

SUPERMAGNEET VOOR TESTPLASMA

DIFFER in Eindhoven krijgt een nieuwe, supergeleidende magneet met een gewicht van maar liefst 16 ton. Die geeft het onderzoeksinstituut de kans de plasmabestendigheid te testen van mogelijke materialen voor de afvoergoot van de toekomstige kernfusiereactor ITER. Die goot krijgt veel te verduren als gevolg van voortdurende deeltjesbombardementen.

tekst ir. Jim Heirbaut foto en illustratie DIFFER

ITER moet de eerste kernfusiereactor worden die minstens evenveel energie oplevert als erin wordt gestopt. Momenteel is in Zuid-Frankrijk de bouw van deze donutvormige reactor in volle gang. In deze reactor komt energie vrij door de fusie van deuterium en tritium (twee isotopen van waterstof) tot helium. Om het benodigde plasma, een ultraheet gas waarin beide isotopen zitten, in de reactor op temperatuur te houden moeten continu de ionen worden afgevoerd die bij het fusieproces ontstaan.

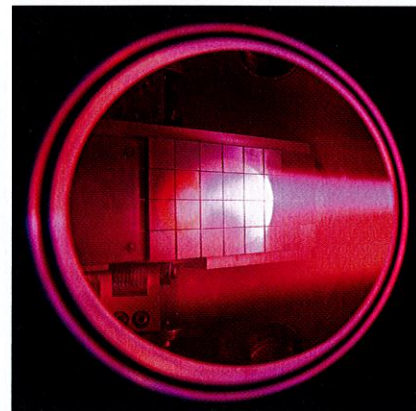
Wolfram

Daarvoor hebben ingenieurs de divertor ontworpen, een afvoergoot onderin de reactor. Hier verlaten de ionen het plasma en botsen ze op het materiaal waarvan de divertor is gemaakt. Tot nu toe lijkt het metaal wolfram het meest geschikt hiervoor. 'De ionen hebben weliswaar niet meer de extreem hoge

temperatuur van 150 miljoen °C die ze hadden in de kern van het plasma, maar de temperatuur ligt nog steeds tussen de 10 000 en 100 000 °C', vertelt dr.ing. Hans van Eck, projectleider bij DIFFER. Hoe heter en intensiever een deeltjesstroom, hoe agressiever die is voor het materiaal waar hij op botst. Als ITER draait, blijft die deeltjesstroom maar doorgaan, dus dat stelt extreme eisen aan de duurzaamheid van de divertor. DIFFER gaat testen of wolfram voldoet aan die duurzaamheidseis. Ook kijken de onderzoekers naar verschillende typen staal als mogelijke kandidaten.

Daarnaast gaan ze meer exotische opties bekijken, waaronder een wand van vloeibaar lithium. Deze vloeistof zal niet in het luchtledige zweven, maar bevindt zich bijvoorbeeld op en in een fijnmazig rooster, dankzij capillaire krachten. Zo'n wand van vloeibaar lithium heeft als voordeel dat hij steeds wordt ververs: dankzij het sterke magneetveld gaat een elektrische stroom door de vloeistof lopen die ervoor zorgt dat de vloeistof gaat stromen. 'En doordat lithiumatomen licht zijn, verstoren ze het plasma wat minder dan wolframatomen, die erg zwaar zijn', aldus Van Eck.

De nieuwe supergeleidende magneet is een koker van 2,45 m lang, met een buitendiameter van 2,40 m en een binnendiameter van 1,25 m. Hij bestaat



Detailopname van het plasma dat inwerkt op de reactorwand.

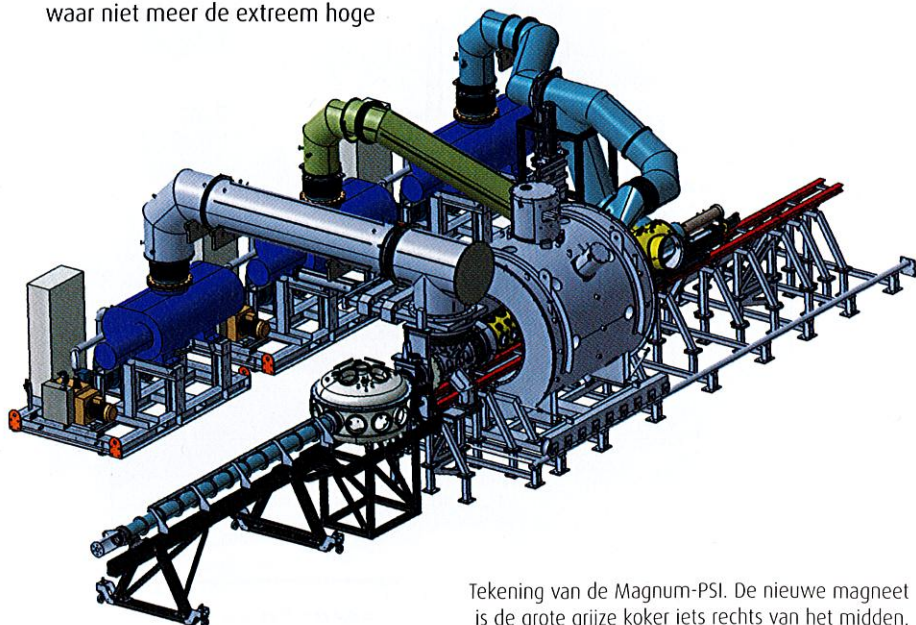
uit vijf spoelen van niobiumtin, die met vloeibaar helium worden gekoeld tot 4,2 K, ofwel -268,95 °C. De magneet zorgt ervoor dat het plasma mooi bijeen blijft en netjes op het te testen materiaaloppervlak komt. In de koker zitten zestien openingen. Dit zijn poorten vanwaaruit het plasma wordt geanalyseerd: lasers schijnen dwars door het plasma heen en aan de hand van de verstrooiing van de lichtbundels zijn de temperatuur en de dichtheid te berekenen.

Behelpen

De 16 ton zware magneet wordt deze maand geïnstalleerd in de testfaciliteit Magnum-PSI in de hal van het DIFFER-gebouw op de campus van de TU Eindhoven, waar DIFFER vorig jaar naartoe is verhuisd.

De magneet moest eigenlijk een paar jaar terug al worden opgeleverd, maar tijdens een test bij de producent brandde de verbinding tussen de spoelen door. Daarom moesten onderzoekers zich afgelopen jaren behelpen met koperspoelen die ze koelden met olie. Meetsessies konden daardoor niet langer dan twintig seconden duren, want daarna werden de spoelen te heet en moesten ze twintig minuten afkoelen.

'Om het effect van het plasma op materialen te meten telden we al die korte sessies op. Je kunt je voorstellen dat de nieuwe magneet een gigantische vooruitgang voor het onderzoek betekent', aldus Van Eck.



Tekening van de Magnum-PSI. De nieuwe magneet is de grote grijze koker iets rechts van het midden.