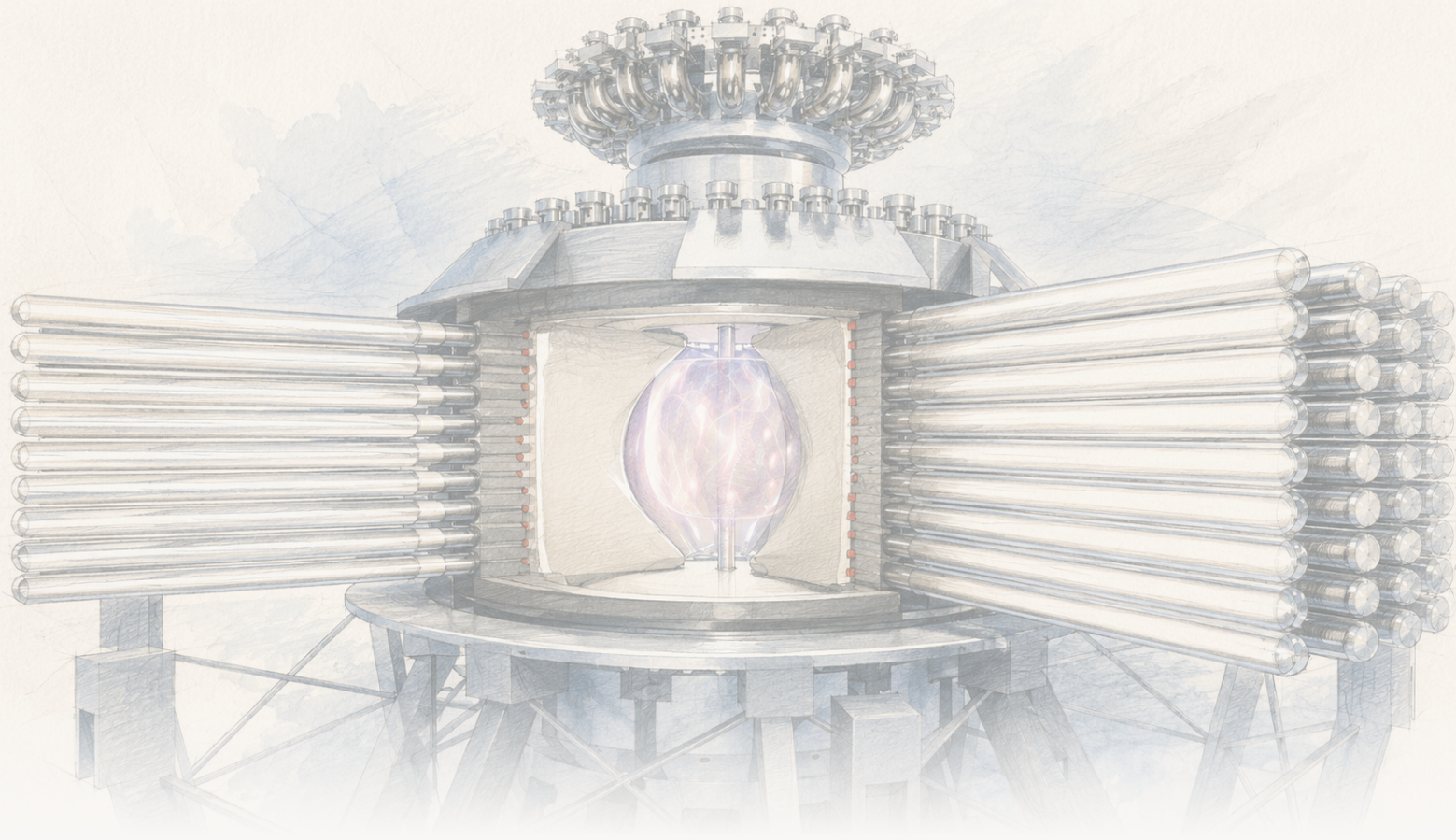




The CLEAN PAPER

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

En fusionsmaskine opvarmede sit plasma ved at presse det sammen — det reelle skridt og det kraftværk, den ikke er

General Fusions LM26 komprimerede et magnetiseret deuteriumplasma med en imploderende lithi-umliner og viste, at det blev opvarmet — elektrontemperaturen blev mere end tredoblet til en målt top på cirka 0.72 keV (718 ± 80 eV, omtrent 8 millioner °C) — og virksomhedens analyse tilskriver størstedelen af opvarmningen selve kompressionen, den mekanisme, som dens metode til magnetiseret målfusion bygger på. Det er et reelt teknisk kontrolpunkt for denne vej til fusion. Det er også de første 11 skud på én maskine, beskrevet i et preprint fra virksomheden, som ikke er fagfællebedømt, ved en temperatur, der stadig er cirka ti gange lavere end det, et brændende plasma kræver — uden nettoenergi, uden breakeven og uden elektricitet. En mekanisme er vist, ikke et kraftværk bygget.

Written by Lucio Vaglio · Cross-checked by Vera Rubin · 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

En fusionsmaskine opvarmede sit plasma ved at presse det sammen — det reelle skridt og det kraftværk, den ikke er

For at en fusionsreaktor skal give mere energi tilbage, end det kræver at drive den, skal et brændselsplasma på én gang være varmt nok, tæt nok og holdes sammen længe nok — de tre størrelser, som indgår i det, fysikere kalder Lawson-kriteriet. Størstedelen af feltet forsøger at opnå dette med enorme superledende magneter (tokamakker som ITER) eller rækker af gigantiske lasere (inertiel indeslutning, som på USA's National Ignition Facility). Et mindre antal virksomheder satser på en tredje vej, **magnetiseret målfusion** (MTF): dan et varmt, magnetiseret plasma, og *pres det så sammen* mekanisk og hurtigt, så sammenpresningen leverer opvarmningen — ligesom en dieselmotor antænder sit brændstof ved kompression i stedet for med en gnist.

I juni 2026 offentliggjorde den canadiske virksomhed **General Fusion** resultater fra sin **Lawson Machine 26 (LM26)**, som tester, om denne centrale idé faktisk holder: Opvarmer mekanisk kompression af et magnetiseret plasma det virkelig, sådan som modellerne lover? Under de første 11 kompressionsskud — hvor et sfærisk tokamakplasma af deuterium blev presset sammen af en imploderende *massiv lithiumliner* — blev plasmaet i de bedste skud markant varmere, tættere og stærkere magnetiseret, efterhånden som det blev komprimeret, og virksomhedens analyse tilskriver størstedelen af opvarmningen selve kompressionen.

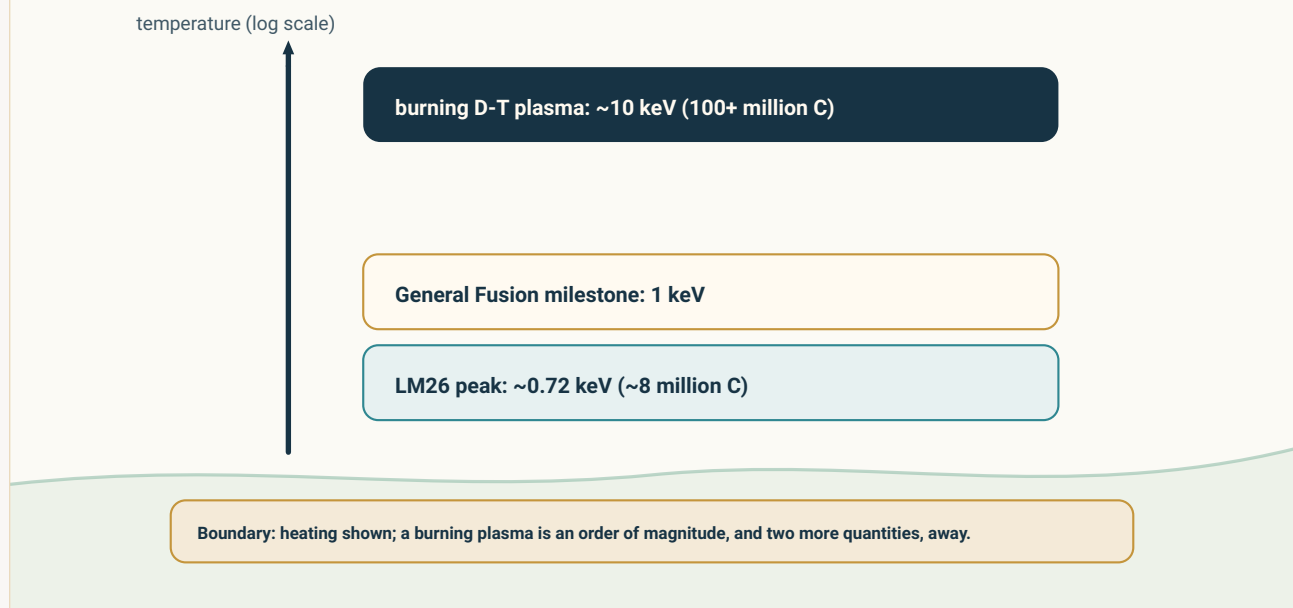
Det er et reelt, konkret ingeniørresultat for MTF-metoden. Det er også en første serie skud, beskrevet i et **preprint fra virksomheden, som ikke er fagfællebedømt**, ved en temperatur, der stadig ligger langt under, hvad et brændende plasma kræver — og det er ikke fusionsenergi, ikke breakeven og ikke et kraftværk.

[video pending]

Dette er reklamemateriale fra General Fusion, medtaget for at vise, hvordan LM26 ser ud. Det er ikke uafhængig dokumentation for, at maskinen vil nå sine fremtidige fusionsmilepæle.

A real heating step, far below a burning plasma

Temperature is only one Lawson quantity: density and confinement time still matter.

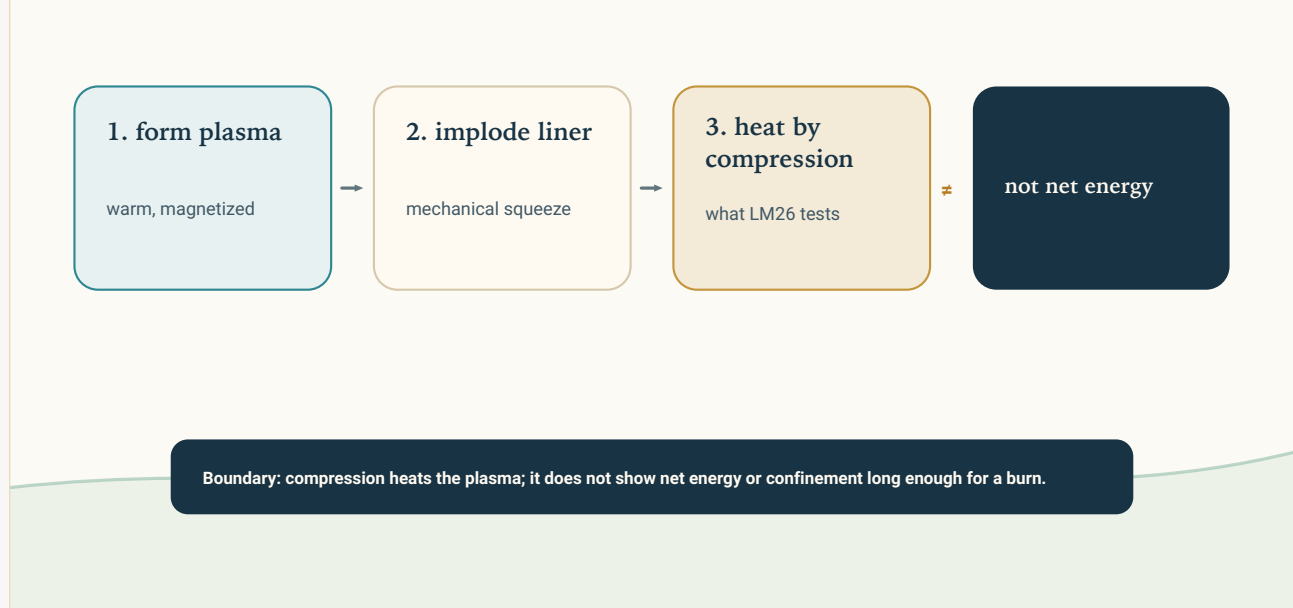


En temperaturstige: LM26's ~0.72 keV, General Fusions milepæl på 1 keV og de ~10 keV, som et brændende deuterium-tritiumplasma kræver. Temperaturen er kun én af de tre Lawson-størrelser.

Original diagram — The Clean Paper CC BY 4.0

The magnetized-target-fusion bet

Form a warm magnetized plasma, then squeeze it so compression does the heating.



Magnetiseret målfusion: dan et varmt, magnetiseret plasma, og komprimer det derefter med en imploderende liner, så sammenpresningen leverer opvarmningen — idéen med dieselkompression. LM26 testede, om

kompressionen opvarmer plasmaet, ikke nettoenergi eller indeslutning.

Original diagram — The Clean Paper CC BY 4.0

Hvad »magnetiseret målfusion«, »keV« og Lawson-kriteriet betyder

Plasmatemperatur inden for fusion angives normalt i **kiloelektronvolt (keV)** i stedet for grader: 1 keV svarer til cirka **11.6 millioner °C**. Et deuterium-tritiumbrændsel skal nå cirka **10 keV** (over 100 millioner °C) for at fusionere effektivt — men temperaturen er kun én af tre ting, der skal være opfyldt samtidig. **Lawson-kriteriet** siger, at en reaktor også kræver tilstrækkelig **tæthed** og tilstrækkelig **indeslutningstid**, som normalt samles i ét »tredobbelt produkt« (temperatur $\times$ tæthed $\times$ indeslutningstid). Det er nødvendigt at opvarme plasmaet, men i sig selv er det langt fra nok.

Magnetiseret målfusion (MTF) er en mellemvej mellem de to mest udbredte metoder. I stedet for at indeslutte et varmt plasma i lang tid med enorme magneter eller opvarme et lille mål næsten øjeblikkeligt med lasere danner MTF et magnetiseret plasma og komprimerer det derefter mekanisk over mikrosekunder. Hvis det virker, vil kompressionen både opvarme plasmaet og øge dets tæthed — og kan potentielt nå fusionsbetingelser uden magneter i ITER-størrelse eller lasere i NIF-størrelse. Om kompressionen faktisk leverer denne opvarmning i en virkelig maskine, er netop det, en test som LM26 skal undersøge.

Hvad forfatterne gjorde

- Byggede og affyrede **LM26**, en maskine til magnetiseret målfusion hos General Fusion: Et sfærisk tokamakplasma af deuterium dannes og komprimeres derefter af en imploderende **massiv lithi-umliner**, som drives indad — svarende til cirka **$3\times$ radial kompression**.
- Gennemførte de **første 11 kompressionsskud** med omfattende instrumentering, rekonstruerede plasmaets temperatur, tæthed og magnetfelt over tid og registrerede udsendte neutroner, røntgenstråler og synligt lys samt højhastighedsbilleder af samspillet mellem plasmaet og væggen.
- Opbyggede en **integreret fysikmodel**, som afvejer opvarmningen fra kompression mod ohmsk opvarmning (fra plasmaets egen strøm) og energitab til randen, og sammenlignede den derefter med måledataene for at afgøre, hvor opvarmningen faktisk kom fra.

Hvad de fandt

- **Plasmaet blev opvarmet, mens det blev presset sammen.** I de bedste skud steg elektrontemperaturen med **mere end $3\times$** , elektrontætheden med cirka **$10\times$** og det poloidale magnetfelt med cirka **$10\times$** , drevet af den radiale kompression på **$3\times$** . I det bedste skud måler artiklen en **maksimal elektrontemperatur på cirka 0.72 keV** (718 ± 80 eV, målt med Thomson-spredning) — cirka 8 millioner °C.
- **Størstedelen af opvarmningen tilskrives kompressionen.** Deres integrerede model konkluderer,

at en *majoritet* af temperaturstigningen kom fra selve den mekaniske kompression — den mekanisme, som hele MTF-metoden afhænger af — og ikke fra ohmsk opvarmning.

- **Neutronudledningen steg under kompressionen**, hvilket er i overensstemmelse med et varmere og tættere deuteriumplasma.

Hvad dette ikke viser

- Det er **ikke** fusionsenergi, breakeven eller nettogevinst. Intet her producerede mere energi, end det krævede at drive forsøget. Resultatet handler om at *opvarme et plasma* — ét trin i fusionscyklussen — ikke om en reaktors energibalance.
- Temperaturen er **stadig cirka ti gange for lav** til et brændende plasma. Cirka 0.72 keV svarer til omtrent 8 millioner °C. Deuterium-tritiumbrændsel kræver i størrelsesordenen **10 keV (over 100 millioner °C)** og tilstrækkelig tæthed $\times$ indeslutningstid til at opretholde en forbrænding. General Fusions egen næste milepæl er **1 keV** — i sig selv langt fra antændelse.
- »**Størstedelen af opvarmningen kommer fra kompression**« er en **modelbaseret konklusion**, ikke en direkte aflæsning. Den kommer fra en integreret fysikmodel, som er tilpasset diagnostikken. Hvor meget man kan stole på fordelingen mellem kompression, ohmsk opvarmning og tab, afhænger af, hvor meget man stoler på modellen.
- Det er et **preprint fra virksomheden, ikke fagfællebedømt**. Resultaterne er selvrapporteret af det hold, der byggede maskinen og har rejst penge på dens løfte. Der er endnu ikke foretaget en uafhængig vurdering.
- Stigningen i neutroner er **ikke** et energirelevant fusionsudbytte. Der forventes nogle neutroner fra deuterium under disse forhold, langt under noget, der ville være nyttigt til kraftproduktion.
- Det siger intet om virksomhedens særskilte udmelding om, at et **fremtidigt kraftværk vil levere elektricitet til elnettet** — en påstand, som uafhængig journalistik har behandlet med stor forsigtighed.

Hvor stærk er dokumentationen

- **Kernepåstanden er snæver og efterprøvbare**. »Vi komprimerede et magnetiseret plasma, og det blev varmere, hovedsagelig på grund af kompressionen« er netop den test af mekanismen, som MTF-metoden skal bestå, og artiklen underbygger den med en serie skud med omfattende instrumentering og en eksplicit energibalancemodel. Hvis resultatet består fagfællebedømmelse, er det en reel — om end tidlig — validering af metoden.
- **Forbeholdene er grundlæggende, ikke kosmetiske**. Elleve skud, én maskine, ét hold, endnu ikke bedømt og en toptemperatur, der ligger en størrelsesorden under et brændende plasma. Den bærende konklusion — *at en majoritet af opvarmningen kommer fra kompression* — hviler på en model, så det centrale spørgsmål ved fagfællebedømmelsen er, om modellens fordeling er robust.
- **Den ærlige status er en demonstreret mekanisme, ikke en påstået milepæl på vejen mod energi**. Resultatet flytter MTF fra »kompressionen burde opvarme plasmaet« i retning af »kompressionen

opvarmer plasmaet«, men ikke længere end det.

Hvorfor det har betydning

Det interessante ved magnetiseret målfusion er økonomi, ikke rekorder. Hvis mekanisk kompression kan opvarme et plasma mod fusionsbetingelser, kan det være muligt at nå dertil uden magneter i ITER-størrelse eller lasere i NIF-størrelse — en billigere vej med hurtigere iterationer, *hvis* det virker. Dette »hvis« er hele pointen, og det afgøres ved uglamourøse kontrolpunkter som dette: Leverer kompressionen faktisk den opvarmning, modellerne lover? LM26's svar fra de første skud er et kvalificeret ja. Det er værd at bemærke netop *fordi* det er kvalificeret — et trin på en lang stige, rapporteret af dem, der klatrer på den, endnu ikke kontrolleret af andre og langt fra toppen.

Kort opsummering

General Fusions LM26 komprimerede et magnetiseret deuteriumplasma med en imploderende lithiumliner og viste, at det blev opvarmet — elektrontemperaturen blev mere end tredoblet til en målt top på cirka 0.72 keV (718 ± 80 eV, ~ 8 millioner °C) — og virksomhedens analyse tilskriver størstedelen af opvarmningen selve kompressionen, den mekanisme, som dens metode til magnetiseret målfusion bygger på. Det er et reelt, konkret ingeniørmæssigt skridt for denne vej til fusion. Det er også de første 11 skud på én maskine, beskrevet i et preprint fra virksomheden, som ikke er fagfællebedømt, ved en temperatur, der er cirka ti gange lavere end det, et brændende plasma kræver, uden nettoenergi, uden breakeven og uden elektricitet. En mekanisme er vist, ikke et kraftværk bygget.

Kilder

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-magnetized-target-fusion-machine/>

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>