

Onderzoekend excelleren

# Excellente leerlingen ontdekken eigen leerstrategieën

De aanpak ONDERZOEKEND excellEREN richt zich op hoe excellente leerlingen leren en hoe het onderzoekend leren kan helpen om deze leerlingen nog meer uitdaging te bieden om hun talenten tot uiting te laten komen' (Peeters, Verlinden, Goossens & Hoogeveen, 2014). Onderzoekend leren is een didactiek die leerlingen aanspoort de wereld om zich heen op een actieve manier te verkennen.

In zeven stappen (Van Graft & Kemmers, 2007) doorlopen leerlingen de empirische cyclus. Centraal staat daarbij het proces om tot een antwoord te komen in plaats van het antwoord zelf. Vanuit een sociaal constructivistische visie worden leerlingen uitgedaagd om op een actieve manier antwoorden op onderzoeksvragen te zoeken.

Voor de aanpak ONDERZOEKEND excellEREN zijn projecten van het Wetenschapsknooppunt Radboud Universiteit (WKRU) voor 'reguliere' leerlingen zoals beschreven in de boekenreeks 'Wetenschappelijke doorbraken de klas in!' aangevuld met doelen en activiteiten voor excellente leerlingen. Deze activiteiten sluiten aan bij de onderwijsleerbehoefte van excellente leerlingen, zoals het topdown redeneren, het nemen van grote denkstappen en dwarsverbanden zien.

## LESMATERIAAL VOOR EXCELLENTE LEERLINGEN

Waarom is onderzoekend leren zo geschikt voor excellente leerlingen? Drent en Van Gerven (2012) hebben een rijtje met kenmerken opgesteld waar leertaken aan moeten voldoen bij leerlingen met een hoge intelligentie. Ten eerste moet de leertaak een hoge complexiteit hebben. Leerlingen moeten worden uitgedaagd door de leertaak, er ligt dus niet direct een antwoord voor de hand. Daarnaast heeft de leertaak een probleemgericht karakter, leerlingen worden probleem eigenaar, ze verkennen het probleem, waarna ze de vraag afbakenen en hun verwachtingen formuleren. Op basis van deze probleemverkenning maken de leerlingen een plan om het probleem

op te lossen. Ook is het belangrijk dat er meerdere oplossingsstrategieën mogelijk zijn. Het proces is minstens zo belangrijk als de uiteindelijke oplossing. Tot slot moet de leertaak een beroep doen op de creativiteit en voldoende uitdaging bieden. De taak overstijgt het didactisch niveau van de leerling en speelt daarmee in op de zone van de naaste ontwikkeling.

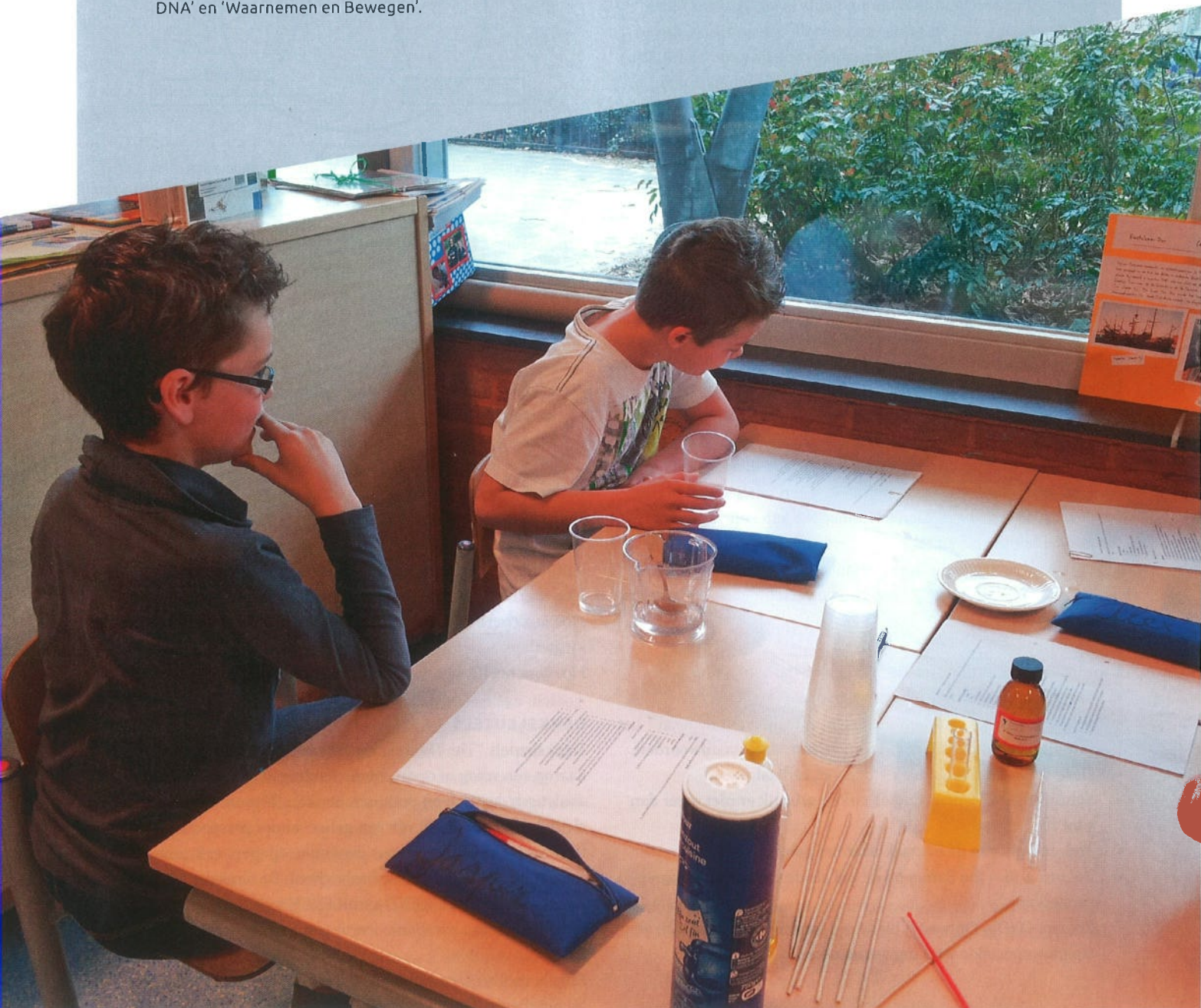
Deze kenmerken zijn terug te vinden in de aanpak ONDERZOEKEND excellEREN. Onderzoekend excelleren is voor excellente leerlingen uitdagend omdat de focus ligt op het leerproces en er altijd meerdere uitkomsten mogelijk zijn. Daarnaast werken de leerlingen probleemgericht; er is een onderzoeksvraag die ze willen beantwoorden. Excellente leerlingen hebben vaak hun eigen leerstrategieën. Deze zijn soms niet zo sterk en effectief. Het nadenken over de strategieën, hoe ze iets aangepakt hebben of opgelost hebben is een vanzelfsprekende bezigheid binnen onderzoekend excelleren. Bovendien wordt er een beroep gedaan op de creativiteit van de leerlingen in de verschillende fasen van het onderzoekend leren; leerlingen moeten een eigen onderzoeksvraag opstellen, een onderzoeksplan bedenken en de resultaten presenteren. Tot slot wordt er gewerkt aan hun sociale vaardigheden zoals het samenwerken in groepjes. Binnen het onderzoekend excelleren zorgen conflicterende of concurrerende interpretaties soms voor stevige discussies tussen leerlingen. Een onderzoeksgroepje moet echter samen één standpunt innemen. Goed beargumenteren en écht luisteren naar de ander is dan belangrijk. Tevens kan het reflecteren op deze besluitvorming veel leerervaringen opleveren.

## THEMA 'ERFELIJKHEID EN DNA'

Het thema 'Erfelijkheid en DNA' is na 'Waarnemen en Bewegen' het tweede thema dat is uitgewerkt voor de aanpak ONDERZOEKEND excellEREN. Het thema 'Erfelijkheid en DNA' is gebaseerd op de wetenschappelijke doorbraak van Professor Han Brunner en Joris Veltman. Het onderwerp is in één van de projectteams van het WKRU vertaald naar een project onderzoekend leren (Peeters, Meijer & Verhoef, 2013). Brunner en Veltman hebben onderzoek gedaan naar het ontstaan van verstandelijke handicaps. Bevindingen van deze onderzoekers hebben een geheel nieuwe kijk gegeven op de genetische oorzaken van ziekten. Brunner en Veltman ontdekten dat verstandelijke handicaps niet van generatie op generatie doorgegeven worden, maar ontstaan door spontane genetische veranderingen in de eicel of zaadcel van de ouders. Het kind heeft een foutje in een gen dat bij beide ouders nog in orde is. Dat nieuw gemuteerde gen kun je door het screenen van de genen van ouders en patiënt

## AANPAK ONLINE BESCHIKBAAR

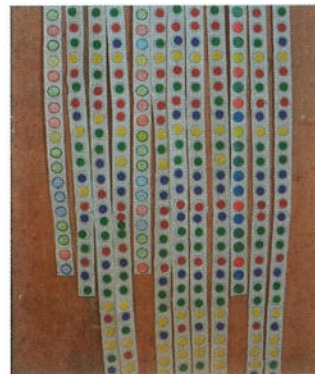
De aanpak ONDERZOEKEND excelLEREN is gratis online beschikbaar (<http://www.wetenschapdeklasin.nl/excelleren.html>). Naast een kader en achtergrondinformatie vinden leraren hier twee volledig uitgewerkte thema's, namelijk 'Erfelijkheid en DNA' en 'Waarnemen en Bewegen'.



Leerlingen zuiveren DNA uit hun eigen speeksel



Leerlingen reconstrueren hun DNA door middel van kleurcodes



DNA stroken

zeer snel vinden, want er is maar één factor, een verandering, die de doorslag geeft. Dat levert een totaal nieuwe invalshoek op om naar ziekte, diagnostiek, therapie en preventie te kijken.

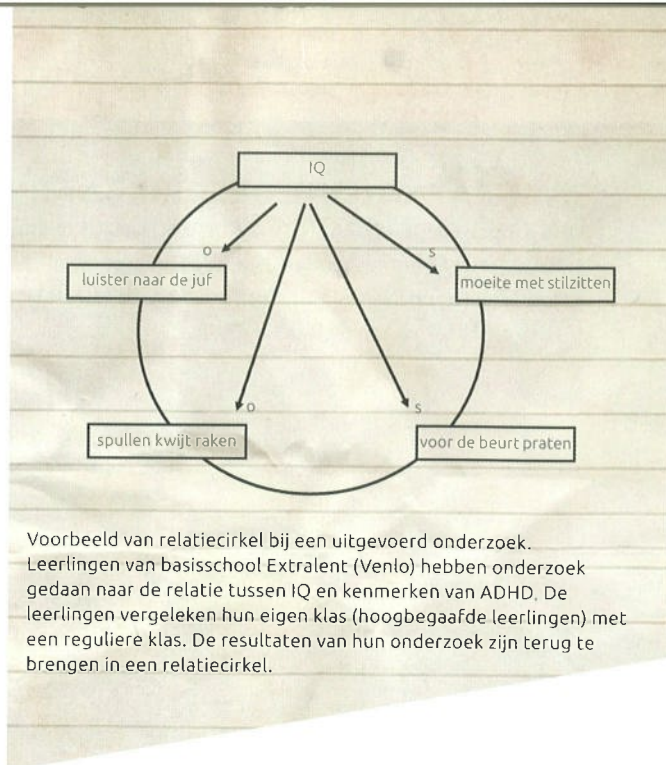
Het thema 'Erfelijkheid en DNA' is geschikt voor een project ONDERZOEKEND excellEREN, omdat het thema goed aansluit bij de belevingswereld van kinderen, het is betekenisvol voor ze. Het gaat namelijk over de basis van henzelf, wie ze zijn. Daarnaast sluit het thema goed aan bij de actualiteit. Steeds vaker wordt DNA gebruikt om criminelen op te sporen of voorspellingen te doen over eventuele ziektes in het lichaam. Ook is het thema geschikt voor excellente leerlingen om zelf onderzoeksvragen bij op te stellen en er komen experimenten in voor, waardoor de koppeling met het werk van wetenschappers duidelijk naar voren komt. Voor de aanpak ONDERZOEKEND excellEREN zijn verdiepende activiteiten ontwikkeld voor excellente leerlingen. Drie van deze activiteiten zullen hieronder nader toegelicht worden.

### RELATIECIRKEL

Met een relatiecirkel krijg je een beter inzicht op de invloeden van verschillende onderdelen van een bepaald onderwerp. De relatiecirkel komt voort uit het systeemdenken (Jutten, 2003). De relatiecirkel kan ingezet worden als er uitkomsten en gevolgen voorspeld moeten worden. Hierbij wordt er een sterk beroep gedaan op het beschrijven en verklaren van verbanden. Bij het thema 'Erfelijkheid en DNA' kan op verschillende momenten een relatiecirkel ingezet worden. In de *introductiefase/verkenningfase* kan een verhaal of filmpje aanleiding geven tot het maken van een relatiecirkel en tijdens de *uitvoeringsfase* kan een relatiecirkel ingezet worden om inzicht te krijgen op de invloeden van de verschillende onderdelen van het experiment.

Voor het maken van een relatiecirkel geldt een aantal regels:

- Teken een grote cirkel op een vel papier.
- Kies woorden (variabelen) die belangrijk zijn voor de tekst / het filmpje / onderzoek. Het gaat om **zelfstandige naamwoorden**.
- Deze woorden nemen toe of af in het verhaal.
- Schrijf deze woorden rond de cirkel, gebruik er niet **meer dan 5 tot 10**.
- Trek een pijl van de oorzaak **naar** het gevolg.
- Zet een S (S = the Same) bij de pijl als de variabelen elkaar versterken.
- Zet een O (O = Opposite) bij de pijl wanneer de variabelen een tegenovergestelde werking veroorzaken.



Voorbeeld van relatiecirkel bij een uitgevoerd onderzoek. Leerlingen van basisschool Extralent (Venlo) hebben onderzoek gedaan naar de relatie tussen IQ en kenmerken van ADHD. De leerlingen vergeleken hun eigen klas (hoogbegaafde leerlingen) met een reguliere klas. De resultaten van hun onderzoek zijn terug te brengen in een relatiecirkel.

- Laat leerlingen op zoek gaan naar relaties in een tekst of bij hun eigen onderzoek en laat ze ook het verhaal vertellen bij hun eigen relatiecirkel.

#### Uitleg bij de relatiecirkel

De pijlen in de relatiecirkel staan voor de volgende relaties: Hoe hoger het IQ (hoogbegaafde leerlingen van basisschool Extralent), hoe *meer* moeite leerlingen hebben met stilzitten. Hoe *hoger* het IQ, hoe *vaker* leerlingen voor hun beurt praten. Hoe *lager* het IQ (reguliere leerlingen), hoe *vaker* leerlingen spullen kwijt raken. Hoe *lager* het IQ, hoe *vaker* de juf zegt dat er niet goed geluisterd wordt.

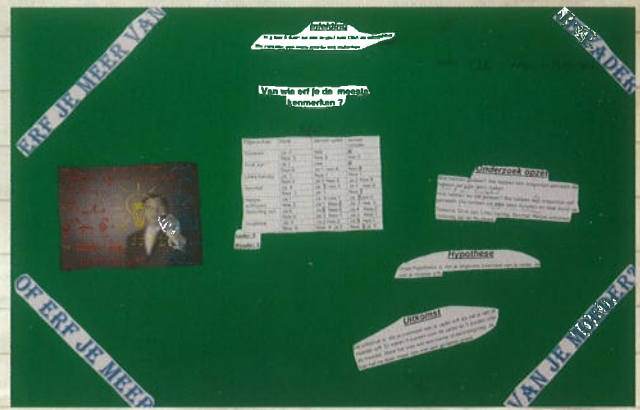
### DENKSLEUTELS

Denksleutels "The Thinkers Key" (Ryan, 1998) zijn sleutels met daarop een vraag of opdracht die leerlingen aanzet tot creatief, analytisch, kritisch en praktisch denken. Tevens stimuleren de sleutels tot het nemen van een geheel ander perspectief. Denksleutels worden gebruikt om ons denken te openen en kunnen ingezet worden in alle lagen van de basisschool. De denksleutels worden tijdens ONDERZOEKEND excellEREN ingezet om het hogere orde denken van excellente leerlingen te stimuleren.

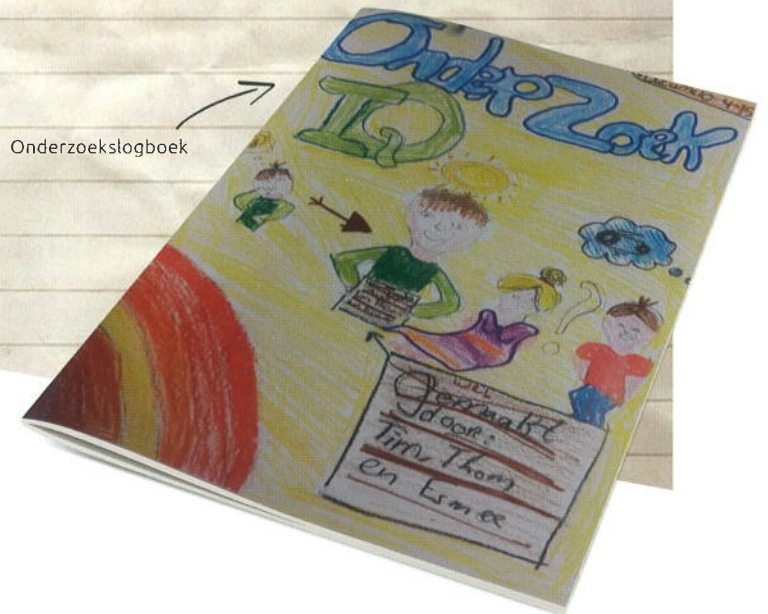
Enkele voorbeelden van denksleutels die ingezet kunnen worden bij het thema 'Erfelijkheid en DNA'

Denksleutel	Opdracht	Voorbeelden bij thema 'Erfelijkheid en DNA'
Vraag-sleutel	Begin met het antwoord. Laat kinderen vragen verzinnen die leiden tot alleen dat antwoord.	Het antwoord is 'erfelijkheid'. Welke vragen kun je stellen? Het antwoord is 'genen'. Welke vragen kun je stellen?
Nietus(nee)-sleutel	Bepaald het omgekeerde. Plaats woorden als (kan) niet, (zal) nooit in een opdracht.	Noem 5 dingen die niet opgeslagen liggen in je DNA. Stel je voor dat we DNA niet in kaart zouden kunnen brengen.
Nadeel-sleutel	Laat kinderen nadelen van een alledaags voorwerp bedenken. Bedenk dan manieren om deze nadelen op te heffen.	Chromosomen bevatten alle erfelijke informatie. Wat zijn de nadelen als je weet welke eigenschappen je van je ouders hebt geërfd?

Concept cartoon 'Genen', getekend door Horst Wolter



onderzoeksposter



Onderzoekslogboek

### CONCEPTCARTOONS

Conceptcartoons zijn meerkeuzevragen in de vorm van een dialoog met plaatje (Keogh & Naylor, 1993). De uitspraken die de figuren doen, zijn gebaseerd op wetenschappelijk onderzoek naar pre- en misconcepten (Ieraar24, 2009) van kinderen. Daardoor zijn de uitspraken op de concept cartoon herkenbaar voor de leerlingen en roepen zij hun pre- en misconcepten op. Vaak is er meer dan één goed antwoord. Dit zorgt bij leerlingen voor een realistischer beeld van wetenschappelijke kennis. Concept cartoons kunnen ingezet worden bij de start van een thema van het onderzoekend leren.

Deze voorbeeld conceptcartoon (Domis-Hoos, Kapteijn & Boerwinkel, 2012) is gebaseerd op het misconcept dat leerlingen zich vaak niet realiseren waar in het lichaam of een organisme genen zich precies bevinden (namelijk in alle cellen van een organisme). Deze conceptcartoon kan de aanleiding zijn om het verschil uit te leggen tussen DNA, genen, cellen en chromosomen.

Bovenstaande activiteiten leiden tot onderzoeksvragen bij leerlingen over 'Erfelijkheid en DNA'. Een aantal voorbeelden waar leerlingen onderzoek naar gedaan hebben:

- Erf je meer genen van je vader of je moeder?
- Krijgen slimme vaders vaker slimme kinderen?
- Lijken jongens meer op hun vader dan meisjes op hun moeder?
- Kan ik met een microscoop het verschil zien tussen het DNA van een paprika en een appel?
- Komt verklekgedrag terug bij meerdere kinderen binnen één gezin?

### AUTEURS

Drs. Josje Dinghs, onderwijskundige en leerkracht basisonderwijs  
 Dr. Marieke Peeters, programmaleider Onderwijs en Onderzoek bij de HAN en voorheen projectmanager Wetenschapsknooppunt Radboud Universiteit WKRU  
 drs. Jo Verlinden senioradviseur BCO Onderwijsadvies en Kwartiermaker (top)talenten primair onderwijs in Limburg en Oost-Brabant

Met dank aan basisschool Extralent (Venlo), basisschool De driesprong (Geleen), Montessorischool Westervoort (Weestervoort) en basisschool Roncalli (Balgoij) voor het testen en geven van feedback op het thema 'Erfelijkheid en DNA'.