

Interactieve elementen in beeldschermexamens

Auteur Rens van Summeren
Begeleider Erik Barendsen
Afstudeernummer 155IK

Radboud University Nijmegen



Inhoud

Abstract	5
Voorwoord.....	6
1 Inleiding en probleemstelling	7
Verantwoording	9
2 Theoretisch kader	10
Gerelateerd onderzoek	10
Kwaliteitsonderzoek.....	11
Gebruikersonderzoek.....	12
Eerder onderzoek binnen Cito	14
Richtlijnen.....	15
Examens als speciaal geval van usability case.....	18
3 Methode	20
Fase 1.....	20
Fase 2.....	21
Fase 3.....	22
Gebruikte flashes.....	23
3.1 Analyse	24
3.1.1 Use cases	24
3.1.2 Aandachtspunten	25
3.2 Gebruikersonderzoek.....	26
3.2.1 Proefpersonen.....	26
3.2.2 Testomgeving	26
3.2.3 Instrumentatie.....	27
4 Resultaten	31
4.1 Analyse	31
4.1.1 Ontwerpprincipes bij beeldschermexamens.....	31
4.1.2 Concretisering ontwerpprincipes.....	32
4.1.3 Analyse per element.....	34

4.2	Gebruikersonderzoek	51
4.2.1	Resultaten per opgave.....	51
4.2.2	Resultaten uit de interviews.....	81
4.3	Aanbevelingen.....	87
4.3.1	Tabbladen.....	87
4.3.2	Schakelbord	87
4.3.3	Formulegenerator BB	87
4.3.4	Formulegenerator KB/GT	88
4.3.5	Kruising	88
4.3.6	Liniaal.....	88
4.3.7	Gradenboog.....	88
4.3.8	Uitvouw	89
4.3.9	Grafiektool.....	89
4.3.10	Drag & drop (afbeeldingen).....	89
4.3.11	Krachtenpijl	89
4.3.12	Hotspot (landkaart)	90
5	Discussie.....	91
6	Conclusie	93
7	Herontwerp	95
7.1	Case: formulegenerator	96
7.1.1	Varianten van de formulegenerator.....	96
7.1.2	Representatie van formules	96
7.1.3	Verdere invulling van de formulegeneratoren.....	99
8	Interactiestandaard	101
	Verklarende woordenlijst	102
	Referenties	103

Bijlagen.....	105
Bijlage I: Interviews en checklists	105
Pre-interview	105
Checklists	107
Post-interview	116

Abstract

In dit onderzoek zijn een aantal veelgebruikte interactieve flash-applicaties uit centrale eindexamens voor het Vmbo onder de loep genomen. De flash-applicaties zijn geanalyseerd aan de hand van een usability study en onderworpen aan een uitgebreid gebruikersonderzoek.

De onderzoeksresultaten zijn gebruikt om aanbevelingen voor verbeteringen aan de flashes op te stellen, en deze vervolgens te verwerken in herontwerpen.

De procedure voor het ontwikkelen van flash-applicaties is bekeken en op grond van de in dit onderzoek gebruikte methode van evalueren en (her)ontwerpen worden er een aantal aanbevelingen gedaan om deze procedure te verbeteren.

Voorwoord

Ter afsluiting van mijn opleiding Informatiekunde aan de Radboud Universiteit te Nijmegen heb ik in de periode april 2011 tot augustus 2011 een afstudeerstage uitgevoerd bij Cito. In deze periode ben ik bezig geweest met het verbeteren van interactieve flash-applicaties.

In dit onderzoek wordt een oplossing geleverd voor een concreet probleem uit de praktijk. De belangrijkste uitkomsten van dit onderzoek zijn daar door niet de conclusies, maar de opgeleverde producten en de methode die tot deze producten heeft geleid.

In hoofdstuk 1 wordt de probleemstelling duidelijk gemaakt. Hoofdstuk 2 beschrijft de relevante literatuur voor dit onderzoek en bevat een usability study. In hoofdstuk 3 wordt de gebruikte methode voor de verschillende onderdelen uitgebreid beschreven, en hoofdstuk 4 beschrijft de resultaten van deze onderdelen, inclusief een set van aanbevelingen voor elke interactieve flash-applicatie die is bekeken. Hoofdstukken 5 en 6 bieden ter afsluiting een discussie en conclusie van dit onderzoek. Als laatste worden in de hoofdstukken 7 en 8 de vorm en inhoud van de overige producten beschreven. Veelgebruikte afkortingen en begrippen zijn terug te vinden in de Verklarende woordenlijst.

Mijn dank gaat uit naar iedereen die heeft bijgedragen aan mijn onderzoek en het tot stand komen van deze scriptie. Erik Barendsen voor de wekelijkse gesprekken en de waardevolle feedback op onderzoeksresultaten en tussenproducten. Joke Hofstee en Gerrit Gloudemans voor de zeer goede begeleiding vanuit Cito. Verder wil ik de toetsdeskundigen van Cito waarmee de onderzoeksresultaten en ideeën zijn besproken en de medewerkers van de afdeling MultiMedia Services (MMS), met name Patrick de Klein, bedanken.

Zonder de medewerking van het Maaslandcollege en Het Hooghuis was het niet mogelijk geweest om mijn gebruikersonderzoek uit te voeren. Hiervoor wil ik Theo Hageman, Huub Smits (Maaslandcollege) en Jan Coppens (Het Hooghuis, locatie Titus Brandsma Lyceum) hartelijk bedanken.

Rens van Summeren

Nijmegen, augustus 2011

1 Inleiding en probleemstelling

Digitaal examineren, ofwel het afnemen van examens via de computer als alternatief voor papieren examens is in het voortgezet onderwijs de laatste jaren heel normaal geworden, met name in het Vmbo. Bij de digitale examens zijn er verschillende belanghebbenden; het College van Examens (CvE), Cito als toetsontwikkelaar, scholen, leerlingen en docenten. Om die reden is het geen eenvoudig onderzoeksgebied. Voor onderwijsorganisaties hebben beeldschermexamens veel voordelen. Examens kunnen worden opgeslagen en beheerd en resultaten kunnen systematisch en snel worden verwerkt en geanalyseerd. De belangrijkste belanghebbenden bij beeldschermexamens zijn echter de examenleerlingen. Beeldschermexamens moeten worden ontworpen zodat zij geen hinder ondervinden van het gebruik van de computer tijdens het maken van examens. Het is daarbij belangrijk dat examenleerlingen op een goede manier kunnen werken met de interactieve onderdelen uit examenvragen. Het moet voor hen niet alleen duidelijk zijn wat er bij een examenvraag precies wordt verwacht, het uitvoeren van de taak moet bovendien intuïtief zijn; technische hindernissen moeten zoveel mogelijk worden vermeden.

In de beeldschermexamens wordt er steeds meer gebruik gemaakt van multimediale elementen; vooral door middel van flash-applicaties wordt de interactie met de examenkandidaat gezocht. Met behulp van deze flashes kan de leerling de examenopgaven beantwoorden. Een examenopgave heeft als doel om te testen in hoeverre een examenleerling de leerstof beheerst. Wanneer de flashes in deze examenopgaven telkens op een andere manier zijn vormgegeven en bestuurd worden bestaat er het risico dat leerlingen steeds opnieuw de bediening moeten bestuderen. Een examenopgave test dan niet langer alleen de leerstof, maar mogelijk ook de vaardigheid om om te gaan met flashes, of met computers in het algemeen; er is sprake van bias. Deze bias kan bij leerlingen mogelijk leiden tot onduidelijkheid, irritatie, tijdverlies en concentratieverlies, en uiteindelijk een vertekend beeld geven van de kennis van de leerling.

In 2010 is door Cito een start gemaakt met het opstellen van een interactiestandaard voor de meest gebruikte, reeds bestaande flash-applicaties. Er is de behoefte om deze standaard uit te breiden; er is in de eerste opzet veel aandacht besteed aan de algemene look-and-feel van opgaven in de examensoftware (ExamenTester), maar de meer complexe flash-applicaties zijn nog niet voldoende aan bod gekomen.

Uit deze probleemstelling is de volgende onderzoeksvraag afgeleid:

Hoe kan de standaard voor flash-applicaties binnen beeldschermexamens voor het voortgezet onderwijs die in ontwikkeling is binnen Cito worden uitgebreid om het risico op bias voor examenkandidaten te minimaliseren?

Dit onderzoek heeft twee doelen. Het eerste doel is om met behulp van de literatuur een concrete usability study uit te voeren op interactieve flash-applicaties in beeldschermexamens. Bij deze flash-applicaties moet worden gedacht aan interacties waarmee leerlingen bijvoorbeeld grafieken kunnen tekenen, een uitvouw van een driedimensionaal object kunnen afmaken, elektrische schakelingen kunnen (af)maken en met digitale meetinstrumenten zoals een liniaal kunnen werken.

Met behulp van de usability study wordt een analyse op een set van deze flash-applicaties uitgevoerd,

en deze set wordt bovendien in een gebruikersonderzoek voorgelegd aan een aantal leerlingen. Op basis van de resultaten worden deze flashes herontworpen en als sjabloon opgenomen in de interactiestandaard.

Momenteel bevat de interactiestandaard voornamelijk regels en richtlijnen omtrent de look-and-feel van flashes, de sjablonen van meer complexe interactieve flashes zijn hierop een welkome aanvulling. Hierdoor kunnen toekomstige examenopgaven beter en efficiënter worden ontwikkeld.

Het tweede doel is het opdoen van ervaring met het evalueren en (her)ontwerpen van flashes. In de binnen Cito geldende procedure voor het aanvragen van flash-applicaties wordt een opdracht door een toetsdeskundige opgesteld, en via een flash-coördinator bij de ontwikkelaar neergelegd. De verschillende evaluatiepunten in dit traject worden uitgevoerd door dezelfde drie partijen. Het uiteindelijke akkoord van de flash-applicatie komt van de toetsdeskundige. Opgeleverde flashes worden maandelijks in een testpackage verzameld en voor extra tests toegezonden aan het Testbureau, hier wordt voornamelijk getest op mogelijk afnameproblemen, en niet op de interacties. Flashes die ook deze testronde passeren worden vervolgens formeel door CE (Centrale Examens) geaccepteerd. Enkele flashes worden daarna nog op scholen getest, maar over het algemeen lijkt de examenleerling als eindgebruiker onvoldoende in het proces te worden betrokken.

Verantwoording

Het instituut voor toetsontwikkeling Cito ontwikkelt op dit moment computerexamens, waarbij de examenvragen volledig gesteld en beantwoord worden met behulp van de computer. Dit gebeurt met behulp van de softwareapplicatie ExamenTester. Bij deze computerexamens wordt steeds meer gebruik gemaakt van multimediale elementen als beeld en geluid. Door middel van flash-applicaties wordt interactie met de kandidaat gezocht, en examenkandidaten hebben zo de mogelijkheid om opgaven uit te voeren en vragen te beantwoorden; anders dan door selectie (onder andere meerkeuze) of tekstinvoer. De examenopgaven in dit onderzoek hebben allen betrekking op de centrale eindexamens van het Vmbo.

In 2010 is door Cito een start gemaakt met de standaardisatie van de meest gebruikte flash-applicaties, met als doel het opzetten van een standaard met eenheid en consistentie in vormgeving, kleurgebruik en interactie van examenvragen. Tot voor kort was de 'look and feel' van de flash-applicaties min of meer 'toevallig', bepaald door betrokken toetsdeskundigen en technische ontwikkelaars.

De reden vanuit Cito om naar een standaard toe te willen werken is tweeledig:

- Wanneer examenvragen in de vorm van flash-applicaties steeds op een andere manier worden gepresenteerd, schuilt er het gevaar dat kandidaten steeds op nieuw moeten bestuderen hoe ze de applicaties moeten bedienen, wat een bron kan zijn van bias;
- Er wordt telkens opnieuw tijd, geld en energie gestoken in het ontwerpen en ontwikkelen van verschillende applicaties, waarbij het wiel dus ook regelmatig opnieuw wordt uitgevonden.

De huidige standaard is niet compleet; er is behoefte aan het verder ontwikkelen van de standaard voor complexere flash-applicaties, waarbij eerder gemaakte keuzes in acht moeten worden genomen. Hierbij is het zaak om niet alleen toetsdeskundigen en technische ontwikkelaars in het proces te betrekken, maar ook naar examenleerlingen te kijken bij het uitvoeren van examenvragen in de vorm van flash-applicaties.

Dit onderzoek bouwt voort op de richting die in 2009 door Cito is ingezet, met een tweetal gebruikersonderzoeken op sets van flashes (Wesseling, 2010; Denekamp, 2010) en een herontwerp- en standaardisatieonderzoek (Beuzel, 2010). Resultaten uit deze onderzoeken worden in hoofdstuk 2 besproken.

2 Theoretisch kader

In dit onderzoek wordt vanuit een informatiekundig perspectief naar een onderwijskundig probleem gekeken. Het relevante deelgebied is toetsing en examens, en daarbinnen vervolgens beeldschermexamens. Het thema hierbij is mens-machine interactie. Deze sectie bespreekt gerelateerd onderzoek in het kennisgebied van beeldschermexamens, kwalitatief onderzoek naar usability met daarbij gebruikersonderzoek, en geeft een kort overzicht van eerdere stappen die zijn gezet in het ontwikkelproces van de centrale beeldschermexamens door Cito.

Gerelateerd onderzoek

Onderzoek en ontwikkeling van computer-assisted assessment (CAA, een verzamelnaam voor diverse vormen van digitaal toetsen) wordt door Conole en Warburton (2005) opgedeeld in drie categorieën:

- Design, van de ontwikkeling van afzonderlijke items tot het specificeren van complete CAA systemen;
- Implementatie en aanlevering;
- Analyse, scoring en rapportage.

De eerste van deze drie categorieën is relevant voor dit onderzoek. Op basis van literatuur stellen Conole en Warburton (2005) dat een directe vertaling van 'papieren toetsing' naar digitale toetsing niet gepast is; er is daarbij behoefte aan het herzien van vraagformuleringen waarbij moet worden nagegaan wat er precies getest wordt. Meerkeuzevragen en multiple response vragen zijn de meest voorkomende itemtypen, maar gaan niet verder dan het aankruisen van één of meer vakjes per opgave. Er is behoefte aan 'meer toegewijde' itemtypen. Scalise en Gifford (2006) beschrijven aan de hand van 44 hoofdstukken en papers over itemtypen (in beeldschermexamens) een taxonomie van 28 verschillende itemtypen; zeven categorieën met elk vier kenmerkende voorbeelden. Ze merken hierbij op dat hieruit een veelvoud van andere itemtypen kan worden afgeleid.

Het merendeel van deze 28 categorieën gaat echter nog steeds nauwelijks verder dan meerkeuzevragen, multiple response vragen en vragen met invulvelden. Slechts een aantal categorieën bevat interacties overeenkomstig met deze in de opgaven die onderdeel zijn van dit onderzoek.

De Universal Design for Computer-Based Testing (UD-CBT) richtlijnen (Pearson & CAST, 2010) bevatten een groot aantal pointers voor het tegengaan van bias (beschreven als CIV; construct-irrelevant variance) gebaseerd op zowel itemtypen als de verschillende categorieën van informatieverwerking. Met name de itemtypen *response options* en *multi-stage/multi-part items* zijn voor de flashes die in dit onderzoek aan bod komen relevant.

Parshall et al. (2010) beschrijven hoe innovatieve test items gebruik kunnen maken van de mogelijkheden van een computer om het meten van de beheersing van leerstof te bevorderen. Ze doen dit door een taxonomie te maken van zeven facetten van item innovatie, te weten:

1. Assessment structure; de structuur van de vraagpresentatie en het soort antwoord dat gegeven dient te worden.

2. Complexity; het aantal en de variatie van elementen die geïnterpreteerd en gebruikt dienen te worden.
3. Fidelity; hoe realistisch en nauwkeurig een object, situatie of taak wordt weergegeven.
4. Interactivity; in hoeverre een item feedback geeft op input van een examenkandidaat.
5. Media inclusion; het gebruik van afbeeldingen, geluid, video en animatie.
6. Response action; de manier waarop examenkandidaten antwoorden.
7. Scoring method; hoe antwoorden worden vertaald in kwantitatieve scores.

Voor een aantal van deze facetten (2,3 en 4) geldt dat ontwikkeltijd van een flash-applicatie een extra beperking is op de keuze die gemaakt wordt. In het algemeen kan gezegd worden dat wanneer examens meer innovatief worden, ook de vereiste ontwikkeltijd toeneemt. Het hoofddoel van innovatie moet ten alle tijden het goed testen van de beheersing van leerstof blijven.

Over het optimaliseren van interactieve examenopgaven zeggen zij het volgende:

“For any given testing application, and any facet of the taxonomy, our recommendation is that the optimal level of innovation be targeted. In many cases, this optimal level will not be the “most innovative” level, but may be at another point along the continuum.” (Parshall, Harmes, Davey, & Pashley, 2010)

In de analyse is hier rekening mee gehouden; in de aandachtspunten van het schakelbord (4.1.3.2) worden bijvoorbeeld overwegingen op het gebied van complexity en fidelity besproken.

Kwaliteitsonderzoek

Het belangrijkste doel van dit onderzoek is het verbeteren van de kwaliteit van beeldschermexamens, of meer specifiek van de interactieve elementen in deze beeldschermexamens. Dit betekent onder meer dat de gebruiksvriendelijkheid (usability) van deze elementen moet worden onderzocht en verbeterd.

Onderzoeken van usability is het best uit te voeren als een iteratief proces (Nielsen, 2003), (Parshall & Harmes, 2010). Dit onderzoek behandelt een aantal stappen uit dit proces, met als eerste stap het analyseren van een aantal veelgebruikte interactieve flashes uit beeldschermexamens.

Enkele van de eerder beschreven facetten van item innovatie (Parshall, Harmes, Davey, & Pashley, 2010) zijn hierbij direct van toepassing, en zijn hieronder toegespitst op examenopgaven:

Complexity

Wanneer meerdere visuele elementen op een scherm worden weergegeven, neemt de complexiteit toe. In sommige gevallen is het niet mogelijk of wenselijk om alle informatie direct weer te geven, en moet er gebruik worden gemaakt van elementen als headers, labels, tabs of pop-ups. Krug (2006) schrijft in zijn boek *‘Don’t make me think!’* over het weergeven van informatie op een website, en hoe een gebruiker navigeert en de aanwezige informatie absorbeert. Veel van deze ideeën zijn ook van toepassing bij het weergeven van informatie binnen beeldschermexamens. In veel gevallen wordt complexiteit geassocieerd met een toename van de cognitieve uitdaging van een item. Het is dus belangrijk dat deze complexiteit van een item relevant is voor het meten van de beheersing van leerstof, en niet wordt veroorzaakt door een ingewikkelde gebruikersinterface van het examenprogramma.

Fidelity

Bij het ontwerpen van een examenopgave dient te worden nagedacht over de weergave van gebruikte objecten. Het doel van de opgave en zijn validiteit bepalen in welke mate deze objecten realistisch moeten worden weergegeven, hierbij is het dus niet altijd aan te bevelen om een zo realistisch mogelijke representatie van objecten te gebruiken, omdat dit voor examenkandidaten kan leiden tot verwarring en afleiding van het goed uitvoeren van de taak. Een goed voorbeeld hiervan is het weergeven van een schakelbord. Objecten als een weerstand kunnen hierbij realistisch worden weergegeven, maar als het doel van de opgave is om op de goede manier een schakeling op te bouwen ligt een schematische weergave veel meer voor de hand.

Interactivity

Wanneer de interactiviteit van een examenopgave toeneemt, neemt ook het aantal uit te voeren acties van een examenkandidaat toe, en de daarbij horende reacties van de software. Ook hier geldt dat een hogere interactiviteit niet altijd beter is. Het is niet bevorderlijk om een examenkandidaat een lange serie van verkeerde beslissingen te laten maken, en tegelijkertijd doet een overschot aan sturing en feedback af aan de validiteit van de opgave; een opgave moet ook fout gemaakt kunnen worden.

Media inclusion

Eén van de grote voordelen van beeldschermexamens is de mogelijkheid om non-tekst media zoals afbeeldingen, geluid, video en animatie toe te voegen. Ook bij deze media objecten, en dan met name bij video, zijn veel potentiële componenten aanwezig die voor bias kunnen zorgen, zowel in de besturing als in de kwaliteit van het object.

Response action

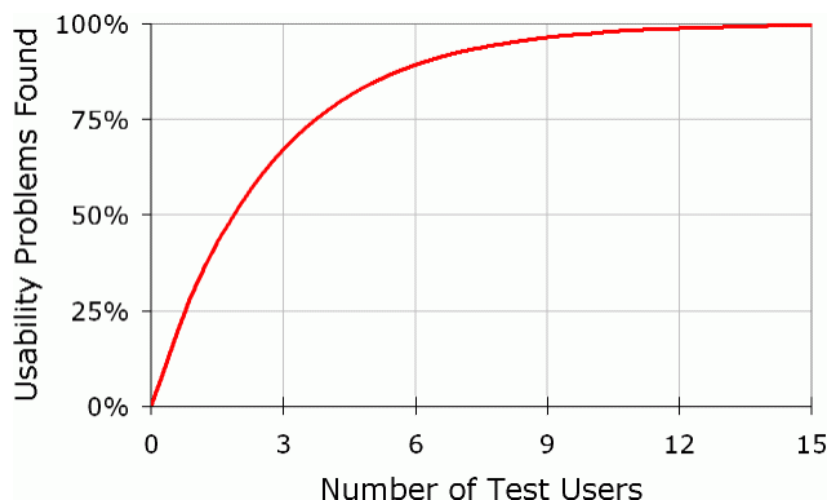
Response action richt zich op het belang van een goede gebruikersinterface. Zoals Vicino en Moreno (1997) aangeven: *“reactions to computer tasks are largely dependent on the software interface”*. Tijdens het ontwikkelen van examenopgaven is het van belang om je voortdurend af te vragen of een examenkandidaat voldoende *digitale routine* heeft om de taak goed uit te voeren, hoe moeilijk het is om te leren omgaan met het examenprogramma en of gegeven instructies voldoende duidelijk en gedetailleerd zijn. Het design van de software-interface waarbinnen een examenkandidaat zijn opgaven beantwoordt is van groot belang, en veel bronnen en literatuur richten zich dan ook specifiek daar op. De huidige, eerste opzet van de standaard realiseert reeds veel algemene punten die zich richten op de gebruikersinterface, zoals de schermindeling, kleurgebruik, test, knoppen en cursors.

Gebbruikersonderzoek

De beste manier om na te gaan of een ontwerp echt werkt, is door het te testen op een selectie van gebruikers uit de doelgroep die van het ontwerp gebruik gaat maken. Hierbij is observatie het belangrijkste hulpmiddel voor een onderzoeker, en er zijn verschillende manieren waarop dit kan worden ingezet. Nielsen (2003) geeft aan dat *‘de eerste regel van usability is om niet naar gebruikers te luisteren’*. Hij bedoelt hiermee dat er gekeken moet worden naar wat gebruikers doen, omdat directe uitspraken van gebruikers onbetrouwbaar zijn.

Er zijn verschillende manieren om een gebruikersonderzoek uit te voeren. In dit onderzoek is ervoor gekozen om gebruik te maken van gestructureerde, niet-participerende observatie omdat de bedoelde handelingen die de gebruikers uit moeten voeren van tevoren zijn vast te leggen. Bovendien moet de gebruiker zoveel mogelijk zelf alle opdrachten tot zich nemen en uitvoeren. Think-aloud protocols zijn een veelgebruikte observatiemethode bij het onderzoeken van het gebruik van software en user-interfaces (Blackler, Popovic, & Mahar, 2004; Cotton & Gresty, 2006), en is een goede aanvulling op gestructureerde observatie. Hiermee kan worden bekeken hoe op de flash-applicaties wordt gereageerd, of dit gebeurt zoals de betrokken toetsdeskundigen en technische ontwikkelaars het voor ogen hebben en welke verbeterpunten er zijn. Bij think-aloud protocols vertelt de gebruiker direct wat hij doet tijdens het uitvoeren van een voorgespecificeerde taak, waardoor de gedachtengang nauwkeurig kan worden vastgelegd. Ook in eerder gebruikersonderzoek door Cito is gebruik gemaakt van deze methode (Kuhlemeier & Sinkeldam, 2003; Wesseling, 2010). Cotton en Gresty (2006) onderschrijven het nut van think-aloud protocols in onderzoek naar e-learning, door de grote hoeveelheid gedetailleerde en waardevolle informatie die het oplevert. Een aantal punten van zorg die zij hierbij kenbaar maken zijn de hoeveelheid aanwijzingen die aan een gebruiker worden meegegeven, invloed van de observator, en de complexiteit van de data-analyse. In hoofdstuk 9 van het boek *'Don't make me think'* (Krug, 2006) wordt uitgebreid ingegaan op het uitvoeren van een gebruikersonderzoek, en wordt zelfs een voorbeeld gegeven van hoe een typische test-sessie er uit ziet.

Wat betreft de grootte van de populatie voor dit gebruikersonderzoek, geldt de volgende formule: $N = 1 - (1 - p)^n$. Hierin is p de kans dat een probleem zich manifesteert tijdens het onderzoek, n het aantal participanten en N het percentage van de aanwezige problemen die worden gevonden. Volgens Nielsen (2000) is 31% een goede waarde voor p , gebaseerd op een groot aantal onderzoeken. Met 10 participanten is de kans dat een probleem wordt gevonden (N) groter dan 97%. Bailey (2006) gebruikt de kans van 50% voor p , waardoor er slechts 5 participanten nodig zijn om aan 97% te komen.



Figuur 1 (Nielsen, 2000)

Figuur 1 zet de waarde van N uit tegen het aantal participanten bij een p -waarde van 31%. Bij de 10 leerlingen die we gebruiken in dit onderzoek vinden we $N = 97,6\%$, als we de drie leerlingen uit de pilot meerekenen komen we zelfs op $N = 99,2\%$.

Om extra informatie van participanten te krijgen die niet direct uit het observatieve onderzoek is af te lezen, is het zinvol om in combinatie met think-aloud protocols korte interviews af te nemen. Hierbij valt te denken aan informatie als voorkeuren en eventuele veranderingen daarin, ervaringen met en opmerkingen over het testexamen en mogelijk zelfs suggesties voor verbeteringen. Daarnaast is het zinvol om de computerervaring van participanten te bepalen. Hiertoe is de vragenlijst van Kuhlemeier (2003b) uit een onderzoek naar computer- en internetgebruik bij leerlingen in het voortgezet onderwijs gebruikt. Computerervaring is echter niet helemaal de juiste indicator voor hetgene wat het inleidend interview tracht te meten.

Een betere benaming is digitale routine; het snel doorhebben dat iets op een bepaalde manier werkt, wanneer dit volgens een gangbare conventie is weergegeven. Het regelmatig werken met een aantal veelgebruikte applicaties is hiervoor een goede indicator. Hiertoe is de vragenlijst licht aangepast, en uitgebreid met een aantal extra vragen.

Eerder onderzoek binnen Cito

In 2009 is in opdracht van Cito gestart met een aantal onderzoeken naar flashapplicaties in beeldschermexamens. In het eerste onderzoek (Wesseling, 2010) is een set van tien examenopgaven die op verschillende manieren gebruik maken van flash-applicaties getoetst op usability door middel van gestructureerde, niet-participerende observatie in combinatie met checklists. Hierbij is bovendien gebruik gemaakt van think-aloud protocols (hardop-denken methode) in combinatie met cognitieve interviews op een populatie van 45 examenkandidaten. De doelstelling was om conclusies te trekken over het functioneren van de individuele opgaven door te letten op bedoelde en onbedoelde handelingen van de examenkandidaten. De resultaten van dit onderzoek waren een aantal aanbevelingen om de usability van de bekeken flashes en de examens als geheel te verbeteren. Onder andere het structureren van de schermindeling door gebruik te maken van twee schermhelften waarbij de vraag altijd aan de rechterkant van het scherm terecht komt is een verbetering die is gemaakt naar aanleiding van dit onderzoek. Ook het interactiekader en een eerste ontwerp van de vernieuwde formulegenerator zijn aan bod gekomen.

Parallel aan dit project liep een onderzoek naar eye-tracking (Denekamp, 2010). Hierbij werd gekeken naar de inzetbaarheid van eye-tracking technologie voor gebruikersonderzoek naar beeldschermexamens, en is eye-tracking ingezet om dezelfde tien examenopgaven op usability te toetsen. Hierbij was de doelstelling om het nut van eye-tracking in dit soort onderzoek aan te tonen, en een aanbeveling voor Cito te maken over het al dan niet aanschaffen van eye-tracking apparatuur. Ook hier zijn per behandelde flash een aantal aanbevelingen voor verbetering opgesteld. Over de inzet van eye-tracking is geconcludeerd dat dit zeker toegevoegde waarde heeft, maar dat factoren zoals de hoge kosten en logistiek van proefpersonen ook een rol spelen in de afweging om hier actief gebruik van te maken.

Resultaten uit beide onderzoeken zijn in een derde onderzoek (Beuzel, 2010) verwerkt, waarbij een begin is gemaakt met het ontwikkelen van een interactiestandaard voor flashes binnen

beeldschermexamens van Cito. Bij dit onderzoek is onder andere een korte usability study gedaan, zijn onder andere de aanbevelingen uit de eerste twee onderzoeken uitgewerkt en zijn een aantal flashes herontworpen.

Verder relevant zijn de binnen Cito geldende richtlijnen voor het ontwikkelen van digitale examenopgaven.

Richtlijnen

Ontwerp principes en usability richtlijnen zijn veelal afgeleid van ervaringen met ontwerpen, en ervaringen met gebruikers. Verschillende auteurs hebben daardoor ieder hun eigen set van principes en richtlijnen. Vanwege het abstractieniveau die deze principes en richtlijnen vaak hebben, is er echter wel een grote overeenkomstigheid te vinden tussen deze sets. In dit hoofdstuk is geprobeerd om principes en richtlijnen die relevant zijn voor beeldschermexamens overzichtelijk bij elkaar te brengen.

Jakob Nielsen (2003) beschrijft usability als een kwalitatief attribuut dat dient ter beoordeling van het gebruiksgemak van gebruikersinterfaces. Hij definieert usability door een opdeling te maken in 5 componenten die betrekking hebben op kwaliteit. Deze componenten kunnen in de context van dit onderzoek gebruikt worden als indicatoren van bias:

- *Leerbaarheid (Learnability)*: Hoe gemakkelijk is het voor een gebruiker om een taak uit te voeren de eerste keer dat hij of zij een ontwerp tegenkomt?
- *Efficiëntie (Efficiency)*: Als het ontwerp eenmaal bekend is voor de gebruiker, hoe snel en efficiënt kan hij of zij een taak uitvoeren?
- *Onthoudbaarheid (Memorability)*: Hoe gemakkelijk is het om de werking van het ontwerp te onthouden?
- *Fouten (Errors)*: Hoeveel fouten worden er gemaakt, hoe ernstig zijn deze fouten, en hoe gemakkelijk is het om deze fouten te herstellen?
- *Voldoening (Satisfaction)*: Is het voor de gebruiker prettig om met het ontwerp te werken?

Ook in de context van de (interactieve opgaven binnen) beeldschermexamens kunnen deze kwaliteitscomponenten worden gebruikt om gebruiksvriendelijkheid te beschrijven. Er moet hierbij rekening worden gehouden met het feit dat interactieve elementen binnen beeldschermexamens niet hetzelfde zijn als standaard user interfaces; veel richtlijnen zijn daardoor niet van toepassing, of zijn zelfs niet wenselijk. Hierbij valt bijvoorbeeld te denken aan het toevoegen van zogenaamde shortcuts en verborgen functionaliteit voor meer ervaren gebruikers.

Leerbaarheid

Wanneer een gebruiker aan een beeldschermexamen begint moet hij of zij direct kunnen beginnen met het beantwoorden van de vragen of het uitvoeren van de opdrachten. Hierbij is het dus belangrijk dat de gebruiker niet of zo min mogelijk tijd verliest om uit te vinden hoe hij dit met behulp van de aanwezige tools moet doen. Een belangrijke oplossing om problemen op het gebied van leerbaarheid te bestrijden is de aanwezigheid van proefexamens. Hiermee wordt gebruikers de

gelegenheid geboden om reeds met het ontwerp en specifieke interactieve elementen kennis te maken en te oefenen.

Buiten de proefexamens is het begrip consistentie van groot belang. In zo goed als alle sets van richtlijnen en standaarden over usability- en interactieontwerp wordt consistentie genoemd. Vergelijkbare acties binnen bepaalde examenopgaven, maar ook tussen examenopgaven moeten op dezelfde manier uitgevoerd kunnen worden, en hetzelfde effect hebben (IBM, z.j.). Het is hierbij even belangrijk om visueel inconsistent te zijn tussen functies die verschillende resultaten opleveren. Objecten moeten consistent zijn met hun gedrag, en objecten die zich verschillend gedragen moeten er ook verschillend uitzien (Tognazzini, 2003). De enige manier om consistentie binnen een applicatie te waarborgen, is door standaarden op te stellen voor interface design, en vervolgens te zorgen dat deze standaarden ook nageleefd worden (Ambler, 1998).

Efficiëntie

Bij het nastreven van efficiëntie is het in de eerste plaats belangrijk om te denken aan de doelgroep van de applicatie (IBM, z.j.; Mayhew, 1992). Bedenk wat gebruikers uit de doelgroep weten en kunnen, maar vooral ook wat ze niet weten en kunnen. Gebruik geen woorden die een deel van de doelgroep waarschijnlijk niet begrijpt.

Op het moment dat een bepaalde interactie meerdere keren binnen een examen voorkomt zal bij een gebruiker herkenning optreden, waardoor hij of zij de interactie sneller kan uitvoeren op het moment dat deze terugkeert. Ook de proefexamens dragen reeds bij aan deze efficiëntie.

Wanneer de interacties binnen een interface intuïtief te bedienen zijn zullen gebruikers gemakkelijker met de interface kunnen werken. Hier komt consistentie opnieuw naar voren; het is belangrijk om consistent te zijn met de verwachtingen van de gebruiker. Als een gebruiker niet direct weet hoe een applicatie te besturen is, moet hij er achter kunnen komen door 'educated guesses' te maken. Ook als deze 'guesses' niet goed zijn, moet de applicatie zo reageren dat een gebruiker in staat is om te begrijpen wat er gaande is en daarvan kan leren (Ambler, 1998). Maak hiervoor gebruik van algemeen bekende interactiepatronen zodat een gebruiker niet opnieuw hoeft te leren hoe standaard taken uit te voeren (IBM, z.j.).

Ter bevordering van de efficiëntie is het aan te bevelen om rekening te houden met de belasting van het werkgeheugen van de gebruiker. Acties die niet direct relevant zijn voor de uit te voeren taken, maar die vanwege verkeerde ontwerpkeuzes toch moeten worden gedaan, gaan ten koste van de gebruiksvriendelijkheid van de applicatie. Het zou voor een gebruiker niet nodig moeten zijn om informatie tussen verschillende vensters of deelvensters te onthouden. Om deze reden moeten schermindelingen altijd simpel worden gehouden. Verspringende onderdelen, overbodige elementen en onnodig moeten zoeken zorgen voor onnodige afleiding. Waar nodig horen instructies zichtbaar of makkelijk vindbaar zijn (Nielsen, 2005; Shneiderman, 1992).

De bediening van tools en interacties binnen een interface spreken idealiter voor zichzelf, zonder dat daarbij de absolute noodzaak voor instructies en documentatie aanwezig is (Nielsen & Loranger, 2006). Waar instructies toch noodzakelijk zijn, moet worden gezorgd dat deze informatie gemakkelijk doorzoekbaar en concreet is, focust op de gebruikerstaken en geen onnodige informatie bevat

(Nielsen, 2005). Krug (2006, pp. 47-48) geeft een goed voorbeeld van een instructie die niet goed in elkaar zit, en laat zien hoe deze op een goede manier opgeruimd kan worden.

Het is goed om naar andere applicaties te kijken om ideeën op te doen. Hierbij is het echter ook zaak om voorzichtig te zijn; te vaak worden slecht ontworpen gebruikersinterfaces van andere applicaties nagemaakt. Het is belangrijk om goed design en slecht design te kunnen onderscheiden. Als niet duidelijk is of andere applicaties voldoen aan bepaalde standaarden en richtlijnen, kan er niet van worden uitgegaan dat deze applicaties goed in elkaar zitten (Ambler, 1998).

Onthoudbaarheid

Onthoudbaarheid is wat minder van belang bij beeldschermexamens; de enige relevante 'pauze' tussen het gebruiken van de beeldschermexamens van is deze tussen het maken van een proefexamen en het maken van het echte examen. Interactieve elementen dienen wel zo eenvoudig mogelijk te zijn, omdat het kunnen omgaan met de computer niet datgene is wat in de centrale beeldschermexamens getest wordt. Buiten dit zal de consistentie zoals besproken onder leerbaarheid voldoende zorg moeten dragen voor de onthoudbaarheid van interacties, wanneer deze vaker voorkomen binnen hetzelfde beeldschermexamen.

Fouten

Een examen test de kennis en vaardigheden van de gebruiker binnen het kennisgebied waarop het examen van toepassing is. De gebruiker moet daartoe te allen tijden fouten kunnen maken, verwacht dus ook dat dit gebeurt (Ambler, 1998). Deze fouten moeten echter betrekking hebben op de inhoud van een opgave, en niet op het gebruik van de tools die de gebruiker tot zijn beschikking heeft om de opgave te beantwoorden of de opdracht uit te voeren. Ze moeten bovendien op een goede manier kunnen worden afgehandeld (Shneiderman, 1992).

Gebruikers moeten het gevoel hebben dat ze controle hebben over het interface waarmee ze werken. Er moet, waar dat mogelijk is, enige vrijheid zijn om dingen uit te proberen, het resultaat te bekijken en de actie ongedaan te maken als niet het gewenste resultaat wordt opgeleverd (Tognazzini, 2003; Shneiderman, 1992), een gemaakte actie moet altijd snel en gemakkelijk ongedaan kunnen worden gemaakt. (Nielsen, 2003; Tognazzini, 2003; IBM, z.j.). Gebruikers voelen zich beter op hun gemak wanneer ze weten dat acties ongedaan kunnen worden gemaakt. Tegelijkertijd moet de interface voldoende feedback bieden om de gebruiker te behoeden van het maken van ongewenste fouten.

Ook met fysieke en mentale beperkingen van de gebruiker moet rekening gehouden worden (IBM, z.j.); ook deze kunnen tot het maken van fouten leiden. Er moet daarbij in ieder geval rekening worden gehouden met dyslexie en kleurenblindheid. Om kleurenblinden te ondersteunen is het zinvol om te werken met een standaard kleurenpalet met kleuren die onderscheidbaar zijn. Het testen met kleurenfilters voor de meest voorkomende vormen van kleurenblindheid voordat een item in gebruik wordt genomen is daarbij een welkome aanvulling. Op het moment dat kleur wordt gebruikt om informatie over te brengen of om onderscheid te maken, is het een goed idee om dit bovenop het kleurverschil ook nog op een andere manier te doen (Tognazzini, 2003).

Om dyslectici tegemoet te zien kan gebruik worden gemaakt van voorleessoftware, en eventueel opties om tekst te vergroten.

Voldoening

Wanneer het voor een gebruiker prettig is om met de interactieve elementen binnen een applicatie te werken, is de kans dat de gebruiker gefrustreerd raakt klein. Dat wil echter niet zeggen dat het een goed idee is om interactieve elementen toe te voegen die niet direct een bijdrage leveren aan het doel van de applicatie. Nielsen en Loranger (2006) geven aan dat het belangrijk is om te weten wanneer en hoe multimedia ingezet moet worden. Het is zaak om het ontwerp van een applicatie zoveel mogelijk simpel te houden (IBM, z.j.); overbodige elementen dragen niet bij aan de kwaliteit van de gebruikerservaring. Dit is met name ook belangrijk in leeromgevingen zoals beeldschermexamens, waar de complexiteit of overvloedigheid van de omgeving onnodige cognitieve belasting met zich meebrengt. Gebruik visuele elementen om te communiceren, niet om te decoreren. Afwijken van deze regel in bijvoorbeeld instructies zal niet alleen irritatie opwekken bij gebruikers, het zal bovendien leren verminderen, opnieuw vanwege onnodige cognitieve belasting (Nielsen & Loranger, 2006).

Examens als speciaal geval van usability case

Het is duidelijk dat een beeldschermexamen niet exact hetzelfde is als een website of een software applicatie, waar veruit de meeste usability richtlijnen en ontwerp principes op gebaseerd zijn. Bij het ontwerp van beeldschermexamens moet dus ook rekening worden gehouden met deze verschillen. Eén van de belangrijkste verschillen is de rol die de eindgebruiker speelt. Nielsen (2003) beschrijft hoe deze eindgebruiker omgaat met een website:

On the Web, usability is a necessary condition for survival. If a website is difficult to use, people *leave*. If the homepage fails to clearly state what a company offers and what users can do on the site, people *leave*. If users get lost on a website, they *leave*. If a website's information is hard to read or doesn't answer users' key questions, they *leave*. Note a pattern here? There's no such thing as a user reading a website manual or otherwise spending much time trying to figure out an interface. There are plenty of other websites available; leaving is the first line of defense when users encounter a difficulty.

Uit dit stukje kan worden afgeleid dat wanneer een website niet aan de verwachtingen van de eindgebruiker voldoet, deze niet gebruikt wordt. Voor software kan hetzelfde worden gezegd; als iets niet voldoende naar de wens van de gebruiker ontworpen is, wordt er geen gebruik van gemaakt, en zijn de ontwikkeltijd en –kosten verspild.

Voor beeldschermexamens gaat dit echter niet op. Wanneer een examenleerling een opgave niet begrijpt of niet met de aangeboden tools kan werken, is er niet de optie om ervan weg te lopen. De leerling wordt beoordeeld op de handelingen die hij binnen het examen verricht, onafhankelijk van het feit of de leerling met de tools kan of wil werken. Een leerling kan hierdoor gefrustreerd raken, concentratie verliezen, tijd verliezen of uiteindelijk toch er voor kiezen om een opgave onbeantwoord achter te laten. Dit alles staat in de weg van het doel van een examenopgave; testen of een leerling voldoende kennis heeft van de betreffende leerstof: er ontstaat bias.

Een andere belangrijk verschil zit in de besturing van de tools die worden aangeboden. Veel richtlijnen geven het belang aan van het gebruik van shortcuts of sneltoetsen; combinaties van twee of meer toetsen die een gebruiker een speciale handeling laten uitvoeren. Shortcuts zijn bedoeld als een feature voor meer ervaren gebruikers, en maken het in sommige applicaties mogelijk om alle muis-interacties te vervangen door toetsenbord interacties.

In beeldschermexamens is het echter van belang om het aantal verschillende mogelijke interacties zo beperkt mogelijk te houden; een (linker-)muisknop om te klikken en te slepen en daarbij een toetsenbord voor alfanumerieke invoer is voldoende om de meeste interacties uit te voeren. Het kan bovendien worden aangenomen dat deze interacties voor examenleerlingen geen problemen opleveren. Het toevoegen van shortcuts, toetsencombinaties en extra interacties bevoordeelt meer ervaren computergebruikers, en hierbij is het mogelijk dat handelingen voor minder ervaren computergebruikers onnodig veel tijd of moeite kosten wat opnieuw tot bias kan leiden.

Het toevoegen van controls voor meer ervaren gebruiker om de interface naar wens aan te passen is een goed ontwerpprincipie voor veel software, maar in veel gevallen niet haalbaar voor beeldschermexamens. De interface moet dusdanig goed in elkaar zitten dat alle gebruikers er op een goede manier mee uit de voeten kunnen en dus hebben deze controls geen prioriteit. Een uitzondering hierbij zijn gebruikers met een beperking zoals dyslexie; de mogelijkheid tot het vergroten en/of verklanken van tekst bevordert de bruikbaarheid voor deze gebruikers; en dient daarom wel aanwezig te zijn.

3 Methode

Het uiteindelijke doel van dit onderzoek was om een usability study uit te voeren, een aantal veelgebruikte interactieve flash-applicaties aan de hand van deze usability study te analyseren en onder gebruikers te testen, en deze vervolgens te herontwerpen. Uiteindelijk kunnen daarmee sjablonen van deze flashes voor de interactiestandaard afgeleverd worden waarmee een besluit tot invoering kan worden onderbouwd voor het management van Cito. Het opleveren van een volledige afgeronde interactiestandaard is niet mogelijk omdat bepaalde examenopgaven zo specifiek zijn dat ze buiten een generiek ontwerp vallen. Een tweede doel was het opdoen van ervaring met een methode voor het evalueren en (her)ontwerpen van flashes.

De interactiestandaard moet acceptabel en werkbaar zijn voor toetsdeskundigen en technische ontwikkelaars (MultiMedia Services) en goedgekeurd worden door de flash-coördinatoren. De flashes ontwikkeld aan de hand van de interactiestandaard moeten voor examenleerlingen zo min mogelijk hindernissen opleveren bij het beantwoorden van examenvragen via de computer. Daarmee is in feite de onderzoeksvraag te beantwoorden:

Hoe kan de standaard voor flash-applicaties binnen beeldschermexamens voor het voortgezet onderwijs die in ontwikkeling is binnen Cito worden uitgebreid om het risico op bias voor examenkandidaten te minimaliseren?

De variabele uit deze hoofdvraag die in dit onderzoek gemeten wordt is de volgende:

- Gevolgen van bias in examenopgaven voor examenkandidaten
Bias kan worden geminimaliseerd door rekening te houden met de verschillende ontwerp- en usability-richtlijnen uit de theorie en literatuur. Hierbij dient ook te worden gekeken naar beperkingen die vanuit het ontwikkelproces van Cito gelden.

Deze bias wordt gemeten aan de hand van de vijf indicatoren van usability die in het theoretisch kader genoemd worden, te weten:

- *Leerbaarheid*: hoe gemakkelijk is het om een taak voor de eerste keer uit te voeren?
- *Efficiëntie*: hoe snel kan een taak worden uitgevoerd als het ontwerp eenmaal bekend is?
- *Onthoudbaarheid*: hoe gemakkelijk is het om de werking van het ontwerp te onthouden?
- *Errors*: hoeveel fouten worden er gemaakt, hoe ernstig zijn deze, en kunnen ze gemakkelijk worden hersteld?
- *Voldoening*: is het prettig om met het ontwerp te werken?

Het project is opgedeeld in drie fasen, waarbij in elke fase een aantal stappen is doorlopen. De derde fase is wel onderdeel van het project, maar niet van dit onderzoek.

Fase 1

In de eerste fase is allereerst bekeken welke flash-applicaties in dit project betrokken moesten worden. Er is gebruik gemaakt van opgaven uit diverse testexamens van met name Wiskunde en het combinatievak NaSk, omdat deze examens de meeste en grootste diversiteit in complexe flash-applicaties bevatten. Aan de hand van deze flash-applicaties kon de standaard voor

beeldschermexamens al deels verder worden ontwikkeld met behulp van betrokken toetsdeskundigen en technische ontwikkelaars. Hiermee is vervolgens een test-set van de verschillende typen examenvragen gecreëerd.

1. Allereerst is in samenwerking met Cito een selectie gemaakt van veelgebruikte flash-applicaties waarbij de behoefte aan standaardisatie en kwaliteitsverbetering aanwezig was.
2. Aan de hand van Cito-richtlijnen, eerder onderzoek en theorie uit de literatuur en internetbronnen zijn deze flash-applicaties, en eventueel de daarbij horende examenopgaven geanalyseerd.
3. De gemaakte analyse is doorgesproken met betrokken toetsdeskundigen en technische ontwikkelaars, en aan de hand daarvan waar nodig bijgewerkt. Hierbij zijn bovendien de eerste ideeën voor herontwerp van de flash-applicaties besproken.
4. Het maken van een taakanalyse van de flash-applicaties om de set van bedoelde en onbedoelde handelingen binnen de opgaven vast te leggen.
5. Het samenstellen van een test-set van examenopgaven die gebruikt wordt in fase 2.

Fase 2

Nadat een test-set van examenopgaven is ontworpen is deze aan examenleerlingen voorgelegd. Het is belangrijk om op te merken dat dit gebruikersonderzoek over de gehele standaard is gedaan, dus ook over het deel van de standaard dat reeds voor dit onderzoek aanwezig was. Niet alle examenopgaven in de test-set zijn dus een onderdeel van de analyse uit fase 1. De test-set bestaat dus zowel uit opgaven die onderdeel zijn van de analyse, als uit opgaven die in een eerder onderzoek (Beuzel, 2010) zijn ontworpen.

In dit onderzoek is gebruik gemaakt van gestructureerde, niet-participerende observatie in combinatie met checklists en think-aloud protocols.

Hiermee kon worden bekeken hoe op de flash-applicaties werd gereageerd, of dit gebeurde zoals de betrokken toetsdeskundigen en technische ontwikkelaars het voor ogen hadden en welke verbeterpunten er waren. In combinatie met deze niet-participerende observaties zijn interviews afgenomen.

1. Het selecteren van een populatie van 3 leerlingen voor een pilot en 10 leerlingen voor het gebruikersonderzoek.
2. Uitvoeren van gebruikersonderzoek door middel van observaties met een checklist van bedoelde en onbedoelde handelingen op de test-set van examenopgaven, in combinatie met interviews:
 - I. Is er vooraf een voorkeur voor papieren examens of beeldschermexamens, en wat is de ICT-ervaring van kandidaten?
 - II. Welke bedoelde en onbedoelde handelingen worden uitgevoerd?
 - III. Welke gebruikersproblemen treden er binnen de opgaven op?
 - IV. Is er achteraf een voorkeur voor papieren examens of beeldschermexamens?
 - V. Zijn er verschillen tussen het antwoord op het eerste en het vierde punt en zo ja, waarom?
3. Uitwerken van de resultaten van het gebruikersonderzoek.
4. Conclusies trekken naar aanleiding van de resultaten.

5. Aanbevelingen doen voor verbetering van de examenopgaven en deze uitwerken in de vorm van herontwerpen.

Fase 3

In de laatste fase van het project worden aan de hand van de herontwerpen een aantal flash-applicaties aangepast of opnieuw geïmplementeerd, en vervolgens opnieuw onder gebruikers getest. Waar nodig wordt de huidige Cito interactiestandaard aangepast en uitgebreid met resultaten en opgeleverde sjablonen voor flash-applicaties uit dit onderzoek.

Gebruikte flashes

Omdat er tijdens het onderzoek niet op elk moment gebruik wordt gemaakt van exact dezelfde set van flashes, is het zinvol om de sets even naast elkaar te zetten, zoals is gedaan in onderstaande tabel:

Tabel 1

	Onderdeel van analyse	Onderdeel van gebruikersonderzoek	Resultaten uit eerder gebruikersonderzoek	Eerder herontworpen	Herontworpen	Kleine aanpassingen in herontwerp	Reeds onderdeel van interactiestandaard	Wordt gerealiseerd
Tabbladen	X				X			
Schakelbord	X		X		X			
Formulegenerator BB	X	4	X	X		X	X	
Formulegenerator KB/GT	X				X			X
Kruising	X	6			X			
Liniaal	X	7			X			
Gradenboog	X	8			X			
Uitvouw	X	9			X			
Grafiektool	X	5		X ¹	X			X
Drag-and-drop (afbeeldingen)		1		X		X	X	
Krachtenpijl		2		X		X	X	
Hotspot (landkaart)		3		X		X	X	

De eerste twee kolommen in de tabel zijn met name van belang; hier wordt aangegeven welke flashes onderdeel zijn van de analyse in hoofdstuk 3.1, en het gebruikersonderzoek – met daarbij het opgavenummer van het testexamen – zoals besproken wordt in hoofdstuk 3.2.

In de tabel is te zien dat drie flashes terugkomen in het gebruikersonderzoek, terwijl deze geen onderdeel zijn van de analyse. Het gaat hier om flashes die in een eerder onderzoek zijn herontworpen (Beuzel, 2010), maar nog niet eerder uitvoerig zijn getest in een gebruikersonderzoek. De tabbladen zijn niet meegenomen in het gebruikersonderzoek omdat er voor dit specifieke onderdeel duidelijke richtlijnen beschikbaar zijn (Nielsen, 2007). Het schakelbord is niet meegenomen omdat in eerder gebruikersonderzoek twee schakelbord-opgaven zijn getest (Denekamp, 2010; Wesseling, 2010).

De formulegenerator is in zijn algemene vorm bekeken, om die reden zijn beide varianten onderdeel van de analyse, en is de eerder herontworpen BB-variant (Beuzel, 2010) meegenomen in het gebruikersonderzoek.

¹ Een andere vorm van de grafiektool is eerder ontworpen en onderdeel van interactiestandaard; deze vorm wordt niet (meer) gebruikt, maar bepaalde onderdelen zijn wel nog steeds relevant.

3.1 Analyse

In de analyse zijn de principes en richtlijnen uit de theorie uitgewerkt tot een set van abstracte ontwerp- en interactierichtlijnen die relevant zijn voor (flashes binnen) beeldschermexamenopgaven. Deze abstracte richtlijnen zijn vervolgens verder uitgewerkt tot concrete richtlijnen voor onderdelen en interacties die reeds aanwezig zijn in bestaande examenopgaven –onderdelen.

3.1.1 Use cases

Voor het uitvoeren van de analyse op de daarvoor geselecteerde flash-applicaties (of interactieve elementen) wordt gebruik gemaakt van aangepaste use-cases. De inhoud van deze use-cases wordt hieronder uiteengezet.

Naam interactie	De naam van het betreffende interactie-element als use-case naam
Onderdeel van Beschrijving	Een examenopgave bestaat uit een inleiding, een stam en een vraag. Interactieve onderdelen kunnen onderdeel zijn van de stam of de vraag. Een beschrijving van het interactie-element opgesplitst in zijn doel en een samenvatting van het gedrag
Actor(en)	<i>De actor is in alle gevallen de examenleerling; dit onderdeel wordt derhalve weggelaten</i>
Preconditie(s)	De begintoestand van het interactie-element
Gebruikelijke acties	Het standaard pad dat doorlopen wordt om de opdracht uit te voeren, met acties van zowel de gebruiker als de applicatie
Alternatieve acties	Acties die niet direct bijdragen aan het succesvol uitvoeren van de opdracht, maar die veelal te maken hebben met ongewenste acties, de feedback hierop en het herstellen hiervan Alternatieve acties die op elk moment toepasbaar zijn worden aangegeven met *.
Speciale acties	Hier gaat het om het gedrag van extra knoppen voor uitleg en voor het opnieuw beginnen met een opgave. Voor de meeste interactie-elementen is dit hetzelfde
Postconditie(s)	<i>De postconditie is in alle gevallen dat de volgende opgave danwel het eindscherm wordt getoond en is dus weggelaten</i>
Regels	Als alternatief voor business rules, regels die binnen de interactie-elementen gelden
Aandachtspunten	Hier worden punten die mogelijke verbeteringen aanduiden opgesomd

3.1.2 Aandachtspunten

Elk aandachtspunt is gelabeld met één of meerdere categorieën:

- **Design**
Hierbij gaat het om de algemene keuzes die gemaakt worden op het gebied van de weergave van de examenopgave en de flash-applicatie in het bijzonder.
- **Interactie**
Hier gaat het om de interacties met de flash-applicatie zelf; de uit te voeren handelingen om examenopgaven die de betreffende flash-applicatie bevatten te beantwoorden.
- **Inhoud**
Inhoud betreft keuzes die mogelijk vakinhoudelijk zijn. Hierbij is het afhankelijk van het doel van de examenopgave of het aandachtspunt daadwerkelijk aanleiding geeft tot verbeterstappen.

3.2 Gebruikersonderzoek

In dit hoofdstuk worden de wijze van onderzoek, de variabelen en de indicatoren besproken, alvorens in het volgende hoofdstuk de resultaten worden gepresenteerd.

3.2.1 Proefpersonen

Het testexamen uit dit onderzoek is voorgelegd aan een totaal van 13 leerlingen, allen vierdejaars Havo. Voor het selecteren van de leerlingen is dankbaar gebruik gemaakt van de medewerking van twee scholen uit Oss, te weten het Maaslandcollege en Het Hooghuis (locatie Titus Brandsmalyceum).

Al de leerlingen hadden natuurkunde in hun vakkenpakket, waardoor ze voldoende vakinhoudelijke kennis zouden moeten hebben om de vragen te kunnen beantwoorden.

Er zijn twee redenen dat is gekozen voor leerlingen uit Havo 4, terwijl de opgaven gericht zijn op VMBO eindexamenkandidaten. In de eerste plaats waren leerlingen uit de doelgroep in de periode waarin dit onderzoek is uitgevoerd niet meer beschikbaar, omdat zij hun eindexamens reeds achter de rug hadden. Daarnaast kan worden verwacht dat Havo 4 leerlingen beter bekend zijn met de leerstof dan VMBO-3 leerlingen, die sommige onderdelen van de leerstof mogelijk nog niet hebben behandeld. Omdat dit gebruikersonderzoek zich voornamelijk richt op de handelingen die leerlingen met behulp van de interactieve elementen uitvoeren, kan worden aangenomen dat dit niveauverschil geen significante invloed heeft op de resultaten. Bij een aantal opgaven moet bij dit niveauverschil echter wel een kanttekening worden geplaatst. Hier wordt bij het bespreken van de observatieresultaten per opgave op teruggekomen.

3.2.2 Testomgeving

Omdat beide scholen reeds bekend waren met beeldschermexamens van Cito, is voor het afnemen van de proefexamens gebruik gemaakt van de beide mediatheken. Hier nemen de scholen hun beeldschermexamens af, waardoor de benodigde software (ExamenTester 2.9) reeds was geïnstalleerd. Een aantal dagen voorafgaand aan het onderzoek is de package met het testexamen binnen het systeem van de scholen klaargezet en getest.

Binnen deze testomgeving hebben de leerlingen één voor één plaatsgenomen. Hierbij is ze eerst kort uitgelegd wat het doel van het onderzoek was en wat er van hen verwacht werd. Dit om de leerlingen op hun gemak te stellen en ze duidelijk te maken dat niet zij, maar de examenopgaven zelf onderwerp van toetsing waren, en ze zich dus niet druk hoefden te maken over het goed beantwoorden van de vragen en uitvoeren van de opdrachten.

3.2.3 Instrumentatie

Er is bij het bepalen van de inhoud van het testexamen een selectie gemaakt uit opgaven met veelgebruikte interactieve flashes. Hierbij is gekomen tot 9 vragen verdeeld over verschillende innovatieve itemtypen. De testopgaven zijn te verdelen in opgaven die reeds eerder (deels) zijn aangepast aan de interne Cito interactiestandaard² (opgave 1 - 4), maar nog niet uitgebreid zijn getest, en opgaven die die moeten leiden tot een uitbreiding van diezelfde interactiestandaard (opgave 5 – 9). De opgaven zijn bovendien verdeeld over de vakken Natuur- en Scheikunde (NaSK), Wiskunde, Biologie en Geschiedenis, en de verschillende leerniveaus van VMBO (BB, KB en GT). Een korte beschrijving van iedere flash volgt hieronder.

- *Drag-and-drop met aangegeven bestemming (afbeeldingen)*: slepen van objecten naar de juiste bestemming
- *Drag-and-drop zonder aangegeven bestemming (krachtenpijl)*: manipuleren van een object om een antwoord te geven
- *Hotspot*: het aanklikken van een selecteerbaar antwoord
- *Formulegenerator BB*: aan de hand van het selecteren van een formule, grootheid en eenheid wordt een antwoord op de vraag gegenereerd.
- *Grafiektool*: het aangeven van een verband in een grafiek
- *Hulpmiddel point-and-click (kruisingsschema)*: opbouwen van een tabel om informatie te verkrijgen
- *Hulpmiddel drag-and-drop zonder aangegeven bestemming (liniaal)*: manipuleren van een object om informatie te verkrijgen
- *Hulpmiddel drag-and-drop zonder aangegeven bestemming (gradenboog)*: manipuleren van een object om informatie te verkrijgen
- *Drag-and-drop met bestemmingsveld (uitvouw)*: slepen van objecten naar een veld om een figuur af te maken

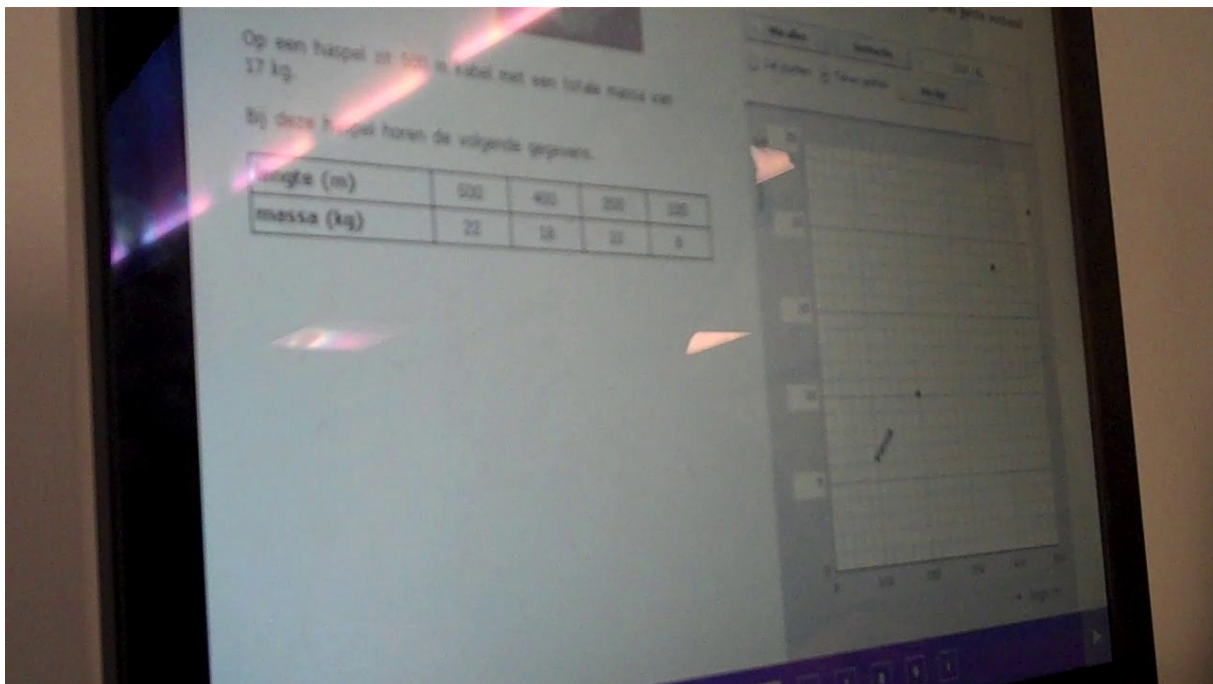
² Interactiestandaard voor Flashapplicaties binnen CBT-examens

3.2.3.1 Methode van onderzoek

Dit gebruikersonderzoek heeft als doel het verzamelen van informatie over de manier waarop leerlingen omgaan met interactieve elementen in beeldschermexamens, en daarbij de problemen die zich voordoen bloot te leggen. Daarbij gaat het om het aantonen of uitsluiten van verwachte problemen zoals deze beschreven zijn in de analyse (hoofdstuk 4.1) en eventuele aanvullende problemen.

Daarnaast wordt gekeken hoe leerlingen omgaan met help-informatie die binnen enkele opgaven geboden wordt. Er wordt bovendien bekeken hoe leerlingen omgaan met het maken en herstellen van fouten.

Hiertoe is gebruik gemaakt van gestructureerde, niet-participerende observatie met behulp van checklists en think-aloud-protocols. Daarnaast zijn kwalitatieve gestructureerde interviews met open en gesloten vragen afgenomen. Eerder gebruikersonderzoek naar het functioneren van beeldschermexamens (Kuhlemeier & Sinkeldam, 2003; Wesseling, 2010) heeft aangetoond dat niet-participerende observatie met behulp van checklists een waardevolle testmethode is bij dit soort onderzoek. Bovendien is het uitvoeren van het testexamen op video opgenomen, waarbij de interacties op het scherm en de spraak van de leerling zijn vastgelegd. Figuur 2 toont een screenshot hiervan.



Figuur 2

3.2.3.2 Onderzoeksinstrument en opbouw

Het gebruikersonderzoek is als volgt opgebouwd:

- *Inleiding*: In dit gedeelte wordt aan de leerling kort uitgelegd wat het doel van het onderzoek is en wat er van hem of haar verwacht wordt.
- *Inleidend interview*: Bij dit onderdeel wordt aan de leerlingen een aantal vragen voorgelegd over het gebruik van de computer en internet, om zo de digitale routine van deze leerlingen in te kunnen schatten. Daarnaast wordt de eventuele ervaring met beeldschermexamens vastgelegd en wordt naar een eerste mening over beeldschermexamens gevraagd.
- *Observatie bij het uitvoeren van het testexamen*: de observaties bij het uitvoeren van het testexamen door de leerlingen zijn in te delen in directe observaties en indirecte observaties.
 - *Directe observaties*: Voor elk van de 9 opgaven is een aparte checklist (Bijlage I: Interviews en checklists) opgenomen in het onderzoeksinstrument. De checklists bestaan uit een set van bedoelde handelingen (handelingen die nodig zijn op de opgave naar behoren uit te voeren) en onbedoelde handelingen die in sommige gevallen kunnen leiden tot aarzeling, twijfel, irritatie, tijdverlies en concentratieverlies. Deze onbedoelde handelingen zijn niet per definitie foute handelingen of ongewenste handelingen. Daarnaast bieden de checklists ruimte voor extra opmerkingen en onbedoelde handelingen die nog geen onderdeel van de set zijn.
 - *Indirecte observaties*: tijdens het uitvoeren van de testexamens is gebruik gemaakt van een camera. Hiermee is datgene wat op het beeldscherm gebeurde en de spraak van de leerling en in sommige gevallen de onderzoeker vastgelegd. Bovendien is er gebruik gemaakt van de CorrectieManager van ExamenTester 2.9, waarmee de eindresultaten van de opgaven snel kunnen worden teruggekeken. Hierdoor was het mogelijk om de handelingen en gegeven antwoorden van de leerlingen nog eens terug te kijken en daarmee de beschrijving van de observaties te verifiëren of verder aan te scherpen/uit te breiden.
- *Nabespreking*: Na het afronden van alle opgaven door de leerlingen is met hen, waar dat nodig was, een aantal opgaven besproken om zo aanvullende informatie te verzamelen over het hoe en waarom van de uitgevoerde handelingen.
- *Afsluitend interview*: Ter afsluiting is aan de leerlingen opnieuw gevraagd naar de mening over en voorkeur voor computereexamens en de ervaring met het testexamen en de interactieve onderdelen.

De interviews zijn te vinden in de bijlage, de inhoud van de vragen wordt besproken in hoofdstuk 4.2.2 bij de resultaten uit de interviews.

Het format van de checklists is overgenomen uit een eerder onderzoek naar interactieve elementen in beeldschermexamens (Wesseling, 2010), waar een uitgebreide versie is gemaakt van checklists gebruikt door Kuhlemeier en Sinkeldam (2003). Deze checklists zijn aan de hand van de use-cases en aandachtspunten uit de analyse (hoofdstuk 4.1) en de bespreking van de interactieve elementen met de betreffende toetsdeskundigen ingevuld.

In het format zoals gebruikt door Wesseling (2010) zijn een aantal wijzigingen aangebracht. Zo is de

feitelijk onjuiste opdeling van opgaven in stam-inleiding-vraag aangepast, en is het onderdeel *'Leerling raakt gefrustreerd of lijkt gefrustreerd te raken. Vraag naar reden:'* weggelaten; dit is subjectief en berust op interpretatie van de onderzoeker. Ook zijn een aantal gevolgen van onbedoelde handelingen ('Leerling doet x, dus ondervindt hij tijdverlies') weggelaten. Bovendien is er niet op gelet of de leerling de opdracht goed uitvoerde, maar is de focus gelegd op het bijhouden of en hoe de leerling bepaalde handelingen uitvoerde.

In de checklists zijn een aantal kwantitatieve indicatoren zoals kort en (te) lang terug te vinden. Hierbij is vooraf geen grenswaarde opgegeven. Op het moment dat de indruk ontstaat dat een leerling ergens (te) lang over doet is hier een notitie van gemaakt. Vervolgens is deze observatie waar nodig naderhand met behulp van de videobeelden gekwantificeerd.

Om zowel de interviews als de checklists te testen, en om ervaring op te doen met de testopstelling, is er eerst een pilot met drie leerlingen van het Maaslandcollege in Oss uitgevoerd. Hierbij is dezelfde opzet gebruikt als in de rest van het gebruikersonderzoek. Aan de hand van de resultaten uit de pilot zijn de interviews op bepaalde punten aangepast, en zijn de (onbedoelde) handelingen op de checklists aangevuld. In de pilot is na elke opgave waar nodig aan de leerling een aantal vragen gesteld over de uitgevoerde handelingen zoals ook in eerdere gebruikersonderzoeken naar beeldschermexamens voor Cito is gedaan (Wesseling, 2010; Denekamp, 2010). Voor de volgende sessies is besloten om de nabespreking achteraf te doen, nadat alle examenopgaven door de leerlingen waren afgerond.

4 Resultaten

In dit hoofdstuk worden de resultaten van de uitgevoerde onderdelen besproken.

4.1 Analyse

Met behulp van de ontwerpprincipes en usability richtlijnen die zijn besproken in het theoretisch kader kan er een lijst worden opgesteld van principes die direct relevant zijn bij het ontwerpen en analyseren van flashes in beeldschermexamens.

4.1.1 Ontwerpprincipes bij beeldschermexamens

In hoofdstuk 2 zijn de ontwerpprincipes en usability richtlijnen in algemene vorm besproken. In deze sectie wordt beredeneerd hoe deze principes relevant zijn binnen beeldschermexamens, en op welke principes met name moet worden gelet.

Consistentie

Consistentie is veruit het belangrijkste ontwerpprincipe, met name ook omdat veel andere principes aan consistentie gerelateerd zijn. Wanneer examenopgaven volgens dezelfde principes en vormgeving zijn ontworpen, instructies altijd op dezelfde positie te vinden zijn, en gelijksoortige interacties tussen opgaven ook op dezelfde manier werken, zal de kwaliteit van examenopgaven verbeteren. Leerlingen zijn in staat om aan een ontwerp gewend te raken omdat het niet nodig is om voor elke opgave opnieuw te gaan ontdekken hoe bepaalde acties uitgevoerd moeten worden.

Visuele feedback

Het geven van visuele feedback is iets wat in veel gevallen nog ontbreekt bij interactieve flashes. Door middel van visuele feedback wordt voor een leerling duidelijk wat de toestand van de flash is, en kan ervoor worden gekozen om een interactie af te breken of aan te passen alvorens deze af te ronden; denk hierbij aan flashes met drag-and-drop. Ook feedback bij invoervelden is waardevol voor leerlingen, bijvoorbeeld wanneer er alleen numerieke invoer mogelijk is.

Mogelijkheden om fouten te maken, identificeren en herstellen

'*Always support undo*' is een richtlijn die door vele auteurs wordt herhaald. Omdat leerlingen enige vrijheid hebben binnen examenopgave is het mogelijk dat ze daarbij iets doen waar ze direct spijt van krijgen. Daarom is het belangrijk dat ze op elk moment ervoor kunnen kiezen om de flash te herstellen naar de beginsituatie.

Intuïtieve besturing

Een intuïtieve besturing is gerelateerd aan consistentie. Zoals in hoofdstuk 2 reeds is beschreven, is consistentie met de verwachtingen van de gebruiker de belangrijkste vorm van consistentie. Een leerling die nooit eerder met een bepaalde interactieve flash gewerkt heeft zal niet weten hoe deze bestuurd moet worden, maar moet daar toch snel uit zichzelf achter kunnen komen. Feedback van

de flash, en zelfs subtiele dingen als de vorm van een muiscursor kunnen hierop een grote invloed hebben.

Heldere en bruikbare instructies

Instructies horen helder en duidelijk te zijn. Een instructie wordt normaal gesproken alleen in het uiterste geval door een leerling geopend. Bij het ontwerpen van de interacties kan al worden nagedacht over de situaties waarin dit gebeurt, en kan er binnen de instructie op die punten de nadruk gelegd te worden. Overvloedige of vage informatie en herhalingen van informatie die al in de inleiding van de examenopgave aan bod is gekomen heeft geen plaats in een goede instructie, en leidt alleen tot tijdverlies en irritatie bij leerlingen omdat het te lang duurt om dat deel van de instructie dat wél relevant is op te sporen.

Minimaliseren van onnodige cognitieve belasting

Om maximaal van de beschikbare ruimte gebruik te maken is het verleidelijk om interactiemechanismen toe te voegen die onder andere scrollen en vergroten mogelijk maken. Dit zijn echter interacties die meestal niet direct noodzakelijk zijn voor het beantwoorden van de vraag, maar noodzakelijk worden omdat zonder scrollen of vergroten niet alle informatie gevonden kan worden. Hierdoor is niet alle relevante informatie op elk moment zichtbaar, en zal een leerling bepaalde informatie moeten gaan onthouden waardoor het kortetermijngeheugen onnodig wordt belast.

4.1.2 Concretisering ontwerpprincipes

In deze sectie worden een aantal voorbeelden gegeven over de manier waarop de hierboven besproken ontwerpprincipes binnen de analyse op de interactieve flashes worden toegepast. Het rijtje is niet volledig, maar beschrijft de belangrijkste overwegingen bij de flashes die in dit onderzoek zijn besproken.

Gebruik scrollbar

Wanneer er gebruik wordt gemaakt van een scrollbar betekent dit dat niet alle informatie op elk moment zichtbaar is. Hierdoor moet een leerling mogelijk meerdere malen heen en weer scrollen om alle relevante informatie te kunnen verzamelen en onthouden, wat onnodige cognitieve belasting met zich meebrengt. Om deze reden moet het gebruik van een scrollbar zoveel mogelijk worden vermeden. Op het moment dat een scrollbar toch noodzakelijk lijkt te zijn, is het zinvol om allereerst de afweging te maken of er niet te veel informatie aanwezig is binnen de flash.

Relevante flashes:

- Formulegenerator (binnen drop-down bij selectie formule)
- Info-blokken (o.a. Harmonica tabbladen)

Onderscheid tussen manipuleerbare en niet-manipuleerbare elementen

Op het moment dat een element manipuleerbaar is, moet de weergave van dit element ook die indruk wekken. Het kan echter tot problemen leiden wanneer ook elementen die niet

manipuleerbaar zijn deze indruk wekken. Ook na het manipuleren van elementen moeten dit onderscheid duidelijk blijven.

Relevante flashes:

- Schakelbord
- Formulegenerator
- Uitvouw

Vorm en locatie van algemene knoppen

Met het oog op de herkenbaarheid van verschillende opgaven moeten de uitleg-knop en opnieuw-knop altijd hetzelfde label hebben en zich altijd op dezelfde positie binnen het scherm bevinden.

Relevante flashes:

- Alle

Aanwezigheid interactiekader

Het interactiekader zorgt ervoor dat duidelijk is binnen welk gebied de interacties plaats moeten vinden. Het geeft bovendien de mogelijkheid om de algemene knoppen zoals hierboven genoemd te plaatsen, en verhelpt het probleem met onzichtbare kaders bij drag-and-drop opgaven.

Relevante flashes:

- Bijna alle interactieve flashes

Muisgevoeligheid

Bij iedere opgave waarbij het de bedoeling is om drag-and-drop zonder aangegeven locatie of het selecteren van punten uit te voeren, is de gevoeligheid van de muis een punt van aandacht. Het is hierbij belangrijk om er rekening mee te houden dat het met een muis niet altijd mogelijk is om 100% nauwkeurig te werken, dit probleem verergert in sommige gevallen omdat de muis niet vloeiend over het interactievlak beweegt. In extreme gevallen kan het mogelijk zijn dat een flash hierdoor in zijn geheel niet werkt, bij andere opgaven is het van belang dat de examenleerling er op attent wordt gemaakt dat een bepaalde afwijking in het antwoord is toegestaan.

Relevante flashes:

- Uitvouw
- Meetinstrumenten
- Grafiektool
- Slider (niet behandeld)

Feedback over plaatsing bij drag-and-drop

Door bij drag-and-drop opgaven visuele feedback te geven over de locatie waar een element terechtkomt bij loslaten, kan het maken van onbedoelde fouten worden voorkomen; een element zal pas gedropt worden op het moment dat duidelijk is dat dit ook op de goede locatie gebeurt.

Relevante flashes:

- Drag-and-drop (afbeeldingen)
- Uitvouw
- Schakelbord
- Kruising

4.1.3 Analyse per element

4.1.3.1 Tabbladen

Naam element	Tabbladen	
Onderdeel van	stam	
Doel	Weergeven van meerdere informatievelen binnen een enkele examenopgave	
Samenvatting	Door het selecteren van het relevante tabblad kan een examenkandidaat alle informatie vinden die hij nodig heeft voor het beantwoorden van de betreffende vraag of een onderdeel daarvan	
Preconditie	Het informatievenster wordt getoond waarbij het eerste tabblad geopend is	
Acties		
	<i>Gebruiker</i>	<i>Applicatie</i>
1	Klik op de header van een tabblad	Geef de inhoud van het tabblad weer
2	Sleep het element naar het grid	Toon het element op de plaats van de muiscursor
Regels	-	
Aandachtspunten ³	<ul style="list-style-type: none">• Logische opdeling van de informatie in combinatie met passende, korte en heldere titels• Zichtbaarheid van de geselecteerde en niet-geselecteerde tabs• Connectie tussen geselecteerde tab en bijbehorende content gebied• Slechts één rij van tabs om verspringende elementen te vermijden• Het plaatsen van tabs bovenaan het info-blok• Vermijden van het combineren van interface-elementen	

Uitwerking van de aandachtspunten

[inhoud] *Logische opdeling van de informatie in combinatie met passende, korte en heldere titels*

Het moet voorspelbaar zijn welke informatie er binnen elke tab te vinden is. De titel van elke tab is bij voorkeur zo kort mogelijk en dient de inhoud van een tab zo goed mogelijk te weerspiegelen.

[design] *Zichtbaarheid van de geselecteerde en niet-geselecteerde tabs*

Het moet op ieder moment duidelijk zijn welke tab geselecteerd is, maar ook de niet geselecteerde tabs moeten op ieder moment zichtbaar zijn.

[design] *Connectie tussen geselecteerde tab en bijbehorende content gebied*

Het doel is om de nadruk te leggen op de tab die geselecteerd is; het moet duidelijk zijn dat de header van deze tab bij de informatie binnen het info-blok hoort.

[design] *Slechts één rij van tabs om verspringende elementen te vermijden*

Verspringende tabs geven een rommelige indruk en leiden af. Met meerdere rijen, zoals dit in sommige software applicaties gebruikt wordt, verandert de locatie van de headers wanneer een tab

³ De aandachtspunten bij dit interactie-element zijn grotendeels afgeleid van de *tab usability guidelines* (Nielsen, 2007)

uit een andere rij wordt geselecteerd. Dit maakt het moeilijk, zo niet onmogelijk, om te onthouden welke tabs al bekeken zijn.

[design] *Het plaatsen van tabs bovenaan het info-blok*

Het is van belang dat tabs op ieder moment zoveel mogelijk bij elkaar staan. Het heeft hierbij de voorkeur dat dit gebeurt bovenaan het informatiepaneel waarop de tabs van belang zijn.

[design, inhoud] *Vermijden van het combineren van interface-elementen*

Bij dit punt moet worden gedacht aan het gebruik van een scrollbar binnen een tabblad, of in het geval van het harmonica-ontwerp over het gehele panel om zo meer tabbladen toe te kunnen voegen. Hierdoor verdwijnt het overzicht en wordt het voordeel van het gebruik van tabbladen dus ongedaan gemaakt.

Verschijningsvormen info-blokken

Op dit moment wordt er gebruik gemaakt van twee verschillende info-blokken binnen de centrale schoolexamens.

Klassiek model

In het klassieke tab-model (Figuur 3) zijn de tabs horizontaal bovenaan het panel geplaatst. De eerste tab, die in de beginsituatie geopend is, toont de titels van de overige tabs.

Het grote voordeel van dit model is dat er ruimte is voor een groot aantal tabs, waarbij de beschikbare ruimte per tabblad constant is, ongeacht het aantal gebruikte tabs. Dit model voldoet bovendien aan de meeste usability richtlijnen voor tabbladen.

Het nadeel van dit model is de ruimte die er in de headers van de tabs voor titels aanwezig is. Dit is opgelost door het gebruik van een info/index tab. Ook kan er in sommige gevallen waar dit mogelijk is voor worden gekozen om de titels toch in de headers van de tabs te plaatsen; de ruimte hiervoor is echter beperkt.

Harmonica model

In het harmonica tab-model (Figuur 4) zijn de tabs verticaal geplaatst, en beslaat de header van elke tab de gehele horizontale ruimte die boven het info-veld beschikbaar is.

Het voordeel ten opzichte van het klassieke model is dat er voldoende ruimte binnen de headers beschikbaar is voor titels. Verder houdt het model zich nauwelijks aan de usability richtlijnen voor tabbladen; er is geen duidelijke link tussen header en inhoud van een geopend tabblad, en de overige tabbladen worden zowel boven- als onderaan het panel geplaatst afhankelijk van de positie van de geselecteerde tab. Hierdoor zullen de headers ook continu verspringen bij het switchen tussen tabs.

Mussen in kaart

Info **1** 2 3 4

Klik op een nummer in de balk om de daar vermelde informatie te bekijken.

1. Afname mussen
2. Eten
3. Mussen op de kaart
4. Mussensoort

Figuur 3

Mossel



Een mossel is een schelpdier. Hij laat water tussen zijn schelpen doorstromen. Onderzoekers hebben vastgesteld dat één mossel in één uur 5 liter water filtert. Uit dit water vangt hij plankton op, dat hij als voedsel gebruikt.

Mosselen leven in grote groepen bij elkaar in het water. Ze hechten zich vast op een harde ondergrond zoals stenen of op elkaar. Zo'n groep wordt een mosselbank genoemd.

In de Oosterschelde worden mosselen gekweekt in banken om geoogst te worden als voedsel voor mensen.

Een mossel bestaat voor een groot deel uit schelpen en water. Om de kwaliteit van een mossel te bepalen beoordeelt een mosselkweker alleen het eetbare deel, zonder het water dat zich daarin bevindt, het zogenaamde drooggewicht.

Japanse oester
Plankton
Brilduiker

Figuur 4

4.1.3.2 Schakelbord

Naam interactie		Schakelbord
Onderdeel van	antwoord	
Doel	Het tonen van een representatie van een elektrische schakeling	
Samenvatting	Door losse elementen te selecteren en vervolgens naar het grid te slepen kan een examenkandidaat een systematische weergaven van een elektrische schakeling opbouwen of completeren	
Preconditie	Het schakelbord wordt in de beginsituatie getoond	
Gebbruikelijke acties		
	<i>Gebruiker</i>	<i>Applicatie</i>
1	Kies een element	Maak een kopie van het element
2	Sleep het element naar het grid	Toon het element op de plaats van de muiscursor
3	Laat het element los boven een leeg hokje in het grid	Snap het element in het hokje van het grid
4	Dubbelklik op een geplaatst element in het grid	Draai het element 90° met de klok mee
5	Herhaal stap 1 t/m 4 totdat de schakeling compleet is	
Alternatieve acties		
	<i>Gebruiker</i>	<i>Applicatie</i>
3a	Laat het element los op een locatie buiten het grid	Het element wordt niet geplaatst
3b	Laat het element los op een hokje waarin al een voorgegeven element staat	Het element wordt niet geplaatst
	Laat het element los op een hokje waarin al een eerder geplaatst element staat	Het oude element wordt vervangen door het nieuwe element
4a	Sleep een reeds geplaatst element naar een locatie buiten het grid	Het element wordt verwijderd
*	Mouse-over een element in het selectiescherm	Toon de naam van het element
*	Klik door naar de volgende opgave	Sla de status van de opgave op
Regels		
Aandachtspunten	<ul style="list-style-type: none"> • Onderscheid tussen voorgegeven elementen en geplaatste elementen • Realistische weergave • Plaatsing van selectiescherm en schakelbord in de rechterhelft van het scherm • Manier van draaien • Hoeveelheid bruikbare elementen • Feedback bij slepen element 	

Uitwerking van de aandachtspunten

[interactie] *Onderscheid tussen voorgegeven elementen en geplaatste elementen*

Om verwarring te voorkomen voor leerlingen over de geboekte voortgang binnen de opgave dient er

een duidelijk onderscheid te zijn tussen de elementen op de grid die in de startsituatie aanwezig zijn en de elementen die door een leerling op de grid worden geplaatst. Op dit moment hebben alle elementen op de grid dezelfde vorm en kleur. Bovendien wordt bij een mouse-over van de voorgeplaatste elementen dezelfde cursor weergegeven, ter indicatie van een mogelijke interactie die niet daadwerkelijk aanwezig is.

[inhoud] *Realistische weergave*

Het doel van deze opgave is het kunnen begrijpen en kunnen afmaken van een systematische weergave van een schakeling. Omdat leerlingen gewend zijn om met systematische weergaven van de verschillende elementen te werken is het niet zinvol om realistische weergaven van de elementen toe te voegen. In dit geval zou een meer realistische weergave van elementen zodoende eerder een extra hindernis dan een hulpmiddel zijn voor de examenleerling.

[design] *Plaatsing van selectiescherm en schakelbord in de rechterhelft van het scherm*

Om voldoende ruimte beschikbaar te houden voor de inleiding en de vraag moet worden bekeken of beide elementen als onderdeel van het antwoord aan de rechterhelft van het scherm geplaatst kunnen worden. Dit om bijvoorbeeld het onnodig moeten vergroten van afbeeldingen te voorkomen.

[interactie] *Manier van draaien*

Computerervaring van leerlingen speelt hierbij een rol. Voor nieuwe computergebruikers kan dubbelklikken problemen opleveren, of ze kunnen in het geheel niet weten wat 'dubbelklik' betekent. Hoewel je er vanuit mag gaan dat examenleerlingen voldoende computerervaring hebben, is het de vraag of dit een impliciete aanname moet zijn. Voor de interactie 'slepen' is dit wat minder een probleem; eerder onderzoek [Wesseling, 2010] onder 45 examenleerlingen toont aan dat niemand hier problemen mee heeft. Het is zinvol om te bekijken of de draai-interactie op een andere manier gerealiseerd kan worden, bijvoorbeeld door gebruik te maken van een enkele klik met de muis op het moment dat .

[inhoud] *Hoeveelheid bruikbare elementen*

In veel opgaven lijkt slechts een subset van het aantal bruikbare elementen daadwerkelijk nodig te zijn om de opdracht uit te voeren. Hier kan worden nagedacht of het zinvol is om al deze elementen te tonen. Op het moment dat een kandidaat een schakelbordopgave niet begrijpt kan hij alle elementen afzonderlijk gaan bekijken wat tijdverlies oplevert. Dit is in een eerder onderzoek naar de schakelbord opgaven reeds opgemerkt [Wesseling, 2010] Bovendien zouden elementen die hij nooit eerder gezien heeft tot verwarring kunnen leiden. De toetsdeskundige heeft in overleg aangegeven dat het niet de bedoeling is om elementen weg te halen. Bovendien is het schakelbord onderdeel van de proefexamens, waardoor examenleerlingen bekend moeten zijn met de opgave.

[interactie] *Feedback bij slepen element*

Een element dat wordt losgelaten binnen het grid snapt in het dichtstbijzijnde hokje. Om extra feedback te leveren, kan tijdens het dragen van een element het dit dichtstbijzijnde hokje licht van kleur veranderen om aan te geven waar het element geplaatst gaat worden.

4.1.3.3 Formulegenerator

Naam interactie		Formulegenerator algemeen
Onderdeel van	antwoord	
Doel	Het uitvoeren van een berekening door het selecteren en invullen van formules.	
Samenvatting	Door de juiste formule, grootheid, eenheid en waarden in te vullen komt de examenkandidaat tot een antwoord op de bijbehorende opgave.	
Preconditie	De lege formulegenerator wordt getoond	
Gebbruikelijke acties		
	<i>Gebruiker</i>	<i>Applicatie</i>
1	Selecteer een formule	Toon de lijst met grootheden uit de geselecteerde formule
2	Kies de te berekenen grootheid	Toon de aangepaste formule op basis van de grootheid
3	Vul de waarde(n) in	Bereken de gekozen grootheid
4	Selecteer een eenheid	Toon het berekende antwoord
Alternatieve acties		
	<i>Gebruiker</i>	<i>Applicatie</i>
3a	Vul niet numerieke tekens in	Verwerkt input niet en prompt met 'alleen cijfers'
*	Probeer een latere stap in te vullen	De huidige stap blijft actief
*	Probeer een eerdere stap te wijzigen	Wijzig de invoer bij de betreffende stap en wis de invoer bij alle volgende stappen
*	Klik door naar de volgende opgave	Sla de status van de opgave op
Regels	Alleen de huidige stap in de formulegenerator wordt met een hogere opacity getoond	
Aandachtspunten	<ul style="list-style-type: none"> • Teruggaan naar eerdere stap • Onderscheid tussen interactievelden en weergavevelden • Formule automatisch in de goede vorm zetten na stap 2 • 'echte formule' of uitgeschreven formule • Hoeveelheid formules in drop-down, gebruik slider • Locatie knop [opnieuw] • Drop-down als vervanger tabbladen • Update aan de hand van gekozen formule 	

Uitwerking van de aandachtspunten

[interactie] *Teruggaan naar eerdere stap*

Na het uitvoeren van stap 2, 3 en 4 kan een examenleerling ervoor kiezen het antwoord bij een eerdere stap te wijzigen. Hierbij worden de antwoorden bij de latere, reeds ingevulde stappen gewist. Hoewel dit waarschijnlijk wenselijk en ook logisch is, is het misschien toch zinvol om daarbij eerst een waarschuwing te geven.

[design] *Onderscheid tussen interactievelden en weergavevelden*

De weergavevelden na stap 2 ('De formule die je gebruikt is:') en na stap 4 ('Je geeft als antwoord:')

hebben net zoals de interactievelden een omlijning. Dit zou de indruk kunnen wekken dat de inhoud van deze velden direct manipuleerbaar is, terwijl dit niet het geval is.

[inhoud] *Formule automatisch in de goede vorm zetten na stap 2*

In de oude versie van de formulegenerator wordt na stap 2 (het kiezen van de te berekenen grootte) gevraagd om deze formule in de juiste vorm te zetten. De nieuwe formulegenerator lijkt dit aan de hand van de gekozen grootte automatisch te doen.

[inhoud] *'echte formule' of uitgeschreven formule*

In de oude versie van de formulegenerator worden veelal de echte formules gegeven (zoals $s = v * t$), terwijl deze formules in het nieuwe ontwerp uitgeschreven zijn (afstand = snelheid * tijd). Dit heeft echter te maken met het leerniveau; BB maakt gebruik van uitgeschreven formules.

[inhoud, design] *Hoeveelheid formules in drop-down, gebruik slider*

Er is soms een grote hoeveelheid formules waaruit de examenleerling bij stap 1 kan kiezen. Bij de nieuwe formulegenerator staan deze formules in een drop-down. Hierbij moet worden bekeken of het nodig is om een limiet te stellen aan het aantal formules wat in deze drop-down weergegeven kan worden, om de noodzaak van een slider zo veel mogelijk te beperken.

[design] *Locatie knop [opnieuw]*

Zeker bij het uitvoeren van een opdracht die de vorm heeft van een stappenplan is het niet verstandig om een dergelijke knop onderaan de flash-applicatie te zetten. Nadat een leerling de formulegenerator heeft ingevuld zal hij normaal gesproken de behoefte hebben om door te gaan naar de volgende opgave. Hierbij kan hij geneigd zijn om op de eerstvolgende knop te klikken. Als dit de knop [opnieuw] is loopt hij daarbij dus het risico om de uitgevoerde opdracht onbedoeld ongedaan te maken.

[inhoud, design] *Drop-down als vervanger tabbladen*

In de oude formulegenerator zijn de formules waaruit gekozen kan worden opgedeeld in groepen door middel van tabbladen, ook om op deze manier toch een groot aantal formules weer te kunnen geven. Is de drop-down een voldoende vervanger hiervoor, of dient het onderscheid tussen groepen van formules toch op een of andere manier zichtbaar te blijven?

[interactie, design] *Update aan de hand van gekozen formule*

Aan de hand van de gekozen formule (en grootte) kan de vorm van stap 3 dynamisch veranderen (vermenigvuldigen, delen, breuken, etc.). De vraag hierbij is in hoeverre dit al volledig is geïmplementeerd in de nieuwe formulegenerator.

4.1.3.4 Kruising

Naam interactie	Kruising	
Onderdeel van	stam	
Doel	Het bepalen van het fenotype of genotype van een organisme.	
Samenvatting	Door het kruisen van n bekende variaties van een organisme met een onbekende variatie van datzelfde organisme moet het fenotype of genotype van dit organisme worden bepaald	
Preconditie	Een pop-up wordt getoond waarin de opgave wordt uitgelegd Een linker set met n afbeeldingen en een rechter set met 1 onbekende afbeelding worden weergegeven	
Gebbruikelijke acties		
	<i>Gebruiker</i>	<i>Applicatie</i>
1	Klik op [Sluiten]	Sluit de informatie pop-up
2	Klik op een afbeelding uit één van de sets	Plaats de afbeelding in het linker kruisingsvak
3	Klik op een afbeelding uit de andere set	Plaats de afbeelding in het rechter kruisingsvak
4	Klik op 'doe de kruising'	Geef een tekstuele representatie van de uitkomst van de kruising in de tabel en leeg de kruisingsvakken
5	Herhaal stap 1 t/m 3 totdat alle mogelijke kruisingen uitgevoerd zijn	
6	Selecteer het antwoord	
Alternatieve acties		
	<i>Gebruiker</i>	<i>Applicatie</i>
3a1	Klik op een afbeelding uit dezelfde set	Geen feedback, plaatst de afbeelding niet
3a2	Klik op 'doe de kruising'	Voer de kruising niet uit
3b	Klik op de afbeelding in het linker kruisingsvak	Plaats de afbeelding terug naar zijn originele positie
4a	Klik op een afbeelding uit de linker set	Geen feedback
4b	Klik op een afbeelding in één van de kruisingsvakken	Plaats de afbeelding terug naar zijn originele positie
5a	Voer een kruising voor de tweede keer uit	Geef opnieuw de tekstuele representatie van de uitkomst van de kruising in de tabel en leeg de kruisingsvakken
*	Klik door naar de volgende opgave	Sla de status van de opgave op
Regels	Organismen uit de linker set kunnen niet met elkaar gekruist worden. Nadat er n kruisingen zijn uitgevoerd moet opnieuw worden begonnen omdat er in de tabel slechts plaats is voor n regels.	
Aandachtspunten	<ul style="list-style-type: none"> • Noodzaak van interactieve flash • Klikken in plaats van drag-and-drop • Vorm tabel • Weergave help • Responsietijd na klikken op 'doe de kruising' • Kleurgebruik 	

Uitwerking van de aandachtspunten

[inhoud] *Noodzaak van interactieve flash*

Bij deze opgave rijst sterk de vraag wat de toegevoegde waarde is van de interactie. Door de regels die gelden zijn er maar weinig mogelijkheden voor de examenleerling. Ook is er nauwelijks ruimte om iets fout te doen. De enige reden waarom een leerling deze opgave niet of niet goed uit zou kunnen voeren is omdat hij de vraag niet (voldoende) begrijpt. De interactie, en de te uitgebreide uitleg die bovendien standaard als pop-up wordt weergegeven kunnen voor verwarring zorgen. De suggestie bij deze opgave is daarom om de interactie te verwijderen, en alleen de afbeeldingen en de tabel met kruisingsresultaten weer te geven.

[interactie] *Klikken in plaats van drag-and-drop*

Het plaatsen van een afbeelding in een kruisingsvlak is precies dezelfde actie als ook bij drag-and-drop vragen met aangegeven locatie aanwezig is, toch gebeurt het hier weer op een geheel andere manier.

[inhoud, design] *Vorm tabel*

De tabel met de kruisingsresultaten is deels tekstgebaseerd. Mogelijk kunnen naast de letters ook afbeeldingen in de tabel worden gebruikt om zo het aflezen gemakkelijker te maken en de kans op fouten te verkleinen.

[interactie] *Weergave help*

Bij één van de kruisingsopgaven wordt help/info pop-up direct bij het openen van de opgave weergegeven. Dit is erg 'in-your-face' en dus niet wenselijk. Bovendien is de informatie in deze pop-up vrij overvloedig, terwijl de werking van de opgave niet al te ingewikkeld is. Presenteren van deze informatie voordat de examenleerling aan de opgave begint kan de indruk wekken dat de informatie erg belangrijk is, en de leerling kan hierdoor tijd verliezen omdat hij de informatie in zijn geheel gaat doorlezen.

[interactie] *Responsietijd na klikken op 'doe de kruising'*

Nadat er geklikt wordt op 'doe de kruising' is er een kleine delay voordat het resultaat in de tabel verschijnt, wat de indruk wekt dat er een ingewikkelde berekening wordt gedaan. Dit kan de indruk wekken dat er bij herhaaldelijk uitvoeren van dezelfde kruising variatie in de resultaten optreedt. Het resultaat per kruising is echter altijd hetzelfde, waardoor het doel van deze delay niet duidelijk is. Mogelijk is dit een technisch probleem.

[design] *Kleurgebruik*

De afbeeldingen in deze opgave verschillen in veel gevallen alleen op het gebied van kleur. Hierbij dient rekening gehouden te worden met de mogelijkheid van kleurenblindheid bij een examenleerling. Het identificeren van de organismen met zowel een kleur als een letter is daarbij noodzakelijk.

4.1.3.5 Meetinstrumenten

Naam interactie	Liniaal	
Onderdeel van	stam	
Doel	Het meten van een afstand tussen twee punten	
Samenvatting	Door de liniaal te vergroten/verkleinen en te verslepen kan een examenleerling de afstand tussen twee punten in een afbeelding meten	
Preconditie	De liniaal wordt onder de afbeelding weergegeven	
Gebbruikelijke acties		
	<i>Gebruiker</i>	<i>Applicatie</i>
1	sleep een uiteinde van de liniaal naar een punt in de afbeelding	Verplaats de liniaal
2	Sleep het andere uiteinde van de liniaal naar een ander punt in de afbeelding	Draait de liniaal en maakt hem groter of kleiner afhankelijk van de afstand tussen de punten
Alternatieve acties		
	<i>Gebruiker</i>	<i>Applicatie</i>
*	Sleep een punt van de liniaal buiten de afbeelding of het onzichtbare interactiekader	Houdt de liniaal binnen de afbeelding
*	Klik door naar de volgende opgave	Sla de status van de opgave op
Regels		
-		
Aandachtspunten	<ul style="list-style-type: none"> • Feel van de liniaal • Manier van verplaatsen • Grootte van het drag-punt • Aanwezigheid interactiekader en [opnieuw] knop 	

Uitwerking van de aandachtspunten

[design] *Feel van de liniaal*

Bij het werken met een digitaal object dat direct is afgeleid van een fysiek object, is het belangrijk dat dit object grotendeels hetzelfde aanvoelt. In dit geval moet de liniaal dus aanvoelen als een echte liniaal. De toegevoegde waarde van de digitale liniaal is in dit geval dat hij groter of kleiner wordt wanneer dat vereist is. De volgende twee aandachtspunten hebben betrekking op dit eerste punt.

[interactie] *Manier van verplaatsen*

De enige aangrijppunten van de liniaal zijn de twee kleine blokjes op de hoeken waarmee de liniaal gedraaid, verplaatst en vergroot/verkleind kan worden. Wellicht is het een toegevoegde waarde om de liniaal te kunnen verplaatsen door middel van het slepen het gehele liniaal-oppervlak. In sommige versies is dit al geïmplementeerd.

[design, interactie] *Grootte van het drag-punt*

De beide drag-punten zijn erg klein, en kunnen door de onnauwkeurigheid van de muis problemen opleveren. Bovendien kan een fysieke liniaal over de gehele breedte worden opgepakt, en niet alleen in de bovenhoeken. Daarom is het zinvol om de drag-punten over de gehele breedte van de liniaal te maken. Het draaipunt hierbij blijft wel in de bovenhoeken. In de huidige standaard lijkt hier al enigszins aan gedacht te zijn (Beuzel, 2010).

[design, interactie] *Aanwezigheid interactiekader en [opnieuw] knop*

Bij opgaven waarbinnen een liniaal wordt gebruikt moet een interactiekader aanwezig zijn. De liniaal kan niet buiten dit interactiekader worden geslept. De opnieuw knop herstelt de opgave naar de beginsituatie.

Naam interactie		Gradenboog	
Onderdeel van		stam	
Doel		Het bepalen van de grootte van een hoek	
Samenvatting		Door de gradenboog te vergroten/verkleinen en te verslepen kan een examenleerling de grootte van een hoek binnen een afbeelding meten	
Preconditie		-	
Gebbruikelijke acties			
	<i>Gebruiker</i>		<i>Applicatie</i>
1	Sleep het middelpunt van de gradenboog naar de te meten hoek		Verplaatst de gradenboog
2	Zet de 0-lijn van de gradenboog op één van de lijnen van de hoek		Draait de gradenboog en maakt hem groter of kleiner afhankelijk van de afstand tot het middelpunt
Alternatieve acties			
	<i>Gebruiker</i>		<i>Applicatie</i>
*	Probeer een punt van de gradenboog buiten het onzichtbare interactiekader te slepen		Houdt het punt binnen het kader
*	Klik door naar de volgende opgave		Sla de status van de opgave op
Regels		-	
Aandachtspunten	<ul style="list-style-type: none"> • Feel van de gradenboog • Manier van verplaatsen • Grootte van het drag-punt • Aanwezigheid interactiekader en [opnieuw] knop • Feedback bij selectie • Verschillende versies 		

Uitwerking van de aandachtspunten

[design] *Feel van de gradenboog*

Zie liniaal.

[interactie] *Manier van verplaatsen*

De enige aangrijppunten van de gradenboog zijn de twee kleine blokjes op de in het middelpunt en het 0-graden punt waarmee de gradenboog gedraaid, verplaatst en vergroot/verkleind kan worden. Wellicht is het een toegevoegde waarde om de gradenboog te kunnen verplaatsen door middel van het slepen het gehele oppervlak, dat wil zeggen de buitenste ring van de gradenboog, en het middelpunt.

[design, interactie] *Grootte van het drag-punt*

De beide drag-punten zijn erg klein, en kunnen door de onnauwkeurigheid van de muis met name voor het selecteren problemen opleveren. Het is daarom aan te bevelen om wat grotere, ronde drag-punten te gebruiken

[design, interactie] *Aanwezigheid interactiekader en [opnieuw] knop*

Bij opgaven waarbinnen een gradenboog wordt gebruikt moet een interactiekader aanwezig zijn. In ieder geval de beide drag-punten van de gradenboog kunnen niet buiten dit interactiekader worden gesleept. De opnieuw knop herstelt de opgave naar de beginsituatie.

[interactie] *Feedback bij selectie*

De onderdelen van de gradenboog geven geen visuele feedback op het moment dat ze geselecteerd worden. Mogelijk kan dit op dezelfde manier als bij de liniaal gebeuren.

[design, interactie] *Verschillende versies*

Er zijn meerdere versies van de gradenboog, waarbij verschil zit in de interactie met het middelpunt. Bij één versie wordt met het slepen van het middelpunt alleen het middelpunt verplaatst, bij een andere versie wordt de gehele gradenboog verplaatst.

4.1.3.6 Uitvouw

Naam interactie	Uitvouw	
Onderdeel van	antwoord	
Doel	Het afmaken van de uitvouw van een driedimensionaal object	
Samenvatting	Door vormen naar het vlak met voorgegeven elementen te slepen dient de uitvouw van een driedimensionaal object worden gecompleteerd	
Preconditie	-	
Gebruikelijke acties		
	<i>Gebruiker</i>	<i>Applicatie</i>
1	Sleep een vorm naar het vlak	Geef de gekozen vorm onder de muiscursor weer
2	Laat de vorm naast de voorgegeven elementen los	Snap de vorm tegen de voorgegeven elementen aan
3	Herhaal stap 1 en 2 totdat de uitvouw compleet is	
Alternatieve acties		
	<i>Gebruiker</i>	<i>Applicatie</i>
2a	Laat de vorm op een willekeurige plaats in het vlak los	Plaats de vorm op de gekozen plaats in het vlak
2b	Laat de vorm op een willekeurige plaats buiten het vlak los	De vorm wordt niet geplaatst
*	Klik door naar de volgende opgave	Sla de status van de opgave op
Regels	Een vorm kan versleept worden door het rode blokje in de linkerbovenhoek van de vorm te verslepen	
Aandachtspunten	<ul style="list-style-type: none"> • Manier van slepen • Onderscheid tussen voorgegeven elementen en geplaatste elementen • Snappen van versleepte vormen • Gebruik grid • Knop [herstel] 	

Uitwerking van de aandachtspunten

[interactie, design] *Manier van slepen*

Vormen kunnen worden versleept door middel van het rode vierkantje in de linkerbovenhoek. Het is niet duidelijk waarom dit op deze manier gebeurt. Mogelijk kan de standaard voor drag-en-drop hier worden toegepast om de interactie te verbeteren.

[design] *Onderscheid tussen voorgegeven elementen en geplaatste elementen*

De voorgegeven elementen en geplaatste elementen hebben dezelfde vorm en kleur. Het is dus niet op ieder moment duidelijk welke vormen door de examenleerling op het vlak zijn geplaatst, en nog manipuleerbaar zijn.

[interactie, design] *Snappen van versleepte vormen*

Versleepte vormen snappen niet altijd op de gewenste manier tegen de voorgegeven vormen aan;

dit vereist soms nauwkeurig stuurwerk met de muis, en zelfs dan komt de vorm regelmatig niet op de gewenste plek te staan. Dit kan tot irritatie leiden, en dus tot verlies van concentratie en tijd.

[inhoud, design] *Gebruik grid*

Bij drag-en-drop zonder aangegeven locatie zou het zinvol kunnen zijn om toch heel licht een raster op het grid weer te geven. Dit kan problemen zoals aangegeven in het vorige aandachtspunt voor een groot deel verhelpen. De toetsdeskundige geeft de voorkeur aan het onzichtbaar houden van de grid.

[interactie] *Knop [herstel]*

De knop [herstel] wist het laatste element dat door de examenleerling binnen het vlak is gesleept. Een betere oplossing is om elementen te wissen door ze buiten het vlak te slepen. Daarmee kan elk willekeurig zelfgeplaatst element gewist worden.

[design] *Niet voldoende ruimte voor goede variaties op de goede oplossing*

Het vlak biedt ruimte om de meest voor de hand liggende oplossing te leveren, echter zijn er ook goede oplossingen die niet binnen het vlak gemaakt kunnen worden, of deels buiten het vlak vallen. De voornaamste reden hiervoor is een gebrek aan ruimte.

4.1.3.7 Grafiektool

Naam interactie	Grafiektool	
Onderdeel van	antwoord	
Doel	Het tekenen van een grafiek	
Samenvatting	Door middel van het invullen van waarden op de verticale as en vervolgens het zetten van punten en het trekken van lijnen tussen deze punten kan een grafiek worden getekend waarmee vervolgens een gevraagde waarde kan worden afgelezen.	
Preconditie	Een lege grafiek wordt weergegeven waarbij alleen het invullen van waarden op de verticale as mogelijk is	
Gebruikelijke acties		
	<i>Gebruiker</i>	<i>Applicatie</i>
1	Vul de waarden op de verticale as in	Switch naar de functie 'zet punten' als alle waarden zijn ingevuld
2	Klik op locaties binnen de grafiek	Plaats een punt op deze locaties
3	Kies voor de functie 'teken grafiek'	Switch naar de functie 'teken grafiek' Verander muiscursor in potlood
4	Klik achtereenvolgens op twee punten binnen de grafiek	Trek een lijn tussen deze twee punten
Alternatieve acties		
	<i>Gebruiker</i>	<i>Applicatie</i>
1a	Ga direct door naar 'zet punten' of 'teken grafiek'	Toon geen extra feedback
2a	Klik op [wis punt]	Verwijder het laatst gezette punt
2b	Kies voor de functie 'teken grafiek'	Switch naar de functie 'teken grafiek' Verander muiscursor in potlood
3a	Klik op [wis punt]	Verwijder het laatst gezette punt
4a	Klik op [wis lijn]	Verwijder de laatst gezette lijn
*	Klik door naar de volgende opgave	Sla de status van de opgave op
Regels	Er kunnen pas punten worden gezet als alle waarden op de verticale as zijn ingevuld. Als na het trekken van lijnen teruggegaan wordt naar punten zetten worden alle lijnen gewist.	
Aandachtspunten	<ul style="list-style-type: none"> • Naamgeving knoppen • Functionaliteit [wis alles] • Inhoud instructie • Feedback bij invullen van waarden op de as • Switchen tussen modes • Muisgevoeligheid • Bug bij terugbladeren naar de opgave • Vorm cursor • Niet duidelijk wanneer een punt is aangeklikt bij tekenen grafiek • Knoppen zijn altijd aanwezig en actief • Verschijnen van slider(s) 	

Uitwerking van de aandachtspunten

[design] *Naamgeving knoppen*

In plaats van het gebruikelijke '?' en 'opnieuw' hebben de knoppen de labels 'instructie' en 'wis alles'. Daarnaast is het een beter idee om de knop [teken grafiek] te hernoemen naar [trek lijnen], wat meer consistent is met de knop [zet punten].

[design, interactie] *Functionaliteit [wis alles]*

Buiten het feit dat het label anders is dan bij andere opgaven, is ook de functionaliteit van deze knop niet hetzelfde. [wis alles] wist de lijnen en punten in de grafiek, maar laat de ingevulde waarden op de verticale as staan. Dit gedrag is niet consistent met wat een examenleerling zou verwachten. Bovendien is er dus geen directe optie om de opgave te herstellen naar de beginsituatie.

[design] *Inhoud instructie*

Wanneer op [instructie] geklikt wordt, verschijnt er een enorm blok met tekst waarin de werking van de opgave wordt uitgelegd. Filteren van de informatie in deze instructie en het toevoegen van enige lay-out is noodzakelijk, omdat anders de cognitieve belasting op de examenleerling te groot is.

[interactie] *Feedback bij invullen waarden op de as*

Bij het selecteren van de invulvelden is reeds enige feedback aanwezig, maar ook bij een ongeldige invoer (zoals letters) dient er feedback vanuit de applicatie naar de gebruiker te zijn zoals beschreven is in de standaard en zoals al wordt toegepast in de formulegenerator.

[design] *Switchen tussen modes*

Het switchen tussen modes voelt niet natuurlijk aan, er moet een gevoel zijn dat er geswitcht wordt tussen functies binnen een enkele mode. De functies zijn dan 'zet punten', 'trek lijnen', en 'selecteer'. Verder is het de vraag of het een vereiste is dat alle waarden op de assen zijn ingevuld voordat er punten gezet kunnen worden.

[design, interactie] *Muisgevoeligheid*

Binnen de grafiek beweegt de muis allesbehalve vloeiend, waarschijnlijk door technische redenen. Hierdoor wordt het onnodig lastig om nauwkeurig een punt te kunnen zetten of selecteren, waardoor bij de examenleerling irritatie kan ontstaan. Dit is met name het geval wanneer de cursor de potloodvorm heeft. Bij het zetten van punten beweegt de kruisdraad niet vloeiend met de muiscursor mee.

[design] *Bug bij terugbladeren naar de opgave*

Bij het teruggaan naar de opgave vanuit een latere opgave wordt de opgeslagen status van de opgave niet op de goede manier geladen. De eerste stap; het invullen van de waarden op de verticale as, wordt opnieuw weergegeven, en om verder te gaan moet één van de ingevulde waarden opnieuw bevestigd worden.

[design, interactie] *Vorm cursor*

Bij het switchen naar de mode 'teken grafiek' verandert de muiscursor in een potlood. Bij het teruggaan naar een eerdere mode blijft de cursor de vorm van het potlood houden. Bovendien suggereert het potlood dat lijnen getrokken dienen te worden door middel van slepen.

[interactie] *Niet duidelijk wanneer een punt is aangeklikt bij tekenen grafiek*

Buiten het feit dat het erg lastig is om een punt te selecteren in verband met de muisgevoeligheid, is het niet duidelijk of en wanneer een punt succesvol geselecteerd is. Hierdoor kan het lijken dat de functie 'teken grafiek' niet goed werkt.

[design] *Knoppen zijn altijd aanwezig en actief*

In de huidige opzet zijn alle knoppen uit het menu bovenaan op elk moment zichtbaar en zelfs klikbaar, dus ook op het moment dat de knoppen geen functionaliteit hebben. Soms wordt een deel van de functionaliteit toch al uitgevoerd; klikken op 'zet punten' laat de kruisdraad verschijnen, deze is echter nog niet interactief.

[design] *Verschijnen van slider(s)*

Bij het verslepen van punten dichtbij de rand kan het soms zijn dat het punt (voor een deel) buiten het zichtbare deel van de grafiek wordt gesleept. Hierbij verschijnt een slider aan de rechterkant en/of onderkant van de grafiek.

4.2 Gebruikersonderzoek

In dit hoofdstuk worden de resultaten van het gebruikersonderzoek aan de hand van de observaties besproken.

4.2.1 Resultaten per opgave

De resultaten zijn per opgave als volgt opgebouwd:

- Inleiding met screenshot van de opgave in de beginsituatie
- Beschrijving van bedoelde en onbedoelde handelingen relevant bij de opgave
- Resultaten van de observaties in tabelvorm
- Bespreking van de resultaten
- Conclusie over het functioneren van de opgave

Ook observaties die niet direct betrekking hebben op interacties of zelfs op beeldschermexamens zijn in de resultaten meegenomen.

De tabel bevat de observaties van de handelingen die bij de 13 leerlingen in het gebruikersonderzoek zijn waargenomen bij het beantwoorden van de vraag of het uitvoeren van de opdracht uit de voorgelegde examenopgave. De observaties in de tabel zijn op te delen in algemene handelingen en opgavespecifieke handelingen.

Algemene bedoelde handelingen zijn het lezen en bekijken van de verschillende onderdelen van de opgave, en het uiteindelijk doorklikken naar de volgende opgave.

Algemene onbedoelde handelingen zijn het niet begrijpen van de opgave (leerlingen geven dit expliciet aan), het meermaals lezen van de inleiding en/of de vraag/opdracht, het doorklikken naar de volgende opgave zonder de opgave af te maken, of het zoeken naar extra uitleg over de opgave of de interacties, wat zich uit in het openen en lezen van de instructie.

Elke observatie in de tabel heeft een score die aangeeft hoeveel leerlingen op het totaal van 13 de handeling uitvoert tijdens het maken van de opgave. Bij de bedoelde handelingen is een score van 13/13 een gewenst resultaat, bij de onbedoelde maar niet noodzakelijk foute handelingen is 0/13 in principe het gewenste resultaat.

Sommige handelingen zijn afhankelijk van andere handelingen. Bij leerlingen die de eerste (onbedoelde) handeling niet uitvoeren, is de volgende handeling niet van toepassing, daarom is bij een aantal observaties een totaal van minder dan 13 leerlingen opgenomen.

Voorbeeld: bij de grafiektool zet slechts een deel van de leerlingen (6) het extra punt, een ander deel gaat later terug om dit extra punt te zetten (3). Het is dus alleen bij deze 9 leerlingen zinvol om te bekijken of ze dit extra punt later ook gaan verslepen.

4.2.1.1 Opgave 1

Deze eerste opgave is een simpele drag-and-drop opgave. Het is de bedoeling dat de drie afbeeldingen in een bepaalde volgorde naar de drie bestemmingslocaties worden verslept.

Preview Toets
RensT1

Vraag 1 van 9

Hieronder staan drie televisietoestellen uit de 20^e eeuw:
Sleep met de muis elk televisietoestel naar de juiste plek op de tijdbalk.

1955-1970

1970-1985

1985-2000

Opnieuw

Figuur 5: Opgave 1

Bedoelde handelingen

Het is de bedoeling dat de leerling eerst de inleiding en vervolgens de opdracht leest. De vraag/opdracht is in elke opgave vet gedrukt. Vervolgens dient de antwoordruimte bekeken te worden en moeten de drie afbeeldingen naar de bestemmingslocaties geslept worden. Als laatste moet worden doorgeklikt naar de volgende opgave.

Onbedoelde handelingen

Er is bij deze opgave gekozen om twee onbedoelde handelingen in de checklist op te nemen. Een leerling kan lang op zoek zijn naar versleepbare elementen, of naar de bestemming voor deze versleepbare elementen.

Resultaten en beschrijving van de observaties

Tabel 2

Bedoelde handelingen in optimale volgorde	
Leerling leest inleiding	13/13
Leerling leest opdracht	13/13
Leerling bekijkt antwoordruimte	13/13
Leerling sleept eerste tv naar bestemming	13/13
Leerling sleept tweede tv naar bestemming	13/13
Leerling sleept derde tv naar bestemming	13/13
Leerling klikt door naar de volgende opgave	13/13
Onbedoelde handelingen	
Leerling geeft aan de opdracht niet te begrijpen	0/13
Leerling leest inleiding/opdracht meerdere keren	0/13
Leerling klikt door naar de volgende opgave, terwijl deze opgave nog niet volledig afgerond is	0/13
Leerling zoekt lang naar versleepbare elementen	0/13
Leerling zoekt lang naar bestemming voor versleepbare elementen	0/13
Overig	
-	

Uit de tabel blijkt dat op alle onderdelen de optimale score behaald wordt. Het is daarom ook niet mogelijk om aan de kwantitatieve onderdelen bij de opgavespecifieke een waarde toe te kennen. Bovendien zijn er geen observaties gedaan die onder *overig* geplaatst kunnen worden.

Conclusie over het functioneren van de opgave

Deze opgave functioneert naar alle verwachting optimaal. Het drag-and-drop mechanisme en de bijbehorende grafische opmaak uit de Cito interactiestandaard voelt bij alle leerlingen natuurlijk aan en ze voeren de opdracht dan ook zonder enige moeite uit.

4.2.1.2 Opgave 2

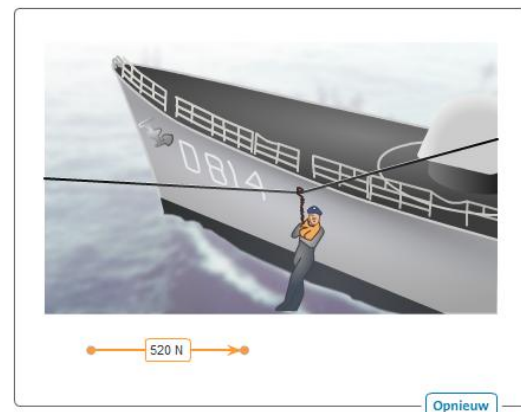
In deze opgave moet de krachtenpijl die in de beginsituatie onder de afbeelding staat binnen de afbeelding worden gezet. Hierbij moet de richting en de lengte van de pijl worden aangepast.

Preview Toets RensT1 Vraag 2 van 9

Een marineman wordt van het ene schip overgezet naar een ander schip. (Zie de afbeelding.)

De man heeft een gewicht van 400 N.

Teken de kracht die de man op de katrol uitoefent. De kracht moet de juiste grootte en de juiste richting hebben. Laat de kracht aangrijpen op de katrol.



Navigation bar with buttons for question numbers 1 through 9, and an 'i' icon on both sides.

Figuur 6: Opgave 2

Bedoelde handelingen

Als eerste dient de leerling de inleiding en de opdracht te lezen, en de antwoordruimte te bekijken. Vervolgens moet het beginpunt van de krachtenpijl naar de locatie van de katrol in de afbeelding verslept worden. Daarna moet ook het eindpunt van de krachtenpijl worden verslept, totdat de pijl de juiste grootte en richting heeft, en moet worden doorgedrukt naar de volgende opgave.

Onbedoelde handelingen

Het is mogelijk dat een leerling de katrol niet kan vinden, of hier lang naar op zoek is. De richting van de krachtenpijl kan bovendien onbedoeld worden omgedraaid, wanneer het voor een leerling niet duidelijk is wat het begin- en eindpunt van de pijl is. Een leerling kan bovendien niet doorhebben dat de pijl binnen de afbeelding gebracht moet worden, hoewel het interactiekader dit zou moeten suggereren. Als laatste kan een leerling moeite hebben om de waarde op de krachtenpijl aan te passen.

Resultaten en beschrijving van de observaties

Tabel 3

Bedoelde handelingen in optimale volgorde	
Leerling leest inleiding	13/13
Leerling leest opdracht	13/13
Leerling bekijkt antwoordruimte	13/13
Leerling sleept beginpunt van de krachtenpijl naar de katrol	10/13
Leerling versleept het eindpunt van de krachtenpijl	13/13
Leerling klikt door naar de volgende opgave	13/13
Onbedoelde handelingen	
Leerling geeft aan de opdracht niet te begrijpen	1/13
Leerling leest inleiding/opdracht meerdere keren	0/13
Leerling klikt door naar de volgende opgave, terwijl deze opgave nog niet volledig afgerond is	0/13
Leerling zoekt lang naar de locatie van de katrol	1/13 ⁴
Leerling draait de richting van de krachtenpijl om	2/13
Leerling maakt geen gebruik van de afbeelding	1/13
Leerling heeft moeite om de juiste waarde weer te geven	2/13
Overig	
Leerling sleept in eerste instantie de complete pijl zonder deze aan te passen	6/13
Leerling probeert zelf te gaan tekenen door binnen het plaatje op de katrol te klikken	2/13
<i>Volgorde</i> – leerling geeft pijl eerst de goede richting en kracht en sleept hem vervolgens op de goede plaats	1/13

In Tabel 3 is te lezen dat alle leerlingen de algemene bedoelde handelingen uitvoeren. Door drie leerlingen wordt het beginpunt van de krachtenpijl niet naar de katrol versleept. Een van hen heeft geen idee dat het de bedoeling is om de krachtenpijl binnen de afbeelding te brengen, en denkt dat het beginpunt van de pijl de katrol is. Deze leerling voert de hele opdracht uit in het gebied onder de afbeelding. De andere twee leerlingen plaatsen niet het beginpunt, maar het eindpunt van de krachtenpijl op de katrol, en draaien dus feitelijk de richting van de krachtenpijl om. Navraag leeft dat ze dit doen om inhoudelijke redenen, en niet omdat de punt van de pijl niet duidelijk genoeg is. Onderstaande afbeeldingen tonen de antwoorden die deze twee leerlingen geven:



Figuur 7



Figuur 8

⁴ Één leerling verplaatst alleen het rechterpunt van de krachtenpijl, denkt dat het linkerpunt de katrol is

Zoals in de afbeeldingen te zien is, hebben deze twee leerlingen hebben bovendien 'moeite' om de juiste waarde op de pijl aan te geven. Een van hen blijkt niet door te hebben dat de pijl langer of korter gemaakt kan worden, de ander geeft achteraf aan niet eens de intentie om de waarde aan te passen, wat dus ook een inhoudelijke fout is.

Eén leerling geeft aan de opdracht niet te begrijpen, maar komt er uiteindelijk wel zelf uit. Een aantal leerlingen sleept in eerste instantie de complete pijl zonder deze aan te passen, een andere leerling geeft de pijl eerst de goede richting en kracht en sleept hem vervolgens op de goede plaats. Dit is geen foute interactie, maar geeft juist aan dat het slepen van de complete pijl als niet strikt noodzakelijke interactie een goede aanvulling is.

Tot slot zijn er twee leerlingen die niet direct doorhebben dat ze de pijl onder de afbeelding moeten gebruiken, en proberen direct binnen de afbeelding te gaan 'tekenen'. Dit kan worden gezien als onderdeel van een leerproces. Op het moment dat deze leerlingen doorhebben wat de bedoeling is voeren ze de opdracht zonder problemen uit.

Conclusie over het functioneren van de opgave

De opgave functioneert goed. De problemen en onbedoelde handelingen die bij een aantal leerlingen worden waargenomen hebben voornamelijk te maken met een gebrek aan kennis van de bijbehorende leerstof. Hoewel het interactiekader als doel heeft om aan te geven dat zowel de afbeelding als de pijl onderdeel zijn van de opdracht, was dit voor één leerling toch niet duidelijk. Mogelijk is het zinvol om expliciet in de opdracht aan te geven dat de krachtenpijl binnen de afbeelding geplaatst dient te worden.

4.2.1.3 Opgave 3

In deze hotspot opgave is het de bedoeling dat een antwoord wordt gegeven door op één van de selecteerbare landen op de kaart te klikken.

Preview Toets
RensT1

Vraag 3 van 9

Klik op het land dat tijdens de Tweede Wereldoorlog een bondgenoot van Duitsland was.



The map shows Europe with several countries highlighted in orange, representing Axis powers during World War II: Spain, Italy, Germany, and Japan. Other countries are shown in grey, representing the Allies. The number 3 is highlighted in the navigation bar below the map.

Navigation bar: 1 2 3 4 5 6 7 8 9

Figuur 9: Opgave 3

Bedoelde handelingen

In deze opgave is het de bedoeling dat eerst de opdracht gelezen wordt. Vervolgens moet een leerling de antwoordruimte bekijken en één van de antwoordopties aanklikken. Daarna moet worden doorgedrukt naar de volgende opgave.

Onbedoelde handelingen

De opgavespecifieke onbedoelde handelingen beschrijven dat het mogelijk is dat leerlingen proberen om grijze gebieden aan te klikken die niet tot de antwoordopties behoren. Bij het corrigeren van ene antwoord is het mogelijk dat een leerling eerst probeert om het gegeven antwoord te deselecteren alvorens voor een ander antwoord te kiezen.

Resultaten en beschrijving van de observaties

Tabel 4

Bedoelde handelingen in optimale volgorde	
Leerling leest opdracht	13/13
Leerling bekijkt antwoordruimte	13/13
Leerling selecteert een hotspot gebied	13/13
Leerling klikt door naar de volgende opgave	13/13
Onbedoelde handelingen	
Leerling geeft aan de opdracht niet te begrijpen	0/13
Leerling leest inleiding/opdracht meerdere keren	0/13
Leerling klikt door naar de volgende opgave, terwijl deze opgave nog niet volledig afgerond is	0/13
Leerling wil op gebieden klikken die niet selecteerbaar zijn	1/13
Leerling wil verkeerd gekozen gebieden eerst deselecteren alvorens een ander gebied te selecteren	0/13
Overig	
Leerling gaat in eerste instantie op zoek bij de grijze landen	1/13

Alle leerlingen voeren de bedoelde opgaven in de optimale volgorde uit. Eén van de leerlingen gaat in eerste instantie op zoek bij de landen die niet tot de antwoordopties behoren, een andere leerling probeert bovendien op de grijze landen te klikken.

Een leerling zegt direct na het lezen van de opdracht "*Italië*", maar heeft vervolgens snel door dat Italië niet tot de mogelijke antwoorden behoort.

Conclusie over het functioneren van de opgave

De opgave functioneert naar behoren⁵. Het is mogelijk wel zinvol om nog duidelijker op de kaart aan te geven wat de antwoordopties zijn. Geen van de leerlingen verliest echter tijd door het zoeken naar niet-selecteerbare gebieden.

⁵ Hoewel het goede antwoord er niet bij staat, in de originele opgave behoort Italië tot de antwoorden, Spanje en Noorwegen niet.

4.2.1.4 Opgave 4

Bij deze opgave is het de bedoeling dat met behulp van de drop-down menu's en de invulvelden voor getallen een antwoord op de gestelde vraag wordt geformuleerd. Voor het kiezen van een formule (stap 1), een grootte (stap 2) en een eenheid (stap 4) moet gebruik worden gemaakt van een drop-down. Bij stap 3 moeten het juiste getal ingevuld worden.


Preview Toets
RensT1

Vraag 4 van 9

Spaarlamp

Een spaarlamp van 12 W geeft ongeveer evenveel licht als een gewone gloeilamp van 60 W.

De spaarlamp verbruikt per 1000 uur 48 kWh minder energie dan de gloeilamp.



Bereken de energiekosten die in 1000 uur bespaard worden bij het gebruik van de spaarlamp.

1. Kies de juiste formule:
2. Kies de grootte die je wilt berekenen:
3. De formule die je gebruikt is:
3. Vul de juiste getallen in:
 = =
4. Kies de juiste eenheid:
4. Je geeft als antwoord:

Opnieuw

1 2 3 4 5 6 7 8 9

Figuur 10: Opgave 4

Bedoelde handelingen

In deze opgave is het de bedoeling dat de leerling eerst de inleiding en de opdracht leest. Vervolgens moet de antwoordruimte worden bekeken. De leerling dient hierbij een formule te kiezen en vervolgens een grootte. Daarna moet de waarde uit de inleiding bij hoeveelheid worden ingevuld, en moet daarbij een eenheid worden gekozen. Als laatste stap moet de leerling doorklikken naar de volgende opgave.

Onbedoelde handelingen

Bij stap 3 kan bij leerlingen het idee ontstaan dat ze zelf moeten gaan rekenen. Een leerling kan bovendien het idee hebben dat automatisch ingevulde velden te selecteren zijn. Foute antwoorden kunnen zowel worden hersteld met de [Opnieuw] knop als door een eerdere stap aan te passen.

Resultaten en beschrijving van de observaties

Tabel 5

Bedoelde handelingen in optimale volgorde	
Leerling leest inleiding	13/13
Leerling leest opdracht	13/13
Leerling bekijkt antwoordruimte	13/13
Leerling kiest formule	13/13
Leerling kiest grootte	13/13
Leerling vult hoeveelheid in	13/13
Leerling kiest eenheid	13/13
Leerling klikt door naar de volgende opgave	13/13
Onbedoelde handelingen	
Leerling geeft aan de opdracht niet te begrijpen	0/13
Leerling leest inleiding/opdracht meerdere keren	4/13
Leerling klikt door naar de volgende opgave, terwijl deze opgave nog niet volledig afgerond is	0/13
Leerling zoekt op scherm naar meer hulp of uitleg, maar anders dan in inleiding/opdracht/antwoordruimte (maakt gebruik van uitleg)	0/13
Leerling denkt dat hij zelf moet rekenen	0/13 ⁶
Leerling herstelt antwoorden met de opnieuw knop	0/13
Leerling herstelt antwoorden door eerdere stappen te wijzigen	2/13
Leerling probeert om automatisch ingevulde velden te selecteren	2/13
Overig	
Leerling gaat in de inleiding op zoek naar de te berekenen grootte	2/13
Volgorde – leerling leest eerst opdracht, daarna pas inleiding	1/13

In Tabel 5 is te zien dat elke leerling alle bedoelde handelingen uitvoert. Eén leerling leest eerst de opdracht alvorens de inleiding tot zich te nemen. Een aantal leerlingen leest de inleiding en/of de opdracht meerdere malen, maar verliest hier geen tijd door.

Wat bij deze opgave het meest opvalt is de tijd die leerlingen nodig hebben om een formule te kiezen bij stap 1. Eén leerling denk hier 40 seconden over na, een andere leerling zelfs 80 seconden. Twee leerlingen gaan in de inleiding op zoek naar de te berekenen grootte. Omdat uit de opdracht erg duidelijk is welke formule gebruikt moet worden, lijkt het er op dat de Havo 4 leerlingen er te veel achter gaan zoeken, terwijl het om een VMBO-BB opgave gaat. Een van de leerlingen geeft achteraf ook aan:

“Ik dacht dat de opgave nooit zo makkelijk kon zijn.”

Veel leerlingen kiezen bij stap 1 uiteindelijk ook voor de verkeerde formule. Waar het merendeel hier later op terugkomt, gaat één van hen door met deze verkeerde formule en neemt hierbij de waarde van 0.18 over uit de goede formule waardoor er wat betreft de waarde en eenheid toch een goed antwoord uitkomt.

⁶ De meeste leerlingen twijfelen over stap 1 en hebben indirect het idee dat ze zelf iets uit moeten gaan rekenen, deze observatie heeft echter betrekking op stap 3

Twee leerlingen proberen om bij stap 3 een automatisch ingevuld veld te selecteren, om de waarde in dat veld te veranderen.

Conclusie over het functioneren van de opgave

Voor geen van de leerlingen levert de formulegenerator problemen op; ze weten allen de bedoelde handelingen uit te voeren, zonder daarbij gebruik te maken van de instructie. Het meermaals lezen van de inleiding en/of opdracht is voornamelijk een gevolg van het feit dat er wat meer informatie in aanwezig is dan bij de vorige opgaven, en is daardoor niet direct aan te merken als een ongewenste handeling of een gebrek aan duidelijkheid van de opgave. Het lang nadenken over stap 1 komt vooral omdat de leerlingen te veel achter de opdracht zoeken, vanwege het grote niveauverschil tussen Havo en VMBO-BB.


4.2.1.5 Opgave 5

Deze opgave bevat de grafiektool die bij diverse vakken ingezet kan worden. In de opgave moet een relatief groot aantal handelingen verricht worden. Waarden uit de tabel moeten worden overgenomen, punten moeten worden gezet en met elkaar worden verbonden door lijnen tussen deze punten te trekken. Vervolgens moet één van de punten ook nog versleept worden.

Preview Toets
RensT1
Vraag 5 van 9X

Kabelhaspel

In een hoog tempo worden gebouwen voorzien van glasvezel verbindingen voor het internetverkeer. De glasvezels zitten in kabels die op haspels zijn gewonden.



Op een haspel zit 500 m kabel met een totale massa van 17 kg.

Bij deze haspel horen de volgende gegevens.

lengte (m)	500	400	200	100
massa (kg)	22	18	10	6

Teken in het diagram de grafiek die het verband weergeeft van de massa tegen de lengte. Zet alle meetpunten uit en plaats een extra punt op de verticale as. Teken vanaf dat laatste punt de grafiek. Verplaats het eerste punt tot je de lijn het juiste verband weergeeft.

Wis alles
Instructie

Zet punten
 Teken grafiek
Wis punt

massa (kg)

lengte (m)

Zorg eerst dat de schaalverdeling langs de assen compleet is

◀

i
1
2
3
4
5
6
7
8
9
i

▶

Figuur 11: Opgave 5

Bedoelde handelingen

In deze opgave moet de leerling eerst de inleiding en de opdracht lezen, en vervolgens de antwoordruimte bekijken. Vervolgens moeten de invulvelden op de verticale as worden ingevuld met logische waarden voor de massa (5-10-15-20-25 ligt het meest voor de hand). Daarna is het de bedoeling dat de vier waarden uit de tabel in de grafiek worden gezet door op de goede plaatsen te klikken. Daarbij moet bovendien een extra punt op de verticale as geplaatst worden. Als alle punten gezet zijn moet de functie 'teken grafiek' worden geselecteerd. Door de gezette punten één voor één aan te klikken wordt er een lijn tussen de punten getrokken. Uiteindelijk moet het laatste punt op de verticale as worden versleept totdat de lijn de juiste verhouding aangeeft, en moet worden doorgedrukt naar de volgende opgave.

Onbedoelde handelingen

Hoewel binnen de grafiek is aangegeven dat allereerst de schaalverdeling moet worden ingevuld, en dat dit ook de meest logische eerste stap is, kan een leerling toch proberen om direct punten te gaan zetten. Ook kan een leerling verkeerde of onlogische waarden op de verticale as invullen. Een leerling kan vergeten om het extra punt op de verticale as te plaatsen, en daar eventueel later voor teruggaan om het punt alsnog te zetten. Het trekken van lijnen of het verslepen van punten kan problemen opleveren wanneer voor een leerling niet duidelijk is op welke manier dit moet gebeuren. Verder kan een leerling proberen om een lijn te trekken vanuit een positie waar geen punt staat, zoals 0,0. Bij het trekken van lijnen tussen meerdere punten hoeft elk punt slechts eenmaal aangeklikt te worden, het is mogelijk dat een leerling een punt aanklikt om een lijnstuk te beëindigen, en vervolgens opnieuw om het volgende lijnstuk te beginnen.

Resultaten en beschrijving van de observaties

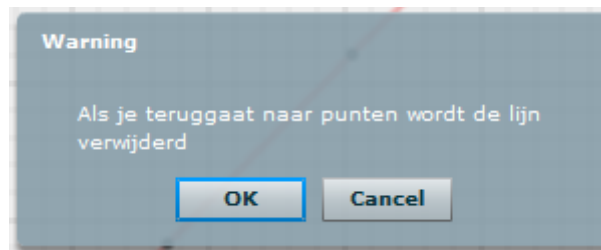
Tabel 6

Bedoelde handelingen in optimale volgorde	
Leerling leest inleiding	13/13
Leerling leest opdracht	13/13
Leerling bekijkt antwoordruimte	13/13
Leerling vult logische waarden in op de verticale as	12/13
Leerling zet alle punten uit tabel	13/13
Leerling zet extra punt op verticale as	6/13
Leerling selecteert 'teken grafiek'	13/13
Leerling verbindt alle (gezette) punten	10/13
Leerling sleept het punt op de verticale as naar de juiste plaats	3/9
Leerling klikt door naar de volgende opgave	13/13
Onbedoelde handelingen	
Leerling geeft aan de opdracht niet te begrijpen	2/13
Leerling leest inleiding/opdracht meerdere keren	1/13
Leerling klikt door naar de volgende opgave, terwijl deze opgave nog niet volledig afgerond is (extra punt niet gezet / versleept)	8/13
Leerling zoekt op scherm naar meer hulp of uitleg, maar anders dan in inleiding/opdracht/antwoordruimte (maakt gebruik van instructie)	6/13
Leerling probeert direct punten te gaan zetten	2/13
Leerling vult 'verkeerde' waarden in op de verticale as, en komt er bij een latere stap achter dat hij deze moet aanpassen	1/13
Leerling vergeet extra punt te zetten	9/13
Leerling gaat terug om extra punt te zetten	3/13
Leerling heeft moeite met het trekken van lijnen (probeert te slepen)	13/13
Leerling zoekt naar mogelijkheid om punt te verslepen	0/13
Leerling wil lijn beginnen in 0,0 waar geen punt staat	5/13
Leerling dubbelklikt op punten om lijnen te trekken	4/13
Overig	
Leerling merkt op dat er een fout in de inleiding staat	2/13
Leerling controleert gezette punten met behulp van de indicator	1/13
Volgorde - leerling leest eerst de opdracht, dan pas de inleiding	1/13

Zoals in de tabel te zien is, levert het uitvoeren van alle bedoelde handelingen al direct veel problemen op voor de leerlingen. Eén leerling leest eerst de opdracht en daarna pas de inleiding, zoals hij dit ook bij een aantal andere opgaven doet. Twee leerlingen geven aan de opdracht niet te begrijpen, een geeft aan dat de vraagstelling onduidelijk is. Beide leerlingen komen er uiteindelijk wel zelf uit.

Bij het invullen van de verticale as vult één leerling aanvankelijk verkeerde waarden in, maar herstelt dit direct. Een andere leerling vult de waarden 6-10-14-18-22 in, wat niet fout is, maar minder logisch omdat de waarde van 14 daarbij zelf beredeneerd moet worden.

Eén leerling maakt bij het zetten van de punten ter controle gebruik van de indicator rechts bovenin. Het zetten van het extra punt op de verticale as wordt slechts door 6 leerlingen gedaan. 9 leerlingen vergeten het punt te zetten, 3 van hen gaan terug om het punt alsnog te zetten. Eén leerling zet wel een extra punt, maar doet dit bij 300,14; het punt dat in de tabel 'ontbreekt'. Eén leerling gaat terug om het extra punt te zetten nadat de lijn al is getekend, een andere leerling is dit ook van plan maar ziet hiervan af als de waarschuwings pop-up verschijnt dat bij het teruggaan naar 'zet punten' de reeds getrokken lijn verdwijnt:



Figuur 12

Slechts 3 leerlingen verslepen het extra punt op de verticale as ook, nadat ze de lijn hebben getrokken.

Het trekken van de lijnen levert voor alle leerlingen problemen op. Ze proberen vanuit de punten te slepen, waardoor ze geen lijnen trekken maar de punten ook echt verslepen. Ook proberen 5 leerlingen de lijn in 0,0 te beginnen, terwijl daar geen punt staat, één van hen probeert dit zelfs meerdere malen. Drie leerlingen verbinden uiteindelijk niet alle gezette punten; twee van hen geven het op en gaan door naar de volgende opgave zonder een lijn getrokken te hebben, de andere leerling verbindt alleen het eerste en laatste punt met elkaar, wat in deze opgave in feite de snelste en gemakkelijkste oplossing is. Door 4 leerlingen wordt bij het verbinden van de punten elk punt twee keer aangeklikt. 8 van de 13 leerlingen gaan door naar de volgende opgave zonder deze opgave volledig af te maken; ze trekken geen lijn, zetten het extra punt niet, of vergeten dit punt te verslepen. Met het verslepen van punten heeft geen van de leerlingen moeite, ze komen er meteen achter hoe dit moet als ze lijnen proberen te trekken.

Hoewel alle leerlingen moeite hebben met het trekken van lijnen, openen slechts 6 van hen de instructie om uit te vinden hoe dit moet. Twee leerlingen doen dit vrij snel, een ander gaat eerst lang (70 seconden) zelf op zoek naar de manier om lijnen te trekken, en opent dan de instructie. Eén leerling leest de instructie volledig, in plaats van direct naar het relevante onderdeel te scannen. Eén

leerling merkt de instructie vrij snel op, maar opent deze in eerste instantie niet. Vervolgens opent hij de instructie tot twee keer toe om uit te vinden hoe lijnen te trekken, waar een ander hiervoor de instructie zelfs tot vier keer toe opent.

Eén leerling geeft achteraf aan dat het direct duidelijk moet zijn hoe lijnen getrokken worden, en niet pas na het openen van de instructie. Twee leerlingen proberen van alles om lijnen te trekken, maar maken geen gebruik van de instructie. Eén van hen wil het na 30 seconden eigenlijk al opgeven, maar probeert het vervolgens nog ruim 2 minuten, geeft het dan echt op en gaat door naar de volgende opgave.

Conclusie over het functioneren van de opgave

Het is duidelijk dat deze opgave slecht functioneert. De opdracht die wordt beschreven in de vetgedrukte tekst wordt door veel leerlingen niet volledig gelezen, en kan bovendien tot onduidelijkheden leiden. Zo beschrijven 'extra punt', 'dat laatste punt' en 'het eerste punt' allen hetzelfde punt. Het invullen van de verticale as en het zetten van punten levert nauwelijks problemen op, maar het is aanvankelijke voor geen enkele leerling duidelijk hoe de punten precies verbonden moeten worden. Hierdoor wordt veel tijdverlies geleden, en geeft een aantal leerlingen het zelfs helemaal op. Leerlingen ervaren het trekken van de lijnen als opdracht, en zijn daardoor afgeleid van de daadwerkelijke opdracht die daarom dus ook door veel leerlingen niet wordt afgemaakt.

Ook het gebruik van de instructie levert problemen op. De leerlingen die gebruik maken van deze instructie krijgen een groot blok met tekst voor zich, zoals te zien is in Figuur 13:

Instructie

Zorg eerst dat de schaalverdeling langs de assen compleet is. Bovenaan is de keuze "Zet punten" actief. Er staat in het cirkeltje een zwarte stip.

Zet de cursor op de juiste plaats in het diagram. Klik om een meetpunt te plaatsen. Versleep het meetpunt door erop te klikken en de muisknop vast te houden.

Met de knop "Wis punt" wis je vanaf het laatste meetpunt. Nadat je de meetpunten hebt gezet kun je lijnen trekken. Kies voor "Teken grafiek", de cursor verandert dan in een potlood.

Je kunt nu van punt tot punt lijnen trekken door op de punten te klikken die je wilt verbinden.

Ben je niet tevreden over de lijn, dan kun je de meetpunten samen met de lijn verplaatsen.

Bij een foute lijn klik je op "Zet punten", dan worden alle lijnen gewist.

Met de knop "Wis alles" worden zowel de lijnen als de punten gewist.

Figuur 13

In deze instructie is in feite slechts de rood omlijnde regel van belang, maar door de vormgeving van de instructie duurt het erg lang voordat leerlingen deze regel hebben gevonden.

Tijdens het nabespreken van de opgave geeft een groot deel van de leerlingen aan dat de opdracht een probleem was omdat ze niet wisten hoe lijnen getrokken moesten worden. Toen ze hier eenmaal achter waren vonden ze het geen probleem. Ze geven de interactie zelf dus nauwelijks de schuld van het stroef verlopen van de opgave. Het is echter het streven om te zorgen dat de interacties dusdanig intuïtief zijn dat leerlingen deze zelf direct zonder instructie kunnen uitvoeren.

4.2.1.6 Opgave 6

Anders dan in voorgaande opgaven is de interactieve flash in deze opgave geen onderdeel van de opdracht, maar dient deze als een bron die door de leerling zelf opgebouwd moet worden. Een kruisingsresultaat wordt verkregen door een bloem van de linkerkant (P, Q of R) en de onbekende bloem (?) naar de grijze kruisingsvelden te brengen, en vervolgens op [Doe de kruising] te klikken. Hierdoor verschijnt het resultaat van de kruising in de resultatentabel. Door dit voor alle bloemen te doen kan uit de tabel het antwoord worden afgeleid. Dit antwoord moet vervolgens geselecteerd worden in het onderste deel van de opgave.

Preview Toets
RensT1

Vraag 6 van 9

Petunia's

Bij bepaalde petunia's komen planten met witte, rode of roze bloemen voor. Het fenotype 'roze bloemen' is intermediair.

Door de petunia met het vraagteken te kruisen met één of meer planten waarvan de bloemkleur bekend is, kun je het fenotype bepalen.

Klik voor een herhaling van de informatie op de info-knop.

Resultaten			
Nakomelingen			

Wat is het fenotype van de petunia met het vraagteken?

- rode bloemen
- roze bloemen
- witte bloemen

Navigation: 1 2 3 4 5 6 7 8 9 i

Figuur 14: Opgave 6

Bedoelde handelingen

In deze opgave moet de leerling eerst de inleiding en de vraag lezen, daarna de interactieruimte bekijken en vervolgens de antwoordopties. Dan moet de leerling drie verschillende kruisingen uitvoeren door de bloemen naar de kruisingsvakjes te brengen en op [Doe de kruising] te klikken. Als er drie kruisingen zijn uitgevoerd moet één van de antwoordopties worden geselecteerd, en vervolgens moet worden doorgeslekt naar de volgende opgave.

Onbedoelde handelingen

Het is mogelijk dat een leerling probeert om de bloemen naar de kruisingsvakjes te slepen in plaats van ze alleen aan te klikken. Daarnaast kan een leerling een antwoord geven voordat alle kruisingen zijn uitgevoerd, waarbij de leerling dus in feite aan het gokken is. Kruisingen kunnen in een andere volgorde worden uitgevoerd. Dit kan zowel per kruising, waarbij de leerling eerst de bloem met het vraagteken selecteert, en daarna pas een andere bloem, of in het algemeen, waarbij de leerling afwijkt van de meest voor de hand liggende volgorde P-Q-R. Door af te wijken van deze volgorde is het mogelijk dat het aflezen van de tabel lastiger wordt, omdat deze geen afbeeldingen van de bloemen weergeeft. Een leerling kan ook dezelfde kruising meerdere malen uitvoeren, waardoor hij moet herstarten omdat er in de tabel slechts drie kruisingsresultaten kunnen worden weergegeven. Als laatste kan een leerling nog proberen om P, Q en R met elkaar te kruisen.

Resultaten en beschrijving van de observaties

Tabel 7

Bedoelde handelingen in optimale volgorde	
Leerling leest inleiding	13/13
Leerling leest vraag	13/13
Leerling bekijkt interactieruimte	13/13
Leerling bekijkt antwoordopties	13/13
Leerling voert 3 verschillende kruisingen uit ⁷	13/13
Leerling selecteert een antwoord	13/13
Leerling klikt door naar de volgende opgave	13/13
Onbedoelde handelingen	
Leerling geeft aan de opdracht niet te begrijpen	2/13
Leerling leest inleiding/opdracht meerdere keren	3/13
Leerling klikt door naar de volgende opgave, terwijl deze opgave nog niet volledig afgerond is	0/13
Leerling zoekt op scherm naar meer hulp of uitleg, maar anders dan in inleiding/opdracht/interactieruimte (maakt gebruik van uitleg) ⁸	3/13
Leerling probeert elementen te verslepen in plaats van alleen te klikken	8/13
Leerling voert niet alle kruisingen uit alvorens een antwoord te kiezen	0/13
Leerling voert kruising ? x P etc. uit in plaats van P x ? etc.	6/13
Leerling wijkt af van de volgorde P-Q-R	3/13
en heeft daardoor meer moeite om de tabel af te lezen	0/3
Leerling voert dezelfde kruising meerdere malen uit, en moet dus herstarten	0/13
Leerling probeert om P, Q en R met elkaar te kruisen	4/13
Overig	
Leerling begint opnieuw om te proberen P, Q en R met elkaar te kruisen	2/4

Zoals te zien is in Tabel 7, worden de bedoelde handelingen door alle leerlingen uitgevoerd. Twee van hen geven aan dat ze de opdracht niet begrijpen, omdat ze geen biologie in hun vakkenpakket hebben. Hen is gevraagd om toch te proberen om de opgave te maken, en daarbij desnoods een

⁷ De eerste 5 stappen uit de checklist zijn hier samengevat omdat alle leerlingen deze stappen volgen

⁸ In deze opgave uit een proefexamen is de uitleg bij het openen van de opgave direct zichtbaar. De leerlingen is tijdens de test gevraagd om deze uitleg direct te sluiten.

antwoord te gokken, ook omdat de correctheid van de gegeven antwoorden in dit onderzoek niet centraal staat. Drie leerlingen maken gebruik van de [Info] knop, twee van hen doen dit direct na het lezen van de inleiding (mogelijk ook omdat in de inleiding direct naar de informatie wordt verwezen). Ook lezen drie leerlingen de inleiding meerdere malen.

Wat opvalt is dat 8 van de 13 leerlingen proberen om de afbeeldingen naar de kruisingsvakjes te slepen. 7 van hen doen dit alleen de eerste keer, en hebben dan door dat ze gewoon op de afbeelding moeten klikken om deze te verplaatsen. Eén leerling blijft consequent proberen om de afbeeldingen te slepen.

Ongeveer de helft van de leerlingen selecteert bij sommige kruisingen eerst de onbekende bloem, en daarna pas een bloem uit de set aan de linkerkant. Eén leerling blijkt het raar te vinden (en geeft dit tijdens het nabespreken van de opgave ook aan) dat de onbekende bloem in het linker kruisingsvakje verschijnt en klikt deze opnieuw aan om hem terug te zetten. Vervolgens plaatst deze leerling de onbekende bloem toch in het linker kruisingsvakje.

Drie leerlingen wijken af van de volgorde P-Q-R bij het uitvoeren van de kruisingen. Ze hebben hierdoor echter niet meer moeite om de tabel af te lezen. Vier leerlingen proberen om P, Q en R met elkaar te kruisen. Twee van hen doen dit tijdens het opbouwen van de tabel, en merken direct dat dit niet mogelijk is. Twee andere leerlingen klikken na het selecteren van een antwoord op [Herstart] om dit te doen, omdat ze denken dat ze op deze wijze hun antwoord kunnen verifiëren.

Conclusie over het functioneren van de opgave

De opgave functioneert in principe naar behoren. Wel is duidelijk dat een aantal leerlingen geneigd is om afbeeldingen naar hun bestemming te verplaatsen door middel van slepen en niet door middel van point-and-click. De Havo 4 leerlingen die de kruisingen in een afwijkende volgorde uitvoeren hebben niet meer moeite om vervolgens de tabel af te lezen, maar het is voor te stellen dat dit bij VMBO leerlingen onbedoeld wel tot fouten kan leiden.

Wat bij opgave 5 geldt voor de instructie pop-up, geldt in mindere mate ook voor de instructie bij deze opgave (Figuur 15). Hoewel deze pop-up wel beter leesbaar is, staat er veel meer informatie in dan nodig is. Een deel van de informatie zou onderdeel moeten zijn van de inleiding van de vraag, een ander deel is grotendeels een herhaling van de tekst in de inleiding, maar dan met een andere bewoording.

De drie plaatjes aan de linkerkant van het scherm stellen petuniaplanten met verschillende fenotypen voor.
Het plaatje met het vraagteken aan de rechterkant van het scherm stelt ook een petuniaplant met een bepaald fenotype voor.

Door op een plaatje te klikken, wordt een organisme in het kruisingschema gebracht. Als je zo twee ouders hebt gekozen, kun je een kruising laten uitvoeren door op de knop "doe de kruising" te klikken.

Aan de rechterkant van het scherm krijg je de resultaten te zien van de kruisingen die je hebt gedaan.

Op deze manier kun je het fenotype bepalen van de petuniaplant met het vraagteken.

Sluiten

Figuur 15

4.2.1.7 Opgave 7

Ook in opgave 7 is de interactieve flash geen onderdeel van het antwoord, maar moet deze worden gebruikt om de waarden die nodig zijn voor het uitvoeren van de opdracht te achterhalen.

Vergelijkbaar met opgave 2 kan het drag-and-drop object onder de afbeelding worden gedraaid, verplaatst en worden in- en uitgeschoven om de afstanden P-Q en de schaal op te meten.

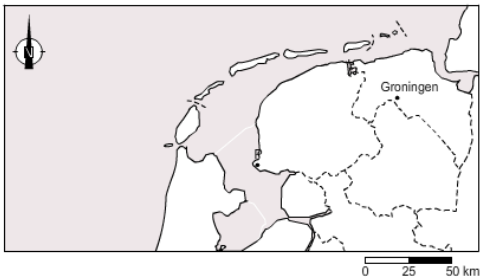
Aan de hand van de gevonden waarden moet het antwoord worden berekend en toegelicht, waarbij de rekenmachine als hulpmiddel kan dienen.

Preview Toets
RensT1


Vraag 7 van 9

Helikopter

In plaats P is medische hulp nodig. De helikopter uit Groningen wordt ingezet en vliegt naar plaats P.



Bereken hoeveel kilometer de afstand tussen Groningen en plaats P is. Laat zien hoe je aan je antwoord komt.



0

1 2 3 4 5 6 7 8 9

Figuur 16: Opgave 7

Bedoelde handelingen

Het is de bedoeling dat de leerling eerst de inleiding en de opdracht leest, en daarna de interactieruimte en de antwoordruimte bekijkt. Vervolgens moet de liniaal worden gebruikt om zowel de schaal als de afstand tussen punt P en Groningen op te meten. De leerling moet de liniaal hiervoor slepen, draaien en eventueel in- en uitschuiven. Vervolgens moet het antwoord worden berekend waarbij de rekenmachine als hulpmiddel kan worden gebruikt, en worden ingevuld en beredeneerd in de antwoordruimte. Daarna moet worden doorgelikt naar de volgende opgave.

Onbedoelde handelingen

Het is mogelijk dat een leerling moeite heeft om het 0-punt van de liniaal precies op een punt te zetten omdat hierbij de muiscursor in de weg zit en het punt dus niet goed zichtbaar is. Ook kan een leerling proberen om de lengte van de liniaal precies gelijk te maken aan de te meten afstand, wat in feite niet nodig is. Als de te meten afstand bijvoorbeeld 3 cm is, kan een leerling de liniaal zo inschuiven dat deze precies 3 cm lang is. De vakjes waarmee de liniaal verslept moet worden staan iets boven de liniaal zelf, een leerling kan deze op de te meten punten zetten in plaats van de liniaal zelf tegen de punten aan te leggen. In deze versie van de liniaal is dit geen probleem, in andere versies kan een afstand hierdoor onbedoeld verkeerd worden opgemeten. Als laatste bestaat de mogelijkheid dat een leerling de liniaal verkeerd afleest.

Resultaten en beschrijving van de observaties

Tabel 8

Bedoelde handelingen in optimale volgorde	
Leerling leest inleiding	13/13
Leerling leest opdracht	13/13
Leerling bekijkt interactieruimte	13/13
Leerling bekijkt antwoordruimte	13/13
Leerling meet de schaal op	12/13
Leerling sleept de liniaal en zet de 0 op één van de punten	13/13
Leerling draait en vergroot de liniaal zodat de afstand tot het andere punt is af te lezen	13/13
Leerling berekent het antwoord door de schaal met de afstand te vermenigvuldigen	13/13
Leerling klikt door naar de volgende opgave	13/13
Onbedoelde handelingen	
Leerling geeft aan de opdracht niet te begrijpen	0/13
Leerling leest inleiding/opdracht meerdere keren	0/13
Leerling klikt door naar de volgende opgave, terwijl deze opgave nog niet volledig afgerond is	2/13
Leerling heeft moeite om de 0 precies op een punt te zetten omdat de muiscursor in de weg zit	0/13
Leerling probeert de 'meetlengte' van de liniaal gelijk te maken aan de te meten afstand	3/13
Leerling plaatst de sleep-vakjes van de liniaal op de te meten punten	8/13
Leerling leest de liniaal verkeerd af	4/13
Overig	
Leerling sleept in eerste instantie de complete liniaal zonder deze aan te passen	2/13
Leerling zoekt naar interacties	2/13

Zoals te zien is in de tabel voeren bijna alle leerlingen de bedoelde handelingen uit. Eén van hen slaat het opmeten van de schaal over; deze leerling gaat er automatisch van uit dat 1 cm gelijk is aan 25 km. Hoewel een logische aanname, is dit mogelijk niet wenselijk. Het is echter geen handeling die specifiek is voor beeldschermexamens. In de volgorde van de handelingen is geen onderscheid gemaakt tussen leerlingen die eerst de schaal opmeten, en leerlingen die eerst de afstand P – Groningen opmeten. Voor twee leerlingen is niet direct duidelijk welke interacties ze kunnen uitvoeren, en klikken een aantal keer binnen de kaart en op de schaal.

Twee leerlingen gaan door naar de volgende opgave terwijl deze opgave nog niet volledig afgerond is. Deze leerlingen rekenen het antwoord wel uit met behulp van de rekenmachine, maar nemen het

vervolgens niet over in het antwoordveld. Eén van hen beredeneert het antwoord wel in het antwoordveld, maar neemt daarbij de gevonden afstand niet expliciet over. Deze leerling is bovendien er lang bezig om zijn antwoord uit te leggen; na ruim een minuut is hem gevraagd om door te gaan naar de volgende opgave. Beide leerlingen geven achteraf aan te denken dat de rekenmachine onderdeel is van het antwoordveld.

Drie leerlingen maken de lengte van de liniaal exact gelijk aan de afstand tussen P en Groningen, door de liniaal in te schuiven. 8 leerlingen plaatsen de sleep-vakjes van de liniaal op de punten P en Groningen, twee van hen corrigeren dit later door de liniaal zelf tegen de punten aan te leggen.

Voor vier leerlingen lijkt de liniaal niet duidelijk genoeg te zijn; zij lezen de verkeerde waarde af: in plaats van 3,5 of 3,6 centimeter komen zij uit op 4,5 of 4,6 centimeter. Slechts één van hen komt hier later op terug en leest daarbij wel de goede waarde af. Een andere leerling geeft aan dat een digitale liniaal niet fijn werkt, deze leerling zegt met een echte (fysieke) liniaal te willen werken. De leerlingen die de liniaal wel goed aflezen kijken in geen enkel geval meer dan de toegestane 1 millimeter van de goede afstand af.

Twee leerlingen slepen in eerste instantie de complete liniaal zonder deze aan te passen. Net zoals bij de krachtenpijl (opgave 2) geeft dit aan dat deze extra interactie op de liniaal, hoewel niet noodzakelijk, een goede aanvulling is.

Wat verder nog opvalt, maar in feite op geen enkele manier met interacties of beeldschermexamens te maken heeft, is de manier waarop een aantal leerlingen het antwoord uitrekent. De meest voor de hand liggende manier is $3,6 \times 25 \text{ km} = 90 \text{ km}$. Omdat de schaal $2 \text{ cm} = 50 \text{ km}$ aangeeft, gaat een aantal leerlingen op een omslachtige manier met deze 50 km rekenen, en maakt daardoor fouten. Eén leerling rekent zelfs met $1,75 \times 50 \text{ km}$ na een afstand van 3,5 cm opgemeten te hebben.

Conclusie over het functioneren van de opgave

In het deze opgave is een duidelijk onderscheid te zien tussen het functioneren van het interactieve element (de liniaal) en de opgave als geheel. De liniaal wordt redelijk goed gebruikt, en wordt alleen in een aantal gevallen fout wordt afgelezen. De opgave als geheel levert meer problemen op. Hoewel het niet in de checklist is opgenomen, wordt duidelijk dat het kaartje niet goed af te lezen is; zo goed als alle leerlingen hebben niet direct door waar punt P te vinden is. In Figuur 17 is aangegeven waar punt P zich bevindt. Hierdoor ondervindt vrijwel iedere leerling al direct onnodig tijdverlies. Een groot aantal andere handelingen kan ook tijdverlies opleveren; het onnodig precies in/uitschuiven van de liniaal en het corrigeren van de plaatsing van de liniaal.

Omdat de schaal met een lengte van 2 cm aan de rechterkant van het plaatje is geplaatst, en de liniaal in de begintoestand een lengte van ruim 5,5 cm heeft, kan de liniaal niet direct onder de schaal worden geplaatst, omdat deze hierbij 'botst' met het onzichtbare kader van de applicatie. De liniaal moet dus eerst worden ingeschoven. Ook bij versies van de liniaal waar dit inschuiven bij aanraking van het (al dan niet zichtbare) interactiekader automatisch gebeurt, zal een leerling het idee hebben dat de liniaal zelf moet worden ingeschoven.



Figuur 17

Voor enkele leerlingen is niet duidelijk dat de rekenmachine slechts een hulpmiddel is, en geen onderdeel uitmaakt van het antwoordveld. Ook is er veel variatie in wat leerlingen precies invullen in het antwoordveld. Waar een aantal leerlingen alleen de berekening en de uitkomst invullen, gaan andere leerlingen uitgebreid alle genomen stappen beschrijven en vertellen daarbij zelfs welke interacties ze met de liniaal hebben uitgevoerd. Ook dit kan tot veel onnodig tijdverlies lijden. *‘Laat zien hoe je aan je antwoord komt’* is mogelijk geen voldoende heldere opdracht. Ook zou expliciet aangegeven kunnen worden dat de rekenmachine slechts een hulpmiddel is.

4.2.1.8 Opgave 8

Net als in opgave 7 kan het antwoord in deze opgave worden achterhaald door de gradenboog te draaien, zodat de grootte van de hoek kan worden opgemeten. De grootte van de hoek moet vervolgens worden afgelezen en in het antwoordveld worden ingevuld.

Preview Toets
RensT1

Vraag 8 van 9

Aan een tuinmuur hangt een lamp. Deze lamp heeft een sensor die reageert op bewegingen. Als de sensor een beweging waarneemt, gaat de lamp aan. De grootte van het gebied, waarin bewegingen kunnen worden waargenomen, hangt onder andere af van de detectiehoek. In de plattegrond is de detectiehoek van de sensor aangegeven.

Hoeveel graden is de detectiehoek van de sensor?

graden

The diagram, titled 'Tuinverlichting', shows a plan view of a garden. A sensor is located on the left wall of a garden area. A red line indicates the detection angle, which is labeled 'detectiehoek'. The garden area is 7.5 units wide and 6.5 units high. A brown rectangular area labeled 'tuinhuisje' is located in the upper right part of the garden. A grey vertical strip labeled 'stoep' (path) is on the right side, which is 8 units high. Below the garden is a white area labeled 'woonkamer' (living room), which is 4.5 units high. A protractor is overlaid on the diagram, with its center at the sensor. The detection angle is shown to be approximately 100 degrees.

Figuur 18: Opgave 8

Bedoelde handelingen

In deze opgave dient de leerling de inleiding en de vraag te lezen, en vervolgens de interactieruimte en de 'antwoordruimte' te bekijken. Vervolgens moet de gradenboog gedraaid worden zodat het nulpunt op één van de rode lijnen valt. Hierna moet het antwoord worden afgelezen en ingevuld, en worden doorgedrukt naar de volgende opgave.

Onbedoelde handelingen

Het is mogelijk dat een leerling de vraag beantwoordt zonder gebruik te maken van de interacties. Ook kan een leerling lang op zoek zijn naar mogelijkheden om de gradenboog te draaien, of moeite hebben met het aflezen van de gradenboog omdat de gradenboog teveel verkleind is. Als laatste kan de gradenboog verkeerd worden afgelezen wanneer niet duidelijk is bij welke streepjes de getallen horen.

Resultaten en beschrijving van de observaties

Tabel 9

Bedoelde handelingen in optimale volgorde	
Leerling leest inleiding	13/13
Leerling leest vraag	13/13
Leerling bekijkt interactieruimte	13/13
Leerling bekijkt antwoordruimte	13/13
<i>Leerling sleept het middelpunt van de gradenboog op de te meten hoek</i>	
Leerling draait de gradenboog zodat het nulpunt op één van de lijnen valt	0/13 ⁹
Leerling leest de gradenboog op de andere lijn af	4/13
Leerling vult het antwoord in	4/4
Leerling klikt door naar de volgende opgave	13/13
Onbedoelde handelingen	
Leerling geeft aan de opdracht niet te begrijpen	0/13
Leerling leest inleiding/opdracht meerdere keren	1/13
Leerling klikt door naar de volgende opgave, terwijl deze opgave nog niet volledig afgerond is	0/13
Leerling maakt geen gebruik van de interacties bij de gradenboog	9/13
Leerling zoekt lang naar mogelijkheden om de gradenboog te draaien	0/4
Leerling heeft moeite met aflezen omdat hij de gradenboog niet vergroot/verkleint	0/13
Leerling leest de gradenboog verkeerd af	2/13
Overig	
Leerling zoekt naar interacties door willekeurig binnen het plaatje te klikken	1/13

Wat bij deze opgave vooral opvalt is dat 9 van de 13 leerlingen op geen enkele wijze gebruik maken van de interacties op de gradenboog. De vier leerlingen die dit wel doen, voeren de bedoelde handelingen zonder problemen uit. Eén leerling zoekt nog wel even naar een interactie door willekeurig binnen het plaatje te gaan klikken, maar geeft uiteindelijk een antwoord zonder de gradenboog te draaien.

Omdat het middelpunt van de gradenboog al op de te meten hoek staat, is het voor de 9 leerlingen die geen gebruik maken van de mogelijke interacties toch mogelijk om tot een antwoord te komen. Andersom is dit waarschijnlijk ook een deel van de reden waarom er geen gebruik gemaakt wordt van de interacties. Twee van deze leerlingen lezen de gradenboog daarbij wel verkeerd af, en komen daardoor tot het verkeerde antwoord.

Conclusie over het functioneren van de opgave

Hoewel de opgave als geheel geen problemen oplevert, is het duidelijk dat het niet gebruiken van de interacties door het merendeel van de leerlingen onbedoeld is. Hoewel er ook zonder deze interacties tot een goed antwoord kan worden gekomen, wordt de opgave hierdoor wel moeilijker; in plaats van de gradenboog te draaien en vervolgens het antwoord af te lezen, moeten leerlingen twee waarden aflezen, en aan de hand daarvan het antwoord zelf berekenen, waardoor de kans op

⁹ Voor deze opgave niet noodzakelijk omdat het middelpunt van de gradenboog al op de te meten hoek staat.

het maken van fouten groter wordt. Het is dus wenselijk dat voor alle leerlingen direct duidelijk is dat er inderdaad interacties mogelijk zijn¹⁰.

¹⁰ In de originele oefenopgave is er een korte instructie binnen te opgave te vinden. Omdat het streven is om alle uitleg binnen een optioneel instructievenster te plaatsen, en dat de leerling de interacties intuïtief moet kunnen uitvoeren, is deze instructie voor de opgave in het testexamen echter verwijderd.

4.2.1.9 Opgave 9


In deze opgave moeten de rechthoeken met behulp van de rode vierkantjes naar het veld worden gesleept.

Preview Toets
RensT1

Vraag 9 van 9

Appelsientje

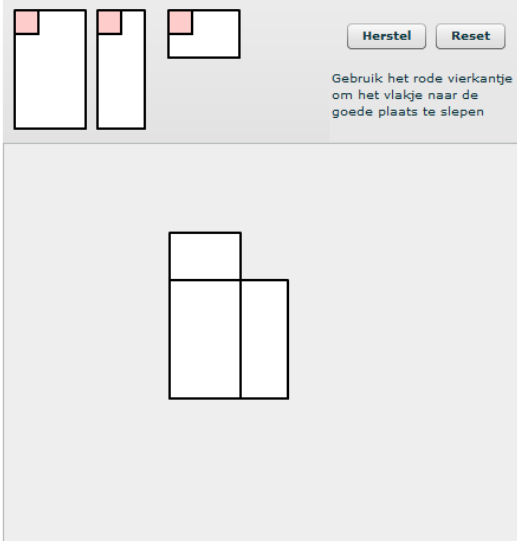
Appelsientje wordt in kartonnen pakken verkocht. Hieronder zie je een foto van zo'n pak.



Hieronder is een begin van de uitslag van het pak getekend. Maak hieronder deze uitslag af. Sleep hiervoor de rechthoeken naar de juiste plaats.

Herstel Reset

Gebruik het rode vierkantje om het vlakje naar de goede plaats te slepen



Navigation: 1 2 3 4 5 6 7 8 9

Figuur 19: Opgave 9

Bedoelde handelingen

Het is de bedoeling dat de leerling eerst de inleiding en de opdracht leest, vervolgens de antwoordruimte bekijkt en daarbij drie vormen naar het veld versleept om de uitbouw af te maken. Daarna moet de leerling doorklikken naar het einde van de toets.

Onbedoelde handelingen

Het is mogelijk dat een leerling lang op zoek is naar versleepbare elementen, of een bestemming voor deze versleepbare elementen. Ook kan een leerling moeite hebben om de elementen op de gewenste plaats in het veld te laten snappen, of om een fout te herstellen als een element verkeerd geplaatst is. Een leerling kan ook proberen om de elementen te slepen zonder daarbij gebruik te maken van het rode vlakje in de linkerbovenhoek van elk element.

Resultaten en beschrijving van de observaties

Tabel 10

Bedoelde handelingen in optimale volgorde	
Leerling leest inleiding	12/13
Leerling leest opdracht	13/13
Leerling bekijkt antwoordruimte	13/13
Leerling sleept drie vormen naar het veld ¹¹	13/13
Leerling klikt door naar de volgende opgave (in dit geval het einde)	13/13
Onbedoelde handelingen	
Leerling geeft aan de opdracht niet te begrijpen	0/13
Leerling leest inleiding/opdracht meerdere keren	0/13
Leerling klikt door naar de volgende opgave, terwijl deze opgave nog niet volledig afgerond is	0/13
Leerling zoekt lang naar versleepbare elementen	0/13
Leerling zoekt lang naar bestemming voor versleepbare elementen	0/13
Leerling heeft moeite om de elementen op de goede plaats te laten snappen	3/13
Leerling heeft moeite om een fout te herstellen	3/13
Leerling probeert te slepen door de elementen buiten het rode vlakje op te pakken	6/13
Overig	
Leerling geeft een goed antwoord dat buiten het antwoordvlak valt	1/13
Extra – leerling probeert te corrigeren door het element terug te slepen naar het selectie-vak	10/13

Eén van de leerlingen slaat het lezen van de inleiding over, en verkrijgt voldoende informatie om de opgave uit te voeren door een blik op de afbeelding te werpen. Al de andere leerlingen voeren de bedoelde handelingen wel in de optimale volgorde uit.

De helft van de leerlingen heeft aanvankelijk niet door dat de elementen door middel van de rode vlakjes moeten worden verslept; ze proberen de elementen buiten deze vlakjes op te pakken. Eén van deze leerling vraagt zich wel hardop af waar de rode vlakjes voor zijn.

Drie leerlingen hebben moeite om de elementen op de gewenste plaats te laten snappen, en vervolgens om deze fouten te herstellen.

Eén van de leerlingen geeft een goed antwoord dat aan de onderkant buiten het antwoordvlak valt. De leerling geeft achteraf aan hier geen problemen mee te hebben, omdat duidelijk is dat het antwoord wel gewoon goed is.

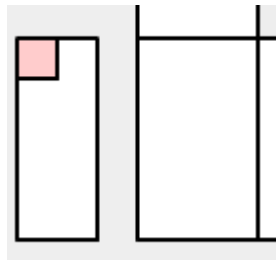
Als extra opdracht is de leerlingen bij deze opgave gevraagd om te laten zien hoe ze een fout zouden herstellen. 10 van de 13 leerlingen doen dit door het element terug te slepen naar het selectie-vak. Twee leerlingen proberen het element elders buiten het veld te slepen, een van hen klikt direct op [Reset] als dit niet lukt. De laatste leerling plaatst het element elders in het veld, los van de uitvouw.

Conclusie over het functioneren van de opgave

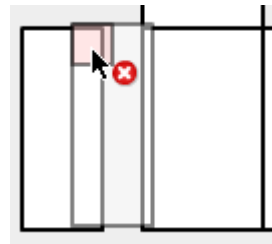
Hoewel de opgave niet al te ingewikkeld is, en uiteindelijk door alle leerlingen goed wordt

¹¹ De eerste drie stappen uit de checklist zijn hier samengevat omdat alle leerlingen deze stappen volgen

uitgevoerd, zijn er toch een aantal problemen waar te nemen. Het grootste deel van deze problemen zijn van technische aard. Zo is het verkeerd snappen van elementen een gevolg van een delay bij het oppakken van een element. Zo kan een element worden opgepakt binnen het rode vlakje, maar is de muiscursor in een aantal gevallen ineens buiten dat vlakje zichtbaar bij het slepen. Dit kan leiden tot een situatie zoals is weergegeven in Figuur 20; het element is onbedoeld één vakje te ver naar links gesnapt. Vervolgens kan dit element niet zomaar één vakje terug naar rechts worden geplaatst, omdat de flash dit niet toelaat (Figuur 21).



Figuur 20



Figuur 21

De aanwezigheid van de rode vlakjes leidt in veel gevallen tot verwarring en zijn dus, hoewel het technisch gezien makkelijker is te realiseren, niet wenselijk. Bovendien moet er worden gezocht naar een oplossing waarbij elk (realistisch) goed antwoord in zijn geheel binnen het vlak valt.

4.2.2 Resultaten uit de interviews

Zowel voorafgaand aan de observaties als achteraf is aan de deelnemende leerlingen een aantal vragen gesteld. De resultaten uit deze interviews worden in dit onderdeel gepresenteerd.

4.2.2.1 Algemene opmerkingen bij de testpersonen

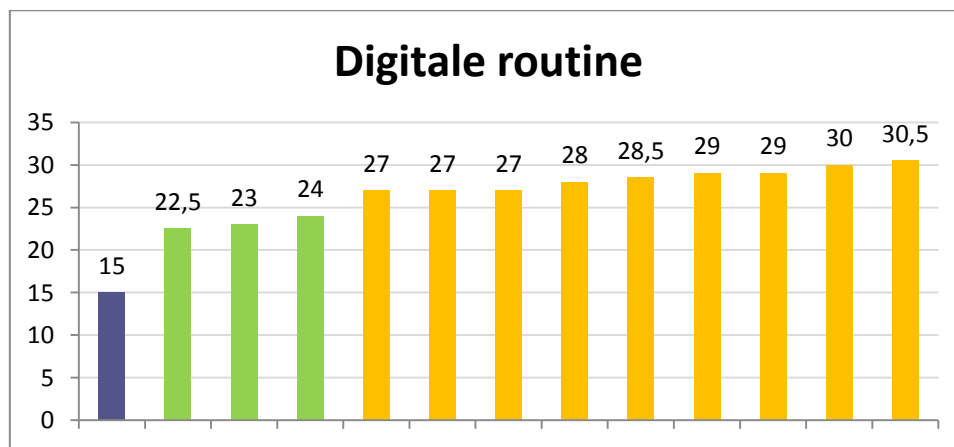
Aan het onderzoek hebben 13 leerlingen deelgenomen; 9 jongens en 4 meisjes. Eén leerling gaf aan dyslexie te hebben. De handelingen van deze leerling zijn, net als bij de leerling(en) met een relatief lage score voor digitale routine extra in de gaten gehouden. Er zijn hierbij echter geen opvallende verschillen waargenomen.

4.2.2.2 Computervaardigheid / digitale routine

Als eerste is de leerlingen een aantal vragen gesteld om de digitale routine vast te leggen.

Per antwoord op de eerste 8 vragen is een score van 1 (laagste) tot 4 (hoogste) toegekend, vergelijkbaar met de manier waarop dit gebeurt in het onderzoek van Kuhlemeier (2003a). Omdat meer dan de helft van de leerlingen bij vraag 5 een onderscheid maken tussen muziek en spelletjes in hun antwoord, is de score bij deze vraag het gemiddelde van de score die aan beide delen wordt toegekend.

Met de behaalde scores kan de volgende verdeling worden gemaakt:



Figuur 22

In het diagram is te zien dat de verschillen klein zijn, met 1 uitschieter naar beneden. Er is in deze relatief kleine populatie geen relatie te vinden tussen digitale routine en omgang met de interactieve elementen. Alle leerlingen hebben evenveel moeite met de grafiektool opgave, en doen over het algemeen dezelfde dingen bij de andere opgaven. De leerling met de score van 15 lijkt bovendien het minste moeite te hebben met het beantwoorden van de vragen en het uitvoeren van de opgaven.

Er kan hier dus voorzichtig worden geconcludeerd dat computerervaring / digitale routine bij deze doelgroep geen invloed heeft op de omgang met interactieve elementen in beeldschermexamens; deze routine is bij alle leerlingen voldoende aanwezig.

Wat hierbij nog wel opvalt, is de mindset die leerlingen kunnen hebben wanneer een opgave niet lukt. Zo zegt één van de leerlingen (score 22,5) tijdens het uitvoeren van de grafiektool opgave het volgende:

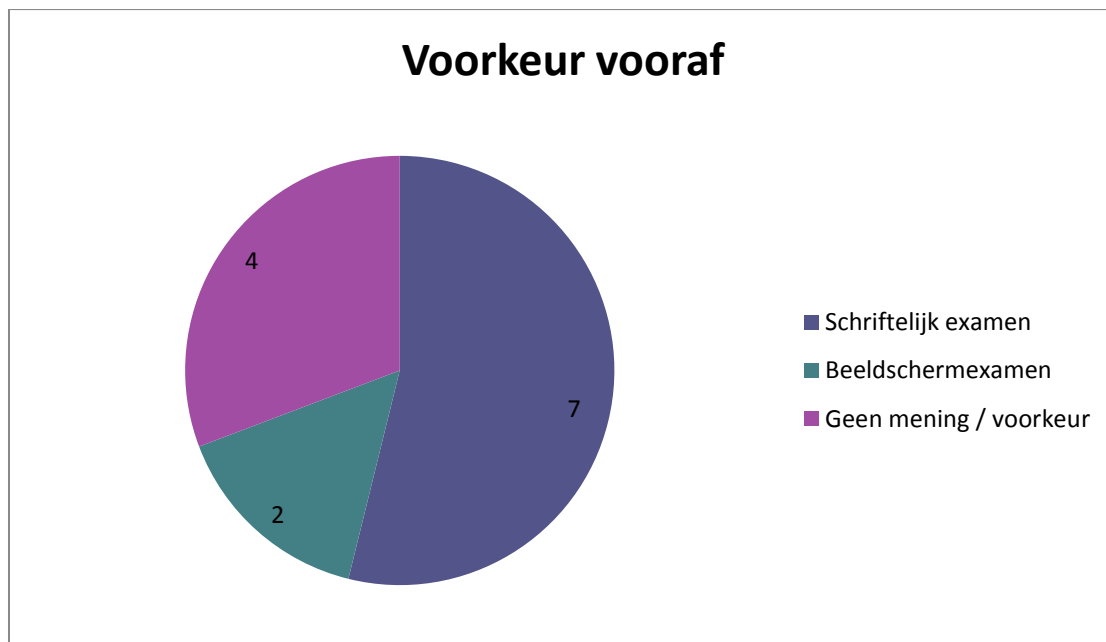
“Ik ben niet zo goed met computers, dus ik kom er hier niet uit.”

4.2.2.3 Ervaring met beeldschermexamens

Op de vraag of de leerlingen wel eens eerder een beeldschermtoets of –examen gemaakt hebben, antwoorden 7 leerlingen met nee. De andere 6 leerlingen hebben wel eerder een toets op de computer gemaakt voor diverse vakken. In alle gevallen ging het hierbij om opgaven met meerkeuzevragen en/of invulvragen.

4.2.2.4 Voorkeur voor beeldschermexamens

Zowel voorafgaand aan het maken van het testexamen als achteraf is de leerlingen gevraagd op welke manier zij het liefst hun eigen examens willen gaan maken; schriftelijk of via beeldschermexamens op de computer. De antwoorden en resultaten worden in deze sectie besproken.



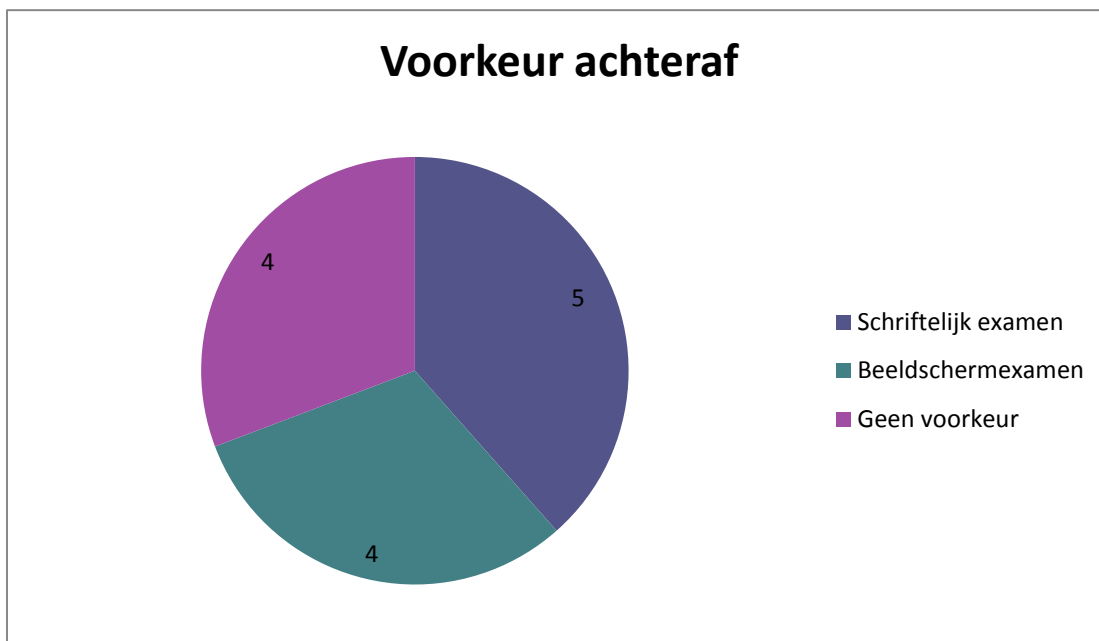
Figuur 23

De leerlingen die de voorkeur geven aan een schriftelijk examen geven hiervoor verschillende argumenten. Zo heeft een aantal het idee dat het fijner werkt. Eén leerling denkt zich beter te kunnen concentreren, een andere leerling zegt gewend te zijn aan schriftelijke toetsen en daarom het examen ook liever schriftelijk wil maken. Eén leerling geeft aan dat opgaven waarin moet worden getekend en dergelijke makkelijker zullen zijn op papier.

De leerlingen die de voorkeur geven aan een beeldschermexamen hebben hiervoor de volgende redenen:

- *“op de computer is leuker, en ik zit er toch al altijd achter”*
- *“op de computer werkt fijner, en het is sneller dan wanneer je alles op moet schrijven”*

Van de leerlingen die geen mening hebben, geven er twee aan dat ze een lichte voorkeur hebben voor beeldschermexamens, maar ze willen geen expliciete keuze maken.

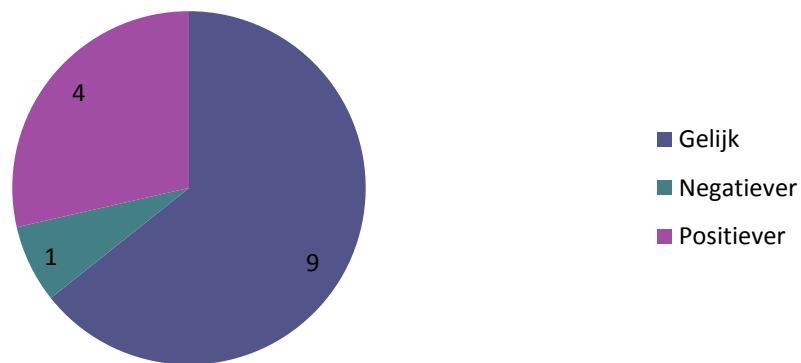


Figuur 24

Na afloop van het testexamen is de leerlingen opnieuw naar hun voorkeur gevraagd. Een aantal leerlingen kiest hierbij nog steeds voor schriftelijke examens, als redenen hiervoor geven ze aan dat ze dit gewend zijn (2), dat ze niet zo goed met computers zijn (1), of dat ze de interacties niet handig vonden (2).

Een aantal leerlingen heeft hun voorkeur na het maken van het testexamen aangepast, zoals te zien is in figuur 12:

Verandering van voorkeur ten opzichte van beeldschermexamens



Figuur 25

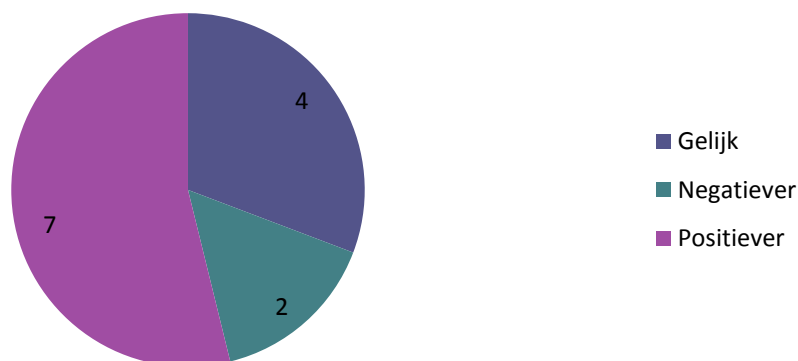
Verandering van voorkeur in positieve zin wil zeggen dat leerlingen hun antwoord veranderen, dit zijn leerlingen die:

- Vooraf de voorkeur gaven aan een schriftelijk examen en achteraf geen voorkeur hadden (2)
- Vooraf de voorkeur gaven aan een schriftelijk examen en achteraf de voorkeur gaven aan een beeldschermexamens (1)
- Vooraf geen voorkeur hadden en achteraf de voorkeur gaven aan een beeldschermexamens (1)

Eén leerling had vooraf geen voorkeur, maar kiest achteraf toch voor een schriftelijk examen. Van de 5 leerlingen die hun voorkeur veranderen zijn er 4 positiever over beeldschermexamens.

Ook leerlingen die bij hun voorkeur blijven is gevraagd wat hun positie ten opzichte van beeldschermexamens is:

Verandering van positie ten opzichte van beeldschermexamens



Figuur 26

Verandering van positie wil zeggen dat leerlingen een andere positie innemen ten opzichte van beeldschermexamens, maar daarbij niet per se van voorkeur veranderen. De ene leerling die negatiever is ten opzichte van beeldschermexamens gaf vooraf al de voorkeur aan een schriftelijk examen.

Twee leerlingen zijn na het maken van het examen positiever ten opzichte van beeldschermexamens, maar geven nog steeds de voorkeur aan een schriftelijk examen. Twee andere leerlingen hadden vooraf geen direct voorkeur, en blijven hierbij.

Eén leerling werkt liever op papier omdat er dan meer vrijheid is, deze leerling vindt het werken op papier bovendien gemakkelijker. Een andere leerling geeft aan niet goed te zijn met computers en weinig achter de computer te zitten, en heeft daarom meer vertrouwen in een schriftelijk examen. Een derde leerling is positiever ten opzichte van beeldschermexamens omdat bepaalde interacties (beter) mogelijk zijn op de computer, maar geeft nog steeds de voorkeur aan een schriftelijk examen.

Eén van de leerlingen is erg positief, en informeert direct naar de mogelijkheid om de eigen examens op deze manier te gaan maken.

4.2.2.5 Ervaringen en opmerkingen

In dit onderdeel worden de resterende onderdelen uit het afsluitende interview besproken. Het gaat hier om de algemene indruk van leerlingen over het testexamen.

Op de vraag 'Hoe vond je het om een examen op de computer te maken?' Geven de twee leerlingen die negatiever zijn ten opzichte van beeldschermexamens aan dat het onhandig is, en niet fijn werkt.

Twee andere leerlingen geven aan dat het wat anders is dan wat ze gewend zijn. Een aantal leerlingen geeft aan dat het leuk was om op deze manier een examen te maken.

Andere opmerkingen van leerlingen bij deze vraag zijn:

- *“Het is even wennen, maar het is overzichtelijker dan op papier en beter voor het milieu.”*
- *“Het is eigenlijk hetzelfde als op papier, de praktische dingen zijn handig om op de computer te doen.”*
- *“Het is fijn dat je niet zoveel hoeft te schrijven, daardoor kan je sneller werken.”*

Op de vraag ‘Waren de flashonderdelen makkelijk te bedienen?’ geven veel leerlingen aan dat het even wennen was, maar dat als je eenmaal doorhebt hoe het werk, het dan wel makkelijk is. Een aantal leerlingen noemt de gradenboog, de grafiektool en de uitvouw als interacties die niet helemaal goed werkten. Wat hierbij wel opvalt is dat zo goed als alle leerlingen de problemen met de grafiektool niet aan de grafiektool zelf wijten, maar aan het feit dat ze niet wisten hoe het (trekken van lijnen) werkte.

4.3 Aanbevelingen

Volgend op de analyse en het gebruikersonderzoek is er voor elk van de flashes een set van aanbevelingen opgesteld. De herontwerpen van de flashes zijn op deze aanbevelingen gebaseerd. Dit hoofdstuk zet de aanbevelingen per flash naast elkaar.

4.3.1 Tabbladen

- Laat het design van de tabs binnen de infoblokken consistent zijn met het design van de KB/GT formulegenerator.
- Vervang het harmonica-model volledig door het standaard model voor tabs. De relevante richtlijnen van Nielsen (2007) zijn in de analyse van de tabbladen (hoofdstuk 5.1.3.1) uitgewerkt. Hierdoor is er altijd evenveel ruimte binnen elk tabblad en blijven de headers bij elkaar.
- Maak gebruik van een index-tab wanneer de titels van de headers te lang zijn en daardoor niet horizontaal naast elkaar passen. Binnen deze index-tab kunnen de titels als hyperlinks worden geplaatst om zo op een alternatieve manier naar een informatie-tab te bladeren. Alle tabs moeten op elk moment zichtbaar zijn.
- Vermijd het gebruik van een slider binnen tabbladen. Als de ruimte binnen een tabblad voldoende is, is de hoeveelheid informatie die erin geplaatst dient te worden waarschijnlijk te groot.

4.3.2 Schakelbord

- Plaats beide onderdelen bij elkaar in één schermhelft binnen een interactiekader.
- Maak onderscheid tussen voorgeplaatste elementen en de elementen die door de gebruiker op het grid worden geplaatst.
- Geef snap-feedback bij het slepen van een element boven het grid.
- Verander de manier van draaien zodat dit meer intuïtief werkt; eenmaal links klikken op een geplaatst element ligt hierbij het meest voor de hand.

4.3.3 Formulegenerator BB

- Maak onderscheid tussen manipuleerbare en niet-manipuleerbare velden door het kader om de niet manipuleerbare velden weg te laten.
- Probeer het gebruik van een scrollbar binnen de dropdowns zoveel mogelijk te vermijden.

4.3.4 Formulegenerator KB/GT

- Laat het design van de tabs binnen de formulegeneratoren consistent zijn met het design van de tabbladen in de infoblokken.
- Laat het design van de formulegenerator consistent zijn met de BB formulegenerator.
- Maak geen visueel onderscheid tussen de verschillende varianten zoals in de oude formulegenerator bij een van de varianten met deelflashes wordt gedaan.
- Laat de vorm van stap 2 dynamisch veranderen op basis van de gekozen formule. Zorg hierbij dat er voldoende ruimte is voor de verschillende vormen zodat stap 3 en verder niet verspringen bij het switchen tussen verschillende opties.

4.3.5 Kruising

- Plaats beide onderdelen van de flash onder elkaar binnen één schermhelpt, en maak hierbij gebruik van het interactiekader.
- Vervang het click-and-snap mechanisme door het standaard drag-and-drop mechanisme.
- Voeg extra afbeeldingen voor de kruisingen toe aan de tabel; hierdoor is het makkelijker om de tabel af te lezen.
- Beperk de hoeveelheid tekst in de instructie pop-up.

4.3.6 Liniaal

- Plaats de 'sleep-vakjes' op een manier waarop er geen onduidelijkheid kan ontstaan over welk punt van de liniaal op meetpunten moet worden geplaatst.
- Maak gebruik van mouse-over en mouse-down feedback op dezelfde manier zoals dit bij andere objecten zoals de krachtenpijl gebeurt.
- Zorg dat de zichtbaarheid van de liniaal boven gekleurde vlakken goed is.
- Plaats de flash binnen het standaard interactiekader.
- Plaats de getallen onder de liniaal direct onder de lijnen in plaats van er naast.
- Zorg dat meetpunten binnen de afbeelding altijd goed zichtbaar zijn.

4.3.7 Gradenboog

- Maak de interactie-vakjes beter zichtbaar.
- Maak gebruik van mouse-over en mouse-down feedback op de 0-lijn, en plaats een schaduw achter de gehele gradenboog bij het draaien of slepen.
- Maak de gradenboog over het gehele oppervlak oppakbaar, indien dit niet hinderlijk is met eventuele andere elementen binnen de flash.
- Plaats de flash binnen het standaard interactiekader.
- Plaats de getallen onder de gradenboog direct onder de lijnen in plaats van er naast.

4.3.8 Uitvouw

- Zorg dat de elementen over het gehele oppervlak op te pakken zijn; het rode vierkantje is onlogisch en wekt daardoor verwarring.
- Plaats de flash in het interactiekader uit de standaard.
- Voor de knoppen [Herstel] en [Reset] is het niet direct duidelijk wat ze doen, waardoor ze ook zo goed als nooit gebruikt worden. Laat de gebruiker fouten herstellen door een element terug te slepen naar het selectievak, en eventueel opnieuw beginnen met behulp van het interactiekader.
- Verhelp technische problemen met niet goed snappen zoveel mogelijk. Geef bovendien met visuele feedback aan waar een element geplaatst wordt op het moment dat het losgelaten zou worden.
- Houd rekening met de antwoordruimte. Als niet alle mogelijke goede antwoorden in het raster passen laat dan alleen de meest onlogische goede oplossing afvallen, of verklein de elementen.
- Maak onderscheid tussen verplaatsbare elementen en voorgeplaatste elementen, door in ieder geval niet met een veranderende muiscursor de indruk te geven dat voorgeplaatste elementen opgepakt kunnen worden.

4.3.9 Grafiektool

- De gehele interactie moet worden herzien, omdat met name het tekenen van lijnen niet intuïtief werkt.
- Probeer beperkingen van de vrijheid van een gebruiker en modaliteit zoveel mogelijk weg te laten.
- Plaats de flash binnen het interactiekader.
- Maak logische muis cursors voor elke mode en muispositie.
- De inhoud van de instructie pop-up moet worden herzien. Deze bevat op dit moment ruim te veel tekst waardoor de relevante info moeilijk te vinden is.
- Houd in een herontwerp rekening met eventuele functionaliteit voor andere opgaven en vakken.

4.3.10 Drag & drop (afbeeldingen)

Geen aanbevelingen.

4.3.11 Krachtenpijl

- Geef in de inleiding of vraag duidelijk aan dat de pijl binnen de afbeelding geplaatst moet worden.

4.3.12 Hotspot (landkaart)

- Maak nog meer duidelijk wat de antwoordopties zijn, door ook het kader van deze landen een (donkerdere) oranje kleur te geven.

5 Discussie

Er bestaat nog nauwelijks literatuur over het ontwikkelen van meer complexe innovatieve items als onderdeel van beeldschermexamens. Het is een lastig onderdeel, om dat veel toetsinstituten hun eigen recepten, ideeën en interne richtlijnen hebben, en daarbij niet staan te springen om dit met de buitenwereld te delen. Hoewel de items die in dit onderzoek aan bod zijn gekomen in het kader van computer-based testing (CBT) relatief complex en innovatief zijn; zijn ze in de basis nog steeds vrij simpel. Discussie in de literatuur over de vormgeving en interacties van bijvoorbeeld een grafiek en een liniaal binnen beeldschermexamens zou een grote bijdrage kunnen leveren aan de toetsontwikkeling. Het zou bovendien een grote algemene kwaliteitsverbetering van digitaal toetsen opleveren, omdat bias zoals het binnen dit onderzoek is geformuleerd, of construct irrelevant variance (CIV) zoals het door Pearson en CAST (2010) wordt omschreven, in steeds meer gevallen zal afnemen.

Hoewel de literatuur op het gebied van complexe innovatieve items achterblijft, zijn er veel auteurs die over usability en interface design schrijven. Vooral Nielsen (2003, 2005, 2006, 2007) levert een grote bijdrage op dit gebied. Voor elk van deze lijstjes van principes en richtlijnen kan in feite worden beargumenteerd waarom ze als basis voor een usability study kunnen gelden. Vaak is het echter zo dat de principes in een lijstje erg abstract zijn, en focussen op de ervaringen van de betreffende auteurs of ondernemingen. Sommige sets zijn voornamelijk gericht op software applicaties, specifieke systemen of websites, een aantal andere richt zich ook op principes die leren bevorderen. Shneiderman (1992) schrijft daarover: “deze verzameling van principes afgeleid van ervaringen is toepasbaar in de meeste interactieve systemen nadat ze op de goede manier afgewogen, uitgebreid en geïnterpreteerd zijn.” Om deze reden, en voor de volledigheid van de usability study is gekozen om gebruik te maken van een uitgebreide verzameling van principes en richtlijnen, en van daaruit te gaan afwegen, uitbreiden en interpreteren in hoeverre ze bruikbaar zijn voor het evalueren van de kwaliteit van interactieve flash-applicaties. Dit heeft geleid tot een uitgebreide usability study die toepasbaar is op beeldschermexamens.

Zoals in de theorie wordt aangegeven (Nielsen, 2000; Bailey, 2006), is het voor een usability test niet nodig om een groot aantal testpersonen te gebruiken; 5 tot 10 is normaal gesproken voldoende. Het is gebleken dat het aantal van 13 testpersonen inderdaad ruim voldoende was om problemen in de examenopgaven te ontdekken en om uitspraken te kunnen doen over verwachte problemen. Het doel van het gebruikersonderzoek was bovendien om te observeren óf bepaalde problemen zich voordeden, en niet bij welk percentage van een representatief grote groep leerlingen dit zo was. Om deze reden is er in de tabellen met de resultaten dan ook gewerkt met absolute waarden, en niet met percentages die bij de relatief kleine groep leerlingen een vertekend beeld zouden kunnen opleveren.

De gebruikte methode is zeer bruikbaar gebleken en heeft een groot aantal resultaten opgeleverd. Het gebruik van videobeelden, wat geen onderdeel was van de eerdere gebruikersonderzoeken heeft bovendien een grote toegevoegde waarde gehad. Omdat de tijd om notities te maken tijdens het observeren beperkt is, was het mogelijk om de observaties nog eens terug te kijken om de checklists compleet te maken en om bepaalde handelingen te kwantificeren.

Hardop denken is voor een aantal leerlingen lastig, en daarom is het zaak om deze leerlingen regelmatig aan te sporen. In de nabespreking is per leerling een aantal opgaven en gegeven antwoorden/uitgevoerde handelingen besproken, waardoor het mogelijk was om extra informatie te verzamelen. Het toevoegen van extra ruimte op de checklists, waar tijdens de observaties kan worden aangegeven welke punten van belang zijn om mee te nemen in de nabespreking kan een welkome verbetering opleveren.

De resultaten van het gebruikersonderzoek zijn in een aantal fasen verwerkt. Allereerst zijn de gemaakte aantekeningen en ingevulde checklists uitgewerkt, zodat overzichtelijk kon worden gemaakt welke handelingen alle leerlingen per opgave uitvoerden. Dit is vervolgens verwerkt in tabellen met daarbij extra opmerkingen, en ruwe interview resultaten. Als laatste zijn de ruwe resultaten uitgewerkt naar de resultaten zoals deze in dit hoofdstuk te lezen zijn.

Eye-tracking is een onderzoeksmethode die als eventuele aanvulling op de gebruikte methode waardevolle extra informatie kan opleveren. In verband met planning, logistiek en kosten is eye-tracking in dit onderzoek niet gebruikt. Het gebruik van videobeelden, wat dit onderzoek ten opzichte van de eerdere gebruikersonderzoeken heeft toegevoegd is zeker aan te bevelen. Als verbetering hierop kan worden onderzocht in hoeverre het haalbaar is om bij volgende onderzoeken gebruik te maken van schermopname software, waarmee een vele malen duidelijker beeld van de handelingen van de gebruiker kan worden opgeslagen.

Er is in dit onderzoek in de eerste instantie gekeken naar het functioneren van de flashes in hun huidige vorm, en verbeteringen die hierin konden worden aangebracht. In mindere mate is er aandacht besteed aan de vraag of de vorm van de flashes wel de goede is.

Bij het aanpassen van flashes en interacties binnen deze flashes is het in veel gevallen niet mogelijk om bepaalde keuzes te forceren, en verschillende stakeholders kunnen een totaal verschillende kijk hebben op een bepaalde interactieve flash. Daarom is het vooral belangrijk om bepaalde opties en aandachtspunten goed te beargumenteren, in de hoop op deze manier de verschillende stakeholders te overtuigen van de beste manier. Bovendien zijn resultaten uit een gebruikersonderzoek doorslaggevend op het moment dat er overeenstemming is over de interpretatie van deze resultaten.

6 Conclusie

De vraag die centraal stond was de onderzoeksvraag die aan het begin is opgesteld:

Hoe kan de standaard voor flash-applicaties binnen beeldschermexamens voor het voortgezet onderwijs die in ontwikkeling is binnen Cito worden uitgebreid om het risico op bias voor examenkandidaten te minimaliseren?

Het product dat door dit onderzoek is opgeleverd is in eerste instantie niet het antwoord op deze onderzoeksvraag. Het antwoord op de onderzoeksvraag is de methode die is toegepast om tot het product te komen. Centraal hierbij staat het ontwikkelproces van complexe, innovatieve flashes die onderdeel zijn van beeldschermexamens.

De herontwerpen zijn grotendeels gemaakt vóór het uitvoeren van het gebruikersonderzoek, en zijn naar aanleiding van dit onderzoek niet ingrijpend veranderd. In het gebruikersonderzoek is met name een aantal aandachtspunten uit de analyse onderstreept, in sommige gevallen – met name bij de grafiektool – heel duidelijk. Het merendeel van de aanpassingen in het herontwerp naar aanleiding van het gebruikersonderzoek is relatief klein, maar daardoor niet minder belangrijk.

De resultaten uit dit onderzoek onderstrepen de noodzaak van het testen met eindgebruikers. Bovendien zou er ook op usability getest moeten worden, zoals in het analyse gedeelte van dit onderzoek is gedaan. Testen en verbeteren van itemtypen zouden bovendien idealiter meerdere iteraties moeten doorlopen.

Het is aan te bevelen om bij het ontwikkelen van nieuwe itemtypen, maar ook bij het controleren van itemtypen die reeds in gebruik zijn de twee volgende fasen te doorlopen:

Analyse

Analyseren van het interactieve object – al dan niet in combinatie met een of meer opgave waarin het object ingezet wordt, of ingezet gaat worden. Hierbij is het op de eerste plaats belangrijk om het doel van zowel de interactieve flash als de opgave te bepalen. Over dit doel moet overeenstemming zijn tussen alle betrokken partijen om te bepalen of het object bruikbaar is, en of het op de goede manier wordt ingezet.

Bepaal de handelingen die een examenleerling met de interactieve flash moet en kan verrichten, en bekijk of eventuele beperkingen op deze handelingen hierbij logisch en realistisch zijn. Aan de hand van theorie en interne richtlijnen (bij het controleren van itemtypen in combinatie met het testen van de flash) kan vervolgens een aantal aandachtspunten worden opgesteld.

Bespreek deze aandachtspunten met alle betrokkenen en bepaal aan de hand hiervan met welke punten rekening dient te worden gehouden in het (her)ontwerp en de realisatie.

Gebruikersonderzoek

De examenleerling die uiteindelijk met de items moet gaan werken is de belangrijkste stakeholder. Omdat deze doelgroep geen rol speelt in de analyse is het van belang dat items in een gebruikersonderzoek aan hen wordt voorgelegd. Conclusies uit de analyse kunnen hierbij worden geverifieerd en eventuele nieuwe issues kunnen aan het licht komen. De resultaten van dit

gebruikersonderzoek moeten vervolgens opnieuw met de betrokken partijen worden besproken. Hierbij moet worden gestreefd naar overeenstemming over de interpretatie van deze resultaten.

De belangrijkste constraint op het regelmatig en diepgaand uitvoeren van analyse en gebruikersonderzoek op flash-applicaties is de tijd die beschikbaar is binnen het ontwikkeltraject waarin een idee voor een item uiteindelijk leidt tot een volledige afgeronde en goedgekeurde examenopgave. De procedure die hierin wordt gevolgd is reeds kort samengevat in de inleiding. Het is aan te bevelen om na te gaan waar en hoe deze procedure kan worden aangepast, gezien de significante kwaliteitsverbetering – aangetoond in dit en eerdere onderzoeken binnen Cito – die kan worden behaald en het voordeel dat examenleerlingen als voornaamste belanghebbenden daarmee kunnen hebben.

7 Herontwerp

In het herontwerp is voor de behandelde flashes naar aanleiding van de analyse en het gebruikersonderzoek een nieuw ontwerp gemaakt. De basis voor deze nieuwe ontwerpen is in de aanbevelingen (hoofdstuk 4.3) terug te vinden. Het gaat om de volgende flashes:

Voor alle behandelde flashes is een herontwerp opgeleverd. Het gaat daarbij om:

- Tabbladen
- Schakelbord
- Kruising
- Liniaal
- Gradenboog
- Uitvouw
- Grafiektool
- Formulegenerator BB en KB / GT

Voor de eerder herontworpen flashes die onderdeel waren van het gebruikersonderzoek zijn bovendien een aantal wijzigingen aangebracht in het nieuwe ontwerp.

Het proces van herontwerpen van de formulegenerator wordt beschreven in hoofdstuk 7.1.

De wijzigingen zijn per flash verschillend van aard:

Aanpassingen van de interacties

Dit is voornamelijk het geval geweest bij de grafiektool; de interactie die aanwezig is in de huidige versie werkt onvoldoende intuïtief en is daarom volledig aangepast. Hierbij is vooral gekeken naar de applicatie Paint, en is rekening gehouden met de mogelijkheid tot het toevoegen van functionaliteit die voor eventuele andere toepassingen van de grafiektool nodig is.

In mindere mate is ook een interactie in de kruisingsflash aangepast; hierbij is de aanbeveling om de klick-and-snap interactie te vervangen door drag-and-drop.

Aanpassingen van technische problemen

Met name in de uitvouw-flash waren een aantal technische problemen en onlogische ontwerpkeuzes aanwezig. Deze zijn in het herontwerp behandeld. Ook bij de grafiektool werden in de analyse een aantal technische problemen geconstateerd. Deze waren in de meest recente versie echter al grotendeels verholpen. Waar nodig zijn deze in het herontwerp wel meegenomen.

Aanpassingen van het design

Bij de meeste flashes is het design aangepast. Hierbij is met name gekeken naar het toevoegen van het interactiekader en het consistent maken met de reeds aanwezige interactiestandaard. Ook de mogelijke plaatsing van de flashes binnen één schermhelpt is bekeken. Vooral bij de liniaal en gradenboog is geprobeerd om onderdelen die mogelijk tot verwarring leiden bij examenleerlingen zoveel mogelijk te verbeteren.

7.1 Case: formulegenerator

Omdat de formulegenerator (de BB versie) al deels is herontworpen in een eerder onderzoek (Beuzel, 2010), wordt voor het algemene herontwerp gebruik gemaakt van dit ontwerp. Omdat de beide KB/GT versies complexer zijn dan de BB versie, is het echter noodzakelijk om extra ontwerpstappen te nemen. In deze case worden de varianten van de formulegenerator en de stappen van deze varianten naast elkaar gezet. Vervolgens wordt de formulegenerator opgedeeld in twee delen; het deel waarin de formules worden gerepresenteerd, en het deel waarin de rest van de stappen plaatsvinden.

7.1.1 Varianten van de formulegenerator

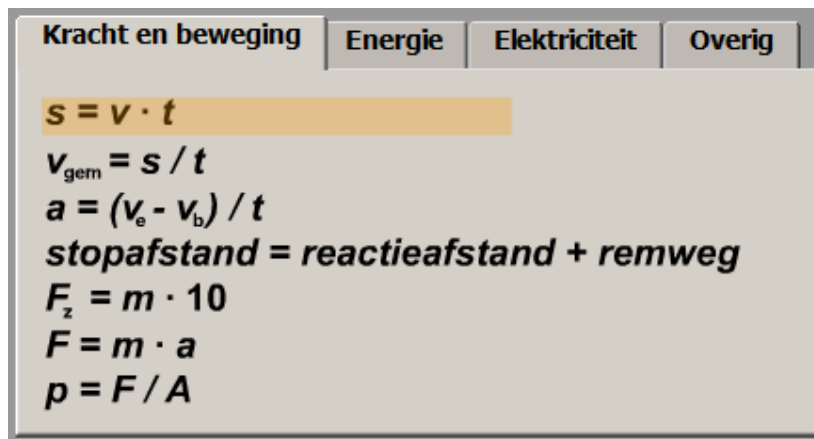
De formulegenerator kent drie basis varianten; deze varianten zijn in de tabel hieronder uiteengezet, de voornaamste verschillen zijn vetgedrukt:

Tabel 11

BB	<ol style="list-style-type: none">1 kies de juiste formule2 kies de grootheid die je wilt berekenen <i>* formule wordt in juiste vorm weergegeven, afhankelijk van gekozen grootheid</i>3 vul de juiste getallen in4 kies de juiste eenheid <i>* antwoord wordt berekend en weergegeven</i>
KB + GT	<ol style="list-style-type: none">1 kies het juiste domein en de juiste formule2 kies de grootheid die je wilt berekenen en schrijf in juiste vorm3 vul de juiste getallen in4 kies de juiste eenheid <i>* antwoord wordt berekend en weergegeven</i>
KB + GT	<ol style="list-style-type: none">1 kies het juiste domein (domein heeft maar 1 formule)2 kies de grootheid die je wilt berekenen <i>* formule wordt in juiste vorm weergegeven, afhankelijk van gekozen grootheid</i>3 vul de juiste getallen in4 bereken het antwoord en kies de juiste eenheid <i>* antwoord wordt weergegeven</i>

7.1.2 Representatie van formules

In de oude formulegenerator voor KB en GT zijn de formules met behulp van tabs ingedeeld in verschillende domeinen. Figuur 27 toont een tab van één van de varianten.



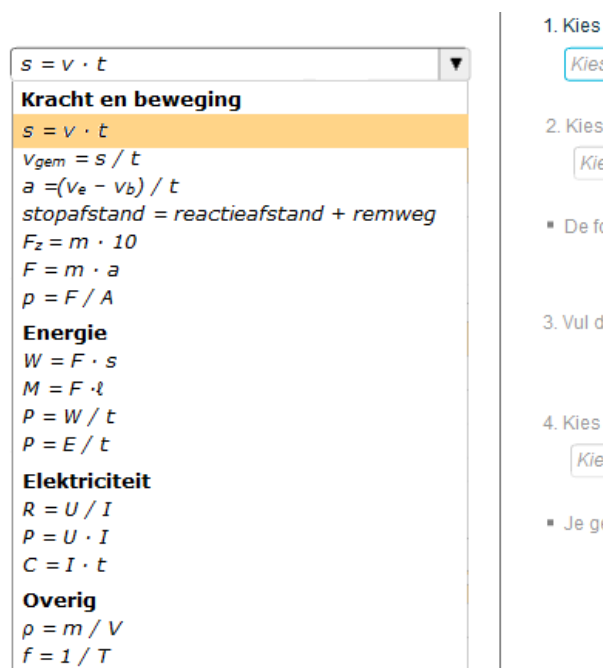
Figuur 27

Het voornaamste punt van aandacht is de manier waarop de formules uit de verschillende domeinen in de nieuwe formulegenerator worden weergegeven. Hiervoor zijn drie opties uitgewerkt met voorbeelden:

Optie A

De meest voor de hand liggende optie is om de formules in een drop-down te zetten, zoals bij de BB formulegenerator gebeurt:

Op het moment dat alle niet-selecteerbare formules bij de formulegenerator met de meest uitgebreide set worden weggelaten past de drop-down, zonder scrollbar en met titels, nog net binnen de formulegenerator:



Figuur 28

Optie B

Een tweede optie is om een extra stap aan de formulegenerator toe te voegen waarbij de nieuwe stap 1 is om het domein te selecteren:

The interface for Option B consists of a main window and a separate dropdown menu. The main window has a title bar with 'Opnieuw' and '?' buttons. It contains three steps:

1. Kies het juiste domein:
2. Kies de juiste formule:
3. Kies de grootte die je wilt berekenen:

The separate dropdown menu on the left is titled 'Kies een domein ...' and contains the following options:

- Kracht en beweging
- Energie
- Elektriciteit
- Overig

Figuur 29

Optie C

Als derde optie kan worden gekozen om de domeinen opnieuw als tabs weer te geven, met daarin voor elk domein een eigen drop-down:

The interface for Option C features a tabbed design. The tabs are labeled 'Kracht en beweging', 'Energie', 'Elektriciteit', and 'Overig'. The 'Kracht en beweging' tab is selected and displays the following steps:

1. Kies de juiste formule:
2. Kies de grootte die je wilt berekenen:

The interface also includes 'Opnieuw' and '?' buttons at the top right.

Figuur 30

Door de betrokken toetsdeskundige is de voorkeur uitgesproken voor optie C. Hierbij moet nog wel gezocht worden naar een mooie oplossing om de knoppen 'opnieuw' en '?' weer te geven.

7.1.3 Verdere invulling van de formulegeneratoren

Zoals te zien is in Tabel 11 kennen de KB + GT formulegeneratoren twee varianten. Beiden maken gebruik van een opdeling in domeinen.

De eerste variant laat de examenleerling binnen het geselecteerde domein een formule kiezen. Deze formule moet vervolgens worden herschreven zodat de te berekenen grootte door invullen van de gegeven informatie kan worden afgeleid. De verdere stappen verlopen hetzelfde als in de BB formulegenerator.

De tweede variant, die in de oude versie bestaat uit een aantal deelflashes, heeft per domein slechts één formule beschikbaar. Hierbij hoeft, net zoals in de BB formulegenerator, alleen de grootte worden gekozen. Bij de laatste stap moet de examenleerling zelf het antwoord uitrekenen. Deze variant heeft drie verschillende versies.

Voor alle varianten van de formulegenerator geldt dat er bij niet-manipuleerbare velden geen kader aanwezig dient te zijn. Bovendien dient bij stap 2 van de 3^e variant uit tabel Tabel 11 voldoende ruimte aanwezig te zijn voor alle mogelijke vormen van de formule; dit om verspringende onderdelen te vermijden.

In het herontwerp krijgen de formulegeneratoren de volgende vorm (grijze vlakken geven een locatie aan waar de flash zelf iets invult, bij de invoervakken met een grijze streep wordt op basis van de gekozen grootte één van de vakken automatisch ingevuld). Onderstaande afbeeldingen geven de eerste KB/GT variant en één versie van de tweede KB/GT variant weer:

Opnieuw ?

Kracht en beweging **Energie** **Elektriciteit** **Overig**

1. Kies de juiste formule:

2. Kies de grootte die je wilt berekenen:

3. Schrijf de formule in de juiste vorm:
 =

4. Vul de juiste getallen in:
 =

5. Kies de juiste eenheid:
 =

▪ Je geeft als antwoord:

Figuur 31

Opnieuw ?

Rendement **Transformator**

▪ De formule die je gebruikt is:
 $\eta = (E_{af} \div E_{op}) \times 100\%$ of $(P_{af} \div P_{op}) \times 100\%$

1. Kies de grootte die je wilt berekenen:

2. Vul de juiste getallen in:
 = (÷) × 100%

3. Vul de uitkomst in en kies de juiste eenheid:
 =

▪ Je geeft als antwoord:

Opnieuw ?

Rendement **Transformator**

▪ De formule die je gebruikt is:
 $\frac{n_p}{n_s} = \frac{U_p}{U_s}$

1. Kies de grootte die je wilt berekenen:

2. Vul de juiste getallen in:
 =

3. Vul de uitkomst in en kies de juiste eenheid:
 =

▪ Je geeft als antwoord:

Figuur 32

8 Interactiestandaard

Wanneer de herontwerpen zijn goedgekeurd door de betrokken partijen binnen Cito kunnen ze als sjabloon worden opgenomen in de interactiestandaard.

Deze sjablonen bevatten de volgende onderdelen:

- Een beschrijving van de verschillende elementen van de flash-applicatie waarbij eventueel wordt verwezen naar het ontwerp van andere elementen in de interactiestandaard.
- Een gedetailleerde uitwerking van de opmaak.

Verklarende woordenlijst

BB	Basisberoepsgerichte leerweg, een opleidingsrichting binnen het vmbo. Deze richting is bestemd voor leerlingen die meer op de praktijk zijn ingesteld. Qua niveau is deze leerweg minder zwaar dan de kaderberoepsgerichte leerweg.
Beeldschermexamens	Een examenvorm waarbij alle vragen op het beeldscherm worden gesteld, beantwoord en gecorrigeerd. Beeldschermexamens dienen als alternatief voor papieren examens.
Bias	Er wordt iets anders getest of gemeten dan de bedoeling is, bijvoorbeeld de vaardigheid om te gaan met een flash-applicatie of een computer in plaats van beheersing van de leerstof.
Cito	Stichting Centraal Instituut voor Toetsontwikkeling
CorrectieManager	De module van ExamenTester waarmee examens afgenomen binnen ExamenTester worden gecorrigeerd.
ExamenTester	De software applicatie die is ontwikkeld door Cito en wordt ingezet bij de afname van beeldschermexamens op scholen.
Flash	zie flash-applicatie
Flash-applicatie	Interactief middel binnen bepaalde beeldschermexamenopgaven dat moet worden gebruikt om de vraag te beantwoorden, de opgave uit te voeren of voor het verkrijgen van informatie.
GT	Gemengde/Theoretische leerweg, een opleidingsvorm binnen het vmbo. Deze leerweg is bedoeld voor leerlingen die op zich weinig moeite hebben met studeren, maar zich ook al gericht willen voorbereiden op bepaalde beroepen. Dit is het zwaarste niveau van het vmbo.
Item	Een item is een examenopgave. Een beeldschermexamen bestaat uit verschillende items.
Vmbo	Vorbereidend middelbaar beroepsonderwijs; een van de drie theoretische vormen van voortgezet onderwijs in Nederland.
KB	Kaderberoepsgerichte leerweg, een opleidingsvorm binnen het vmbo. Deze leerweg is voor leerlingen die het liefst kennis opdoen door met praktijk bezig te zijn.
Havo	Het hoger algemeen voortgezet onderwijs is het op één na hoogste niveau binnen het voortgezet onderwijs in Nederland.

Referenties

- Ambler, S. W. (1998). *User Interface Design Tips, Techniques, and Principles*. Opgeroepen op augustus 16, 2011, van Ambysoft: <http://www.ambysoft.com/essays/userInterfaceDesign.html>
- Bailey, B. (2006). Retrieved augustus 16, 2011, from Determining the Correct Number of Usability Test Participants: <http://www.usability.gov/articles/newsletter/pubs/092006news.html>
- Beuzel, M. (2010). *Ontwerprapport*. Arnhem: Cito.
- Blackler, A., Popovic, V., & Mahar, D. (2004). Studies of Intuitive Interaction Employing Observation and Concurrent Protocol. *8th International Design Conference*, (pp. 135-142). Dubrovnik, Croatia.
- Conole, G., & Warburton, B. (2005). A review of computer-assisted assessment. *Association for Learning Technology Journal*, 13(1), 17-31.
- Cotton, D., & Gresty, K. (2006). Reflecting on the think-aloud method for evaluating e-learning. *British Journal of Educational Technology*, 37(1), 45-54.
- Denekamp, E. (2010). *Eye Tracking; een Eye opener??* Cito, Arnhem.
- IBM. (z.j.). *IBM Design: Design principles checklist*. Retrieved augustus 16, 2011, from <http://www-01.ibm.com/software/ucd/designconcepts/designbasics.html>
- Krug, S. (2006). *Don't Make Me Think! A Common Sense Approach to Web Usability* (2nd ed.). (K. Whitehouse, Ed.) Berkeley, United States of America: New Riders.
- Kuhlemeier, H. (2003a). *Internet- en computervaardigheden voor school*. Citogroep, Arnhem.
- Kuhlemeier, H. (2003b). *Gebruik van internet en computer thuis - Vragenlijst*. Citogroep, Arnhem.
- Kuhlemeier, H., & Sinkeldam, R. (2003). *Het functioneren van de experimentele beeldschermexamens voor de basisberoepsgerichte leerweg*. Citogroep, Arnhem.
- Mayhew, D. J. (1992). *Principles and Guidelines in Software User Interface Design*. Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice Hall.
- Nielsen, J. (2000). Retrieved augustus 16, 2011, from Why You Only Need to Test with 5 Users: <http://www.useit.com/alertbox/20000319.html>
- Nielsen, J. (2003). *Usability 101: Introduction to Usability*. Retrieved augustus 16, 2011, from <http://www.useit.com/alertbox/20030825.html>
- Nielsen, J. (2005). Retrieved augustus 16, 2011, from Ten Usability Heuristics: http://www.useit.com/papers/heuristic/heuristic_list.html
- Nielsen, J. (2007). *Tabs, Used Right: The 13 Usability Guidelines*. Retrieved augustus 16, 2011, from useit.com: <http://www.useit.com/alertbox/tabs.html>

- Nielsen, J., & Loranger, H. (2006). *Prioritizing Web Usability*. Berkeley, CA: New Riders.
- Parshall, C. G., & Harmes, J. C. (2010). *How to Design High-Quality Innovative Item Types*.
- Parshall, C. G., Harmes, J. C., Davey, T., & Pashley, P. J. (2010). Innovative Items for Computerized Testing. In W. van der Linden, & C. Glas (Eds.), *Elements of Adaptive Testing* (pp. 215-230). Springer Science+Business Media.
- Pearson, & CAST. (2010). *Universal Design for Computer-Based Testing (UD-CBT) Guidelines*. Pearson Education.
- Scalise, K., & Gifford, B. (2006). Computer-Based Assessment in E-Learning: A Framework for Constructing "Intermediate Constraint" Questions and Tasks for Technology Platforms. *Journal of Technology, Learning, and Assessment*, 4(6).
- Shneiderman, B. (1992). *Designing the User Interface - Strategies for Effective Human-Computer Interaction* (2nd ed.). Addison-Wesley Publishing Company.
- Tognazzini, B. (2003). Retrieved augustus 16, 2011, from First Principles of Interaction Design: <http://www.asktog.com/basics/firstPrinciples.html>
- Vicino, F. L., & Moreno, K. E. (1997). Computerized adaptive testing: From inquiry to operation. In W. A. Sands, B. K. Waters, & J. R. McBride (Eds.), *Human factors in the CAT system: a pilot study* (pp. 157-160). Washington, United States of America: APA.
- Wesseling, J. (2010). *Het functioneren van flashapplicaties binnen digitale centrale examens NaSk voor de basisberoepsgerichte leerweg*. Cito, Arnhem.

Bijlagen

Bijlage I: Interviews en checklists

Pre-interview

Heb je thuis een computer met internet?

Ja/Nee

	A	B	C	D
	Nooit	Ongeveer 1 keer per week	Een paar keer per week	Bijna iedere dag
Hoe vaak zit je thuis achter de computer?				
Hoe vaak gebruik je thuis de computer om informatie op internet op te zoeken?				
Hoe vaak zit je thuis achter de computer om te e-mailen of te chatten?				
Hoe vaak gebruik je thuis de computer voor spelletjes of muziek?				
Hoe vaak gebruik je thuis de computer voor tekstverwerking (bijvoorbeeld huiswerk, werkstukken of brieven)?				

Gebruik je wel eens een usb-stick of mp3-speler om muziek of andere bestanden mee te nemen?

Ja/Nee

Welke programmas (of spelletjes) gebruik je veel?

Heb je wel eens eerder een toets of examen gemaakt op de computer?

Ja/Nee

Indien ja:

Wat vind je leuker, een schriftelijk examen of een beeldschermexamen?

Schriftelijk / Beeldscherm / Geen mening

Indien nee:

Wat lijkt je leuker, een schriftelijk examen
of een beeldschermexamen?

Schriftelijk / Beeldscherm / Geen mening

Checklists

Opgave 1 *Drag-and-drop met aangegeven bestemming (afbeelding)*

Bedoelde handelingen in optimale volgorde		Opmerkingen over handelingen
Leest inleiding	<input type="checkbox"/>	
Leest opdracht	<input type="checkbox"/>	
Bekijkt antwoordruimte	<input type="checkbox"/>	
Sleept eerste tv naar bestemming	<input type="checkbox"/>	
Sleept tweede tv naar bestemming	<input type="checkbox"/>	
Sleept derde tv naar bestemming	<input type="checkbox"/>	
Klikt door naar de volgende opgave	<input type="checkbox"/>	

Onbedoelde handelingen/gedragingen waardoor leerling aarzelt, twijfelt of tijdverlies ondervindt		
A1	Leerling geeft aan de opdracht niet te begrijpen	<input type="checkbox"/>
A2	Leerling leest inleiding/opdracht meerdere keren	<input type="checkbox"/>
A3	Leerling klikt door naar de volgende opgave, terwijl deze opgave nog niet volledig afgerond is	<input type="checkbox"/>
S1	Leerling zoekt lang naar versleepbare elementen	<input type="checkbox"/>
S2	Leerling zoekt lang naar bestemming voor versleepbare elementen	<input type="checkbox"/>
O	Overig, namelijk:	<input type="checkbox"/>

Overig	
Leerling voert bedoelde handelingen uit in een andere dan optimale volgorde. Noteer welke volgorde dit is en vraag leerling waarom hij het op deze manier doet:	<input type="checkbox"/>

Help: Sleep met de muis elk televisietoestel naar een willekeurige plek op de tijdbalk.

Opgave 2 Drag-and-drop zonder aangegeven bestemming (krachtenpijl)

Bedoelde handelingen in optimale volgorde		Opmerkingen over handelingen
Leest inleiding	<input type="checkbox"/>	
Leest opdracht	<input type="checkbox"/>	
Bekijkt antwoordruimte	<input type="checkbox"/>	
Sleept beginpunt krachtenpijl naar katrol	<input type="checkbox"/>	
Versleept eindpunt krachtenpijl	<input type="checkbox"/>	
Klikt door naar de volgende opgave	<input type="checkbox"/>	

Onbedoelde handelingen/gedragingen waardoor leerling aarzelt, twijfelt of tijdverlies ondervindt		
A1	Leerling geeft aan de opdracht niet te begrijpen	<input type="checkbox"/>
A2	Leerling leest inleiding/opdracht meerdere keren	<input type="checkbox"/>
A3	Leerling klikt door naar de volgende opgave, terwijl deze opgave nog niet volledig afgerond is	<input type="checkbox"/>
S1	Leerling zoekt lang naar de locatie van de katrol	<input type="checkbox"/>
S2	Leerling draait de richting van de krachtenpijl om	<input type="checkbox"/>
S3	Leerling maakt geen gebruik van de afbeelding	<input type="checkbox"/>
S4	Leerling heeft moeite om de juiste waarde weer te geven	<input type="checkbox"/>
S5	Leerling sleept in de complete pijl, zonder deze aan te passen, in plaats van het begin- en eindpunt	<input type="checkbox"/>
O	Overig, namelijk:	<input type="checkbox"/>

Overig	
Leerling voert bedoelde handelingen uit in een andere dan optimale volgorde. Noteer welke volgorde dit is en vraag leerling waarom hij het op deze manier doet:	<input type="checkbox"/>

Help: Teken een willekeurige kracht, met een andere grootte en richting dan de voorgegeven pijl.

Opgave 3 Hotspot (landselectie)

Bedoelde handelingen in optimale volgorde		Opmerkingen over handelingen
Leest opdracht	<input type="checkbox"/>	
Bekijkt antwoordruimte	<input type="checkbox"/>	
Selecteert een hotspot gebied	<input type="checkbox"/>	
Klikt door naar de volgende opgave	<input type="checkbox"/>	

Onbedoelde handelingen/gedragingen waardoor leerling aarzelt, twijfelt of tijdverlies ondervindt		
A1	Leerling geeft aan de opdracht niet te begrijpen	<input type="checkbox"/>
A2	Leerling leest stam/inleiding/vraag meerdere keren	<input type="checkbox"/>
A3	Leerling klikt door naar de volgende opgave, terwijl deze opgave nog niet volledig afgerond is	<input type="checkbox"/>
S1	Leerling wil op gebieden klikken die niet selecteerbaar zijn	<input type="checkbox"/>
S2	Leerling wil verkeerd gekozen gebied eerst deselecteren voordat hij een ander gebied selecteert	<input type="checkbox"/>
O	Overig, namelijk:	<input type="checkbox"/>

Overig	
Leerling voert bedoelde handelingen uit in een andere dan optimale volgorde. Noteer welke volgorde dit is en vraag leerling waarom hij het op deze manier doet:	<input type="checkbox"/>

Help: Selecteer een willekeurig land.

Opgave 4 Formulegenerator BB

Bedoelde handelingen in optimale volgorde		Opmerkingen over handelingen
Leest inleiding	<input type="checkbox"/>	
Leest opdracht	<input type="checkbox"/>	
Bekijkt antwoordruimte	<input type="checkbox"/>	
Kiest formule	<input type="checkbox"/>	
Kiest grootte	<input type="checkbox"/>	
Vult hoeveelheid in	<input type="checkbox"/>	
Kiest eenheid	<input type="checkbox"/>	
Klikt door naar de volgende opgave	<input type="checkbox"/>	

Onbedoelde handelingen/gedragingen waardoor leerling aarzelt, twijfelt of tijdverlies ondervindt		
A1	Leerling geeft aan de opdracht niet te begrijpen	<input type="checkbox"/>
A2	Leerling leest inleiding/opdracht meerdere keren	<input type="checkbox"/>
A3	Leerling klikt door naar de volgende opgave, terwijl deze opgave nog niet volledig afgerond is	<input type="checkbox"/>
A4	Leerling zoekt op scherm naar meer hulp of uitleg, maar anders dan in inleiding/opdracht/antwoordruimte	<input type="checkbox"/>
S1	Leerling denkt dat hij zelf moet rekenen	<input type="checkbox"/>
S2	Leerling herstelt antwoorden met de opnieuw knop	<input type="checkbox"/>
S3	Leerling herstelt antwoorden door eerdere stappen te wijzigen	<input type="checkbox"/>
S4	Leerling probeert om automatisch ingevulde velden te selecteren	<input type="checkbox"/>
O	Overig, namelijk:	<input type="checkbox"/>

Overig	
Leerling voert bedoelde handelingen uit in een andere dan optimale volgorde. Noteer welke volgorde dit is en vraag leerling waarom hij het op deze manier doet:	<input type="checkbox"/>

Help: Doorloop alle stappen, zonder daarbij te letten op de correctheid van het antwoord.

Opgave 5 Grafiektool (invullen verticale as, zetten punten en trekken lijnen)

Bedoelde handelingen in optimale volgorde		Opmerkingen over handelingen
Leest inleiding	<input type="checkbox"/>	
Leest opdracht	<input type="checkbox"/>	
Bekijkt antwoordruimte	<input type="checkbox"/>	
Vult logische waarden in op de verticale as	<input type="checkbox"/>	
Zet alle punten uit tabel	<input type="checkbox"/>	
Zet extra punt op verticale as	<input type="checkbox"/>	
Selecteert 'teken grafiek'	<input type="checkbox"/>	
Verbindt alle punten	<input type="checkbox"/>	
Sleept het punt op de verticale as naar de juiste plaats	<input type="checkbox"/>	
Klikt door naar de volgende opgave	<input type="checkbox"/>	

Onbedoelde handelingen/gedragingen waardoor leerling aarzelt, twijfelt of tijdverlies ondervindt		
A1	Leerling geeft aan de opdracht niet te begrijpen	<input type="checkbox"/>
A2	Leerling leest inleiding/opdracht meerdere keren	<input type="checkbox"/>
A3	Leerling klikt door naar de volgende opgave, terwijl deze opgave nog niet volledig afgerond is	<input type="checkbox"/>
A4	Leerling zoekt op scherm naar meer hulp of uitleg, maar anders dan in inleiding/opdracht/antwoordruimte	<input type="checkbox"/>
S1	Leerling probeert direct punten te gaan zetten	<input type="checkbox"/>
S2	Leerling vult 'verkeerde' waarden in op de verticale as, en komt er bij een latere stap achter dat hij deze moet aanpassen	<input type="checkbox"/>
S3	Leerling vergeet extra punt te zetten	<input type="checkbox"/>
S4	Leerling gaat terug om extra punt te zetten	<input type="checkbox"/>
S5	Leerling heeft moeite met het trekken van lijnen (probeert te slepen)	<input type="checkbox"/>
S6	Leerling zoekt naar mogelijkheid om punt te verslepen	<input type="checkbox"/>
S7	Leerling wil lijn beginnen in 0,0 waar geen punt staat	<input type="checkbox"/>
S8	Leerling dubbelklikt op punten om lijnen te trekken	<input type="checkbox"/>
O	Overig, namelijk:	<input type="checkbox"/>

Overig	
Leerling voert bedoelde handelingen uit in een andere dan optimale volgorde. Noteer welke volgorde dit is en vraag leerling waarom hij het op deze manier doet:	<input type="checkbox"/>

Help: Zet drie punten, en verbind deze met elkaar. Versleep vervolgens één van de punten naar een willekeurige plek.

Opgave 6 *Kruising*

Bedoelde handelingen in optimale volgorde		Opmerkingen over handelingen
Leest inleiding	<input type="checkbox"/>	Eerste 5 stappen samengevat als 'voert 3 verschillende kruisingen uit'
Leest vraag	<input type="checkbox"/>	
Bekijkt interactieruimte	<input type="checkbox"/>	
Bekijkt antwoordopties	<input type="checkbox"/>	
Klikt op P	<input type="checkbox"/>	
Klikt op ?	<input type="checkbox"/>	
Klikt op 'Doe de kruising'	<input type="checkbox"/>	
Voert tweede kruising uit	<input type="checkbox"/>	
Voert derde kruising uit	<input type="checkbox"/>	
Selecteert een antwoord	<input type="checkbox"/>	
Klikt door naar de volgende opgave	<input type="checkbox"/>	

Onbedoelde handelingen/gedragingen waardoor leerling aarzelt, twijfelt of tijdverlies ondervindt		
A1	Leerling geeft aan de opdracht niet te begrijpen	<input type="checkbox"/>
A2	Leerling leest inleiding/vraag meerdere keren	<input type="checkbox"/>
A3	Leerling klikt door naar de volgende opgave, terwijl deze opgave nog niet volledig afgerond is	<input type="checkbox"/>
A4	Leerling zoekt op scherm naar meer hulp of uitleg, maar anders dan in inleiding/vraag/interactieruimte	<input type="checkbox"/>
S1	Leerling probeert de elementen te verslepen in plaats van alleen te klikken	<input type="checkbox"/>
S2	Leerling voert niet alle kruisingen uit alvorens een antwoord te kiezen	<input type="checkbox"/>
S3	Leerling voert kruising ? x P etc. uit in plaats van P x ? etc.	<input type="checkbox"/>
S4-1	Leerling wijkt af van de volgorde P-Q-R	<input type="checkbox"/>
S4-2	en heeft daardoor meer moeite om de tabel af te lezen	<input type="checkbox"/>
S5	Leerling voert dezelfde kruising meerdere malen uit, en moet dus herstarten	<input type="checkbox"/>
S6	Leerling probeert om P, Q en R met elkaar te kruisen	<input type="checkbox"/>
O	Overig, namelijk:	<input type="checkbox"/>

Overig	
Leerling voert bedoelde handelingen uit in een andere dan optimale volgorde. Noteer welke volgorde dit is en vraag leerling waarom hij het op deze manier doet:	<input type="checkbox"/>

Help:

Maak de tabel volledig en kies een willekeurig antwoord.

Opgave 7 Linaal

Bedoelde handelingen in optimale volgorde		Opmerkingen over handelingen
Leerling leest inleiding	<input type="checkbox"/>	
Leerling leest opdracht	<input type="checkbox"/>	
Leerling bekijkt interactieruimte	<input type="checkbox"/>	
Leerling bekijkt antwoordruimte	<input type="checkbox"/>	
Meet de schaal op	<input type="checkbox"/>	
Sleept de linaal en zet de 0 op één van de punten	<input type="checkbox"/>	
Draait en vergroot de linaal zodat de afstand tot het andere punt is af te lezen	<input type="checkbox"/>	
Berekent het antwoord door de schaal met de afstand te vermenigvuldigen	<input type="checkbox"/>	
Klikt door naar de volgende opgave	<input type="checkbox"/>	

Onbedoelde handelingen/gedragingen waardoor leerling aarzelt, twijfelt of tijdverlies ondervindt		
A1	Leerling geeft aan de opdracht niet te begrijpen	<input type="checkbox"/>
A2	Leerling leest inleiding/vraag meerdere keren	<input type="checkbox"/>
A3	Leerling klikt door naar de volgende opgave, terwijl deze opgave nog niet volledig afgerond is	<input type="checkbox"/>
S1	Leerling heeft moeite om de 0 precies op een punt te zetten omdat de muiscursor in de weg zit	<input type="checkbox"/>
S2	Leerling probeert de 'meetlengte' van de linaal gelijk te maken aan de te meten afstand	<input type="checkbox"/>
S3	Leerling plaatst de sleep-vakjes van de linaal op de punten	<input type="checkbox"/>
S4	Leerling leest de linaal verkeerd af	<input type="checkbox"/>
O	Overig, namelijk:	<input type="checkbox"/>

Overig	
Leerling voert bedoelde handelingen uit in een andere dan optimale volgorde. Noteer welke volgorde dit is en vraag leerling waarom hij het op deze manier doet:	<input type="checkbox"/>

Help: -

Opgave 8 Gradenboog (buitenverlichting)

Bedoelde handelingen in optimale volgorde		Opmerkingen over handelingen
Leest inleiding	<input type="checkbox"/>	
Leest vraag	<input type="checkbox"/>	
Bekijkt interactieruimte	<input type="checkbox"/>	
Bekijkt antwoordruimte	<input type="checkbox"/>	
Sleept het middelpunt van de gradenboog op de te meten hoek	<input type="checkbox"/>	
Draait de gradenboog zodat het nulpunt op één van de lijnen valt	<input type="checkbox"/>	
Leest de gradenboog op de andere lijn af	<input type="checkbox"/>	
Vult het antwoord in	<input type="checkbox"/>	
Klikt door naar de volgende opgave	<input type="checkbox"/>	

Onbedoelde handelingen/gedragingen waardoor leerling aarzelt, twijfelt of tijdverlies ondervindt		
A1	Leerling geeft aan de opdracht niet te begrijpen	<input type="checkbox"/>
A2	Leerling leest inleiding/vraag meerdere keren	<input type="checkbox"/>
A3	Leerling klikt door naar de volgende opgave, terwijl deze opgave nog niet volledig afgerond is	<input type="checkbox"/>
S1	Leerling maakt geen gebruik van de interacties bij de gradenboog	<input type="checkbox"/>
S2	Leerling zoekt lang naar mogelijkheden om de gradenboog te draaien	<input type="checkbox"/>
S3	Leerling heeft moeite met aflezen omdat hij de gradenboog niet vergroot/verkleint	<input type="checkbox"/>
S4	Leerling leest de gradenboog verkeerd af	<input type="checkbox"/>
O	Overig, namelijk:	<input type="checkbox"/>

Overig	
Leerling voert bedoelde handelingen uit in een andere dan optimale volgorde. Noteer welke volgorde dit is en vraag leerling waarom hij het op deze manier doet:	<input type="checkbox"/>

Help: -

Opgave 9 *Uitvouw*

Bedoelde handelingen in optimale volgorde		Opmerkingen over handelingen
Leest inleiding	<input type="checkbox"/>	Eerste drie stappen samengevat als 'sleept drie vormen naar het veld'
Leest opdracht	<input type="checkbox"/>	
Bekijkt antwoordruimte	<input type="checkbox"/>	
Sleept vorm 1 naar het veld	<input type="checkbox"/>	
Sleept vorm 2 naar het veld	<input type="checkbox"/>	
Sleept vorm 3 naar het veld	<input type="checkbox"/>	
Klikt door naar de volgende opgave	<input type="checkbox"/>	

Onbedoelde handelingen/gedragingen waardoor leerling aarzelt, twijfelt of tijdverlies ondervindt		
A1	Leerling geeft aan de opdracht niet te begrijpen	<input type="checkbox"/>
A2	Leerling leest inleiding/opdracht meerdere keren	<input type="checkbox"/>
A3	Leerling klikt door naar de volgende opgave, terwijl deze opgave nog niet volledig afgerond is	<input type="checkbox"/>
S1	Leerling zoekt lang naar versleepbare elementen	<input type="checkbox"/>
S2	Leerling zoekt lang naar bestemming voor versleepbare elementen	<input type="checkbox"/>
S3	Leerling heeft moeite om de elementen op de goede plaats te laten snappen	<input type="checkbox"/>
S4	Leerling heeft moeite om een fout te herstellen	<input type="checkbox"/>
S5	Leerling probeert te slepen door de elementen buiten het rode vlakje op te pakken	<input type="checkbox"/>
O	Overig, namelijk:	<input type="checkbox"/>

Overig	
Leerling voert bedoelde handelingen uit in een andere dan optimale volgorde. Noteer welke volgorde dit is en vraag leerling waarom hij het op deze manier doet:	<input type="checkbox"/>

Help: Sleep een aantal willekeurige vormen naar het vlak.

Extra: Probeer de eerste vorm te verplaatsen en vervolgens te verwijderen.

Post-interview

Hoe vond je het om een examen op de computer te maken?

Waren de flashonderdelen makkelijk te bedienen?

Je gaat straks zelf examen doen. Zou je dit examen op de computer willen maken, of maak je het liever schriftelijk? Waarom?

Indien de voorkeur ten opzichte van het pre-interview veranderd is, wat is hiervoor de reden?

Heb je nog andere opmerkingen over dit examen?