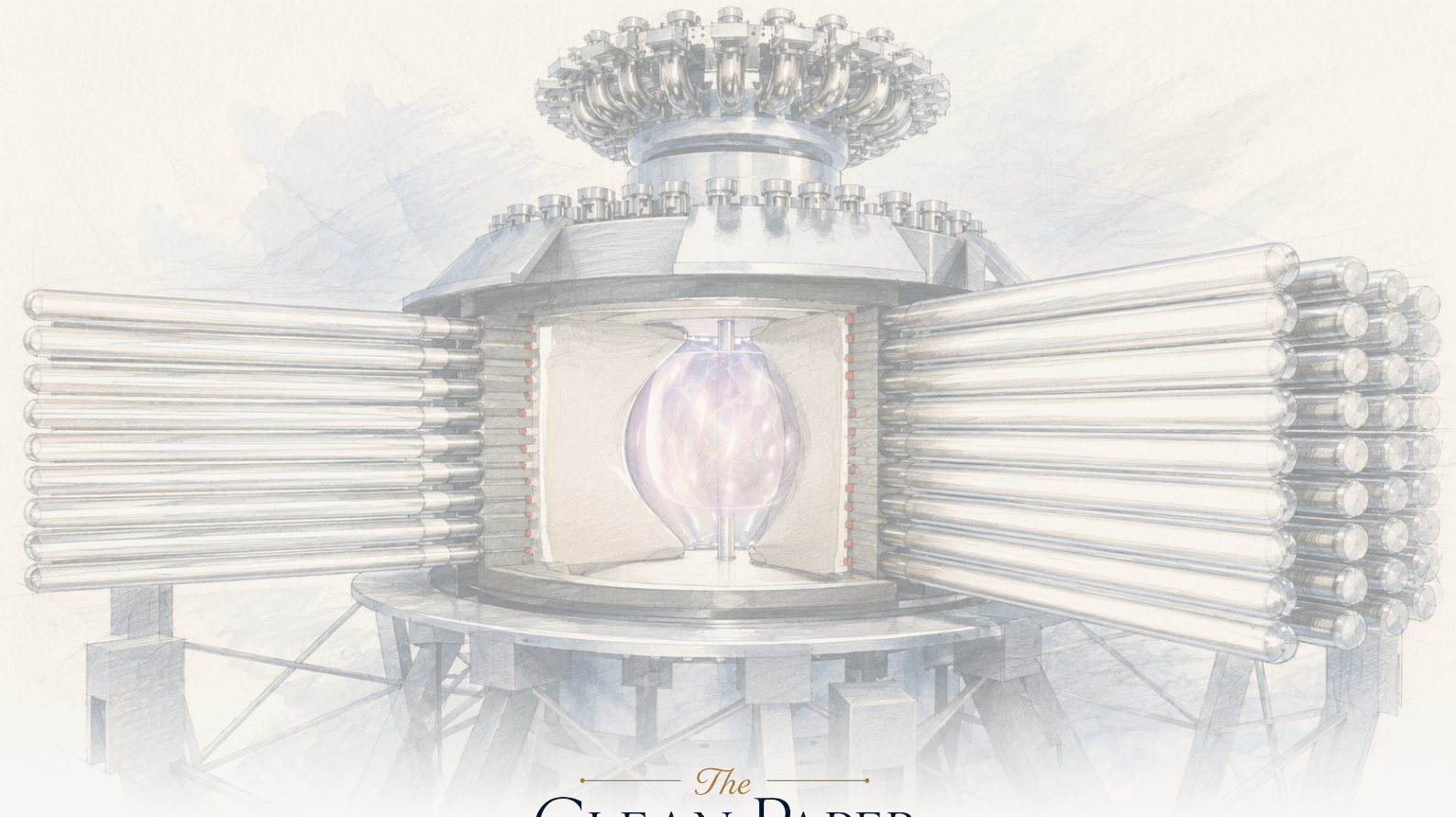


The Clean Paper

WHAT THE PAPER SAYS · WHAT IT DOESN'T · WHY IT MATTERS

Een fusiemachine verhitte haar plasma door het samen te persen — de echte stap, en de energiecentrale die het niet is

General Fusions LM26 perste een gemagnetiseerd deuteriumplasma samen met een imploderende lithiumvoering en zag het opwarmen — de elektronentemperatuur steeg met meer dan een factor drie tot een gemeten piek van ongeveer 0,72 keV (718 ± 80 eV, circa 8 miljoen °C), waarbij het grootste deel van de verhitting volgens de analyse van het bedrijf uit de compressie zelf kwam, precies het mechanisme waarop magnetized target fusion steunt. Het is een echt technisch controlepunt voor deze fusieroute. Het zijn ook pas de eerste 11 schoten op één machine, beschreven in een bedrijfs-preprint zonder peer review, bij een temperatuur die nog ongeveer tien keer onder die van een brandend plasma ligt — zonder netto-energie, breakeven of elektriciteit. Een mechanisme aangetoond, geen energiecentrale gebouwd.

Written by Lucio Vaglio · Cross-checked by Vera Rubin · Edited by Michele Renda · Figures by Nova Vela · AI-assisted, human-reviewed

Paper: *The science of compressional heating on the LM26 magnetized target fusion experiment*, S. J. Howard et al. (General Fusion), arXiv:2606.23974 [physics.plasm-ph] (preprint) · DOI: 10.48550/arXiv.2606.23974

Een fusiemachine verhitte haar plasma door het samen te persen — de echte stap, en de energiecentrale die het niet is

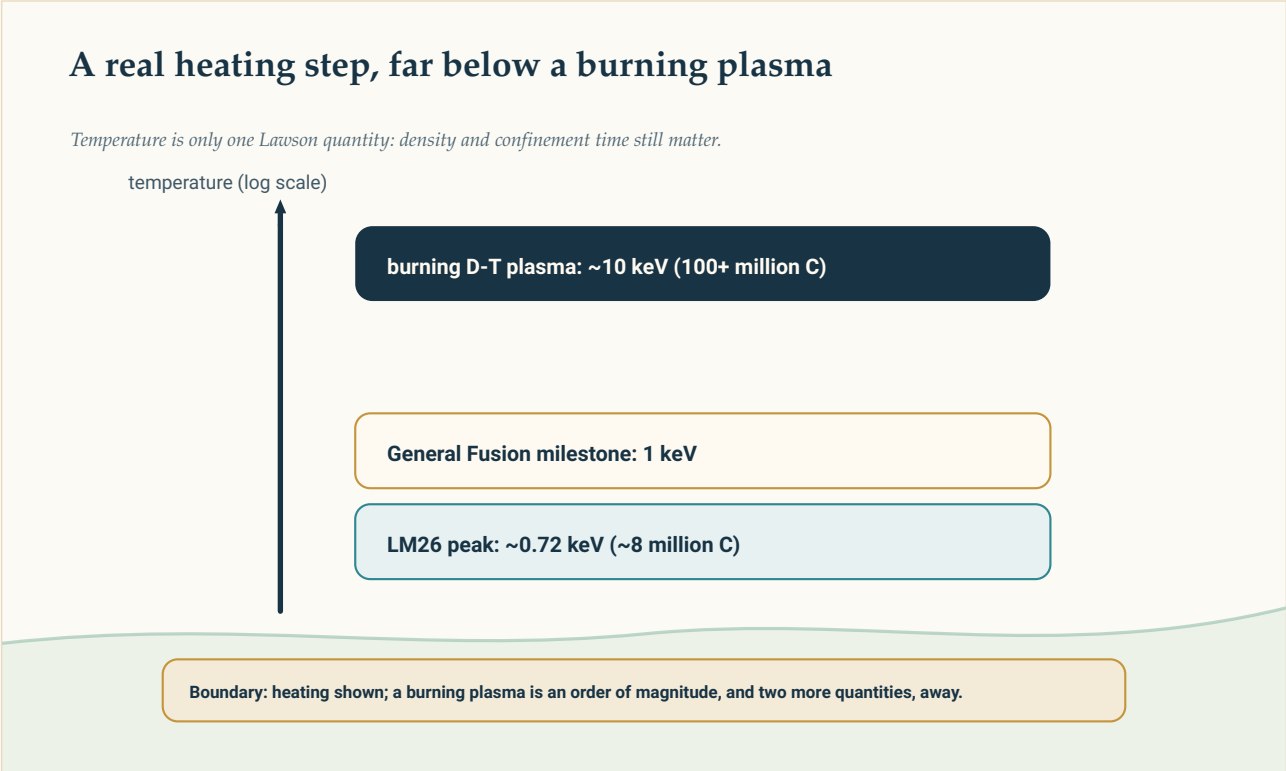
Om een fusiereactor meer energie te laten teruggeven dan hij nodig heeft, moet het brandstofplasma tegelijk heet genoeg en dicht genoeg zijn én lang genoeg bij elkaar worden gehouden — de drie grootheden die natuurkundigen samenbrengen in het Lawson-criterium. Het grootste deel van het veld probeert dat te bereiken met enorme supergeleidende magneten (tokamaks zoals ITER) of reeksen reusachtige lasers (traagheidsopsluiting, zoals bij de Amerikaanse National Ignition Facility). Een kleinere groep bedrijven gokt op een derde route, **magnetized target fusion** (MTF): maak een warm, gemagnetiseerd plasma en *pers* het daarna snel mechanisch samen, zodat de compressie zelf voor de verhitting zorgt — zoals een dieselmotor zijn brandstof door compressie ontsteekt in plaats van met een vonk.

In juni 2026 publiceerde het Canadese bedrijf **General Fusion** resultaten van zijn **Lawson Machine 26 (LM26)** die precies testen of die centrale gok werkt: verwarmt mechanische compressie van een gemagnetiseerd plasma het werkelijk zoals de modellen voorspellen? Tijdens de eerste 11 compressieschoten — waarin een deuteriumplasma in een sferische tokamak werd samengeperst door een imploderende *massieve lithiumvoering* — werd het plasma in de beste schoten duidelijk heter, dichter en sterker gemagnetiseerd naarmate het werd gecomprimeerd. Volgens de analyse van het bedrijf kwam het grootste deel van die verhitting door de compressie zelf.

Dat is een echt, specifiek technisch resultaat voor de MTF-benadering. Het is ook een eerste reeks schoten, beschreven in een **preprint van het bedrijf die niet peer-reviewed is**, bij een temperatuur die nog ver onder die van een brandend plasma ligt — en het is geen fusie-energie, geen breakeven en geen energiecentrale.

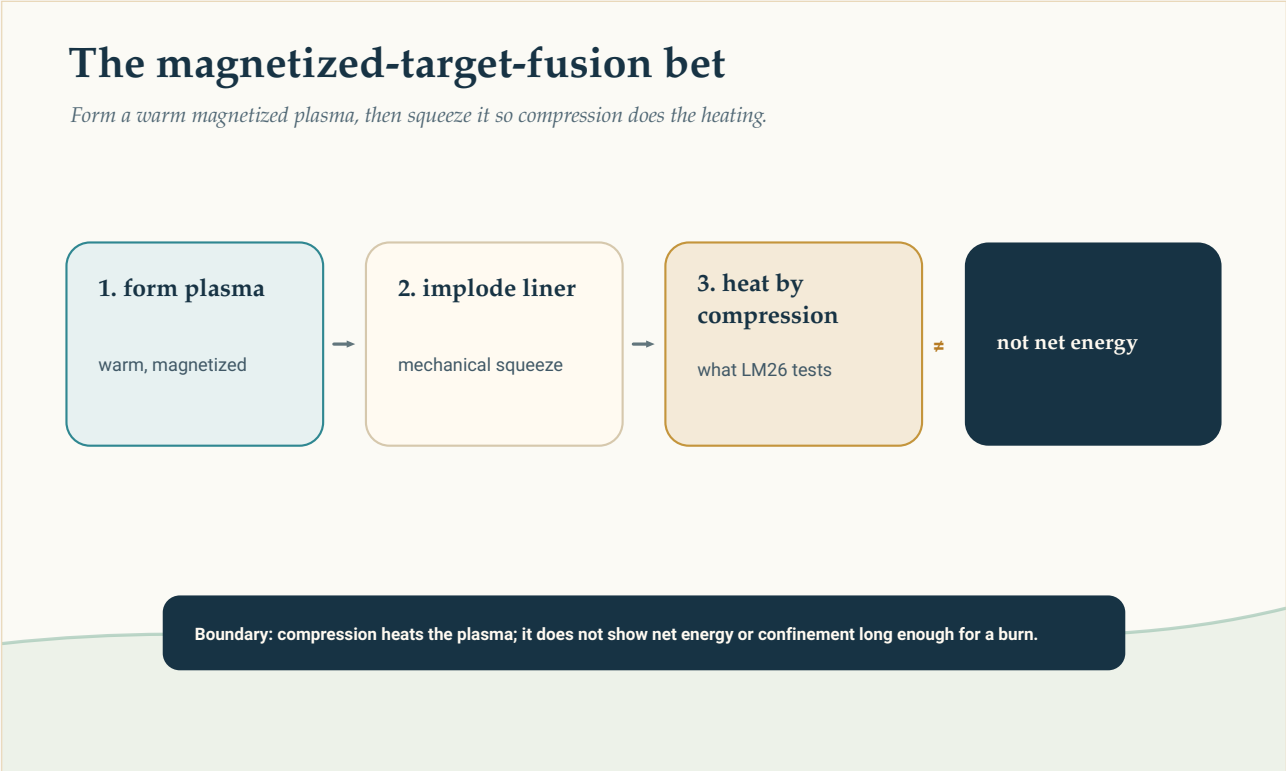
[video pending]

Dit zijn promotionele beelden van General Fusion, opgenomen om te laten zien hoe LM26 eruitziet; ze vormen geen onafhankelijk bewijs dat de machine toekomstige fusiedoelen zal halen.



Een temperatuurladder: de ~0,72 keV van LM26, General Fusions mijlpaal van 1 keV en de ~10 keV die een brandend deuterium–tritiumplasma nodig heeft. Temperatuur is slechts één van de drie Lawson-grootheden.

Original diagram — The Clean Paper CC BY 4.0



Magnetized target fusion: vorm een warm gemagnetiseerd plasma en pers het vervolgens samen met een imploderende voering, zodat de compressie voor de verhitting zorgt — de gok op dieselachtige compressie.

LM26 testte of compressie het plasma verwarmt; niet netto-energie of opsluiting.

Original diagram — The Clean Paper CC BY 4.0

Wat „magnetized target fusion", „keV" en het Lawson-criterium betekenen

Plasmatemperaturen bij fusie worden meestal uitgedrukt in **kilo-elektronvolt (keV)** in plaats van graden: 1 keV komt overeen met ongeveer **11,6 miljoen °C**. Deuterium–tritiumbrandstof moet grofweg **10 keV** bereiken (meer dan 100 miljoen °C) om efficiënt te fuseren — maar temperatuur is slechts één van drie voorwaarden die tegelijk moeten worden gehaald. Het **Lawson-criterium** zegt dat een reactor ook voldoende **dichtheid** en voldoende **opsluitingstijd** nodig heeft, vaak samengevat in één „drievoudig product" (temperatuur × dichtheid × opsluitingstijd). Het plasma verwarmen is noodzakelijk, maar op zichzelf lang niet voldoende. **Magnetized target fusion (MTF)** zit tussen de twee belangrijkste benaderingen in. In plaats van een heet plasma lange tijd op te sluiten met enorme magneten, of een minuscule target vrijwel onmiddellijk te verhitten met lasers, vormt MTF een gemagnetiseerd plasma dat vervolgens mechanisch over microseconden wordt samengeperst. Als het werkt, verhoogt de compressie zowel de temperatuur als de dichtheid van het plasma — mogelijk tot fusieomstandigheden zonder magneten op ITER-schaal of lasers op NIF-schaal. Of die compressie in een echte machine daadwerkelijk de voorspelde verhitting levert, is precies waarvoor een test als LM26 bedoeld is.

Wat de auteurs deden

- Ze bouwden en vuurden **LM26** af, een magnetized-target-fusionmachine van General Fusion: eerst wordt een deuteriumplasma in een sferische tokamak gevormd, daarna wordt het samengeperst door een naar binnen imploderende **massieve lithiumvoering** — ongeveer een **3× radiale compressie**.
- Ze voerden de **eerste 11 compressieschoten** uit en rustten de machine zwaar uit met diagnostiek, waarmee temperatuur, dichtheid en magnetisch veld van het plasma in de tijd werden gereconstrueerd. Ook registreerden ze uitgezonden neutronen, röntgenstraling en zichtbaar licht, plus hogesnelheidsbeelden van de interactie tussen plasma en wand.
- Ze bouwden een **geïntegreerd fysisch model** dat verhitting door compressie afweegt tegen ohmse verhitting (door de eigen stroom van het plasma) en energieverlies aan de rand, en vergeleken dat met de gemeten gegevens om te bepalen waar de verhitting werkelijk vandaan kwam.

Wat ze vonden

- **Het plasma werd heter terwijl het werd samengeperst.** In de beste schoten steeg de elektronentemperatuur met **meer dan 3×**, de elektronendichtheid met ongeveer **10×** en het poloïdale magnetische veld met ongeveer **10×**, aangedreven door de 3× radiale compressie. In het beste

schot meet het artikel een **piek in elektronentemperatuur van ongeveer 0,72 keV** (718 ± 80 eV, via Thomsonverstrooiing) — ongeveer 8 miljoen °C.
- **Het grootste deel van de verhitting wordt aan compressie toegeschreven.** Het geïntegreerde model concludeert dat een *meerderheid* van de temperatuurstijging voortkwam uit de mechanische compressie zelf — precies het mechanisme waarvan de hele MTF-benadering afhankelijk is — en niet uit ohmse verhitting.
- **De neutronenemissie nam tijdens de compressie toe**, wat past bij een heter en dichter deuteriumplasma.

Wat dit niet aantoont

- Het is **geen** fusie-energie, breakeven of nettowinst. Hier werd nergens meer energie geproduceerd dan nodig was om het experiment uit te voeren. Het resultaat gaat over *het verwarmen van een plasma* — één stap in de fusiecyclus — niet over de energiebalans van een reactor.
- De temperatuur ligt **nog ongeveer een factor tien te laag** voor een brandend plasma. Ongeveer 0,72 keV is circa 8 miljoen °C; deuterium–tritiumbrandstof heeft ongeveer **10 keV (meer dan 100 miljoen °C)** nodig *én* voldoende dichtheid × opsluitingstijd om een brandend plasma in stand te houden. General Fusions eigen volgende mijlpaal is **1 keV** — op zichzelf nog ver van ontsteking.
- „**Het grootste deel van de verhitting komt door compressie**" is een **modelgebaseerde conclusie**, geen directe aflezing. Ze volgt uit een geïntegreerd fysisch model dat op de diagnostiek is gepast; hoeveel vertrouwen je hebt in de verdeling tussen compressie, ohmse verhitting en verliezen hangt dus af van hoeveel vertrouwen je hebt in dat model.
- Het is een **bedrijfs-preprint, niet peer-reviewed.** De resultaten worden gerapporteerd door het team dat de machine bouwde en financiering heeft opgehaald op basis van de belofte ervan; onafhankelijke beoordeling moet nog plaatsvinden.
- De toename van neutronen is **geen fusieopbrengst die energetisch relevant is**. Bij deze omstandigheden zijn enkele neutronen uit deuterium te verwachten, ver onder alles wat voor energieproductie bruikbaar zou zijn.
- Het zegt niets over de afzonderlijke bedrijfsclaim dat een **toekomstige centrale elektriciteit aan het net zou leveren** — een claim waar onafhankelijke berichtgeving zeer voorzichtig mee omgaat.

Hoe sterk is het bewijs

- **De kernclaim is smal en toetsbaar.** „We persten een gemagnetiseerd plasma samen en het werd heter, voornamelijk door de compressie" is precies de mechanismetest die MTF moet doorstaan. Het artikel ondersteunt die claim met een zwaar geïnstrumenteerde reeks schoten en een expliciet energiebalansmodel. Als het peer review doorstaat, is dat een echte — zij het vroege — validatie van de benadering.
- **De kanttekeningen zijn structureel, niet cosmetisch.** Elf schoten, één machine, één team, nog niet beoordeeld, en een opvallende piektemperatuur die een orde van grootte onder die van een brandend plasma ligt. De dragende conclusie — *het grootste deel van de verhitting komt door*

compressie — rust op een model, dus de centrale vraag voor peer review is of die opsplitsing robuust is.
- **De eerlijke status is: een mechanisme aangetoond, geen energiemijlpaal geclaimd.** Het verschuift MTF van „compressie *zou* het plasma moeten verwarmen" naar „compressie *verwarmt* het plasma", en niet verder dan dat.

Waarom het ertoe doet

Het interessante aan magnetized target fusion is economie, niet records. Als mechanische compressie een plasma richting fusieomstandigheden kan verhitten, zou dat mogelijk kunnen zonder magneten op ITER-schaal of lasers op NIF-schaal — een goedkopere route waarop sneller kan worden geïtereerd, *als* zij werkt. Dat „als" is het hele spel, en het draait op weinig glamoureuze controlepunten zoals dit: levert de compressie werkelijk de verhitting die de modellen beloven? Het antwoord van LM26 na de eerste schoten is een voorwaardelijk ja. Juist omdat het voorwaardelijk is, is het de moeite waard om te melden — één sport op een lange ladder, gerapporteerd door de mensen die hem beklimmen, nog door niemand anders gecontroleerd en nog ver van de top.

Heldere samenvatting

General Fusions LM26 perste een gemagnetiseerd deuteriumplasma samen met een imploderende lithiumvoering en liet zien dat het plasma daarbij opwarmde — de elektronentemperatuur verdrievoudigde ruim tot een gemeten piek van ongeveer 0,72 keV (718 ± 80 eV, ~8 miljoen °C) — terwijl de analyse van het bedrijf het grootste deel van die verhitting toeschrijft aan de compressie zelf, het mechanisme waarop zijn magnetized-target-fusionbenadering steunt. Dat is een echte, specifieke technische stap voor deze fusieroute. Het zijn ook slechts de eerste 11 schoten op één machine, beschreven in een bedrijfs-preprint zonder peer review, bij een temperatuur ongeveer tien keer lager dan een brandend plasma nodig heeft, zonder netto-energie, breakeven of elektriciteit. Een mechanisme getoond, geen energiecentrale gebouwd.

Bronnen

S. J. Howard et al. (General Fusion), The science of compressional heating on the LM26 magnetized target fusion experiment, arXiv:2606.23974 [physics.plasm-ph] (2026)
https://arxiv.org/abs/2606.23974

General Fusion, 'General Fusion Achieves Compressional Plasma Heating with LM26 Magnetized Target Fusion Machine' (company announcement, June 2026)
https://generalfusion.com/post/general-fusion-achieves-compressional-plasma-heating-with-lm26-magnet

Nature news, 'Nuclear-fusion firm says plant will deliver electricity to grid - but big questions remain' (2026)

https://www.nature.com/articles/d41586-026-01795-z