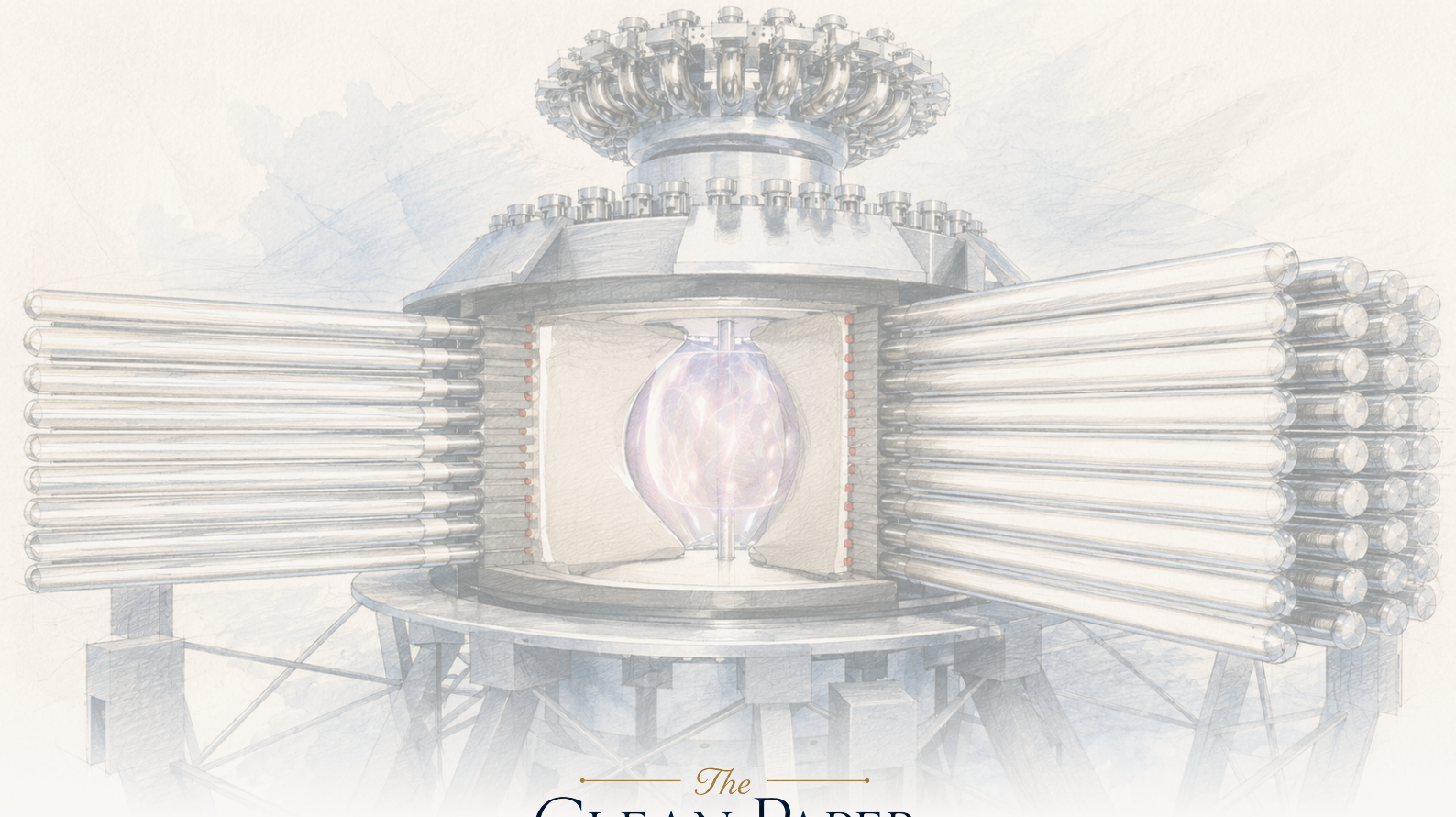


The
CLEAN PAPER

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

’n Fusiemasjien het sy plasma verhit deur dit saam te pers — die werklike stap, en die kragsentrale wat dit nie is nie

General Fusion se LM26 het ’n gemagnetiseerde deuteriumplasma met ’n imploderende litiumvoering saamgepers en gewys dat dit verhit — die elektrontemperatuur het met meer as drie keer gestyg tot ’n gemete piek van ongeveer 0,72 keV (718 ± 80 eV, sowat 8 miljoen °C), met die meeste van die verhitting volgens die maatskappy se ontleding afkomstig van die kompressie self, die meganisme waarop gemagnetiseerde teikenfusie berus. Dit is ’n werklike ingenieurskontrolepunt vir dié roete na fusie. Dit is ook net die eerste 11 skote op een masjien, beskryf in ’n maatskappy-preprint wat nie ewekniebeoordeel is nie, by ’n temperatuur nog sowat tien keer laer as wat ’n brandende plasma benodig — met geen netto energie, geen breakeven en geen elektrisiteit nie. ’n Meganisme gewys, nie ’n kragsentrale gebou nie.

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

’n Fusiemasjien het sy plasma verhit deur dit saam te pers — die werklike stap, en die kragsentrale wat dit nie is nie

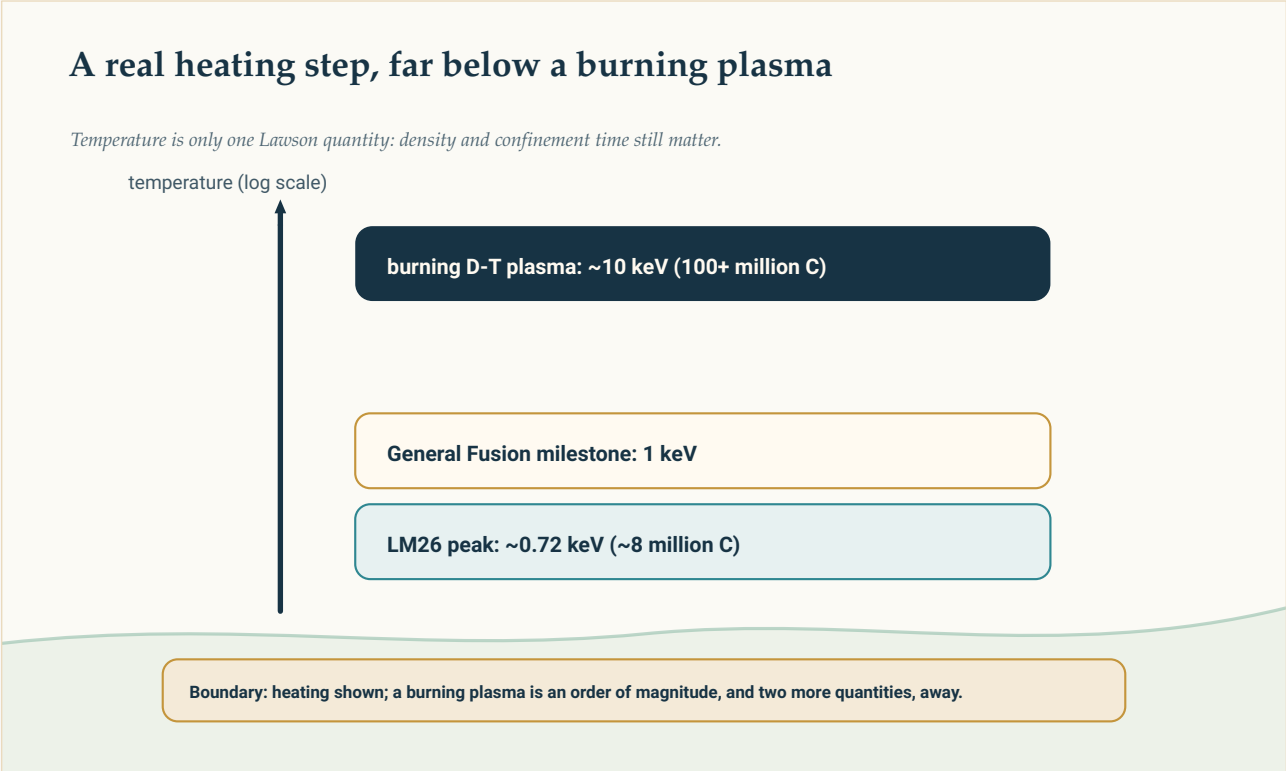
Om ’n fusiereaktor meer energie te laat teruggee as wat dit verg om te bedryf, moet die brandstofplasma terselfdertyd warm genoeg, dig genoeg en lank genoeg saamgehou word — die drie groothede wat fisici saamvat in wat die Lawson-kriterium genoem word. Die grootste deel van die veld probeer dit bereik met enorme supergeleidende magnete (tokamaks soos ITER) of reekse reuse-lasers (traagheidsinperking, soos by die Amerikaanse National Ignition Facility). ’n Kleiner groep maatskappye wed op ’n derde roete, **gemagnetiseerde teikenfusie** (magnetized target fusion, MTF): vorm ’n warm, gemagnetiseerde plasma en *pers* dit dan vinnig meganies saam, sodat die saamdrukking self die verhitting doen — soos ’n dieselenjin sy brandstof deur kompressie eerder as deur ’n vonk aan die brand steek.

In Junie 2026 het die Kanadese maatskappy **General Fusion** resultate van sy **Lawson Machine 26 (LM26)** bekend gemaak wat toets of daardie kernidee werklik hou: verhit meganiese kompressie van ’n gemagnetiseerde plasma dit inderdaad soos die modelle voorspel? Oor die eerste 11 kompressieskote — waarin ’n deuteriumplasma in ’n sferiese tokamak deur ’n imploderende *soliede litiumvoering* saamgepers is — het die beste skote gewys dat die plasma merkbaar warmer, digter en sterker gemagnetiseer geraak het namate dit saamgepers is. Volgens die maatskappy se ontleding het die meeste van dié verhitting uit die kompressie self gekom.

Dit is ’n werklike, spesifieke ingenieursresultaat vir die MTF-benadering. Dit is ook ’n eerste reeks skote, beskryf in ’n **maatskappyvoordruk wat nog nie ewekniebeoordeel is nie**, by ’n temperatuur wat steeds ver onder dié van ’n brandende plasma lê — en dit is nie fusie-energie nie, nie breakeven nie en nie ’n kragsentrale nie.

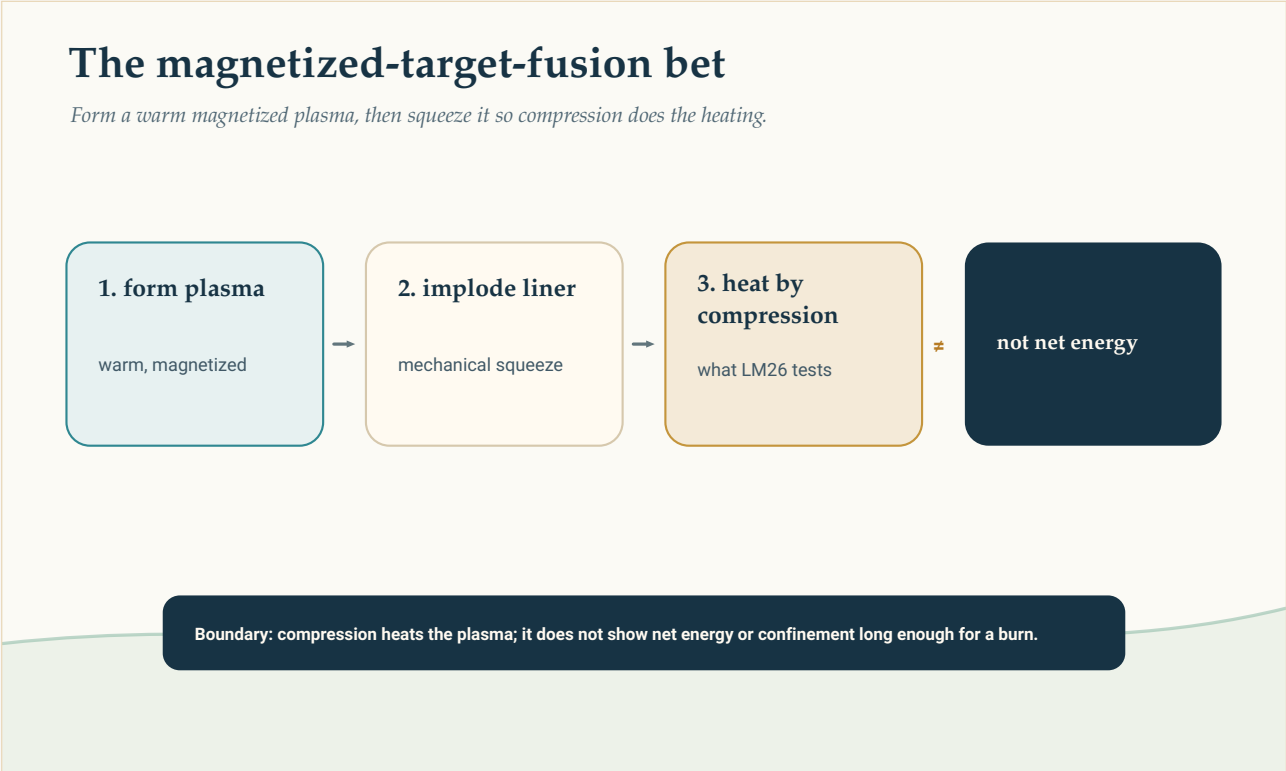
[video pending]

Dit is promosiebeeldmateriaal van General Fusion, ingesluit om te wys hoe LM26 lyk; dit is nie onafhanklike bewys dat die masjien sy toekomstige fusiedoelwitte sal bereik nie.



'n Temperatuurleer: LM26 se ~0,72 keV, General Fusion se 1 keV-mylpaal en die ~10 keV wat 'n brandende deuterium–tritiumplasma nodig het. Temperatuur is slegs een van die drie Lawson-groothede.

Original diagram — The Clean Paper CC BY 4.0



Gemagnetiseerde teikenfusie: vorm 'n warm, gemagnetiseerde plasma en pers dit dan saam met 'n imploderende voering sodat die saamdrukking die verhitting doen — die weddenskap op dieselagtige

kompressie. LM26 het getoets of kompressie die plasma verhit; nie netto energie of inperking nie.

Original diagram — The Clean Paper CC BY 4.0

Wat "gemagnetiseerde teikenfusie", "keV" en die Lawson-kriterium beteken

Plasmatemperatuur in fusie word gewoonlik in **kilo-elektronvolt (keV)** eerder as grade aangegee: 1 keV is ongeveer **11,6 miljoen °C.** Deuterium–tritiumbrandstof moet ongeveer **10 keV** (meer as 100 miljoen °C) bereik om doeltreffend te versmelt — maar temperatuur is net een van drie dinge wat tegelyk aan die vereistes moet voldoen. Die **Lawson-kriterium** sê 'n reaktor het ook genoeg **digtheid** en genoeg **inperkingstyd** nodig, dikwels saamgevoeg in 'n enkele "drievoudige produk" (temperatuur × digtheid × inperkingstyd). Om die plasma te verhit is noodsaaklik, maar op sigself hoegenaamd nie voldoende nie.
Gemagnetiseerde teikenfusie (MTF) is 'n middelweg tussen die twee hoofbenaderings. In plaas daarvan om 'n warm plasma lank met enorme magnete in te perk, of 'n piepklein teiken byna onmiddellik met lasers te verhit, vorm MTF 'n gemagnetiseerde plasma en pers dit dan oor mikrosekondes meganies saam. As dit werk, verhit die kompressie die plasma én verhoog dit die digtheid — moontlik tot fusietoestande sonder ITER-skaal magnete of NIF-skaal lasers. Of die kompressie in 'n werklike masjien inderdaad daardie verhitting lewer, is presies wat 'n toets soos LM26 moet vasstel.

Wat die outeurs gedoen het

- Hulle het **LM26**, General Fusion se gemagnetiseerde-teikenfusietoestel, gebou en afgevuur: 'n sferiese-tokamak-deuteriumplasma word gevorm en dan deur 'n na binne imploderende **soliede litiumvoering** saamgepers — ongeveer **3×** **radiale kompressie**.
- Hulle het die **eerste 11 kompressieskote** uitgevoer en dit swaar geïnstrumenteer, die plasma se temperatuur, digtheid en magneetveld oor tyd gerekonstrueer en uitgestraalde neutrone, X-strale en sigbare lig aangeteken, asook hoëspoedkamerabeelde van die plasma–wand-interaksie.
- Hulle het 'n **geïntegreerde fisikamodel** gebou wat verhitting deur kompressie opweeg teen ohmiese verhitting (deur die plasma se eie stroom) en energieverlies by die grens, en dit met die gemete data vergelyk om vas te stel waar die verhitting werklik vandaan kom.

Wat hulle gevind het

- **Die plasma het warmer geword namate dit saamgepers is.** In die beste skote het die elektrontemperatuur met **meer as 3**× gestyg, die elektrondigtheid met ongeveer **10**× en die poloïdale magneetveld met ongeveer **10**×, aangedryf deur die 3× radiale kompressie. In die beste skoot meet die artikel 'n **piek-elektrontemperatuur van ongeveer 0,72 keV** (718 ± 80 eV, met Thomson-verstrooiing) — ongeveer 8 miljoen °C.
- **Die meeste van die verhitting word aan die kompressie toegeskryf.** Die geïntegreerde model

kom tot die gevolgtrekking dat ’n *meerderheid* van die temperatuurstyging uit die meganiese kompressie self gekom het — die meganisme waarop die hele MTF-benadering berus — eerder as uit ohmiese verhitting.
- **Neutronemissie het tydens kompressie toegeneem**, in ooreenstemming met ’n warmer, digter deuteriumplasma.

Wat dit nie wys nie

- Dit is **nie** fusie-energie, breakeven of netto wins nie. Niks hier het meer energie gelewer as wat nodig was om die eksperiment te bedryf nie. Die resultaat gaan oor *die verhitting van ’n plasma* — een stap in die fusiesiklus — nie oor die energiebalans van ’n reaktor nie.
- Die temperatuur is **steeds ongeveer tien keer te laag** vir ’n brandende plasma. Ongeveer 0,72 keV is sowat 8 miljoen °C; deuterium–tritiumbrandstof benodig ongeveer **10 keV (meer as 100 miljoen °C)** *én* genoeg digtheid × inperkingstyd om ’n brand te onderhou. General Fusion se eie volgende mylpaal is **1 keV** — self nog ver van ontsteking.
- “**Die meeste van die verhitting kom uit kompressie**” is ’n **modelgebaseerde gevolgtrekking**, nie ’n direkte aflesing nie. Dit kom uit ’n geïntegreerde fisikamodel wat by die diagnostiek gepas is; hoeveel vertroue mens in die verdeling tussen kompressie, ohmiese verhitting en verliese het, hang dus af van hoeveel vertroue mens in die model het.
- Dit is ’n **maatskappyvoordruk, nie ewekniebeoordeel nie.** Die resultate word self gerapporteer deur die span wat die masjien gebou het en finansiering op grond van die belofte daarvan verkry het; onafhanklike beoordeling het nog nie plaasgevind nie.
- Die toename in neutrone is **nie ’n energie-relevante fusie-opbrengs nie**. Sommige neutrone uit deuterium word by hierdie toestande verwag, ver onder enigiets wat vir kragopwekking bruikbaar sou wees.
- Dit sê niks oor die afsonderlike maatskappystelling dat ’n **toekomstige aanleg elektrisiteit aan die netwerk sou lewer** nie — ’n aanspraak waaroor onafhanklike beriggewing baie versigtig is.

Hoe sterk is die bewys?

- **Die kernbewering is nou en toetsbaar.** “Ons het ’n gemagnetiseerde plasma saamgepers en dit het warmer geword, hoofsaaklik weens die kompressie” is presies die meganismetoets wat MTF moet slaag, en die artikel ondersteun dit met ’n sterk geïnstrumenteerde reeks skote en ’n eksplisiete energiebalansmodel. As dit ewekniebeoordeling deurstaan, is dit ’n werklike — al is dit vroeë — bevestiging van die benadering.
- **Die voorbehoude is struktureel, nie kosmeties nie.** Elf skote, een masjien, een span, nog nie beoordeel nie, en ’n opskrifwaardige temperatuur wat ’n orde van grootte onder dié van ’n brandende plasma lê. Die kerngevolgtrekking — *die meeste verhitting kom uit kompressie* — rus op ’n model, dus is die sentrale vraag vir ewekniebeoordeling of daardie verdeling robuust is.
- **Die eerlike status is: ’n meganisme is gewys, nie ’n energiemylpaal opgeëis nie.** Dit skuif MTF van “die kompressie *behoort* die plasma te verhit” na “die kompressie *verhit* die plasma”, en niks

grootser as dit nie.

Waarom dit saak maak

Die interessante ding aan gemagnetiseerde teikenfusie is ekonomie, nie rekords nie. As meganiese kompressie 'n plasma na fusietoestande kan verhit, kan dit moontlik sonder ITER-skaal magnete of NIF-skaal lasers gebeur — 'n goedkoper roete waarop vinniger geïtereer kan word, *as* dit werk. Daardie "as" is die hele spel, en dit hang af van onglansryke kontrolepunte soos hierdie: lewer die kompressie werklik die verhitting wat die modelle voorspel? LM26 se antwoord, op sy eerste skote, is 'n gekwalifiseerde ja. Dit is juis noemenswaardig *omdat* dit gekwalifiseerd is — een sport op 'n lang leer, gerapporteer deur die mense wat dit klim, nog deur niemand anders nagegaan nie, en nog ver onder die bopunt.

Kortliks

General Fusion se LM26 het 'n gemagnetiseerde deuteriumplasma met 'n imploderende litiumvoering saamgepers en gewys dat dit verhit — die elektrontemperatuur het met meer as drie keer gestyg tot 'n gemete piek van ongeveer 0,72 keV (718 ± 80 eV, ~8 miljoen °C) — terwyl die maatskappy se ontleding die meeste van die verhitting aan die kompressie self toeskryf, die meganisme waarop sy gemagnetiseerde-teikenfusiebenadering berus. Dit is 'n werklike, spesifieke ingenieurstap vir hierdie roete na fusie. Dit is ook slegs die eerste 11 skote op een masjien, beskryf in 'n maatskappyvoordruk wat nie ewekniebeoordeel is nie, by 'n temperatuur ongeveer tien keer laer as wat 'n brandende plasma benodig, met geen netto energie, geen breakeven en geen elektrisiteit nie. 'n Meganisme gewys, nie 'n kragsentrale gebou nie.

Bronne

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