

Rekenen met energie

Concepten: Energie, elektriciteit

Lesduur: 45 minuten

Kosten: vanaf €15 (investering)

Context: Energieverbruik

Voor de les

Benodigheden

- (Foto van) een meterkast
- Stroommeters
- Rekenmachines
- Kladpapier
- Stopwatch of timer (bijv. op een mobiel)
- Apparaten om stroomverbruik van te meten
 - o Apparaat 1: met een vermogen van 500-1000 Watt
 - o Apparaat 2: met een vermogen van 2000 Watt of hoger
- Apparaten om stroomverbruik van te berekenen
 - o Kan ook in de school worden gezocht of neem een aantal apparaten mee zoals een föhn, waterkoker en telefoon/tablet met oplader
- Eventueel een verlengsnoer
 - o Als de stekker van een apparaat op een onhandige plek zit

Stroommeters zijn op verschillende plaatsen voor verschillende prijzen te verkrijgen. Wij schatten deze op ongeveer €15 per stuk. Het is aan te raden cumulatieve stroommeters te gebruiken.

Leerdoelen

- De leerling kan inschatten welk apparaat meer energie verbruikt (TULE/SLO 28)
- De leerling leert rekenen met energie en tijd (TULE/SLO 33)
- De leerling kan benoemen waarom energiebesparing bijdraagt aan een beter milieu (TULE/SLO 39)
- De leerling leert de relatie tussen de werking van een apparaat en het energieverbruik (TULE/SLO 44)

Tijdens de les

Inleiding (5 min)

Weet jij hoeveel energie jullie thuis verbruiken? En de school? Hoe kun je daarachter komen? Dat wordt bijgehouden in de meterkast.

Loop naar de meterkast van de school of laat een foto van een meterkast zien.

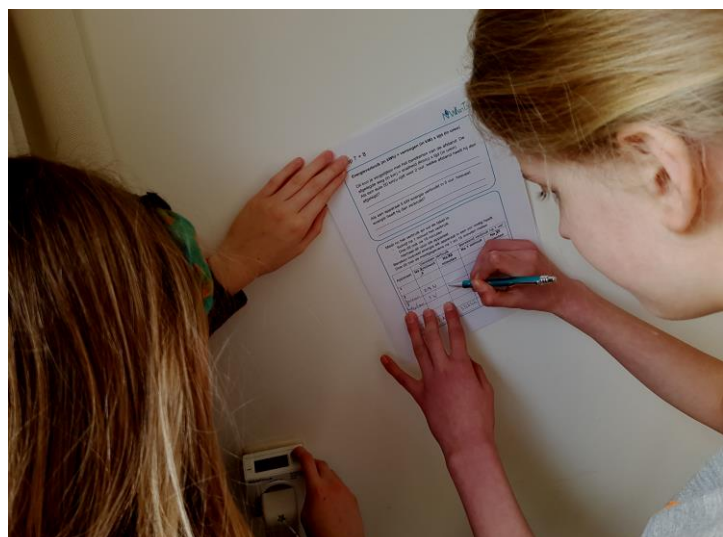
In een meterkast zit een meter. Hier zijn alle apparaten op aangesloten: koelkast, tv, wasmachine, etc. De meter houdt bij hoeveel stroom er verbruikt wordt. De eenheid waarin dit wordt bijgehouden is kWh. Wat dat betekent en hoe je hiermee kunt rekenen, gaan jullie nu ontdekken.

Opdracht (30 min)

De leerlingen gaan nu kijken naar het stroomverbruik van verschillende apparaten en leren rekenen met de eenheid van energie.

Geef de leerlingen eventueel kladpapier om hun berekeningen te doen.

Eerst maken ze een inschatting of de apparaten veel of weinig stroom



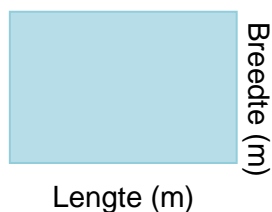
zullen verbruiken. Dit doen ze eerst alleen, daarna gaan ze overleggen.

- In het werkblad wordt gevraagd of de apparaten veel of weinig energie verbruiken, maar je kunt ze ook vragen om ze op volgorde te zetten door cijfers in de hokjes te zetten.

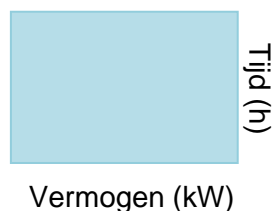
De leerlingen lezen voordat ze gaan meten eerst een uitleg over de stroommeter en de eenheid van energie (kWh). Het rekenen met energie wordt vergeleken met het berekenen van de oppervlakte van een rechthoek.

Hierbij is de oppervlakte (in m²) hetzelfde als het energieverbruik (in kWh), de lengte (in meter) hetzelfde als het vermogen (in kW) en de breedte (in meter) hetzelfde als de tijd (in uren).

Oppervlakte (m²)



Energieverbruik (kWh)



De antwoorden op de voorbeeldsommen zijn:

Oppervlakte = lengte x breedte = 10 m x 5 m = 50 m², dus de oppervlakte is 50 m²

Energieverbruik = vermogen x tijd = 5 kW x 5 uur = 25 kWh, dus het verbruik is 25 kWh

Daarna gaan ze het stroomverbruik van twee apparaten meten met een stroommeter.

- **Let op:** zorg dat apparaat 1 een vermogen van 500-1000 Watt heeft en apparaat 2 van 2000 Watt of hoger.
 - o Dit in verband met het meetbereik van de stroommeter. Deze meet pas vanaf 0,01 kWh.
- De groepsgrootte kan worden afgestemd op de hoeveelheid stroommeters en/of te testen apparaten die beschikbaar zijn.
- Zit het stopcontact op een onhandige plek? Laat de leerlingen dan eventueel een verlengsnoer gebruiken, zodat ze het scherm beter kunnen aflezen. Het verlengsnoer wordt aangesloten tussen de stroommeter en het stopcontact.



De leerlingen meten voor twee apparaten het energieverbruik na 3 minuut en na 15 minuten.

- **Let op:** op de stroommeter zit een functie waarmee de tijd bijgehouden kan worden, maar het is handiger en nauwkeuriger om een aparte stopwatch of timer (bijv. op een mobiel) te gebruiken. Dan kan het scherm van de stroommeter op energieverbruik blijven staan en kun je ook de secondes zien (dit kan niet op de stroommeter).
- Hier worden twee meetmomenten gebruik om de nauwkeurigheid over de gemeten tijd te vergelijken.

Hiermee berekenen ze (twee keer) het verbruik per 3 uur.

- **Let op:** hiervoor moeten de leerlingen eerst berekenen hoeveel minuten en kwartieren er in 3 uur zitten.

Voor de andere apparaten berekenen ze het energieverbruik aan de hand van het vermogen op van apparaat per 3 uur.

- Het vermogen is op het etiket van het apparaat te vinden.



Links: Melkopschuimer (420-500W), rechts: waterkoker (1850-2200W)

De gemeten en berekende verbruiken wordt nu vergeleken met de schattingen.

- **Let op:** het gaat er hierbij niet om wie het meeste goed of fout heeft, maar dat de leerlingen leren waar ze op moeten letten bij het schatten. Zo is bij het verbruik van apparaten het productiejaar van belang. Hier wordt in de nabespreking naar gevraagd.

Nu gaan de leerlingen rekenen met het energieverbruik van een huishouden, de school en de energieprijis.

- **Let op:** nadat de leerlingen de kosten aan energie van een huishouden en van de school per maand hebben berekend, berekenen ze hoeveel meer een school kwijt is aan energie in vergelijking met een huishouden per jaar.

Extra: voor de leerlingen die meer uitdaging nodig hebben, kun je ze vragen om te berekenen hoeveel boterhammen ze moeten eten om dezelfde hoeveelheid energie binnen te krijgen. De elektrische energie in kWh kan worden omgezet naar joule of kJ (1000 joule = 1 kJ). Dit is de algemene eenheid van energie die onder andere wordt gebruikt voor voedingsmiddelen en is te vinden op het etiket.

Geef de leerlingen hierbij de volgende gegevens:

$1 \text{ kWh} = 3600.000 \text{ joule}$ (1000 Watt x 60 minuten x 60 seconden) = 3600 kJ

1 bruine boterham (à 40 gram) bevat ongeveer 400 kJ

Bespreking (10 min)

Vraag de leerlingen of ze een verschil hebben gevonden in het verbruik na 3 en 15 minuten meten.

- Door een kortere (3 minuten) en langere (15 minuten) periode te meten, kun je het verschil in nauwkeurigheid vergelijken. Bij de meting in 3 minuut kan het bijvoorbeeld zijn dat een apparaat een piekmoment heeft waarop hij veel energie verbruikt. Deze korte meting is dan niet representatief voor het gemiddelde verbruik van het apparaat. Hiervoor moet je langer meten.

Vraag ze ook of hun schatting klopte met de metingen. Verbruikte het apparaat waarvan zij dachten dat het veel energie verbruikt ook de meeste energie?

Besprek hoe er een verschil kan zijn ontstaan. Om een goede schatting te maken, moet je met veel criteria rekening houden.

- Kijk hierbij wanneer het apparaat gemaakt is. Hoe ouder het apparaat, hoe meer energie hij zal verbruiken.
- Kijk ook naar het type apparaat. Wat moet het apparaat doen? Een wasmachine zal meer energie gebruiken dan een waterkoker.

Vraag de klas nuwat zij hebben bedacht om hun energieverbruik te verminderen.

De antwoorden hier kunnen per school verschillend zijn. Voorbeelden van antwoorden zouden kunnen zijn: de lampen automatisch uit laten gaan, het gebouw beter isoleren, zonnepanelen op het dak leggen, etc.

- Laat de leerlingen hier creatief zijn. Het gaat er niet om of dit ook te realiseren is, maar dat kan uiteraard wel besproken worden. De focus ligt op het besef van de leerlingen.
- **Extra:** vraag de leerlingen of ze deze dingen ook thuis kunnen doen en welke andere dingen ze thuis zouden kunnen doen. Denk bijvoorbeeld aan minder lang douchen,

de televisie uitzetten als ze er niet meer naar kijken, de deur van de koelkast of vriezer zo kort mogelijk opendoen, etc.

Vraag de leerlingen ook waarom het belangrijk is om hun energieverbruik te verminderen. *Dit scheelt niet alleen geld, maar is ook beter voor het milieu. Bij het opwekken van energie komt CO₂ vrij dat zorgt voor de opwarming van de aarde. Bij groene stroom (bijv. zonne-energie of windenergie) ontstaat er geen CO₂ bij het opwekken, maar de productie van zonnepanelen en windmolens komt dit wel vrij.*

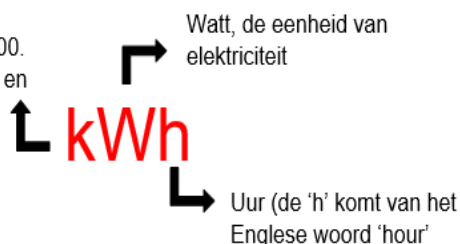
Voor de rekenvragen bij de meetopdracht zijn de antwoorden afhankelijk van de metingen. De antwoorden op de andere rekenopdrachten zijn hieronder te vinden:

- Een huishouden van 4 personen verbruikt 3960 kWh per jaar.
 $330 \text{ kWh per maand} \times 12 \text{ maanden} = 3960 \text{ kWh per jaar}$
- Een school verbruikt 55.080 kWh per jaar.
 $4.590 \text{ kWh per maand} \times 12 \text{ maanden} = 55.080 \text{ kWh per jaar}$
- Er zijn 14 huishoudens nodig om evenveel energie te verbruiken als een school in een jaar.
 $55.080 / 3.960 = 13,9$ (wordt naar boven afgerond, dus 14)
- Een huishouden van 4 personen betaalt €792 per jaar aan elektriciteit.
 $3960 \text{ kWh} \times €0,20 = €792 \text{ per jaar}$
- Een school betaalt €8.262 per jaar aan elektriciteit.
 $55.080 \text{ kWh} \times €0,15 = €8.262$
- De school is per jaar €7.470 meer kwijt aan elektriciteit dan een huishouden van 4 personen.
 $€8.262 - €792 = €7.470$

Achtergrondinformatie

Elektriciteit wordt in energiecentrales opgewekt en via grote kabels naar huizen en andere gebouwen vervoerd. Om bij te houden hoeveel energie er in elk huis/gebouw verbruikt wordt, hangt er een meterkast in elk huis/gebouw. Deze meet hoeveel stroom er verbruikt wordt in kilowattuur (kWh).

Kilo, dit staat voor 1000.
Net bij kilometer (km) en meter (m).
1 km = 1000 m
1 kW = 1000 Watt



Het stroomverbruik uit het hele gebouw wordt hierin bijgehouden. Het verbruik van alle apparaten wordt bij elkaar opgeteld.

Om te berekenen hoeveel elektrische energie een enkel apparaat verbruikt (in kilowattuur, kWh) heb je het vermogen van het apparaat nodig in kilowatt (kW) en de tijd (dat het apparaat gebruikt wordt) in uur (h), van het Engelse 'hour'.

$Energie (kWh) = vermogen (kW) \times tijd (h)$

Dit kan vergeleken worden met het berekenen van de afgelegde weg van een auto:

$De\ afgelegde\ weg (km) = snelheid (km/u) \times tijd (h)$

De verbruikte energie is dan vergelijkbaar met de afgelegde weg van een auto en het vermogen is vergelijkbaar met de snelheid.

Stel je hebt een stofzuiger met een vermogen van 1.500 Watt en je gebruikt deze een 30 minuten. Om de verbruikte energie te berekenen moeten de gegeven eenheden (Watt en minuten) worden omgerekend naar de eenheden die gevraagd worden in de formule: 1.500 Watt = 1,5 kW (1.000 Watt is 1 kilowatt, net zoals 1.000 meter 1 kilometer is) en 30 minuten = 0,5 uur. Nu kan de formule worden ingevuld.

De verbruikte energie in kWh is $1,5 \text{ kW} \times 0,5 \text{ uur} = 0,75 \text{ kWh}$

Groep 7 en 8



Daarnaast is er ook nog de algemene eenheid van energie: joule. Deze eenheid is vaak terug te vinden op voedingsmiddelenverpakkingen, maar wordt niet gebruikt voor elektriciteit. De eenheden kunnen wel naar elkaar omgerekend worden.

1 Watt = 1 joule per seconde

1 kilowatt = 1000 Watt = 1.000 joule per seconde = 1000 J/s = 1 kJ/s

1 kWh = 1 kJ/s = 1.000 joule per seconde = 1.000 joule per seconde x 60 minuten x 60 seconden = 3.600.000 = 3.600 kJ

Links en bronnen

32 lessen voor de toekomst (2018, 24 februari). Factsheet energiegegevens basischolen. <http://32lessenvoordetoekomst.nl/wp-content/uploads/2018/02/24.Energie-besparen-op-school-Factsheet-energiegegevens.pdf>

Clipphanger (2015, 29 oktober). Watt is Volt en Ampère? [video]. Youtube. <https://www.youtube.com/watch?v=61J0K-46nbY>

Embrechts, A., Jansen, P. & Wolter, H. (2016). Natuurkundige verschijnselen. In *Basiskennis natuur en techniek* (pp. 158-185). Noordhoff Uitgevers.

Embrechts, A., Jansen, P. & Wolter, H. (2016). Technisch inzicht. In *Basiskennis natuur en techniek* (pp. 186-205). Noordhoff Uitgevers.

Klimaatakkoord (z.d.). Kunt u uitleggen hoe het zit met kilowattuur, kilowatt en andere eenheden? [https://www.klimaatakkoord.nl/elektriciteit/vraag-en-antwoord/eenheden-van-energie-en-vermogen#:~:text=Als%20eenheid%20van%20vermogen%20\(dus,dus%20elke%20seconde%201000%20joule.](https://www.klimaatakkoord.nl/elektriciteit/vraag-en-antwoord/eenheden-van-energie-en-vermogen#:~:text=Als%20eenheid%20van%20vermogen%20(dus,dus%20elke%20seconde%201000%20joule.)

Milieu Centraal (z.d.). Groene stroom. <https://www.milieucentraal.nl/klimaat-en-aarde/energiebronnen/groene-stroom/>

Nibud (z.d.). Energie en water. <https://www.nibud.nl/consumenten/energie-en-water/>

Voedingscentrum (z.d.). Voedingswaarde brood, bruin. <https://www.voedingswaardetabel.nl/voedingswaarde/voedingsmiddel/?id=215>