

Dr. Cyril Deicha

EINE

**ENERGIE-
EXKURSION**

NACH TRIESEN

Naturwissenschaftliches Forum

Amtlicher Lehrmittelverlag
Vaduz

Provisorische Ausgabe

Lektorat:
Madeleine Denoth-Hasler

Copyright:
Cyril Deicha, 1998



Inhaltsverzeichnis

<i>Einleitung</i>	2
<i>Triesen heute</i>	3
<i>Windrad</i>	4
<i>Sonnenenergie (als Biomasse)</i>	5
Biomasse als „Brennstoff“	6
Biomasse als Nahrungsmittel für Tiere	8
Biomasse als Nahrungsmittel für Menschen	11
<i>Sonnenenergie (direkt)</i>	
Sonnenenergie als Wärmelieferant	12
Der Treibhauseffekt	13
Sonnenkollektoren	14
Sonnenenergie als Elektrizitätslieferant	
Solarzellen	15
Autonome Solarzellenanlage	16
Fahrzeuge	18
Elektroauto	19
<i>Fossile Energieträger</i>	21
Blockheizkraftwerk	22
Fossile Brennstoffe als Grundlagen des Industriezeitalters.....	24
<i>Hydroelektrische Energie</i>	26
Triesen im 19.Jh.....	27
So wird Strom erzeugt.....	28
Das Lawenawerk.....	29
Das Wasserkraftwerk der alten Fabrik	30
So wird Strom importiert.....	33
So wird importierter Strom verteilt	34
<i>Nutzenergie</i>	36
Holzofen	37
Geneigte Ebene.....	38
Einfache Maschinen.....	39
Hebevorrichtung	40
Fahrrad	41
In der Hammerschmiede.....	42
Beleuchtung	44
Petroleumlampe.....	45
Elektrische Glühbirne	46
„Licht-Gläser“	47
<i>Energiewirtschaft</i>	
Aus der Presse	48
Energieschicht 1997.....	49
<i>Selbständige Weiterarbeit</i>	51
<i>Quellennachweis</i>	52

Einleitung

Energie ist eine wichtige physikalische Grösse, die im täglichen Leben sowie in der Wirtschaft eine grosse Bedeutung hat. Ohne Kenntnis der energetischen Naturgesetze bleibt sogar jede allgemeine Betrachtung der Natur oberflächlich und fehlerhaft.

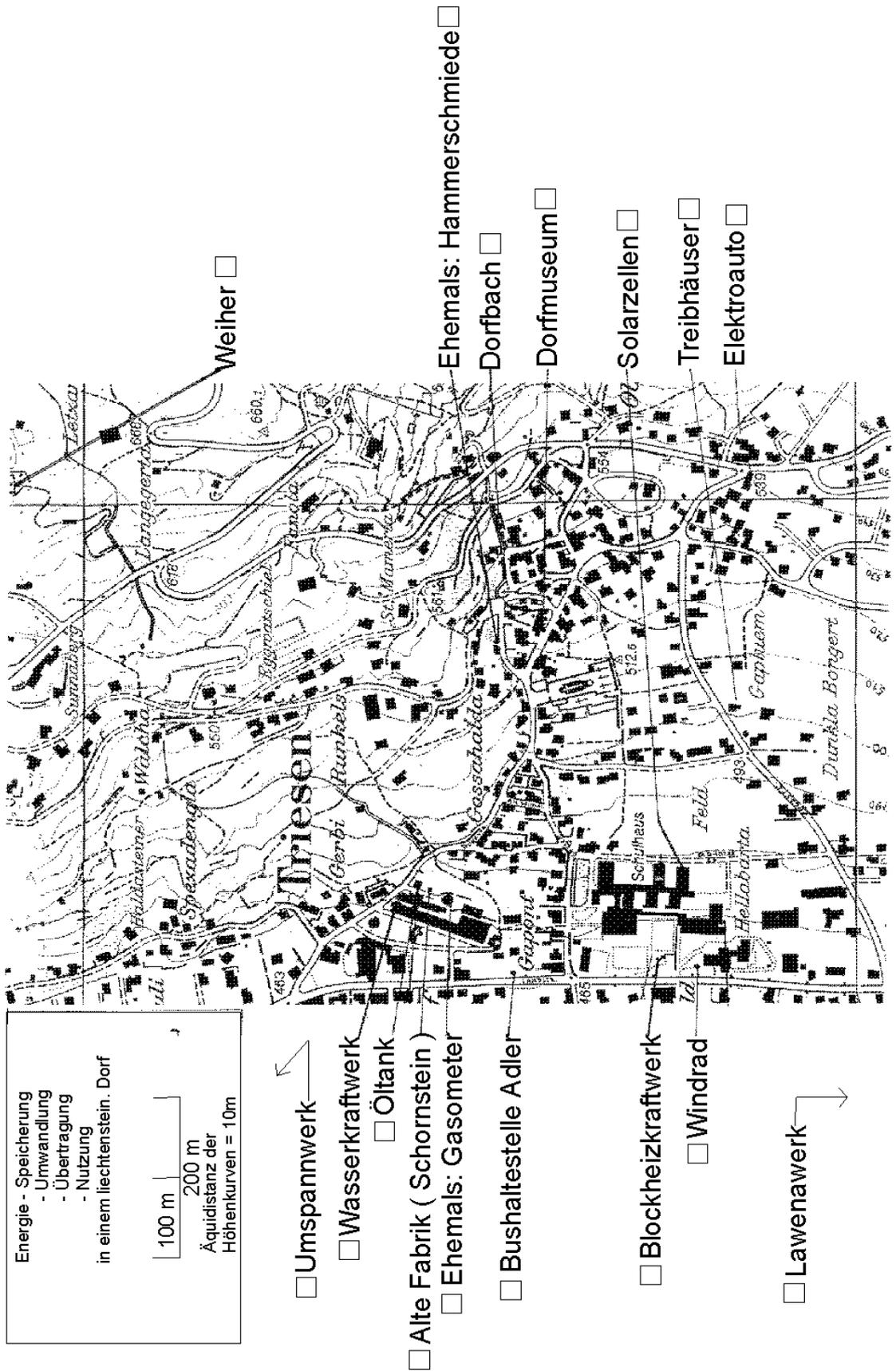
Durch Zusammentragen von Beobachtungen wird eingesehen, dass Energie nicht „erzeugt“, sondern nur umgewandelt und genutzt wird, die wichtigsten Energieträger und ihre Anwendungen werden erkannt und das intuitive Bewusstsein für den sparsamen und umweltschonenden Einsatz von Energie wird rational gefestigt. Diese Lernziele gehören zum Lehrplan der heutigen Schulen.

Schülerzentrierter Unterricht ist ein effizientes Mittel um Lernziele mit Jugendlichen zu erreichen. Dazu gehört das selbständige Erforschen und Entdecken, nicht nur im Klassenzimmer oder im Labor, sondern auch ausserhalb des Schulhauses, in der Freizeit, auf dem Schulweg oder bei Schulausflügen.

Dieses Buch ist eine Anregung zu einer naturwissenschaftlichen Entdeckungsexkursion der liechtensteinischen Heimat. Es ist der erste Band einer Bücherreihe, die wichtigen und aktuellen Themen wie Energie, Materie, Information, Transport usw. gewidmet sein wird, und jeweils eine Exkursion in eine der Gemeinden unseres Landes beschreibt. Das Dorf Triesen wurde hier aus praktischen Gründen ausgewählt, weil dort die grösste Vielfalt an „Energieobjekten“ auf engstem Raum anzutreffen ist und weil hier schon mehrere Exkursionen des Naturwissenschaftlichen Forums erfolgreich durchgeführt wurden.

Bei dieser Exkursion geht es darum, die unterschiedlichsten Energieformen zu entdecken und in Zusammenhang zu bringen und dabei Umwandlung, Speicherung und Übertragung von Energie konkret zu erleben. Es wird kein bestimmter Parcours vorgeschrieben. Es steht den Lehrpersonen frei, ein eigenes Programm aufzustellen, je nachdem, ob sie nur über 2 Stunden verfügen oder von einem ganzen Tag (mit Schönwetter!) profitieren können. Die Landkarte gibt einen Überblick über die Stationen der Exkursion. Die besuchten Orte können am Rand der Karte angekreuzt werden. Einfache Schüleraktivitäten sind am Ende der Kurzbeschreibung jedes Objektes angeboten. Auf eine mathematische Behandlung wurde weitgehend verzichtet, da in jedem Physikbuch theoretische Grundlagen und Rechenaufgaben zu finden sind.

Triesen heute



Windrad



Eine originelle Energieumwandlungsanlage

Das dreiflügelige Windrad ist direkt auf die Welle eines elektrischen Generators aufgesetzt. Wenn der Wind bläst, wird der Generator angetrieben. Der erzeugte Strom wird über Schleifkontakte durch Kabel entlang dem Mast abgeleitet. Der Generator und das Windrad können sich frei drehen. In der Verlängerung des Generators ist eine dreieckige Fahne angebracht, die das Windrad stets gegen den Wind richtet.

Die kinetische Energie der Luft (Wind) wird durch das Flügelrad in mechanische Energie umgewandelt. Die Triesner Anlage liefert allerdings nur eine symbolische Energiemenge. Das zu Demonstrationszwecken einsetzbare Windrad ist als Kunstwerk im Dorfzentrum ausgestellt. .

☛ SCHÜLERAKTIVITÄTEN (Exkursionsbericht)

- 1) DREHT SICH HEUTE DAS RAD?
- 2) AUS WELCHER RICHTUNG BLÄST DER WIND?
- 3) BEOBACHTE DAS KUNSTWERK UND LASSE DICH INSPIRIEREN, UM EINE EIGENE ZEICHNUNG ZU MACHEN

Sonnenenergie

Sonnenenergie ist die gewaltige Energiemenge, die durch Kernreaktionen im Inneren der Sonne in Strahlungsenergie umgewandelt wird und als Licht auf die Oberfläche unseres Planeten gelangt. Während der Exkursion durch Triesen entdecken wir verschiedene Energieformen, die durch Umwandlung dieser Sonnenenergie entstanden sind.

Die Sonneneinstrahlung führt erstens zu Erwärmungen und zu Temperaturunterschieden in der Atmosphäre, die Ursachen für Luftbewegungen (Windenergie) sowie für den Wasserkreislauf („Wasserkraft“) sind. Zweitens wird die Sonnenenergie durch Photosynthese in der Substanz der grünen Pflanzen gespeichert (Biomasse). Nahrungsmittel sind auch Teile der Biomasse aus denen Tiere und Menschen ihren lebensnotwendigen Energiebedarf decken. Seit Jahrtausenden hat der Mensch Techniken entwickelt um aus Biomasse gespeicherte Energie nach Bedarf herauszuholen, von der Nutzung des Holzfeuers durch die Urmenschen bis zur Erfindung der Wärmekraftmaschinen des Industriezeitalters. Und neuerdings wurden raffinierte Methoden entwickelt, um aus Sonnenlicht Elektrizität unmittelbar zu erzeugen (fotovoltaische Solarzellen) oder das Licht in Wärme umzuwandeln (Sonnenkollektoren). Gleichzeitig wurde das Umweltbewusstsein der Naturwissenschaftler auch in breiten Kreisen der Öffentlichkeit akzeptiert. Formen der Energiegewinnung, die auf erneuerbaren Energieträgern (sogenannte „erneuerbare Energien“) basieren, sind vom ökologischen Standpunkt her zu bevorzugen.

Sonnenenergie (als Biomasse)

Biomasse als „Brennstoff“

Biomasse ist die gesamte Materie, die sich durch Photosynthese bildet, das heisst: Holz, Laub, Getreide, Heu, Früchte, Gemüse usw. Biomasse ist ein wichtiger Energieträger. In der Biomasse ist chemische Energie gespeichert, die auf sehr verschiedene Weisen genutzt werden kann: Nahrung für Mensch und Tier, Verbrennung zur Wärmeerzeugung, Vergärung zur Biogaserzeugung usw. In Liechtenstein war Biomasse bis ins 19. Jahrhundert der wichtigste Energielieferant.

☛ SCHÜLERAKTIVITÄT (Exkursionsbericht)

SUCHE WÄHREND DER EXKURSION NACH ORTEN, WO NUTZBARE BIOMASSE PRODUZIERT WIRD (WALD, OBSTBÄUME, HEUWIESEN, GEMÜSEANPFLANZUNGEN USW) UND TRAGE DIE DIR AM BEDEUTSAMSTEN ERSCHEINENDEN MIT EINEM GRÜNEN PUNKT IN DIE LANDKARTE EIN.

Energiewirtschaft in Krisenzeiten

Noch vor 50 Jahren exportierte unser Land Holz und Holzkohle als Treibstoff für Autos und Traktoren. Wegen Benzinmangel wurden viele Fahrzeuge in der Schweiz mit einem „**Holzgenerator**“ ausgerüstet. Das war ein zylindrischer Behälter, in dem **Holz** oder **Holzkohle** mit nur wenig Luft stark erhitzt wurde. Es bildeten sich Gase, unter anderem Kohlenstoffmonoxid, welche dann in einem Ottomotor an Stelle von Benzin verwendet werden konnten.

Holzkohle hat eine viel kleinere Dichte als Holz und ist einfacher zu transportieren. In sogenannten Meilern wurde das Holz durch teilweise Verbrennung verkohlt.



Traktor mit Holzgenerator im 2. Weltkrieg („Liechtensteiner Volksblatt“ 26.2.1942)

Sonnenenergie (als Biomasse)

Biomasse als Nahrungsmittel

...FÜR TIERE

Das Gras, welches durch Fotosynthese entsteht, ist ein Primärenergieträger, aus dem das Vieh seine sämtlichen Energiebedürfnisse decken kann. Ein Teil dieser Energie wird über Milch und Fleisch vom Menschen genutzt.

Die Vegetation ist aber nicht nur als Energieträger wichtig, sondern auch als Lieferantin von Materie und als Landschaftselement.



Heuen auf Tuas: Das ist harte Arbeit am steilen Berghang

Nachdem die Triesner Heuberge seit den 50er Jahren nicht mehr regelmässig genutzt werden, droht das traditionelle Landschaftsbild unserer Heuberge verloren zu gehen. Das regelmässige Mähen und Heuen der Wiesen dient aber nicht nur optischen Zwecken, sondern soll auch dazu beitragen, Gefahren zu mindern. Nur eine intakte Wiesendecke ist hier nämlich in der Lage, im Winter vor Schneerutschen und daraus folgenden Erosionsanrissen zu schützen. (Foto und Text: Gemeinde Triesen)

☛ SCHÜLERAKTIVITÄTEN (Nachforschung)

- 1) ERKUNDIGE DICH. WARUM DAS HEU AUF TUAS ALS TIERFUTTER NICHT MEHR RENTABEL IST
- 2) WARUM WIRD TROTZDEM GEHEUT?

Sonnenenergie (als Biomasse)

Energiewirtschaft des menschlichen Körpers

Nahrungsmittel sind Energieträger, durch die chemische Energie dem Körper zugeführt wird.

Durch verschiedene biologische Prozesse wird diese Energie umgewandelt. Sie wird für lebenserhaltende Funktionen (Blutzirkulation, Atmung, Wachstum, Erzeugung von Körperwärme usw.) und als mechanische Muskelarbeit verbraucht. Der nicht verbrauchte Teil der zugeführten Nahrungsenergie wird im Körper gespeichert.

Diese Speicherung (eine Reserve für Jahreszeiten, in denen Mangel herrschen könnte) erfolgt in der Form von chemischer Energie. Der entsprechende Energieträger ist vor allem das Fettpolster. Für den Menschen ist jedoch ein Energieüberschuss auf die Dauer gesundheitsschädigend.

Wir brauchen täglich 8 000 bis 10 000 Kilojoule (kJ) Energie und etwa 3 Kilogramm Materie als Nahrung.

(Zum Vergleich: Auto, Heizung, Wirtschaft usw. verbrauchen in Liechtenstein 370 000 kJ pro Tag, umgerechnet auf eine Person)

Nahrungsbestandteil	Masse	Energie
Kohlenhydrate	320 g	5440 kJ
Fette	80 g	3120 kJ
Proteine	80 g	1360 kJ
Ballaststoffe	40 g	0 kJ
Mineralstoffe	10 g	0 kJ
Vitamine	ca. 0,1 g	0 kJ
Wasser	2 500 g	0 kJ
Total	3 030 g	9920 kJ

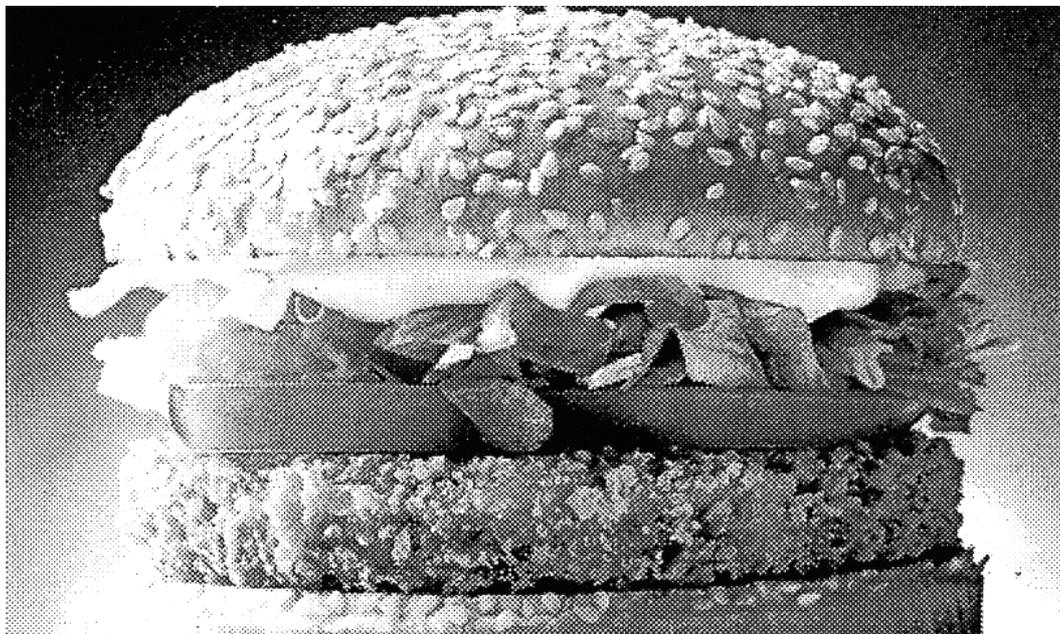
Diese Zahlen sind nur Grössenordnungen. Es ist sinnvoll, wenn jede Person ihren genauen Tagesbedarf an Energie und Materie selber berechnet. (siehe Hauswirtschaftsbuch).

Biomasse als Nahrungsmittel

... FÜR DEN MENSCHEN

Wenn nicht Anders vermerkt, Messwerte in Gramm	Gewicht Volumen	Energiewert (kcal)	Eiweiss	Fett	Kohlen- Hydrate	Ballast- Stoffe	Salz (NaCl)	Sacharose	Energie (kJ)
Big Mac™	209	499	25,6	26,8	38,9	4,7	2,0	7,4	2085
Cheeseburger Royal™	204	529	30,5	30,2	33,9	3,6	2,6	8,1	2211
Fisch Mac™	144	423	13,9	25,0	35,5	2,1	1,3	5,1	1768
Hamburger	102	250	12,7	9,3	29,0	2,4	1,1	6,5	1045
McChicken™	199	418	21,9	18,9	40,2	3,3	2,6	6,4	1747
Chicken McNuggets™ (6)	108	271	20,5	15,3	12,6	5,3	1,1	-	1133
Sauce Barbecue	29	48	0,3	0,3	11,0	-	0,7	8,9	200
Pommes Frites (M)	95	259	3,7	13,3	31,2	8,2	0,6	0,3	1082
Gartensalat	95	15	1,0	0,1	2,4	1,0	-	-	63
Chefsalat	191	221	21,8	13,3	3,5	1,2	1,6	0,6	882
Crevettensalat	165	80	14,0	1,2	3,4	1,0	-	-	334
Apfeltasche	80	220	2,2	12,0	25,8	3,8	0,5	9,1	920
Sundae + Erdbeersauce	144	235	4,5	5,4	42,3	-	-	31,4	-
Vanille Shake	208	248	6,7	6,1	41,5	-	-	28,0	1037
Coca Cola Light	250 ml	-	-	-	0,1	-	-	0,1	-
Coca Cola	250 ml	110	-	-	27,5	-	-	27,5	460
Orangensaft	250 ml	102	1,5	0,1	23,8	0,1	-	21,2	426

Energiegehalt einiger typ. Speisen. (Quelle: Werbeprospekt McDonald's Triesen)



Auch der gelegentliche Schnellimbiss soll in deiner Energiebilanz miteinberechnet werden.

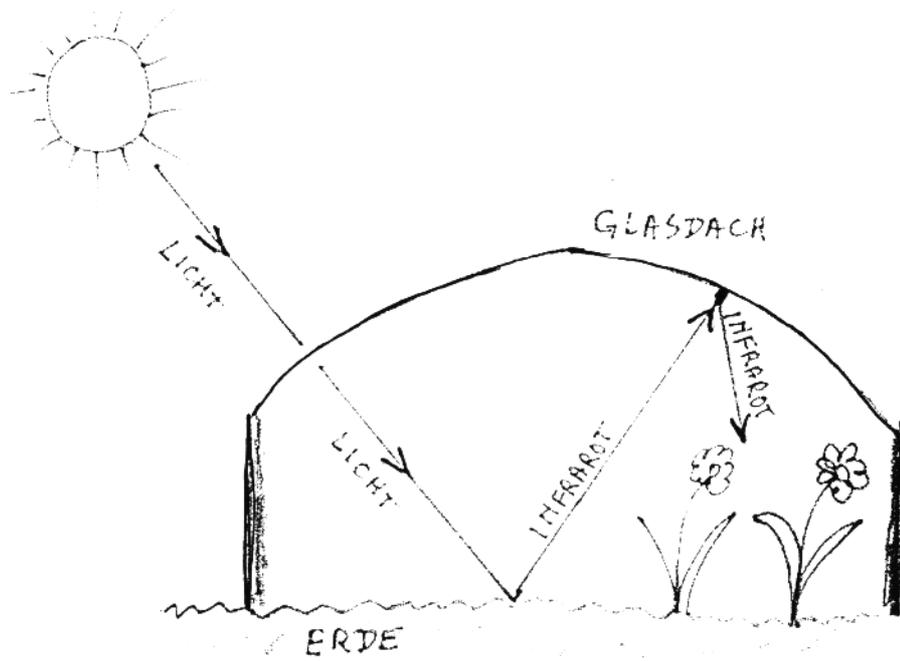
☛SCHÜLERAKTIVITÄT (Rechenaufgabe)

BERECHNE DEN ENERGIEGEHALT DEINES LETZTEN IMBISSSES.

Sonnenenergie (direkt)

Sonnenenergie als Wärmelieferant

Der Treibhauseffekt



Funktionsweise eines Treibhauses

Das Dach des Treibhauses besteht aus einer Plastikfolie oder aus Glasscheiben, welche für elektromagnetische Strahlen im sichtbaren Bereich ($\lambda = \text{ca. } 400\text{-}750 \text{ nm}$) durchsichtig sind, nicht aber im infraroten Bereich.

Der Boden und der Inhalt des Treibhauses absorbieren das Sonnenlicht und wandeln es in Wärme um. Ein Teil dieser Wärme wird wiederum als Strahlungsenergie zurückgestrahlt, jedoch im Infrarotbereich (Wärmestrahlung $\lambda > 750 \text{ nm}$). Diese Energie geht nicht verloren, da sie durch die Glasscheiben zurückgespiegelt wird und somit im Treibhaus bleibt, bis sie endgültig absorbiert ist und zur Heizung beiträgt. Der Treibhauseffekt wird auch bei Sonnenkollektoren angewendet. Er erklärt auch einige Eigenschaften der Erdatmosphäre.

Sonnenenergie (direkt)



Treibhaus an der Feldstrasse

Im Treibhaus wird die Sonnenenergie für die Fotosynthese sowie für Heizzwecke optimal genutzt.

Sonnenenergie (direkt)

Sonnenenergie als Wärmelieferant

Sonnenkollektoren

In manchen modernen Wohnhäusern wird das Wasser für Bad und Küche (und manchmal sogar die Heizung) durch direkte Umwandlung von Sonnenenergie erwärmt. Das Kernstück sind die Sonnenkollektoren auf dem Dach. Es sind flache Kästen, in denen Wasserrohre gelegt sind, an ein Kreislaufsystem der Heizanlage angeschlossen. Diese Rohre sind aussen schwarz gefärbt, um das Licht zu absorbieren, in Wärme umzuwandeln. Die Oberseite der Kästen ist verglast, so dass die Wärmestrahlung im Kasten bleibt (Treibhauseffekt). Die Zirkulation des Wassers durch die heißen Rohre ermöglicht den Transport der Sonnenwärme ins Innere des Hauses, wo es durch einen Wärmetauscher (spiralförmig gelegte Rohre) den Warmwasserspeicher erwärmt.



Sonnenkollektoren auf Hausdächern

☛ Schüleraktivitäten (Exkursionsbericht)

SUCHE WÄHREND DER EXKURSION DURCH TRIESEN HÄUSER, AUF DENEN SONNENKOLLEKTOREN SICHTBAR SIND. ZEICHNE SIE AUF DER KARTE EIN.

(Verständnisfrage)

FERTIGE EINE ZEICHNUNG AN, WIE DU DIR EINE SOLCHE HEISSWASSERANLAGE VORSTELLST. ES SOLLEN FOLGENDE BESTANDTEILE SICHTBAR SEIN:

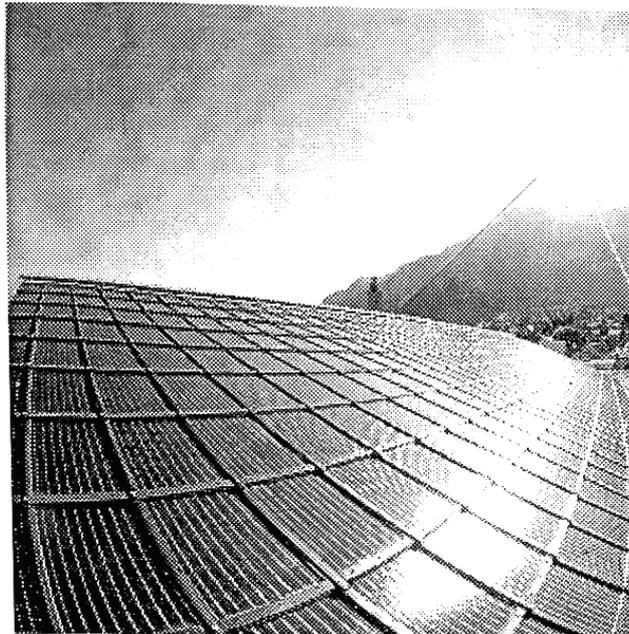
SONNENKOLLEKTOR.
WASSERZIRKULATION UND
WASSERLEITUNG

DIE WASSERLEITUNG BESTEHT AUS KALTWASSERZULAUF, WÄRMESPEICHER MIT WÄRMETAUSCHER, HEISSWASSERLEITUNG UND DUSCHE (DAS WASSER DER SONNENKOLLEKTOREN DARF SICH NICHT MIT DEM ERZEUGTEN WARMWASSER VERMISCHEN.

Sonnenenergie als Elektrizitätslieferant

Solarzellen

Nicht zu verwechseln mit den Sonnenkollektoren sind die photovoltaischen Solarzellen, bei denen das Sonnenlicht in Elektrizität umgewandelt wird. Solarzellen werden auch an Dächern angebracht, so z.B. auf dem Schulgebäude (sichtbar von der Dominik-Banzer-Strasse). Eine elementare Solarzelle besteht aus einer Platte aus Halbleitermaterial (Silizium), dessen Oberschicht so behandelt ist (Dotierung), dass ein fotoelektrischer Effekt stattfinden kann. Das heisst, dass durch Lichteinstrahlung elektrische Ladungen zwischen Unter- und Oberschicht verschoben werden. Über die Oberschicht wird noch eine hauchdünne, lichtdurchlässige Metallschicht aufgedampft, sie bildet den elektrischen Anschluss. So entsteht eine Stromquelle, die mit anderen in Serie geschaltet und mit einer Scheibe geschützt wird. Der elektrische Strom ermöglicht den Transport der Sonnenenergie über ein zweiadriges Kabel ins



Innere des Hauses.

Solarzellen

☛ SCHÜLERAKTIVITÄTEN

1) (Exkursionsbericht)

AN DER ANZEIGE IM SCHULHOF WIRD DIE VON DEN SOLARZELLEN GELIEFERTE ENERGIE ANGEGEBEN. SCHREIBE DIESE ZAHL AM TAG DER EXKURSION AUF.

2) (Verständnisfrage) VERGLEICHE DAS PRINZIP DES SONNENKOLLEKTORS MIT DEM DER SOLARZELLE.

Sonnenenergie (direkt)

Sonnenenergie auch in der Nacht

Autonome Solarzellenanlage

Da die Bushaltestelle „Adler“ vom elektrischen Netz entfernt ist, war es wirtschaftlicher, sie mit einer autonomen Anlage zu beleuchten, statt über eine lange Leitung.

Gut sichtbar sind die fotovoltaischen Solarzellen. Sie sind am Mast in Südrichtung schräg angebracht, um möglichst senkrecht zu den Sonnenstrahlen zu stehen. In einer Metallkiste unter der Sitzbank befindet sich eine Akkumulatorenbatterie. An der Decke des Wartehäuschens sind die elektrischen Lampen (Stromsparlampen). Ein Lichtsensor mit einer separaten Schaltvorrichtung sorgt dafür, dass die Lampen bei Dunkelheit eingeschaltet und am Morgen wieder ausgeschaltet werden.

Nachts wird die Energie für die Lampen aus der Batterie entnommen, wo sie in Form von chemischer Energie gespeichert war. Diese Batterie wird am Tag durch elektrische Energie, die aus den fotovoltaischen Zellen kommt, wieder aufgeladen. Die Solarzelle bekommt Strahlungsenergie von der Sonne, die Nachtbeleuchtung ist also gespeichertes Sonnenlicht.



Bushaltestelle „Adler“ mit autonomer Beleuchtungsanlage. Die Solarzellen auf dem Dach laden die Akkumulatoren unter der Bank.

☛ **SCHÜLERAKTIVITÄTEN (Exkursionsbericht)**

IN WELCHE RICHTUNG SIND DIE FOTOZELLEN ORIENTIERT?
WARUM?

WO BEFINDET SICH DIE AUFLADBARE BATTERIE?

WO BEFINDEN SICH DIE SENSOREN ZUM TAG-NACHT- UMSCHALTEN?

BEOBACHTE DIE UMGEBUNG DER BUSHALTESTELLE. SCHÄTZE DIE
ENTFERNUNG ZUR NÄCHSTEN STRASSENLATERNE.

VERGLEICHE MIT EINEM WARTEHÄUSCHEN OHNE SOLARANLAGE

Sonnenenergie (direkt)

Fahrzeuge

Fahrzeuge brauchen mechanische Arbeit, die in 3 Arten genutzt wird:

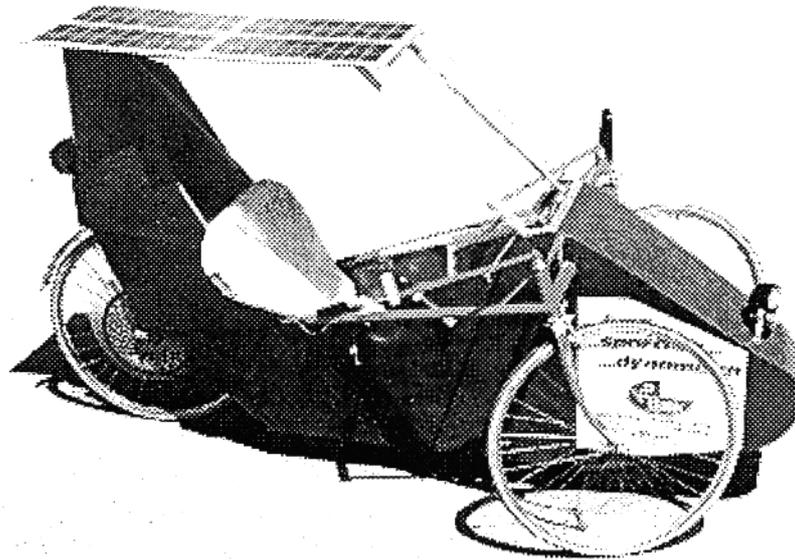
Beim Beschleunigen des Fahrzeugs wird die Arbeit in kinetische Energie umgewandelt. Beim Bremsen könnte die so gespeicherte mechanische Energie unter Umständen wieder zurückgewonnen werden. Die meisten Bremsen bestehen aber nur aus Bremsgarnituren, die durch Reibung Arbeit in Wärme umwandeln und diese nutzlos in die umgebende Luft abgeben (Abwärme).

Beim Aufwärtsfahren wird die Arbeit in potentielle Energie umgewandelt. Diese potentielle Energie könnte zurückgewonnen werden (z.B. bei der Talfahrt), wird aber meistens in den Bremsen in Abwärme umgewandelt.

Bei der Fahrt auf waagrechter Strasse und konstanter Geschwindigkeit ist etwas Energie nötig zur Überwindung des Fahrwiderstandes, verursacht durch die verschiedenen Reibungen (Räder, Luft usw.). Diese Energie wird in Abwärme umgewandelt und kann nicht zurückgewonnen werden. Durch Verringerung der Reibungsursachen kann man diesen Energieaufwand allerdings vermindern.

Fahrzeuge führen gewöhnlich einen Energievorrat mit, sowie einen Motor, der die gespeicherte Energie in mechanische Arbeit umwandelt. Wenn der Energievorrat verbraucht ist, muss „aufgetankt“ werden. Beim Benzinauto wird ein flüssiger Energieträger (Treibstoff) in den Tank hineingegossen, beim Elektroauto wird der Energiespeicher mit Hilfe von elektrischem Strom wieder aufgeladen. Dies geschieht am einfachsten aus der Steckdose des öffentlichen Netzes oder aus der Solaranlage des Hauses. Das Aufladen aus mitgeführten Solarzellen ist im normalen Betrieb ungenügend. „Solarautos“ sind Versuchs- und Demonstrationsobjekte.

Elektroauto



Mit relativ einfachen Mitteln wurde dieses Prototyp-Fahrzeug 1987 in Triesen gebaut. Ein ähnliches Fahrzeug war das erste liechtensteinische Solarmobil, welches an der Tour de Sol teilnehmen durfte. Die Batterie befindet sich unter dem Fahrersitz, die Solarzellen auf dem Dach. Das Auto befindet sich in Privatbesitz. Eine Besichtigung ist nur auf Anfrage bei der Firma Neyer-Semwa möglich.

☛ SCHÜLERAKTIVITÄTEN

(Nachforschungen)

- 1) ERKUNDIGE DICH BEI DER BESICHTIGUNG, AUS WELCHEM MATERIAL DIE KAROSSERIE BESTEHT.
- 2) WIE GROSS IST DIE REICHWEITE IM FLACHLAND?

(Verständnisfragen)

- 3) IST DAS ELEKTROAUTO FÜR DIE BERGFABRT GEEIGNET? WARUM?
- 4) ZEICHNE EIN SCHEMA, WELCHES DIE WICHTIGSTEN TEILE ZEIGT: RÄDER, MOTOR, BATTERIE. STEUERUNG, SOLARZELLEN.

Fossile Energieträger

Fossile Brennstoffe

Aus der Biomasse, die vor etwa 500 Millionen Jahren durch Sonneneinstrahlung und Fotosynthese entstand, haben sich die fossilen Brennstoffe gebildet: Kohle, Erdöl, und Erdgas.

Der Vorrat an fossilen Brennstoffen innerhalb der Erdkruste ist allerdings weder unbegrenzt noch ersetzbar. Fossile Brennstoffe sind nichterneuerbare Energieträger. Zudem stellen sie wertvolle Rohstoffe dar. Vom ökologischen Standpunkt her ist es also absurd, sie einfach zu verbrennen (z.B. in Autos und Öfen).

Liechtenstein hat fossile Brennstoffe erst ab dem Ende des 19. Jahrhunderts importiert, aber sie sind heute immer noch von grosser wirtschaftlicher Bedeutung. Ihr bevorstehender Ersatz ist eine wichtige Herausforderung für die junge Generation.

Die chemische Energie, die in den Brennstoffen gespeichert ist, wird bei der Verbrennung in Wärme umgewandelt. Die Besonderheit und der Nachteil dieser Energieform ist, dass sie nicht mehr vollständig in andere Energieformen umgewandelt werden kann.

Eine der häufigsten Verwendungen von flüssigen oder gasförmigen Brennstoffen ist der Ottomotor, der als Benzinmotor die meisten Autos antreibt. Ein wenig Brennstoff wird im Vergaser mit sehr viel Luft gemischt. Im Zylinder wird das Gemisch durch einen Funken aus der Zündkerze gezündet, so dass der Brennstoff explosiv verbrennt, wobei der Luftüberschuss stark erwärmt wird und sich ausdehnt. Dies bewirkt die Verschiebung des Kolbens und liefert mechanische Arbeit.

Aber nur ein Teil der Energie des Brennstoffes wird in diese Arbeit umgewandelt, der Rest muss als Abwärme über den Kühler ungenutzt weggeleitet werden.

Die hundertprozentige Umwandlung von Wärme in Arbeit ist grundsätzlich unmöglich. Dieses Naturgesetz bildet den sogenannten Zweiten Hauptsatz der Thermodynamik. Alle Wärmekraftmaschinen unterliegen diesem Gesetz (Dampfmaschine, Dieselmotor, Stirlingmotor usw.) Wärme ist eine wenig wertvolle Energieform.

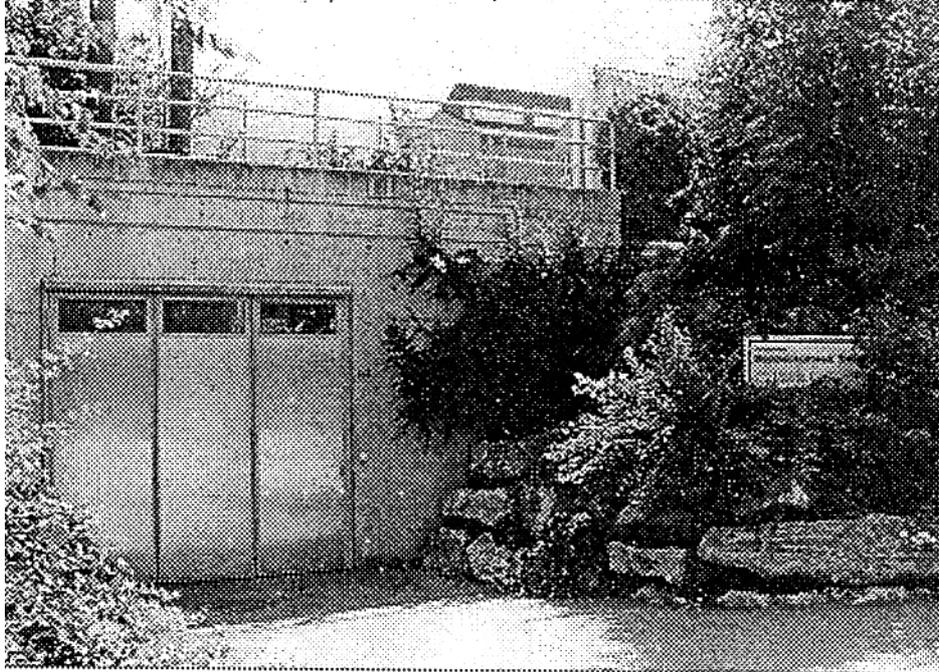
Blockheizkraftwerk

Das Triesner Erdgaskraftwerk wurde als erstes in unserem Land im Jahre 1990 in Betrieb genommen. Die Besonderheit eines Blockheizkraftwerkes (BHKW) ist, dass es gleichzeitig zwei nutzbare Energieformen liefert. Erstens liefert es Wärme für die Fernheizung des Quartiers. Zweitens liefert es elektrische Energie für das öffentliche Netz.

Erdgas ist der hier verwendete Energieträger. Erdgas enthält chemische Energie. Durch Verbrennung wird diese in Wärme umgewandelt. Dabei werden ausschliesslich Kohlenstoffdioxid und Wasser freigesetzt (die weniger Energie enthalten). Diese Verbrennung geschieht in einem Ottomotor, wobei wertvolle mechanische Arbeit produziert wird, aber auch eine beträchtliche Menge Abwärme (2. Hauptsatz der Thermodynamik). Die mechanische Arbeit (etwa 35%) wird in einem Generator in Elektrizität umgewandelt. Die Abwärme (65%) geht nicht einfach verloren, sondern heizt das Hallenbad, die zwei Schulen, das Betreuungszentrum und das Bürgerheim (Fernwärme).

BLOCKHEIZKRAFTWERK TRIESEN

Ein Kraftwerk, das zu überzeugen weiss!



Das Triesner Blockheizkraftwerk ist eine effiziente Anlage zur Gewinnung von Wärme und Strom

Der Eingang des Kraftwerkes befindet sich an der Landstraße, neben dem Windrad.

☛ SCHÜLERAKTIVITÄTEN (Exkursionsbericht)

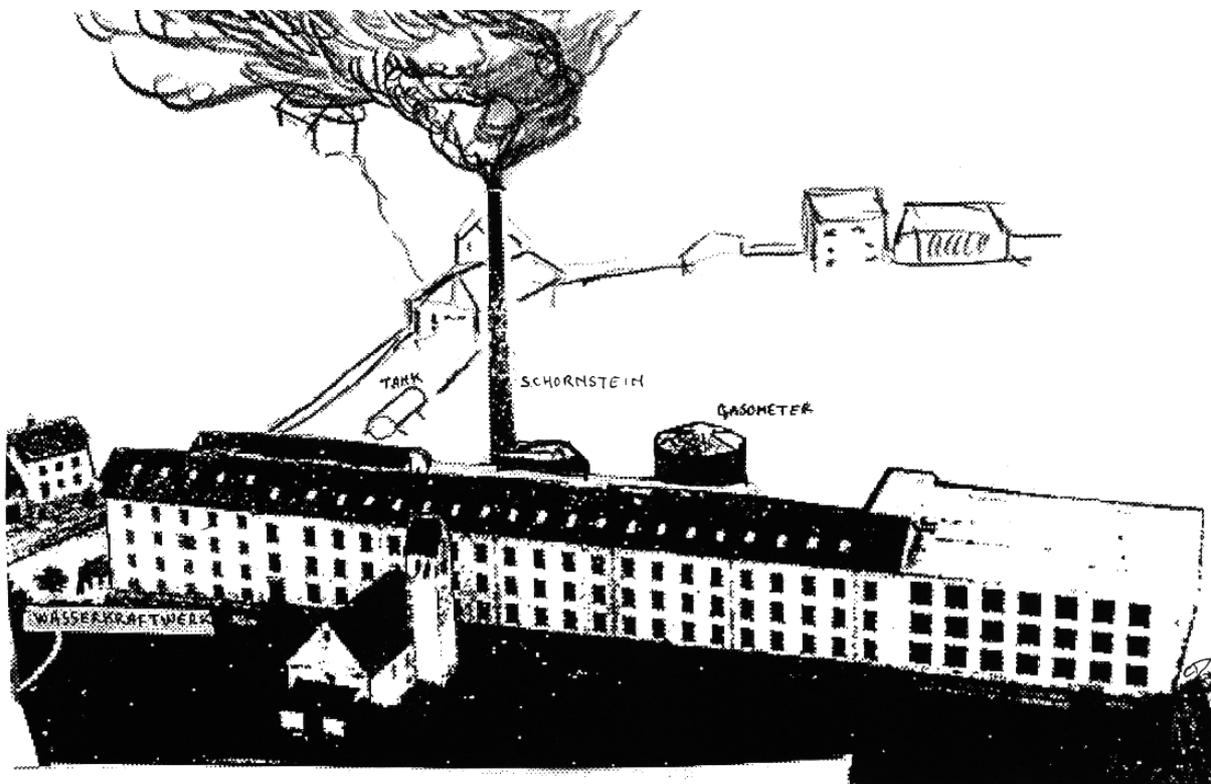
BETRACHT E DIE ANLAGE VON AUSSEN. WIE VIELE ABGASROHRE SIND ÜBERDEM KRAFTWERK ZU SEHEN?

WIE VIELE ABGASROHRE SCHEINEN IN BETRIEB ZU SEIN?

SIND DIE ABGASE STÖREND?

SCHREIBE DEN TEXT, DER AUF DER HINWEISTAFEL STEHT, AB.

Fossile Brennstoffe als Grundlagen des Industriezeitalters



Die Spörry-Fabrik in Triesen

Kohle war im 19. Jahrhundert die Grundlage für die Entwicklung der Industrie in den meisten Ländern Europas. Der fossile Energieträger Steinkohle wurde verbrannt, um Wärme (Heizung, Hochöfen) und Arbeit (Dampfmaschinen) zu gewinnen, wobei der Wirkungsgrad relativ niedrig blieb. Steinkohle war auch der wichtigste Rohstoff für die Industrie (Stahl, Stadtgas, Farbstoffe, usw.). Die Abgase und Russpartikel bildeten den Rauch, der durch hohe Schornsteine ins Freie hinausqualmte. Diese Backsteinschornsteine sind zum Wahrzeichen der „Industrielandschaft“ geworden.

Auch in der Spörry-Fabrik in Triesen fehlt der Fabrikschornstein nicht. Allerdings ist zu erwähnen, dass Steinkohle in Liechtenstein niemals der Hauptenergielieferant gewesen ist. Für die liechtensteinische Industrialisierung war vor allem die Wasserkraft ausschlaggebend.

Gas (Leuchtgas oder Stadtgas), das für die Beleuchtung der Hallen verwendet wurde, wurde in einem runden Behälter gespeichert (das Dach ist noch vorhanden). Heute wird Erdöl für die Beheizung des Gebäudes verwendet. Der Vorrat ist in Metalltanks gespeichert.



Der Schornstein der Spörry-Fabrik
Die Weberei war in Betrieb von 1870 bis 1982

☛ **SCHÜLERAKTIVITÄTEN (Exkursionsbericht)**

GEHE UM DAS FABRIKGEBÄUDE HERUM AUF DIE OSTSEITE UND SUCHE DIE ÖLTANKS. SCHÄTZE IHR FASSUNGSVERMÖGEN.

SCHÄTZE DEN DURCHMESSER DES SCHORNSTEINES UNTEN.

Hydroelektrische Energie

..... Strom aus Strom

Das **Wasser eines Stromes** (eines Baches oder Flusses) ist ein interessanter Energieträger. Es ist *hydraulische Energie*; man sagt auch „Wasserkraft“ (obgleich man die Energie und nicht die Kraft im physikalischen Sinne meint).

Wassermassen, die sich in einer hohen Lage befinden, von wo sie hinunterfliessen können, besitzen eine potentielle Energie. Durch den natürlichen Wasserkreislauf (Niederschläge) werden diese Wassermassen ständig nachgefüllt. Es sind also „erneuerbare Energien“, eigentlich eine umgewandelte Form der Sonnenenergie

Das historische Dorfbild von Triesen ist durch die Anwendungen dieser Energieform stark geprägt. Durch Wasserräder und Turbinen wird aus dem Wasserstrom mechanische Arbeit gewonnen, die dann entweder direkt genutzt wird, oder sofort in Elektrizität umgewandelt wird: das ist die *hydroelektrische Energie*.

Elektrizität wird in der Umgangssprache als „Strom“ bezeichnet. Der **elektrische Strom** ist tatsächlich eine Strömung von Elektronen durch Metalldrähte. In unserer Zivilisation ist er einer der wichtigsten Energieträger. In Liechtenstein wird „Strom“ in grossen Mengen, zum Teil aus „Wasserkraft“ gewonnen, und zum Teil aus der Schweiz importiert.

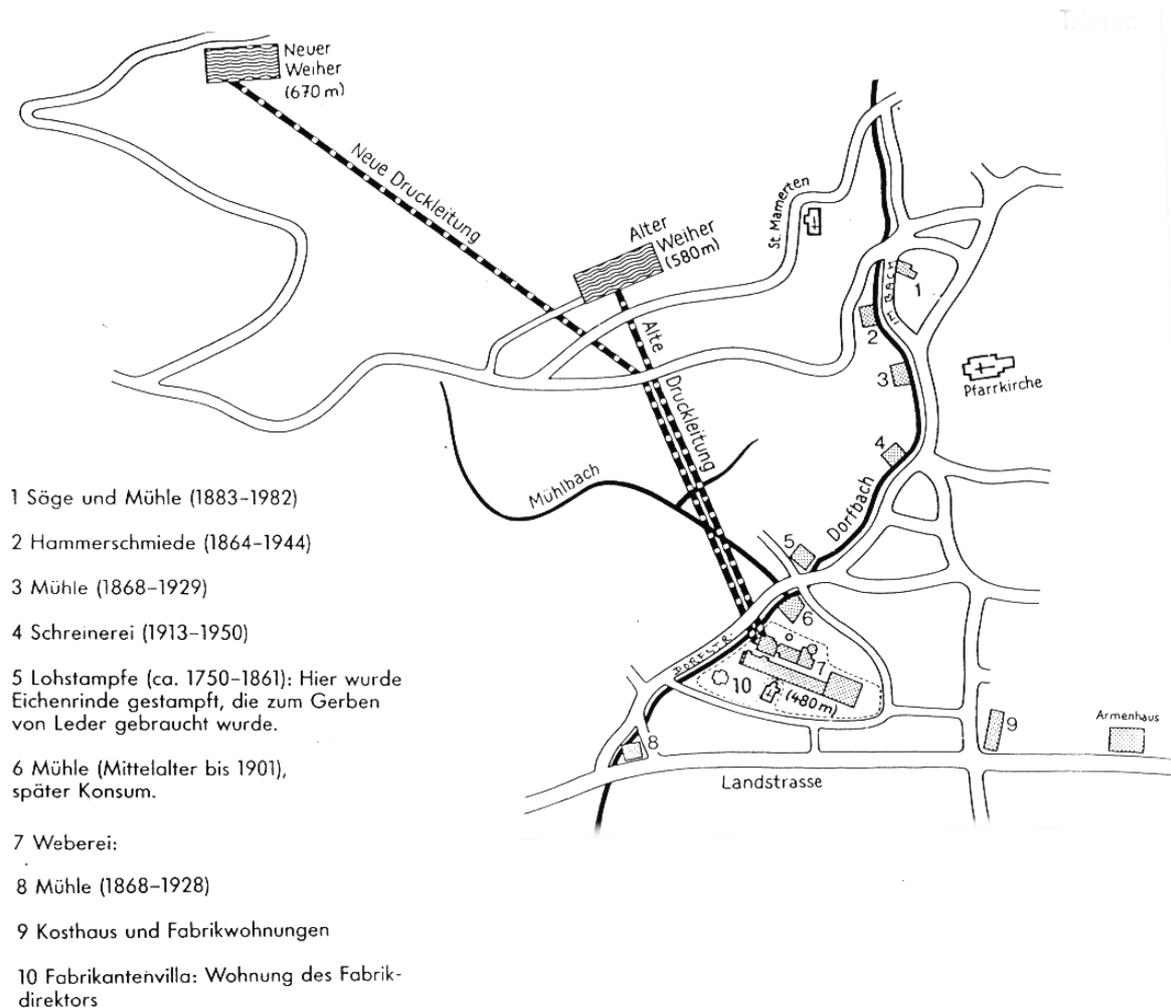
☛ SCHÜLERAKTIVITÄT (Verständnisfrage)

„..... STROM AUS STROM.“

Ergänze mit den Wörtern wasser- und elektrischer.

Triesen im 19.Jh.

Schon vor dem Industriezeitalter wurde die potentielle Energie der Gewässer intensiv genutzt. Auf der historischen Karte sind Zeugnisse dieser Nutzung zu finden.

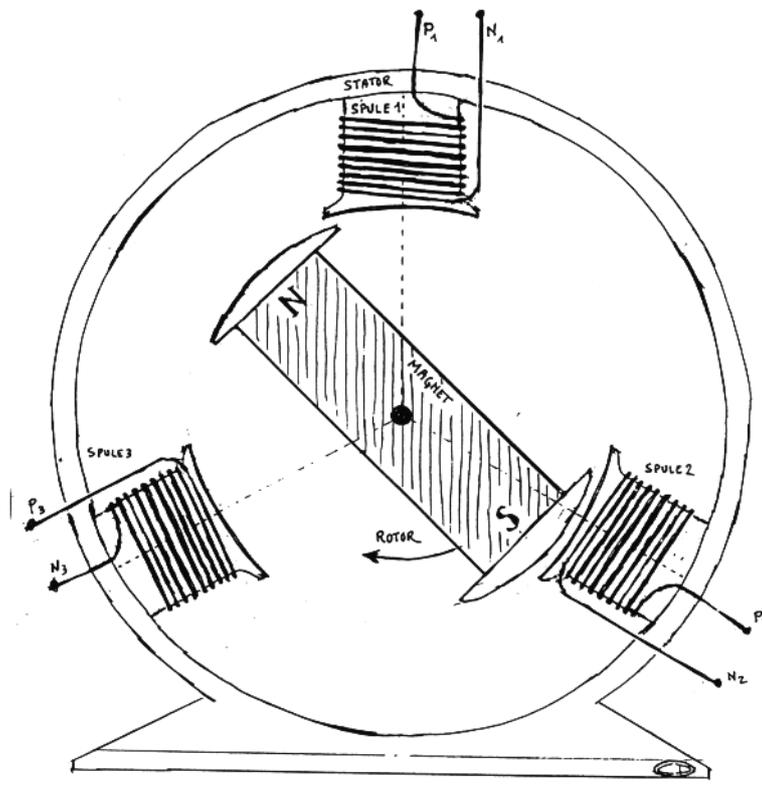


Historische Karte von Triesen (aus dem licht. Geschichtsbuch „Brücken zur Vergangenheit“ S.213).

☛ SCHÜLERAKTIVITÄTEN (Exkursionsbericht)

- 1) WENN DU ENTLANG DER DORFSTRASSE UND DER IM-BACH-GASSE LÄUFST, IST AN EINIGEN ORTEN DER DORFBACH NOCH SICHTBAR ODER HÖRBAR. TRAGE DIESE ABSCHNITTE MIT BLAUER FARBE IN DIE LANDKARTE EIN.
- 2) EINIGE DER 10 GEBÄUDE, DIE AUF DER HISTORISCHEN KARTE BEZEICHNET SIND, SIND NOCH HEUTE ERKENNBAR. BEZEICHNE SIE MIT EINEM ROTEN PUNKT AUF DER LANDKARTE.

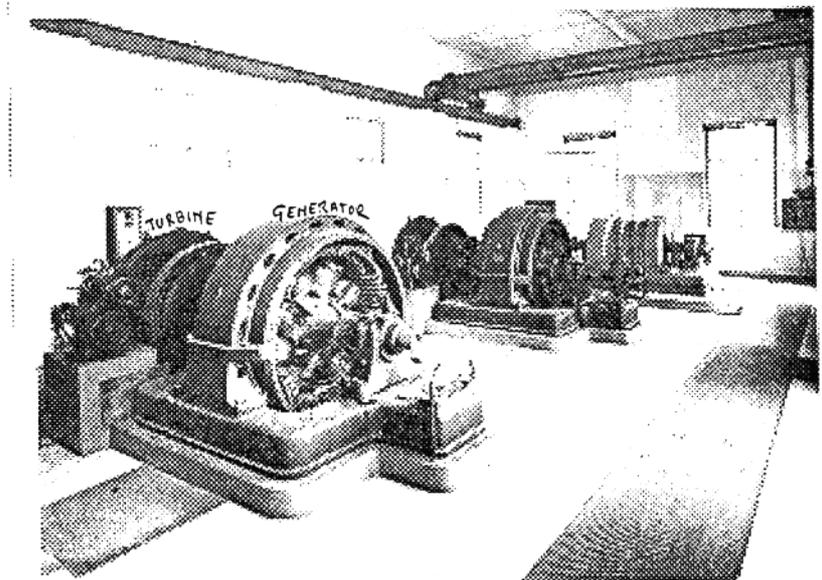
So wird Strom erzeugt



Prinzip eines Drehstromgenerators

Wenn sich ein Magnet vor einer Spule bewegt, so entsteht in der Spule eine induzierte elektrische Spannung. Beim Generator des Kraftwerks wird der Magnet (Elektromagnet) durch die Wasserturbine in Drehung gebracht, was in den Spulen eine Wechselspannung induziert. (Mit drei Spulen hat man das sogenannte Dreiphasensystem). In allen Kraftwerken, auch im Lawenawerk und im Spörry-Kraftwerk, sind derartige Generatoren in Betrieb.

Das Lawenawerk



Im Vordergrund ein Generator aus dem Jahre 1927.
Er ist heute nicht mehr in Betrieb und wird für Demonstrationszwecke verwendet.

☛ SCHÜLERAKTIVITÄTEN (Nachforschungen)

ERKUNDIGE DICH, WO SICH DIE NEUEN GENERATOREN BEFINDEN, WENN DAS LAWENAWERK BESICHTIGT WIRD.

WOHER KOMMT DAS WASSER FÜR DIE TURBINE? (DENKE AN DEN NAMEN DES KRAFTWERKS!)

WOHIN FLIESST DAS ABWASSER?

Das Wasserkraftwerk der alten Fabrik

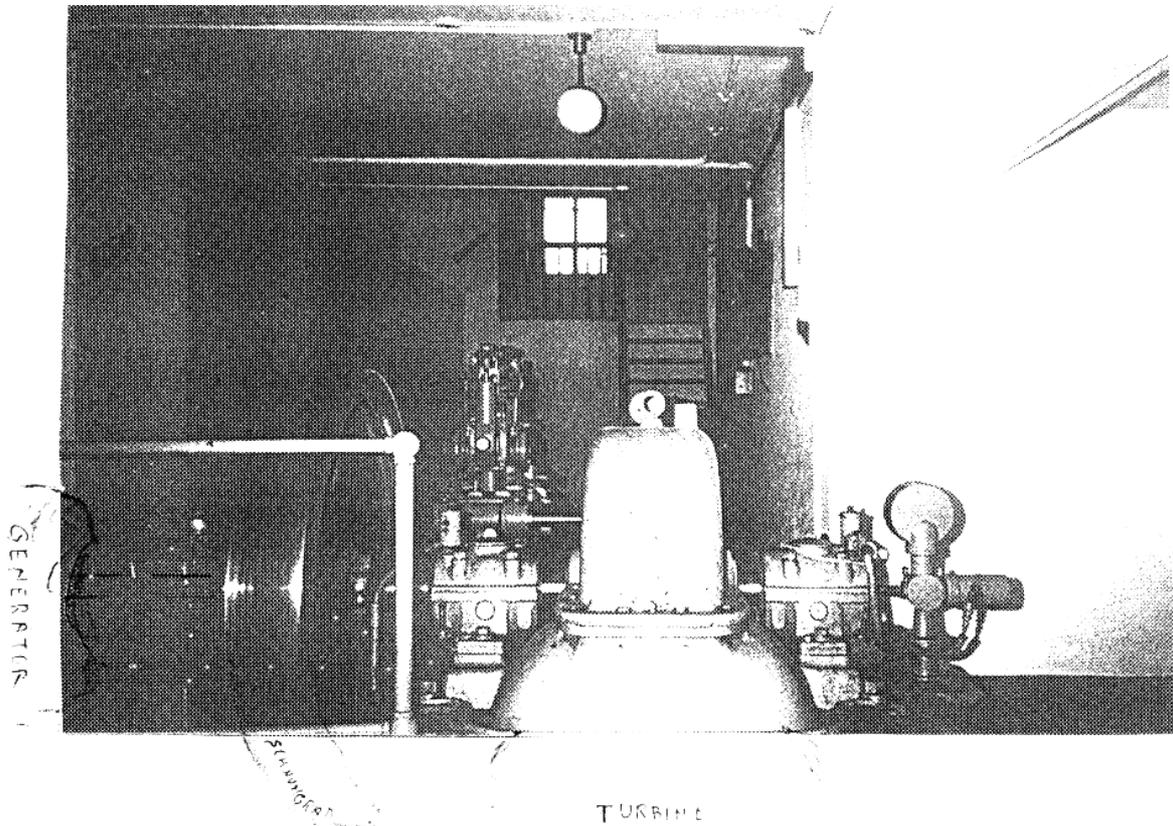
Im Erdgeschoss an der Nordseite des Fabrikgebäudes befindet sich ein kleines Wasserkraftwerk, welches für die Stromversorgung der Spörry-Weberei im 19. Jahrhundert eingerichtet wurde. Heute liefert es Strom in das öffentliche Netz. Es enthält die ältesten noch in Betrieb stehenden Maschinen in unserem Land: eine Turbine (Wasserrad), ein Schwungrad und einen Generator (Alternator), die auf einer gemeinsamen Welle montiert sind.

Das Wasser kommt über dicke unterirdische Rohre (Druckleitung) aus dem „Neuen Weiher“, der sich oberhalb der Meierhofstrasse befindet. Dort wird Wasser aus den Bächen gesammelt und gestaut.

Da der Weiher 200 m höher als die Turbine liegt, hat das Wasser eine nutzbare potentielle Energie. Der Weiher ist also nicht nur ein Wasserspeicher, sondern vor allem auch ein Energiespeicher.

In der Turbine wird diese Energie in mechanische Arbeit umgewandelt. Die mechanische Arbeit wird über die Drehachse der Turbine (Welle) zum Generator übertragen. Die Welle bringt den Rotor des Generators in Bewegung.

Der Rotor besteht aus Rotorspulen (Elektromagneten), die sich vor den Spulen des Stators bewegen. Die Elektromagneten erzeugen ein konstantes magnetisches Feld mit Hilfe eines kleinen Gleichstromgenerators (Die Erzeugung dieses Feldes benötigt nur sehr wenig Energie. Diese wird von der Welle entnommen). Ein Schwungrad sorgt für einen regelmäßigen Lauf. Durch die Bewegung ist der magnetische Fluß in den Spulen ständig in Veränderung. Es entsteht eine induzierte Spannung (Wechselspannung von 400V, 50 Hz) .



Das hundertjährige Kraftwerk kann man durch die alten Fenster sehen.

☛ SCHÜLERAKTIVITÄTEN

(Exkursionsbericht)

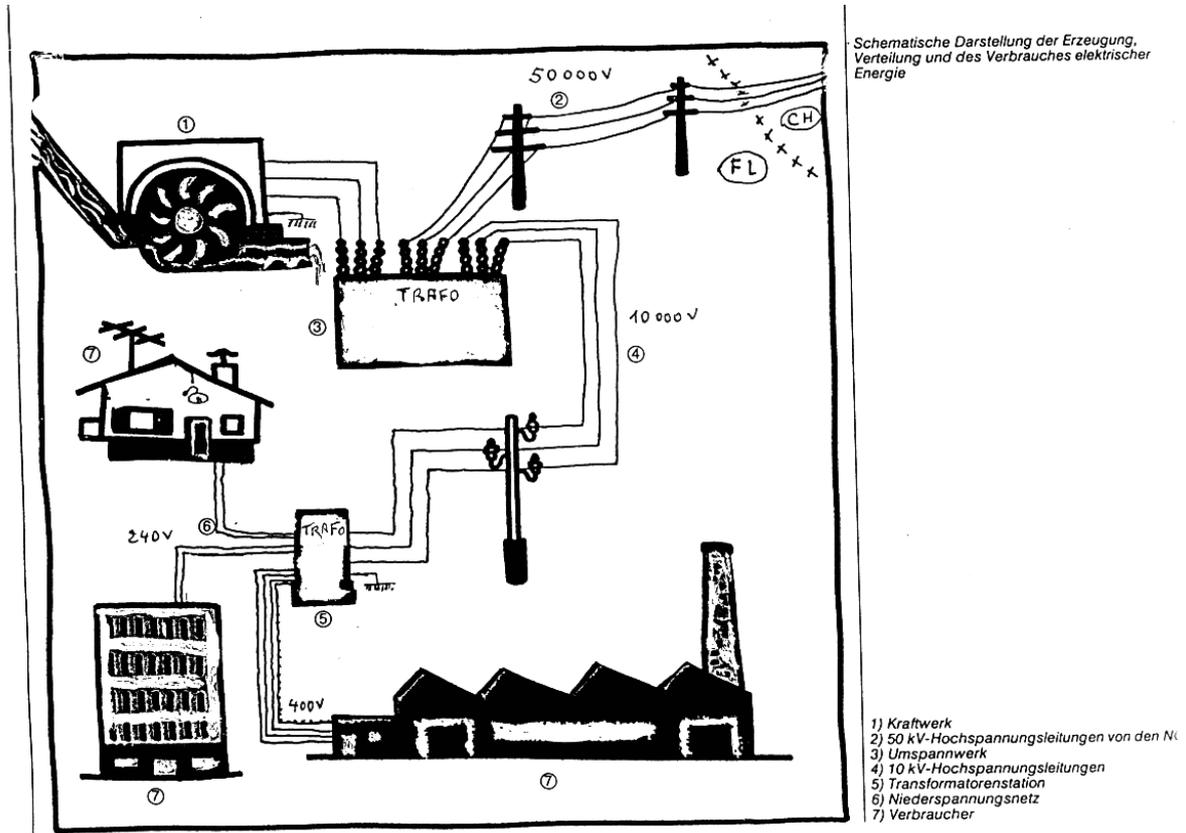
DURCH DIE FENSTER AM NÖRDLICHEN ENDE DES FABRIKGEBÄUDES HAST DU EINEN EINBLICK IN DEN KELLER, WO SICH DAS WASSERKRAFTWERK BEFINDET. IST DIE ANLAGE HEUTE IN BETRIEB (GERÄUSCH, BEWEGUNG)? WOHER KOMMT DAS WASSER?

(Rechenaufgabe)

WELCHE ENERGIE LIEFERT 1 LITER WASSER IN DIESER ANLAGE? DIE POTENTIELLE ENERGIE (E) KANN MAN MIT FOLGENDER FORMEL AUSRECHNEN: $E = m \cdot g \cdot h$ (WOBEI m DIE MASSE IN KILOGRAMM, g DER ORTSFAKTOR 9,81, UND h DIE HÖHENDIFFERENZ IN METERN BEZEICHNEN)

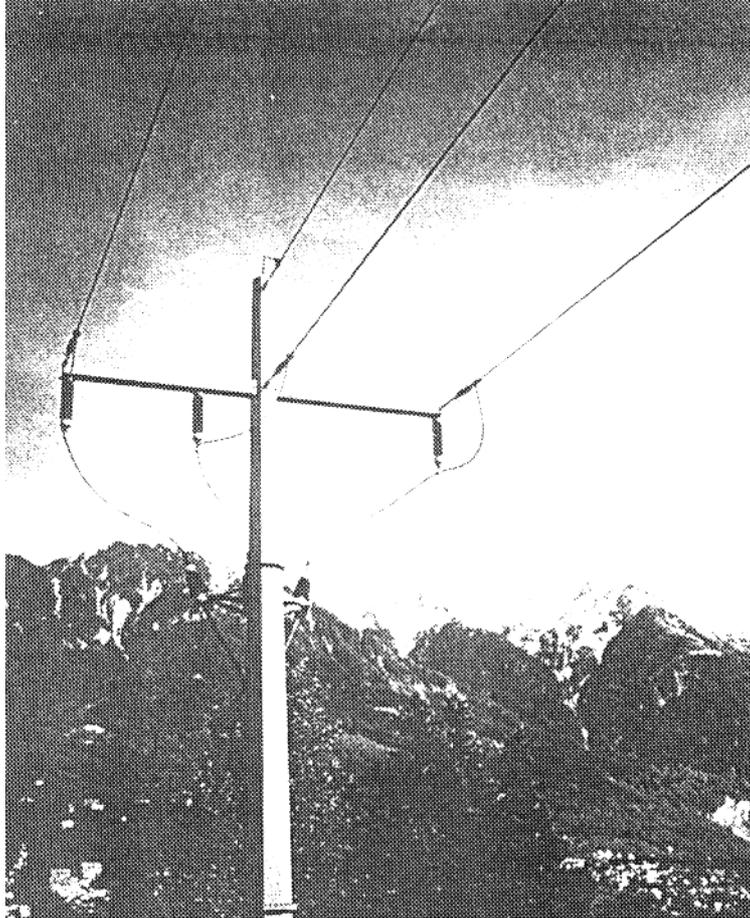
Stromimport

WOZU HOCHSPANNUNG?



Elektrizität ist gut geeignet um Energie zu transportieren, aber es geht dabei etwas Energie verloren, weil die Drähte sich erwärmen. Durch Erhöhen der Spannung kann man mehr Energie transportieren, ohne dass der Verlust sich vergrößert.

So wird Strom importiert



Hochspannungsleitung

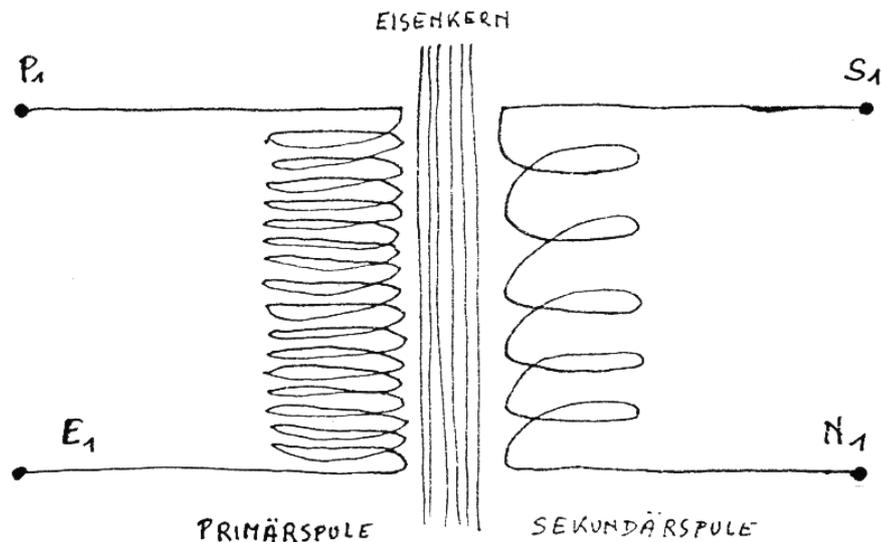
Die **Dreiphasenhochspannungsleitung** (50000 Volt) überquert den Rhein. Über diese Drähte wird elektrische Energie aus der Schweiz importiert.

SCHÜLERAKTIVITÄTEN (Exkursionsbericht)

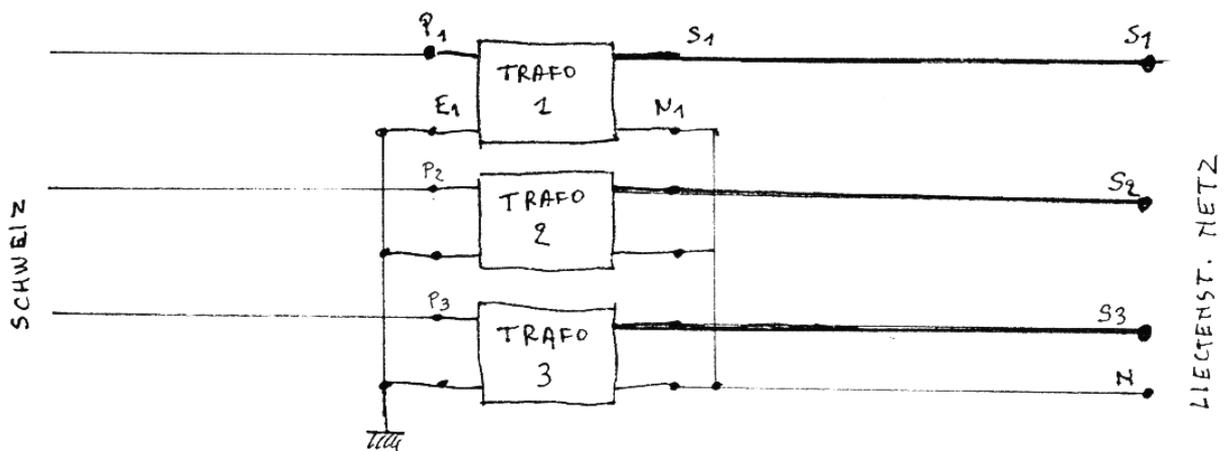
GEHE ENTLANG DEM RHEINDAMM BIS DU DIE LEITUNG FINDEST. WIE VIELE MASTEN BEFINDEN SICH AUF LICHTENSTEINISCHEM BODEN?
ZEICHNE EINEN MAST.

So wird importierter Strom verteilt

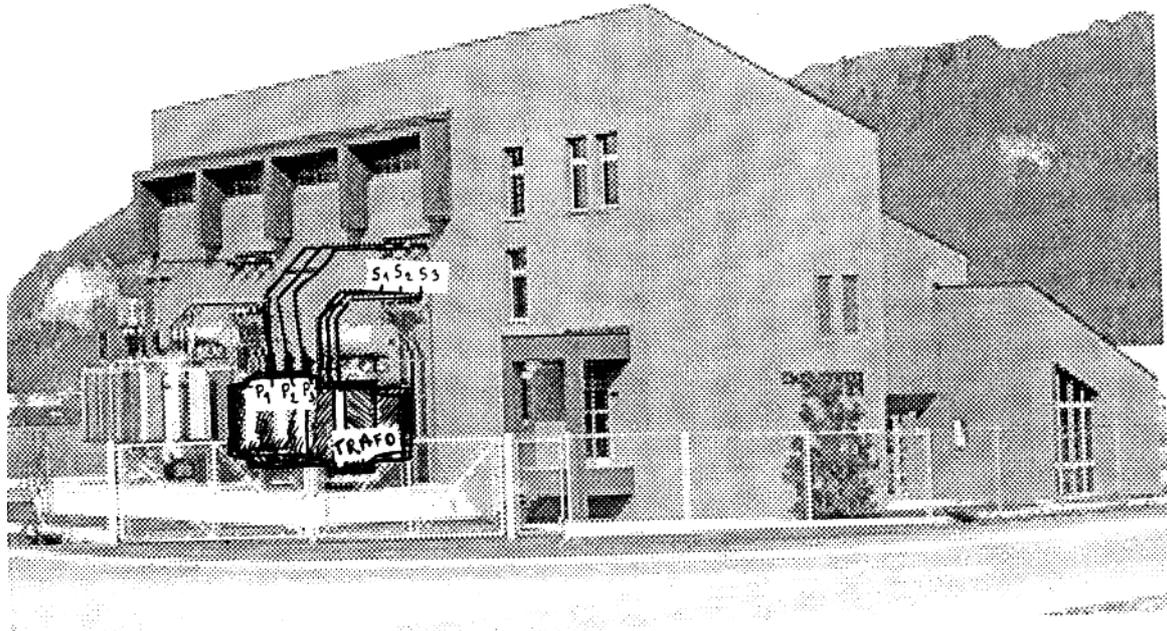
Die Spannung wird durch Transformatoren herabgesetzt. So ist ein „Trafo“ aufgebaut:



Ein einfacher Transformator besteht grundsätzlich aus 2 Spulen die über einen Eisenkern magnetisch gekoppelt sind.



Ein „Dreiphasentrafo“ besteht grundsätzlich aus drei einfachen Transformatoren. Die „normale Steckdose“ des Privatverbrauchers wäre an die Punkte S₁ und N angeschlossen. (bzw. S₂ - N oder S₃ - N)



Umspannwerk an der Industriestrasse

Über jedem der zwei Freilufttransformatoren erkennt man die drei Metallschienen, die den Strom aus dem Gebäude zu den Primärspulen führen. Die drei kürzeren, dickeren Metallschienen sind die Anschlüsse der Sekundärspulen. Die Spannung wird dabei von 50000 Volt auf 10 000 Volt herabgesetzt.

☛ SCHÜLERAKTIVITÄTEN (Exkursionsbericht)

WENN DU DIE STROMLEITUNG AUS DER SCHWEIZ AM RHEINDAMM GEFUNDEN HAST, KANNST DU IN DER NÄHE AUCH DAS UMSPANNWERK SEHEN. MACHE EINE GENAUE ZEICHNUNG EINES DER FREILUFTTRANSFORMATOREN.

SCHÄTZE DIE DIMENSION EINES FREILUFT-TRANSFORMATORS.

Länge L = _____ m.

Höhe H = _____ m.

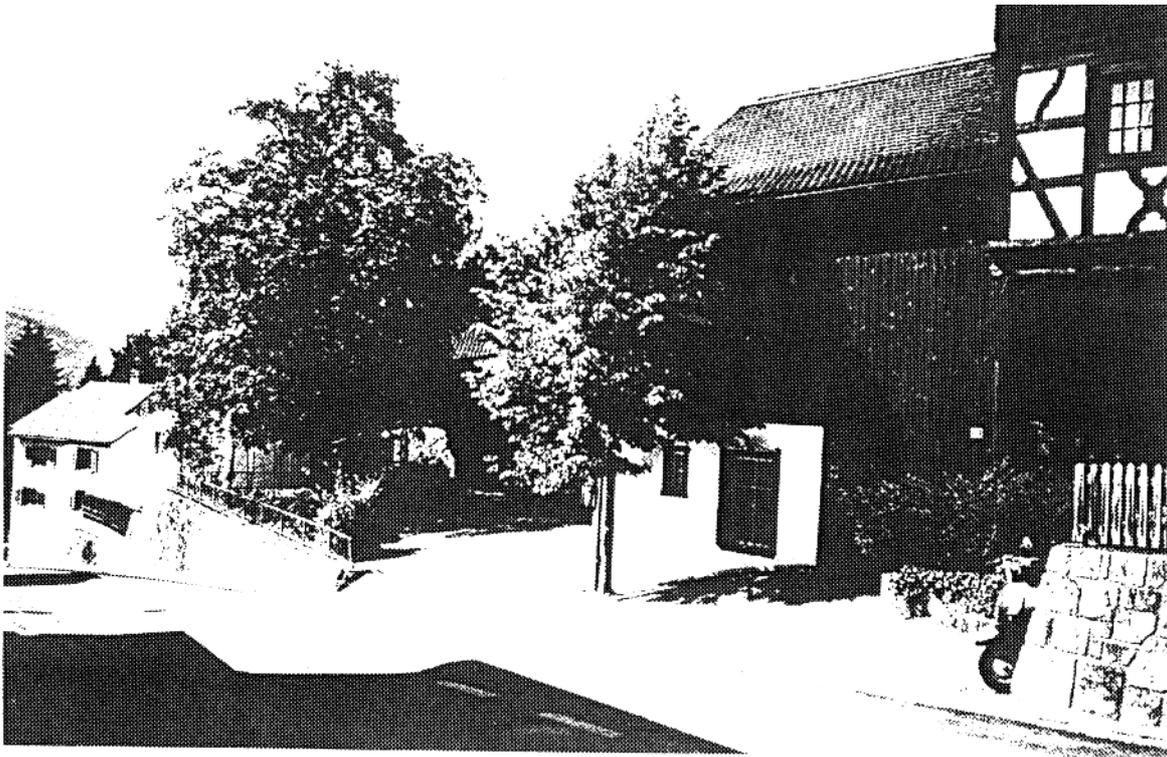
Breite B = _____ m.

Nutzenergie

Die Energie, die in natürlichen Energieträgern vorhanden ist (**Primärenergie**, z.B. Nahrungsmittel, fossile Brennstoffe, Sonne usw.), wird, zum Teil nach Umwandlung in **Sekundärenergieträger** (z.B. Strom), für unsere Bedürfnisse genutzt (**Nutzenergie**, z.B. Licht, Bewegung, Hubarbeit, Wärme). Bei jeder Energieumwandlung kann die vorhandene Energiemenge niemals grösser werden. Das ist eines der wichtigsten Naturgesetze (Energieerhaltungssatz).

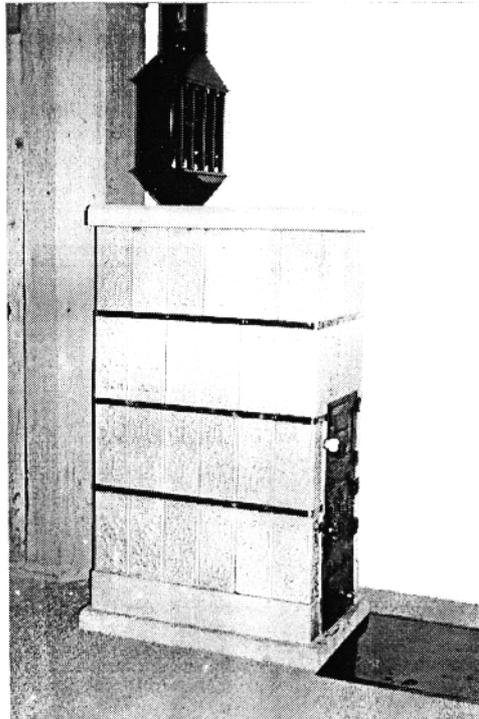
Um die Nutzenergie am effizientesten einzusetzen, wurden und werden viele technische Anlagen und Geräte entwickelt. Unsere Vorfahren waren dabei nicht weniger begabt als wir, Objekte aus dem sind ein Zeugnis dafür.

DORFMUSEUM



Das Dorfmuseum befindet sich an der Dorfstrasse.

Holzofen



Kachelofen mit Wärmetauscher am Schornsteinrohr (Dorfmuseum).

Die chemische Energie, die im Holz gespeichert ist (Energie der Biomasse), wird bei der Verbrennung in Wärme umgewandelt. Ein gut gebaut und installierter Ofen hat einen sehr hohen Wirkungsgrad, weil quasi die ganze freigesetzte Energie an die Innenluft der Stube abgegeben wird. Dagegen ist es nicht immer zu verhindern, dass mehr Wärme freigesetzt wird als durch die Wände hinausfließt (dann wird die Stube überhitzt). Noch ein Problem ist die Notwendigkeit einer starken Belüftung, damit die Verbrennung stattfinden kann. Denn wenn mit kalter Aussenluft belüftet wird, kühlt die Stube ab.

Bis in die Mitte des 20. Jahrhunderts waren die meisten Triesner Häuser mit Holzöfen geheizt. Die Anlage im Dorfmuseum ist noch in Betrieb.

☛ SCHÜLERAKTIVITÄTEN (Verständnisfragen)

- 1) WELCHE ÖKOLOGISCHEN VORTEILE HAT DIE VERWENDUNG VON BRENNHOLZ IM VERGLEICH MIT FOSSILEN BRENNSTOFFEN?
- 2) WELCHE VOR- UND NACHTEILE BEI DER HANDHABUNG HAT DER KACHELOFEN IM VERGLEICH ZU MODERNEN GAS- ODER ÖLHEIZUNGEN?

Geneigte Ebene



Die Dorfstrasse sowie viele andere Strassen in Gebirgsgegenden sind ein Beispiel der „geneigten Ebene.“ Die Höhendifferenz von 25 m zwischen der Landstrasse und der Passage „Am Winkel“ kann über die Dorfstrasse oder über das Gässle überwunden werden. Die Strecke beträgt im ersten Fall rund 400 m, im zweiten 200m. Um einen reibungslos rollenden, beladenen Karren hinaufzuschieben, benötigt man im zweiten Fall eine doppelt so grosse Kraft wie im ersten, was besonders früher für Pferdewagen nicht zu unterschätzen war. Die geleistete Arbeit ist dieselbe und ist in Form von potentieller Energie gespeichert, wenn der beladene Karren oben angekommen ist.

← SCHÜLERAKTIVITÄTEN

(Rechenaufgaben)

- 1) DAS GEFÄLLE WIRD DEFINIERT ALS DER QUOTIENT HÖHENDIFFERENZ DURCH STRECKE. BERECHNE DAS GEFÄLLE DER DORFSTRASSE UND DES GÄSSLES
- 2) DIE MECHANISCHE ARBEIT (W) WIRD DEFINIERT ALS ZUGKRAFT (F) MAL WEGSTRECKE (s) $W=F \cdot s$. BERECHNE DIE KRAFT, DIE DAS PFERD IM GÄSSLE BRÄUCHTE, WENN FÜR DIE AUFFAHRT ENTLANG DER DORFSTRASSE EINE KRAFT VON 500 NEWTON NÖTIG IST.

(Exkursionsbericht)

- 3) LAUFE DIE BEIDEN STRECKEN ENTLANG. IN WELCHER STRASSE HERRSCHT DER GRÖSSTE VERKEHR UND WARUM?

Einfache Maschinen

„Einfache Maschinen“ nennt man in der Physik Vorrichtungen, welche mechanische Arbeit ohne Übergang in eine andere Energieform und ohne Zwischenspeicherung umwandeln. Mechanische Arbeit ist gleich Kraft mal Wegstrecke bei Translation (Drehmoment mal Drehwinkel bei Rotation). Die häufigsten einfachen Maschinen bezwecken die Erzeugung einer grossen Nutzkraft unter Aufwendung einer eher kleinen Antriebskraft (z.B. Muskelkraft). Dies widerspricht nicht dem Energieerhaltungssatz, weil die Arbeit die gleiche ist und die aufgewendete Antriebskraft eine grosse Strecke zurücklegen muss. Was an Kraft gewonnen wird, geht an Strecke verloren, und umgekehrt.

Hebevorrichtung



Hebevorrichtung. - Triesner Dorfmuseum Nr.485

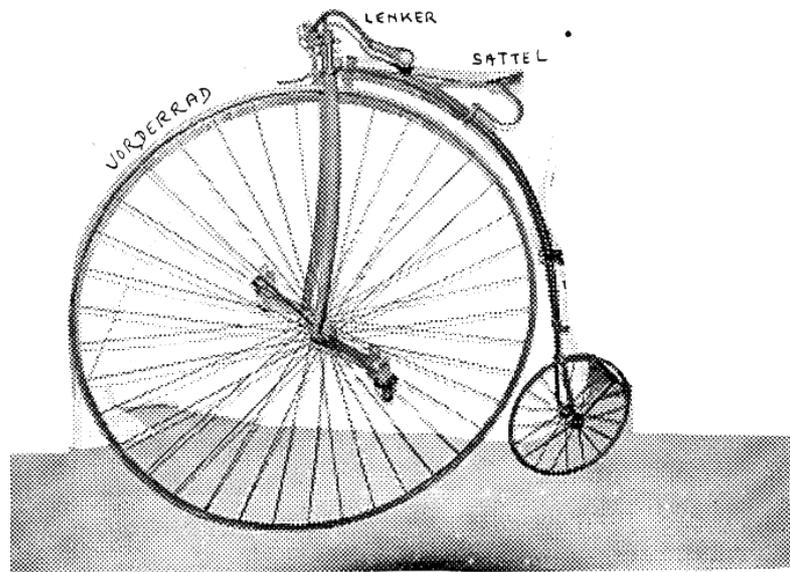
Diese Hebevorrichtung ist eine einfache Maschine, die es erlaubt, mit der Handkurbel tonnenschwere Lasten (langsam) hochzuheben. Sie stammt aus der Jenny-Spörry Fabrik.

☛ SCHÜLERAKTIVITÄTEN (Verständnisfragen)

1) WOZU DIENT DIE ABGEBILDETE MASCHINE?

2) DER VORTEIL DES GERÄTS IST, DASS MAN AUCH MIT wenig KRAFT EINEN SCHWEREN GEGENSTAND HOCHHEBEN KANN. DER ENTSPRECHENDE NACHTEIL IST, DASS MAN _____ KURBELN MUSS.

Fahrrad



„Hochrad“. - Triesner Dorfmuseum Nr. 394.
Fahrrad aus den Anfängen der Velo-Ära mit Vorderradantrieb.

In diesem Fahrzeug ist der Energievorrat der Mensch selber. In Körper hat er durch die Nahrung chemische Energie gespeichert, durch die Muskeln in mechanische Arbeit umgewandelt wird.

Um eine grössere Fahrgeschwindigkeit zu erreichen, kann ein Kettengetriebe verwendet werden wie bei modernen Velos, oder einfach der Durchmesser des Triebrades vergrößert werden wie beim Exemplar aus dem Triesner Dorfmuseum („Hochrad“).

Bis heute gibt es keine bessere Erfindung, mit der man durch Muskelkraft schnell vorwärts kommt, und die einen so hohen Wirkungsgrad hat wie das moderne Velo. Ausserdem ist, wie man weiss, Velofahren gesund, sparsam, umweltfreundlich und „in“.

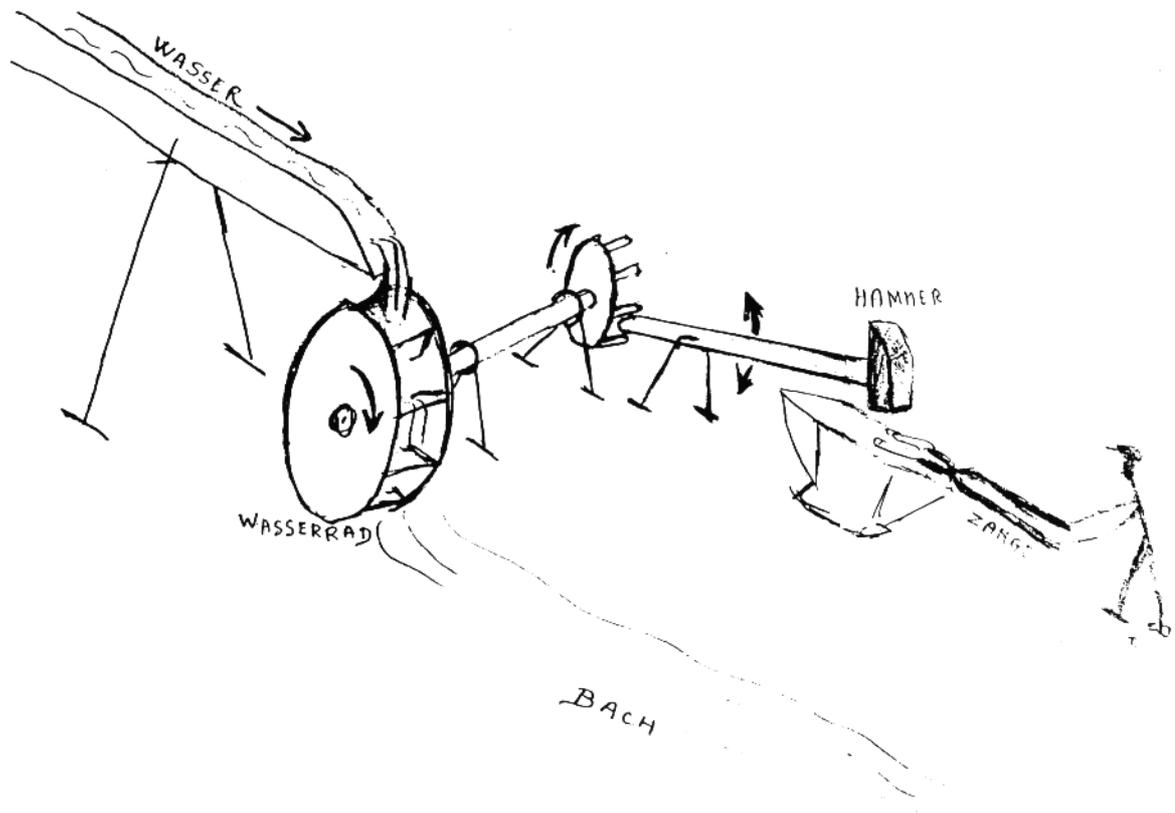
☛ SCHÜLERAKTIVITÄT (Rechenaufgabe)

WELCHE STECKE LEGT DIESES VELO ZURÜCK BEI EINER PEDALUMDREHUNG?

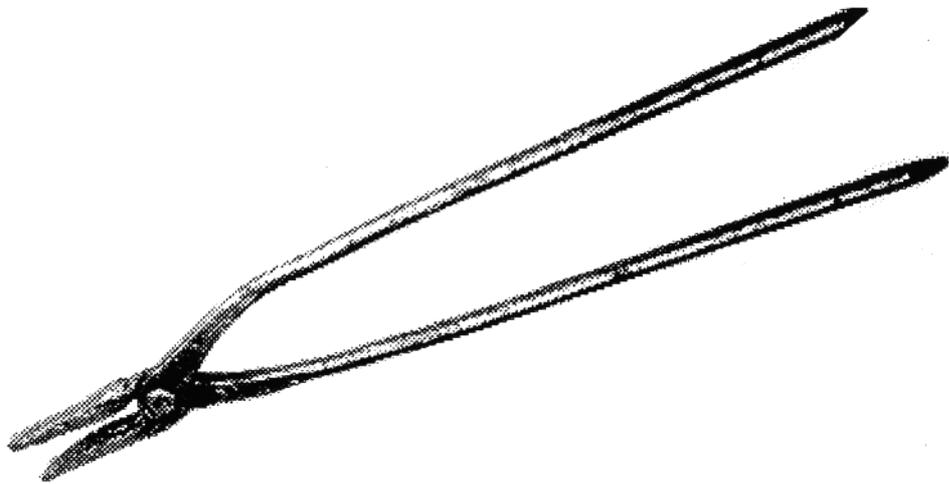
LÖSUNGSHINWEIS: SCHÄTZE ANHAND DES FOTOS DEN DURCHMESSER DES GROSSEN RADES ($D = 2r$) (ALS MASSSTAB GILT EINE VERNÜNFTIGE DISTANZ ZWISCHEN SATTEL UND PEDAL) BERECHNE DARAUS DEN KREISUMFANG DES RADES ($K = 2\pi r$).

Nutzenergie

In der Hammerschmiede



So funktionierte die wasserbetriebene Hammerschmiede,
die von 1864 bis 1944 in Betrieb war.



Schmiedezeange eines Hufschmieds, Länge 45 cm. - Triesner Dorfmuseum Nr.676.
Eines der seltenen Überreste der Schmiede.

☛ SCHÜLERAKTIVITÄTEN

1) **Rechenaufgabe:** BETRACHTE DIE ZEICHNUNG. WIE BEWEGT SICH DER HAMMER?

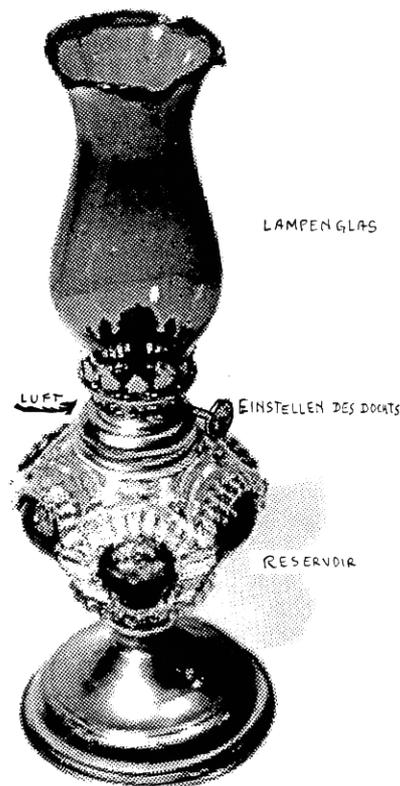
2) **Exkursionsbericht:** SUCHE AUF DER HISTORISCHEN KARTE, WO DIE HAMMERSCHMIEDE STAND, UND BEZEICHNE DIESEN ORT AUF DER LANDKARTE MIT EINEM ROTEN KREUZ. GEHE AN DIESEN ORT („IM BACH“). WAS STEHT HEUTE AN DER STELLE DER HAMMERSCHMIEDE?

Beleuchtung

Kerze, Petroleumlampe, Gaslampe und auch die herkömmliche elektrische Glühbirne beruhen auf dem Phänomen der Inkandeszenz (Wärmeglühen). Durch Wärme wird ein Körper (Glühkörper) sehr stark erwärmt. Ab Temperaturen von ca. 1000°C wird er glühend: er sendet elektromagnetische Strahlung im sichtbaren Bereich aus (Licht). Je höher die Temperatur desto kleiner die Wellenlängen. (Bei 1000°C nur 600-700 nm = rötliches Licht , bei 3000°C schon 400-700 nm = weisses Licht)

Der grösste Teil der aufgewendeten thermischen Energie wird als Abwärme oder aber im unsichtbaren Bereich des Spektrums (über 750 nm) als Infrarotstrahlen ausgestrahlt („Wärmestrahlung“).

Fluoreszenzröhren, „Sparlampen“, Leuchtdioden, Neonröhren, Glimmlampen, Natriumdampflampen, Laser, usw. sind Anwendungen von anderen Phänomenen (Lumineszenz, Fluoreszenz usw.), welche nicht so hohe Temperaturen benötigen wie die Inkandeszenz. Die Energie wird vorwiegend im sichtbaren Bereich ausgestrahlt, weniger Energie wird als Abwärme verschwendet.



Petroleumlampe, Höhe 25 cm. - Triesner Dorfinuseum Nr.543.
 Sie diente zur Wohnzimmerbeleuchtung vor der Elektrifizierung.

Bei allen älteren Beleuchtungsmethoden werden Flammen erzeugt, in denen feine Kohlenpartikel freigesetzt werden (Ruß, Rauch). Diese Partikel werden durch die Verbrennungswärme in der Flamme auf hohe Temperaturen erhitzt und wirken dann als Glühkörper. Das Reservoir der Lampe enthält den nötigen Energievorrat. Energieträger ist das Petroleum (ein flüssiges Kohlenhydrat, das aus Erdöl gewonnen wird). An der Spitze des Dochts reagiert das Petroleum mit Luft (Verbrennung) und setzt Wärme frei. Durch unvollständige Verbrennung wird auch Ruß freigesetzt. Ein ganz kleiner Teil der Wärme wird bei der Inkandescenz der Rußpartikel in Licht umgewandelt. An der Spitze der Flamme werden die Rußpartikel schlussendlich verbrannt und es entsteht unsichtbares Kohlendioxid. Der Docht muß so eingestellt werden, daß nicht zu viel Rußpartikel erzeugt werden, sonst könnten sie nicht alle verbrennen und die Flamme würde rauchen.

☛ SCHÜLERAKTIVITÄT (Verständnisfrage)

ZEICHNE ANHAND DES FOTOS DEN QUERSCHNITT DER LAMPE. DIE WICHTIGSTEN TEILE SOLLEN SICHTBAR SEIN: BEHÄLTER, DOCHT, LUFTZUFUHLÖCHER, LAMPENGLAS.

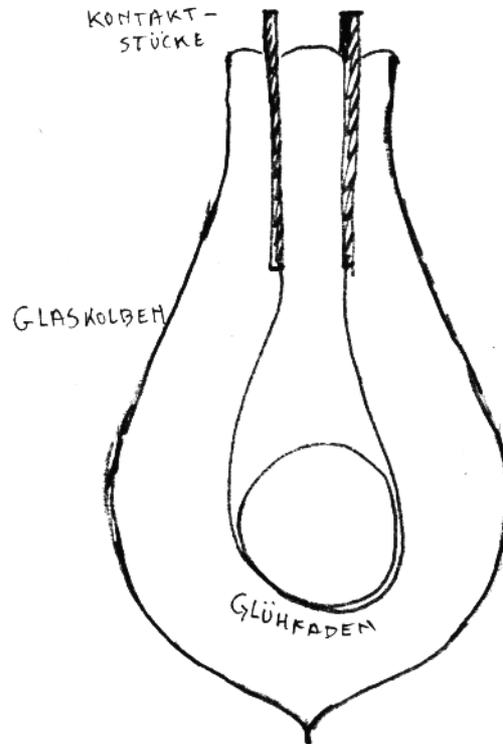
Elektrische Glühbirne

Der birnenförmige Kolben enthält einen dünnen Draht (Glühfaden), dessen Enden mit den zwei äußeren Kontakten verbunden sind. Der Glühfaden hat zwei Funktionen: Erstens ist er ein Ohmscher Widerstand, in dem elektrische Energie in Wärme umgewandelt wird. Zweitens wirkt er als Glühkörper und wandelt Wärme in Strahlung um, wenn er hohe Temperaturen erreicht. Der Glühfaden darf bei hoher Temperatur nicht schmelzen, er wird deshalb aus Wolframdraht hergestellt oder (bei den ersten Glühbirnen) aus einer dünnen Faser aus Holzkohle (Kohlenfadenlampe). Der Glühfaden darf auch nicht verbrennen, deswegen ist der Kolben luftdicht und enthält ein sauerstofffreies Gasmisch. Der Glühfaden verliert nach langem Betrieb etwas Substanz durch Sublimation, dies wird in modernen Lampen durch Zusatz von Jod verringert (Halogenlampen).

☛ SCHÜLERAKTIVITÄT (Nachforschungen)

SIEH DIR WÄHREND DER EXKURSION EINIGE STRASSENLATERNEN ODER HAUSBELEUCHTUNGEN AN. SIND ES GLÜHBIRNEN, LEUCHTSTOFFLAMPEN (WEISSES LICHT),LEUCHTSTOFFRÖHREN ODER NATRIUMDAMPFLAMPEN (GELBES LICHT)?

Man nannte sie „Licht-Gläser“



Skizze einer Kohlenfadenlampe, wie sie im Dorfmuseum zu sehen ist.

Die Kohlenfadenlampe im Dorfmuseum stammt aus der Pionierzeit der Elektrifizierung. Solche „flammenlose“ Beleuchtungskörper, die 1878 in Amerika entwickelt wurden, nannten die Triesner am Anfang des 20. Jahrhunderts „Liacht-Gläsle“. Sie gaben ein schwaches, gelbliches Licht und hatten eine kurze Lebensdauer. Später wurden sie aufgrund ihrer Form „Biara“ genannt.

Energiewirtschaft

Aus der Presse

Gesamtenergieverbrauch gestiegen

Aus der Energiestatistik des Amtes für Volkswirtschaft

Der gesamte Energieverbrauch im Fürstentum Liechtenstein hat sich gemäss den Erhebungen des Amtes für Volkswirtschaft von 1164597 MWh im Jahre 1996 auf 1171569 MWh im Jahre 1997 erhöht.

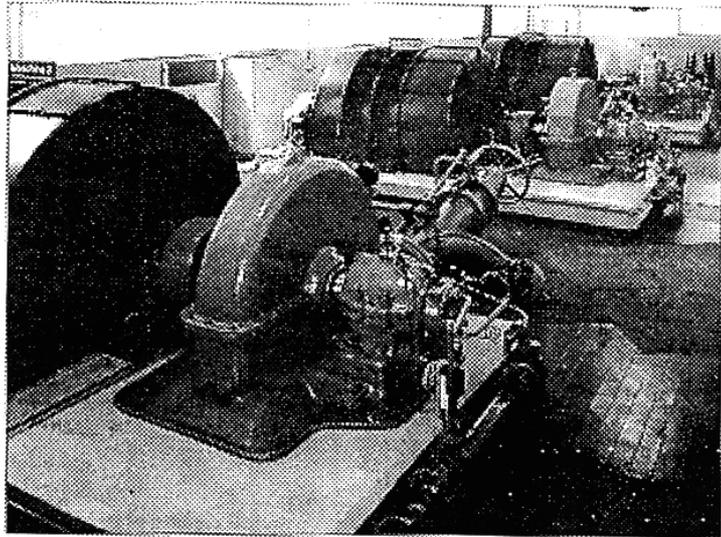
...

Die Energieversorgung in Liechtenstein stützt sich zu 54,4 Prozent auf Erdölprodukte ab; der Anteil von Heizöl liegt bei 26,8 Prozent, Benzin macht 22 Prozent aus, Dieselöl 5,6 Prozent!

...

Die liechtensteinische Eigenversorgung an Energie beschränkt sich gemäss den Ausführungen des Amtes für Volkswirtschaft auf die Energieträger Brennholz und Elektrizität. Diese Eigenversorgung belief sich im vergangenen Jahr auf 77816 MWh! ...

Liechtensteinische «Stromlieferanten» sind die LKW-Wasserkraftwerke Samina, Lawena und seit 1995 Schlosswald, das Wasserkraftwerk Jenny-Spoerry in Triesen, verschiedene erdgasbetriebene Blockheizkraftwerke, das biogasbetriebene Blockheizkraftwerk der Abwasserreinigungsanlage (ARA) in Benden sowie 13 Solarkraftwerk-Anlagen. (s.e.)



Die Stromproduktion macht den Hauptanteil der Eigenenergieversorgung im Land aus: unser Bild zeigt den Turbinenraum im Lawenakraftwerk

6.7.98

Liechtensteiner
Volksblatt

Impulse zum Energiesparen

Triesner Gemeinderat beschliesst Förderung des Energiesparens

In einer öffentlichen Sitzung hat der Triesner Gemeinderat mehrheitlich beschlossen, im Rahmen eines Impulsprogrammes insgesamt 150 000 Franken für die Förderung von Energiesparmassnahmen an Gebäuden freizustellen. Ab Januar kommenden Jahres werden Gebäudesanierungsprojekte mit bis zu 7000 Franken unterstützt.

(...)

Die Förderbeiträge machen etwa 10 bis 15 Prozent der Investitionen mit Bezug zu Energie und Energiesparen aus. Landesweit seien bisher rund eine Million Franken an Förderbeiträgen ausbezahlt worden.

(...)

Durch eine Gebäudehüllensanierung werden grösste Energieeinsparungen erzielt.

... In der Regel soll der Förderbeitrag von der Gemeinde der Hälfte des Landesbeitrages entsprechen.

Energiestatistik 1997

Einleitung

Die liechtensteinische Energiestatistik ist eine Zusammenstellung aus verschiedenen Erhebungsquellen (je nach Energieträger). Bei den fossilen Brennstoffen, ausgenommen Erdgas, wird nur der Import und nicht der Verbrauch erhoben. Da die Lagerbestandsveränderungen von Heizöl, Dieselöl, Benzin, Flüssiggas und Kohle nicht erfasst werden, kann der Verbrauch im eigentlichen Sinne nicht ausgewiesen werden. Ebenfalls unbekannt sind private Direktkäufe im Ausland einerseits und Verkäufe an im Ausland wohnhafte Personen andererseits. Besonders deutlich tritt dieser Effekt beim Import von Benzin auf. Die importierte Benzinmenge hat nur beschränkt mit dem Verbrauch zu tun, denn die Verkäufe an im Ausland wohnhafte Personen kann je nach Benzinpreis und Attraktivität der Tankstellen stark variieren. Die liechtensteinische Energiestatistik zeigt somit nur ein ungefähres Bild des Energieverbrauchs im Inland.

Energieverbrauch bzw. –import

Energieträger	1997	
	MWh	Anteil
Elektrizität	265'346	22.6 %
Brennholz	11'803	1.0 %
Kohle	163	0.0 %
Heizöl	313'640	26.8 %
Dieselöl	66'066	5.6 %
Benzin	258'271	22.0 %
Erdgas	254'441	21.7 %
Flüssiggas	1'839	0.2 %
Gesamt	1'171'569	100.0 %

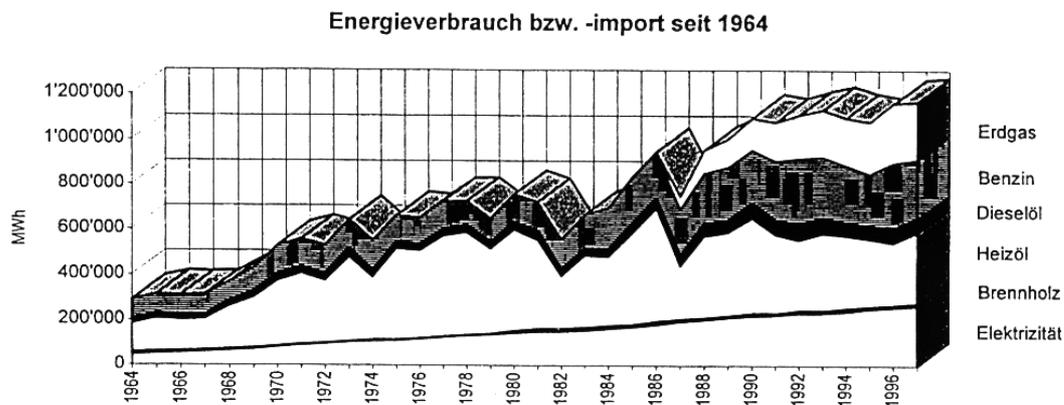
Eigenversorgung

Die liechtensteinische Eigenversorgung an Energie beschränkt sich auf die Energieträger Brennholz und Elektrizität. Die Einspeisung von Elektrizität ins Landesnetz erfolgt durch:

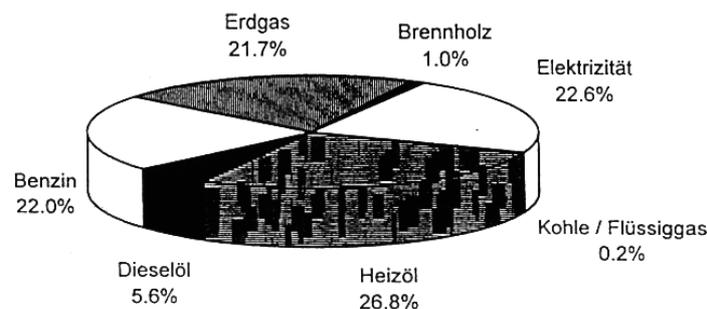
- Wasserkraftwerke Samina, Lawena und Schlosswald (ab 1995) der Liechtensteinischen Kraftwerke
- Wasserkraftwerke der Jenny-Spoerry (2596 MWh)
- Erdgasbetriebene Blockheizkraftwerke (2859 MWh)
- Biogasbetriebenes Blockheizkraftwerk der Abwasserreinigungsanlage (ARA) Bändern (1236 MWh)
- Solarkraftwerke (Fotovoltaik): nur Anlagen (13 Stück), welche ins Landesnetz einspeisen. (63 MWh)

Die liechtensteinische Eigenversorgung an Energie belief sich 1997 auf insgesamt 77'816 MWh.

Energieverbrauch bzw. -import seit 1964



Energieverbrauch bzw. -import im Jahre 1997



Die Energieversorgung besteht somit zu 54.4% (54.1%) aus Heizöl, Dieselöl und Benzin.

Quelle: Amt für Volkswirtschaft, 1997

Die Energieversorgung besteht somit zu 54.4 % (54.1 %) aus Heizöl, Dieselöl und Benzin.

☛ SCHÜLERAKTIVITÄTEN (Rechenaufgaben)

DIE SI-EINHEIT FÜR ENERGIE IST DAS JOULE (UND DEZIMALE VIELFACHE DAVON). WANDLE DIE ANGEGEBENEN WERTE IN DIESE EINHEIT UM.

1 kWh = 3600 KJ

1 MWh = 3600 MJ = 3.6 GJ

(DIE ABKÜRZUNG k INNERHALB DES WORTES BEDEUTET KILO = TAUSEND, DIE ABKÜRZUNG M BEDEUTET MEGA = MILLION, DIE ABKÜRZUNG G BEDEUTET GIGA = MILLIARDE)

MIT KNAPP 4'000 EINWOHNERN STELLT TRIESEN 13% DER LANDESBEVÖLKERUNG. WELCHER ANTEIL DER OBEN ANGEGEBENEN ZAHLEN BETREFFEN TRIESEN (BZW. JEDEN TRIESNER?)

Selbständige Weiterarbeit

☛ SCHÜLERAKTIVITÄT (Nachforschungen)

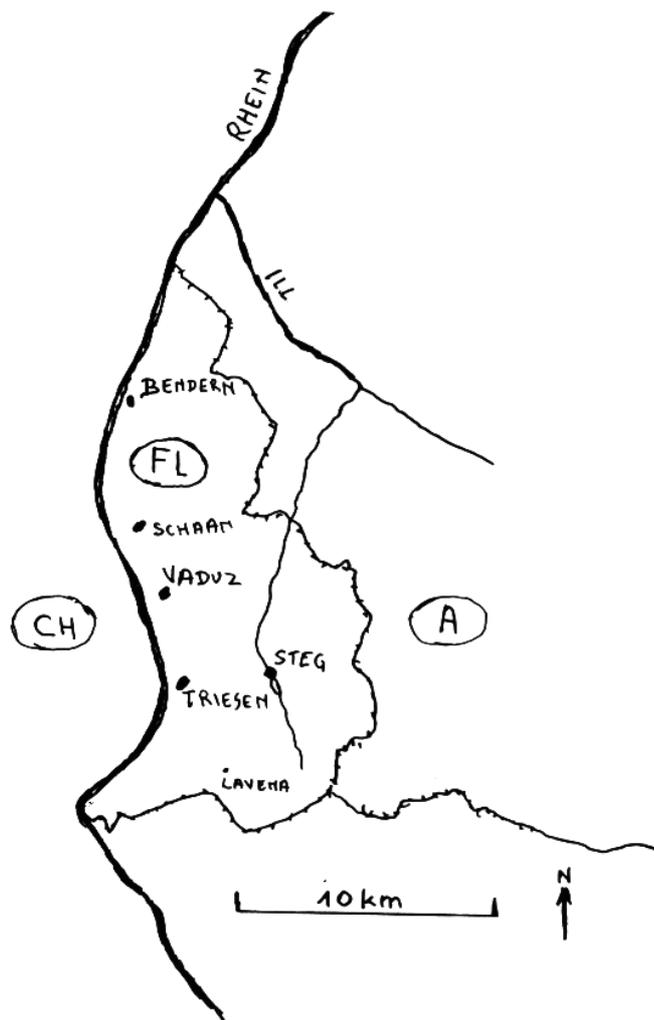
ERKUNDIGE DICH, WO NOCH ANDERE ENERGIEFORMEN (Z.B. DIE UNTEN AUFGEFÜHRTEN) ANGEWENDET WERDEN, UND TRAGE SIE, WENN MÖGLICH, IN DIE KARTE EIN.

VORHANDENE OBJEKTE:

ANDERE SOLARANLAGEN, NUTZWALD FÜR BRENNHOLZ, WÄRMEPUMPEN, NUTZUNG DER GEWÄSSER AUS DEM TRIESNER VALÜNATAL (STAUSEE UND PUMPWERK STEG), NUTZUNG DES ABWASSERS (BIOGASANLAGE DER ARA BENDERN)

EHEMALIGE OBJEKTE, VON DENEN NOCH TEILE ERHALTEN SIND:

WASSERBETRIEBENE SÄGEREI, HANDBETRIEBENER TORDEL, EHEM. GASOMETER, THERMISCHE ENERGIE, EHEMALIGER PRÜFSTAND FÜR RENNAUTOMOTOREN, (MINERALQUELLE).



Quellennachweis

FROMMELT, H.: Artikelreihe in „Kontakt“ LKW, Schaan 1995-1998.

GRASS, S.: Sonnenweg, St.Galler Rheintal und Liechtenstein, Bündner Vereinigung für Sonnenenergie, Chur 1997.

VOGT, P.: Brücken zur Vergangenheit, Amtlicher Lehrmittelverlag, Vaduz 1990.

Kochbuch TIP-TOPF.

Topographische Karte des Fürstentums Liechtenstein, 1 : 10'000, Blatt 3 Vaduz, herausgegeben von der Fürstlichen Regierung, Vaduz .

Liechtenstein 1938-1978, Bilder und Dokumente, Verlag der Fürstlichen Regierung, Vaduz 1978.

Publikationen der Gemeinde Triesen und der LKW Schaan .

Prospekte der Firmen Hoval, H.R. Neyer Triesen, McDonald's Triesen

Archive des Dorfmuseums Triesen

75 Jahre Liechtensteinische Kraftwerke 1923-1998, LKW, Schaan 1998.

Elektrizität - heute - morgen, LKW, Schaan 1980.

Energiestatistik 1997, Amt für Volkswirtschaft, Vaduz 1998.