

# Hoe werkt Blu-ray Disc ?



## Analoog versus digitaal

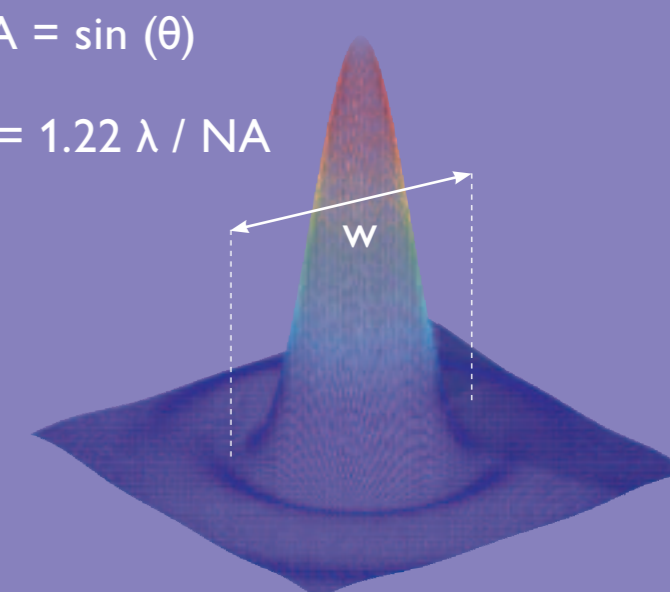
Beeld en geluid bestaan uit analoge signalen: signalen die continu in de tijd variëren. De eerste analoge geluidsdrager werd uitgevonden door Thomas Edison in 1877: de phonograaf. Met de komst van de CD in 1982 werd voor het eerst deze informatie vastgelegd in digitaal formaat. Het grote voordeel van digitaal ten opzichte van analoog, is de grotere opslagcapaciteit en de betere kwaliteit van de opgeslagen signalen. Na de Compact Disc kwamen DVD voor standaard video en Blu-ray Disc voor HD-TV (High DefinitionTV) op de markt.

## Kleur bekennen

De opslagcapaciteit van een Blu-ray Disc wordt bepaald door de grootte van de laserspot op de disc. Hoe kleiner de spot, des te kleiner kunnen we de putjes maken. De grootte van de laserspot ( $w$ ) wordt eenduidig bepaald door de kleur van het laserlicht (de golflengte  $\lambda$ ) en de zogenaamde numerieke apertuur (NA) van de objectieflens. Het natuurkundig principe dat hieraan ten grondslag ligt heet diffractie of buiging van licht.

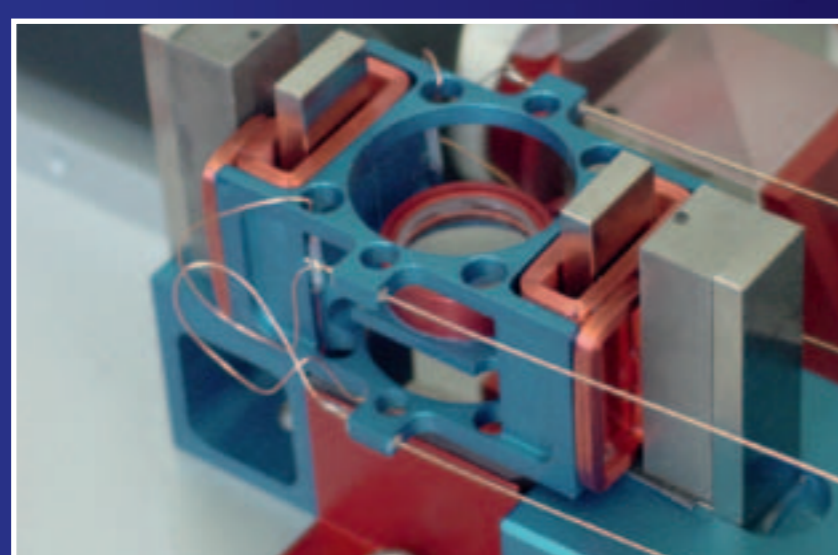
$$NA = \sin(\theta)$$

$$w = 1.22 \lambda / NA$$



## Een 'kleverige' laserspot

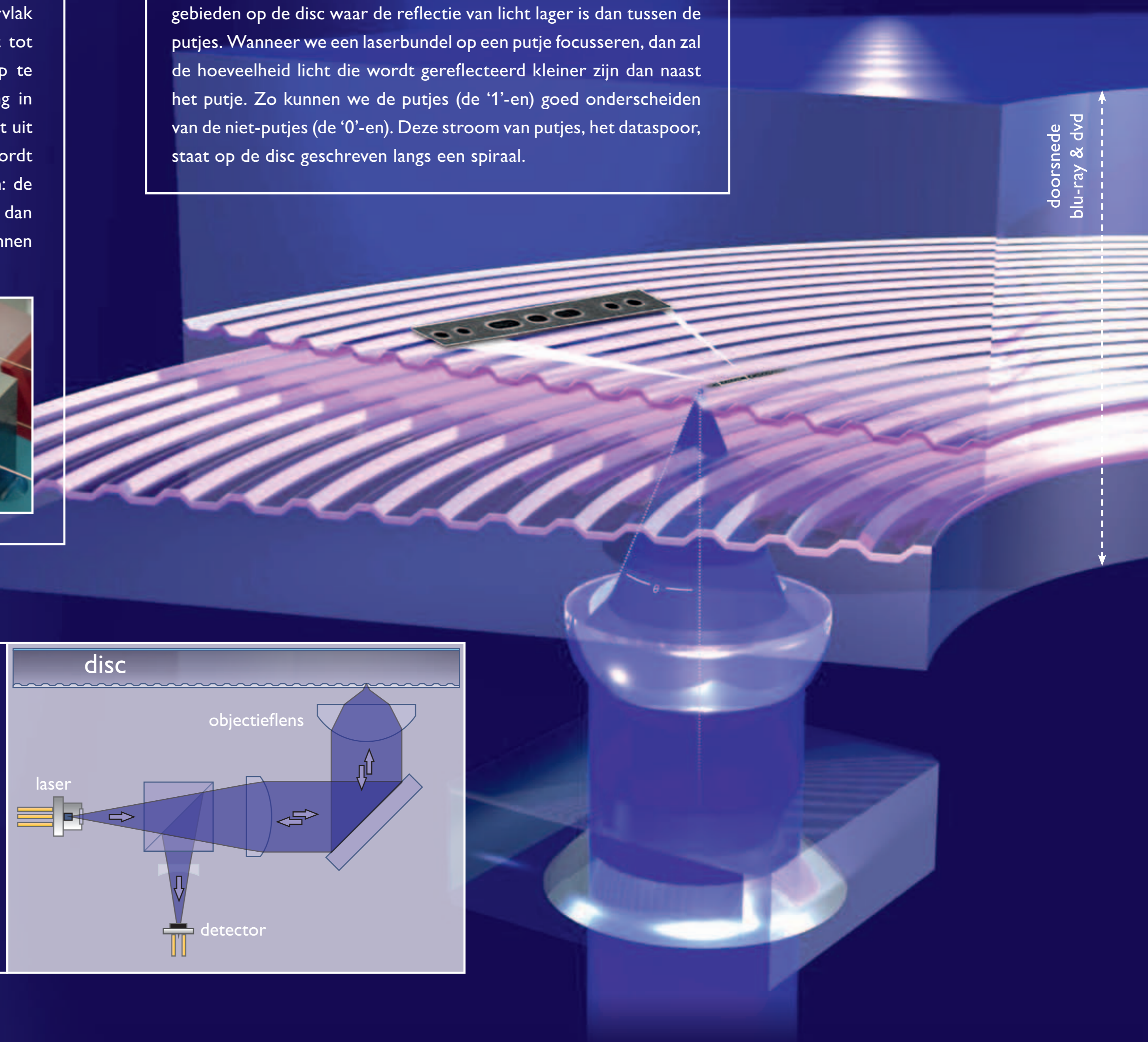
Wanneer een CD, DVD of Blu-ray Disc gaat rondspinnen zal hij ten gevolge van onbalans gaan trillen (dit is dat vervelende geluid dat je hoort bij een high-speed drive). Hierdoor zal het discoppervlak en het dataspoor voortdurend uit focus geraken, hetgeen leidt tot onnauwkeurige of zelfs foutieve uitlezing. Om dit probleem op te lossen zit de objectieflens in een 2D-actuator, die nauwkeuring in hoogte en loodrecht op de dataspoeren kan worden ingesteld. Het uit focus raken van de disc levert een optisch foutsignaal op dat wordt gebruikt om de actuator instantaan de goede kant op te sturen: de laserspot plakt als het ware vast aan de disc! De laserspot valt dan steeds samen met het centrum van de dataspoeren en de data kunnen correct worden uitgelezen.



De werking van de 2D-actuator is gebaseerd op een luidspreker: een spoel die in een magneetveld hangt, zal ten gevolge van de Lorentzkracht gaan bewegen wanneer er een elektrische stroom doorheen wordt gestuurd.

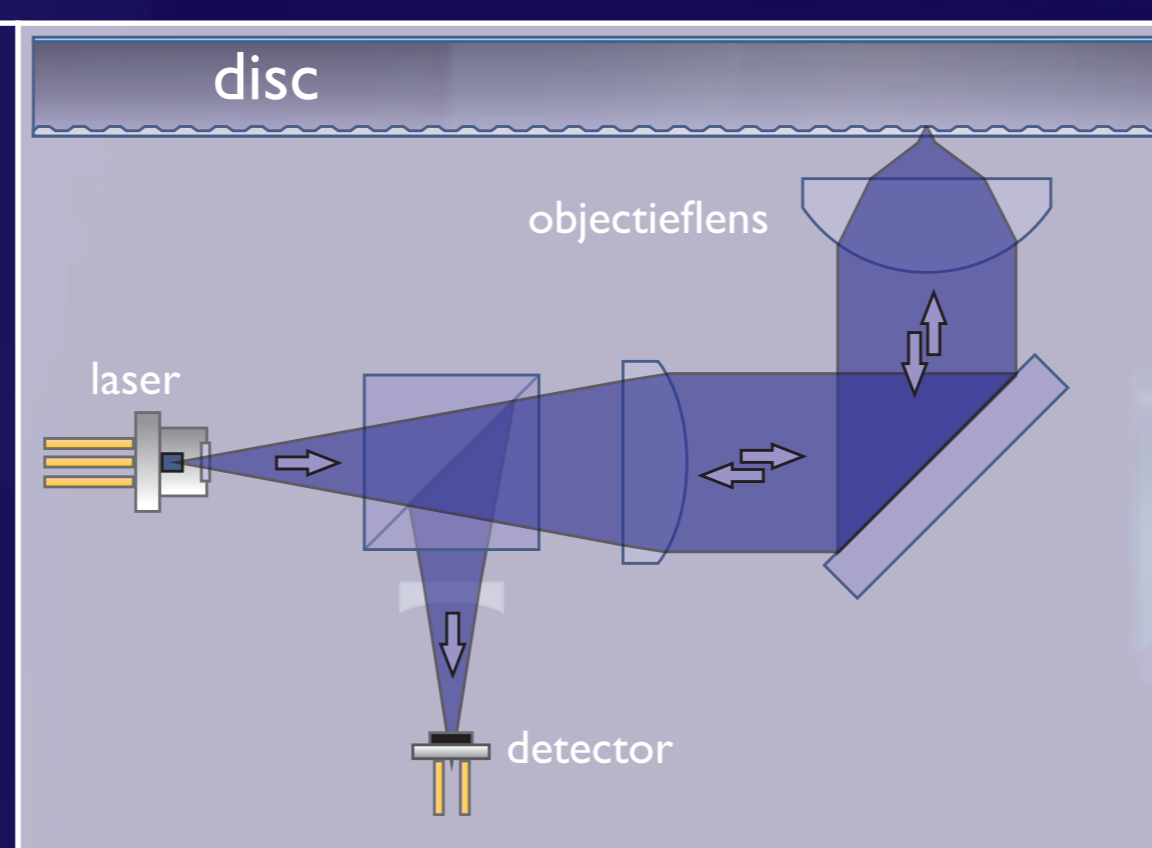
## Groeven en putjes

Op een CD, DVD en Blu-ray Disc zijn de binaire data aangebracht in de vorm van putjes met een bepaalde lengte. Deze putjes zijn gebieden op de disc waar de reflectie van licht lager is dan tussen de putjes. Wanneer we een laserbundel op een putje focuseren, dan zal de hoeveelheid licht die wordt gereflecteerd kleiner zijn dan naast het putje. Zo kunnen we de putjes (de '1'-en) goed onderscheiden van de niet-putjes (de '0'-en). Deze stroom van putjes, het dataspoor, staat op de disc geschreven langs een spiraal.



## Een scannende microscoop ?

Om de binaire data op de disc weer uit te lezen, wordt gebruik gemaakt van het principe van een scannende microscoop. Met behulp van een laser en een objectieflens wordt een zeer klein lichtspotje (kleiner dan een vierkante micrometer) op de disc geprojecteerd. Al naar gelang de hoeveelheid reflectie, wordt meer of minder licht gereflecteerd richting een detector, die vervolgens meer of minder signaal (in de vorm van een elektrische stroom) afgeeft. De 1-en kunnen we onderscheiden van de 0-en door te kijken naar de grootte van het detectorsignaal.



| CD                         | DVD                        | Blu-ray Disc               |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| $\lambda = 780 \text{ nm}$ | $\lambda = 660 \text{ nm}$ | $\lambda = 405 \text{ nm}$ |
| NA=0.45                    | NA=0.65                    | NA=0.85                    |
| 1.2 mm substraat           | 0.6 mm substraat           | 0.1 mm substraat           |
| 0.65 GBytes                | 4.7 GBytes                 | 25 GBytes                  |
|                            |                            |                            |
| INFRAROOD                  | ROOD                       | VIOLET                     |

## Nog meer opslagcapaciteit

Op een CD past 650 MBytes (1 MByte is 8 miljoen bits). Met de introductie van DVD als filmdrager was meer opslagcapaciteit nodig: 4.7 GBytes, ruim 7 keer meer dan CD! De technische ontwikkeling die dit mogelijk maakte, was een laser met een kortere golflengte (van infrarood naar rood) en een betere objectieflens met een hogere numerieke apertuur (NA van 0.45 naar 0.6). De volgende generatie optische dataopslag was Blu-ray Disc (BD), waarbij een blauwe laser en een hoge-NA objectieflens zorgen voor 25 GBytes per data laag (een 2-laags schijfje bevat 50 GBytes). BD is daarom bij uitstek geschikt voor het opslaan en distribueren van HD en 3D TV filmmateriaal.