

# ELEKTRICITEIT

## hoe maken ze dat?



.....

Het licht, je tablet, de wasmachine en de auto, voor alles en steeds meer gebruiken we elektriciteit. Maar wat is elektriciteit eigenlijk? Hoe maken ze dat? Ga mee op reis door het elektriciteitsnetwerk.

Verwonder je over de uitvinding van de dynamo, het apparaat dat het mogelijk maakt om elektriciteit op te wekken. Om dat apparaat te voeren gebruiken we nu nog vooral gas en kolen. Fossiele brandstoffen die bij verbranding zorgen voor veel CO<sub>2</sub> in de lucht. Dat gaat veranderen! In het huis van de toekomst maken we gebruik van de kracht van wind, zon en water om elektriciteit op te wekken en het milieu te sparen.

Tijd voor nieuwe uitvindingen en nieuwe mogelijkheden!  
Ga je mee?



# DE DYNAMO - Laat maar draaien!

Stel dat je in het stopcontact kunt kruipen, wat kom je dan tegen? Je reist een eind door elektriciteitskabels in huis en onder de grond. Soms reis je door de lucht, van de ene naar de andere hoogspanningsmast. Misschien kom je windmolens tegen of zonnepanelen. Maar de kans is groot dat je ergens op je reis terecht komt in een elektriciteitscentrale. Daar draait een reusachtige dynamo, ook wel generator genoemd. Daarmee wordt elektriciteit opgewekt.

Een dynamo bestaat simpel gezegd uit een magneet en een stuk opgerold koperdraad (spoel). Als de magneet ronddraait in de spoel gaat er elektriciteit stromen in het koperdraad. Beweging wordt elektriciteit. Maar hoe krijg je die magneet in beweging? Dat kan op allerlei manieren:

- met de hand, zoals in een knijpkat. Dat is zo'n handige zaklamp waar je geen batterij voor nodig hebt. Als je erin knijpt, gaat er een magneet draaien.
- door te fietsen. Je wiel brengt het wieltje van een fietsdynamo in beweging en je hebt licht.
- met een windmolen. Dat gebeurt steeds vaker, wind is er genoeg in Nederland.
- met waterkracht. Dat gebeurt nog niet veel in Nederland.
- met een stoomturbine. Veel elektriciteitscentrales werken zo. Hieronder zie je stap voor stap hoe dat gaat.

Je kunt elektriciteit ook opwekken zonder dynamo. Dat kan met zonnepanelen of met waterstofgas.

Elektriciteit uit een dynamo



(draait door menskracht)



olie



gas



vuilnis



kolen

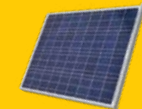


kernenergie

(energiebron voor stoomturbine)



wind- en waterenergie (draait door natuurkracht)



zonnepanelen



waterstofgas

(Elektriciteit opgewekt zonder dynamo)

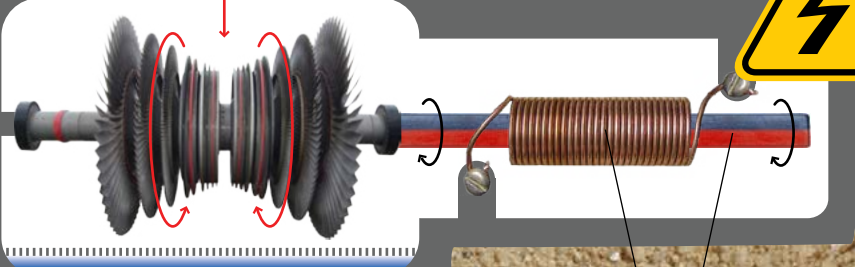


**WonderWelWeet je**  
In je lichaam zit ook elektriciteit. Het zijn kleine stroompjes die van je zintuigen (oren, ogen) naar je hersenen lopen, en van je hersenen naar je spieren.

Het vuur in de elektriciteitscentrale verwarmt water in een stoomketel. De stoom wordt door een leiding naar een turbine geleid.

**WonderWelWeet je**  
In Nederland staan nog 4 elektriciteitscentrales die stoken op kolen. Uiterlijk in 2030 moeten die dicht.

De turbine: Een soort propeller die door de stoom razendsnel gaat draaien.



De dynamo: Een magneet en een spoel met koperdraad. Door de turbine gaat de magneet in de dynamo draaien. De draaiende magneet wekt elektriciteit op in de spoel.



Die elektriciteit is dan nog te sterk. In elektriciteitsstaal: de spanning is te hoog, meer dan 230 Volt.

In een transformatorhuisje wordt de elektriciteit afgezwakt tot 230 Volt. Transformatoren betekenen omvormen.

De elektriciteit gaat door lange kabels naar je huis en weer terug naar de centrale. Hiervoor zitten in de kabels twee elektriciteitsdraden: eentje voor heen en eentje voor terug. Zo is het kringetje rond.

Met kolen, gas of vuilnis wordt een vuur gestookt. Helaas komt hierdoor veel CO<sub>2</sub> in de lucht.



## Vraag het de Alwetoloog

*Elektriciteit komt dus uit de natuur?*  
Jazeker, elektriciteit is een natuurkracht. Ze is er altijd in de natuur. Ook magnetisme is een natuurkracht. De aarde zelf is een magneet, een megagrote. Mensen hebben die twee krachten gecombineerd. Zo werd de dynamo ontdekt en stroomt er nu elektriciteit uit een stopcontact.

*Hoe hebben mensen dat voor elkaar gekregen?*

Ze hebben die krachten altijd al ervaren, kijk maar naar de bliksem. Dat is elektriciteit in de natuur! Heel vroeger dachten mensen dat bliksem het werk van goden was. Later zijn ze die natuurkrachten steeds beter gaan begrijpen.

*Kunnen we nog zonder dynamo's?*

Zeker niet. Bijna alle stroom wordt opgewekt met dynamo's. Als die niet meer draaien, stopt bijna alles: computers, telefoons en ijskasten. Pompen staan stil en polders lopen onder. Waar we vanaf moeten zijn kolen en gas als brandstof voor dynamo's. Bij de verbranding komt veel CO<sub>2</sub> in de lucht. Je kunt een dynamo ook laten draaien op wind. Dan heb je een windturbine in plaats van een stoomturbine. En geen uitstoot van CO<sub>2</sub>!

*Wat stroomt er nou eigenlijk bij stroom?*

Kleine deeltjes die we elektronen noemen. Die bewegen door een stroomdraad. Vergelijk het maar met water door een tuinslang. Als je wilt dat de elektronen door blijven stromen, moet je het kringetje rond maken. Dat heet een stroomkring. De elektriciteit stroomt via de draden van de elektriciteitscentrale naar jouw huis en weer terug naar de centrale.



## FEITEN & CIJFERS

In 1882 werd de eerste elektriciteitscentrale ter wereld geopend in New York.

1 windturbine kan per jaar voor ruim 2000 woningen elektriciteit opwekken.

Er zijn ongeveer 14 zonnepanelen nodig om 1 woning van elektriciteit te voorzien.

Meer dan 2 miljoen van de 8 miljoen woningen in Nederland hebben inmiddels zonnepanelen. Dat worden er steeds meer.

## ZOEK HET UIT

Kijk eens naar jullie (slimme) elektriciteitsmeter! Een gemiddeld huishouden verbruikt per dag 10 kWh (kilo Watt per uur). Hoeveel verbruiken jullie? Hang een lijstje op en houd het een week bij. Op welke dag gebruiken jullie het meeste? Waar ligt dat aan? Let ook op de nacht! Wat staat er dan nog aan? Waar kun je op bezuinigen?

## zo werkt een... ELEKTROMAGNEET



Door de elektrische stroom wordt de spijker magnetisch.

## INTERVIEW

**Naam:** Co Oskam  
**Functie:** Beheerder windparken  
**Werkt bij:** Eneco



*Wat doe je precies?* - Ik beheer een aantal windparken. Ik zorg ervoor dat de windturbines doen wat ze moeten doen: zoveel mogelijk elektriciteit opwekken. Leuk werk hoor. Elke dag is anders, want de wind waait nooit hetzelfde.

*Welke opleiding heb je gedaan?* - Ik heb mts elektrotechniek gedaan en daarna nog allerlei technische vervolgoopleidingen, maar ook een klimtraining, want ze zijn hoog die windturbines!

*Hoe hoog zijn ze dan?* - De hoogste turbine van Eneco is 115 meter. Die heeft een bladlengte van 55 meter en staat in Lelystad.

*Hoe hard draaien ze?* - Dat is afhankelijk van de windsnelheid, maar de tip (uiteinde van een blad) kan een snelheid bereiken tussen de 200 en 300 kilometer per uur.

*Hoe hard moet het waaien voordat ze gaan draaien?* - Vanaf windkracht 3 (dat is 3 tot 4 meter per seconde) leveren ze elektriciteit. Bij windkracht 10 (25 meter per seconde) gaan de turbines automatisch uit. Dan waait het te hard.

*Hoeveel windturbines zijn nodig om heel Nederland van stroom te voorzien?* - Ongeveer 8000. Maar soms is er niet genoeg wind. Daarom zullen er ook altijd andere voorzieningen nodig zijn.

*Heb je zelf een windmolen op je dak?* - Nee, dat mag niet zomaar. En kleine windmolens leveren maar weinig elektriciteit op, zeker voor mij. Ik ben zulke grote molens gewend.

### WonderWelWeet je

Het woord elektriciteit komt van het Griekse woord 'elektron'. Dat betekent barnsteen. De oude Grieken ontdekten dat je vonkjes kan maken als je met een vacht over een stukje barnsteen wrijft. Dat heet statische elektriciteit.

## DUIK IN DE GESCHIEDENIS

## EEN PIENTERE JONGEN

Michael Faraday woonde met zijn ouders, twee zussen en een broer in Londen. Zijn vader was een arme hoefsmid. Michael was een nieuwsgierig ventje. In 1804 ging hij op 13-jarige leeftijd als leerjongen bij een boekbinder werken. Dat had hij slim bekeken. Nu kon hij in zijn vrije uren al die interessante boeken lezen. Hij wilde alles weten over natuurkunde en scheikunde. Hij deed ook proefjes. Maar daar bleef het niet bij. Hij ging colleges volgen op het Royal Institute in Londen, een belangrijke wetenschappelijke instelling. En het mooiste van alles was dat Michael, die alleen lagere school had gedaan, daar een baan kreeg als wetenschapper. Hij las over hoe Ørsted, een Deense uitvinder, in 1820 met een simpele proef een verband legde tussen elektriciteit en magnetisme. Faraday ging daarmee verder experimenteren en in

1813 ontdekte hij dat je een ijzeren voorwerp magnetisch kunt maken met elektriciteit. Maar als dat zo was, zou je dan ook elektriciteit kunnen maken met een magneet? Hij bewoog een magneet in en uit een metalen spoel en jawel: er ging een stroompje door het metaal.

Dat was het begin van de dynamo. Magnetisme is een natuurverschijnsel, statische (stilstaande) elektriciteit ook. Faraday combineerde beide verschijnselen en voegde er beweging aan toe. Zo ging de elektriciteit stromen. Dankzij hem halen wij het nu uit een stopcontact.



Van 1993 tot 2000 werd Michael Faraday in Groot-Brittannië afgebeeld op de briefjes van 20 pond.



## Vraag het de Alwetoloog

**Waarom niet meteen overstappen op zon- en windenergie voor elektriciteit?** Grootste probleem is dat er niet altijd zon of wind is. En we kunnen het nog niet goed bewaren. Een oplossing ligt misschien bij wind op zee.

**Omdat er op zee altijd wind is?**

Vaak wel ja, maar er is nog iets anders op zee: water. Met dat water kun je windenergie opslaan. Dat gaat zo: als het waait wekt de windmolen elektriciteit op. Die elektriciteit gaat niet meteen naar jouw huis. Ze gebruiken het om water te veranderen in een gas: waterstofgas.

**Hoe kan dat nou?**

Haha, je kijkt alsof je water ziet branden! Water is een combinatie van waterstof en zuurstof. Het kost veel energie, windenergie dus, om die twee stoffen van elkaar te scheiden. Maar dan heb je ook wat! Waterstof kun je opslaan en door gasleidingen vervoeren naar het land. Daar stoppen ze weer zuurstof bij de waterstof. Die twee stoffen willen zó graag naar elkaar toe dat er elektriciteit gaat stromen. Superschone manier om aan elektriciteit te komen!

**Top. Hoe kom ik eraan?**

Geduld! Het kost tijd om te onderzoeken hoe we waterstof veilig kunnen gebruiken. En dan moet er nog een hoop worden gebouwd en aangelegd. Bovendien zijn er misschien betere alternatieven. Als het gaat om schone energie zijn we bezig met een Delta-plan voor de 21ste eeuw! Werk aan de winkel dus voor knappe koppen en handige jongens en meisjes zoals jij.



## Huis van de toekomst

### Het geheim achter het zonnepaneel

Het begint bij de zon. Die schijnt gratis en voor niks. Maar wat zit er in zonnepanelen dat zorgt voor elektriciteit? Het magische spul heet silicium. Het is een zogenaamde halfgeleider. Op zonnepanelen zitten heel dunne laagjes van dat metaalachtige grijze materiaal. Onder invloed van zonlicht kun je met silicium elektriciteit opwekken. Hoe werkt dat? Als de zon schijnt schiet ze met haar lichtstralen piepkleine deeltjes (elektronen) los uit het silicium. Aan de bovenkant zijn dat negatief geladen deeltjes en aan de onderkant positief geladen deeltjes. Die twee gaan nu als een gek naar elkaar op zoek. Daardoor gaat er tussen de laagjes silicium elektriciteit stromen. Die elektriciteit kun je gebruiken voor alle apparaten in je huis!



De stralen van de zon schieten elektronen los.

De plussen en de minnen zoeken elkaar op, hierdoor ontstaat elektriciteit

antireflecterende laag  
n-type silicium  
scheidingslaag  
p-type silicium  
onderlaag



**Thuisbatterij:** energie uit de zonnepanelen op het dak kun je opslaan in de accu van de auto. Daarmee kun je de auto laten rijden, maar je kan er ook de wasmachine mee laten draaien.



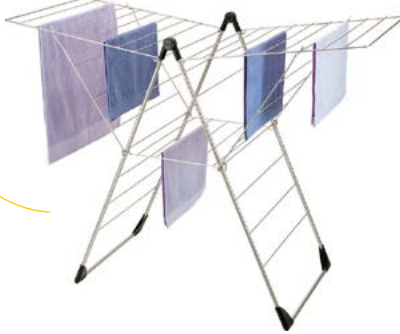
**WonderWelWeet je**  
Op 23 april 2022 werd in Nederland voor het eerst meer elektriciteit opgewekt met zonnepanelen en windturbines dan er werd verbruikt. Sommige mensen kregen toen zelfs betaald als ze elektriciteit gebruikten.

### Alle beetjes helpen

- Zet alle apparaten uit als je weggaat. Niet op standby, met zo'n rood lichtje, maar helemaal uit.
- Een laptop kost minder energie dan een PC.
- En een tablet minder dan een laptop.
- Schaf een oplader aan op zonne-energie voor je telefoon.
- Meten is weten! Koop voor een paar tientjes een energiemeter. Daarmee kun je per apparaat zien wat dat verbruikt.

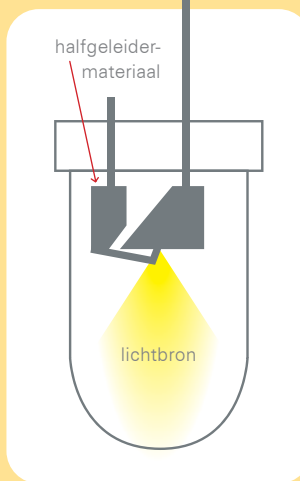


De was drogen hoeft geen energie te kosten!



### Ledlicht

Een ledlamp gebruikt 90% minder elektriciteit dan een gloeilamp. Hoe dat komt? Hij gebruikt zijn energie alleen voor licht. Bij een gloeilamp gaat veel energie verloren aan warmte. Probeer het maar eens uit. Een ledlamp kun je aanraken. Hij wordt niet heet. Bij een gloeilamp moet je dat niet doen. Dan brand je je vingers. Een ledlamp heeft geen gloeidraad die de elektriciteit geleidt, maar 'led': light emitting diode, licht uitstralende diode. In die diode zit silicium als materiaal dat de elektriciteit geleidt. In een ledlamp zitten heel veel kleine ledjes.



### Geleiders en halfgeleiders

**Geleiders:** Stoffen die elektriciteit geleiden: koper en andere metalen. Door een elektriciteitsdraad loopt koper om de elektriciteit te geleiden.

**Isolatoren:** Stoffen die niet geleiden: zand, plastic, hout. Om de elektriciteitsdraad zit plastic zodat je geen schok krijgt.

**Halfgeleiders:** Die zitten er tussenin; ze geleiden uit zichzelf niet goed. Een voorbeeld is silicium. Door er een miniem klein beetje van andere stoffen aan toe te voegen geleiden ze wel. Halfgeleiders zijn gevoelig voor licht en warmte. Dan gaat de elektriciteit harder stromen. In zonnepanelen, ledlampen en elektronische apparaten zit silicium als halfgeleider.

**WonderWelWeet je**  
Een kwart van de aardkorst bestaat uit silicium. Het zit vast aan andere stoffen, zoals zand of vuursteen. In het Latijn heet vuursteen silix. Zo zijn ze aan het woord silicium gekomen.



# TEST HET THUIS UIT!

## Statische elektriciteit – puur natuur!

Wrijf met een opgeblazen ballon flink over je hoofd. Houd hem daarna een stukje van je hoofd af. Je hebt statische elektriciteit opgewekt.



## Zelf waterstofgas maken

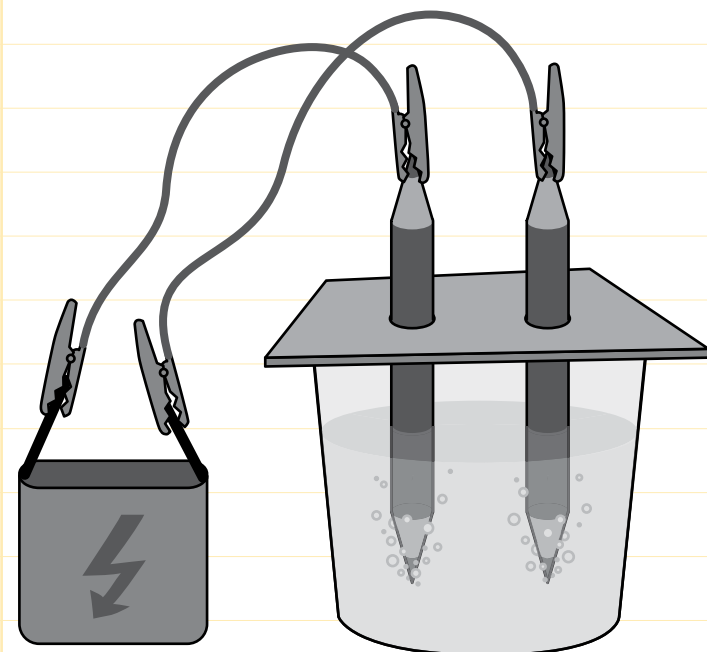
Nodig:

- twee potloden
- slijper
- schaar
- maatbeker
- 100 ml warm water
- zout
- stuk karton
- 6 of 9 volt blok batterij
- twee kabeltjes met krokodillenbek

**WonderWelWeet je**  
Bliksem is elektriciteit. Op hoge gebouwen zitten soms bliksemafleiders. Dat zijn metalen draden die de elektriciteit van de bliksem afleiden naar de aarde.

Aan de slag:

- Slijp de potloden zodat ze aan beide kanten een scherpe punt hebben. De potloden (met grafiet) worden straks je elektroden. Je kunt ook de grafieten vulling gebruiken uit een vulpotlood.
- Vul de maatbeker met 100 ml warm water en een beetje zout.
- Knip het karton zo dat het goed over de maatbeker past. Maak er twee gaatjes in met twee of drie centimeter ertussen. Hier steek je de potloden door. Zorg dat ze blijven hangen, maar niet de bodem raken. Sluit een kabel met krokodillenbek aan op de punt van het potlood die boven de maatbeker uitsteekt.
- Sluit de andere kant van de kabel aan op de batterij. Doe hetzelfde op het andere potlood.
- Even geduld en dan ga je belletjes zien bij de grafieten potloodpunten.



Je hebt met behulp van elektriciteit water ( $H_2O$ ) gescheiden in waterstof (H) en in zuurstof (O). Elektrolyse noemen ze dat in de scheikunde. Je ziet belletjes bij allebei de potloodpunten. Aan de ene kant zit waterstof en aan de andere kant zuurstof. Waar je de meeste belletjes ziet zit de waterstof. Er zit namelijk twee keer zo veel waterstof in water als zuurstof. Daarom staat er bij  $H_2O$  ook een 2 achter de H van waterstof.

Waterstof opwekken met een batterij is niet duurzaam. Je kunt het ook proberen met een klein zonnepaneel.

Op zee willen ze hetzelfde in het groot doen. Vervang de batterij door een windmolenpark. De maatbekers en de potloden zijn de fabriek waar de elektrolyse (splitsen van water in waterstof en zuurstof) plaatsvindt. Het water komt uit de zee.

## Bedien een lampje met je eigen schakelaar!

Nodig:

- leeg melkpak
- schaar
- priem
- 2 splitpennen



**WonderWelWeet je**  
Bijna alle energie die we gebruiken komt uiteindelijk van de zon. Zelfs de wind komt alleen in beweging door het verschil tussen warm en koud.

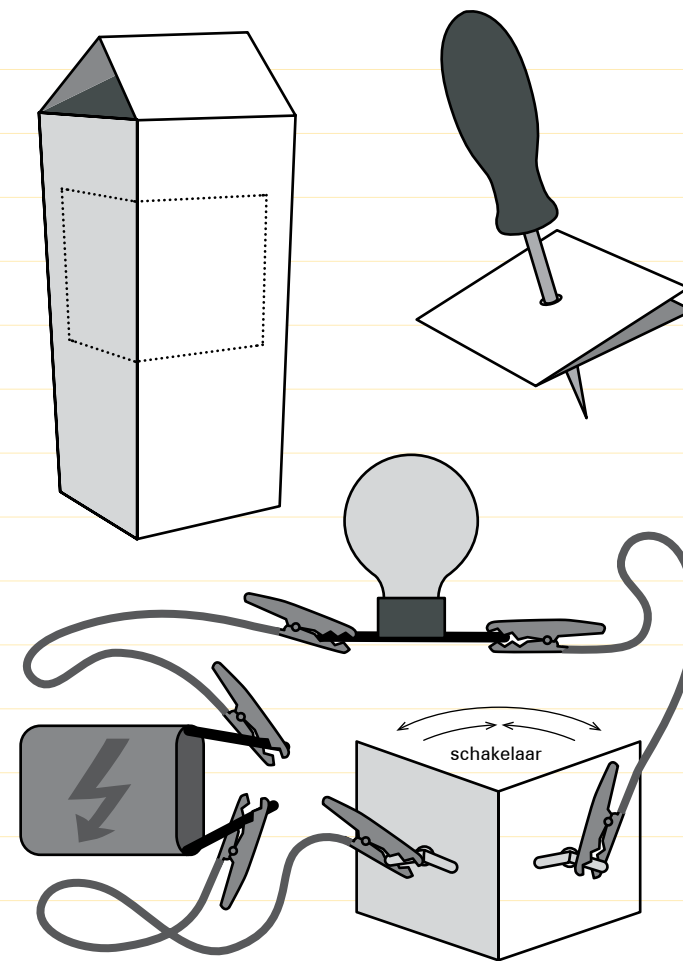
Om te testen:

- 3 draden met krokodillenklemmen
- elektrisch circuit met batterij en lampje

Aan de slag:

- Knip een hoek van ongeveer 6x6 cm uit het melkpak. Je hebt nu een dubbelgeklapt stukje karton. Je hebt nu een dubbelgeklapt stukje karton.
- Prik in het midden van je dubbelgeklapte stukje karton een gat. Steek in beide gaten een splitpen met de pootjes naar de buitenkant.
- Bevestig je schakelaar met twee krokodillenklemmen aan een elektrisch circuit met een batterij en lampje.
- Nu kun je het lampje aan- en uitzetten door het stukje karton dicht en weer open te klappen!

Als jij thuis met een schakelaar het licht aan of uit doet of de computer of... dan doe je hetzelfde als in dit proefje. Je sluit of onderbreekt de stroomkring. De batterij is de elektriciteitscentrale.



## Hoe ben je monteur geworden?

Ik vond elektriciteit altijd al interessant. Mijn oom, die boven ons woonde, heeft bij ons thuis alle elektriciteit aangelegd. Als kind mocht ik meehelpen. Zo is het begonnen!

**Hoe ben je terechtgekomen bij het AMC?** - Tijdens mijn mbo-opleiding elektrotechniek heb ik er stage gelopen. Ik vond een ziekenhuis interessant omdat daar allerlei soorten techniek bij elkaar komen. Ze waren toen bezig met de renovatie van de kinderafdeling. We hebben alle oude elektrotechnische installaties weggehaald en nieuwe aangelegd. Ik vond het fijn om voor zieke kinderen een comfortabele omgeving te maken.

**Wat doe je nu bij het AMC?** - Ik ben er begonnen als monteur. Daarna werd ik werkvoorbereider en inspecteur. Nu geef ik leiding aan een team van 10 tot 15 mensen. Een van mijn belangrijkste taken is te zorgen dat mijn collega's veilig kunnen werken met hoogspanning. We krijgen elektriciteit van Liander met een spanning van 10.000 Volt. Wij transformeren die naar 230 Volt voor de ziekenhuis installaties. Goed kunnen samenwerken is dan heel belangrijk. Voor onze eigen veiligheid en die van de patiënten.

**Is het AMC duurzaam wat betreft elektriciteit?** - Daar werken we hard aan. We hebben het grootste groene dak van Amsterdam, met zonnepanelen en vetplanten. Ook hebben we alle tl-verlichting vervangen voor led. Maar duurzaamheid is nog best een uitdaging. Wij moeten altijd gegarandeerd energie hebben. Wij kunnen niet zeggen dat als er geen wind of zon is, dat er dan ook geen frisse lucht is op de intensive care of in de operatiekamers. Dus als plotseling de stroom uitvalt moeten we altijd een back-up hebben en dan is diesel of aardgas voorlopig nog wel nodig.

## INTERVIEW

**Naam:** Mark Doorgen  
**Functie:** Elektrotechnisch monteur  
**Werkt bij:** Amsterdam UMC (locatie AMC)

