

halfwaardetijd van circa tien minuten, en het verval van  $^{15}\text{O}$ , met halfwaardetijd van circa twee minuten, die de 0,511 MeV gammastraling opwekken, duren vele malen langer dan de oorspronkelijke TGF [1], lang genoeg om met de wind een aanzienlijk stuk verder gedragen te worden voor ze vervallen. Deze secundaire straling kan aan de grond gemeten worden en geeft

inzicht in de energieverdeling van de primaire gammastraling bij de bron in de onweerswolk.

### Referenties

- 1 T. Enoto et al., *Photonuclear reactions triggered by lightning discharge*, *Nature* 551, 481-484 (23 november 2017).
- 2 L.P. Babich, *Radiocarbon production by thunderstorms*, *Geophys. Res. Lett.* 44, 11191-11200 (2017).
- 3 C. Rutjes, G. Diniz, I.S. Ferreira en U. Ebert, *TGF afterglows: a new radiation type from thunderstorms*, *Geophys. Res. Lett.* 44, 10702-10712 (2017).
- 4 C. Rutjes en U. Ebert, *A natural neutron source*, *Physics World*, pp. 13-15, (oktober 2017).
- 5 G.S. Bowers et al., *Gamma Ray Signatures of Neutrons From a Terrestrial Gamma Ray Flash*, *Geophys. Res. Lett.* 44, 10063-10070 (2017).

## Boekbespreking



# Echt zwaar

Gevoel voor timing kun je Martijn van Calmthout niet ontzeggen met het uitkomen van zijn boek *Echt zwaar* in 2017, het jaar dat de Nobelprijs voor de Natuurkunde aan de ontdekkers van zwaartekrachtgolven is uitgereikt. Na zijn eerdere werk over de quantummechanica is het nu de beurt aan die andere grote natuurkundige theorie, de zwaartekracht. Van Calmthout kiest ervoor het verhaal van de ontwikkeling van ons begrip van zwaartekracht te vertellen in romanvorm vanuit het ik-perspectief. Hierin is de verteller (Van Calmthout?) in gesprek met Léon Foucault (1819-1868). Foucault is vooral bekend door zijn demonstratie van de rotatie van de aarde met de door hem ontwikkelde slinger. Het boek speelt zich vrijwel geheel af in het Pantheon in Parijs waar Foucaults slingerexperiment het aanknopingspunt vormt van de onderlinge dialoog ("slingeren is vallen, maar dan omslachtiger"). De keuze voor het ik-perspectief en de romanvorm maakt dat het boek minder een droge opsomming van feiten is; ook de emotionele kant van de wetenschappers die de zwaartekrachttheorie ontwikkelden komt aan bod.

Beginnend vanuit de oudheid wordt het ontstaan van ons begrip van de zwaartekracht behandeld. Grote namen als Galilei, Newton en Einstein passeren natuurlijk de revue. Echter, ook vele andere onderzoekers die min of meer zijdelings met de ontwikke-



**Echt zwaar**  
Martijn van Calmthout

Uitgeverij Lias, 2017  
ISBN 9789088030871  
192 bladzijden  
€18,95

ling van de zwaartekrachttheorie te maken hebben gehad worden besproken. Natuurlijk ontbreekt ook een uitgebreide bespreking van de recent ontdekte zwaartekrachtgolven niet. Na een halverwege ietwat plompverloren geplaatste strip *De zwaartekrachtillusie* volgt een stuk van het boek dat uitleg geeft over fenomenen waar ons

begrip van de zwaartekracht nog hiaten vertoont.

Het grote raadsel van de afwezigheid van directe observaties van een grote hoeveelheid massa die wel observeerbare zwaartekrachteffecten uitoefent in het heelal wordt beschreven in de zoektocht naar de illustere donkere materie. Ook de verbinding tussen quantumtheorie en zwaartekracht komt aan bod. Uit de verschillende pogingen deze twee theorieën te unificeren kiest Van Calmthout voor het verhaal over de informatietheorie van Erik Verlinde (die ook het voorwoord heeft geschreven); Verlinde beschrijft de zwaartekracht als emergent fenomeen dat ontstaat uit de informatieverdeling van het universum.

In dit caleidoscopische boek brengt Van Calmthout onderwerpen uit de mechanica, elektrodynamica, kosmologie en relativiteitstheorie knap samen in één doorlopend verhaal van iets minder dan tweehonderd pagina's dat vlot wegleest. Daarentegen geeft het boek niet veel uitleg van de verschillende zwaartekrachttheorieën. Formules en afbeeldingen zijn afwezig. Dat maakt het boek minder geschikt voor de ingewijde fysicus die de details wil weten. Voor de geïnteresseerde leek die een inleiding in zwaartekracht wil hebben heeft van Calmthout een zeer goed leesbaar en onderhoudend boek geschreven.

Jeroen Kalkman