

# Kernfusie

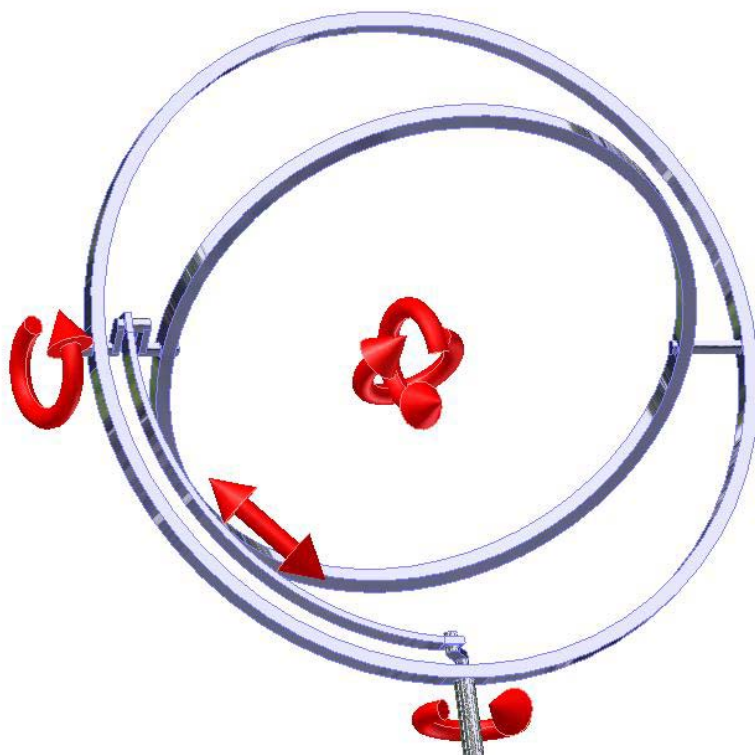
[Dr. Robert Bussard over kernfusie](#)

<http://video.google.com/videoplay?docid=1996321846673788606#>

In de bovenstaande link geeft Robert Bussard een conferentie over alternatieve fusie energie waar hij zijn alternatieve opstelling “de polywell” verdedigt. Hoewel de benadering tot kernfusie in dit document geheel anders is, is het doel en sommige basisprincipes hetzelfde en had ik het zelf niet beter kunnen verwoorden.

## De opstelling

De opstelling bestaat uit een sferische tank die doormiddel van een mechanisch systeem (fig1) wordt rondgedraaid, dit in twee dimensies. Het rondspinnen om twee assen van het lichaam zorgt ervoor dat deeltjes met de hoogste massadichtheid naar buiten worden geslingerd. De deeltjes met de laagste dichtheid worden hierdoor naar het center gedrukt. Als er dus bijvoorbeeld water in de sfeer bevindt, zal deze homogeen over de binnenkant van de

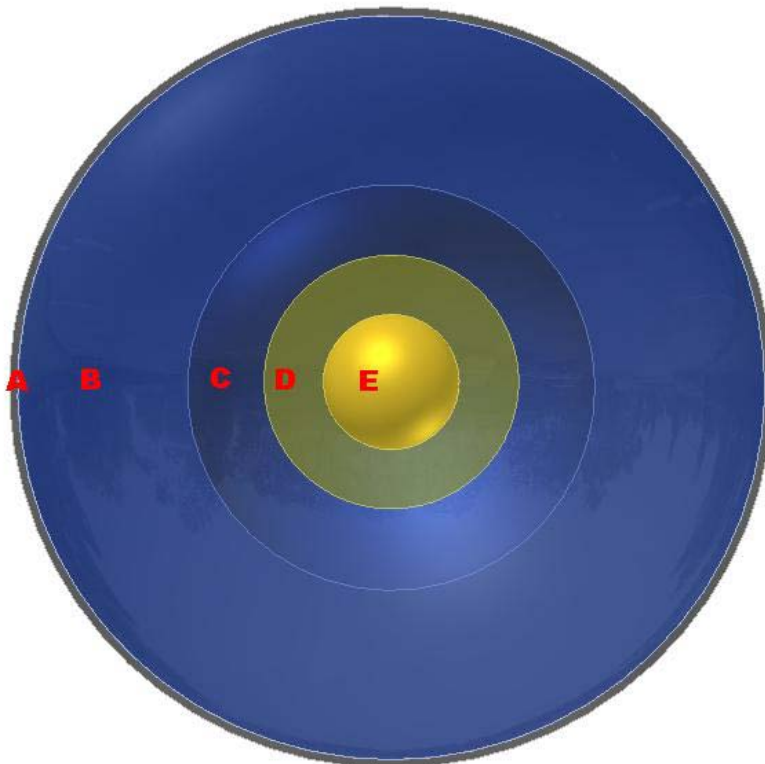


sferische wand worden gedrukt. De lichtere, eventueel hetere deeltjes worden in het center gehouden. Warmteconvectie wordt hierdoor onderdrukt. Dit maakt dat het plasma geïsoleerd is zonder dat er een vacuüm kamer noodzakelijk is. Zoals bij een Tokamak, Stellator, Fusor of polywell wel het geval is. Hierdoor kan de druk in het plasma makkelijk opgevoerd worden zonder dat er super magneten voor noodzakelijk zijn, simpel weg door statische druk. Dit zou een drastisch verschil moeten maken in energiedichtheid. De opgewekte energie stijgt kwadratisch met de druk. Tevens kunnen er

*De figuur 1: Het draaimechanisme*

energieke geladen plasma deeltjes geïnjecteerd worden, wat bij magnetische opsluiting niet mogelijk is. sferische tank met daar rond het draaimechanisme bevindt zich in een tweede robuustere tank die bestand is tegen hoge druk. De vrijgekomen energie wordt afgevoerd voordat het de reactorwand bereikt evenals de 14Mev neutronen worden gemodereerd. Hierdoor is de thermische belasting op de reactorwand klein. Dit is één van de grote problemen bij magnetische opsluiting, ITER.

## De kern samenstelling



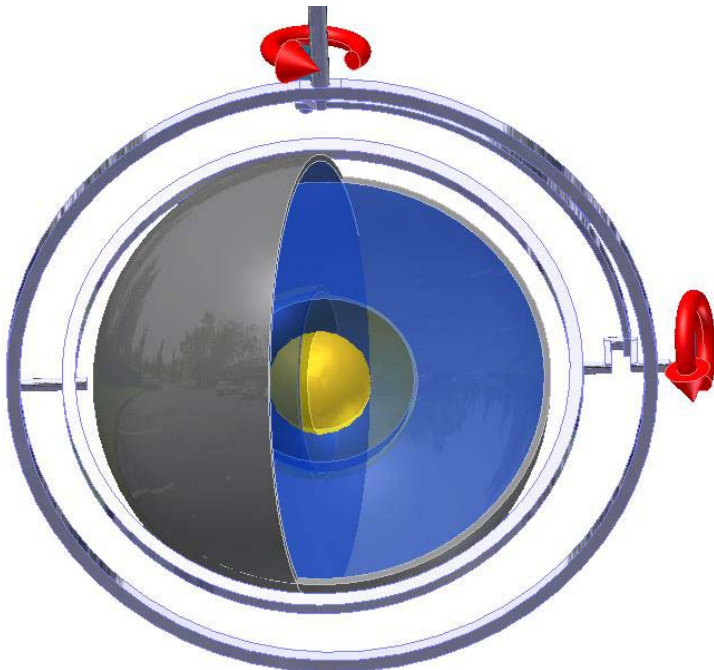
In figuur 2 is A de binnenste sferische tank die rond wordt gedraaid. Doordat deze zich in een tweede tank bevindt, moet de tank niet kunnen weerstaan aan de volle procesdruk. Omdat kookverschijnselen ongewenst zijn moet de procesdruk minimum 220 bar bedragen. Omdat de druk een positieve invloed heeft op de energiedichtheid is deze best zo hoog als wat er constructief haalbaar is.

*Figuur 2: De doorsneden van de kern*

Door koud water injectie zou de temperatuur van de tank niet extreem hoog worden. Het medium in de tank bevindt zich in “stilstand” ten opzichte van de tank.

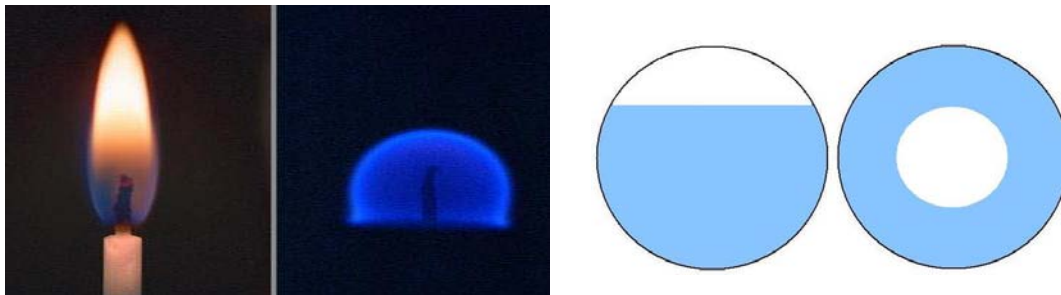
Laag B dient om neutronen en straling voor een deel te absorberen en de binnenste tank te beschermen. Hierdoor zal de reactorwand niet eroderen zoals bij Tokamaks. In deze laag wordt er koud water geïnjecteerd dat door de hogere massadichtheid aan de buitenkant bevindt. Het water bevat tevens lithium zodat er tritium gevormd wordt door de geproduceerde neutronen. De binnenste laag van het water zou door radiolyse en thermolyse moeten opsplitsen. Het gevormde zuurstof, waterstof en tritium komen in laag C terecht. Hier bevindt zich ook het geproduceerde helium en helion uit de reactie. Wanneer de centrifugaalkrachten groot genoeg zijn, zouden de gassen zich min of meer moeten scheiden in lagen. Het zuurstof en gevormde stikstof zou gescheiden moeten zijn van het waterstof (en isotopen) door de helium laag. De gassen in laag C worden op twee punten afgetapt. Eén in de zuurstof laag en één in de waterstof laag. Hierdoor wordt er energie onttrokken. Deze gassen worden apart geëxpandeerd in elk hun turbine. Helium en tritium worden van de waterstof-turbine afgetapt. Het waterstof en zuurstof word in alkaline brandstofcellen gerecombineerd. Het gevormde water wordt eventueel gekoeld, lithium toegevoegd en terug in de kern geïnjecteerd. Met de geproduceerde gelijkspanning wordt er tritium en deuterium geïoniseerd en in het plasma centrum geïnjecteerd. Het tritium wordt uit de turbine aftap gescheiden van het helium. De bedoeling is uiteraard elektrische energie te produceren en eventueel waterstof, vrij van tritium. Dit met zuurstof en helium als bijproduct. Elektrische stromen door het plasma alsook de fusiereactie zelf verhit het plasma. De elektrische stromen worden

samen met het geïoniseerde deuterium tritium mengsel geïnjecteerd. Door het hoge aantal fusiereacties wordt het plasma snel opgebruikt en is een constante toevoer noodzakelijk. De reactie is hierdoor zeer controleerbaar en kan direct uitgeschakeld worden zonder nakomende warmte. Buiten tritium, stikstof 16 en geactiveerde mineralen zijn er geen radioactieve stoffen aanwezig. Radioactieve edelgassen, jodium, splijtstof producten en splijtstof komen niet voor. Van zone C naar zone D komen de gassen in plasma fasen door de hoge temperatuur. Zone D en E vormen samen de plasma zone. Het hete plasma in het center zou heet genoeg moeten zijn opdat de fusie reactie in voldoende maten plaats vindt. Het zeer hete plasma wordt geïsoleerd door heet plasma en dit door minder heet plasma en zo verder. De warmtegeleidingcoëfficiënt voor waterstof is  $0,174 \text{ W/mK}$  bij  $0^\circ\text{C}$ . Deze waarde zal sterk afnemen bij hoge temperaturen. Door de lagere massadichtheid van heet plasma zal de temperatuur in het center veel hoger zijn. De convectie stroming is tegenovergesteld t.o.v. de kern van de zon. Hierdoor kan het centrum heter worden gemaakt. Het aantal fusie reacties per tijd neemt toe wanneer temperatuur en druk hoger wordt. Door temperatuur uitwisseling worden de zwaardere gevormde heliumkernen uit het plasma verdreven en zal de concentratie helium zich stabiliseren. De afmetingen van het plasma zal bepalend zijn voor de maximum temperatuur in het center en het gehaalde aantal reacties. Een groter vermogen input vergroot het plasma. Omdat de andere lagen voldoende dik moeten zijn moet de reactor groot genoeg gebouwd worden.

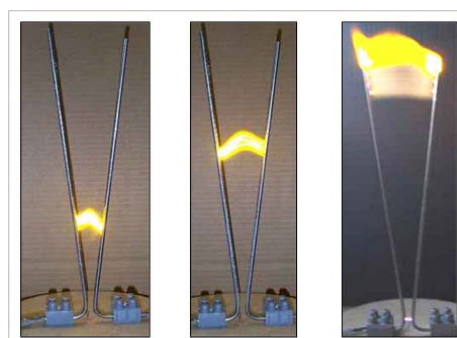


# Testopstelling

In de figuur linksonder staat een kaarsvlam afgebeeld die brand wanneer er zwaartekracht aanwezig is. De vlam links is een gewone kaarsvlam maar dan zonder zwaartekracht.



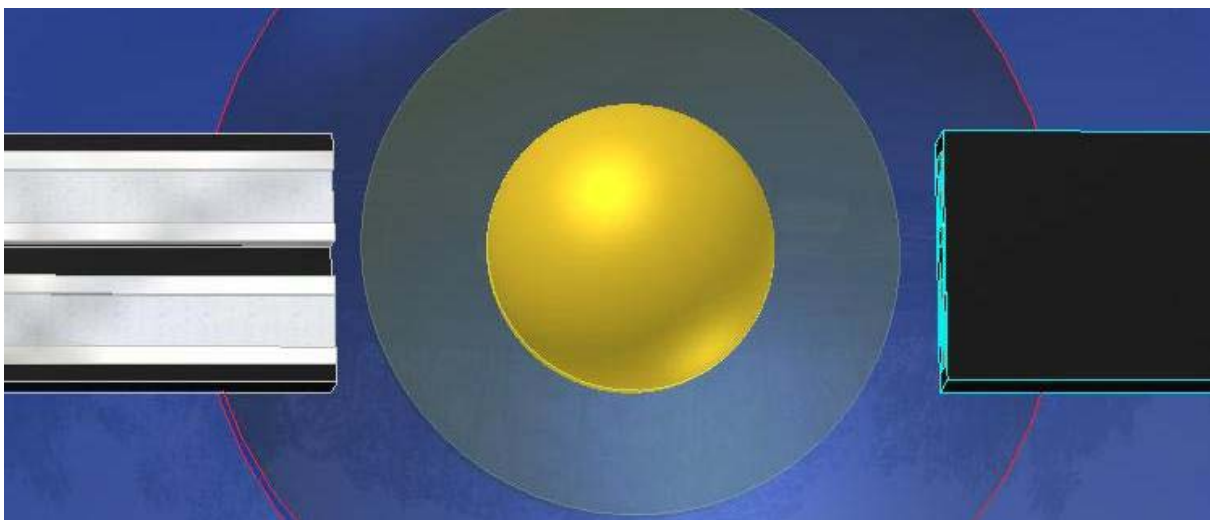
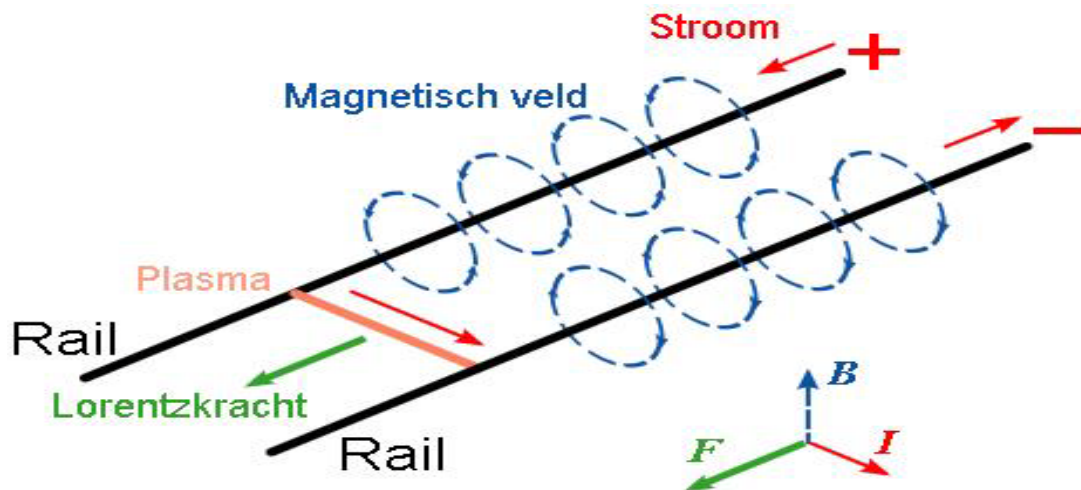
In de figuur rechtsboven ziet u de reactortank links in stilstand, rechts in rotatie. Door de rotatie wordt de luchtbel in het center gedrukt. Het is noodzakelijk dat de centrifugaalkracht de zwaartekracht overwint, dit reeds bij een kleine straal van het plasma opdat de warmteconvectie in de plasmakern geëlimineerd is. Tevens moeten de niet geïoniseerde gaslaag voldoende gescheiden zijn, wat alleen kan met voldoende centrifuge krachten. Het kwadraat van de hoeksnelheid maal de straal moet dus groter zijn dan de valversnelling. Voor een technisch haalbaar toerental van pakweg 1000tr/min zal de zwaartekracht nog overwonnen zijn bij een straal kleiner dan 1mm. En duizend keer groter dan de zwaartekracht bij een straal van 1 meter.



Met een eenvoudige testopstelling kan men zien dat men plasma deeltjes via inductie kan verhitten. Een Jakobsladder (rechts) of een vlamboog van andere oorsprong bijvoorbeeld lastoestel en een inductieverwarmer (links), zoals voor lagers op te warmen, volstaat. Men plaatst de inductiespoel boven de vlamboog van de jacobsladder. Het probleem is dat het plasma lichter wordt wanneer het heter wordt en hierdoor zal het plasma omhoog stijgen, uit het inductieveld. Wanneer men via magnetisme of elektrostatische velden het plasma op zijn plaats probeert te houden zijn het de niet geladen hete lucht deeltjes die voor convectie problemen en afkoeling zorgen. De testopstelling onder vacuüm brengen is hier de traditionele oplossing die het probleem van lage ionendichtheid met zich meebrengt. Het magnetisch samendrukken is in theorie mogelijk maar erg onpraktisch zoals in Cadarache bewezen wordt. Het wegnemen van de zwaartekracht, of het manipuleren ervan met een gelijkvormig centrifugaal veld zou hier dus een logische oplossing voor zijn.

# De Plasma injector

De plasma injectoren moeten de waterstof isotopen, ioniseren, verhitten en versnellen. Ideaal is een 50% deuterium tritium mengsel. De opgewekte kinetische energie komt vrij wanneer de twee plasma pulsen elkaar in het center raken. In de plasma injector wordt Het D+T mengsel onder hoge druk, bijvoorbeeld 1000 bar geïnjecteerd. Met een hoge spanning van een soort bougie, ignitor, worden de isotopen geïoniseerd en geleiden de elektrische stroom. Deze vonk loopt verder tussen twee rails die met gelijkspanning gevoed wordt. Hierdoor worden er stromen door het plasma gejaagd en zorgen de lorentzkracht ervoor dat het plasma versneld wordt. Telkens wanneer men de ignitor aanstuurt wordt er een plasma puls in het center geïnjecteerd. Dit is een directe methode om het plasma in het center te verhitten waarbij zo goed als alle elektrische energie gebruikt wordt om het plasma te verhitten. Het injecteren van geladen deeltjes is bij magnetische opsluiting zoals tokamaks niet mogelijk. Doordat het magnetisch veld de deeltjes afstoot. Tevens is het nog steeds mogelijk het plasma bij te verwarmen met inductie of hoog frequente radiogolven.



# De Lawson criterion

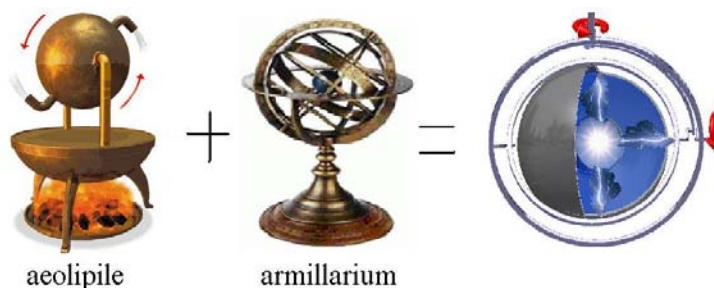
## [De Lawson criterion wikipedia](#)

De lawson criterion is een conditie waarbij de energie die de fusiereactie veroorzaakt genoeg is zodat geen extra energie hoeft toegevoegd te worden opdat de temperatuur van het plasma behouden blijft, ondanks de verliezen.

Nu, of er al of niet voldaan wordt aan dit criterium, wanneer er een fusie reactie plaats vindt komt er energie vrij onder alle condities. Zelfs de meest simpele fusie reactors hebben reeds bewezen kernfusie te weeg te brengen kijk maar naar de Fusor. Het enige probleem is dat er te veel elektrische energie in moet gestoken worden om dezelfde energie uit de machine te krijgen onder de vorm van warmte en slechts een te kleine hoeveelheid energie van de fusiereactie, niet voldoende om de verliezen te compenseren. De beschreven opstelling moet het mogelijk maken om een groot deel van thermische energie terug om te zetten naar elektrische energie met geringe verliezen. Dit doordat de er pakweg 70% van de verloren energie die bij een klassieke omzetting verloren zou gaan via de condensor, gerecupereerd kan worden via de recombinatie van watersof door een brandstofcelmodule.

Belangrijk om een gunstige fusiereactor te hebben is het thermisch isoleren van het plasma. Zoals iedereen weet zijn er drie manieren van warmteoverdracht, convectie, conductie en radiatie. In een Tokamak en andere fusiereactors zijn de twee eerste geëlimineerd door het plasma op te sluiten in een vacuümkamer. Dit is een logische oplossing maar het aandeel van radiatie is de dooddoener waardoor een Tokamak niet werkt. Als men kijkt naar de zon, die tevens in een vacuüm kamer zit, is de radiatie energie enorm. Deze energie is voelbaar op aarde en neemt sterk af wanneer het bewolkt is. Deze vergelijking is impliceerbaar op de beschreven fusie opstelling. Warmte convectie wordt onderdrukt, en starlings verliezen worden verminderd door de gaslaag en waterlaag die het plasma omringt. Tevens heeft het plasma door de hogere druk een veel kleiner volume, waardoor deze al beter is geïsoleerd. Tevens heeft een bolvormig plasma de kleinste oppervlakte/ volume verhouding, wat de thermische isolatie ten goede komt. Het is ook belangrijk dat een zo groot mogelijk deel van de energie die in het systeem gestoken wordt actief deelneemt in het verhitten van het plasma.

Een volgende stap is het wiskundig uitwerken van de Lawson criterion en uit te zoeken hoe veel energie er zou kunnen worden geproduceerd onder bepaalde condities. Door veel onbekenden zoals onder anderen de warmteoverdracht coëfficiënten is dit nogal lastig en is alle hulp welkom. Een klein basisprototype van de mechanische opstelling zou moeten aantonen dat convectie onderdrukking door centrifugaalkrachten mogelijk is. Hiermee zouden de juiste mensen met de geschikte middelen moeten overtuigd worden om een eerste prototype te bouwen en de fusie droom een realiteit te laten worden.



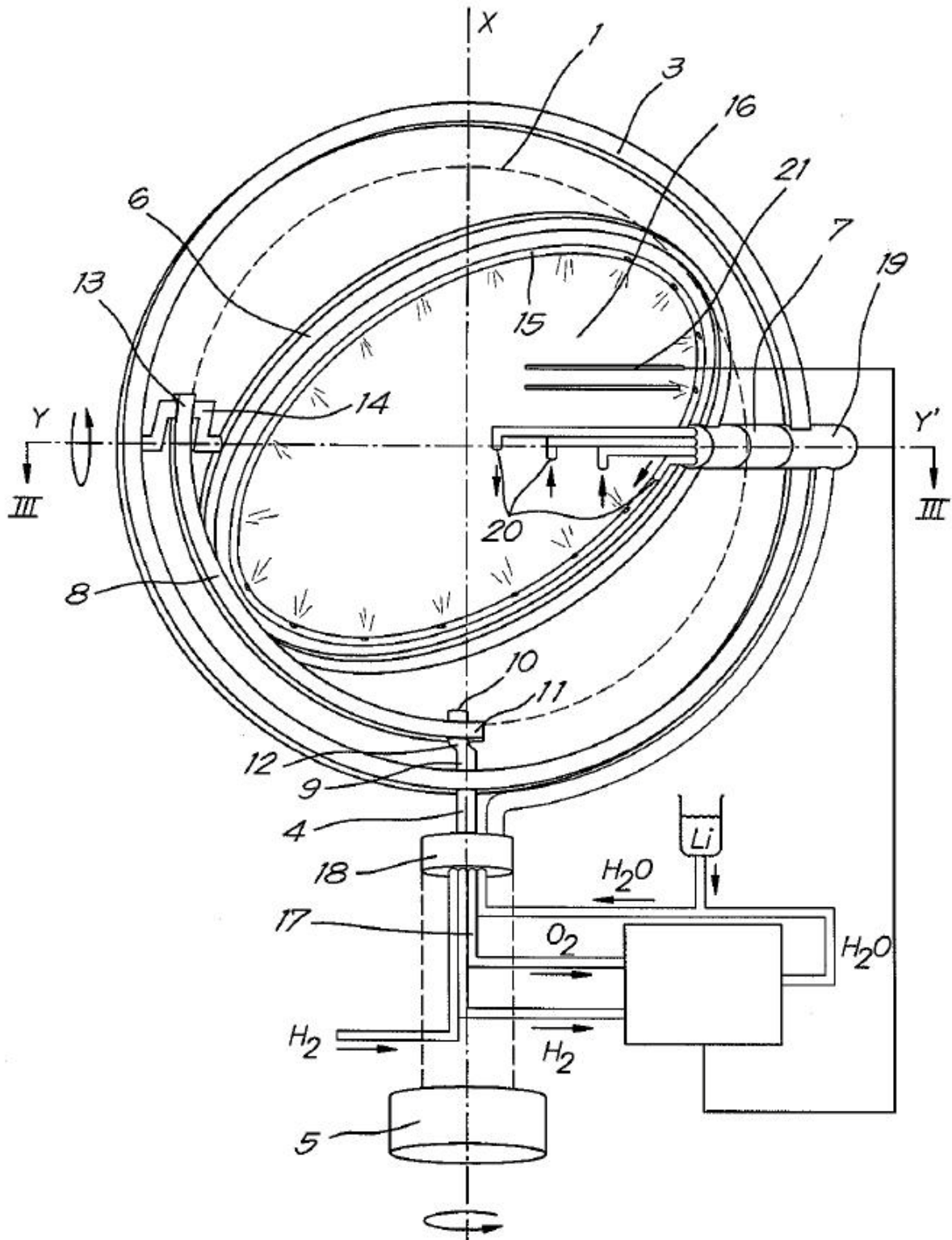
## Remstraling en neutron moderatie

Om de reactor te starten moet er water en gassen, helium, waterstof in de tank zitten. Vervolgens wordt de rotatie gestart. Door de traagheid zal het water even in stilstand blijven en ontstaan er inwendige wervelingen. Na een poosje simultaan draaien zullen de wervelingen weggaan en staat alles in stilstand t.o.v. de roterende tank. Vervolgens kunnen er ionen van deuterium en tritium in het centrum gebracht worden. Doordat deze ionen de laagste massadichtheid hebben zullen deze naar het centrum gaan, zoals een luchtbel opstijgt in water, wet van Archimedes in een dubbel centrifugaalveld. De ionen moeten dan verder verhit worden met bijvoorbeeld inductie. Andere methoden zoals een schokgolf die het plasma comprimeert waardoor de temperatuur stijgt is mogelijk. Dit door bijvoorbeeld een plotse procesdrukverhoging door bijvoorbeeld met een soort dieselheiblok een vast volume water in één slag in de reactor te injecteren. Het plasma heeft de meeste samendrukbaarheid en het hete plasma zal hierdoor nog heter worden. Of het toe dienen van [energetische deeltjes](#), neutronenbron of [stralingen](#), [resoneren](#) met elektromagnetische golven, [akoestische trillingen](#). Van zodra het er voldoende plasma fusioneert heeft men [ignitie](#) bereikt. Bij een zuiver deuterium tritium mengsel zal voor 3GW de ionen een warmte inhoud hebben van 27MJ. Om een zo klein mogelijke hoeveelheid energie in het systeem te steken moet men er een zo groot mogelijk vermogen in het plasma steken, doordat er steeds warmtestroom naar buiten gaat. Zodra er voldoende fusiereacties plaats vindt moet men het plasma niet meer verhit worden. Men heeft dus een systeem met een [Maxwell-Boltzmannverdeling](#) en bij een voldoende hoge temperatuur voor fusie zijn er deeltjes die niet genoeg energie hebben voor fusie. Deze deeltjes botsen alleen en genereren [remstralen](#). Deze remstralen zijn evenredig met de geproduceerde fusie-energie bij een ideaal mengsel van ideale temperatuur. Volgens [wikipedia](#) is deze 140 keer kleiner dan de fusie energie. Dus voor een 3GW [Tokamak](#) van 5000m<sup>3</sup> is energieverlies van remstralen dezelfde als voor 3GW van 350liter. Met deze configuratie worden ook de deeltjes rond het werkzaam plasma geïoniseerd en genereren ook remstralen. Het aandeel van remstraling verliezen in het plasma zal dus uiteindelijk groter zijn dan bij een Tokamak opstelling. Maar doordat het zelfde aantal neutronen gegenereerd wordt in 350 liter in plaats van 5000m<sup>3</sup> zal de neutronenflux pakweg 14000 maal groter zijn dan bij een Tokamak. 80% van de energie zijn neutronen (2,4GW) die een zeer hoge energie bezitten van 14Mev en bij een Tokamak kunnen ze ongeremd de reactorwand vernietigen. Tevens veronderstel ik dat door de hoge procesdruk het plasma betere neutronenmodererende eigenschappen heeft dan het ijle plasma van een Tokamak. De hoge neutronen flux en beter modererende eigenschappen van het plasma zorgt ervoor dat de grotere remstraling verliezen ruimschoots gecompenseerd worden zodat het plasma zelfonderhoudend wordt. Gezien de neutronen ontstaan uit het centrum zal de neutronenflux afnemen naarmate men verder van het centrum gaat, alsook de neutronenergie zelf. Het plasma zal zich dus niet in een thermisch equilibrium bevinden maar zal heet zijn in het centrum en kouder naar de buitenkant toe. Of deze theorieën kloppen heb ik nog niet kunnen staven uit berekening of andere gegevens en is dus zuiver verondersteld. Omdat het relatief klein aantal ionen snel opgebruikt is, zal een constante toevoer van deuterium en tritium noodzakelijk zijn. Doordat de ionen van de plasma injector kouder is dan de ionen in het centrum is het tegen de drijfkracht in. Een elektrische gelijkstroom die door het plasma loopt van de ene injector naar een ander punt

zou de ionen door het plasma moeten leiden. Alsook de kinetische energie moet ervoor zorgen dat de nieuwe fusie ionen het centrum bereiken. DT ionen die niet fusioneren zullen geëxtraheerd worden van de afgetapte gassen. Men mag de fusioneerbare ionen niet laten opstapellen en men moet het plasma opsluiten door niet fusioneerbare ionen om vermogen excursies en explosies uit te sluiten. De gas-aftap en de plasma brandstof injectoren komen het meest in de buurt van het fusie plasma en er zullen dus zeer hoge materiaal eisen aan moeten gesteld worden. Maar gezien het relatief kleine onderdelen gaat kunnen deze van dure exotische materialen gebouwd worden en intensief gekoeld worden, en “pitstop” vervanging. De hete gassen worden gekoeld met geïnjecteerd water, alsook de reactortank die tengevolge van straling en remstraal absorptie waarschijnlijk extra koeling nodig heeft van buitenaf. Ik veronderstel dat voor 3GW een reactortank van ongeveer 5 meter vereist is, maar dit is niet berekend het zou ook 10 meter kunnen zijn. Alle lagen moeten een bepaalde dikte hebben, Of de uitvoering nu voor 3GW is of 30GW, zou niet veel in groten (1m) zijn. Tevens blijft het ignitie systeem hetzelfde. Geëxtraheerde energie hoeft niet noodzakelijk over een dure turbine te gaan, kan direct het aardgasnet voeden, autosector, verbrand worden in WKK's, STEGS, efficiënt gerecombineerd worden waterstof is de ideale energie drager, geen CO(2). De reactor kan zijn brandstof halen uit waterstof en eens tot ignitie gebracht zijn er geen hoge technologieën verijst. Één reactor kan genoeg energie leveren voor heel België te voorzien van energie, zowel als gas, elektriciteit en automobiel industrie. Vermogen is zeer moduleerbaar, te laag gaan, te weinig brandstof toevoegen, resulteert in het doven van het plasma. Om uitvoeringsproblemen te verminderen zou het ontwerp kunnen aangepast kunnen worden dat bestaat uit halve bollen die draaien op een ring, hierdoor hoeven de afgetapte gassen en ingebrachte brandstof niet over een draaiende dichting te gaan. Enkel het injectiewater gaat langsheen een dichting, deze uitvoering is tevens symmetrische, tekeningen zijn nog in uitvoering. Het injecteren van brandstof kan ook gewijzigd worden, [plasma focus](#) of het injecteren van [lithium-deuteride](#) is mogelijk eventueel met inductie verhiting. Of het injecteren met een waterstraal van D20 +T2O in de plasma kern nadat ignitie is bereikt. Door een bepaalde hoeveelheid inductieverhitte ionen adiabatisch te comprimeren met een explosietank die een volume water in de reactor injecteert. Vermogen productie wordt geregeld met brandstof toevoer, gasdebit afvoer wordt geregeld in functie van vloeistof niveau, procesdruk met injectiewater. Eventuele kunnen (permanenten) magneten ervoor zorgen dat het plasma beter mee draait, of sneller draait. Voor elk probleem is er wel een oplossing. En net zoals elke ster heeft dit concept de bedoeling om een zelfonderhoudend, [stady state](#) plasma te creëren onder hoge druk. Kernfusie komt in de zon enkel in het centrum voor, waar er een zeer hoge druk heerst, niet in de ionosfeer waar de temperaturen zelf hoger zijn. Een verschil is dat de zon niet bestaan uit deuterium en tritium, anders zou ze al haar brandstof in een fractie van een seconde fusioneren ipv biljoenen jaren. Volgens de informatie op internet is er geen enkel concept met de bedoeling een hoge druk zelfonderhoudend deuterium tritium plasma met gecontroleerde brandstoftoevoer tot stand te brengen. Als ik niet de eerste ben, wordt er dus informatie op het internet achter gehouden. Beweren een werkende methode te weten voor kernfusie wordt niet serieus genomen, onmogelijk om te geloven. Maar ik geef 1000 euro aan de persoon die kan bewijzen dat dit concept onmogelijk is. Er zijn tevens fysische bewijzen dat het zou kunnen werken, kijk naar een centrifuge, een inductiekookplaat, de zon en sterren, waterstofbom. Uiteraard zijn er

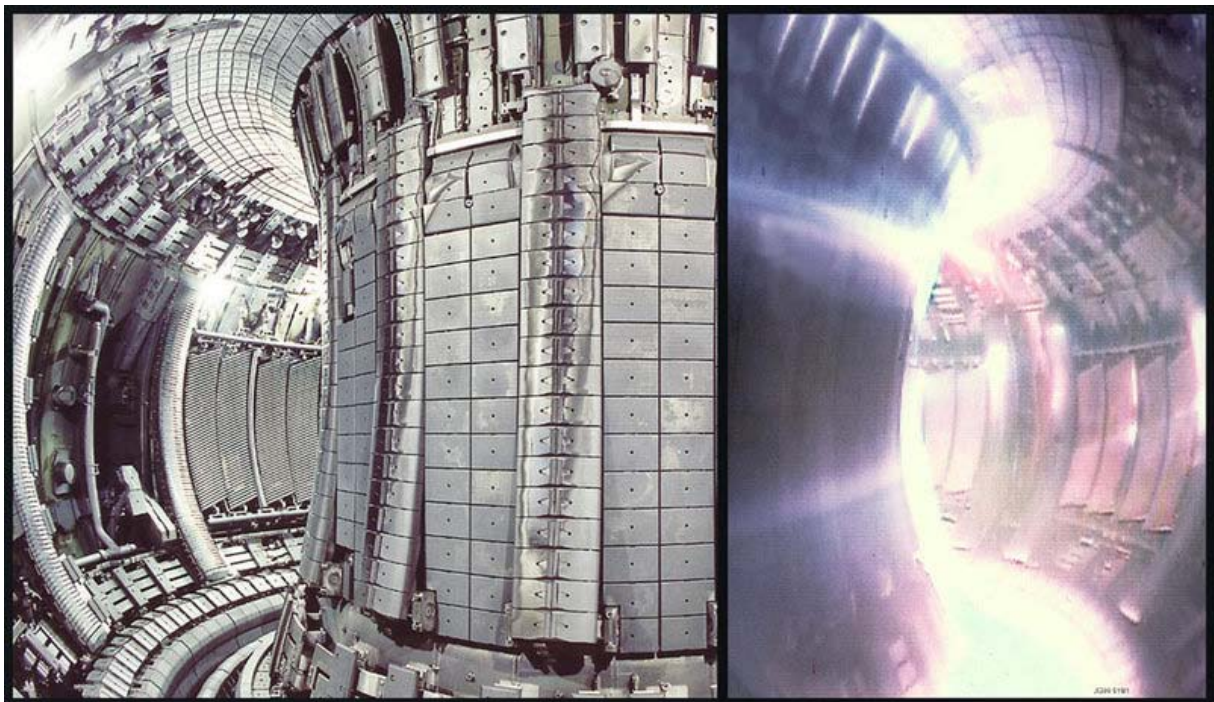


uitvoeringsmoeilijkheden en moet men aan bepaalde voorwaarden voldoen om het te laten werken. Tevens moet het nog verder uitgewerkt worden. Pprojecten zoals ITER kunnen wel werken, maar nooit economisch energie leveren en wekken enkel de illusie, dat kernfusie onderzocht wordt en dat hoge technologieën vereist zijn en niet voor de eerste 50 jaar mogelijk wordt. Maar een bedrijf dat zo goedkoop, veilig en proper mogelijk energie wil produceren heeft wel belangen om dit concept uit te werken



## De Tokamak

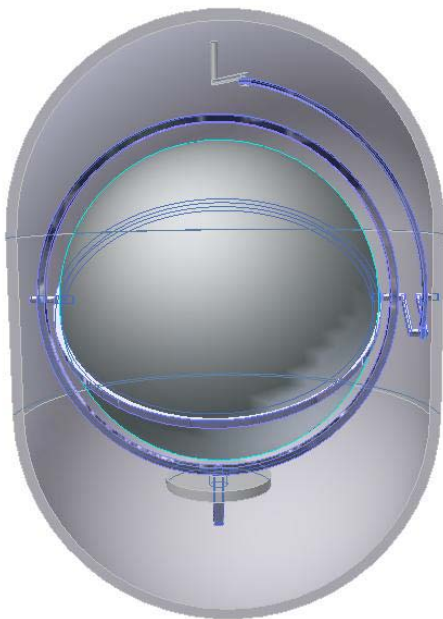
Wat ik u nu zal vertellen over een Tokamak zal u wellicht niet geloven. Zelf heb ik nooit plasma fysica gehad op school en heb ook geen ingewikkelde studies gevolgd. Als u in de excel file een plasma druk van 2 bar opgeeft moet men een plasma volume van 5500m<sup>3</sup> ingeven om 3GW op te wekken. Mijn berekeningen kunnen verkeerd zijn, maar anders is er dus een gigantisch volume nodig voor 3GW. En een plasma in vacuüm magnetisch samendrukken van dat volume tot een druk van 2 bar is quasi technisch onmogelijk. Tevens de energie die men moet toevoegen is vele malen groter (3300MJ of 27MJ). Het verhittingsysteem moet dus vele malen groter zijn. Dan de thermische energie extractiemethode, de stralingen en het cryogeen gekoelde magnetisch systeem is simpelweg geen goede combinatie. Dat de snelle neutronen de reactorwand vernietigen wist u al maar het wordt nog lachwekkender, de deeltjes van de reactorwand, wolfram, verdampen, ioniseren en worden door de magnetische veldlijnen in het plasma gedrukt. Zware elementen W(74) in het plasma hebben, genereert zoveel remstraling, dat het onmogelijk wordt om het plasma nog zelfonderhoudend te houden. Dan is nog voor elke DT reactie een tritiumkern nodig. Hiervoor heeft men die één neutron die per reactie ontstaat nodig. Met bepaalde isotopische lithium verhouding is het mogelijk om meer tritium te maken dan er neutronen zijn. Maar om een voldoende groot aantal te vangen moet men een enorm groot lithiumbed hebben, tussen de magnetische veldlijnen en achter de reactorwand, die wellicht al enkele neutronen tegenhoud. Tevens wordt het lithium vermengd met lood. Zodat er radioactief polonium gevormd wordt? "So they invented the tokamak, came from the [sovjet union](#), to make sure we never got there..."(Robert W. Bussard).



Andere magnetische opsluitingmethode, [Stellarator](#) leiden onder dezelfde kwalen. Dan het laser concept, ik geloof dat het een gefaald wapen programma was. In ieder geval een minuscule belletje met (petawatt?) lasers beschietten zodat ze imploderen? Het concept is te belachelijk om het verder te discussiëren. Net zoals elke ster, een waterstofbom, magnetische concepten, het laserconcept en mijn concept werken allen volgens de “hete ionen” methode, laat het ons natuurlijke kernfusie noemen. Dan is er nog kunstmatige kernfusie die eruit bestaat de ionen snelheid te geven en ze zo te laten botsen. Deze methode werkt en is al lang gekend. Zeer capabel om fusiereacties te doen ontstaan waarbij er allicht energie vrij komt maar zeer moeilijk om er nuttige energie mee op te wekken. Deeltjesversnellers, neutronengenerators, fusor, pollywel werken volgens dit principe. Alle concepten zijn capabel in het produceren van kernfusie, maar geen enkele is capabel in het produceren van “Free Energy”. Dit is energie die zo goedkoop is dat ze huidige energie bronnen volledig wegconcurrereert.

## Centrifugal confinement fusion

centrifugal confinement is like magnetic, electrostatic and inertial confinement a process to bring nuclear fuel beyond the coulomb barrier to fuse atomic particles. Centrifugal confinement should not be confused with centrifugal-magnetic confinement. With centrifugal confinement light elements such as deuterium and tritium are ionized, heated and confined by heavier particles, held in place by centrifugal forces. This eliminates heat convection and the need for a vacuum and magnetic fields. This way of confinement allows to bring the pressure of the plasma much higher than magnetic or electrostatic confinement where non ionized particles causes heat convection and too much heat loss. Electrostatic and magnetic fields could not be build strong enough to bring the pressure as high as could be achieved with static pressure. With inertial confined plasma, the pressure could be brought high enough, even higher but for a too short period and to little fuel with too much energy needed from a laser device. Because the pressure is high, there is a high fusion rate and only a small amount of fuel is required, new fuel must be continuously added, making it inherent safe. Since most of the energy with D-T fusion is released in the form of neutrons it is good to have a moderator surrounding the plasma, helping it to keep the plasma hot and making it self-sustaining. The arrangement of centrifugal confinement allows that the energy extraction system could be optimized to yield higher efficiencies and probably eliminating the need of cooling towers and thermal pollution. High energy density and the absence of redundant safety systems makes the unit small, environmental friendly, safe and cheap. Small basic apparatus operating under low pressure could be build to study the basic principles and physics behind centrifugal confinement. While energy yielding devices must for fill some criteria to produce net energy. The essence of such a thermonuclear device is to rotate a generally spherical reaction chamber causing the particles with highest density to go to the outer layer and bringing the particles with the lowest density to the center. Generally two or more rotation axes are needed and spin at sufficient speed to fully confine the plasma fuel and suppress heat convection. Input energy is required to give the particles enough energy to make a nuclear reaction. A spark could be induction heated to start the reaction. To withstand the



centrifugal forces and maintain high pressure the rotating reaction chamber is placed in a pressure vessel. This eliminates also sealing problems. The extraction of hot gasses on the injection of input power, fuel en coolant is done through a hole in the inner rotating axe. The coolant, water or heavy water is needed to keep the reaction chamber cool and protect it from neutrons and energetic particles. And extract energy from the system in the form of heat and chemical energy trough thermal and radiation decomposition. As hot gasses are extracted new place is made for fresh coolant. If the extraction is stopped pressure rises and safety valves releases the hot gasses alternatively. The reaction is stopped by stopping fuel addition or lower the pressure or eventually stopping the rotation by stopping the electric motor.