

Natuurkunde hoofdstuk 2 *Elektriciteit*

§1 Elektrische energie vervoeren

De elektriciteitscentrale

De elektrische energie die we thuis gebruiken kan opgewekt zijn door:

- Een **elektriciteitscentrale**
- Een kerncentrale
- Een windtribune
- Een paneel met zonnecellen (zonne-energie)

In Nederland leveren gewone elektriciteitscentrales nu nog de grootste bijdragen, al kan dat in de toekomst gaan veranderen.

Een elektriciteitscentrale werkt door:

1. Door de **branders** wordt een brandstof verbrand. Met de vrijkomende warmte wordt heet water in de ketel verhit. Hierdoor ontstaat er stoom met een hoge temperatuur (500°C) en een zeer hoge druk.
2. De stoom spuit met grote snelheid tegen de schoepen van een **tribune**. Daardoor gaat die tribune ronddraaien.
3. Aan de as van de tribune is een **generator**, een soort van grote dynamo, gekoppeld. Als de as van de tribune draait, wordt er in de generator elektrische energie opgewekt.
4. De stoom heeft nu een veel lagere temperatuur en druk gekregen, de stoom wordt naar een **condensor** geleid. Daar condenseert de stoom tot water. Dit water wordt vervolgens weer naar de ketel teruggepompt.

Meestal wordt koelwater uit een rivier of een meer gehaald. Op plaatsen waar niet genoeg open water is, wordt het koelwater steeds opnieuw gebruikt. Bij die centrale staan dan **koeltorens**, daar zit het koelwater in dat de warmte afstaat aan de buitenlucht.

Het elektriciteitsnet

Als er stroom door een kabel loopt, wordt hij warm. Dat komt doordat een deel van de elektrische energie wordt omgezet in warmte. Hierdoor ontstaat **energieverlies**: er blijft minder energie over voor de gebruikers. Om het energieverlies te beperken, kun je elektrische energie het best vervoeren op een zo hoog mogelijke spanning. Hoe hoger de gebruikte spanning, hoe kleiner het energieverlies.

De spanning die de generatoren leveren, wordt daarom bij de centrale omhoog getransformeerd. In Nederland wordt voor het vervoer over grote afstanden een **hoogspanning** van 380 kilovolt (kV) gebruikt. Hoogspanningsmasten vervoeren die elektrische energie naar verschillende verdeelstations. Daar wordt de spanning weer naar beneden getransformeerd naar 10 kV. Daarna gaat die energie naar ondergrondse kabels die naar woonwijken en industrieterreinen leiden. In elke woonwijk staan wel wat transformatorhuisjes. Daar wordt de spanning getransformeerd naar de **netspanning** van 230 V, voordat de elektrische energie naar de woningen wordt getransformeerd.

De spanning van het lichtnet

Het lichtnet levert geen onveranderlijke **gelijkspanning**, zoals een batterij of accu. De spanning van het lichtnet gaat juist voortdurend op en neer. Er is een wisselspanning met een frequentie van 50 Hz. Voor veel apparaten maakt het niet uit of ze op de **wisselspanning** van het lichtnet of een gelijkspanning van 230 V. Een

waterkoker bijv. produceert in beide gevallen evenveel warmte. Je zegt daarom dat de **effectieve spanning** van het lichtnet 230 V is. Of te wel; het lichtnet levert een spanning van 230 V.

Voor sommige elektrische apparaten is de spanning van het lichtnet nog te hoog, zoals voor een deurbel of bureaulamp. Dit soort apparaten heeft een transformator die de spanning nog verder naar beneden brengt.

De werking van een transformator

Het apparaat bestaat uit twee spoelen van geïsoleerde koperdraad om een weekijzeren kern. De **primaire spoel** wordt verbonden met het lichtnet, de **secundaire spoel** met het apparaat.

- Als de transformator in gebruik is, loopt er een wisselstroom door de primaire spoel. De primaire spoel wordt daardoor een **elektromagneet**. Doordat de stroom steeds van grootte en richting verandert, doet het opgewekte magneetveld dat ook.
- De weekijzeren kern wordt hierdoor gemagnetiseerd. De magnetisering verandert mee met het magneetveld van de primaire spoel.
- Het gevolg is dat er ook in de secundaire spoel een veranderd magneetveld ontstaat. Dit magneetveld wekt op zijn beurt een (lagere) wisselspanning op tussen de uiteinden van de secundaire spoel. Dit is de spanning waarop het apparaat werkt.

De elektrische spanning die de spoel opneemt, wordt door de secundaire spoel weer afgegeven. Er loopt daarbij geen stroom van de primaire naar de secundaire spoel. De energie wordt vervoerd door het magneetveld; daar komt geen elektriciteit aan te pas. Je zegt daarom dat de spoelen **magnetisch** aan elkaar **gekoppeld** zijn.

Omhoog en omlaag transformeren

De spanning die op de primaire spoel aangesloten wordt, noem je de **primaire spanning**. De spanning die de secundaire spoel levert, noem je de **secundaire spanning**.

Of de spanning hoger of lager wordt, hangt af van het aantal windingen van beide spoelen. Voor de verhouding tussen U_p en U_s geldt namelijk:

$$\frac{U_p}{U_s} = \frac{N_p}{N_s}$$

U_p = primaire spanning

N_p = aantal windingen van de primaire spoel

U_s = secundaire spanning

N_s = aantal windingen van de secundaire spoel

§2 Vermogen en energie

Elektrisch vermogen

Vermogen =

Hoeveel elektrische energie het apparaat per seconde verbruikt. De eenheid van vermogen is watt (W).

Je kunt het elektrische vermogen berekenen met de formule:

$$P = U \cdot I$$

Als je de spanning U invult in volt (V) en de stroom I in ampère (A), vind je het vermogen P in watt (W).

Het energieverbruik berekenen

Een apparaat kan wel een groot vermogen hebben, maar als je het weinig gebruikt, valt het energieverbruik wel mee. Omgekeerd kan een apparaat met een klein vermogen een onverwacht hoog energieverbruik hebben, als het dag en nacht aanstaat. Het energieverbruik van een apparaat wordt dus niet bepaald door het vermogen, maar ook door de tijd dat het energie verbruikt.

Formule voor het energieverbruik:

$$E = P \cdot t$$

Als je het vermogen P invult in watt (W) en de tijd t in seconden (s), vind je het energieverbruik E in joule (J).

Energie meten in kWh

Ook al is de joule de officiële eenheid van energie, toch staat er een andere eenheid op de elektriciteitsrekening: het kilowattuur (kWh). Dezelfde eenheid zie je ook staan op de meter die het verbruik van elektrische energie in huis meet. Zo'n meter wordt daarom **kWh-meter** genoemd. Als je in de formule $E = P \cdot t$ het vermogen P invult in kW en de tijd t in h, vind je het energieverbruik E in kWh.

Omdat er twee eenheden naast elkaar bestaan, zul je af en toe een hoeveelheid energie moeten omrekenen van kWh naar J of omgekeerd. Onthoud dat 1 kWh gelijk is aan 3,6 MJ.

$$E = P \cdot t$$

$$E = P \cdot t$$

$$E = 1 \text{ kW} \cdot 1 \text{ h}$$

$$E = 1000 \text{ W} \cdot 3600 \text{ s}$$

$$E = 1 \text{ kWh}$$

$$E = 3,6 \cdot 10^6 \quad J = 3,6 \text{ MJ}$$