

Bijdrage aan de KNAW wetenschapsagenda 2010

Vraag NS-5: Kan de zon in onze energiebehoefte voorzien ?

De energievoorziening van onze maatschappij is bijna volledig afhankelijk van fossiele brandstoffen en kernenergie. Dit leidt tot milieuvervuiling, klimaatverandering, politieke instabiliteit en, vanwege de beperkte voorraden, op termijn tot grote onzekerheid in onze energievoorziening. Het is daarom van groot belang om zo snel mogelijk een transitie naar een (meer) duurzame energievoorziening te realiseren. Directe omzetting van zonne-energie in bruikbare vormen van energie is de meest voor de hand liggende manier om in onze toekomstige energiebehoefte te voorzien. Zonne-energie kan letterlijk overal op aarde worden gebruikt en het cycluserendement (zonlicht naar bruikbare energie) kan zeer hoog zijn. Het technisch potentieel van zonne-energie overstijgt ruimschoots het huidige en toekomstige mondiale primaire energiegebruik en zonne-energie is daarmee dé optie voor grootschalig gebruik.

De mens gebruikt voor al zijn activiteiten drie vormen van energie: elektriciteit, warmte en brandstof. Ieder van deze energievormen kan met zonlicht worden opgewekt:

Elektriciteit: in één stap met fofovoltaïsche zonnecellen (PV) en in twee stappen met “concentrated solar power” (CSP), waarbij hoge-temperatuur warmte wordt gemaakt die vervolgens wordt gebruikt om elektriciteit op te wekken. Daarnaast zijn diverse andere omzettingroutes mogelijk.

Brandstoffen: met kunstmatige (organische of anorganische) reactoren of gemodificeerde natuurlijke (biologische) systemen kan de energie uit zonlicht worden gebruikt voor de (foto)katalytische productie van brandstoffen (“solar fuels”). Daarbij gaat het in het bijzonder om waterstof en eenvoudige koolwaterstoffen. Het mogelijke rendement van deze omzettingroutes is meer dan 10%, ruim een orde van grootte hoger dan dat van veelgebruikte natuurlijke systemen (biomassa). Daarnaast kunnen brandstoffen worden gemaakt m.b.v. hoge-temperatuur warmte die wordt opgewekt met zonne-energie.

Warmte: op diverse temperatuurniveaus met zonnecollectoren in allerlei uitvoeringsvormen.

Van deze drie categorieën is alleen de laatste een relatief volwassen techniek. De technieken voor elektriciteitsproductie uit zonlicht zijn technisch beschikbaar, maar voor grootschalige toepassingen zijn verdere rendementsverbetering en kostenverlaging essentieel. De technieken voor de generatie van solar fuels staan nog volledig in de kinderschoenen.

Om een energievoorziening op basis van zonne-energie mogelijk te maken (ook in economische zin) zijn wetenschappelijke en technische doorbraken nodig. Belangrijke fundamentele wetenschappelijke vragen zijn:

- 1) Hoe kan in een fofovoltaïsche zonnecel het volledige spectrum van de zon worden omgezet in stroom? Kan de theoretische PV rendementslimiet (75-85%) experimenteel worden bereikt?
- 2) Kunnen goedkope hybride organische/anorganische materialen en systemen worden gerealiseerd met een PV conversie rendement >10%? Kunnen we hierbij efficiënte energieconversieprocessen in natuurlijke systemen gebruiken of nabootsen?
- 3) Kunnen we fotokatalytische materialen voor de generatie van H₂ uit water ontwikkelen met een lange levensduur en een rendement >10%? Kunnen we nieuwe veilige methoden en materialen vinden om H₂ op te slaan?

- 4) Kunnen we micro-organismen genetisch modificeren (bijvoorbeeld via evolutionaire selectie) zodat ze efficiënt brandstof (bijv. ethanol) produceren?
- 5) Kunnen recente ontwikkelingen in de nanotechnologie leiden tot revolutionair nieuwe concepten voor de generatie van elektriciteit en brandstof?

De wetenschappelijke doorbraken die in het energieonderzoek nodig zijn moeten komen van getalenteerde onderzoekers in de natuurkunde, scheikunde, materiaalkunde en biologie. Gezien de leidende positie die Nederland wereldwijd heeft in al deze vakgebieden (zie NOWT rapport 2010) ligt hier een geweldige kans. Er zijn diverse grote programma's op het gebied van funderend energieonderzoek in Nederland (FOM, NWO, EZ) waardoor een kritische massa om op dit onderwerp succesvol te zijn al aanwezig is. Met hulp van het Energieonderzoekcentrum Nederland (ECN), dat wereldwijd een sterke reputatie heeft, kunnen de in Nederland ontwikkelde wetenschappelijke doorbraken ook snel in praktijk gebracht worden.

Albert Polman, 19-9-2010

Met dank aan Wim Sinke (ECN) en Huib Bakker (AMOLF)