GO3

GO3-PROJECT: ENERGIEOPSLAG

Lerarenbundel

Hanne Smeets Kevin Vockx Niels Enis Philip Poncelet Ann Emonds

**Inhoudsopgave**

1 6

2 6

2.1 6

Conceptuele doelstellingen 6

Procedurele doelstellingen 6

2.2 8

2.3 8

2.4 8

3 9

4 10

4.1 10

4.2 11

Wat is energie? 13

Wat zijn energiebronnen? 13

In welke vormen kan energie voorkomen? 13

In welke energievorm kan een energievorm omgezet worden? 14

Synthese 15

4.3 **Fout! Bladwijzer niet gedefinieerd.**

Inleiding 16

Deel 1: Windenergie (bewegingsenergie) 17

Verbinding knooppunt AA - TE/FY 17

Welke energieomzettingen vinden er plaats in een windturbine? 17

Hoe werkt een windturbine? 17

Hoe bepalen we de windsnelheid? 18

Proef 1: Wieksoorten 19

Proef 2: Stand van de wieken ten opzichte van de wind 19

Proef 3: Wieken aantal 19

Deel 2: Zonne-energie (stralingsenergie) 20

Welke energieomzetting vindt er plaats in een zonnecel? 20

Hoe werkt een zonnecel? 20

Andere vormen van elektriciteitsproductie door zonne-energie 20

Hoe werkt een zonnecollector? 20

Proef 1: Zonneschijf (zie bijlage) 21

2 GO3-project: ENERGIEOPSLAG

Proef 2: Solar tracker (zie bijlage) 21

Proef 3: Zonnecollector (zie bijlage) 21

Deel 3: Waterenergie (bewegingsenergie) 22

Welke energieomzettingen vinden er plaats in een waterkrachtcentrale? 22

Werking waterkrachtcentrale 22

Andere vormen van elektriciteitsproductie door waterkracht 22

Proef 1: Het verval (hoogteverschil) (zie bijlage) 23

Proef 2: Het debiet (volume/tijdseenheid) (zie bijlage) 23

Algemeen besluit 24

Windturbines 24

Zonnepanelen 24

Waterkrachtcentrale 24

Waarom verkiezen we biobrandstoffen (groene energiebronnen) boven het gebruik van

fossiele brandstoffen (grijze energiebronnen)? 25

Synthese 26

4.4 30

Batterij 28

Welke energieomzettingen vinden er plaats in een batterij? 28

Welke soorten batterijen kom je in het dagelijkse leven tegen? 28

Voordelen 29

Nadelen 29

Wat kunnen we doen om batterijen te verduurzamen? 29

Besluit 29

Wateropslag in een stuwmeer of spaarbekken 30

Welke energieomzettingen vinden er plaats in een waterkrachtcentrale? 30

Wat is een stuwmeer? 30

Wat is een spaarbekken? 30

Voordelen 31

Nadelen 31

Besluit 31

Waterstofgas 32

Welke energieomzettingen vinden er plaats in een waterstofauto? 32

Wat is waterstofgas? 32

Voordelen 32

Nadelen 32

3 GO3-project: ENERGIEOPSLAG

Besluit 32

Andere vormen van energieopslag 33

Synthese 34

5 38

5.1 38

5.2 40

6 40

6.1 **Fout! Bladwijzer niet gedefinieerd.**

6.2 **Fout! Bladwijzer niet gedefinieerd.**

6.3 **Fout! Bladwijzer niet gedefinieerd.**

6.4 **Fout! Bladwijzer niet gedefinieerd.**

6.5 **Fout! Bladwijzer niet gedefinieerd.**

6.6 **Fout! Bladwijzer niet gedefinieerd.**

6.7 **Fout! Bladwijzer niet gedefinieerd.**

6.8 **Fout! Bladwijzer niet gedefinieerd.**

6.9 **Fout! Bladwijzer niet gedefinieerd.**

6.10 **Fout! Bladwijzer niet gedefinieerd.**

6.11 **Fout! Bladwijzer niet gedefinieerd.**

Proef 1: Waterstofgas is zeer licht ontvlambaar en explosief 58

Proef 2: Waterstofgas is een licht gas 59

6.12 42

Wie is de slimste wetenschapper? 60

Wat zit er in het spel? 60

Ronde 1: wie ben ik? 60

Ronde 2: combinatie oefening 61

Ronde 3: benoemen 61

Ronde 4: Willekeurig 62

6.13 45

Ronde 1: wie ben ik? 63

Ronde 2: combinatie oefening 65

Ronde 3: benoemen 69

Ronde 4: willekeurig 70

6.14 **Fout! Bladwijzer niet gedefinieerd.**

Voor tijdens de lessen (uitrol) 74

4 GO3-project: ENERGIEOPSLAG

Voor het aanmaken van didactisch materiaal 74

7 56

5 GO3-project: ENERGIEOPSLAG

**1 Inleiding**

In dit geïntegreerd onderzoeksproject laten we de leerlingen kennismaken met de verschillende vormen van energie en hoe we die energie kunnen opslaan. We willen de leerlingen bewust maken van de hedendaagse uitdagingen waar de mens voor staat zoals het probleem van energieopslag.

De leerlingen wekken zelf energie op aan de hand van verschillende proeven. Zo gaan ze onderzoeken op welke manier ze het meeste energie kunnen verkrijgen. Nadat de leerlingen energie hebben opgewekt, gaan ze onderzoeken hoe we die energie kunnen opslaan. Ze gaan hierbij de voor- en nadelen met elkaar vergelijken om zo tot een duurzame vorm van energieopslag te bekomen.

**2 Leerplandoelstellingen**

2.1 Leerplandoelstellingen cluster natuur, ruimte & techniek

**Conceptuele doelstellingen**

**LPD 34** De leerlingen herkennen verschillende energievormen in een systeem: kinetische, chemische, elektrische, stralingsenergie, potentiële energie, thermische energie. (ET 6.23) 🡪 Taxonomie van Bloom: **onthouden**

**LPD 37** De leerlingen leiden energieomzettingen af in een technisch systeem, deelsystemen en onderdelen en benoemen geleverde nuttige en niet-nuttige energie. (ET 6.23 - ET 6.36) 🡪 Taxonomie van Bloom: **analyseren**

**LPD 45** De leerlingen illustreren dat bij het maken van duurzame keuzes in verband met energie en mobiliteit gestreefd wordt naar een balans tussen people, profit, planet (3P’s). (ET 7.12 - ET 7.13 - ET 9.6) 🡪 Taxonomie van Bloom: **begrijpen**

**Procedurele doelstellingen**

**LPD 1** De leerlingen formuleren een onderzoeksvraag voor een afgebakend probleem aan de hand van aangereikte criteria. (alleen voor de open versie)

**LPD 2** De leerlingen formuleren een hypothese in functie van een onderzoeksvraag aan de hand van aangereikte criteria.

**LPD 3** De leerlingen verzamelen bij een onderzoeksvraag gegevens aan de hand van een (terrein)waarneming, een meting, terreintechnieken of een experiment volgens een gegeven werkwijze.

**LPD 4** De leerlingen gebruiken nauwkeurig, met zorg en op een veilige wijze de gepaste hulpmiddelen om metingen, lokalisaties, observaties, experimenten en een terreinstudie uit te voeren.

6 GO3-project: ENERGIEOPSLAG

**LPD 6** De leerlingen trekken conclusies op basis van waarnemingen, kaarten, GIS-viewers, atlas, satellietbeelden, luchtfoto’s, schema’s, grafieken, tabellen, determineertabellen en diagrammen.

**LPD 7** De leerlingen toetsen een gestelde hypothese af aan de resultaten van metingen, waarnemingen, experimenten en terreinstudies.

**LPD 8** De leerlingen formuleren een antwoord op een onderzoeksvraag.

**LPD 9** De leerlingen passen stapsgewijs een wetenschappelijke methode toe om een probleem te onderzoeken.

**LPD 11** De leerlingen doorlopen een probleemoplossend proces waarbij kennis en vaardigheden uit meerdere STEM-disciplines geïntegreerd worden aangewend.

**LPD 12** De leerlingen gebruiken aangereikte en zelfgemaakte modellen of simulaties in wetenschappelijke, technologische en STEM-contexten om te visualiseren, te beschrijven en te verklaren.

**LPD 13** De leerlingen beargumenteren keuzes die ze maken om een wiskundig, wetenschappelijk, technologisch of STEM-probleem op te lossen.

**LPD 14** De leerlingen gebruiken juiste grootheden en courante eenheden in een correcte weergave en herleiden in functie van de context: lengte, oppervlakte, massa, inhoud/volume, tijd, spanning, temperatuur, kracht en energie.

**LPD 21** De leerlingen illustreren de wisselwerking tussen STEM-disciplines onderling en met de maatschappij.

**LPD 22** De leerlingen tonen met concrete en realistische voorbeelden aan hoe zij duurzaam kunnen omgaan met mobiliteit, energie en grondstoffen.

**LPD 23** De leerlingen onderzoeken positieve en negatieve gevolgen van veranderend ruimtegebruik.

7 GO3-project: ENERGIEOPSLAG

2.2 Leerplandoelstellingen aardrijkskunde

**LPD 34** De leerlingen leggen het verband tussen de verbranding van fossiele brandstoffen en de broeikasgassen in de atmosfeer.

**LPD 36** De leerlingen illustreren dat bij het maken van duurzame keuzes in verband met energie en mobiliteit gestreefd wordt naar een balans tussen people, profit, planet.

2.3 Leerplandoelstellingen natuurwetenschappen

**LPD 27** De leerlingen herkennen verschillende energievormen in een systeem: kinetische, chemische, elektrische, potentiële, thermische energie, stralingsenergie

**LPD 28** De leerlingen brengen de verbranding van fossiele brandstoffen in verband met energieomzetting.

2.4 Leerplandoelstellingen techniek

**LPD 29** De leerlingen leiden energieomzettingen af in een technisch systeem, deelsystemen en onderdelen en benoemen geleverde nuttige en niet-nuttige energie.

**LPD 32** De leerlingen onderzoeken de functie van sensoren en actuatoren in een technisch systeem.

8 GO3-project: ENERGIEOPSLAG

**3 Inkleurmodel**

Onderstaand inkleurmodel geeft een beeld van de relevante samenhang van de verschillende vakken die bijdragen tot een volwaardig STEM-project. In dit project is er een relevante samenhang tussen de vakken techniek, chemie, fysica en aardrijkskunde. Biologie komt in dit project niet aan bod.

9 GO3-project: ENERGIEOPSLAG

**4 Inhoud**

4.1 Inleiding

In de introductie van dit lessenpakket is het de bedoeling de leerlingen te motiveren en uit te dagen om op een onderzoekende manier de hedendaagse problematiek van energieopslag te verkennen. Als probleemstelling stellen we volgende onderzoeksvraag:

**Hoe kunnen we energie op een duurzame manier opwekken en opslaan?**

De leraar overloopt de verschillende stappen die de leerlingen doorlopen aan de hand van de conceptmap. De leerlingen onderzoeken eerst wat energie juist is. Als ze eenmaal weten wat energie is, kunnen zij deze ook opwekken. De laatste stap is de energie dat de leerlingen zonet hebben opgewekt, gaan opslaan.

10 GO3-project: ENERGIEOPSLAG

4.2 Hoofdstuk 1: Energievormen en energieomzettingen

**Tijd**: 2 lestijden **Werkvormen**: klassikaal (klasgesprek), OLG, doceren, hoekenwerk, ICT (simulatie)... **Didactische verwerking**:

● Leerlingen voorbeelden laten geven van ‘energie’ uit het dagelijkse leven. Je komt tot heel veel verschillende soorten. Noteer ze en tracht dan een aantal vormen te herleiden tot eenzelfde energievorm. (brainstormen/woordspin)

● Gebruik maken van voorbeelden/afbeeldingen uit het dagelijkse leven

● Werken met experimenten om de verschillende energieomzettingen zichtbaar te maken (via hoekenwerk, simulatie...) **Begrippen**: energie, energiebron, grijze energiebronnen, groene energiebronnen, energievorm, chemische energie, elektrische energie, kinetische energie, thermische energie, potentiële energie, stralingsenergie, energieomzetting, wet van behoud van energie, restwarmte **Leerplandoelen**:

● LPD 34 De leerlingen herkennen verschillende energievormen in een systeem: kinetische, chemische, elektrische, stralingsenergie, potentiële energie, thermische energie.

● LPD 37 De leerlingen leiden energieomzettingen af in een technisch systeem, deelsystemen en onderdelen en benoemen geleverde nuttige en niet-nuttige energie.

**Wat moeten de leerlingen kunnen?**

● Je kan het begrip energie in eigen woorden uitleggen.

● Je kan het begrip energiebron in eigen woorden uitleggen.

● Je kan voorbeelden van energiebronnen opsommen.

● Je kan het verschil tussen grijze en groene energiebronnen omschrijven

● Je kan de verschillende energievormen in eigen woorden uitleggen.

● Je kan energieomzettingen van dagelijkse voorwerpen omschrijven.

● Je kan het begrip restwarmte of afvalwarmte in eigen woorden uitleggen.

**Tips voor de leraar:**

● Het begrip potentiële energie is moeilijk voor de leerlingen. Gebruik voorbeelden uit het dagelijkse leven (bv. een knikker op een knikkerbaan, een appel die aan een boom hangt, een snowboarder op een berg).

● Maak duidelijke afspraken tijdens het hoekenwerk.

● Geef per groep slechts één invulbundel dit bespaart je veel verbeterwerk. Nadien geef je elke leerling de ingevulde bundel.

● Gebruik tijdens het hoekenwerk een online stopwatch. Projecteer de aftelklok.

● Sommige hoeken nemen iets meer tijd in beslag dan andere. Laat de leerlingen, indien ze klaar zijn met een “kortere” hoek, verder werken aan een eerdere hoek die ze niet hadden afgekregen.

● Hoek en 8 en 9 zijn extra. Die kan je gebruiken in grote klassen of als uitbreiding.

● Let er op dat de leerlingen bij de verschillende energievormen het woord “energie” achter elke energievorm plaatsen (bv. licht i.p.v. van lichtenergie, warmte i.p.v. warmte-energie)

11 GO3-project: ENERGIEOPSLAG

**Verschil tussen open en gesloten versie:** Met de gesloten versie is het de bedoeling dat de leerlingen samen met de leraar onderzoeken wat is energie is. Met de open versie gaan ze dit zelfstandig onderzoeken. De leerlingenbundel is voor beide versies hetzelfde gebleven.

Voor de open versie krijgen de leerlingen duidelijke instructies zodat ze zelfstandig te werk kunnen gaan. We hebben de onderzoeksvragen, die ze op het einde van de les moeten kunnen beantwoorden, overlopen. Ze mochten per 2 werken en gebruik maken van het gsm. Na het invullen van de opdrachten kregen de leerlingen een verbetersleutel en moesten ze de opdrachten verbeteren. Na het verbeteren had ik gevraagd om de bundel dicht te doen en de laatste pagina (blanco) te nemen. De leerlingen kregen de verschillende onderzoeksvragen gepresenteerd en moesten deze proberen te beantwoorden. Deze hebben we klassikaal overlopen.

Bij het hoekenwerk en de simulatie is er niet veel verschil tussen de gesloten en de open versie. Deze werkvormen zijn namelijk al open.

12 GO3-project: ENERGIEOPSLAG

**Wat is energie?**

**Energie** (E) is wat technische systemen (apparaten) en organismen nodig hebben om te kunnen functioneren. Energie is een grootheid die uitdrukt hoe groot de mogelijkheid is om arbeid te verrichten.

Zo zou een auto niet rijden, een trompet geen geluid maken en een kaars niet branden.

**Wat zijn energiebronnen?**

Om je heen zijn er een tal van energiebronnen. Een **energiebron** is datgene wat energie kan leveren.

De zon is de belangrijkste energiebron voor het leven op aarde. Een zak houtskool is een must als je wil barbecueën. De batterij van een smartphone levert elektriciteit voor het toestel.

● **Grijze energiebronnen**: energiebronnen die in een beperkte hoeveelheid op de aarde aanwezig zijn (geraken ‘op’ na een tijd).

● **Groene energiebronnen**: onuitputtelijke energiebronnen.

Energiebronnen leveren energie in verschillende vormen. Technische systemen (apparaten) en organismen hebben verschillende energiebronnen nodig om te functioneren.

**In welke vormen kan energie voorkomen?**

Energie kan in verschillende vormen voorkomen (**energievormen**):

● **Chemische energie**: zit opgeslagen in een batterij, je lichaam, in voedsel en in brandstoffen afkomstig van afgestorven organismen. Die brandstoffen zijn fossiele brandstoffen, zoals aardolie, aardgas en steenkool. Bv. een konijn gebruikt chemische energie die opgeslagen zit in voedsel

● **Elektrische energie**: wordt geleverd door het elektriciteitsnet (stopcontact), een batterij, een dynamo... Bv. een smartphone gebruikt elektrische energie afkomstig van een batterij

● **Kinetische energie**: de energie die bewegende voorwerpen bezitten. Bv. een windturbine gebruikt kinetische energie afkomstig van wind

● **Thermische energie**: energie die wordt overgedragen van één lichaam naar een ander ten gevolgen van een temperatuurverschil. Bv. een hagedis gebruikt thermische energie afkomstig van de zon

● **Potentiële energie**: energie die afhangt van een bepaalde positie/toestand zoals een opgespannen veer of water in een stuwmeer. Bv. een knikker bezit bovenaan een knikkerbaan meer potentiële energie dan wanneer hij beneden is

● **Stralingsenergie**: energie die voorkomt van straling van de zon, de sterren, kachels, magnetrons, een gsm, röntgenapparaten. Bv. een zonnecel gebruikt stralingsenergie afkomstig van de zon

13 GO3-project: ENERGIEOPSLAG

**In welke energievorm kan een energievorm omgezet worden?**

Energie kan van de ene vorm in de andere omgezet worden. We spreken dan van een **energieomzetting**. Energie gaat nooit verloren, maar wordt gewoon in een andere vorm omgezet. Dit noemen we de wet van behoud van energie.

Zo zet een lamp elektrische energie om in stralingsenergie. Je lichaam zet chemische energie uit het voedsel om in kinetische energie en thermische energie. We spreken dus van een energieomzetting wanneer een energievorm omgezet wordt in één of meerdere andere energievormen.

Bij de meeste energieomzettingen wordt warmte geproduceerd in een vorm die niet bruikbaar is. We spreken van **restwarmte** of **afvalwarmte**.

Zo produceert een motor niet alleen bewegingsenergie, maar hij warmt zelf ook op. Gloeilampen kan je beter vervangen door spaarlampen. Die produceren minder restwarmte. Ook in een elektrische centrale wordt bij de energieomzettingen restwarmte geproduceerd. De restwarmte of afvalwarmte die ontstaat bij energieomzettingen wordt soms ingezet voor de verwarming van water of van gebouwen.

14 GO3-project: ENERGIEOPSLAG

**Synthese**

15 GO3-project: ENERGIEOPSLAG

Grijze energiebron

Groene energiebron

Chemische energie

Chemische energie

Energiebronnen

Energie (E)

Energievormen

Energieomzettingen

Thermische energie

Elektrische energie

Kinetische energie

Potentiële energie

Stralings- energie

4.3 Hoofdstuk 2: Energie opwekken

**Tijd:** 4 lestijden **Werkvormen:** Onderzoekende demonstratie, hoekenwerk zonder doorschuiven, presentaties... **Didactische verwerking:**

● De leerlingen worden in een groepen verdeeld, elke groep krijgt een bepaalde energievorm. Iedere groep wordt expert in hun toegewezen energievorm in 2 lesuren. Daarna krijgen ze de kans om hun ‘project’ uit te leggen aan de andere groepen in 2 lesuren. Ze krijgen natuurlijk wel aanwijzingen waardoor ze het belangrijkste overbrengen naar hun medeleerlingen.

● Werken met modellen/didactisch materiaal **Begrippen:** Spanning, windenergie (bewegingsenergie), wieken, (wind)turbine, horizontale as, verticale as, generator, windsnelheid, anemometer, Beaufort, windstreken, zonne-energie (stralingsenergie), zonnecel, zonnepaneel, zonnetoren, zonnedak, zonnecollector zonneschijf, hellingsgraad, hellingshoek, solar tracker,

**Leerplandoelen:**

● LPD 34 De leerlingen herkennen verschillende energievormen in een systeem: kinetische, chemische, elektrische, stralingsenergie, potentiële energie, thermische energie.

● LPD 37 De leerlingen leiden energieomzettingen af in een technisch systeem, deelsystemen en onderdelen en benoemen geleverde nuttige en niet-nuttige energie.

● LPD 45 De leerlingen illustreren dat bij het maken van duurzame keuzes in verband met energie en mobiliteit gestreefd wordt naar een balans tussen people, profit, planet (3P’s).

**Wat moeten de leerlingen kunnen?**

● Je kan de werking van een windturbine in eigen woorden uitleggen.

● Je kan de verschillende onderdelen van een windturbine benoemen.

● Je kan de energieomzetting in een windturbine geven.

● Je kan een aantal voor-en nadelen geven van een windturbine

● Je kan de werking van een zonnepaneel in eigen woorden uitleggen.

● Je kan de verschillende onderdelen van een zonnepaneel benoemen.

● Je kan de energieomzetting in een zonnepaneel geven.

● Je kan een aantal voor- en nadelen geven van een zonnepaneel.

● Je kan de werking van een waterkrachtcentrale in eigen woorden uitleggen.

● Je kan de verschillende onderdelen van een waterkrachtcentrale benoemen.

● Je kan de energieomzetting in een waterkrachtcentrale geven.

● Je kan een aantal voor- en nadelen geven van een waterkrachtcentrale.

16 GO3-project: ENERGIEOPSLAG

**Tips voor de leerkracht:**

● Het begrip spanning hangt onverbiddelijk vast met de termen weerstand en stroomsterkte. Om de leerlingen toch een beeld te kunnen meegeven bij de ordegrootte van bepaalde spanningen, kan men best enkele voorbeelden laten zien aan hen uit hun leefwereld. In de inleiding van hoofdstuk 2 (tweede les) zijn er al enkele voor u opgesomd.

● Het meten van de spanning met de multimeter dient kort uitgelegd te worden, aangezien dit niet het hoofddoel is. Indien gewenst kan men hier natuurlijk dieper op ingaan m.b.v. de instructiefiches in de bijlage.

● Leerlingen zullen tijdens de inleiding veel vragen stellen of zelf voorbeelden aanhalen uit hun eigen leefwereld i.v.m. termen zoals spanning en stroom. Indien mogelijk kan je hierop inpikken.

● Vooraleer je de leerlingen in hun groepen laat plaatsnemen, kan je best duidelijke afspraken maken. (Vb. Heb respect voor het didactisch materiaal,...)

● De benodigde tijd voor de praktische, alsook de theoretische proeven kan variëren van klas tot klas, waardoor men hier zelf de keuze kan maken om 1 of 2 opdrachten als een extra opdracht te laten uitvoeren ter differentiatie. De opdrachten hebben namelijk met elkaar te maken, maar kunnen afzonderlijk uitgevoerd worden.

● Reken een half uur minimum aan extra voorbereidingstijd voor de eigenlijke les. Dit is nodig om alle proefopstellingen klaar te zetten.

● Vul ook reeds voor het begin van de les het bovenbekken van de waterkrachtcentrale met water om zo tijd uit te sparen.

● Tijdens de presentaties kan men de leerlingen eventueel ondersteunen en/of verbeteren indien er zich moeilijkheden voor zouden doen.

17 GO3-project: ENERGIEOPSLAG

**Inleiding**

**Vergelijken van verschillende spanningen**

Oplaadbare batterij Batterij Smartphone Autobatterij

1,2 V 1,5 V 5 V 12 V Laptop Netspanning Hoogspanning Bliksem

25 V 230 V 380 000 V 1 000 000 V

**Hoe werken met een voltmeter/multimeter?** (zie bijlage 14 / 15: Meetfiche)

18 GO3-project: ENERGIEOPSLAG

**Deel 1: Windenergie (bewegingsenergie)**

**Verbinding knooppunt AA - TE/FY**

Welk weerelement zorgt ervoor dat een windturbine kan functioneren?

**Welke energieomzettingen vinden er plaats in een windturbine?**

**Hoe werkt een windturbine?**

Al eeuwenlang gebruikt de mens wind en windmolens om energie op te wekken. De oude Egyptenaren ontdekten al hoe ze schepen konden laten varen op windkracht en in het oude China en Perzië werden windmolens gebruikt om meel te malen. Vandaag de dag gebruiken we windmolens ook om groene stroom op te wekken.

Een windturbine bestaat uit een turbine en een generator. De **turbine** omvat de wieken en de as waarop ze gemonteerd zijn. De speciale vorm van de wieken veroorzaakt een wervelbeweging in de lucht die de wieken samen met de as doet draaien.

Er bestaan twee soorten assen waarop de wieken bevestigd kunnen worden:

● **Horizontale-as**: wordt op open vlakten toegepast

● **Verticale-as**: wordt in bebouwde gebieden toegepast

De **generator** bevindt zich bovenaan, op dezelfde as als de turbine. Zo draait de generator mee met de turbine. Een generator levert elektrische energie op de manier van een fietsdynamo. In de dynamo van je fiets wordt door een draaiende magneet elektrische energie opgewekt in een spoel. De fietsdynamo is een kleine elektrische generator. In een windturbine

19 GO3-project: ENERGIEOPSLAG

**bewegingsenergie** (van de wind)

**rotatie-energie** (van de turbine)

**elektrische energie** (in de generator)

**elektrische energie** (in de generator)

worden grote generatoren gebouwd. Daarin draait een magneet rond, die in een reeks spelen elektrische energie opwekt. Windturbines worden gegroepeerd in een windenergiepark.

20 GO3-project: ENERGIEOPSLAG

**Hoe bepalen we de windsnelheid?**

Een **anemometer** of windmeter is een meetinstrument dat de windsnelheid kan meten. De naam anemometer komt van het Griekse woord anemos, dat wind betekent.

De schaal van **Beaufort** is een systeem voor het classificeren van de snelheid van de wind, de zogenaamde windkracht. De schaal werd in 1805 opgesteld door de Ier Francis Beaufort.

**Beaufort Km/u Benaming Uitwerking boven land en bij mens**

0 0 windstil rook stijgt recht omhoog

1 1-5 zwak rookpluimen geven richting aan

2 6-11 zwak bladeren ritselen, weerhanen tonen juiste

richting 3 12-19 matig bladeren en twijgjes bewegen, kleine vlaggen

wapperen 4 20-28 matig stof en papier dwarrelen op, kleine takken

bewegen

5 29-38 vrij krachtig kleine boompjes beginnen te zwaaien

6 39-49 krachtig grote takken bewegen, paraplu’s onhandelbaar

7 50-61 hard bomen bewegen, tegen de wind in lopen is

moeilijk

8 62-74 stormachtig twijgen breken af, lopen is moeilijk

9 75-88 storm lichte schade aan gebouwen, dakpannen waaien

weg

10 89-102 zware storm ontwortelde bomen, schade aan gebouwen

11 103-117 zeer zware storm uitgebreide schade aan bossen en gebouwen

12 >117 orkaan verwoesting op grote schaal

21 GO3-project: ENERGIEOPSLAG

**Proef 1: Wieksoorten**

**Doel** In deze proef onderzoeken de leerlingen of er een verschil is in energieopbrengst bij gebogen of rechte wieken die bevestigd zijn op de windmolen door de opgewekte spanning te meten.

**Onderzoeksvraag** Welke wieksoort wekt de meeste energie op binnen een bepaalde tijd?

**Besluit** De gebogen wieken wekken duidelijk meer spanning op dan de vlakke wieken. Dit komt door de buiging van de wieken, welke de wind langer vasthoudt en meer duwkracht geeft.

**Proef 2: Stand van de wieken ten opzichte van de wind**

**Doel** In deze proef onderzoeken de leerlingen of er een verschil is in energieopbrengst bij recht gemonteerde wieken of schuin gemonteerde wieken door de opgewekte spanning te meten.

**Onderzoeksvraag** Hoe moeten de wieken gericht zijn om de meeste spanning op te wekken binnen een bepaalde tijd?

**Besluit** De ideale hoek waaronder de wieken van de windmolen de wind moeten snijden is 135° t.o.v. de windrichting. Hierbij wordt de grootste spanning opgewekt. Dit komt omdat de kracht op een wiek veroorzaakt wordt door luchtdrukverschillen aan de boven en onderzijde van het profiel.

**Proef 3: Wieken aantal**

**Doel** In deze proef onderzoeken de leerlingen welk aantal wieken leidt tot de hoogste energieproductie door de opgewekte spanning te meten.

**Onderzoeksvraag** Hoeveel wieken moet een windmolen hebben om de meeste spanning op te wekken binnen een bepaalde tijd?

**Besluit** Een windmolen met één wiek kan niet draaien. Bij twee wieken zal de windmolen zeer snel roteren. Een windmolen met drie of vier wieken roteert minder vlug dan een windmolen met twee wieken. Het aantal bladen bepaalt de verhouding tussen de snelheid waarmee de motor draait en de kracht die elke rotatie van de motor levert. Als een molen vanuit stilstand gaat draaien, geeft elk blad het ronddraaiende gedeelte van de motor (de rotor) een zet. Hoe meer bladen, hoe meer kracht er aan de rotor wordt gegeven.

22 GO3-project: ENERGIEOPSLAG

**Deel 2: Zonne-energie (stralingsenergie)**

**Verbinding knooppunt AA - TE/FY** Hoe beïnvloedt de zonnestand de hoeveelheid geproduceerde energie bij zonnepanelen?

**Welke energieomzetting vindt er plaats in een zonnecel?**

**Hoe werkt een zonnecel?**

De zon geeft energie in de vorm van licht en warmte. Zonne-energie wordt door de mensen gebruikt om energie op te wekken in de vorm van elektriciteit. Zonne-energie is in principe onuitputtelijk en veel beter voor het milieu dan traditionele grijze energie die is opgewekt uit de verbranding van fossiele brandstoffen.

Een **zonnecel** bestaat uit verschillende lagen op een siliciumplaat. Als er licht op valt, gaan ladingen bewegen. Een hele reeks zonnecellen wordt gemonteerd in **zonnepanelen**. Die kunnen verbonden worden met het elektrische net. In zonrijke gebieden worden reeksen zonnepanelen op een helling bij elkaar geplaatst. Ze vormen samen een zonne-energiepark.

**Andere vormen van elektriciteitsproductie door zonne-energie**

● De stralingsenergie van zonlicht kan ook met spiegels gebundeld worden in **zonnetorens**. Die warmte kan dan gebruikt worden om turbines te doen draaien. Dat kan ofwel door eerst stoom te produceren ofwel door voldoende warme lucht langs de turbines te sturen. Deze centrales werken dus wel met generatoren.

● Een **zonnedak**: het hele dak vangt de stralingsenergie van de zon op en is verbonden met een krachtige batterij. De pannen zijn voorzien van zonnecellen die voor het blote oog onzichtbaar zijn.

**Hoe werkt een zonnecollector?**

Een **zonnecollector** absorbeert de zonnestralen waarmee de collectorvloeistof (meestal water, maar kan ook lucht of olie zijn) wordt opgewarmd. Via de warmtewisselaar wordt die warmte direct gebruikt of opgeslagen in een opslagvat.

23 GO3-project: ENERGIEOPSLAG

**stralingsenergie** (van de zon)

**elektrische energie** (van de bewegende ladingen)

**Proef 1: Zonneschijf**

**Doel** In deze proef onderzoeken de leerlingen wanneer een zonnepaneel het meeste lichtopbrengst krijgt met behulp van een zonneschijf.

**Onderzoeksvraag** Waarvan is de hoeveelheid lichtopbrengst afhankelijk?

**Besluit** De lichtopbrengst is afhankelijk van de windrichting en hellingshoek van het zonnepaneel ten opzichte van de zon. Een zonnepaneel kan het beste naar het zuiden gericht zijn, onder een hellingshoek tussen 30° en 40° om de meeste lichtopbrengst te verkrijgen.

**Proef 2: Solar tracker**

**Doel** In deze proef onderzoeken de leerlingen welke invloed het volgen van de zon heeft op de hoeveelheid opgewekte energie met behulp van en solar tracker.

**Onderzoeksvraag** Welke invloed heeft het volgen van de zon (doorheen de dag) op de hoeveelheid opgewekte energie?

**Besluit** Als we gebruik maken van een solar tracker zullen we veel meer energie doorheen de dag kunnen opwekken dan bij een statische opstelling. Dat komt doordat we steeds de zonnepanelen afstemmen op de zon en zo steeds de grootste lichtopbrengst verkrijgen om energie op te wekken.

**Proef 3: Zonnecollector**

**Doel** In deze proef onderzoeken de leerlingen wat het verschil is tussen een zonnepaneel en een zonnecollector.

**Onderzoeksvraag** Wat is de functie van een zonnecollector?

**Besluit** Met een zonnecollector kunnen we aan de hand van de zon (stralingsenergie) water opwarmen.

Een **zonnecel** zet stralingsenergie van de zon om in elektrische energie. Een hele reeks zonnecellen wordt gemonteerd in **zonnepanelen**.

Een zonnepaneel kan het beste naar het **zuiden** gericht zijn, onder een **hellingshoek tussen 30° en 40°** om de meeste lichtopbrengst te verkrijgen.

Een **zonnecollector** absorbeert de zonnestralen waarmee een vloeistof kan worden opgewarmd.

24 GO3-project: ENERGIEOPSLAG

**Deel 3: Waterenergie (bewegingsenergie)**

**Verbinding knooppunt AA – FY/TE** Welke invloed heeft het hoogteverschil op de energieproductie in een waterkrachtcentrale?

**Welke energieomzettingen vinden er plaats in een waterkrachtcentrale?**

**Werking waterkrachtcentrale**

Een **waterkrachtcentrale** bestaat net zoals een windturbine uit een turbine en een generator. Het water stroomt van een watervoorraad door een buis naar de **turbine**. Het water duwt tegen de bladen van de turbine waardoor de turbine gaat draaien. De draaiende beweging van de turbine wordt door een **generator** omgezet in elektrische stroom. Daarna gaat de elektrische stroom van de generator naar de omvormer, deze omvormer zet de stroom om naar de juiste spanning. Het water dat door de turbine stroomde, wordt opgevangen in een reservoir.

**Andere vormen van elektriciteitsproductie door waterkracht**

● Er wordt veel water verplaatst tussen eb en vloed in de zee of in grote rivieren. In een **getijdencentrale** wordt de bewegingsenergie van die grote watermassa’s gebruikt. Zo doen ze onderaan de torens schoepen draaien die met turbines verbonden zijn.

● Ook uit **golfslag** kan bewegingsenergie gehaald worden

25 GO3-project: ENERGIEOPSLAG

**potentiële energie**

**bewegings- energie** (van watermassa)

**rotatie- energie** (van de turbine)

**rotatie- energie** (van de turbine)

**elektrische energie** (in de generator)

**elektrische energie** (in de generator)

**elektrische energie** (in de generator)

**Proef 1: Het verval (hoogteverschil)**

**Doel** In deze proef onderzoeken de leerlingen het effect van het hoogteverschil of ‘verval’ van een waterkrachtcentrale, op de opgewekte hoeveelheid energie. Ook dienen de leerlingen de meetresultaten vervolgens uit te zetten op een grafiek.

**Onderzoeksvraag** Welke invloed heeft het hoogteverschil op de opgewekte hoeveelheid energie?

**Besluit** Hoe groter het hoogteverschil (verval), hoe groter de snelheid waarmee het water zal stromen en dus meer energie zal opwekken.

**Proef 2: Het debiet (volume/tijdseenheid)**

**Doel** In deze proef onderzoeken de leerlingen het effect van de grootte van het volume per tijdseenheid of ‘het debiet’ van een waterkrachtcentrale, op de opgewekte hoeveelheid energie. Ook dienen de leerlingen de meetresultaten vervolgens uit te zetten op een grafiek.

**Onderzoeksvraag** Welke invloed heeft het debiet op de opgewekte hoeveelheid energie?

**Besluit** Hoe groter het debiet (diameter van de darm), hoe groter de snelheid waarmee het water zal stromen en dus meer energie zal opwekken.

26 GO3-project: ENERGIEOPSLAG

Hoe groter het **hoogteverschil** (verval), hoe groter de snelheid waarmee het water zal stromen, hoe meer energie er zal opgewekt worden.

Hoe groter het **debiet** (wordt bepaald door de diameter van de darm), hoe groter de snelheid waarmee het water zal stromen, hoe meer energie er zal opgewekt worden.

**Algemeen besluit**

**Windturbines**

**Voordelen**

● Duurzaam

● Vervuilt praktisch niet

● Hoge betrouwbaarheid

● Onuitputtelijk

● In principe overal mogelijk

**Nadelen**

● Productie van de turbine is vervuilend

● Vogels vliegen er in en sterven

● Lelijk uitzicht

● Op zee is de kans op een aanvaring groot bij slecht zicht

● Veel geluid

**Zonnepanelen**

**Voordelen**

● Duurzaam

● Vervuilt niet

● Geeft veel energie

● Hoog rendement

● Verminderde energiefactuur **Nadelen**

● Dure plaatsingskosten

● Veel plaats nodig

● Het produceren is vervuilend

● Geen zon = weinig energie

● Terugverdientijd is minstens 10 jaar

**Waterkrachtcentrale**

**Voordelen**

● Geen afvalstoffen

● Onuitputtelijk

● Geen luchtverontreiniging

● Geen brandstofverbruik

● Onderhoudskosten zijn laag

**Nadelen**

● Zonder speciale watertrappen sterft er veel vis

● De bouw is erg duur

● Door dammen kan vruchtbare grond onderlopen

27 GO3-project: ENERGIEOPSLAG

**Waarom verkiezen we biobrandstoffen (groene energiebronnen) boven het**

**gebruik van fossiele brandstoffen (grijze energiebronnen)?**

De fossiele brandstoffen (steenkool, aardolie, turf en aardgas) zijn stoffen die miljoenen jaren geleden zijn gevormd uit dode organismen en waarin zeer veel energie zit opgeslagen. Bij de verbranding van die fossiele brandstoffen komt er zeer veel koolstofdioxide en waterdamp vrij in de dampkring. Door te grote hoeveelheden van die gassen in de atmosfeer wordt de warmte van de aarde vastgehouden. Dit is het broeikaseffect. De aarde warmt op. Fossiele brandstoffen verhogen het broeikgaseffect.

🡪 linken met de actualiteit aan de hand van artikels.

28 GO3-project: ENERGIEOPSLAG

**Synthese Windturbine Zonnecellen Waterkrachtcentrale**

bewegingsenergie

rotatie-energie

elektrische energie

bewegingsenergie

stralingsenergie

rotatie-energie

elektrische energie

elektrische energie

29 GO3-project: ENERGIEOPSLAG

4.4 Hoofdstuk 3: Energie opslaan

**Verbinding knooppunt CH – FY/TE** Hoe kan opgewekt waterstof veilig opgeslagen worden?

**Tijd**: 2 lestijden (1,5 lestijd tijdens derde uitrol) **Werkvormen**: Doceren, spelvorm, groepswerk... **Didactische verwerking**:

● De theorie wordt aangebracht aan de hand van een spel (bijlage 6.12).

● De voor-en nadelen worden klassikaal behandeld in de gesloten versie. In de open versie vullen ze het zelfstandig of per twee in. **Begrippen**: batterij, knoopcel, accumulator, stuwmeer, spaarbekken, waterstofgas **Leerplandoelen**:

● LPD 34 De leerlingen herkennen verschillende energievormen in een systeem: kinetische, chemische, elektrische, stralingsenergie, potentiële energie, thermische energie.

● LPD 37 De leerlingen leiden energieomzettingen af in een technisch systeem, deelsystemen en onderdelen en benoemen geleverde nuttige en niet-nuttige energie.

● LPD 45 De leerlingen illustreren dat bij het maken van duurzame keuzes in verband met energie en mobiliteit gestreefd wordt naar een balans tussen people, profit, planet (3P’s).

**Wat moeten de leerlingen kunnen?**

● Je kan in eigen woorden de begrippen batterij, knoopcel en accu uitleggen.

● Je kan de energieomzetting die plaatsvindt in een batterij geven.

● Je kan een aantal voor- en nadelen opsommen van een batterij.

● Je kan in eigen woorden de begrippen stuwmeer en spaarbekken uitleggen.

● Je kan de energieomzetting die plaatsvindt in een waterkrachtcentrale geven.

● Je kan een aantal voor- en nadelen opsommen van wateropslag.

● Je kan in eigen woorden het begrip waterstofgas uitleggen.

● Je kan de energieomzetting die plaatsvindt in een waterstofauto geven.

● Je een aantal voor- en nadelen opsommen van waterstofgas.

**Tips voor de leraar:**

● Je moet zeker de eerste ronde en tweede ronde van het spel hebben gedaan om de volledige leerstof te hebben gezien. In de volgende rondes wordt de theorie via andere oefeningen aangebracht.

● Zorg ervoor dat iedereen in de groep mee overlegt.

● Je kan deze quiz ook in een kahoot gieten.

**Verschil tussen open en gesloten versie:** In het spel zelf wordt al onderscheid gemaakt tussen de open en de gesloten versie, namelijk door middel van meer of minder informatie te geven bij een bepaalde vraag. In de open versie wordt natuurlijk minder informatie gegeven dan bij de gesloten versie. Na het spel moet de leerlingenbundel nog worden ingevuld, hier wordt dan ook weer een onderscheidt gemaakt tussen de open en gesloten versie. In de open versie vullen ze het zelfstandig of per twee in. In de gesloten versie wordt dit klassikaal behandeld.

30 GO3-project: ENERGIEOPSLAG

**Batterij**

**Welke energieomzettingen vinden er plaats in een batterij?**

● Energieomzetting bij het ontladen van een batterij:

● Energieomzetting bij het opladen van een batterij:

**Welke soorten batterijen kom je in het dagelijkse leven tegen?**

In een **batterij** maken twee polen (1) en (2) van een verschillend metaal contact met een elektrolyt (3). Bij een batterij is dat een chemische paste waarin ladingen zich kunnen verplaatsen.

Aan de minpool (2) komen negatieve ladingen vrij door chemische reacties, aan de pluspool (1) kunnen ladingen opgenomen worden. Tussen de twee polen van een batterij is de spanning 1,5 V. Het is pas als je een toestel aansluit dat de ladingen uit de batterij vrijkomen, zich door het toestel verplaatsen, hun energie afgeven en dan aan de andere pool opgenomen worden.

Je hebt een wegwerpbatterij en een oplaadbare batterij. Beide hebben ze een andere functie, een wegwerpbatterij kan je wegwerpen zoals het woord zelf zegt. Een oplaadbare batterij kan je opladen. Je kan een wegwerpbatterij vinden in een zaklamp, afstandsbediening... Een oplaadbare batterij kan je terugvinden in een gsm, zaklamp, afstandsbediening, camera...

Een **knoopcel** is een schijfvormige batterij in de vorm van een knoop. De spanning tussen de + en van het busje en de – van het deksel is naargelang het type 1,2V tot 3V. Door hun kleine afmetingen zijn knoopcellen handig in gebruik om gedurende lange tijd zeer kleine stromingen te produceren. Zo vind je ze in polshorloges, hoorapparaten...

Een autobatterij of **accumulator** (kortweg **accu**) levert, in de auto, elektrische energie voor startmotor, voor verlichting en verwarming. Het is een accu dat meer spanning kan geven (12V).

31 GO3-project: ENERGIEOPSLAG

**chemische energie** (in de stoffen van de batterij)

**elektrische energie** (van het stroomnet)

**chemische energie** (in de stoffen van de batterij)

**elektrische energie** (van ladingen die vrijkomen)

**Voordelen**

● Wegwerpbatterijen zijn goedkoper dan oplaadbare batterijen (accu’s).

● Wegwerpbatterijen doen niet aan zelfontlading.

● Oplaadbare batterijen (accu’s) kunnen meerdere keren worden opgeladen.

● Oplaadbare batterijen, bij regelmatig gebruik van het apparaat, op lange termijn goedkoper, beter voor het milieu en gaan met een volle lading vaak langer mee dan wegwerpbatterijen.

**Nadelen**

● Batterijen die ontladen kunnen ernstige lichamelijke schade veroorzaken. Knoopcelbatterijen die worden ingeslikt kunnen door deze ontlading ernstige brandwonden veroorzaken in de slokdarm, luchtpijp, maag of darm.

● Batterijen kunnen gaan lekken, als ze te lang in een ongebruikt apparaat zitten. De chemische stoffen die vrijkomen uit een lekkende batterij kunnen schadelijk zijn.

● Inslikgevaar (knoopcelbatterijen).

● Oplaadbare batterijen (accu’s) ontladen zichzelf ook al worden ze niet gebruikt.

**Wat kunnen we doen om batterijen te verduurzamen?**

● Consumenten moeten ervan bewust worden gesteld welke negatieve gevolgen het weggooien van elektrische apparaten heeft op het milieu.

● Statiegeldsysteem invoeren.

● Het zou helpen als fabrikanten hun elektronische apparaten zo zouden maken dat ze eenvoudiger te demonteren en te repareren zijn.

● Structurele verandering in het winningsproces van de benodigde grondstoffen (nieuwe, schonere technieken om de grondstoffen te winnen).

**Besluit**

Een **batterij** kan gebruikt worden om energie in op te slaan. Energieomzetting die plaatsvindt bij het ontladen van een batterij: chemische energie 🡪 elektrische energie

Een **knoopcel** is een schijfvormige batterij in de vorm van een knoop (bv. polshorloges, hoorapparaten...).

Een autobatterij of **accumulator** (kortweg **accu**) levert, in de auto, elektrische energie voor de startmotor, de verlichting en de verwarming.

32 GO3-project: ENERGIEOPSLAG

**Wateropslag in een stuwmeer of spaarbekken**

**Welke energieomzettingen vinden er plaats in een waterkrachtcentrale?**

**Wat is een stuwmeer?**

Een **stuwmeer** ontstaat door het aanleggen van een stuwdam in een rivier die het water tegenhoudt. Hier ontstaat een kunstmatig meer: het stuwmeer. Een stuwmeer kan ook op een natuurlijke wijze ontstaan, dit gebeurt doordat de loop van een rivier op natuurlijke wijze wordt onderbroken, bijvoorbeeld door een sneeuwlawine, ijsvorming of een aardverschuiving.

Het aanleggen van zo een stuwdam, waardoor er dus een kunstmatig stuwmeer ontstaat, wordt gedaan om een groot verval te creëren waardoor een waterturbine aangedreven kan worden die een elektrische generator laat draaien.

**Stuwdam in China** De Drieklovendam is de grootste stuwdam ter wereld. Deze heeft verschillende functies namelijk: de waterstand regelen (tegen overstromingen), een reservoir vormen voor drink- en irrigatiewater en opwekken van elektriciteit. Er zijn ook enkele nadelen verbonden aan de dam namelijk: aantasting van woongebied (1,5 miljoen mensen moesten verhuizen) en het verdwijnen van natuurgebieden.

**Wat is een spaarbekken?**

Een **spaarbekken** is een natuurlijke of door de mens aangelegde plaats om water tijdelijk op te slaan voor later gebruik. Dit water kan gebruikt worden als drinkwater, voor irrigatie...

**Spaarbekkencentrale van Coo** Deze centrale heeft een wel heel speciale functie. Het is namelijk geen centrale die werkt op natuurlijke bronnen, maar met een **spaarbekken**. Op momenten wanneer er weinig vraag naar stroom is, pompen ze water in het spaarbekken. Zodra er een tekort dreigt aan energie, zetten ze de kranen open om energie op te wekken. Je kan eigenlijk stellen dat deze centrale de grootste batterij van België is.

33 GO3-project: ENERGIEOPSLAG

**potentiële energie**

**bewegings- energie** (van watermassa)

**rotatie- energie** (van de turbine)

**rotatie- energie** (van de turbine)

**elektrische energie** (in de generator)

**elektrische energie** (in de generator)

**elektrische energie** (in de generator)

**Voordelen**

● Water achter de centrale kan gebruikt worden voor irrigatie.

● Waterstand regelen (tegen overstromingen).

● Opwekken elektriciteit.

● Opslagplaats voor drinkwater.

**Nadelen**

● Stuwdam 🡪 stuwmeer 🡪 overstroming 🡪 bevolking moet verhuizen.

● Vissen kunnen niet meer immigreren in 2 richtingen.

● Stuwdam houdt voedselrijke deeltjes (slib) vast 🡪 onvruchtbaar.

● Organisch materiaal verzamelt zich en gaat rotten 🡪 broeikasgassen. **Besluit** Water kan opgeslagen worden om nadien elektriciteit op te wekken. Energieomzetting die plaatsvindt in een waterkrachtcentrale: potentiële energie 🡪 bewegingsenergie 🡪 rotatie- energie 🡪 elektrische energie

● **Stuwmeer**: ontstaat door het aanleggen van een stuwdam in een rivier die het water tegenhoudt. Hier ontstaat een kunstmatig meer (bv. Drieklovendam in China).

● **Spaarbekken**: natuurlijke of door de mens aangelegd te slaan voor later gebruik (bv. Spaarbekkencentrale van Coo).

34 GO3-project: ENERGIEOPSLAG

**Waterstofgas**

**Verbinding knooppunt CH – FY/TE** Hoe kan waterstof veilig worden opgeslagen?

**Welke energieomzettingen vinden er plaats in een waterstofauto?**

**Wat is waterstofgas?**

**Waterstofgas** (H2) is een gas dat niet, zoals aardgas, uit de grond gehaald kan worden. Het moet geproduceerd worden. Dit gebeurt onder meer via elektrolyse, een proces waarbij water omgezet wordt in waterstof en zuurstof. Dat is het omgekeerde van de reactie die in een brandstofcel plaatsvindt.

Een **waterstofauto** is een auto die niet rijdt op fossiele brandstoffen maar op waterstofgas. Het waterstofgas kan dienen als brandstof voor:

● Een traditionele verbrandingsmotor

● Een brandstofcelauto: aan de brandstofcel in de auto wordt zuurstof toegevoegd die aangevoerd wordt vanuit de lucht. Door de stoffen in de brandstofcel gaan waterstof en zuurstof met elkaar reageren zodat er elektriciteit wordt geproduceerd, die de elektromotro aandrijft. De uitstoot is gewoon water.

**Voordelen**

● Duurzaam;

● Verbranding van waterstofgas is milieuvriendelijk (enkel waterdamp);

● Onuitputbaar, er kan steeds nieuwe waterstofgas gemaakt worden;

● Als waterstofgas wordt opgewekt via groene energie dan is er geen sprake van luchtverontreiniging;

● Zorgt voor een stille aandrijving.

**Nadelen**

● Zeer licht ontvlambaar en explosief;

● Zeer lage dichtheid (bij kleinste opening in een tank 🡪 ontsnappen);

● Weinig waterstoftankstations (voor auto’s die rijden op waterstofgas);

● Waterstofgas kan ook opgewekt worden door grijze energie dan is er wel sprake van luchtverontreiniging.

**Besluit**

**Waterstofgas** is een vorm van duurzame of groene energie. Energieomzetting die plaatsvindt in een waterstofgasauto: chemische energie 🡪 elektrische energie 🡪 bewegingsenergie.

35 GO3-project: ENERGIEOPSLAG

**Chemische energie** (waterstofgas)

**Elektrische energie** (brandstofcel)

**Bewegingsenergie** (rijdende auto)

**Bewegingsenergie** (rijdende auto)

**Andere vormen van energieopslag**

● **Benzine** of **diesel**: chemische energie, zonne-energie in de vorm van fossiele zeeplanten en -dieren, vandaar de naam: fossiele brandstoffen.

● **Draaien vliegwiel**: bewegingsenergie opslaan.

● **Lucht in druktank**: bewegingsenergie opgeslagen in een samengedrukt gas.

● ...

36 GO3-project: ENERGIEOPSLAG

**Synthese**

37 GO3-project: ENERGIEOPSLAG

Wegwerpbatterij

Batterij

Oplaadbare batterij

Knoopcel

Accu

Energieopslag

Wateropslag

Opslagbekken

Stuwmeer

Waterstofgas

Waterstofgas

**5 Evaluatie**

5.1 Conceptuele doelen

1. Tegenwoordig plaatsen mensen zonnepanelen op hun dak.

a. Van welke energie**bron** maakt men hier gebruik? b. Verklaar waarom men liever van die energiebron gebruikt maakt dan van

aardolie. c. Welke energie**omzetting** vindt er plaats in een zonnepaneel?

2. Hieronder zie je 2 verschillende soorten lampen.

a. Omcirkel de lamp aan die het **minste** elektrische energie verbruikt. b. Verklaar waarom die lamp minder elektrische energie nodig heeft.

Figuur 1: gloeilamp Figuur 2: spaarlamp

3. Waarom blijft de chemische energie van een **batterij** heel lang behouden als je de

batterij in de verpakking bewaard.

4. a) Geef aan de hand van de onderstaande afbeeldingen aan om welke **manier** van

**energieopslag** het gaat.

b) Geef aan de hand van de onderstaande afbeeldingen het **voor- of nadeel** van de manieren van **energieopslag**.

Methode van energieopslag:

Voor- of nadeel:

Methode van energieopslag:

Voor- of nadeel:

38 GO3-project: ENERGIEOPSLAG

Methode van energieopslag:

Voor- of nadeel:

5. Waarom wordt waterstof de brandstof van de toekomst genoemd? Leg uit.

6. Benoem de onderstaande afbeelding de aangeduide delen.

7. Bekijk onderstaande DNA-streng. Noteer een verband (“verbinding knooppunt”) tussen

aardrijkskunde en techniek/fysica in het hoofdstuk over energie opwekken.

8. Lees onderstaande proef en beantwoord de bijhorende vragen.

Sofie is dit weekend naar de waterkrachtcentrale van Coo geweest. Ze heeft er enkele metingen uitgevoerd. Ze heeft gekeken welke invloed het hoogteverschil heeft op de opgewekte hoeveelheid energie. Hieronder vind je haar resultaten.

a. Maak een grafiek met de gegeven resultaten. b. Wat kan je besluiten?

**Hoogteverschil (m) Vermogen = energie per tijd (W)**

100 40 000

200 80 000

300 100 000

400 200 000

39 GO3-project: ENERGIEOPSLAG

5.2 Procedurele doelen

Deze bundel streeft ernaar onderstaande procedurele doelen bij de leerlingen te bereiken.

40 GO3-project: ENERGIEOPSLAG

**6 Materialenlijst**

**Voor tijdens de lessen (uitrol)**

**Aantal Materiaal**

**Hoofdstuk 1: Energievormen en energieomzettingen** 20 IPad of laptop (eventueel smartphone)

1 Batterij 1 Lampje 1 Verbindsnoeren 1 Waterkoker 1 Opwindbare zaklamp 5 Lucifer + luciferdoosje 1 Bureaulamp 1 Solar- tafelventilator

**Hoofdstuk 2: Energie opwekken** 1 Bijlage 3: Proefopstelling - Windkracht 1 Bijlage 4: Proefopstelling - Solartracker 1 Bijlage 5: Proefopstelling - Zonnecollector 1 Bijlage 6: Proefopstelling - Waterkracht 1 Bijlage 7: Stappenplan - Windkracht 1 Bijlage 8: Stappenplan - Solartracker 1 Bijlage 9: Stappenplan - Waterkracht 1 Bijlage 14: Meetfiche 1 Bijlage 15: Meetfiche 2 1 Laptop + USB 2.0 kabel Type: A-B

**Hoofdstuk 3: Energie opslaan** 5 Schrijfbordjes (1 per 4 personen) 5 White bord stiften (1 per 4 personen)

Uitgaande van 20 leerlingen

**Voor het aanmaken van didactisch materiaal**

**Aantal Materiaal**

**Hoofdstuk 1: Energievormen en energieomzettingen Hoofdstuk 2: Energie opwekken**

Zie bijlage 16: Stappenplan windkracht Zie bijlage 17: Stappenplan waterkracht Zie bijlage 18: Stappenplan solartracker Zie bijlage 19: Stappenplan zonnecollector Programma – zonnevolger (Zie stick) **Hoofdstuk 3: Energie opslaan**

Uitgaande van 20 leerlingen

41 GO3-project: ENERGIEOPSLAG

**7 Bijlages**

7.1 Spelregels

**Wie is de slimste wetenschapper?**

Dit spel kan op verschillende gespeeld worden. Bij ons wordt dit spel in een klaspraktijk gespeeld. Manieren om in de klas te spelen:

● Je verdeelt je klas in even groepjes (min. 3 per groep). De leerkracht is de quizmaster. De groepjes krijgen voordat het spel start 3 steekkaarten waarop de theorie staat. De groepjes krijgen hier 5-10 min de tijd voor om deze kaarten te memoriseren. Daarna wordt het spel gestart. Tijdens het spel wordt de steekkaart niet gebruikt.

● Als je een kleine klas bent, kan je de leerlingen ook alleen laten spelen. De leerkracht is de quizmaster. De leerlingen krijgen voordat het spel start 3 steekkaarten waarop de theorie staat. De leerlingen krijgen hier 5-10 min de tijd voor om deze kaarten te memoriseren. Daarna wordt het spel gestart. Tijdens het spel wordt de steekkaart niet gebruikt.

Afhankelijk van hoe sterk de klas is, kan je in de verschillende rondes tips uitdelen of mogelijkheden geven waaruit ze kunnen kiezen. Zodat het ook voor een minder sterke klas uitdagend wordt.

De vragen worden door iedere groep/persoon beantwoord, ze krijgen tijd om hun antwoord op een bordje te schrijven. Als iedereen de vraag heeft beantwoord, worden de bordjes omgedraaid (je kan er een tijd opplakken, hoe lang dat ze de tijd krijgen om hun vragen te beantwoorden) en wordt het antwoord gecontroleerd. Het gebruik van de bordjes wordt enkel gedaan bij ronde 1, 2 en 3. Bij ronde 4 krijgen de leerlingen een invulbundel.

**Wat zit er in het spel?**

Materiaal voor leerlingen:

● Steekkaarten met de leerstof

● Krijtbordjes/stiftbordjes

● Krijt/stiften

● Kaartjes met de voor- en nadelen in woorden voor ronde 2

● Invulbundel voor ronde 4

Materiaal voor de leerkracht:

● Kaartjes met omschrijvingen en antwoord voor ronde 1

● Afbeeldingen van de voor- en nadelen voor ronde 2

● Kaartjes met de begrippen voor ronde 3

● Afbeeldingen van batterij, waterkrachtcentrale en waterstofgas

ICT ● Powerpoint

42 GO3-project: ENERGIEOPSLAG

**Ronde 1: wie ben ik?**

**Doel:** Nadat de leerlingen de steekkaarten hebben doorgenomen wordt ronde 1 gestart. In deze ronde worden er omschrijvingen voorgelezen door de quizmaster, iedere groep schrijft het antwoord op het gekregen bordje. Alle groepen beantwoorden de vragen. De bordjes na een bepaalde tijd allemaal samen omgedraaid. Ze krijgen voor ieder goed antwoord 1 punt.

Probeer bij de begrippen spaarbekken en stuwdam te duiden op de plaatsen waardat deze het grootst zijn. Zo bevindt zich de grootste spaarbekken in de watervallen van Coo en het stuwmeer of drieklovendam in China.

**Gesloten:** De leerlingen kunnen kiezen tussen een aantal begrippen nadat de omschrijving is voorgelezen.

**Open:** De groepen kunnen tips aanvragen wanneer dat ze niet op het begrip kunnen komen, passend bij de omschrijving.

**Benodigdheden:**

● Schrijfbordjes

● Krijt/stift

● Kaartjes met omschrijvingen en antwoord (voor leerkracht)

● Powerpoint

**Ronde 2: combinatie oefening**

**Doel:** De leerlingen krijgen een aantal afbeeldingen te zien waarop dat een voordeel of nadeel staat afgebeeld. De leerlingen proberen te achterhalen welk nadeel of voordeel we bedoelen. Dit voordeel of nadeel kan natuurlijk gekoppeld worden aan de batterij, waterstofgas of de waterkrachtcentrale.

Er kan ook gebruik worden gemaakt van een powerpoint. De afbeeldingen over de voor- en nadelen kunnen hier dan in worden geplaatst, zodat de afbeeldingen duidelijker zijn.

**Gesloten:** De afbeeldingen worden getoond door de quizmaster of kunnen getoond worden op een powerpoint. De groepjes krijgen de voor- en nadelen in woorden. Ze moeten de voor- en nadelen koppelen met de afbeeldingen die ze te zien krijgen. De afbeeldingen worden één voor één getoond.

**Open:** Hetzelfde als de open versie, maar hier kunnen de leerlingen tips aanvragen.

**Benodigdheden:**

● Schrijfbordjes

● Krijt/stift

● Afbeeldingen met de voor- en nadelen (voor de leerkracht)

● De voor- en nadelen in woorden (voor de leerlingen)

● Powerpoint

43 GO3-project: ENERGIEOPSLAG

**Ronde 3: benoemen**

**Doel:** De leerlingen krijgen afbeeldingen waarop een aantal zaken zijn aangeduid. De bedoeling is dat zij de zaken die zijn aangeduid gaan benoemen. De leerlingen schrijven het nummer met het bijpassende begrip op de schrijfbordjes. Hier kunnen de afbeeldingen ook weer afgebeeld worden op de powerpoint

**Gesloten:** De leerlingen krijgen de begrippen gegeven en die moeten ze dan combineren met het juiste nummertje.

**Open:** De leerlingen krijgen meerdere begrippen bij een figuur (sommige horen niet bij de figuur). Hier moeten ze het begrip combineren met de juiste nummer op de figuur.

**Benodigdheden:**

● Schrijfbordjes

● Krijt/stift

● Afbeeldingen van batterij, waterkrachtcentrale en waterstof

● Begrippen

● Powerpoint

**Ronde 4: Willekeurig**

**Doel:** Ronde 4 is de laatste ronde van het spel, ze krijgen vragen over zowel waterstofgas, de waterkrachtcentrale als de batterij. De antwoorden worden op de bordjes genoteerd.

**Benodigdheden:**

● Powerpoint

44 GO3-project: ENERGIEOPSLAG

7.2 Oplossingen energieopslag spel

**Ronde 1: wie ben ik?**

Ik kom twee keer voor bij een batterij, meestal aan de uiteindes, ik kan positief of negatief zijn. Welk deel van de batterij ben ik? *(Halfopen: magneten hebben dit ook, Gesloten: knoopcel, pluspool, polen)* **Antwoord: polen**

Ik zorg ervoor dat de plus-en minpool met elkaar zijn verbonden, ik word ook wel eens chemische pasta genoemd waarin ladingen zich kunnen verplaatsen. Wat ben ik? *(Halfopen: het lijkt een beetje op het woord elektriciteit, Gesloten: elektriciteit, elektrolyt, knoopcel)* **Antwoord: elektrolyt**

Aan mijn kant van de batterij komen negatieve ladingen vrij door chemische reacties. Wat ben ik? *(Halfopen: op de zuidpool zijn de temperaturen onder nul, Gesloten: pluspool, polen, minpool)* **Antwoord: minpool**

Ik neem ladingen op aan mijn kant van de batterij. Wat ben ik? *(Halfopen: ik ben het tegenovergestelde van de minpool, Gesloten: pluspool, minpool, accu)* **Antwoord: pluspool**

Mij kan je na eenmalig gebruik weggooien, maar als je mij niet op de juiste manier recycleert dan kan ik een negatieve invloed hebben op het milieu. Welke batterij ben ik? *(Halfopen: een lege chipszak gooi je weg in de vuilnisbak, Gesloten: oplaadbare batterij, accu, wegwerpbatterij)* **Antwoord: wegwerpbatterij**

Mij kan je meerdere malen gebruiken, door mij regelmatig op te laden. Welke batterij ben ik? *(Halfopen: ik zit ook in een gsm, Gesloten: wegwerpbatterij, knoopcel, oplaadbare batterij)* **Antwoord: oplaadbare batterij**

Ik lijk heel erg veel op een knoop, maar ik ben ook een batterijsoort. Welke soort ben ik? *(Halfopen: knoop komt in mijn naam voor, Gesloten: knoopcel, accu, batterij)* **Antwoord: knoopcel**

In welke apparaten vind je mij (de knoopcel) terug? *(Tip: denk aan kleinere apparaten)* **Antwoord: polshorloges, mp3-spelers, hoorapparaten...**

Ik zit meestal verscholen onder de motorkap, ik zorg voor elektrische energie voor startmotor, voor verlichting en verwarming. Wat ben ik? *(Halfopen: ik bevat 2 c’s, Gesloten: oplaadbare batterij, knoopcel, accu)* **Antwoord: accu**

45 GO3-project: ENERGIEOPSLAG

Ik ontsta op een kunstmatige of natuurlijke wijze, als ik op een kunstmatige manier ontsta dan is de mens hier de oorzaak van. De mens bouwde een stuwdam. Welk deel van de waterkrachtcentrale ben ik? *(Halfopen: grote plas, Gesloten: stuwdam, stuwrivier, stuwmeer)* **Antwoord: stuwmeer**

Ik werd gebouwd door de mens, waardoor dat er een stuwmeer ontstaat. *(Halfopen: grote muur, Gesloten: stuwmeer, stuwdam, stuwzee)* **Antwoord: stuwdam**

Ik kan door de mens worden aangelegd, ik heb als taak om water tijdelijk op te slaan voor later te gebruiken. *(Halfopen: opsparen, Gesloten: spaarbekken, spaarbekje, opslagplaats)* **Antwoord: spaarbekken**

Ik kan dienen als brandstof voor de auto, vrachtwagen, trein... Water kan worden gescheiden via elektriciteit in zuurstofgas en..., de tweede stof ben ik. Wat ben ik? *(Halfopen: je ziet me niet en ruikt me niet, Gesloten: waterstofgas, zuurstofgas, water)* **Antwoord: waterstofgas**

Ik zit meestal in een auto verscholen, ik dien als opslagruimte voor waterstofgas. *(Halfopen: legertank, Gesloten: waterstofzak, waterstoftank, waterstofdoos)* **Antwoord: waterstoftank**

Ik kan waterstofgas omzetten in elektriciteit. *(Halfopen: batterij, Gesloten: brandstofcel, machine, tankstation)* **Antwoord: brandstofcel**

46 GO3-project: ENERGIEOPSLAG

**Ronde 2: combinatie oefening**

Op korte termijn zijn wegwerpbatterijen goedkoper dan oplaadbare batterijen.

Op lange termijn zijn oplaadbare batterijen goedkoper dan wegwerpbatterijen.

Batterijen kunnen gaan lekken, als ze te lang in een ongebruikt apparaat zitten. De chemische stoffen die vrijkomen uit een lekkende batterij kunnen schadelijk zijn.

Inslikgevaar, knoopcelbatterijen die worden ingeslikt kunnen door deze ontlading ernstige brandwonden veroorzaken in de slokdarm, luchtpijp, maag of darm.

Wanneer batterijen niet op de juiste manier worden gerecycleerd en in de wilde natuur worden gegooid, kan dit schadelijk zijn voor het milieu.

47 GO3-project: ENERGIEOPSLAG

Bij opwekking van elektriciteit is er geen brandstof nodig.

Waterkracht is een oneindige energiebron.

Doordat water achter de stuwdam wordt vastgehouden, komt het water hoger te staan en land overstroomt.

Een gedeelte van de vissen die met de stroom mee gaan, kan worden beschadigd door de schoepen van een waterkrachtcentrale.

48 GO3-project: ENERGIEOPSLAG

Waterkracht is goedkoop.

Op waterstof rijden is ecologisch, want er is geen lokale luchtverontreiniging.

Waterstofgas is onuitputtelijk.

Wanneer waterstof wordt vermengd met zuurstof ontstaat er een explosief mengsel.

Er zijn nog maar weinig waterstoftankstations aanwezig.

49 GO3-project: ENERGIEOPSLAG

Zorgt voor een stille aandrijving.

**Ronde 3: benoemen**

1: waterstofgas 2: waterstofgastank 3: brandstofcel

50 GO3-project: ENERGIEOPSLAG

1: stuwmeer 2: stuwdam 3: turbine 4: generator 5: elektriciteit

1: pluspool 2: minpool 3: elektrolyt 4: polen

**Ronde 4: willekeurig**

Vraag 1

Niels heeft een aantal dagen geleden een zaklamp gekocht voor zijn papa, maar hij vergat de batterijen. Kunnen jullie hem helpen om de juiste batterijen te gaan kopen? (Kies uit: wegwerpbatterij, oplaadbare batterij, knoopcel of accu)

Niels is ook heel nieuwsgierig naar de werking van zo een batterij, met andere woorden welke energieomzetting vindt er plaats?

Chemische energie (stoffen van de batterij) 🡪 elektrische energie (van ladingen die vrijkomen) 🡪 stralingsenergie (het licht)

Deze energieomzetting komt voor als de batterij wordt ontladen.

Stel dat de papa van Niels verkiest om oplaadbare batterijen te gebruiken, die hij meerdere malen kan gebruiken. Welke energieomzetting vindt er plaats als we de batterijen opladen?

51 GO3-project: ENERGIEOPSLAG

Elektrische energie (van het stroomnet) 🡪 chemische energie (in de stoffen van de batterij)

Vraag 2

Kevin is heel erg geïnteresseerd in de waterkrachtcentrale. Hij wil vooral weten welke energieomzetting dat er plaatsvindt in zo een systeem. Jullie kunnen hem misschien helpen?

Potentiële energie 🡪 bewegingsenergie 🡪 rotatie-energie 🡪 elektrische energie

Vraag 3

Hanne wil graag een waterstofgas auto aanschaffen. Maar is daar niet zo vertrouwt, daarom heeft zij jullie hulp nodig. Welke energieomzetting vindt plaats in de onderstaande waterstofgasauto?

52 GO3-project: ENERGIEOPSLAG

Chemische energie 🡪 elektrische energie 🡪 bewegingsenergie

Vraag 4

Hoe kunnen we energie besparen? Schrijf langs de onderstaande foto’s hoe dat ze op die afbeelding energie besparen.

Gebruik spaarlampen.

Draai de verwarming een graadje lager.

Isoleer je woning goed.

53 GO3-project: ENERGIEOPSLAG

Zet je apparaten uit als je ze niet meer gebruikt.

54 GO3-project: ENERGIEOPSLAG

Vraag 6

Duurzaam of niet-duurzaam?

Stromend water 🡪 Duurzaam

Steenkool 🡪 niet-duurzaam

Stookolie 🡪 niet-duurzaam

Kernenergie 🡪 niet-duurzaam

Wind 🡪 Duurzaam

55 GO3-project: ENERGIEOPSLAG

**8 Bibliografie**

ANWB. (2019, September 27). ANWB helpt: de voors en tegens van waterstof 2019 (STOF

TOT NADENKEN) [YouTube]. Retrieved December 11, 2019, from https://www.youtube.com/watch?v=Fp6cJzKuR3k

Devree, J. (n.d.). windenergie, windturbine. Retrieved December 11, 2019, from

http://www.joostdevree.nl/shtmls/windenergie.shtml

DLV Advies. (2018, April 13). Kleine windmolens interessant vanaf 2023. Retrieved

December 11, 2019, from https://www.boerenbusiness.nl/opinies/dlvadvies/opinie/10878214/kleine- windmolens-interessant-vanaf-2023

File:Wind turbine int.svg - Wikimedia Commons. (2007). [Illustration]. Retrieved from https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Wind\_turbine\_int.svg

Geertsma, P. (n.d.). Wat is de Wet van behoud van energie? | TechnischWerken. Retrieved

December 4, 2019, from http://www.technischwerken.nl/kennisbank/techniek- kennis/wat-is-de-wet-van-behoud-van-energie/

Meten met een multimeter. (2019, March 14). Retrieved December 11, 2019, from

https://www.klusbeter.nl/elektra-en-verlichting/meetapparaten/meten-multimeter- gebruiken/

Proef: Waterstofballon maken. (n.d.). Retrieved December 4, 2019, from

http://www.thuisexperimenteren.nl/science/waterstofballon/waterstofballon.htm

Schenk, D. (2019, October 10). Waarom windmolens drie bladen hebben. Retrieved

December 11, 2019, from https://newscientist.nl/nieuws/waarom-windmolens-drie- wieken-hebben/

SIDEREA. (n.d.). Instralingsdiagram | SIDEREA | adviesburo. Retrieved December 11, 2019,

from https://www.siderea.nl/zonne-energie/zonne-energie/instralingsdiagram.html

Soorten en veranderingen van energie. (n.d.). Retrieved December 4, 2019, from

https://phet.colorado.edu/sims/html/energy-forms-and-changes/latest/energy-forms- and-changes\_nl.html

Stichting C3. (n.d.). Een windmolen op school: waar moet hij staan? Retrieved December 9,

2019, from https://www.c3.nl/wp- content/uploads/woocommerce\_uploads/2017/11/Lesbrief-Jet-Net-Junior- %E2%80%93-Onderzoekend-leren-%E2%80%93-Een-windmolen-op- school.pdf?fbclid=IwAR2uMNsVzBjS8c9lhXfLenN2Tb2H0KUJHLW1qy\_qA4R7KkWiEaM 0frOZhDc

Van A tot Zon. (2016, November 17). Retrieved December 11, 2019, from

http://zonnepaneeltotaal.nl/a-tot-zon/

56 GO3-project: ENERGIEOPSLAG

Vermaseren, P. (n.d.). Scheikundeproefjes in het huislab. Retrieved December 11, 2019,

from http://chemie.vermaseren.nl/Proef20.htm

Verticale windmolen. (2016, July 30). Retrieved December 11, 2019, from http://www.solar-

constructions.com/wordpress/verticale-windmolen/

YouTube. (n.d.). [YouTube]. Retrieved December 11, 2019, from https://www.youtube.com/watch?v=WLCl-t\_hy2s

Zonne-energie in Nederland. (n.d.). Retrieved December 11, 2019, from https://www.solar-

drenthe.nl/informatie/zonne-energie-in-nederland/

57 GO3-project: ENERGIEOPSLAG