

**Het Ei van Columbus of misschien toch niet?**

**Chris Hakkaart**

**De schuifkaart**

Onlangs kreeg ik een schuifkaart met de titel "HET EI VAN COLUMBUS" in handen. Het enige dat ik er uit kon opmaken is dat de kaart iets te maken heeft met het kruisen van diverse vogelsoorten. Maar termen als Intermediaire, Geslachtsgebonden, Dominante en Recessieve eigenschappen, en vele al dan niet ingekleurde bolletjes, maakten het gebruik ervan nog niet duidelijk. Gelukkig stond de naam van de samensteller, *S.J. Houtenbos* erop (dat geeft enig houvast bij naspeuringen) en verder *De Regenboog, Amsterdam*. Deze laatste blijkt een uitgever te zijn.



Een zoektocht op het internet leverde het volgende citaat op: "Als de heer Houtenbos nu nog leeft, zou hij ver over de 100 jaar moeten zijn. Ik heb hem gekend toen hij, denk ik, 50 jaar oud was en ik was toen begin 20 en nu ben ik bijna 70. Hij woonde in Alkmaar en kweekte *grasperkieten*. Tegenwoordig zijn de laatst genoemden geëvolueerd tot *grasparkieten*. Dus hem persoonlijk uitleg vragen lukt niet meer.

Het blijkt dat Houtenbos in 1961 een boek heeft geschreven met de titel: *Ik kan vogels houden*. Op [Boekwinkeltjes.nl](http://Boekwinkeltjes.nl) ging ik zoeken of er nog een oud exemplaar van bestaat. En zo waar, voor € 2,00 kon ik een exemplaar bestellen. De porto van € 4.50 bleek een veelvoud van de prijs te zijn. Hopelijk stond er iets over de schuifkaart in dat boek.

Enkele dagen later lag het boek in de bus. Het blijkt zeer gedetailleerd over allerlei kenmerken van diverse thuis te houden vogels te gaan, inclusief allerlei voort te planten eigenschappen. Het boek eindigt, na bijna 270 pagina's, met een toelichting op de schuifkaart. Dus nu kon ik aan de slag. Na de nodige uren interessant leeswerk is het volgende over deze kaart te melden.

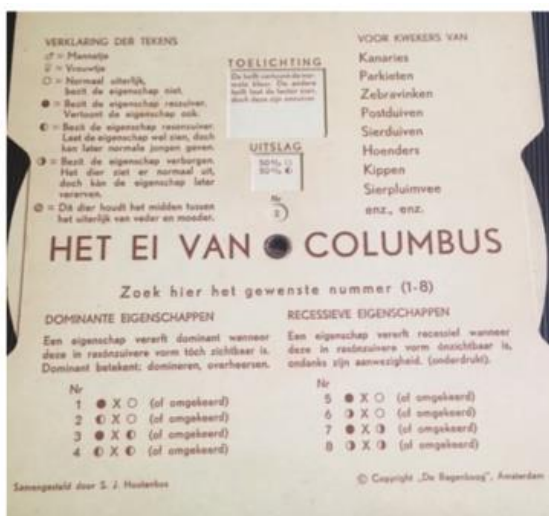


Fig. 1. Voor- en achterkant van de schuifkaart.

De schijf is bedoeld voor het kruisen van vogels volgens de wetten van Mendel. Bij de bevruchting komen de helft van de chromosomen (waarin de genen zijn gelegen) van de voortplantingscellen van het vrouwtje en de helft van de chromosomen van het mannetje bij elkaar en bepalen samen de kenmerken van de nieuwe, jonge vogel.

### Eigenschappen

De overdracht van erfelijke factoren vindt volgens vaste regels plaats. Er zijn 4 mogelijkheden:

1. *Dominante* (overheersende) vererving. Er zijn kleuren die dominant zijn over andere kleuren, Zo is bij parkieten de groene kleur dominant over blauw, geel en wit. Blauw is dominant over wit en geel over wit.
2. *Recessieve* (onderdrukte) vererving. Dit is het logisch gevolg van dominantie. In bovenstaand voorbeeld is blauw recessief, onderdrukt. Blauw vererft recessief ten opzichte van groen
3. *Intermediare* (vermengend) vererving. Hier mengen de kleuren zich. Bij paring van een zwarte en een witte muis zijn de jongen grijs. Bij parkieten komt dit voor bij de keelstippen. Bij paring van grote stippen met kleine stippen zullen de jongen stippen krijgen die qua grootte ertussen in liggen.
4. *Geslachtsgebonden* vererving. Er is een chromosoom dat voor het geslacht man of vrouw bepalend is, de X. Heeft de kiemcel slechts één X-chromosoom, dan groeit deze uit tot een vrouwtje. Bij twee X-chromosomen zal de jonge vogel uitgroeien tot een mannetje.

### Hoe duiden we mannetjes en vrouwtjes aan?

De geslachtsgebonden vererving, zoals hiervoor beschreven, deed mij twifelen aan mijn oude (of misschien wel verouderde) kennis. Reden om dit nader te onderzoeken. De website <https://nl.wikipedia.org/wiki/Geslachtschromosoom> geeft een toelichting.

1. XY: Bij onder meer de meeste zoogdieren, waaronder de mens, en sommige insecten wordt het XY-systeem gebruikt, waarbij vrouwtjes twee X-chromosomen hebben en mannetjes een X- en een Y-chromosoom.
2. WZ: Onder andere vogels en sommige insecten en vissen gebruiken een omgekeerd systeem, waarbij mannetjes twee identieke chromosomen hebben en vrouwtjes twee verschillende. De identieke chromosomen heten Z-chromosomen, en het andere chromosoom heet W-chromosoom.
3. In het eerder genoemde boek van Houtenbos uit 1961 wordt gesproken over twee identieke X-chromosomen bij het mannetje en een X-chromosoom bij het vrouwtje. Om de systematiek nog wat ondoorgrondelijker te maken, worden bij zebrevinkjes de mannetjes als XX aangeduid en de vrouwtjes als XY.
4. X0: Nog weer andere insecten gebruiken het X0-systeem, waarbij vrouwtjes twee X-chromosomen hebben en mannetjes maar één. Dit is eigenlijk een variant van het XY-systeem, waarbij het Y-chromosoom geheel ontbreekt. Sommige dieren, waaronder *Caenorhabditis elegans*, gebruiken een variant op dit systeem, waarbij dieren met één X-chromosoom mannelijk zijn en dieren met twee X-chromosomen hermafrodit.
5. Haplo-diploïde: Een sterk afwijkend systeem wordt gebruikt door insecten zoals bijen, het haplo-diploïde systeem. In dat geval zijn er geen specifieke geslachtschromosomen. Bij dit systeem hebben mannetjes slechts één van elk chromosoom (haploïde). Ze worden geboren uit onbevruchte eitjes. Vrouwtjes hebben een dubbel stel chromosomen (diploïde).
6. Overige: Naast deze hoofdsystemen bestaat er nog een veelheid aan andere mechanismen voor de bepaling van de sekse, zoals bij *Ellobius lutescens* en *Tokudaia tokunoshimensis*.

Kortom, de aanduidingen zijn wat complexer dan in eerste instantie gedacht.

## Vererving

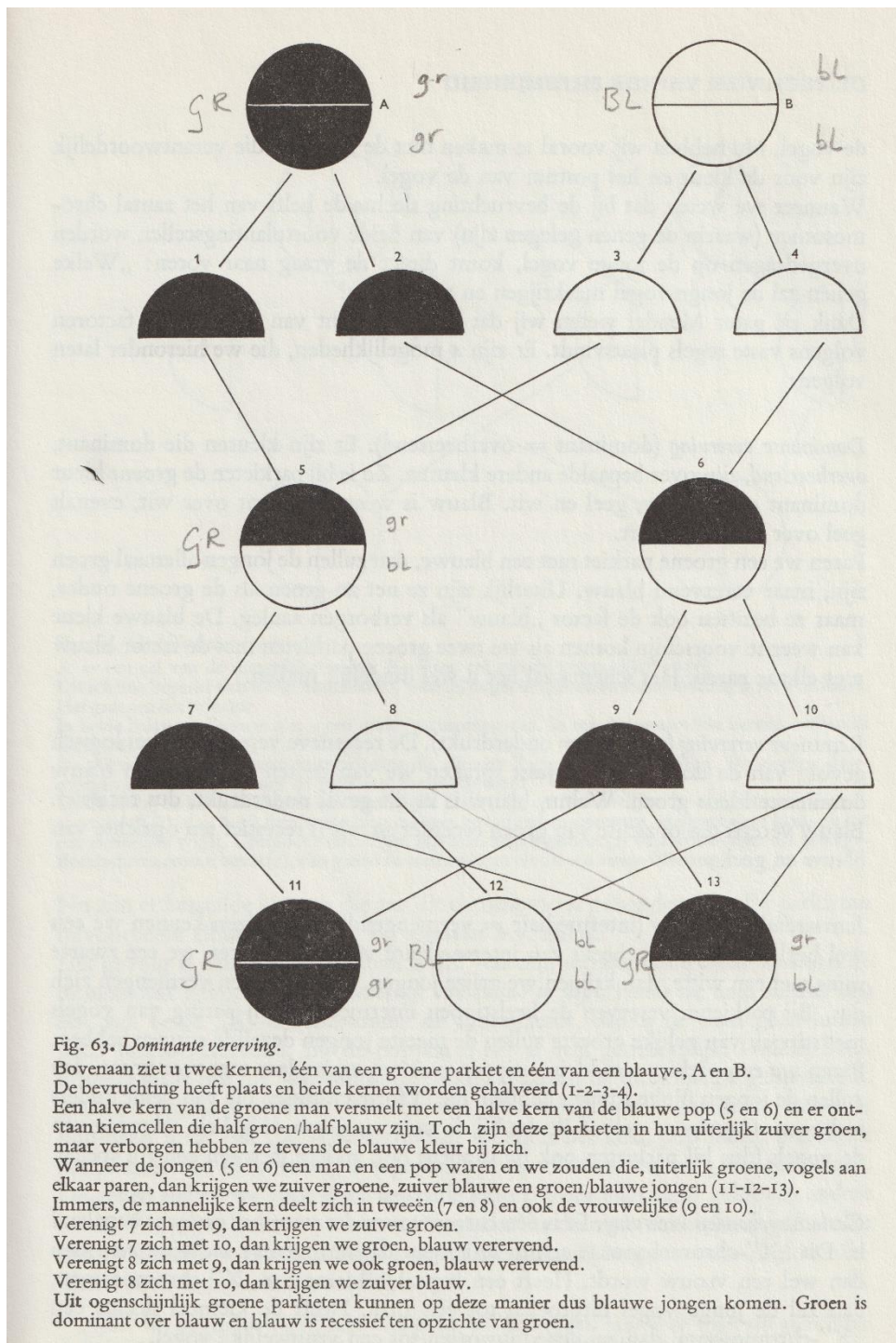


Fig. 2. *Mogelijkheden van dominante en recessieve vererving.*

Figuur 2 laat de mogelijkheden van een kruising tussen een groene en blauwe vogel zien. Het plaatje is afkomstig uit het eerder genoemde boek van Houtenbos. Op de onderste regel is een mogelijk resultaat te zien:

Ofwel een zuiver groene vogel; ofwel een groene vogel die ook blauw verervend is; ofwel een zuiver blauwe vogel.

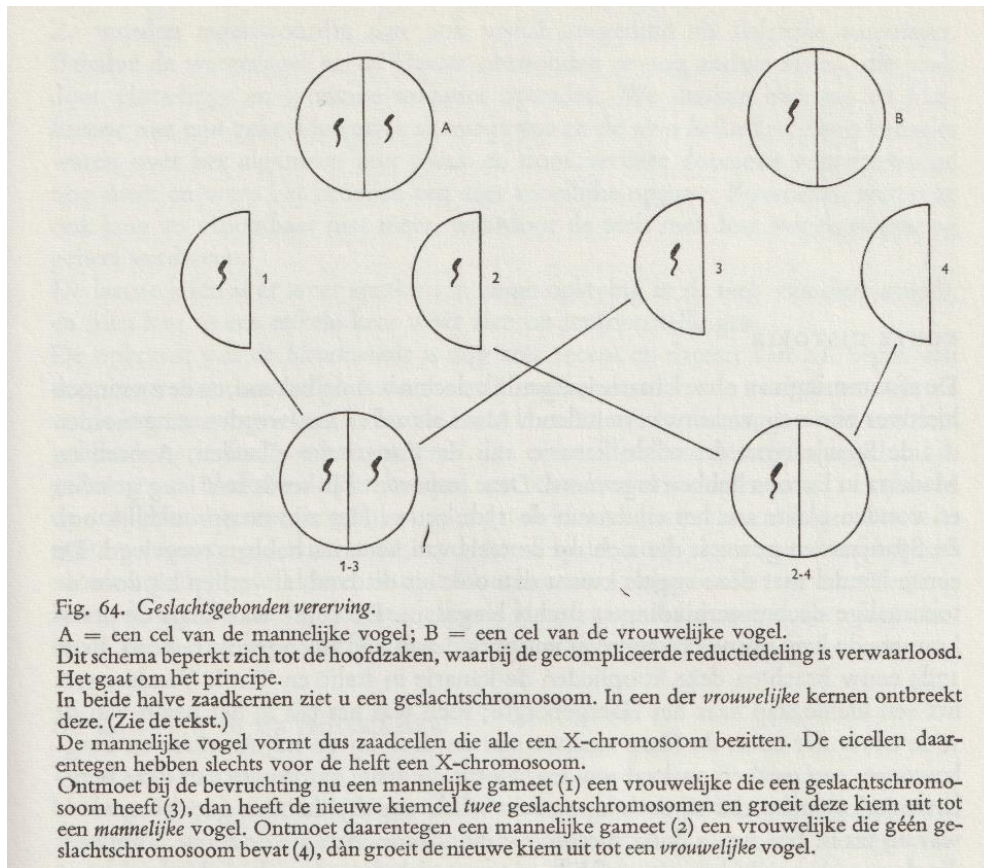


Fig. 3: *Geslachtsgebonden vererving.*

Figuur 3 laat de mogelijkheden van een kruising tussen een mannelijke (twee X-chromosomen) en een vrouwelijke (één X-chromosoom) vogel zien. Het plaatje is afkomstig uit het eerder genoemde boek. Op de onderste regel is een mogelijk resultaat te zien. Ofwel een mannelijke jonge vogel met twee X-chromosomen; ofwel een vrouwelijke jonge vogel met één X-chromosoom.

Het belang hiervan is dat er bepaalde kleuren kunnen zijn, bijvoorbeeld albino, die aan dit geslachtschromosoom gebonden zijn.

### Werking van de schuifkaart

De schijf HET EI VAN COLUMBUS behandelt aan de ene zijde de dominante en recessieve eigenschappen en aan de andere zijde de intermediaire en geslachtsgebonden eigenschappen. Voor elk van deze serie eigenschappen zijn vier mogelijke combinaties van paartjes aangegeven. De combinaties zijn van een nummer voorzien, dat in te stellen is op de draaibare schijf. In de uitsparingen erboven staat het mogelijke resultaat met een toelichting.

Opmerkelijk, maar wel begrijpelijk, is dat de voorkant met de nummers 1 t/m 8 met de klok mee gedraaid moet worden, en de achterkant met de nummers 9 t/m 16 tegen de klok in.

Om aan te geven wat de eigenschappen zijn van het ouderpaar, is een codering gebruikt met vijf ringen (zie ook figuur 1). Omdat niet al de tekens in ASCII bestaan heb ik ze vervangen door letters:

- |    |                      |   |
|----|----------------------|---|
| A. | Lege cirkel:         | Normaal uiterlijk, bezit de eigenschap niet   |
| B. | Zwarte cirkel:       | Bezit de eigenschap raszuiver. Vertoont de eigenschap.  |
| C. | Links zwarte cirkel: | Bezit de eigenschap ras onzuiver. Laat de eigenschap wel zien, doch kan later normale jongen geven. |

D Rechts zwarte cirkel: Bezit de eigenschap verborgen. Het dier ziet er normaal uit, doch kan de eigenschap later vererven.

E Gearceerde cirkel: Dit dier houdt het midden tussen het uiterlijk van vader en moeder.

Alleen bij de geslachtsgebonden eigenschappen zijn de combinaties afhankelijk van het geslacht, bij alle andere eigenschappen zijn ze geslacht-onafhankelijk.

De eigenschap die u op het oog heeft, IS ALTIJD IN ZWARTE KLEUR WEERGEGEVEN (B). Is de cirkel geheel zwart, dan heeft het dier de eigenschap *dubbelfactorig* en is dus raszuiver. Is de cirkel half zwart dan geldt **altijd**: DE LINKERHELFT (C) VAN DE CIRKEL IS BIJ HET DIER ZICHTBAAR. Is de linkerhelft zwart, dan is de eigenschap zichtbaar. Is de linkerhelft wit dan is de eigenschap niet zichtbaar.

Natuurlijk gaat de interesse uit naar de verschillende resultaten bij verschillende combinaties en het begrijpen wat deze schijf doet. Omdat dat lastig lezen is op de schijfkaart, zijn hieronder de input en output tabellarisch uitgezet.

Nummer	Eigen schap	Eigen schap	Uitslag	Toelichting
<b>DOMINANT</b>				
1	B	A	100% D	De jongen vertonen alleen de factor, doch zijn niet zuiver. Zij geven weer normale jongen terug.
2	C	A	50% A 50% C	De helft vertoont de normale kleur. De andere helft laat de factor zien, doch deze zijn onzuiver.
3	B	C	50% B 50% C	Allen laten de factor zien. De helft der jongen is zuiver. Welke jongen dat zijn is niet te zien.
4	C	C	25% A 25% B 50% C	De normaal uitziende jongen hebben niets van de factor in zich. 75% van de jongen vertoont de factor wel. Een derde daarvan is zuiver. Welke dat zijn is niet te zien.
<b>RECESSIEF</b>				
5	B	A	100% D	Alle jongen zien er normaal uit, maar zij hebben de factor verborgen en bij zich en zullen deze later kunnen vererven
6	D	A	50% A 50% D	Deze paring is niet aanbevolen omdat aan het uiterlijk van de jongen niet te zien is welke de factor verborgen bezit
7	B	D	50% B 50% D	Alle jongen die de factor zichtbaar bezitten, zijn zuiver. Alle andere jongen dragen de factor verborgen bij zich.
8	D	D	25% B 25% A 50% D	Alleen de jongen met de factor zichtbaar zijn zuiver.

				Van de overige jongen bezit circa 2/3 deel de factor (verborgen).
INTERMEDI-AIR				
9	B	A	100% E	Alle jongen houden het midden tussen vader en moeder
10	E	A	50% A 50% E	De helft der jongen houdt het midden tussen beide ouders. De andere helft vertoont het normale uiterlijk.
11	B	E	50% B 50% E	Het normale uiterlijk van een der ouders (u bekend) komt weer terug. De helft der jongen houdt het midden tussen beide ouders.
12	E	E	25% A 25% B 50% E	De oorspronkelijke kleuren van de eerste ouders komen terug, zowel van vader als moeder (nu dus de grootouders). De helft van de jongen houdt het midden tussen hen.
GESLACHT GE-BONDEN	♂	♀		
13	B	A	50% ♂ D 50% ♀ B	Alle jongen die de eigenschap vertonen zijn vrouwtjes. De jonge mannetjes zien er normaal uit, doch dragen de factor verborgen.
14	D	A	25% ♂ A 25% ♂ D 25% ♀ A 25% ♀ B	De helft der vrouwtjes vertoont de factor. De helft der mannetjes draagt de factor verborgen. Deze paring niet aanbevolen.
15	D	B	25% ♂ B 25% ♂ D 25% ♀ B 25% ♀ A	De helft van beide geslachten vertoont de factor en is zuiver. Bovendien draagt de rest der mannetjes de factor nog verborgen.
16	A	B	50% ♂ D 50% ♀ A	Alleen de jongen mannen dragen de factor verborgen. De vrouwtjes zijn allen normaal.

De input is zoals altijd belangrijk. En dat is nog niet zo gemakkelijk, want hoe weet je welke eigenschappen, dus zowel de zichtbare als onzichtbare, een vogel heeft? Welnu, daar zijn per vogeltype hele databases voor aangelegd. Dus eigenlijk moet je (hoop je) van een gefokte vogel zijn voorgeslacht te kennen, zodat je voor zowel mannetje als vrouwtje (pop) de juiste categorie kunt vaststellen.

Naast de database zijn er diverse fokschema's in oploop en dat ook weer per vogeltype, waar met behulp van formules (of spreadsheets) per vogeltype de mogelijke uitkomst voorspeld kan worden. Zo is er het *Tretter-systeem*, waar stam A, B, C en D worden gekruist, en het *ABC-systeem*, waar stam A het mannetje, met stam B en C (vrouwtjes) wordt gekruist.

Een groot deel van het eerder genoemde boek staat hiermee vol. Te veel dus om hier te behandelen.

### Een voorbeeld

Toch wil je deze schuifkaart een keer proberen te gebruiken. Ik heb een eenvoudig voorbeeld gevonden waarbij slechts naar één eigenschap gekeken wordt. Het betreffen twee groene parkieten die een blauw jong hebben gekregen. Bekend is dat groen dominant is op blauw. Voor dominantie wordt een hoofdletter gebruikt en voor een recessieve eigenschap een kleine letter. De beide ouders zijn dus Ff groen/blauw, waarbij groen dominant is en de schuine streep aangeeft dat blauw recessief is. Aan het vogeltje zelf kun je niet zien dat het deze code meekrijgt.

Onderstaande tabel geeft de volgende mogelijkheden:

	F groen	f blauw
F groen	FF groen = A	Ff groen = D
f blauw	Ff groen = D	ff blauw = B

Het zou nummer 8 op de schuifkaart moeten zijn, dus mannetje en vrouwtje met eigenschap D: rechts zwarte cirkel: Bezit de eigenschap verborgen. Het dier ziet er normaal uit, doch kan de eigenschap later vererven.

Het resultaat kan zijn:

1. 25% B Zwarte cirkel: bezit de eigenschap raszuiver. Vertoont de eigenschap.
2. 25% A Lege cirkel: normaal uiterlijk, bezit de eigenschap niet.
3. 50% D Rechts zwarte cirkel: bezit de eigenschap verborgen.

Voor de verduidelijking hiervan:

Alleen de jongen met de factor (blauw) zichtbaar is zuiver. Dat is dus hier het geval. Van de overige jongen bezit 2/3 deel de factor blauw verborgen, ze zien er allemaal groen uit. NOOT: ik betwijfel of ik het met deze beschrijving eens ben. Volgens mij heeft 50% deze eigenschap verborgen en 25% helemaal niet. Zou dit een misser in de omschrijving zijn?

Dus omdat beide ouders blauw als verborgen verervingsfactor hadden, kon er een raszuivere blauw jong geboren worden (met 25% kans). In de praktijk krijgen vogels maar enkele nakomelingen per leg, waardoor het niet gemakkelijk is om bovenstaande tabel telkens geheel in te vullen.

Er is nu alleen naar de hoofdkleuren gekeken, maar als bijvoorbeeld de lichaamskleuren, donkertegraden, vleugelkleuren, geslachtskleuren, enzovoorts, ook worden beschouwd, dan wordt de spreadsheet een stuk groter en de mogelijke combinaties van resultaten ook een stuk groter. Mendel heeft dit al midden 19<sup>e</sup> eeuw opgemerkt.

Vogels houden en kruisen is een andere hobby dan rekenlinialen verzamelen. Het is veel werk van boekhouden, tabellen maken, schema's maken en proberen vast te stellen in welk percentage een jong thuishoort, naast het dagelijkse onderhoud, vertroetelen, enzovoorts.

### Waar komt de naam vandaan?

Een rekenschijf met de naam *Het ei van Columbus* suggereert natuurlijk iets ingenieus. We kennen de spreuk, maar waar komt deze spreuk eigenlijk vandaan? Op de website <https://isgeschiedenis.nl/> wordt uitgelegd dat **het ei niet van Columbus** is. Omdat de uitleg eigenlijk niet in te dikken is, is deze vrijwel in zijn geheel toegevoegd. Het zal voor velen van ons een opfrissing van de geschiedkundige kennis zijn.

De meeste mensen weten dat Christoffel Columbus in 1492 dacht dat hij de vaarroute naar India ontdekt had. Hij noemde de inwoners van Amerika daarom Indianen. Minder bekend is wat Columbus met het spreekwoordelijke ei te maken heeft. Soms denken mensen wel eens dat het iets met de ontdekking

van Amerika te maken moet hebben. Maar niets is minder waar. De uitdrukking heeft te maken met een echt ei. In het algemeen wordt het verhaal van *het ei van Columbus* verteld als voorbeeld van vindingrijkheid en creativiteit. Er is zelfs een merknaam *Ei van Columbus* dat verwijst naar ingewikkelde puzzels. Waar komt *het ei van Columbus* dan vandaan?

De anekdote van het ei van Columbus werd voor het eerst opgeschreven in 1565 door de Italiaanse historicus Girolamo Benzoni in zijn boek *Historia del Nuevo Mundo* (Geschiedenis van de Nieuwe Wereld). Het verhaal vertelt dat Columbus in 1493 werd uitgenodigd voor een feestmaal door de Spaanse kardinaal Mendoza en enkele Spaanse edelen. In de loop van de avond, vermoedelijk na het nuttigen van drank, waagden het enkele lieden de ontdekking van Columbus te ridiculiseren. Lag het niet voor de hand om te denken dat er achter de zee ook wel weer land zou moeten liggen? Columbus was op zijn ziel getrapt. Hij pakte een ei en vroeg aan de edellieden wie van hen in staat was het ei rechtop op tafel te zetten. Toen niemand hem een bevredigend antwoord gaf, tikte hij op de bekende wijze het ei en zette het recht op tafel. Hiermee had hij aangetoond dat schijnbaar makkelijke oplossingen vooral eenvoudig zijn *als* men het antwoord al kent.

Columbus heeft nooit kunnen vermoeden dat zijn naam aan dit verhaal verbonden zou worden. Wat Benzoni en anderen niet vertellen is dat de truc met het ei al eerder gebruikt en beschreven was. De Noord-Italiaanse bouwkundige Filippo Brunelleschi (beroemd om de koepel die hij bouwde voor de Duomo in Florence) had deze truc al in 1421 gebruikt tijdens een prijsvraag om een prestigieus bouwproject binnen te halen. Tegen zijn plannen werd ingebracht dat ze te ingewikkeld waren en dat ze onuitvoerbaar zouden zijn. Tijdens een discussie hierover vroeg Filippo of het mogelijk was om een ei rechtop op tafel te zetten. En toen niemand een antwoord had, stelde hij dat diegene die het antwoord wist ook in staat moest zijn, zijn architectonische plannen uit te voeren. En zo geschiedde. Hij tikte het ei, zette het rechtop op tafel en kreeg de opdracht. Het lijkt er dus op dat het ei van Columbus eigenlijk het ei van Filippo Brunelleschi zou moeten heten.