

leunen meer naar de kant van het blauw en andere groene kleuren zijn geliger, maar geen enkele kleur groen is zowel blauw als geel. Ditzelfde principe geldt voor rood-groen. Roodgroen is niet hetzelfde als bruin, omdat bruin nooit in gelijke mate groen en rood oogt. Groen en rood verdwijnen in de kleur bruin, net zoals de kleuren geel en blauw verdwijnen in de kleur groen.

Kleuropponentietheorie

Wat maakt geelblauw of roodgroen tot een verboden kleur? Dat heeft te maken met het brein. De cellen in de kegels dragen de blauwe, groene en rode data over naar zenuwcellen, die de kleursignalen naar de hersenen sturen. De zenuwen maken er vier kleuren van, namelijk blauw, geel, groen en rood.

Hoe de zenuwen exact het signaal aan het brein doorgeven, dat moet de kleuropponentietheorie verklaren. Volgens de deze theorie zijn er twee zenuwbanen: één voor blauw en geel en één voor rood en groen, waardoor deze kleuren tegengesteld zijn voor elkaar en niet tegelijkertijd kunnen worden waargenomen. De ene zenuwbaan geleidt geel of blauw, maar niet beide tegelijkertijd. Dat geldt ook voor de andere zenuwbaan: die doet rood of groen.

Dat is de theorie, maar valt die te omzeilen? Tsou en Billock zijn altijd terughoudend geweest over de details van het experiment. Hun onderzoeksrapporten vallen onder de geheimhouding van de Amerikaanse defensie, en ze zijn niet bereikbaar voor een toelichting.

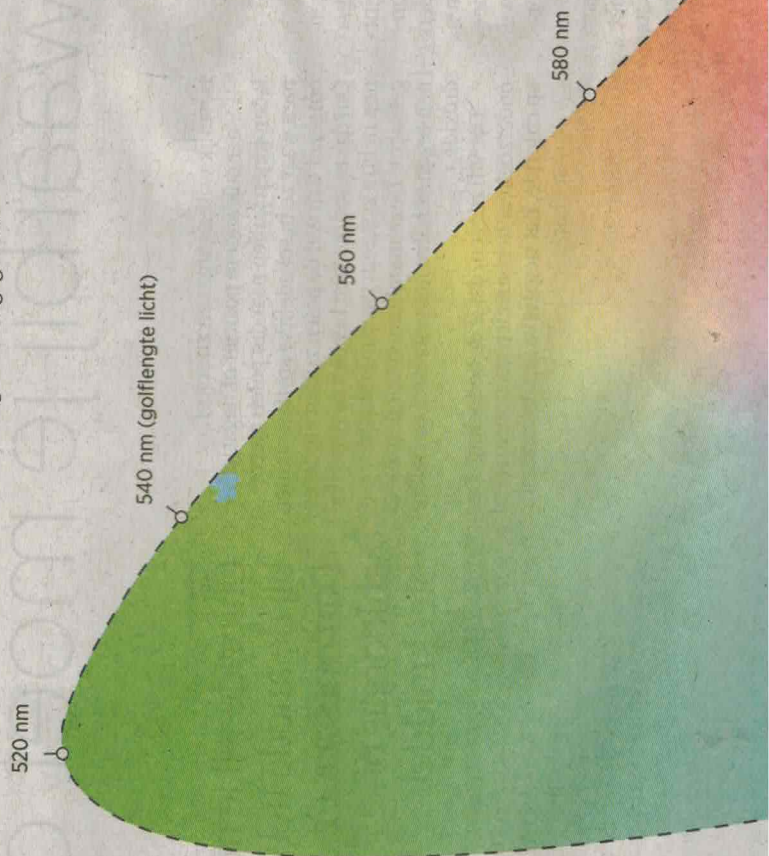
Maar neurowetenschapper Jeroen Goossens van het Donders Instituut aan de Radboud Universiteit vindt het concept van onmogelijke kleuren kunnen zien nog niet zo gek. Hij heeft zelf veel hersenonderzoek gedaan naar het zien van licht. "Het klassieke idee is dat blauw en geel met elkaar in competitie gaan en dat één van die kleuren het wint in signaaloverdracht. Als je ervoor

kan het inderdaad dat men nieuwe kleuren heeft waargenomen."

Volgens de Amerikaanse onderzoekers lukte het experiment bij zes van de zeven deelnemers. De zevende deelnemer bleek namelijk alleen grijs te zien in plaats van geelblauw of roodgroen. De overige zes kon-

Wat we wel kunnen zien

Een grafische weergave* van de kleuren die een mens kan waarnemen



NU is het wel de vraag wat er gebeurt met blauwgeel, infrarood of ultravioletole als we deze niet kunnen zien. Blijven dergelijke kleuren onzichtbaar of interpreteert ons brein dit als een andere kleur? Dat ligt eraan om welke kleur het gaat. Een paardenbloem is voor een mensenoog egaal geel, maar door de ogen van een vlinder hebben de buitentende randen van de bloemblaadjes een ultraviolette kleur. Het ultravioletole is voor ons onzichtbaar, maar we zien het als geel.

Blauwgeel zal voor een groene tint doorgaan en roodgroen voor een bruine. Of het aan onze kegeltjes ligt of aan onze hersenen, sommige kleuren zullen voor de meeste stervelingen nooit te zien zijn. Maar onder de juiste omstandigheden lijkt het een enkeling dus wel gegeven.

Het chromaticiteitsdiagram

In een chromaticiteitsdiagram kunnen we goed zien welke kleuren vallen in het zichtbare spectrum voor mensen. De kleuren langs de boog, die in de linkeronderhoek beginnen met violet en dan via blauw, groen, geel, oranje ten slotte overlopen in rood in de rechteronderhoek, zijn de kleuren die onze receptoren puur waarnemen. **Het hele kleurvlak daar tussen zijn de kleuren die ons brein samenstelt**, naar aanleiding van de pure kleursignalen van de receptoren op onze netvliezen. Dat geldt ook voor de rechte verbindingslinies tussen violet en rood, namelijk de paarse kleuren. In het midden loopt **het witte licht, dat kan variëren van warm wit licht met rode of gele tinten**, tot koud licht dat blauwe tinten heeft.

In de onlineversie van dit artikel op trouw.nl/wetenschap is een experiment inbegrepen waarbij u kunt proberen geelblauw te zien.