milliarden Euro, die Steuereinnahmen 3 Milliarden € pro Jahr
- **Solarenergie unterstützt eine dezentrale und autarkere Energieversorgung und regionale Wertschöpfungskreisläufe**

Wie wird Sonnenergie am Lindenhof genutzt ?

Sonnenergie wird am Lindenhof mit Solarkollektoren zur **Wärmegewinnung** (Warmwasser), mit Photovoltaik zur **Stromerzeugung** und mittels Solarkocher (Parabolspiegel) zum **Kochen** genutzt.



Tipps für Zuhause

- Vergleiche die bisher und aktuell erbrachte Leistung der Anlage mit deiner Solaranlage zuhause. Welche ist effektiver und woran liegt das? Wieviel Strom / CO₂ sparst Du pro Jahr mit deiner Solaranlage?
- Falls du noch keine Solaranlage hast: Informiere dich bei einer Fachfirma, Energieagentur Energieberater über Möglichkeiten, geförderte Solaranlagen bei dir zuhause oder am Gartenhaus einzurichten.
- Solarladegeräte für Handys, Laptop, oder Solarleuchten für Hausnummer-Schilder, Lampen, Solar-Armbanduhren, Solarspielzeug für Kinder gibt es z.B. bei www.memo.de
- Solarkocher zum Grillen , Backen oder Kochen für unterwegs oder für Zuhause gibt es z.B. bei www.Sun-and-ice.de



Station 4: Wasserkraft



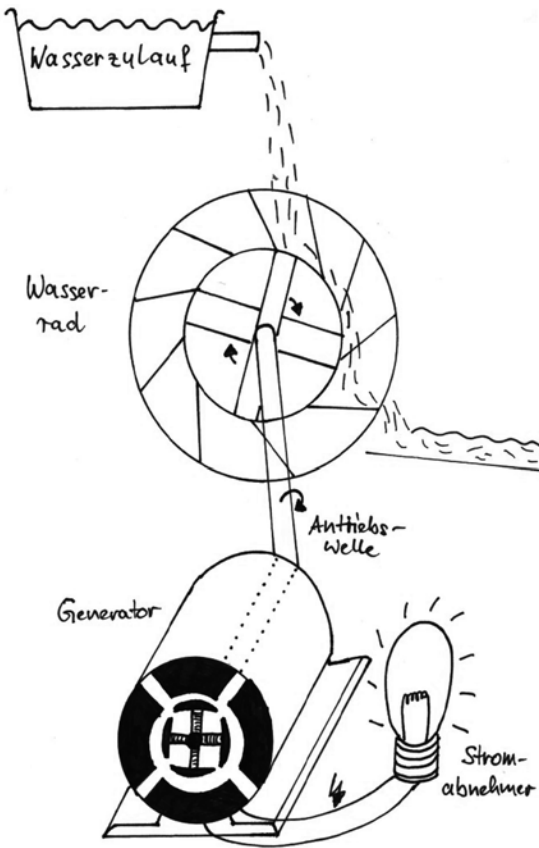
Hier kannst Du ...

Diese Station ist zweigeteilt: Bei der Station „Wasserkraft“ kannst Du mechanische Arbeit in Energie umwandeln und mit dem Wasserrad per Wasserkraft Strom erzeugen.

Bei der Station „Matschecke Bachverlauf“ am Aubach kannst Du mit Wasser und Lehm einen Fluß nachbauen und Energieströme im Wasser im Experiment simulieren.

Energie und Wasserkraft

Station Wasserrad: Wasserkraft erzeugt Strom



Dieses Wasserrad ist ein **oberflächiges** Wasserrad. Das Wasser läuft oberhalb des Wasserrads über eine Zuleitung auf die Rad-schau-fel. Bei Wassermühlen hat man dazu von einem Bach einen Teil des Wassers über einen extra Graben bis oberhalb des Wasserrads umgeleitet oder darin angestaut.

Die **Lageenergie** der Wassermenge, die dabei von oben nach unten fließt, wird frei und setzt das Wasserrad in Bewegung. Die Drehbewegung des Wasserrades wird über eine Achse auf einen Generator übertragen, einen Motor, der durch Drehbewegung Strom erzeugt (hier: der Nabendynamo eines Fahrrads). Der dabei entstehende Strom bringt eine Lampe zum Leuchten.

Beispiel:

Aus einem 100 Liter-Bottich, der 1m hoch steht, fließt das Wasser innerhalb von 10 Minuten (600 Sekunden) auf ein Wasserrad hinab, das auf dem Boden steht:

Welche Leistung liefert das Wasser ?

Leistung ist Energieumsatz pro Sekunde: $W=m \cdot g \cdot h$

$$= 100\text{kg}/600\text{s} \cdot 9,81\text{m}/\text{s}^2 \cdot 1\text{m} = 1,635 \text{ kg m}^2/\text{s}^2 = 1,635 \text{ Nm} = 1,635 \text{ Js} = 0,00163 \text{ kW}$$

Bei einem Wirkungsgrad von 10 % an wird ein Zehntel der freiwerdenden Energie in Strom umgesetzt. Energieverluste entstehen durch Reibungswiderstand der Achse, des Motors oder durch seitliches Spritzwasser. $0,00163 \text{ kW}$ Energieleistung des Wassers $\cdot 0,1 = \mathbf{0,000163 \text{ kW}}$



Hier kannst Du ...

Mit Wasserkraft Strom erzeugen:

1. SchlieÙe den Auslaufhahn des Wasserbottichs
2. Fülle den Wasserbottich mit Wasser aus dem Bach oder mit Regenwasser aus der Schwengelpumpe vollständig
3. Öffne den Auslaufhahn

Das Wasser fließt über das Wasserrad. Dieses dreht sich. Die Drehbewegung wird über eine Achse auf den Nabendynamo übertragen, der Strom erzeugt. Dieser Strom bringt eine Lampe zum leuchten und wird so sichtbar gemacht.



Wasserkraft ist die älteste vom Menschen genutzte Energiequelle. Mit Wasserrädern werden Wasserpumpen, Sägen, Mühlsteine zum Mahlen von Getreide, Hammerwerke zum Bearbeiten von Metall oder Blech oder zum Walken von Papier, bis hin zum Antrieb eines Generators, der Strom erzeugt, betrieben.

Die Energieleistung von fließendem Wasser in einem Bach oder Fluss setzt sich aus Schüttmenge (Liter pro Sekunde) (*kinetische Energie*) und Gefälle (*Lageenergie*) zusammen.

Bei einem Wasserrad wird nur die Lageenergie des Wassers, das von oben nach unten fließt, genutzt, da i.d.R. der Zufluss genauso hoch wie der Abfluss ist, d.h. das Wasser vor und nach dem Wasserrad gleich schnell fließt.

Lageenergie

Stell dir vor, Du hebst einen Eimer voll Wasser (10 Liter) (*für unser Rechenbeispiel in 5 Sekunden*) auf einen Tisch, der 1m hoch ist. Das ist ziemlich anstrengend. Du leistest dabei mechanische Arbeit. Diese Hubarbeit wird als **Lageenergie** gespeichert. Wenn das Wasser vom Tisch zu Boden fließt, würde diese Energie wieder frei werden.

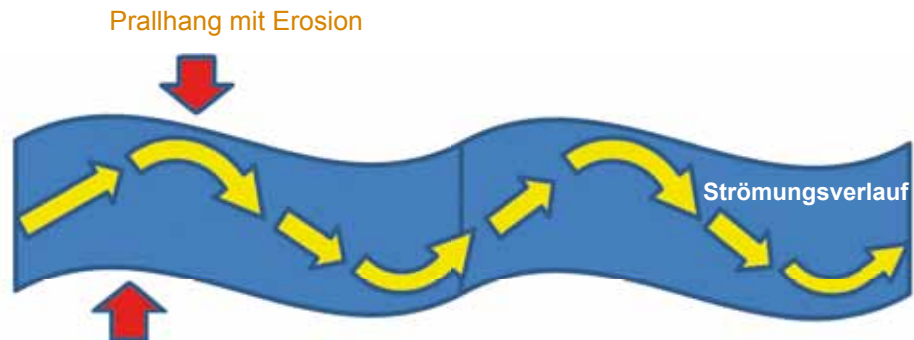
Kinetische Energie

Diese Lageenergie kann in Bewegungsenergie oder **kinetische Energie** umgewandelt werden

Beispiel: *Du wirfst einen 1 kg schweren Stein. Die Kraft, die du dazu benötigst, um den Stein zu beschleunigen, ist im fliegenden Stein als Bewegungsenergie gespeichert und wird beim Aufprall freigesetzt.*

Matschcke „Bachverlauf“

Ein frei fließender und unverbauter Fluss oder Bach schlängelt sich durch die Landschaft und fließt nicht gerade. Der Strömungsverlauf im Flussbett „pendelt“ hin und her. Dort, wo die Hauptströmung am Kurvenäußeren des Flussbettes ans Ufer prallt, wird Material abgetragen (Erosion), d.h. das Flussbett wird breiter und tiefer. Auf der gegenüberliegenden Seite mit geringerer Strömung „läd“ der Fluss mitgeschwemmten Sand oder Kies ab (Sedimentation), das Flussbett wird dort flacher bzw. aufgefüllt. Im Laufe der Zeit verändert der Fluss so sein Flußbett – er schlängelt sich „seitwärts“ durch das Tal.



Gleithang mit Sedimentation

Die Schängelbewegung eines unverbauten Flusses, das „Mäandrieren“, bewirkt so eine Veränderung des Flussbettes, der Strömungsgeschwindigkeit, Tiefe und Struktur des Flussbettes. Dadurch entstehen wichtige **ökologische Kleinstrukturen** wie Kiesbänke, Sandablagerungen, langsam fließendes Wasser oder sauerstoffreiche, schnelle Strömung: Diese Strukturvielfalt unterschiedlicher „Nischen“ im Fluss ist ganz wichtig für speziell angepasste Tiere im Lebensraum Gewässer, wie z.B.

Jungfische, Krebse, Wasserinsekten.



Hier kannst Du ...

In der „Matschecke“ kannst Du einen Fluss im Kleinen nachbauen: Mit Rinnen im Lehm oder mit Holzrinnen kannst Du einen frei fließenden (mäandrierenden) Fluss oder einen begradigten Fluss (Holzrinne) nachbauen und miteinander vergleichen. Du kannst den Transport von Sand in deinem „Modellfluss“ ausprobieren, vergleichen, wo das Wasser schneller fließt, Wasser mit Holzrinnen umleiten, oder mit Rindenbooten oder Blättern den Strömungsverlauf beobachten.



Tipps für Zuhause

- An welchem Fluss an deinem Wohnort gibt es noch Mühlen oder Zeugnisse der Nutzung der Wasserkraft ? Was wurde dort mit Wasserkraft gemacht ? War es eine Mühle, die Getreide zu Mehl mahlte, ein Sägewerk, ein Hammerwerk, eine Anlage zur Stromherstellung? Kannst Du Mühlen oder Namen von Ortsteilen auf einer Landkarte deines Wohnortes finden?
- Frage bei deinem Stromanbieter nach, wieviel Anteil er an Naturstrom (z.B. über Wasserkraft) bezieht. Erkundige dich bei Stromanbietern über Strom aus ressourcenschonenden Energiequellen (Wasser, Wind, Sonne)
- Vergleiche die Fließgeschwindigkeit (Meter pro Sekunde) und die Schüttmenge verschiedener Flüsse / Bäche (z.B. indem du einen Ast ins Wasser wirfst und die Zeit misst in der der Ast 10m weit treibt). Wieviel Energie / Strom „schlummert“ in dem Fluss, die genutzt werden könnte?
- Ganz in der Nähe, bei der Bodenmühle bei Wolfsbach, eines der schönsten Geotope Bayern, kannst du einen gigantischen, 30m hohen Prallhang des Roten Mains besichtigen. Durch den Fluss wurden Gesteinsschichten freigelegt, die vor bis zu 227 Millionen Jahren gebildet wurden. Dort kannst Du auch mit etwas Glück den Eisvogel sehen, der gerne an frei fließenden Flüssen mit unverbauten Ufern brütet.

Siehe: http://www.lfu.bayern.de/geologie/geotope_schoensten/45/index.htm



Station 5: Klang ist Energie – Energie ist Schwingung



Hier kannst Du ...

Bei einem Klangspiel aus mechanischer Energie Schwingungen / Klänge erzeugen

Klangspiel

Bei dem Klangobjekt hier kannst du nicht nur einen einzelnen Ton, sondern auch hellere **Obertöne** hören. Du hörst einen Grundton, der in der Grundfrequenz schwingt, und Obertöne, die in einem ganzzahligen Vielfachen (z.B. 2mal, 4mal so schnell) der Grundfrequenz schwingen.

► Schlage mit dem Klöppel verschiedene Klangobjekte aus Metall an. Die Kraft deines Anschlags erzeugt eine Schwingung im Metall und in der umgebenden Luft – Schallwellen.

Die Energie wird von deinem Arm auf die Luft übertragen – sie bleibt erhalten und wird nur in eine andere Form umgewandelt.

Frage zum Ausprobieren und Grübeln:

► Wovon hängt die Tonhöhe des Klangobjektes ab?

a) von der Materialart,

hier: Art des Metalls (Messing, Stahl, Eisen, Edelstahl)

b) von der Wanddicke des Klangobjektes

c) von der Form



„**panta rhei**“ (griechisch: πάντα ῥεῖ, „Alles fließt“), *Heraklit (520-460 v. Chr.)*

„**Nada Brahma – die Welt ist Klang**“, *Joachim Ernst Behrendt (1922-2000)*

Das ganze Universum besteht aus Schwingung. Nadabrahman – aus dem Sanskrit übersetzt „das Absolute als Klang“. Dies stellt nicht nur eine uralte indische Philosophie fest, sondern auch die moderne Quantenphysik. Die Welt oder jedes Materieteilchen ist Schwingung.

Energie ist Schwingung

Ein Atom oder Elektron, das auf einer Energiebahn ganz schnell saust, ein Lichtquant (Sonnenlicht), ein Elektron unterschiedlicher Ladung, das rotiert (Motor) oder in einem Stromkabel schwingt (Solarzelle, Stromleitung), Wärmestrahlung oder beschleunigte / zusammengepresste Luft (z.B. einem Motorkolben, Dampfmaschine), all diese Energieformen basieren auf Schwingung.

Auch Klang ist Energie, nämlich beschleunigte oder zusammengepresste Luftteilchen, die unser Ohr als Schallwelle oder Ton wahrnimmt.

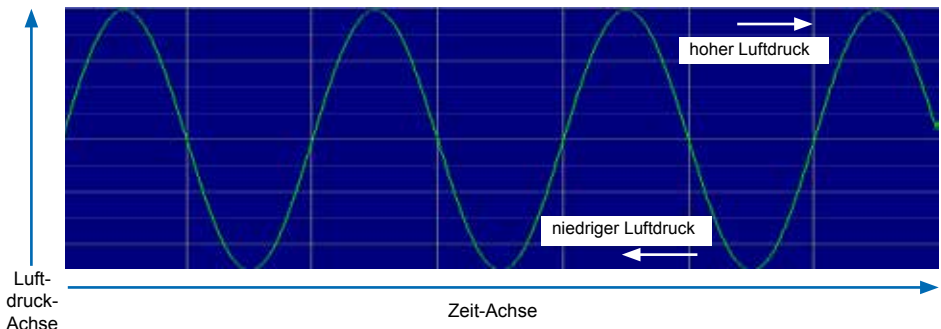
Klang ist schwingende Luft: die Schallwelle

Schall ist eine Welle aus zusammengedrückter Luft, die sich nach allen Seiten ausbreitet. Wenn ein Geräusch entsteht, z.B. ein Stein heruntermfällt, wird an der Stelle Luft weggedrückt, so dass sie dichter zusammengedrückt wird – es entsteht eine Luftschicht mit höherem Luftdruck. Diese dichtere Luftschicht oder Schallwelle breitet sich sehr schnell, mit $330\text{m/s} = 1188\text{km/h}$ nach allen Richtungen aus.

Bei einem Musikinstrument wird durch die Kraft, z.B. indem ich auf ein Trommelfell schlage, eine Saite zupfe oder in einer Trompete Luft durch ein enges Mundstück in ein Rohr puste, Luft zusammengepresst, d.h. eine Luft - Welle mit höheren Druck erzeugt.

Wenn man die einzelnen Luftmoleküle sehen könnte, würde es von oben betrachtet wie eine Welle im Wasser aussehen, die sich ausbreitet, wenn man einen Stein ins Wasser geworfen hat:

In einem Diagramm kann man eine Schallwelle so darstellen:



Die Anzahl der Wellenberge pro Sekunde wird „Frequenz“ genannt. (Einheit: „Hertz“ Hz=Schwingungen pro Sekunde)

- ▶ Je mehr Wellenberge pro Sekunde, d.h. je schmaler die Wellenberge sind, desto **höher** ist der Ton.
- ▶ Je höher die Wellenberge bzw. der Luftdruck, desto **lauter** ist der Ton.



Tipps für Zuhause

Die beste und sehr umfassende und ganzheitliche Hörsendung zum Thema Klang ist „Nada Brahma: Die Welt ist Klang“ von Joachim Ernst Behrendt. Sie behandelt den Klang aus Sicht der Physik, Biologie, Musik, Psychologie, Astrologie, Philosophie. Das mehrteilige Radio-Feature von 1981 ist als Taschenbuch und als Audio-CD erhältlich und hat Kultstatus erreicht.



Station 6: Ökologischer Fußabdruck – Ungleichgewicht zwischen Anspruch und Wirklichkeit

Wir leben auf zu großem Fuß – wie bei dem Spielgerät „Partnerpendel“ schaukelt sich das Ungleichgewicht zwischen Lebensstil- Anspruch und ökologischer Leistungsfähigkeit unserer Erde immer mehr hoch:



Hier kannst Du ...

Beim „Partnerpendel“ übertragen sich die Bewegungen einer Schaukel auf die andere:

Stehen auf der einen Seite zwei Kinder und auf der anderen ein Kind, kannst du das Aufschaukeln dieses Ungleichgewichts erleben.

Ein ähnliches Ungleichgewicht und Aufschaukeln herrscht bei unserem Lebensstil und der tatsächlich vorhandenen Fläche auf der Erde, um diesen Lebensstil zu gewährleisten.

Der ökologische Fußabdruck ist ein Maß für die (rechnerisch) benötigte Fläche, um unsere Ansprüche und unseren Lebensstil zu ermöglichen.



Für alle in einem Land verbrauchten Materialien, für Nahrung, Wohnen, Konsumgüter, Rohstoffe, Energie, aber auch für den Abbau von Schadstoffen, Abfällen, Abgasen, Treibhausgasen wird die Naturfläche errechnet, die zu deren Gewinnung, Nutzung und Entsorgung benötigt wird.



Der *ökologische Fußabdruck* für Deutschland ist durchschnittlich 5,1 Hektar pro Person groß

Der *durchschnittliche Fußabdruck* für alle Menschen auf der Welt beträgt 2,7 Hektar pro Person

An der Größe der Erde gemessen stehen pro Mensch tatsächlich nur 1,9 Hektar zur Verfügung.

Wir müssten unseren „ökologischen Fußabdruck“ um das 2 ½-fache reduzieren

Das Problem

Wir haben nur eine Erde und können sie nicht vergrößern. Der Lebensraum und die natürlichen Ressourcen (Wasser, Boden, Luft, Wälder, Artenvielfalt, Rohstoffe), welche die Lebensgrundlage auf unserem Planeten darstellen, sind begrenzt. Wir bräuchten 2,5 Erden, um für alle diesen Lebensstil zu gewährleisten.

Das „Aufschaukeln“

Die Weltbevölkerung, der Verbrauch von Ressourcen, Energie, Konsum, Landfläche nehmen zu, andererseits nimmt der Naturraum für landwirtschaftliche Produktion, der Regenwald fürs klimatische Gleichgewicht ab. Das Ungleichgewicht verstärkt sich.

Die Lösung

Wir müssen unseren „ökologischen Fußabdruck“ reduzieren. Ziel ist die Verringerung um das **Zweieinhalbfache**, so könnte man die zum Lebensstil benötigte Fläche auf alle Menschen gerecht aufteilen.

Wie ist das zu schaffen ?

Durch ein bewußtes Konsumverhalten, z.B. den Einkauf saisonaler und regionaler Lebensmittel, weniger Fleischkonsum, Energiesparen, Wärmedämmung usw. kannst auch Du ganz konkret deinen ökologischen Fußabdruck verringern.

In der LBV-Geschäftsstelle kannst Du zu dieser Station ein Planspiel mit Anleitung ausleihen, wie du ganz konkret im Alltag deinen „**Ökologischen Fußabdruck**“ herunterschrauben kannst.

Probiere es mit Familie, Freunden, Klassenkameraden aus und setze die Anregungen und Alternativen auch zuhause um!

Schaffst Du es, deinen Ressourcenverbrauch durch bewußten Konsum ums zweieinhalbfache zu reduzieren?

Was müsste sich ändern und was kannst Du ändern?

*V.i.d.S. und Redaktion: Thomas Kappauf,
Umweltschutz-Informationszentrum Lindenhof, Bayreuth*

Layout: Dipl.-Desig. Gudrun Wirsieg, Memmelsdorf

Druck: Kurier Druck, Bayreuth. Auflage 3000 Stück

Gedruckt auf Recyclingpapier

www.lbv.de



LBV
Landesbund
für Vogelschutz
in Bayern e.V.