



**Donders Institute**  
for Brain, Cognition and Behaviour

# GEZICHTSBEDROEG



*"Mouth of Flower"*

©Copyright 2008 - Visions Fine Arts - All Rights Reserved

- Paradox van het zien
- Fantoom Figuren
- Onmogelijke Figuren
- Zien wat er niet is
- Hypothese testen
- Modeleren

## Biofysica

3VWO

3 | 2009



Cahier 3 | 2009

## GEZICHTSBEDROG

"hersenen als verhalen verteller"

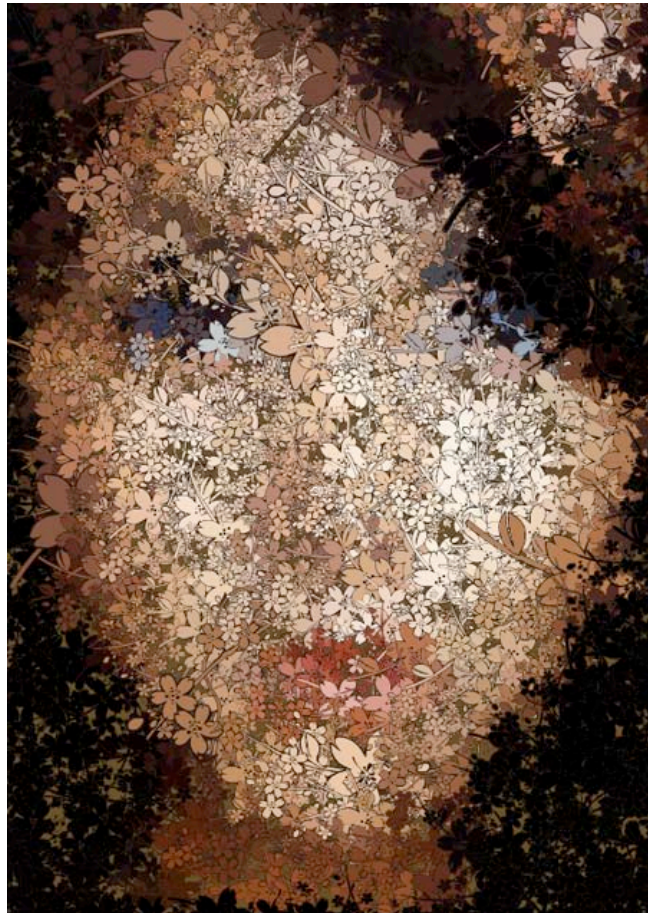
Het cahier GezichtsBedrog is een uitgave van het Donders Institute for Brain, Cognition & behaviour, te Nijmegen en verschijnt in het Kader van Sprint-UP

**Samenstelling:** Rob van der Willigen

**Vormgeving:** Rob van der Willigen

© Donders Institute, Nijmegen

ISBN/EAN



---

### Informatie en bestellingen:

**Donders Institute for Brain,  
Cognition and Behaviour**

telefoon: 0031 (0)24 3610631  
email: [R.vanderwilligen@donders.ru.nl](mailto:R.vanderwilligen@donders.ru.nl)  
[www.mbfys.ru.nl/staff/r.vanderwilligen](http://www.mbfys.ru.nl/staff/r.vanderwilligen)  
[https://lab.science.ru.nl/Main\\_Page](https://lab.science.ru.nl/Main_Page)

De maker heeft datgene gedaan wat redelijkerwijs van hem/haar kan worden gevergd om de rechten van de auteursrechthebbende op de beelden te regelen volgens de wettelijke bepalingen. Degenen die menen rechten te kunnen doen gelden, kunnen zich alsnog tot de maker wenden.



## Voorwoord

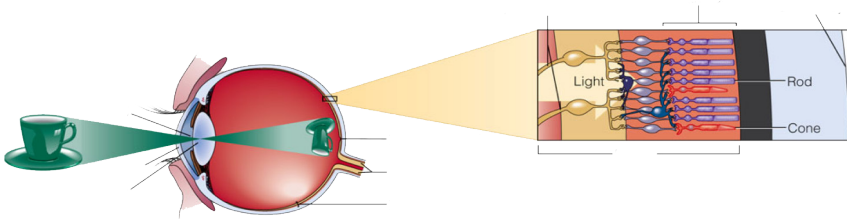
De snelle ontwikkelingen in de natuurwetenschappen, gekoppeld aan de toenemende belangstelling vanuit andere vakgebieden voor onderzoek aan de menselijke hersenen, heeft er toe geleid dat het biofysisch onderzoek sterk interdisciplinair van karakter is geworden. Dit wordt versterkt door de huidige universitaire organisatiestructuur waarbij onderzoek is ondergebracht in multidisciplinaire onderzoekscholen die vallen onder de noemer neurowetenschappen. Nederland vervult een internationaal toonaangevende rol op het gebied van hersenonderzoek. Echter, willen de neurowetenschappen in Nederland zich de komende decennia op topniveau kunnen blijven ontwikkelen, dan is het van belang om aankomende studenten bekend te maken met biofysisch onderzoek.

Natuurwetenschappelijk onderzoek wordt gedreven door twee beweegredenen: (1) die van de onverzadigbare nieuwsgierigheid en (2) die van de wil om te begrijpen. Niettemin wordt wetenschappelijk onderzoek gewoonlijk in een voor de leek ontoegankelijke taal naar buiten gebracht. Daarentegen kunnen beelden -zelfs ingewikkelde- de onderzoeker, en ook de leek, op een verbijsterend directe manier de weg wijzen. Vanuit dit inzicht is het cahier samengesteld. Met het thema "GEZICHTSBEDROG" wordt aanschouwelijk gemaakt hoe belangrijk en fascinerend biofysisch onderzoek kan zijn.

Wat gebeurt er bijvoorbeeld in de hersenen wat maakt dat we een gezicht zien in de omslag- illustratie en niet een verzameling bloemen. Dit fenomeen, genaamd *pareidolie*, is een vorm van illusie (waanbeeld) waarbij iemand een zodanige interpretatie van onduidelijke of willekeurige waarnemingen heeft, dat hij hierin herkenbare dingen meent waar te nemen. De naam is afkomstig van het Griekse para (naast) en eidolon (beeld). De reden voor het verschijnsel ligt er waarschijnlijk in dat onze hersenen verbanden tussen gegevens te leggen, ook als deze er eigenlijk niet zijn.

Het Cahier "GezichtsBedrog" geeft een korte beschrijving over hoe de biofysisch onderzoek ons inzicht kan verschaffen over de neurobiologische fundamenteën in ons brein en zintuigen die ten grondslag liggen onze visuele waarneming en dus aan gezichtsbedrog zoals pareidolie. In elk van de 6 hoofdstukken staan voorbeelden van hoe gezichtsbedrog door wetenschappers en kunstenaars is gebruikt om sommige aspecten van onszelf en de wereld waarin we leven beter te begrijpen. Deze benaderingswijze is deels overgenomen uit, en geïnspireerd door: "Het Beeld in de wetenschap" Harry Robin Nederlandstalige uitgave: Natuur & Techniek, 2001.

Rob van der Willigen,  
Research fellow in Visual and Auditory Perception



## Zien

We nemen onze omgeving scherp waar terwijl we lopen, fietsen of autorijden, en ook bewegende objecten kunnen we scherp zien. Terwijl retinale-afbeeldingen juist omgekeerd, instabiel en plat (tweedimensionaal, 2D) zijn.

In de wereld om ons heen vinden we aanwijzingen dat dieren (inclusief primaten zoals wijzelf) niet reageren op de afbeeldingen in hun ogen, maar op een "brein-veranderende-versie" ervan.

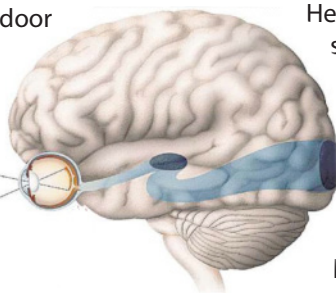
Wanneer de ogen van een kikker operatief worden omgedraaid t.o.v. zijn kop, dan kan hij geen vliegen meer vangen. Maar, na een paar dagen is de kikker hersteld. Dus het kikker-brein maakt dat wat de ogen aan beelden binnen halen geschikt om er iets mee te kunnen doen in de "buitenwereld".

# 1 Paradox van het Zien

## Zien is meer dan fotos maken

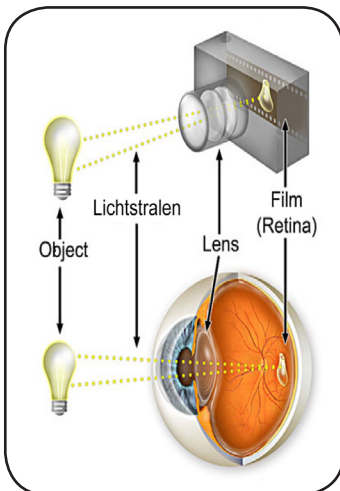
### Het oog als camera

We zien de wereld om ons heen door middel van onze ogen en de daarmee verbonden delen die tezamen het "visuele-brein" vormen. Het proces van de visuele gewaarwording delen we op in een aantal stadia.



Het zuiver optische stadium (het afbeeldings-proces) in het oog wordt vaak vergeleken met de werking van een camera, waarin ook een lens een afbeelding vormt op een lichtgevoelige filmlaag.

Hoewel deze vergelijking onjuist is, leidt zij wel tot zinvolle vragen.

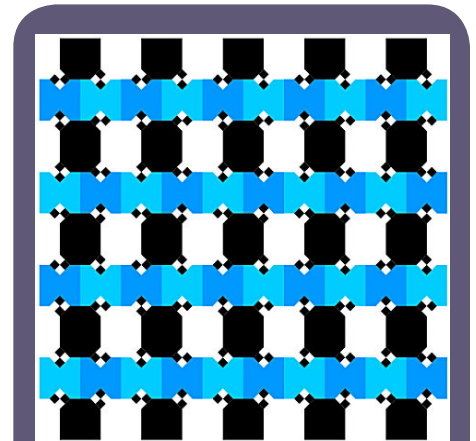


Het eerste stadium is zuiver "optisch": het vormen van een scherpe afbeelding door de lens van het oog op het netvlies (**retina**), dat de lichtgevoelige cellen bevat. Volgende stadia zijn het omzetten van een afbeelding in zenuwsignalen en het verwerken van deze signalen door de hersenen.

**Hoe is het mogelijk dat we met ons oog scherp en "recht op stand" zien?**

Bij het maken van een foto moeten we de camera zoveel mogelijk stil houden. Wanneer niet de camera, maar het gefotografeerde object beweegt, wordt de foto onscherp. Ook wordt het object "op zijn kop" afgebeeld. Tenslotte moet de belichtingstijd zeer kort zijn.

Het oog beweegt in het hoofd, het hoofd beweegt op ons lichaam, dat zich weer verplaatst in de ruimte. Het netvlies is continu belicht. Toch hoeft je niet muiskil te zitten om goed te kunnen zien!



Bij het kijken naar het "blokopatroon", zoals hierboven afgebeeld, zullen velen de indruk hebben dat de *horizontale* blauwe balken scheef lopen.

**Er is een prijs die we betalen voor deze "Brein-veranderde-versie". Zien is "niet natuurgetrouw". Dit fenomeen kennen we als "Gezichtsberg".**

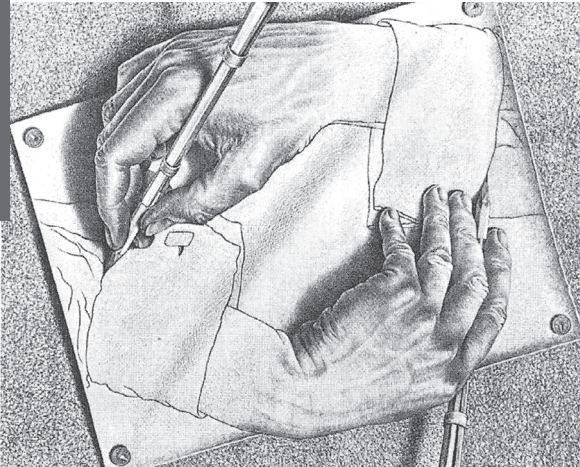
In dit cahier zullen we stap voor stap nagaan hoe wetenschappers / kunstenaars "gezichtsbedrog" bestudeerd hebben. Beide concluderen dat ons brein zich gedraagt als een "verhalen verteller".

In de wetenschap weerspiegelt het "experiment" het doel van de onderzoeker om oorzaak en gevolg vast te leggen, en zo een "hypothese" (een veronderstelling) te kunnen testen door deze te aanvaarden of te verwerpen.

## 2 Zien is Keuzes Maken

### Hypothese Testen

De hypothese van twee zichzelf tekende handen staat weliswaar niet los van het beeld op ons netvlies maar ze botst wel met de "natuurwet" die ons leert dat handen vast zitten aan een lichaam en het is dat lichaam wat maakt dat die handen tekenen.



Het brein interpreteert en maakt zo een keuze.

Het vertelt een verhaal vanuit een bepaald uitgangspunt of hypotese:

*Een gedachte waar niet aan getwijfeld wordt.*

Tekenen van wat we om ons heen zien vormt de oudste methode om waarnemingen vast te leggen.

De waarnemer verklaart:

*"Ik keek en dit is wat ik zag."*

Zoals de grottekeningen van de Cro-Machnon (zie blauwe kader).



Prehistorische grottekeningen van Lascaux in Zuid-Frankrijk tonen kleurrijke afbeeldingen van dieren, die meer dan 15.000 jaar geleden werden gecreëerd.

Als een hand een potlood vasthoudt, en als een tweede hand ook een potlood vasthoudt ... en als dit afgebeeld wordt op een stukje papier, wat zien we dan?

De litho "Tekenen" (1948) van de graficus Escher, zoals weergegeven in het midden van deze pagina, doet ons geloven dat twee handen "elkaar tekenen".

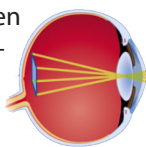
We kunnen nu tevreden de armen over elkaarslaan en het verband tussen de retinale-afbeelding van de ogen (oorzaak) en de "brein-veranderende-versie" ervan (gevolg) als opgelost beschouwen: Er moet hier sprake zijn van "gezichtsbedrog".

Deze hypothese is onjuist. Het was Escher's bedoeling ons te bedriegen. Toch zal elk kind van een jaar of 3-4 zich niet voor de gek laten houden; simpelweg omdat het jonge brein niet de verbanden "kent" die de meeste volwassenen wel zouden "zien".

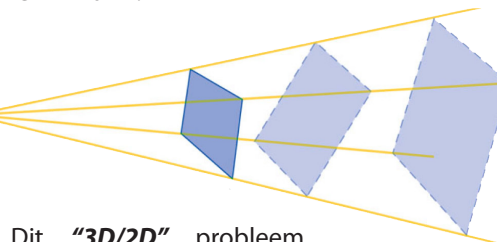
Zo bezien is het maken van een tekening geen betrouwbare methode om oorzaak en gevolg vast te leggen.

## 2D Afbeelden van Objecten is Ambigue

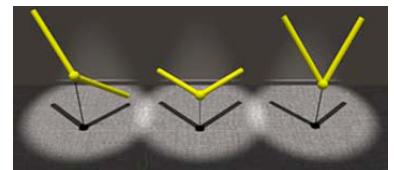
Ambigue betekent dubbelzinnig of meerduidig. Tastbare objecten hebben een 3D vorm. Retinale afbeeldingen zijn 2D. Hierdoor vormen beelden op de retina altijd een plat-vlak waardoor ze ambigue zijn. Objecten die verschillen in 3D vorm en zich op ongelijke afstand van het oog bevinden kunnen daardoor precies dezelfde oppervlakte van de retina bestrijken.



Dus één afbeelding (zwart) kan tot stand komen door objecten (geel) die verschillen in vorm.



Dit "3D/2D" probleem dwingt het brein om keuzes te maken.



Het afbeeldingsproces in ons oog van 3D naar 2D heeft tot gevolg dat we gevoelig worden voor mogelijke interpretatie fouten van het brein.

# 3 Zien is niet aangeboren

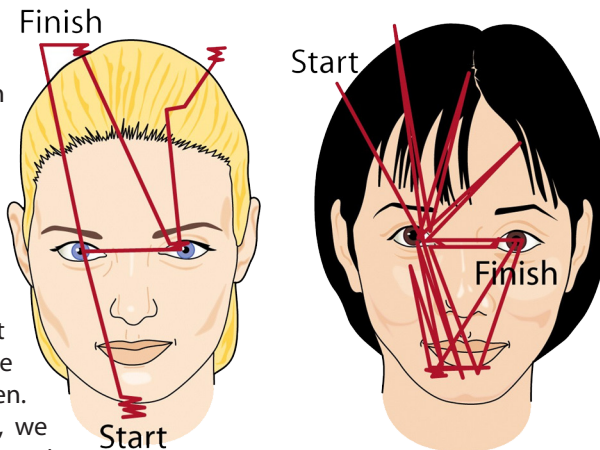
## Kijkbewegingen

Zien is "iets" dat we moeten leren. Baby's steken allerlei voorwerpen in hun mond. Ze betasten dingen en nemen zo een heleboel informatie in zich op.

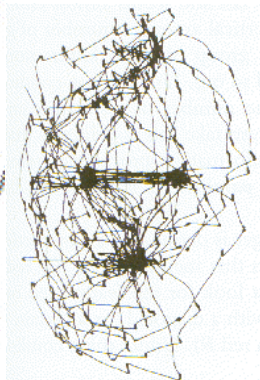
Pas op latere leeftijd zijn we in staat te bepalen wat we zien zonder dat we onze tastzin hoeven te gebruiken. We zien of iemand boos is, we weten of een voorwerp zwaar is alleen door ernaar te kijken. Onze ogen kunnen reiken, grijpen en betasten.

Zoals leren lopen betekent dat je achter-eenvolgens leert zitten, kruipen en staan voor je aan de eerste pasjes toe bent, zo doorlopen we ook verschillende niveaus van kijken voordat we in één oogopslag begrijpen wat we zien. Rond negen jaar heeft een kind dit proces normalerwijze achter de rug.

Dat zien niet aangeboren is kan worden zichtbaar gemaakt door het meten van kijkbewegingen bij kinderen van verschillende leeftijden. Pas op de leeftijd van drie jaar zijn we in staat om naar die dingen te kijken die van belang zijn voor het herkennen van gezichten. Het goed aan sturen van onze ogen is zelfs pas volleerd op de leeftijd van zes jaar.



De rode lijnen zijn kijkbewegingen van een eenjarige (links) en een driejarige (rechts) gedurende een minuut. Het linker plaatje hieronder laat de kijkbewegingen zien van een zesjarige. De zesjarige maakt veel meer kijkbewegingen dan de peuters in de zelfde tijd. Opvallend is ook dat veel naar de ogen en mond wordt gekeken.



## Visuele Valkuilen

Er is een groep van mensen die niet hebben leren zien zoals de meeste van ons, of dit vermogen hebben verloren. Dit zijn patiënten met hersenletsel. Het opvallende aan deze groep is dat hun "zien" hen niet in staat stelt om de buiten wereld om te zetten in een betekenisvolle wereld. Opmerkelijk is ook dat zij dit niet in de gaten hebben (zie paarse kader, links).

Ongevoeligheid voor de realiteit van alle dag maakt ook ongevoelig voor "visuele valkuilen" zoals het gezichtsbedrog beschreven in hoofdstuk 1. Dit schijnbaar gunstige effect heeft echter dramatische gevolgen. Het kan "bewegings blindheid" veroorzaken



Ongevoelig voor beweging, voelt Giesla Leibold zich ongemakkelijk wanneer ze met een roltrap naar beneden gaat



## Hersenletsel



Een veel beproefde methode om de relatie tussen wat de ogen aan beelden binnen halen en "zien" te begrijpen is het bestuderen van personen waarvan bekend is dat hun hersenen beschadigd zijn.

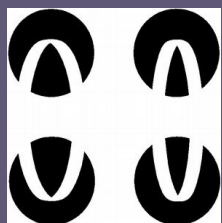
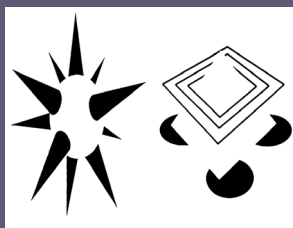
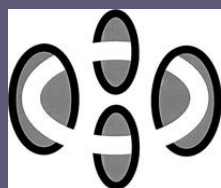
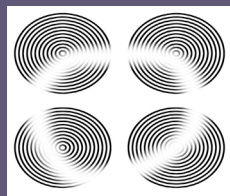
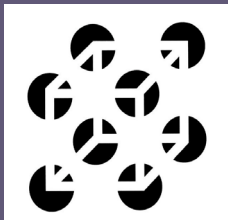
"Patiënten met hersenletsel", schreef Oliver Sacks, "zijn reizigers naar onvoorstelbare gebieden". In zijn beroemde boek 'Een antropoloog op Mars' worden zeven portretten van zulke reizigers beschreven, waaronder een portret van een kunstenaar die na een auto-ongeluk zijn vermogen verliest om kleuren te zien, en een "hippie" tot een hopeloos geval verklaard, blind, in een rolstoel beland.

De hippie voelde zich gelukkig, hij was blind voor zijn eigen blindheid. Hij was een ander mens geworden, als gevolg van zijn kwaal. De kunstschilder wist nog alles van kleur, maar de innerlijke betekenis ervan was hij kwijtgeraakt. Hij ging over op zwart en wit voedsel: zwarte olijven, witte yoghurt. 'Zijn oude, bruine hond zag er nu zo vreemd voor hem uit dat hij zelfs overwoog een dalmatiër te nemen.' Maar de schilder begon zich over zijn handicap heen te zetten, hij vermande zich, hij zou voortaan schilderen in zwart en wit, hij bereikte 'een terugkeer tot het leven'.

Hun verhalen zijn daarom paradoxaal (tegenstrijdig), omdat neurologische afwijkingen (hersenaandoeningen) een bestaan tot gevolg hebben dat door anderen als 'abnormaal' wordt afgedaan, terwijl voor hun zelf dit afwijkende juist als volkomen normaal en prettig wordt ervaren.

Onze hersenen passen zich voortdurend aan onze directe behoeften, vooral aan de behoefte een samenhangende wereld op te bouwen, door wat voor defecten of storingen in de hersenfunctie het ook mag zijn getroffen.

## Fantoom Figuren



# 4 Zien wat er niet is

## Fysische Ruimte

Zien is *geen* natuurgetrouwe spiegel van de wereld om ons heen. Buiten ons bevindt zich de echte, fysische ruimte. Die 3D buitenwereld voldoet exact aan meetkundige wetten zoals de regel van Pythagoras. Anders gezegd, we kunnen er een x-y-z assenstelsels in tekenen. De fysische ruimte wordt hierdoor een 3D meetkundige ruimte waarin geometrische relaties zoals de "regel van Pythagoras" geldig zijn.

De fysische ruimte zoals wij hem zien, de "**visuele ruimte**", is niet gebonden aan meetkundige wetten. Tussen de geometrische ruimte en de visuele ruimte zit dus een wereld van verschil.

Het zien begint natuurlijk met twee ogen. Tasbare objecten hebben een 3D vorm, en veroorzaken zo twee iets afwijkende 2D beelden op onze netvliezen. Twee zenuw-bundels transporteren beide

retinale-beelden naar het visuele centrum achter in de hersenen, de "**visuele cortex**", waar ze worden verwerkt. Wat wij zien, is uiteindelijk wat we de visuele ruimte noemen. Tijdens de transformatie van fysische ruimte naar visuele ruimte treden talloze vervormingen op. Een daarvan is de 3D-2D vervorming zoals besproken in hoofdstuk 2: "2D afbeelden van objecten is ambigue".

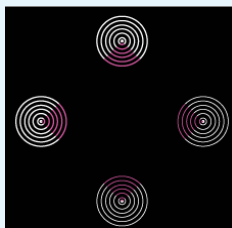
Zien is zelden natuurgetrouw, en vroegere ervaringen sturen onze interpretatie ervan. Hoe is het dan mogelijk dat we één "**coherent beeld**" hebben van de wereld om ons heen.

Hoe is het mogelijke uit veel oplossingen de juiste te vinden zodat we grip krijgen op de fysische ruimte.

## Fantoom figuren bestaan alleen in de visuele ruimte



Het invullen van grenzen (B) door het brein ontstaat doordat in de retina eerst de grenzen van de Pac-Man's worden bepaald (A). Vervolgens maakt het brein (C) het oppervlak binnen de fantoom grenzen helderder dan haar omgeving, zodat uiteindelijk D zichtbaar wordt. Dit neurale proces verklaart ook waarom kleur zich als *neon licht* verspreid over een zwart oppervlak.



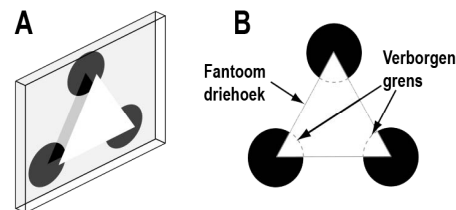
## Visuele Ruimte

Sinds de *Renaissance* (1453) proberen wetenschappers en kunstenaars te voorspellen hoe wij de fysische ruimte zien. Centraal uitgangspunt is dat je de visuele ruimte meetkundig kunt beschrijven, net zoals je dat met de fysische ruimte kunt. Als dat zo is, dan bestaat er een meetkundige relatie die het exacte, getalsmatige verband weergeeft tussen de fysische ruimte en de visuele ruimte.

Halverwege de negentiende eeuw verschenen er een nieuw soort illustraties in natuurwetenschappelijke publicaties die deze hypothese weerlegde. Een van de meest overtuigende zijn de "**fantoom figuren**" gemaakt door Italiaanse fysioloog *Gaetano Kanizsa*.

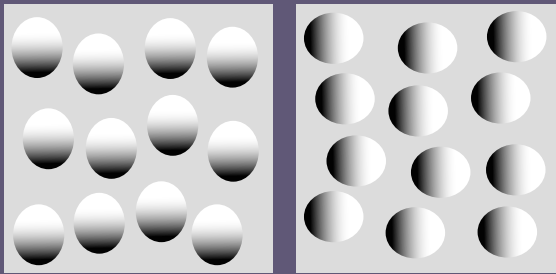


Ons brein kan nagenoeg moeiteloos een vierkant maken met slechts vier Pac-Man achtige schijfjes als enige bron van informatie (A). Het raadselachtige van dit vermogen is dat het brein de randen van dit "fantoom vierkant" automatisch invult. Immers, op de retina wordt geen vierkant afgebeeld maar 4 *Pac-Man's*. Onze hersenen hebben kennis over de fysische ruimte omdat alleen wanneer de Pac-Man's naar elkaar toewijzen en op dezelfde rechte lijn worden afgebeeld ontstaat er een fantoom vierkant. De vier Pac-Man's in (B) leveren het bewijs hiervoor.

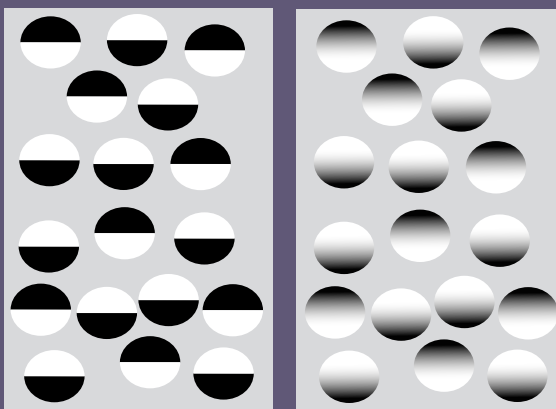
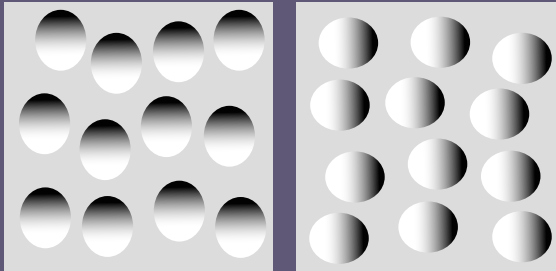


Ons brein heeft kennis over hoe oppervlakten zich verhouden in de fysische ruimte. Het "weet" dat oppervlakten iets kunnen afdekken (A), waardoor objecten deels verborgen blijven (B).

## Schaduw versterkt diepte werking



De zwart-wit schijfjes zijn ambigue. Je kunt ze zien als ei-vormig (naar je toe gebogen) of als kuil-vormig (naar binnen gebogen). De typering kuil-, of ei-vormig hangt af van de richting van de zwart-wit gradient. Draai de pagina maar ondersteboven, dan worden de ei-vormige schijfjes kuil-vormig, en de kuil-vormige schijfjes worden ei-vormig.



SCHADUW-GEZICHT

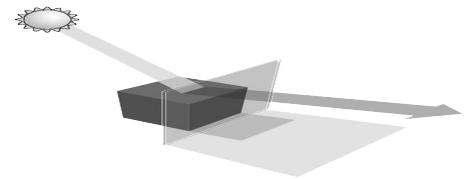
Een zeer grove zwart-wit gradient is niet voldoende om de illusie van een bol-vormig object op te wekken. Merk ook op dat het zeer eenvoudig is om alle ei-vormige schijfjes te scheiden van de kuil-vormige schijfjes. De zwart-wit schijfjes zijn nauwelijks van elkaar te onderscheiden.

## 2D of 3D?

Het retinale beeld in onze ogen is ambigue. Hierdoor is ons brein genoodzaakt om uit een veelvoud van mogelijkheden de meest voor de hand liggende keuze te maken. Om dit te kunnen, moet het brein beschikken over bepaalde uitgangshypothesen. De analyse van de wijze waarop we schaduw en contrast verschillen zien maakt duidelijk welke "verborgen" hypothese ons brein gebruikt om diepte (3D) te geven aan 2D vormen.

Het aanbrenge van een "zwart-wit gradient" (langzaam verloop van licht naar donker) op een cirkel (2D) geeft de indruk van een bol-vormige object (3D), zoals aanschouwelijk is gemaakt in het paarse kader hiernaast. Tenslotte zorgt de orientatie van de zwart-wit gradient ervoor dat ei- en kuil-vormige schijfjes goed van elkaar te scheiden zijn. Deze vorm van gezichtsbedrog is als volgt te begrijpen.

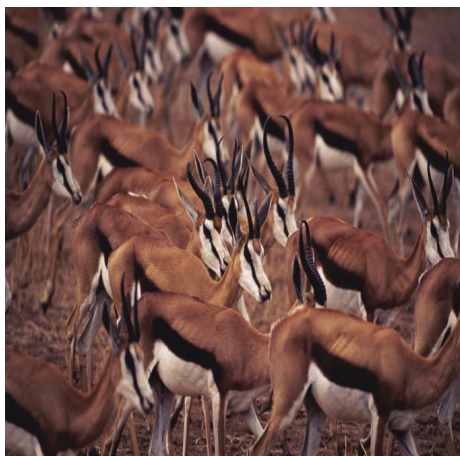
Ons brein gaat ervanuit dat er één licht bron is die de zwart-wit gradient veroorzaakt.



# 5 Zien is diepte invullen

## Schaduw als camouflage

De anti-schaduw bij Gazellen maakt dat ze moeilijker van elkaar te onderscheiden zijn. De donkere zwarte band in het midden van hun romp en kop voorkomt dat er een licht-naar-donker gradient kan ontstaan.



## Schaduw & Helderheid

Zwart-wit gradienten beïnvloeden ook de helderheid waarmee we oppervlakte waarnemen. Een egaal grijze balk in het midden van een zwart-wit gradient zien we helder aan de zwarte zijde, en donker aan de witte zijde van de gradient.



Elk schaakstuk zoals hier links afgebeeld heeft de zelfde helderheid. Toch ontstaat de indruk dat de onderste rij schaakstukken veel donkerer van helderheid zijn dan de bovenste rij.





## De aantrekkingskracht van het onmogelijke



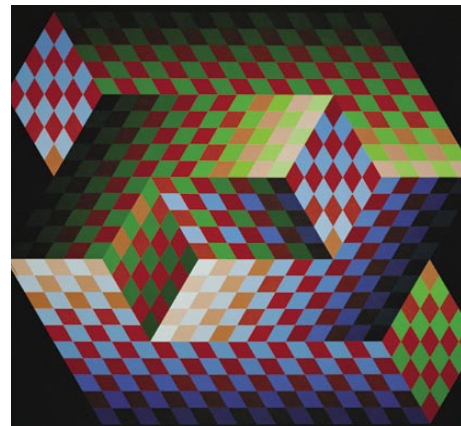
Hoe gaat ons visuele brein om met tegenstrijdige beelden?

Het kost enige tijd om ons ervan te vergewissen dat er bedrog in het spel is. Om vervolgens weer te twijfelen dat dit toch niet het geval is. Logisch denken kost veel tijd. Zien gebeurt vrijwel direct, is instantaan!

Deze innerlijke strijd laat zien dat we heel goed zijn in het herkennen van fysieke onmogelijkheden!

## Zien is evolutionair bepaald

Er is een groep illustraties die zo'n grote mate van onzekerheid bij ons oproepen dat ze bistabiel worden. Neem de z.g.n. Necker kubus zoals hieronder afgebeeld. We zien in het midden of een L-vorm naar beneden, of (2) naar boven gericht.



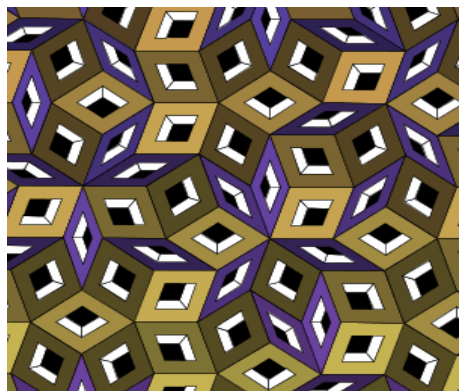
Ons brein heeft vrijwel direct door dat beide L-vormen mogelijk zijn, daardoor blijven we afwisselen tussen beide mogelijkheden. Tegelijkertijd, heeft het een veelheid aan mogelijke andere vormen uitgesloten. Het opmerkelijke aan deze schijnbaar bistabiele valkuil is dat zelfs babies deze ondergaan in minder dan een seconde. Bistabiliteit is dus evolutionair bepaald, en komt dus ook voor in minder abstracte illustraties.

# 6 Zien is visuele waarheid

## Betekenisvol gezichtsbedrog

### Biologie van het zien

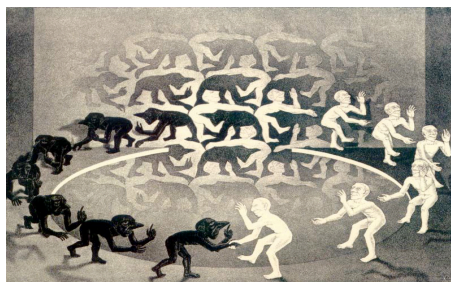
We hebben een reis gemaakt door de "magische" wereld van de visuele hersenen. We hebben ontdekt dat gezichtsbedrog het best te beschrijven is als "onverwachte valkuilen van het zien." Het zijn "ogenschijnlijke" weeffouten die alleen kunnen bestaan in de visuele ruimte van onze hersenen (zie hieronder).



Er zijn tal van visuele valkuilen die in strijd lijken te zijn met de natuurkundige eigenschappen van de ons omringende, tastbare wereld. Dus, zo op het eerste gezicht lijkt ons visuele brein zeer gevoelig voor gezichtsbedrog. In dit hoofdstuk bespreken we tal van voorbeelden die de volgende hypothese lijken te bevestigen.

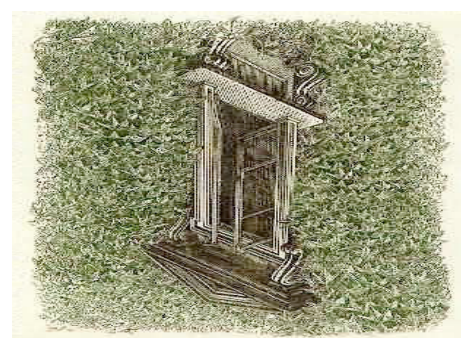
**Gezichtsbedrog is geen valkuil maar Visuele werkelijkheid**

Veel vormen van gezichtsbedrog zijn biologisch te verklaren. Het vermogen van ons brein om schaduw-werking te vertalen in 3D vormen is zo'n voorbeeld. Het heeft tot gevolg dat objecten die zich aftekenen van hun omgeving door schaduw-werking zeer snel worden opgemerkt. De Gazelle maakt hier dankbaar misbruik van m.b.v. anti-schaduw, zoals besproken in hoofdstuk 5.



**Gezichtsbedrog draagt biologische kenmerken in zich mee**

Ons brein lijkt dubbelzinnig interpretaties te verfoeien (zie hoofdstuk 5). Denk aan het "schaduw-gezicht" dat we altijd waarnemen alsof het naar ons toegelicht is. Hoe zeer je ook je best doet, het gezicht blijft ei-vormig. Dit geeft blijk van kennis over de fysieke samenhang van de dingen om ons heen. Het uitblijven van gezichtsherkenning door alternatieve interpretaties toe te staan is biologisch gezien nadeliger dan misinterpreteren van een gezicht dat wel aanwezig is.



Dat zoiets als bistabiliteit voorkomt geeft aan dat ons brein voortdurend bezig is, om grip te krijgen op de wereld om ons heen.

Samenvattend kunnen we stellen dat het visuele brein moeiteloos de meest voor de hand liggende interpretatie kiest, of zelf invult, door gebruik te maken van ingebouwde kennis over de tastbare wereld om ons heen. Anders gezegd, gezichtsbedrog is geen valkuil maar geeft blijk van een visuele zoektocht naar de werkelijkheid.

# M.C.Escher

**N**ederlandse graficus, geboren 17 juni 1898  
Leeuwarden Friesland. Overleden 27 maart  
1972 Hilversum.



Maurits Cornelis Escher visualiseerde wiskunde dusdanig dat leek en hoogleraar door zijn werken werden (worden) geboeid. Hij verstond de kunst om wiskundige ideeën uit te beelden waar professionele wiskundigen net uit waren gekomen of zelfs nog jaren werk voor nodig hadden. Hiermee kunnen we Escher zien als één van de grootste, zo niet de grootste, personen op het grensvlak van de wiskunde en de kunst van deze eeuw en langer. Het is dan ook des te opvallender dat hij niets van wiskunde begreep en hij ook niet zag wat andere kunstenaars dreef tot hun werk. Hij was eigenlijk gewoon een goed graficus met voorkeur voor de houtsnede, een goed meetkundig inzicht gecombineerd met een grote interesse voor wiskundige ideeën en een stevige werklust.

## **PRACTICUM OPGAVEN “GezichtsBedrog” NOV2009**

**Alle Demonstraties en Players staan op webpagina:**

[http://www.mbfys.ru.nl/~robvdw/PRACTICUM\\_ILLUSIONS/](http://www.mbfys.ru.nl/~robvdw/PRACTICUM_ILLUSIONS/)

**Om alle demos te kunnen gebruiken zijn er een aantal applicaties nodig.**

**Als deze ontbreken kun je ze vinden op:**

[http://www.mbfys.ru.nl/~robvdw/PRACTICUM\\_ILLUSIONS/PLAYERS/](http://www.mbfys.ru.nl/~robvdw/PRACTICUM_ILLUSIONS/PLAYERS/)

**Voor dit practicum is een DATABASE met 50 verschillende typen**

**“gezichtsbedrog”**

**Deze Demos kun je vinden op:**

[http://www.mbfys.ru.nl/~robvdw/PRACTICUM\\_ILLUSIONS/DEMOS/](http://www.mbfys.ru.nl/~robvdw/PRACTICUM_ILLUSIONS/DEMOS/)

**OPZET van het practicum:**

**Deel 1: Bestuderen van de DEMOS; “hands on approach”**

**Deel 2: Benoemen van datgene wat maakt dat er sprake is van “Bedrog”.**

**Deel 3: Zelf-reflectie. “Wat heb ik geleerd?”**

**Deel 4: Feedback. Klassikale nabeschuwing. Was de uitvoering doeltreffend, wat kan beter, waarmee in het vervolg meer rekening houden?**

**Deel 1 is bedoeld om je te laten omgaan met de multimedia nodig om de Demos goed te kunnen bestuderen. (10-15 minuten)**

**Deel 2 staat centraal, dit kost de meeste tijd om goed uit te voeren.**

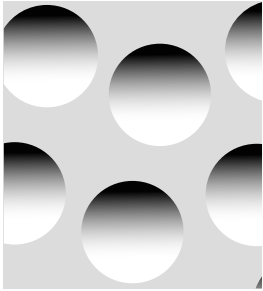
**(50 to 60 minuten)**

**Deel 3-4 Zijn bedoeld om erachter te komen of de opzet van deze lessenreeks over Zien en Gezichtsbedrog geschikt is voor 3-4 VWO.**

## Deel 2

**W**e onderscheiden een groot aantal oorzaken voor "gezichtsbedrog".

### De wereld in 3D



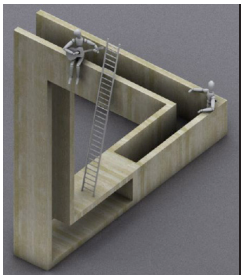
Onze wereld is 3D. Alles heeft een hoogte, een breedte en een diepte.

### Je ziet wat je kent



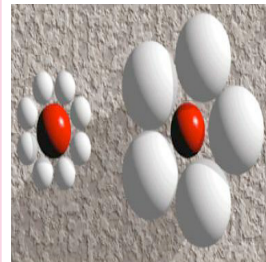
Alles wat we zien, vergelijken we met tekeningen en patronen die al in ons hoofd zitten. Als je één keer iets hebt gezien, zul je het daarna altijd herkennen.

### Onmogelijke figuren



Sommige tekeningen kloppen niet maar zien eruit alsof ze wel kloppen. Zulke figuren noemen we onmogelijke figuren, omdat ze 'onmogelijk' echt kunnen bestaan.

### Invloed van omgeving



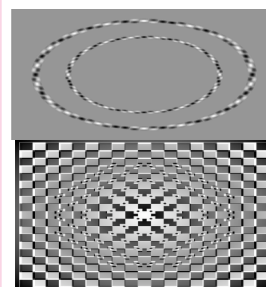
Soms lijken lijnen krom terwijl ze recht zijn. Of is het niet duidelijk of iets groot is of juist klein. Dit zijn optische illusies die veroorzaakt worden door de dingen die er om heen staan, door de omgeving.

### Ambigue figuren



Ambigue figuren zijn figuren die je op twee manieren kan bekijken, met andere woorden je kan er twee dingen in zien.

### Sterke contrasten

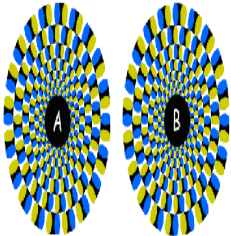


Ook sterke contrasten in sommige figuren kunnen een optische illusie doen ontstaan. Zo zie je dingen die er niet zijn, of juist dingen niet die er wel zijn.

# Deel 2 vervolg

**W**e onderscheiden een groot aantal oorzaken voor "gezichtsbedrog".

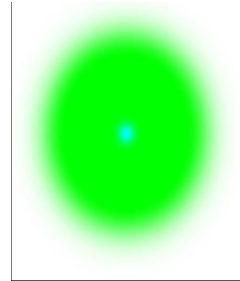
## Bewegende figuren



Proccena www.frotyoptica.com Based on work of Albrecht Kohn

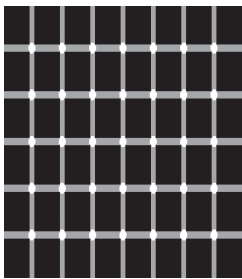
Sommige tekeningen hebben een bewegend effect. Het is waarschijnlijk de combinatie van kleur, vorm en omgeving die er voor zorgt dat je hersenen in de war raken.

## Nabeelden



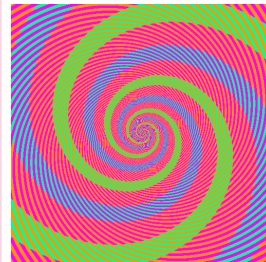
Als je in een donkere kamer met een smeulende houtspaander snel een kring in de lucht maakt, zie je een lichtcirkel. Een beeld dat op het netvlies valt, werkt nog een tijdje na. Dat nabeeld ontstaat door oververmoeidheid van de netvliessen. Volgens dit principe ontstaan er ook optische illusies.

## Laterale inhibitie



Als je je ogen over de Hermann-grid laat gaan, zie je sommige witte stipjes even zwart worden. Dit komt omdat de receptoren die hier de witte kleur zouden moeten waarnemen, even geblokkeerd zijn vanwege de hoge mate van contrast in de Hermann-grid. Je neemt dus de laterale inhibitie van je eigen receptoren waar.

## Kleur



Een mooie spiraal zult u denken, in de kleuren, blauw, groen en roze. Echter, de kleuren blauw en groen in bovenstaande afbeelding zijn hetzelfde! De directe omgeving van de kleuren zorgt er echter voor dat ze verschillende lijken. Dat ze hetzelfde zijn kunt u zien als we de spiraal van wat dichterbij bekijken.

## Gezichts gebonden



In een masker is het heel erg moeilijk om een hol gezicht te zien elfde gezicht. Beide gezichten zijn androgeen, waarbij het ene gezicht meer contrast heeft dan het andere.

## Gezichts gebonden



Het linkergezicht lijkt vrouwelijk te zijn, en het rechtergezicht mannelijk! Echter, het is twee keer hetzelfde gezicht. Beide gezichten zijn androgeen, waarbij het ene gezicht meer contrast heeft dan het andere. Hierdoor lijken de contouren scherper en interpreteren we dat gezicht als mannelijk!

## Deel 2 vervolg

**W**e onderscheiden een groot aantal oorzaken voor "gezichtsbedrog".

**B**enoem voor 20 DEMOs welke van de hierboven beschreven oorzaken ten grondslag ligt of liggen aan de desbetreffende illusie. Maak een lijst en noteer op 2 to 4 A4tjes.

**G**eef bij elk van de 20 gekozen DEMOs aan wat de biologische verklaring kan zijn. Zie hoofdstuk 6.

**E**r is ook in indeling mogelijk op basis van het stadium van de visuele verwerking. Dat wil zeggen, we spreken van puur **Fysiologische Illusies** als ze direct optreden en geen voorkennis vergen. We spreken van **Cognitieve Illusies** wanneer je alleen op basis van voorkennis gevoelig bent voor 'Bedrog'. Geef aan tot welke categorie de door jouw gekozen 20 Demos behoren.

