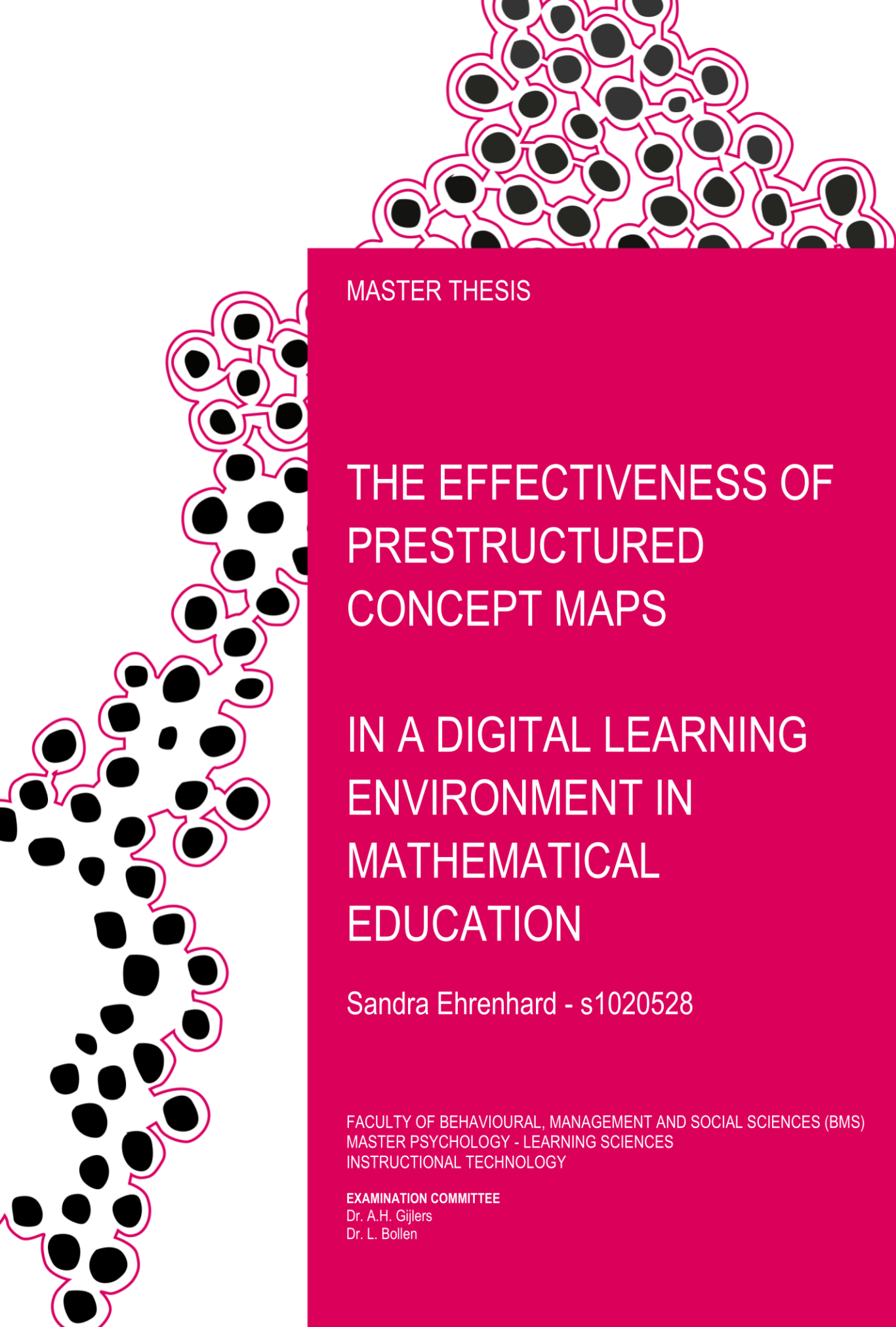




MASTER THESIS

THE EFFECTIVENESS OF PRESTRUCTURED CONCEPT MAPS

IN A DIGITAL LEARNING ENVIRONMENT IN MATHEMATICAL EDUCATION

Sandra Ehrenhard - s1020528

FACULTY OF BEHAVIOURAL, MANAGEMENT AND SOCIAL SCIENCES (BMS)
MASTER PSYCHOLOGY - LEARNING SCIENCES
INSTRUCTIONAL TECHNOLOGY

EXAMINATION COMMITTEE
Dr. A.H. Gijlers
Dr. L. Bollen

AUGUST 2016

UNIVERSITY OF TWENTE.

Voorwoord

Het bevorderen van het wiskundige leerproces en het verkrijgen van nieuwe kennis voor individuen hebben mij altijd geboeid. Twee naar elkaar toe bewegende entiteiten met tal van concepten, ideeën en relaties die als versnipperde feiten, vaardigheden en procedures geïntegreerd moeten worden. Het combineren van onderlinge verbondenheid, het bevorderen van ondersteunende leermaterialen en het positief stimuleren van persoonlijke verschillen: het doel is nastrevenswaardig, de weg onduidelijk. Door te beginnen met het volgen van de lijnen die bekend zijn uit de literatuur, probeerde ik ondertussen de mogelijkheden te verkennen die er zijn. Tijd en overzicht zijn altijd in gebreke en als je eindelijk weet waar je mee bezig bent, ben je moe en ben je al blij met wat je bereikt hebt. Ook al kunnen nog zoveel onderdelen beter. Nadat mijn vader ernstig ziek werd, had ik niet gedacht dat het mij zou lukken om deze studie af te ronden. Uiteindelijk heeft een lange (maar positieve) nasleep en veel steun van vrienden en familie ervoor gezorgd dat ik de studie weer heb opgepakt en zodoende ben ik met veel energie begonnen aan mijn afstudeeropdracht. Deze energie verdween snel nadat ik verwikkeld raakte in een auto-ongeluk. De concentratieproblemen en lichamelijke klachten hadden als gevolg dat mijn scriptie op een lager pitje kwam te staan. Gelukkig zijn de problemen bijna volledig verdwenen en ik ben erg blij met waar ik nu sta.

In de poging om de effecten van voorgestructureerde concept maps binnen het domein van kansrekenen helder te krijgen stond ik gelukkig niet alleen. Ik wil van dit voorwoord dan ook gebruik maken om mijn begeleider Hannie Gijlers nogmaals te bedenken. Zij heeft mij met haar kritische feedback en aanmoediging geholpen om het beste uit mezelf te halen. Daarin werd zij meer dan fantastisch bijgestaan door Lars Bollen, die ik wil bedanken voor zijn inzet en hulp bij het technische gedeelte van het onderzoek. Tenslotte wil ik hem in dit kader als tweede lezer bedanken voor zijn scherpste en constructieve feedback. Jan-Kees van Ommeren wil ik bedanken voor zijn expert visie op de inhoudelijke onderwerpen binnen de concept map.

Uiteraard had ik dit onderzoek nooit kunnen doen zonder de medewerking van de proefpersonen. Daarnaast wil ik Philip heel erg bedanken voor zijn onophoudelijke steun en liefde. Dankzij hem kreeg ik keer op keer de moed om niet op te geven en door te gaan. Bovenal wil ik hem natuurlijk bedanken voor het veelvuldig lezen van mijn verslag.

Tenslotte gaat er veel dank uit naar alle “hulplijnen” voor de aanmoediging, tips en het vertrouwen, onder wie studiegenoten, vrienden en familie. En natuurlijk in het bijzonder papa en mama. Zij toonden altijd oprechte interesse en waardering voor het doorgaan ondanks de tegenslagen. Afgezien van dat zij mij eindeloos bestookt hebben met de vraag “Wanneer ga je nou eens afstuderen?”, zou ik zonder hun steun dit nooit voor elkaar hebben gekregen.

- Sandra Ehrenhard - Enschede - augustus 2016 -

Samenvatting Uit onderzoeken is gebleken dat betekenisvol leren kan worden vergemakkelijkt door toepassing van concept mapping. In het domein van kansrekenen is niet veel onderzoek gedaan naar de toepassing van concept maps, terwijl juist in dit domein begrip van de onderlinge samenhang tussen hoofdconcepten en -procedures van belang is. Onderzocht is of concept maps een bijdrage leveren aan het herkennen van samenhang tussen “piecewise knowledge” in kansrekenen. Studenten ($n = 41$) uit de bachelors sociale wetenschappen zijn random verdeeld over twee condities. In één van de condities kreeg de student een onvolledig voorgestructureerde concept map (OVCM conditie) voorgelegd. De student werd gevraagd om deze aan te vullen op zeven plekken. De deelnemers in de andere conditie ontvingen een reeds volledig voorgestructureerde concept map (VVCN conditie). In beide condities kregen deelnemers de opdracht om de concept map naar eigen inzicht aan te vullen. Het aantal acties en de gespendeerde tijd in de concept mapping tool, de conditie en het aantal juiste toevoegingen bleken goede voorspellers voor een kwalitatief sterke concept map. De oefening met concept mapping heeft geen verhoging in de leeropbrengst opgeleverd wanneer de concept map kwalitatief goed gemaakt was. Er zijn geen effecten voor het type kennis ten aanzien van de leeropbrengst aan te wijzen. Concluderend kan gesteld worden dat het gebruik van concept maps een goede manier is om actief met de stof bezig te zijn.

Kernwoorden: conceptuele kennis, procedurele vaardigheden, concept mapping, actieve verwerking, kansrekenen, bachelor studenten, sociale wetenschappen

Abstract Several studies have shown that meaningful learning can be facilitated by the use of concept mapping. Previous concept mapping studies did not focus on the field of probability theory, while especially in this area it is important for students to understand the interrelatedness between key concepts and procedures. Present study is performed to investigate whether students can benefit from concept maps to apprehend the interrelatedness between the “piecewise knowledge” they have learned about probability theory. A group of students ($n = 41$) from the social sciences bachelors were randomly grouped into two conditions. In one of the conditions the students received an incomplete pre-structured concept map (OVCM condition). The students were asked to complete the concept map by adding seven links and concepts to the map. The students in the other condition received a complete pre-structured concept map (VVCN condition). In both conditions, participants were asked to add links and concepts if deemed necessary. The results indicate that the total activity, the time spent in the concept mapping tool, the condition and the number of correct additions are strong predictors for quality of the concept map. In contrast, there are no findings concerning the effect on learning gains. There are no effects for the type of knowledge with regards to the learning results. It can be concluded that the use of concept mapping tools is a relevant way to be active with the lesson material.

Keywords: conceptual knowledge, procedural abilities, concept mapping, active processing, probability theory, undergraduate students, social sciences

Inhoudsopgave

1. Introductie	1
1.1 Aanleiding en inleiding	1
1.2 Kansen en problemen bij concept maps in het wiskunde onderwijs	3
1.3 Huidig onderzoek	4
1.4 Hypotheses	5
2. Methode	7
2.1 Design	7
2.2 Deelnemers	7
2.3 Materialen	8
2.3.1 Leeromgeving	8
2.3.2 Concept mapping tool	9
2.3.2.1 Assessment	12
2.3.3 Procesmaten	13
2.4 Procedure	14
2.5 Databronnen en analyse	14
3. Resultaten	16
3.1 A priori verschillen voor variabelen in de condities	16
3.2 Kennistoets	16
3.3 Concept map	17
3.4 Prestaties en kwaliteit concept map	18
3.5 Regressie analyse	19
4. Conclusie en discussie	20
5. Referenties	24
Bijlage 1: Gesproken tekst informatieve video	30
Bijlage 2: Informatieve tekst en voorbeeld concept map	36
Bijlage 3: Pre- en post-test	37
Bijlage 4: Scoringscriteria items 11.3, 17.1, 17.2, 17.3 en 21	44
Bijlage 5: Achtergrondvariabelen	46
Bijlage 6: Concept Map Usage Questionnaire	48
Bijlage 7: Scoring van modificaties in de concept mapping tool	50
Bijlage 8: Formule voor de totaalscore van de concept maps	54
Bijlage 9: Scoringscriteria multiple choice vragen pre- en post-test	55
Bijlage 10: Interbeoordelaarsbetrouwbaarheid	56

1. Introductie

1.1 Aanleiding en inleiding

Het wiskundeonderwijs richt zich de laatste decennia op kennis, vaardigheden en attitude (Van de Craats & Van Hout, 2010). Het zogenaamde realistisch rekenen en wiskundeonderwijs is ontwikkeld door Hans Freudenthal (1905 – 1990) met als doel het verkrijgen van inzicht in de getallen, wiskundige structuren en procedures. In het traditionele reken- en wiskundeonderwijs verwierven leerlingen kennis van regels en stappen die zij vervolgens vaak niet konden toepassen of met elkaar verwarren vanwege een gebrek aan inzicht in de onderliggende concepten (Cobb, Stephan, McClain & Gravemeijer, 2010).

Ook veel studenten in het hoger en wetenschappelijk onderwijs hebben problemen met het correct uitvoeren van wiskundige berekeningen vanwege een gebrek aan inzicht (Schmidt & Boshuizen, 1993). Dit komt onder andere terug in problemen die zij ervaren bij het inschatten de relevante oplossingsstappen die zij moeten zetten op het juiste moment. Volgens Parker (1998) moeten leerlingen grotere wiskundige systemen begrijpen en gebruiken om een leerwinst te verkrijgen. Uit onderzoek blijkt dat het essentieel is om losse kenniseenheden te verwerven, “piecewise knowledge”, die vervolgens met elkaar verbonden moeten worden tot een betekenisvol netwerk (Olds, 1992; Kwon & Cifuentes, 2009). Studenten weten zich vaak niet de “interrelatedness” tussen de losse kenniseenheden eigen te maken. Dit wordt onderstreept door de resultaten van onderzoek naar het leren van wiskunde. Hieruit komt naar voren dat studenten vrijwel nooit een heldere focus hebben op de concepten die zijn gerelateerd aan de handelingen die deze studenten toepassen (Harradine, Batanero & Rossman, 2011). Kansrekenen is een subdomein van de wiskunde en wordt op de universiteit behandeld. Juist in het kansrekenen is inzicht in de onderlinge samenhang belangrijk om begripsvorming te bevorderen.

Het begrip van de concepten en principes die gelden in het (wiskunde) domein en de relaties daartussen wordt conceptuele kennis genoemd (Rittle-Johnson & Alibali, 1999). Het missen van conceptuele kennis omtrent wiskundige procedures uit zich onder andere in het toepassen van een reeks handelingen zonder te kunnen verklaren waarom deze reeks handelingen resulteert in het oplossen van het probleem (Mayer, Lewis & Hegarty, 1992). In een concept map ligt de nadruk juist op de concepten in relatie tot elkaar. Een concept map is als het ware een externe afspiegeling van de structuur van een bepaald kennisdomein.

In een concept map maken studenten een visueel overzicht van begrippen en hun onderlinge relaties (Novak & Gowin, 1984; Jonassen, 2000; Quinn, Mintzes, & Laws, 2003). Concepten worden door middel van gelabelde linklijnen met elkaar verbonden. Het maken van een concept map verlangt dat studenten nadenken over de onderlinge relaties in een kennisdomein en stimuleert dus het betekenisvol leren. Dit vereist dat leermaterialen op een actieve manier worden verwerkt (Roth & Roychoudhury, 1992; Jonassen, Beissner, & Yacci, 1993; Novak, 1998; Bransford, Brown & Cocking, 1999; Santhanam, Leach & Dawson, 1998; Parkes, Zimmaro, Zappe & Suen, 2000; Garet,

Porter, DeSimone, Birman & Yoon, 2001; Kinchin, 2001; Novak, 2002; Cañas, Hill, & Lott, 2003; Day, 2008). Een bijkomend voordeel is dat bij het omzetten van geleerde concepten naar een schematische weergave, de studenten de beschikbare externe concept map reflecteren en afspiegelen aan hun eigen interne mentale model (Van Boxtel, Van Dehsu, Roelofs & Erkens, 2002). Johnson-Laird (1983) verklaarde dat mentale modellen de basisstructuur van cognitie zijn. Een aantal eigenschappen van mentale modellen zijn: a) ze zijn incompleet en voortdurend in ontwikkeling; b) ze kunnen fouten, misconcepties en tegenstrijdigheden bevatten; c) ze kunnen een vereenvoudigde uitleg van complexe fenomenen bevatten; d) ze bevatten vaak onzekerheden over de geldigheid waardoor ze ook onjuist kunnen worden gebruikt. Hoewel concept maps vaak gebruikt worden als externe representaties van interne mentale modellen, is het belangrijk om op te merken dat deze niet hetzelfde zijn. Concept maps zijn geëxternaliseerd, maar mentale modellen bestaan alleen in het hoofd (Doyle & Ford, 1999). Tijdens het maken van concept maps worden leerlingen zich bewust van hiaten in hun eigen kennisbasis, bijvoorbeeld doordat zij moeite hebben met het exact beschrijven van een relatie tussen twee concepten (Coffey & Cañas, 2003). Zo worden ze gestimuleerd om hun eigen kennisbasis te reflecteren en deze te reorganiseren, wat een positief effect heeft op het leren (Hay, Kinchin & Lygo-Baker, 2008). Verwacht wordt dat het maken van concept maps in het domein van kansrekenen een positieve uitwerking zal hebben op het uitbreiden van de kennis, gezien studenten kansrekenen als complex ervaren.

Deelnemers aan concept map studies construeren over het algemeen een complete concept map op basis van hun eigen kennis en het effect van deze activiteit wordt vaak vastgesteld in termen van algehele leerwinst, waarbij geen onderscheid wordt gemaakt tussen conceptuele kennis en procedurele vaardigheden. Leerlingen moeten weten wanneer kennis van toepassing is en situaties kunnen herkennen en beoordelen (situationele kennis), zij moeten weten welke concepten relevant zijn (conceptuele kennis) en zij moeten weten welke procedure op welk moment moeten worden toegepast (procedurele kennis) (De Jong & Ferguson-Hessler, 1986; De Jong & Ferguson-Hessler, 1996; Castro-Sotos, Vanhoof, Van den Noortgate & Oghena, 2007; Liu & Thompson, 2009; Liu & Lee, 2013). Hieruit valt af te leiden dat niet alleen technieken, vaardigheden en inhoud, maar ook de bruikbaarheid ervan moet worden geleerd. Zo kan een aantal leerlingen op de middelbare school de stelling van Pythagoras wellicht wel berekenen, maar weten zij niet waarom zij dit doen. Dit sluit aan bij onderzoek dat aantoonde dat conceptuele kennis een goede voorspeller is van procedurele kennis en procedurele kennis tevens een goede voorspeller is van conceptuele kennis in het wiskunde domein (Rittle-Johnson & Alibali, 1999). Conceptuele kennis en procedurele vaardigheden kunnen niet altijd strikt gescheiden worden. Bij het oplossen van een probleem hebben studenten vaak beide nodig (Tseng, Chang, Lou & Hsu, 2013). Naarmate studenten zich verder ontwikkelen zal de conceptuele kennis rijker worden en zullen er meer relaties tussen de concepten ontstaan.

Wat opvalt uit de literatuur is dat er weinig onderzoek is gedaan naar het effect van concept mapping technieken in het wiskundeonderwijs, veel onderzoeken hebben zich gericht op de

natuurkunde en biologie (Pranktratus, 1990; Jegede, Alaiyemola & Okebukola, 1990; Austin & Shore, 1995; Kinchin, 2000). Op basis van het literatuurreview valt te verwachten dat het maken van een concept map potentieel waardevol is voor het leren van wiskundige informatie. Er is een duidelijke relatie tussen de procedurele vaardigheden en de concept map in het kennisdomein kansrekenen, wat door veel studenten sociale wetenschappen als complex wordt ervaren.

1.2 Kansen en problemen bij concept maps in het wiskunde onderwijs

Niet alle onderzoeken naar concept maps laten positieve effecten zien (Hilbert & Renkl, 2008). Eén van de mogelijke verklaringen die hiervoor worden aangedragen is het feit dat het volledig zelf construeren van een concept map zeer tijdsintensief is en een hoge cognitieve belasting kan veroorzaken (Schwendimann, 2011). Studenten kunnen bij complexe onderwerpen, zoals wiskunde, een hoge cognitieve belasting ervaren en onduidelijkheid hebben over waar zij moeten beginnen met het neerzetten van een concept map (Novak & Cañas, 2008; Cañas, Novak & Reiska, 2015). Het is goed mogelijk dat dit hun leren belemmert wanneer zij beginnen met een “blank sheet” (Afamasaga-Fuata’i, 2009). Om deze reden lijkt het onverstandig om studenten in dit domein volledig zelf een concept map te laten construeren. Gecomplieerde onderwerpen kunnen het beste worden geïntroduceerd door een “skeleton concept map”: een gedeeltelijke weergave van een kennisdomein met reeds enkele gepresenteerde concepten en relaties (Marée, Van Bruggen & Jochems, 2013). Het aangeboden skelet kan de student vergelijken met zijn eigen ideeën over het domein, oftewel zijn eigen mentale model van het domein. De student wordt uitgenodigd kritisch te zijn op datgene wat getoond wordt. Zodoende reflecteert de student wat hij al weet en wat hij eventueel zou kunnen toevoegen (De Jong & Ferguson-Hessler, 1996). Door deze elementen van concept maps aan te bieden kan de cognitieve belasting worden verlaagd (Haugwitz, Nesbit & Sandmann, 2010). De “scaffolding” zorgt ervoor dat studenten niet “from scratch” beginnen en dat zij zelf hun kennis construeren en concepten toevoegen op basis van bewustwording van hiaten in hun eigen mentale modellen (Marée, 2013).

Een andere manier van het werken met concept maps is het herzien van bestaande concept maps (Chang, Sharkness, Newman & Hurtado, 2010). Tijdens het controleren, aanvullen en corrigeren van bestaande concept maps worden studenten nog steeds geconfronteerd met een externalisering van de structuur van een kennisdomein (Kinchin, Hay & Adams, 2000). Doordat onduidelijk is of de concept map correct en compleet is wordt de actieve verwerking gestimuleerd en kunnen leerlingen nog steeds nieuwe kennis en inzichten integreren in de bestaande kennisbasis (Hilbert & Renkl, 2009). De eigenschappen van concept maps zorgen ervoor dat nieuwe concepten het beste geleerd worden wanneer ze gekoppeld worden aan eerder opgedane kennis en wanneer er actief kennis geconstrueerd wordt (Biggs & Tang, 2007; Novak, 2002). De reflectie op het leren in samenhang met de constructie van een concept map is een methode die studenten in staat stelt om te oefenen met het versterken van hun leren over de (gecomplieerde) kennisdomeinen. Het huidige onderzoek wordt daarom gericht op

het kansrekenen domein, een onderdeel van de statistiek binnen de wiskunde met behulp van “skeleton concept maps”.

1.3 Huidig onderzoek

Dit onderzoek is gericht op het inzetten van (on)volledig voorgestructureerde concept maps in het wiskunde onderwijs en de effecten hiervan op de leerprestaties voor conceptuele kennis en procedurele vaardigheden met betrekking tot kansrekenen. Om dit te bereiken worden twee groepen studenten vergeleken. De ene groep werkt met een onvolledig voorgestructureerde expert concept map en de tweede groep met een volledig voorgestructureerde expert concept map. De concept maps hebben betrekking op kansrekenen. Kansrekenen is een onderdeel van de statistiek dat in de sociale wetenschappen op de Universiteit Twente aan bod komt. Studenten creëren de concept map niet geheel vanuit het niets, maar krijgen een “scaffold” (een vorm van ondersteuning) aangeboden door middel van een “skeleton map”.

Studenten in beide condities ontvangen de instructie om de concept map volledig te maken en aan te vullen indien nodig. Deze aanpak is ook gehanteerd in het onderzoek van Van Merriënboer (1990) en Paas (1992), waarbij studenten zijn onderverdeeld in condities van onder andere “construct-on-scaffold” en “completion”. Door het aanbieden van een onvolledig raamwerk, konden studenten de concept maps voltooien. Studenten in conditie 1 ontvangen een volledig voorgestructureerde concept map (VVCM conditie) met de instructie om deze aan te vullen indien nodig. Studenten in conditie 2 ontvangen een onvolledig voorgestructureerde concept map (OVCM conditie) met de instructie om de zeven lege plekken aan te vullen en te beoordelen of na aanvulling ervan de concept map volledig is. Beide condities maken gebruik van “scaffolding” met daarbij het vraagstuk welke van de twee ondersteuningssystemen het beste past binnen het domein van kansrekenen. In deze werkwijze wordt van studenten gevraagd om actief betrokken te zijn bij het herstructureren van de informatie. Dit leidt tot een diepere verwerking van de informatie en reflectie van hun eigen kennisbasis: studenten spiegelen hun interne mentale model aan de bestaande structuur in de concept map binnen het domein van de statistiek (Chang & Chang, 2008; Gentner & Stevens, 2014). De vraag is of (on)volledig voorgestructureerde concept maps effect hebben op de kwaliteit van de definitieve concept maps, de activiteit in de concept mapping tool en de prestatie op de statistische onderwerpen. Met deze techniek kan kennis in kaart worden gebracht van zowel concepten als procedures die aansluiten bij betekenisvol leren. Juist in het domein van kansrekenen kan het waardevol zijn om te werken met concept mapping. Studenten weten bijvoorbeeld vaak niet hoe een verdeling met een kans samenhangt. In het huidige onderzoek zijn de onderwerpen zo gekozen, dat deze met elkaar samenhangen. Intergereleerdheid van concepten en relaties is bij deze onderwerpen erg belangrijk om begrip en onderlinge verbondenheid te creëren. Studenten wordt ook gevraagd de procedures weer te geven. Met andere woorden, studenten representeren ook op welk moment of in welke situatie een bepaalde stap genomen moet worden.

1.4 Hypotheses

De onderzoeksvraag die wordt beantwoord in het huidige onderzoek is:

“Wat is het effect van het type voorstructurering van concept maps op de leerprestaties bij het bevorderen van conceptuele kennis of procedurele vaardigheden bij studenten?”

Naast de centrale onderzoeksvraag zijn er een zevental hypotheses die relevant zijn voor het onderzoek en die worden getest. Deze hypotheses zullen in dit stuk aan bod komen.

Om een mogelijk effect aan te tonen, wordt een pre-test en post-test afgenomen bij beide condities. De nulhypothese is dat er geen verschil is in het verkrijgen van domeinspecifieke kennis tussen de VVCM conditie en OVCM conditie. De alternatieve hypothese is dat de OVCM conditie ervoor zorgt dat studenten meer domeinspecifieke kennis over statistiek verkrijgen dan de VVCM conditie. Allereerst wordt verwacht dat de OVCM conditie ervoor zorgt dat studenten een hogere mate van activiteit vertonen en daarmee een hogere leeropbrengst behalen dan studenten in de VVCM conditie. Hypothese 1: *Studenten in de OVCM conditie behalen een hogere leeropbrengst dan studenten in de VVCM conditie.*

De tweede nulhypothese is dat er geen verschil is in totale leeropbrengst wanneer er actieve verwerking plaatsvindt. De bijbehorende alternatieve hypothese is dat er leeropbrengst plaatsvindt in de OVCM conditie wanneer er meer actieve verwerking plaatsvindt. Er wordt een leeropbrengst verwacht, omdat studenten met een hoge verwerking actiever bezig zijn met het proces en daarmee “reasoning” processen worden verwacht welke in het onderdeel van de concept mapping tool duidelijk worden. Wanneer de actieve verwerking laag is, zoals bij blootstelling aan de instructievideo, worden de prestaties minder goed voorspeld. De student wordt immers niet extra “getriggerd” om na te denken over de onderwerpen en concepten die worden besproken. De verwachting is dat studenten die werken met een onvolledig voorgestructureerde concept map een grotere kennistoename hebben ten aanzien van het kennisdomein statistiek bij het volledig maken van een concept map dan de studenten die deze instructie niet expliciet hebben ontvangen, omdat deelnemers in deze conditie meer activiteiten zullen vertonen in de concept mapping tool om een volledige concept map te verkrijgen. Hypothese 2: *Bij een hogere actieve verwerking, is de leeropbrengst hoger.*

Wanneer deze hypothese aangenomen wordt, kan gekeken worden of de actieve verwerking mogelijk een goede voorspeller is voor de leeropbrengst.

De derde (gerelateerde) nulhypothese is dat er geen verschil is in leeropbrengst op het gebied van conceptuele en procedurele kennistoename (post-test – pre-test score) tussen de condities wanneer er veel actieve verwerking plaatsvindt. De alternatieve hypothese die hierbij hoort is dat er een hogere toename is op conceptuele en procedurele kennis wanneer er actieve verwerking plaatsvindt.

Hypothese 3: *De toename is hoger op het onderdeel procedurele kennis, wanneer de actieve verwerking hoog is.*

De vierde nulhypothese is dat er geen verschil is in de kwaliteit van de concept maps. De bijbehorende alternatieve hypothese is dat studenten uit de OVCM conditie kwalitatief betere concept maps maken. Hypothese 4: *Bij hogere actieve verwerking door de student in de concept mapping tool is een kwalitatief betere definitieve concept map het resultaat.*

De vijfde nulhypothese luidt dat er geen verschil is in de kwaliteit van de concept map voor conceptuele en procedurele kennisvragen. De alternatieve hypothese is dat studenten die een betere kwaliteit van de concept map hebben, op procedurele kennis beter presteren, gezien actieve verwerking bijdraagt aan de kennisconstructie op statistische redeneervaardigheid. Hypothese 5: *Op procedurele kennisvragen wordt beter gepresteerd, indien de kwaliteit van de concept map hoger is.*

De zesde nulhypothese is dat er geen verschil is in leeropbrengst wanneer studenten de aanvullende informatie over concepten bestuderen. De bijbehorende alternatieve hypothese is dat studenten die de aanvullende informatie over concepten bestuderen, beter presteren dan studenten die deze “infodialogues” niet raadplegen. Hypothese 6: *Wanneer studenten de “infodialogues” raadplegen om meer informatie te verkrijgen over een bepaald onderwerp, is de leeropbrengst hoger.*

De laatste nulhypothese is dat er geen voorspellers aan te wijzen zijn voor de prestaties op de concept map. De alternatieve hypothese is dat er wel voorspellers aan te wijzen zijn die bijdragen aan het presteren op de concept map. Hypothese 7: *Ten minste één variabele draagt bij aan een goede voorspelling voor de prestaties op de concept map.*

2. Methode

2.1 Design

Om verschillen tussen de effecten van beide concept mapping technieken aan te tonen, is gebruik gemaakt van een gerandomiseerde, gecontroleerde studie met twee parallelle groepen. De deelnemers in de eerste groep werden onderworpen aan de VVCM conditie (de volledige concept map), terwijl de deelnemers in de tweede groep te maken hadden met een OVCM conditie waarbij er zeven ontbrekende concepten en relaties in de aangeboden concept map aangevuld dienden te worden. De twee condities verschilden dus op de variatie in concept map, waarbij het effect op het proces, de concept map en de leerprestaties werd onderzocht.

De concept maps in beide condities zijn gemaakt door een expert op het vakgebied kansrekenen. De expert in het vakgebied had concepten geselecteerd die het kennisdomein helpen te begrijpen en hij heeft daarbij de relaties tussen de concepten beschreven. De gegeven “scaffolding” in beide condities zorgde ervoor dat de deelnemende studenten hun kennis konden construeren op een gegeven fundament en hieraan concepten konden toevoegen.

2.2 Deelnemers

In totaal hebben 41 deelnemers uit het eerste, tweede en derde jaar van de bachelors sociale wetenschappen aan de Universiteit Twente deelgenomen aan dit onderzoek. Alle deelnemers doorliepen een reeks experimenten waarin onderwerpen die tijdens de colleges aan bod zijn gekomen, werden behandeld. Zodoende hadden deze deelnemers dezelfde voorkennis.

De gemiddelde leeftijd van de deelnemers was 20.4 jaar ($SD = 2.39$), variërend van 18 tot en met 32 jaar. Van deze deelnemers had 48.8% de Nederlandse nationaliteit en 51.2% de Duitse nationaliteit. Onder de deelnemers bevonden zich 13 mannen en 28 vrouwen.

Onder de 41 deelnemers waren 39 deelnemers die aangaven reeds wiskunde te hebben gevolgd, alvorens zij naar de universiteit gingen. De onderwerpen waarin deze deelnemers aangaven les te hebben gehad, staan percentueel weergegeven in Tabel 1.

Tabel 1
Gevolgd onderwerpen vóór studie aan universiteit

Onderwerp	Gevolgd voordat zij aan universiteit gingen studeren (%)
Standaardafwijking	65.0
Binomiale verdeling	80.0
Kansrekenen	87.2
Normale verdeling	71.8

De deelnemers waren actief benaderd voor het onderzoek door promotie bij drukbezochte colleges, middels een flyer (Figuur 1). Potentiële respondenten konden zich inschrijven via het proefpersonensysteem SONA systems van de Universiteit Twente, waar zij na afloop van deelname aan het onderzoek 1.5 credits ontvingen. De deelnemers zijn random toegewezen aan één van de twee

condities. Na het verwijderen van de uitschieters bleven er in de VVCM conditie 20 deelnemers over (6 mannen, 14 vrouwen). De OVCM conditie bestond uit 20 deelnemers (6 mannen, 14 vrouwen).

Figuur 1

Flyer ter promotie van deelname onderzoek



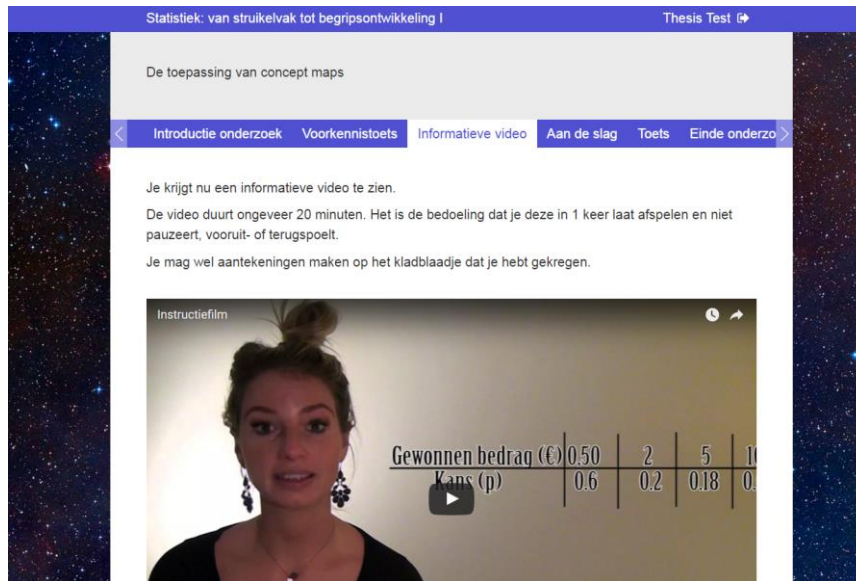
2.3 Materialen

2.3.1. Leeromgeving

Er werd gebruik gemaakt van de digitale leeromgeving GoLab, die ontwikkeld was met behulp van de auteursomgeving GRAASP¹. De omgeving was dusdanig ontworpen dat het de deelnemende studenten de mogelijkheid bood om het onderzoek op een gestructureerde manier te doorlopen. Een omgeving was opgebouwd uit meerdere fasen, die gerepresenteerd werden door tabbladen. Respondenten doorliepen achtereenvolgens de volgende tabbladen: 1) Introductie onderzoek, 2) Voorkennistoets, 3) Informatieve video, 4) Aan de slag, 5) Toets en 6) Einde onderzoek. Een voorbeeld van de omgeving is te vinden in Figuur 2.

¹ <http://graasp.eu/ils/56db65235829e7041c100a77/?lang=en>

Figuur 2
Digitale leeromgeving, tabblad “Informatieve video”



In het tabblad “Informatieve video” werd een informatieve video over het onderwerp statistiek aangeboden. Deze video was gebaseerd op informatie die aansloot bij de inhoud van de colleges die de studenten hebben gevolgd en de studieboeken (Moore & McCabe, 2006^a; Moore & McCabe, 2006^b). Daarbij werd met name ingegaan op het onderwerp “kans”. De gesproken tekst van de video is te vinden in Bijlage 1. Voorafgaand aan het onderzoek werd aangegeven dat het maken van aantekeningen was toegestaan op het kladblaadje dat de deelnemers hebben ontvangen. Een pilot heeft aangetoond dat de video geschikt is voor de doelgroep. In totaal duurde de video 19 minuten.

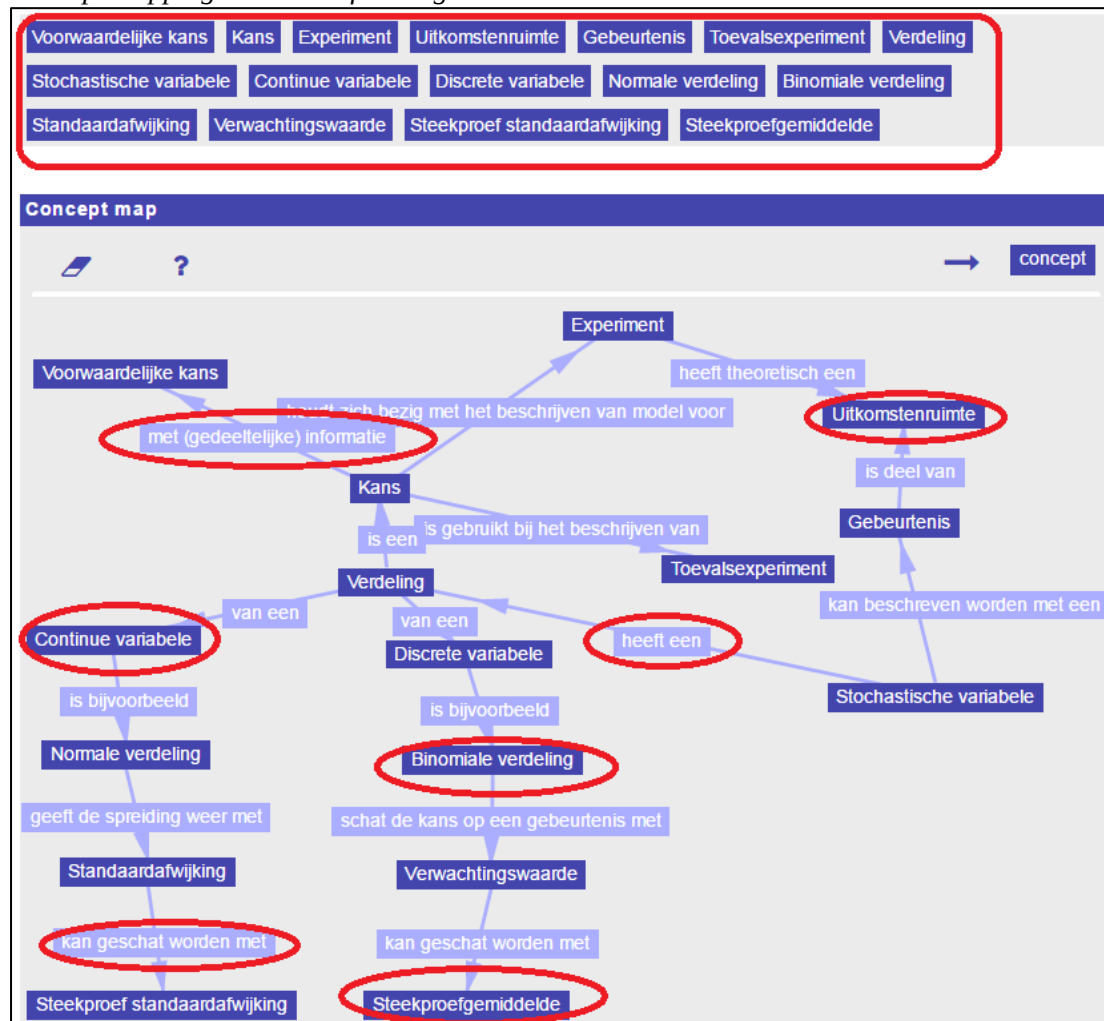
Ook was er op het tabblad “Informatieve video” een instructie verwerkt over het gebruik van concept maps. Hierin werden de begrippen en de visualisering van de hiërarchische relaties behandeld. De voorbeeld concept map die in de instructievideo werd gebruikt, is te vinden in Bijlage 2.

2.3.2. Concept mapping tool

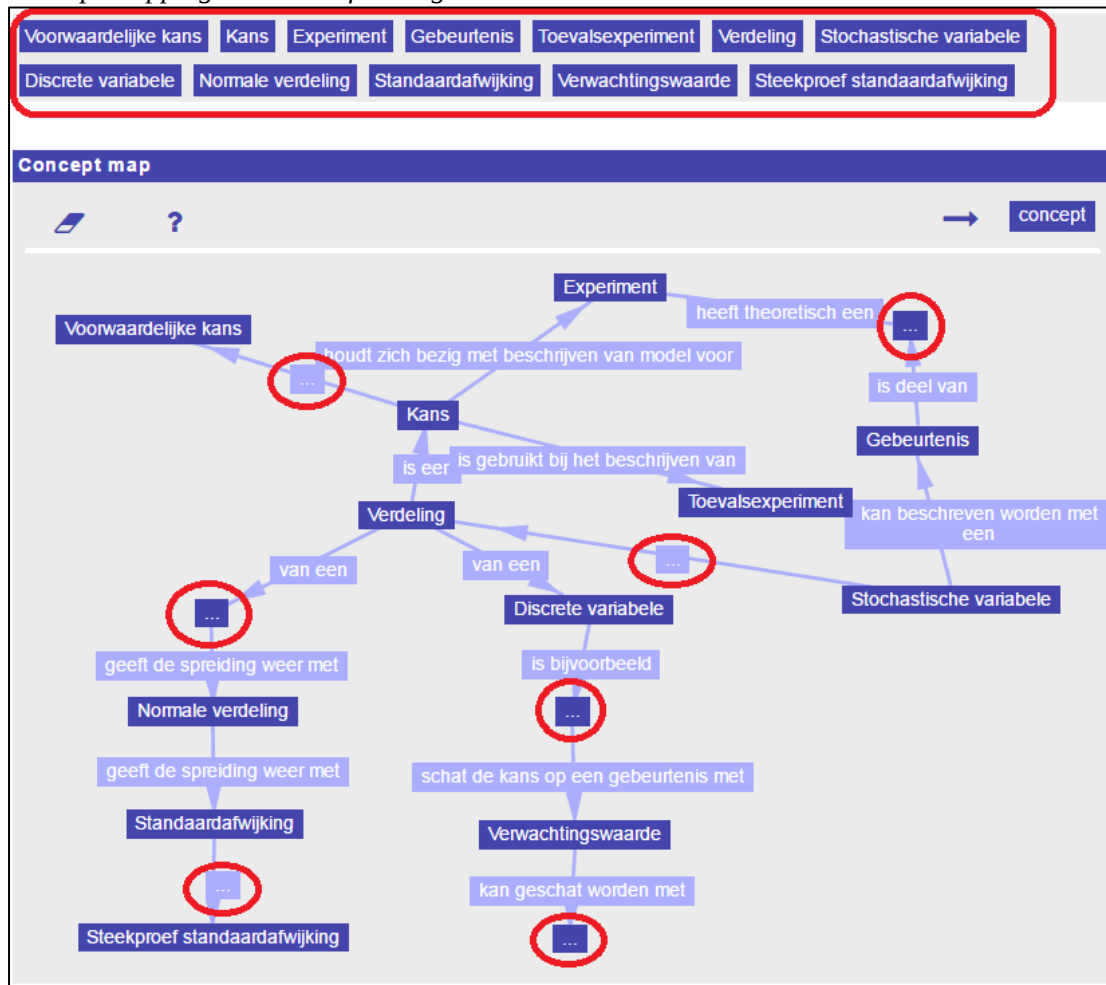
In het huidige onderzoek werd gebruik gemaakt van twee versies van concept mapping tools, waar bij beide condities gebruik werd gemaakt van “scaffolding”. Het werken aan de concept mapping tool vond plaats onder het tabblad “Aan de slag”. In de VVCM conditie bestond deze uit een volledige expert map met 16 concepten en 16 relaties. De OVCM conditie bestond uit een onvolledige expert map, en toonde 12 concepten en 13 relaties, waarbij voor de 4 missende concepten en 3 missende relaties wel de plekken waren aangegeven om aan te vullen. Een voorbeeld was het aan te vullen concept “verwachtingswaarde” in de OVCM conditie, welke in de VVCM conditie wel was gepresenteerd. Boven de concept mapping tool was een aantal concepten te vinden, die geraadpleegd konden worden door erop te drukken. Deze “infodialogues”, die verschenen na het aanklikken,

verstrekten meer informatie over de desbetreffende onderwerpen. Deelnemers in beide condities konden “infodialogues” raadplegen voor concepten die stonden weergegeven in de desbetreffende condities: zo bevatte de OVCM conditie de “infodialogue” van “verwachtingswaarde” niet; de VVCM conditie bevatte deze wel. Het verschil tussen de twee condities is middels rode aanduidingen visueel weergegeven in Figuur 3 en 4.

Figuur 3
Concept mapping tool en “infodialogues” in de VVCM conditie



Figuur 4
Concept mapping tool en “infodialogues” in de OVCM conditie



De expert skeleton maps waren aan de hand van richtlijnen uit de literatuur opgesteld. Bij het opstellen van deze concept map, werden de volgende stappen doorlopen: 1) het onderwerp is bepaald; 2) de belangrijkste begrippen werden geïdentificeerd; 3) de verbanden werden weergegeven; 4) eventuele kruisverbanden werden gelegd (in het huidige onderzoek was dit niet van toepassing) en 5) de concept map was nagekeken en waar nodig verbeterd.

In het huidige onderzoek gold voor de OVCM conditie dat, net als in het onderzoek van Van Merriënboer (1990), circa 60% van de expert concept map was gepresenteerd. De overige 40% (20% links en 20% concepten) was achterwege gelaten, om zelf in te vullen. Dit kwam neer op de 4 missende concepten en 3 missende relaties in de OVCM conditie.

In het tabblad “Aan de slag” werd de respondenten gevraagd een concept map te maken met de concept mapping tool. In de VVCM conditie werd de deelnemers gevraagd om de voorgestructureerde concept map te bestuderen en te beoordelen op volledigheid. Indien nodig, diende deze concept map aangevuld te worden. In de OVCM conditie werd de deelnemers gevraagd om de deels voorgestructureerde map aan te vullen op de aangegeven lege plekken die weergegeven waren

met "...". Ook in deze conditie was de deelnemers gevraagd om de concept map te beoordelen op volledigheid en aan te vullen waar nodig. De OVCM conditie bevatte ook "infodialogues" met concepten die zichtbaar waren in de deels voorgestructureerde map.

2.3.2.1 Assessment

Gedurende het onderzoek vulden de respondenten de volgende vragenlijsten in: een kennistoets die tweemaal werd afgenomen; als pre-test (tabblad "Voorkennistoets") en als post-test, (tabblad "Toets"), een vragenlijst voor de achtergrondvariabelen (tabblad "Voorkennistoets") en een Concept Map Usage Questionnaire (tabblad "Toets") met behulp van een Likert schaal (1 tot en met 5). Ook werd de kwaliteit van de concept map gemeten.

De kennistoets bevatte 21 vragen en deze hadden betrekking op de concepten die in de video behandeld waren, zoals standaardafwijking, binomiale verdeling en uitkomstenruimte. In totaal waren er 37 subvragen, onderverdeeld in conceptuele (24) en procedurele (13) vragen. Voor het vaststellen van de prestaties werd gebruik gemaakt van een pre- en post-test. Door middel van de pre-test was gekeken welke voorkennis de deelnemers hadden over verschillende onderwerpen in de statistiek. Aan het einde van het onderzoek vulden de deelnemers de post-test in. De post-test was exact hetzelfde als de pre-test om te kunnen vergelijken wat de concept mapping tool tot resultaat had gehad in de leerwinst. Na het afsluiten van de tests waren deze niet meer toegankelijk voor de deelnemers. De pre-/post-test is te vinden in Bijlage 3. In Figuur 5 is een voorbeeldvraag te vinden.

Figuur 5

Voorbeeldvraag uit pre-test voor het onderwerp "verwachtingswaarde": procedurele kennis

Pre-test

*Vereist

Aantal uitvallers k	0	1	2	3	4	5
$P(k = k)$	0,15	0,25	0,30	0,15	0,10	0,05

Opgave 5 *

In een bepaalde stadswijk valt gedurende een maand een aantal straatlantaarns uit. Dit aantal k volgt een bepaalde kansverdeling, die gegeven is in de bovenstaande tabel. Wat is de verwachtingswaarde van het aantal niet meer functionerende lampen?

☐ 1
☐ 1,95
☐ 2,10
☐ 2,95

VORIGE
VOLGENDE

23% voltooid

Vrijwel alle items waren multiple choice vragen, met uitzondering van de vragen 17.1, 17.2, 17.3 en 21. De scoringscriteria voor deze vragen zijn te vinden in Bijlage 4.

Daarnaast was er een vragenlijst met als doel inzicht te krijgen in kennis van de respondenten binnen het wiskundige domein. Er werd een aantal vragen met betrekking tot de achtergrondvariabelen gesteld (tabblad “Voorkennistoets”). Hierin kwam onder andere naar voren of de deelnemer reeds ervaring had met bepaalde onderwerpen uit de statistiek. De vragen die gesteld werden zijn te vinden in Bijlage 5.

Tot slot is middels de Concept Map Usage Questionnaire bevraagd hoe de deelnemer dacht over het gebruik van de concept map (tabblad “Toets”). Door een 5-punts-Likert-scale zijn vragen gesteld over de bruikbaarheid van de concept map. De Concept Map Usage Questionnaire is te vinden in Bijlage 6. De betrouwbaarheid van deze test heeft een Cronbach’s Alpha van $\alpha = .62$.

Het coderen van de open vragen en de concept map wordt besproken in de analyse paragraaf.

2.3.3. *Procesmaten*

Om een goed beeld te krijgen van de handelingen van de deelnemers, zijn alle acties die de deelnemers in de digitale leeromgeving deden gelogd. Op basis van de logfiles konden uitspraken gedaan worden over o.a. de tijd die een deelnemer heeft doorgebracht op een bepaald tabblad in de leeromgeving en over de handelingen die de deelnemer heeft uitgevoerd in de concept mapping tool. Eén van de procesmaten in het huidige onderzoek is de activiteit die de deelnemer vertoonde in de concept mapping tool. De activiteit werd gebruikt als indicator hoe actief een deelnemer met het domein bezig was geweest. Relevant voor het bepalen van de mate van activiteit waren de handelingen waarbij een deelnemer een concept veranderde (“change concept”), een concept toevoegde (“add concept”), een relatie toevoegde (“add relation”), een relatie veranderde (“change relation”), een concept verwijderde (“remove concept”) en een relatie verwijderde (“remove relation”). Door deze handelingen bij elkaar op te tellen, werd een waarde verkregen die stond voor de mate van de activiteit van de desbetreffende deelnemer. Zo kon worden vastgesteld of iemand een hoog of laag niveau van activiteit heeft gehad in de handelingen naar het proces van de definitieve versie van de concept map. Deze totaalscore is gebruikt als indicator van de prestatie van de deelnemers in de leeromgeving. De procedure voor de scoringscriteria is te vinden in Bijlage 7.

Uit de logfiles was de definitieve concept map te filteren. Op basis van de eindversie van de concept map werden alle relaties en concepten geclassificeerd in o.a. het totale aantal (juist) toegevoegde concepten, het totale aantal verwijderde relaties etc. Zodoende kon een formule opgesteld worden voor de totaalscore van de concept map, waarbij gescoord was naar irrelevante en relevante handelingen in de concept mapping tool. De formule is te vinden in Bijlage 8.

2.4 Procedure

Het onderzoek is per deelnemer in één sessie van 90 minuten uitgevoerd aan de Universiteit Twente. De deelnemers zaten in een afgesloten ruimte en stonden onder toezicht van de onderzoeker. De meetmomenten vonden op afspraak plaats.

Iedere sessie startte met een introductie van het onderzoek door de onderzoeker, waarbij werd aangegeven wat het doel was en welke stappen de deelnemer vervolgens digitaal zou gaan doorlopen. Daarna mocht de deelnemer inloggen in de leeromgeving (tabblad “Introductie onderzoek”) en werd allereerst de pre-test afgenomen in combinatie met de vragenlijst over de achtergrondvariabelen (tabblad “Voorkennistoets”). Hierna volgde de informatieve video (tabblad “Informatieve video”).

De volgende stap was het doorlopen van de leeromgeving volgens de VVCM conditie of de OVCM conditie (tabblad “Aan de slag”). Deelnemers mochten de gemaakte aantekeningen gebruiken. In beide condities waren de deelnemers vrij om de concept map aan te vullen indien zij dit nodig achtten. De deelnemers in de OVCM conditie was gevraagd om deze aan te vullen op zeven plekken (waarvan vier concepten en drie relaties). De deelnemers was gevraagd om de concept map te bestuderen en te beoordelen of de map (on)volledig is. Waar nodig, diende deze map te worden aangevuld. De deelnemers mochten circa 20 minuten aan de opdracht werken. De opdracht was zo opgezet, dat een aantal aan te vullen concepten het antwoord bevatten uit een testvraag. De twee condities varieerden dus op bekendheid over volledigheid en het aantal aan te vullen concepten.

Daarnaast kon in de concept mapping tool het desbetreffende concept worden aangeklikt in de “infodialogue”, om zodoende meer uitleg te krijgen over dit concept. Er werd gemeten of en hoe lang elke deelnemer de ‘extra uitleg’ van een concept bekeek, om verschillen in onderdelen (en eventuele prestaties hierop) aan te tonen.

Na het afronden en eventueel compleet maken van deze concept map, maakten de deelnemers de post-test (tabblad “Toets”). Tevens vulden zij de Concept Map Usage Questionnaire in (tabblad “Toets”). Tot slot werden de deelnemers bedankt voor hun deelname aan het onderzoek (tabblad “Einde onderzoek”).

2.5 Databronnen en analyse

De Cronbach’s Alpha voor alle items op de kennistoets was $\alpha = .77$.

Voor elke vraag op de kennistoets die gebaseerd was op de informatieve video, was een maximaal aantal punten te vergeven. Er was een scoringsprotocol ontwikkeld op basis van de video. Het antwoordmodel van de kennistoets is terug te vinden in Bijlage 9. Twee extra beoordelaars waren gevraagd om de open vragen te beoordelen. De interbeoordelaarsbetrouwbaarheid voor deze open vragen is berekend en resulteerde in een Cohen’s kappa voor de verschillende vragen van tenminste $\kappa = .858$. De interbeoordelaarsbetrouwbaarheids scores zijn te vinden in Bijlage 10.

Na berekening van de Z-score, werden drie items op zowel de pre- als post-test verwijderd wegens het feit dat deze als “outlier” gemarkeerd werden. Het ging hierbij om de vragen 3, 15.1 en 20.2 met een totaal van 6 respondenten.

De scoring voor het toevoegen en aanpassen van concepten en relaties zijn in Bijlage 7 te vinden. Ook deze handelingen werden door een tweede beoordelaar nagekeken en de Cohen’s Kappa is voor de verschillende gebeurtenissen te vinden in Tabel 2.

Tabel 2
Interbeoordelaarsbetrouwbaarheid concept mapping tool

Gebeurtenis in concept mapping tool	Kappa
Toevoeging concepten	.640
Toevoeging links	.507
Aanpassing concepten	.900
Aanpassing links	.720
Verplichte aanpassing “uitkomstenruimte”	1.000
Verplichte aanpassing “continue variabele”	1.000
Verplichte aanpassing “binomiale verdeling”	.754
Verplichte aanpassing “steekproefgemiddelde”	.862
Verplichte aanpassing “met gedeeltelijke informatie”	1.000
Verplichte aanpassing “heeft een”	1.000
Verplichte aanpassing “kan geschat worden met”	1.000

3. Resultaten

3.1 A priori verschillen voor variabelen in de condities

Onder de deelnemers had reeds 95.1% een vorm van wiskunde gevolgd voordat zij begonnen aan hun studie op de universiteit.

Een variantieanalyse op de resultaten van de voormetingen liet zien dat er geen significante verschillen tussen de condities waren betreffende de variabelen leeftijd [$F(7,33) = 1.110, p = .380$], geslacht [$F(1,39) = .050, p = .824$], Duitse dan wel Nederlandse nationaliteit [$F(1,39) = .022, p = .883$], studie Communicatiewetenschappen dan wel Psychologie [$F(1,39) = .875, p = .35$] en het studiejaar waarin de deelnemer zich bevond [$F(2,38) = .928, p = .404$]. De condities waren homogeen voor deze betreffende variabelen. Ook is daarom verondersteld dat nationaliteit geen effect had op de scores; deelnemers met een andere moedertaal dan de Nederlandse waren dus goed in staat om de inhoud van de vragen te begrijpen. Tevens werd verondersteld dat leeftijd en geslacht geen effect op de scores hadden.

3.2 Kennistoets

Er is een One-way ANOVA uitgevoerd waarbij uit de resultaten was af te leiden dat er geen significante verschillen waren tussen de twee condities op de pre-test als geheel [$F(21,19) = .503, p = .935$].

Ook bij de subschalen, conceptuele en procedurele kennis, waren er geen significante verschillen te vinden tussen de condities: de prestatie ten aanzien van conceptuele kennis op de pre-test van deelnemers was niet significant hoger in één van de condities [$F(18,19) = 1.142, p = .387$] evenals de prestatie ten aanzien van de procedurele kennis [$F(7,30) = 1.084, p = .398$]. De gemiddelden (M) en standaarddeviaties (SD) van de pre- en post-test zijn weergegeven in Tabel 3. De maximum te behalen score op de kennistests is 37.

Tabel 3

Gemiddelde score en standaarddeviatie van de condities op pre- en post-test

Toets	Conditie					
	1 ($n = 21$)		2 ($n = 20$)		Totaal ($n = 41$)	
	M	SD	M	SD	M	SD
Pre-test	23.8	5.8	23.2	4.1	23.5	5.0
Pre-test conceptueel	14.7	4.4	15.6	3.2	15.1	3.8
Pre-test procedureel	8.9	2.1	8.3	1.7	8.6	2.0
Post-test	23.8	5.8	23.2	4.1	23.5	5.0
Post-test conceptueel	14.7	4.4	15.6	3.2	15.1	3.8
Post-test procedureel	8.9	2.1	8.3	1.7	8.6	2.0
Totaal	23.8	5.8	23.2	4.1		

Verder waren er geen significante verschillen tussen de twee condities [$F(21,19) = .503, p = .935$] ten aanzien van de kennis op de post-test. Dit gold ook voor de subschalen conceptuele en procedurele

kennis: zowel voor de kennis ten aanzien van redenering [$F(18,19) = 1.143, p = .387$] als voor de kennis ten aanzien van de rekenvragen [$F(7,30) = 1.084, p = .398$] werden geen significante verschillen tussen beide condities gevonden.

De leerwinst, het verschil in punten op de scores tussen de pre- en post-test, was voor beide condities niet significant. Zowel deelnemers uit conditie 1 [$t(20) = 0.0, p = 1.0, 95\% \text{ CI } [-.72 - .72]$] als conditie 2 [$t(19) = 0.0, p = 1.0, 95\% \text{ CI } [-.30 - .30]$] scoorden niet significant hoger op de post-test dan op de pre-test. De verschillen tussen de condities waren dus toegewezen aan a priori verschillen.

De items van de pre- en post-test waren gelijk en er was gemiddeld hetzelfde gescoord op alle onderdelen van de testen. Er waren ook geen significante verschillen gevonden tussen de condities ten aanzien van de totale leerwinst [$F(4,33) = .977, p = .433$], toename van conceptuele kennis [$F(2,35) = .006, p = .994$] en toename van procedurele kennis [$F(2,35) = 1.151, p = .328$].

3.3 Concept map

Onderzocht werden verder de totaalscore op de concept map en de maten die informatie gaven over de totale activiteit in de concept mapping tool, de doorgebrachte tijd in de concept mapping tool en het al dan niet aanklikken van de “infodialogues”. De resultaten hiervan zijn terug te vinden in Tabel 4. Gemiddeld hadden de deelnemers 670 seconden in de concept mapping tool gewerkt, waarbij de doorgebrachte tijd onder de 670 als “kort” en boven de 670 als “lang” werd gecodeerd.

De resultaten lieten zien dat deelnemers in de VVCM conditie significant betere concept maps hebben gecreëerd wanneer het ging om de kwaliteit, in vergelijking met deelnemers uit de OVCM conditie [$F(14,25) = 3.304, p = .004$].

Tabel 4
Scores en standaarddeviatie van condities op onderdelen uit de concept map

Concept map scores	Conditie					
	VVCM (<i>n</i> = 21)		OVCM (<i>n</i> = 19)		Totaal	
	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>
Totaalscore map	1.5	3.8	-.7	6.2	.5	5.1
Totale activiteit	12.6	26.4	13.2	9.6	12.9	20.0
Doorgebrachte tijd in concept mapping tool	663.7	556.5	678.2	398.1	670.6	3.8
Kort	14.0		11.0		25.0	
Lang	7.0		8.0		15.0	
Aanklikken van “infodialogues”	.6	.5	.8	.4	.7	.5

Uit een MANOVA bleek dat er geen significante verschillen waren tussen de condities [$\Lambda = .921$, $F(5,34) = .581$, $p = .714$]. Daarnaast waren er geen significante verschillen te zien voor de totale tijd dat de deelnemer gewerkt heeft in de concept mapping tool ($p = .926$), voor het al dan niet aanklikken van de “infodialogues” ($p = .251$) en de aantallen “infodialogues” die zijn aangeklikt ($p = .156$). Ook de totale activiteit in de concept mapping tool ($p = .934$) en het lang of kort doorbrengen in de concept mapping tool ($p = .579$) bleken niet te verschillen tussen deelnemers die in de VVCM of in de OVCM conditie zaten.

Uit de Concept Map Usage Questionnaire werd duidelijk dat de studenten de concept map opgave relatief belastend vonden. De beschrijvende statistieken voor deze vragenlijst zijn te vinden in Tabel 5, waarbij de antwoorden op de vragen op 5-punts Likert schalen werden gegeven.

Tabel 5
Resultaten op de Concept Map Usage Questionnaire

Stelling	M	SD
Ik begrijp wat een concept map is	4.32	.82
Ik heb al eens eerder met concept maps gewerkt, in andere lessen/vakken	2.80	1.44
Het inzetten van de concept map is bruikbaar bij het leren van het statistiek materiaal	3.05	1.18
De concept map opgave was belastend voor mij	3.51	.98
Extra uitleg over de concept map tijdens colleges zou bruikbaar zijn voor het leren van de statistiek onderdelen	3.22	1.31
Tijdens het leren van statistiek, zal ik (meer) gebruik gaan maken van concept map-technieken	2.44	1.21
Ik zal (ook) voor andere vakken concept maps gaan inzetten	3.00	1.47

3.4 Prestaties en kwaliteit concept map

Een correlatieve analyse is uitgevoerd om inzicht te krijgen in de verbanden tussen de prestaties van de deelnemers in de concept mapping tool en de kwaliteit van de concept map.

Uit de resultaten kwam naar voren dat er een significant verband ($r = .645$, $p = .000$) was tussen de totale activiteit die een deelnemer vertoonde in de concept mapping tool en de totaalscore van de deelnemer op de eindversie van de concept map. Dit gold zowel voor de VVCM conditie ($r = .893$, $p = .000$) als voor de OVCM conditie ($r = .712$, $p = .001$).

Ook toonden de resultaten aan dat er overall significante correlaties bestonden tussen het aantal juist toegevoegde concepten ($r = .671$, $p = .000$) en het aantal juist toegevoegde links ($r = .739$, $p = .000$) met de totaalscore op de concept map. Het aantal door deelnemers toegevoegde foutieve concepten ($r = .186$, $p = .250$) en foutieve links ($r = .671$, $p = .564$) bleken echter niet te correleren met de totaalscore op de concept map. Voor de VVCM conditie werd de overall bevinding bevestigd dat het aantal juist toegevoegde concepten ($r = .944$, $p = .000$) en het aantal juist toegevoegde links ($r = .942$, $p = .000$) significant correleerde met de totaalscore op de concept map. Daarnaast bleken het aantal foutief toegevoegde concepten ($r = .204$, $p = .364$) en het aantal foutief toegevoegde links ($r = .209$, $p = .364$) in de VVCM conditie, in lijn met de bevindingen van beide condities samen, niet

significant samen te hangen met de totaalscore op de concept map. Binnen de OVCM conditie echter bleken het aantal juist toegevoegde concepten ($r = .336, p = .160$), evenals het aantal foutief toegevoegde links ($r = .027, p = .913$) niet significant geassocieerd te zijn met de totaalscore op de concept map. Het aantal juist toegevoegde links daarentegen bleek in de OVCM conditie wel significant gecorreleerd met de totaalscore op de concept map ($r = .746, p = .000$). In de OVCM conditie werden door de deelnemers geen foutieve concepten toegevoegd, waardoor ook geen correlatie kon worden berekend.

3.5 Regressie analyse

Het regressiemodel met de totaalscore van de concept map als afhankelijke variabele en de totale activiteit als onafhankelijke variabele was significant [$F(1,38) = 27.034, p = .000$].

Het al dan niet raadplegen van de “infodialogues” bleek echter geen significante voorspeller te zijn voor een hogere score op de definitieve concept map [$F(1,38) = 1.358, p = .251$].

De hoeveelheid tijd die was doorgebracht in de concept mapping tool bleek daarentegen wel een significante voorspeller te zijn voor de prestaties op de definitieve versie van de concept map [$F(1,38) = 9.986, p = .003$]. Tevens was de conditie [$F(1,38) = 8.908, p = .005$], het aantal juist toegevoegde concepten [$F(1,38) = 31.054, p = .000$] en het aantal juist toegevoegde links [$F(1,38) = 45.693, p = .000$] een significante voorspeller voor de totaalscore van de definitieve concept map.

Tot slot werd een ANOVA test uitgevoerd op de totaalscore voor de open vragen. Hierbij werd een significant verschil gevonden voor geslacht [$F(1,1) = 269.898, p = .039$], ten gunste van het mannelijke geslacht. Met andere woorden, de resultaten wijzen erop dat de mannelijke deelnemers de open vragen significant beter ($M = 1.92, SD = 1.32$) maakten dan de vrouwelijke deelnemers ($M = 1.25, SD = 1.14$).

4. Conclusie en discussie

De hoofdvraag in het huidige onderzoek was: *“Wat is het effect van het type voorstructurering van concept maps op de leerprestaties bij het bevorderen van conceptuele kennis of procedurele vaardigheden bij studenten?”* Om dit effect te kunnen vaststellen werden twee versies van een concept mapping tool ontwikkeld; een volledig voorgestructureerde versie (VVCN) en een onvolledig voorgestructureerde versie (OVCM). De studenten in de OVCM conditie werkten met een expert map die op aangegeven plekken diende te worden aangevuld. De VVCN conditie bevatte deze aan te vullen plekken niet expliciet. In beide condities konden de studenten de map nog verder aanvullen, indien zij dit nodig achtten. De leerprestaties werden vervolgens beoordeeld aan de hand van de kwaliteit van de concept map en de kennistoename in het domein kansrekenen, voor zowel de conceptuele kennis als procedurele vaardigheden van de deelnemers. Naast de hoofdvraag werden verder zeven hypothesen opgesteld, waarvan er voor twee bewijs werd gevonden. Hieronder worden de belangrijkste resultaten van het onderhavige onderzoek samengevat en bediscussieerd.

Uit de resultaten is gebleken dat de deelnemers in beide condities vrijwel dezelfde antwoorden op de pre- als post-test hebben gegeven. Dit wijst erop dat er geen sprake was van een substantiële leerwinst, noch in de VVCN conditie, noch in de OVCM conditie. Hierdoor zijn vijf hypothesen niet van toepassing, namelijk 1, 2, 3, 5 en 6, aangezien deze hypothesen allen uitgingen van een significante leerwinst in de vorm van een verschil op de pre- en post-test. Voor hypothese 4 (“Bij hogere actieve verwerking van de student in de concept mapping tool is een kwalitatief betere definitieve concept map het resultaat”) en hypothese 7 (“Minstens één variabele draagt bij aan een goede voorspelling voor de prestaties op de concept map”) zijn wel bewijzen gevonden die hieronder nader worden toegelicht.

Gevonden werd dat studenten een kwalitatief betere concept map maakten wanneer zij meer activiteit in de concept mapping tool vertoonden en hier meer tijd aan besteedden (hypothese 4). In het huidige onderzoek hield activiteit in dat studenten een aantal concepten en relaties tussen concepten aanmaakten of juist weer verwijderden. Studenten waren in die gevallen duidelijk actief bezig met het aanpassen en verbeteren van de concept map. Bij het bepalen van de activiteit is niet meegenomen of het om goede toevoegingen ging en of deze toevoegingen in de definitieve versie nog aanwezig waren, maar werd alleen het aantal toevoegingen en verwijderingen geteld. Een activiteit kon daarmee dus ook een negatief effect op de kwaliteit hebben. Over het geheel genomen was er echter wel een positieve samenhang tussen de mate van zowel de activiteit als ook tijd die een student spendeerde aan de concept map en de uiteindelijke kwaliteit van de eindversie. Dit komt overeen met het “quantity breeds quality” principe: meer oefening en meer activiteit resulteren gemiddeld genomen in producten van een hogere kwaliteit (Rietzschel, Nijstad & Stroebe, 2007). De kwaliteit van het verwerken van de nieuw verkregen kennis is echter niet eenduidig aan te tonen: de logfiles konden wel bestudeerd worden zodat duidelijk werd welke stappen een deelnemer had gezet om tot de definitieve concept map te komen, maar daaruit kon niet opgemaakt worden of zij elk onderwerp

goed hebben kunnen verwerken en of zij wellicht deze onderwerpen reeds beheersten. Daarnaast bleek dat sommige studenten enkele onderdelen van de leeromgeving wel hadden doorlopen, echter in een minimale tijd. Dit suggereert dat zij niet alles actief hebben kunnen verwerken, gezien de soms zeer beperkte totale doorlooptijd. Ter illustratie, sommige studenten spendeerden minder dan twee minuten aan de concept mapping tool met de bijbehorende leeronderwerpen.

Ook voor hypothese 7, “Minstens één variabele draagt bij aan een goede voorspelling voor de prestaties op de concept map”, is bewijs gevonden. Uit de resultaten kwam namelijk een viertal significante voorspellers voor de totaalscore van de definitieve versie van de concept map naar voren. Deze vier voorspellers waren: 1) de totale activiteit die is vertoond, 2) de totale tijd die is doorgebracht in de concept mapping tool, 3) het aantal juist toegevoegde concepten en 4) het aantal juist toegevoegde links in de concept mapping tool.

In het huidige onderzoek waren de concept mapping tools dusdanig ontworpen dat de cognitieve belasting van de deelnemers zo laag mogelijk bleef. Door bijvoorbeeld gebruik te maken al grotendeels ingevulde expert skeleton maps, hoefden de deelnemers niet een concept map volledig zelf, van scratch af aan, te construeren. Ondanks deze tools, bleek uit de Concept Map Usage Questionnaire dat de deelnemers de concept mapping opgave toch als belastend hebben ervaren. Ook werd duidelijk dat zij niet onverdeeld positief zijn over de techniek concept mapping op zich.

Geconcludeerd kan worden dat het actief bezig zijn met de concept mapping tool heeft geresulteerd in een kwalitatief beter eindproduct van de concept map, echter niet in een verbetering van de leerwinst van de deelnemers. Het is mogelijk dat de deelnemers geen nieuwe kennis hebben opgedaan bij het bekijken van de informatieve video en het bewerken van de concept map, waardoor er geen leerwinst is opgetreden. Ook blijkt in de literatuur de “transfer” van concept map naar kennisvragen niet één op één te zijn (Cañas, Hill & Lott, 2003). Mogelijk hebben studenten in het huidige onderzoek de vertaalslag van concept map naar antwoord op kennisvragen niet kunnen maken. Zij hebben wellicht meer tijd nodig om te reflecteren op de concepten en verbanden die ze hebben waargenomen. Een combinatie van voorgenoemde verklaringen kan ook van toepassing zijn geweest: deelnemers hebben mogelijk de nieuwe kennis niet kunnen toepassen en hebben daarom gemakshalve hetzelfde antwoord gegeven als dat zij op de pre-test hebben gedaan.

Gedurende het onderzoek was het daarnaast moeilijk om te meten hoe conceptuele kennis en procedurele vaardigheden, die eventueel werden opgedaan tijdens het werken met de concept mapping tool worden overgedragen naar expliciete kennistoename in het statistiek domein. In het huidige onderzoek werd onderscheid gemaakt tussen reken- en redeneervragen, echter zijn er geen specifieke richtlijnen voor het voldoen aan deze twee typen kennis. Het is interessant om hier meer over te weten in de toekomst. Conceptuele kennis en procedurele vaardigheden kunnen maar moeilijk strikt worden gescheiden: voor het oplossen van een probleem zijn beide vaak nodig. Vragen als welke normen er gebruikt kunnen worden voor het meten hiervan kunnen mogelijk wel beantwoord worden, bijvoorbeeld door het aanbieden van verschillende vormen van concept maps en het

achterhalen of bepaalde vormen meer bijdragen aan de ontwikkeling van een type kennis. Toekomstig onderzoek zou hier mogelijk door het toepassen van een kwalitatieve scoring en door meer inhoudelijke feedback te geven aan de deelnemers meer zicht op kunnen geven. De interventie die in het onderzoek werd toegepast lijkt te kort geweest om misconcepties en foutieve ideeën bij de deelnemers effectief aan te kunnen pakken.

De intentie van het huidige onderzoek was, onder andere, om de studenten twee versies van concept mapping te bieden en te onderzoeken welke als prettigst wordt ervaren om mee te werken. Bij beide versies ervoeren de deelnemers echter een relatief hoge belasting. Deze relatief hoge ervaren belasting is mogelijk te verklaren door het feit dat de deelnemers slechts incidenteel eerder met concept maps hebben gewerkt, wat een beperking kan zijn geweest voor het betekenisvol leren. “Process loss”, waaronder processen die leiden tot een prestatie die onder de verwachting valt wordt verstaan, kan een verklaring bieden voor deze bevinding (Kirkman, Shapiro, Lu & McGurrin, 2016). Studenten ervoeren namelijk mogelijk al een belasting door het werken met de concept mapping tool en het concept mappen zelf, met als gevolg dat zij minder bezig zijn geweest met de inhoud. De daarnaast benodigde vertaalslag naar het exacte domein kan de belasting nog verder hebben verhoogd. Het zou om deze reden voor vervolgonderzoek interessant kunnen zijn om studenten eerst gedurende langere tijd met de concept mapping tool te laten oefenen en vervolgens het effect op de inhoudelijke kwaliteit van de concept map en de kennisontwikkeling vast te stellen.

De concept mapping tool wordt in algemene zin ingezet om inzicht in intergerelateerdheid van de eerder verkregen “piecewise knowledge” te bevorderen (Parkes, Zimmaro, Zappe & Suen, 2000; Tseng, Chang, Lou & Hsu, 2013). Het is mogelijk voorgekomen dat de bestaande concept map door middel van gokken op de juiste manier is gecompleteerd en wellicht hebben studenten slechts hun “piecewise knowledge” geraadpleegd. Zo hebben zij wellicht, zonder het verkrijgen van kennis omtrent de onderlinge verbondenheid, de concept map opdracht voltooid. Een voorbeeld is één van de deelnemers uit de VVCM conditie die een goede score (+7) op de definitieve concept map behaalde, echter zich bijna uitsluitend had gericht op het toevoegen van juiste concepten en links omtrent het onderwerp “standaarddeviatie” ter uitbreiding op het bestaande concept met conceptuele kennis over de “normale verdeling”. Hierdoor heeft deze deelnemer zich niet gericht op de intergerelateerdheid en bijbehorende procedurele vaardigheden. Deze deelnemer had desondanks met een hoge score op de definitieve versie van de concept map de taak kunnen doorlopen door het raadplegen van zijn “piecewise knowledge”.

Het is verder goed mogelijk dat in het huidige onderzoek de structuur van de concept maps conflicteerde met het interne mentale model van de deelnemers en dat de expert skeleton map uitnodigde tot aanvullen en gokken. In dat geval zouden de deelnemers hun kennis beperkt hebben tot het eigen mentale model waardoor nieuwe begrippen en ideeën onvoldoende aan elkaar gerelateerd werden. Daarom is het interessant om in toekomstig onderzoek te achterhalen in welke mate het

interne mentale model van de deelnemers een rol speelt als hen verschillend opgebouwde concept maps worden voorgelegd.

Een beperking van het huidige onderzoek is dat er geen meetmoment heeft plaatsgevonden na de informatieve video, waardoor het mogelijk is dat de informatieve video bij sommigen reeds voldoende informatie en ondersteuning heeft gegeven voor het voltooien van de kennistoets. Het is onbekend hoe deelnemers een kennistoets over het onderwerp kansrekenen zouden hebben gemaakt na het bekijken van de video, maar voordat zij de concept mapping tool doorliepen. Een aanbeveling is om een tussentoets op te nemen in vervolgonderzoek, zodat effecten kunnen worden toegeschreven aan de juiste ondersteuning. Een andere aanbeveling is om in plaats van parallelle tests (pre- en posttest), verschillende tests te gebruiken die wel hetzelfde beogen te meten om ervoor te zorgen dat de leerwinst mogelijk beter meetbaar is. Studenten kunnen zich dan niet, tijdens het maken van de post-test, de gegeven antwoorden van de pre-test herinneren en nogmaals invullen.

Hoewel de ontwikkeling van de, in het huidige onderzoek gebruikte, concept mapping tool buiten de strekking van dit onderzoek lag, is het interessant om concept mapping principes met het opdoen van kennis samen te brengen. Tijdens het onderzoek viel bijvoorbeeld op dat een aantal, in de concept mapping tool beschikbaar gestelde onderdelen, door de deelnemers niet gebruikt zijn. Wellicht heeft dit geleid tot onnodige onoverzichtelijkheid, gezien deze ongebruikte onderdelen wel aan de deelnemers uitgelegd werden. Een voorbeeld hiervan is de weergave van de “infodialogues”, welke door relatief weinig deelnemers zijn geraadpleegd, maar wel zijn opgenomen in de digitale leeromgeving.

Een opvallende bevinding was dat mannen de open vragen in het huidige onderzoek significant beter maakten dan vrouwen. Hoewel deze bevinding buiten de scope van het huidige onderzoek viel, kan dit voor toekomstig onderzoek interessant zijn. Een aantal onderzoeken wezen namelijk reeds eerder op verschillen in leerstijl tussen mannen en vrouwen die mogelijk verklaard kunnen worden uit verschillen in motivatie, interesse en waargenomen eigen competentie (Su, Rounds & Armstrong, 2009; Else-Quest, Hyde & Linn, 2010; Williams & Williams, 2010).

Terugkomend op de hoofdvraag van het huidige onderzoek, mag geconcludeerd worden dat de ontworpen “scaffold” lijkt te hebben bijgedragen tot een betere kwaliteit van de definitieve concept map in de concept mapping tool. Dit is terug te zien in het feit dat er voor hypothese 4 bewijs is gevonden: een kwalitatief betere concept map ging gepaard met het vertonen van meer activiteit en het spenderen van meer tijd in de concept mapping tool. Er is echter geen leerwinst gevonden, wat het uiteindelijke doel is van het gebruik van een concept mapping tool. De “scaffold” heeft daarnaast ook niet geleid tot een beoogde verlaging van de “cognitive load” en nodigde wellicht uit tot gokken. Met de resultaten uit het huidige onderzoek kan daarom niet gesteld worden dat concept mapping, in de vorm zoals in het huidige onderzoek werd toegepast, een positieve bijdrage heeft geleverd aan het leren van kansrekenen. De deelnemers waren ook niet onverdeeld positief over de techniek concept mapping.

Referenties

- Afamasaga-Fuata'i, K. (2009). *Concept mapping in mathematics*. Springer.
- Austin, L. B., & Shore, B. M. (1995). Using concept mapping for assessment in physics. *Physics Education*, 30(1), 41.
- Biggs, J., & Tang, C. (2007). Teaching for quality learning at university. Society for research into higher education.
- Bransford, J. D., Brown, A. L., & Cocking, R. R. (1999). *How people learn: Brain, mind, experience, and school*. National Academy Press.
- Cañas, A. J., Hill, G., & Lott, J. (2003). Support for constructing knowledge models in CmapTools. Pensacola, FL: Institute for Human and Machine Cognition.
- Cañas, A. J., Novak, J. D., & Reiska, P. (2015). How good is my concept map? Am I a good Cmapper? *Knowledge Management & E-Learning: An International Journal (KM&EL)*, 7(1), 6-19.
- Castro-Sotos, A. E., Vanhoof, S., Van den Noortgate, W., & Onghena, P. (2007). Students' misconceptions of statistical inference: A review of the empirical evidence from research on statistics education. *Educational Research Review*, 2(2), 98-113.
- Chang, S.L., & Chang, Y. (2008). Using online concept mapping with peer learning to enhance concept application. *The Quarterly Review of Distance Education*, 9, 17–27.
- Chang, M.J., Sharkness, J., Newman, C., & Hurtado, S. (2010). What matters in college for retaining aspiring scientists and engineers. Paper presented at the annual meeting of the American Educational Research Association, Denver, CO.
- Cobb, P., Stephan, M., McClain, K., & Gravemeijer, K. (2010). Participating in classroom mathematical practices. *A journey in mathematics education research*. Springer Netherlands. 117-163
- Coffey, J. W., Cañas, A. J., Hill, G., Carff, R., Reichherzer, T., & Suri, N. (2003). Knowledge modeling and the creation of El-Tech: a performance support and training system for electronic technicians. *Expert Systems with Applications*, 25(4), 483-492.

- Coffey, J. W., & Cañas, A. J. (2003). LEO: A Learning Environment Organizer to Support Computer Mediated Instruction. *Journal for Educational Technology*, 31(3), 275-290.
- Day, J. (2008). Investigating learning with web lectures. *Georgia Institute of Technology*
- De Jong, T., & Ferguson-Hessler, M. G. M. (1986). Cognitive structures of good and poor novice problem solvers in physics. *Journal of Educational Psychology*, 78, 279-288.
- De Jong, T., & Ferguson-Hessler, M. G. (1996). Types and qualities of knowledge. *Educational psychologist*, 31(2), 105-113.
- Doyle, J. K., & Ford, D. N. (1999). Mental models concepts revisited: some clarifications and a reply to Lane. *System Dynamics Review*, 15(4), 411.
- Else-Quest, N. M., Hyde, J. S., & Linn, M. C. (2010). Cross-national patterns of gender differences in mathematics: A meta-analysis. *Psychological Bulletin*, 136(1), 103-127.
- Freudenthal, H. (1973). The Number Concept - Objective Accesses. *Mathematics as an Educational Task*, Springer Netherlands, 170-241.
- Garet, M. S., Porter, A. C., DeSimone, L., Birman, B. F., & Yoon, K. S. (2001). What makes professional development effective? Results from a national sample of teachers. *American educational research journal*, 38(4), 915-945.
- Gentner, D., & Stevens, A. L. (2014). *Mental models*. Psychology Press.
- Harradine, A., Batanero, C., & Rossman, A. (2011). Students and teachers' knowledge of sampling and inference. *Teaching Statistics in School Mathematics-Challenges for Teaching and Teacher Education*. Springer Netherlands, 235-246.
- Haugwitz, M., Nesbit, J. C., & Sandmann, A. (2010). Cognitive ability and the instructional efficacy of collaborative concept mapping. *Learning and individual differences*, 20(5), 536-543.
- Hay, D., Kinchin, I., & Lygo-Baker, S. (2008). Making learning visible: the role of concept mapping in higher education. *Studies in higher education*, 33(3), 295-311.

- Hilbert, T. S., & Renkl, A. (2008). Concept mapping as a follow-up strategy to learning from texts: what characterizes good and poor mappers? *Instructional Science*, 36(1), 53-73.
- Hilbert, T. S., & Renkl, A. (2009). Learning how to use a computer-based concept-mapping tool: Self-explaining examples helps. *Computers in Human Behavior*, 25(2), 267-274.
- Jegede, O. J., Alaiyemola, F. F., & Okebukola, P. A. (1990). The effect of concept mapping on students' anxiety and achievement in biology. *Journal of research in science teaching*, 27(10), 951-960.
- Johnson-Laird, P. N. (1983). *Mental models: Towards a cognitive science of language, inference, and consciousness*, 6. Harvard University Press.
- Jonassen, D. H., Beissner, K., & Yacci, M. (1993). *Structural knowledge: Techniques for representing, conveying, and acquiring structural knowledge*. Psychology Press.
- Jonassen, D. H. (2000). *Computers as mindtools for schools: Engaging critical thinking*. Prentice Hall.
- Kinchin, I. M. (2000). Concept mapping in biology. *Journal of Biological Education*, 34(2), 61-68.
- Kinchin, I. M., Hay, D. B., & Adams, A. (2000). How a qualitative approach to concept map analysis can be used to aid learning by illustrating patterns of conceptual development. *Educational research*, 42(1), 43-57.
- Kinchin, I. M. (2001). If concept mapping is so helpful to learning biology, why aren't we all doing it? *International Journal of Science Education*, 23(12), 1257-1269.
- Kirkman, B. L., Shapiro, D. L., Lu, S., & McGurrin, D. P. (2016). Culture and teams. *Current Opinion in Psychology*, 8, 137-142.
- Kwon, S. Y., & Cifuentes, L. (2009). The comparative effect of individually-constructed vs. collaboratively-constructed computer-based concept maps. *Computers & Education*, 52(2), 365-375.

- Liu, S. H., & Lee, G. G. (2013). Using a concept map knowledge management system to enhance the learning of biology. *Computers & Education*, 68, 105-116.
- Liu, Y., & Thompson, P. W. (2009). Mathematics teachers' understandings of proto hypothesis testing. *Pedagogies*, 4(2), 126-138.
- Marée, A.J. (2013). Scripted collaborative enriched skeleton concept mapping to foster meaningful learning. Eindhoven: Technische Universiteit Eindhoven.
- Marée, T. J., van Bruggen, J. M., & Jochems, W. M. (2013). Effective self-regulated science learning through multimedia-enriched skeleton concept maps. *Research in Science & Technological Education*, 31(1), 16-30.
- Mayer, R. E., Lewis, A. B., & Hegarty, M. (1992). Mathematical misunderstandings: Qualitative reasoning about quantitative problems. *Advances in psychology*, 91, 137-153.
- Moore, D. S., & McCabe, G. P. (2006^a). Statistiek in de praktijk. Opgavenboek. Vijfde druk. *Schoonhoven: Academic Service*
- Moore, D. S., & McCabe, G. P. (2006^b). Statistiek in de praktijk. Theorieboek. Vijfde druk. *Schoonhoven: Academic Service*
- Novak, J. D., & Gowin, D. B. (1984). *Learning how to learn*. Cambridge University Press.
- Novak, J. D. (1998). *Learning, creating, and using knowledge*. Mahwah, NJ: Erlbaum.
- Novak, J. D. (2002). Meaningful learning: The essential factor for conceptual change in limited or inappropriate propositional hierarchies leading to empowerment of learners. *Science education*, 86(4), 548-571.
- Novak, J. D., & Cañas, A. J. (2008). The theory underlying concept maps and how to construct and use them.
- Olds, L. E. (1992). Metaphors of interrelatedness: Toward a systems theory of psychology.

- Paas, F. (1992). Training strategies for attaining transfer of problem-solving skill in statistics: A cognitive load approach. *Journal of Educational Psychology*, 84, 429-434.
- Pankratius, W. J. (1990). Building an organized knowledge base: Concept mapping and achievement in secondary school physics. *Journal of research in science teaching*, 27(4), 315-333.
- Parker, S.K. (1998). Enhancing Role Breadth Self-Efficacy: The Roles of Job Enrichment and Other Organizational Interventions. *Journal of Applied Psychology*, 83, 835-52.
- Parkes, J., Zimmaro, D. M., Zappe, S. M., & Suen, H. K. (2000). Reducing task-related variance in performance assessment using concept maps. *Educational Research and Evaluation*, 6(4), 357-378.
- Quinn, H. J., Mintzes, J. J., & Laws, R. A. (2003). Successive concept mapping. *Journal of College Science Teaching*, 33(3), 12-16.
- Rietzschel, E. F., Nijstad, B. A., & Stroebe, W. (2007). Relative accessibility of domain knowledge and creativity: The effects of knowledge activation on the quantity and originality of generated ideas. *Journal of Experimental Social Psychology*, 43(6), 933-946.
- Rittle-Johnson, B., & Alibali, M. W. (1999). Conceptual and procedural knowledge of mathematics: Does one lead to the other? *Journal of educational psychology*, 91(1), 175-189.
- Roth, W. M., & Roychoudhury, A. (1992). The social construction of scientific concepts or the concept map as conscription device and tool for social thinking in high school science. *Science education*, 76(5), 531-57.
- Santhanam, E., Leach, C., & Dawson, C. (1998). Concept mapping: How should it be introduced, and is there evidence for long term benefit? *Higher Education*, 35(3), 317-328.
- Schmidt, H.G., & Boshuizen, H.P. (1993). On acquiring expertise in medicine. Special issue: European educational psychology. *Educational Psychology Review*, 5(3), 205-221.

- Schwendimann, B. A. (2011). Mapping biological ideas: Concept maps as knowledge integration tools for evolution education. Dissertation.
- Su, R., Rounds, J., & Armstrong, P. I. (2009). Men and things, women and people: A meta analysis of sex differences in interests. *Psychological Bulletin*, 135(6), 859–884.
- Tseng, K. H., Chang, C. C., Lou, S. J., & Hsu, P. S. (2013). Using creative problem solving to promote students' performance of concept mapping. *International Journal of Technology and Design Education*, 23(4), 1093-1109. doi: 10.1007/s10798-012-9230-8
- Van Boxtel, C., Van Dehsu, J., Roelofs, E., & Erkens, G. (2002). Collaborative concept mapping: Provoking and supporting meaningful discourse. *Theory into practice*, 41(1), 40-46.
- Van de Craats, I., & Van Hout, R. (2010). Dummy auxiliaries in the second language acquisition of Moroccan learners of Dutch: Form and function. *Second Language Research*, 26(4), 473-500.
- Van Merriënboer, J. J. (1990). Strategies for programming instruction in high school: Program completion vs. program generation. *Journal of educational computing research*, 6(3), 265-285.
- Williams, T., & Williams, K. (2010). Self-efficacy and performance in mathematics: reciprocal determinism in 33 nations. *Journal of Educational Psychology*, 102(2), 453–466.

Bijlage 1

Gesproken tekst informatieve video

Hoi!

Ik ben Sandra en ik ga met jou een aantal belangrijke concepten uit de statistiek doornemen, specifiek toegespitst op het kansrekenen.

Kansrekenen gaat vooral over het nemen van beslissingen. Bijvoorbeeld: de kans is 0.41 dat het morgen regent. Laten we dan de geplande barbecue doorgaan of niet?

Of stel dat de kans 0.01 is dat ik de loterij win. Koop ik dan een lot of niet?

Bij onderzoeken of er een verband is tussen het één en het ander wordt er vaak gebruik gemaakt van kansrekenen. Dit is om te kijken of er sprake is van toeval of niet.

Ook verzekeringen maken gebruik van kansberekening. Wat is bijvoorbeeld de kans dat jouw huis afbrandt of dat je een been breekt? Door die risico's te onderzoeken kan de hoogte van een verzekering bepaald worden. Ook bij het weer wordt gebruik gemaakt van kansberekening. Zo is kansberekening toepasbaar in vele andere gebieden, bijvoorbeeld bij het nemen van medische beslissingen: wat is de kans dat een operatie mislukt? Durven de artsen dit aan?

Eén van de regels die bij de kansberekening hoort is dat kans een getal is tussen 0 en 1, bijvoorbeeld 0.2 of 0.45. Een kans van 1.23 bestaat dus niet. Je kan wel een kans in procenten uitdrukken, bijvoorbeeld een kans van 8% of 62%, maar dan moet het percentage tussen 0 en 100 liggen. Een tweede regel is dat de som van alle uitkomsten 1 moet zijn. Als er bijvoorbeeld 3 mogelijke uitkomsten zijn voor de weersvoorspelling, zoals: het is strakblauw, het is bewolkt of het regent, dan zijn de bijbehorende kansen bijvoorbeeld 0.2, 0.7 en 0.3, en dat is bij elkaar opgeteld 1.

Het woord 'kans' komt veelvuldig voor in het taalgebruik, maar de betekenis die aan dit woord wordt toegekend is niet altijd hetzelfde. Zo zal men zeggen 'deze wielrenner maakt kans op de eindoverwinning', terwijl men dan doorgaans bedoelt dat hij een grote kans heeft op dat resultaat. De Bilt voorspelt 'kans' op regen, maar in de praktijk bedoelen ze daarmee dat die kans groter dan nul is. En 'met een HBO-diploma heb je kansen op de arbeidsmarkt' bedoelt men dat zo'n diploma een goede uitgangspositie is voor een gekwalificeerde baan.

Veel verschijnselen die we waarnemen, vertonen een gedrag waarbij onzekerheid een bepaalde rol speelt. Zo is het resultaat van een verkiezing van het parlement nooit precies vooraf te voorspellen: er bestaat echter wel vooraf een idee over de mogelijke resultaten.

Er bestaan verschillende soorten steekproeven. Een steekproef is een hele grote verzameling gegevens. Je hebt bijvoorbeeld een heleboel mensen waarvan je iets wilt weten, maar het is bijna onhaalbaar om al die mensen datgene wat je graag wilt weten, te vragen. Daarom neem je een steekproef. Dat betekent dat je het maar een gedeelte van de mensen vraagt, in de hoop informatie te krijgen over een grotere groep mensen. Dus als je iets over heel Nederland wilt weten, dan ga je het niet aan heel Nederland vragen, maar vraag je het aan bijvoorbeeld 1.000 inwoners, in de hoop dat zij ongeveer representatief zijn voor de rest van Nederland.

Dat is het eerste waar ik het over wil hebben. Namelijk: wanneer is een steekproef representatief?

Je kunt je voorstellen dat wanneer je maar aan drie mensen in Nederland vraagt: "Wat is je inkomen?" Dan kunnen het natuurlijk toevallig drie mensen zijn die heel rijk zijn, of heel arm. Als ik het aan

1.000 mensen vraag, dan is de kans veel groter dat er mensen tussen zitten met verschillende inkomens, dus dan zou het veel betrouwbaarder zijn.

Waar je dus op moet letten, is dat je steekproef groot is. Hoe groter, hoe betrouwbaarder, hoe representatiever het is.

Verder is een steekproef aselekt, dat betekent dat je het random hebt gekozen.

Als je een uitspraak wilt doen over heel Nederland, zeg je dus niet: 3 mensen uit Enschede, dan ben je selectief.

Dit is toepasbaar op allerlei soorten gegevens, het hoeven niet per se mensen te zijn.

Er zijn verschillende soorten steekproeven. Ik begin met de gelote steekproef. Bij een gelote steekproef worden er toevalsgetallen gegenereerd door bijvoorbeeld de computer, zodat elk element dezelfde kans heeft om in de steekproef te komen.

Een ander type steekproef is de systematische steekproef. Stel, ik wil een steekproef van 20 uit 240 personen. Dus ik heb 240 personen, maar ik wil maar bij 20 personen een vragenlijst afnemen. Dan kun je 1 toevalsgetal genereren, bijvoorbeeld: 101 – dit getal genereert de computer, en vanuit daar ga je gelijke stapjes omhoog en omlaag. De grootte van de stapjes bepaal je door het aantal personen door de steekproef te delen, dus $240 / 20$.

Het idee ziet er als volgt uit:

$5 \leftarrow 17 \leftarrow 29 \leftarrow 41 \leftarrow 53 \leftarrow 65 \leftarrow 77 \leftarrow 89 \leftarrow \underline{101} \rightarrow 113 \rightarrow 125 \rightarrow 137 \rightarrow 149 \rightarrow 161 \rightarrow 173 \rightarrow 185 \rightarrow 197 \rightarrow 209 \rightarrow 221 \rightarrow 233$

Dat zijn precies 20 getallen.

Dan heb je nog een derde variant, de gelaagde steekproef. Dan zijn er duidelijk te onderscheiden groepen. Die komen in de steekproef in dezelfde verhouding voor als in de gehele populatie. Het aantal uit elke groep bepaal je door het deel uit het totaal maal de grootte van de steekproef te doen. ([deel / totaal] x steekproef)

Bijvoorbeeld:

Soort vervoer naar school	Frequentie
Lopen	40
Tram	115
Fiets	30
Bus	102
Trein	20

Je weet dus van alle leerlingen hoe het vervoer naar school gaat: er gaan er 40 lopen, 115 met de tram, 30 met de fiets, 102 met de bus en 20 met de trein.

Dan wil ik een steekproef maken van de leerlingen, bijvoorbeeld: ik wil ze een vraag stellen. Die vraag is dan niet: met welk vervoer ga jij naar school?

Ik wil een andere vraag stellen, die ik in eenzelfde verhouding wil als in de gehele populatie.

In totaal zijn er 307 leerlingen en ik wil nu bijv. een steekproef van 50 leerlingen. Dan kan ik die groepen als volgt laten vertegenwoordigen: ik doe deel/geheel, dus $40/307$ maal 50. Dan kom ik op 6,5 leerlingen uit. Dat rond je af = 7. Etc.

Wanneer je waarde wil hangen aan gebeurtenissen, moet je eerst kijken met welke situatie je te maken hebt. Het kan een 'wel of niet' situatie zijn, of een situatie met meerdere mogelijkheden.

Wat ik daarmee bedoel wordt duidelijk aan de hand van het volgende voorbeeld.

Bij een ‘wel of niet’ situatie wordt de verwachtingswaarde: kans maal aantal. Bijvoorbeeld: de kans op een voldoende is 72%. Hoeveel voldoende verwacht je na 18 toetsen?

Dan verwacht je dus dat van die 18 toetsen ongeveer 72% voldoende is, dus 0.72 maal 18. Van die 18 toetsen zullen er dus iets minder dan 13 voldoende zijn.

Bij meerdere mogelijkheden, dus meer dan twee mogelijkheden eigenlijk, maak je een tabel met bovenin de mogelijkheden en onderin de kans daarop.

Vermenigvuldig vervolgens telkens het bovenste met het onderste getal en tel de uitkomsten bij elkaar op. Bijvoorbeeld bij een loterij: de mogelijkheden voor het gewonnen bedrag zijn €0,50, €2, €5 en €100. De kans op €0,50 euro is 0.6, de kans op €2 is 0.2, de kans op €5 is 0.18 en de kans op €100 is 0.02.

Hierbij moet je er goed op letten dat de kansen in kommagetallen staan en niet in procenten, anders kun je de verwachtingswaarde niet berekenen. Als ze in percentages staan, moet je ze eerst naar kommagetallen omrekenen.

Tabel visualiseren:

Gewonnen bedrag (€)	0,50	2	5	100
Kans (<i>p</i>)	0.6	0.2	0.18	0.02

Het verwachte gewonnen bedrag, dus wat je verwacht te gaan winnen als je meedoet aan deze loterij, gaat dan als volgt:

$$(0,50 \times 0.6) + (2 \times 0.2) + (5 \times 0.18) + (100 \times 0.02) = €3,60.$$

Dus als je meedoet aan deze loterij, dan win je waarschijnlijk €3,60. Nu was waarschijnlijk het lot dat je kocht ook €5: meestal is de verwachtingswaarde van de loterij negatief, zodat de loterij hier winst uit haalt en jij niet.

Hiermee komen we op het begrip ‘verwachtingswaarde’. Dit houdt in dat alle mogelijke uitkomsten *k* vermenigvuldigd worden met de kans dat zo’n uitkomst verschijnt.

Dit begrip is nauw verwant aan het begrip ‘steekproefgemiddelde’ uit de beschrijvende statistiek: de gemeten uitkomsten bij elkaar opgeteld, gedeeld door het aantal.

Naast de verwachtingswaarde bestaat er ook de voorwaardelijke kans.

Dit zijn kansen die aan een voorwaarde voldoen. Wat houdt dit nou precies in? Je kunt bijvoorbeeld een kans berekenen bij het kiezen van een willekeurig gekozen leerling. Je kunt ook zeggen: wat is de kans als we alleen naar de meisjes gaan kijken? In dat geval bereken je dus een kans, onder een voorwaarde dat je alleen naar de meisjes kijkt. Kortom: je kiest uit de groep meisjes. En zo kun je bijvoorbeeld ook onder de voorwaarde dat de leerling een jongen is. Dus, als de leerling een jongen is, wat is dan de kans? Dit noemen ze voorwaardelijke kans. Dit gaan we even met een voorbeeld verduidelijken.

We gaan een aantal gegevens op een rij zetten. Onder de vijfde klassers hebben we gevraagd hoeveel broers ze hebben. Daar hebben we drie categorieën van gemaakt, namelijk dat ze geen enkele broer hebben, 1 broer hebben, of meer dan 1 broer hebben. Dit hebben we verdeeld naar jongens en meisjes en daar kwamen de volgende getallen uit.

Je ziet dus, in totaal zijn er 71 leerlingen ondervraagd.

Tabel visualiseren:

	Geslacht		
	geslacht	Jongen	Meisje
Aantal broers	0	5	8
	1	22	17
	>1	12	7
		39	32
			71

Stel dat we uit deze groep een willekeurig gekozen leerling nemen.

Berekenen de exacte kans dat een willekeurig gekozen leerling precies 1 broer heeft.

Je hebt hier te maken met alle leerlingen van de 71. Hoeveel hebben er ook daadwerkelijk 1 broer?

Dat zijn er 39.

We hebben dan een kans van 39 op 71 dat een leerling 1 broer heeft.

Een volgende voorbeeld. Bereken de exacte kans dat een willekeurig gekozen leerling een jongen is en geen broer heeft.

Je ziet dus, er zijn twee dingen waar je op moet letten. Het moet een jongen zijn en hij mag geen broer hebben.

Je kunt kiezen uit alle leerlingen, dus 71, en wat is nu de kans dat het een jongen is en dat hij geen broer heeft? Hoeveel jongens hebben er geen broer? Dat zijn er maar 5. Kortom: de kans op een willekeurig gekozen leerling die een jongen is en die geen broer heeft, is $5/71$.

Bereken de exacte kans dat een willekeurig gekozen meisje meer dan 1 broer heeft.

Je ziet hier een willekeurig gekozen meisje, kortom we gaan dus onder de groep van meisjes iemand willekeurig kiezen. Dat is die voorwaarde. We gaan eigenlijk uit een kleinere groep kiezen. Een willekeurig gekozen meisje, dus een meisje heeft meer dan 1 broer, wat is de kans erop? Dan kiezen we dus alleen maar uit de groep van 32 meisjes.

Wat is daar de kans dat een meisje meer dan 1 broer heeft? Dat is 7 van de 32, kortom de kans dat het meisje meer dan 1 broer heeft is $7/32$.

Bereken de exacte kans dat een willekeurig gekozen leerling zonder broer een jongen is.

Hier heb je dus te maken met de voorwaarde dat je kijkt naar de leerling zonder broer. Hoeveel hebben er geen broer? Dat zijn er maar 13. De kans op een leerling zonder broer die een jongen is, vanuit die 13, zijn er 5, de kans is dan $5/13$.

Bereken de exacte kans dat een willekeurig gekozen meisje minstens 1 broer heeft.

Je gaat je beperken tot die groep van meisjes. 32 meisjes, wat is daar de kans dat iemand een broer heeft? Dat is 17 en 7 samen, want beide groepen moet je nemen, dat zijn 24 meisjes die een broer hebben van de 32. De kans is $24/32$. Dit kan gedeeld worden door 8, dus $3/4$.

Je hebt hier dus vaak te maken gehad met een deel van de leerlingen: dat zijn de voorwaardelijke kansen.

Samenvatting visualiseren:

Een voorwaardelijke kans is de kans op een bepaalde gebeurtenis, gegeven dat een andere gebeurtenis plaatsvindt, waardoor de mogelijke uitkomsten beperkt zijn. De voorwaardelijke kans dat een

gebeurtenis A plaatsvindt, gegeven dat een andere gebeurtenis B plaatsvindt, wordt genoteerd als

$P(A|B) = \frac{P(A \cap B)}{P(B)}$. Met andere woorden, de verhouding van de kans dat A en B beide zijn opgetreden en de kans op B zelf.

Voorbeeld (evt. visualiseren)

We gooien met een dobbelsteen en zijn geïnteresseerd in de uitkomst 6. De kans hierop is $P(6) = 1/6$. Wanneer ons nu wordt meegedeeld dat de verschenen uitkomst in elk geval een even getal is, dan verandert hierdoor de kans op de uitkomst 6. Gegeven het feit dat de uitkomst een even getal is, bedraagt de kans $1/3$ (1 van de 3 even getallen). We schrijven dit als: $P(6|\text{even}) = \text{'kans op 6 onder de voorwaarde dat de uitkomst even is'} = 1/3$.

In de kansberekening is een stochastische variabele een grootheid waarvan de waarde een reëel getal is dat afhangt van de toevallige uitkomst in een kansexperiment. De stochastische variabele (ook toevalsvariabele of stochast) is een eigenschap van de uitkomst die in een getal is uit te drukken, zoals de leeftijd of het inkomen van een toevallige voorbijganger.

Bij een gegeven experiment definiëren we de verzameling van alle mogelijke uitkomsten als de uitkomstenruimte S . De afzonderlijke elementen van S noemt men de elementaire gebeurtenissen. Zo is $S = \{1, 2, 3, 4, 5, 6\}$ in een experiment waarbij eenmaal een dobbelsteen wordt opgegooid. Een losse uitkomst $\{2\}$ is te beschouwen als elementaire gebeurtenis. Soms bestaat een uitkomstenruimte S uit oneindig veel elementaire gebeurtenissen. Wanneer we een munt blijven gooien totdat we kop krijgen, noteren we het aantal keren dat we hebben gegooid als volgt: $S = \{1, 2, 3, 4, 5, \dots\}$

Een experiment dat, onder gelijke omstandigheden herhaald, niet noodzakelijk tot gelijke uitkomsten leidt, noemen we ook wel een stochastisch experiment.

Indien er bij een experiment sprake is van gelijkwaardige uitkomsten, wordt de kans op een gebeurtenis gedefinieerd als het quotiënt van het aantal gunstige gevallen en het totaal aantal gevallen. Daarmee is een gebeurtenis een verzameling mogelijke uitkomsten van een kansexperiment, waarvoor de kans (van optreden) gedefinieerd is.

We onderscheiden twee soorten kansvariabelen, namelijk discrete en continue. Discrete variabelen kunnen slechts een beperkt aantal waarden aannemen (het aantal geslaagden uit een groep van 20 studenten, het aantal verkochte kaartjes voor een schouwburgvoorstelling). Een continue variabele kan daarentegen in principe oneindig veel verschillende uitkomsten aannemen (de wachttijd voor een klant bij een postkantoor, het gewicht van volwassen olifanten).

We gaan het nu hebben over de binomiale verdeling. De binomiale verdeling heeft twee kenmerklijke eigenschappen. Deze twee eigenschappen zijn dat je iets n keer herhaalt en dat de kans op succes p hetzelfde blijft. Dat ga ik met vier voorbeelden laten zien. Een voetballer schiet 25 keer op het doel. De kans op een doelpunt is steeds 0.33. Wat is de kans op precies vijf doelpunten? We gaan die kans niet precies uitrekenen, maar we gaan alleen kijken naar wat zijn n en wat zijn p ? We gaan die twee eigenschappen herkennen uit het verhaaltje en concluderen dat het dus binomiaal verdeeld is. Het is binomiaal verdeeld met $n = 25$ en $p = 0.33$. N is het aantal keer dat je iets herhaalt. De voetballer schiet 25 keer op het doel, dus je herhaalt het 25 keer. En p is 0.33 want de kans op succes, of de kans op een doelpunt, is steeds 0.33. En die kans blijft ook hetzelfde.

De kans dat Anna 's morgens de trein naar de UT mist is $p = 0.11$. Wat is de kans dat Anna in een week tijd hoogstens drie keer de trein haalt?

Dit is binomiaal verdeeld met $n = 5$, want zij herhaalt het vijf keer. Zij gaat in een week tijd vijf keer met de trein naar de UT, 5 ochtenden, de kans dat zij de trein mist is 0.11, dus de kans dat zij de trein haalt is 0.89. Dat is de kans die je moet gebruiken. $1 - 0.11 = p = 0.89$.

Deze twee voorbeelden zijn binomiaal verdeeld, omdat het experiment een aantal keer herhaald wordt, en omdat er telkens sprake is van succes of geen succes.

Wel of geen doelpunt; wel of niet de trein missen.

Samenvatting visualiseren:

De binomiale verdeling is een discrete kansverdeling die een beschrijving geeft van het *aantal* successen dat kan optreden wanneer men een experiment een gegeven aantal keren (n) herhaalt. Bij elke herhaling (of loting, trekking) moet er een vaste kans p zijn op het waarnemen van een succes. Het is altijd een tweedeling: succes of pech, gezond of ziek, 1 of 0, ja of nee, etcetera.

Steungetallen in beeld laten

Als gegevens normaal verdeeld zijn, dan betekent dat dat ze vooral rond het gemiddelde liggen en dat er een paar uitschieters naar boven of beneden zijn, zoals de lengte van de Nederlandse vrouw. Het gemiddelde ligt rond de 1.68 m. Er zullen altijd een paar vrouwen zijn die 1.80 m zijn, of die juist onder de 1.60 m zitten. Dit heet normaal verdeeld. Zo zijn er heel veel dingen in de wereld die normaal verdeeld zijn. Om het normaal verdeeld te laten zijn, moet een set gegevens aan een aantal eigenschappen voldoen. Een paar eigenschappen van een normale verdeling zijn: de verdeling is klokvormig; de oppervlakte onder de kromme komt overeen met 100% van de gegevens; een normale verdeling is symmetrisch t.o.v. het gemiddelde; het gemiddelde, de mediaan en de modus vallen samen; de verdeling wordt bepaald door de verwachtingswaarde en de standaarddeviatie

Mu is de Griekse m en staat voor het gemiddelde. Sigma is een Griekse s en staat voor standaardafwijking of 'standard deviation' in het Engels. Dit laat precies zien hoe gegevens zijn verdeeld bij een normale verdeling. De standaardafwijking is een waarde die laat zien hoeveel de waarde gemiddeld gezien van het gemiddelde afwijkt. Dat klinkt gek: als de standaardafwijking bijvoorbeeld 5 cm is bij de lengte van een Nederlandse vrouwen, dan wil dat zeggen dat veel vrouwen 5 cm van het gemiddelde afwijken. Dus als het gem. 1.68 is, zullen er heel wat vrouwen 1.73 m zijn, maar ook 1.63 m. Tussen 1.63 m en 1.73 m zit dus 68% van de vrouwen. Als ik zeg: de lengte van de Nederlandse vrouw is normaal verdeeld met een gemiddelde van 168 cm en een standaardafwijking van 5 cm, dan wil ik daarmee zeggen: 68% van de vrouwen zit tussen de 1.63 m en 1.73 m. Zo kun je nog iets anders zeggen over de normale verdeling, namelijk: het gemiddelde $- 2$ keer de standaardafwijking en het gemiddelde plus twee keer de standaardafwijking (dus dan heb je $1.68 + 5 + 5 = 1.78$ m en $1.68 - 5 - 5 = 1.58$ m). De eigenschap van de normale verdeling is dan dat tussen de 1.58 m en 1.78 m 95% van de vrouwen zit ($34\% + 34\% + 13,5\% + 13,5\%$). Dus: bijna alle Nederlandse vrouwen zijn tussen de 1.58 m en 1.78 m. Dit zijn overigens verzonden getallen.

In het plaatje zie je grenzen, waartussen je de percentages van de gegevens ziet.

De standaardafwijking wordt gebruikt om de spreiding — de mate waarin de waarden onderling verschillen — van een verdeling aan te geven. De standaardafwijking wordt, anders dan de variantie, in dezelfde eenheid uitgedrukt als de verwachtingswaarde of het gemiddelde. De standaardafwijking is nauw verwant aan het begrip 'steekproef standaardafwijking'.

Bijlage 2

Informatieve tekst en voorbeeld concept map

Introductietekst op pagina in GRAASP

Concept maps worden gebruikt voor het organiseren en weergeven van kennis van een bepaald onderwerp. Een concept map bevat verschillende onderdelen die bij het onderwerp horen.

Deze onderdelen zijn met elkaar verbonden door een lijn waarmee wordt aangegeven hoe de onderdelen met elkaar verbonden zijn. Ook staat er tekst bij deze lijn. Een onderdeel kan met meer dan één onderdeel tegelijk verbonden zijn.

Gesproken tekst in video

De concept map is een model die de samenhang tussen begrippen toont. Het is een grafische manier om kennis te structureren en te presenteren.

Concept maps bevatten begrippen, die meestal zijn omcirkeld. Begrippen kunnen met elkaar worden verbonden met pijlen waardoor er een structuur tussen de verschillende concepten ontstaat. De relatie tussen concepten wordt versterkt door zinnen als "bestaat uit", "is deel van" of "kan beschreven worden met" bij de pijlen te zetten.

Met behulp van concept maps kun je logisch denken en studievaardigheden bevorderen, door verbanden zichtbaar te maken en op die manier aan te tonen hoe aparte begrippen deel uitmaken van een groter geheel.

We gaan het nog even verduidelijken met een voorbeeld. Stel dat we een concept map willen maken over het onderwerp "aarde".

De aarde draait om de zon. De zon bestaat uit 75% waterstof, 25% helium en 0.1% metalen. Terug naar de aarde: dit is één van de negen planeten, is deel van het zonnestelsel, net als de zon. De 9 planeten zijn groter dan hun manen en de asteroïden.



Bijlage 3

Pre- en post-test

NB: Alle vragen zijn vereist in te vullen, alvorens er verder kan worden gegaan

Mijn persoonlijke nummer is: _____

Opgave 1

1.1. Bij een bedrijf zijn 300 sollicitatiebrieven binnengekomen. Van de sollicitanten bleken er 60 een academische opleiding te hebben. 90 hadden een HBO-opleiding. De overige 150 hadden geen academische of HBO kwalificatie. We loten één sollicitatiebrief. Hoe groot is de kans dat deze afkomstig is van iemand met een academische opleiding?

- ☐ 1/3
- ☐ 60/240
- ☐ 60/300
- ☐ 240/300

1.2. Hoe groot is de kans dat de brief niet van een HBO'er afkomstig is?

- ☐ 1/3
- ☐ 90/300
- ☐ 1 - (90/300)
- ☐ 1 - (240/300)

Opgave 2

	Frikandel		
	Ja	Nee	Totaal
Kroket	Ja	.3	.25
	Nee	.1	.35
	Totaal	.4	.6

2.1. Een jaarclub heeft na een avond stappen bij de Aspen Valley zin in een snack van De Muur. In de tabel hierboven staan de kansen weergegeven dat de student een kroket eet en dat de student een frikandel eet. Hierbij is K de gebeurtenis 'eet kroket' en F de gebeurtenis 'eet frikandel'. Bereken $P(K|F)$.

- ☐ $0,1/0,4 = 0,25$
- ☐ $0,3/0,4 = 0,75$
- ☐ $0,3/0,55 = 0,55$
- ☐ $0,25/0,55 = 0,45$

2.2. Bereken $P(F|K)$

- ☐ $0,1/0,4 = 0,25$
- ☐ $0,3/0,4 = 0,75$
- ☐ $0,3/0,55 = 0,55$
- ☐ $0,25/0,55 = 0,45$

Opgave 3

Een groep van 200 studenten bestaat uit 120 jongens en 80 meisjes. Van de jongens dragen er 40 een bril, van de meisjes dragen er 20 een bril. Hoe groot is de kans op een brildrager als al bekend is dat de gelote persoon een meisje is?

- ☐ 60/200
- ☐ 40/120
- ☐ 20/80
- ☐ $(40/120) - (20/80)$

Opgave 4

Telkens als Eric een meisje mee uit vraagt is de kans 21% dat ze 'ja' zegt. Op een avond vraagt Eric 17 meisjes mee uit. Hij wil graag uitrekenen wat de kans is dat hij minder dan 8 keer wordt afgewezen. Welke van onderstaande uitspraken is van toepassing?

- ☐ Dit is binomiaal verdeeld (met $n = 17$ en $p = 0.79$)
- ☐ Dit is binomiaal verdeeld (met $n = 17$ en $p = 0.21$)
- ☐ Dit is normaal verdeeld
- ☐ Dit valt uit bovenstaande gegevens niet af te leiden

Opgave 5

In een bepaalde stadswijk valt gedurende een maand een aantal straatlantaarns uit. Dit aantal k volgt een bepaalde kansverdeling, die gegeven is in de bovenstaande tabel. Wat is de verwachtingswaarde van het aantal niet meer functionerende lampen?

Aantal uitvallers k	0	1	2	3	4	5
$P(k = k)$	.15	.25	.3	.15	.1	.05

- ☐ 1
- ☐ 1,95
- ☐ 2,10
- ☐ 2,95

Opgave 6

Eenmaal per maand gaat een monteur op controlebezoek in de wijk en vervangt defecte lampen. De kosten van deze controletocht bedragen €50 en verder moet voor iedere vervangen lamp €10 worden betaald. Hoe groot is het verwachte bedrag van de rekening van de monteur?

- ☐ € 60
- ☐ € 69,50
- ☐ € 71
- ☐ € 79,50

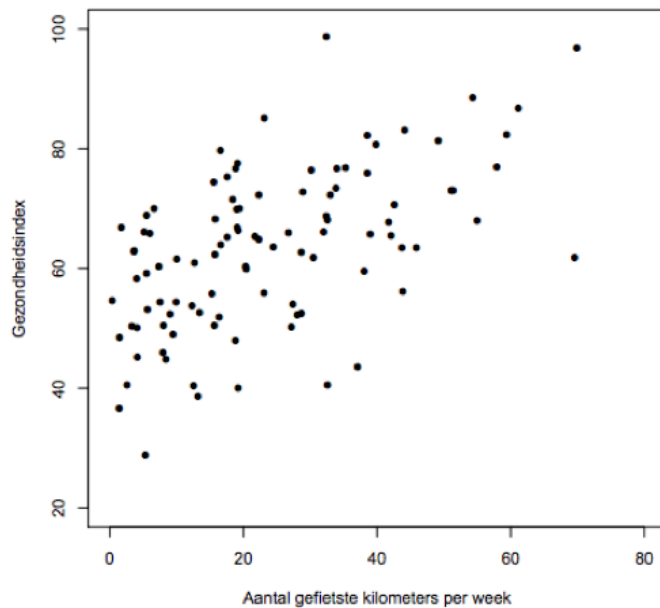
Opgave 7

In een groot voetbalstadion bevinden zich duizenden toeschouwers. Daarvan is 40% Ajax-aanhanger, 30% FC Utrecht supporter en 30% neutraal. Bij ongeregelde heden raken 10 bezoekers gewond. Bereken de kans dat er bij 10 gewonde personen 5 Ajax-aanhangers, 4 FC Utrecht supporters en één neutrale bezoeker is. Het juiste antwoord zoals hieronder weergegeven is:

- ☐ $(5 * 0.4) + (4 * 0.3) + (1 * 0.3)$
- ☐ $(0.4)^5 * (0.3)^4 * (0.3)^1$
- ☐ $10 \div (5! 4! 1!)$
- ☐ $10 \div (5! 4! 1!) * (0.4)^5 * (0.3)^4 * (0.3)^1$

Opgave 8

Een winkel in huishoudelijke apparaten heeft in één maand 10 haardrogers verkocht. Blijkens een brief van de fabrikant zijn daar 4 haardrogers bij waarin een verwarmingselement zit dat een ernstig technisch gebrek heeft. Na een oproep in de krant melden zich 3 klanten die de door hen gekochte haardroger laten controleren. Hoe groot is de kans dat alle drie de apparaten goed zijn?



- ☐ 1/6
- ☐ 1/4
- ☐ 1/3
- ☐ 1/2

Opgave 9

9.1. Een onderzoeker wil nagaan of de gezondheidstoestand van werknemers verbetert door meer te fietsen. Bij 100 aselekt gekozen werknemers aan de UT worden twee variabelen gemeten: 1) het aantal kilometers dat men per week fietst; 2) een maat voor de algemene gezondheidstoestand, GZI ('gezondheidsindex'). Het bovenstaande strooidiagram toont de resultaten van beide metingen. Denk je op basis van deze figuur te kunnen concluderen dat er een positieve samenhang bestaat tussen het aantal gefietste kilometers en de gezondheidsindex?

- ☐ Ja
- ☐ Nee
- ☐ Dat is niet uit het strooidiagram af te leiden

9.2. Welke conclusie kan getrokken worden over de invloed van fietsen op de gezondheid?

- ☐ X ('aantal gefietste km') heeft invloed op Y ('gezondheid')
- ☐ Y ('gezondheid') heeft invloed op X ('aantal gefietste km')
- ☐ De samenhang ontstaat doordat zowel X als Y door een derde variabele (bijvoorbeeld 'leeftijd') beïnvloed wordt
- ☐ Alle bovenstaande antwoorden
- ☐ Er is een statistische samenhang, maar het is niet te concluderen waar dit door komt

Opgave 10

10.1. We proberen na te gaan of het zien van een advertentie ertoe leidt dat het product eerder gekocht wordt. We vragen daartoe 2.000 personen onder andere of ze de advertentie gezien hebben en of ze daarna het product ook (minstens 1 keer) gekocht hebben. Bekijk de tabel hierboven. Bestaat er een duidelijke (statistische) samenhang tussen het zien van de advertentie en het naderhand kopen van het product?

	Advertentie niet gezien	Advertentie wel gezien	Totaal
Product later niet gekocht	620 (56.36%)	280 (31.11%)	900 (45%)
Product later wel gekocht	480 (43.64%)	620 (68.89%)	1100 (55%)
Totaal	1100 (100%)	900 (100%)	2000 (100%)

Tabel voor de gehele groep van 2000 personen

- ☐ Ja
- ☐ Nee

10.2. Mogen we concluderen dat door het plaatsen van de advertentie de verkoop van het product is toegenomen?

- ☐ Ja
- ☐ Nee

Opgave 11

11.1. Een psycholoog besluit dat hij de mate waarin mensen neurotisch zijn in het vervolg op heel eenvoudige wijze zal bepalen: hij zet hen op een kwalitatief goede weegschaal en hun gewicht in kilogrammen is per definitie hun neuroticisme-score. Denk je dat dit een betrouwbaar meetinstrument oplevert?

- ☐ Ja
- ☐ Nee
- ☐ Weet ik niet

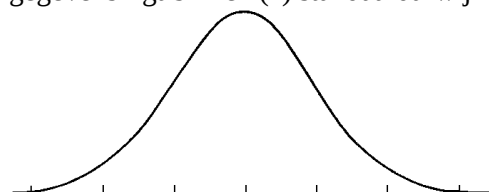
11.2. Denk je dat dit een valide meetinstrument oplevert?

- ☐ Ja
- ☐ Nee
- ☐ Weet ik niet

11.3. Kun je (een ander) voorbeeld geven van een situatie met een hoge validiteit en een lage betrouwbaarheid?

Opgave 12

Vul de plekken w, x, y en d in: Voor bijna symmetrische heuvelvormige gegevens bestanden ligt ongeveer (w)% van de gegevens binnen (x) standaardafwijking van het gemiddelde en (y)% van de gegevens ligt binnen (z) standaardafwijkingen van het gemiddelde.



- w=68; x=1; y=95; d=2
 w=95; x=1; y=68; d=2
 w=95; x=2; y=68; d=1
 w=68; x=2; y=95; d=1

Opgave 13



13.1. We spreken van de volgende gebeurtenis: we gooien een munt op. Waar bestaat het toevalsexperiment uit?

- ☐ Het bijhouden van de uitkomsten
- ☐ Het vaststellen wat de mogelijke uitkomsten zijn
- ☐ Het aantal keren dat de munt geworpen wordt
- ☐ Geen van bovenstaande antwoorden

13.2. Waar bestaan de elementaire uitkomsten uit?

- ☐ Het vaststellen van de mogelijke uitkomsten, namelijk: kop of munt
- ☐ Het bijhouden van de uitkomsten: het aantal keren dat kop en munt wordt gegooid
- ☐ Het vaststellen van de zekere kans waarmee de uitkomst van een gebeurtenis wordt waargenomen
- ☐ Geen van bovenstaande antwoorden

Opgave 14

Wat is een voorwaardelijke kans?

- ☐ Dat alle mogelijke uitkomsten k vermenigvuldigd worden met de kans dat de uitkomst verschijnt
- ☐ De kans op gebeurtenis A , als de voorwaarde geldt dat gebeurtenis C al heeft plaatsgehad. Ofwel: de kans op A , gegeven C
- ☐ Een verzameling mogelijke uitkomsten van een kansexperiment, waarvoor de kans (van optreden) gedefinieerd is

Opgave 15

	Jongens	Meisjes	Totaal
Linkshandig	3	4	7
Rechtshandig	8	11	19
Totaal	11	15	26

15.1. Hierboven vind je een tabel met het aantal linkshandige en rechtshandige jongens en meisjes in een werkcollege statistiek. Bereken de kans dat een persoon linkshandig is.

- ☐ $19/26$
- ☐ $11/26$
- ☐ $7/26$
- ☐ $3/26$

15.2. Bereken de kans dat een meisje rechtshandig is.

- ☐ $4/26$
- ☐ $11/26$
- ☐ $4/15$
- ☐ $11/15$

15.3. Bereken de kans dat een rechtshandige een meisje is.

- ☐ $15/19$
- ☐ $15/26$
- ☐ $11/26$
- ☐ $11/19$

Opgave 16

Geef aan of de volgende voorbeelden continu of discreet zijn.

16.1. De tijdsduur t die een vertegenwoordiger nodig heeft om een klant te bezoeken.

16.2. Het aantal vakantiewoningen V dat jaarlijks in de provincie gebouwd wordt.

16.3. Het besteedbare bedrag B per maand van een gemiddelde Psychologie student.

16.4. Het gemiddelde benzinegebruik L van een personenauto per 100 kilometer.

Opgave 17

17.1. Geef voor elk van onderstaande experimenten de uitkomstenruimte. We rollen met twee dobbelstenen en noteren de som van het aantal ogen. $S =$

17.2. We kiezen willekeurig een persoon en noteren de dag en maand van hun geboortedatum. $S =$

17.3. We nemen een munt en blijven gooien totdat we kop krijgen. We noteren het aantal keren dat we hebben gegooid. $S =$

Opgave 18

18.1. Het aantal branduren van een kaars is normaal verdeeld met een gemiddelde van 23 uur en een standaardafwijking van 2 uur. Vul in: ...% van de kaarsen brandt tussen de 21 en 25 uur.

18.2. Vul in: ...% van de kaarsen brandt tussen de 19 en 27 uur.

Opgave 19

In 2005 zijn er 100 personen afgestudeerd voor de bachelor Psychologie. Tien jaar na het afstuderen werd het jaarinkomen van alle 100 bepaald. Het gemiddelde jaarinkomen bleek €60.000 te zijn, de standaarddeviatie bedroeg €8.000. Uit de betrokken groep van 100, die hier dus de populatie vormt, wordt een steekproef van 20 personen genomen. Hoe groot is de kans dat het gemiddelde inkomen van deze 20 personen tussen €58.000 en €62.000 uitkomt (bij trekking zonder teruglegging)? Bereken de Z -waarde!

- ☐ 0,1704
- ☐ 0,7852
- ☐ 1,24
- ☐ 1,608

Opgave 20

3 5 7 7 9

20.1. Hierboven staat een getallenreeks met het aantal uren tv-kijken per week van vijf personen. Geef aan wat de mediaan is.

- ☐ 7
- ☐ $+ 5 + 7 + 7 + 9$ gedeeld door 5
- ☐ Niet te zeggen, aangezien er een oneven aantal getallen zijn

20.2. Hieronder volgt een nieuwe getallenreeks. Geef aan waar de extreme waarde van 200 invloed op heeft.

3 5 7 7 200

- ☐ De mediaan
- ☐ Het gemiddelde
- ☐ Beide
- ☐ Geen van beide

Opgave 21

Kun je een aantal (circa 5) eigenschappen noemen van de normale verdeling?

Bijlage 4

Scoringscriteria items 11.3, 17.1, 17.2, 17.3 en 21

Opgave 11.3 “Kun je (een ander) voorbeeld geven van een situatie met een hoge validiteit en een lage betrouwbaarheid?”

Scoringscriteria

- Uitleg van de definitie van “hoge validiteit en lage betrouwbaarheid” is fout (bijvoorbeeld: betrouwbaarheid = dat je meetinstrument steeds dezelfde resultaten geeft onder dezelfde condities; validiteit = meet het meetinstrument wat het moet meten?)
- Er moet een situatie worden geschetst
- Deze situatie heeft betrekking tot een meting (bijvoorbeeld: het gebruik van een weegschaal)
- De situatie wordt gebruikt als indicator van een andere variabele (bijvoorbeeld: de weegschaal geeft de IQ-score weer)
- Slechts het benoemen van hertesten/opnieuw meten is onvoldoende. Dit geeft slechts de interbeoordelaarsbetrouwbaarheid weer (oftewel: onderdeel van de betrouwbaarheid)
- Het verbindingswoord “en” is onvoldoende om de situatie te relateren aan de andere variabele (kan ook wijzen op een correlatie, oorzaak-gevolg etc.). bijvoorbeeld: lichaamsgrootte en IQ-score.
- Antwoorden als “nee” zijn fout

Opgave 17.1: “We rollen met twee dobbelstenen en noteren de som van het aantal ogen. Geef voor dit experiment de uitkomstenruimte.”

Scoringscriteria

Goede antwoorden:

- {2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12} is goed
- 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12 is goed
- 2-12 is goed
- [2-12] is goed
- 2, 3, ..., 11, 12 is goed
- 2; 3; 4; 5; 6; 7; 8; 9; 10; 11; 12 is goed
- 2 tot en met 12 is goed
- $2 \leq _ \leq 12$ is goed

Foute antwoorden:

- 2 tot 12 is fout
- $(1, 2, 3, 4, 5, 6) + (1, 2, 3, 4, 5, 6)$ is fout
- [2,12] is fout
- Al het overige dat afwijkt is fout.

Opgave 17.2: “We kiezen willekeurig een persoon en noteren de dag en maand van hun geboortedatum. Geef voor dit experiment de uitkomstenruimte.”

Scoringscriteria

Goede antwoorden:

- Alles dat erop duidt dat begindatum 1 januari is en einddatum 31 december, zoals: [1.1-31.12]
- De term ‘tot’ wordt goed gerekend, indien 1 januari de begindatum is en 31 december de einddatum (zoals: 01-01 tot 31-12), aangezien hier duidelijk is dat een student wil aantonen dat het om de allereerste datum van het jaar gaat en de allerlaatste datum van het jaar. Vanzelfsprekend wordt ook de term ‘tot en met’ goed gerekend
- Als de datum van deelname aan het onderzoek wordt genomen als eerste datum en vanaf dat moment een jaar wordt genomen, is dit goed

Foute antwoorden:

- 31 dagen opgesomd en daarna 12 maanden opgesomd (zoals: 1-31 / 1-12), aangezien er ook maanden zijn met minder dan 31 dagen

Opgave 17.3: “We nemen een munt en blijven gooien totdat we kop krijgen. We noteren het aantal keren dat we hebben gegooid. Geef voor dit experiment de uitkomstenruimte.”

Scoringscriteria

Goede antwoorden:

- Alles dat lijkt op “alles groter dan 1”, zoals:
 - o “1 tot oneindig”
 - Opmerking: “oneindelijk” is ook goed i.v.m. taalbarrière
 - Opmerking: “infinite” is ook goed
 - o “1 - ∞ ”
 - o {1, 2, 3, 4, 5, ...}
 - o [1 -
 - o Etc.

Foute antwoorden:

- 1 zonder iets erachter, zoals: [1-
- Slechts “oneindig”. Duidelijk moet zijn dat men bij 1 begint
- Kop/Munt
- 2
- Beginnen bij 0

Opgave 21: Noem een aantal (circa 5) eigenschappen van de normale verdeling.

Scoringscriteria

Goede antwoorden:

- Moet rond het gemiddelde liggen
- Uitschieters naar boven/beneden
- Klokvorming
- Oppervlakte onder de kromme komt overeen met 100% van de gegevens
- Normale verdeling is symmetrisch ten opzichte van het gemiddelde
- Gemiddelde, mediaan en modus vallen samen
- Verdeling wordt bepaald door verwachtingswaarde en standaarddeviatie
- Een combinatie van de laatste twee (bijvoorbeeld: “verdeling wordt bepaald door verwachtingswaarde en gemiddelde” geldt als één eigenschap)

Bij 0, 1, of 2 kenmerken: 0 punten

Bij 3 of 4 kenmerken: 0.5 punt

Bij 5 kenmerken: 1 punt

Bijlage 5

Achtergrondvariabelen

Mijn persoonlijke nummer is: _____

Vraag 1

Mijn leeftijd is: ____ jaar

Vraag 2

Mijn nationaliteit is:

- ☐ Nederlandse
- ☐ Duitse
- ☐ Anders, namelijk: _____

Vraag 3

Ik ben een:

- ☐ Man
- ☐ Vrouw

Vraag 4

Ik studeer:

- ☐ Psychologie
- ☐ Anders, namelijk: _____

Vraag 5

Ik ben ____e jaars student Psychologie

Vraag 6

Ik heb hiervoor nog een andere studie gedaan

- ☐ Nee
- ☐ Ja, namelijk: _____

Vraag 7

Ik heb wiskunde gevolgd voordat ik aan de universiteit ging studeren

- ☐ Ja
- ☐ Nee

Vraag 8

Indien “ja” bij vraag 7: Hoe lang is het geleden dat je voor het laatst wiskunde hebt gehad?
_____ jaar

Vraag 9

Indien “ja” bij vraag 7: Geef voor vraag 9 t/m 12 aan of de volgende onderwerpen aan bod zijn gekomen.

Kansrekenen:

- ☐ Wel behandeld
- ☐ Niet behandeld

Indien wel behandeld: kun je aangeven hoe jij dit onderwerp beheerste?

- ☐ 1 Zeer slecht
- ☐ 2

- ☐ 3
- ☐ 4
- ☐ 5 Zeer goed

Vraag 10

Normale verdeling:

- ☐ Wel behandeld
- ☐ Niet behandeld

Indien wel behandeld: kun je aangeven hoe jij dit onderwerp beheerste?

- ☐ 1 Zeer slecht
- ☐ 2
- ☐ 3
- ☐ 4
- ☐ 5 Zeer goed

Vraag 11

Binomiale verdeling:

- ☐ Wel behandeld
- ☐ Niet behandeld

Indien wel behandeld: kun je aangeven hoe jij dit onderwerp beheerste?

- ☐ 1 Zeer slecht
- ☐ 2
- ☐ 3
- ☐ 4
- ☐ 5 Zeer goed

Vraag 12

Standaardafwijking:

- ☐ Wel behandeld
- ☐ Niet behandeld

Indien wel behandeld: kun je aangeven hoe jij dit onderwerp beheerste?

- ☐ 1 Zeer slecht
- ☐ 2
- ☐ 3
- ☐ 4
- ☐ 5 Zeer goed

Bijlage 6

Concept Map Usage Questionnaire

NB: Alle vragen zijn vereist in te vullen, alvorens er verder kan worden gegaan

Mijn persoonlijke nummer is: _____

De volgende vragen gaan over het gebruik van de concept map. Er zijn geen goede of foute antwoorden. Je kunt aangeven in hoeverre je het eens bent met de volgende stellingen, door te kiezen voor het antwoord dat het best bij je past.

Vraag 1

Ik begrijp wat een concept map is

- ☐ 1 Helemaal niet mee eens
- ☐ 2
- ☐ 3
- ☐ 4
- ☐ 5 Helemaal mee eens

Vraag 2

Ik heb al eens eerder met concept maps gewerkt, in andere lessen/vakken

- ☐ 1 Helemaal niet mee eens
- ☐ 2
- ☐ 3
- ☐ 4
- ☐ 5 Helemaal mee eens

Vraag 3

Het inzetten van de concept map is bruikbaar bij het leren van het statistiek materiaal

- ☐ 1 Helemaal niet mee eens
- ☐ 2
- ☐ 3
- ☐ 4
- ☐ 5 Helemaal mee eens

Vraag 4

De concept map opgave was belastend voor mij

- ☐ 1 Helemaal niet mee eens
- ☐ 2
- ☐ 3
- ☐ 4
- ☐ 5 Helemaal mee eens

Vraag 5

Extra uitleg over de concept map tijdens colleges zou bruikbaar zijn voor het leren van de statistiek onderdelen

- ☐ 1 Helemaal niet mee eens
- ☐ 2
- ☐ 3
- ☐ 4
- ☐ 5 Helemaal mee eens

Vraag 6

Tijdens het leren van statistiek, zal ik (meer) gebruik gaan maken van concept map-technieken

- ☐ 1 Helemaal niet mee eens
- ☐ 2
- ☐ 3
- ☐ 4
- ☐ 5 Helemaal mee eens

Vraag 7

Ik zal (ook) voor andere vakken concept maps gaan inzetten

- ☐ 1 Helemaal niet mee eens
- ☐ 2
- ☐ 3
- ☐ 4
- ☐ 5 Helemaal mee eens

Bijlage 7

Scoring van modificaties in de concept mapping tool

Toevoegingen concepten

Goed indien het betreft:

- Een toevoeging van een statistisch concept die nog niet elders in de map is benoemd, mits dit wordt toegevoegd aan een relevant concept op de juiste plek (bijvoorbeeld: “binomiaal” in verband gebracht met het bestaande concept “verdeling”)
- De (grafische) manier van weergeven van een bepaald onderdeel uit de statistiek (bijvoorbeeld: “tabel”, waarmee het bestaande concept “voorwaardelijke kans” wordt weergegeven)
- Feitelijke definities van statistische onderwerpen (bijvoorbeeld: “1 keer standaarddeviatie”, “2 keer standaarddeviatie” in verband gebracht met het bestaande concept “normale verdeling” en bijbehorende toegevoegde links)
- Uiterlijke kenmerken van statistische onderwerpen (bijvoorbeeld: “symmetrische klokvorm” in verband gebracht met het bestaande concept “normale verdeling”)
- Subonderdelen van statistisch onderwerpen (bijvoorbeeld: “systematisch” of “geloot” in verband gebracht met “steekproef”)
- Een formule van een statistisch concept (bijvoorbeeld: “Kans * aantal pogingen” in verband gebracht met het bestaande concept “verwachtingswaarde”)

Fout indien het betreft:

- Het statistische concept reeds vermeld is in de map (bijvoorbeeld: twee maal “continue variabele”)
- Het toegevoegde concept geen verband houdt met het bestaande concept (bijvoorbeeld: “steekproef” in verband gebracht met het bestaande concept “gemiddelde”)
- Eén van de standaard concepten uit de lijst waar uit gekozen kan worden in de concept mapping tool (bijvoorbeeld: “concept” – “length” – “mass” – “time” – “electric current” – “thermodynamic temperature” – “amount of substance” – “luminous intensity”)

Toevoegingen links

Goed indien het betreft:

- Het uitdrukken van een bepaald concept om het verband te zien (bijvoorbeeld: “weergegeven met een” voor “tabel”)
- Feitelijke definities van statistische onderwerpen (bijvoorbeeld: “68%”, “95%” en bijbehorende toegevoegde concepten)

Fout indien het betreft:

- Eén van de standaard links uit de lijst waar uit gekozen kan worden in de concept mapping tool (bijvoorbeeld “is a” – “is part of” – “has” – “leads to” – “influences” – “increases”)
- De toegevoegde link geen verband houdt met het concept (bijvoorbeeld: “leidt tot een gebeurtenis” in verband gebracht met het bestaande concept “gebeurtenis”)

Aanpassingen bestaande concepten

Goed indien het betreft:

- Een aanpassing van een statistisch concept naar een concept die nog niet elders in de map is benoemd met een toevoeging van dit bestaande concept (bijvoorbeeld: “kans” aanpassen naar “kans p”)
- Het bestaande concept aanpassen naar een concept dat hetzelfde omschrijft, maar dan met andere woorden (bijvoorbeeld: “normale verdeling” aanpassen naar “standaardverdeling -klok vormig”)

Fout indien het betreft:

- Het aangepaste concept geeft niet hetzelfde weer als het bestaande concept
- Eén van de standaard concepten uit de lijst waar uit gekozen kan worden in de concept mapping tool (bijvoorbeeld: “concept” – “length” – “mass” – “time” – “electric current” – “thermodynamic temperature” – “amount of substance” – “luminous intensity”)

Aanpassingen bestaande links

Goed indien het betreft:

- Het uitdrukken van een bepaald concept om het verband te zien (bijvoorbeeld: “heeft theoretisch een” aanpassen naar “heeft een”)

Fout indien het betreft:

- Eén van de standaard links uit de lijst waar uit gekozen kan worden in de concept mapping tool (bijvoorbeeld “is a” – “is part of” – “has” – “leads to” – “influences” – “increases”)
- De aangepaste link geen verband houdt met het concept (bijvoorbeeld: “geeft de spreiding weer met” aanpassen naar “is bijvoorbeeld”)

Verplichte aanpassing concept 1: uitkomstenruimte

Goed indien het betreft:

- Het concept “uitkomstenruimte”
- Het (met woorden) omschrijven van het concept “uitkomstenruimte”
- Een voorbeeld van “uitkomstenruimte”

Fout indien het betreft:

- Een compleet ander concept dan “uitkomstenruimte”
- Eén van de standaard concepten uit de lijst waar uit gekozen kan worden in de concept mapping tool (bijvoorbeeld: “concept” – “length” – “mass” – “time” – “electric current” – “thermodynamic temperature” – “amount of substance” – “luminous intensity”)

Verplichte aanpassing concept 2: continue variabele

Goed indien het betreft:

- Het concept “continue variabele”
- Het (met woorden) omschrijven van het concept “continue variabele”
- Een voorbeeld van “continue variabele” (bijvoorbeeld: “populatie”)

Fout indien het betreft:

- Een compleet ander concept dan “continue variabele” (bijvoorbeeld: “steekproef”)
- Eén van de standaard concepten uit de lijst waar uit gekozen kan worden in de concept mapping tool (bijvoorbeeld: “concept” – “length” – “mass” – “time” – “electric current” – “thermodynamic temperature” – “amount of substance” – “luminous intensity”)

Verplichte aanpassing concept 3: binomiale verdeling

Goed indien het betreft:

- Het concept “binomiale verdeling”
- Het (met woorden) omschrijven van het concept “binomiale verdeling”
- Een voorbeeld van “binomiale verdeling” (bijvoorbeeld: “het aantal verkocht kaartjes voor een concert”)

Fout indien het betreft:

- Een compleet ander concept dan “binomiale verdeling”
- Eén van de standaard concepten uit de lijst waar uit gekozen kan worden in de concept mapping tool (bijvoorbeeld: “concept” – “length” – “mass” – “time” – “electric current” – “thermodynamic temperature” – “amount of substance” – “luminous intensity”)

Verplichte aanpassing concept 4: steekproefgemiddelde

Goed indien het betreft:

- Het concept “steekproefgemiddelde”
- Het (met woorden of formules) omschrijven van het concept “steekproefgemiddelde” (bijvoorbeeld: “ $k \times$ kansen die voor kunnen komen”)
- Een voorbeeld van “steekproefgemiddelde” (bijvoorbeeld: “kans op enkele uitkomsten”)

Fout indien het betreft:

- Een compleet ander concept dan “steekproefgemiddelde”
- Eén van de standaard concepten uit de lijst waar uit gekozen kan worden in de concept mapping tool (bijvoorbeeld: “concept” – “length” – “mass” – “time” – “electric current” – “thermodynamic temperature” – “amount of substance” – “luminous intensity”)

Verplichte aanpassing link 1: met gedeeltelijke informatie

Goed indien het betreft:

- De link “met gedeeltelijke informatie”
- Het (met woorden) omschrijven van de link “met gedeeltelijke informatie” (bijvoorbeeld: “kan onder voorwaarde van B voor gebeurtenis A beschreven worden als”)

Fout indien het betreft:

- Een compleet andere link dan “met gedeeltelijke informatie”
- Eén van de standaard links uit de lijst waar uit gekozen kan worden in de concept mapping tool (bijvoorbeeld “is a” – “is part of” – “has” – “leads to” – “influences” – “increases”)

Verplichte aanpassing link 2: heeft een

Goed indien het betreft:

- De link “heeft een”
- Het (met woorden) omschrijven van de link “heeft een” (bijvoorbeeld: “is een onderdeel van”)

Fout indien het betreft:

- Een compleet andere link dan “heeft een”
- Eén van de standaard links uit de lijst waar uit gekozen kan worden in de concept mapping tool (bijvoorbeeld “is a” – “is part of” – “has” – “leads to” – “influences” – “increases”)

Verplichte aanpassing link 3: kan geschat worden met

Goed indien het betreft:

- De link “kan geschat worden met”
- Het (met woorden) omschrijven van de link “kan geschat worden met” (bijvoorbeeld: “is nauw verwant met”)

Fout indien het betreft:

- Een compleet andere link dan “kan geschat worden met”
- Eén van de standaard links uit de lijst waar uit gekozen kan worden in de concept mapping tool (bijvoorbeeld “is a” – “is part of” – “has” – “leads to” – “influences” – “increases”)

Bijlage 8

Formule voor de totaalscore van de concept maps

Totaalscore concept map = aantal juist toegevoegde concepten + aantal juist toegevoegde relaties – aantal verwijderde relaties (die er hadden moeten blijven staan) – aantal verwijderde concepten (die er hadden moeten blijven staan)* – aantal fout toegevoegde concepten – aantal fout toegevoegde relaties + aantal juiste concept aanpassingen – aantal foute concept aanpassingen + aantal juiste relatie aanpassingen – aantal foute relatie aanpassingen + aantal relevante poging tot verplichte concept aanpassing – aantal irrelevante poging tot verplichte concept aanpassing + aantal relevante poging tot verplichte relatie aanpassing – aantal irrelevante poging tot verplichte concept aanpassing*

** Het gaat hierbij niet om zelf toegevoegde concepten / relaties die vervolgens verwijderd zijn, echter de concepten / relaties die reeds in de map aanwezig zijn en vervolgens verwijderd zijn.*

Bijlage 9

Scoringscriteria multiple choice vragen pre- en post-test

Vraag	Antwoord
1.1	60/300
1.2	$1 - (90/300)$
2.1	0,75
2.2	0,55
3	20/80
4	Dit is binomiaal verdeeld (met $n = 17$ en $p = 0.79$)
5	1,95
6	€69,50
7	$\frac{10}{5! 4! 1!} (0.4)^5 * (0.3)^4 * (0.3)^1$
8	1/6
9.1	Ja
9.2	Er is een statistische samenhang, maar het is niet te concluderen waar dit door komt
10.1	Ja
10.2	Nee
11.1	Ja
11.2	Nee
12	$w=68$; $x=1$; $y=95$; $d=2$
13.1	Geen van bovenstaande antwoorden
13.2	Het vaststellen van de mogelijke uitkomsten, namelijk: kop of munt
14	We spreken van voorwaardelijke kans dat gebeurtenis A plaatsvindt, als de voorwaarde geldt dat gebeurtenis C al heeft plaatsgehad. Ofwel: de kans op A, gegeven C
15.1	7/26
15.2	11/15
15.3	11/19
16.1	continu
16.2	discreet
16.3	discreet
16.4	continu
18.1	68
18.2	95
19	1,24
20.1	7
20.2	gemiddelde

Indien juist geantwoord: 1 punt.

Indien fout geantwoord: geen punt.

Het antwoordmodel voor de open vragen (11.3, 17.1, 17.2, 17.3, 21) is te vinden in Bijlage 4.

Bijlage 10*Interbeoordelaarsbetrouwbaarheid*

Vraag 11.3 pre-test

Beoordelaar	Philip	Sandra	Sander
Philip	-	.858	.858
Sandra	.858	-	1.0
Sander	.858	1.0	-

Vraag 11.3 post-test

Beoordelaar	Philip	Sandra	Sander
Philip	-	.521	.573
Sandra	.521	-	.932
Sander	.573	.932	-

Vraag 17.1 pre-test

Beoordelaar	Philip	Sandra	Sander
Philip	-	.947	.947
Sandra	.947	-	1.0
Sander	.947	1.0	-

Vraag 17.1 post-test

Beoordelaar	Philip	Sandra	Sander
Philip	-	1.0	1.0
Sandra	1.0	-	1.0
Sander	1.0	1.0	-

Vraag 17.2 pre-test

Beoordelaar	Philip	Sandra	Sander
Philip	-	.947	.947
Sandra	.947	-	1.0
Sander	.947	1.0	-

Vraag 17.2 post-test

Beoordelaar	Philip	Sandra	Sander
Philip	-	1.0	.627
Sandra	1.0	-	.936
Sander	.627	.936	-

Vraag 17.3 pre-test

Beoordelaar	Philip	Sandra	Sander
Philip	-	.918	.918
Sandra	.918	-	1.0
Sander	.918	1.0	-

Vraag 17.3 post-test

Beoordelaar	Philip	Sandra	Sander
Philip	-	1.0	.951
Sandra	1.0	-	1.0
Sander	.951	1.0	-

Vraag 21 pre-test

Beoordelaar	Philip	Sandra	Sander
Philip	-	.351	.536
Sandra	.351	-	.764
Sander	.536	.764	-

Vraag 21 post-test

Beoordelaar	Philip	Sandra	Sander
Philip	-	.373	.331
Sandra	.373	-	.957
Sander	.331	.957	-