



# SIMPEL

# IS NOG NIET EENVOUDIG

Door Amber Leeman

De wereldberoemde natuurkundige Richard Feynman zei: *If you cannot explain something in simple terms, you don't understand it.* Je moet een onderwerp heel goed begrijpen om het eenvoudig uit te kunnen leggen. Iedere docent herkent dit.

Ivo Winnubst is docent natuurkunde én toa bij het Kaj Munk College in Hoofddorp. Hij maakt deze benadering concreet door machines en mechanismes werkend uit te voeren op een zo simpel mogelijke manier. Juist door de

eenvoudige uitvoering in herkenbare materialen wordt de werking inzichtelijk.

“De principes zijn niet nieuw. Wat ik probeer is de uitvoering te versimpelen. Het moet zo makkelijk te maken zijn dat

# DE EENVOUDIGE STOOMMACHINE

## Onderwerp

Verbranden, verwarmen, fase-overgangen

Maak een stoommachine met een vliegwiel van karton, zuigers van pvc-buisjes en een krukasje van een paperclip. Hoewel het principe eenvoudig is en de uitleg heel duidelijk, zul je nadat het model af is nog extra tijd nodig hebben voor het testen en uitproberen. Een uitgebreide uitleg vind je op [nvon.tk/stoom](https://nvon.tk/stoom)

## Niveau

klas 1 of 2 (maar dit is ook nog leuk voor 6vwo)

## Tijd

Met voorbereiding 1 lesuur.

Zonder voorbereiding 2 uren.

## Materialen

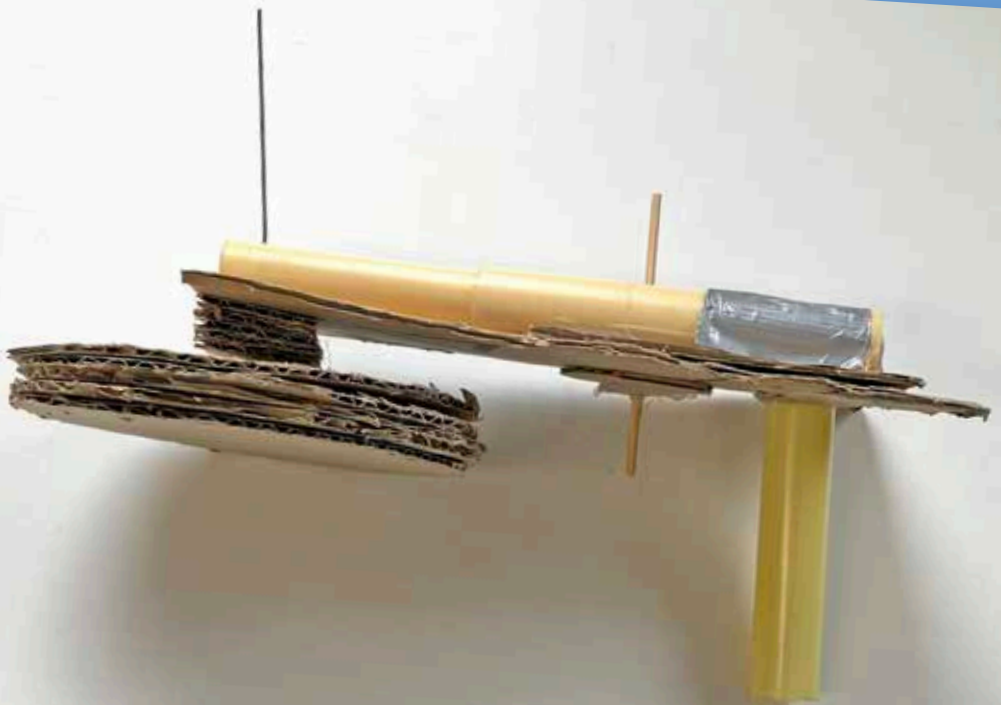
Golfkarton, pvc (diameter 10mm en 12 mm), satéprikker, ijzerdraad (of paperclip), dun papier, ducttape.

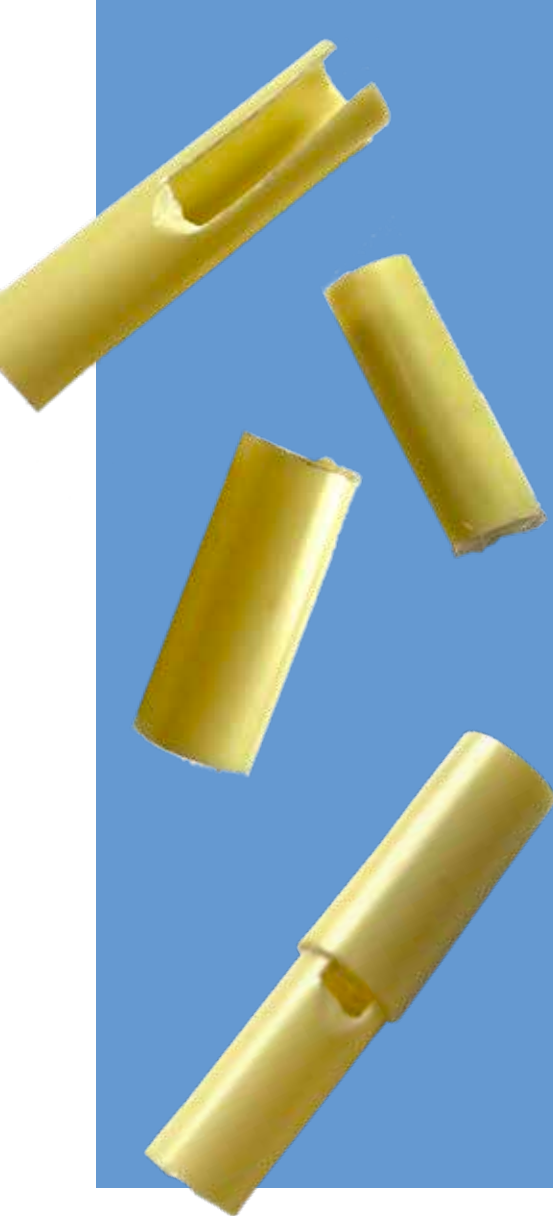
## Gereedschappen

ijzerzaagje, boormachine, platbektang, schuurpapier, lijmpistool

## Vorbereiding

Je zou de onderdelen voor de leerlingen op maat kunnen zagen en kunnen voorboren. Dan lukt het de leerlingen zeker binnen het uur een model te maken. Ook zijn er dan nog minder gereedschappen nodig in de klas.





## DE SIMPEL-CHECKLIST

- **Snel**

De werkstukken zijn relatief snel in elkaar te zetten. Het zijn geen projecten waar je een half jaar voor uit hoeft te trekken.

- **Iedereen**

Leerlingen moeten het zelf kunnen maken met minimale begeleiding. Ook leerlingen met 2 linkerhanden.

- **Marge**

Er moet een flinke ruimte zijn voor fouten. Voor precisiewerk voldoen de eenvoudige materialen en gereedschappen niet.

- **Praktisch**

Het project moet werken. Het moet een werkend principe zijn of je moet er iets mee kunnen doen.

- **Eenvoudige middelen**

Het werkstuk moet met eenvoudige gereedschappen kunnen worden gemaakt. Er is geen 3D printer, lasercutter of draaibank nodig.

- **Lage kosten**

Met alledaagse materialen blijven de kosten laag. De kosten van deze projecten liggen ruim onder de euro per stuk.

iedere leerling het kan met minimale begeleiding. Ook een leerling die niet zo handig is.”

### **Alles van karton**

Zo bedacht Ivo een stoommachine gemaakt van golfkarton, een satéprikker en een paar pvc-buisjes. Het kartonnen vliegwiel gaat draaien als je lucht door het buisje blaast. De machine is verrassend snel in elkaar gezet met eenvoudige gereedschappen. Op Ivo zijn YouTube-kanaal *Dit is natuurkunde* ([nvn.tk/din](https://www.youtube.com/channel/UCnvn-tk-din)) vind je een video met een uitleg van minder dan 10 minuten

waarmee zijn leerlingen meteen aan de slag kunnen.

“Bouwpakketten zijn er genoeg. Ook zie je via internet allerlei voorbeelden van dit soort projecten waarbij de materialen misschien wel alledaags zijn, maar wat alsnog honderden euro’s zou kosten als je zo’n project met 30 leerlingen zou gaan doen. Daarbij vind ik het belangrijk dat iedereen ermee aan de slag kan.”

### **Tussendoor**

De werkstukken zijn bedacht voor projectlessen (skill-klassen), maar



# STROOMKRING

## Onderwerp

stroomkring, electriciteit

In plaats van een lampje maken de leerlingen een kleine, werkende radio op de simpelste manier mogelijk. Rondom een spijker wordt een spoel gewikkeld van koperdraad. De schakelaar bestaat uit gebogen koperdraad die met een beetje duwen en puzzelen precies op de spijker kan kloppen. Tijdens het wachten op elkaar of leerlingen die het af hebben kunnen mooi oefenen met morse.

## Niveau

klas 2 en 3

## Tijd

15 minuten om te maken (de meeste tijd zit in het testen)

## Materialen

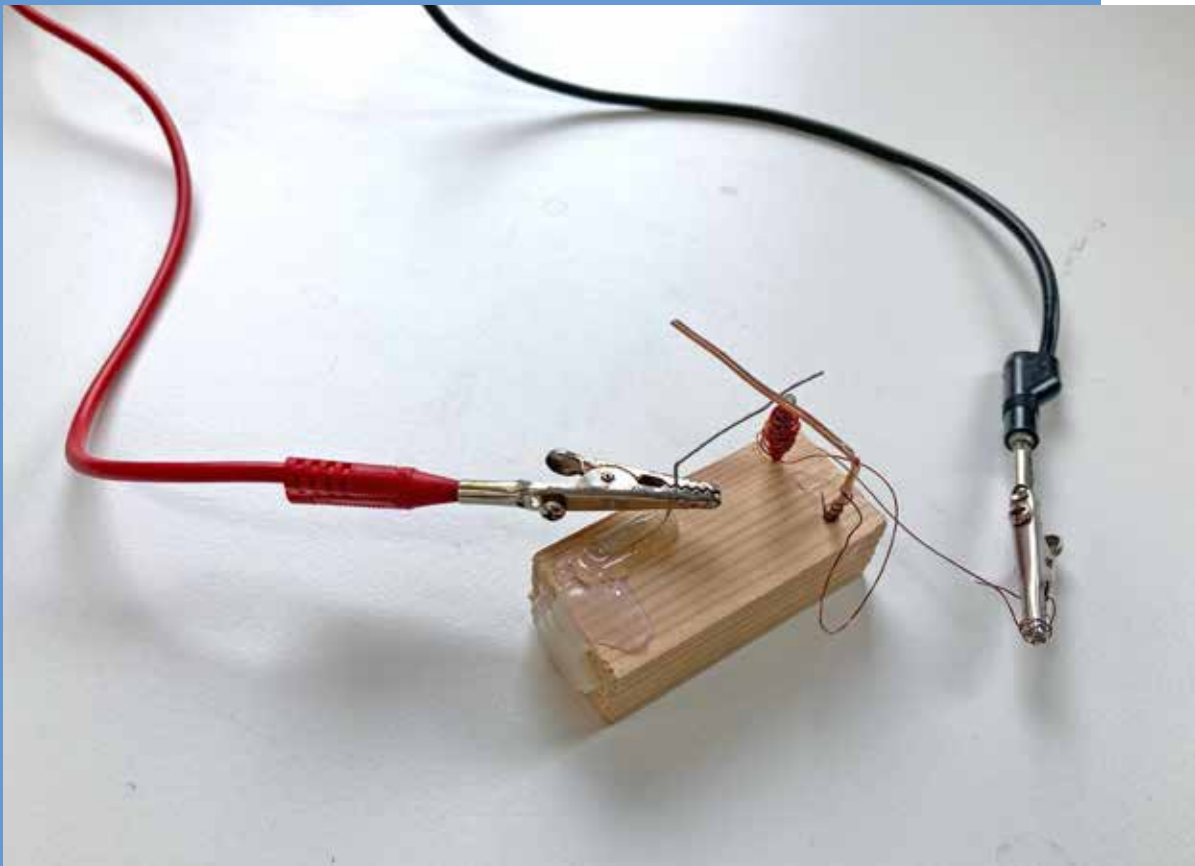
Gelakt koperdraad (0,3 mm), blokje hout, schakeldraad. De werkstukken kunnen na de les weer uit elkaar gehaald en de materialen kunnen allemaal zeker een tweede keer worden gebruikt.

## Gereedschappen

Geen

## Vorbereiding

De blokjes moeten op maat gezaagd worden en van een boorgat worden voorzien.



worden ondertussen ook gebruikt in de normale natuurkundeles.

“Ik gebruik het soms als een leuk project tussendoor. De eenvoudige stoommachine is gemakkelijk om te maken en zet ik in als ik een beetje lucht tussen de theorielessen nodig heb. Laatst heb ik dit vlak voor de vakantie gedaan met mijn 2-mavo klas. Je wilt op zo’n moment niet met een nieuw onderwerp beginnen, maar ook geen les verloren laten gaan.”

### **Uitvogelen**

De eindproducten zien er misschien basaal uit, maar versimpelen is niet eenvoudig. Er zit veel tijd in het ontwikkelen van de projecten. Het bedenken van de kartonnen stoommachine kostte twee maanden aan bouwen, testen en proberen.

“Als je eenmaal weet hoe het moet is het makkelijk, maar er zijn zoveel stappen die je van te voren moet nalopen. Eerdere prototypes van de kartonnen stoommachine werkten ook wel, maar waren niet simpel genoeg of niet makkelijk genoeg om te maken. Ik heb er bijvoorbeeld ook één gemaakt met een roterend ventiel. Het draaide rond en sloot zijn eigen luchtstroom af. Het was een heel leuk model, maar dit was millimeterwerk om uit te lijnen. Als er maar één druppeltje lijm op de verkeerde plek kwam, liep het vast.”

### **Houtje-touwtje**

Niet alles doorstaat Ivo zijn eigen spelregels. Sommige principes vragen om veel precisie of onderdelen die meer kosten dan een paar cent. Met karton, tape en kraaltjes maakte Ivo een werkende tesla-turbine. Toch wordt deze turbine niet meer in de klas gemaakt.

“Ik wilde de leerlingen een ballonwagen laten maken waarbij de ballon een mechaniek aan zou drijven. Dit mechaniek zou als de motor van het

wagentje dienen. We hebben met een klein groepje leerlingen het principe van de tesla-turbine getest. Het beste resultaat was een afstand van 50 cm. Als de turbine eenmaal gaat, dan loopt het heel aardig, maar een opgeblazen ballon was hiervoor niet voldoende. Ik heb laatst een variant gemaakt met de lasersnijder. Die deed het best mooi, maar ik ben hier minder fan van. Ik vind juist het houtje-touwtje-werk leuk.”

### **Slingeruurwerk**

Op dit moment is Ivo bezig met het principe van een slingeruurwerk uit te werken die meerdere uren kan draaien en de juiste tijd aangeeft. Natuurlijk moet ook dit worden uitgevoerd met karton en ijslolly-stokjes.

“Hier ben ik al een half jaar zoet mee. Ik weiger te geloven dat het niet kan. Elke keer kom ik nog iets tegen en kan ik een

## *Als je eenmaal weet hoe het moet, is het makkelijk*

kleine verbetering maken. Ik heb het op allerlei manieren geprobeerd, maar tot nu toe is de marge het probleem. Het is nog niet 100% opgegeven, maar het kan zijn dat ik over een maand toch zeg: dit is mislukt. Het is bijna een erekwestie geworden. ”

Het volgende project? “Dat wordt een teletransporter van karton die minimaal 1 lichtjaar af moet kunnen leggen”, grapt Ivo.

**Nieuwsgierig geworden? Maak ook een stoommachine. Bekijk het youtube-kanaal van Ivo: “Dit is natuurkunde” en deel daar jouw resultaten in de comments.**