

DE GROENE AMSTERDAMMER

Special : [BÈTA-WETENSCHAPPERS](#)

Het belang van licht en fotonische technologie voor de samenleving

Dr. Femius Koenderink
Groepsleider onderzoeksgroep 'Resonante nanofotonica'
FOM Instituut voor Atoom en Molecuulfysica

Belang van licht en fotonische technologie voor de samenleving

Controle over licht is de basis voor een breed en groeiend scala van toepassingen in ons dagelijks leven. Dit scala loopt uiteen van zuinige verlichtingstechnologie en LED's, zonnecellen voor het opwekken van energie, informatieoverdracht en dataverwerking in glasvezels en optische chips, tot medische diagnostiek. Licht heeft onder meer als uniek voordeel voor informatietechnologie dat met licht enorm veel signalen tegelijk in één kabel passen, omdat je een groot aantal kleuren licht afzonderlijk kunt adresseren in een en dezelfde kabel. Bovendien kan licht zonder verliezen door materialen geleid worden, zodat optische chips, anders dan elektronische processoren niet warm worden. Voor diagnostiek is deze eigenschap minstens zo relevant: meten met licht is niet-invasief. Zonder schade aan een patiënt, of aan bijvoorbeeld een uniek schilderij, kun je met licht informatie over de onderliggende structuur en chemische samenstelling inwinnen.

Belangrijke ontwikkeling: door wanorde heen kijken

Sommige materialen zijn transparant: je kunt er direct doorheen kijken, en het is makkelijk om licht met buiging en breking door transparante materialen te sturen. De meeste materialen zijn echter helemaal niet transparant, terwijl je er toch door heen wilt kijken. Hoe kijk je door een wanordelijk optisch materiaal zoals een dikke plak verf, of een stuk weefsel dat een tumor afschermt? Op de schaal van nanofotonische optische chips treffen wetenschappers een soortgelijk probleem aan: geen enkele optische chip is perfect en nanoschaal fabricagefouten lijken intrinsiek onvermijdbaar. Moeten we koste wat kost wanorde zien te voorkomen, of kunnen we de wanorde 'ongedaan maken' en zulke chips ondanks of zelfs dankzij de wanorde gebruiken?

Een fantastische ontwikkeling in optica, mede geïnitieerd in Nederland (Universiteit Twente (A. Mosk) en FOM Instituut AMOLF (A. Lagendijk)) is een techniek om scherp

door wanorde heen te kijken. Wanordelijke verstrooiing zorgt ervoor dat een wel gedefinieerde lichtbundel door elkaar gehusseld wordt in willekeurige paden van allerlei verschillende lengten: sommige fotonen verstrooien minder en andere meer voordat ze het medium weer verlaten. Uiteindelijk levert zo'n verzameling willekeurige paden de impressie op van een wit ondoordringbaar medium, waar het onmogelijk lijkt om aan het uitvallende licht te zien dat het object van oorsprong door een keurige bundel beschenen werd. Als je alle lichtpaden echter precies zou omdraaien en terug in de tijd zou kunnen laten lopen, zou deze ogenschijnlijk wanordelijke input juist een keurige lichtbundel uit het wanordelijke medium doen komen. Recent hebben verschillende onderzoeksgroepen laten zien dat je inderdaad door de fase en amplitude van inkomend licht te optimaliseren scherp kunt zien wat zich aan de andere kant van een wanordelijk monster bevindt. Je zou kunnen denken dat dit beter zou werken naarmate de wanorde minder is: het zou toch makkelijker moeten zijn om door licht gematteerd glas iets te zien dan door een dikke laag witte verf. Verrassend genoeg werkt dit opheffen van wanorde via de inkomende bundel niet alleen uitstekend, maar zelfs beter, naarmate het monster wanordelijker is en ondoordringbaarder lijkt.

Open vragen

Wetenschappelijk is een grote verrassing dat je soms scherper door een wanordelijk medium kunt kijken dan kan met een hoogwaardig geoptimaliseerde microscoop. Vragen zijn er te over: Hoe scherp kun je ultiem door wanorde heen kijken? Kun je lichtpulsen scherp focuseren zowel in ruimte als tijd? Voor alle kleuren tegelijk? En wat betekent de informatie eigenlijk die verstopt zit in de geconstrueerde optimale lichtbundel waarmee je scherp door een medium kijkt? Hoe versnellen we het algoritme dat nodig is om de optimale lichtbundel te vinden (dit moet voor elk wanordelijk medium opnieuw), zo dat het sneller is dan bewegingen (in het weefsel) van een patiënt? Hoe miniaturiseren we de table-top proefopstellingen tot nanoschaal om optische chips robuust te maken voor wanorde?

Deze nieuwe richting in het vakgebied fotonica begon rond 2009/2010 met: Nature Photonics 4, 320 – 322 (2010); Exploiting disorder for perfect focusing, I. M. Vellekoop, A. Lagendijk & A. P. Mosk, en is sindsdien wereldwijd snel aan het opkomen.