

DE ROL VAN ADDITIVE MANUFACTURING VOOR EEN GROENERE TOEKOMST



In een tijdperk waarin duurzaamheid cruciaal is, onderscheidt additive manufacturing (AM) zich als een belangrijke technologie voor innovatie en verantwoordelijkheid voor het milieu. Door afval tot een minimum te beperken, lichtgewicht ontwerp mogelijk te maken en uitdagingen in de toeleveringsketen aan te pakken, sluit AM niet alleen aan bij de principes van de circulaire economie, maar komt het ook tegemoet aan de dringende behoefte aan milieuvriendelijke productiemethoden. Om het volledige potentieel ervan te realiseren, moeten echter aanzienlijke uitdagingen worden overwonnen.

Davoud Jafari, universitair docent aan de Universiteit Twente, praat met het Fraunhofer Innovation Platform for Advanced Manufacturing over hoe additive manufacturing een transformatieve benadering van duurzame productie biedt, de obstakels waarmee het wordt geconfronteerd en de strategische stappen die nodig zijn om ervoor te zorgen dat het effectief bijdraagt aan een duurzame toekomst.

Vertel ons over Additive Manufacturing (AM) en hoe het bijdraagt aan duurzame productiepraktijken.

AM, ook bekend als 3D-printen, biedt een aantrekkelijke kans voor een duurzamer productieparadigma dat is afgestemd op circulaire productieprincipes. De impact ervan op het bereiken van netto nulproductie is echter een complexe kwestie met zowel voordelen als tekortkomingen. AM biedt met name verschillende voordelen die bijdragen aan duurzame praktijken en aansluiten bij de principes van de circulaire economie. Een groot voordeel is de vermindering van materiaalverspilling. In tegenstelling tot traditionele productiemethoden die veel schroot genereren, bouwt AM objecten laag voor laag, waardoor materiaalverspilling tot een minimum wordt beperkt. Deze efficiëntie draagt direct bij aan het sluiten van de materiaalkringloop in een circulaire economie door het gebruik van hulpbronnen te maximaliseren.

Een ander voordeel van AM is het potentieel voor lichtgewicht ontwerp. AM blinkt uit in het creëren van complexe, lichtgewicht structuren, waardoor de productie van lichtere vliegtuigen, auto's en andere producten mogelijk wordt. Het lagere gewicht van deze producten vertaalt zich in een lager energieverbruik gedurende hun hele levensduur. Deze aanpak verbetert niet alleen de energie-efficiëntie, maar ondersteunt ook de principes van ontwerp voor levensduur en demontage, die integrale componenten zijn van circulaire productie. Bovendien verbetert AM de flexibiliteit van de productie. Het is bijzonder bedreven in het produceren van kleine batches en op maat gemaakte producten, waardoor er minder grote productieruns nodig zijn. Deze mogelijkheid kan de transportvereisten verlagen, waardoor de ecologische voetafdruk van de logistiek wordt geminimaliseerd. De flexibiliteit van AM bevordert on-demand en gelokaliseerde productie, wat ook belangrijke aspecten zijn van circulaire

economieën. Door een efficiënter gebruik van hulpbronnen mogelijk te maken, afval te verminderen en duurzaam beheer van de levenscyclus van producten te ondersteunen, speelt AM een cruciale rol bij het bevorderen van duurzame productiepraktijken.

Vooruitkijkend, welke uitdagingen belemmeren momenteel het vermogen van AM om bij te dragen aan een duurzamere toekomst? Welke aanbevelingen kunt u geven om ervoor te zorgen dat AM zijn potentieel voor milieuverantwoordelijkheid waarmaakt?

AM is veelbelovend voor een duurzamere toekomst. Om dit potentieel volledig te ontsluiten, moeten we echter nadenken over de hele AM-levenscyclus, het minimaliseren van verspilling en het maximaliseren van de terugwinning van hulpbronnen.

Er kunnen verschillende strategieën worden geïmplementeerd:

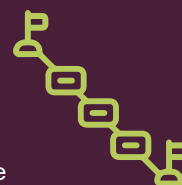
- **Zorgen over het energieverbruik:** Het AM-proces zelf kan energie-intensief zijn, met name voor bepaalde technologieën. In sommige gevallen kan de energiebesparing door minder materiaalverspilling teniet worden gedaan door het printproces zelf. Het optimaliseren van printprocessen en het gebruik van alternatieve energiebronnen zijn belangrijk om deze uitdaging aan te gaan. Dit omvat het verfijnen van printparameters en het ontwerpen van ondersteunende structuren die het materiaalgebruik minimaliseren. Bovendien moet al het onvermijdelijke printafval worden ingezameld en hergebruikt in nieuwe prints, waardoor de totale ecologische voetafdruk verder wordt verkleind.



- **Beperkte milieugegevens:** Actuele gegevens over de milieu-impact van verschillende AM-materialen en -processen ontbreken vaak. Dit maakt het moeilijk om volledig geïnformeerde beslissingen te nemen die prioriteit geven aan duurzaamheid. Levenscyclusanalyses (LCA's) die rekening houden met de hele productieketen, inclusief voorbereiding, nabewerking en machinegebruik, zijn essentieel om de ecologische voetafdruk van AM te begrijpen.



- **Focus verder dan afzonderlijke onderdelen - LCA voor transparantie:** LCA's van AM zien vaak kritieke fasen over het hoofd en richten zich voornamelijk op het geprinte onderdeel zelf. Hierbij wordt doorgaans geen rekening gehouden met de milieu-impact van voorbereiding (zoals poedervoorbereiding), nabewerking (zoals het verwijderen en afwerken van ondersteuning) en het energieverbruik van gebruikte machines. Om AM te vergelijken met traditionele productiemethoden, is het essentieel om de reikwijdte van LCA's uit te breiden tot de volledige AM-levenscyclus. Dit biedt eerlijke vergelijkingen met traditionele productie en identificeert verbeterpunten.



- **Uitstoot verminderen met on-demand AM:** Voorbij zijn de dagen van lange toeleveringsketens en de bijbehorende ecologische voetafdruk van transport. AM maakt lokale, on-demand productie mogelijk, waardoor productie dicht bij de consument mogelijk wordt. Dit stroomlijnt niet alleen de logistiek, maar vermindert ook de uitstoot van broeikasgassen die gepaard gaan met langeafstandsvervoer aanzienlijk. Door de productie te decentraliseren, kunnen bedrijven sneller reageren op

marktfragen en de milieu-impact van het verplaatsen van goederen over de hele wereld verminderen.



• **Duurzame ontwerpprincipes:**

Duurzaam ontwerp is een krachtig concept dat vorm geeft aan moderne productie. Het zorgt ervoor dat producten worden gebouwd met zowel efficiëntie als het milieu in gedachten. Ontwerpers gebruiken gespecialiseerde tools om de volledige levenscyclus van een product te beoordelen, van creatie tot verwijdering. Deze aanpak omvat belangrijke strategieën:

1. Minimaliseer materiaalgebruik - zorgvuldige materiaalkeuze zorgt ervoor dat producten worden gebouwd met alleen wat nodig is, waardoor afval en verbruik van hulpbronnen worden verminderd.
2. Geef prioriteit aan energie-efficiëntie - ontwerpen voor een energie-efficiënte werking gedurende de hele levensduur van een product minimaliseert de algehele impact op het milieu.

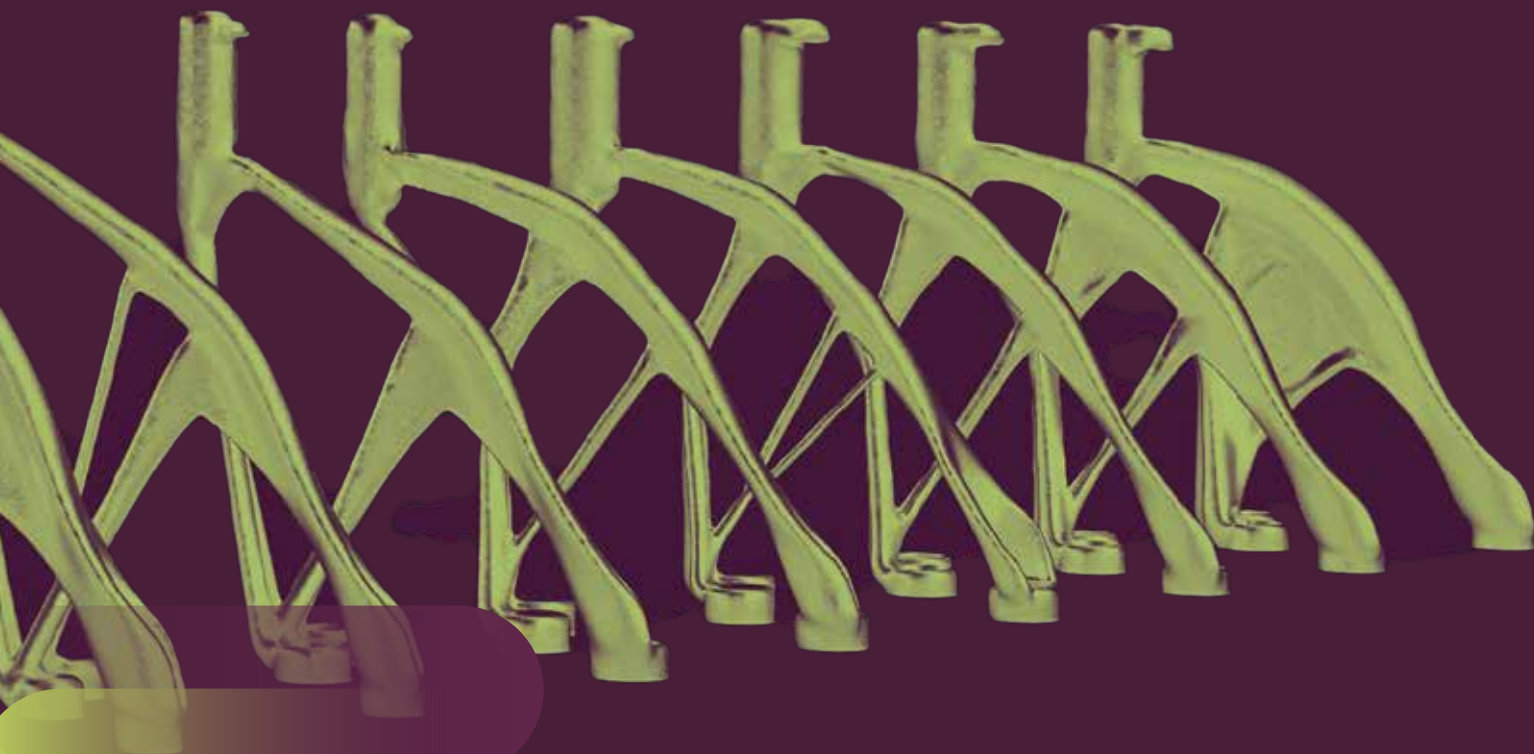
3. Ontwerp voor demontage – eenvoudige demontage aan het einde van de levensduur van een product maakt het mogelijk waardevolle materialen terug te winnen en te recyclen voor toekomstig gebruik. Deze filosofie gaat verder dan alleen ‘gebruiken en weggooien’. Door concepten als ‘design for repair’ en ‘design for remanufacturing’ te omarmen, worden producten gemakkelijker te demonteren, bij te werken of opnieuw op te bouwen. Dit verlengt hun levensduur, vermindert de afhankelijkheid van nieuwe materialen en minimaliseert de afvalproductie helemaal.

In wezen creëert duurzaam ontwerp een win-winscenario voor zowel fabrikanten als het milieu.



- **De kringloop sluiten met gerecycleerde materialen:** Stel je een wereld voor waarin afval van AM-processen niet meer bestaat. Dankzij de vooruitgang op het gebied van recycling- en upcyclingtechnologieën kunnen overgebleven 3D-printmaterialen weer

worden omgezet in hoogwaardige grondstoffen voor nieuwe producten. Dit vermindert de afhankelijkheid van nieuwe materialen, vermindert de impact op het milieu en spaart natuurlijke hulpbronnen. Door prioriteit te geven aan biogebaseerde of gerecyclede materialen, wordt de ecologische voetafdruk verder verkleind in vergelijking met het gebruik van grondstoffen. Bovendien creëert het opnemen van gerecycled materiaal uit andere industrieën in het 3D-printproces een gesloten kringloopsysteem, waardoor afval wordt omgezet in waardevolle hulpbronnen en niet op stortplaatsen terecht komt. Dit gesloten kringloopsysteem is meer dan een recyclingstrategie; Het betekent een verschuiving in onze benadering van productie en afval. Door materialen in AM voortdurend te recyclen en te hergebruiken, brengen we een duurzame cyclus tot stand die voldoet aan de behoeften van de industrie en de milieudoelstellingen. Deze visionaire aanpak belooft een toekomst waarin afval bijna wordt geëlimineerd, wat leidt tot duurzamere en milieuvriendelijkere productiepraktijken.



Aandacht voor duurzaam ontwerp verkleint niet alleen de aanvankelijke ecologische voetafdruk, maar zorgt er ook voor dat waardevolle materialen worden teruggewonnen en hergebruikt, waardoor een circulaire economie wordt bevorderd.

Kunt u, ter afronding van ons gesprek, uw laatste inzicht delen?

Door de huidige tekortkomingen aan te pakken en zijn sterke punten te benutten, heeft AM het potentieel om een transformatieve technologie te zijn voor het bereiken van netto nulproductie. Aandacht voor duurzaam ontwerp verkleint niet alleen de aanvankelijke ecologische voetafdruk, maar zorgt er ook voor dat waardevolle materialen worden teruggewonnen en hergebruikt, waardoor een circulaire economie wordt bevorderd. Door de bovenstaande principes te integreren, kunnen ontwerpers producten creëren die efficiënt, milieuvriendelijk en duurzaam zijn vanaf het ontwerp tot het einde van de levensduur. Dit komt de planeet ten goede en creëert een veerkrachtiger en hulpbronnenefficiënter productielandschap. ■

Vertel ons over uw interesse in wetenschappelijk onderzoek en de link met AM for a Greener Future.

We ontwikkelen en onderzoeken de fundamentele wetenschap en engineering van energiematerialen door middel van AM. We streven ernaar om functies met betrekking tot thermodynamica, kinetiek en transport op maat te maken en te beheersen, inclusief het leveren van oppervlakken voor thermochemische of elektrochemische reacties, het geleiden van elektronen en warmte en het verdelen van vloeistoffen. Mijn onderzoeksteam, de AM Solutions for Energy Materials, richt zich op het verbeteren van AM-processen om complexe geometrische vormen te creëren en te testen en hiërarchische structuren te realiseren met graduele samenstelling en lengteschalen variërend van micrometers tot centimeters. Op dit moment richten we ons op drie toepassingsgebieden: (1) warmteoverdracht, (2) elektrochemische systemen en (3) thermochemische

systemen. Een belangrijke uitdaging in ons onderzoek is het verkrijgen van controle over panden om ze op maat te maken voor duurzame energieoplossingen.

De recycling van energiematerialen zoals poreuze elektroden die worden gebruikt in batterijen, brandstofcellen en supercondensatoren sluit perfect aan bij de groeiende beweging naar een groenere toekomst. Met AM zijn de ontwerpmogelijkheden vrijwel onbeperkt. Ingenieurs kunnen energieoplossingen ontwerpen, zoals batterijen met ingebouwde functies die aan het einde van hun levensduur gemakkelijker te demonteren en materiaal te scheiden. Dit pakt direct de uitdagingen aan van het recyclen van complexe constructies. Door efficiënte recyclingmethoden voor bestaande materialen te combineren met de innovatieve ontwerp- en productiemogelijkheden van AM, kunnen we een toekomst bereiken met duurzame energieoplossingen. Dit zorgt niet alleen voor een verantwoorde omgang met waardevolle hulpbronnen, maar maakt ook de weg vrij voor schoner en efficiënter energiegebruik.

Voor meer informatie, neem contact op met:



Davoud Jafari
Universitair Docent,
Universiteit Twente