

Kijkje in de wetenschap: Erik van Heumen

Van synchrotrons tot supergeleiding, experimenteel natuurkundige Erik van Heumen is ermee bezig. Hoe gaat dat onderzoek in de praktijk? Wij vragen het hem!

Het onderzoek van Erik van Heumen in één minuut

Wij namen een kijkje in zijn lab en leerden een heleboel over het onderzoek naar gecondenseerde materie.

Ook benieuwd? Bekijk de video en lees het interview.

- [Wat hoop je te ontdekken met je onderzoek?](#)
- [Wat zijn die quantummaterialen eigenlijk waar je onderzoek naar doet?](#)
- [Wat kunnen we leren van dit onderzoek? Welke vragen hoop je te beantwoorden?](#)
- [Wat voor experimenten doe je om deze vragen te beantwoorden?](#)
- [Hoe ervaar je de link tussen theoretische en experimentele natuurkunde?](#)
- [Hoe gaat dat onderzoek in de praktijk? Wat zijn de leuke en minder leuke kanten?](#)
- [Hoe denk je dat je vakgebied er over 10 jaar uitziet? Zijn dan de meeste vragen wel beantwoord?](#)
- [Is er veel aandacht voor het onderzoek aan materialen vanuit het bedrijfsleven?](#)

Wat hoop je te ontdekken met je onderzoek?

In bijna alle computers en andere technologie vind je het materiaal silicium om stroom te geleiden. Dat is om veel redenen een goed materiaal: het is goedkoop en makkelijk te vinden in de natuur. Maar het heeft ook nadelige eigenschappen: bij het geleiden van stroom – dus bewegende elektronen – wordt er warmte gegenereerd door de botsende elektronen en gaat er dus energie verloren. Dit gebeurt bij alle normale materialen. Daarom doe ik onderzoek naar zogenaamde *quantummaterialen*. Het uiteindelijke doel is om nieuwe materialen te

vinden die gebruikt kunnen worden om snellere, energiezuinigere technologie mogelijk te maken.

[Terug naar begin](#)

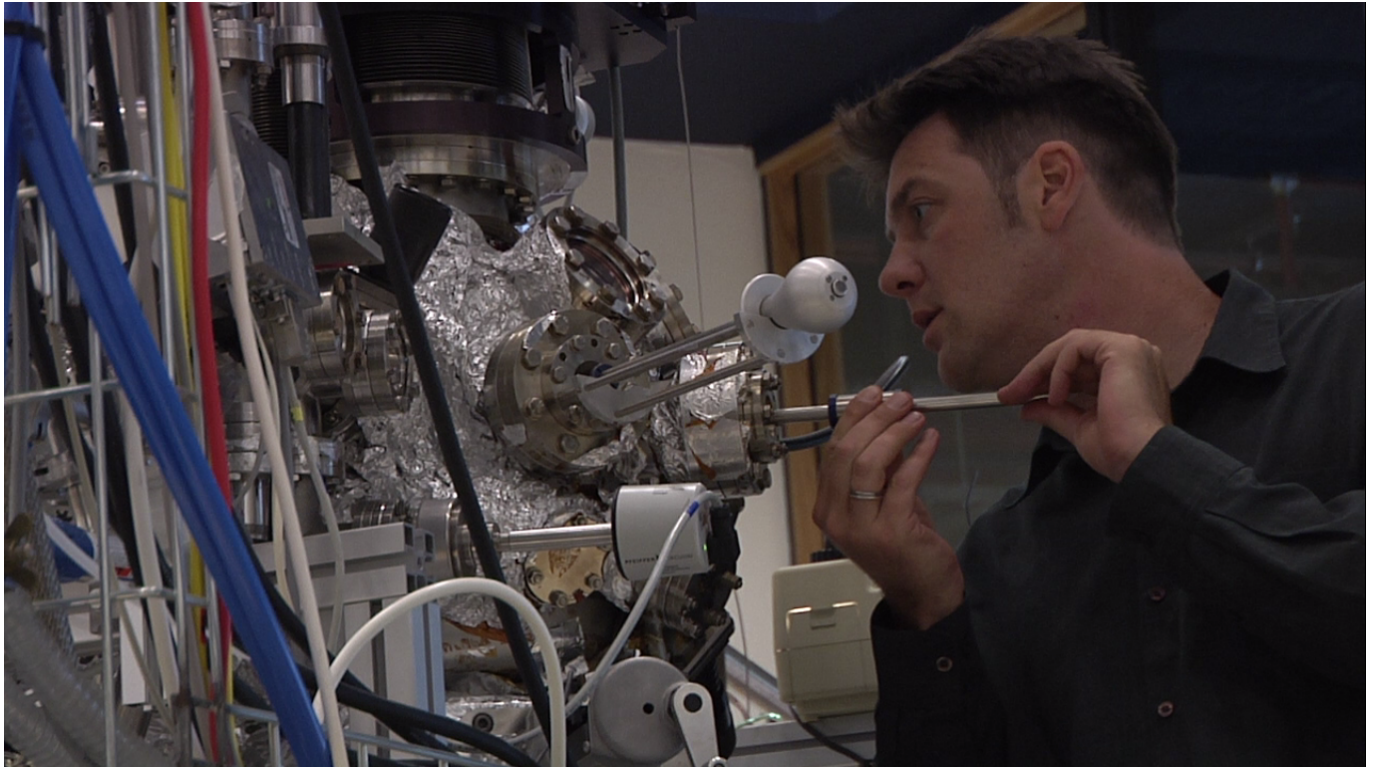
Wat zijn die quantummaterialen eigenlijk waar je onderzoek naar doet?

Quantummaterialen zijn materialen waarin nieuwe eigenschappen ontstaan uit de samenwerking van een enorme verzameling quantummechanische deeltjes. Supergeleiding is bijvoorbeeld een eigenschap die zo ontstaat. Nu vindt dat alleen nog maar plaats bij heel lage temperaturen omdat in de meeste materialen dan pas quantumeffecten veel invloed hebben. Wij hopen uiteindelijk materialen te kunnen maken die quantumeffecten zoals supergeleiding ook bij kamertemperatuur vertonen. Toch vindt het grootste deel van mijn onderzoek plaats bij heel lage temperaturen. Dan onderzoek ik materialen waarin quantumeffecten een grote rol spelen. We moeten de quantumeffecten namelijk eerst beter begrijpen voordat we quantummaterialen kunnen maken bij kamertemperatuur.

[Terug naar begin](#)

Wat kunnen we leren van dit onderzoek? Welke vragen hoop je te beantwoorden?

Mijn onderzoek is uiteindelijk heel fundamenteel gericht. Mijn grote hoop is dat ik ooit bijvoorbeeld een nieuwe theorie voor supergeleiding kan onderbouwen. Al zijn daar waarschijnlijk wel meer verschillende experimenten voor nodig dan ik in mijn lab kan doen. Zo proberen wij ook experimenten van anderen te ondersteunen of uit te breiden door er met andere technieken naar te kijken. In een zand- of zoutkorrel is het aantal deeltjes al zo groot dat je dat aantal niet eens kan bevatten. De speciale quantumeigenschappen krijg je als al die deeltjes zich als één geheel gaan gedragen. De theorie daarachter is heel ingewikkeld en is nog niet precies bekend. Er zijn wel theorieën die goede benaderingen zijn en met de komst van steeds betere computers kunnen die computers gebruikt worden om steeds betere voorspellingen te maken, maar dat is vrijwel altijd numeriek. Ook zijn een heleboel materialen in te delen in groepen – bijvoorbeeld isolatoren of supergeleiders. Juist door naar de verschillen binnen een groep te kijken verkrijgen we meer informatie over de algemene vraag: hoe ontstaat supergeleiding?

[Terug naar begin](#)

Afbeelding 1. Erik van Heumen Wil je meer weten over het onderzoek van Erik van Heumen? Volg zijn website: <http://vanheumen.quantummatter.nl/>

Wat voor experimenten doe je om deze vragen te beantwoorden?

Ik doe verschillende optische experimenten. In een van deze experimenten schijnen we licht op een materiaal en meten we hoeveel procent van dat licht gereflecteerd wordt. Dat herhalen we met licht van steeds verschillende golflengtes. Als je al die metingen achter elkaar plakt krijg je een *spectrum*. De elektronische structuur van het materiaal bepaalt hoe het spectrum eruitziet. De kleine dipjes en piekjes in het spectrum vertellen ons of het licht bij die golflengte gereflecteerd of geabsorbeerd wordt. Door dit te bestuderen kunnen we meer leren over hoe elektronen zich in een materiaal gedragen.

Bij een ander experiment schijnen we ook licht op een materiaal, maar nu meten we hoeveel elektronen er uit het materiaal ontsnappen. De elektronen in het materiaal kunnen namelijk de energie opnemen van de botsende lichtdeeltjes. Daarbij kan het zijn dat de elektronen zo veel energie hebben dat ze uit het materiaal ontsnappen, het [foto-elektrisch effect](#). Wij

meten dan met welke energie ze uit het materiaal ontsnappen en in welke richting ze het materiaal verlaten. Met die informatie kunnen we terugrekenen hoe de elektronen aan het bewegen waren toen ze nog in het materiaal zaten. Deze techniek leert ons dus weer iets over de elektronische structuur van het materiaal. Door deze twee technieken te combineren proberen we met verschillende modellen één complete beschrijving van het gedrag van elektronen in het materiaal te maken.

Dit soort experimenten voer ik soms ook uit met behulp van een synchrotron. Dat is een soort mini-CERN waar elektronen in een ring versneld worden. Op het moment dat een elektron een bocht omgaat verliest het een klein beetje energie in de vorm van licht. Dat licht kan een veel hogere energie en energiedichtheid hebben dan die ik in ons lab kan genereren. Door deze op het materiaal te richten kun je veel gevoeliger experimenten doen. Voor ons is de synchrotron dus eigenlijk een heel grote, speciale lamp.

[Terug naar begin](#)

Hoe ervaar je de link tussen theoretische en experimentele natuurkunde?

Het is in ons vakgebied altijd een combinatie van theorie en experiment. Dat komt doordat het bij optische spectroscopie best moeilijk is om de data te interpreteren: daar heb je veel theorie voor nodig. Soms ontdek ik met een experiment iets wat ik niet verwacht. Dan ga ik aan de slag met modellen om dat verschijnsel te verklaren. Ik werk ook veel samen met theoretisch fysici. De theorieën die dit soort processen beschrijven zijn namelijk zo ingewikkeld dat er een specialisatie voor bestaat.

[Terug naar begin](#)

Hoe gaat dat onderzoek in de praktijk? Wat zijn de leuke en minder leuke kanten?

Het is erg leuk om te werken met topmensen van over de hele wereld. Ik vind het ook leuk dat ik veel kan reizen voor dit werk, bijvoorbeeld als ik naar de synchrotron ga. Dat maakt het werk erg afwisselend. Maar wat vooral ook een leuke kant is, is de vrijheid die je hebt om je eigen onderzoek op te zetten. Onze onderzoeksgroep bestaat nu uit drie mensen. De grote kracht van onze groep is dat we verschillende technieken gebruiken om een quantummateriaal te bestuderen. Niet zozeer omdat het ene experiment beter is voor een

bepaald materiaal, maar omdat ze allemaal hetzelfde probleem vanuit een andere richting benaderen. De combinatie van die experimenten geeft een veel completer beeld. Dit is vrij uniek: er zijn voor zover ik weet geen andere groepen waarin binnen één onderzoekslijn deze behoorlijk verschillende technieken gecombineerd worden. Deze combinatie zorgt ervoor dat we breed onderzoek kunnen doen – dat maakt het extra leuk. Wat minder leuk is? Ik weet het eigenlijk niet. Soms heb je tegenvallers te verwerken, als je bijvoorbeeld hard aan een onderzoeksvorstel gewerkt hebt dat het net niet haalt omdat de competitie groot en heel sterk is. Of als een vermoeden voor een doorbraak toch niet door de experimenten bevestigd wordt. Het is ook wel heel hard werken, maar dat is juist iets wat ik graag doe. Het is voor mij een beetje mijn hobby als beroep. Ik denk dat het een van de leukste beroepen is die er zijn. Je bent namelijk heel vrij om de dingen te doen die je leuk vindt.

[Terug naar begin](#)

Hoe denk je dat je vakgebied er over 10 jaar uitziet? Zijn dan de meeste vragen wel beantwoord?

Ik denk niet dat we over tien jaar het gedrag van elektronen in quantummaterialen zo goed begrijpen dat we precies kunnen voorspellen wat de eigenschappen van alle materialen zijn. Als ik kijk naar de afgelopen tien jaar dan zijn er 6 à 7 grote doorbraken geweest. Denk aan materialen die maar uit één laagje atomen bestaan en compleet andere eigenschappen hebben dan normale materialen. Het was wel voorspeld dat ze andere eigenschappen zouden hebben, maar ook dat het materiaal nooit gemaakt zou kunnen worden. Dat blijkt toch te kunnen. Er worden ook continu nieuwe supergeleiders ontdekt. Een deel van de moeilijkheid hierbij is dat deze materialen geen materialen zijn die vrij in de natuur voorkomen. Er zijn oneindig veel mogelijkheden om vanuit de elementen van het periodiek systeem nieuwe materialen te maken, dus er zal altijd wel iets nieuws te vinden zijn. We willen uiteindelijk materialen maken die bijvoorbeeld silicium kunnen vervangen. Maar ik denk niet dat het ooit makkelijk te voorspellen zal zijn hoe we daar precies gaan komen.

[Terug naar begin](#)

Is er veel aandacht voor het onderzoek aan materialen vanuit het bedrijfsleven?

Soms werken we samen met bedrijven. Er is bijvoorbeeld een aantal projecten die echt

geïnspireerd zijn op vragen uit het bedrijfsleven. Maar over het algemeen zijn de materialen en ideeën waar we aan werken dusdanig ver verwijderd van echte toepassingen dat bedrijven daar nog niet heel erg geïnteresseerd in zijn. Er is een aantal voorbeelden van onderzoek en ontdekkingen die relatief snel bij het bedrijfsleven aansloegen en nu gebruikt worden. *High density hard drives* zijn allemaal gebaseerd op een ontdekking uit 1986 en die waren binnen 15 – 20 jaar gecommercialiseerd. De tijdschaal van nieuwe ontdekkingen tot commercialisatie ligt tussen de 10 en 30 jaar. Het onderzoek is dus vaak niet direct toepasbaar voor bedrijven.

[Terug naar begin](#)