

**Aanwijzingen voor het gebruik van
de fischertechnik-bouwdoos**

PROFI Oeco Power

in het natuurwetenschappelijke onderwijs

in de oriëntatiefase

Voorwoord

De in deze begeleidende documentatie voor de leraar/lerares samengevatte aanwijzingen zijn het resultaat van een project ten aanzien van het thema „elektriciteit“, in het kader van lessen over natuurfenomenen voor een 6^e klas van een algemeen vormend gymnasium met natuurwetenschappelijk profiel.

Het vak „Natuurfenomenen“ is onderdeel van het natuurwetenschappelijke lespakket in de klassen 5 en 6 van gymnasia in Baden-Württemberg, waarin de scholieren indrukken op moeten doen in de indrukwekkende wereld van natuurwetenschap en techniek. Het nieuwe onderwijsplan benadrukt daarbij uitdrukkelijk de thema's „magnetisme en elektriciteit“ ten aanzien van de verantwoordelijkheden en inhoud van de onderwijsstandaard voor klas 6. De desbetreffende fenomenen moeten daarbij in de vorm van oefeningen en in het kader van projecten experimenteel bewerkt worden.

Op grond hiervan hecht de school van de opsteller er veel waarde aan, dat het onderwijs in groepen van maximaal 20 – 22 scholieren en in de vorm van blokken van ieder 90 minuten plaats vindt, d.w.z. 's middags iedere 14 dagen afwisselend waarbij het klassenverband wordt opgeheven (bijv. klas 6a + 6b = 3 groepen).

In eerste instantie is daarbij gebruik gemaakt van onderdelen van de apparatuur voor natuurkundeonderwijs, hetgeen na verloop van tijd problemen opleverde, enerzijds doordat het materiaal voor eventueel gelijktijdig draaiende natuurkundepraktica werd geblokkeerd en anderzijds door een bepaalde ontoegankelijkheid, aangezien het gebruikte materiaal meer gericht was op het experimentele onderwijs van de hogere klassen.

Hierdoor is men op het idee gekomen om onderdelen van in de handel verkrijgbare experimenteerdozen te gaan gebruiken. Hier viel de keus op fischertechnik, omdat bij het aangeboden assortiment ook andere mogelijkheden (bijv. ten aanzien van thema's uit de kinetica, mechanica of statica) experimenteel bewerkt, c.q. bij het maken van aanschouwelijke modellen met die op het gebied van de elektriciteitsleer gecombineerd kunnen worden. Juist de mogelijkheid om natuurkundige feiten door het maken van functiemodellen aanschouwelijk te maken en te doorgronden, voldoet aan de intenties van het vak natuurfenomenen.

De in 2003 door de fischer-fabrieken ontwikkelde bouwdoos „PROFI Oeco Power“ maakt het kinderen en jongeren mogelijk om met behulp van

Aanwijzingen

meerdere modellen inzicht te krijgen in de toepassing van duurzame energie in verschillende vormen.

Op de volgende pagina's moeten leraren/leraresen en scholieren aanwijzingen worden gegeven, die vanuit de eerste ervaring met het gebruik van deze bouwdoos resulteren en ook op andere schooltypen en landen kunnen worden overgedragen.

Organisatie van de lessen

Methodieke en vakdidactische aanwijzingen.

Tot de belangrijkste verantwoordelijkheden in het natuurwetenschappelijke experimentele onderwijs behoort de zorgvuldige omgang met apparatuur en hulpmiddelen. In de kleine groepen wordt geoefend om rekening met elkaar te houden en om samen te werken, waardoor de sociale verantwoordelijkheid van scholieren wordt versterkt. Tijdens de uitwisseling van ervaringen tussen de groepen wordt de communicatie bevordert, zonder dat deze als storend moet worden ervaren. Scholieren kunnen daarbij ook anderen ondersteunen bij het overwinnen van begripsproblemen en de leraar/lerares met betrekking tot zowel een positieve als negatieve terugkoppeling, aanwijzingen ten aanzien van veranderingsmogelijkheden meegeven.

Voor de met behulp van de „PROFI Oeco Power“-bouwdoos uit te werken onderwijsunit worden drie tot vier dubbele uren in het derde kwartaal van het schooljaar uitgetrokken. Hier gaan de behandeling van het begrip energie en energieomzetting, alsmede van stroomcircuits en schakelingen aan vooraf, om de betekenis van de elektriciteit te verduidelijken, hetgeen tevens met behulp van fischertechnik (PROFI E-Tec) kan worden uitgevoerd, c.q. in de proeffase ook is uitgevoerd.

Het is daarom dan ook zinvol om aansluitend op de behandeling van elektrische stroom en de toepassingsgebieden het thema van duurzame energie op te nemen, omdat daarmee de cirkel in zekere zin kan worden gesloten, waarin op de alternatieven wordt ingegaan, waarmee oorspronkelijke en natuurlijke vormen van energie met behulp van moderne technologieën beter kunnen worden gebruikt.

Water- en windkracht moeten als één van de effecten van de verschillende soorten van inwerkingen van de zon reeds bekend zijn (watercirculatie, wind als compensatiebeweging tussen hogere en lager luchtdruk). Het gebruik van deze krachten in oude molens, zaag- en smederijwerkplaatsen e.d., kan de scholier tijdens een bezoek aan het open luchtmuseum (bijv. in het kader van een schoolexcursie) ervaren.

Nadat de scholieren met de basisprincipes en de betekenis van de elektriciteit vertrouwd zijn en de basisfeiten van het op de verschillende manieren omzetten van energie kennen, zijn zij daarmee ook in staat om de betekenis van rechtstreeks gebruik van zonne-energie te begrijpen. Daarbij

Aanwijzingen

kunnen ook de begrippen „zonnecellen“ en „zonnecollectoren“ met de verschillende werkingwijzen worden uitgelegd. De werking van de laatstgenoemde kan al eerder in een leerplanmodule „Vuur – Licht – Warmte“ worden behandeld.

Ten aanzien van de eerstgenoemde kan ook de vergelijking met de kracht van groene planten bij de fotosynthese worden getrokken, om daarmee ook de bio-energie als een vorm van regeneratieve energie voor het voetlicht te brengen. In deze samenhang kan zeer wel – ook op deze leeftijd – al over het probleem van de beschikbaarheid en de opslag van energie worden gediscussieerd.

Door deze aanvulling c.q. deze afsluiting wordt tevens gegarandeerd, dat de thema's „energie“ en „elektriciteit“ niet alleen vanuit puur natuurkundig-technisch zicht worden behandeld, maar dat daarmee ook weer het vakoverstijgende aspect tot zijn recht komt. In de oriëntatiefase zullen ook in de toekomst veel van dit soort aspecten in eerste instantie in het aardrijkskunde- en biologieonderwijs worden behandeld, nadat de kinderen op de basisschool door de combinatie van de vakken „mens, natuur en cultuur“ (overeenkomstig het onderwijsschema van het land Baden-Württemberg) een eerste inzicht hebben meegekregen.

Juist het thema van de duurzame energie heeft raakvlakken met andere vakken; naast geografie en biologie, zijn dit ook het godsdienst- of ethische onderwijs, dat zich met problemen bezig houdt, die resulteren vanuit de relatie van mensen met de natuur c.q. zijn ecologische omgeving.

Onderwijspraktische (toepassingstechnische) aanwijzingen:

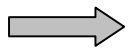
Om deze methodieke en vakdidactische doelstellingen te kunnen realiseren, is het strikt noodzakelijk dat de volgorde en het in acht nemen van de aanwijzingen wordt gehandhaafd!

Op grond daarvan worden in een lijst de doorlopende nummers van de bouwdozen geregistreerd en vermeld welke scholieren de desbetreffende doos gebruiken. In een andere lijst kunnen de meldingen over ontbrekende of beschadigde onderdelen worden geregistreerd. Hierdoor heeft de leraar/lerares controle over de volledigheid en het opvolgen van de instructie en daarmee tevens een beoordeling van de scholieren. De leraar/lerares maakt aan de hand van de desbetreffende eisen (aantal groepen,

Aanwijzingen

groepsgrootte, aantal beschikbare dozen; zie **Voorbeeld** in de bijlage) de lijsten aan.

De scholieren krijgen daarbij aanwijzingen ten aanzien van het gebruik van de bouwdozen:



Kopieervoorbeeld 1

Dit onderwijs is niet gebonden aan een voor natuurwetenschappelijk onderwijs ingericht klaslokaal, maar kan ook in een willekeurig ander lokaal worden gegeven, hetgeen wederom tot een grotere mate van flexibiliteit in het rooster mogelijk maakt.

Aan het begin van ieder dubbel uur wordt door middel van korte schriftelijke testen de kennis gecontroleerd, waarvan het resultaat dan invloed heeft op het totale cijfer. Deze testen zijn zodanig vorm gegeven, dat de tijd van maximaal 10 minuten voldoende is voor de scholieren en tevens de correctie uiterst snel kan worden uitgevoerd. Daarmee wordt tevens gegarandeerd dat de leraar/lerares in staat is om snel een totale indruk te krijgen van het succes of de mislukking, dat het hem/haar weer mogelijk maakt om tijdens het verdere lesverloop aanvullend en corrigerend in te grijpen.

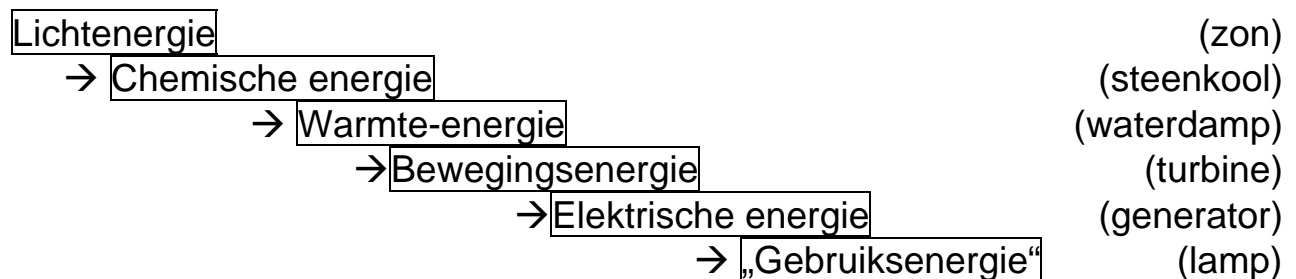
Dit soort van controles heeft ten doel om de scholieren te prikkelen om de bouw instructie en de daarbij behorende informatie in de begeleidende documentatie intensiever te bekijken en door te lezen. De ervaring leert dat veel kinderen er toe neigen, om gewoon iets te proberen en te weinig aandacht besteden aan de instructies, waardoor de gestelde taak niet tot een goed einde wordt gebracht!

De **werkbladen** (kopieervoorbeelden 2 + 3) hebben ten doel om voor de scholieren de kennis die door het bouwen van de modellen is verkregen vast te houden en de resultaten vast te leggen.

Regeneratieve energiebronnen

De acht modellen die je met behulp van de handleiding uit de onderdelen van de bouwdoos kunt bouwen, moeten je laten zien hoe de regeneratieve of duurzame energie uit water, wind en zonlicht kan worden gebruikt. Je weet natuurlijk al lang dat uiteindelijk alle energie die wij mensen verbruiken van de zon komt. De zon is in zekere zin ook de aandrijving voor de wind en de beweging van het water.

Ook de fossiele brandstoffen en motorbrandstoffen als steenkool, aardolie en aardgas bevatten opgeslagen zonne-energie. Uiteraard kunnen deze niet worden vernieuwd, dat wil zeggen dat wij in korte tijd dat verbruiken, wat de natuur in een zeer lange tijd heeft gevormd. Daarbij ontstaan vooral bij iedere energieomzet min of meer grote verliezen. Wanneer wij bijvoorbeeld elektrische stroom gebruiken, die in een kolencentrale is opgewekt, dan zijn hier meerdere energieomzettingen noodzakelijk:



Je kunt je voorstellen dat bij iedere omzetting van een vorm van energie in een andere slechts het deel in verder bruikbare energie wordt omgezet, dat bij de kaders de lengte van de gemeenschappelijke grenzen aangeeft. Daarbij komt ook nog eens het transportverlies. De lichtenergie van de bureaulamp is dus nog slechts een minimale hoeveelheid van de oorspronkelijk benodigde zonne-energie.

De fossielen, dus de niet-duurzame energiedragers worden steeds duurder en zullen op een gegeven moment uitgeput raken.

Men probeert al enkele jaren om mogelijkheden te vinden, waarmee het gebruik van fossiele energiedragers kan worden beperkt. Steenkool en aardolie zijn daarbij ook nog eens belangrijke grondstoffen, waaruit de meest verschillende producten kunnen worden gemaakt. Anderzijds kan daarmee ook de luchtverontreiniging worden verminderd.

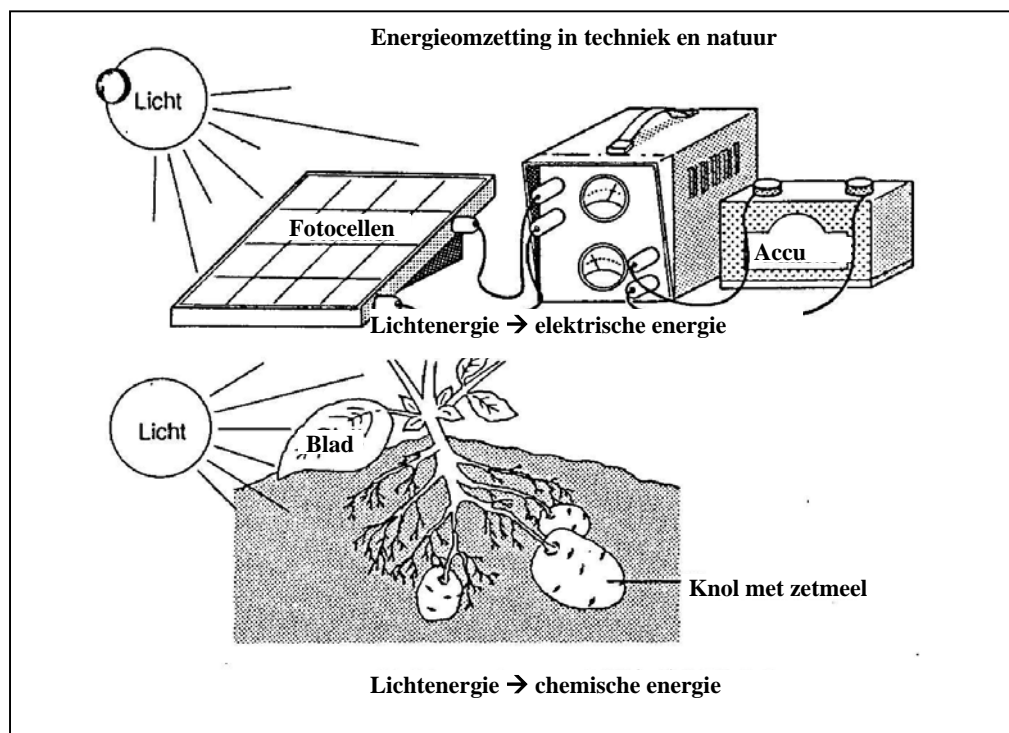
Achtergrondinformatie

De technische vooruitgang maakt vandaag de dag een efficiënter gebruik van de energie en van stromend water mogelijk, dan dat dit vroeger bij windmolens en waterraderen mogelijk was. Hierdoor worden transporttrajecten tussen de plaatsen waar de energie wordt opgewekt en die van het verbruik verkort, waardoor ook de verliezen verminderen.

De uitvinding en ontwikkeling van de zonnecellen maken nu ook een directe omzetting van zonne-energie in elektrische energie mogelijk. Vooral bij heel veel kleinere apparaten maakt men hier al enige tijd gebruik van. Intussen worden ook steeds meer installaties voor het opwekken van elektrische stroom op daken van huizen geïnstalleerd. Overheden stimuleren dergelijke maatregelen door middel van subsidies.

Hoe werkt een dergelijke installatie?

De natuurkundige c.q. technische uitleg vind je op de pagina's 4 en 5 van de begeleidende documentatie onder hoofdstuk 5.1 „De zonnecel“. Wij kunnen de hier plaatsvindende energieomzetting echter ook met de processen in de bladeren van planten vergelijken.



De afbeelding geeft aan, dat in principe de groene bladeren van planten als zonnecellen functioneren. Ook de bladeren nemen de energie van het zonlicht op en zetten dit om in een andere vorm, in dit geval in chemische energie, die dan in suiker, zetmeel, hout en andere organische stoffen wordt opgeslagen.

Achtergrondinformatie

Wanneer wij met zonnecellen elektrische energie opwekken, besparen wij dus de met vele verliezen gepaard gaande omweg via andere energievormen.

In combinatie met de overige duurzame energievormen zou daarbij tenminste een deel van ons huidige probleem ten aanzien van een voldoende hoeveelheid voordelige en milieuvriendelijke energie worden opgelost en in de hoop dat door verdere technische vooruitgang het aandeel van deze vorm van energie nog verder zal stijgen.

Een grote hoop van wetenschappers is het nog altijd dat wij met behulp van door zonnecellen gewonnen elektrische energie, waterstof kunnen opwekken en dan ook in staat zijn om dit op te slaan.

De toepassing van waterkracht

Al vroeg in de geschiedenis zijn mensen begonnen om de kracht van stromend water voor de aandrijving van eenvoudige machines te gebruiken. Daar waar een beek of rivier een groot verval heeft, is de kracht groter. Daarom heeft deze vorm van energiegebruik in bergachtige streken een grotere rol gespeeld dan in vlakke streken. Op deze manier werden molens, zaag- en smederijwerkplaatsen van energie voorzien.

Om de waterkracht ook in drogere tijden in voldoende hoeveelheden ter beschikking te kunnen hebben, is men er toe overgegaan om het water met behulp van dammen op te stuwen. Hiermee kon in veel gevallen extra energie worden gewonnen, omdat het water vanaf een grotere hoogte op het waterrad viel.

De overdracht van de aldus bruikbare energie aan de plaatsen van het verbruik, was aan strikte grenzen gebonden, omdat door de wrijving veel van de energie verloren ging.

Pas toen waterkracht voor het opwekken van elektrische stroom kon worden gebruikt, was het ook mogelijk om de energie naar ver verwijderde plaatsen te transporteren. In een waterkrachtcentrale wordt de bewegingsenergie omgezet in elektrische energie, die dan gemakkelijk door middel van leidingen kan worden verdeeld.

Door middel van technische verbeteringen van de turbines is het rendement van moderne krachtcentrales aanzienlijk groter dan bij oudere installaties.

Achtergrondinformatie

De toepassing van windkracht

Net zoals vroeger in bergachtige streken de natuurlijke energiebron van het stromende water werd gebruikt, werd in vlakke landschappen de kracht van de wind gebruikt. Dit gold vooral daar waar het vrijwel voortdurend waait, bijv. langs de kuststroken. In Nederland dienden windmolens niet alleen voor het malen van graan, maar ook, ten dienste van het droogleggen van land, voor het wegpompen van het water uit de polderkanalen.

In latere jaren raakte deze vorm van energiegebruik vrijwel weer in de vergetelheid, omdat deze door machines werd vervangen, die met behulp van steenkool, olie of gas werden aangedreven. Maar vooral omdat met deze vorm van energie geen elektrische stroom kon worden opgewekt.

In de wetenschap dat deze energiedragers zeldzamer worden en het milieu zwaar heeft te lijden van deze vorm van energiegebruik, bezint men zich sinds enkele jaren weer op het gebruik van deze oude en natuurlijke vorm van energiegebruik.

Ook hier zorgen technische verbeteringen ervoor dat deze vormen nu ook op andere gebieden worden toegepast. Moderne windkrachtinstallaties kunnen (in combinatie met andere alternatieve vormen) al hele dorpen voorzien van elektrische energie.

De rechtstreekse toepassing van zonne-energie

Deze meest moderne vorm van de toepassing van regeneratieve energie is sinds de uitvinding van zonnecellen en de daaraan gepaard gaande doorontwikkeling mogelijk. Daarmee wordt de energie van het zonlicht rechtstreeks omgezet in elektrische energie.

Een andere mogelijkheid is de verwarming van water met behulp van de zonne-energie in zonnecollectoren, om daarmee brandstof te besparen. De warmte kan zodoende ook gedurende een begrensde tijd in goed geïsoleerde reservoirs worden opgeslagen.

Jammer genoeg is het vandaag de dag nog niet mogelijk om de met behulp van de zonnecel opgewekte elektrische energie in grotere hoeveelheden en gedurende langere tijd op te slaan.

In onze Öko-Power-bouwdoos hebben wij echter een klein onderdeel opgenomen, waarmee dat minstens deels mogelijk is, de Goldcap.

Aanwijzingen voor het gebruik van de bouwdozen

1. Een unit van de bouwdoos bestaat uit drie stapelbare dozen met een deksel, dat als ondergrond wordt gebruikt.
2. De dozen zijn onderverdeeld in vakken van verschillende grootte en op de bodem zit altijd een overzicht van de inhoud.
3. Iedere werkgroep (elk twee scholieren) gebruikt altijd dezelfde dozen, die zijn voorzien van een nummer. Dit nummer en de naam van de gebruiker worden in een lijst geregistreerd.
4. Het is niet toegestaan om de indeling te veranderen en onderdelen tussen verschillende dozen uit te wisselen!
5. Tijdens de bouw van een schakeling of van een model worden altijd alleen de benodigde onderdelen uit de vakken genomen!
In de instructiedocumentatie zijn deze steeds voor de afzonderlijke arbeidsstappen aangegeven.
6. Wanneer een onderdeel niet langer nodig is, moet dit onmiddellijk weer in het juiste vakje worden opgeborgen.
7. Er wordt alleen dat gedaan hetgeen de leraar/lerares als werkopdracht heeft aangegeven en hetgeen daarvoor in de arbeidsinstructie wordt aangegeven!
8. Maak er een gewoonte van om nooit aan kabels te trekken, omdat hierdoor stroomgeleidende onderdelen vrij kunnen komen te liggen!

(Dit kan bijvoorbeeld bij huishoudelijke apparaten levensgevaarlijke situaties opleveren en beschadigde kabels kunnen brand veroorzaken!)

Waterkracht

Wanneer je de modellen hamersmederij en waterturbine hebt gebouwd, kun je vaststellen dat in eerste instantie de werking gelijk is, namelijk de toepassing van de kracht van het stromende water.

Beschrijf hoe de energie wordt omgezet.

Welke mogelijkheden zijn er om deze energie uit waterkracht naar verder weg gelegen plaatsen te transporteren?

.....
.....
.....
.....

Waarom kunnen wij bij waterkracht spreken van duurzame energie?

.....
.....
.....
.....

Welke nadelen hebben de windkrachtinstallaties, waarbij de bewegingsenergie van de wind wordt omgezet in elektrische energie?

Waarom zag je vroeger alleen maar windmolens op het laagland en aan de kust?

.....
.....
.....
.....

Naam	Klas	Bladnr.
------	------	---------

Zonne-energie

Veel mensen hopen dat zonne-energie steeds meer kan worden toegepast. Op vele daken van huizen zie je reeds zonnecollectoren, waarmee door de inwerking van zonlicht water wordt verwarmd, waarmee het huis dan weer gedeeltelijk kan worden verwarmd.

Een andere mogelijkheid is om met behulp van de zonne-energie elektrische stroom te produceren. Vul de regel aan.

_____ zetten zonne-energie om in elektrische stroom.

Je kent zeker enkele kleine apparaten uit je dagelijkse leven, die daarmee worden gevoed, omdat deze apparaten weinig (elektrische) energie nodig hebben.

Richt je model in verschillende richtingen op de zon of een andere heldere lichtbron (lamp). Wat gebeurt er?

De motor draait het snelst wanneer de zonnecel zodanig op de zon is uitgericht, dat _____

Hoe zou jij dus een huis bouwen, waar je op het dak een fotovoltaïsche installatie voor het opwekken van elektrische stroom wilt installeren?

Maak hiervan een kleine schets!

Naam	Klas	Bladnr.

Beoordelingsformulier Profi Oeco Power

Wanneer je het model „oliepomp“ hebt gebouwd, kunt je onderzoeken, hoe het vermogen van de zonnecellen kan worden verhoogd, om een bepaalde kracht voor het aandrijven van een machine op te brengen.

Bouw hiervoor aan de hand van de handleiding allereerst het model. Daarbij zijn de beide zonnecellen in serie geschakeld. Verwijder dan de stekker van één van de zonnecellen. Wat gebeurt er nu?

.....
.....
.....
.....

Wat zou er gebeuren wanneer je er nog een derde en vierde zonnecel in serie bij zou schakelen?

.....
.....
.....
.....

Kun je je indenken waarom er op dit moment nog geen normale auto's of andere voertuigen zijn, die met behulp van zonne-energie worden aangedreven?

.....
.....
.....
.....

Naam	Klas	Bladnr.
------	------	---------

Beoordelingsformulier Profi Oeco Power

Bij het model „draaischommel“ worden de zonnecellen op een andere manier met elkaar verbonden.

Vergelijk de draaibeweging van de oliepomp en de draaischommel bij dezelfde helderheid. Misschien kunnen jij en je partner samen met de naburige groep samenwerken, zodat jullie beide modellen gelijktijdig bouwen en in werking stellen.

Noteer de verschillen:

	Oliepomp	Draaischommel
Draaisnelheid		
Noodzakelijke helderheid		

Naam	Klas	Bladnr.
------	------	---------

Beoordelingsformulier Profi Oeco Power

De beide modellen „kraan“ en „zonnebaangeleiding van zonnecellen“ tonen je nog een ander schakelprincipe.

Bedenk welke functie de zonnecellen hebben, wanneer deze de motor in verschillende richtingen laten draaien.

Hou zou jij het kraanmodel zonder zonnecellen (bijv. met PROFIL E-Tec) bouwen?

Schets een schakeling:

Welke voordelen heeft een zonnebaangeleiding voor zonnecellen? In welke gevallen kan dat gemakkelijk worden gerealiseerd? Is deze geschikt voor de foto-voltaïsche installatie op het dak van een huis?

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

Naam	Klas	Bladnr.
------	------	---------

Opslag van elektrische energie

Wanneer je het voertuig op zonne-energie hebt gebouwd, kun je misschien vaststellen, dat het voertuig blijft staan, wanneer op een schaduwrijke plaats of in een bocht de zonnestrallen de zonnecellen niet meer nauwkeurig raken.

Hoe kan dit probleem worden verholpen?

Je zou de energie van de zon op moet kunnen slaan!

Batterijen en accu's doen dit. In de PROFÍ-Öko-Power-bouwdoos zit een dergelijke energieopslag. Het is de Goldcap.

Informatie omtrent dit onderdeel staat op pagina 8 van de begeleidende documentatie.

Wanneer je een keer probeert hoever je voertuig rijdt wanneer je de motor op de Goldcap aansluit, zul je vaststellen dat het resultaat niet bepaald geweldig is.

Meet de tijd totdat je voertuig stil blijft staan, de Goldcap dus niet meer voldoende energie afgeeft.

Je voertuig rijdt minuten met één Goldcap-lading.

Laad daarna de Goldcap met behulp van de beide in serie geschakelde zonnecellen net zolang weer op.

Sluit de Goldcap daarna weer aan op de motor en voer de test nogmaals uit.

Nu rijdt het voertuig minuten.

Bedenk nogmaals welke voertuigen of apparaten voor een dergelijke toepassing van zonne-energie in combinatie met desbetreffende energie-opslagmogelijkheden in aanmerking komen.

.....
.....
.....

Naam	Klas	Bladnr.
------	------	---------

Beoordelingsformulier Profi Oeco Power

Wij willen je vragen om jouw ervaringen met het gebruik van deze bouwdozen in de lessen natuurfenomenen te beoordelen. Nadat alle beoordelingen zijn geanalyseerd moet dit suggesties opleveren voor eventuele veranderingen of verbeteringen.

Kruis hiervoor in de desbetreffende kolom aan, wat volgens jou het meest van toepassing is.

	Zeer goed	Goed	Bevr.	Vold.	Onv. - slecht
Begrijpelijkheid van de bouw instructie in de afbeeldingen (Afbeeldingen voor het bouwen van de functiemodellen)					
Tekst uitleg in de begeleidende documentatie (Begrijpelijkheid van aanvullende uitleg)					
Indelingssysteem van de dozen (Indeling, overzichtelijkheid, controle mogelijkheden)					
Gebruik van de onderdelen (Afmetingen, stabiliteit e.d.)					
Garantie op het goed werken van de modellen (direct zonder extra hulp)					
Noodzakelijke werktijd (Bouwen van de afzonderlijke modellen in 60 minuten mogelijk)					
Samenwerking met partner (Geschiktheid als gemeenschappelijke taak)					

Kruis nu nog aan welke modellen je hebt gebouwd en of deze hebben gewerkt.

Model	Werkt	Werkt niet
Hamersmederij		
Waterturbine		
Windkrachtinstallatie		
Oliepomp		
Draaischommel		
Kraan		
Zonnebaangeleiding van zonnecellen		
Voertuig op zonne-energie		

Naam	Klas	Bladnr.
------	------	---------

GYMNASIUM
 Natuurfenomenen klas 6

Gebrekenlijst: fischertechnik bouwdoos PROFI Oeco Power

Dubbel lesuur		1	2	3	4	5	6
Doos nr.							
1	A						
	B						
2	A						
	B						
3	A						
	B						
4	A						
	B						
5	A						
	B						
6	A						
	B						
7	A						
	B						
8	A						
	B						
9	A						
	B						
10	A						
	B						
11	A						
	B						
12	A						
	B						

Naam	Klas	Bladnr.
------	------	---------

GYMNASIUM

.....

Natuurfenomenen klas 6

Toewijzing van de bouwdozen fischertechnik PROFI Oeco Power

Nr.	Groep 1		Groep 2		Groep 3	
	Naam	Naam	Naam	Naam	Naam	Naam
01						
02						
03						
04						
05						
06						
07						
08						
09						
10						
11						
12						

Naam	Klas	Bladnr.
------	------	---------