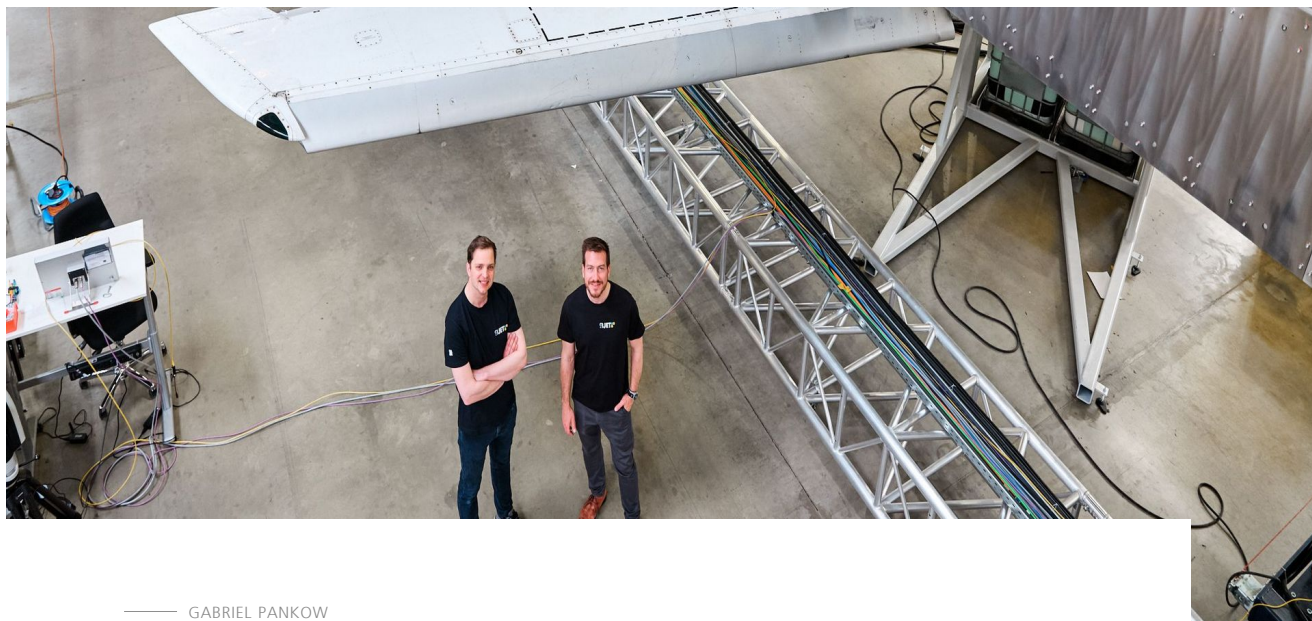




— GABRIEL PANKOW

Geïnspireerd door haaien, gebouwd met lasers

4Jet past het principe van de haaienhuid toe op vliegtuigvleugels en verwerkt microscopisch kleine structuren in de lak: minder CO₂-uitstoot, minder kerosineverbruik.

Heeft u ooit een haai gestreeld? Het is een bijzonder ruwe aangelegenheid. De reden hiervoor is zijn paillettenjurk, gemaakt van bijzonder geribbelde, microscopisch kleine haaienschubben. Dat ziet er niet echt glamoureuus uit, maar biedt de haai vanuit stromingstechnisch oogpunt duidelijke voordelen. De groeven in de schubben geven de haai een microstructuur die energieverblindende waterwervelingen langs het lichaam aanzienlijk verminderen. Hierdoor kan de roofvis met meer dan 70 kilometer per uur door het water scheuren: minder weerstand, minder energieverbruik, hogere snelheid.

— Rechtstreeks op de lak

Michiel Top heeft zelf nog nooit een haaienhuid aangeraakt. Maar hij wil al snel vliegtuigonderdelen voorzien van een dergelijke lakstructuur. Samen met negen collega's werkt hij als productontwikkelaar bij 4Jet, een fabrikant van laserinstallaties, aan het zogenaamde LEAF-project. Het doel: de huid van het vliegtuig veranderen in haaienhuid. Want wat in het water werkt, werkt ook in de lucht. Ook daar kan het energieverbruik, met andere woorden de kerosine, met behulp van microstructuur worden verminderd. Sommige luchtvaartmaatschappijen maken daarom al gebruik van opgekleefde structuren. 4Jet ontwikkelt dergelijke folies ook, maar ziet op de lange termijn een betere weg. Michiel Top legt uit: "We brengen de kleine, V-vormige groefjes, de zogenaamde riblets, rechtstreeks in de lak aan. Hiermee kunnen we de wrijvingsweerstand tot tien procent verminderen. Bij een vliegtuig is dit goed voor ongeveer 50 procent van de totale luchtweerstand. Als we het hele vliegtuig op deze manier bekleden, betekent dit dat we bij elke afzonderlijke vlucht een brandstofbesparing van drie tot vier procent realiseren." Gemiddeld is een vliegtuig ongeveer 20 jaar in gebruik; doorgaans moet het om de zeven jaar opnieuw worden gespoten. Over de gehele levensduur gerekend zijn de besparingen op brandstof en CO₂-uitstoot dus enorm.

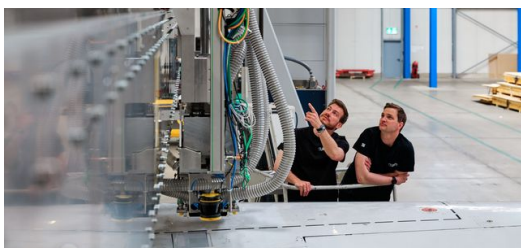




<p>Twee laserstralen interfereren en zorgen ervoor dat er op het oppervlak kleine V-vormige groeven ontstaan, die met het blote oog nauwelijks zichtbaar zijn.</p>



<p>Om ervoor te zorgen dat ook vliegtuigoppervlakken die niet perfect vlak zijn betrouwbaar kunnen worden gestructureerd, kiest 4Jet voor een uitzonderlijk grote scherptediepte.</p>



<p>V-vormige groeven, zogenaamde "riblets", worden rechtstreeks in de lak aangebracht. Ze verminderen de totale weerstand met 50 procent, wat resulteert in een enorme brandstofbesparing.</p>

— Kleine riblets in strepen

Waarom dan kiezen voor folie, die het vliegtuig zwaarder maakt en uiteindelijk als afval moet worden afgevoerd? Omdat er tot op vandaag geen manier bestaat om honderden vierkante meters vliegtuiglak binnen een redelijke tijd te voorzien van een functioneel perfect afgestemde microstructuur. Dat lukt niet. De lak bestaat niet. Punt. Het LEAF-team bij 4Jet ziet dat anders: dat lukt niet? Dat bestaat niet! Natuurlijk wel. LEAF staat voor Laser Enhanced Air Flow. Het project bestaat al tien jaar en is bijzonder ambitieus. Het proces gebruikt het fysische fenomeen van laserinterferentie om oppervlakken te structureren. Via een speciaal optisch systeem splitst 4Jet de laserstraal op en voegt deze vervolgens weer samen, zodat de twee stralen elkaar overlappen en daardoor op elkaar inwerken. Deze wisselwerking zorgt voor een kenmerkend patroon van verschillende intensiteiten. Hiermee kunnen oppervlakken op microscopisch niveau worden aangepast.

Lukas May is bij 4Jet verantwoordelijk voor de LEAF-installatie. Hij legt het principe uit: "We creëren een textuur uit ribbels van 100 micrometer breed en 50 micrometer diep. Deze uiterst fijne microstructuur brengen we gelijkmatig aan op een vliegtuigvleugel met een oppervlakte van ruim 400 vierkante meter." Zo wordt de lak niet punt voor punt bewerkt, maar in grotere banen: met de laser structureert de installatie telkens in strepen met een breedte van ongeveer 15 tot 20 centimeter. Binnen deze zogenaamde "lanes" ontstaat een volledig homogene ribbletstructuur.

Bij de overgangen zijn er millimetergrote verschuivingen, maar deze zijn, gezien het grote oppervlak, functioneel niet kritisch, zegt May: "Anders zouden we twee keer in een riblet moeten gaan en dan bestaat het gevaar dat we te diep in het gestructureerde materiaal doordringen. We spelen dus op veilig. "Toch kunnen we bijna 2000 ribbletten naast elkaar plaatsen, maar hebben een naad die nu eenmaal niet helemaal perfect is". De, in vergelijking met klassieke laserstructurering, zeer grote scherptediepte van ongeveer 20 millimeter zorgt ervoor dat de structurering ook op niet-perfect vlakke vliegtuigoppervlakken betrouwbaar werkt, met snelheid tot één vierkante meter per minuut.



We beseffen heel goed dat het nog drie tot vier jaar zal duren voor dit project commercieel de lucht in kan. Maar we hebben aangetoond dat onze methode werkt. We zijn nu klaar voor de volgende stap.

Lukas May en Michiel Top van 4Jet.





CO₂-laser versus CO₂-verbruik

Om ervoor te zorgen dat deze werkwijze ook bij grote vliegtuigen in de hangar werkt, is er een flexibele installatie nodig dat de lasers over de romp van het vliegtuig leidt. 4Jet heeft hiervoor een zogenaamd portaal gebouwd. De afmetingen zijn indrukwekkend: de demonstratiemodel dat in de hal van het hoofdkantoor in Alsdorf staat, is 10 meter hoog en 20 meter breed. Ontworpen voor het bewerken van de vleugels van een Airbus A330 of een Boeing 777. De installatie bestaat uit een bewegingssysteem, een laser, spiegels, interferentie-optica, sensoren en software. De straalbron is de [CO₂-laser TruFlow 5000](#). Deze machine voldoet het best aan de fysische procesvereisten.

Michiel Top legt uit: "De golflengte is bepalend. De CO₂-laser wordt door de vliegtuiglak bijzonder goed geabsorbeerd en maakt zo een nauwkeurige en materiaalvriendelijke structurering mogelijk." Tegelijk moet de laser een hoge coherentie hebben, zodat het benodigde interferentiepatroon, dat ontstaat door de elkaar overlappende laserstraal, zich stabiel kan vormen. Daarom heeft TRUMPF de TruFlow aangepast voor gebruik bij 4Jet, onder andere door de straal met een speciaal rooster spectraal te vernauwen. "Bij de CO₂-laser kunnen we echter geen lichtkabel gebruiken", legt May uit.

Vanwege de omvang van het portaal is de weg die de straal aflegt tot aan de vliegtuigromp lang. Een speciaal ontwikkeld spiegelsysteem leidt de straal er naartoe. "De installatie zelf vervormt, daarom werken we met een actieve navolging. Dat zijn bewegende spiegels die naar behoefte worden bijgesteld". Ondanks zijn omvang is het systeem vrij te verplaatsen. Een laserscanner bepaalt de exacte positie van het vliegtuig en de installatie.

In principe zou de riblet-structuur ook op het gehele vliegtuig kunnen worden aangebracht. In de praktijk richt 4Jet zich echter op de bereiken die vanuit aerodynamisch oogpunt bijzonder relevant zijn. Uit berekeningen blijkt dat het effect vooral het grootst is bij de vleugels, waar de luchtwrijving bijzonder sterk speelt. Potentiële klanten, zoals luchtvaartmaatschappijen, zijn enthousiast over de methode, vertelt Top. Maar het zal waarschijnlijk nog wel even duren voordat het LEAF-team hun vliegtuigen met een haaien huid bekleedt. "We zijn momenteel op zoek naar luchtvaartpartners die deze service samen met ons willen aanbieden", legt May uit. Daarnaast zijn nog de nodige certificeringen van de bevoegde luchtvaartautoriteiten vereist. Dat kost veel tijd. May en Top blijven niettemin optimistisch: "We beseffen maar al te goed dat het nog drie tot vier jaar zal duren voor dit commercieel door de lucht zal vliegen. Maar we hebben aangetoond dat onze methode werkt. Nu zijn we klaar voor de volgende stap".



GABRIEL PANKOW
WOORDVOERDER LASERTECHNIEK

