

www.BOGI.nl in de praktijk

*Erfelijkheid als onderwerp
in het basisonderwijs*



*Jarco Smeenk
jarcosmeenk@hotmail.com
September – November 2003
Begeleider: Arend Jan Waarlo,
Universiteit Utrecht*

VOORWOORD

Vanaf september 2003 heb ik voor mijn studie Biologie (Wageningen UR) een stage gevolgd bij de leerstoelgroep Didactiek van de Biologie (Universiteit Utrecht). Inhoudelijk was de stage erg vernieuwend voor mij, aangezien dit een keer iets anders was dan experimenteel labwerk. Wat betreft didactiek heb ik de afgelopen drie maanden veel ervaring op kunnen doen. Het onderwerp en de doelgroep waren interessant.

Hierbij wil ik specifiek Arend Jan Waarlo bedanken voor zijn goede en motiverende begeleiding. Daarnaast wil ik de medewerkers van het Erfocentrum bedanken voor hun medewerking en Dhr. Van Berkel (NIAM-TMS) voor de uitgebreide toelichting op het vooronderzoeksrapport. Verdere dank voor alle medewerkers van de leerstoelgroep voor hun hulp en gezelligheid.

Ook de leerlingen en docenten van de basisscholen worden zeer bedankt voor hun deelname aan het onderzoek: de Piekschool te Wageningen, Prinses Beatrixschool te Renkum, Basisschool Prins Constantijn te Ede, Blinkertschool te Arnhem, Basisschool De Boomhut te Arnhem en mijn burens, de Basisschool G.J. van de Brink te Wageningen. Dankzij de leerlingen was elk interview weer leuk en boeiend.

Al met al kan ik na drie maanden terugkijken op een zeer geslaagde, leuke en leerzame stage. Om de lezer alvast een beetje in de belevingswereld van de basisschoolleerlingen te brengen, geef ik hieronder aan verzameling quotes uit het onderzoek.

Jarco Smeenk

"In een cel zitten nog meer kleine celletjes. En daarin nog meer kleine celletjes en zo gaat het door"

"Je hebt jezelf, je plas en je haar. En dat is allemaal DNA"

"Bacterie? Die veroorzaken toch allerlei dingen als schimmel!"

"Als je kaal wordt zijn je haarcellen niet open"

"Het was een hele leuke sijt"

"Chromosomen zijn.....klijnen draatjes die je in je sellen kan vinden"

"Wat zit er in je cel?"

Je DNA natuurlijk want anders kan je niks bewegen enzo"

"Deze computer bestaat ook uit cellen!!!"

"Snap je dat ik hoop dat je er iets van snapt?"

"Nooit geweten dat als je blond en bruin mengt dat je dan waarschijnlijk oranje krijgt"

*"Mijn zusjes zijn geadopteerd en mijn moeder is ook geadopteerd
Ja???"*

Uit Nederland gewoon en mijn twee zusjes uit China"

INHOUDSOPGAVE

Voorwoord 2

Inhoudsopgave 3

Samenvatting 4

1 INLEIDING 6

2 DE WEBSITE: VOORONDERZOEK, CONCEPT EN THEORETISCH KADER 7

2.1 Vooronderzoek

2.2 Het concept

2.3 Theoretische inkadering

3 DESKRESEARCH 10

3.1 Methodes

3.2 Resultaten

3.2.1 Vergelijking website met theoretisch kader

3.2.2 Leesbaarheidstoetsen

3.2.3 Kwaliteit website

4 PRAKTIJKONDERZOEK 14

4.1 Onderzoeksgroep

4.2 Onderzoekstype

4.3 Dataverzameling

4.4 Data-analyse

5 RESULTATEN 17

5.1 Huidige voorkennis en persoonlijke leefwereld doelgroep

5.2 Diepte-interviews

5.3 Resultaten per subonderwerp

5.4 Docent

6 CONCLUSIE & DISCUSSIE 24

6.1 Beginniveau

6.2 Leerresultaten

6.3 Algemeen

6.4 Beantwoording onderzoeksvragen

7 AANBEVELINGEN 28

7.1 Website

7.1.1 Inhoudelijk en didactisch

7.1.2 Gebruiksvriendelijkheid

7.1.3 Promotie website

7.2 Erfelijkheid op de basisschool

Literatuurreferenties 34

Bijlage 1 Kerndoelen Basisonderwijs 35

Bijlage 2 Adresgegevens Basisscholen 36

SAMENVATTING

In 2003 is op initiatief van het Erfocentrum de website *www.bogi.nl* ontwikkeld in samenwerking met het NIAM-TMS. De laatste heeft op basis van een vooronderzoek een concept opgesteld voor interactieve communicatie met leerlingen in het basisonderwijs rondom het onderwerp erfelijkheid. Dit onderzoek was de basis voor de betreffende website, waar bovenbouwleerlingen op speelse en motiverende manier kennismaken met het onderwerp erfelijkheid. Leerlingen komen meer te weten over o.a. cellen, DNA en erfelijkheid en leren dat je van beide ouders de helft hebt geërfd. In een stamboomvoorbeeld wordt dit geconcretiseerd aan de hand van haarkleur.

Deze website sluit aan bij het advies van de Gezondheidsraad (2003), dat het wenselijk zou zijn meer aandacht te geven aan erfelijkheid in het biologiecurriculum, te beginnen in het basisonderwijs. Buiten het vooronderzoek is nog weinig onderzoek verricht naar de mogelijkheden van dit onderwerp op de basisschool. Dit idee heeft geleid tot een grondige evaluatie wat betreft de website en het onderwerp in de basisschool.

In het onderzoek wordt aan de ene kant geëvalueerd hoe leerlingen en docenten omgaan met de bestaande website en hoe deze eventueel verbeterd kan worden. Via het onderzoek wordt verder geprobeerd meer te weten te komen over de leerwaarde en leerbaarheid van het onderwerp.

Waar mogelijk worden aanbevelingen gedaan op inhoudelijk en didactisch gebied. Ook de haalbaarheid van het onderwerp in de basisschool wordt bediscussieerd.

Het eerste deel van het onderzoek bestaat uit deskresearch: vergelijking van de literatuur en het vooronderzoek met de uiteindelijke website, het doen van leesbaarheidstoetsen en het beoordelen van de website aan de hand van 'usability-guidelines'.

Het tweede deel bestond uit een praktijkonderzoek. Aan de ene kant bestaand uit een evaluatieonderzoek, leidend tot aanbevelingen wat betreft inhoud, didactiek en gebruiksvriendelijkheid. Aan de andere kant een aanvullend retrospectief doelgroeponderzoek, om te kijken wat leerlingen al weten over het onderwerp en wat hun belevingswereld daaromtrent is. Hier wordt verder ingegaan op de leerwaarde, leerbaarheid en bruikbaarheid van de website.

Zes scholen hebben deelgenomen aan het onderzoek. Ruim honderd leerlingen hebben klassikaal gewerkt met de website (en het werkblad) en zijn participierend geobserveerd. Schriftelijke bronnen zijn hierbij verzameld door toetsen, het opschrijven van associaties vooraf en het schrijven van een brief achteraf. Meestal werd een les begonnen met een klassikaal woordveld door de docent.

Twaalf leerlingen hebben individueel de website doorgewerkt en zijn geïnterviewd en participierend geobserveerd.

Opmerkelijke resultaten hiervan zijn dat leerlingen vooral negatieve associaties hebben met erfelijkheid en dat met name met erfenissen, maar ook negatieve erfelijke eigenschappen. Toch blijkt het grootste gedeelte te beseffen dat erfelijkheid te maken heeft met het meekrijgen van eigenschappen van je ouders. Positieve eigenschappen als talenten worden maar sporadisch genoemd. De meeste leerlingen beseffen dat ze uit cellen bestaan, alhoewel dat vaak alleen in verband met bloed en hersenen wordt gebracht. DNA is bij de meeste ook bekend, zij het in het verband met bloed/misdaad en niet in relatie tot erfelijkheid.

Het onderwerp lijkt geschikt voor het basisonderwijs. Het sluit goed aan bij de belevingswereld van kinderen, vanwege o.a. de pakkende voorbeelden uit hun leefomgeving.

Wat betreft de leerwaarde haalt het de negatieve associaties van leerlingen deels weg en leerlingen maken kennis met enkele basisbegrippen rondom erfelijkheid, waardoor ze zich ervan bewust worden dat erfelijkheid op vele manieren terugkomt in hun omgeving. Docenten zien het onderwerp niet als uitgebreid onderwerp in hun curriculum, maar zien de website wel als aanvulling, vooral vanwege de schaarste aan goed internetlesmateriaal.

Wat betreft de leerbaarheid zijn inhoudelijk enkele onderwerpen (zoals de stamboom en het DNA in de cel) toch enigszins te abstract en complex voor hun voorstellingsvermogen, waardoor niet alle leerlingen dit even goed begrijpen. Toch vinden leerlingen het interessant en blijken de leerlingen toch een kern van de boodschap mee te krijgen. De nadruk moet dus vooral liggen op de bewustwording van enkele zaken rondom erfelijkheid i.p.v. het vergaren van veel kennis.

Helaas worden leerlingen wel redelijk afgeleid door gebruiksonvriendelijkheden van de website, waarover in het rapport diverse aanbevelingen worden gedaan. Verder zou een betere afstemming tussen werkblad en website wenselijk zijn. Leerlingen doorzoeken de website gericht naar antwoorden, waardoor enkele leerdoelen niet de gewenste aandacht krijgen. De boodschap van erfelijkheid bij fokken en kweken komt bij de meeste leerlingen niet over. Net als het feit dat eigenschappen worden doorgegeven via ei- en zaadcellen. Dit laatste komt ook deels door de complexe aard van het onderwerp.

Verder zou aanbevolen kunnen worden een extra onderwerp toe te voegen rondom DNA en misdaad. Op deze manier sluit de website nog meer aan bij de belevingswereld en wordt hun interesse extra geprikkeld.

Al met al lijkt de website een toevoeging aan het huidige basisonderwijs, aangezien leerlingen qua bewustwordingsgebied veel meekrijgen van de website. Wat betreft feitelijke en inhoudelijke kennis moeten niet al te hoge verwachtingen worden gesteld aan het onderwerp op de basisschool. De website heeft in elk geval aangetoond dat het advies van de Gezondheidsraad, om erfelijkheid al aan bod te laten komen in het basisonderwijs, onder bepaalde voorwaarden haalbaar is.

1 INLEIDING

Onlangs kwam de Gezondheidsraad (2003) met het signalerende rapport *Publiekscennis genetica*. In dit rapport wordt gewezen op het maatschappelijke belang van algemene erfelijkheidsvoorlichting en op de wenselijkheid in het onderwijs aandacht te geven aan genetica, in het bijzonder voor leerlingen die geen biologie in hun curriculum hebben.

Vanwege de brede maatschappelijke toepassing en snelle ontwikkeling van dit vakgebied verdient de publiekscennis over genetica extra aandacht. Deze publieksvoorlichting heeft tot doel dat de burger geïnformeerde keuzes kan maken.

Het signalement concludeert dat slechts een deel van de leerlingen, met name leerlingen die voortgezet biologieonderwijs volgen, zijn geïnformeerd over de genetica. Adequate publiekscennis vergt echter ook dat andere leerlingen daarin inzicht verwerven, om te beginnen al in het basisonderwijs.

Het Erfocentrum heeft naar aanleiding hiervan een website gemaakt voor de bovenbouw van de basisschool. Het Erfocentrum, opgericht in 2000 vanuit de VSOP (Vereniging Samenwerkende Ouder- en Patiëntenorganisaties), is een landelijke onafhankelijke non-profit organisatie gericht op publieksinformatie over erfelijkheid en gezondheid (www.erfelijkheid.nl).

Het NIAM-TMS¹ heeft in opdracht van het Erfocentrum eerst een vooronderzoek gedaan en een concept ontwikkeld voor interactieve communicatie met leerlingen in het basisonderwijs rondom het onderwerp erfelijkheid. Dit concept is door het Erfocentrum gerealiseerd, zij het dat bij de ontwikkeling van de website licht is afgeweken van dit concept. Dit heeft in 2003 geleid tot de website www.bogi.nl.

De website is al enkele maanden online, maar is van tevoren niet uitvoerig gepretest. Reden om een evaluatieonderzoek te starten, bestaande uit deskresearch en empirisch praktijkonderzoek.

Het evaluatieonderzoek beoogt:

- A) *zicht te krijgen op de bruikbaarheid van de website in het basisonderwijs en waar mogelijk aanbevelingen te doen voor verbetering van de website, zowel inhoudelijk als didactisch.*
- B) *het verkennen van de haalbaarheid van het advies van de Gezondheidsraad om ook al in het basisonderwijs aandacht te besteden aan erfelijkheid.*

De bijbehorende onderzoeksvragen luiden:

- 1) *Hoe gaan leerlingen en leerkrachten van de bovenbouw van het basisonderwijs om met de bestaande Bogi-website en hoe kan de website eventueel nog verbeterd worden?*
- 2) *Wat leert dit onderzoek over de leerwaarde en leerbaarheid van het thema erfelijkheid op de basisschool?*

Hoofdstuk 2 geeft een overzicht van het theoretisch kader van het onderzoek, zoals relevante literatuur en het vooronderzoeksrapport. In hoofdstuk 3 wordt de deskresearch besproken waarin de website vooraf bestudeerd wordt. Hoofdstuk 4 en 5 geven de methodes en resultaten weer van het praktijkonderzoek. In hoofdstuk 6 wordt worden uit deze resultaten conclusies getrokken en bediscussieerd. In hoofdstuk 7 worden aanbevelingen gedaan.

¹ Het NIAM-TMS realiseert in opdracht van overheden, onderwijsinstellingen en het bedrijfsleven innovatieve interactieve multimedia toepassingen voor marketing, communicatie en educatie.

2 DE WEBSITE: VOORONDERZOEK, CONCEPT EN THEORETISCHE INKADERING

2.1 Vooronderzoek

NIAM-TMS heeft op basis van een vooronderzoek een concept ontwikkeld voor interactieve communicatie met leerlingen in het basisonderwijs rond het thema erfelijkheid. NIAM-TMS hield daartoe gesprekken met vijf docenten uit de bovenbouw. Nadere analyse van de gesprekken en van relevante curriculumdocumenten maakte duidelijk dat dit thema mogelijkheden biedt, mits motiverend en in de juiste context gebracht.

Naast bestudering van het vooronderzoek heeft een gesprek plaatsgevonden met Dhr. Van Berkel van het NIAM-TMS voor toelichting op het vooronderzoek.

De uitkomsten van het vooronderzoek laten zich als volgt samenvatten

Aansluiting kerndoelen

Docenten laten zich voornamelijk leiden door de landelijk opgestelde kerndoelen. Expliciet komt het onderwerp erfelijkheid niet aan bod, impliciet wordt er wel enkele keren naar verwezen en wel als volgt: zie 'Bijlage 1' voor kerndoelen.

Aansluiting methodes

Docenten zien hun methodes over het algemeen als kapstok voor hun onderwijs. In de meest gebruikte methode *Natuurlijk* komt het onderwerp expliciet aan de orde; de behandeling is concentrisch, wat wil zeggen dat het thema in meerdere jaren aan de orde komt en met een duidelijke opbouw, wat in groep 8 leidt tot een specifiek hoofdstuk over erfelijkheid. In enkele andere methodes zitten aanknopingspunten, zoals bevruchting, geboorte, uiterlijke kenmerken, lijken op je vader of moeder, ziek zijn en allergieën. Dit biedt de mogelijkheid tot aanvullende activiteiten; een website over erfelijkheid kan hier mooi bij aansluiten.

Belangrijkste conclusies interviews

- Docenten zien onderwerp erfelijkheid niet als een aparte les. De beste mogelijkheid lijkt de docenten na een groeps gesprek waarin over erfelijkheid wordt gesproken, het onderwerp aan te bieden voor een werkstuk of spreekbeurt.
- Docenten geven de voorkeur aan een motiverende educatieve website, met korte, op leerlingen afgestemde, teksten en veel illustraties. Daarbij moet de website speelse elementen bevatten.
- Er is behoefte aan een docentenhandleiding en aan leerlingenmateriaal.
- Docenten hebben geen bezwaar wanneer het onderwerp DNA aan de orde gesteld zou worden. Leerlingen horen hier veel over in de media en docenten missen materiaal waarin DNA duidelijk en eenvoudig wordt uitgelegd.
- Docenten waken er voor leerlingen bang te maken voor de overdraagbaarheid van erfelijke ziektes en richten zich bij erfelijkheid liever op het doorgeven van positieve eigenschappen (talenten) en uiterlijke kenmerken.
- Bij het samenstellen van de website is geprobeerd aan te sluiten op de landelijke leerdoelen en de behoefte van het Erfocentrum. Hierdoor is bijvoorbeeld niet de aandacht gericht op het onderwerp biotechnologie.

2.2 Concept

De website *www.bogi.nl* is te gebruiken als basis voor een werkstuk/spreekbeurt of voor een complete les. Op de website worden leerlingen rondgeleid door Bogi, een fictief figuurtje dat via een spel duidelijk maakt dat je als kind eigenschappen erft van beide ouders. Het thema wordt op een speelse manier aangeboden, met o.a. een verhaal en een rap.

De vele illustraties en informatieve teksten moeten de nieuwsgierigheid van de leerlingen prikkelen en stukje bij beetje inzicht geven in het begrip erfelijkheid. Het onderwerp stamboom maakt de informatie voor de leerlingen concreet. Daar zien leerlingen hoe haarkleur van ouders wordt overgedragen op kinderen en hoe een bepaalde kleur soms generaties onzichtbaar blijft en dan ineens weer opduikt.

Voor docenten is een docentenhandleiding ontwikkeld, waarin o.a. werkbladen zitten, die leerlingen kunnen gebruiken bij het doorwerken van de website.

Leerlingen kunnen op de website vrij surfen tussen verschillende onderwerpen. Inhoudelijk komen de volgende onderwerpen aan bod verwoord in de volgende leerdoelen:

Na doorwerken website weten leerlingen:

- Dat ze erfelijke eigenschappen bezitten van beide ouders.
- Dat erfelijke informatie wordt doorgegeven via voortplantingscellen.
- Dat bij elke bevruchting weer andere informatie wordt doorgegeven en dat broers en zussen daardoor onderling verschillen.
- Dat sommige eigenschappen erfelijk bepaald zijn en dat bij andere eigenschappen de leefomgeving een belangrijke rol speelt.
- Dat ook erfelijke ziektes kunnen worden doorgegeven.
- Dat artsen in geval van een erfelijke ziekte extra alert zijn en waar mogelijk preventief onderzoek doen om gezondheidsproblemen te beperken.
- Dat ook bij planten en dieren erfelijkheid speelt en dat met kweken en fokken planten en dieren kunnen worden verkregen met wenselijke eigenschappen.

2.3 Theoretische inkadering

Wat is er momenteel al bekend over het onderwerp erfelijkheid in het onderwijs? Het meeste onderzoek heeft plaats gevonden in het voortgezet onderwijs; over het basisonderwijs is nog vrij weinig bekend.

Een van de moeilijke problemen bij genetica in de bovenbouw van havo en vwo is de complexe en abstracte aard van het onderwerp. In *Coping with the abstract and complex nature of genetics in biology education* (Knippels, 2002) is op basis van onderzoek een onderwijsstrategie ontwikkeld voor genetica in de bovenbouw van het havo en vwo. Het abstracte probleem wordt veroorzaakt doordat leerlingen veel moeite blijken te hebben met de scheiding in tijd en plaats van de onderwerpen erfelijkheid, voortplanting en meiose. De complexe aard komt doordat erfelijkheidsverschijnselen zich op verschillende organisatieniveaus manifesteren, en dat elk organisatieniveau een eigen terminologie kent.

Voor een betekenisvol begrip is het kunnen heen-en-weer denken tussen moleculaire, cellulaire, organismale en populatieniveau vereist, alsook het verbinden van de verschillende structuren en processen op deze niveaus. Leerlingen komen vaak in de problemen doordat vaak impliciet van het ene naar het andere niveau wordt gesprongen.

Een van de ontwerpcriteria voor een onderwijsleerstrategie die hier naar voren komt, is dat geneticaonderwijs moet beginnen op het organismale niveau waarmee leerlingen bekend zijn en dan geleidelijk afdalen naar het cellulaire niveau.

In *Towards competence-oriented genomics education and communication* (Waarlo et al., 2003) wordt gekozen voor een andere benadering van het onderwerp erfelijkheid. Ten aanzien van het basisonderwijs wordt in dit rapport ontraden om het accent te leggen op kennis over erfelijkheid. Een meer belevingsgerichte aanpak zou daar de voorkeur verdienen. Zo zou er met leerlingen gefilosofeerd kunnen worden over allerlei toekomstmogelijkheden. Verder wordt gepleit voor het opnieuw doordenken van de conceptuele opbouw van het gehele curriculum en de afstemming tussen vakken.

Project2061 (www.project2061.org) is een Amerikaans project waarin geformuleerd is wat scholieren moeten weten na het afronden van hun middelbare school, wat betreft natuurwetenschap, wiskunde en technologie. Er zijn leerdoelen voor de verschillende leeftijdsgroepen, mede gebaseerd op resultaten van didactisch begripsontwikkelingsonderzoek.

Voor erfelijkheid staan voor 'Grade 6-8' (Grade 6 is ongeveer groep 8 basisschool) voor de onderwerpen DNA en cellen de volgende relevante leerdoelen vermeld:

- Overeenkomsten tussen kinderen en ouders, zoals oogkleur zijn erfelijk. Andere overeenkomsten zoals tafelmanieren zijn aangeleerd.
- Er moet een weg zijn waarlangs informatie wordt overgedragen van generatie naar generatie, omdat nakomelingen op hun ouders lijken.
- In sommige organismen komen genen van één ouder. Terwijl in organismen die sex hebben, de helft van de genen komt van elke ouder.
- Tijdens seksuele reproductie vormt een vrouwelijke eicel samen met een mannelijke spermacel een bevruchte eicel, die de genetische info draagt van beide ouders. Deze deelt zich en geeft dezelfde genetische info door aan alle dochtercellen.
- Nieuwe vormen van gecultiveerde planten of gedomesticeerde dieren zijn het resultaat van selectieve kruising van bepaalde eigenschappen.
- Alle levende dingen bestaan uit cellen, van een tot vele miljoenen. Verschillende lichaamsweefsels/organen bestaan uit verschillende soorten cellen.
- Cellen delen snel, wat heeft te maken met reparatie en groei.

Leerdoelen die volgens het project 2061 pas ter sprake dienen te komen in 'Grade 9-12' (bovenbouw middelbare school):

- Genetische combinaties kunnen nieuwe verbeterde of verslechterde eigenschappen opleveren.
- De ad random recombinatie van genen in seksuele reproductie resulteert in een grote variëteit van mogelijke gencombinaties in de nakomelingen van twee ouders.
- Via DNA moleculen wordt info doorgegeven van ouders naar nakomelingen.
- Genen zijn segmenten van DNA moleculen. Insertie, deletie en vervanging van DNA stukjes kan genen veranderen. Dit wordt doorgegeven aan elke cel die hier uit voortkomt. De nieuwe kenmerken kunnen geen, positieve of negatieve invloed hebben op het succes van de nakomeling in zijn omgeving.
- Genmutaties kunnen veroorzaakt worden door straling en chemicaliën. Mutaties in geslachtscellen kunnen doorgegeven worden aan nakomelingen.
- De genetische info van DNA resulteert in eiwitmoleculen.
- Genmutaties in een cel kunnen leiden tot ongecontroleerde celdeling, oftewel kanker. De kans op kanker wordt verhoogd door bepaalde straling en chemicaliën.

In *Book Review: Cell and Molecular Biology for Minors* (Smith et al, 2002) wordt een vierdelige boekenserie gerecenseerd, die door de uitgever wordt aanbevolen voor leerlingen van 7-10 jaar. Hierin worden onderwerpen op een redelijk diepgaande manier behandeld (bijvoorbeeld DNA, genen en bevruchting, maar ook het Human Genome Project). Tien basisschoolleerlingen (7 –13 jaar) schreven bij het lezen van de boeken hun commentaar op. De conclusie was dat veel van de informatie te complex en te abstract was voor het ontwikkelingsniveau van de leerlingen wat leidde tot diverse misverstanden. Leerlingen hebben bijvoorbeeld al moeite met het verschil tussen een cel en een molecuul. Het onderwerp genen bleek de leerlingen te fascineren, maar alleen wanneer het op een eenvoudige, simpele en visuele manier wordt uitgelegd aan de hand van bijvoorbeeld haarkleur.

Samengevat: er is nog relatief weinig bekend in de onderzoeksliteratuur over de mogelijkheden binnen het basisonderwijs.

3 DESKRESEARCH:

3.1 Methodes

Voorafgaand aan praktijkonderzoek in de klas kan de website al allerlei manieren bestudeerd worden. Via deze deskresearch is geprobeerd specifieke aandachtspunten voor het praktijkonderzoek op het spoor te komen.

- De eerste mogelijkheid is de website vergelijken van de beschikbare literatuur met het concept en met de opgestelde leerdoelen van de gerealiseerde website. Komt de website overeen met het vooronderzoek?
- Verder kan gebruik gemaakt worden van leesbaarheidstoetsen en wel een kwantitatieve toets voor het leesgemak en een kwalitatieve leestoets (van Langer) voor de begrijpelijkheid.
- Toetsing van de website aan kwaliteitscriteria. Op internet zijn diverse ‘*Web design & usability guidelines*’ te vinden zoals, <http://usability.gov/guidelines> en de ‘Ten Usability Heuristics’ op www.useit.com/papers/heuristic/heuristic_list.html.

Bij de laatste twee mogelijkheden moet gemeld worden dat deze na afloop van / of gedurende het praktijkonderzoek zijn verricht. Hierbij is dus deels gekeken door de bril van leerlingen aan de hand van de praktijkervaringen.

3.2 Resultaten

Voorafgaande aan het praktijkonderzoek is geprobeerd mogelijk lastige punten van de website te voorspellen door het vergelijken van enkele theoretische bronnen (vooronderzoek en Project 2061) met de website.

Dit heeft geleid tot de volgende aandachtspunten gedurende het praktijkonderzoek:

- In Project 2061 worden termen als DNA, genen en chromosomen aanbevolen om te behandelen in de bovenbouw van het voortgezet onderwijs. Zijn deze begrippen niet te complex en abstract voor de basisschool?
- Is het onderwerp stamboom niet te abstract? Haarkleur wordt hier verdeeld in drie mogelijke kleuren. Botst deze simpele weergave niet met de belevingswereld van de leerlingen?
- In de website zit een duidelijke opbouwende lijn in de onderwerpen. Er wordt begonnen met individuele eigenschappen waarbij wordt ingezoomd op cel en genen, en weer uitgezoomd wordt naar eigenschappen. Komt deze opbouwende lijn ook naar voren, wanneer gebruikers de vrije hand hebben de website door te werken? De opbouw van de website en het werkblad blijkt onderling te verschillen; de volgorde op de website van *stamboom* en *DNA en chromosomen* blijkt op het werkblad omgedraaid.
- Niet alle leerdoelen komen terug in het werkblad (o.a. Dat erfelijke informatie wordt doorgegeven via voortplantingscellen en dat ook bij planten en dieren erfelijkheid speelt en dat met kweken en fokken planten en dieren kunnen worden verkregen met wenselijke eigenschappen). Krijgen de gebruikers alle leerdoelen toch goed mee ondanks de niet volledige dekking van het werkblad?

Punten die bij bestudering vooraf positief opvallen:

- De website probeert, zoals aangegeven in het vooronderzoek, duidelijk een positieve invulling te geven aan het onderwerp erfelijkheid. Komt deze boodschap ook zo over bij de leerlingen?
- De website maakt gebruik van veel voorbeelden uit de leefwereld van kinderen.
- De website bevat veel illustratieve en motiverende elementen.

- Zoals in Knippels (2002) aanbevolen, wordt begonnen op het organismale niveau (haarkleur), waarna wordt afgedaald naar het cellulaire niveau.

3.2.2. Leesbaarheidstoetsen

Kwantitatieve leesbaarheidstoets

Met behulp van de *Flesch-Douma* formule (Kanters et al. 1990) is de moeilijkheidsgraad (leesgemak) van de tekst vastgesteld. Deze snelle test werkt met twee variabelen: woordlengte en zinslengte. Nadeel van deze testmethode is dat het niks zegt over de begrijpelijkheid van een tekst.

$$RE = 206,84 - (0,77 \times \text{woordlengte}) - (0,93 \times \text{zinslengte})$$

In de tekst van de website zijn vijf willekeurige steekproeven genomen van 100 woorden, met als resultaat:

Gemiddelde:

Woordlengte = 146,6 (*aantal lettergrepen per 100 woorden*)

Zinslengte = 9,86 (*aantal woorden per zin*)

$$\text{Reading Ease (RE)} = 84,79$$

Een tekst met een score tussen de 80 en 90 krijgt de waardering gemakkelijk en is minimaal geschikt voor het opleidingsniveau 5^e klas lager onderwijs (= groep 7 basisschool). Wat betreft leesgemak zou deze tekst dus goed geschikt moeten zijn voor groep 8.

Kwalitatieve leesbaarheidstoets

De methode van Langer (in Van Woerkum en Kuiper, 1995) onderscheidt vier dimensies die de begrijpelijkheid van de tekst beïnvloeden, namelijk eenvoud, structuur, informatiedichtheid en extra stimulans. Op een schaal van 1 (goed) tot 5 (slecht) zijn punten gegeven:

Eenvoud

<i>Korte eenvoudige zinnen</i>	2	<i>Lange ingewikkelde zinnen</i>
<i>Gangbare woorden</i>	3	<i>Ongebruikelijke woorden</i>
<i>Vaktaal verklaard</i>	1	<i>Niet verklaard</i>
<i>Concreet</i>	3	<i>Abstract</i>

Structuur

<i>Onderverdeeld</i>	1	<i>Niet onderverdeeld</i>
<i>Logische volgorde</i>	3	<i>Onsamenhangend, verwarrend</i>
<i>Overzichtelijk</i>	4	<i>Onoverzichtelijk</i>
<i>Rode draad zichtbaar</i>	3	<i>Men verliest de rode draad</i>

Informatiedichtheid

<i>Tot het essentiële beperkt</i>	3	<i>Veel onbelangrijke informatie</i>
<i>Op het leerdoel gericht</i>	1	<i>Afdwalend</i>
<i>Beknopt</i>	3	<i>Uitvoerig</i>

Extra stimulans

<i>Inspirerend</i>	1	<i>Nuchter</i>
<i>Interessant</i>	2	<i>Kleurloos</i>
<i>Vol afwisseling</i>	2	<i>Gelijkblijvend neutraal</i>
<i>Persoonlijk</i>	1	<i>Onpersoonlijk</i>

De tekst is redelijk *eenvoudig*, alhoewel er enkele moeilijke woorden in voor komen. Deze woorden zijn echter onvermijdelijk, aangezien dit specifieke vaktaal is (chromosomen, DNA, genen). Dit wordt opgelost door simpele uitleg van deze moeilijke termen.

In de website zit een duidelijke *structuur*. Er is een duidelijke en logisch onderverdeelde opbouw van het verhaal. Eerst wordt de nadruk gelegd op het erven van positieve eigenschappen, vervolgens op negatieve eigenschappen. Via een stamboom over haarkleur wordt het erven van een eigenschap toegelicht via genen. Hierna volgt een uitleg over de cel, DNA en genen, waarna teruggekoppeld wordt naar de eigenschappen.

De website biedt echter de mogelijkheid tot vrij rond surfen langs de teksten, waardoor bepaalde stukken tekst onsamenhangend kunnen worden.

Het overzicht is ook vrij lastig; enerzijds doordat gebruikers niet duidelijk gestuurd worden welk onderdeel ze moeten behandelen, anderzijds doordat ze niet goed doorhebben waar ze zich op de site bevinden en waar ze welke informatie kunnen vinden.

Verder heeft het onderwerp het nadeel dat er geswitcht wordt tussen diverse biologische organisatieniveaus, zoals organismaal en cellulair, wat het overzicht enigszins complex maakt.

De leerdoelen en tekst sluiten erg dicht op elkaar aan. Op de website valt veel informatie te vinden, waarbij de minder belangrijke informatie is geplaatst in zogenoemde pop-up schermen. Dit legt meer nadruk op de essentiële tekst die voornamelijk ingaat op de leerdoelen.

Verder is de website erg *stimulerend*. Er is gebruik gemaakt van vele illustraties, een rap en een spel. Voorbeelden van erfelijkheid zijn erg persoonlijk uit de belevingswereld van kinderen. Als negatieve punt kunnen voor de afwisseling de soms wat lange teksten genoemd worden.

3.2.3. *Kwaliteit:*

De website voldoet aan de meeste kwaliteitscriteria voor dit medium, zoals paginalengte, lettertype, pagina layout, graphics, navigatie en inhoudsorganisatie. Toch voldoet de website echter niet aan de volgende criteria:

Gebruikers drukken vaak op functies door een foute handeling, bijvoorbeeld op deze site ‘lees verder’. Een leerling kan niet makkelijk ‘undo’ doen. Er zit geen functie op om een pagina terug te gaan. De ‘back’-knop van Internet Explorer zorgt er juist voor dat de hele Bogi-website opnieuw geladen wordt en de leerling op het inlogscherf terecht komt.

Imagelinks zorgen voor onduidelijkheid bij de lezer. Op de site ontbreken in de navigatieplaatjes in het linkermenu duidelijke titels. Een titel zorgt voor de oriëntatie van de lezer en informeert hem over de structuur en organisatie van de webpagina.

Mouseovers voor links zorgen voor onduidelijkheid bij de lezer, omdat deze niet altijd beseft dat het een link betreft. De mouseover dient dus opvallend te zijn.

Doordat alle tekst soms niet in beeld komt, moeten leerlingen scrollen met de muis om alle tekst te kunnen lezen. Naast dat dit lichtelijk storend is voor de lezer, zorgt het er af en toe voor dat de tekst ‘lees verder’ niet gezien wordt door de gebruiker.

4 PRAKTIJKONDERZOEK

4.1 Onderzoeksgroep en benadering scholen

Alhoewel de website is ontwikkeld voor de bovenbouw van het basisonderwijs, is gedurende het onderzoek alleen gewerkt met leerlingen uit groep 8 (leeftijd 11-12 jaar). Dit om de onderzoekspopulatie overzichtelijk te houden.

Vanuit praktische overwegingen zijn scholen benaderd in Wageningen, Renkum, Bennekom, Ede en Arnhem. Vanwege de korte duur van de stage heeft het benaderen van scholen onder redelijke tijdsdruk plaatsgevonden. De meeste scholen zijn benaderd via de telefoon aan de hand van gegevens uit de digitale telefoongids. Wanneer docenten interesse toonden werd per mail meer informatie toegezonden en een afspraak gepland. Eén school in Wageningen is persoonlijk bezocht en zes scholen zijn alleen per mail benaderd.

Telefonisch bleken docenten erg moeilijk bereikbaar. In onderstaande tabel staan alleen de aantallen scholen waarmee contact met de docent van groep 8 of met de schooldirectie is geweest. Het aantal werkelijk gebelde scholen is minimaal het dubbele, maar daarbij is het niet gelukt de juiste persoon te pakken te krijgen.

Scholen hebben deelgenomen op twee manieren. In overleg tussen de docent en onderzoeker werd besloten welke variant voor beide partijen het beste uit kwam:

- *Klassikaal*: alle leerlingen van een klas namen deel aan de les waarin de website centraal stond. Leerlingen werkten in verschillende groepen achter de computer. De inleiding op de les gebeurde klassikaal door de docent. Leerlingen kregen ongeveer een half uur om met de website te werken en de vragen op het bijbehorende werkblad te beantwoorden. Qua onderzoek was hier sprake van participerende observatie.
- *Individuele leerlingen*: slechts enkele leerlingen uit een klas werden individueel participerend geobserveerd en geïnterviewd. Enkele leerlingen moesten de tekst op de website hardop voorlezen tijdens het doorwerken, om moeilijkheden in de tekst te kunnen signaleren. Het interviewen en observeren van de leerlingen bij het doorwerken van de website duurde ongeveer 45 minuten per leerling.

Tabel 1. Overzicht van het aantal scholen per plaats per denominatie: bestand, benaderd en deelgenomen.

Plaats	Bestand*				Benaderd				Deelgenomen		
	Totaal	OB	CH	Overig**	Totaal	OB	CH	Overig	Totaal	OB	CH
Wageningen	16	8	5	3	8	6	2	0	2	2	0
Ede	41	16	19	6	11	5	5	1	1	0	1
Renkum	6	3	3	0	4	2	2	0	1	0	1
Bennekom	8	5	3	0	7	5	2	0	0	0	0
Arnhem	72	40	22	10	2	2	0	0	2	2	0
Totaal	143	72	52	19	32	20	11	1	6	4	2

OB = openbaar, CH = christelijk

* Gegevens achtergrond scholen aan de hand van vermelding in digitale telefoongids

**Overige scholen: Vrije school, Montessori, Jenaplan en Islamitische scholen

Van de 32 benaderde scholen hebben zes scholen deelgenomen aan het onderzoek. De belangrijkste reden waarom de meeste scholen niet deelnamen was het vol geplande onderwijsprogramma, waardoor deelname op korte termijn niet mogelijk was. Niet-reageren van scholen op e-mail is een andere reden. Van de zes benaderde scholen per e-mail heeft niet één een reactie laten horen. Ook twee geïnteresseerde scholen die per e-mail meer informatie wilden, lieten de e-mail onbeantwoord.

De bezochte scholen vormen een goede doorsnee van de Nederlandse basisschool. Zowel christelijke als openbare scholen hebben meegedaan aan het onderzoek, verder zowel enkele

stedelijke scholen als scholen in een dorp. Verder namen ook allochtone leerlingen deel. Speciale onderwijstypen zoals Montessorionderwijs maakt geen deel uit van de steekproef.

4.2 Onderzoekstypes

Het kwalitatieve praktijkonderzoek bestond uit twee onderdelen, namelijk:

1) *Evaluatieonderzoek*

Tijdens het praktijkonderzoek vond een productevaluatie plaats met het oog op het aanbrengen van verbeteringen in de beoordeelde website. De nadruk hierbij lag op het al dan niet bereiken van de opgestelde leerdoelen voor de website. Een zogenoemde 'goal based'-evaluatie (in Francke en Richardson, 1994).

Dit evaluatieonderzoek heeft geresulteerd in aanbevelingen wat betreft inhoud, didactiek en gebruiksvriendelijkheid.

2) *Aanvullend retrospectief doelgroeponderzoek*

Het evaluatieonderzoek heeft alsnog geprobeerd een antwoord te vinden op de vraag wat basisschoolleerlingen al weten wat betreft erfelijkheid. Dit werd direct bij leerlingen onderzocht en indirect via de leerkrachten.

- Welke kennis bezitten leerlingen in groep 8 van de basisschool wat betreft erfelijkheid?
- Wat is de belevingswereld van de leerlingen rondom het onderwerp? Wat zijn hun associaties bij het onderwerp en hoe herkenbaar zijn bepaalde begrippen en voorbeelden voor de doelgroep?
- Wat is de leerbaarheid van de diverse behandelde onderwerpen?
- Wat voegt de website toe voor de doelgroep, oftewel wat is de leerwaarde?
- Wat is de bruikbaarheid van de website op de basisschool?

4.3 Dataverzameling

Vooraf

Om te achterhalen waaraan leerlingen denken bij erfelijkheid zijn, voordat ze aan een les begonnen de volgende onderzoekstechnieken toegepast:

- Klassikaal woordveld: leerlingen moesten woorden (met toelichting) opnoemen die bij hen opkomen bij het woord erfelijkheid. De docent schreef en ordende deze eventueel op het bord in een zogenoemd woordveld. Hierbij moest rekening gehouden worden met het imitatiegedrag van leerlingen, aangezien zij geprikkeld werden door opmerkingen van medeleerlingen. De rol van de onderzoeker was puur observerend.
- Leerlingen moesten in enkele minuten zelfstandig op een papiertje hun associaties met erfelijkheid opschrijven.
- Diepte-interview: leerlingen werden individueel ondervraagd over het onderwerp erfelijkheid en er werd doorgevraagd naar aanleiding van hun antwoorden.

Doorwerken website

Het doorwerken van de website gebeurde op twee manieren: klassikaal computeren (1 of 2 leerlingen per pc) of één leerling apart. Het klassikaal computeren werd participerend geobserveerd en gaf een algemene indruk van problemen wat betreft inhoud en gebruiksvriendelijkheid. Het observeren van een individuele leerling ging samen met een diepte-interview, waar de nadruk meer lag op didactische en inhoudelijke aandachtspunten.

Tijdens het doorwerken van de website maakten leerlingen gebruik van het bijbehorende werkblad. De andere werkbladen uit de docentenhandleiding hebben geen rol ingenomen in het onderzoek.

Achteraf

De leerwaarde en leerbaarheid van het thema erfelijkheid werden als volgt verkend. Er werd nagegaan hoe de doelgroep de begrippen plaatsten in hun belevingswereld, hoe ze de informatie interpreteerden en welke kennis bleef hangen na het doorwerken van de site. Dat gebeurde

- Schriftelijk: de verworven kennis werd schriftelijk getest door open en meerkeuzevragen en door het laten schrijven van een opstel. De opstelopdracht luidde: “Als je vanavond voor je oma zou moeten samenvatten wat je allemaal geleerd hebt over erfelijkheid, wat zou je haar dan vertellen?”
- Mondeling: de leerwaarde van de website werd nagegaan door diepte-interviews. Hier werd gekeken welke informatie reproduceerbaar was, welke (opgedane) informatie juist wel/niet gebruikt werd in de interactie. Verder werd nagegaan waar de belangstelling en interesse van de leerling lag bij het onderwerp.

Docent

Enkele docenten werden geïnterviewd over:

- Type school / onderzoeksgroep
- Manier waarop erfelijkheid normaal ter sprake komt in de klas
- Hoeveel waarde de docent hecht aan het onderwerp
- Bruikbaarheid van de website voor lessen
- Bruikbaarheid docentenhandleiding
- De eigen kennis van de docent over het onderwerp

Tabel 2. Opbouw van de dataverzameling naar onderzoekspopulatie per school en per denominatie. Databronnen: klassikale participerende observatie (in subgroepen), individuele diepte-interviews, interviews docenten en individuele schriftelijke bronnen.

Herkomst	Denominatie	Klassen	Subgroepen (aantal leerlingen)	Diepte-interview	Docent	Individuele schriftelijke bronnen
Piekschool Wageningen	Openbaar	1	3 (n=27)		1	
Prinses Beatrixschool Renkum	Christelijk	1	3 (n=20)		1	18 associaties vooraf
Constantijnschool Ede	Christelijk			6	**	1 opstel achteraf
De Blinkert Arnhem	Openbaar	1	3 (n=23)		**	23 toetsen
De Boomhut Arnhem	Openbaar			6	**	
Brinkschool Wageningen	Openbaar	2	3 (n=31)		**	31 opstellen achteraf
Totaal		5	12 (n=101)	12	2	73 bronnen

* Adresgegevens scholen zie ‘Bijlage 2’

**Op deze scholen zijn docenten niet specifiek geïnterviewd; meestal vanwege andere bezigheden van de docent. Gedurende de aanwezigheid is wel een groot gedeelte van de vragen ter sprake gekomen, maar niet in interviewvorm.

4.4 Data-analyse

Alle klassikale woordvelden en individuele gesprekken (docenten en leerlingen) zijn opgenomen op een taperecorder en na afloop uitgewerkt op papier. Typerende denkbeelden van de leerlingen worden in dit rapport als letterlijke uitspraken van leerlingen aangehaald. De onderzoeker heeft per onderwerp eerst alle verzamelde bronnen bestudeerd en aan de hand van de verkregen algemene indruk vervolgens dit met representatieve voorbeelden daarbij gezocht.

Erfelijkheidsassociaties van leerlingen, voorafgaande aan de les werden gecategoriseerd en uitgezet in associatieprofielen. Het associatiespectrum geeft daarbij het aantal verschillende associaties aan.

5 RESULTATEN

5.1 Huidige voorkennis en persoonlijke leefwereld doelgroep

Via klassikale woordvelden, individuele diepte-interviews en het opschrijven van associaties vooraf werden de associaties van leerlingen rondom erfelijkheid achterhaald. De genoemde associaties zijn onder te verdelen in zes categorieën, namelijk:

- Uiterlijk eigenschappen
- Innerlijk (karakter en talenten)
- Ziektes en afwijkingen
- Vaktermen (DNA, genen, chromosomen)
- Erfenis / erven van materiële zaken
- Overige associaties

Tabel 3. Klassikale en individuele associatieprofielen bij erfelijkheid van leerlingen uit groep 8 van het basisonderwijs. Per categorie is weergegeven het aantal leerlingen/klassen (in %) dat in de desbetreffende categorie associeerde.

Categorie	Leerlingen		
	Klas (n=4)	Individueel schriftelijk (n=18)	Individueel interview (n=12)
<i>Uiterlijk</i>	100	33	83
<i>Innerlijk</i>	100	22	42
<i>Ziektes/afwijkingen</i>	100	33	50
<i>Vaktermen</i>	50	6	0
<i>Erfenis</i>	100	39	33
<i>Overig</i>	25	17	8

Tabel 4. Klassikale en individuele associatiespectra bij erfelijkheid van leerlingen uit groep 8 van het basisonderwijs. Per categorie is weergegeven het aantal verschillende woorden dat uit de desbetreffende categorie werd genoemd.

Categorie	Leerlingen		
	Klas (n=4)	Individueel schriftelijk (n=18)	Individueel interview (n=12)
<i>Uiterlijk</i>	18	7	11
<i>Innerlijk</i>	8	5	7
<i>Ziektes/afwijkingen</i>	14	4	9
<i>Vaktermen</i>	2	1	0
<i>Erfenis</i>	15	3	3
<i>Overig</i>	3	5	1

Erfenis

Tijdens de klassikale woordvelden worden erfenis en daaraan gerelateerde woorden het eerst genoemd. Hierbij gaat het over erven van materiële zaken bij doodgaan. Ook bij individuele leerlingen werd deze associatie vaak gemaakt.

Docenten moesten tijdens de woordvelden leerlingen vaak sturen om niet te veel woorden te noemen in deze categorie.

Uiterlijk

Dit is de categorie waarin de meeste associaties vallen. Vooral uit het diepte-interview komt naar voren dat vrijwel alle leerlingen zich bewust zijn van het erven van uiterlijke eigenschappen.

Het meest genoemd wordt haarkleur, gevolgd door oogkleur. Andere woorden die enkele malen genoemd worden zijn: lengte, slechte ogen, sproeten, huidskleur, kaalheid, flaporen,

schoenmaat, je dikte, krullen, gezichtsvorm, linkshandigheid en moedervlek. Opvallend is dat een groot deel van de uiterlijke kenmerken een negatieve lading heeft.

Innerlijk

Bij innerlijk worden voornamelijk karaktertrekken genoemd, zoals bepaald gedrag, chagrijnig, vergeetachtig en smaak. Ook intelligentie wordt enkele malen genoemd, maar andere talenten worden zelden genoemd (eenmaal gevoel voor muziek/kunst).

Ziektes en afwijkingen

De associatie met ziektes wordt redelijk vaak gemaakt. Meestal wordt in deze context het woord ziekte zelf genoemd, in enkele gevallen ook specifieke ziektes. Ook handicaps worden enkele malen genoemd en ook diverse keren dyslexie. Slechts eenmaal wordt een allergie genoemd. Foute antwoorden hierbij zijn o.a.: aids “*als moeder het heeft krijgt het kind het toch ook?*” en “*erfelijkheid is een ziekte*”.

Vaktermen

Opvallend is dat zelden vaktermen worden genoemd. DNA wordt in totaal tweemaal genoemd (eenmaal als ‘*D en A*’). Het woord genen éénmaal tijdens een woordveld, waarna diverse opmerkingen door de klas vlogen in de trant van “*wat zijn dat, genen?*”.

Overig

Andere voorbeelden die genoemd worden, zijn o.a.:

- Erven van een naam
- Plagen/pesten
- Eerder sterven dan een normale leeftijd

Verder nog enkele voorbeelden rondom opvoeding, zoals:

- Als je mishandelt bent, doe je dat later bij je kinderen ook
- Ouders roken allebei en dan zeggen ze dat ik meer kans heb om later ook te roken

Bij de diepte-interviews blijkt dat twee van de twaalf leerlingen geen enkele associatie hebben bij het woord erfelijkheid.

5.2 Diepte-interview

In totaal hebben twaalf leerlingen deelgenomen aan een individueel diepte-interview. Voorafgaande aan de website werden de leerlingen enkele vragen gesteld rondom het onderwerp. Hierbij werd de leerlingen o.a. een aantal eigenschappen voorgelegd en moesten zij zeggen of zij dachten dat de volgende eigenschappen erfelijk *kunnen* zijn. Niet alle leerlingen hebben dezelfde voorbeelden gekregen. Op het litteken na *kunnen* alle genoemde eigenschappen erfelijk zijn.

Tabel 5. Antwoorden van leerlingen (ja, nee of weet niet) op de vraag of de betreffende eigenschap erfelijk kan zijn.

Eigenschap	Erfelijk?			Totaal
	Ja	Nee	Weet niet	
Haarkleur	12			12
Slechte ogen	8	1	1	10
Lengte	8 (+1)*	1		10
Goed kunnen voetballen	2 (+5)	2	1	10
Allergie, bijvoorbeeld voor katten	5	6		11
Muzikaal zijn	6 (+1)	3		10
Sproeten	8	3	1	12
Litteken		11	1	12
Goed kunnen rekenen	3	2	2	7
Intelligentie / hoe slim je bent	3	2	1	6
Heel druk zijn/opvliegerig	3			3

*Aantal leerlingen dat na doorvragen ja antwoordde.

Begrippen

Vervolgens werd deze leerlingen gevraagd of ze wel eens:

- a) Van de volgende woorden gehoord hadden
- b) Zo ja, of ze een omschrijving van het woord konden geven

Cel(len)

- Zitten overal in je lichaam
- Je bestaat uit cellen
- Wel van gehoord, weet niet wat is
- Je hebt van die cellen in je lijf; je verliest er elke dag heel veel en er komen er ook heel veel bij
- Zitten in je bloed....zuurstof.... Ook in je hersenen en al je organen. Hele lichaam bestaat uit cellen
- Ja, iets van in je hoofd, je hersencel of zo. Zitten cellen overal....?
- Nee
- Bloedcellen in je bloed; Witte bloedcel, rode bloedcel, DNA-cellen; cellen alleen in je bloed
- Ja, hersenen, je hoofd, maar weet verder niet echt....in je bloed....[na doorvragen bestaat volgens haar je hele lijf uit celletjes]
- Zijn toch van die kleine eitjes? Zie je altijd in onderzoek; cellen in je lichaam. Weet niet waar ze in lichaam zitten
- Wat in je bloed zit. Hoe je ontwikkelen. Verder zitten cellen in haar, want als je kaal wordt zijn je haarcellen niet open.
- Ja, man heeft cellen (sperma) en de vrouw ook en daar krijg je kindjes van. Zitten verder in je bloed en eigenlijk overal in je lichaam

Wat zit er in zo'n cel?

- Geen idee (6)
- DNA en gorsomen
- Vloeistof of zo
- In een cel zitten nog meer kleine celletjes. En daarin nog meer kleine celletjes en zo gaat het door. Verder hebben volgens haar alleen de wortels van haar haar cellen
- Lucht, je hebt verschillende cellen...of misschien bloed....DNA?....
- Heel klein rond en wit of doorzichtig

Uit bovenstaande uitspraken blijkt dat op twee leerlingen na alle leerlingen beseffen dat ze bestaan uit cellen. Een deel van de leerlingen beseft dat je hele lichaam uit cellen bestaat; bij de andere groep leerlingen zitten cellen alleen in bloed en/of hersenen.

Slecht een paar leerlingen laten een verband zien tussen cellen en erfelijkheid, bijvoorbeeld door het noemen van DNA of het omschrijven van geslachtscellen.

DNA

- Iets van onderzoek of zo, iets van bloed of zo en dat leg je onder een microscoop, iets met politie
- Daar erf je mee
- Bloed of zo (2)
- Kun je bijv een dief aan herkennen als er bloed is of zo, want iedereen heeft een ander DNA; DNA zit overal in je lichaam
- Ja, zo'n ronddraaiing zitten allemaal van die cellen en elk mens heeft ander DNA en zo kun je als je iets hebt gedaan dat ze je kunnen opsporen. Zit in de cel
- Ja, waar je uit bestaat, ook wat je van je ouders meekrijgt staat er allemaal in, wat je bent. Zit overal in je lijf
- Je hebt jezelf, je plas en je haar. En dat is allemaal DNA. DNA zit volgens haar ook in dieren, maar niet in planten
- Bij inbraak kunnen ze opzoeken want iedereen heeft ander DNA; DNA zit in de cellen van het bloed en haar
- Ja, jouw bloed dat overeenkomt met je moeder. Zit volgens haar in bloed en haar. Ook in planten en dieren
- Wel gehoord i.v.m. politie, weet niet wat is
- Ja, je bloed of zo. Ook in je haar

Uit deze uitspraken blijkt dat alle ondervraagde leerlingen associaties hebben bij het woord DNA. Samengevat komt het er op neer dat alle leerlingen DNA koppelen aan bloed, haar en misdaad. Slechts enkele leerlingen koppelen het aan het erven van eigenschappen.

Chromosomen

Slecht één leerling weet te vertellen dat je daarmee erft. De andere leerlingen kijken allemaal erg vreemd en onwetend bij het woord chromosoom en hebben er allemaal nog nooit eerder van gehoord.

Gen(en)

- Wel van gehoord, weet betekenis niet (2)
- Ja, zijn de stofjes die erfelijkheidsgecode overdragen
- Nee (6)
- Dat is erfelijkheid toch? Mijn vader heeft dezelfde genen als mij met allergie; dat is toch net zoiets als DNA?
- Heeft met je geheugen te maken en daar om heen, je hersens, maar weet verder niet

Hieruit blijkt dat de helft van de leerlingen wel eens heeft gehoord van genen. Van deze leerlingen weten slecht twee het op de juiste manier te koppelen aan erfelijkheid.

Stamboom

Op één leerling na kunnen alle geïnterviewden een juiste omschrijving geven van een stamboom. Ook weten al deze leerlingen dit te koppelen aan het doorgeven van eigenschappen, wanneer wordt gevraagd wat het verband tussen een stamboom en erfelijkheid is.

Bacterie

Alle leerlingen weten te omschrijven wat bacteriën zijn. Het wordt voornamelijk omschreven met de volgende woorden: soort beestjes, maken je ziek, heel klein, zijn overal, ook in je lichaam

5.3 Resultaten per onderwerp

Algemeen

Leerlingen maken duidelijk dat ze het onderwerp erg interessant vinden. Als je leerlingen achteraf vraagt wat ze van de les vonden, krijg je overwegend positieve reacties in de trant van “leuk en leerzaam”. Een meerderheid van de leerlingen geeft aan de website niet te moeilijk te vinden.

Als positieve punten van de les noemen leerlingen meerdere keren o.a.:

- Leuk onderwerp
- Veel dingen die ze nog niet wisten geleerd
- Leuke plaatjes
- De rap is “cool”
- Tekst niet te moeilijk / duidelijk verhaal
- Werken op de computer is leuk!

Punten van kritiek die enkele malen gegeven worden zijn o.a.:

- Te veel tekst om door te moeten lezen
- Haarkleur verhaal is moeilijk
- Moeilijke woorden; hierbij wordt echter dan alleen het woord chromosomen als voorbeeld genoemd
- Iets meer spelletjes zou de site leuker maken
- Tekst in pop-up schermpjes beweegt te snel

Hoi ik ben Bogi

Leerlingen hebben weinig problemen te beseffen dat je van beide ouders de helft hebt. Alle eigenschappen worden meestal probleemloos aan de juiste ouder(s) toegekend. Een enkele keer wordt huidskleur alleen aan de vader toegekend onder het motto “*Zijn bruine kleur lijkt meer op zijn vader dan op zijn moeder*”.

Vanwege enkele gebruiksvriendelijkheidfoutjes zijn leerlingen redelijk veel tijd kwijt aan dit onderdeel. Meer opmerkingen over gebruiksvriendelijkheid in “aanbevelingen gebruiksvriendelijkheid”.

Dat heeft ‘ie van mij!

Leerlingen hebben geen probleem met dit onderwerp en de daarbij behorende vraag. Leerlingen noemen meestal als eerste dat zijn goede wiskunde komt door zijn vader, maar bijna alle leerlingen vermelden daarbij dat het ook door andere dingen kan komen, zoals oefenen en de leraar. Bij doorvragen in het onderzoek komt niet één leerling naar voren die stellig blijft vasthouden aan één mogelijke oorzaak.

Wel blijken diverse leerlingen niet door te hebben dat je op het rood gedrukte woordje “VRAAG” kan drukken voor meer informatie.

Dat heeft ‘ie helaas ook van mij!

Vrijwel alle leerlingen vullen bij de bijbehorende vraag meteen het antwoord “*kan wel, hoeft niet*” in. Bij toelichting noemen leerlingen soms voorbeelden van ziektes uit hun omgeving, of ze vergelijken het met bijvoorbeeld oogkleur “*mijn vader heeft bruine ogen en ik heb bijvoorbeeld blauwe*”.

Stamboom

De helft van de leerlingen weet na het doorlezen van de tekst probleemloos de bijbehorende vraag te beantwoorden; hierbij de koppeling te maken dat je twee genen bezit voor haarkleur (één van je vader en één van je moeder); dit samengaand met het feit dat de ene kleur sterker is dan de andere.

De overige helft leerlingen heeft problemen met deze vraag, dit komt o.a. doordat:

- Leerlingen gaan kleuren mengen i.p.v. dat één kleur wint. “*Nooit geweten dat als je blond en bruin mengt dat je dan waarschijnlijk oranje krijgt*”. Of ze hebben problemen met veranderende haarkleur “*Blond kan niet rood worden en andersom wel; want toen mijn nichtje nul was had ze rood haar en nu ze twee is heeft ze blond haar*”.
- Leerlingen denken dat ouders het sterkste gen doorgeven i.p.v. dat dit willekeurig gebeurt “*En dat als je moeder rood haar heeft en je vader zwart. Dat zwart het dan wint, omdat het donkerder is*”. Of “*Als je vader bruin haar heeft en je moeder blond, krijg je bruin haar. Want bruin is sterker.*”
- Leerlingen hebben geen goed beeld wat genen precies zijn, aangezien ze alle tekst niet goed hebben doorgelezen. “*Ik wist ook niet dat je twee haarcellen hebt.*” [i.p.v. genen, JS]

Leerlingen blijken ook enige moeite te hebben met de interpretatie van het stamboomplaatje. Het blijkt voor leerlingen erg onoverzichtelijk wie welk familielid is in de stamboom en de betekenis van de pijlen is onduidelijk voor hen.

Zes leerlingen kregen de toetsvraag “*Erfelijke informatie wordt doorgegeven via zaadcellen en eicellen? Juist / onjuist*”. Alle zes de leerlingen schrijven op dat dit niet zo is!!!

Ook bij de diepte-interviews geven leerlingen maar sporadisch aan dat ei,- en zaadcellen betrokken zijn bij het doorgeven van erfelijke eigenschappen.

Tijdens een diepte-interview valt het volgende antwoord op bij de vraag “*Hoe krijg je die eigenschappen van je ouders dan?*” “*Van de man denk ik via de eicel.....van de vrouw misschien bij het bloed....*”.

Ook wordt enkele malen geantwoord “*Ik lijk meer op mijn moeder want ik heb meer genen van mijn moeder gekregen dan van mijn vader*”.

Het probleem zou kunnen liggen in het feit dat er alleen een vraag wordt gesteld over de stamboom/haarkleur. Wanneer de leerlingen deze vraag beantwoord hebben, drukken ze niet meer op “*lees verder*” en lezen zodoende het verhaal over de bevruchte eicel niet.

DNA en chromosomen

Cellen: Dat er in je lichaam cellen zitten, is voor bijna geen enkele leerling een nieuw gegeven. Ruim de helft van de leerlingen weet dat je lichaam helemaal uit cellen bestaat; de andere helft denkt in eerste instantie dat dit beperkt blijft tot bijvoorbeeld bloed en hersencellen.

Het getal 50 miljard heeft voor vele verbaasde gezichten gezorgd en het woordje “zoveel?” komt diverse keren uit de mond van leerlingen.

Wanneer leerlingen wordt gevraagd welke vorm ze denken dat een cel heeft “een plat cirkeltje/schijfje of een bolle vorm?”, geven alle ondervraagden aan dat de cel een bolvorm had. Ze plaatsen de cel dus wel in 3D-perspectief.

Chromosoom: Dit blijkt duidelijk het moeilijke woord op de website, aangezien het voor bijna alle ondervraagden een onbekend woord is. Leerlingen moeten vaak enkele malen het woord opnieuw lezen voor ze het goed kunnen uitspreken. Dit blijkt bij de leerlingen die de tekst hardop voor moesten lezen.

Na afloop van de les bleek voor de meeste leerlingen het woord moeilijk reproduceerbaar. Veel leerlingen kunnen het moeilijke woord niet onthouden en leerlingen die het onthielden maakten er schriftelijk en mondeling de meest aparte variaties op (chromosonen, gromosoren).

Ook de inhoud van het woord chromosoom blijkt niet duidelijk bij alle leerlingen. Vijf leerlingen werden na afloop gevraagd in een toetsvraagje om de zin af te maken: “*Chromosomen zijn.....*”. Slecht twee van de vijf leerlingen geven een juiste omschrijving. Foute antwoorden waren bijvoorbeeld “*kleine cellen*” en “*een soort draadjes die om je cel zit*”. Ook geven de drie leerlingen met het foute antwoord aan dat chromosomen buiten de cel lagen.

DNA: Leerlingen hebben veel moeite het verschil te omschrijven tussen DNA en chromosomen. Slechts een enkeling kan achteraf vertellen dat chromosomen gemaakt zijn van DNA.

Opmerkelijk is ook de toetsvraag “*zit er DNA in....?*” Alle zes de leerlingen geven aan dat er DNA zit in cellen. Op de vraag of DNA in “je huid” zit, geven maar 3 van de 6 leerlingen aan dat dit juist is, bij “je haar” beantwoorden slechts twee leerlingen het goed. Hier is dus wel de koppeling gemaakt dat cellen DNA bevatten, maar niet dat huid en haar uit cellen bestaan.

Zes andere leerlingen kregen de vraag “*DNA is....*”. Vijf leerlingen weten dit te koppelen aan eigenschappen en aan een deel van je ouders krijgen.

Genen: Dit stuk blijkt niet altijd gelezen te worden, aangezien over deze pagina geen vraag meer wordt gesteld op het werkblad.

Het begrip genen is een moeilijk begrip voor de leerlingen, dit blijkt uit de volgende toetsvraagjes:

“*Genen zijn....?*”. Slechte twee van de zes leerlingen weten dit te koppelen aan het erven van eigenschappen, drie leerlingen hebben geen flauw idee en het opvallendste antwoord was “*2 huidskleuren wat je hebt en je kan er ook maar eentje van hebben*”.

De vraag “*In genen zitten de eigenschappen van mensen: juist/onjuist*” wordt door drie van de zes leerlingen goed beantwoord.

Planten en dieren

Uit observatie blijkt dat dit onderwerp nauwelijks gelezen wordt, aangezien leerlingen zich erg laten leiden door de vragen op het werkblad. Dit wordt bevestigd door de onderzoeksklas waar twaalf leerlingen na afloop de schriftelijke vraag moesten beantwoorden: “*Geef een voorbeeld van fokken of kweken, waarbij op een positieve manier gebruik wordt gemaakt van erfelijkheid?*”. Slecht één van de twaalf leerlingen weet een juist voorbeeld te noemen.

In twee onderzoeksklassen werd de leerlingen na afloop gevraagd in een brief aan oma te schrijven wat ze die dag allemaal geleerd hadden. Opmerkelijk in deze brieven is dat geen één van deze dertig brieven een verwijzing heeft naar erfelijkheid bij planten en dieren.

Enkele leerlingen werd tijdens het diepte-interview gevraagd dit onderwerp door te lezen. Leerlingen blijken weinig problemen te hebben hier zelf voorbeelden bij te noemen. Al deze voorbeelden hebben wel te maken met fokken (bijv. klonen, race/dressuurpaard, veel melk geven)

Doordat de leerlingen dit onderwerp niet hebben gelezen, blijkt een deel van de leerlingen na afloop te beweren dat planten geen DNA bevatten. Dat dieren DNA bezitten is voor leerlingen erg vanzelfsprekend.

Spreekbeurt/werkstuk

Aangezien de website werd gebruikt voor een complete les zijn geen observaties gedaan rondom dit deel van de website.

Rap & Verhaal

Kort gezegd vinden de leerlingen (en dan vooral de jongens) de rap “cool”, ondanks dat bij veel scholen geen geluid aangesloten bleek te zijn. Het verhaal wordt ook met enthousiasme gelezen.

Werkblad

Alle onderzochte leerlingen hebben gebruik gemaakt van het werkblad. Leerlingen doorzoeken de site heel gericht naar het antwoord op de gestelde vragen. Nadat het antwoord is gevonden, blijkt het grootste gedeelte van de leerlingen de daarop volgende tekst niet meer te lezen. Een voorbeeld hiervan is bij het onderwerp ‘Stamboom’ het verhaal over eicellen en zaadcellen. Ook het onderwerp ‘Planten en dieren’ wordt door weinig leerlingen gelezen.

Verder denken diverse leerlingen dat ze vraag 1 ook moeten beantwoorden en dat ze alle vakjes van vraag 2 moeten volmaken.

5.4 Docenten

Tijdens het onderzoek zijn minder docenten geïnterviewd dan de bedoeling was. Twee docenten hebben meegedaan aan een uitgebreid interview over hun ideeën rondom het onderwerp. Bij andere docenten komt de informatie uit algemene gesprekken.

De uitkomsten van de gesprekken met docenten komen overeen met de interviews uit het vooronderzoek. Bij geen enkele klas blijkt het onderwerp heel specifiek aan de orde te komen, hooguit indirect bij een aantal onderwerpen zoals stamboom en voortplanting. Docenten zullen uit zichzelf nooit op het idee van erfelijkheid komen en geven aan dat ze het onderwerp niet als een te uitgebreid onderwerp zullen willen behandelen in de klas.

De meeste docenten geven aan niet veel te weten over het onderwerp en hebben eerst zelf de website doorgewerkt om kennis op te doen. Bijna alle docenten geven wel aan in de toekomst vaker gebruik te zullen maken van de website. Dit vanwege de goede, leuke verzorging van de website en het duidelijke enthousiasme van de leerlingen. Goed lesmateriaal op internet is volgens de docenten redelijk schaars.

In tegenstelling tot het vooronderzoek gaf een deel van de ondervraagde docenten aan juist niet de negatieve aspecten van het onderwerp te willen vermijden.

6 CONCLUSIES & DISCUSSIE

6.1 *Beginniveau*

Erfelijkheid wordt door leerlingen in eerste instantie vooral geassocieerd met negatieve zaken, zoals dood en erfenis. Toch blijkt bij verdere navraag het grootste gedeelte van de leerlingen ook te beseffen, dat erfelijkheid te maken heeft met het krijgen van eigenschappen van je ouders. Als eerste wordt dit gekoppeld aan uiterlijke eigenschappen (vooral haar, -en oogkleur). Ook blijkt “erven” weer vaak gekoppeld te worden aan negatieve eigenschappen, zoals ziektes, negatieve karaktereigenschappen en vervelende uiterlijke kenmerken. Positieve eigenschappen, zoals talenten worden maar zelden door leerlingen genoemd. Geconcludeerd mag worden dat erfelijkheid dus in eerste instantie vooral een negatief beeld heeft bij de onderzochte groep.

Verder beseffen de meeste leerlingen dat hun hele lichaam uit celletjes bestaat, hoewel sommige denken dat deze zich alleen in bloed en hersenen bevinden. Wat in zo'n cel zit is voor de meeste leerlingen onbekend. Toch hebben alle ondervraagden wel gehoord van DNA en weten ze dit bijna allemaal te koppelen aan bloed en misdaad. De koppeling aan erfelijkheid wordt maar door enkele leerlingen gemaakt. Termen als chromosomen en genen zijn binnen deze groep vooral onbekende nietszeggende woorden.

6.2 *Leerresultaten*

Naar aanleiding van het onderzoek kan geconcludeerd worden dat leerlingen de volgende leerdoelen hebben bereikt na het doorlopen van de website:

- *Dat ze erfelijke eigenschappen bezitten van beide ouders*
Voor aanvang van de website zijn eigenlijk alle leerlingen zich hiervan bewust. Alleen het verschil per type eigenschap; uiterlijk kunnen alle leerlingen voorbeelden noemen. Gedrag, talenten en ziektes zijn niet bij alle leerlingen bekend. Na afloop van de website beschouwen (bijna) alle leerlingen uiterlijk, gedrag, talent en ziektes als mogelijke erfelijke eigenschappen.
- *Dat sommige eigenschappen erfelijk bepaald zijn en dat bij andere eigenschappen de leefomgeving een belangrijke rol speelt*
Leerlingen leggen zelf vaak de nadruk op dat een eigenschap erfelijk kan zijn, vooral wanneer het over talenten gaat. De vraag over de wiskundeknobbel wordt bijna altijd probleemloos beantwoord; zelf als leerlingen niet eerst de website hebben doorgewerkt.
- *Dat ook erfelijke ziektes kunnen worden doorgegeven*
Hier krijgen leerlingen een duidelijk beeld van: “Kan wel, hoeft niet”. Op de website komt het uitgebreid aan de orde en vanwege de vraag op het werkblad lezen leerlingen dit onderwerp nauwkeurig. Een groot gedeelte van de leerlingen weet al voor aanvang van de website dat sommige ziektes erfelijk zijn.

De volgende leerdoelen blijken niet bij alle leerlingen duidelijk over te komen:

- *Dat erfelijke informatie wordt doorgegeven via voortplantingscellen*
Deze essentiële stap blijkt dus een groot gedeelte van de leerlingen niet te maken, zoals is gebleken uit een toetsvraag. Op de vraag hoe volgens hen erfelijke informatie dan wel wordt doorgegeven, weten de ondervraagde leerlingen geen duidelijk antwoord op te geven. Antwoorden zijn meer in de zin van: “*Erfelijkheid wordt doorgegeven via DNA/genen.*” Naast dat de leerlingen soms problemen hebben met de complexe aard van dit onderwerp, kan het probleem mede veroorzaakt worden doordat leerlingen het onderwerp “broers en zussen” niet lezen waarin de uitleg staat.

Dit subonderwerp komt namelijk niet voor op het werkblad. Dit leerdoel zou in de toekomst een nuttig onderwerp zijn voor vervolgevaluatieonderzoek.

- *Dat bij elke bevruchting weer andere informatie wordt doorgegeven en dat broers en zussen daardoor onderling verschillen*

Leerlingen beseffen dat broers en zussen verschillende informatie / genen krijgen van ouders. Zoals bij het vorige leerdoel omschreven, blijken niet alle leerlingen dit te koppelen aan bevruchting.

Hierbij maken wel een aantal leerlingen de indruk het moeilijk te vinden om over zaken als bevruchting te praten. Dit ‘taboe’ zou een enigszins verkeerd beeld kunnen neerzetten over wat leerlingen weten over het onderwerp. Ook dit leerdoel komt niet volledig tot zijn recht vanwege het ontbreken van een vraag op het werkblad.

- *Dat ook bij planten en dieren erfelijkheid speelt en dat met kweken en fokken planten en dieren kunnen worden verkregen met wenselijke eigenschappen*

Dit onderwerp blijkt zelden gelezen te worden, door het ontbreken van een vraag op het werkblad. Sommige leerlingen krijgen de boodschap niet mee dat planten ook DNA bezitten. Wanneer het onderwerp gelezen wordt, hebben de leerlingen hier geen moeite mee en weten ze vergelijkbare voorbeelden op te noemen.

Leerdoel waar naar aanleiding van dit onderzoek nog weinig over te concluderen valt, aangezien er met de gebruikte methodologie te weinig aandacht aan geschonken is:

- *Dat artsen in geval van een erfelijke ziekte extra alert zijn en waar mogelijk preventief onderzoek doen om gezondheidsproblemen te beperken*

Nu geconcludeerd is welke leerdoelen hun doel hebben bereikt bij de doelgroep, verdient eigenlijk nog een extra leerdoel de toevoeging bij de leerdoelen van de website:

- *Dat erfelijkheid niet iets negatiefs hoeft te zijn!*

Het beginbeeld dat leerlingen hebben is vooral negatief. Naast dat ze bij erfelijkheid zaken als dood/erfenis associëren, geven ze als voorbeelden voornamelijk ziektes, uiterlijke afwijkingen en negatieve karaktereigenschappen. Door de positieve wending van de website gaan leerlingen duidelijk positiever denken over het onderwerp erfelijkheid.

6.3 Algemeen

Over het algemeen kan gezegd worden dat de website prima geschikt lijkt voor de basisschool. Hierbij de kanttekening dat de website bedoeld is voor de bovenbouw van de basisschool, terwijl het onderzoek alleen verricht is met groep 8 leerlingen.

Een belangrijke vereiste van lesmateriaal is dat deit aansluit bij de belevingswereld van de doelgroep. De associaties die de leerlingen hebben bij erfelijkheid blijken zeer divers, maar hebben alle over het algemeen een wat negatievere lading. Leerlingen blijken het erg interessant te vinden om te ontdekken hoe het komt dat je op je ouders lijkt en welke (positieve) eigenschappen allemaal erfelijk kunnen zijn. De gebruikte voorbeelden weten goed de interesse van de leerlingen te treffen en gedurende het doorwerken van de site komen er veel mogelijke erfelijke eigenschappen boven in de leerlingen die ze denken van hun eigen ouders geërfd te kunnen hebben.

Het enigszins complexe verhaal over de opbouw van een cel lijkt voor diverse leerlingen lastig te begrijpen, aangezien zij moeite hebben om zich hier een concrete voorstelling bij te vormen. Na het doorlezen weten veel leerlingen niet goed het verband uit te leggen tussen de begrippen DNA/cel/chromosomen/genen/eigenschappen. Door het heen en weer springen tussen deze verschillende structuren raken de leerlingen het overzicht kwijt in deze begrippen.

Bijna alle leerlingen hebben wel eens gehoord van DNA i.v.m. bloed en politieonderzoek. Dit zou een goed aanknopingspunt kunnen zijn om ook de relatie met erfelijkheid te leggen.

Onderwerpen als stamboom en het overerven van eigenschappen via zaad/eicellen blijken toch niet voor alle leerlingen even goed te begrijpen, dit waarschijnlijk door de complexe en abstracte aard. Toch lijkt het aanbieden hiervan geen slechte keuze; een deel krijgt alle informatie goed mee, een andere groep krijgt alleen een deel van de boodschap mee. Dit zorgt er in elk geval voor dat de website voor de meer intelligente leerling uitdagend blijft.

De keuze van een website als lesmateriaal lijkt een ideale keuze. Leerlingen hebben grote interesse in internet, terwijl het aanbod van goed lesmateriaal volgens docenten nog redelijk schaars is. Het werken op internet is dus een extra motiverende factor voor de leerlingen. De motivatie wordt nog groter door de interactieve, illustratieve en speelse elementen in de website. Leerlingen gaven na het doorwerken van de website aan dat ze dit type elementen in de website erg leuk vonden.

Opvallend is wel dat leerlingen erg afgeleid kunnen worden door kleine gebruiksonvriendelijkheden in het programma. Om de leerbaarheid van het onderwerp te verbeteren, zou het erg wenselijk zijn de website op deze punten aan te passen, zodat hun aandacht meer gefocust wordt op de inhoudelijke aspecten. In het hoofdstuk 'aanbevelingen' meer hierover.

6.4 Beantwoording onderzoeksvragen

1) *Hoe gaan leerlingen en leerkrachten van de bovenbouw van het basisonderwijs om met de bestaande Bogi-website en hoe kan de website eventueel nog verbeterd worden?*

- Docenten zien de website als een aanvulling op het huidige curriculum, met daarbij de kanttekening dat het onderwerp niet te uitgebreid aan bod dient te komen.
- Leerlingen reageren erg enthousiast op de website, vanwege de aansluiting op hun belevingswereld en de vele motiverende elementen van de website.

Aanbevolen verbeteringen (meer in hoofdstuk 'aanbevelingen'):

- De website blijkt nog diverse gebruiksonvriendelijkheden te bevatten, die de leerling soms erg afleiden van de inhoudelijke onderwerpen.
- Betere afstemming werkblad en website; leerlingen doorzoeken website te gericht naar antwoorden, waardoor enkele leerdoelen niet de gewenste aandacht krijgen.
- Kies als hoofddoel van de website de invulling voor een complete les. Het gebruik voor spreekbeurten is niet geëvalueerd, maar door de surfvrijheid van de gebruiker is de website minder geschikt als lesmateriaal voor een complete les. Een vaste surfvolgorde maakt de website geschikt voor zowel complete lessen als spreekbeurten.
- Een extra evaluatievervolgonderzoek m.b.t. enkele inhoudelijke onderwerpen (vooral het bevruchtingsproces), nadat de gebruiksonvriendelijkheden uit het programma zijn gehaald.

- 2) *Wat leert dit onderzoek over de leerwaarde en leerbaarheid van het thema erfelijkheid op de basisschool?*

Wat is de leerwaarde voor leerlingen?

- Wegnemen van de overwegend negatieve associaties met het onderwerp erfelijkheid.
- Eerste kennismaking met het onderwerp erfelijkheid, zodat ze bepaalde begrippen in hun omgeving beter weten te plaatsen (bijv DNA).
- Bewustwording van de vele manieren waarop erfelijkheid terugkomt in de samenleving en in hun eigen omgeving.
- Meer inzicht waarom je op je ouders/familie lijkt.

Wat is de leerbaarheid van het onderwerp?

- De nadruk moet vooral liggen op de bewustwording van enkele zaken rondom erfelijkheid, i.p.v. op wetenschappelijke kennis. Leerlingen blijken het onderwerp in hun leefwereld te kunnen plaatsen, maar hebben soms problemen met de complexe en abstracte aard van enkele onderwerpen. Zolang het onderwerp dicht aan sluit bij de belevingswereld van leerlingen en daarbinnen verbanden weet te leggen, lijkt er met de leerbaarheid van het onderwerp niks mis.

7 AANBEVELINGEN

7.1 Website

De eerste onderzoeksdoelstelling luidde:

Zicht krijgen op de bruikbaarheid van de website in het basisonderwijs en waar mogelijk aanbevelingen doen voor de website, zowel inhoudelijk als didactisch.

De website lijkt een toevoeging te zijn aan het curriculum in het basisonderwijs. Uit gesprekken met docenten blijkt dat het onderwerp niet specifiek aan bod komt en bij docenten zou zelf het onderwerp niet opkomen als specifiek lesonderwerp. Docenten geven aan het onderwerp niet te uitgebreid te willen behandelen, maar zien het onderwerp wel als aanvullend materiaal. Vanwege de schaarsheid van goede websites voor het basisonderwijs staan docenten positief tegenover deze goed verzorgde Bogi-website.

Verder lijkt het onderwerp ook geschikt voor groep 8 van de basisschool. Het onderwerp sluit aan bij hun belevingswereld; dit samengaan met de leuke en motiverende elementen van de website. Dit zorgt er voor dat leerlingen overwegend enthousiast tegen het onderwerp aan kijken. Hierbij komt dat leerlingen computeren gewoon erg interessant vinden en als snel dingen leuk vinden, omdat ze gewoonweg achter de computer mogen werken.

Het onderwerp is vanwege haar enigszins complexe aard niet voor alle leerlingen even goed te bevatten. Toch heeft het merendeel van de leerlingen geen grote problemen en krijgen de minder slimme leerlingen toch enkele essentiële aspecten mee van het onderwerp. De website lijkt dus geschikt voor groep 8.

Twijfelachtig is wel of de website al gebruikt moet worden in groep 7 of lager. Hier is geen specifiek onderzoek naar verricht, maar de grote verschillen in begrip van het onderwerp in groep 8 geven de suggestie dat groep 7 net iets te hoog gegrepen kan zijn, aangezien daar de niveauverschillen nog sterker naar boven zullen komen.

Om de bruikbaarheid van de website te vergroten zijn de volgende aanbevelingen gedaan op drie gebieden, namelijk:

- *Inhoud en didactiek*: suggesties over de inhoudelijke aspecten van het onderwerp en over de didactische aanpak.
- *Gebruiksvriendelijkheid*: welke aanpassingen zouden het programma gebruiksvriendelijker maken.
- *Promotie*: op welke manier kan de website extra onder de aandacht worden gebracht bij docenten van groep 8.

7.1.1 Inhoudelijk en didactisch

Chromosomen

Bijna geen enkele leerling heeft van dit woord gehoord. Na het werken met de site blijkt dit woord ook voor een groot gedeelte onreproduceerbaar en veel leerlingen weten niet wat dit moeilijke woord betekent. Leerlingen hebben het voornamelijk over de draadjes in de cel die gemaakt zijn van DNA.

Om de website meer in de belevingswereld van leerlingen te houden, zou overwogen kunnen worden het woord *chromosomen* te vervangen door het woord *draadjes* (eventueel eenmaal tussen haakjes er achter ‘worden ook wel chromosomen genoemd’). Voor leerlingen blijkt chromosomen een nietszeggend woord, en ze hebben wel al veel moeite met het lezen en onthouden van het woord. De website voorziet de leerlingen van veel informatie; ze krijgen de termen cellen, chromosoom, DNA en genen vlak achter elkaar.

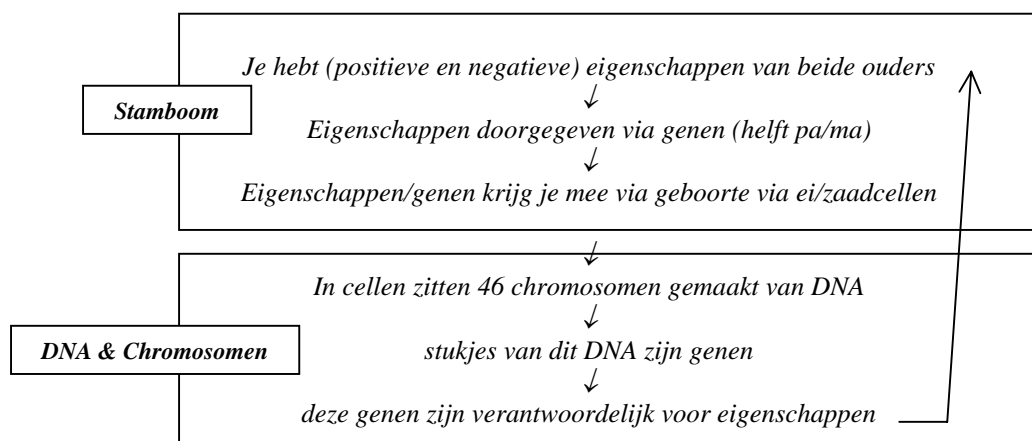
Mede door de grote informatiedichtheid lijken leerlingen moeite te hebben snel het verschil tussen deze woorden te zien. Deze termen blijken achteraf door elkaar gegooid te worden. Je kunt je dus afvragen of het woord chromosomen een belangrijke toevoeging is aan de website.

Eigenschappen worden doorgegeven via zaad/eicellen

Dat eigenschappen worden doorgegeven via ei- en zaadcellen krijgt een gedeelte van de leerlingen niet mee. Aangezien dit een behoorlijk belangrijke koppeling is tussen ‘Stamboom’ en ‘DNA & chromosomen’ (zie *onderstaand figuur*) zou dit onderwerp meer benadrukt moeten worden.

Het probleem wordt mede veroorzaakt doordat de vraag bij stambomen gaat over de kleurgenen. Hierna nemen leerlingen niet meer de moeite de rest van het onderwerp te lezen en ze missen zodoende deze essentiële informatie. Een extra vraag hierover zou dit probleem kunnen verhelpen.

Een andere oplossing zou kunnen zijn voor de leerlingen een vaste volgorde te maken in de site. De website zelf heeft een duidelijke opbouw in de informatievoorziening die kort als volgt kort weer te geven valt:



Wenselijk zou zijn wanneer leerlingen de informatie in dezelfde volgorde aangeboden krijgen i.p.v. dat ze willekeurig alle onderwerpen langs kunnen surfen. Hiervoor zijn twee mogelijkheden:

- Leerlingen behandelen onderwerpen volgens de volgorde in het werkblad. Bij elke vraag op het werkblad duidelijk zetten: “Lees het onderwerp.....”. Op deze manier doorlopen leerlingen de website op de gewenste manier. Nu is de volgorde van ‘Stamboom’ en ‘DNA en chromosomen’ net omgedraaid t.o.v. de website. Consequente eenduidige opbouw in zowel werkblad als website kan er voor zorgen dat leerlingen alle koppelingen tussen subonderwerpen kunnen maken.
- Minder vrijheid voor leerlingen om te surfen op de site. Leerlingen klikken onderwerpen vaak willekeurig aan. Wanneer je eerst het ene onderwerp gelezen moet hebben, voor je verder mag lezen met het volgende onderwerp, krijgen leerlingen alle informatie aangeboden in de juiste volgorde.

Werkstuk of complete les?

Bij de opzet van de website is er voor gekozen om de website te kunnen laten dienen voor zowel een spreekbeurt als een complete les. De evaluatie van de bruikbaarheid van de website voor een spreekbeurt heeft niet plaats gevonden.

Docenten die hebben deelgenomen aan het onderzoek gaven aan de huidige website wel te zien als basis voor een complete les erfelijkheid.

Mochten de makers van de site meer prioriteit stellen bij de website als lesmateriaal voor een complete les, dan wordt aanbevolen een vaste volgorde in de site op te nemen. Mocht de prioriteit liggen bij de basis voor een spreekbeurt/werkstuk kan deze vrije volgorde aangehouden worden, zodat leerlingen meer mogelijkheid hebben tot het vrij zoeken en surfen naar informatie op de site.

Mijn voorkeur is bij de website te kiezen voor de complete les, aangezien de website dan nog steeds nuttig blijft voor spreekbeurten en voor beide lesopzetten geschikt zal zijn.

DNA & misdaad

Het grootste gedeelte van de leerlingen gaf aan wel eens gehoord te hebben van het woord DNA. Al deze leerlingen plaatsten DNA in verband met het bloed en politieonderzoek. Om de website meer bij de belevingswereld van de leerlingen aan te laten sluiten, zou hier een aan gewijd kunnen worden, net zoals aan erfelijkheid bij planten & dieren.

Leerlingen zijn bijvoorbeeld geïnteresseerd in het verschil tussen een vingerafdruk en je genetische fingerprint. Enkele keren kwam de vraag “*In een vingerafdruk zit toch ook DNA?*”. Het hoe en wat rondom politieonderzoek zal leerlingen erg interesseren en kan leerlingen helpen beseffen dat iedereen zijn eigen unieke erfelijke materiaal heeft.

Extra animaties

Naast dat leerlingen animaties interessant vinden, kunnen ze ook zeer verhelderend zijn. Om leerlingen een concreter beeld te geven van de plaats en inhoud van een cel, zou een animatie gebruikt kunnen worden, waarbij wordt ingezoomd via ‘lichaam – cel – chromosoom – DNA – genen’. Dit zou de complexiteit van de diverse organisatieniveaus enigszins kunnen wegnemen.

Ook de voortplanting via geslachtscellen zou prima kunnen worden toegelicht met animaties.

Erfelijkheid bij planten en dieren

Dit onderwerp behandelt alleen het gebruik van erfelijkheid op een natuurlijke manier bij planten en dieren. Moderne technieken als biotechnologie komen niet ter sprake. Met de gebruikte onderzoeksmethode is hier geen aandacht aan geschonken. Voor een complete website over erfelijkheid zou hier in de toekomst verder onderzoek naar gedaan kunnen worden.

7.1.2 Gebruiksvriendelijkheid

De leerbaarheid van het onderwerp wordt soms beperkt vanwege enkele gebruiksonvriendelijkheden van de website. Hoewel dit geen ernstige problemen zijn, leidt dit de leerlingen soms toch af van de inhoud.

Bogi-spel

Leerlingen blijken erg veel tijd te besteden aan het aanklikspel vanwege onduidelijkheden in het programma. Gemiddeld besteedt een leerling meer dan tien minuten aan dit onderdeel en veel vragen worden aan de begeleider gesteld vanwege de onduidelijkheden over wat zij moeten doen. De onduidelijkheden worden veroorzaakt door:

De snelheid van de computer

De tekst “*klik op mij om te ontdekken wat ik van mijn ouders heb*” verdwijnt erg snel op snelle computers. Hierdoor weten de leerlingen niet wat ze moeten doen. In veel gevallen moet de leerling er op gewezen worden dat ze punten moeten scoren door op Bogi te klikken. Het probleem zou verholpen kunnen worden door de tekst minder snel te laten verdwijnen of de tekst gedurende het spel ook te laten staan.

Ook verdwijnt soms gedurende het spel de groene pop-up tekst te snel na aanklikken, waardoor leerlingen niet genoeg leestijd hebben.

Punten scoren

Het is voor de leerlingen onduidelijk hoeveel punten ze moeten behalen en de begeleider krijgt hierover veelvuldig vragen. Leerlingen blijken graag een doel voor ogen te hebben, en vermelding van het maximaal aantal te behalen punten zou deze vraag bij hem weg kunnen halen.

Het maximum aantal punten is niet per computer gelijk; zelfs op dezelfde computer blijkt het aantal te kunnen variëren. Er blijken twee varianten voor te komen; sommige keren kun je 6 punten halen (slechte ogen, sportief, krullen, zwart haar en tweemaal huidskleur), andere keren slechts 4 punten (ogen, sportief, haar, huidskleur). Waar wordt dit verschil door veroorzaakt?

Opmerkelijk is dat op de computers waar je 4 punten kunt halen het onmogelijk is om Bogi aan het juichen te krijgen. Leerlingen lopen hier op vast en blijven lang doorklikken, omdat ze denken nog meer punten te moeten scoren.

Bij de variant waar je 6 punten dient te scoren, raken de leerlingen in de war. De huid en het haar dienen twee maal aangeklikt te worden. Dit blijkt voor de leerlingen erg onlogisch.

De verwarring wordt nog groter door de bijgevoegde tekst. In het groene pop-up schermje staat de tekst: “*Ja mijn huid, een beetje van mijn vader en een beetje van mijn moeder*”. Vervolgens komt links in beeld een opsomming van de aangeklikte eigenschappen te staan. Hier staat dan heel tegenstrijdig: “*De kleur van mijn huid heb ik van mijn vader*”.

Vervolgens wil het programma dat je eerst de andere eigenschappen van vader aanklikt, voordat je nogmaals op de huid (en andere eigenschappen van moeder) kunt klikken en pas de tekst verschijnt: “*De kleur van mijn huid heb ik ook van mijn moeder*”.

Kortom, de vaste volgorde van het script (eerst de eigenschappen van vader aanklikken, dan pas de eigenschappen van moeder) en het feit dat sommige eigenschappen tweemaal aangeklikt dienen te worden, maken het spel erg verwarrend voor de leerling.

Een voorbeeld hiervan zijn de schoenen. Leerlingen blijken deze al redelijk snel aan te willen klikken, maar dit is niet mogelijk door het script van het programma. Pas nadat de eigenschappen van vader zijn afgerond, is het mogelijk de schoenen aan te klikken. Het zorgt er in elk geval voor dat de leerlingen pas na lange tijd ontdekken dat ze de schoenen toch kunnen aanklikken, ondanks dat het de eerste keer niet lukte.

Stamboom

Leerlingen hebben moeite de stamboom goed te interpreteren; in één oogopslag is niet duidelijk wie welk familielid is in de stamboom. Dit probleem zou verholpen kunnen worden door een meer gestructureerd plaatje, zodat leerlingen bijvoorbeeld makkelijker zien wie broers zijn van elkaar en wie aangetrouwd is.

De betekenis van de pijlen is voor de leerlingen onduidelijk; het leidt de aandacht van de tekst af en heeft geen toegevoegde waarde.

Pop-up schermjes

Ten eerste blijkt een gedeelte van de leerlingen niet door te hebben dat ze hun muis op de rode woorden moeten plaatsen (mouse-overs), zodat een extra schermje verschijnt. Dit zou extra benadrukt kunnen worden in het programma. Bijvoorbeeld enkele malen achter een rood woord te zetten, dat ze op het woord kunnen klikken voor extra informatie.

De pop-up schermjes bestaan soms uit meerdere pagina's die automatisch van pagina verwisselen. Helaas blijkt dit erg afhankelijk van de snelheid van de computer; soms was er maar 5 seconden leestijd per pagina, soms meer dan een minuut. Dit probleem zou verholpen kunnen worden, wanneer de leerlingen handmatig van pagina moeten wisselen.

Site algemeen:

Om de site overzichtelijker te maken voor leerlingen zou het wenselijk zijn, wanneer in/onder de vijf plaatjes een titel komt te staan. Doordat leerlingen vaak niet de tijd nemen om alle tekst goed te lezen, is het soms onduidelijk wat de site allemaal te bieden heeft. Leerlingen reageren soms redelijk gehaast, aangezien ze alle 5 de plaatjes langs willen werken. De eerste twee topics ('Bogi-spel' en 'Wat is erfelijkheid?') nemen veel tijd in beslag, waardoor ze soms paniekerig en snel het tweede topic willen doorwerken, omdat ze nog niet doorhebben dat 'spreekbeurt', 'rap' en 'verhaal' weinig tijd in beslag nemen. Door korte titels bij de plaatjes te plaatsen krijgen leerlingen een beter overzicht van de website.

Opmerkelijk is dat een aantal leerlingen niet door had dat je na het lezen van de tekst op de knop 'lees verder' moest drukken. Diverse leerlingen moesten hier op gewezen worden. Een knipperende "lees verder"-button zou misschien meer aandacht trekken van de leerling. Ook werd de knop enkele malen niet gezien, doordat er met de muis naar beneden gescrold moest worden.

Bij het gebruik van "Internet Explorer" blijken leerlingen geregeld de 'backknop' van Internet Explorer te gebruiken om een scherm terug te willen. In plaats van dat de leerlingen een scherm teruggaan, blijken ze dan van de Bogi-website te verdwijnen en te belanden op de laatst gebruikte internetsite. Een toevoeging van een backknop zou wenselijk zijn.

Antwoordblad bij website

Enkele leerlingen denken dat ze vraag 1 ook moeten beantwoorden. Deze tekst is puur als inleiding bedoeld, maar doordat er enkele vragen in staan en genummerd is als 1, beschouwen enkele leerlingen dit als opdracht.

Vaak denken leerlingen bij vraag 2 dat alle vakjes ingevuld moeten worden en blijven ze erg lang doorklikken in het spel, aangezien ze alle vakjes vol willen hebben. Wanneer op het werkblad het juiste aantal vakjes zou staan of een vermelding dat niet alles vol hoeft, dan is het duidelijker voor de leerling.

Wanneer leerlingen gebruik maken van een werkblad, werken ze alleen de topics af waar een vraag over gesteld wordt. Zo blijkt het topic 'planten en dieren' zelden gelezen te worden door leerlingen, omdat er geen vraag over staat in het antwoordblad. Een extra vraag over dit onderwerp zou dit probleem kunnen verhelpen.

Hetzelfde probleem is het geval bij stamboom. De vraag wordt gesteld over genen van haarkleur. Na het beantwoorden van de betreffende vraag blijken leerlingen het verhaal over "eicellen en zaadcellen" niet meer te lezen. Een extra vraag hierover zou ook kunnen verhelpen dat leerlingen dit belangrijke onderdeel overslaan.

Om leerlingen meer te sturen bij het zoeken naar de antwoorden zou per vraag vermeld kunnen staan "*Ga naar het onderwerp om het antwoord te vinden op de volgende vraag*"

Leerlingen surfen over het algemeen behoorlijk at random over de website, terwijl er toch een bepaalde opbouwende lijn in de onderwerpen zit. Op deze manier kun je leerlingen sturen en de opbouw van informatie sturen.

Vraag 6 bevat een tekstuele fout: "*ga daarna vul daarna de deze zinnen in*"

7.1.3 Promotie website

Uit gesprekken met docenten kwam naar voren dat docenten via de volgende wegen het beste op de hoogte gebracht kunnen worden via het onderwerp:

- **Kennisnet:** *www.kennisnet.nl* is een website die op alle onderzochte scholen gebruikt wordt. Dit is een overzichtsite met koppelingen naar allerlei onderwerpen, zowel voor docenten als leerlingen. Docenten gaven aan hier vaak gebruik van te maken, aangezien ze het zelf erg problematisch vonden goede websites op internet te vinden. Een koppeling met Bogi lijkt een must.
- **Per post:** hierover waren de meningen verdeeld van docenten. De helft van de docenten vertelde dat ze via de post goed te bereiken zijn voor dit soort educatieve initiatieven. De andere helft van de docenten zei dat de informatie dan ongelezen op de grote stapel zal belanden.

Daarnaast zou gedacht kunnen worden aan subpagina's van *www.startpagina.nl*: links op *spreekbeurt.pagina.nl*, *pabo.pagina.nl*, *basisonderwijs.pagina.nl* en *werkstuk.pagina.nl*.

7.2 Erfelijkheid op de basisschool

De tweede onderzoekstelling luidde:

Het verkennen van de haalbaarheid van het advies van de Gezondheidsraad om ook al in het basisonderwijs aandacht te besteden aan erfelijkheid.

Het onderwerp erfelijkheid lijkt geschikt voor de basisschool, wanneer het op de juiste manier gebracht wordt. Aan een belangrijke voorwaarde, dat een onderwerp moet aansluiten bij de leefwereld van de kinderen, kan worden voldaan. Ook inhoudelijk lijken de leerlingen redelijk wat van het onderwerp te kunnen bevatten, zolang er rekening wordt gehouden met de complexiteit van enkele onderwerpen.

Belangrijkste doel van dit onderwerp zou moeten zijn dat leerlingen erfelijkheid beter weten te plaatsen in hun belevingswereld door het leggen van nieuwe verbanden, waarmee een basis gelegd kan worden voor hun vervolgonderwijs. Deze basis bestaat o.a. uit het besef dat erfelijkheid niet alleen maar met negatieve dingen te maken heeft en dat erfelijkheid op vele manieren in de samenleving terug komt.. Maatschappelijk zijn deze twee waarschijnlijk een belangrijke bewustwording.

Wat betreft de haalbaarheid van dit onderwerp op de basisschool moet de nadruk niet teveel komen te liggen op echte kennis, aangezien deze al gauw complex en abstract wordt. Leerlingen blijken redelijk wat moeite te hebben zich voor te stellen wat zich op lagere organisatieniveaus afspeelt.

Referenties literatuur

Francke, A.L. & Richardson, R. (1994) *Evaluatieonderzoek: kansen voor een kwalitatieve benadering*. Bussum: Dick Coutinho.

Gezondheidsraad. *Publiekskennis genetica - Signalement*. Den Haag: Gezondheidsraad (2003) publicatie nr. 2003/05.

Kanters, H & Wieberdink, L. (1990) *Pretesten van schriftelijk voorlichtingsmateriaal*. Assen: Van Gorcum / uitgeverij voor gezondheidsvoorlichting.

Knippels, M.C.P.J. (2002) *Coping with the abstract and complex nature of genetics in biology education. The yo-yo learning and teaching strategy*. Utrecht: CD-β-Press.

Luttjehuizen, A. & Aalbers, M. (2003) *Ieder z'n eigen rugzak*. Soestdijk:
<http://www.erfelijkheid.nl/bestel.php>

NIAM-TMS (2002) *Een op onderzoek gebaseerd concept voor interactieve communicatie met leerlingen in het basisonderwijs rond het thema erfelijkheid*. Rijswijk: NIAM-TMS (intern rapport).

Smith, R.L. & Lipscomb R. (2003) Book review: Cell and Molecular Biology for Minors. *Cell Biology Education* 2, 18-20.

Waarlo, A.J., Brom, F.W.A., Visak, T., Nieuwendijk, G.M.T. & Meijman, F.J. (2002) *Towards competence-oriented genomics education and communication*. Den Haag: NWO / Regieorgaan genomics.

Woerkum C.M.J. van & Kuiper, D. (1995) *Voorlichtingskunde, een inleiding*. Houten/Diegem: Bohn Stafhem Van Loghum.

BIJLAGE 1

Aansluiting kerndoelen basisonderwijs

Biologie

Domein E: erfelijkheid en evolutie:

Kerndoel 16: De leerlingen kunnen wat betreft erfelijkheid toelichten dat erfelijke eigenschappen via de eicel of spermacel aan nakomelingen overgedragen worden.

Kerndoel 17: De leerlingen kunnen wat betreft evolutie toelichten dat nieuwe rassen en soorten in de loop van de tijd zijn ontstaan.

Geschiedenis

Kerndoel 12. Leerlingen kunnen historische bronnen raadplegen. Bij deze bronnen gaat het in elk geval om:

- verhalen van mensen die het meegemaakt hebben;
- overblijfselen uit de eigen omgeving, foto's, stambomen, historische kaarten.

Kerndoel 14. Leerlingen kennen in grote lijnen de volgende belangrijke hedendaagse en historische gebeurtenissen, verschijnselen, ontwikkelingen en personen in de geschiedenis:

- familie,- en omgevingsgeschiedenis.

Samenleving

Kerndoel 16. De leerlingen kunnen enkele aspecten van groepen in onze samenleving beschrijven waaronder in elk geval:

- kenmerken van leefeenheden, overeenkomsten en verschillen;
- enkele vormen van groepsgedrag en factoren die bepalend zijn;
- overeenkomsten en verschillen tussen etnische groepen;
- discriminatie en tolerantie;
- emancipatie.

Gezond en redzaam gedrag

Kerndoel 23. De leerlingen kunnen aangeven, hoe zij kunnen bijdragen aan het behoud en de bevordering van de eigen gezondheid. Dit betekent dat zij weten:

- welke verzorging het lichaam nodig heeft met betrekking tot voeding, beweging en rust, frisse lucht en hygiëne.

Natuuronderwijs

Domein F: mensen, planten en dieren

Kerndoel 29. De leerlingen kunnen de bouw van mensen en de vorm van functies van in- en uitwendige lichaamsdelen ten behoeve van waarneming, ademhaling, voortbeweging en voortplanting beschrijven.

Ze kunnen enkele verschillen en overeenkomsten aangeven met de bouw van zoogdieren ten aanzien van waarnemen, ademen en voortbewegen.

BIJLAGE 2

Adresgegevens onderzoeksscholen

- HJ Piekschool
Roghorst 94
6708 KP Wageningen
0317-415046
j.siegers@chello.nl
Docent : Jeroen Siegers
Maandag 29 september
- Prinses Beatrixschool
Reijmerweg 92
6871 HG Renkum
0317-315130
Jenneke_bal@hotmail.com
Docent : Jenneke Bal
Maandag 6 oktober
- CNS-Basisschool Prins Constantijn
Hofbeeklaan 41
6715 EA Ede
0318-621113
info@prconstantijn.nl
Docent: Dirk-Jaap
Donderdag 23 oktober
- Openbare Blinkertschool
Breezandpad 5
6843 JM Arnhem
026-3831993
blinkertschool@betuwe.net
Docent: Roland Wiedemeijer
Dinsdag 28 oktober
- Openbare basisschool De Boomhut
Bernhardlaan 10
6824 LE Arnhem
026-4433102
Docent: Suzanne
Donderdag 7 november
- Basisschool GJ van de Brink
Oude Eekmolenweg 30
6706 AP Wageningen
0317-413395
ron.de.groot@brinkschool.nl / guido.van.lonkhuijzen@brinkschool.nl
Docenten: Ron de Groot en Guido van Lonkhuijzen
Vrijdag 8 november