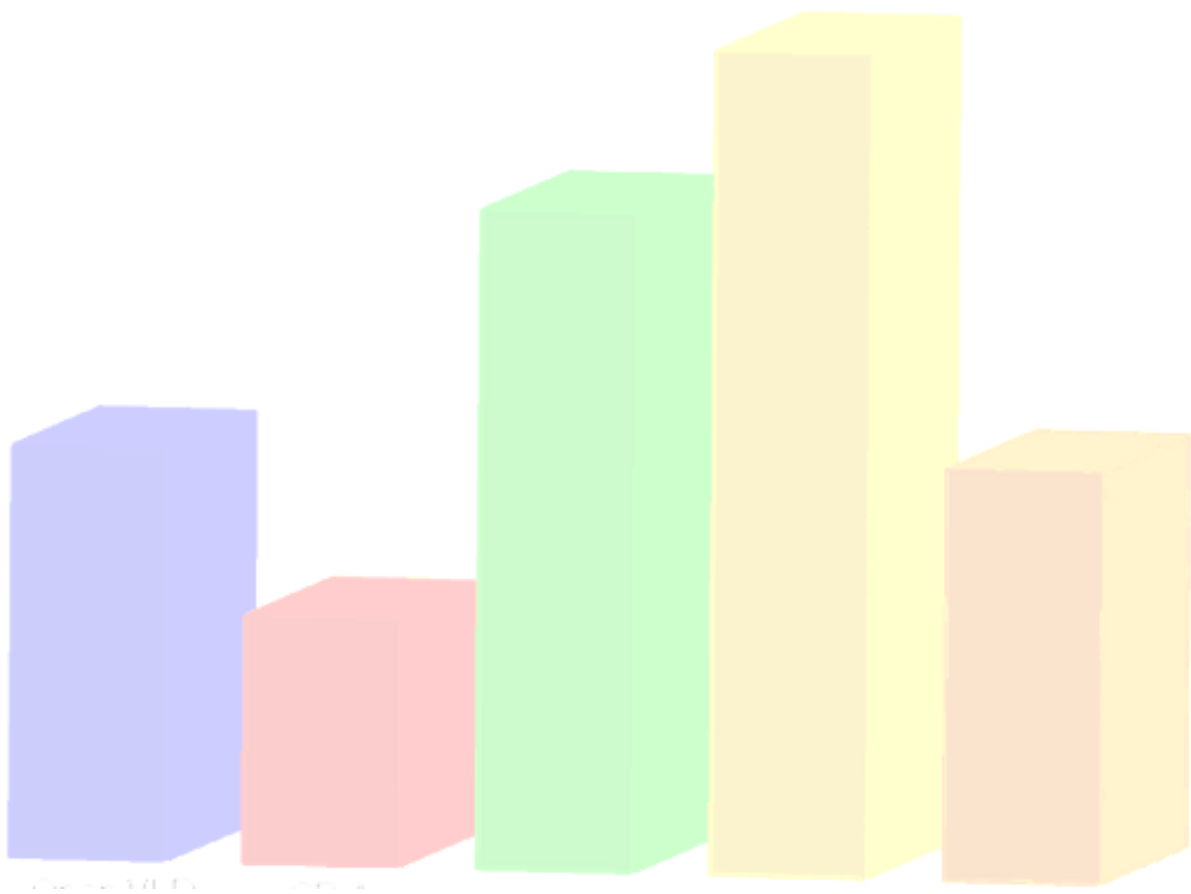


# **Het interpreteren van staafdiagrammen**

---

De invloed van kleur en onderlinge afstand tussen staven in een staafdiagram op de mate waarin de staven als gelijkwaardig worden beoordeeld.



Bachelorscriptie Communicatie- en Informatiewetenschappen

Faculteit Geesteswetenschappen

Naam: Jasmijn Visser

Studentnummer: 4113128

Cursus: Eindwerkstuk CIW (CI3V13002)

Docent en eerste correctrice: dr. Lianne van Weelden

Tweede corrector: dr. Frank Jansen

Aantal woorden: 5.479 (excl.)

Datum: 25 januari 2016

## Inhoudsopgave

Abstract.....	p. 3
1. Inleiding.....	p. 4
1.1 Figuren.....	p. 4
1.2 Staafdiagrammen.....	p. 4
1.3 Conceptuele metaforen.....	p. 5
1.4 Gestaltwetten.....	p. 6
1.5 Eerder onderzoek.....	p. 7
1.6 Onderzoeksvraag en hypotheses.....	p. 8
2. Methode.....	p. 9
2.1 Proefpersonen.....	p. 9
2.2 Design.....	p. 9
2.3 Materialen.....	p. 9
2.4 Procedure.....	p. 11
3. Resultaten.....	p. 11
3.1 Resultaten van gelijkheidsscores.....	p. 11
3.1.1 Invloed van versie.....	p. 11
3.1.2 Hoofdeffecten en interactie-effect van gelijkheidsscores.....	p. 11
3.2 Resultaten van tijdmeting.....	p. 12
3.2.1 Outlier-analyse.....	p. 12
3.2.2 Invloed van versie.....	p. 13
3.2.3 Hoofdeffecten en interactie-effect van tijd.....	p. 13
4. Conclusie en Discussie.....	p. 14
4.1 Gelijkheidsscores.....	p. 14
4.2 Tijdmeting.....	p. 15
4.3 Algemene conclusie.....	p. 16
4.4 Vervolgonderzoek.....	p. 17
5. Literatuurlijst.....	p. 18
6. Bijlagen.....	p. 19
Bijlage 1: De staafdiagrammen.....	p. 19

## **Abstract**

*Staafdiagrammen worden steeds vaker en in steeds meer contexten gebruikt. Hierdoor is het van groot belang dat deze staafdiagrammen begrijpelijk zijn voor de lezer. Door de vele keuzes en mogelijkheden die ontwerpers hebben voor het design van een staafdiagram, kan het moeilijk zijn om een begrijpelijke staafdiagram te maken. Door kennis te vergaren over de manier waarop lezers staafdiagrammen interpreteren, kan het design van staafdiagrammen geoptimaliseerd worden. Dit onderzoek focust zich op twee factoren die de gelijkheidsoordelen van twee staven kunnen beïnvloeden: afstand en visuele gelijkheid. Door middel van online vragenlijsten is onderzocht of staven in een staafdiagram die dichtbij elkaar staan of visueel gelijk zijn als gelijker gezien worden dan staven die verder uit elkaar staan of niet visueel gelijk zijn. Uit de resultaten bleek dat proefpersonen langer de tijd nodig hadden voor het bepalen van de gelijkwaardigheid tussen twee staven die visueel gelijk waren of dichtbij elkaar stonden, dan wanneer de twee staven niet visueel gelijk waren of verder uit elkaar stonden. Gesuggereerd wordt dat dit effect wordt veroorzaakt doordat staven die visueel gelijk zijn of dichtbij elkaar staan als een 'groep' worden gezien. Het is moeilijker om het verschil tussen objecten te bepalen binnen dezelfde groep dan tussen twee verschillende groepen.*

# 1. Inleiding

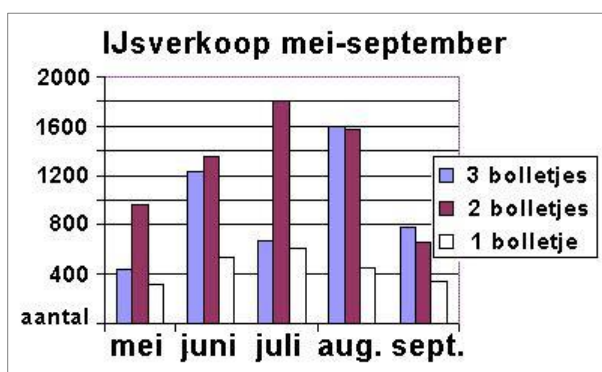
## 1.1 Figuren

Figuren (diagrammen, grafieken, grafische voorstellingen, tekeningen etc.) komen sinds de jaren '80 steeds vaker voor en krijgen een steeds belangrijkere rol in verschillende media (Zacks et al., 1999). Vooral in drukwerk zoals tijdschriften, wetenschappelijke artikelen en kranten wordt steeds vaker gebruik gemaakt van figuren, maar ook in scripties, presentaties en jaarverslagen. De software waarmee figuren gemaakt worden, ontwikkelt zich om deze reden net zo snel. Figuren kunnen steeds sneller gemaakt worden en er ontstaan steeds meer opties en mogelijkheden voor het design van de figuren. Hierdoor wordt het voor producenten makkelijker om hun data om te zetten in figuren. Bij deze groeiende ontwikkeling komt echter ook een groot nadeel kijken. De vele opties en mogelijkheden voor het maken van figuren zorgen er namelijk voor dat het moeilijker wordt om goede figuren te maken en dat het makkelijker wordt om slechte figuren te maken (Zacks et al., 1999).

Iedere ontwerper van een figuur wil natuurlijk een goed figuur maken en geen slechte. Wanneer het design van een figuur verwarrend of onduidelijk is, is de kans groot dat de lezer de informatie niet begrijpt of verkeerd interpreteert (Tversky, 1997). Om ervoor te zorgen dat een figuur begrijpelijk is voor de lezer, is het van groot belang om te weten hoe lezers figuren lezen. Het design van figuren kan met deze kennis aangepast worden aan de manier waarop lezers figuren lezen. Hierdoor zal het voor ontwerpers gemakkelijker zijn om figuren te maken die begrijpelijk zullen zijn voor de lezers.

## 1.2 Staafdiagrammen.

De belangrijkste functie van figuren is dat ze patronen laten zien op basis van data (Tversky, 1997). Een figuur dat in kranten en tijdschriften vaak wordt gebruikt met dit doel, is een staafdiagram. Een staafdiagram is een grafische weergave van gegevens door middel van staven (Zacks et al., 1999). Een voorbeeld van een staafdiagram is te zien in figuur 1. Deze staafdiagram laat het aantal verkochte ijsbolletjes per maand van een ijswinkel zien. Er is te zien dat er in de maand juni ongeveer 800 meer ijsjes met drie bolletjes zijn verkocht dan in de maand mei. Verder is er te zien dat er in de maand augustus ongeveer evenveel ijsjes met drie bolletjes als ijsjes met twee bolletjes verkocht zijn.



Figuur 1. Voorbeeld van een staafdiagram

Het is voor lezers niet altijd even makkelijk om de informatie uit een staafdiagram goed te interpreteren. Dit komt volgens Shah et al. (1999) doordat het design van staafdiagrammen vaak niet afgestemd is op het effectief communiceren van het hoofdpunt van de tekst, ook al is de gegeven informatie technisch gezien correct. Om ervoor te zorgen dat lezers de informatie uit een staafdiagram goed zullen interpreteren, is het van belang dat een staafdiagram een goed en duidelijk design heeft. Om een staafdiagram met een goed en duidelijk design te ontwerpen, is het van belang om te weten hoe staafdiagrammen gelezen worden.

Volgens Zacks et al. (1999) worden tijdens het lezen van staafdiagrammen vaak vergelijkingen gemaakt. In figuur 1 kan bijvoorbeeld de maand mei vergeleken worden met de maand juni, of kan het aantal ijsjes met twee bolletjes vergeleken worden met het aantal ijsjes met drie bolletjes. Het vergelijken van factoren is een belangrijk proces in staafdiagrammen. Deze vergelijkingen kunnen beïnvloed worden door bepaalde visuele kenmerken binnen het design van een staafdiagram (Zacks et al., 1999). Shah et al. (1999) hebben onderzocht hoe het design van een staafdiagram de interpretatie van een lezer kan beïnvloeden. In hun onderzoek werd zowel het formaat (staafdiagram of lijndiagram), als de schaal op de x-as (absoluut of percentage) gemanipuleerd. Aan proefpersonen werd gevraagd om de lijngrafiek en staafdiagrammen te beschrijven en om stellingen over de diagrammen te beoordelen met goed of fout. Uit de resultaten van dit onderzoek bleek dat de proefpersonen de informatie beter konden interpreteren vanuit een lijndiagram met percentages op de x-as, dan vanuit een staafdiagram met absolute getallen op de x-as. Deze resultaten tonen aan dat de visuele structuur de interpretatie van een lezer kan beïnvloeden, zonder dat de inhoudelijke informatie daar invloed op heeft.

Om een begrijpelijke staafdiagram te ontwerpen moet het design van een staafdiagram op zo'n manier ontworpen worden, dat de lezer gemakkelijk vergelijkingen kan maken. In deze scriptie wordt onderzocht welke visuele factoren van invloed zijn op het vergelijkingsproces binnen staafdiagrammen.

### **1.3 Conceptuele metaforen**

Nauw verbonden aan de vergelijkingen die lezers maken in een staafdiagram, is de conceptuele metafoor 'gelijkheid is nabijheid'. Deze metaforische relatie houdt in dat wanneer objecten dichtbij elkaar staan, we ze als 'gelijkwaardiger' zien dan wanneer objecten verder van elkaar vandaan staan. Volgens de Conceptual Metaphor theorie van Lakoff en Johnson (1980) begrijpen we de wereld om ons heen door middel van conceptuele metaforen. Een conceptuele metafoor is een relatie die in onze hersenen wordt gelegd en die ontstaat door de dingen die we zien en de dagelijkse dingen die wij ervaren. Volgens de Conceptual Metaphor theorie zien en interpreteren we dingen aan de hand van metaforische relaties zoals 'Important is big', 'Happy is up', 'Intimacy is closeness', 'Bad is stinky' etc.

(Lakoff & Johnson, 1999). We leggen bijvoorbeeld een link tussen 'belangrijk' en 'groot', doordat we van jongs af aan hebben aangeleerd dat belangrijke informatie vaak groot wordt weergegeven en dat grote dingen vaak belangrijk zijn. Kijk bijvoorbeeld naar titels van een artikel, deze zijn vaak het meest belangrijk en het grootst.

Volgens de Conceptual Metaphor theorie gebruiken we conceptuele metaforen bij alles wat we zien, dus ook bij het zien van staven in een staafdiagram. Deze conceptuele metaforen zouden kunnen sturen hoe we bepaalde beelden verwerken. De vergelijkingen die lezers in een staafdiagram maken, zouden beïnvloed kunnen worden door de conceptuele metafoor 'gelijkheid is nabijheid'. Deze conceptuele metafoor is goed toe te passen op het design van staafdiagrammen, omdat de gelijkheid van staven zowel gemanipuleerd kan worden in afstand (dichtbij/ver), als in visuele gelijkheid (zelfde kleur/andere kleur). Mochten lezers van een staafdiagram tijdens het lezen gebruik maken van de conceptuele metafoor 'gelijkheid is nabijheid', dan zou dit kunnen betekenen dat staven die dichtbij elkaar staan als gelijkwaardiger beoordeeld zullen worden, dan staven die verder van elkaar vandaan staan. Daarnaast zou dit kunnen betekenen dat staven die dezelfde kleur hebben, als gelijkwaardiger beoordeeld zullen worden dan staven die niet dezelfde kleur hebben.

#### **1.4 Gestaltwetten**

De conceptuele metafoor 'gelijkheid is nabijheid' is een samenvoeging van twee wetten van de Gestalttheorie, namelijk de 'wet van gelijkheid' en de 'wet van nabijheid'. Net als de Conceptual Metaphor theorie van Lakoff en Johnson (1980) probeert de Gestalttheorie te verklaren hoe we dingen zien en interpreteren op basis van ervaring (Borchers, Deussen, Klingert & Knörzer, 1996). De Gestalttheorie bestaat uit meerdere wetten die verklaren hoe onze hersenen visuele informatie verwerken. Volgens deze wetten kunnen onze hersenen bepaalde patronen snel, automatisch en onbewust als groep zien, bijvoorbeeld doordat objecten op één doorgaande lijn liggen (wet van continuïteit), doordat objecten naast elkaar staan (wet van nabijheid) of doordat objecten op elkaar lijken (wet van gelijkheid). De essentie van de Gestalttheorie is dat objecten niet als losse onderdelen worden waargenomen maar als patroon (Borchers, Deussen, Klingert & Knörzer, 1996).

De 'wet van gelijkheid' stelt, net als de conceptuele metafoor 'gelijkheid is nabijheid', dat objecten die sterk op elkaar lijken vaak als één groep gezien worden. Welke elementen het zijn maakt niets uit, we groeperen namelijk op vorm, kleur, grootte, afstand, beweging of op andere overeenstemmende kenmerken (Tversky, 1997). In het huidige onderzoek wordt de aandacht gericht op kleur, omdat er binnen het design van staafdiagrammen voor verschillende kleuren staven gekozen kan worden en dit de interpretatie zou kunnen beïnvloeden. Wanneer lezers van een staafdiagram gebruik maken van de 'wet van gelijkheid' tijdens het interpreteren van een staafdiagram, zou dit

kunnen betekenen dat twee staven die dezelfde kleur hebben meer als groep worden gezien dan twee staven die niet dezelfde kleur hebben.

De 'wet van nabijheid' stelt, net als de conceptuele metafoor 'gelijkheid is nabijheid', dat objecten die dicht bij elkaar staan vaak als één groep worden gezien. De afstand tussen objecten bepaalt welke delen als groep worden gezien. Hoe dicht elementen bij elkaar staan, hoe sneller ze als groep worden waargenomen. En hoe verder elementen van elkaar vandaan staan, hoe sneller ze als aparte groepen waarnemen (Tversky, 1997). In dit huidige onderzoek is ervoor gekozen om de afstand tussen twee staven uit een staafdiagram te manipuleren door er een andere staaf tussen te plaatsen. Wanneer lezers van een staafdiagram gebruik maken van de 'wet van nabijheid' tijdens het interpreteren van een staafdiagram, zou dit kunnen betekenen dat twee staven die naast elkaar staan meer als groep gezien zullen worden dan twee staven waar nog een andere staaf tussen staat.

Door middel van deze scriptie wordt onderzocht of lezers van een staafdiagram gebruik maken van de conceptuele metafoor 'gelijkheid is nabijheid', en dus de 'wet van nabijheid' en de 'wet van gelijkheid', bij het vergelijken van staven in een staafdiagram. Door de afstand en de visuele gelijkheid van staven te manipuleren zal duidelijk worden of deze twee factoren invloed kunnen uitoefenen op de beoordelingen van gelijkwaardigheid.

### **1.5 Eerder onderzoek**

Er is nog niet eerder onderzoek gedaan naar het gebruik van de conceptuele metafoor 'gelijkheid is nabijheid' bij het bepalen van de gelijkheid tussen staven in staafdiagrammen, maar wel bij het bepalen van de gelijkheid tussen objecten. Een voorbeeld van zo'n onderzoek is de studie van Casasanto (2008). Hij heeft door middel van drie experimenten onderzocht of proefpersonen paren van abstracte zelfstandig naamwoorden (bijvoorbeeld verdriet, rechtvaardigheid of hoop) of paren van foto's van gezichten (foto's van vrouwen of mannen), als gelijkwaardiger zouden beoordelen wanneer ze dichtbij elkaar stonden op een computerscherm, dan wanneer ze ver van elkaar af stonden. De proefpersonen gaven op een schaal van 1 tot 9 aan hoe gelijkwaardig ze de twee woorden of gezichten vonden. Uit de resultaten bleek dat de woorden en gezichten als gelijkwaardiger werden beoordeeld wanneer ze op het scherm dichtbij elkaar stonden. Deze studie toont aan dat 'nabijheid' in deze situatie leidde tot 'gelijkheid' en dat proefpersonen tijdens het bepalen van de gelijkheid tussen twee objecten gebruik maakten van de conceptuele metafoor 'gelijkheid is nabijheid'.

Een ander voorbeeld van een studie waarbij onderzoek gedaan werd naar het gebruik van de conceptuele metafoor 'gelijkheid is nabijheid' bij het bepalen van de gelijkheid tussen objecten, is de studie van Boot en Pecher (2010). In deze studie kregen proefpersonen twee vierkanten op een computer scherm te zien die dezelfde of een andere kleur hadden, en ver uit elkaar of dichtbij elkaar stonden. Proefpersonen moesten aangeven of de vierkanten dezelfde kleur hadden. Uit de resultaten

bleek dat prestaties bij soortgelijke kleuren beter waren wanneer de afstand tussen de vierkanten klein was en prestaties bij verschillende kleuren beter waren wanneer deze afstand groot was. Dus naarmate de vierkanten dicht bij elkaar stonden werden ze als gelijker beoordeeld. Ook uit deze studie bleek dat proefpersonen tijdens het bepalen van de gelijkheid tussen twee objecten gebruik maakten van de conceptuele metafoor 'gelijkheid is nabijheid'.

Tenslotte werd ook in de studie van Sagi et al. (2012) onderzoek gedaan naar het gebruik van de conceptuele metafoor 'gelijkheid is nabijheid' bij het bepalen van de gelijkheid tussen objecten. In deze studie kregen de proefpersonen steeds twee afbeeldingen op een computerscherm te zien (bijvoorbeeld twee afbeeldingen van een boom). Deze afbeeldingen werden gemanipuleerd in visuele gelijkheid: de proefpersonen kregen ofwel twee dezelfde afbeeldingen te zien (bijvoorbeeld twee dezelfde bomen), ofwel twee verschillende afbeeldingen (bijvoorbeeld twee verschillende bomen). De proefpersonen gaven voor dertig paren afbeeldingen door middel van de linker- of rechtermuisknop aan of de afbeeldingen gelijk waren of niet. Uit de resultaten van de tijdmeting bleek dat het bepalen van de gelijkheid van twee afbeeldingen sneller ging wanneer de objecten niet op elkaar leken dan wanneer de objecten wel op elkaar leken. Gesuggereerd kan worden dat de proefpersonen tijdens het experiment gebruik maakten van de 'wet van gelijkheid', waardoor ze meer tijd nodig hadden om het verschil te bepalen tussen objecten die tot dezelfde groep behoorden, dan tussen objecten die niet tot dezelfde groep behoorden.

De studie van Casasanto (2008) en de studie van Boot en Pecher (2010) tonen aan dat objecten die dichtbij elkaar staan of visueel gelijk zijn een hogere beoordeling op gelijkwaardigheid krijgen dan objecten die verder van elkaar vandaan staan of visueel ongelijk zijn. De studie van Sagi et al (2012) toont aan dat het geven van een beoordeling op gelijkwaardigheid sneller gaat bij objecten die niet visueel gelijk zijn dan bij objecten die wel visueel gelijk zijn.

## **1.6 Onderzoeksvraag en hypotheses**

In deze scriptie wordt onderzocht of het interpreteren van staafdiagrammen beter verloopt wanneer het design van de staafdiagram overeenkomt met de conceptuele metafoor 'gelijkheid is nabijheid'. De manipulaties die worden toegepast in de staafdiagrammen zijn de afstand tussen staven (dichtbij/ver) en de visuele gelijkheid van staven (zelfde kleur/niet dezelfde kleur). Op basis van de Conceptual Metaphor theorie en de Gestalttheorie wordt verwacht dat twee staven die visueel gelijk zijn of dichtbij elkaar staan, als 'groep' gezien worden en dus gelijkwaardiger beoordeeld worden dan staven die visueel ongelijk zijn of verder van elkaar vandaan staan. Op basis van de Gestalttheorie en de studie van Sagi et al. (2012) wordt verwacht dat het bepalen van de gelijkwaardigheid van twee staven sneller zal gaan wanneer staven niet visueel gelijk zijn of ver van elkaar vandaan staan, dan wanneer staven wel visueel gelijk zijn. De onderzoeksvraag die centraal staat in dit onderzoek luidt als



volgt: “Wat is het effect van de afstand tussen staven en de visuele gelijkheid van staven in een staafdiagram, op de mate waarin deze staven als gelijkwaardig worden beoordeeld?” De verwachtingen op deze vraag luiden als volgt:

- Hypothese 1a: Twee staven die visueel gelijk zijn in een staafdiagram worden als gelijkwaardiger beoordeeld dan twee staven die niet visueel gelijk zijn.
- Hypothese 1b: Het bepalen van de gelijkwaardigheid tussen twee staven die visueel gelijk zijn duurt langer dan het bepalen van de gelijkwaardigheid tussen twee staven die visueel ongelijk zijn.
- Hypothese 2a: Twee staven die dichtbij elkaar staan in een staafdiagram worden als gelijkwaardiger beoordeeld dan twee staven die verder van elkaar vandaan staan.
- Hypothese 2b: Het bepalen van de gelijkwaardigheid tussen twee staven die dichtbij elkaar staan duurt langer dan het bepalen van de gelijkwaardigheid tussen twee staven die ver van elkaar vandaan staan.
- Hypothese 3a: Twee staven die zowel visueel gelijk als dichtbij elkaar staan, zullen de hoogste beoordeling krijgen op het gebied van gelijkwaardigheid.
- Hypothese 3b: Het bepalen van de gelijkwaardigheid tussen twee staven die zowel visueel gelijk zijn als dichtbij elkaar staan, zal de meeste tijd in beslag nemen.

## **2. Methode**

### **2.1 Proefpersonen**

Aan dit experiment deden 92 proefpersonen mee. Alle proefpersonen zijn random geselecteerd via social media websites zoals Facebook. De gemiddelde leeftijd van de proefpersonen was 26 jaar (van 16 tot 63 jaar). In totaal waren er 61 vrouwen en 31 mannen. Alle proefpersonen die het onderzoek niet volledig hadden afgerond zijn uit het onderzoek verwijderd.

### **2.2 Design**

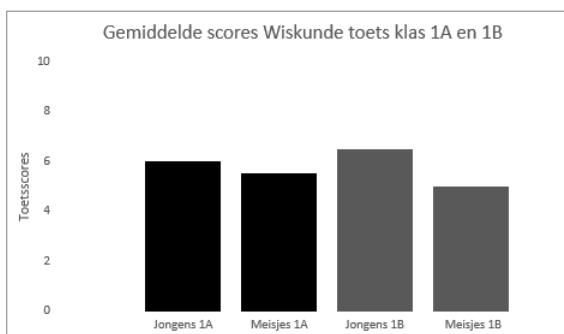
Dit experiment heeft een 2x2 design. De onafhankelijke variabelen zijn de Afstand tussen de staven (dichtbij/ver) en de Visuele gelijkheid van de staven (zelfde kleur/niet dezelfde kleur). De afhankelijke variabelen zijn de gelijkheidsscore op een schaal van 7-punt Likert en de gemeten reactietijd in seconden.

### **2.3 Materialen**

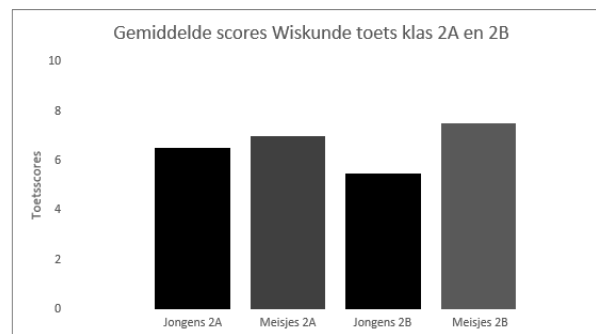
Voor dit experiment zijn twee online vragenlijsten gebruikt. De reden dat er twee vragenlijsten gebruikt zijn, is dat de factoren op deze manier binnen dezelfde omstandigheden getoetst konden

worden, zonder dat de proefpersonen de items meerdere malen te zien kregen. Hierdoor is het enige verschil tussen de twee versies de kleur van de staven in de staafdiagrammen.

In totaal zijn er voor dit onderzoek dertien staafdiagrammen gebruikt (zie bijlage 1): één voor een oefenvraag, zes voor vragenlijst 1 en zes voor vragenlijst 2. De staafdiagrammen tonen de wiskunderesultaten van een middelbare school van klas 1 tot en met 6. Per diagram waren de scores te zien van of klas 1A en 1B, of van klas 2A en 2B, of van klas 3A en 3B enzovoort. Bovendien werden de wiskunderesultaten per klas opgedeeld in de jongens en de meisjes. Twee voorbeelden van de staafdiagrammen zijn te zien in figuur 2 en 3.



Figuur 2. Staafdiagram 1 uit versie 1



Figuur 3. Staafdiagram 2 uit versie 1

De dertien staafdiagrammen verschilden in zowel behaalde scores op de wiskunde toets (de lengte van de staven), als in Visuele gelijkheid (de kleur van de staven). De staven waren afwisselend per diagram 'zwart-zwart-grijs-grijs' en 'zwart-grijs-zwart-grijs'. Voor iedere staafdiagram moesten de proefpersonen twee vragen beantwoorden, waarbij ze de gelijkwaardigheid tussen twee staven moesten bepalen. Deze twee staven hadden steeds verschillende relaties met elkaar. De ene keer was de afstand tussen de staven groot en de andere keer klein; en de ene keer waren de staven visueel gelijk en de andere keer visueel ongelijk. Op deze manier konden er vier verschillende vragen gesteld worden:

- vragen die de gelijkwaardigheid testten tussen staven die zowel visueel gelijk waren als dichtbij elkaar stonden;
- vragen die de gelijkwaardigheid testten tussen staven die niet visueel gelijk waren maar wel dichtbij elkaar stonden;
- vragen die de gelijkwaardigheid testten tussen staven die visueel gelijk waren en ver van elkaar vandaan stonden;
- en tenslotte vragen die de gelijkwaardigheid testten tussen staven die zowel visueel ongelijk waren als ver van elkaar vandaan stonden.

Deze vier vragen staan direct in relatie met de twee factoren die gemanipuleerd zijn (Visuele gelijkheid en Afstand). De vragen werden gesteld in de vorm van "Hoe gelijk vond u de scores tussen de jongens en de meisjes uit klas 1A?" en "Hoe gelijk vond u de scores tussen de jongens uit klas 1A en de jongens

uit klas 1B?" De proefpersonen konden bij iedere vraag aangeven hoe gelijk ze de gegeven staven vonden op een 7-punt Likert schaal. Er is voor gekozen om per diagram slechts twee vragen te stellen en niet alle vier de vragen, omdat de proefpersonen de diagram bij de vierde vraag veel minder goed zouden kunnen herinneren dan bij de eerste vraag.

## **2.4 Procedure**

Via een online link werden alle proefpersonen random verdeeld over de twee vragenlijsten. Zodra de proefpersonen de vragenlijst openden, werd er gevraagd naar een aantal persoonlijke gegevens. Hierop volgde een korte introductie waarin de proefpersonen werd verteld dat ze meededen aan een onderzoek naar het design van staafdiagrammen. Verder werd verteld dat de proefpersonen de gelijkheid tussen twee staven uit een staafdiagram moesten beoordelen en dat de tijd werd opgenomen gedurende het beantwoorden van de vragen. Om ervoor te zorgen dat de proefpersonen daadwerkelijk begrepen wat ze moesten doen, kregen ze een oefendiagram en een oefenvraag. Hierna begon het echte experiment. De proefpersonen kregen de eerste diagram te zien met een aantekening dat ze de diagram goed moesten bestuderen. De proefpersonen konden zelf doorklikken wanneer ze de diagram goed hadden bestudeerd. Dit leidde hen naar de twee vragen over de diagram die ze moesten beantwoorden. In deze vragen bepaalden ze op een 7-punt Likert schaal hoe gelijkwaardig ze de twee staven vonden. Dit werkte op dezelfde manier bij de opeenvolgende diagrammen en vragen. Na het afnemen van het onderzoek gaven veel proefpersonen aan dat ze het een moeilijk onderzoek vonden. Velen hadden moeite met het terughalen van de informatie uit de staafdiagram, omdat deze uit het beeld verdwenen was.

## **3. Resultaten**

### **3.1 Resultaten van gelijkheidsscores**

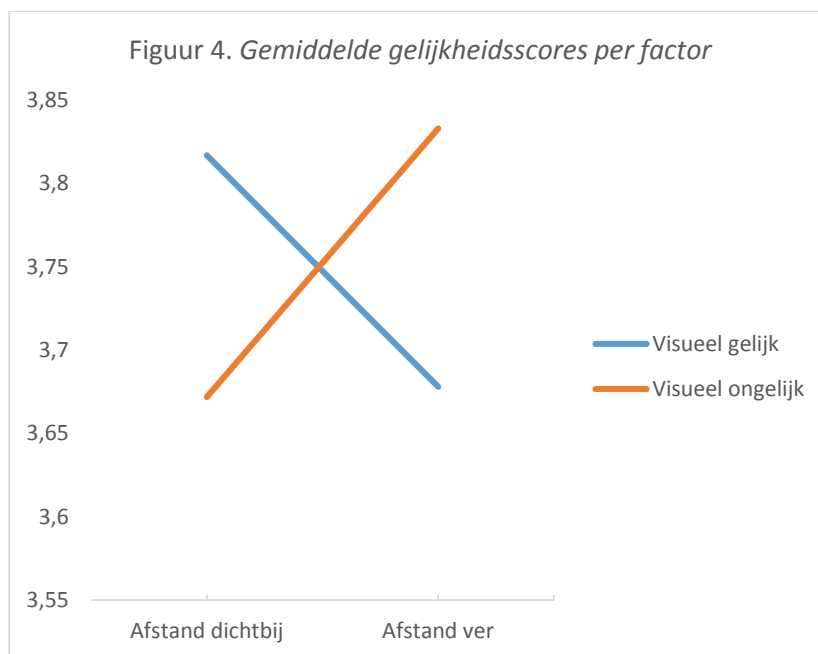
#### **3.1.1 Invloed van versie**

Om te toetsen of de versie van de vragenlijst invloed heeft gehad op de resultaten van de gelijkheidsscores, is er een ANOVA uitgevoerd. Uit deze analyse bleek dat er geen hoofdeffect van versie was ( $F(1,90)=.32$ ,  $p=.58$ ). Om deze reden is deze factor de rest van de analyses van gelijkheidsscores niet meer getest.

#### **3.1.2. Hoofdeffecten en interactie-effect van gelijkheidsscores**

Om te toetsen of de manipulatie van Visuele gelijkheid effect heeft gehad op de gelijkheidsscores is een ANOVA voor herhaalde metingen uitgevoerd. Hieruit bleek echter dat er geen hoofdeffect was van Visuele gelijkheid ( $F(1,91)=.01$ ,  $p=.91$ ). Om te toetsen of de manipulatie van Afstand effect heeft

gehad op de gelijkheidsscores, is er eveneens een ANOVA voor herhaalde metingen uitgevoerd. Hieruit bleek dat er ook geen hoofdeffect was van Afstand ( $F(1,91)=.02$ ,  $p=.89$ ). Er bleek echter wel een trend van een interactie-effect te zijn ( $F(1,91)=3.66$ ,  $p=.06$ ). Wanneer staven dichtbij elkaar stonden, kregen ze een hogere gelijkheidsscore wanneer ze visueel gelijk waren dan wanneer ze visueel ongelijk waren. Wanneer staven ver van elkaar vandaan stonden, kregen ze een hogere gelijkheidsscore wanneer ze visueel ongelijk waren dan wanneer ze visueel gelijk waren. Dit gaat echter om een trend en dus niet om een significant verschil. Deze trend is te zien in figuur 4.



## 3.2 Resultaten van tijdmeting

### 3.2.1 Outlier-analyse

Voorafgaand aan het uitvoeren van de analyse over de reactietijden is een outlier-analyse uitgevoerd. Bij deze afhankelijke variabele kunnen grote uitschieters voorkomen vanwege het feit dat er geen maximum aantal seconden was voor het beantwoorden van de vraag. Uit deze analyse bleek dat de standaarddeviaties erg groot waren ten opzichte van het gemiddelde (zie tabel 1). Om de outliers te verwijderen, is het gemiddelde opgeteld bij 2 keer de standaarddeviatie. Alle tijdsscores van boven de 15 seconden werden verwijderd. Dit was 4% van het totaal aantal gemeten tijdsscores. Doordat deze uitschieters eruit gehaald zijn, ontstond er een nieuw gemiddelde en een nieuwe standaarddeviatie voor de variabele tijd (zie tabel 1).

**Tabel 1.***De gemiddelde reactietijd in seconden en standaarddeviaties voor en na de outlier-analyse*

	Gemiddelde	Standaarddeviatie
Voor de outlier-analyse	6,30	4,15
Na de outlier-analyse	5,73	2,95

### 3.2.2 Invloed van versie

Om te toetsen of de versie van de vragenlijst invloed heeft gehad op de resultaten van de tijdmeting, is er een ANOVA uitgevoerd. Uit deze analyse bleek dat er geen hoofdeffect van versie was ( $F < 1$ ). Om deze reden is deze factor de rest van de analyses van tijdmeting niet meer getest.

### 3.2.3 Hoofdeffekten en interactie-effect van tijd

Om te toetsen of de manipulatie van Visuele gelijkheid effect heeft gehad op de tijd is een ANOVA voor herhaalde metingen uitgevoerd. Hieruit bleek dat er een hoofdeffect was van Visuele gelijkheid ( $F(1,88)=4.09$ ,  $p=.05$ ). Zoals in tabel 2 te zien is, waren de proefpersonen sneller in het beantwoorden van de vraag wanneer de staven visueel ongelijk waren, dan wanneer de staven visueel gelijk waren.

Om te toetsen of de manipulatie van Afstand effect heeft gehad op de tijd is er eveneens een ANOVA voor herhaalde metingen uitgevoerd. Hieruit bleek dat er een hoofdeffect was van Afstand ( $F(1,88)=16.76$ ,  $p=.001$ ). In tabel 3 is te zien dat de proefpersonen sneller waren in het beantwoorden van de vraag wanneer de staven dichtbij elkaar stonden, dan wanneer de staven ver van elkaar vandaan stonden.

**Tabel 2.***De gemiddelde reactietijd in seconden en standaarddeviaties voor Visuele gelijkheid*

	Gemiddelde	Standaarddeviatie
Visueel gelijk	5,85	2,27
Visueel ongelijk	5,53	1,82

**Tabel 3.***De gemiddelde reactietijd in seconden en standaarddeviaties voor Afstand*

	Gemiddelde	Standaarddeviatie
Afstand dichtbij	5,41	2,01
Afstand ver	5,97	2,08

Uit de analyses bleek tenslotte dat er geen significant interactie-effect was tussen Visuele gelijkheid en Afstand op de tijdmeting ( $F(1,88)=1.93, p=.29$ ).

## **4. Conclusie en Discussie**

### **4.1 Gelijkheidsscores**

Uit de resultaten van de gelijkheidsscores bleek dat er geen significant hoofdeffect van visuele gelijkheid was. Dit betekent dat hypothese 1a wordt ontkracht. Visuele gelijkheid van staven blijkt geen invloed te hebben op de mate waarin proefpersonen deze staven als gelijkwaardig beoordelen. Uit de resultaten van de gelijkheidsscores bleek ook dat er geen significant hoofdeffect was van afstand. Dit betekent dat hypothese 2a eveneens wordt ontkracht. Afstand tussen staven blijkt geen invloed te hebben op de mate waarin de proefpersonen deze als gelijkwaardig beoordelen.





Het feit dat er zowel voor visuele gelijkheid als voor afstand geen hoofdeffect optreedt, betekent dat de proefpersonen tijdens het vergelijken van twee staven waarschijnlijk geen gebruik maakten van de conceptuele metafoor 'gelijkheid is nabijheid' en de 'wet van gelijkheid' en de 'wet van nabijheid'. Een mogelijke verklaring zou kunnen zijn dat het design van de staafdiagrammen niet voldoende is aangepast om tot een verschil in gelijkwaardigheid te kunnen leiden. De factoren zouden in dit geval in hun eentje niet voldoende invloed hebben op het vergelijkingsproces van staven, maar wel wanneer het design op meerdere gebieden aangepast zou zijn. Bovendien verschilden de kleuren en afstanden misschien niet genoeg. Er was namelijk gekozen voor de kleuren zwart en grijs, welke niet ver van elkaar af liggen. Voor volgend onderzoek zou het misschien een beter idee zijn om tegenovergestelde kleuren te kiezen, zoals rood en groen of blauw en oranje. Ook de afstand tussen de staven was misschien niet groot genoeg. Bij een kleine afstand stonden de staven naast elkaar en bij een grote afstand stonden ze verder uit elkaar, maar stond er slechts één andere staaf tussen. Voor vervolg onderzoek zou het misschien een idee zijn om de afstand tussen de staven te vergroten. Het vergroten van de kleur verschillen en de afstand tussen de staven, zou er in vervolgonderzoek voor kunnen zorgen dat de factoren ook in hun eentje voldoende oorzaak kunnen zijn om voor een verschil in gelijkwaardigheid te kunnen zorgen.

Uit de resultaten van de gelijkheidsscores bleek dat er een trend was van een interactie-effect tussen visuele gelijkheid en afstand. In tabel 4 is te zien dat wanneer staven dichtbij elkaar stonden, ze een hogere gelijkheidsscore kregen wanneer ze visueel gelijk waren dan wanneer ze visueel ongelijk waren. Wanneer staven ver van elkaar vandaan stonden, kregen ze een hogere gelijkheidsscore wanneer ze visueel ongelijk waren dan wanneer ze visueel gelijk waren. Dit betekent dat de proefpersonen tot op een zekere hoogte gebruik maakten van de conceptuele metafoor 'gelijkheid is nabijheid' en de 'wet van gelijkheid' en de 'wet van nabijheid' tijdens het vergelijken van de staven

die zowel visueel gelijk waren als dichtbij elkaar stonden. Dit resultaat is in overeenstemming met hypothese 3a. Wanneer de staven wel visueel gelijk waren maar ver uit elkaar stonden, of wel dichtbij elkaar stonden maar niet visueel gelijk waren, dan kregen de staven een lagere beoordeling op gelijkwaardigheid. Ook dit is in overeenstemming met hypothese 3a. Opvallend is echter, dat staven die zowel ver uit elkaar stonden, als visueel ongelijk waren, een hoge beoordeling op gelijkwaardigheid kregen. Volgens de verwachtingen zouden deze staven juist de laagste beoordeling op gelijkwaardigheid moeten krijgen. Dit fenomeen zou verklaard kunnen worden doordat de gelijkwaardigheid van de staven die ver uit elkaar stonden en visueel ongelijk waren, bij iedere diagram pas in de tweede vraag gemeten werd. Tussen het zien van de diagram en het beantwoorden van deze vraag, hadden ze dus ook al een andere vraag beantwoord. De diagram zit hierdoor minder goed in het geheugen van de proefpersoon. Het zou dus zo kunnen zijn dat proefpersonen bij de tweede vraag niet meer goed wisten hoe de staven uit de diagram eruit zagen en dat de resultaten van de gelijkheidsscores hierdoor zijn beïnvloed.

**Tabel 4.**

*Interactie-effect van visuele gelijkheid en afstand op gelijkheidsscores*

	<b>Afstand dichtbij</b>	<b>Afstand ver</b>
Visueel gelijk	Relatief hoge gelijkheidsscore 	Relatief lage gelijkheidsscore 
Visueel ongelijk	Relatief lage gelijkheidsscore 	Relatief hoge gelijkheidsscore 

## 4.2 Tijdmeting

Uit de resultaten van de tijdmeting bleek dat er een significant hoofdeffect was van visuele gelijkheid. Visuele gelijkheid blijkt invloed te hebben op de tijd die mensen nodig hebben om de vragen te beantwoorden. Proefpersonen deden langer over het beantwoorden van de vragen wanneer de twee staven visueel gelijk waren. Dit is in overeenstemming met hypothese 1b. Zoals de metafoor 'gelijkheid is nabijheid' en 'wet van gelijkheid' stellen, worden objecten die gelijk zijn, in dit geval dus staven die dezelfde kleur hebben, vaak als groep gezien. Het is voor proefpersonen makkelijker om het verschil tussen twee verschillende groepen te bepalen dan het verschil binnen een groep. Dit verklaart dat de proefpersonen er langer over deden om de gelijkwaardigheid te bepalen wanneer de staven een andere kleur hadden dan wanneer de staven dezelfde kleur hadden.

Uit de resultaten van de tijdmeting bleek ook dat er een significant hoofdeffect was van afstand. Afstand blijkt invloed te hebben op de tijd die proefpersonen nodig hebben om de vragen te beantwoorden. Proefpersonen deden langer over het beantwoorden van de vragen, wanneer gevraagd werd naar staven die verder van elkaar vandaan stonden. Dit resultaat is in overeenstemming met hypothese 2b. Zoals de metafoor 'gelijkheid is nabijheid' en de 'wet van nabijheid' stellen, worden figuren die ver van elkaar vandaan staan minder snel als groep gezien dan figuren die dichtbij elkaar staan. Het was voor de proefpersonen moeilijker om de gelijkwaardigheid te bepalen voor staven die ver van elkaar vandaan stonden en dus niet tot dezelfde groep behoorden dan voor staven die dichtbij elkaar stonden en dus wel tot dezelfde groep behoorden. Omdat dit moeilijker was deden proefpersonen er ook langer over om deze vragen te beantwoorden.

Uit de resultaten van de tijdmeting bleek dat er geen interactie-effect optrad tussen visuele gelijkheid en afstand. Door deze resultaten wordt hypothese 3b ontkracht. De reactietijd was sneller wanneer twee staven visueel gelijk waren of dichtbij elkaar stonden, maar niet wanneer twee staven visueel gelijk waren én dichtbij elkaar stonden. Visuele gelijkheid en afstand versterken elkaar dus niet.

### **4.3 Algemene conclusie**

Uit dit onderzoek bleek dat de visuele gelijkheid geen significant effect had op de mate waarin de proefpersonen de staven als gelijkwaardig beoordelen, maar wel op de tijd die proefpersonen nodig hadden voor het beantwoorden van de vragen. De proefpersonen hadden meer tijd nodig voor het bepalen van de gelijkwaardigheid van twee staven die visueel gelijk waren. Daarnaast bleek ook uit dit onderzoek dat afstand geen significant effect had op de mate waarin proefpersonen deze staven als gelijkwaardig beoordeelden, maar wel op de tijd die de proefpersonen nodig hadden voor het beantwoorden van de vragen. Het bepalen van de gelijkwaardigheid tussen twee staven die dichtbij elkaar stonden, duurde langer dan het bepalen van de gelijkwaardigheid tussen twee staven die ver van elkaar vandaan stonden. Tenslotte bleek uit dit onderzoek dat er een trend van een interactie-effect was tussen visuele gelijkheid en afstand op de gelijkheidsscores. Wanneer staven dichtbij elkaar stonden, kregen ze een hogere gelijkheidsscore wanneer ze visueel gelijk waren dan wanneer ze visueel ongelijk waren. Wanneer staven ver van elkaar vandaan stonden, kregen ze een hogere gelijkheidsscore wanneer ze visueel ongelijk waren dan wanneer ze visueel gelijk waren.

Volgens de 'wet van gelijkheid' en de 'wet van nabijheid' worden objecten die op elkaar lijken of dichtbij elkaar staan als een groep gezien. Staven in een staafdiagram die dezelfde kleur hebben of dichtbij elkaar staan, worden dus eerder als groep gezien dan staven die niet dezelfde kleur hebben en verder uit elkaar staan. Volgens het onderzoek van Sagi et al. (2012) duurt het langer om te bepalen of er een verschil is tussen twee dezelfde objecten dan tussen twee verschillende objecten. Het verschil bepalen tussen twee staven die vanwege visuele redenen bij dezelfde groep horen (omdat ze visueel



gelijk zijn of dichtbij elkaar staan) is moeilijker te bepalen dan het verschil tussen twee staven die niet bij dezelfde groep horen. In het huidige onderzoek werd dit bevestigd doordat proefpersonen meer tijd nodig hadden voor het bepalen van de gelijkwaardigheid tussen twee staven die visueel gelijk waren of dichtbij elkaar stonden. Dit resultaat is een toevoeging aan de resultaten van het onderzoek van Shah et al. (1999). De visuele structuur van een staafdiagram blijkt invloed uit te kunnen oefenen op de interpretatie van de lezer, zonder dat de inhoudelijke informatie daar invloed op heeft. Naast dat de keuze voor het formaat en de schaal op de x-as de interpretatie makkelijker kunnen maken, kunnen de afstand en visuele gelijkheid invloed hebben op de snelheid van de interpretatie. Het antwoord op de onderzoeksvraag “Wat is het effect van de afstand tussen staven en de visuele gelijkheid van staven in een staafdiagram, op de mate waarin deze staven als gelijkwaardig worden beoordeeld?” luidt hierdoor als volgt: de afstand tussen staven en de visuele gelijkheid van staven in een staafdiagram kunnen invloed uitoefenen op de tijd die nodig is om de gelijkwaardigheid van deze staven te beoordelen. Met deze kennis over hoe mensen staafdiagrammen lezen, kan het design van staafdiagrammen aangepast worden waardoor een optimaal begrip van de lezer bereikt kan worden. Er is echter nog veel meer kennis nodig over het interpreteren van staafdiagrammen om een optimaal begrip van de lezer te bereiken.

#### **4.4 Vervolgonderzoek**

Er is behoefte aan meer onderzoek dat kennis levert over het interpreteren van staafdiagrammen, zodat het design van staafdiagrammen en dus het begrip van lezers geoptimaliseerd kunnen worden. Voor vervolgonderzoek naar het interpreteren van staafdiagrammen, is het belangrijk om te weten dat veel proefpersonen uit dit experiment aangaven dat ze het een moeilijk experiment vonden. Ze hadden moeite met het ophalen van de informatie uit het geheugen. De vaardigheden van proefpersonen om informatie op te halen uit het geheugen, kunnen hierdoor invloed gehad hebben op de resultaten. In vervolgonderzoek is het verstandig om hier rekening mee te houden.

Het huidige onderzoek levert niet voldoende bewijs om te concluderen dat visuele gelijkheid en afstand invloed kunnen uitoefenen op de gelijkwaardigheid van staven in een staafdiagram. Een vernieuwd experiment om dit te kunnen bewijzen zou bestaan uit verschillende staafdiagrammen waarbij visuele gelijkheid en afstand zijn gemanipuleerd. Om een duidelijk verschil te maken in visuele gelijkheid zijn de staven in de staafdiagrammen blauw of oranje. Om een duidelijk verschil te maken in afstand staan er tussen ieder paar bevraagde staven vijf andere staven. Om te voorkomen dat de vaardigheden voor het ophalen van informatie een rol gaan spelen, wordt er bij iedere diagram slechts één vraag gesteld waarbij de proefpersonen de gelijkheid tussen twee staven moeten bepalen. Met deze verbeteringen zou het experiment misschien wel resultaat leveren voor de gelijkheidsscores.

## 5. Literatuurlijst

Boot, I. & Pecher, D. (2010). Similarity is Closeness: Metaphorical Mapping in a Conceptual Task. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 63, 942-954.

Borchers, J., Deussen, O., Klingert, A. & Knörzer, C. (1996). Layout Rules for Graphical Web Documents. *Computers and Graphics*, 20(3), 415-426.

Casasanto, D. (2008). Similarity and Proximity: When Does Close in Space Mean Close in Mind?. *Memory and Cognition*, 36(6), 1047-56.

Lakoff, G., & Johnson, M. (1980). The Metaphorical Structure of the Human Conceptual System. *Cognitive Science*, 4, 195-208.

Sagi, E., Gentner, D., & Lovett, A. (2012). What difference reveals about similarity. *Cognitive science*, 36(6), 1019-1050.

Shah, P., Mayer, R. E., & Hegarty, M. (1999). Graphs as Aids to Knowledge Construction: Signaling Techniques for Guiding the Process of Graph Comprehension. *Journal of Educational Psychology*, 91(4), 690.

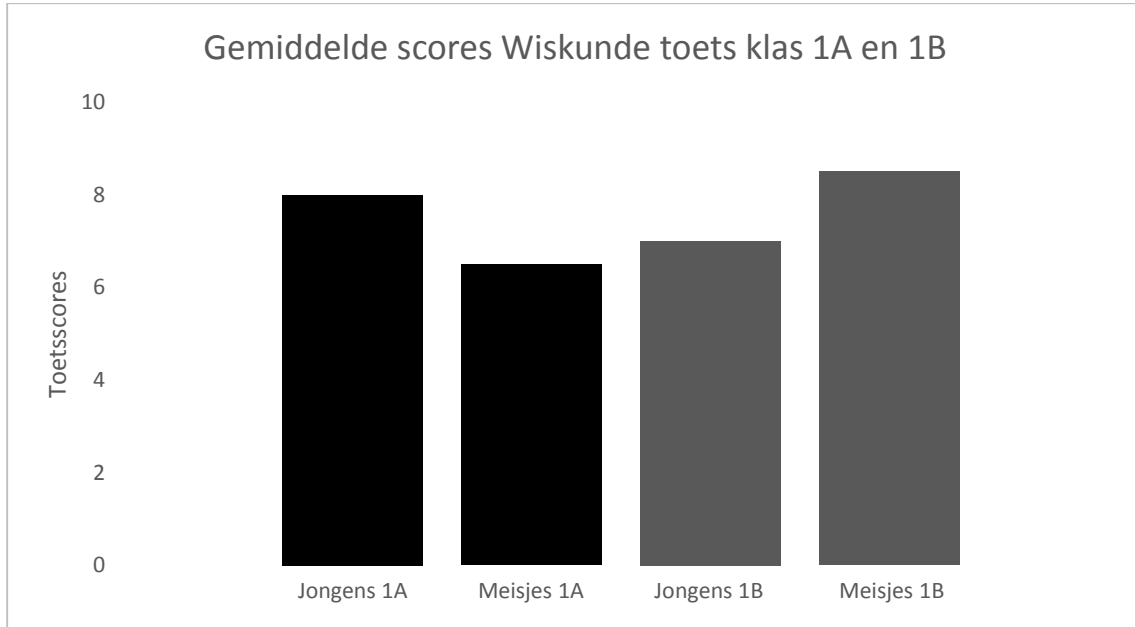
Tversky, B. (1997). *Cognitive Principles of Graphic Displays*. Gedownload op 15 november 2015, van <http://www.aai.org/Papers/Symposia/Fall/1997/FS-97-03/FS97-03-015.pdf>

Zacks, J., Levy, E., Tversky, B., & Schiano, D. (2002). Graphs in Print. In *Diagrammatic Representation and Reasoning* (pp. 187-206). Springer London.

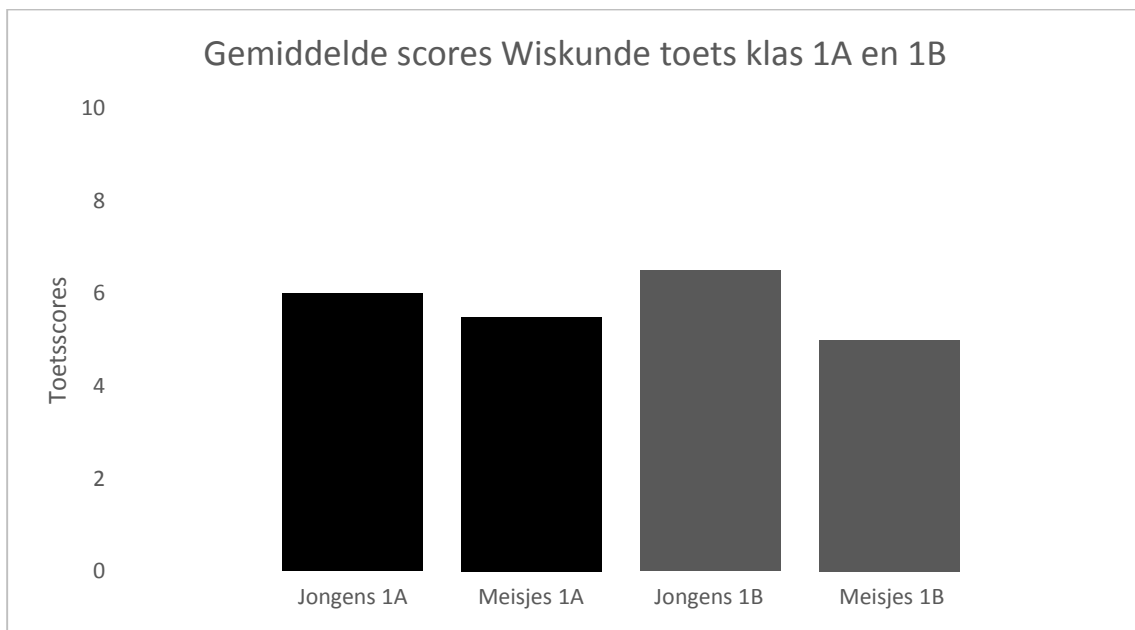
## 6. Bijlagen

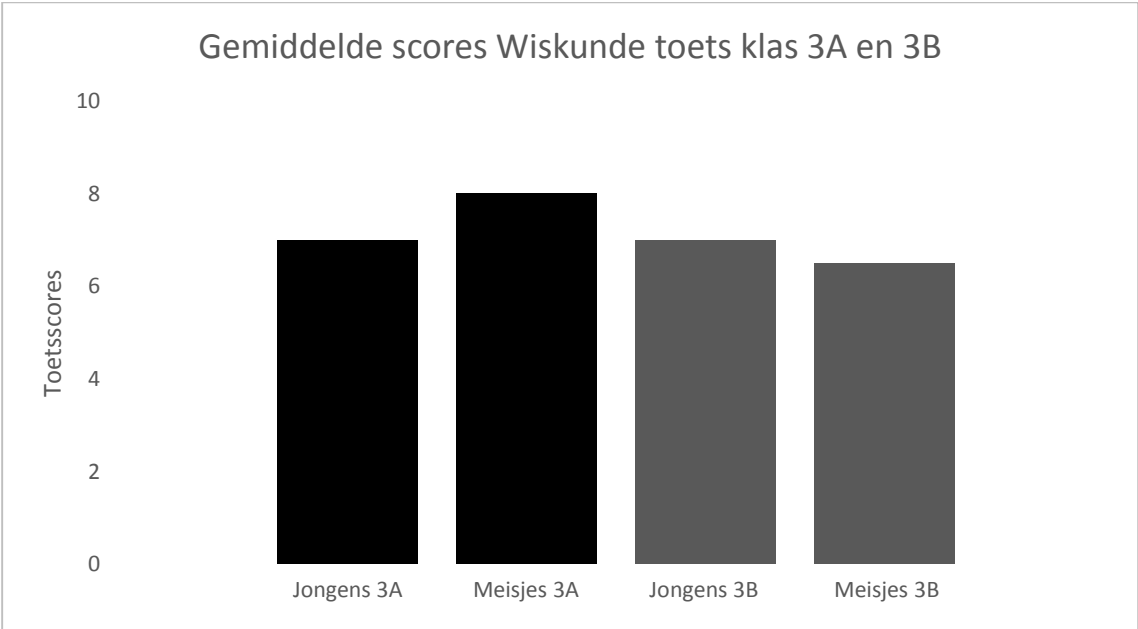
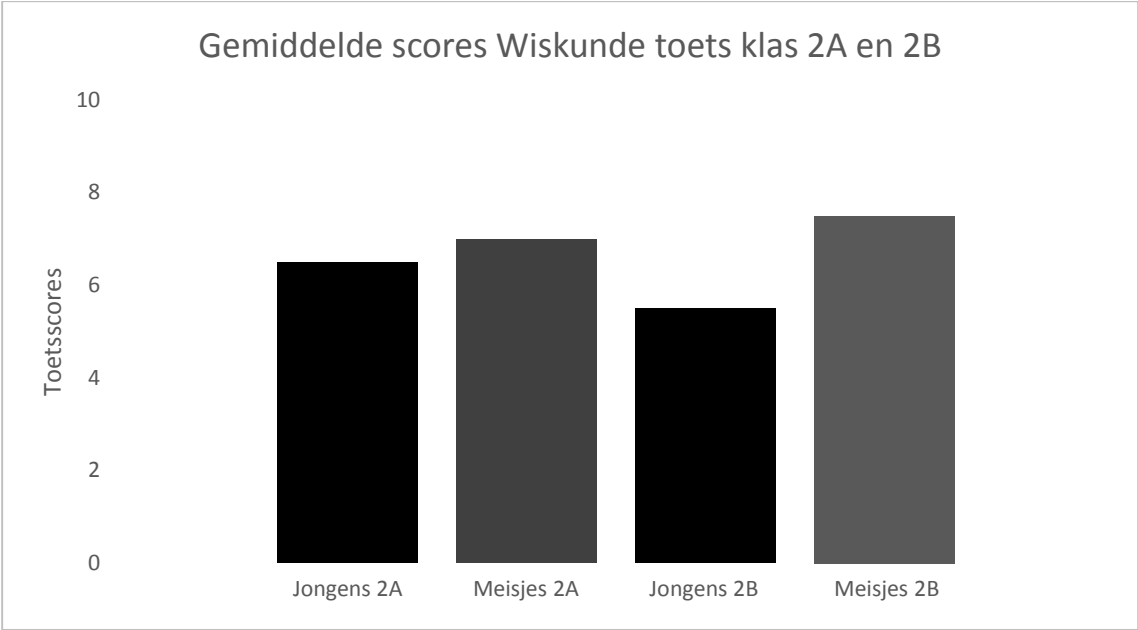
### Bijlage 1: De staafdiagrammen

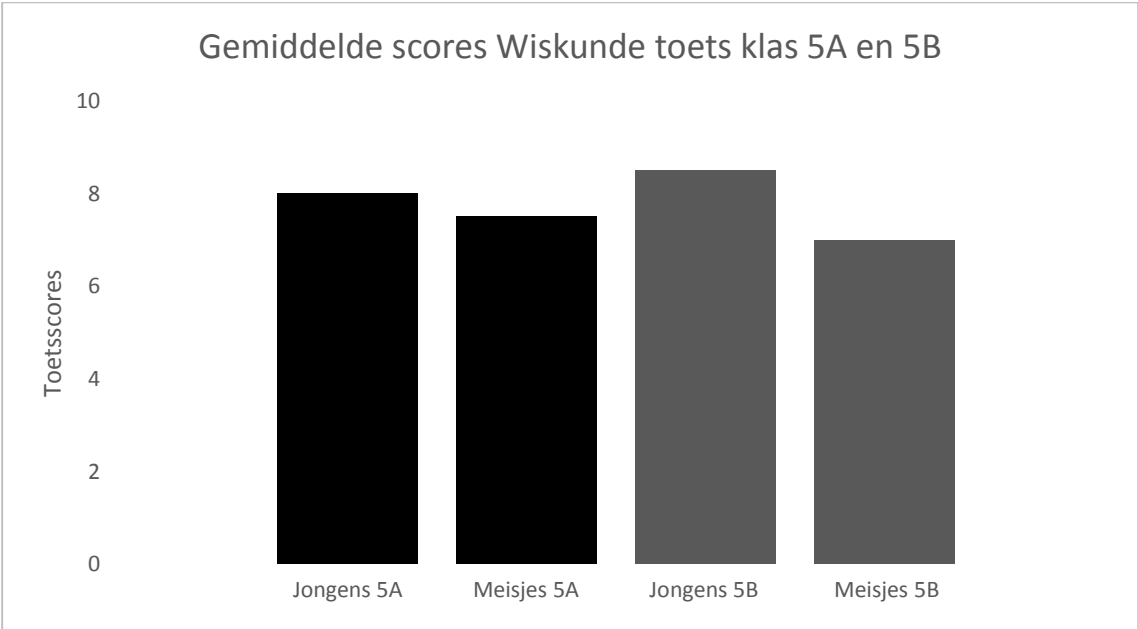
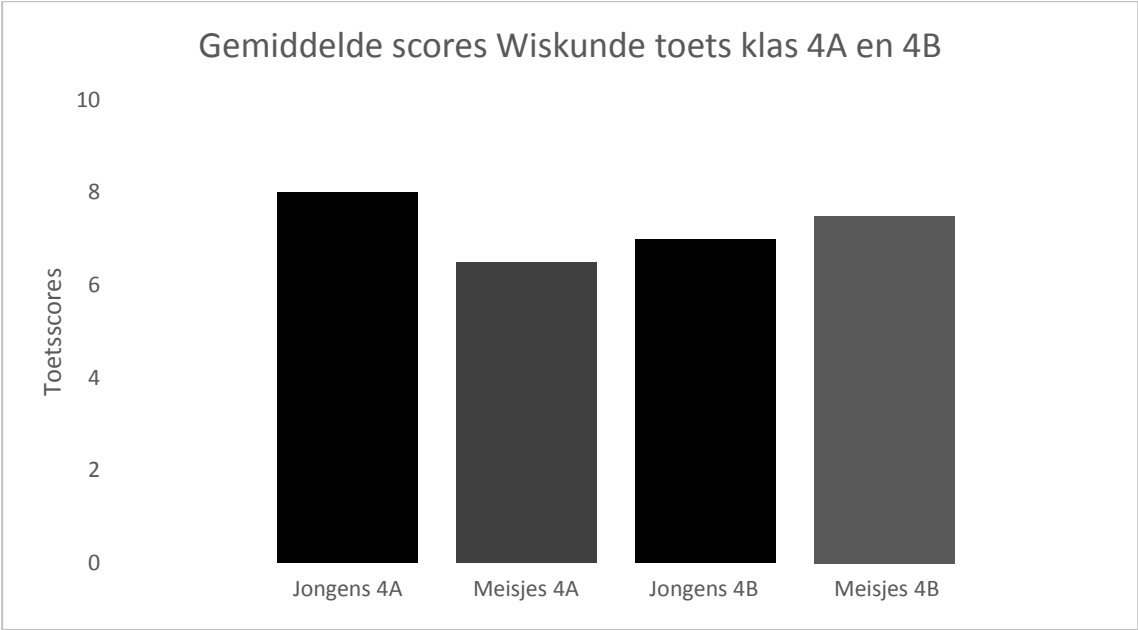
Oefendiagram:

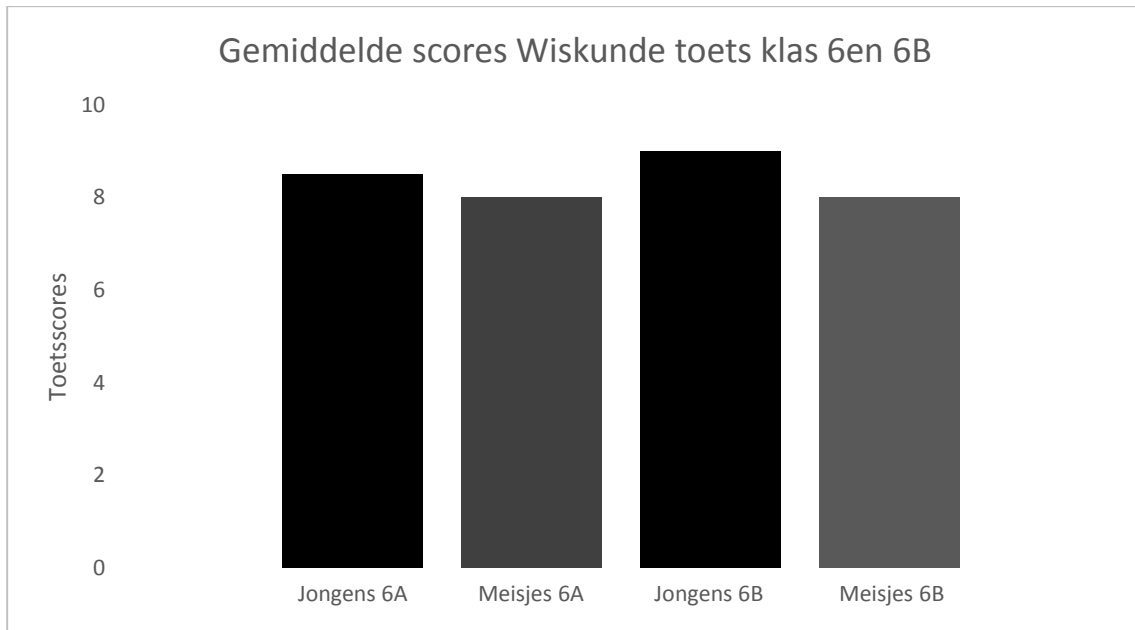


Staafdiagrammen versie 1:

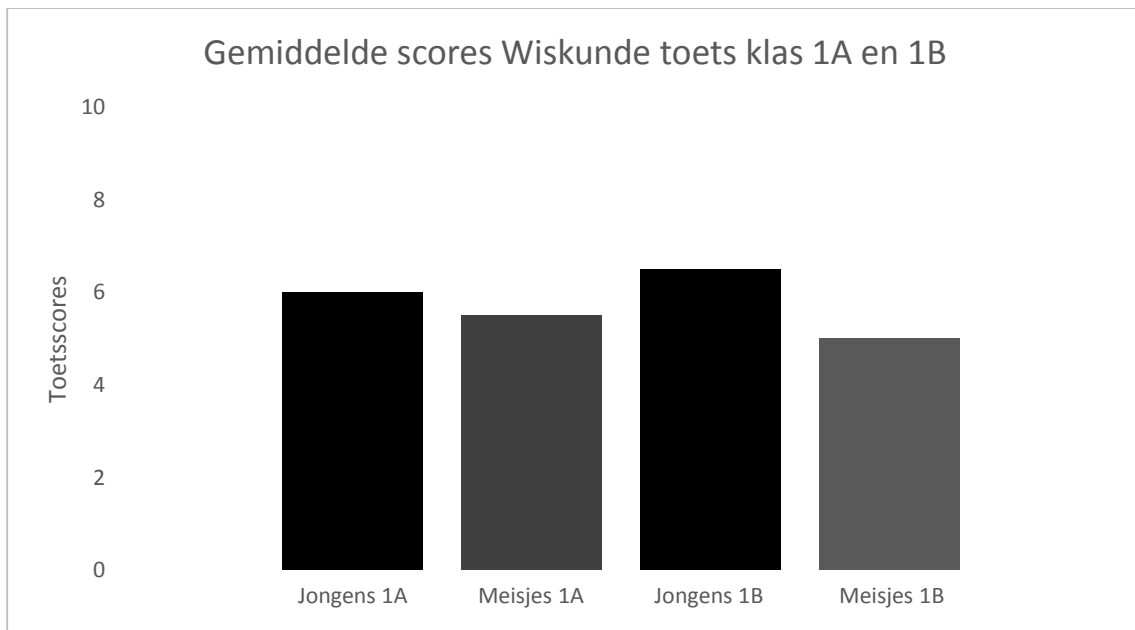


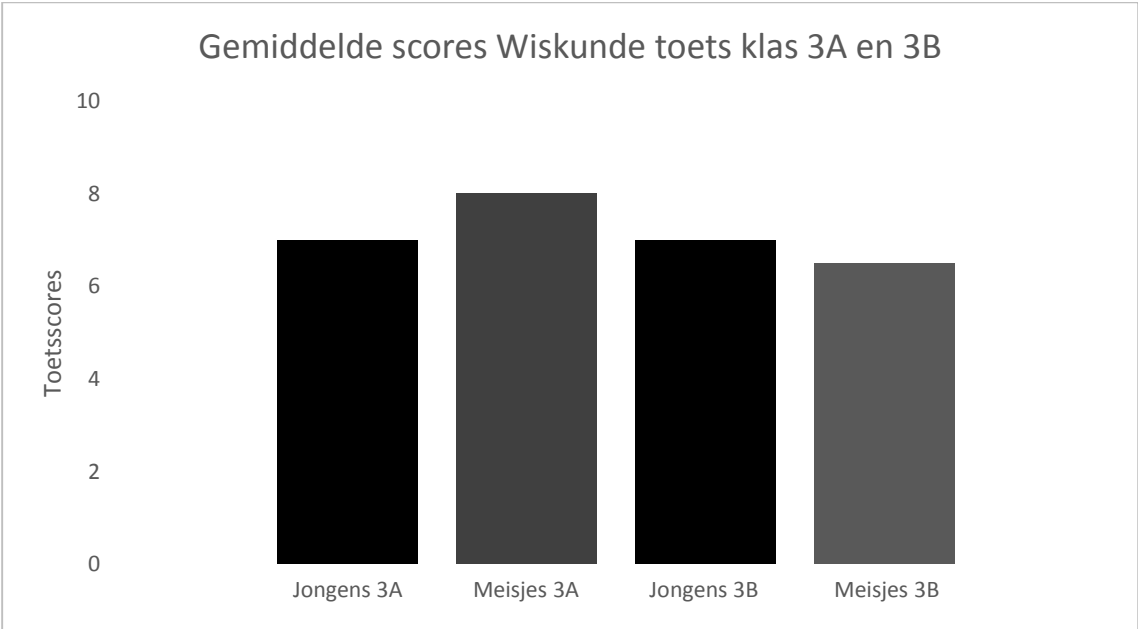
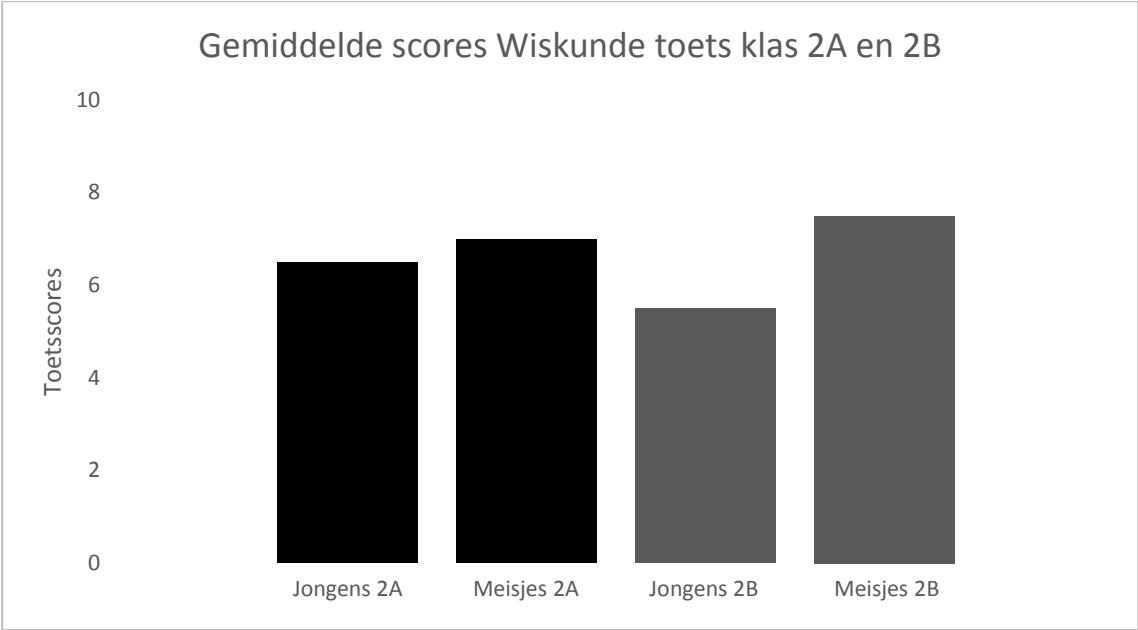


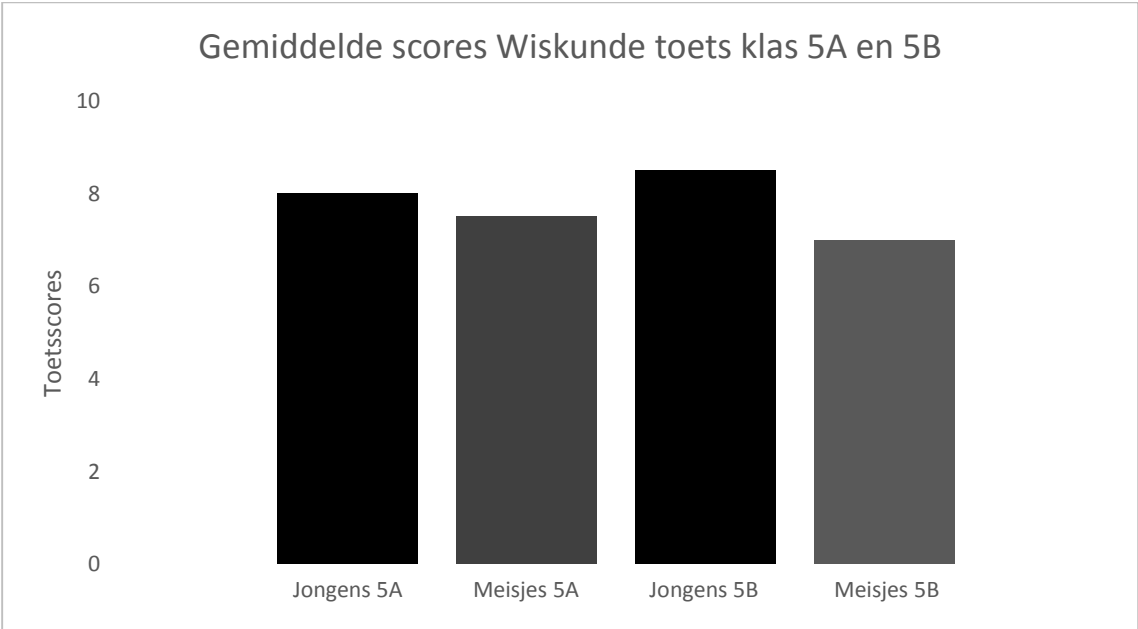
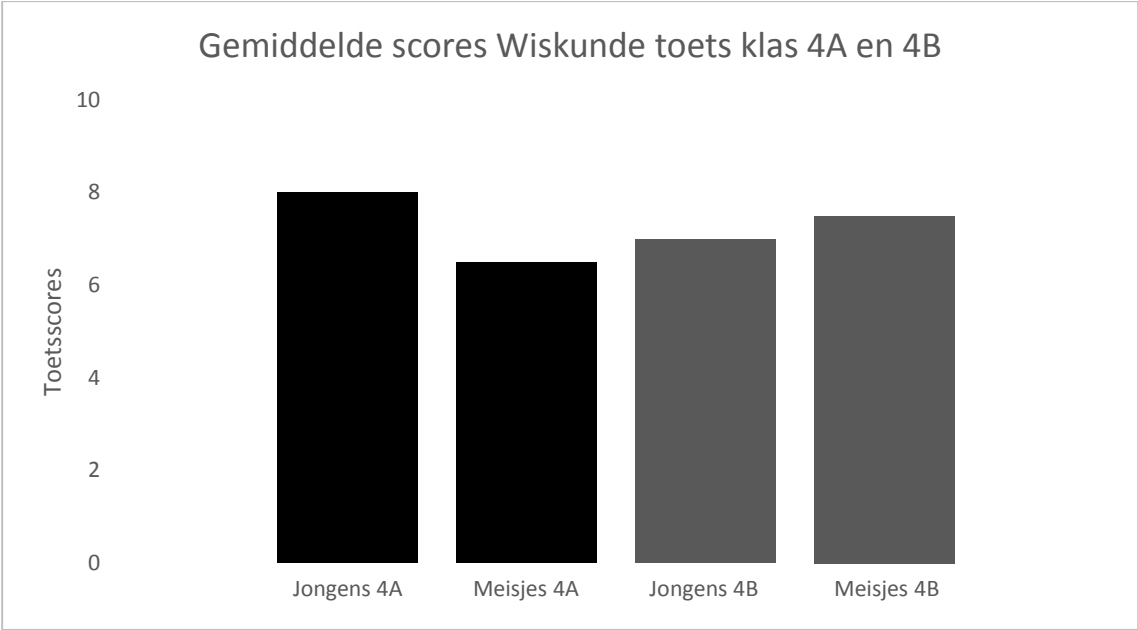




### Staafdiagrammen versie 2:









Gemiddelde scores Wiskunde toets klas 6en 6B

