



Composites **NL**

COMPOSITET MONITOR

EEN KRACHTIGE ALLIANTIE



Rijksdienst voor Ondernemend
Nederland

COMPOSITET MONITOR

EEN KRACHTIGE ALLIANTIE



Windmolens op zee, alleen mogelijk met het gebruik van composiet

VOORWOORD

De Composiet Monitor biedt een actueel inzicht in de Nederlandse composietsector en haar zakelijke en maatschappelijke relevantie. Cruciale thema's hierbij zijn 'verantwoord materiaalgebruik', 'intelligent lichtgewicht ontwerp' en 'duurzaam verdienen'.

Als onderdeel van de topsector High Tech Systems & Materials (HTSM) vormt de sleuteltechnologie van composieten een essentieel fundament voor de Nederlandse economie. De composietsector draagt aanzienlijk bij aan de concurrentiepositie van Nederland en biedt werkgelegenheid op MBO-, HBO- en WO-niveau voor meer dan 5000 FTE. De Nederlandse composietindustrie groeit jaarlijks met 8%, en de verwachting is dat deze groei in de komende jaren zal blijven toenemen, gezien de groeiende vraag naar lichtgewicht oplossingen.

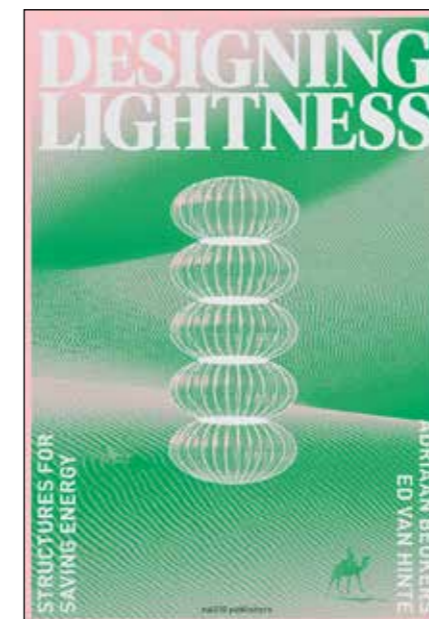
Dankzij de buitengewone mechanische eigenschappen is composiet hét voorkeursmateriaal voor toepassingen in sectoren zoals transport, maritiem, luchtvaart, automotive en bouw & infrastructuur, vergeleken met traditionele materialen zoals aluminium, staal en beton. De natuurlijke voordelen van lichtgewicht in combinatie met hoge prestaties leveren een substantiële bijdrage aan het behalen van mondiale duurzaamheidsdoelen. Minder gewicht betekent immers minder energieverbruik.

In een tijd waarin milieuzorgen en de zoektocht naar hogere efficiëntie onze toekomst bepalen, dient de composietindustrie als een baken van hoop. Het gebruik van composieten stimuleert vooruitgang en wijst ons de

weg naar een duurzame en veerkrachtige wereld.

De composietindustrie bevindt zich in de voorhoede van innovatie en biedt oplossingen voor enkele van de meest dringende uitdagingen van onze tijd. De unieke combinatie van kracht, lichtgewicht eigenschappen en duurzaamheid maakt composiet onmisbaar in alle industriële sectoren van Nederland. Het is dan ook van essentieel belang om de waarde van composiettechnologie te erkennen en te omarmen, omdat het de sleutel is tot het ontsluiten van een schone, groene en technologisch geavanceerde toekomst.

Met de Composite Monitor 2023 brengen we de urgentie en impact van composiet onder de aandacht.



"Designing Lightness", boek over ontwerpen op basis van lichtgewicht



Transparantieover CO2 impact via de Europese branchevereniging



INHOUD

INLEIDING	6
Geschiedenis	6
CompositesNL, spil in een verlichtend samenspel	8
Belangrijke trends in de afgelopen vier jaar	9
DE KRACHT VAN COMPOSIT	10
Het natuurlijke voordeel van composiet	10
Composiet, een krachtenspel	12
Composiet in relatie tot andere sectoren	14
VERDIENVERMOGEN	16
Maatschappelijk verdienvermogen	16
De Wereldmarkt	18
Marktontwikkeling	19
WAARDEKETEN COMPOSIT	20
Kennisinstellingen	22
Design, Engineering & testing	23
Grondstoffen	24
Het productieproces: van halffabrikaat tot integratie	26
Machines	29
Toepassingen: Integrators en OEM's	30
Luchtvaart	
Automotive	
Maritiem	
Bouw & Infra	
Windenergie	
Radarsystemen	
CIRCULARITEIT	38
Recycling	40
Bio-Composiet	39
CONCLUSIE EN AANBEVELING	42
BIJLAGEN	
Leden CompositesNL	
Bronvermelding	



Composiet stadsbus
(Foto: Ebusco)

INLEIDING

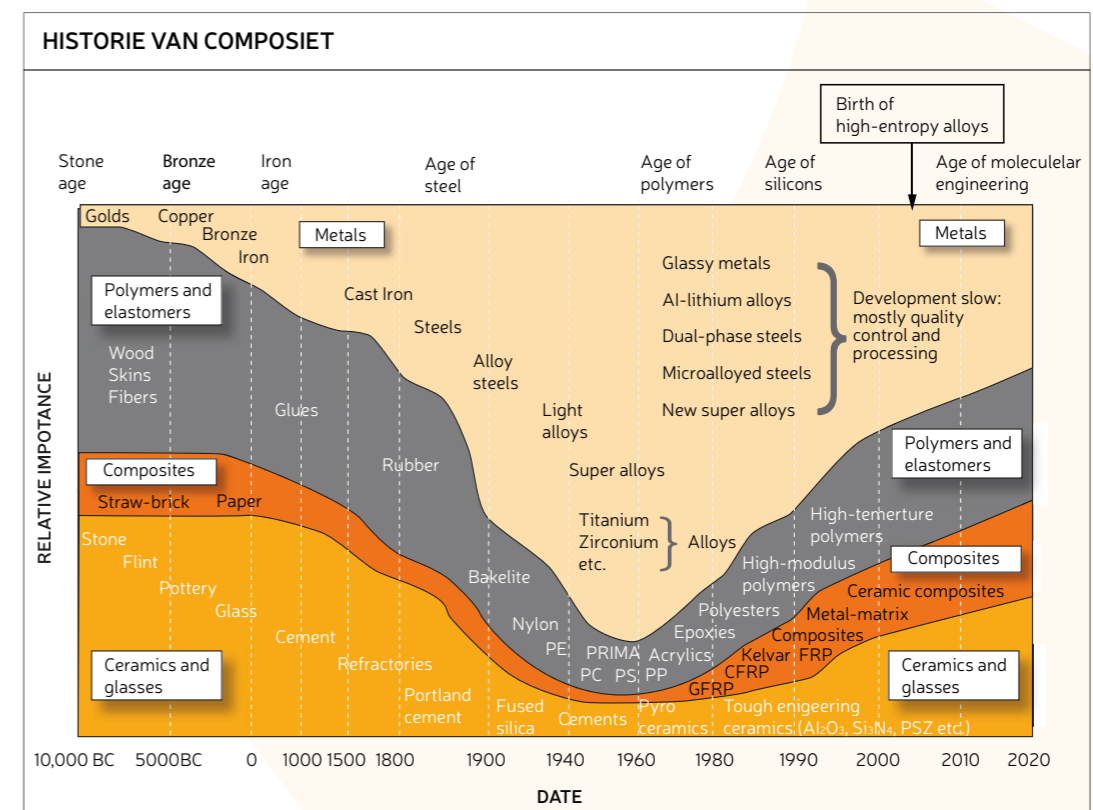
Een composiet is een materiaalconstructie die minstens twee macroscopisch onderscheidbare materialen combineert om samen superieure materiaaleigenschappen te bieden, ver boven wat de afzonderlijke componenten kunnen bereiken. Vandaag de dag is het gebruik van composieten niet meer weg te denken uit onze samenleving; dit veelzijdige materiaal is overal om ons heen te vinden, in treinen, vliegtuigen, auto's, windmolenbladen, sportuitrusting zoals een hockeystick of padelracket.

Vandaag de dag is het gebruik van composieten niet meer weg te denken uit onze samenleving.

Het principe van composiet is al duizenden jaren oud. De oude Egyptenaren en Mesopotamiërs gebruikten al modder en stro om sterke en duurzame woningen te bouwen rond 1500 voor Christus. Later, in 1200 na Christus, werd de eerste 'samengestelde boog' uitgevonden, waarbij hout, bot en 'dierlijke lijm' werden gecombineerd om een revolutionaire boogconstructie te creëren. Composieten hebben dus eeuwenlang een

cruciale rol gespeeld in de technologische ontwikkeling van de mensheid. Toch was het pas in de 20e eeuw, met de introductie van kunststoffen, dat composieten op industriële schaal werden toegepast.

In deze Composiet Monitor richten we ons op composieten op basis van industriële vezels en polymeren (kunstharsen) en de onmiskenbare impact die ze hebben op onze samenleving.



COMPOSITESNL, SPIL IN EEN VERLICHTEND SAMENSPEL

Brancheorganisatie CompositesNL behartigt de belangen van alle partijen in Nederland die betrokken zijn bij de ontwikkeling, fabricage, het onderhoud en hergebruik van producten waarin composiettechnologie een rol speelt.

De missie van CompositesNL is:

- Het vergroten van bewustwording ten aanzien van de voordelen van composiet;
- Het stimuleren van het gebruik van composiet;
- Het uitbreiden van de toepassingsgebieden van composiet.

De vereniging CompositesNL telt maar liefst 110 leden, die het volledige ecosysteem van de composietindustrie vertegenwoordigen. Deze composietwaardeketen bestaat uit grondstofproducenten, de maakindustrie,

integrators, engineersbureaus en kennis- en onderwijsinstellingen. Nederland is daarmee een van de weinige landen ter wereld met een waardeketen waarin alle schakels binnen haar landsgrenzen vertegenwoordigd zijn. Een unieke positie in Europa en in de wereld.

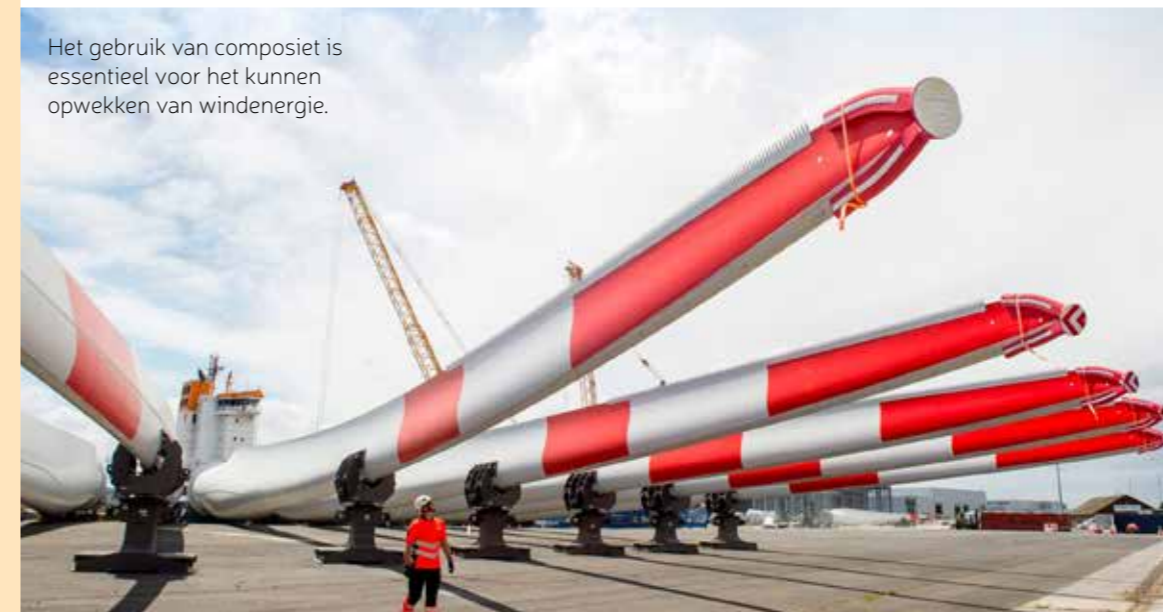
CompositesNL wil deze positie samen met haar leden, de overheid en partners versterken en uitbouwen en is dé autoriteit op het gebied van het Nederlandse Composiet Ecosysteem en de ontwikkelingen in de composietsector.



BELANGERIJKE TRENDS IN DE AFGELOPEN VIER JAAR

Als brancheorganisatie signaleert CompositesNL diverse belangrijke trends in de composietindustrie:

- Buitenlandse bedrijven nemen innovatieve MKB-bedrijven over. Voorbeelden daarvan zijn:
 - o TenCate Nijverdal door Toray (Japan)
 - o FRT Tapes door Sabic (Saoedi-Arabië)
 - o Fokker door GKN (VK)
 - o KVE Composites door Daher (Frankrijk)
 - o Dutch Thermoplastics Components door Collins (VS)
- Dankzij de potentieel positieve impact op duurzaamheidsdoelstellingen, erkent de overheid composiettechnologie als een sleuteltechnologie binnen de topsector HTSM (High Tech Systems & Materials).
- De vraag naar windenergie groeit, wat de vraag naar composieten in windmolenbladen vergroot.
- In de bouw en infrastructuur wordt composiet steeds vaker toegepast vanwege de voordelen van prefabricage, lichtgewicht materialen en langere onderhoudsintervallen.
- Automatisering wordt in toenemende mate toegepast binnen de composiet-industrie, waarbij additive manufacturing een opmars maakt, met name door het gebruik van vezels bij het 3D-printen.
- Er is een sterke groei van composiet-toepassingen in Urban Air Mobility (UAM) voor het vervoer van passagiers en vracht met kleine, geautomatiseerde vliegtuigen en drones.



Het gebruik van composiet is essentieel voor het kunnen opwekken van windenergie.



Key enabling technology, de opschaling vindt plaats via het HighTech Next Gen programma.



Getijden stroomopwekking (Foto: Holland Composites)

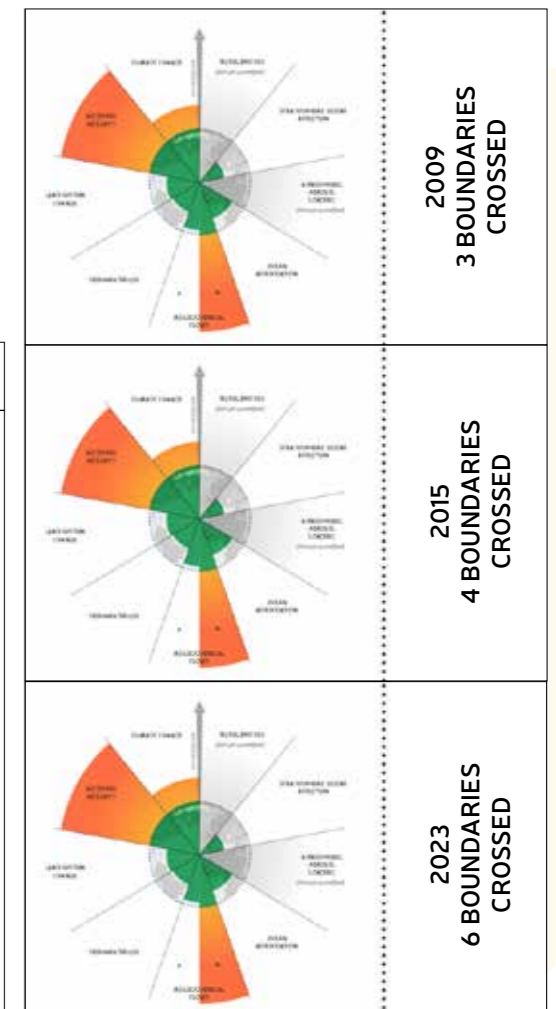
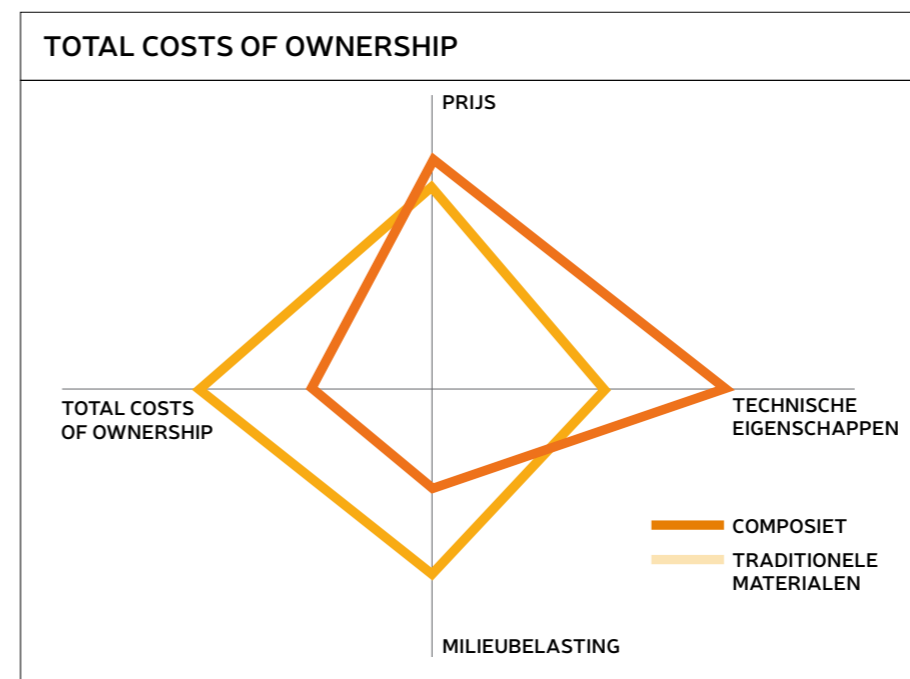
DE KRACHT VAN COMPOSIT

UNIEK EN ESSENTIEEL

In september 2023 concludeerde een groep van 28 wetenschappers in het wetenschappelijke tijdschrift Environmental Science and Technology (Azote for Stockholm Resilience Centre, Stockholm University) dat de mensheid in 2023 zes van de negen planetaire grenzen heeft overschreden. Niet eerder was het gevaar voor onomkeerbare schade aan het ecosysteem waarvan wij deel uitmaken, zo groot. Overconsumptie en materiaalmisbruik spelen hierin een essentiële rol. Het gebruik van composieten kan dit proces keren. Door de mechanische eigenschappen van composiet is er minder materiaal nodig voor dezelfde of zelfs betere prestaties.

Vanuit economisch oogpunt biedt het gebruik van composietmaterialen ook een gunstigere 'total cost of ownership' in vergelijking met traditionele materialen. Composiet gaat langer mee, vereist minder onderhoud, verbruikt minder energie tijdens het gebruik en heeft daardoor een lagere milieubelasting.

Het productieproces van composiet ondergaat grote innovatieve veranderingen. Zo wordt het afval tijdens de productie sterk gereduceerd door nieuwe technieken zoals 3D-printen en herbruikbare mallen. De Eco-calculator van de Europese brancheorganisatie EuCIA berekent de milieubelasting van cradle to gate, ofwel de productiefase. Daaruit blijkt dat de milieubelasting van composiet per toepassing enorm verschilt. Echter, de eigenschappen, licht, sterk, lange levensduur en weinig onderhoud maken het materiaal evident minder belastend gedurende de gebruiksfase. De echte milieuwinst van composiet ligt dus met name na de gate in de gebruiksfase.

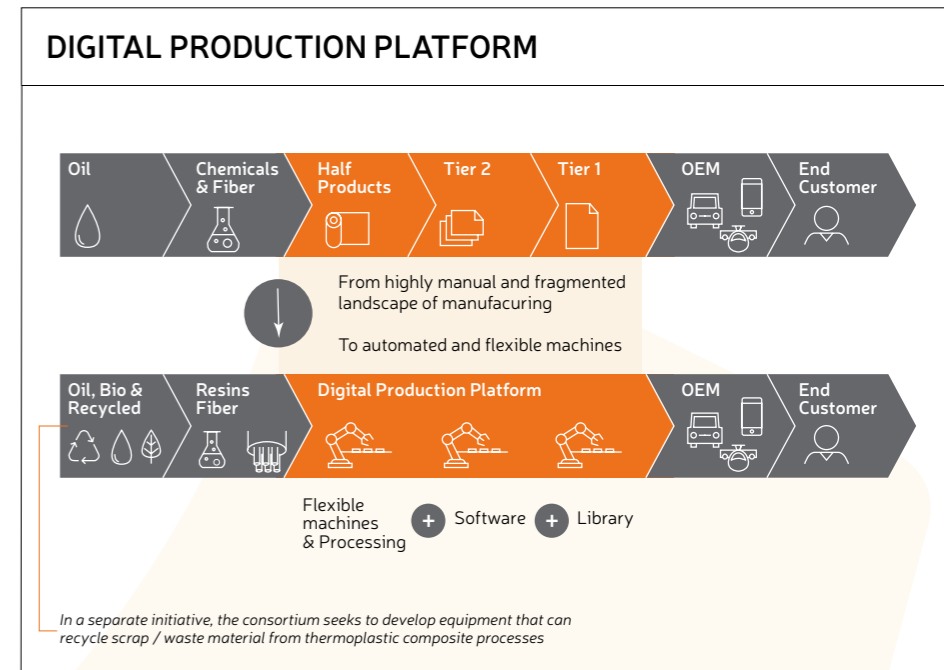
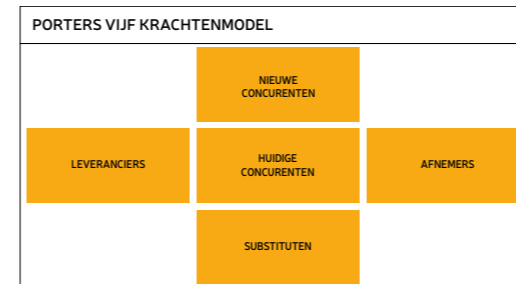
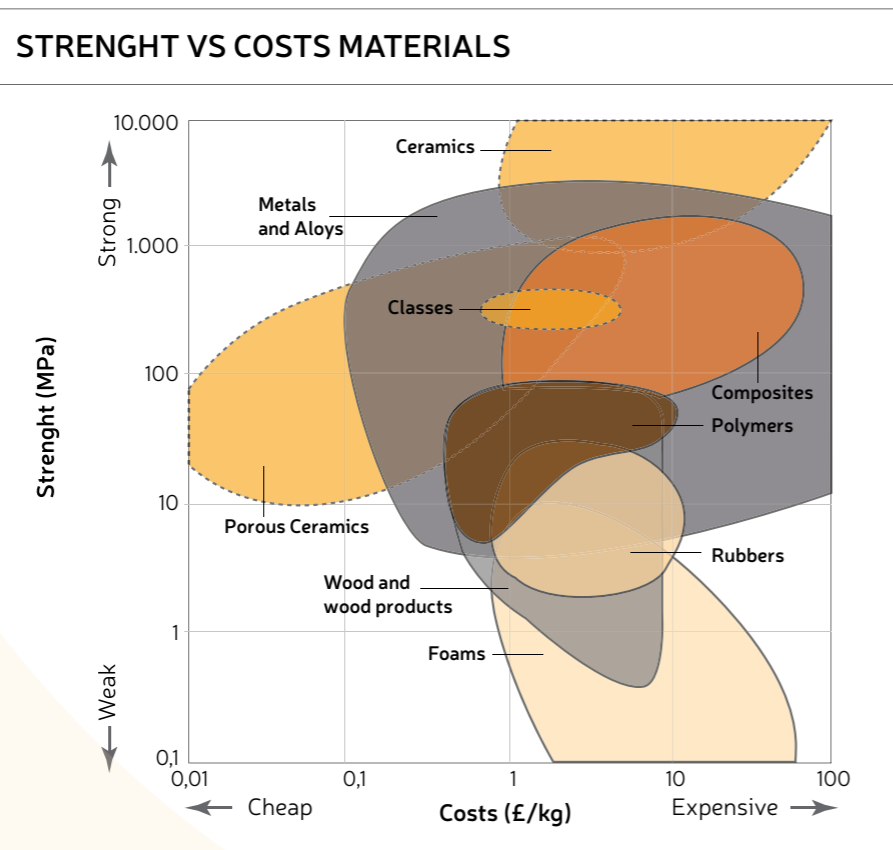


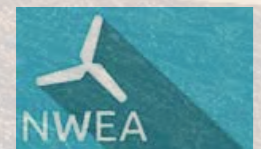
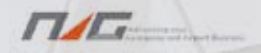
COMPOSIT, EEN KRACHTENSPEL

De huidige klimaatdoelstellingen, zoals vastgelegd in het Klimaatakkoord van Parijs, leiden binnen de Nederlandse composietindustrie tot veranderingen op vier gebieden:

- Efficiënter en lichter productontwerp
- Overgang van petrochemische naar biobased grondstoffen
- Automatisering en flexibilisering van het productieproces
- Toenemende nadruk op circulariteit (Design for Circularity) in ontwerpen

De versnelde wetenschappelijke ontwikkelingen en de zoektocht naar een duurzame, circulaire economie vereisen nauwe samenwerking tussen partijen in de composietwaardeketen. Niet alleen de afzonderlijke, gefragmenteerde onderdelen in de waardeketen zijn belangrijk, zoals in het traditionele vijfkrachtenmodel van Porter, maar juist de integratie van processen in de gehele keten. Het samenvoegen van processen creëert een wendbaar en flexibel productieproces dat snel kan reageren op veranderende marktvaart en tegelijkertijd robuust genoeg is om crisissen te doorstaan.





COMPOSIT, IN RELATIE TOT ANDERE SECTOREN.

Composiet is een uiterst veelzijdig materiaal dankzij de ruime keuze aan vezels, harsen en vormvrijheid. Vanwege deze diversiteit kent composiet een breed scala aan toepassingen. De composietbranche is dan ook onlosmakelijk verbonden met verschillende andere topsectoren en brancheorganisaties. Denk aan Netherlands Aerospace Group (NAG) Netherlands Maritime Technology (NMT), RAI Automotive Industry en Bouwend Nederland. Hoewel de composietsector voornamelijk gericht is op producten en materialen, is het juist de diversiteit aan toepassingen en de nauwe samenwerking met andere sectoren die de composietindustrie zo krachtig maken. De uitwisseling met bovenstaande sectoren levert een schat aan kennis op over thema's als brandveiligheid, materiaalefficiëntie, impactbestendigheid, en meer.

Composiet productontwikkeling kan alleen succesvol zijn als kennis van de opbouwende materialen, de gebruikte productieprocessen, de ontwerpprocessen en de benodigde bewijsvoering simultaan kunnen worden ingezet. Het Nederlandse composietenlandschap omvat al deze disciplines, en de bereidheid om kennis te delen is groot. De Nederlandse non-hiërarchische instelling zorgt voor een krachtig netwerk en korte communicatielijnen, wat de snelheid van innovatie ten goede komt.

De Pulse Amsterdam, met
composiet gevelpanelen
(foto Holland Composites)



HET VERDIEN- VERMOGEN

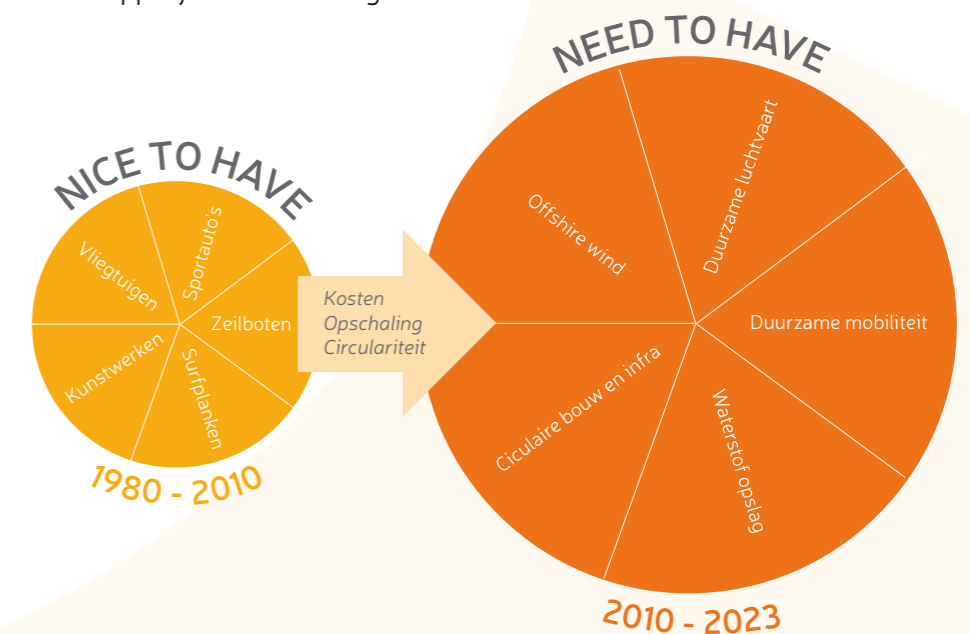
KANSEN VOOR DE COMPOSITSECTOR

Het gebruik van composiet: van
“nice to have” naar “need to have”.

Composiettechnologie heeft in de afgelopen 25 jaar een enorme ontwikkeling doorgemaakt. Van kleinschalige (vaak met de hand gemaakte) toepassingen, via hoogwaardige technologie in de luchtvaart, waarbij gebruik gemaakt wordt van de superieure eigenschappen van composiet (performance), en in de (chemische) industrie opslag naar brede toepassingen om de maatschappelijke

doelstellingen op gebied van duurzaamheid (grote bijdrage aan CO2 reductie). Composiettechniek is in de afgelopen jaar van “nice to have” naar “need to have” verschoven.

Dat biedt grote mogelijkheden voor de Nederlandse composietsector indien bedrijven hun productie kunnen opschalen en de kosten verlagen.



DE WERELDMARKT

In 2022 bereikte de wereldwijde composietenmarkt een omzet van € 37 miljard en een volume van 12,7 miljoen ton. Volgens de prognoses van de JEC Composites Observer en Industrievereinigung Verstärkte Kunststoffe zal de composietenmarkt de komende jaren naar verwachting jaarlijks met 8% blijven groeien. Ter vergelijking: de staalmarkt groeit jaarlijks met 2,4% en aluminium met 3,5%.

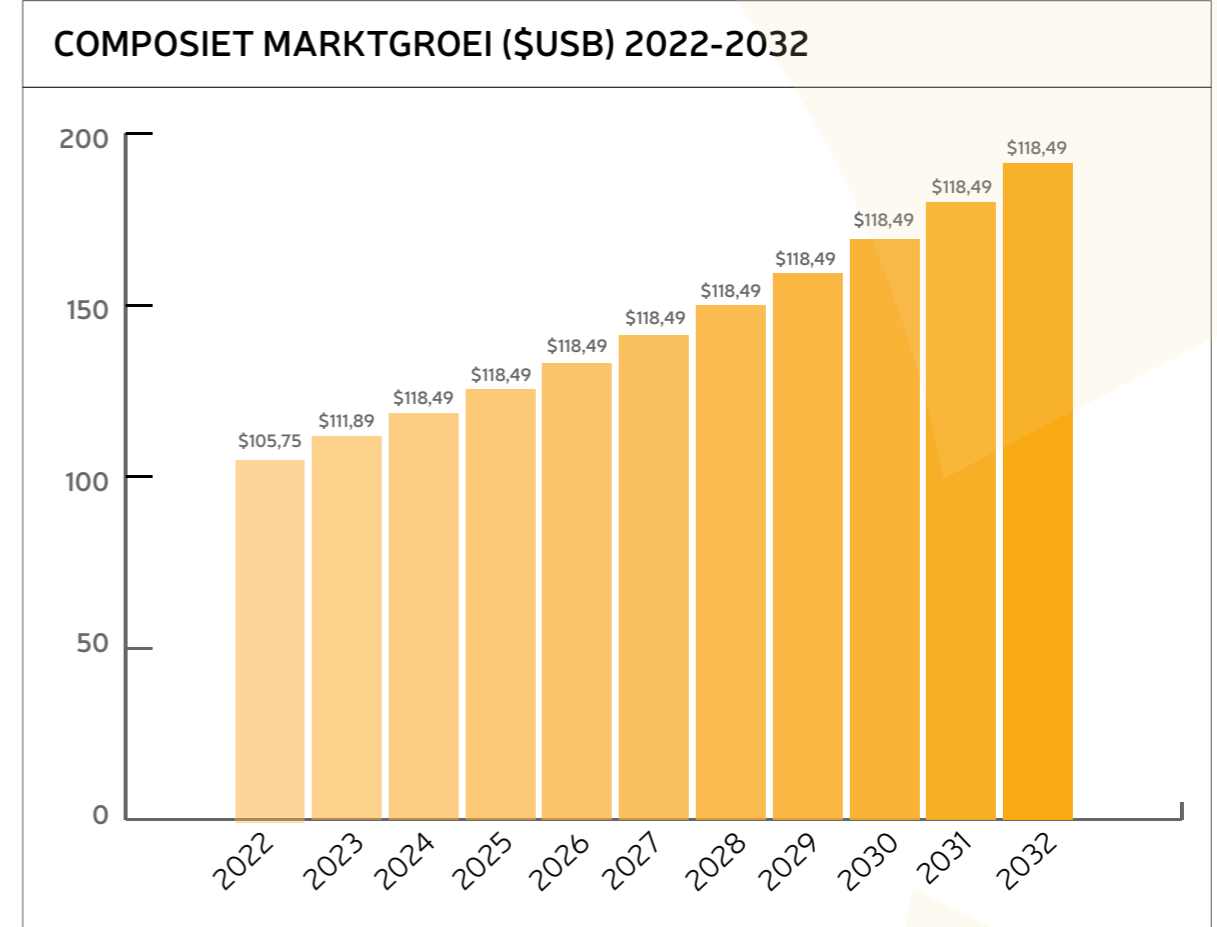
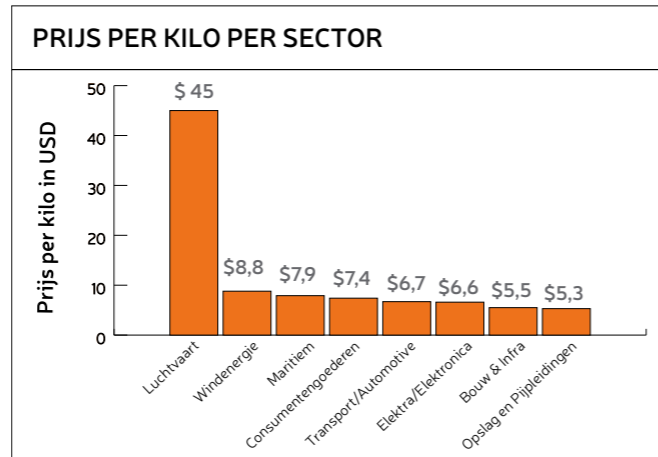
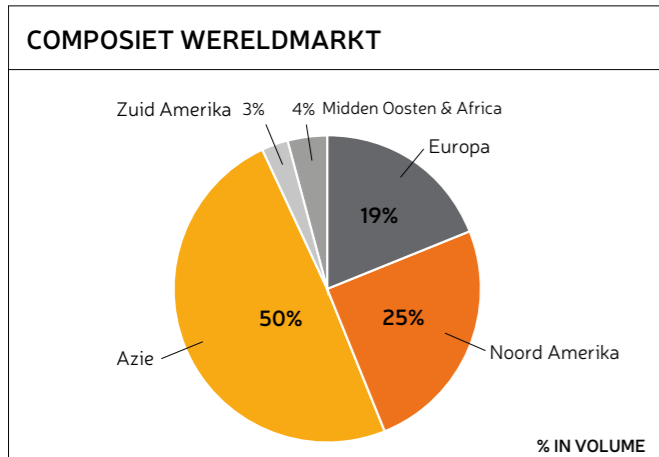
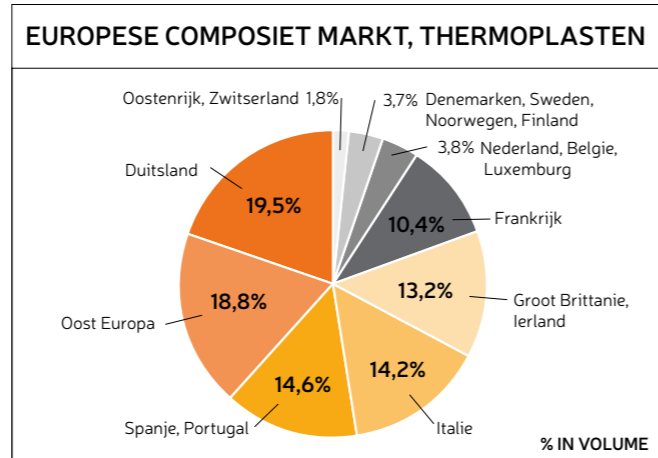
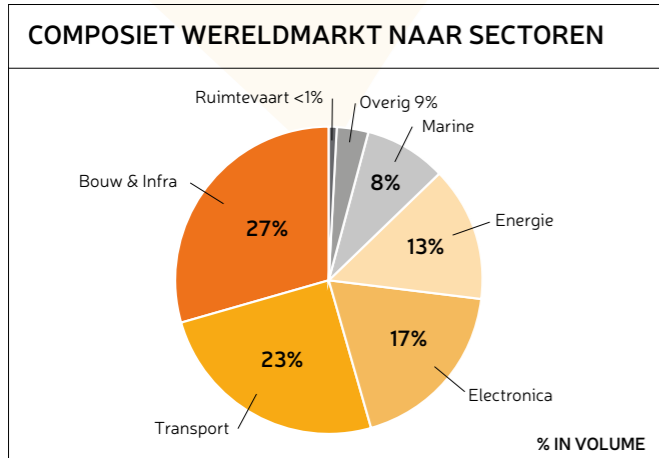
Wat betreft de omzet, neemt Azië met 50% het grootste aandeel in de markt voor zijn rekening. Europa en Noord- en Zuid-Amerika hebben elk 25% van de wereldmarkt. Binnen Europa is Duitsland de grootste markt, gevolgd door de Benelux en Scandinavië met een kleiner marktaandeel. China heeft wereldwijd de grootste omzet in composieten, met een marktaandeel van 30%.

In 2023 is de bouw- en infrastructuursector, met 27%, de grootste afzetmarkt voor composietmateriaal in termen van volume, gevolgd door de transportsector met 23%. Toch ligt de hoogste economische waarde van composiet niet noodzakelijkerwijs in deze sectoren. Composiet bereikt zijn hoogste economische waarde in de luchtvaart, waar de eisen met betrekking tot gewicht en sterkte het hoogst zijn. In de luchtvaartsector ligt de prijs per kilo composiet (ongeveer € 41) maar liefst vijf keer hoger dan in de automotive of maritieme sector. Hetzelfde geldt voor de waarde van composiet in windmolenbladen. Er is geen alternatief materiaal beschikbaar voor de fabricage van windmolenbladen, wat de waarde van composiet in deze toepassing vanzelfsprekend hoog maakt.

MARKTONTWIKKELING

De marktvooruitzichten voor composieten zijn uitstekend. Met een jaarlijkse groei van gemiddeld 8% ligt de groei van de composietmarkt ver boven de economische groei van Nederland (gemiddeld 1,9% in de afgelopen 10 jaar). Composiet zal in de nabije toekomst steeds meer traditionele materialen gaan vervangen. In de automotive industrie zal met name het gebruik van glasvezel en natuurlijke vezels zoals vlas toenemen, terwijl het gebruik van koolstofcomposiet (carbon) voornamelijk zal toenemen in de luchtvaart en Urban Air Mobility (UAM). Ook de wereldwijde energietransitie is een

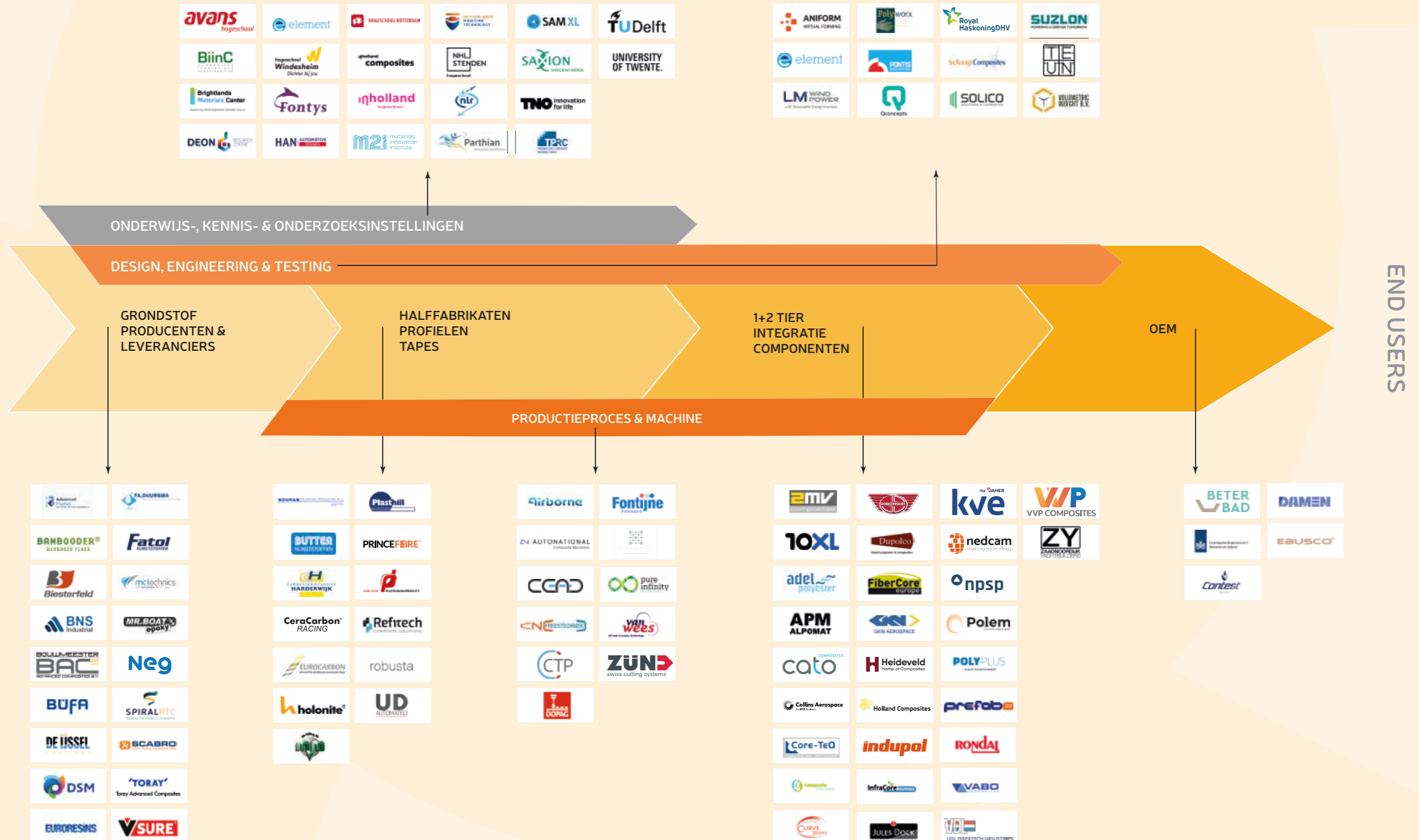
belangrijke drijfveer voor de groei van het gebruik van composieten. Het marktaandeel zal de komende jaren ook groeien doordat de fabricage-kostprijs van composiet daalt met behulp van automatisering en digitalisering van haar productieprocessen. Met name Nederlandse machinebouwers zoals Van Wees, Airborne en CEAD zullen in de toekomst hun marktaandeel aanzienlijk kunnen vergroten door hun ontwikkeling van geïntegreerde productiemachines.



COMPOSITET WAARDEKETEN

Als een van de weinige landen ter wereld herbergt Nederland de volledige composietwaardeketen binnen haar grenzen, van grondstoffenproducenten tot recyclingbedrijven. Dit onderstreept de kwaliteit van de Nederlandse composieteconomie. De Nederlandse positie is daarmee uniek in Europa

en biedt de Nederlandse composietsector een concurrentievoordeel. De Nederlandse non-hiërarchische manier van zakendoen en de betrokken industriepolitiek dragen hieraan bij (zie Industriebrief van 9 juli 2022, M.A.M. Adriaansens, minister van Economische Zaken en Klimaat).





ONDERWIJS-, KENNIS- & ONDERZOEKINSTELLINGEN

ONDERWIJS-, KENNIS- EN ONDERZOEKINSTELLINGEN

Nederland heeft de status van een kenniseconomie, wat betekent dat de economische groei voornamelijk voortkomt uit kennis en innovatie. Fundamenteel onderzoek en toegepaste kennis vormen de voedingsbodem voor een sterke waardeketen.

Met maar liefst drie, hoog aangeschreven technische universiteiten (Delft, Twente en Eindhoven) en een reeks zeer betrokken hogescholen en MBO's met lectoraten op het gebied van composieten en aanpalende kennisgebieden, is Nederland een pionier op het gebied van onderzoek en innovatie in composietmaterialen en -systemen. De Universiteit Wageningen is tevens een

koploper op het gebied van bio-based materialen, de toekomstige grondstoffen voor de composietindustrie.

Een waardevolle toevoeging aan ons ecosysteem is de aanwezigheid van toegepaste onderzoeksorganisaties zoals TPAC, TPRC, NLR, TNO en fieldlabs zoals SAM XL. Deze vormen een belangrijke schakel tussen het onderwijs en het bedrijfsleven, waarbij studenten hun academische kennis kunnen toepassen in faciliteiten met geavanceerde technologische apparatuur. Ook bieden deze organisaties bedrijven de mogelijkheid om industriële tests uit te voeren voordat ze investeren in een eigen machinepark.



DESIGN, ENGINEERING & TESTING

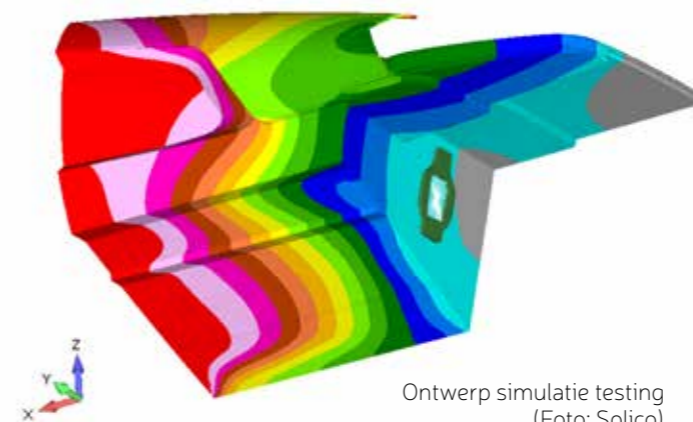
DESIGN ENGINEERING & TESTING

Het juiste materiaalgebruik begint bij het ontwerp. Voor de toepassing en engineering van composieten is specifieke kennis vereist in de diverse sectoren waarin ze worden gebruikt. Nederland staat binnen Europa bekend om zijn vooraanstaande positie op dit gebied, met meerdere Nederlandse design- en engineeringbedrijven die toonaangevende expertise hebben in de windindustrie, defensie, maritieme sector, bouw, infrastructuur en lucht- en ruimtevaart. Deze Nederlandse bedrijven worden regelmatig benaderd door buitenlandse bedrijven voor advies.



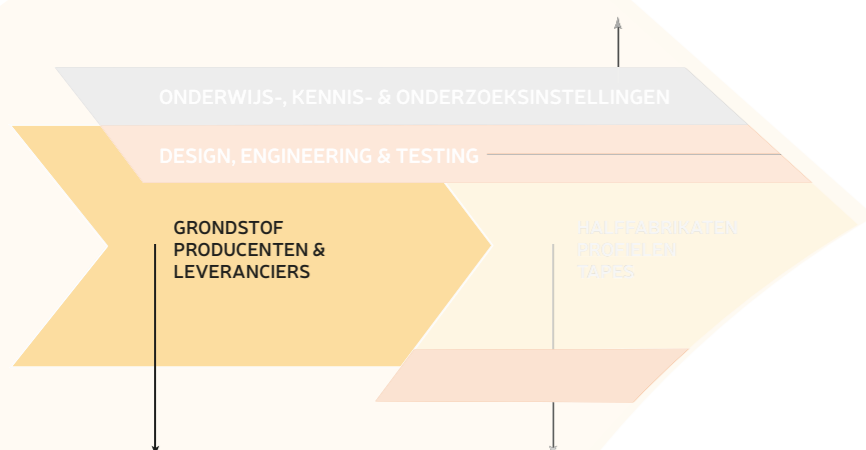
142 TIER INTEGRATIE COMPONENTEN

Nederlandse bedrijven zoals Royal HaskoningDHV, Damen Shipyards (R&D & Innovation) en het Royal Netherlands Aerospace Centre hebben ook een aanzienlijke rol gespeeld bij de ontwikkeling van CE-normen voor het gebruik van composieten, met toepassingen in onder andere bruggenbouw, scheepsbouw en luchtvaart. Met andere woorden, composiet is daarmee gecertificeerd en kan door ontwerpers en architecten legitiem worden voorgeschreven in hun bestek.



Ontwerp simulatie testing (Foto: Solico)

Carbon composiet in de topsport



GRONDSTOFFEN | VEZELS

Composieten zijn materialen samengesteld uit twee of meer materialen met verschillende chemische en fysische eigenschappen. De combinatie van deze materialen resulteert in betere eigenschappen dan die van de afzonderlijke delen.

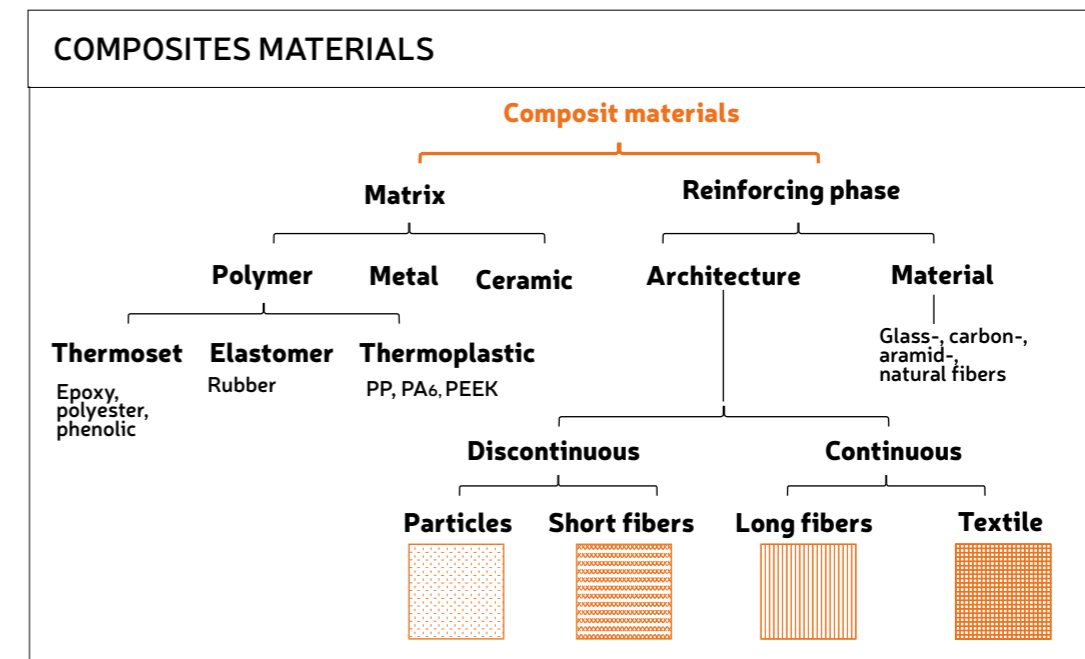
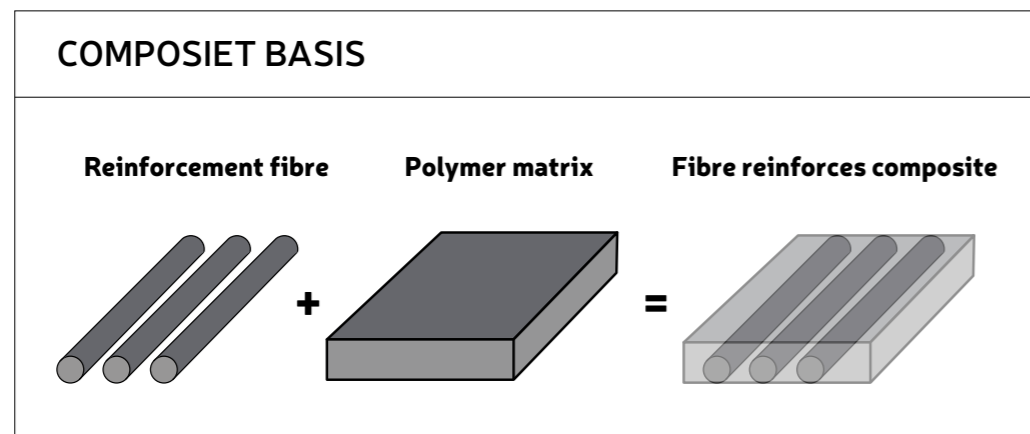
Vezelversterkte polymeercomposieten worden gekenmerkt door de combinatie van een polymeermatrix en een versterkend element. Dit versterkende element is meestal een filament of vezel vervaardigd uit koolstof, glas, aramide of een biogebaseerde bron, zoals houtpulp of vlas. De lengte en richting van de vezels beïnvloeden de eigenschappen van het eindproduct. Voor kleinere onderdelen met minder strenge mechanische eisen kunnen korte vezels in de harsmatrix worden gedispergeerd, zoals bij 3D-printen en spuitgieten.

GRONDSTOFFEN | POLYMEREN / HARSSEN

Om composietmaterialen hun specifieke eigenschappen te verlenen, worden de gebruikte vezels aan elkaar gehecht en stevig verankerd door polymeren. De gunstige eigenschappen van composieten kunnen enkel worden bereikt dankzij de cruciale rol van de polymeermatrix, die de vezels met elkaar verbindt en de overdracht van spanningen tussen hen mogelijk maakt.

Ongeacht of we te maken hebben met glasvezels, koolstofvezels, natuurlijke vezels zoals vlas, of een combinatie hiervan, de harsen bepalen of het materiaal als een 'composiet' geassocieerd wordt. De hars, het bindmiddel in de composiet, kunnen worden onderverdeeld in thermohardende en thermoplastische varianten. Omdat thermoplasten circulair zijn (na gebruik opnieuw te verwarmen en hergebruiken) is het de methode voor de toekomst.

Nederland heeft met name een sterke positie op het gebied van deze thermoplasten. Op de Universiteit Twente bevindt zich het Thermoplast Research Centre (TPRC) en het Thermoplast Application Centre (TPAC). Op de Brightlands Campus in Geleen is het Brightlands Material Centre (TNO) gevestigd. Deze onderzoekscentra zijn een autoriteit op het gebied van de ontwikkeling van thermoplasten.





PRODUCTIEPROCES VAN HALFFABRIKAAT TOT INTEGRATIE

Composietproductie is grotendeels een handmatig proces, waarbij slechts een deel van de stappen geautomatiseerd is. Dit komt doordat de materialen tijdens het proces nog flexibel en kwetsbaar zijn, wat automatisering bemoeilijkt. Het grote aantal vezel- en harssoorten en de over het algemeen kleine productiebatches maken het automatiseren van het productieproces een uitdaging. Tegelijkertijd groeit de behoefte aan meer industrialisatie, aangezien de kosten voor het vervaardigen van composietproducten doorgaans hoger zijn dan die van metalen of onversterkte kunststoffen. Wereldwijd wordt het potentieel van composietmaterialen erkend, en wordt er aanzienlijk geïnvesteerd in productietechnologie. De wereldmarkt voor composietmachines wordt geschat op 7 miljard dollar en wordt verwacht te groeien naar 18+ miljard Euro in 2040 (bron: BCC Research).

Hoogwaardige productietechnieken

Voor de productie van veel composiet halffabricaten en componenten is het gebruik van mallen noodzakelijk om de vezels en harsen in de gewenste vorm te consolideren. Traditionele malproductie brengt echter aanzienlijke kosten met zich mee, terwijl de levering en doorlooptijd lang zijn, en de logistieke en opslagkosten hoog. De kwaliteit van de mal is van cruciaal belang voor de kwaliteit van het eindproduct. Voor de vervaardiging van grote componenten, zoals scheepsrompen of rotorbladen, is de stijfheid en vormvastheid van de mal van groot belang en dient de malconstructie bestand te zijn tegen zeer hoge temperaturen en grote druk om de geometrie en toleranties te behouden.

Een innovatievere aanpak is het gebruik van flexibele mallen. Flexibele mallen kunnen verschillende vormen aannemen, waardoor fabrikanten dezelfde mal kunnen gebruiken voor de productie van een oneindig aantal verschillende producten. Bovendien draagt het gebruik van flexibele mallen aanzienlijk bij aan het verminderen van restafval. In Nederland loopt het bedrijf Curve Works voorop als het gaat om de ontwikkeling en het gebruik van flexibele mallen. Voor geautomatiseerde plaatsing van de vezels en tapes in de mallen zijn geavanceerde technologieën beschikbaar, zoals automated tape laying (ATL) en automated fibre placement (AFP). Composietproducten kunnen ook worden vervaardigd door middel van wikkelen en pultrusie.



Adaptieve mal technologie (Foto: Curve Works)

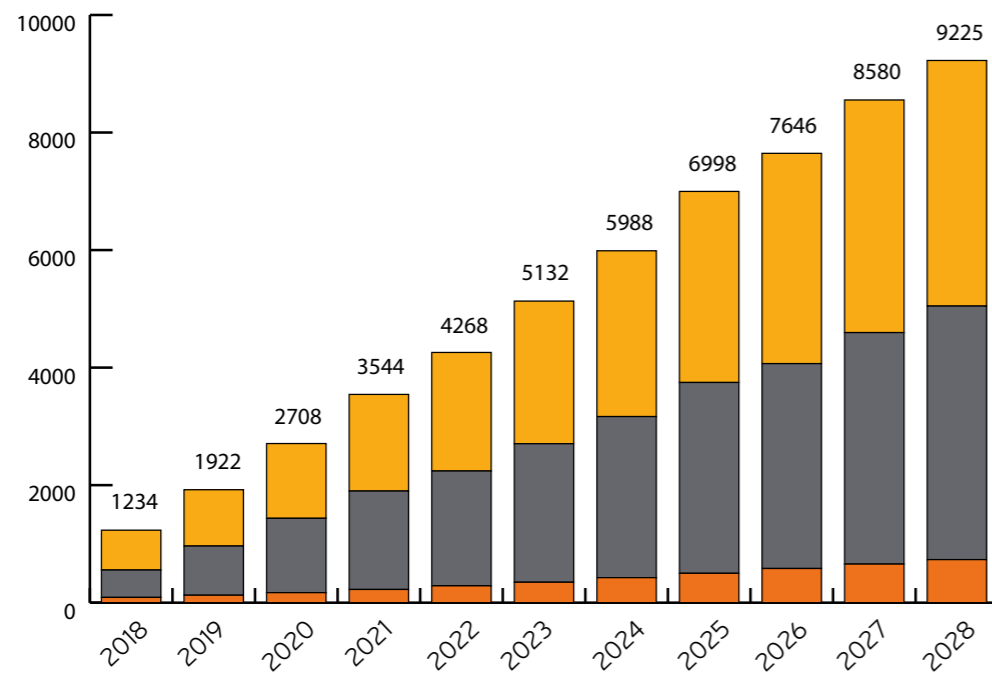
Additive manufacturing (AM), 3D-printen

Een andere innovatieve technologie die een alternatief biedt voor het traditionele gebruik van mallen is 3D-printen, waarmee composiettoepassingen kunnen worden vervaardigd zonder het gebruik van mallen. In het 3D-printproductieproces kan materiaal op specifieke locaties in het product worden toegevoegd. Door vezels tijdens het printen te integreren, kan op elke gewenste plek extra

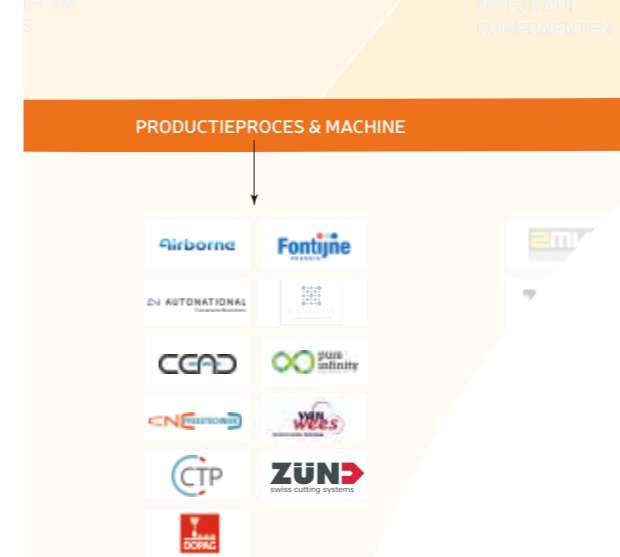
sterkte worden gecreëerd. Deze techniek wordt toegepast op mallen, halffabricaten en eindproducten.

3D-printen staat bekend om zijn uiterst efficiënte gebruik van materiaal waarbij tijdens het proces nauwelijks afval wordt geproduceerd. Nederlandse bedrijven zoals CEAD, Nedcam, 10XL en Jules Dock hebben aanzienlijke expertise op het gebied van 3D-printen.

COMPOSIT AM MARKT VOORSPELLING (\$USM) 2018 - 2028



	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028
Total	1234	1922	2708	3544	4268	5132	5988	6998	7646	8580	9225
Parts	678	958	1272	1644	2017	2427	2821	3251	3578	3958	4179
Hardware	466	837	1265	1675	1954	2357	2741	3247	3486	3939	4314
Materials	90	127	171	225	287	348	426	500	582	657	733



PRODUCTIEPROCES & MACHINES

De productie van composiet is een buitengewoon complex proces dat zich kenmerkt door een high-mix en dat flexibiliteit en wendbaarheid vereist. De voorkeur gaat uit naar digitale besturing en volledige automatisering van dit proces, wat aanzienlijke eisen stelt aan de machines die worden gebruikt voor de productie van composietmaterialen.

De tijd waarin machines als afzonderlijke cellen in een lineaire opstelling werden gebruikt, behoort tot het verleden. De nieuwe generatie machines vormt een geavanceerd platform dat gebruik maakt van robotica, geavanceerde mechatronica, sensortechnologie, zero programming, dataverzameling en machine learning.

Dankzij deze nieuwste generatie machines kan het delicate en flexibele composietmateriaal worden verwerkt volgens de "first time right"-methode en volledig worden afgestemd op de specificaties van de klant.

Op het gebied van machinebouw ervaren Nederlandse bedrijven aanzienlijke internationale concurrentie, met name van landen als Duitsland, Frankrijk, Italië en de Verenigde Staten. Desondanks onderscheiden Nederlandse machinebouwers zich nadrukkelijk door het ontwikkelen en implementeren van nieuwe concepten. Bovendien zijn Nederlandse bedrijven leiders als het gaat om de digitale automatisering van machines.



Composiet automatisering
(Foto: Airborne)



TOEPASSINGEN INTEGRATORS EN OEM'S | LUCHTVAART

Met de overgang naar een meer duurzame luchtvaart, waar elektrische of waterstofaandrijvingen een steeds grotere rol spelen, wordt de relevantie van lichtgewicht composieten alleen maar groter. Composietmaterialen die al in vliegtuigen worden toegepast, hebben gezorgd voor een gewichtsvermindering van maar liefst 20% in vergelijking met traditionele aluminiumlegeringen. Op dit moment bestaat meer dan 50% van het gewicht van de nieuwe generatie vliegtuigen al uit composietmaterialen en is het duidelijk dat toekomstige vliegtuigen nog meer gebruik zullen maken van lichtgewicht composiet om de duurzaamheidsdoelstellingen te halen. In 2018 bedroeg de wereldmarkt voor

luchtvaartcomposieten € 13,45 miljard en naar verwachting zal deze in 2026 € 27,30 miljard bereiken, met een samengesteld jaarlijks groeipercentage (CAGR) van 9,3%.

Bovendien zal de markt voor Urban Air Mobility (UAM) aanzienlijk toenemen. Naar verwachting zal in 2050 het aantal passagiersdrones wereldwijd de 160.000 overschrijden* (Roland Berger). Composietmaterialen zullen hierbij de voorkeur genieten, wat gunstig zal uitpakken voor Nederland.

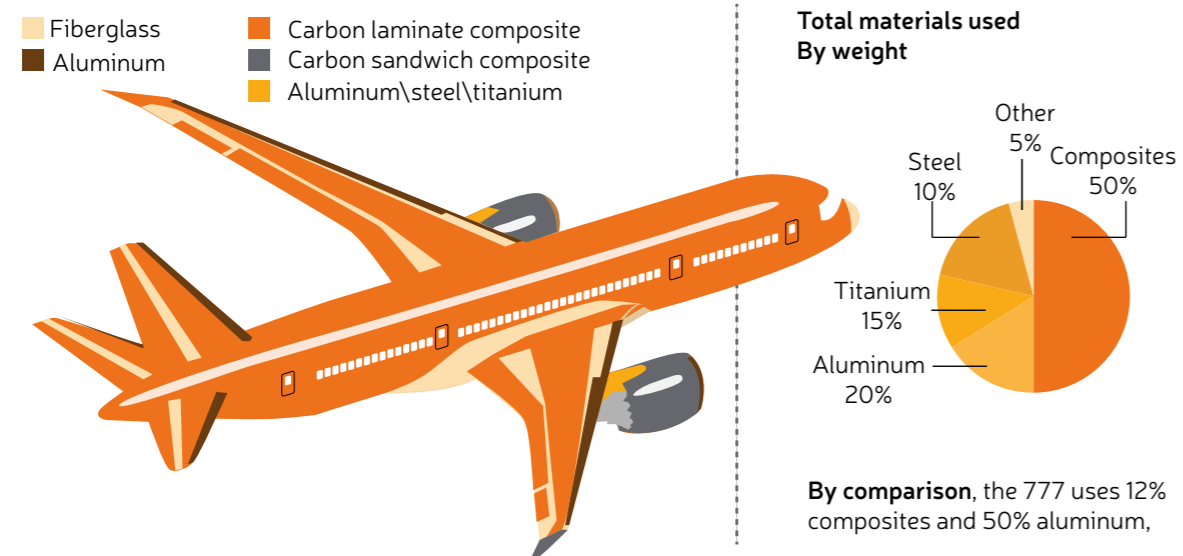
Nederlandse composiettoepassingen in de lucht- en ruimtevaart

Nederland heeft een leidende rol gespeeld in de ontwikkeling van composietmaterialen voor de luchtvaart. Deze prestatie werd mogelijk gemaakt door een samenwerking tussen de Technische Universiteit Delft (TU Delft), het Koninklijk Nederlands

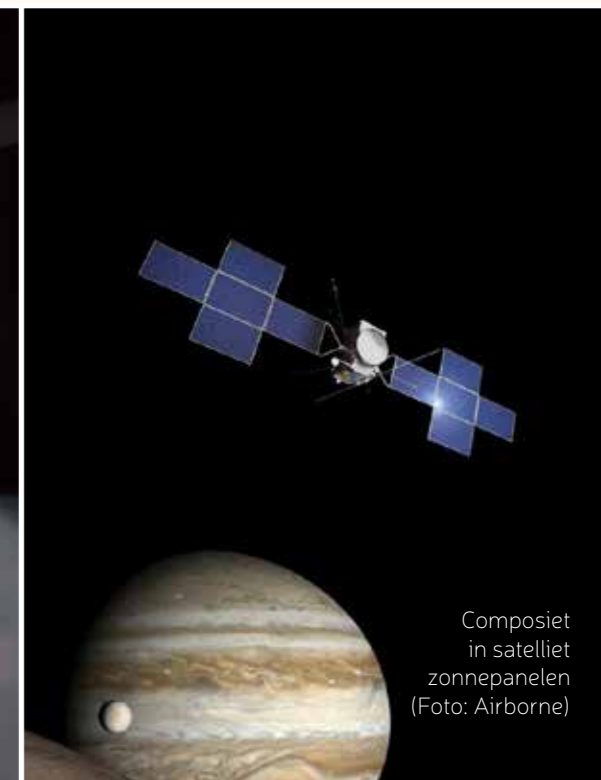
Lucht- en Ruimtevaartcentrum (NLR), en GKN Fokker. Samen introduceerden ze vezelmetaallaminaten en later thermoplastische composieten. Deze technologie wordt nu gebruikt door toonaangevende fabrikanten zoals Airbus, Boeing, Gulfstream en Dassault, met de expertise van KVE Composites (onderdeel van Daher), DTC (onderdeel van Collins) en GKN Fokker, en materialen van Toray (voorheen Ten Cate Advanced Composites). Bovendien zijn Nederlandse composietproducten ook te vinden in de ruimtevaart.

Bedrijven als GTM en Airborne produceren bijvoorbeeld zonnepaneelonderdelen voor satellieten en innovatieve structuren voor lanceerraketten. KVE voert onderzoek uit in samenwerking met Airbus Defense and Space naar de "zero-thermal expansion" van composietmaterialen in satellieten.

USED MATERIALS IN AIRCRAFT



Onbemande helikopter systemen (Foto: High Eye)



Composiet in satelliet zonnepanelen (Foto: Airborne)

TOEPASSINGEN AUTOMOTIVE

Momenteel ligt de focus in de auto-industrie op elektrificatie en autonoom rijden. Dat vraagt veel aandacht en investeringen van de industrie. Lichtgewicht blijft belangrijk, omdat batterijen zwaar zijn. De druk op lage kosten blijft hoog en daar zijn nieuwe innovatieve concepten voor nodig. Een voorbeeld van producten die al in grote hoeveelheden worden geproduceerd met composietmaterialen is battery covers. Een van de meest geavanceerde fabrieken in Europa op het gebied van composiettechnologie voor de automotive sector staat in Nederland en is onderdeel van Polytec Composites, onderdeel van de internationale Polytec groep. Een recente innovatie in de automotive sector door Polytec is de bodemplaat van de Audi e-tron, vervaardigd met behulp van UD-tapes en langvezelige thermoplastische composieten. Deze bodemplaat biedt uitstekende bescherming voor het accupakket, heeft een uiterst hoge mechanische stijfheid en weegt maar liefst 23% minder dan de van aluminium vervaardigde bodemplaat. Deze combinatie van eigenschappen maakt het gebruik van composiet bijzonder aantrekkelijk voor de nieuwe generatie elektrische voertuigen.

Binnen de markt voor special vehicles is er meer aandacht voor gewichtsreductie, omdat

dit direct financiële voordelen oplevert. Denk aan stadsbussen die aanzienlijk minder vaak hoeven op te laden of aan extra ladingcapaciteit bij last-mile-delivery voertuigen. Deze markt ontwikkelt zich disruptief en er worden al veel verschillende composietconcepten toegepast. Bovendien past die vraag perfect bij de creatieve en innovatieve Nederlandse composietsector, die flexibeler is dan de meer gevestigde markten van de automobielenindustrie in onze buurlanden.

Het gebruik van composiet in de productie van special vehicles leidt tot wel 30% gewichtsbesparingen. Dit wordt duidelijk geïllustreerd door de elektrische bussen van Ebusco, waarbij de voordelen van composiet prominent aanwezig zijn. De nieuwe generatie bussen van VDL bestaat voor 60% uit composiet, wat leidt tot gewichtsbesparingen met een grotere actieradius en vermindering van emissies tot gevolg.

Tevens zien we in de automotive sector een sterke groei in het gebruik van natuurlijke vezels, zoals vlas, en bio-based thermoplasten. Deze toename is onder andere het gevolg van nieuwe EU-regelgeving die voorschrijft dat 85% van de nieuwe generatie auto's recyclebaar moet zijn (EU-voorstel End of Life Vehicles).

TOEPASSINGEN MARITIEM

Het gebruik van composiet in de scheepsbouw in Nederland is sterk ontwikkeld en groeit explosief. De voordelen van composiet zijn overduidelijk: het vermindert het brandstofverbruik, verhoogt de stabiliteit, is bestand tegen corrosie en is eenvoudig te repareren.

Nederland herbergt een uitgebreid en toonaangevend nautisch ecosysteem met scheepsbouwers, toeleveranciers, havenlogistiek en marine. Zo staat het MARIN, het Maritiem Research Instituut Nederland, wereldwijd aan de top als het gaat om onderzoek naar hydrodynamica en maritieme technologie. Damen Shipyards Group bouwt veerboten van carbon

composiet, en Q-concepts ontwikkelt draagvleugels voor de nieuwe generatie foiling schepen.

Composiet speelt ook een belangrijke rol in de WASP-technologie (Wind-assisted propulsion systems), waarbij tot wel 25% brandstof kan worden bespaard. Ook de Nederlandse jachtbouw behoort tot de top in de wereld. Maar liefst vijf Nederlandse werven staan in de top 10 van beste scheepswerven ter wereld; Amels (1), Feadship (3) en Heesen (5), Oceanco (8) en Royal Huisman (10). Hoewel deze werven zich richten op een selecte groep klanten, dragen hun technologische voorsprong en innovatieve concepten bij aan de ontwikkeling van de maritieme sector als geheel.



Thermoplastisch composiet bodemplaat van de Audi Q8 e-tron (Foto: Polytec Group)



Auto op waterstof



Wind Assisted Propulsion Systems



Draagvleugel veerdiensten met foils van carbon composiet

TOEPASSINGEN WINDENERGIE

Voor de productie van windmolenbladen is composiet momenteel onmisbaar als materiaal. Hoewel de productie van rotorbladen niet langer in Nederland plaatsvindt, speelt ons land wel een belangrijke rol in de groeiende offshore windenergie-industrie. Terwijl de onshore markt zich heeft verplaatst naar lagelonenlanden zoals China, blijft de Europese offshore markt groeien, omdat componenten lokaal moeten worden vervaardigd (local content requirements). De ambitie van de Europese Unie is om de komende 20 jaar ongeveer 300 gigawatt aan nieuwe offshore windturbines te installeren, met een totale waarde van 300 miljard euro (exclusief installatiekosten). Ongeveer 25% van deze waarde wordt vertegenwoordigd door composiet rotorbladen, wat neerkomt op 75 miljard euro. De rotorbladen van offshore windmolens (inmiddels 117 meter lang) draaien 25

jaar lang onafgebroken. Nederlandse bedrijven dragen bij aan de engineering en automatisering van de productieprocessen van deze rotorbladen (Pontis, Airborne). Bovendien zijn Nederlandse bedrijven zoals Nedcam betrokken bij de productie van mallen en bij de behuizingen (nacelles).

De Noordzee offshore windindustrie biedt daarnaast werkgelegenheid voor Nederlandse offshorebedrijven die gespecialiseerd zijn in installatie, onderhoud en ontmanteling van windmolenparken op zee. Deze "spin-off" industrie zal op de lange termijn mogelijk zelfs belangrijker zijn voor de Nederlandse economie dan de windenergie-industrie zelf. Nederlandse offshorebedrijven zoals Boskalis, Van Oord, Heerema en Decom North spelen een steeds grotere rol bij de aanleg, het onderhoud en de ontmanteling van offshore windmolenparken en bij de ontwikkeling en winning van Tidal Energy.

TOEPASSINGEN BOUW & INFRA

Nederland heeft een belangrijke bijdrage geleverd aan de totstandkoming van de nieuwe Europese norm voor het gebruik van composieten in de bouw, de Eurocode Design of Fibre-Polymer Composite Structures. De bouwsector is met 27% van het totale volume wereldwijd de grootste gebruiker van composiet. Dit is deels te wijten aan de brede definitie, waarin ook de massaproductie van eenvoudige composietproducten zoals gipsvezelplaten en glasvezel pvc-vloeren wordt meegerekend. Complexer vormgegeven composietproducten kunnen een waardevolle bijdrage leveren aan het oplossen van de uitdagingen in de woningbouw. Zo produceert Holland Composites prefab gevelelementen met geïntegreerde thermische en akoestische eigenschappen in een bio-composiet, terwijl Holonite gevel- en afbouwelementen vervaardigt in composietsteen met een cradle-to-cradle certificaat. De verwachting is

dat het gebruik van composieten in de bouw de komende jaren zal toenemen.

De Nederlandse infrastructuur is grotendeels gebouwd in de jaren '50 en '60 en staat voor de uitdaging van renovatie en vervanging in de komende jaren. Een groot aandeel van die infrastructuur bestaat uit bruggen. Het Renovatie Prognoserapport 2022 van Rijkswaterstaat geeft aan dat Nederland alleen al 5160 beweegbare bruggen telt. Anno 2023 worden bruggen en brugdekken met succes vervaardigd en geleverd in composietmaterialen. Deze worden in de fabriek geproduceerd, vaak over water getransporteerd en zonder aanzienlijke verkeersoverlast gemonteerd. Nederlandse bedrijven zoals Delft Infra Composites, Composite Structures en Fibercore Europe spelen hierin een vooraanstaande rol en leveren deze innovatieve oplossingen in heel Europa.



Aanleg van offshore windparken
(Foto: Van Oord)



Composiet brug
(Foto: Fiber Core Europe)

TOEPASSINGEN RADARSYSTEMEN

Radar- en geavanceerde communicatiesystemen zijn onder andere van vitaal belang voor de krijgsmacht. Veel van 's werelds meest geavanceerde en innovatieve radarsystemen zijn afkomstig uit Nederland. De Nederlandse industrie werkt samen met Defensie en kennisinstututen om deze systemen te ontwikkelen en te produceren. Bij dit proces spelen hoogwaardige composieten een cruciale rol, met name in het gedeelte van de behuizing waar de radarstralen doorheen moeten, bekend als de radome. Dit is een uitdagende taak, want aan de ene kant mogen de radarstralen niet worden verstoord, terwijl aan de andere kant de radarelektronica beschermd moet worden tegen extreme weersomstandigheden. Glasvezel composieten bieden de ideale combinatie van eigenschappen om aan deze tegenstrijdige eisen te voldoen.

De voordelen van composieten zijn echter niet beperkt tot militaire toepassingen maar worden ook gebruikt in civiele systemen. Ze worden bijvoorbeeld ingezet voor vogeldetectie op luchthavens en in windmolenparken en voor de antennebehuizingen van communicatiesystemen. Een wereldmarktleider op dit gebied is het Nederlandse bedrijf Robin Radar Systems. En veel Nederlandse bedrijven leveren hun componenten aan Thales, het vroegere Holland Signaal.





Composiet damwand
(Foto: Hogeschool Windesheim)

CIRCULARITEIT

OVERTUIGENDE WAARDE

Composiettechnologie levert zowel een economische als maatschappelijke bijdrage door het gebruik van minder materiaal dat slimmer is, sterker en een langere levensduur heeft dan traditionele materialen. Dit resulteert in aanzienlijke vermindering van CO₂-uitstoot. Composietmateriaal scoort hoog op de value-hill van circulariteit. De lange levensduur van composietmateriaal draagt bij aan de circulaire economie, mede omdat het gedurende de gebruiksperiode de oorspronkelijke productwaarde behoudt,

weinig onderhoud vergt en eenvoudig te repareren is. Het hergebruik van composieten binnen dezelfde toepassing, met name bij thermohardende varianten, kan uitdagend zijn. Toch heeft het materiaal overtuigende circulaire waarde doordat gebruikte composietproducten dienen als grondstof of materiaal voor nieuwe producten of materialen (2nd life) in een open loop. De inherente sterkte van composieten maakt het mogelijk om deze nieuwe producten en materialen opnieuw te verwerken voor een derde of vierde levenscyclus.

Composiet is slimmer, sterker en heeft een langere levensduur dan traditionele materialen.

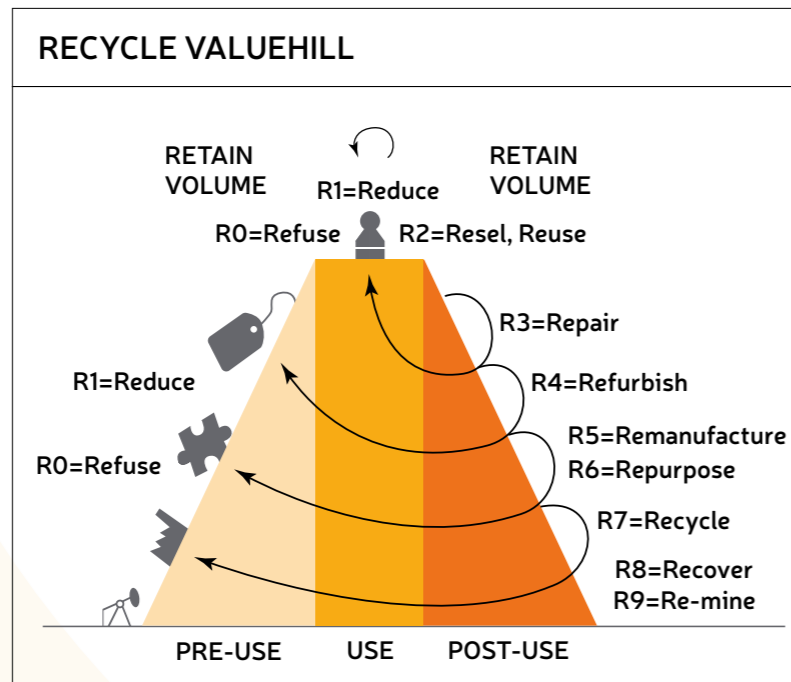
RECYCLING

Het succes van recycling wordt beïnvloed door technologie, markt en beleid. Ontwerpbeslissingen hebben invloed op het recyclingpotentieel, maar ook factoren zoals materiaalschaarste en de kosten voor inzameling en verwerking spelen een grote rol. Recycling is een wereldwijde aangelegenheid, maar lokale wetgeving kan aanzienlijke invloed uitoefenen door belastingheffing en de invoering van een materiaalpaspoort.

Composietmaterialen kunnen mechanisch (door vervezeling en vermalen), chemisch (via solvolyse) en thermisch (via pyrolyse) gerecycled worden. De industrie streeft ernaar de waarde van composietmaterialen zo lang mogelijk te behouden, ofwel een zo

lang mogelijke vezellengte. Binnen de definitie van het Joint Research Centre (JRC) van de Europese Unie wordt cement co-processing al beschouwd als een vorm van open-loop recycling voor composietmaterialen. Dit is het resultaat van nauwe samenwerking tussen de composietindustrie en de cementindustrie op Europees niveau.

Nederland beschikt over aanzienlijke expertise op het gebied van recycling. Polymeerwetenschappers bij Brightlands Materials Center (TNO) werken aan het verbeteren van het recyclingpotentieel in de waardeketen en ontwikkelen de volgende generatie machines om end-of-life (EoL) composietmaterialen nieuw leven in te blazen.



BIOBASED COMPOSITET

Er is een sterke opmars van biobased materialen in de composietsector, waarbij fossiele grondstoffen voor kunststof vervangen worden door plantaardige grondstoffen. Hoewel de ontwikkelingen nog in de kinderschoenen staan loopt Nederland voorop en heeft ze de potentie om een belangrijke internationale speler te worden.

De universiteiten van Wageningen, Amsterdam en Maastricht, TU Delft, Inholland en TPAC zijn actief met onderzoek bezig.

Er zijn in het laatste decennium een reeks van nieuwe bedrijven ontstaan, zoals Avantium, Plantics, Total Corbion, Bambooder en Eve Reverse die nieuwe materialen en technologie ontwikkelen.

Biobased composiet,
met bamboe vezel
(Foto: Bambooder)





107 meter windmolenblad
en de samenwerkende collega's
(Foto: LM Windpower)

CONCLUSIE EN AANBEVELING

**Het gebruik van composiet
is logisch en noodzakelijk
voor een duurzame toekomst.**

De composietbranche is een dynamische, innovatieve en snelgroeiende sector, maar is grotendeels onbekend bij het grote publiek. De mogelijkheden die composiet biedt, zijn als een verborgen schat in de coulissen van het industriële podium. Met deze monitor willen we de ongekende potentie van dit materiaal belichten en het verantwoorde gebruik van composiet aanmoedigen. Onze visie op duurzaamheid is geen loze term, maar een essentieel onderdeel van ons streven naar een betere toekomst.

Het gebruik van composiet is niet vanzelfsprekend, maar het is logisch en noodzakelijk om de uitdagingen van onze samenleving aan te kunnen gaan. Composiet toepassen betekent slim gebruik maken van materialen en de beste prestatie-per-kilo-materiaal-ratio behalen. Composiet belichaamt de kracht van samenwerken, van de combinatie, een enorm potentieel dat moet worden gerealiseerd middels de toepassing. We dagen u uit om deze kans te omarmen en actie te ondernemen.

BIJLAGE

- LEDEN COMPOSITESNL
- BRONVERMELDING



10XL
Rivierdijk 637
3371 EE, Hardinxveld-Giessendam
info@10-xl.nl
www.10-xl.nl



2MV Composites
De Dolfijn 66
1601 MG, Enkhuizen
martijn@2mv.nl
www.2mv.nl



Adel Polyester
Puttenstraat 17
8281 BP, Genemuiden
info@adelpolyester.nl
www.adelpolyester.nl



Advanced Plastics Benelux
Jupiterweg 41a
3893 GC, Zeewolde
info@advancedplastics.nl
www.advancedplastics.nl



Airborne Composites Automation BV
Laan Van Ypenburg 70-78
2497 GB, Den Haag
info@airborne.com
www.airborne.com



Alpomat
Mandenmakerstraat 30
2984 AS, Ridderkerk
info@alpomat.nl
www.alpomat.nl



Aniform Engineering B.V.
Palatijn 15
7521 PN, Enschede
s.haanappel@aniform.com
www.aniform.com



Autonational
De Finne 2
8651 CV, IJlst
info@autonational.com
www.autonational.com



Avans Hogeschool
Lovensdijkstraat 63
4818 AJ, Breda
info@avans.nl
https://www.avans.nl/



Bambooder Biobased Fibers BV
Archangelkade 7
1013 BE, Amsterdam
pim@bambooder.nl
pim@bambooder.nl



Beterbad
De Linge 33
8253 PJ, Dronten
info@beterbad.nl
www.beterbad.nl



Biesterfeld Plastic Benelux B.V.
Rolweg 27
4104 AV, Culemborg
j.kragten@biesterfeld.com
www.biesterfeld-plastic.com



BiinC
Voorsterweg 28
8316 PT, Marknesse
info@biinc.nl
http://www.biinc.nl/



BNS Industrial
Australieweg 24T
4561 PD, Hulst
bns@bnsindustrial.com
www.bnsindustrial.com



Bouman Polyester Producten
Bernsestraat 7
5256 ND, Heusden
info@boumanpolyester.nl
www.boumanpolyester.nl



Bouwmeester AC
Diemerzeedijk 3
1095 KK, Amsterdam
info@sp-bac.nl
www.sp-bac.nl



Brightlands Materials Center
Urmonderbaan 22
6167 RD, Geleen
richard.janssen@brightlandsmc.com
www.brightlandsmaterialscenter.com



BÜFA Composites Benelux
Grubbenvorsterweg 10
5928 NX, Venlo
m.moonen@buefa.nl
https://buefa-composites.nl/



Butter Kunststoffen
Wijkermeerweg 107
1948 NV, Beverwijk
marijn@butterkunststoffen.nl
www.butterkunststoffen.nl



Carrosseriefabriek Harderwijk
Lorentzstraat 2
3846 AW, Harderwijk
info@carhar.nl
www.carhar.nl



Cato Composites
Havelandseweg 8e
6991 GS, Rheden
info@cato-composites.com
https://www.cato-composites.com/



CEAD Group
Schieweg 25
2627 AN, Delft
info@ceadgroup.com
www.ceadgroup.com



CeraCarbon BV
Kruisstraat 123
6171 GE, Stein
info@ceracarbon.com
www.ceracarbon.com



C. Hogeschool Windesheim
Campus 2
8017 CA, Zwolle
info@windesheimflevoland.nl
www.windesheim.nl



CNC Freestechneek BV
Koningstraat 36
7315 HW, Apeldoorn
info@cncfreestechneek.nl
http://www.cncfreestechneek.nl/



Collins Aerospace
Bolderweg 2
1332 AT, Almere
info@composites.nl
www.composites.nl



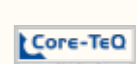
Commando Materieel en IT
Postbus 10000 MPC 10A
1780 CA, Den Helder
mo.tromp@mindef.nl
www.mindef.nl



Composite Structures
Duurzaamheidsring 320
4231 EX, Meerkerk
info@compositestructures.nl
www.compositestructures.nl



Contest Yachts
Overleek 7
1671 GD, Medemblik
info@contestyachts.com
www.contestyachts.com



Core-TeQ Europe
Industrieweg 2
1619 BZ, Andijk
europe@core-teq.com
https://www.core-teq.com/



CT Platon
Bruningsstraat 2
4251 LA, Werkendam
info@ctplaton.nl
www.ctplaton.nl



Curve Works
Curieweg 17A
2408 BZ, Alphen aan den Rijn
info@curveworks.nl
www.curveworks.nl



Damen
Avelingen-West 20
4202 MS, Gorinchem
info@damen.com
www.damen.com



De IJssel Coatings
Centrumbaan 960
2841 MH, Moordrecht
info@de-ijssel-coatings.nl
www.de-ijssel-coatings.nl



Deon Research Centre
Haaksbergerstraat67
7554 PA Hengelo
info@deon.nl
www.deon.nl



Donkervoort Automobielen
Pascallaan 96
8218 NJ, Lelystad
j.w.schoenmakers@donkervoort.com
www.donkervoort.com



































Dopag
Regulieriering 29
3981LA, Bunnik
wweterman@dopag.nl
www.dopag.com



DSM Engineering Plastics BV
Urmonderbaan 22
6167 RD, Geleen
jeroen.crevecoeur@dsm.com
www.dsm.com



Dupolco
Delta-Industrieweg 40
3251 LX, Stellendam
info@dupolco.com
www.dupolco.com

 Ebusco Vuurijzer 23 5753SV, Deurne geoffrey.heger@ebusco.com www.ebusco.com	 Hogeschool Rotterdam Postbus 25035 3001HA, Rotterdam f.m.de.wit@hr.nl www.hr.nl	 MVM 3D Milling Turbinestraat 50 7556RB, Hengelo info@mvm-3dmilling.nl www.mvm-3dmilling.nl	 Pontis Engineering Oude Rijksweg 255 7954 EJ, Rouveen office@pontis-engineering.com www.pontis-engineering.com	 Scabro B.V. Postbus 79 2253ZH, Valkenburg ruwaard@scabro.com www.scabro.com	 UD Automated Burg van Engelenweg 151 8271 AN, IJsselmuiden hvandijk@ud-automated.com www.ud-automated.com
 Element Materials Technology Rotterdam BV Jan Tinbergenstraat 128 7559 Sp, Hengelo damien.murphy@element.com	 Holland Composites De Serpeling 10 8219 PZ, Lelystad info@hollandcomposites.nl www.hollandcomposites.nl	 Nanoloy BV Lange Voorhout 37 2514 EC, 's-Gravenhage beate.m@nanoloy.com	 Pre-Fabs Oosteinderweg 232 1432 BA, Aalsmeer info@pre-fabs.nl www.pre-fabs.nl	 Schaap Composites Vaartweg 77 8243 PD, Lelystad info@schaapshipcare.nl www.schaapshipcare.nl	 Universiteit Twente Drienerloaan 5 7522 NB, Enschede info@utwente.nl www.utwente.nl
 Eurocarbon Dr. Nolenslaan 109 6136 GM, Sittard eurocarbon@eurocarbon.com www.eurocarbon.com	 Holonite Ambachtsweg 9 4691 SB, Tholen info@holonite.nl www.holonite.nl	 Nedcam Solutions Minerva 42 8448 CS, Heerenveen info@nedcam.com www.nedcam.com	 Prince Fibre De Vecht 44 8253 PH, Dronten info@princefibre.com www.princefibre.com	 Solico Engineering Innovatiepark 24 4906 AA, Oosterhout composites@solico.nl www.solico.nl	 V-SURE Mechelsteeweg 303 B-2500, Lier mdm@v-sure.eu www.v-sure.eu
 Euroresins Benelux Verlaat 22 3901 RG, Veenendaal mehdi.alkazimi@euroresins.com www.euroresins.com	 Indupol International Hoge Mauw 380 B-2370, Aarendonk informatie@indupol.com www.indupol.com	 Netherlands Maritime Technology Boompjes 40 3011 XB, Rotterdam info@maritimetechnology.nl https://maritimetechnology.nl/	 Pure Infinity Lhee 15a 7991 PE, Dwingeloo info@pureinfinity.nl www.pureinfinity.nl	 Spiral RTC Palatijn 11 7521 PN, Enschede w.kok@spiralrtv.com www.spiralrtc.com	 VABO Composites Randweg 22 8304 AS, EMMELOORD info@vabocomposites.com www.vabocomposites.nl
 FA. Duursma Metaalstraat 8 8471 AA, WOLVEGA info@faduursma.nl https://faduursma.nl	 InfraCore Company Oostdijk 25 3077 CP, Rotterdam info@infacore-company.com www.infacore-company.com	 Nippon Electric Glass Energieweg 3 9608 PZ, Westerbroek c.denbesten@negeurope.com www.npal.nl	 Qconcepts Fabriekstraat 17 B 7005 AP, Doetinchem info@qcde.eu www.qcde.eu	 Stenden Hogeschool Van Schaikweg 94 7811 KL, Emmen rudy.folkersma@nhlstenden.com www.nhlstenden.com	 Van Wees Frans Mannaertsstraat 1 5046 AK, Tilburg rienvandenaker@vanwees.nl www.vanwees.nl
 Fatol Kunststoffen Parelstraat 14 7554 TM, Hengelo info@fatol.nl www.fatol.nl	 Inholland Composites Leegwaterstraat 42 2628 CA, Delft arnold.koetje@inholland.nl www.inhollandcomposites.nl	 NLR Anthony Fokkerweg 2 1059 CM, Amsterdam info@nlr.nl www.nlr.nl	 Refitech Composites Sluisweg 30 5145 PE, Waalwijk info@refitech.nl www.refitech.nl	 Suzlon Energy Ltp Jan Tinbergenstraat 290 7559 ST, Hengelo h.bersee@suzlon.com www.suzlon.com	 VDL Fibertech Industries Diamantweg 54 5527 LC, Hapert info@vdlfibertechindustries.com www.vdlfibertechindustries.com
 Fontijne Presses Turbineweg 20 2627 BP, Delft info@fontijnepresses.com www.fontijnepresses.com	 Jules Dock Group Hoofdweg 66a 3067 GH, Rotterdam c.degeus@julesdock.nl https://julesdock.nl/	 NPSP Moezelhavenweg 9 1043 AM, Amsterdam info@npsp.nl www.npsp.nl	 Robusta Tapes Industriestraat 15 8281 BN, Genemuiden sales@robusta.nl robusta.nl	 Technology Park Ypenburg Laan van Ypenburg 108 2497 GC, 's-Gravenhage stephen@unifiedinternational.net www.technologyparkypenburg.nl	 Volumetric Insight BV Scheepsbouwweg 8 Kavel E7 3089 JW, Rotterdam jochem@volumetricinsight.com www.volumetricinsight.com
 Fontys Hogeschool TNW Rachelsmolen 1 5612 MA, Eindhoven g.smets@fontys.nl www.fontys.nl	 KVE Composites Group Laan Van Ypenburg 56 2497 GB, DEN HAAG info@kve.nl www.kve.nl	 Parthian Technology Postbus 169 7500 AD, Enschede info@parthian.com http://www.parthian.nl	 Rondal Flevoweg 1d 8325 PA, Vollenhove w.akkerman@rondal.com www.rondal.com	 TEUN Koevoortseweg 7 5281SC, Boxtel info@teun.one www.teun.one	 VVP Composites Beyerinckweg 10 4251 LP, Werkendam rikverhagen@vvpcomposites.nl www.vvpcomposites.nl
 GKN Fokker Edisonstraat 1 7903 AN, Hoogeveen info@grootlemmer.com www.gknaerospace.com	 LM Wind Power Kluisgat 5 1771 MV, Wieringerwerf info.wmc@lmwindpower.com www.wmc.eu	 Plasthill Weerlaan 13 2181 HG, Hillegom info@plasthill.nl www.plasthill.nl	 Royal HaskoningDHV Contactweg 47 1014 AN, Amsterdam liesbeth.tromp@rhdhv.com www.royalhaskoningdhv.com	 TNO Stieltjesweg 1 2628 CK, Delft tim.renes@tno.nl www.tno.nl	 Zünd Benelux BV Meerheide 109 5521 DX, Eersel arthur.vanalphen@zund.com www.zund.com
 HAN Automotive Research Ruitenberglaan 29 6826 CC, Arnhem info@han.nl www.han.nl	 M2i Van der Burghweg 1 2628 CS, Delft office@m2i.nl www.m2i.nl	 Polem BV Industrieweg 7 8531 PA, Lemmer sbus@polem.nl www.polem.com	 S&P Reinforcement Benelux B.V. Aproditestraat 24 5047 TW, Tilburg info@dpp-pultrusion.com www.dpp-pultrusion.com	 Toray Advanced Composites G. van der Muelenweg 2 7443 RE, Nijverdal r.lenerink@toraytac-europe.com www.toraytac.com	 Zaadnoordijk Leeuwarderstraatweg 119b 8441 PK, Heerenveen info@zaadnoordijk.nl www.zaadnoordijk.nl
 Heideveld Polyester Europaweg 24 8181 BH, Heerde info@heideveld-polyester.nl www.heideveld-polyester.nl	 MCTechnics Korteweg 2a 3251 LE, Stellendam info@mctechnics.com www.mctechnics.com	 Polyplus Kunststoffen Pottenbakkerstraat 20 9403 VK, Assen verkoop@polyplus.nl www.polyplus.nl	 SAM XL Rotterdamseweg 382 C 2629 HG, Delft info@samxl.com www.samxl.com	 TPRC Palatijn 15 7521 PN, Enschede info@tprc.nl www.tprc.nl	
 Hogeschool Inholland Alkmaar Bergerweg 200 1817 MN, Alkmaar rogier.nijssen@inholland.nl www.inholland.nl	 Mr. Boat Kikkertweg 15 1521 RE, Wormerveer info@mrboat.nl https://www.mrboat.nl/	 Polyworx Alexander Bellstraat 2 7442 DE, Nijverdal arjen@polyworx.com www.polyworx.com	 Saxion Hogeschool Enschede M. H. Tromplaan 28 7513 AB, Enschede info@saxion.nl www.saxion.nl	 TU Delft Postbus 5024 2600 GA, Delft r.benedictus@tudelft.nl www.tudelft.nl/en/ae/	

BRONVERMELDING

- **Historical evolution of engineering materials**

Auteur: Felipe Vannucchi de Camargo
Publicatie: Januari 2021
Bron: www.Researchgate.net

- **Planetary boundaries**

Auteur: Stockholm Resilience Centre
Publicatie: September 2023
Bron: www.stockholmresilience.org

- **Strength vs Cost**

Auteur: Material Selection Charts
Bron: www-materials.eng.cam.ac.uk

- **Vijf krachtenmodel**

Auteur: Michael Porter
Publicatie: 1979

- **NXTGEN High Tech Composiet Domein**

Auteur: McKinsey
Publicatie: 2021
Bron: Airborne

- **Der Europäische Markt fuer Faserverstaerkte Kunststoffe / Composites**

Auteur: Dr Elmar Witten, Volker Mathes
Publicatie: 2022
Bron: Industrievereinigung Verstaerkte Kunststoffe www.avk-tv.de

- **Current trends in the global composite industry 2021 -2026**

Auteur: JEC Observer
Publicatie: 2022
Bron: www.jeccomposites.com

- **Composites Sustainability Report**

Auteur: JEC Group
Publicatie: 2022
Bron: www.jeccomposites.com

- **Materials and Chemicals, composites market**

Auteur: Reports and Data
Publicatie: Augustus 2021
Bron: www.reportsanddata.com

- **Modular, robotic cells**

Auteur: Stewart Mitchell
Publicatie: Augustus 2023
Bron: www.compositesworld.com

- **Recent advances in the development of aerospace materials**

Auteur: Sandesh Parajuli
Publicatie: Februari 2021
Bron: www.cherrubics.com

- **The value hill**

Auteur: Inchainge
Publicatie: Juli 2023
Bron: www.inchainge.com



De Composiet Monitor biedt een actueel inzicht in de Nederlandse composietsector en haar zakelijke en maatschappelijke relevantie. Cruciale thema's hierbij zijn 'verantwoord materiaalgebruik', 'intelligent lichtgewicht ontwerp' en 'duurzaam verdienvermogen'.

Deze monitor is een publicatie van CompositesNL in opdracht van de Rijksdienst voor Ondernemend Nederland.

