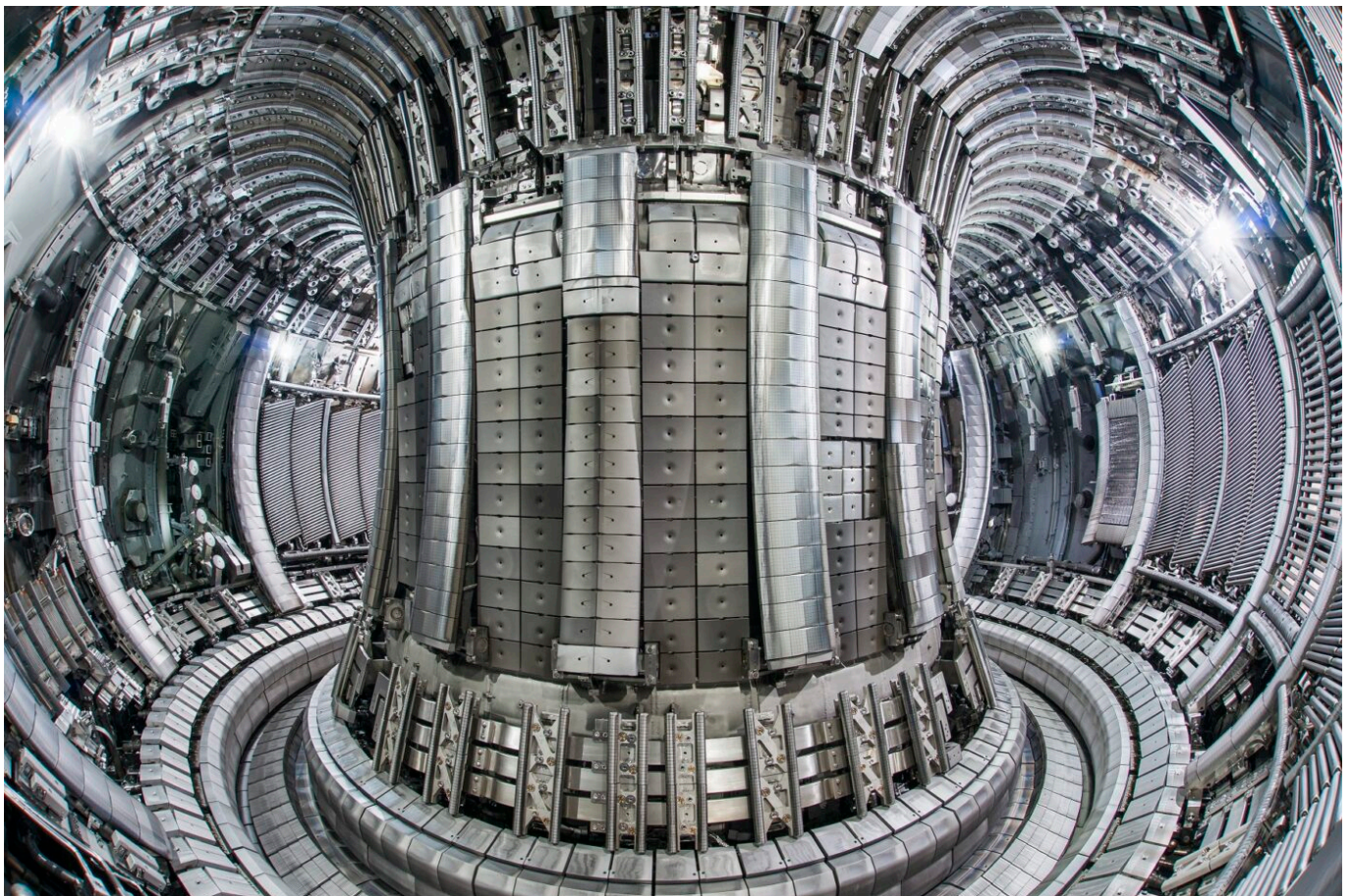


# Nieuw energierecord uit kernfusie

**De laatste tritiumexperimenten van fusieonderzoeksfaciliteit Joint European Torus (JET) hebben een nieuw energierecord opgeleverd. JET, een van de grootste en krachtigste fusiemachines ter wereld, heeft met een wereldrecord in energieopbrengst aangetoond dat het op betrouwbare wijze fusie-energie kan opwekken.**

*Bron: persbericht DIFFER*



**Het JET-experiment.** Foto: United Kingdom Atomic Energy Authority

Na 40 jaar in werking te zijn geweest werd JET, gelegen in Oxfordshire in Engeland, in december 2023 voor het laatst gebruikt. Het kernfusie-onderzoek zal worden voortgezet bij ITER, de International Thermonuclear Experimental Reactor, die op dit moment in Zuid-

Frankrijk wordt gebouwd en waarschijnlijk aan het einde van 2025 in gebruik zal worden genomen.

Tijdens JET's laatste deuterium-tritiumexperimenten (DTE3) werd een constant fusievermogen geproduceerd gedurende 5,2 seconden. Dit had een record van 69.26 megajoules tot gevolg bij gebruik van slechts 0,21 milligram brandstof. JET is een zogeheten 'tokamak', een ontwerp in de vorm van een donut dat krachtige magnetische velden gebruikt om een plasma op te sluiten.

## Kernfusie

Fusie, het proces dat sterren (zoals onze zon) van energie voorziet, belooft een schone bron te worden van warmte en elektriciteit op aarde, met behulp van kleine hoeveelheden brandstof, deuterium en tritium, die wereldwijd kunnen worden gewonnen uit goedkope materialen.

Deuterium en tritium zijn twee zwaardere varianten van gewone waterstof. Deuterium is op aarde overvloedig aanwezig en kan uit water worden gewonnen. Tritium is een radioactieve variant van waterstof met een halveringstijd van ongeveer 12 jaar. Tritium kan worden gewonnen uit lithium.

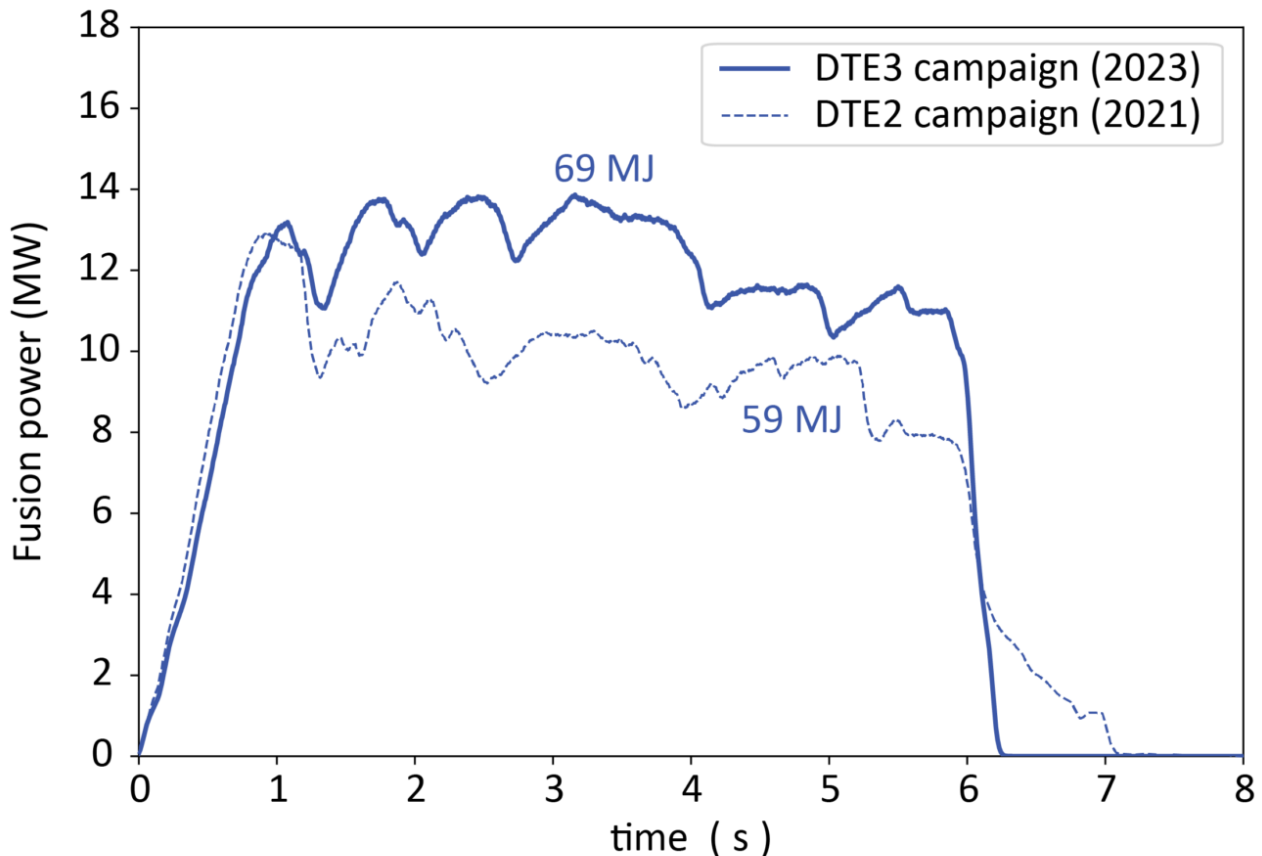
De stoffen bieden samen de hoogste reactiviteit van alle fusiebrandstoffen. Bij een temperatuur van 150 miljoen graden Celsius smelten deuterium en tritium samen tot helium en komt er een enorme hoeveelheid warmte-energie vrij zonder broeikasgassen. Fusie is inherent veilig omdat het geen proces kan starten dat op hol slaat en geen langlevend afval produceert.

## Europese samenwerking

De experimentele campagne bij JET werd uitgevoerd door meer dan 300 wetenschappers uit heel Europa die deelnamen aan EUROfusion, samen met technische en wetenschappelijke medewerkers van het Britse Atoomenergie-Agentschap (UKAEA). JET is de enige bestaande faciliteit in zijn soort die kan werken met de hoogwaardige deuterium-tritium brandstofmix die in toekomstige fusiecentrales zal worden gebruikt.

De onderzoeksresultaten van JET hebben cruciale gevolgen, niet alleen voor ITER, maar ook

voor de STEP-prototypecentrale in het Verenigd Koninkrijk, Europa's demonstratiecentrale DEMO en andere wereldwijde fusieprojecten die een toekomst van veilige, koolstofarme en duurzame energie nastreven.



**De record-pulsen bij JET.** Grafieken van de recordpulsen; bij de puls in 2021 werd 59MJ aan energie opgewekt; bij de nieuwe puls uit 2023 werd 69MJ gemeten.

## Nederlandse inbreng

Tijdens de JET-experimenten hebben wetenschappers van DIFFER, het Dutch Institute for Fundamental Energy Research in Eindhoven, uitgebreid samengewerkt met de Europese teams. Het DIFFER-team richtte zich vooral op het ontwikkelen van snelle algoritmes die ervoor zorgen dat de warmtelast op de wand van de fusiereactor niet te hoog wordt.

Thomas Bosman, promovendus bij DIFFER die betrokken is bij de experimenten: "Het regelen van de warmtelast op de wanden van de reactor is een nauwluisterend proces. Het wordt gedaan door edelgassen te injecteren dicht bij de wand. Dit moet heel precies gebeuren, want te veel gas kan het hele experiment in gevaar brengen. Wij hebben laten zien dat we

door systematisch te werken heel snel en efficiënt werkende regelaar-algoritmes kunnen ontwerpen. De regelaars maken gebruik van metingen van het plasma om de hoeveelheid geïnjecteerd edelgas heel snel (elke 0,002 seconden) aan te passen, zodat de warmtelast op de wand onder controle blijft zonder de fusieprestaties aan te tasten.”

Daarnaast deed het team onderzoek naar hoe de deuterium-tritium brandstofmix te regelen is. Dit deden zij door tritiumgas en bevroren pellets (ijskoude balletjes) deuterium te injecteren. In 2022 ontving Matthijs van Berkel, groepsleider Energy Systems & Control bij DIFFER, een Vidi-beurs van de Nederlandse Organisatie voor Wetenschappelijk Onderzoek (NWO) om hier onderzoek naar te doen.

Van Berkel: “Aangezien 2023 het laatste jaar was waarin JET opereerde, vond ik het belangrijk om te testen hoe in de grootste kernfusiereactor van Europa de deuterium-tritium-brandstofmix dynamisch varieert onder invloed van pellets. De dynamische modellen die op basis van deze experimenten gevalideerd en verder ontwikkeld zullen worden, spelen een cruciale rol in het ontwikkelen van regeltechniek die de prestaties van toekomstige reactors bepalen.”

Lennard Ceelen, als PhD-kandidaat bij DIFFER betrokken bij deze experimenten: “De ijspellets bevatten brandstof, zijn gekoeld tot -260 graden en worden met hoge snelheid gelanceerd in het verzengende fusieplasma van 100 miljoen graden. Dit is technisch zeer uitdagend en de enige manier om efficiënt nieuwe brandstof toe te voegen aan het fusieplasma. Deze experimentele resultaten tonen aan dat de ijspellets gebruikt kunnen worden om condities in het plasma te regelen. Dit is van essentieel belang in de succesvolle werking van toekomstige fusiereactoren.”

**De recordpuls van JET. Opname van de recordpuls; video: United Kingdom Atomic Energy Authority.**

## **Decennialange geschiedenis**

JET speelt al meer dan vier decennia een belangrijke rol bij het bevorderen van fusie-energie en heeft het streven om de kracht van fusie-energie te benutten; dezelfde reacties die de zon en sterren van energie voorzien.

De eerste deuterium-tritium-experimenten van JET vonden plaats in 1997. In december 2021

liet JET al een recordvermogen aan fusie-energie zien van 59 megajoule in een puls van vijf seconden. JET beëindigde zijn wetenschappelijke activiteiten eind december 2023.

De prestaties van JET -van de belangrijkste wetenschappelijke mijlpalen tot het vestigen van energierecords - onderstrepen de blijvende erfenis van de faciliteit in de evolutie van de fusietechnologie. De bijdragen aan de fusiewetenschap en -techniek hebben een cruciale rol gespeeld in het versnellen van de ontwikkeling van fusie-energie, die een veilig, koolstofarm en duurzaam onderdeel van de toekomstige wereldwijde energievoorziening belooft te worden.