

opinie

'Is plasma de oplossing voor kanker en het klimaat?'

29/11/19 om 10:48

Bijgewerkt om 10:49



[Annemie Bogaerts](#)

Fysicochemicus aan de UAntwerpen

[Voor de Universiteit Van Vlaanderen](#) staat professor Annemie Bogaerts stil bij wat plasma is, en de haast magische krachten ervan.



Op school leren de meesten onder ons dat er drie toestanden van materie bestaan: vast (bv. een ijsblokje), vloeibaar (bv. water), en gas (bv. waterdamp of de lucht). Deze gaan in elkaar over door verwarmen: als het ijsblokje smelt, wordt het water, en bij nog verder verwarmen, gaat het water koken en krijgen we waterdamp.

Dit verhaal klopt, maar niet helemaal. Er bestaat immers nog een vierde toestand van materie, namelijk plasma. We hebben het hier niet over bloedplasma, maar wel over plasma dat ontstaat uit een gas, nl. door verder verwarmen van het gas (bv. tot enkele 1000 °C, of soms zelfs 100 miljoen °C), of door inbrengen van een andere vorm van energie aan een gas, nl. elektriciteit. Zo kan plasma gemaakt worden van gelijk welk gas (bv. waterstof, helium, lucht, CO₂,...).

Wat gebeurt er dan? Gas bestaat uit atomen of moleculen. Een atoom bestaat uit een kern (die positief geladen is) met daarrond elektronen (die een negatieve lading dragen). Als energie wordt toegevoegd aan zo'n atoom, kan een elektron ontsnappen van het atoom, en vrij bewegen in het gas. Er blijft dan een atoom met positieve lading over, wat we een ion noemen. Zo ontstaat er in het gas een mengsel van positieve ionen en elektronen die vrij bewegen. Dat noemt men een geïoniseerd gas, of plasma.

Is plasma de oplossing voor kanker en het klimaat?

Dit klinkt misschien abstract, maar we kennen allemaal tal van voorbeelden van plasma: De zon is een plasma, en ook de andere sterren, en dichterbij huis: bliksem, en het Noorderlicht. Het is zelfs zo dat meer dan 99% van het zichtbare heelal zich in plasma-toestand bevindt.

Naast deze natuurlijke plasma's worden plasma's ook opgewekt door de mens, hier op aarde. Zoals hierboven vermeld, kan dit op twee manieren: door verwarmen of door elektriciteit toe te voegen aan een gas.

Als we een gas verwarmen tot heel hoge temperaturen (zo'n 100-200 miljoen graden), krijgen we een plasma waarin kernfusie optreedt. Hierbij gaan lichte atoomkernen samensmelten, waarbij veel energie vrijkomt. Dit proces treedt ook op in de zon, en zorgt ervoor dat er leven op aarde mogelijk is, door de energie die we krijgen van de zon. Eigenlijk proberen we dus een soort miniatuurzonnen na te bouwen op aarde. Bij dit proces van kernfusie komt er veel meer energie vrij dan bij het omgekeerde proces, namelijk kernsplijting, wat plaatsvindt in de huidige kerncentrales, en waarbij zwaardere kernen splitsen in lichtere kernen.

Als we deze miniatuurzonnen of fusieplasma's kunnen bouwen op aarde, en dus kernfusie op aarde kunnen realiseren, kan er zoveel energie geproduceerd worden, dat het wereldwijde energieprobleem in één klap is opgelost. Er is immers heel weinig brandstof nodig voor dit proces, en dit kan grotendeels gewonnen worden uit zeewater, en is dus oneindig voorradig. Het is ook een veilig proces, want er treedt geen kettingreactie op, zoals wel het geval is bij kernsplijting, en bovendien worden er nagenoeg geen radio-actieve afvalstoffen gevormd (zoals bij kernsplijting) of CO₂ (zoals bij fossiele brandstoffen). Kernfusie lijkt dus de ideale energiebron... We kunnen ons dan de vraag stellen: waarom is het nog niet gerealiseerd?

Oplossing voor het wereldwijde energieprobleem?

Welnu, het is de technologie waarvan me al jaren zegt dat ze er over 50 jaar zal zijn, maar die timing schuift telkens op... Het is immers niet zo makkelijk om kernen te laten samensmelten. Dit vergt hoge temperaturen, en dus veel energie. Momenteel is er nog bijna dubbel zoveel energie nodig om een fusieplasma op te wekken, dan dat het plasma energie kan produceren via kernfusie. Dit is uiteraard niet de bedoeling van een proces dat ontwikkeld wordt voor energie-opwekking. Momenteel wordt in Zuid-Frankrijk een grote fusieplasma-installatie gebouwd, ITER, waarin de mogelijkheden van kernfusie worden onderzocht. Dit vergt grote investeringen, maar hopelijk kan men de belofte nakomen, en kan dit een definitieve oplossing betekenen voor het wereldwijde energieprobleem. Maar we zullen toch nog een tijd geduld moeten uitoefenen...

Zoals hierboven aangehaald: Naast verwarmen van een gas, kan een plasma ook opgewerkt worden door inbrengen van elektriciteit. Dit gebeurt bij lagere temperaturen, zelfs bij kamertemperatuur. In zijn eenvoudigste vorm wordt elektriciteit aangelegd over twee platen (elektroden genaamd) in een reactor gevuld met een gas. Hierdoor splitst het gas gaat op in positieve ionen en elektronen, en krijgen we dus een geïoniseerd gas, of een plasma.

Het gas zelf kan bij kamertemperatuur blijven, maar de elektronen (die veel lichter zijn dan de gasmoleculen) krijgen veel energie van het aangelegde elektrisch veld. Deze elektronen kunnen botsen met de gasatomen of moleculen, en voor veel reacties zorgen. Ze kunnen o.a. de atomen of moleculen exciteren, waarbij een elektron in het atoom of molecule naar een hoger niveau wordt gebracht. Als dit elektron terugvalt naar een lager niveau, komt er energie vrij, onder de vorm van licht. Vandaar dat plasma's licht uitzenden. Denk maar aan de zon, bliksem, of het Noorderlicht.

Dit soort plasma's wordt gebruikt voor heel veel toepassingen. Omdat plasma's licht uitzenden, worden ze gebruikt als lampen, in neon-reclame, als lasers, en plasma TV-schermen. Maar daarnaast kennen ze ook heel veel andere toepassingen.

Als de elektronen botsen met gasatomen of moleculen, gaan ze deze niet enkel exciteren, maar ook dissociëren, dit wil zeggen: in kleinere stukken breken. Zo ontstaan er reactieve deeltjes (ook radicalen genoemd), die aan de basis liggen van de vele toepassingen.

Zo worden plasma's in de micro-elektronica gebruikt voor het maken van computerchips. Dit proces bestaat uit heel veel stappen, maar ruwweg de helft daarvan is op plasma gebaseerd, door interactie van reactieve plasmadeeltjes met elektronische componenten.

Maar ook in de geneeskunde wordt plasma stilaan ingezet, o.a. voor sterilisatie, wondbehandeling, behandeling van tandgaatjes, en zelfs voor kankerbehandeling. Het blijkt immers dat de reactieve plasmadeeltjes vrij selectief kankercellen kunnen doden, waarbij gezonde cellen onaangestast blijven. De reden hiervoor zijn wellicht de reactieve zuurstofdeeltjes (*reactive oxygen species* of ROS) die in het plasma worden gevormd. Kankercellen hebben van nature een hoge concentratie aan ROS, en de extra ROS van het plasma maken dat de kankercel teveel "oxidatieve stress" krijgt, en daardoor afsterft. Gezonde cellen hebben van nature niet zo'n hoge concentratie aan ROS, en sterven dus niet af onder invloed van de extra ROS gecreëerd door het plasma. Tenzij de dosis van het plasma te hoog is. Er is nog veel onderzoek nodig, o.a., naar de optimale dosis waarbij kankercellen afsterven en gezonde cellen onaangestast blijven,

maar de eerste klinische testen zijn veelbelovend. Een plasma-toestel kan rechtstreeks aangebracht worden op de huid (bv. bij de behandeling van huidkanker) of tijdens een operatie (bij het verwijderen van een tumor). Maar ook voor tumoren in het lichaam werkt men aan een oplossing. Plasma kan immers ook gebruikt worden om vloeistoffen te behandelen, die dan gelijkaardige anti-kankereigenschappen krijgen als het plasma zelf, en kunnen toegediend worden aan patiënten, zoals bij chemotherapie.

Tenslotte vermelden we graag nog een laatste toepassing van plasma die meer en meer aan belang wint, en die ook gebaseerd is op het proces van dissociatie in het plasma. Plasma kan immers mee een oplossing bieden voor het wereldwijde klimaatprobleem. De oorzaak van de klimaatopwarming zijn de hoge CO₂ concentraties in onze atmosfeer. CO₂ is een heel stabiele molecuul, en het vergt heel veel energie om deze af te breken via klassieke methoden. In een plasma kunnen de elektronen echter makkelijk de CO₂ moleculen in stukken breken. De reactieve deeltjes die daarbij gevormd worden, kunnen makkelijk reageren met andere moleculen, ter vorming van hernieuwbare brandstoffen of nieuwe grondstoffen, bv. voor de chemische industrie. Zo zetten we afval (CO₂) om in nieuwe grondstoffen, volgens het zgn. "cradle-to-cradle" principe of het principe van circulaire economie.

We vangen hierbij twee vliegen in één klap: (1) We kunnen de CO₂ concentraties in de atmosfeer reduceren, door deze CO₂ op te vangen en in het plasma om te zetten naar nieuwe producten, en hierdoor bijdragen aan een oplossing voor het klimaatprobleem. (2) Bovendien zullen we op die manier niet meer afhankelijk zijn van fossiele brandstoffen voor de aanmaak van nieuwe brandstoffen en chemische grondstoffen. De voorraad van deze fossiele brandstoffen is immers eindig, en ze stoten veel CO₂ uit. Dus: opnieuw een oplossing voor het klimaatprobleem.

Bovendien kunnen we nog een derde en wellicht belangrijkste voordeel identificeren bij deze toepassing. Zoals hierboven aangehaald werkt plasma op elektriciteit. Daarenboven kan plasma heel snel aan- en uitgeschakeld worden. Daarom is het heel geschikt om te combineren met wind- en zonne-energie die vaak fluctuaties vertonen. Bij veel zon en/of wind wordt er nu immers vaak teveel elektriciteit geproduceerd, en de opslag hiervan is momenteel nog een probleem. Welnu, deze overschot aan elektriciteit kan dan gebruikt worden om een plasma op te wekken, waarbij CO₂ (maar ook andere moleculen) kan omgezet worden in nieuwe brandstoffen, die dan later kunnen gebruikt worden wanneer er nood aan is (bv. als er minder zon of wind is). Op die manier vangen we zelfs drie vliegen in één klap.

Ook voor elektrificatie van de chemische industrie, wat nodig is om CO₂ uitstoten te verminderen, is plasma veelbelovend, al is er nog veel onderzoek nodig, bv. om de processen energie-efficiënter te maken. Als plasma op die manier een oplossing kan bieden voor opslag van (fluctuerende) duurzame energie, kan deze verder groeien. Op die manier draagt plasma opnieuw bij tot een oplossing voor het klimaat- en energieprobleem.

Prof. Dr. Annemie Bogaerts is fysicochemicus aan de faculteit Chemie van de UAntwerpen.