

Door de syntactische bomen het bos blijven zien



Een experiment met betrekking tot het visualiseren van
niet-subordinatie en multidominantie in
syntactische boomstructuren

Afstudeerscriptie Informatiekunde

Edwin Wildeboer
Rijksuniversiteit Groningen
Faculteit der Letteren
Informatiekunde

Scriptiebegeleiders:
dr. L.M. Bosveld-de Smet
dr. M. de Vries

Groningen, augustus 2007

Door de syntactische bomen het bos blijven zien

Een experiment met betrekking tot het visualiseren van
niet-subordinatie en multidominantie in
syntactische boomstructuren

Afstudeerscriptie Informatiekunde

Edwin Wildeboer

Rijksuniversiteit Groningen

Faculteit der Letteren

Informatiekunde

Scriptiebegeleiders:

dr. L.M. Bosveld-de Smet

dr. M. de Vries

Groningen, augustus 2007

Samenvatting

Boomstructuren zijn een veelgebruikt middel voor het visualiseren van hiërarchie. Ze worden ook toegepast bij het analyseren van constituenten in zinnen. Normaliter zijn de boomstructuren binair en twee-dimensionaal van vorm en worden over het algemeen gezien als een gemakkelijke representatie van verschillende vormen van hiërarchische informatie. Er doet zich echter een probleem voor als bepaalde informatie als niet-hiërarchisch wordt gezien of betrekking heeft op meerdere niet-onderschikkingen.

Een specifiek toepassingsgebied met hiërarchisch geordende data is de taalkunde, met name de *syntaxis*. In de *syntaxis* worden de relaties tussen de verschillende woordgroepen in een zin bestudeerd en de zinsbouw beschreven.

Dit afstudeeronderzoek sluit aan bij het NWO-project 'The Syntax of Nonsubordination: Parentheses, Appositions and Grafts' (M. de Vries, H. Heringa & M. Kluck) en maakt gebruik van informatievisualisatietechnieken die toegepast worden op syntactische zinsconstructies.

Omdat in de *syntaxis* voor zaken als Coördinatie en Right Node Raising een simpele hiërarchische benadering niet adequaat blijkt te zijn moet daar gezocht worden naar een andere vorm van visualisatie. Daarom is een experiment opgezet om vijf verschillende visualisatievormen van boomdiagrammen (inclusief 3D-bomen) voor het representeren van non-subordinatie en multidominantie te testen. De centrale vraag van het onderzoek is hierbij wat bruikbare alternatieven kunnen zijn voor het visualiseren van deze syntactische boomstructuren.

Twee termen die nader dienen te worden uitgelegd, zijn *non-subordinatie* en *multidominantie*. *Non-subordinatie* is een verzamelterm voor constructies die niet ondergeschikt zijn aan andere constructies. *Multidominantie* heeft betrekking op knopen die verbonden zijn met meerdere, in de bomen hiërarchisch hoger gelegen, knopen. Bij syntactische constructies, waarbij aangenomen kan worden dat er sprake is van non-subordinatie en multidominantie, kunnen zich visualisatieproblemen voordoen. Met name indien we ook hiervoor 2D binaire bomen als representatie willen gebruiken. In de taalkunde zijn er opvattingen die non-subordinatie betrekking laten hebben op syntactische constructies. Hierin komen constituenten voor die niet in een onderschikkende relatie staan tot andere constituenten; dit wordt *nevenschikking* of *coördinatie* genoemd.

De onderzoeksvraag bestaat uit één algemene hoofdvraag die een verdere verdieping bevat in de vorm van enkele deelvragen. Met het experiment wordt gepoogd antwoord te krijgen op deze vragen die hieronder worden genoemd:

Onderzoeksvraag

- Welke vorm van visualisatie is het meest bruikbaar voor de weergave van syntactische constructies waarin non-subordinatie en/of multidominantie voorkomen?

Het voorgaande geeft aanleiding tot het formuleren van enkele vragen die betrekking hebben op de mogelijke bruikbaarheid van de vijf visualisatievormen van syntactische boomstructuren (waarbij sprake is van non-subordinatie en/of multidominantie). Deze vragen worden uitgesplitst naar syntactische categorie (*Coördinatie*, *Right Node Raising* en *Non-constituent Right Node Raising*) en vraagtype (*Constituentie*, *Dominantie*, *Nevenschikking*, *Parallellie* en *Parallele Dominantie*). Ook wordt gekeken of een verschil waarneembaar is tussen de resultaten van de verschillende groepen deelnemers aan het onderzoek, namelijk *leken*, *studenten* en *experts*.

Om antwoord op de bovengenoemde onderzoeksvraag en bijbehorende deelvragen te krijgen, is een empirisch onderzoek in de vorm van een experiment opgezet waaraan 46 deelnemers hebben deelgenomen. Tijdens dit experiment zijn vijf visualisatievormen van syntactische boomstructuren geëvalueerd aan de hand van objectieve en subjectieve beoordelingen. Om de bruikbaarheid van de visualisatievormen te kunnen bepalen, wordt hier getoetst aan de hand van het drietal onderdelen die volgens het ISO bij het toetsen van *usability* (bruikbaarheid) dienen te worden toegepast, namelijk *effectiviteit*, *efficiëntie* en *tevredenheid*. Dit geschiedt met behulp van de te meten waarden die van toepassing zijn bij het toetsen van *usability*. Voor dit onderzoek zijn de drie te meten waarden: foute antwoorden (*error rate*), antwoordtijden en subjectieve beoordeling van de deelnemers.

Voor het experiment zijn drie verschillende groepen (met expert-, basis- en geen kennis op het vlak van taalkunde) benaderd om vragen te beantwoorden met betrekking tot Coördinatie en (Non-constituent) Right Node Raising-constructies en hun voorkeur voor elke visualisatievorm aan te geven.

Uit het onderzoek is gebleken dat de visualisatievorm 2D+ het meest bruikbaar is. In tegenstelling tot de verwachting blijkt uit de resultaten dat voor het representeren van non-subordinatie en/of multidominantie de visualisatievorm 3D+ de minst bruikbare syntactische boomdiagram is.

Inhoud

1. Inleiding	5
2. Theoretisch kader	9
2.1 Inleiding	9
2.2 Informatievisualisatie: begrippen, toepassingen en problemen	10
2.2.1 Definitie informatievisualisatie	10
2.2.2 Referentiemodel	10
2.2.3 Toepassing Informatievisualisatietheorie	11
2.2.4 Hiërarchisch geordende data, boomdiagrammen en visualisaties	13
2.2.4.1 2D	14
2.2.4.2 3D	14
2.2.5 Mogelijke problemen bij visualisaties	15
2.2.5.1 Kleur & kleurcontrast	16
2.2.5.2 Clutter	16
2.3 Taalkundige achtergrond	17
2.3.1 Structuur van een Nederlandse zin	17
2.3.2 Nevenschikking en samentrekking	20
2.3.2.1 Introductie	20
2.3.2.2 Vormen van nevenschikking en RNR (achterwaartse samentrekking)	21
2.3.3 Visualisatieprobleem bij achterwaarts delen in nevenschikking	21
2.4 De vijf visualisatiemethodes (methode van weergave)	23
2.4.1 Design-eisen	24
2.4.2 Visualisaties	24
2.5 Nadere uitleg visualisaties	27
2.5.1 Kenmerken visualisaties	27
2.5.1.1 Vorm	27
2.5.1.2 Kleurgebruik	27
2.5.1.3 Schaduw	28
2.5.2 Positionering camera	29
2.6 Usability	29
2.6.1 Definitie usability	29
2.6.2 Usability evaluatie	29
2.6.3 Experiment	30
2.7 Relaties in boomstructuren	30
3. Methode van onderzoek	33
3.1 Inleiding	33
3.2 Deelnemers	33
3.3 Beschrijving Experiment	33

3.4 Technische realisatie experiment	36
3.4.1 Procedure	36
3.4.2 Introductie	36
3.4.3 Syntactische structuurtest	36
3.4.4 Subjectief onderzoek	37
3.5 Vragen & variabelen	37
3.6 Verwachting	38
4. Resultaten	39
4.1 Inleiding	39
4.2 Visualisatievorm	40
4.2.1 Aantal fouten & antwoordtijden per visualisatievorm	40
4.2.2 Subjectief onderzoek	42
4.3 Visualisatievorm per categorie	44
4.3.1 Aantal fouten & antwoordtijden per categorie	44
4.4 Visualisatievorm per vraagtype	46
4.4.1 Aantal fouten & antwoordtijden per vraagtype	46
4.5 Visualisatievorm per vraagtype per categorie	50
4.5.1 Aantal fouten & antwoordtijden per vraagtype per categorie	50
4.6 Visualisatievorm per groep	56
4.6.1 Informatie over de deelnemers	56
4.6.2 Visualisatievorm, per groep	56
4.6.2.1 Aantal fouten & antwoordtijden per visualisatievorm, per groep	56
4.6.4.2 Resultaten subjectief onderzoek	59
4.6.3 Aantal fouten & antwoordtijden per categorie, per groep	61
4.6.4 Aantal fouten & antwoordtijden per vraagtype, per groep	64
5. Conclusie & discussie	71
5.1 Samenvattend overzicht	71
5.2 Conclusies op grond van resultaten en mogelijke verklaringen	71
5.2 Bijkomstige conclusies	75
5.3 Discussie	76
5.3.1 Weging metingen bruikbaarheid	76
5.3.2 Leereffecten	76
5.4 Verder onderzoek	77
Bibliografie	79
Bijlagen	81
Bijlage 1 - Prototype 3D-model	83

Bijlage 2 - Schaduw	84
Bijlage 3 - Positionering camera	85
Bijlage 4 - Visualisaties	86
Bijlage 5 - Vragenlijst Syntactische structuurtest	95
Bijlage 6 - Uitleg bestanden testprogramma	98
Bijlage 7 - Code randomisatie visualisaties en vragen	100
Bijlage 8 - Teksten schermen onderzoek	101
Bijlage 9 - Testpersonen, indeling	104
Bijlage 10 - Testpersonen, indeling in leeftijdsgroepen	105
Bijlage 11 - Antwoorden	106
Bijlage 12 - Foute antwoorden	109
Bijlage 13 - Uitleg berekening interkwartielafstand	119
Bijlage 14 - Antwoordtijden	120
Bijlage 15 - Uitkomsten Proportietoets	124
Bijlage 16 - Uitkomsten MANOVA Antwoordtijden	129
Bijlage 17 - Overzichten totale subjectieve beoordelingen	147
Bijlage 18 - Overzichten subjectieve beoordelingen per groep	149
Bijlage 19 - Uitkomsten One-Way ANOVA Subjectieve beoordelingen	153

1. Inleiding

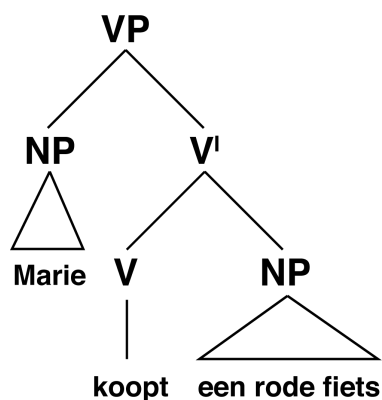
De wereld zou een complete chaos zijn als er geen ordening van data zou bestaan! Een geordende rangschikking in de vorm van hiërarchieën kan noodzakelijk zijn om specifieke gegevens in een berg data terug te kunnen vinden. Visualisatie is dan een belangrijk middel dat toegepast wordt om inzicht te krijgen in een bestaande hiërarchie van gegevens. Gestructureerde zaken waar wij dagelijks mee te maken hebben, worden veelal op een geordende en hiërarchische wijze getoond. Een voorbeeld hiervan is de ordening van documenten in computersystemen met behulp van een mappenstructuur. Een ander toepassingsgebied waar men gebruik maakt van hiërarchie om data te ordenen is de taalkunde, met name de *syntaxis*. In de syntaxis worden de relaties tussen verschillende woordgroepen in een zin bestudeerd en de zinsbouw beschreven.

Dit afstudeeronderzoek sluit aan bij het NWO-project 'The Syntax of Nonsubordination: Parentheses, Appositions and Grafts' (M. de Vries, H. Heringa & M. Kluck) en maakt gebruik van informatievevisualisatietechnieken die toegepast worden op syntactische zinsconstructies.

Zinnen zijn te beschouwen als een groep hiërarchisch geordende *constituenten* (delen van een woordgroep of zin) die vaak met behulp van 2D-boomdiagrammen gevisualiseerd worden. Een voorbeeld is een zin als (1):

(1). *Marie koopt een rode fiets.*

De syntactische structuur van een dergelijke zin kan in de vorm van een boomdiagram getoond worden. Figuur 1.1 geeft dit weer en bevat knooppunten met tekstlabels waarmee bepaalde woordgroepen worden aangegeven. Deze woordgroepen ontstaan door het combineren van elementen.



Verklaring labels:

- V (verb): werkwoord
- N (noun): zelfstandig naamwoord
- VP (verb phrase): subject-predikaat-verbinding
- NP (noun phrase): naamwoordgroep
- V' (V-bar): predikaat
- driehoek \triangle : afkorting substructuur

Figuur 1.1 Versimpelde structuur zin "Marie koopt een rode fiets".

Het 'hoofd' van de bovenstaande voorbeeldzin is *koopt* (V). De functie van een hoofd is het selecteren van bepaalde woordgroepen. Als er gekeken wordt naar de voorbeeldzin (1), dan selecteert het werkwoord *koopt* twee NP's (*noun phrase*); één die het onderwerp van de zin wordt (*Marie*) en één die het lijdend voorwerp wordt (*een rode fiets*).

Voordat dieper op de materie wordt ingegaan moeten eerst de termen *non-subordinatie* en *multi-dominantie* worden uitgelegd. *Non-subordinatie* betreft constructies die niet ondergeschikt zijn aan andere constructies. *Multidominantie* heeft betrekking op knopen die verbonden zijn door meerdere, in de bomen hiërarchisch hoger gelegen, knopen. Ook in de syntaxis kan er sprake zijn van non-subordinatie, namelijk als een constituent niet ondergeschikt is aan andere constituenten; dit is onder andere het geval bij *nevenschikking* (*coördinatie*). Een voorbeeld is de woordgroep (2):

(2). *Jan en Piet.*

In deze woordgroep is *Jan* nevenschikt aan *Piet*. Het voegwoord *en* is de zogenaamde coördinator, oftewel het nevenschikkend voegwoord. Er bestaan van nevenschikking enkele complexe vormen, waaronder *Right Node Raising* en *Non-constituent Right Node Raising*, zie hiervoor paragraaf 2.3.2.2. Een zin als (3) kan hier als voorbeeld dienen:

(3). *Jan haat en Piet houdt van Zweedse horrorfilms.*

In deze zin is er volgens De Vries [Vries05b] tevens sprake van multidominantie, zie ook paragraaf 2.3.3. Het zinsdeel *Zweedse horrorfilms* is hier een gedeelde knoop. In dit geval van syntactische frases (natuurlijke taelzinnen) waarbij sprake is van non-subordinatie en multidominantie, kan de vraag gesteld worden welke grafische vorm een dergelijke syntactische boomstructuur dient te hebben. Bij dergelijke constructies kunnen zich visualisatieproblemen voordoen. Als representatie lijken 2D-boomdiagrammen hier niet te voldoen.

De vraag die dit onderzoek beoogt te beantwoorden is: *Welke vorm van visualisatie is het meest bruikbaar voor de weergave van syntactische constructies waarin non-subordinatie en/of multidominantie voorkomen?*

Om deze vraag te kunnen beantwoorden, dienen voor het onderzoek naast de syntaxis twee andere vakgebieden te worden betreden, namelijk *informatievisualisatie* en *Human-computer Interaction (HCI)*. Het vakgebied *informatievisualisatie* doet onderzoek naar computerondersteunde, interactieve en visuele representaties van abstracte data om cognitie te vergroten. Technieken van dit vakgebied worden voor het onderzoek toegepast op de weergave van bovengenoemde complexe syntactische constructies. Om de term *bruikbaar* in de onderzoeksvraag te kunnen toetsen, dient er te worden gekeken naar het vakgebied *Human-computer Interaction (HCI)*. HCI heeft betrekking op het ontwerpen, evalueren en implementeren van interactieve computersystemen. De term *bruikbaar* wordt bij deze discipline veelal getoetst aan de hand van de drie aspecten *effectiviteit*, *efficiëntie* en *tevredenheid* die volgens het ISO (International Organisation for Standardization) bij het evalueren van *usability* (bruikbaarheid) van interactieve computersystemen dienen te worden toegepast. Deze aspecten kunnen bijvoorbeeld met behulp van een experiment gemeten worden. Dit kan onder meer geschieden door het vastleggen of een taak al dan niet kan worden volbracht (*effectiviteit*), de responstijd en het aantal gemaakte fouten (*efficiëntie*) en de subjectieve beoordeling van testpersonen (*tevredenheid*).

In het onderzoek zijn vijf vormen van visualisatie ontwikkeld. Deze vormen zijn twee- en (quasi) driedimensionaal, aan te duiden met: *2D*, *2D+*, *3D*, *3D+* en *D-vlakken*. De visualisatievormen *2D+* en *3D+* bevatten ten opzichte van de overige vormen extra grafische elementen. De *D-vlakken* zijn te beschouwen als een *3D*-visualisatie waarbij gebruik wordt gemaakt van meerdere rechthoekige *2D*-vlakken. Van de vijf visualisatievormen is de *usability* vervolgens door middel van een empirisch onderzoek in de vorm van een vergelijkend experiment geëvalueerd. Voor het onderzoek zijn, behalve de vijf visualisatievormen, drie verschillende syntactische constructietypen, (dubbele) *Coördinatie* (4), (dubbele) *Right Node Raising* (5) en *Non-constituent Right Node Raising* (6), getest. Voorbeelden hiervan zijn:

(4) *De directeur bevordert Jansen en De Boer of De Vries.*

(5) *Ik wil dat Klaas, jij wilt dat Piet en mijn ouders willen dat Marie het huis erft.*

(6) *Joop wil voor _ maar Piet wil na het ontbijt douchen.*

Naast deze drie constructietypen is er sprake van een vijftal vraagtypen, namelijk *consituentie*, *Dominantie*, *Nevenschikking*, *Parallellie* en *Parallele Dominantie*.

Het voorgaande geeft aanleiding tot het formuleren van enkele vragen die betrekking hebben op de mogelijke bruikbaarheid van de vijf visualisatievormen van syntactische boomstructuren (waarbij sprake is van non-subordinatie en/of multidominantie). Deze vragen worden uitgesplitst naar syntactische categorie (*Coördinatie*, *Right Node Raising* en *Non-constituent Right Node Raising*) en vraagtype (*Constituentie*, *Dominantie*, *Nevenschikking*, *Parallellie* en *Parallele Dominantie*). Ook wordt gekeken of een verschil waarneembaar is tussen de resultaten van de verschillende groepen deelnemers aan het onderzoek, namelijk *leken*, *studenten* en *experts*.

Er zou kunnen worden verwacht dat de meest grafisch verrijkte visualisatievorm 3D+ het meest bruikbaar is. Reden hiervoor is dat deze visualisatievorm extra grafische toevoegingen bevat. Hiermee kan meer verschillende informatie worden overgedragen zodat gebruikers tot een beter begrip van non-subordinatie en multidominantie met betrekking tot syntactische structuren kunnen komen. Uit het onderzoek zal blijken dat de visualisatievorm 2D+ in de context van het onderzoek daadwerkelijk het meest bruikbaar zal zijn.

Deze scriptie is als volgt opgezet. Na dit inleidende hoofdstuk 1 bevat hoofdstuk 2 het theoretisch kader waarbij ingegaan wordt op de visuele technieken op het gebied van informatievevisualisatie. Aan de hand van dit kader wordt uitleg gegeven over de technieken die hier voor het visualiseren van hiërarchisch geordende data met behulp van boomdiagrammen worden toegepast. Tevens wordt in dit hoofdstuk ingegaan op de taalkundige achtergrond; hierbij komen de toepassingen van non-subordinatie en multidominantie op syntactische boomstructuren aan de orde. In dit hoofdstuk worden tevens zowel het begrip usability en de uitwerking van de vijf visualisatievormen besproken. Hoofdstuk 3 gaat in op de methode van onderzoek. Het experiment en de te beantwoorden vragen worden hier beschreven. De resultaten van het onderzoek worden in hoofdstuk 4 besproken. Hoofdstuk 5 bevat de discussie en conclusies.

2. Theoretisch kader

2.1 Inleiding

In dit hoofdstuk wordt een theoretisch achtergrond aangegeven met betrekking tot de onderzoeksvraag: *Welke vorm van visualisatie is het meest bruikbaar voor de weergave van syntactische constructies waarin non-subordinatie en/of multidominantie voorkomen?* De onderzoeksvraag heeft te maken met een drietal vakgebieden: *informatievisualisatie*, *taalkunde* en *Human-computer Interaction*. Grafische technieken van het vakgebied *informatievisualisatie* worden hier op syntactische boomstructuren (*taalkunde*) toegepast. Om deze toepassingen te kunnen evalueren wordt gebruik gemaakt van de evaluatiemethoden die bij *Human-computer Interaction (HCI)* worden gehanteerd. Om een idee te krijgen wat deze vakgebieden inhouden, zal in de hierna volgende paragrafen hiervan een beeld geschetst worden.

Paragraaf 2.2 heeft betrekking op het vakgebied *informatievisualisatie* en geeft uitleg van de toepassing van de daarin gebruikte technieken die voor het onderzoek van belang kunnen zijn. Om een indicatie te geven van dit vakgebied komen de definities en algemene kenmerken van informatievisualisatie naar voren. Dit geschiedt aan de hand van een referentiemodel. Tevens zullen enkele voor het onderzoek bruikbare voorbeelden kort aangehaald worden. Hiermee worden de toepassingen en mogelijkheden van 2D- en 3D-informatievisualisatie verduidelijkt. Daarnaast worden zich voordoende problemen bij visualisaties zoals kleur, contrast en clutter besproken.

Vervolgens legt paragraaf 2.3 zich toe op de taalkundige achtergrond van het onderzoek. Hierin wordt hier uitleg gegeven over de structuur van een zin in de Nederlandse taal. Dit is noodzakelijk om concrete zinsstructuren te kunnen begrijpen. Het onderzoek heeft, zoals in de onderzoeksvraag aangegeven, betrekking op visuele vormen van syntactische constructies waarin *non-subordinatie* en/of *multidominantie* voorkomen. De betreffende constructies *Nevenschikking*, *Right Node Raising (RNR)* en *Non-constituent Right Node Raising* behoeven nadere uitleg. Deze structuren worden besproken in enkele publicaties van De Vries [Vries05a, Vries05b] en zullen in deze paragraaf aan de orde komen. Tenslotte komt de problematiek bij het visualiseren van non-subordinatie en multidominantie bij syntactische boomstructuren aan de orde.

Om toelichting te geven bij de vijf visualisatievormen zal paragraaf 2.4 ingegaan op de methode van weergave van deze vormen. Hier worden tevens de design-eisen genoemd voor het visualiseren van de syntactische constructies.

Er zijn keuzes gemaakt voor het toepassen van grafische kenmerken die op de syntactische constructies, waarbij sprake is van non-subordinatie en multidominantie, betrekking hebben. Paragraaf 2.5 gaat nader in op deze keuzes.

Om antwoord te kunnen geven op de onderzoeksvraag dient getoetst te worden welke van de vijf visualisatievormen het meest bruikbaar is. Voordat de toetsing kan plaatsvinden dient eerst te worden vastgesteld wat onder bruikbaarheid of *usability* wordt verstaan en hoe dit begrip gemeten kan worden. In paragraaf 2.6 wordt hier in het kort een toelichting bij gegeven.

In de laatste paragraaf (2.7) van dit hoofdstuk wordt uitleg gegeven over de relaties in de boomstructuren. Hier worden de termen *nevenschikking*, *domineren* en *constituent* nader uitgelegd. Deze termen geven de onderlinge relaties aan waarover in het experiment vragen gesteld worden.

2.2 Informatievisualisatie: begrippen, toepassingen en problemen

In deze paragraaf wordt een beeld van informatievisualisatie geschetst om de toepassing van de bij het onderzoek gebruikte technieken te verduidelijken. Hier worden de definitie van informatievisualisatie en het referentiemodel van Card et al. besproken. Dit model wordt voorgesteld voor gebruik bij het ontwikkelen van informatievisualisatiesystemen. Aan de hand van dit model kan bepaald worden welke informatievisualisatietechnieken bruikbaar kunnen zijn voor het visualiseren van syntactische boomstructuren; dit geschiedt middels het bespreken van enkele visuele structuren, namelijk boomstructuren, 2D en 3D. Als laatste komen enkele mogelijke problemen bij het toepassen van bepaalde grafische kenmerken bij visualisaties aan de orde.

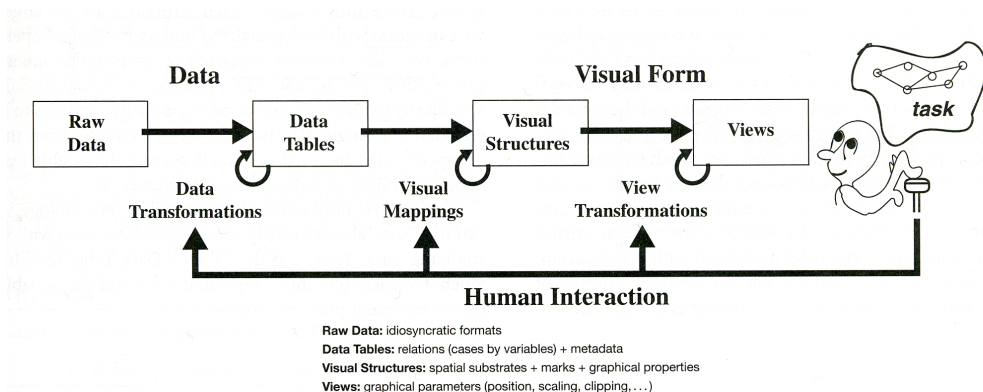
2.2.1 Definitie informatievisualisatie

Om een idee te krijgen wat informatievisualisatie inhoudt, geeft een definitie een aardige indicatie. Aangezien hier de term *visualisatie* tevens gebruikt wordt, zal hier op worden ingegaan. Visualiseren betekent daadwerkelijk “zichtbaar of als beeld voorstelbaar maken”, oftewel *uitbeelden*, en het refereert ook aan een grafische representatie van data of concepten. Volgens Card, Mackinlay en Shneiderman is visualisatie “het gebruik van computerondersteunde, interactieve, visuele representaties van data om cognitie te vergroten” [Card99, 6] (uit Engels vertaald). *Cognitie* is hier het vermogen om iets te leren. Het doel van visualisatie is dan ook om inzicht in ‘iets’ te geven. Visualisatie kan worden gesplitst in twee takken, namelijk *Scientific Visualization* en *Information Visualization*. Zoals de term al zegt, heeft *Scientific Visualization* betrekking op het visualiseren van wetenschappelijke data. Voorbeelden hiervan zijn visualisaties van windstromen of medische data. Card, et al. (die de term *informatievisualisatie* introduceerden) definiëren informatievisualisatie als volgt: “het gebruik van computerondersteunde, interactieve en visuele representaties van abstracte data om cognitie te vergroten” [Card99, 7] (uit het Engels vertaald). Het verschil tussen de twee typen visualisaties is dat *Scientific Visualization* betrekking heeft op *fysieke* data, terwijl bij informatievisualisatie sprake is van *abstracte* data. De definitie van Card et al. zegt dus in grote lijnen dat informatievisualisatie betrekking heeft op het duidelijk maken van abstracte data met een visuele vorm waardoor deze data beter te begrijpen zullen zijn. Volgens Card et al. dienen deze visuele vormen met behulp van computers tot stand te komen. Daarnaast wordt hier nadruk gelegd op interactiviteit bij visuele vormen.

In de volgende paragraaf komt een schematische weergave voor de ontwikkeling van een informatievisualisatiesysteem aan de orde. Deze weergave kan voor de ontwikkeling van een visualisatie als een uitgangspunt worden gezien.

2.2.2 Referentiemodel

Het hierna volgende schema (figuur 2.1) toont een schematische voorstelling van de stadia die volgens Card et al. doorlopen dienen te worden bij de ontwikkeling van diverse informatievisualisatiesystemen [Card99, 17].



Figuur 2.1 Schematische weergave stadia ontwikkeling informatievisualisatiesystemen.

De pijlen die in het diagram van *Raw Data* naar het ‘mannelijke’ rechts wijzen, geven omzettingen van data aan. Elke pijl kan meerdere opeenvolgende transformaties aangeven die herhalend kunnen zijn. De pijlen die van het ‘mannelijke’ rechts naar de omzettingen wijzen, tonen de interactiemogelijkheden van een gebruiker om transformaties uit te voeren. *Data*, bijvoorbeeld in de vorm van teksten of spreadsheets met gegevens over films, (*Raw Data*) worden middels de handeling *Data Transformations* in een meer gestructureerde vorm, namelijk in tabellen (*Data Tables*) omgezet. Deze tabellen zijn relationele omschrijvingen van data die uitgebreid zijn met metadata. Een voorbeeld kan een tabel zijn met gegevens over films waarin onder andere de titel, regisseur en acteurs vermeld zijn. Vervolgens worden deze tabellen met de handeling *Visual Mappings* omgevormd in zogenaamde *Visual Structures*. Dit zijn structuren die ruimte (*spacial substrates*), punten (*marks*) en grafische eigenschappen (*graphical properties*) combineren om de informatie te converteren naar een grafische vorm. Gebruikers kunnen middels *View Transformations* op interactieve wijze deze grafische vormen aanpassen waarvan uiteindelijk detailvormen (*Views*) gemaakt worden. Een gebruiker kan bijvoorbeeld bepaalde gegevens wegfilteren om uiteindelijk detailinformatie te kunnen bekijken.

2.2.3 Toepassing Informatievisualisatietheorie

Met behulp van het referentiemodel van Card et al. kan voor het onderzoek bepaald worden wat de *Raw Data*, *Data Tables*, *Visual Structures* en *Views* zijn die betrekking hebben op de syntactische constituentstructuur van natuurlijke-taalzinnen. Deze paragraaf gaat hier nader op in.

Raw Data

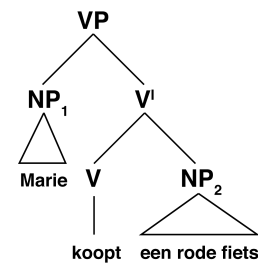
De zogenaamde *Raw Data* zijn abstracte data die getoond zullen worden in de visualisaties. De *Raw Data* betreffen in het onderzoek natuurlijke-taalzinnen, zoals bijvoorbeeld “*Marie koopt een rode fiets*”. Voor het omvormen van *Raw Data* naar een *Data Table* dient een datatransformatie plaats te vinden; deze bestaat hier uit het onderscheiden van variabelen die de syntactische structuur van de zin aanduiden.

Data Table

Zoals reeds hierboven gezegd is, zijn de *Raw Data* in het onderzoek natuurlijke-taalzinnen. Een *Data Table* bevat een uitgewerkte beschrijving van de hiërarchie van de constituenten in een zin. Voor de zin “*Marie koopt een rode fiets*” komt de *Data Table* in tabel 2.1 er als volgt uit te zien:

Syn. cat.	VP	NP ₁	V'	V	NP ₂
Woordgroep	-	Marie	-	koopt	een rode fiets
Links	{NP ₁ ,V'}	∅	{V,NP ₂ }	∅	∅

Tabel 2.1 Voorbeeld Data Table zin "Marie koopt een rode fiets".



Figuur 2.2 Versimpelde structuur zin "Marie koopt een rode fiets".

In de tabel geeft een syntactische categorie (Syn. cat). een knoop of verbindingpunt weer (bijvoorbeeld VP). De bijbehorende variabelen van de Data Table zijn woordgroep (Bij VP '-', bij NP₁ 'Marie') en een eventuele verwijzing naar een verzameling van verbindingpunten {NP₁,V'}. Deze verzameling kan bestaan uit hooguit twee elementen. Soms kan er sprake zijn van één element, of een lege verzameling, aangegeven met het teken ∅. Indien er sprake is van één of meerdere verbindingpunten, houdt dit in dat de syntactische categorie *geen* woordgroep bevat. Dit wordt kenbaar gemaakt door middel van een '-'. Indien de verzameling leeg is, bevat de desbetreffende syntactische categorie *wel* een woordgroep. Dit is in de tabel bij NP₂ (*een rode fiets*) te zien.

Met behulp van Visual Mappings wordt de Data Table vervolgens omgezet naar een Visual Structure; de syntactische constituentstructuur wordt in dit onderzoek weergegeven in een syntactisch boomdiagram, zoals aangegeven is in figuur 2.2.

Visual Structure

Een Visual Structure bestaat volgens Card et al. uit drie delen, namelijk *Spatial Substrate*, *Marks* en *Graphical Properties* [Card99, 17]. Deze drie elementen zullen hieronder worden besproken.

Spatial Substrate

Het *Spatial Substrate* kan worden gezien als een ruimte waarin de grafische kenmerken van een visualisatie geplaatst worden. Deze ruimte kan door middel van assen worden gedefinieerd. Voor het onderzoek dienen assen toegepast te worden, aangezien er sprake is van een hiërarchische boom, zie tabel 2.2 en figuur 2.2. Bomen beginnen met een basisknoop, wortel of stam, en gaan verder met niveaus die (onderliggende) subknopen representeren. Deze niveaus vormen volgens Card et al. een impliciete ordinale as die de afstand van een knoop naar de stam codeert [Card99, 29]. De Y-as van de ruimte representeert de hiërarchie van de boom. De X-as geeft de volgorde van de zusterknopen uit de Data Table weer. Voor de 3D-weergaven wordt gebruik gemaakt van een Z-as. Deze as geeft non-subordinatie weer.

Marks

In Visual Structures zijn worden data omgezet naar *marks*; dit zijn grafische entiteiten die in een ruimte zichtbaar zijn. Er bestaan volgens Card et al. een viertal typen, namelijk: *Points*, *Lines*, *Areas* en *Volumes* [Card99, 28]. Deze *marks* zullen in het onderzoek toegepast worden. (*Labelled*) *Points* geven in specifieke visualisaties de knopen weer, waarbij een label de naam van een constituent is. *Lines* zijn de verbindingen tussen de knopen in de boomdiagrammen. Zie hiervoor ook paragraaf 2.5, waarin nader op deze zaak wordt ingegaan. Hiermee worden relaties tussen objecten mogelijk gemaakt. *Links* worden afgebeeld op *Lines* die knooppunten met elkaar verbinden. De *Links* impliceren hier een verbinding (*Connection*) tussen de knopen [Card99, 28].

Graphical Properties

Marks bevatten *Graphical Properties* oftewel grafische kenmerken. De voor het onderzoek van toepassing zijnde grafische kenmerken zijn vorm, kleurgebruik, en schaduw effecten. Deze kenmerken zullen in paragraaf 2.5 nader toegelicht worden.

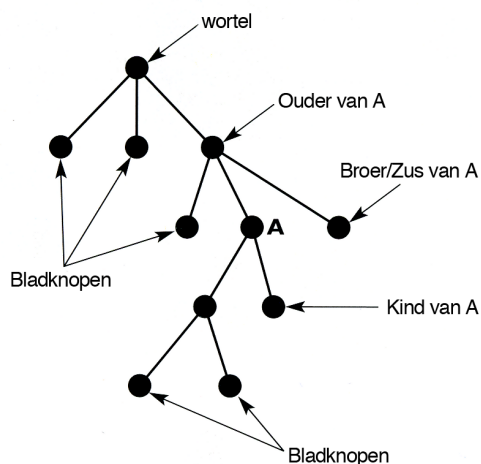
View

Een *view* toont de gerenderde visualisatie van de te tonen data. Om tot de uiteindelijke *Views* (gerenderde visualisaties) te komen, dienen eerst *View Transformations* uitgevoerd te worden. Hiermee worden zaken (interactief) bepaald, zoals het standpunt van de camera. In het kader van het onderzoek zullen ook andere zaken aan de orde komen, waaronder de zorg dat in de visualisaties geen kruisende lijnen zichtbaar zijn. Daarnaast dienen de boomdiagrammen in de *Views* wel in hun geheel zichtbaar te zijn. Gebruikers kunnen op interactieve wijze een view beïnvloeden door middel van taken als inzoomen en filteren; voor dit onderzoek hebben de visualisaties echter een *statische* vorm; interactiviteit is hier dus niet van toepassing.

2.2.4 Hiërarchisch geordende data, boomdiagrammen en visualisaties

Hiërarchische data worden traditioneel met behulp van boomstructuren weergegeven. Voorbeelden hiervan zijn stambomen en boomstructuren die met takken de weergave van de indeling van documenten op een harddrive van een computer duidelijk kunnen maken. Andere voorbeelden zijn syntactische boomstructuren die een zinsconstructie op hiërarchische wijze tonen waarbij met de bijbehorende takken dominantie wordt weergegeven. Hoewel de grammaticale structuren in dit onderzoek in bepaalde omstandigheden gedeeltelijk geen hiërarchische structuren zijn, kunnen deze hier als boomdiagrammen worden gevisualiseerd. Voordeel van een boomdiagram is dat een gebruiker, afhankelijk van de complexiteit van de boom, op gemakkelijke wijze naar de uiteindelijk gewenste informatie kan worden geleid.

Boomstructuren kenmerken zich door de elementen die *knopen* worden genoemd en zijn verbonden door middel van *takken*. In het algemeen worden relaties tussen knopen met namen van familierelaties duidelijk gemaakt zoals hieronder in figuur 2.3 wordt getoond.

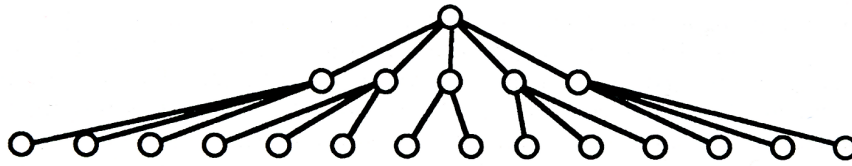


- Een knoop zonder ouders heet de *wortel* of *stam* (in het Engels 'root' genoemd);
- Een in de hiërarchie direct boven een knoop gelegen andere knoop, die zich dichterbij de root bevindt, heet een *ouder*;
- Een knoop met een ouder wordt een *kind* genoemd;
- Knopen met dezelfde ouder zijn *broers* of *zussen*;
- Een knoop zonder kinderen is een *blad*.

Figuur 2.3 Onderdelen van een boomstructuur.

Voor een boomstructuur kan een recursieve definitie gegeven worden [Sav93, 640]. Stel dat een boomstructuur knopen van een type Y bevat. Deze boomstructuur kan een lege structuur zijn, maar het kan ook een knoop van het type Y zijn, die met (hieraan niet overlappende) andere boomstructuren van het type Y is verbonden. Dergelijke aanhangende bomen worden subbomen (*subtrees*) genoemd. Takken kunnen bij boomstructuren gezien worden als verbindingen tussen ouders en kinderen. Daarnaast maken takken het mogelijk om alle knopen in een boomstructuur te bezoeken.

Boomstructuren kunnen veel ruimte innemen. Dit is zeker het geval indien een structuur meerdere knopen met kinderen heeft, zoals in figuur 2.4 wordt geschetst. Hierdoor is de representatie niet meer effectief voor weergave op een computerscherm.

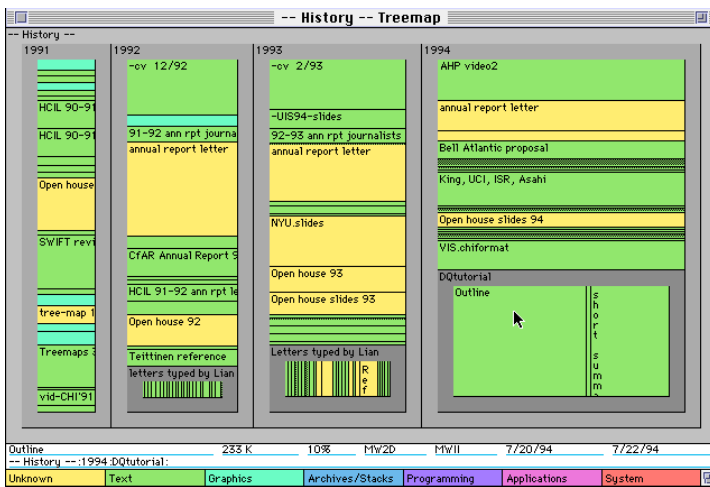


Figuur 2.4 Boomstructuur met meerdere knopen en kinderen.

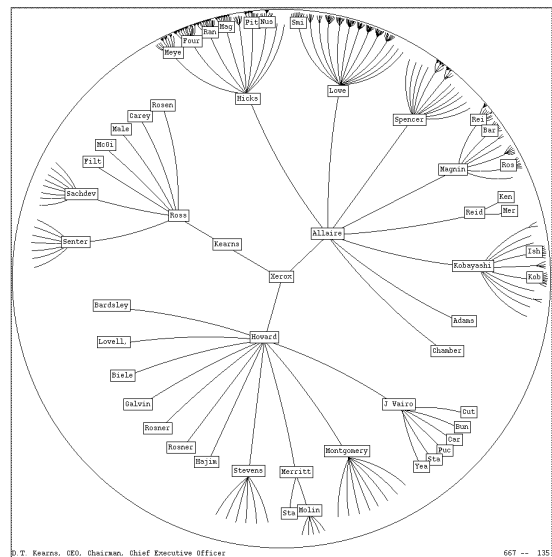
Er bestaan vormen van (interactieve) boomstructuren die dit probleem pogen op te lossen. In de volgende twee paragrafen worden hiervan voorbeelden gegeven in 2D en 3D.

2.2.4.1 2D

Card, et al. stellen dat 2D Visual Structures normaliter voor geografische data worden gebruikt, die op een 2D-vlak geprojecteerd worden. Daarnaast stellen zij dat het gebruik ook toepasbaar is op collecties documenten [Card99, 59]. Dergelijke collecties documenten kunnen in een hiërarchische structuur worden weergegeven. Een voorbeeld hiervan is de *Treemap* van Shneiderman. Dit is een alternatieve representatie van een boom [Shneid92]. Deze vorm is ruimtebesparend en de onderdelen van een boom worden middels rechthoeken weergegeven, zoals te zien is in figuur 2.5. Uit onderzoek is gebleken dat gebruikers na een korte training van enkele minuten een Tree Map effectief kunnen gebruiken [Johnson93].



Figuur 2.5 Treemap.



Figuur 2.6 Hyperbolic Browser.

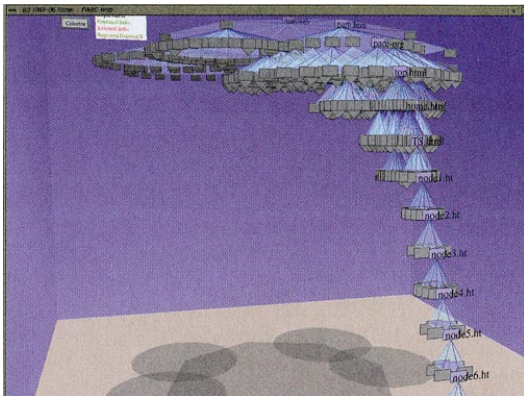
Lamping et al. hebben een techniek, de *'Hyperbolic browser'*, ontwikkeld waarbij een gehele boom in een afgebakende cirkelvorm gehouden kan worden wat resulteert in een soort van 'fish-eye view' [Lamp94], zie figuur 2.6.

2.2.4.2 3D

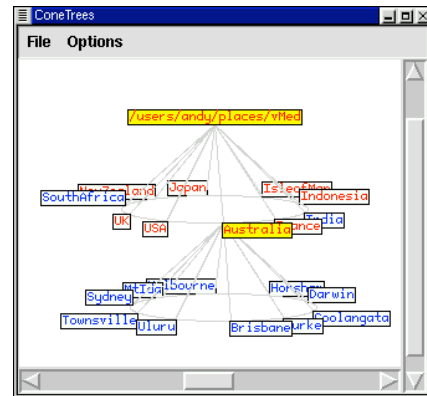
Card et al. stellen dat 3D visuele structuren gebruikt kunnen worden voor samengestelde weergaven van 2D-visualisaties binnen een 3D Visual Structure (hier kan bijvoorbeeld gedacht worden aan een MRI-scan waar een 3D-weergave wordt opgebouwd met 2D-vlakken) of voor daadwerkelijke 3D representaties [Card99, 59].

3D-visualisatie van hiërarchieën kan op verschillende wijzen worden toegepast. Robertson et al. hebben bijvoorbeeld de *Cone-Tree* geïntroduceerd [Robertson91]. Een boomstructuur wordt in dit

geval in een 3D-omgeving geplaatst waarbij elke ouder met kinderen een 'cone' (kegel) vormt. De weergave van de boom wordt op deze wijze compacter van vorm, zoals te zien is in figuur 2.7.



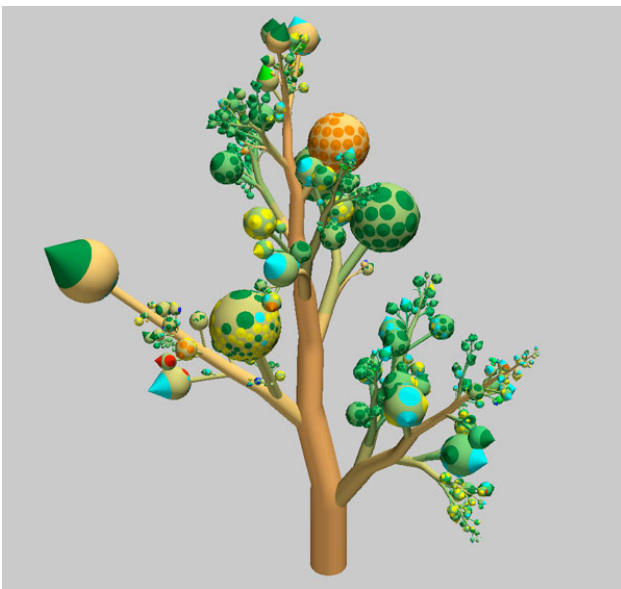
Figuur 2.7 Cone Tree implementatie Robertson et al.



Figuur 2.8 Cone Tree implementatie Cockburn & McKenzie.

Cockburn en McKenzie hebben een empirisch onderzoek gedaan waarbij een Cone-Tree implementatie getest werd [Cockb00]. De onderzoeksresultaten van Cockburn en McKenzie toonden bij gebruik van hun Cone-Tree interface ten opzichte van een normale treebrowser (vergelijkbaar met Windows Explorer) geen significante verbetering. Er moet wel opgemerkt worden dat de hier geteste implementatie een zeer minimale vorm heeft ten opzichte van het systeem van Robertson et al (zie figuur 2.8). De weergave van Robertson et al. (figuur 2.7) bevat meer grafische kenmerken, zoals het schaduw effect op het grondvlak. Het weglaten van dergelijke grafische elementen zou van invloed kunnen zijn op de gebruikersperformance.

De *botanical tree* van Kleiberg et al. [Klei01] is een ander voorbeeld van 3D. Hierin worden grote hoeveelheden hiërarchische data letterlijk op een 3D-boom geprojecteerd, zoals figuur 2.9 toont. Vanwege de vormgeving is deze visualisatie voor dit onderzoek echter minder bruikbaar.



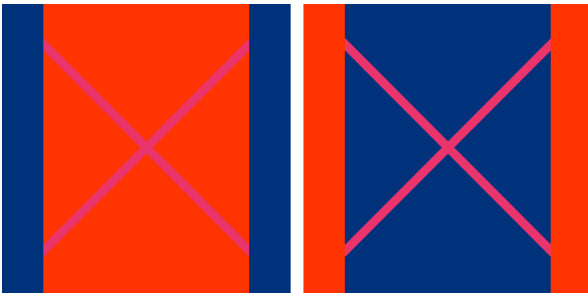
Figuur 2.9 Botanical tree.

2.2.5 Mogelijke problemen bij visualisaties

Voor het onderzoek zijn de grafische kenmerken kleur en vorm van belang. Bij enkele van deze grafische elementen kunnen zich problemen voordoen. Deze worden benadrukt in de discussie over kleur en clutter.

2.2.5.1 Kleur & kleurcontrast

Kleur speelt een belangrijke rol bij het visualiseren van data. Colin Ware stelt dat het toepassen van kleur uitstekend is voor labeling en categoriseren van data, maar dat het slecht toepasbaar is voor het tonen van vormen, details of ruimte [Ware04, 98]. Ware haalt tevens een onderzoek van Post en Greene [Post86] aan waarbij het noemen van kleuren met een zwarte achtergrond op een beeldscherm getest werd [Ware04, 113]. Uit dit onderzoek blijkt dat alleen een klein aantal kleuren effectief voor categorielabels gebruikt kan worden. Van de 210 verschillende getoonde kleuren werden tijdens het onderzoek slechts acht kleuren (groen, geel, oranje, rood, aqua, roze, paars, blauw) plus wit genoemd.



Figuur 2.10 Kleurcontrast effect.

Kleurcontrast is tevens van belang bij het toepassen van kleur bij visualisaties. Het is aangetoond dat contrasteffecten het aflezen van afbeeldingen kunnen beïnvloeden of verstoren [Cleve83, Ware88]. Specifieke elementen kunnen in een dergelijk geval te veel of juist te weinig aandacht van het oog krijgen. Een voorbeeld is figuur 2.10 die afgeleid is van een illustratie van Ware [Ware04, 117]. In die figuur is het X-patroon in beide vlakken identiek, maar het lijkt meer blauw op een rode achtergrond terwijl het meer roze lijkt op een blauwe achtergrond. Om dergelijke problemen te voorkomen wordt aangeraden om een kleine set met gestandaardiseerde kleuren te gebruiken. Daarnaast stelt Ware enkele perceptuele factoren die van belang zijn bij het kiezen van een set kleuren, namelijk [Ware04, 123-125]:

- Verscheidenheid (*distinctness*): kleuren dienen onderling van elkaar te onderscheiden zijn;
- Unieke tinten (*hue*): deze leveren natuurlijke keuzes wanneer er een kleine set kleuren gewenst is;
- Contrast met achtergrond: gelijkwaardig contrast met achtergrondkleuren kan dramatisch de kleurverschijning veranderen waardoor de ene op de andere kleur gaat lijken;
- Kleurenblindheid: het kan noodzakelijk zijn om kleuren te gebruiken die tevens door mensen met kleurenblindheid te herkennen zijn;
- Aantal: alleen een klein aantal kleuren (vijf tot tien) kan snel herkend worden bij het tonen van categorie-informatie;
- Veldgrootte: kleurgecodeerde objecten moeten niet te klein zijn;
- Conventies: het is belangrijk om op te letten dat specifieke kleurconventies (rood = heet/gevaar) niet conflicteren met andere culturen (in China: rood = leven).

2.2.5.2 Clutter

Een ander probleem dat bij visualisaties kan optreden is *clutter*. Clutter kan in het algemeen gezien worden als een collectie van zaken die zich in een ongeordende massa bevinden, wat bij een gebruiker uiteindelijk tot verwarring kan leiden. Op het vlak van informatievevisualisatie wordt deze term op verschillende wijzen gedefinieerd. Met clutter wordt bijvoorbeeld gerefereerd aan de hoeveelheid getoonde objecten in een visualisatie. Zodra in een visualisatie meerdere dimensies of een grote hoeveelheid data getoond worden (dit wordt *density* genoemd), des te sneller kan een gebruiker clutter ervaren. Edward Tufte stelt het volgende: “*Clutter and confusion are failures of design, not attributes of information.*” [Tufte90, 51]. Tufte is van mening dat al hetgene dat bij het visual-

iseren van informatie tot verwarring leidt clutter is. Dit kunnen bijvoorbeeld slechte beslissingen voor vormgeving, slecht kleurgebruik en *chartjunk* (onnodige elementen in een visualisatie zoals extra lijnen, iconen) zijn. Lloyd stelt echter dat de definitie van clutter van persoon tot persoon kan verschillen, aangezien de ene persoon iets wel clutter vindt, terwijl een ander dit niet vindt [Lloyd05]. Hiermee wordt bevestigd dat clutter een subjectief begrip is. Toch is ze van mening dat een expliciete definitie wenselijk is. Ze stelt dan ook het volgende voor: “*Clutter is a state of confusion that degrades both the accuracy and ease of interpretation of information displays*”. Dit leidt tot ongewenste inefficiëntie in het gebruik van een visualisatie. Om dit te voorkomen is het van belang dat er aandacht wordt besteed aan het toetsen van bruikbaarheid (*usability*) van de desbetreffende visualisatie. Zie hiervoor paragraaf 2.6.

De definitie van Lloyd richt zich meer op de bruikbaarheid, terwijl de definitie van Tufte zich op het ontwerp van een visualisatie richt. Daarom is voor het onderzoek, wat clutter betreft, gebruik gemaakt van de definitie van Lloyd.

Zoals eerder gezegd kan clutter in een visualisatie tot verwarring leiden. Met clutter kan het een gebruiker lastig maken om patronen en relevante verbanden in gevisualiseerde data te vinden. Een oplossing zou kunnen zijn om voor een beter overzicht data uit de desbetreffende visualisatie te verwijderen, maar hier is het gevaar aanwezig dat eventuele relevante informatie uit de visualisatie kan verdwijnen. Tufte stelt dan ook voor om, in plaats van het verwijderen van data, het ontwerp van de visualisatie aan te passen. Hiervoor zijn diverse benaderingen voorgesteld, zoals gebruikmaking van distortie-technieken waarbij specifiek te bekijken data meer ruimte in de visualisatie krijgen. Een voorbeeld hiervan is de Hyperbolic Browser [Lamp94], zie figuur 2.6. Nadeel van dergelijke toepassingen is dat mogelijk minder interessante data in een klein gebied binnen de visualisatie worden weggedrukt. Dit kan vervolgens bij de gebruiker tot onduidelijkheid leiden.

In het geval van het visualiseren van syntactische boomstructuren kunnen kruisende lijnen tot een vorm van clutter leiden. Dit zou ook het geval kunnen zijn indien er in een visualisatie met meerdere dimensies sprake is van veel knopen die vlak bij elkaar of juist achter elkaar staan. Een gebruiker zou door een dergelijke wirwar van lijnen en knopen moeite kunnen hebben om het geheel te begrijpen. Dit betekent dat aan het ontwerp van de visualisatie bepaalde design-eisen moeten worden gesteld. In paragraaf 2.4.1 wordt hier nader op ingegaan.

2.3 Taalkundige achtergrond

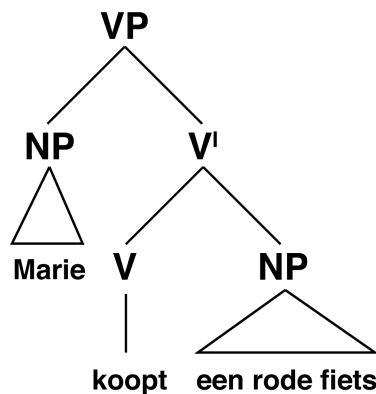
In dit deel wordt de taalkundige achtergrond besproken waarop het onderzoek is gebaseerd. De taalkunde bevat diverse subdisciplines, zoals klankleer, fonetiek en morfologie. Dit onderzoek heeft echter betrekking op de grammatica, of *generatieve syntaxis*. Deze subdiscipline is ontstaan uit het traditioneel ontleden van zinnen en woordsoorten; hier worden onder andere de relaties tussen verschillende woordgroepen en de toepassing van de zinsopbouw op bepaalde manieren beschreven. Het onderzoek heeft betrekking op syntactische zinsconstructies, waarbij sprake is van non-subordinatie en multidominantie; deze paragraaf zal deze zinsconstructies beschrijven. Daarnaast zal de bijkomende problematiek van het visualiseren van deze constructies aan de orde komen.

2.3.1 Structuur van een Nederlandse zin

In deze paragraaf volgt enige uitleg over de structuur van een zin in de Nederlandse taal. De reden voor deze uitleg is de noodzakelijkheid om concrete zinsstructuren vorm te kunnen geven c.q. te begrijpen.

Een zin bestaat uit woordgroepen, zoals te zien is in figuur 2.11 (“*Marie koopt een rode fiets*”). Deze woordgroepen ontstaan door het combineren van elementen. Een voorbeeld hiervan is de zelfstandig-naamwoordgroep *een rode fiets*. Het ‘hoofd’ van de groep is *fiets* (N); het geheel wordt de ‘projectie’ van *fiets* (NP, noun phrase) genoemd. De functie van een hoofd is het selecteren van be-

paalde woordgroepen. Zoals onderstaande figuur 2.11 laat zien wordt een hoofd met verticale lijnen weergegeven. Als er gekeken wordt naar de zin *Marie koopt een rode fiets*, dan selecteert het werkwoord *koopt* twee NP's; één die het onderwerp van de zin wordt en één die het lijdend voorwerp wordt.

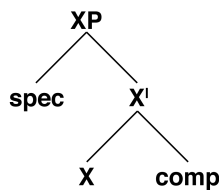


Verklaring labels:

- V (verb): werkwoord
- N (noun): zelfstandig naamwoord
- VP (verb phrase): subject-predikaat-verbinding
- NP (noun phrase): naamwoordgroep
- V' (V-bar): predikaat
- driehoek \triangle : afkorting substructuur

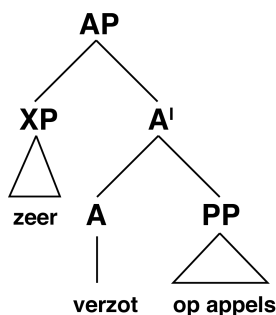
Figuur 2.11 Versimpelde structuur zin "Marie koopt een rode fiets".

Aangezien de interne structuur van een NP hier niet van belang is, kan het worden afgekort door gebruik te maken van een driehoek. Het geheel is een projectie van het werkwoord (VP); een fiets kopen is namelijk een activiteit en geen voorwerp. Het tussenliggende niveau krijgt het label V' (spreek uit: V-bar) toegewezen. De gang van zaken in de VP kan in het algemeen van toepassing worden beschouwd op alle woordgroepen; dit wordt de X-bar theorie genoemd, zie figuur 2.12:

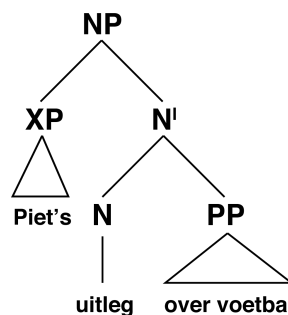


Figuur 2.12 X-bar structuur.

X is hier een variabele en staat voor onder andere V, N, P of A. Het systeem is recursief, dit houdt in dat op de plaats van *spec* (de 'specificeerder' van X) een andere XP ingevuld kan worden. Dit geldt tevens voor *comp* (het 'complement' van X). Enkele voorbeelden worden in de onderstaande figuren 2.13 en 2.14 gegeven.



Figuur 2.13 Voorbeeld X-bar structuur.



Figuur 2.14 Voorbeeld X-bar structuur.

Zoals te zien is in de figuren 2.13 en 2.14, bevatten syntactische boomstructuren knopen met labels. Deze labels geven bepaalde woordgroepen aan. Belangrijke labels zijn lexicale knopen; deze geven woordsoorten aan waarbij aangenomen wordt dat deze woordkennis in de hersenen wordt opgeslagen. Belangrijke lexicale knopen zijn:

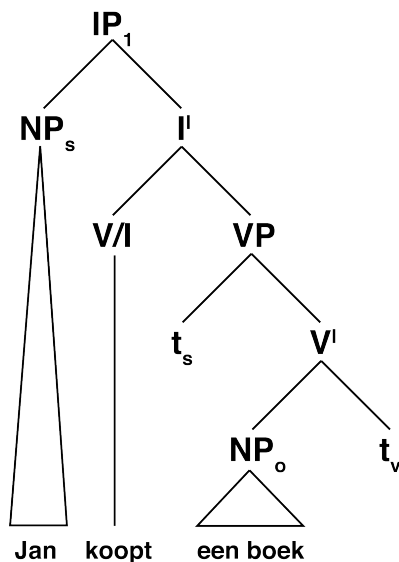
- V (verb): werkwoord koopt
- N (noun): zelfstandig naamwoord fiets
- P (preposition): voorzetsel op
- A (adjective): bijvoeglijk naamwoord mooi

Naast het lexicale gedeelte van de totale boomstructuur bestaat er ook een functioneel gedeelte. Een functioneel hoofd bevat een zogenaamd functiewoord, of is geheel abstract. Om een bepaalde functie of relatie uit te drukken, kunnen woorden of woordgroepen tevens naar een functionele projectie verplaatst worden. Hiervoor belangrijke knopen zijn:

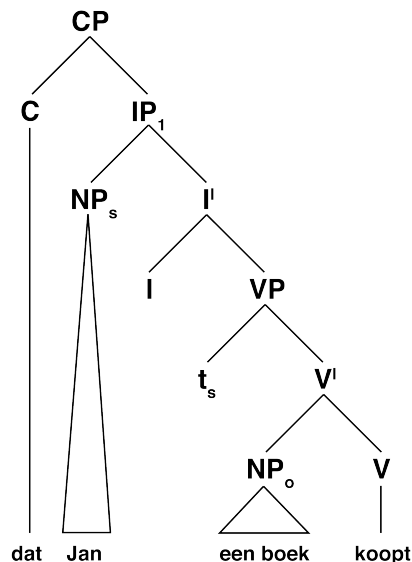
- I (of Arg): inflection (agreement) [abstract]
- C: complementizer [abstract] of voegwoord, bv. *dat, of, omdat*
- D: determiner o.a. lidwoord, bv. *de*
- Co: coordinator nevenschikkend voegwoord, bv. *en, maar*
- Neg: negation ontkenning, bv. *niet*

Alle woord(groep)en vinden hun oorsprong in de lexicale VP. Zoals te zien is in figuur 2.15 (“*Jan koopt een boek*”) zijn hun sporen met *t* (*trace*) aangegeven. De projectie IP (*inflection phrase*) geeft in deze figuur de overeenkomst in syntactisch verband tussen het onderwerp van de zin (*Jan*) en het werkwoord (*koopt*) weer. Het onderwerp wordt naar de *spec*-positie van IP verplaatst en het werkwoord naar I.

In de Nederlandse taal bestaan hoofd- en bijzinnen. Het werkwoord staat in een hoofdzin op de tweede plaats, na het eerste zinsdeel, zoals zichtbaar is in de zin *Jan koopt een boek* in figuur 2.15. De structuur is dan als volgt S-V-O (S = subject, onderwerp, V = verbum, werkwoord, O = object, lijdend voorwerp) waarbij V en O hier het gezegde vormen. In een bijzin als *dat Jan een boek koopt* in figuur 2.16 is de volgorde van V en O omgedraaid en is er sprake van de structuur S-O-V [Zwart97, 36]. Zie de legenda in tabel 2.2 voor uitleg over de gebruikte symbolen in de figuren 2.15 en 2.16.



Figuur 2.15 Voorbeeld hoofdzin.



Figuur 2.16 Voorbeeld bijzin.

N:	naamwoord	XP:	groep van het type X (met X = N, V, A, enz.)
V:	werkwoord	V/I:	hoofdverplaatsing V naar I
A:	bijvoeglijk naamwoord	V':	predikaat
P:	voorzetsel	t:	spoor
C:	voegwoord	[e] _s :	lege subjectpositie
Co:	coördinator		
Adv:	bijwoord	<u>subscripts:</u>	
Det:	determinator [bv. lidwoord]	s:	subject
I:	inflectie [abstract]	o:	object
		v:	werkwoord
		1, 2, 3:	volgnummer
		△:	afkorting substructuur

Tabel 2.2 *Legenda symbolen.*

Er kan dus gezegd worden dat er in de Nederlandse taal twee typen zinnen bestaan, elk met een eigen structuur. In beide gevallen is er een combinatie van een onderwerp en een gezegde (predikaat); het onderwerp gaat aan het gezegde vooraf. De volgorde van het werkwoord en lijdend voorwerp binnen het gezegde zijn afhankelijk van het type zin: VO (*Verbum-Object*) in de hoofdzin en OV (*Object-Verbum*) in de bijzin. Uiteraard bestaan hierop uitzonderingen. Het werkwoord kan namelijk ook vóór het onderwerp staan. Dit komt voor bij vraagzinnen en *topicalisatie*, waar de kern van een zin wordt benadrukt door die voorop te plaatsen. Het gezegde is in deze gevallen opgesplitst in een gedeelte vóór het onderwerp en een gedeelte er na. Aangezien het onderzoek zich niet op vraagzinnen en topicalisatie richt, wordt hier niet verder op ingegaan.

Na deze algemene uitleg over syntactische structuren, kan verder worden ingegaan op de syntactische constructies die in het onderzoek aan de orde komen waarbij sprake is van nevenschikking en samentrekking. Dit wordt in de volgende paragraaf behandeld.

2.3.2 Nevenschikking en samentrekking

Deze paragraaf gaat nader in op de syntactische constructies nevenschikking en samentrekking; visualisaties van deze twee typen constructies worden in het experiment getoetst.

2.3.2.1 Introductie

Bij nevenschikking (*ook wel coördinatie genoemd*) zijn syntactisch gelijkwaardige woorden, woordgroepen of zinnen met elkaar verbonden. Zogenaamde nevenschikkende voegwoorden, zoals *en*, *of* en *maar*, worden hierbij gebruikt. Indien de conjuncten gedeeltelijk uit hetzelfde materiaal bestaan, kan bij nevenschikking *samentrekking* toepasbaar zijn. Een samentrekking is een vorm van *ellipsis*; weglating. Identieke elementen van de samentrekkende delen worden bij één conjunct uitgedrukt, terwijl deze bij de overige conjuncten achterwege worden gelaten. Hier zijn drie verschijnselen waar te nemen, namelijk *voorwaartse conjunctiereductie* (1), *'gapping'* (Eng.) (2) en *achterwaartse conjunctiereductie* (3).

- (1). *Joop* sloot de deur en _ verliet het gebouw.
- (2). *Joop at* een appel en *Jaap* _ een peer.
- (3). *Joop* bewondert _ maar *Jaap* verafschuwt *Balkenende*.

Samentrekkingen kunnen dus zowel voorwaarts als achterwaarts plaatsvinden. Het eerste voorbeeld is een vorm van voorwaartse samentrekking, *voorwaartse conjunctiereductie*, en heeft betrekking op de linkerkant van het tweede conjunct (*Joop*). Het tweede voorbeeld toont een vorm van *gapping* en betreft ten minste het finiete werkwoord, oftewel de persoonsvorm (*at*). Het laatste voorbeeld toont een vorm van *achterwaartse conjunctiereductie* en betreft de rechterkant van het eerste conjunct (*Balkenende*). Deze vorm wordt ook wel *Right Node Raising* genoemd.

Bij nevenschikking wordt gebruik gemaakt van een zogenaamde coördinatorgroep (CoP). In een haakjesstructuur ziet dit er als volgt uit: [_{CoP} XP₁ [_{Co'} Co XP₂]]. Een voorbeeld is de woordgroep *Jan en Piet* ([_{CoP} NP₁ [_{Co'} Co NP₂]]). Hierin is NP₁ nevenschikking aan NP₂. Voor de duidelijkheid: NP₁ is *Jan*, Co is *en*, NP₂ is *Piet*. *Jan* en *Piet* zijn hier nevenschikking. Het voegwoord *en* is de coördinator, het nevenschikkend voegwoord.

Dit onderzoek heeft echter alleen betrekking op nevenschikking en achterwaartse samentrekking. De reden is dat voorwaartse samentrekking zich ten opzichte van achterwaartse samentrekking anders gedraagt [Vries05b].

2.3.2.2 Vormen van nevenschikking en RNR (achterwaartse samentrekking)

We introduceren hier drie vormen van complexe nevenschikking: *dubbele nevenschikking op constituentniveau*, *Right Node Raising (RNR)* en *Non-constituent RNR*. Deze constructies worden in het onderzoek getoetst.

Dubbele nevenschikking op constituentniveau

Een voorbeeld van dubbele nevenschikking op constituentniveau is de woordgroep (4):

(4). *Jansen en De Boer, of De Vries.*

Hier is *De Boer* nevenschikking aan *Jansen*. *De Vries* is nevenschikking aan de groep *Jansen en de Boer*.

Right Node Raising (RNR)

Bij Right Node Raising betreft de nevenschikking de rechterkant van een (deel)zin of woordgroep. Een voorbeeld van Right Node Raising is de zin (5):

(5). Joop bewondert ₁ Jaap verafschuwt ₂ en Job adoreert *Balkenende*.

Het conjunct *Balkenende* komt hier in alle gedeelten van de totale zin voor, maar het wordt alleen in het laatste deel uitgesproken. In dit voorbeeld is sprake van dubbele Right Node Raising. Dit impliceert een dubbele nevenschikking op deelzinsniveau en tevens een versterkend effect om RNR extra duidelijk te maken.

Non-constituent RNR

Er wordt gesteld dat het gedeelde materiaal bij RNR niet een constituent hoeft te zijn [Vries05b]. Dit wordt ook wel *Non-constituent Right Node Raising* genoemd. Een voorbeeld is de zin (6):

(6). Joop wil een schip dat minstens twee ₁ en Jaap wil een huis dat minstens drie *ton kost, kopen*.

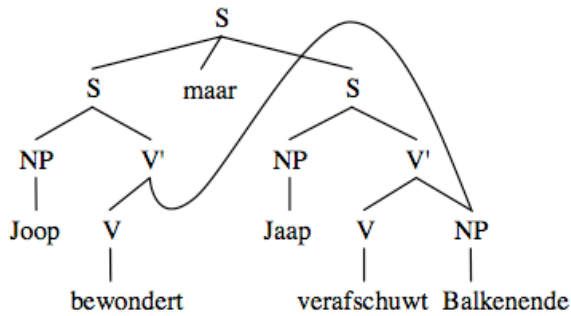
Duidelijk is dat *ton kost kopen* geen constituent is. Onderstaande zin (7) is een ander voorbeeld:

(7). Hij zei dat Joop altijd voor ₁, maar Piet na *het ontbijt doucht*.

Het begrip *constituent* wordt verder uitgelegd in paragraaf 2.7.

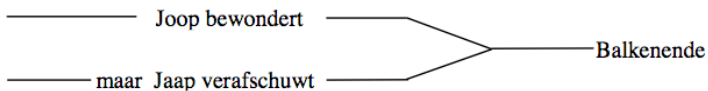
2.3.3 Visualisatieprobleem bij achterwaarts delen in nevenschikking

Voor het onderzoek wordt uitgegaan van de multidominantie-benadering van Right Node Raising die onder andere door McCawley aangenomen wordt [McCaw82, McCaw87]. Schematisch is dit in figuur 2.17 weergegeven. De betreffende constituent in figuur 2.17, *Balkenende*, maakt deel uit van beide zinnen, echter hij wordt alleen in het tweede conjunct uitgesproken. Daarom is hier sprake van kruisende takken.



Figuur 2.17 Schema meervoudige dominantie.

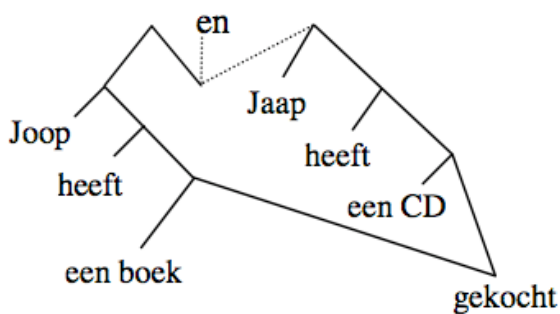
Bij achterwaartse samentrekking lijkt het erop dat een rechtergedeelte van een zin door conjuncten daadwerkelijk wordt gedeeld. De Vries noemt enkele publicaties die hier verder op ingaan. De auteurs van deze publicaties nemen voor coördinatie parallelle structuren aan, zoals figuur 2.18 toont. Deze visie wordt tevens gedeeld door De Vries [Vries05b].



Figuur 2.18 Schema parallelle.

In figuur 2.17 blijkt de multidominantie met kruisende takken en parallelle tussen de conjuncten niet geheel duidelijk naar voren te komen. Daarnaast kan in een schematische weergave als in figuur 2.18 een zinsstructuur niet goed worden weergegeven. Om deze zaken duidelijk in een boomstructuur te kunnen weergeven, komt De Vries met een voorstel voor een gecombineerde benadering. In zijn voorstel wordt aan een dergelijke boomstructuur een derde dimensie toegevoegd, waardoor er sprake is van 3D-coördinatie [Vries05b]. Een voorbeeld van dit voorstel is de in figuur 2.19 getoonde zin (8) (RNR):

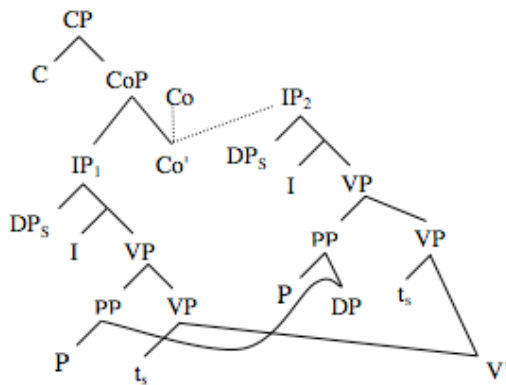
(8). Joop heeft een boek _ en Jaap heeft een CD gekocht.



Figuur 2.19 Schematische boomstructuur achterwaarts delen RNR.

In figuur 2.19 is duidelijk te zien dat *gekocht* gedeeld wordt door beide deelzinnen. Daarnaast vallen de stippellijnen in de structuur op. Deze lijnen geven aan dat het voegwoord *en* en de deelzin *Jaap heeft een CD gekocht* naar achteren zijn geplaatst. Hiermee komt de parallelle, zoals aangegeven in figuur 2.18, tevens duidelijk naar voren. Een voorbeeld van dit principe bij Non-constituent RNR wordt weergegeven in figuur 2.20. De boomstructuur toont de reeds hierboven bespro-

ken bijzin (7) “... dat Joop voor _ , maar Piet na *het ontbijt doucht*”. Het probleem van niet-constituentschap van het gedeelde zinsdeel wordt opgelost door RNR twee maal toe te passen.



Figuur 2.20 Boomstructuur achterwaarts delen Non-constituent RNR.

In deze boomstructuur staan bij de knopen de taalkundige symbolen vermeld. In dit geval is *C* *dat*, de eerste *DP_s* *Joop*, de eerste *P* *voor*, *Co* *maar*, de tweede *DP_s* *Piet*, de tweede *P* *na*, de gedeelde *DP* *het ontbijt*, en de gedeelde *V'* bevat *doucht*. Hier is, net als in figuur 2.17, sprake van kruisende takken.

Het visualisatieprobleem dat bovengenoemde boomdiagrammen met zich meebrengt is dat hier sprake kan zijn van kruisende takken, een onduidelijke hiërarchie en een onoverzichtelijke vorm van gedeelde knopen. Om dit te voorkomen dient de beoogde vorm van dergelijke visualisaties aan een drietal eisen te voldoen. In dit onderzoek moet een boomdiagram een duidelijke weergave zijn van:

- *zinshiërarchie*: duidelijk zichtbaar moet zijn in welke verhouding de onderdelen in een zin tot elkaar staan;
- *parallelle bij nevenschikking*: indien sprake is van nevenschikking dient het gedeelde zinsdeel parallel te staan ten opzichte van het eerste zinsdeel door middel van achterwaartse plaatsing, zie figuren 2.19 en 2.20;
- *multi-dominantie bij Right Node Raising*: de relatie van de gedeelde knoop met de moederknopen dient duidelijk zichtbaar worden gemaakt om kruisende takken te voorkomen.

2.4 De vijf visualisatiemethodes (methode van weergave)

Zoals reeds hierboven geschetst, heeft elke zin een syntactische structuur die weergegeven kan worden in een boomdiagram. In het onderzoek gaat het in het bijzonder om de representatie van dubbele nevenschikking (coördinatie) en om conjunctiereductieconstructies. Het doel van het onderzoek is het nagaan welke representaties al dan niet met een derde dimensie hiervoor bruikbaar zijn. Voor het onderzoek zijn met gebruikmaking van het referentiemodel van Card et al. (zie paragraaf 2.2.2) vijf verschillende vormen van visualisaties ontworpen.

2.4.1 Design-eisen

Voor het bepalen van het meest bruikbare boomdiagram zijn er een aantal design-eisen gesteld. Deze zijn bedoeld om een duidelijke leesbaarheid van de visualisaties te bevorderen. Zij kunnen in enkele categorieën worden ingedeeld, namelijk *knopen*, *lijnen*, *tekstlabels* en *overig*.

Knopen:

- De hoogteverschillen tussen de knopen ouder en kinderen dienen constant te zijn;
- Zusterknopen dienen op gelijke hoogte te staan;
- Alle knooppunten dienen zichtbaar te zijn;
- Bij gebruik van meerdere vlakken mogen knopen niet in andere vlakken voorkomen.

Lijnen:

- (Deel)lijnen mogen niet te dicht op elkaar zitten;
- (Deel)lijnen mogen geen knooppunten doorkruisen;
- Zustertakken dienen een gelijke lengte te hebben.

Tekstlabels:

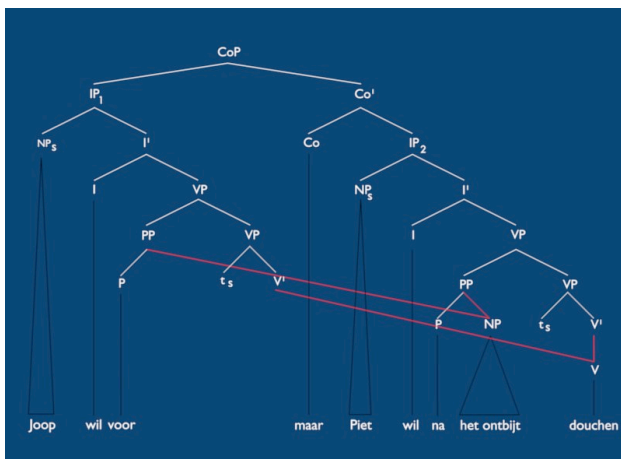
- Tekstlabels (en woorden) mogen niet in elkaar schuiven;
- Tekstlabels (en woorden) dienen goed leesbaar te zijn.

Overig:

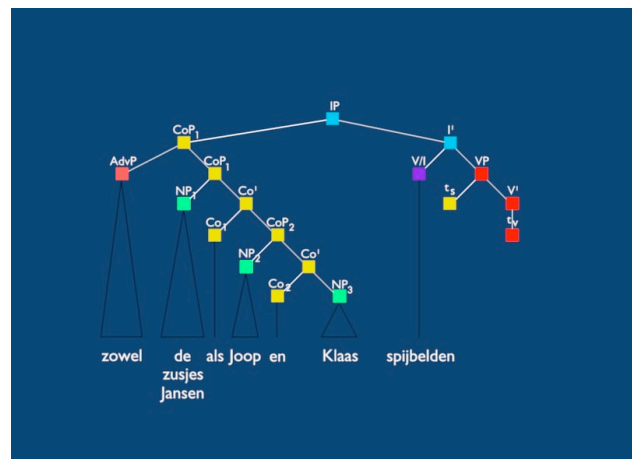
- Om dieptewerking te accentueren, dient bij gebruik van drie dimensies een extra lichtbron op het grondvlak gericht te worden;
- Woorden die van de zinsconstructie deel uitmaken, dienen op het grondvlak te staan.

2.4.2 Visualisaties

In deze paragraaf worden de vijf vormen van visualisatie, *2D*, *2D+*, *3D*, *3D+* en *D-vlakken*, die voor het experiment zijn ontworpen, kort beschreven. Deze visualisaties kunnen gezien worden als statische *views* (zie de schematische weergave van Card et al. in figuur 2.1). De *3D+*-visualisatie (figuur 2.26) bevat alle belangrijke grafische kenmerken. Van deze visualisatievorm wordt hieronder een uitvoerige beschrijving van de technische aspecten gegeven. Zie bijlage 4 voor een overzicht van alle visualisaties. Figuur 2.21 toont een voorbeeld van een *2D*-visualisatie die qua vorm overeenkomt met een traditioneel syntactisch boomdiagram. Waar sprake is van multidominantie blijkt dit uit de kleur van de takken. Naast de *2D*-visualisaties, zijn zogenaamde plus-versies (+) uitgewerkt. Deze visualisaties bevatten ten opzichte van de zichtbare elementen bij de *2D*-versie extra grafische elementen. Dit zijn *marks* voor de knooppunten en kleurcodering voor knooppunten in bepaalde takken, zoals in figuur 2.22 is te zien.

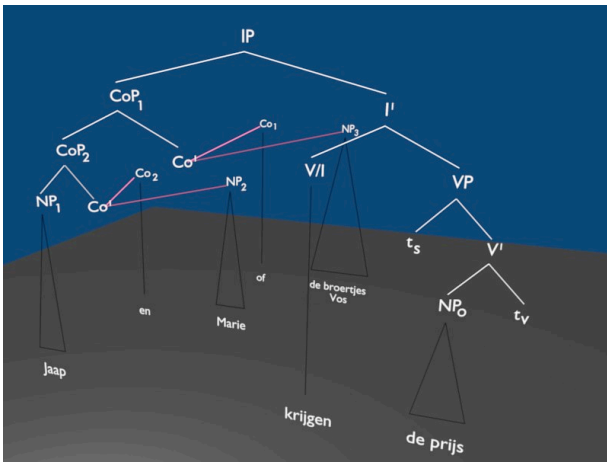


Figuur 2.21 2D model.

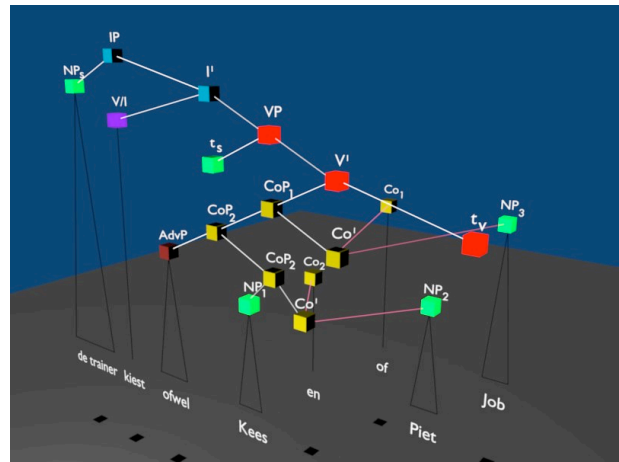


Figuur 2.22 2D+ model.

Onderstaand 3D-model (figuur 2.23) is vergelijkbaar met de grafische kenmerken van het 2D-model. Hier is echter gebruik gemaakt van een extra as die een derde dimensie mogelijk maakt. De 3D+-visualisaties (zie figuur 2.24) verschillen ten opzichte van de 3D-modellen. Net als bij het 2D+-model zijn hier extra grafische elementen toegevoegd.

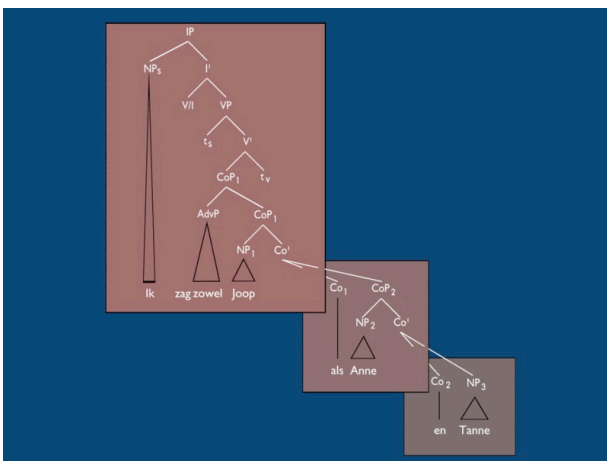


Figuur 2.23 3D model.



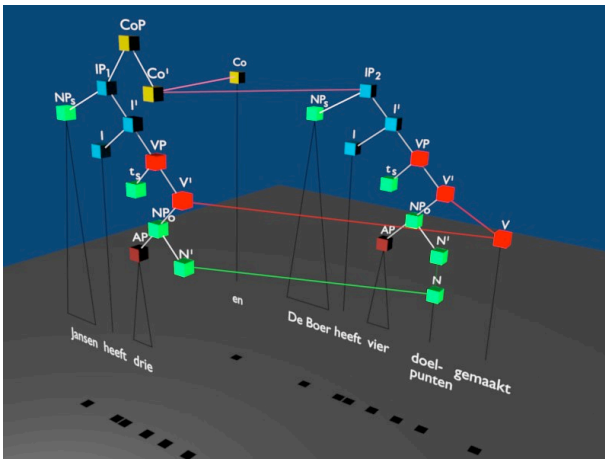
Figuur 2.24 3D+ model.

D-vlakken zijn qua vorm enigszins vergelijkbaar met de 3D-modellen. Deze D-vlakken bevatten weergaven van subbomen die schuin achter elkaar geplaatst zijn, zoals te zien is in figuur 2.27.



Figuur 2.25 D-vlakken model.

Figuur 2.26 geeft een 3D+-visualisatie weer voor de categorie *Non-constituent Right Node Raising*. In deze figuur zijn de knopen met de zichtbare tekstlabels (zoals *CoP*, *VP*) weergegeven. Daarnaast worden de syntactische categorieën (zoals *N*, naamwoord) door *marks* in de vorm van kubussen (*Volumes*) duidelijk gemaakt. Deze kubussen hebben, om de categorieën extra te verduidelijken, dezelfde kleurcodering als bij 2D+ toegewezen gekregen.



Figuur 2.26 3D+ model.

De lijnen die de knooppunten met elkaar verbinden, zijn de zogeheten *Lines*. De witte lijnen geven hier de verbindingen tussen de knopen weer. De zwarte lijnen leiden naar de woorden die onderin de visualisatie staan vermeld en geven samen met de driehoeken (die woordgroepen aanduiden) de bladknopen weer.

Elk knooppunt bevat een tekstlabel die voor de desbetreffende knoop de syntactische categorie aangeeft. Dit is tevens het geval bij traditionele syntactische boomstructuren. Onderaan de visualisaties staan de woorden die de constructie vormen die bij de zin behoort.

Wat de opbouw van de boomstructuur betreft, zijn de 2D+-versies qua grafische kenmerken vrijwel identiek aan de 3D+-visualisatie. Het verschil is dat de knooppunten bij 2D+ een vierkante vorm hebben. Daarnaast zijn ook schaduwen bij een 2D+-visualisatie afwezig.

In figuur 2.26 is de opzet van (parallèle bij) coördinatie duidelijk zichtbaar gemaakt door gebruikmaking van een extra as die een derde dimensie mogelijk maakt. De rose-kleurige lijnen die naar achteren lopen, geven hier deze coördinatie weer. Deze lijnen zijn een equivalent van de stipellijnen in de voorstellen van De Vries, zoals geschetst in de figuren 2.19 en 2.20. Het delen van woord(groep)en wordt hier getoond door de betreffende categorieën afzonderlijke kleuren te geven. Zo is hier voor N een groene lijn gebruikt die dezelfde kleur heeft als de kubus voor N. Voor V geldt een rode kleur, die tevens bij 2D+ wordt toegepast. Deze kleuren geven aan dat het delen betrekking heeft op een knoop van dezelfde categorie. Door dezelfde kleur te gebruiken blijft het aantal gebruikte kleuren overzichtelijk, zoals in paragraaf 2.2.5.1 is aangegeven. Als naar het delen in andere visualisatievormen wordt gekeken, dan is te zien dat voor de typen 2D, 3D en D-vlakken hiervoor een rode lijn wordt gebruikt.

De *Volumes* die als knooppunten fungeren, zijn in 3D+ kubusvormig. Deze kubussen hebben een kleurcodering; hiermee wordt naast de tekstlabels de syntactische categorie extra duidelijk gemaakt, met dezelfde kleurcodering als bij 2D+. Daarnaast wordt als extra grafisch kenmerk op het grondvlak een schaduw van deze kubussen geprojecteerd. Deze schaduw fungeert als een extra hulpmiddel waarmee de positie van de knopen binnen de visualisatie verduidelijkt worden.

Wat de D-vlakken betreft, hier bevinden zich achter de subbomen *Areas*, rechthoekige vlakken die als extra grafisch kenmerk het groeperen van de subbomen verduidelijken. De lijnen die achterwaarts door deze vlakken lopen verbinden de subbomen met elkaar.

2.5 Nadere uitleg visualisaties

In deze paragraaf wordt nader ingegaan op de totstandkoming van de *views* van de syntactische boomstructuren. Dit geschiedt aan de hand van de grafische kenmerken zoals die reeds in de bovenstaande paragraaf ter sprake zijn gekomen. Daarnaast is hier rekening gehouden met de gestelde design-eisen.

2.5.1 Kenmerken visualisaties

Hier worden diverse (basis) grafische kenmerken van de *views* nader toegelicht. Deze grafische kenmerken zijn vorm, kleurgebruik en het toepassen van schaduweffecten.

Van een bestaande syntactische boomstructuur is eerst een volledig 3D-model uitgewerkt. Zie Bijlage 1 voor uitleg over dit proces. Om tot de huidige vijf visualisatiemodellen te komen, zijn eerst enkele versies voorafgegaan waarbij onder andere de vorm van de knooppunten en de positionering van alle elementen van een syntactisch boomdiagram bepaald zijn. Daarnaast is er uitvoerig naar de kleurcodering van de syntactische categorieën en de verbindingslijnen gekeken.

2.5.1.1 Vorm

De eerst ontwikkelde modellen waren in zijn geheel 3D, dat wil zeggen, alle knooppunten waren hier als kubussen en de NP's als kegels weergegeven (zie Bijlage 2). Tijdens de verfijning van de uiteindelijke visualisatievormen is gekozen voor het behoud van bepaalde traditionele kenmerken voor taalbomen. De NP's zijn weergegeven in de vorm van een 'draad'-driehoek. Reden hiervoor is dat deze driehoeken tot minder *clutter* leiden. Zoals gezegd hadden de knooppunten in de eerste vormen van de uitwerkingen een kubus als vorm. Dit is voor de 3D+-visualisatievorm aangehouden, terwijl deze knooppunten bij 2D+ een vierkant als vorm hebben gekregen. De overige visualisatievormen (2D, 3D en D-vlakken) hebben tekstlabels als knopen.

2.5.1.2 Kleurgebruik

Het gebruik van kleur is van toepassing op de vlakken, knopen en lijnen in de visualisaties. Hieronder wordt het kleurgebruik van deze grafische elementen nader toegelicht.

Vlakken

Om de aandacht op de boomdiagrammen vast te houden, dienen de gebruikte vlakken (ook de achtergrond) voor alle visualisaties een neutrale kleur te hebben. Alle visualisaties hebben een blauwe kleur als achtergrond. Bij de 3D(+)-weergaven is tevens sprake van een grondvlak; dit is grijs van kleur.

Achter de subbomen van de visualisaties van het type D-vlakken wordt gebruik gemaakt van grafische kenmerken van het type *Area*; deze kenmerken geven een bepaalde regio weer. In figuur 2.26 is te zien dat de subbomen met vlakken worden verduidelijkt. Deze vlakken hebben een neutrale bruine kleur met een zwarte rand ter afbakening gekregen. Per subboom is in deze visualisaties een andere kleurnuance van het bruin waarneembaar; hiermee wordt in de D-vlakken duidelijk gemaakt dat er sprake is van meerdere subbomen.

Knopen

De knopen (in de vorm van vierkant-gevormde *Points* voor 2D+ of *Volumes* als kubusvorm voor 3D+) hebben in de *views* per syntactische categorie een kleur toegewezen gekregen, zoals zichtbaar is in tabel 2.3. Het is hier de bedoeling dat gebruikers snel een overzicht kunnen krijgen van de verschillende categorieën en specifieke elementen kunnen herkennen. De knopen die tot dezelfde hoofdcategorie behoren, hebben dezelfde kleur toegewezen gekregen, zoals bijvoorbeeld in figuur 2.25 te zien is. Hier is bijvoorbeeld te zien dat de knopen *IP*, *I'* en *I* blauw gekleurd zijn. De kleuren zijn zodanig bepaald, dat ze niet conflicteren met de knopen die de categorieën representeren. De

gekozen kleuren voor elke hoofdcategorie dienen dus ver uit elkaar te liggen om te voorkomen dat gebruikers deze knopen verkeerd interpreteren.

Kleurcodering	
	CoP, Co', Co, t _s
	IP, I, I
	NP, N', N, t _s
	CP, C, [e] _s
	VP, V', V, t _v
	AP, AdvP
	Det

Tabel 2.3 Kleurcodering syntactische categorieën.

Kleurcodering	
	Verbindingslijn coördinatie in 3D, 3D+
	Verbindingslijn knopen
	Verbindingslijn woord(groep)en
	Delingslijn (V) 2D, 3D, D-vlakken (2D+,3D+)
	Delingslijn N 2D+, 3D+

Tabel 2.4 Kleurcodering verbindingslijnen.

Lijnen

De meeste lijnen (*Lines*) die de knopen onderling verbinden hebben een witte kleur gekregen. Deze witte lijnen steken helder af tegen de blauwe achtergrondkleur. De verticale lijnen die naar de woorden verwijzen hebben een zwarte kleur. De lijnen tussen de Co-knopen die coördinatie weergeven, hebben in 3D en 3D+ een rose kleur toegewezen gekregen om zo coördinatie te benadrukken. Dit is te zien in tabel 2.4. De lijnen die in de visualisatievormen 2D, 3D en D-vlakken het delen weergeven, worden met een rode kleur aangegeven. Voor de visualisatievormen 2D+ en 3D+ wordt hier echter niet alleen gebruik gemaakt van een rode lijn. De lijnen die in deze visualisaties gedeelde knopen weergeven, krijgen de kleur van de desbetreffende knopen. De gedeelde V-knopen (*Verb*) zijn dus met rode lijnen verbonden. Daarnaast hebben de verbindingslijnen tussen de gedeelde N-knopen (*Noun*) een groene kleur. Door deze opvallende kleuren kan een gebruiker in één oogopslag zien dat de betreffende knopen worden gedeeld en dat er een verschil is in de gedeelde syntactische categorieën.

2.5.1.3 Schaduw

Om een gebruiker duidelijkheid te verschaffen in het perspectief en de vertakkingen van een 3D(+)-boom, is er voor gekozen om met behulp van diverse lichtbronnen gebruik te maken van een schaduw effect. De vorm van een slagschaduw geeft de posities van de knooppunten echter niet correct weer en kan bij een gebruiker voor verwarring zorgen (Zie Bijlage 2). Daarom is gekozen voor een schaduw, die door middel van één lichtbron, loodrecht op een horizontaal vlak is geprojecteerd, zoals in figuur 2.26 te zien is. Hierdoor wordt de locatie van de objecten, die de knopen representeren, duidelijk weergegeven. Dit is in navolging van Cone-Trees [Spence01, 150-151, Robertson91].

De lijnen, die alle knooppunten met elkaar verbinden, hebben in tegenstelling tot Cone-Trees geen schaduw effect gekregen. Hiermee wordt voorkomen dat een visualisatie overladen wordt met teveel grafische elementen (*clutter*). Ook de woorden die deel uitmaken van de gevisualiseerde zinsconstructie hebben geen schaduw-effect op het horizontale vlak gekregen. Reden hiervoor is dat deze woorden in principe zelf reeds een soort van schaduw effect binnen de visualisatie zijn. Daarnaast zou een dergelijk schaduw effect extra clutter kunnen veroorzaken.

2.5.2 Positionering camera

Uit diverse experimenten voor het bepalen van de juiste hoek van waaruit een visualisatie het best bekeken kan worden, is gebleken dat de camera rechts gepositioneerd moet worden (Zie Bijlage 3). Indien de camera links staat, is er kans op distortie, c.q. vervlakking, waardoor een soort van 2D-visualisatie gaat ontstaan. Dit is vooral het geval indien de camera onder een scherpe hoek de boomstructuur zichtbaar maakt. Diverse knooppunten en lijnen komen hierdoor achter voorliggende knooppunten te liggen, hetgeen moet worden vermeden. Bij de visualisatievormen 3D en 3D+ zijn de labels bij de knopen daarom richting de camera gedraaid. Hierdoor zijn deze labels beter leesbaar.

2.6 Usability

Apparaten, zoals wasmachines en videorecorders, moeten voor gebruikers makkelijk te bedienen zijn. Dit geldt tevens voor grafische user-interfaces van computersystemen en websites. Om dit gebruikersgemak te kunnen bereiken, wordt veel onderzoek verricht om tot een zo goed mogelijk werkend product of systeem te komen. Hierbij is *usability* een veelgebruikte term.

2.6.1 Definitie usability

Usability kan gezien worden als een meetwaarde voor de kwaliteit van de ervaring die een gebruiker heeft wanneer hij met een product of systeem werkt. Het ISO (International Organisation for Standardization) geeft de volgende definitie voor *usability*: “*The extent to which a product can be used by specified users to achieve specified goals with effectiveness, efficiency and satisfaction in a specified context of use.*” (ISO 9241-11: Guidance on Usability (1998)). Het ISO definieert *effectiveness* als *the accuracy and completeness with which specified users can achieve specified goals in particular environments*. *Efficiency* wordt door het ISO gezien als *the resources expended in relation to the accuracy and completeness of goals achieved*. *Satisfaction* geldt hier als *the comfort and acceptability of the work system to its users and other people affected by its use*. In dit onderzoek zijn *efficiency* en *satisfaction* (zoals gedefinieerd door het ISO) gemeten.

2.6.2 Usability evaluatie

Voor usability bestaan diverse evaluatiemethoden die op verschillende momenten in een ontwerpproces voor een systeem kunnen worden gebruikt. Hewitt erkent twee soorten evaluaties, namelijk *formative* en *summative* [Hewitt86]. Het doel van *formative evaluation* is om het ontwerpproces in een vroeg stadium te ondersteunen. Hier wordt met gebruikers gewerkt en worden hun reacties en meningen met betrekking tot het systeem verzameld. Dit resulteert in een overzicht van kwalitatieve data over het geëvalueerde systeem. Voor *summative evaluation* zijn kwantitatieve data noodzakelijk. Volgens Hewitt heeft deze vorm van evaluatie betrekking op de definitieve vorm van een systeemontwerp. Hewitt is van mening dat beide typen evaluaties in verschillende stadia van systeemontwikkeling dienen te worden toegepast.

Naast de evaluatietypen die Hewitt voorstelt, zijn er twee verschillende uitgangspunten voor het toepassen van evaluaties waarneembaar; *analytische* en *empirische* evaluatie. De analytische evaluatiemethode bestaat uit een formele evaluatie bestaande uit taken en doelen. De empirische benadering is een analyse van de gebruikersprestaties met betrekking tot het voorgestelde systeem, zoals observatie, vragenlijsten of experimenten en interviews. Het toepassen van empirische methoden houdt volgens Faulkner in dat er met gebruikers gewerkt dient te worden en dat de te verzamelen data geanalyseerd moeten worden [Faulk00, 139]. Volgens Chen is het doel van een empirisch onderzoek het ontdekken en uitleggen van feiten en feitelijke relaties [Chen04, 173]. Net als bij de twee genoemde evaluatietypen kunnen beide evaluatiemethoden samen toegepast worden.

Om de onderzoeksvraag te kunnen beantwoorden wordt de empirische methode toegepast. Er is gekozen voor een experiment waarbij de vijf visualisatiemethoden aan de hand van een aantal

usability-aspecten, die binnen de ISO-definitie vallen, getoetst zullen worden. In het onderzoek zijn de volgende metingen verricht: (1) de hoeveelheid gemaakte fouten, (2) de tijd die een gebruiker nodig heeft om een vraag te beantwoorden en (3) de subjectieve beoordeling van de vijf visualisatievormen. Met (1) en (2) is *efficiency* en met (3) is de *satisfaction* van de visualisaties gemeten.

Voor het onderzoek wordt *effectiveness* gemeten aan de hand van de hoeveelheid gemaakte fouten. *Efficiency* wordt tijdens het onderzoek gemeten door de tijd vast te leggen die een gebruiker nodig heeft om een vraag te beantwoorden. Om de *satisfaction* te kunnen meten wordt tijdens het onderzoek aan de deelnemers gevraagd naar hun subjectieve beoordeling van de vijf visualisatievormen.

2.6.3 Experiment

Zoals hierboven gezegd wordt voor het onderzoek de empirische methode gebruikt. Gekozen is om deze methode in de vorm van een experiment toe te passen. Volgens Faulkner bestaan er twee benaderingen voor het toepassen van experimenten op gebruikers van een nieuw systeem [Faulk00, 146]. Deze zijn:

- *Comparative* (vergelijkend) experiment: performance van nieuw systeem met bestaand systeem vergelijken;
- *Absolute* (absoluut) experiment: nieuw systeem geïsoleerd testen.

Een *comparative* experiment is bruikbaar indien er sprake is van twee of meerdere ontwerpen of benaderingen die voor het daadwerkelijk ontwikkelen dienen te worden geëvalueerd. In dit onderzoek worden vijf verschillende visualisatievormen getoetst, dus is een *comparative* experiment hier op zijn plaats.

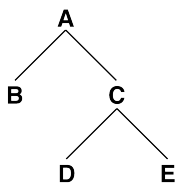
De deelnemers dienen tijdens het experiment vragen over relaties in de visualisaties van syntactische zinsstructuren te beantwoorden. Hiervoor dienen zij enkele begrippen te kennen die in de volgende paragraaf nader worden toegelicht.

2.7 Relaties in boomstructuren

In de experimentsvragen wordt gebruik gemaakt van de onderstaande begrippen:

- *nevenschikking*: in "X en/of Y" is X nevenschikking aan Y; X en Y zijn de twee conjuncten;
- *domineren*: bevatten, d.w.z. alle knopen die ergens onder hangen;
- *constituent*: een groep. Preciezer: een groep die in zijn geheel door de een of andere knoop X gedomineerd wordt, zodanig dat er geen andere elementen door X gedomineerd worden.

De termen *domineren* en *constituent* kunnen aan de hand van een voorbeeld (figuur 2.27) duidelijk worden gemaakt:



Figuur 2.27 Voorbeeld relaties in boomstructuren.

Over figuur 2.27 kan het volgende gezegd worden:

A domineert **B**, **C**, **D** en **E**.

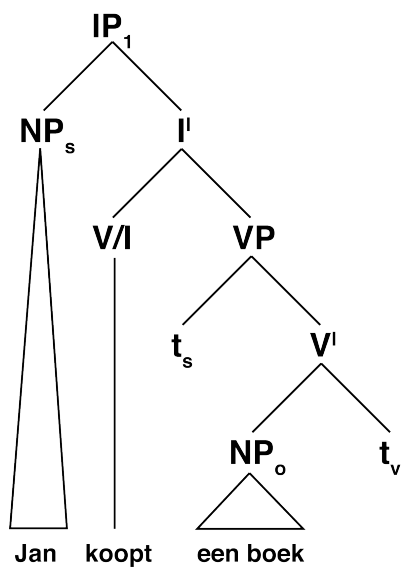
C domineert **D** en **E**.

B, **D** en **E** domineren niets.

D en **E** vormen een constituent (ze zitten samen in **C**).

B en **D** vormen géén constituent (ze zitten niet samen in **C**, maar ook niet exclusief in **A**, want **E** maakt ook nog deel uit van **A**).

Figuur 2.28 is een voorbeeld met betrekking tot het begrip constituent: *koopt een boek* is een constituent, want er is een knoop die deze woorden domineert, namelijk I' , en er worden niet nog andere woorden gedomineerd door I' . De abstracte knopen t_s en t_v zijn voor het onderzoek niet relevant. *Jan koopt* is hier géén constituent, want de enige knoop die deze twee woorden domineert is IP , en IP domineert nog meer woorden, namelijk *een boek*.



Figuur 2.28 Voorbeeld begrip constituent.

3. Methode van onderzoek

3.1 Inleiding

In dit hoofdstuk wordt de populatie van de deelnemers beschreven en komt een beschrijving van het empirisch onderzoek aan de orde waar de vijf typen syntactische boomdiagrammen geëvalueerd worden. Door middel van dit onderzoek zal een antwoord op de onderzoeksvraag, “Welke vorm van visualisatie is het meest bruikbaar voor de weergave van syntactische constructies waarin non-subordinatie en/of multidominantie voorkomen?”, kunnen worden gegeven. De term *bruikbaar* wordt hier getoetst aan de hand van *efficiëntie* en *tevredenheid*, zie in paragraaf 2.6. In dit onderzoek zijn de drie gemeten waarden: foute antwoorden (*error rate*), antwoordtijden en subjectieve beoordeling van de deelnemers. De eerste twee soorten waarden zijn objectief, de derde is subjectief. Verder wordt in dit hoofdstuk ingegaan op de technische opzet van het experiment en de verwachting van de meest bruikbare visualisatievorm.

3.2 Deelnemers

Om te onderzoeken of taalkundige ervaring van invloed is op het beantwoorden van de vragen tijdens het experiment is een groepsindeling gemaakt waarvan naast taalkundige *professionals* tevens personen zonder taalkundige achtergrond deel uitmaken. Een gestelde voorwaarde is dat een deelnemer aan het onderzoek een academisch niveau dient te hebben. Daarnaast is de groepsindeling dusdanig opgezet dat er voor het onderzoek tevens een groep bestaat van deelnemers die enige taalkundige achtergrond hebben. Het experiment maakt gebruik van de volgende drie testgroepen, namelijk:

- *Leken*: Personen met academisch niveau, geen taalkundige achtergrond;
- *Studenten*: Personen met academisch niveau en enige taalkundige achtergrond (studenten Algemene Taalwetenschap [ATW]/Communicatie- en Informatiewetenschappen [CIW]/Informatiekunde [IK]/Kunstmatige Intelligentie [KI]);
- *Experts*: Personen met academisch niveau en taalkundige achtergrond (taalkundigen).

Voor het onderzoek blijken de data van respectievelijk 17 (Leken), 18 (Studenten) en 11 (Experts) deelnemers bruikbaar te zijn. Deze personen hebben alle vragen in de test beantwoord. Om een verdere indruk te krijgen van de indeling van de testgroepen, waaronder de verdeling man/vrouw en leeftijdsgroepen, zie de bijlagen 9 en 10.

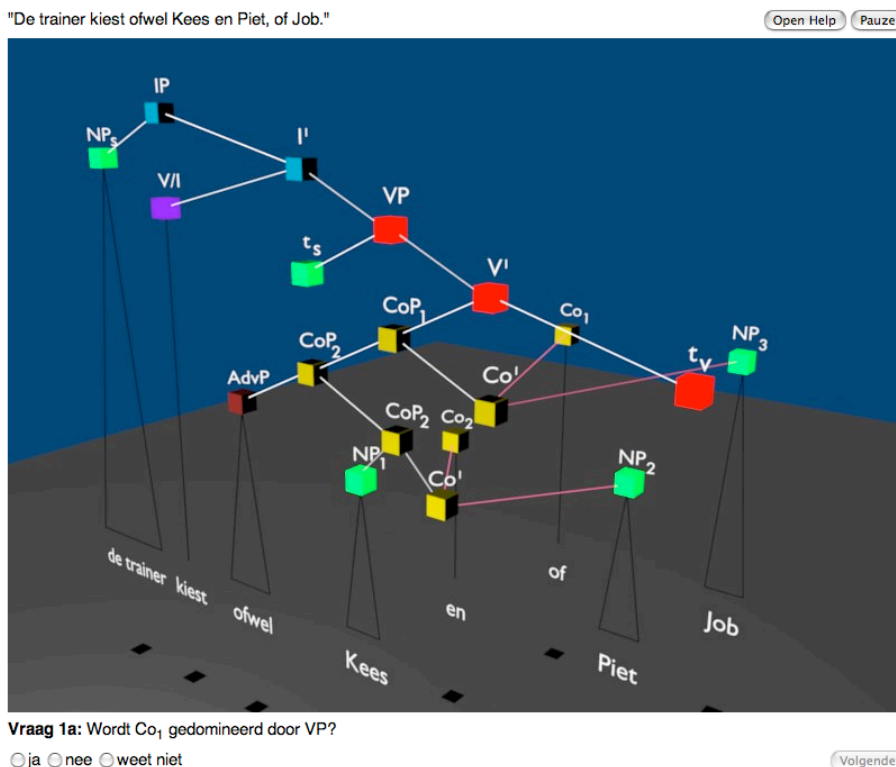
3.3 Beschrijving Experiment

Het empirisch onderzoek geschiedt middels het gebruik van een internetbrowser waarmee de vragen bij de syntactische structuurtest worden doorlopen en de subjectieve beoordeling over de visualisatievormen wordt gevraagd. Het experiment toont per syntactisch constructietype (*Nevenschikking*, *RNR*, *Non-constituent RNR*) vijf visualisatievormen, namelijk *2D*, *2D+*, *3D*, *3D+* en *D-vlakken*. Per visualisatievorm worden drie vragen gesteld die betrekking hebben op de desbetreffende getoonde visualisatie. De vragen betreffen vijf onderwerpen: *Constituentie*, *Nevenschikking*, *Dominantie*, *Parallellie* en *Parallele Dominantie*; de deelnemers zijn van deze onderverdeling niet op de hoogte gesteld. Een overzicht van de gestelde typen vragen bij de constructietypen wordt gegeven in tabel 3.1. Totaal worden tijdens het experiment 45 vragen gesteld, zie bijlage 5.

Per deelnemer is aan het begin van de test een eerst te tonen visualisatievorm vastgesteld om mogelijke voorkeuren voor een specifieke visualisatie te voorkomen. Dit wordt ook wel *bias* genoemd. De eerst te tonen visualisatievorm per syntactische categorie is voor elke deelnemer een constante factor. Per categorie krijgt de deelnemer deze eerste visualisatievorm te zien om vervolgens de rest van de visualisaties in deze categorie willekeurig voorgeschoteld te krijgen.

Het experiment bevat een helpfunctie die door de participanten middels een helpknop opgeroepen kan worden. Deze helpfunctie bevat de taalkundige achtergrond die de deelnemers voor aanvang van het experiment hebben doorgelezen. Zie bijlage 8 voor de volledige inhoud van de helpfunctie.

Het doorlopen van de test kost de participanten, naar schatting vooraf, tussen de twintig minuten tot een uur. De antwoorden van de participanten worden opgeslagen in een database die tevens wordt aangeroepen voor het tonen van de vragen. De reden voor de keuze van een webapplicatie voor het experiment is om de deelnemers zelf te laten bepalen wanneer ze de test maken. Door gebruikmaking van de webapplicatie kunnen de antwoordtijden op eenvoudige wijze in de database vastgelegd worden.



Figuur 3.1 Schermafdruk vraag syntactische structuurtest.

Het experiment bestaat uit drie delen, ten eerste een introductie met uitleg over het doel van het onderzoek en de taalkundige achtergrond. Het tweede deel is de syntactische structuurtest waarbij de participanten de taak hebben, aan de hand van de bovengenoemde visualisaties, vragen te beantwoorden (zie figuur 3.1). Hier worden de typen zinsconstructies *Coördinatie*, *Right Node Raising* en *Non-constituent RNR*, getoond. Voorbeelden van de vraagtypen zijn:

- Consituentie: Is *De Boer of De Vries* een constituent?
- Dominantie: Wordt Co_2 gedomineerd door NP_3 ?
- Nevenschikking: Is NP_1 nevenschikt aan NP_3 ?
- Parallellie: Staan *Jansen* en *een plant* in een vergelijkbare positie ten opzichte van *koop*?
- Parallele Dominantie: Worden IP_1 en Co door dezelfde knopen gedomineerd?

De verdeling van deze vijf vraagtypen over de drie categorieën zinsconstructies wordt op de volgende pagina in tabel 3.1 getoond. Deze vraagtypen zijn bij de deelnemers niet bekend.

Vraagtype	Coördinatie	RNR	Non-constituent RNR
Constituentie	X	X	X
Dominantie	X	X	X
Nevenschikking	X		
Parallellie		X	
Parallele Dominantie			X

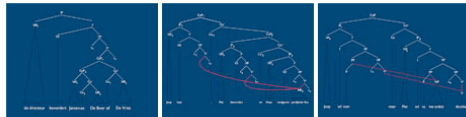
Tabel 3.1 Vraagtypen per zinsconstructie.

Het laatste onderdeel van het experiment is het subjectief onderzoek. Hier worden alle visualisaties in de vorm van aanklikbare *thumbnails* (verkleiningen) per visualisatievorm getoond en krijgen de deelnemers de taak om hun mening te geven over deze visualisaties (zie figuur 3.2).

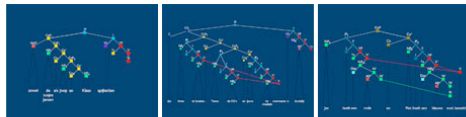
Kwalitatieve beoordeling (Dit onderdeel wordt niet getimed.)

We hebben vijf representatiemogelijkheden gezien (klik op de thumbnails voor vergrotingen):

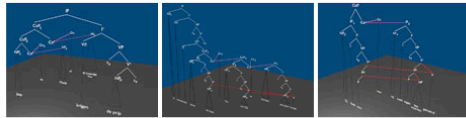
2D



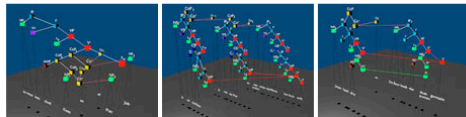
2D+



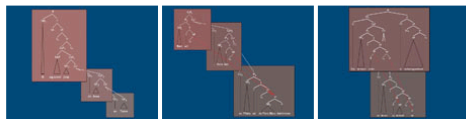
3D



3D+



D-vlak



Hoe inzichtelijk vind je deze methodes?

	zeer goed	goed	redelijk	slecht	zeer slecht
2D	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
2D+	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
3D	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
3D+	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
D-vlak	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Toelichtingen/opmerkingen/suggesties:

Volgende

Figuur 3.2 Schermafdruk subjectieve beoordeling visualisaties.

Voor een volledige beschrijving van het testprogramma zie paragraaf 3.4 en de bijbehorende bijlagen.

3.4 Technische realisatie experiment

In dit onderdeel wordt de opzet van het testprogramma toegelicht. Het testprogramma is een online webapplicatie die met behulp van de scriptingtalen JavaScript en PHP en een MySQL-database is ontwikkeld. Voor de broncode van het testprogramma zie de website www.infovis.nl/thesis/. Een beknopte uitleg met betrekking tot bestanden en de code van het testprogramma is te vinden in bijlagen 6 en 7.

De feitelijke test wordt na het klikken op een knop geopend in een nieuw browservenster dat het hele scherm bedekt om afleiding door eventuele andere zaken op de computer van de testpersoon te beperken.

3.4.1 Procedure

Een deelnemer aan het onderzoek krijgt vijftien tamelijk complexe syntactische boomstructuren te zien (die niet in detail begrepen hoeven te worden). Over elk van deze structuren worden drie korte vragen gesteld. De antwoordmogelijkheden voor deze vragen zijn *ja/nee/weet niet*. De reactietijd wordt hier gemeten. De deelnemer is verzocht niet zomaar te gokken, maar de tijd te nemen die nodig is en alleen van de “weet niet”-optie te gebruik te maken als de deelnemer echt geen flauw idee heeft wat het antwoord zal zijn. Aan het eind van de test wordt tevens om een subjectieve beoordeling gevraagd; hiervan wordt de tijd niet vastgelegd. Bij dit subjectieve onderzoek worden alle visualisaties in het klein getoond.

Het testprogramma is op te splitsen in drie delen, namelijk:

- Introductie;
- Syntactische structuurtest;
- Subjectief onderzoek.

3.4.2 Introductie

De zogenaamde introductie bestaat uit een beknopte uitleg over het doel van het experiment en het vergaren van gebruikersgegevens (zie bijlage 8). Na de uitleg over het doel van het experiment wordt de deelnemer gevraagd aan te geven bij welke groep hij behoort. Indien de deelnemer de optie ‘taalkundige’ selecteert, krijgt hij een extra vraag te zien, namelijk of hij een syntactische achtergrond heeft. Vervolgens dienen enkele persoonlijke gegevens, geslacht en leeftijdscategorie, te worden ingevuld. Na deze vragen krijgt de deelnemer uitleg met betrekking tot de taalkundige achtergrond die voor het maken van de test noodzakelijk is. Hierbij worden voorbeelden gegeven, waaronder enkele 2D-voorbeelden van een hoofd- en bijzin en een tekstuele weergave van nevenschikking met behulp van een haakstructuur.

3.4.3 Syntactische structuurtest

Na de uitleg dient de deelnemer de syntactische structuurtest te maken. Deze test bestaat uit een vijftiental visualisaties die de drie categorieën zinsconstructies representeren, namelijk:

- Coördinatie;
- Non-constituent Right Node Raising;
- Right Node Raising.

Per categorie worden dus vijf visualisaties getoond.

Per visualisatie worden drie vragen in een a-, b-, c-vorm na elkaar getoond. Per categorie staat de eerst te tonen visualisatie vast; bij de introductie is namelijk bepaald welke visualisatie de desbe-

treffende deelnemer als eerste te zien moet krijgen. Het verschilt per deelnemer welke visualisatie als eerste getoond zal worden; dit om een eventuele voorkeur voor visualisatie statistisch op te heffen. Om dezelfde reden worden de resterende vier visualisaties, inclusief de bijbehorende vragen van de categorie, willekeurig getoond. Zie bijlage 7 voor een voorbeeld van de betreffende PHP-code. De tijd die de deelnemer nodig heeft voor het beantwoorden van de vraag wordt vastgelegd.

Scherf

Het scherm dat de deelnemer voorgeschoteld krijgt, is te zien in figuur 3.1 (in paragraaf 3.3). Bovenaan het scherm staat de zinsconstructie vermeld met rechts hiervan een help- en pauzeknop. Met de helpknop kan de testpersoon de eerder getoonde uitleg nogmaals oproepen. De tekst met de uitleg komt met een zwarte achtergrond over het scherm met de vraag te staan om spieken te voorkomen. Indien de deelnemer tijdens het beantwoorden van de vragen gestoord wordt, is er de mogelijkheid om op de pauzeknop te drukken. De tijd wordt dan stilgezet en het scherm wordt hier tevens zwart. Na het klikken op de knop 'doorgaan' verdwijnt het pauzescherf en wordt de tijdsopname hervat.

Bij gebruik van de helpfunctie wordt de tijd en het aantal keren dat deze functie door de deelnemer (per vraag) is aangeroepen, vastgelegd.

In het midden van het scherm wordt de bijbehorende visualisatie getoond. Hieronder staat de vraag vermeld met de antwoordmogelijkheden *ja*, *nee* en *weet niet*. Rechts hiervan staat een knop 'volgende'. Deze knop wordt actief zodra de testpersoon een antwoord op de vraag gegeven heeft. Na het klikken op deze knop wordt het gegeven antwoord in de database vastgelegd en wordt de volgende vraag getoond. Dit proces gaat door totdat alle vragen getoond en beantwoord zijn.

3.4.4 Subjectief onderzoek

Nadat alle vragen bij de syntactische structuurtest beantwoord zijn, krijgt de participant een scherm te zien waar alle visualisaties in verkleinde vorm zichtbaar zijn. Aan de hand van dit overzicht dient de participant zijn mening over de vijf visualisatievormen aan te geven. Dit geschiedt met behulp van knoppen onder dit overzicht waarmee de participant per visualisatievorm kan kiezen uit de opties *zeer slecht*, *slecht*, *redelijk*, *goed* en *zeer goed*. De participant krijgt hier voor het eerst de benoemingen van de visualisaties te zien. Er kan op een verkleining geklikt worden om de visualisaties in vergrote vorm te kunnen bekijken. Onderaan het scherm is een tekstveld waar de mogelijkheid wordt gegeven om opmerkingen met betrekking tot het onderzoek te plaatsen. Na het klikken op de knop 'volgende' is de test beëindigd en kan het browservenster veilig afgesloten worden.

3.5 Vragen & variabelen

De onderzoeksvraag bestaat uit één algemene hoofdvraag die een verdere verdieping bevat in de vorm van enkele deelvragen. Met het experiment wordt gepoogd antwoord te krijgen op deze vragen die hieronder worden genoemd:

Onderzoeksvraag

- Welke vorm van visualisatie is het meest bruikbaar voor de weergave van syntactische constructies waarin non-subordinatie en/of multidominantie voorkomen?

Deelvraag 1

- Welke visualisatievormen van syntactische boomstructuren zijn het meest bruikbaar bij *Coördinatie*, *Right Node Raising* en *Non-constituent Right Node Raising*?

Deelvraag 2

- Welke visualisatievormen van syntactische boomstructuren zijn het meest bruikbaar bij de vraagtypen *Constituentie*, *Dominantie*, *Nevenschikking*, *Parallellie* en *Parallele Dominantie*?

Deelvraag 3

- Welke visualisatievormen van syntactische boomstructuren zijn het meest bruikbaar bij de vraagtypen *Constituentie*, *Dominantie*, *Nevenschikking*, *Parallellie* en *Parallele Dominantie*, onderverdeeld per categorie *Coördinatie*, *Right Node Raising* en *Non-constituent Right Node Raising*?

Deelvraag 4

- Is er een verschil waarneembaar tussen de resultaten van de drie groepen deelnemers aan het experiment (*leken*, *studenten* en *experts*)?

Variabelen

Voor het experiment kunnen een aantal onafhankelijke en afhankelijke variabelen vastgesteld worden. De onafhankelijke variabelen zijn de variabelen die de waargenomen uitkomsten van het onderzoek pogen te verklaren. De afhankelijke variabelen zijn de te meten gegevens die tijdens het onderzoek vastgelegd worden.

De onafhankelijke variabelen zijn:

- Niveau van taalkundige kennis (*leken*, *studenten*, *experts*);
- Visualisatievormen (*2D*, *2D+*, *3D*, *3D+*, *D-vlakken*);
- Categorieën syntactische bomen (*Coördinatie*, *Right Node Raising*, *Non-constituent RNR*);
- Vraagtypen (*Constituentie*, *Nevenschikking*, *Dominantie*, *Parallellie*, *Parallele Dominantie*).

De afhankelijke variabelen zijn:

- Aantal incorrecte antwoorden;
- Tijd voor het beantwoorden van vragen;
- Subjectieve beoordeling van respondenten op de visualisaties aan de hand van een Likert-scale met vijf waarden (*zeer slecht*, *slecht*, *redelijk*, *goed*, *zeer goed*).

In hoofdstuk 4 worden deze variabelen gebruikt om antwoord te kunnen geven op de onderzoeksvraag en de bijbehorende deelvragen.

3.6 Verwachting

De vijf visualisatievormen worden tijdens het experiment getoond aan de deelnemers aan het onderzoek. Hierbij worden vragen gesteld die betrekking hebben op relaties in de getoonde visualisaties. Verwacht zou kunnen worden dat de visualisatievorm *3D+* het meest bruikbare boomdiagram zal zijn. De reden hiervoor is dat dit type, door gebruikmaking van diverse informatievisualisatietechnieken (zoals bijvoorbeeld kleurcodering voor knooppunten in bepaalde takken) en het verrijken met extra grafische kenmerken (zoals tekstlabels en schaduw), verondersteld wordt voor non-subordinatie en multidominantie het meest duidelijk te zijn.

4. Resultaten

4.1 Inleiding

In dit hoofdstuk worden de onderzoeksresultaten van het experiment besproken. Met het experiment wordt gehoopt antwoord te krijgen op de algemene onderzoeksvraag en haar uitsplitsingen in de deelvragen die in paragraaf 3.5 zijn genoemd. De resultaten van het experiment zijn onderverdeeld conform de deelvragen.

De onderzoeksvraag wordt beantwoord met behulp van *objectieve* en *subjectieve* waarden. Dit geschiedt aan de hand van de twee onderdelen van het experiment, namelijk de syntactische structuurtest en het subjectief onderzoek. Voor het beantwoorden van de deelvragen wordt alleen gebruik gemaakt van de objectieve waarden. Reden hiervoor is dat de deelnemers bij het subjectief onderzoek enkel een algemeen subjectief oordeel hebben gegeven over de visualisaties en niet over de visualisatievormen per categorie en vraagtype. Bij de laatste deelvraag worden de objectieve met de subjectieve resultaten van de drie groepen deelnemers vergeleken. De resultaten worden voor alle vragen vanuit het perspectief van de vijf visualisatievormen bekeken. De beantwoording van de algemene onderzoeksvraag komt aan bod in de conclusie, zie hoofdstuk 5.

Bij de syntactische structuurtest gaat het om het beantwoorden van de vragen die tijdens de test bij de vijf verschillende visualisatievormen worden gesteld. Om de vraag te kunnen beantwoorden welke visualisatievorm in het geval van syntactische boomstructuren het meest bruikbaar is, zijn enkele variabelen gemeten. Deze variabelen zijn het aantal foutieve antwoorden en de tijd die de deelnemers nodig hebben gehad voor het beantwoorden van de vragen tijdens het experiment. Aan de hand van deze gegevens kan blijken in hoeverre de vragen en visualisaties door de deelnemers zijn begrepen. Wat het subjectief onderzoek betreft, hier hebben de deelnemers aan de hand van een schaalverdeling (*zeer goed*, *goed*, *redelijk*, *slecht*, *zeer slecht*) hun subjectieve waardering gegeven over de visualisatievormen die in de syntactische structuurtest aan de orde zijn gekomen. Over de weging van dit aspect kunnen de meningen verschillen. Hierop wordt ingegaan in de algemene conclusie.

Antwoordmogelijkheden syntactische structuurtest

Tijdens de syntactische structuurtest hebben de deelnemers antwoord gegeven op bij de visualisaties getoonde vragen. Een vraag kan tijdens de test goed of fout worden beantwoord. De deelnemers hebben de mogelijkheid om met de opties *ja*, *nee* en *weet niet* op de vragen antwoord te geven. Om te voorkomen dat een deelnemer een goed antwoord gokt, is de optie *weet niet* gegeven. Het experiment gaat om begrip van de visualisaties. De optie *weet niet* is voor het experiment een indicatie dat een vraag (of visualisatie) niet begrepen is. Het antwoord *weet niet* wordt beschouwd als een fout antwoord.

Uitschieters

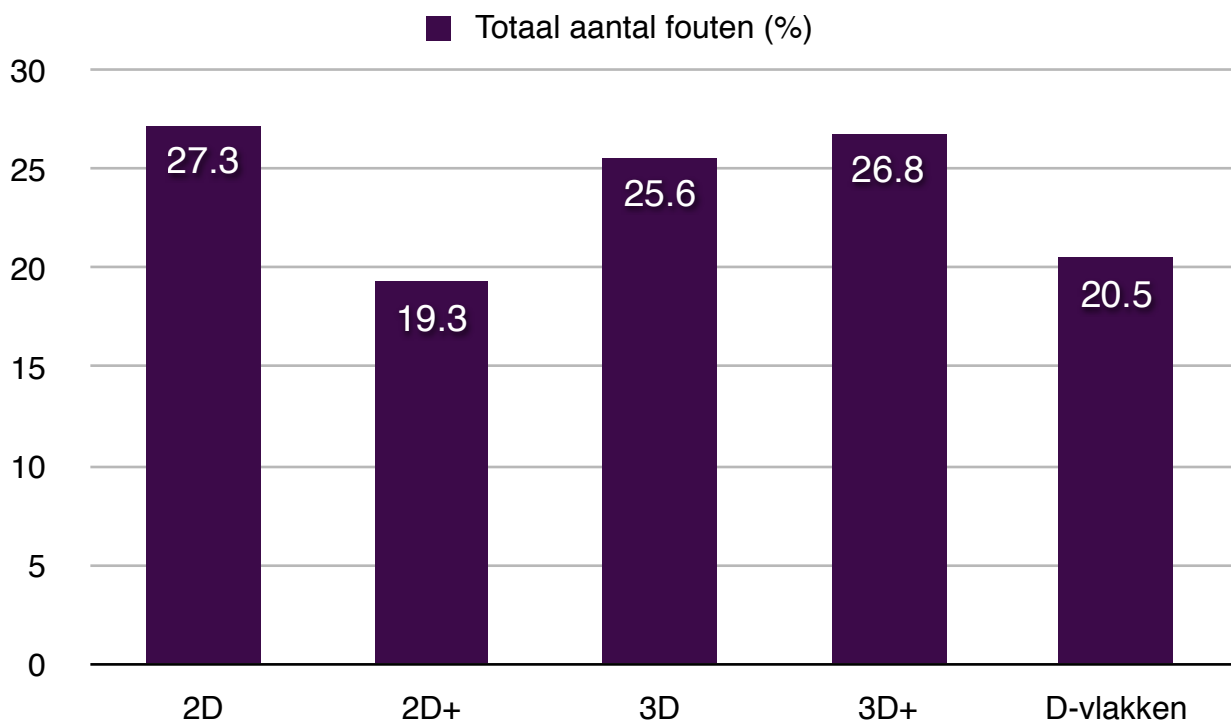
In de data met antwoordtijden bevinden zich *uitschieters*. Dit zijn waarden die buiten een bepaalde grens liggen. Bij dit soort onderzoeken plegen dergelijke uitschieters te worden verwijderd zodat ze op de resultaten geen invloed kunnen hebben. Het is gebruikelijk dat de uitschieters met behulp van de *interkwartielafstand* over de gehele dataset worden berekend (de interkwartielafstand is een maat voor de afstand tussen bepaalde delen van de dataset). Om de uitschieters in het onderzoek te verwijderen, is in plaats van over het geheel, echter per vraag de *interkwartielafstand* berekend. De reden voor het bepalen van de interkwartielafstand per vraag is dat de 45 vragen van het onderzoek een verschillende moeilijkheidsgraad hebben. Voor bepaalde vragen kunnen de deelnemers er namelijk langer over doen om deze te beantwoorden, dan voor andere vragen. Om een beeld te krijgen van de uitschieters, zie bijlage 14. In bijlage 13 wordt nader uitleg gegeven over het berekenen van de interkwartielafstand.

4.2 Visualisatievorm

Dit onderdeel geeft de resultaten weer die gebruikt zullen worden om antwoord te geven op de onderzoeksvraag, namelijk 'Welke vorm van visualisatie is het meest bruikbaar voor de weergave van syntactische constructies, waarin non-subordinatie en/of multidominantie voorkomen?'. Er wordt gekeken naar de resultaten van de gehele syntactische structuurtest (objectieve resultaten, paragraaf 4.2.1) en het subjectief onderzoek (subjectieve resultaten, paragraaf 4.2.2).

4.2.1 Aantal fouten & antwoortijden per visualisatievorm

Grafiek 4.1 geeft het aantal fouten per visualisatievorm (ten opzichte van het totaal aantal mogelijke fouten per visualisatievorm) in percentages weer. Voor de absolute waarden zie bijlagen 11 en 12. Het kleinste aantal fouten blijkt te zijn gemaakt bij de vragen met de 2D+-visualisaties. Verder is het opmerkelijk dat de D-vlakken ook goed scoren.



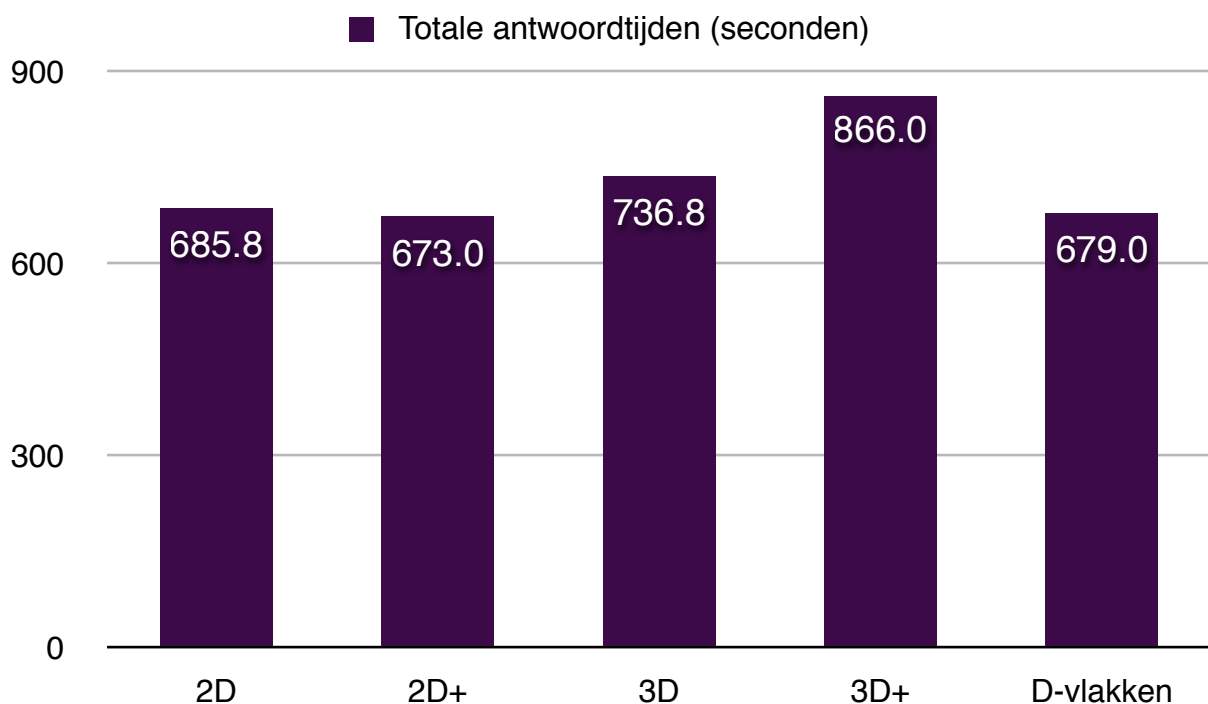
Grafiek 4.1 Totaal aantal fouten per visualisatievorm in percentages.

Om te kunnen bepalen of de verschillen tussen de foute antwoorden statistisch significant zijn, is een proportietoets voor twee onafhankelijke proporties (95% confidentie-interval) toegepast. Zie hiervoor bijlage 15. De proportietoets dient hiervoor te worden uitgevoerd, omdat de gegevens niet-normaal verdeeld blijken te zijn. Uit deze statistische toets blijken de volgende verschillen tussen de visualisatievormen significant te zijn, zoals te zien is in tabel 4.1.

Vershil visualisatie-vorm	Significantie-waarde (p)
2D+ - 2D	0.0033
2D+ - 3D	0.0152
2D+ - 3D+	0.0053
D-vlakken - 2D	0.0113
D-vlakken - 3D	0.0152
D-vlakken - 3D+	0.0168

Tabel 4.1 Significantie totaal aantal fouten per visualisatievorm.

Naast het aantal fouten is tijdens de syntactische structuurtest tevens gekeken naar de antwoordtijden per vraag. In grafiek 4.2 worden de antwoordtijden per visualisatie in seconden weergegeven, zie hiervoor ook bijlage 14.



Grafiek 4.2 Totale antwoordtijd per visualisatievorm in seconden.

Uit de grafiek blijkt dat de antwoordtijden per visualisatievorm, met uitzondering van 3D+, dicht bij elkaar liggen. 2D+ heeft hier de kortste antwoordtijden. De visualisatievormen 3D en 3D+ hebben daarentegen de langste antwoordtijden. Voor het bepalen van de statistische significantie bij de antwoordtijden is hier de MANOVA-toets (95% confidentie-interval, Bonferroni Post Hoc) toegepast. De verschillen tussen de significante visualisatievormen blijken uit tabel 4.2.

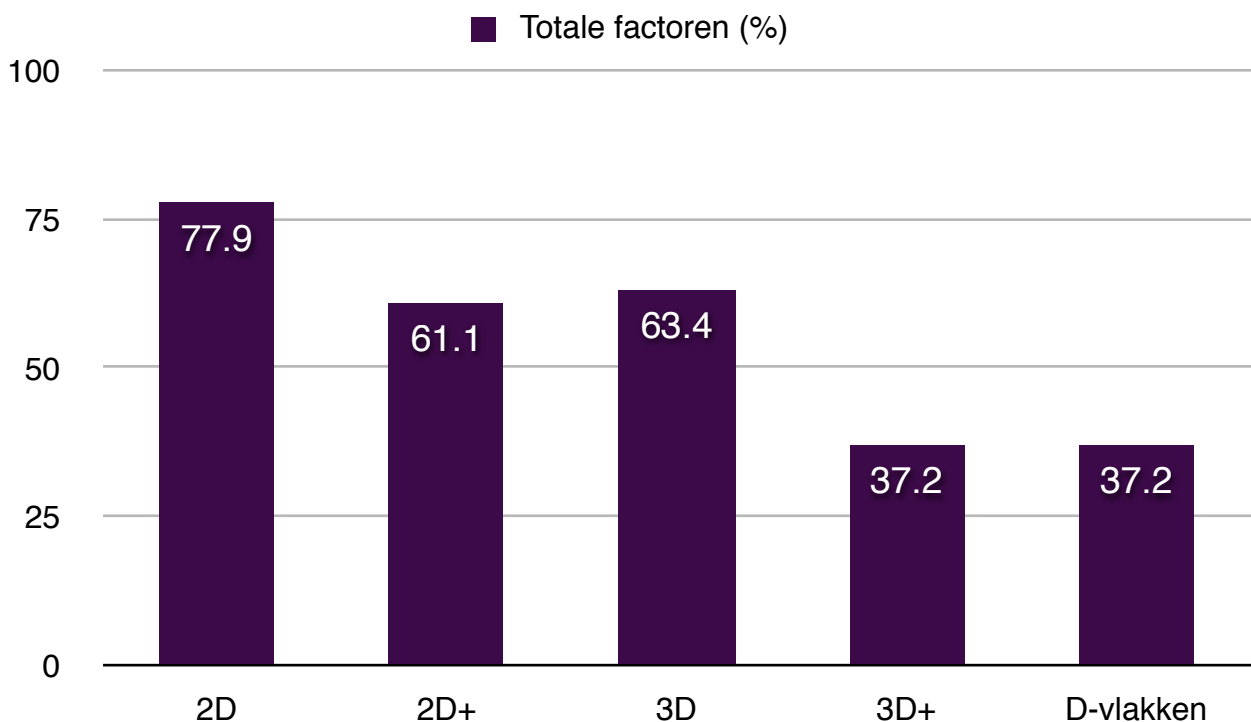
Vershil visualisatie-vorm	Significantie-waarde (p)
3D+ - 2D	0.000
3D+ - 2D+	0.000
3D+ - 3D	0.000
3D+ - D-vlakken	0.000

Tabel 4.2 Significantie Totale antwoordtijd per visualisatievorm.

De verschillen van 3D+ blijken met de overige visualisatievormen significant te zijn. De deelnemers hebben bij 3D+ de meeste tijd nodig gehad om de bijbehorende vragen te beantwoorden.

4.2.2 Subjectief onderzoek

In dit onderdeel worden de resultaten van het subjectief onderzoek besproken. Bij dit onderzoek hebben 43 deelnemers aangegeven wat zij van de onderscheiden visualisatievormen vonden. Het geven van de meningen is geschied middels een schaalverdeling met de waarderungen *zeer goed*, *goed*, *redelijk*, *slecht*, en *zeer slecht*.



Grafiek 4.3 Totale subjectieve beoordelingen per visualisatievorm (100% = zeer goed, 0% = zeer slecht).

Grafiek 4.3 toont de totale subjectieve beoordelingen per visualisatievorm. Deze grafiek is tot stand gekomen door de gemiddelde subjectieve beoordeling (aantal beoordelingen per visualisatievorm gedeeld door aantal deelnemers) per visualisatievorm naar factoren te coderen. Bijlage 17 toont met behulp van diverse tabellen de stappen die tot deze uitkomsten in percentages leiden. Uitleg over de berekening van de factoren naar percentages wordt in dezelfde bijlage gegeven.

Ondanks de extra grafische elementen in 2D+ en 3D+ blijkt uit grafiek 4.3 dat de deelnemers deze visualisatievormen een lagere score hebben gegeven dan 3D en 2D. Een mogelijke verklaring van

de hoge score van 3D kan zijn dat de deelnemers bij 3D minder *clutter* ervaren. De visualisatievormen 2D+ en 3D+ bevatten markeringen voor de knooppunten en veel kleuren. Deze aspecten zouden wellicht te veel informatie kunnen bevatten die de gebruiker als clutter ervaart. Daarentegen is het opvallend dat de visualisatievormen 3D+ en D-vlakken qua beoordeling dezelfde totale (procentuele) score hebben gekregen. Wat de D-vlakken betreft, hiervan werd verwacht dat deze een betere beoordeling zouden krijgen, aangezien de deelnemers hier minder fouten hebben gemaakt ten opzichte van 3D en 3D+. Daarnaast blijken de deelnemers de vragen sneller te hebben beantwoord dan de visualisatievormen 3D en 3D+.

Voor het statistisch toetsen van de totale subjectieve beoordelingen is hier een One-Way ANOVA-toets toegepast (95% confidentie-interval, Bonferroni Post Hoc), zie bijlage 17. Hieruit blijken de volgende verschillen significant te zijn, zoals af te lezen is in de tabel 4.3.

Vershil visualisatie- vorm	Significantie- waarde (p)
2D - 2D+	0.015
2D - 3D	0.000
2D - 3D+	0.000
2D - D-vlakken	0.000
2D+ - 3D+	0.000
2D+ - D-vlakken	0.000
3D - 3D+	0.007
3D - D-vlakken	0.007

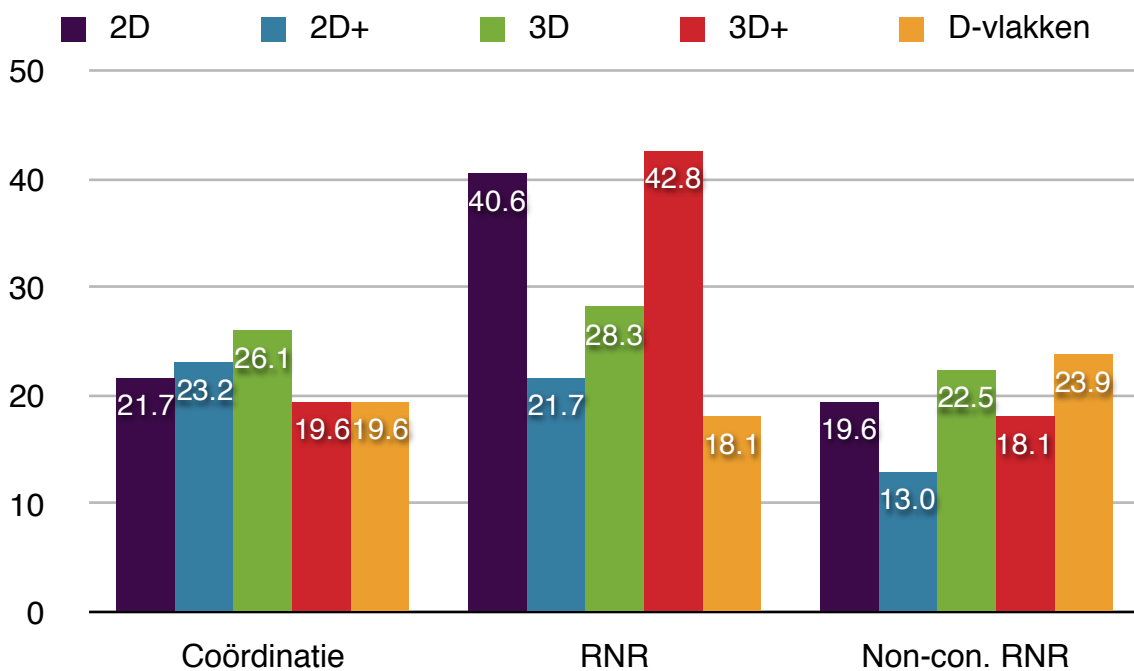
Tabel 4.3 Significantie totale kwalitatieve beoordelingen visualisatievormen.

4.3 Visualisatievorm per categorie

In dit gedeelte komen de antwoorden op de eerste deelvraag, ‘Welke visualisatievormen van syntactische boomstructuren zijn het meest bruikbaar bij Coördinatie, Right Node Raising en Non-constituent Right Node Raising?’ aan de orde. De resultaten, dat wil zeggen het aantal fouten en de antwoordtijden, worden hier per categorie besproken.

4.3.1 Aantal fouten & antwoordtijden per categorie

De vragen die tijdens de syntactische structuurtest worden gesteld, zijn vragen met betrekking tot drie (syntactische) categorieën, namelijk *Coördinatie*, *Right Node Raising (RNR)* en *Non-constituent Right Node Raising (Non-con. RNR)*. Grafiek 4.4 toont het totaal aantal fouten per visualisatievorm in percentages en is ingedeeld per categorie. De hierin getoonde gegevens zijn in detailvorm in een tabel in bijlage 12 weergegeven. In de onderstaande grafiek is te zien dat in de categorieën Coördinatie en RNR met de visualisatievorm D-vlakken het kleinste aantal fouten worden gemaakt. Bij Non-constituent RNR hebben de deelnemers het kleinste aantal foute antwoorden gegeven bij de 2D+-visualisaties. De meeste foute antwoorden zijn voor Coördinatie bij 3D gegeven. Bij de categorie RNR komen de meeste foute antwoorden bij 3D+ voor. In tegenstelling tot het lage aantal fouten bij de D-vlakken voor de categorieën Coördinatie en RNR, scoort deze visualisatievorm het slechtst bij Non-constituent RNR. Opmerkelijk is dat bij RNR met 2D tevens veel fouten zijn gemaakt. Bij Coördinatie is tevens bij 3D+ het kleinste aantal fouten gemaakt.



Grafiek 4.4 Totaal aantal fouten per visualisatievorm, per categorie in percentages.

Uit de proportietoets (95% confidentie-interval) voor de foutieve antwoorden blijkt dat de verschillen tussen de visualisatievormen bij Coördinatie allen *niet* significant zijn, zie bijlage 15. Voor RNR zijn de meeste verschillen *wel* significant, deze worden in tabel 4.4 weergegeven.

Voor Non-constituent RNR zijn bijna alle verschillen *niet* significant. Twee verschillen zijn echter *wel* significant, zoals te zien is in tabel 4.5

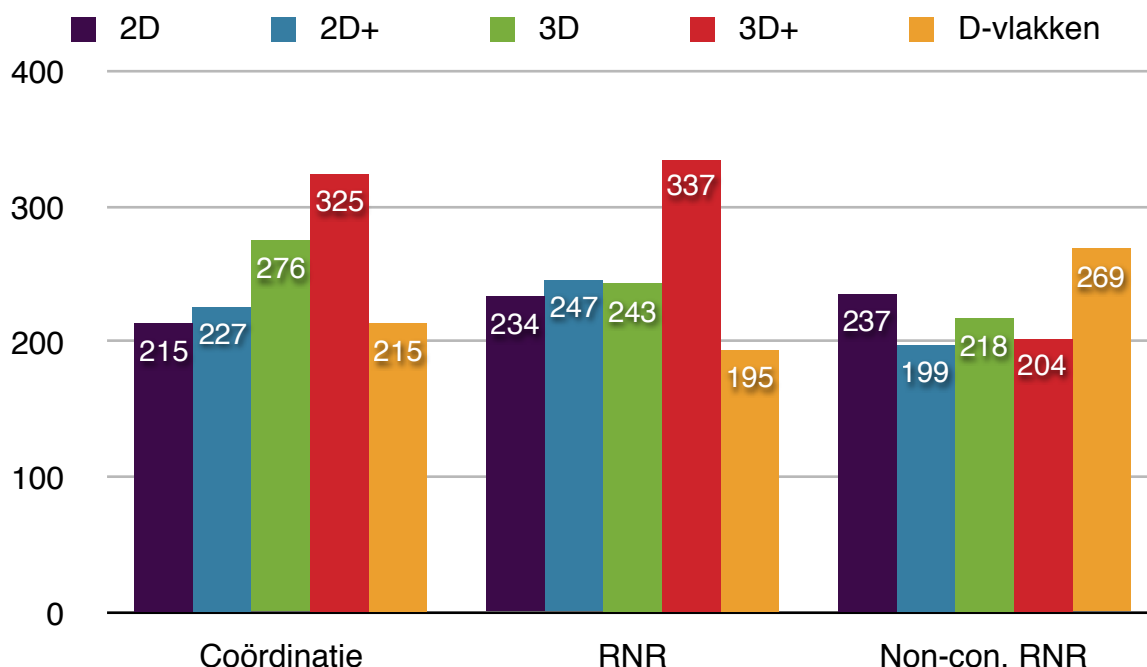
Vershil visualisatievorm	Significantiewaarde (p)
2D - 2D+	0.0004
2D - 3D	0.0156
3D+ - 2D+	0.0001
3D+ - 3D	0.0059
D-vlakken - 2D	<.0001
D-vlakken - 3D	0.0229
D-vlakken - 3D+	<.0001

Tabel 4.4 Right Node Raising: Significante waarden totaal aantal fouten per visualisatievorm.

Vershil visualisatievorm	Significantiewaarde (p)
2D+ - 3D	0.0203
2D+ - D-vlakken	0.0100

Tabel 4.5 Non-constituent RNR: Significante waarden totaal aantal fouten per visualisatievorm.

Als er voor deze deelvraag tevens wordt gekeken naar de totale antwoordtijden per categorie, dan komen de resultaten overeen met het kleinste aantal fouten per categorie. Dit is te zien in grafiek 4.5. Hierin is tevens af te lezen dat de deelnemers bij de categorieën Coördinatie en RNR overduidelijk de meeste tijd nodig blijken te hebben voor het beantwoorden van de 3D+-vragen. Bij Non-constituent RNR is dit het geval bij de D-vlakken en 2D.



Grafiek 4.5 Totale antwoordtijden per visualisatievorm, per categorie in seconden.

Voor het bepalen van de statistische significantie bij de antwoordtijden per categorie is hier de MANOVA-toets (95% confidentie-interval, Bonferroni Post Hoc) toegepast. Tabel 4.6 toont de significante verschillen voor de categorie Coördinatie. De volledige gegevens zijn opgenomen in bijlage 15. Voor de categorie RNR zijn de significante verschillen te zien in tabel 4.7.

Vershil visualisatie-vorm	Significantie-waarde (p)
3D - 2D	0.016
3D - D-vlakken	0.016
3D+ - 2D	0.000
3D+ - 2D+	0.000
3D+ - D-vlakken	0.000

Tabel 4.6 Coördinatie: Significante waarden totale antwoordtijden per categorie.

Vershil visualisatie-vorm	Significantie-waarde (p)
3D+ - 2D	0.000
3D+ - 2D+	0.000
3D+ - 3D	0.000
3D+ - D-vlakken	0.000

Tabel 4.7 Right Node Raising: Significante waarden totale antwoordtijden per categorie.

In tabel 4.8 worden voor de categorie Non-constituent RNR de significante verschillen gegeven.

Vershil visualisatie-vorm	Significantie-waarde (p)
D-vlakken - 2D+	0.005
D-vlakken - 3D+	0.006

Tabel 4.8 Non-constituent RNR: Significante waarden totale antwoordtijden per categorie.

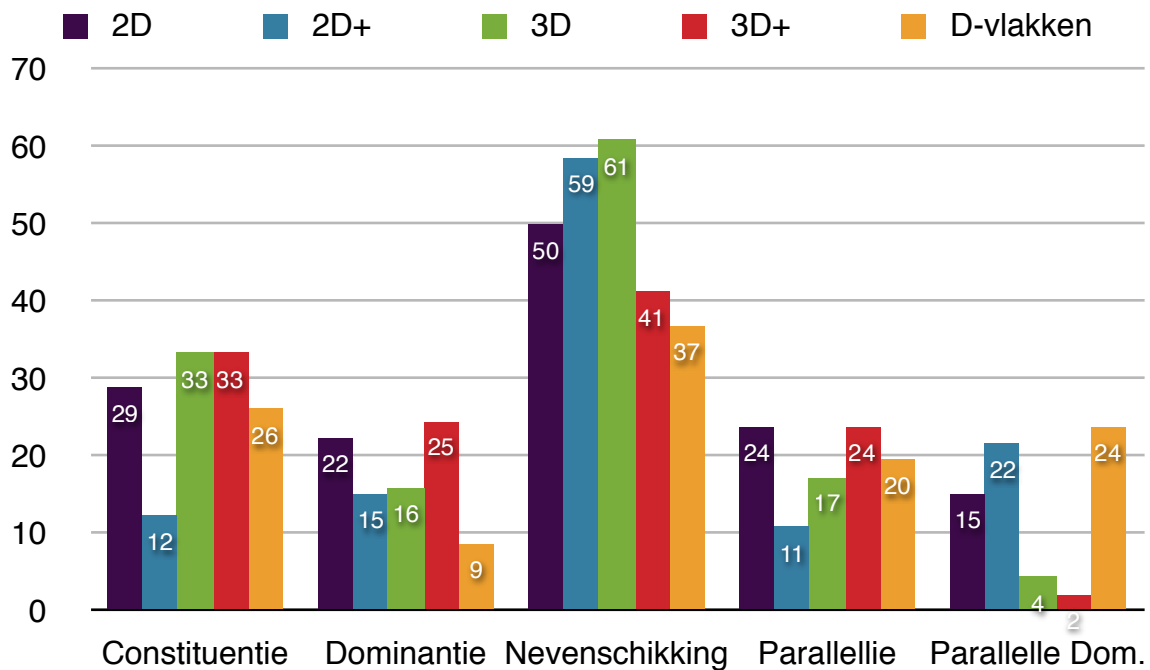
4.4 Visualisatievorm per vraagtype

Dit onderdeel draagt bij aan een antwoord op de tweede deelvraag, namelijk 'Welke visualisatievormen van syntactische boomstructuren zijn het meest bruikbaar bij de vraagtypen Constituentie, Dominantie, Nevenschikking, Parallellie en Parallele Dominantie?'. Om deze deelvraag te kunnen beantwoorden wordt hier gekeken naar de resultaten van de syntactische structuurtest per vraagtype; het aantal fouten en de antwoordtijden.

4.4.1 Aantal fouten & antwoordtijden per vraagtype

Naast de indeling in de drie bovengenoemde categorieën, Coördinatie, Right Node Raising en Non-constituent Right Node Raising, bevat de syntactische structuurtest vijf verschillende vraagtypen (Constituentie, Dominantie, Nevenschikking, Parallellie en Parallele Dominantie). Elke categorie bevat drie van deze vraagtypen. Grafiek 4.6a toont in percentages het totaal aantal fouten per visualisatie-vorm, ingedeeld per vraagtype. Detailgegevens zijn in tabelvorm in bijlage 11 zichtbaar gemaakt. Met behulp van deze grafiek kan een indruk worden verkregen bij welke visualisatievorm de deelnemers het kleinste aantal fouten hebben gemaakt.

Op te merken is het feit dat de vraagtypen Nevenschikking, Parallellie en Parallele Dominantie niet in elke categorie voorkomen. Voor deze drie vraagtypen zijn er ten opzichte van de vraagtypen Constituentie en Dominantie dus minder meetpunten. Dit is niet van invloed op de procentuele resultaten.

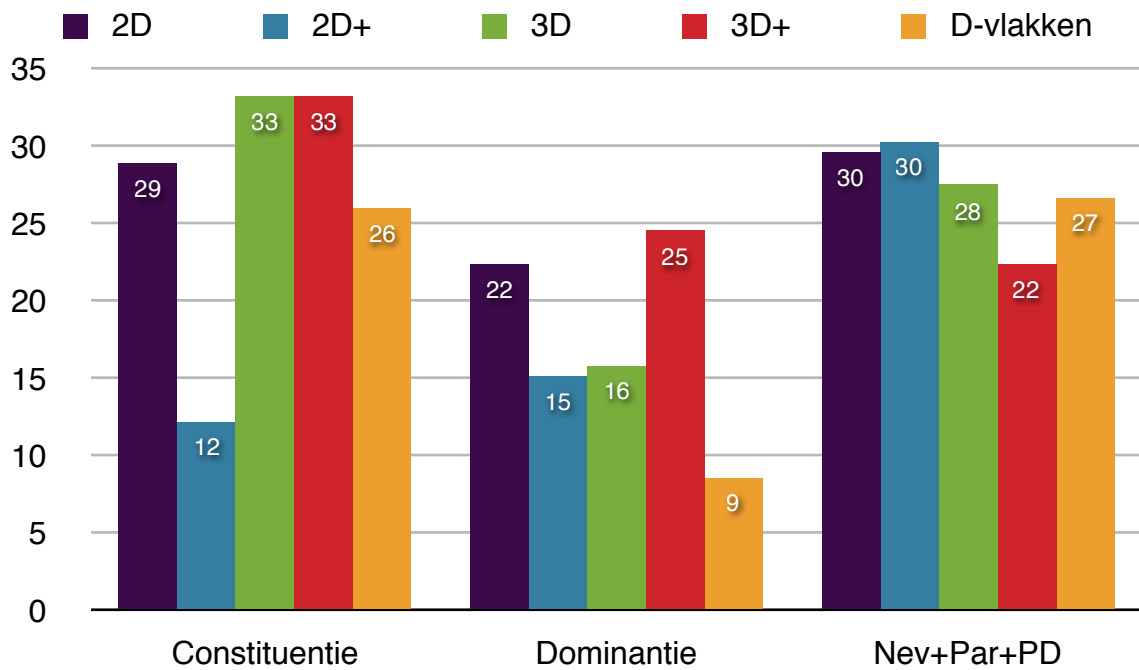


Grafiek 4.6a Totaal aantal fouten per visualisatievorm, per vraagtype in percentages.

Grafiek 4.6a toont aan dat de visualisatievorm 2D+ bij de vraagtypen Constituentie en Parallellie het beste scoort. Bij Constituentie zijn de meeste foute antwoorden bij de visualisatievormen 3D en 3D+ gemaakt. Vraagtype Parallellie toont de meeste fouten echter niet bij 3D en 3D+, maar bij 2D en 3D+. D-vlakken scoren bij Dominantie en Nevenschikking het beste. De meeste fouten met betrekking tot Dominantie zijn gemaakt bij 2D en 3D+.

Bij Nevenschikking valt op dat de deelnemers hier ten opzichte van alle overige vraagtypen procentueel de meeste fouten hebben gemaakt. De meeste fouten komen in dit geval voor bij 2D, 2D+ en 3D. Het is opvallend dat bij Parallele Dominantie de meeste fouten bij de D-vlakken zijn gemaakt. Zeer opmerkelijk is dat procentueel het kleinste aantal fouten hier, in tegenstelling tot de overige vraagtypen, juist bij de 3D- en 3D+ is gemaakt.

Bij het uitvoeren van de proportietoets blijkt voor de laatste drie vraagtypen een onvoldoende hoeveelheid te toetsen waarden aanwezig te zijn. Daar deze vraagtypen in zekere mate overeenkomen (vorm van parallelle weergave van subbomen), zijn deze om een vergelijking te kunnen maken samengevoegd. De grafiek van deze samenvoeging resulteert in grafiek 4.6b.



Grafiek 4.6b Totaal aantal fouten per visualisatievorm, per vraagtype in percentages.

Als naar de samenvoeging van Nevenschikking, Parallellie en Parallele Dominantie (Nev+Par+PD) wordt gekeken, blijkt dat hier het kleinst aantal fouten bij 3D+ gemaakt is; 2D en 2D+ zijn hier als het ware de verliezers.

Uit de proportietoets (95% confidentie-interval) voor de foutieve antwoorden (Zie voor significantiewaarden in bijlage 15) blijken voor Constituentie enkele verschillen significant te zijn, zoals te zien is in tabel 4.9. In tabel 4.10 worden de significante verschillen voor het vraagtype Dominantie aangegeven.

Verskil visualisatievorm	Significantiewaarde (p)
2D+ - 2D	0.0003
2D+ - 3D	<.0001
2D+ - 3D+	<.0001
2D+ - D-vlakken	0.0018

Tabel 4.9 Constituentie: Significante waarden aantal fouten per vraagtype.

Verskil visualisatievorm	Significantiewaarde (p)
3D+ - 2D+	0.0251
3D+ - 3D	0.0362
D-vlakken - 2D	0.0008
D-vlakken - 2D+	0.0475
D-vlakken - 3D	0.0335
D-vlakken - 3D+	0.0002

Tabel 4.10 Dominantie: Significante waarden totaal aantal fouten per vraagtype.

Zoals gezegd, blijken voor de proportietoets te weinig waarden voor de overige vraagtypen aanwezig te zijn. De aantallen foute antwoorden bij Nevenschikking, Parallellie en Parallele Dominantie zijn daarom samengevoegd. Uit de resultaten van de proportietoets blijken de verschillen

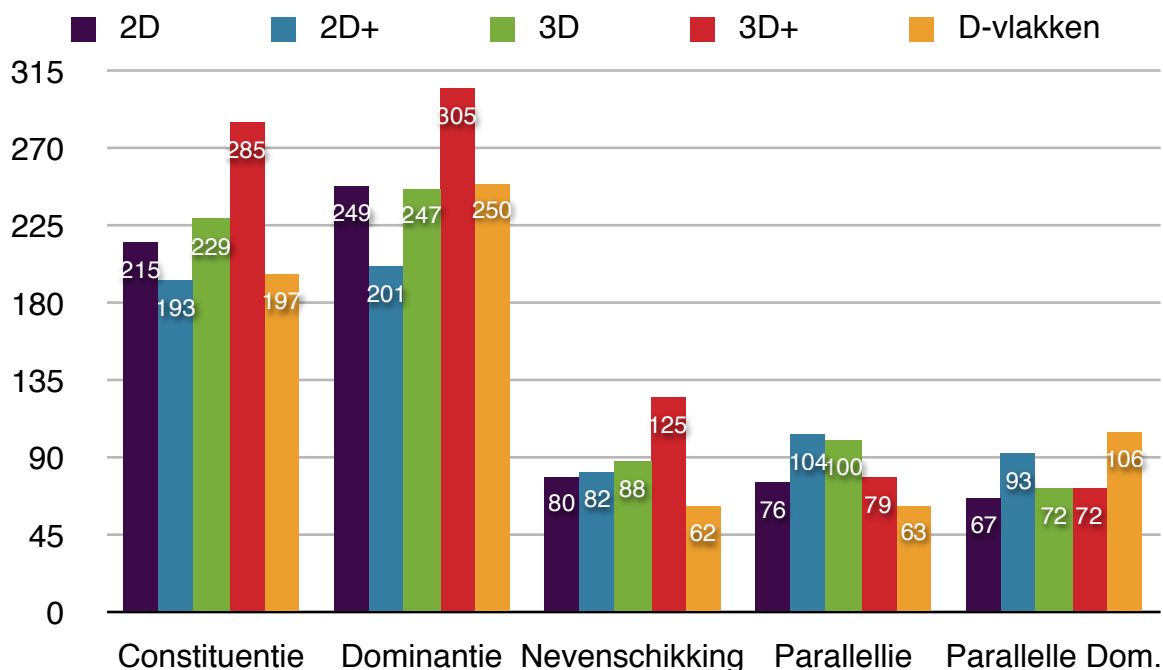
tussen de visualisatievormen bij deze samenvoeging van vraagtypen *niet* significant te zijn. Zie de significantiewaarden in bijlage 15.

Naast het aantal foute antwoorden zijn tevens de antwoordtijden per vraagtype vastgelegd. De grafieken 4.7a en -b tonen deze gegevens, waarbij de detailgegevens in tabelvorm in bijlage 14 zichtbaar zijn.

Er moet wel opgemerkt worden dat grafiek 4.7a een vertekend beeld geeft. Zoals hierboven is aangegeven, hebben de drie vraagtypen Nevenschikking, Parallellie en Parallele Dominantie minder meetpunten. Hierdoor zijn de antwoordtijden voor deze vraagtypen in de grafiek korter. Om alsnog een vergelijking te kunnen maken, zijn de drie vraagtypen ook hier samengevoegd; dit is te zien in grafiek 4.7b op de volgende pagina.

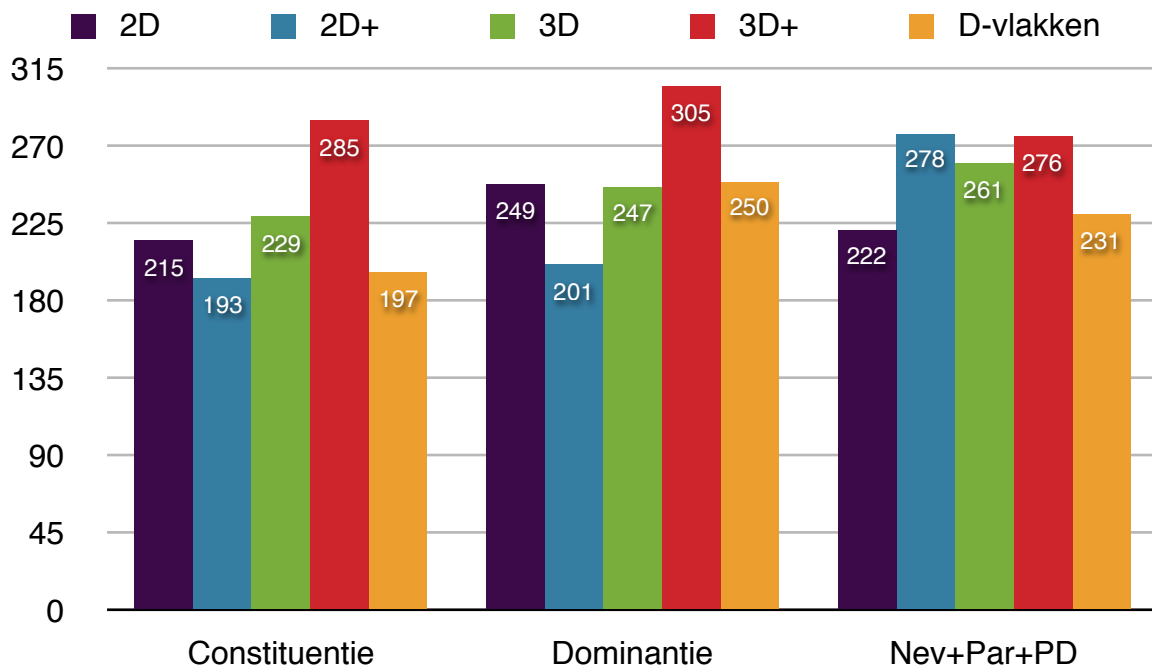
De grafieken 4.7a en -b tonen, in tegenstelling tot grafieken 4.6a en -b, per vraagtype geen extreme verschillen tussen de visualisatievormen. Het is in grafiek 4.7a duidelijk zichtbaar dat de deelnemers bij de vraagtypen Constituentie, Dominantie en Nevenschikking het langst doen over het beantwoorden van de vragen met de 3D+-visualisaties.

Bij Constituentie en Nevenschikking zijn de antwoordtijden het kortst bij de D-vlakken. De deelnemers zijn bij Dominantie het snelst met het beantwoorden van de vragen met de 2D+-visualisaties. Bij het Parallellie-vraagtype heeft men niet alleen het langst gedaan over het beantwoorden van de vragen met de 2D+-visualisaties, maar ook met 3D. De deelnemers hebben bij Parallelelie het kortst gedaan over het beantwoorden van de vragen met de D-vlakken. Dit is bij Parallele Dominantie juist het tegenovergestelde; de deelnemers hebben hier het langst over gedaan.



Grafiek 4.7a Totale antwoordtijden per visualisatievorm, per vraagtype in seconden.

Grafiek 4.7b toont de samenvoeging van Nevenschikking, Parallellie en Parallele Dominantie. Hier is uit af te lezen dat de visualisatievormen 2D en D-vlakken de kortste antwoordtijden hebben. Er is duidelijk langer over gedaan bij 2D+, 3D en 3D+.



Grafiek 4.7b Totale antwoordtijden per visualisatievorm, per vraagtype in seconden.

Tabel 4.11 toont de significante verschillen die uit de MANOVA-toets (95% confidentie-interval, Bonferroni Post Hoc) naar voren komen met betrekking tot het vraagtype Constituentie. De significante uitkomsten van deze toets voor het vraagtype Dominantie worden in tabel 4.12 getoond.

Verskil visualisatievorm	Significantiewaarde (p)
3D+ - 2D	0.002
3D+ - 2D+	0.000
3D+ - D-vlakken	0.000

Tabel 4.11 Constituentie: Significante waarden totale antwoordtijden per vraagtype.

Verskil visualisatievorm	Significantiewaarde (p)
3D+ - 2D+	0.000
3D+ - 3D	0.044
3D+ - D-vlakken	0.047

Tabel 4.12 Dominantie: Significante waarden totale antwoordtijden per vraagtype.

Voor de combinatie Nev+Par+PD bestaan geen significante verschillen.

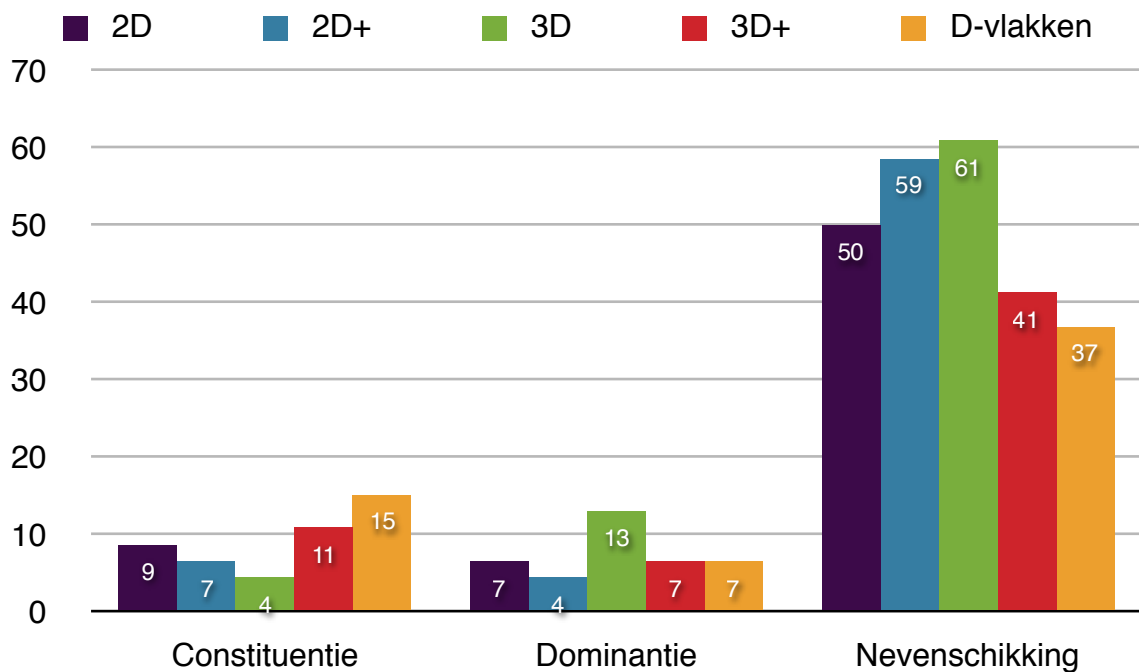
4.5 Visualisatievorm per vraagtype per categorie

In dit gedeelte wordt bijgedragen aan het antwoord op de derde deelvraag ‘Welke visualisatievormen van syntactische boomstructuren zijn het meest bruikbaar bij de vraagtypen Constituentie, Dominantie, Nevenschikking, Parallellie en Parallele Dominantie, onderverdeeld per categorie coördinatie, right node raising en non-constituent right node raising?’. Om deze deelvraag te kunnen beantwoorden, wordt gekeken naar de resultaten van de syntactische structuurtest per vraagtype, ingedeeld per categorie. Hier worden de resultaten aan de hand van het aantal fouten en de antwoordtijden besproken.

4.5.1 Aantal fouten & antwoordtijden per vraagtype per categorie

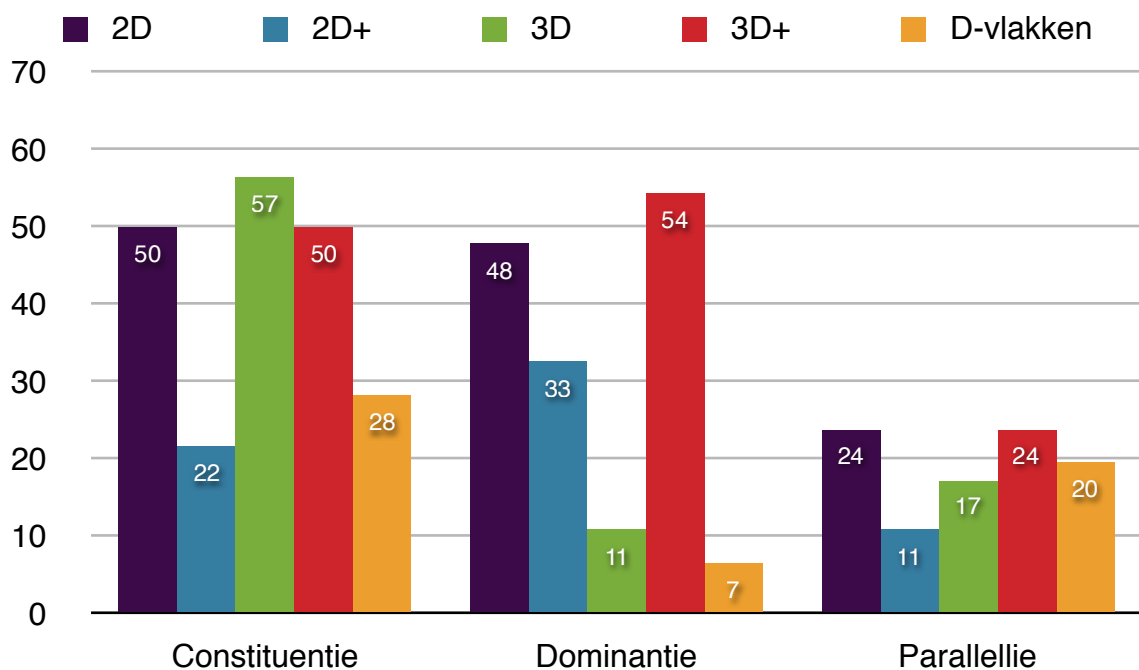
Per categorie, Coördinatie, Right Node Raising en Non-constituent Right Node Raising, worden hier de resultaten van de syntactische structuurtest van de vijf verschillende vraagtypen (Constituentie, Dominantie, Nevenschikking, Parallellie en Parallele Dominantie) besproken. Elke categorie bevat drie van deze vraagtypen.

Er moet opgemerkt worden dat bij deze onderverdeling voor de proportietoets te weinig waarden aanwezig blijken te zijn om de toets te kunnen uitvoeren. Er is dus voor de foute antwoorden geen significantietoets uitgevoerd. Hieronder zullen alleen de resultaten voor deze foute antwoorden met behulp van de onderstaande grafieken worden behandeld.



Grafiek 4.8a Coördinatie: Foute antwoorden per visualisatievorm, per categorie, per vraagtype in percentages.

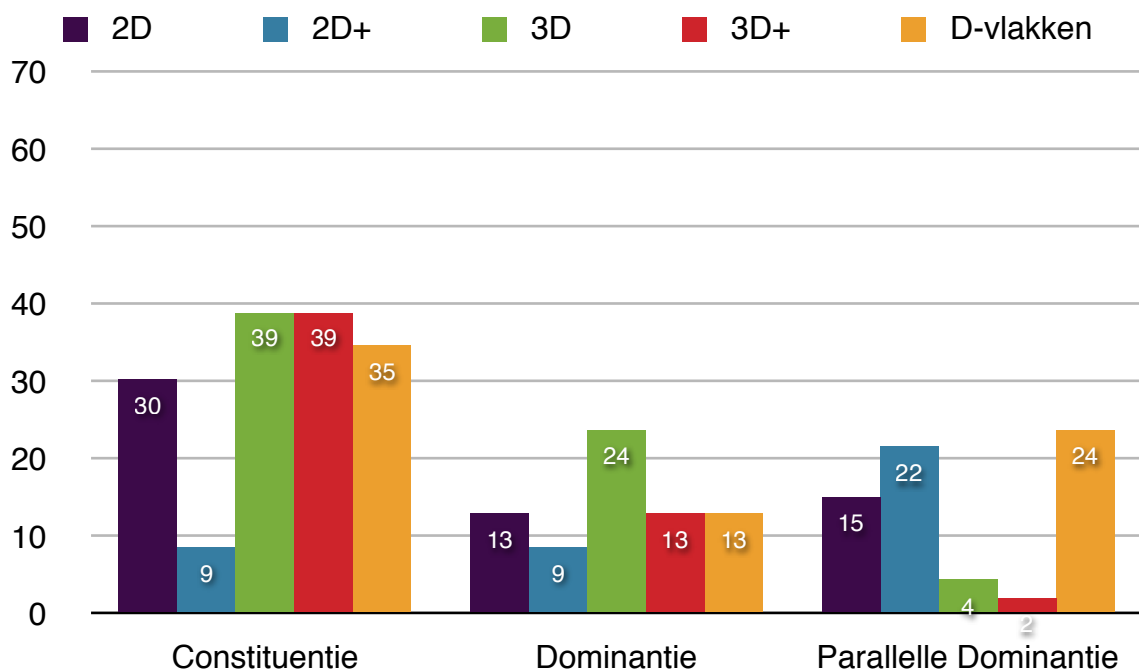
Voor Coördinatie is in grafiek 4.8a duidelijk zichtbaar dat de meeste fouten bij Nevenschikking zijn gemaakt. Het percentage foute antwoorden is bij Constituentie en Dominantie aanzienlijk lager. Bij Constituentie zijn het kleinste aantal fouten gemaakt bij 3D en het grootste aantal bij D-vlakken. Voor Dominantie is 2D de winnaar en zijn de meeste fouten procentueel juist bij 3D gemaakt. Bij Nevenschikking zijn de meeste fouten bij 2D+ en 3D gemaakt; D-vlakken is hier de winnaar.



Grafiek 4.8b Right Node Raising: foute antwoorden per visualisatievorm, per categorie, per vraagtype in percentages.

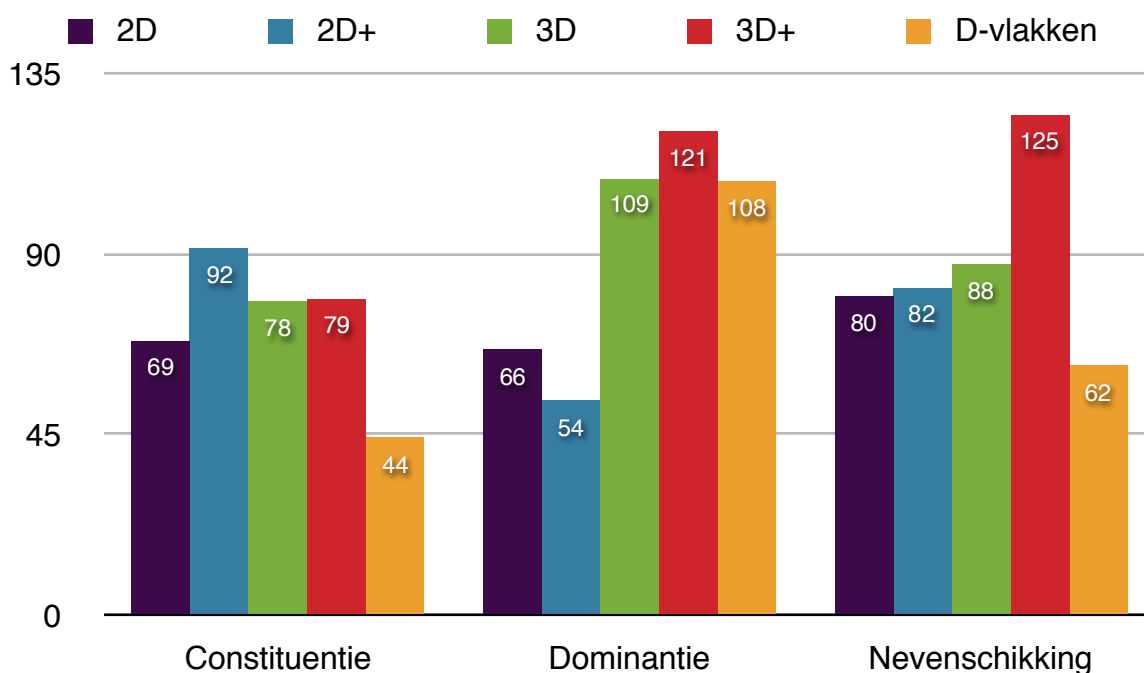
Bij Right Node Raising valt in grafiek 4.8b op dat procentueel de meeste fouten bij Constituentie en Dominantie gemaakt zijn. Voor Constituentie hebben de deelnemers bij 2D, 3D en 3D+ veel fouten gemaakt, waarbij 3D het hoogste percentage heeft. Het kleinste aantal fouten is bij 2D+ gemaakt. Bij Dominantie komen de meeste fouten voor bij 2D en 3D+. D-vlakken hebben bij dit vraagtype het kleinste aantal fouten. Bij Parallellie zijn de onderlinge verschillen minder groot. De meeste fouten zijn gemaakt bij 2D en 3D+, terwijl het kleinste aantal bij 2D+ gemaakt is.

In grafiek 4.8c, die de percentages foute antwoorden voor Non-constituent Right Node Raising toont, zijn bij enkele visualisatievormen flinke verschillen waarneembaar. Bij Constituentie liggen de percentages fouten redelijk bij elkaar; 3D en 3D+ zijn hier de verliezers. 2D+ is hier overduidelijk de winnaar. Bij Dominantie zijn enkele uitschieters waarneembaar: 3D als verliezer en 2D+ als winnaar. Ook bij Parallele Dominantie zijn flinke verschillen te zien, zoals de uitschieters bij 2D+ en D-vlakken, waarbij D-vlakken hier de verliezer is. De overduidelijke winnaar is hier 3D+.



Grafiek 4.8c Non-constituent Right Node Raising: foute antwoorden per visualisatievorm, per categorie, per vraagtype in percentages.

Grafiek 4.9a op de volgende pagina laat de antwoordtijden voor Coördinatie zien. De beantwoording van de vragen bij het vraagtype Constituentie heeft met 2D+ het langst geduurd; de winnaar is hier D-vlakken. Voor Dominantie zijn de antwoordtijden langer. 3D+ is hier de verliezer en de deelnemers hebben het kortst over de vragen met 2D+ gedaan. Voor Nevenschikking is 3D+ de verliezer en D-vlakken de winnaar.



Grafiek 4.9a Coördinatie: antwoordtijden per visualisatievorm, per categorie, per vraagtype in percentages.

Voor het bepalen van de statistische significantie bij de antwoordtijden voor Coördinatie is de MANOVA-toets (95% confidentie-interval, Bonferroni Post Hoc) toegepast, zie bijlage 16. Tabel 4.13 toont het significante verschil voor het vraagtype Constituentie. De verschillen tussen de significante visualisatievormen voor Dominantie blijken uit tabel 4.14. Voor het vraagtype Nevenschikking zijn de significante verschillen in tabel 4.15 af te lezen.

Verskil visualisatievorm	Significantiewaarde (p)
D-vlakken - 2D+	0.000

Tabel 4.13 Coördinatie: Significante waarden totale antwoordtijden per vraagtype, Constituentie.

Verskil visualisatievorm	Significantiewaarde (p)
3D+ - 2D	0.001
3D+ - 2D+	0.002
3D+ - D-vlakken	0.000

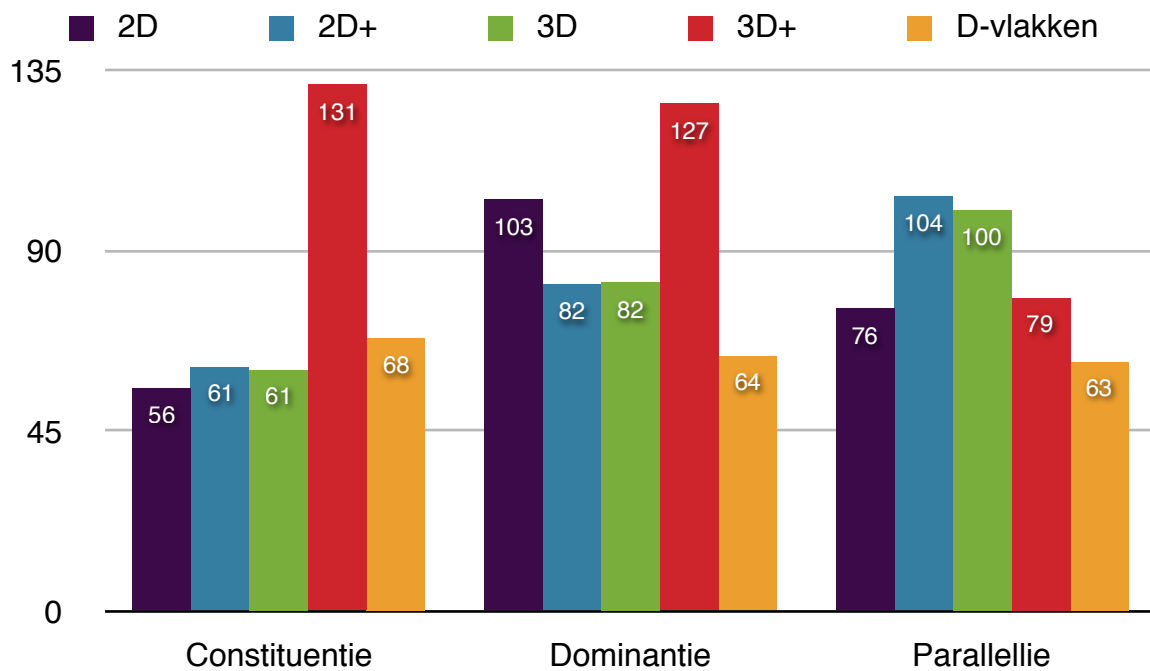
Tabel 4.15 Coördinatie: Significante waarden totale antwoordtijden per vraagtype, Nevenschikking.

Verskil visualisatievorm	Significantiewaarde (p)
2D - 3D	0.001
2D - D-vlakken	0.008
2D - 3D+	0.000
2D+ - 3D	0.000
2D+ - 3D+	0.000
2D+ - D-vlakken	0.000

Tabel 4.14 Coördinatie: Significante waarden totale antwoordtijden per vraagtype, Dominantie.

Voor Right Node Raising toont grafiek 4.9b op de volgende pagina bij Constituentie overduidelijk dat de langste antwoordtijd bij 3D+ te vinden is. 2D heeft hier de kortste antwoordtijd. Bij Dominantie zijn twee uitschieters te zien, namelijk 2D en 3D+ met de langste antwoordtijden. D-vlakken

is hier met de kortste antwoordtijd de winnaar. Bij Parallellie zijn 2D+ en 3D de uitschieters, waarbij 2D+ de verliezer is. D-vlakken is hier ook hier de winnaar.



Grafiek 4.9b Right Node Raising: antwoordtijden per visualisatievorm, per categorie, per vraagtype in percentages.

Uit de MANOVA-toets (95% confidentie-interval, Bonferroni Post Hoc) zijn voor Right Node Raising significante verschillen waar te nemen; zie bijlage 16. Tabel 4.16 toont de significante waarden voor het vraagtype Constituentie. In tabel 4.17 is de significantie voor Dominantie te zien.

Verskil visualisatievorm	Significantiewaarde (p)
3D+ - 2D	0.000
3D+ - 2D+	0.000
3D+ - 3D	0.000
3D+ - D-vlakken	0.000

Tabel 4.16 RNR: Significante waarden totale antwoordtijden per vraagtype, Constituentie.

Verskil visualisatievorm	Significantiewaarde (p)
3D+ - 2D+	0.000
3D+ - 3D	0.001
D-vlakken - 2D	0.001
D-vlakken - 3D+	0.000

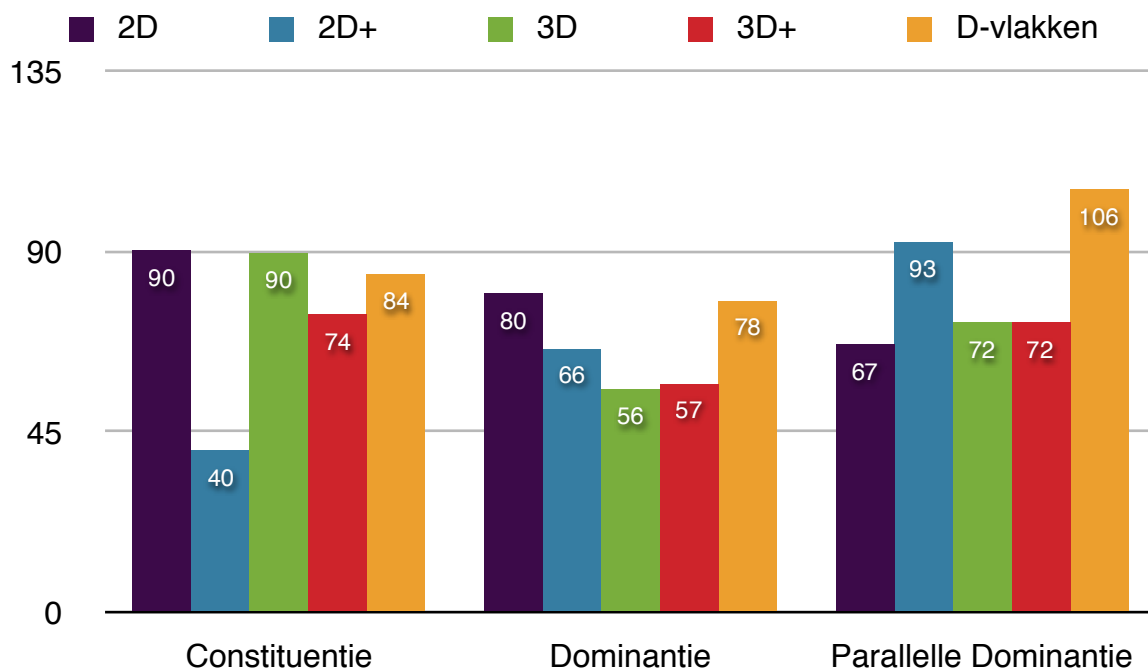
Tabel 4.17 RNR: Significante waarden totale antwoordtijden per vraagtype, Dominantie.

Voor het vraagtype Parallellie zijn de significante waarden in tabel 4.18 af te lezen.

Verskil visualisatievorm	Significantiewaarde (p)
D-vlakken - 2D+	0.007
D-vlakken - 3D	0.014

Tabel 4.18 RNR: Significante waarden totale antwoordtijden per vraagtype, Parallellie.

Grafiek 4.9c toont voor Non-constituent Right Node Raising de resultaten met betrekking tot de antwoordtijden. Bij Constituentie zijn 2D en 3D de verliezers en 2D+ is hier de overduidelijke winnaar. Bij Dominantie heeft 2D de langste antwoordtijd en 3D de kortste. Bij Parallele Dominantie is D-vlakken de verliezer en 2D de winnaar.



Grafiek 4.9c Non-constituent Right Node Raising: antwoordtijden per visualisatievorm, per categorie, per vraagtype in percentages.

Uit de toegepaste MANOVA-toets (95% confidentie-interval, Bonferroni Post Hoc) voor Non-constituent Right Node Raising blijken significantie waarneembaar te zijn; zie bijlage 16. Tabel 4.19 laat voor het vraagtype Constituentie de significante verschillen zien. Voor Dominantie is het significante verschil in Tabel 4.20 af te lezen. Er zijn geen significante verschillen voor het vraagtype Parallele Dominantie waarneembaar.

Verskil visualisatievorm	Significantiewaarde (p)
2D+ - 2D	0.000
2D+ - 3D	0.000
2D+ - D-vlakken	0.001

Tabel 4.19 Non-constituent RNR: Significante waarden totale antwoordtijden per vraagtype, Constituentie.

Verskil visualisatievorm	Significantiewaarde (p)
D-vlakken - 2D	0.021

Tabel 4.20 Non-constituent RNR: Significante waarden totale antwoordtijden per vraagtype, Parallele Dominantie.

4.6 Visualisatievorm per groep

In dit gedeelte wordt antwoord gegeven op de vierde deelvraag 'Is er een verschil waarneembaar tussen de resultaten van de drie groepen deelnemers aan het experiment (leken, studenten en experts)'. Om deze deelvraag te kunnen beantwoorden, worden de hoofdvraag en de eerste twee deelvragen (zie paragraaf 3.5) opnieuw gesteld, met het verschil dat hier de nadruk op de resultaten van de groepen ligt. Eerst wordt in het kort een indicatie gegeven hoe de populatie van de deelnemers er uit ziet en hoe lang de groepen (gemiddeld) over het maken van de syntactische structuurtest gedaan hebben.

4.6.1 Informatie over de deelnemers

De syntactische structuurtest is door 46 personen volledig doorlopen. De deelnemers zijn ingedeeld in drie groepen, namelijk *leken*, *studenten* en *experts*. Een gedetailleerd overzicht van de indeling naar geslacht en leeftijd van deze groepen is te zien in de bijlagen 9 en 10. De gemiddelde antwoordtijden die de respondenten nodig hebben gehad om de syntactische structuurtest te doorlopen zijn weergegeven in tabel 4.21. Hierin is af te lezen dat de antwoordtijden tussen de studenten en de experts een miniem verschil hebben. De experts hebben het snelst en de leken gemiddeld het langzaamst over de syntactische structuurtest gedaan.

Groep	Totale gem. foute antwoorden	Totale gem. antwoordtijd
Leken	13.29	25.53 minuten
Studenten	11.67	17.70 minuten
Experts	5.36	17.12 minuten

Tabel 4.21 Totale gemiddelde antwoordtijden per groep.

In de volgende paragrafen komen de resultaten van deze deelnemers aan het experiment aan de orde.

4.6.2 Visualisatievorm, per groep

In deze paragraaf wordt gekeken naar de (totale) resultaten van de syntactische structuurtest (objectieve resultaten) en van het subjectief onderzoek (subjectieve resultaten) per groep.

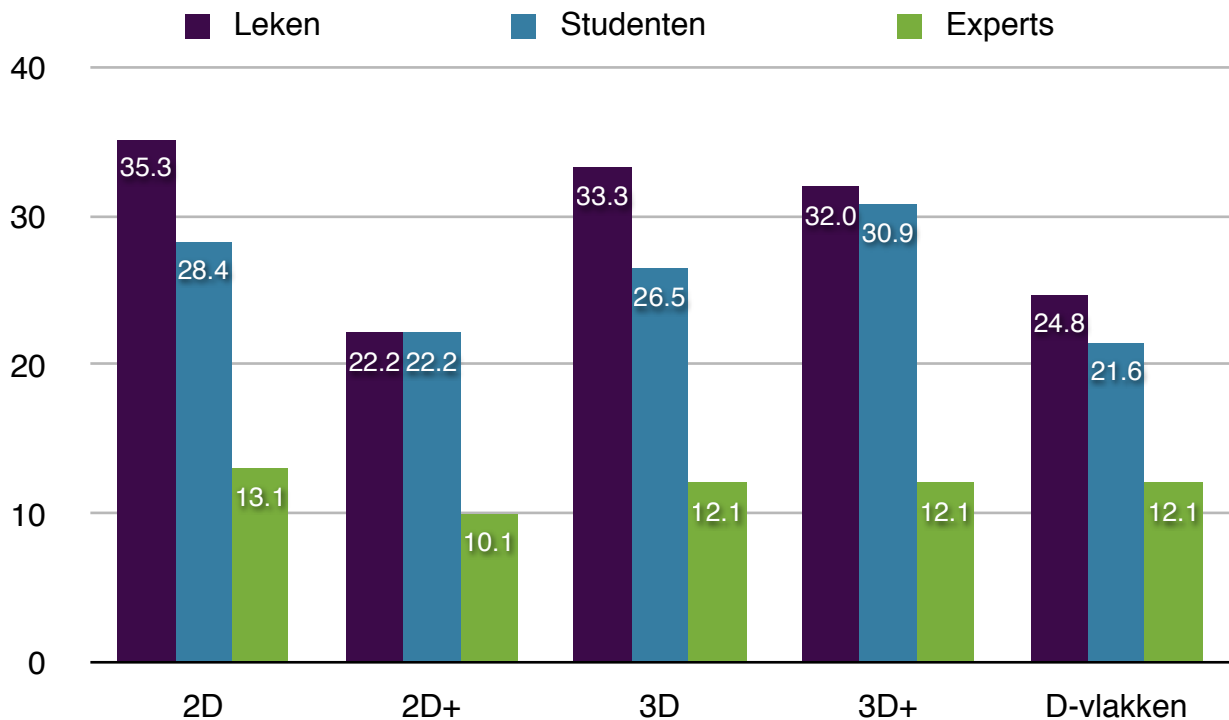
4.6.2.1 Aantal fouten & antwoordtijden per visualisatievorm, per groep

Deze paragraaf gaat in op de resultaten van de groepen met betrekking tot het aantal fouten en de antwoordtijden per visualisatievorm.

Grafiek 4.10 op de volgende pagina toont het aantal fouten per visualisatievorm per groep en laat voor bijna alle visualisatievormen eenzelfde trend zien. De leken maken procentueel de meeste fouten, de studenten minder fouten en de experts het kleinste aantal fouten. Hoewel de leken de meeste fouten maken, komen de resultaten van deze groep bij 3D+ dichtbij die van de studenten. Procentueel gezien, zijn het aantal fouten van deze twee groepen bij 2D+ aan elkaar gelijk.

In grafiek 4.11 die op de volgende pagina de totale antwoordtijden toont, is een dergelijk patroon als in grafiek 4.10 te zien. De leken doen, ten opzichte van de andere twee groepen, over het algemeen duidelijk het langst over het beantwoorden van de vragen. Opmerkelijk is dat de studenten en experts nagenoeg even lang over het beantwoorden van de vragen doen. Als hierbij tevens gekeken wordt naar het procentuele aantal fouten, dan blijken de studenten echter meer fouten te maken, terwijl de experts beter presteren. Alle groepen hebben de meeste moeite met het beantwoorden van vragen bij de 3D+-visualisaties. De antwoordtijden zijn hier het langst. De leken en

de studenten en hebben de kortste antwoordtijden bij 2D+. De experts hebben echter bij 2D het kortst over het beantwoorden van de vragen gedaan.



Grafiek 4.10 Aantal fouten per visualisatievorm in percentages, per groep.

Voor het toetsen van de significantie van de foutieve antwoorden per groep is de proportietoets (95% confidentie-interval) toegepast, zie bijlage 15. Tabel 4.22 laat de significante verschillen voor de groep leken zien. Voor de studenten is de significantie zichtbaar gemaakt in tabel 4.23.

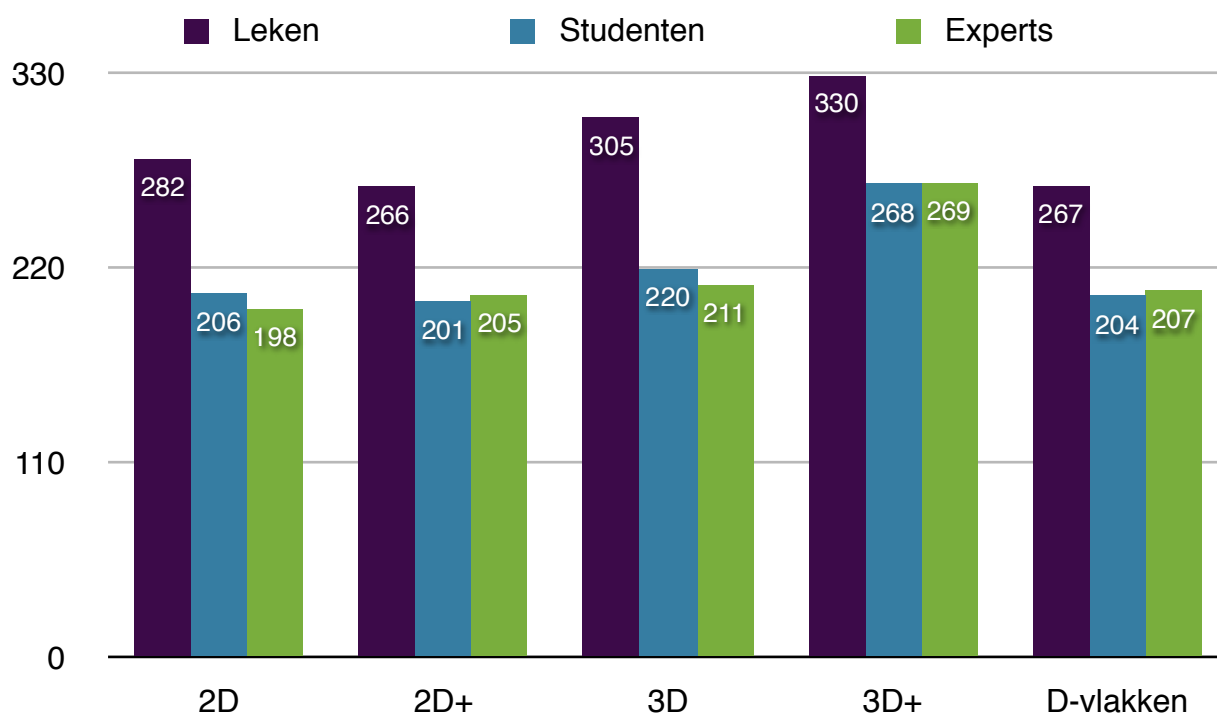
Verskil visualisatievorm	Significantiewaarde (p)
2D - 2D+	0.0058
2D - D-vlakken	0.0230
2D+ - 3D	0.0150
2D+ - 3D+	0.0269

Tabel 4.22 Leken: Significante waarden totale foute antwoorden per groep.

Verskil visualisatievorm	Significantiewaarde (p)
2D+ - 3D+	0.0391
3D+ - D-vlakken	0.0291

Tabel 4.23 Studenten: Significante waarden totale foute antwoorden per groep.

Er zijn geen significante verschillen waarneembaar voor de groep experts.



Grafiek 4.11 Antwoorttijden per visualisatievorm in seconden, per groep.

Voor het toetsen van de significantie van de antwoorttijden per groep is de MANOVA-toets (95% confidentie-interval, Bonferroni Post Hoc) toegepast, zie bijlage 16. Tabel 4.24 laat de significante verschillen voor de groep leken zien. Voor de studenten is de significantie zichtbaar gemaakt in tabel 4.25.

Verskil visualisatievorm	Significantiewaarde (p)
3D+ - 2D+	0.010
3D+ - D-vlakken	0.004

Tabel 4.24 Leken: Significante waarden totale antwoorttijden per groep.

Verskil visualisatievorm	Significantiewaarde (p)
3D+ - 2D	0.006
3D+ - 2D+	0.001
3D+ - D-vlakken	0.004

Tabel 4.25 Studenten: Significante waarden totale antwoorttijden per groep.

Tabel 4.26 toont het significante verschil voor de groep experts.

Verskil visualisatievorm	Significantiewaarde (p)
3D+ - 2D	0.025

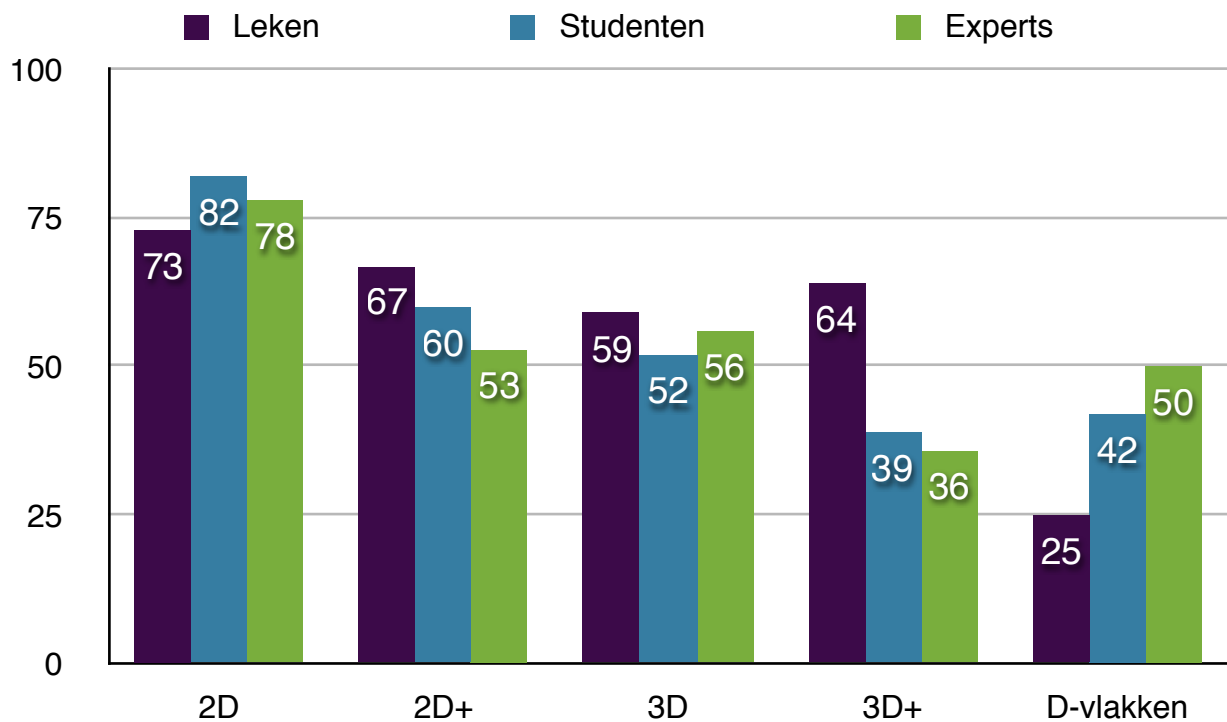
Tabel 4.26 Experts: Significante waarden totale antwoorttijden per groep.

4.6.4.2 Resultaten subjectief onderzoek

In deze paragraaf worden de resultaten van het subjectief onderzoek met betrekking tot de groepen getoond.

Om mogelijke verschillen in de subjectieve beoordelingen tussen de drie groepen deelnemers waar te kunnen nemen, is een indeling per groep gemaakt. Grafiek 4.12 toont op de volgende pagina de kwalitatieve beoordelingen van deze groepen. Deze grafiek is op dezelfde wijze tot stand gekomen als de voorgaande grafiek 4.3, met het verschil dat in dit geval een opsplitsing per groep heeft plaatsgevonden. Bijlage 18 geeft de stappen van de tot standkoming van de gegevens voor deze grafiek in de vorm van tabellen weer en toont de subjectieve beoordelingen per groep.

Uit grafiek 4.12 zijn de verschillen tussen de drie groepen deelnemers af te lezen. De grafiek toont dat de voorkeur van alle groepen naar de 2D-visualisatievorm uitgaat. In het algemeen zijn de onderlinge verschillen tussen de drie groepen niet extreem. Toch zijn er bij twee visualisatievormen tussen de groepen wel extreme verschillen waarneembaar. Opmerkelijk is dat de leken een grote voorkeur voor 3D+ hebben, terwijl de studenten en experts hiervoor een duidelijk lage beoordeling hebben gegeven. Een ander opvallend verschijnsel is te zien bij de beoordeling van de D-vlakken. Hier hebben de leken, ten opzichte van de andere twee groepen, juist een zeer lage beoordeling gegeven, terwijl de beoordelingen van de overige groepen duidelijk hoger zijn.



Grafiek 4.12 Subjectieve beoordelingen groepen per visualisatievorm (100% = zeer goed, 0% = zeer slecht).

Voor het statistisch toetsen van de subjectieve beoordelingen per groep is een One-way ANOVA (95% confidentie-interval, Bonferroni Post Hoc) toegepast. Zie bijlage 19 voor de significante waarden. Tabel 4.27 toont de voor het onderzoek benodigde significante waarden van de groep leken. In de tabel 4.28 is de significantie met betrekking tot de studenten af te lezen.

Vershil visualisatie-vorm	Significantie-waarde (p)
3D+ - 2D	0.002
3D+ - 2D+	0.037
D-vlakken - 2D	0.000
D-vlakken - 2D+	0.000
D-vlakken - 3D	0.009

Tabel 4.27 Leken: Significante waarden subjectieve beoordelingen, per groep.

Vershil visualisatie-vorm	Significantie-waarde (p)
2D - 3D	0.022
2D - 3D+	0.000
2D - D-vlakken	0.000

Tabel 4.28 Studenten: Significante waarden subjectieve beoordelingen, per groep.

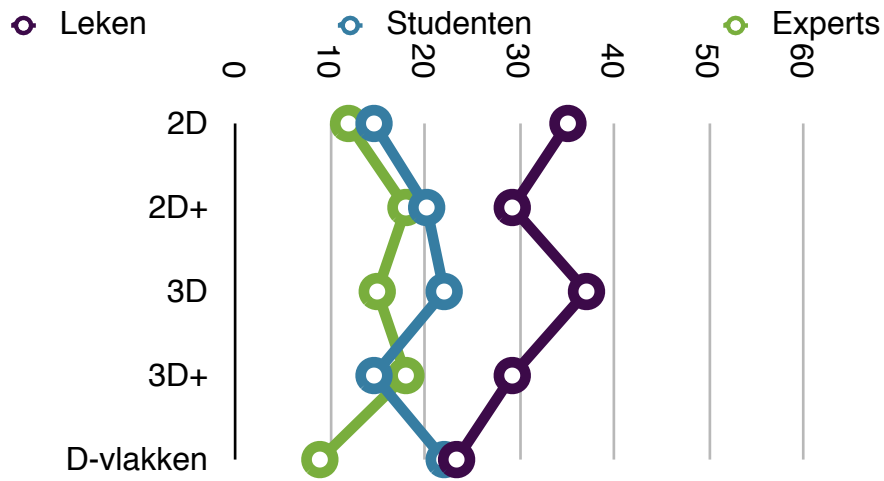
Tabel 4.29 laat het significante verschil voor de groep experts zien.

Vershil visualisatie-vorm	Significantie-waarde (p)
3D+ - 2D	0.037

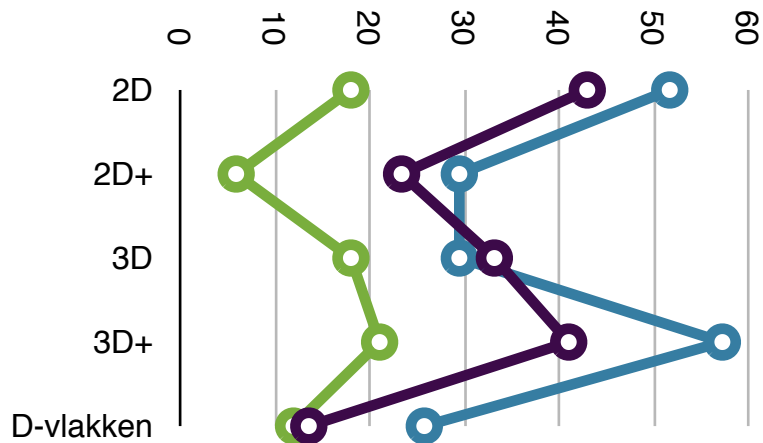
Tabel 4.29 Experts: Significante waarden subjectieve beoordelingen, per groep.

4.6.3 Aantal fouten & antwoorttijden per categorie, per groep

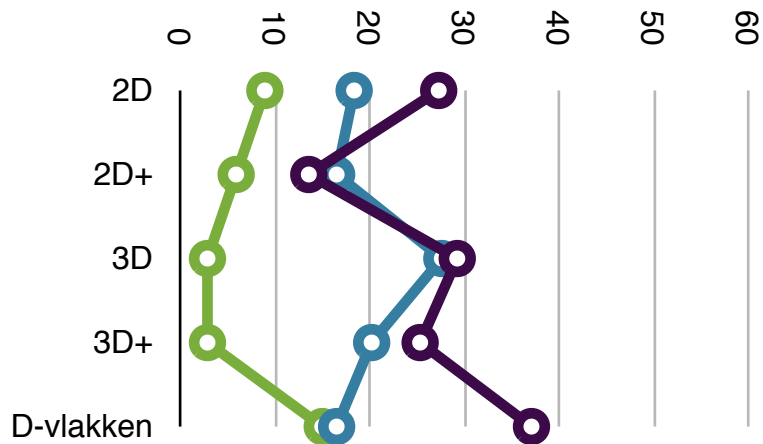
In deze paragraaf worden de resultaten van het aantal fouten en de antwoorttijden per categorie, per groep gepresenteerd. De desbetreffende grafieken worden hieronder en op de hierna volgende pagina's weergegeven.



Grafiek 4.13a Coördinatie: Aantal fouten per visualisatievorm in percentages.



Grafiek 4.13b Right Node Raising: Aantal fouten per visualisatievorm in percentages.



Grafiek 4.13c Non-constituent RNR: Aantal fouten per visualisatievorm in percentages.

De grafieken 4.13a-c tonen per categorie in percentages het aantal fouten per visualisatievorm, per groep. De experts maken duidelijk het kleinste aantal fouten, terwijl de leken het grootste aantal fouten hebben gemaakt. Een uitzondering hierop is te zien bij RNR; hier maken de studenten meer fouten dan de leken. Bij Coördinatie in grafiek 4.13a vallen enkele zaken op. Terwijl de studenten en experts bij 2D+ meer fouten maken, doen de leken het hier beter met minder fouten. Het valt bij de D-vlakken op dat het percentage fouten van de leken dat van de studenten benadert. Voor RNR hebben de lijnen van de groepen in grafiek 4.13b bijna dezelfde trend. Opmerkelijk is dat de studenten voor 2D+ en 3D consistent presteren. Uit deze grafiek komt tevens duidelijk naar voren dat de meeste fouten bij 2D en 3D gemaakt worden. Voor Non-constituent RNR blijkt in grafiek 4.13c dat de experts vrij consistent presteren met uitzondering van D-vlakken. Opvallend is hier dat de uitkomsten van de leken voor het grootste deel overeenkomen met die van de studenten. De lijn van de leken stijgt bij D-vlakken, terwijl die van de studenten een daling toont.

Voor de proportietoets blijken te weinig waarden aanwezig te zijn om de toets te kunnen uitvoeren. Daarom zijn enkel de resultaten met behulp van de grafieken 4.13a-c behandeld.

De grafieken 4.14a-c tonen per categorie de antwoordtijden van de groepen. Deze grafieken geven duidelijk weer dat de lijnen die de groepen representeren nagenoeg dezelfde trend volgen, zoals onder andere te zien is in grafiek 4.14a. De antwoordtijden van de studenten en experts liggen zeer dicht bij elkaar, terwijl de leken duidelijk langer doen over het beantwoorden van de vragen. Bij RNR in grafiek 4.14b valt op dat bij de studenten en de experts voor 2D+ een stijgende trend valt waar te nemen, terwijl daarentegen voor de leken een dalende trend waarneembaar is. Bij 3D is dit juist het tegenovergestelde. Bij Non-constituent RNR in grafiek 4.14c is het opvallend dat, gezien de langere antwoordtijden van de leken, de lijnen van alle groepen elkaar naderen bij 3D+.

Voor het toetsen van de significantie is de MANOVA-toets (95% confidentie-interval, Bonferroni Post Hoc) toegepast, zie bijlage 16. De onderstaande tabellen (4.30 t/m 4.33) tonen de significante verschillen met bijbehorende waarden.

Verskil visualisatievorm	Significantiewaarde (p)
3D+ - 2D	0.043

Tabel 4.30 Leken: Significante waarden totale antwoordtijden per categorie, Coördinatie.

Verskil visualisatievorm	Significantiewaarde (p)
3D+ - 2D	0.021
3D+ - 2D+	0.007
3D+ - D-vlakken	0.003

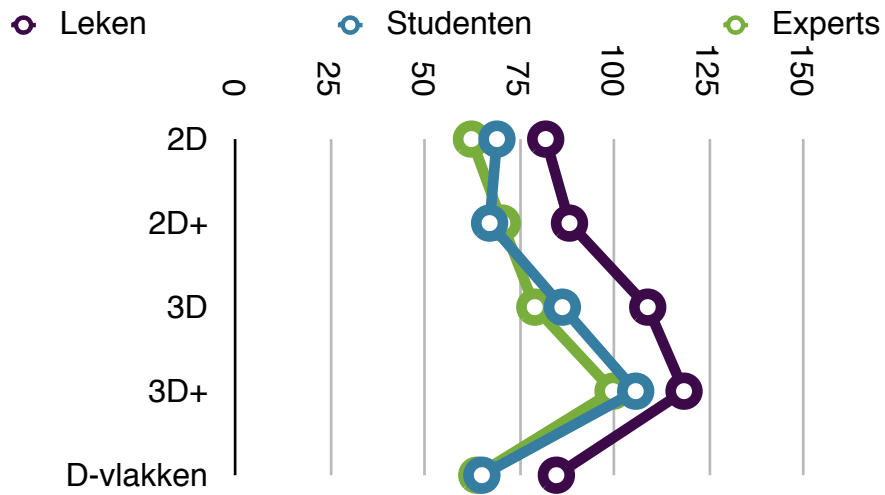
Tabel 4.31 Studenten: Significante waarden totale antwoordtijden per categorie, Coördinatie.

Verskil visualisatievorm	Significantiewaarde (p)
3D+ - 2D	0.008
3D+ - 2D+	0.000
3D+ - D-vlakken	0.000

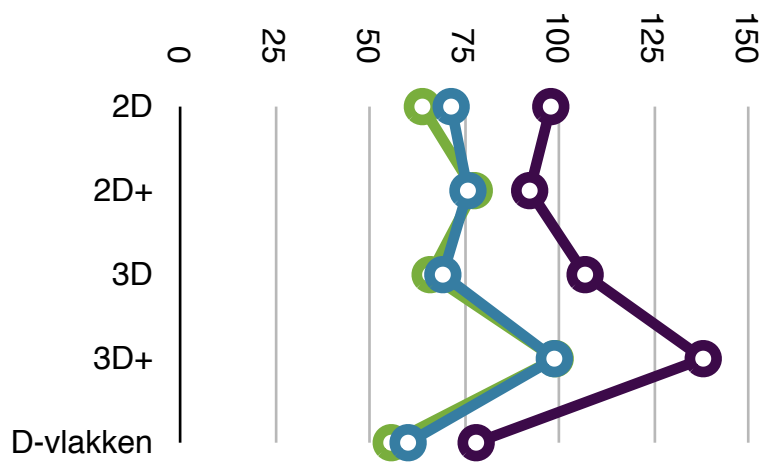
Tabel 4.32 Leken: Significante waarden totale antwoordtijden per categorie, RNR.

Verskil visualisatievorm	Significantiewaarde (p)
D-vlakken - 3D+	0.003

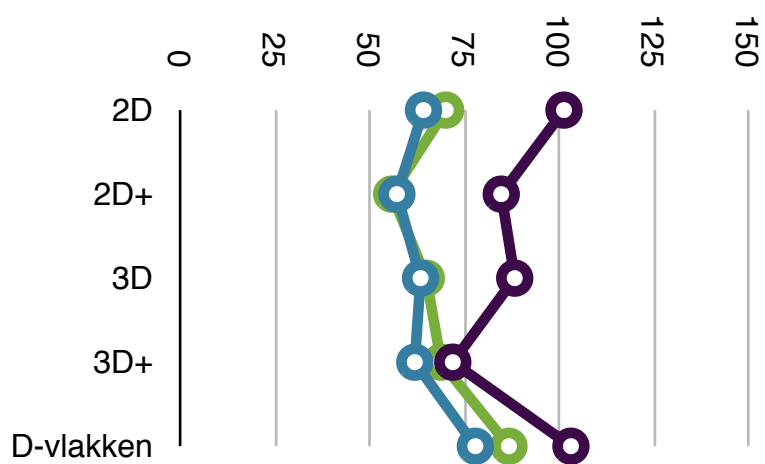
Tabel 4.33 Studenten: Significante waarden totale antwoordtijden per categorie, RNR.



Grafiek 4.14a Coördinatie: Antwoorttijden per visualisatievorm.



Grafiek 4.14b Right Node Raising: Antwoorttijden per visualisatievorm.



Grafiek 4.14c Non-constituent RNR: Antwoorttijden per visualisatievorm.

4.6.4 Aantal fouten & antwoordtijden per vraagtype, per groep

In deze paragraaf worden het aantal fouten en de antwoordtijden per vraagtype, ingedeeld per groep, besproken. De resultaten worden getoond met behulp van grafieken die voor elk vraagtype de resultaten van de groepen voor de visualisatievormen weergeven.

De grafieken 4.15a-e met de percentages van het aantal fouten per vraagtype laten over het algemeen eenzelfde trend zien. Hieruit blijkt dat de experts het kleinste aantal fouten maken, terwijl de leken de meeste fouten hebben gemaakt. Echter bij diverse vraagtypen blijken de resultaten van deze groep aardig overeen te komen met die van de studenten. In grafiek 4.15a valt het op dat de leken ten opzichte van de studenten voor Constituentie minder fouten maken bij 3D+. Bij Dominantie blijken de experts in grafiek 4.15b het kleinste aantal fouten bij 2D+ te maken. Voor de studenten is dit echter het geval bij D-vlakken, voor de leken bij 2D.

Bij Nevenschikking hebben de lijnen in grafiek 4.15c voor studenten en experts dezelfde trend. De lijn van leken loopt echter afwijkend. Terwijl studenten en experts de meeste fouten bij 2D+ maken, is er een daling te zien voor de leken. Bij 3D maken de leken meer fouten, terwijl voor de overige groepen een vermindering waarneembaar is. Opmerkelijk is dat de leken ten opzichte van de studenten het kleinste aantal fouten maken bij D-vlakken. In grafiek 4.15d valt direct op dat de experts geheel consistent zijn met de fouten. De lijnen van de leken en studenten hebben hier bijna dezelfde trend. Het is opvallend dat de leken het percentage fouten van de experts benaderen bij de D-vlakken. Voor Parallele Dominantie hebben de lijnen in grafiek 4.15e dezelfde trend. Opvallend is hier dat de studenten en experts geen fouten hebben gemaakt bij 3D en 3D+. De meeste fouten worden gemaakt bij D-vlakken.

Voor de combinatie Nevenschikking, Parallellie en Parallele Dominantie in grafiek 4.15f maken de experts de meeste fouten bij 2D+, terwijl dit voor de studenten en leken het geval is bij 2D. De minste fouten zijn voor de experts te vinden bij 3D+, voor de studenten bij 2D en voor de leken is dit bij D-vlakken.

Wat de resultaten van de antwoordtijden betreft, ook hier tonen de meeste lijnen in de grafieken 4.16a-e vrijwel dezelfde trend. Bij Constituentie is het opmerkelijk dat de antwoordtijden van de studenten voor 2D en 2D+ procentueel praktisch hetzelfde zijn. Voor de overige visualisatievormen zijn de antwoordtijden van de studenten langer. Tevens toont grafiek 4.16a dat alle groepen het langst hebben gedaan over 3D+. Bij Dominantie (zie grafiek 4.16b) hebben de studenten kortere antwoordtijden voor 2D+ en D-vlakken dan bij de andere groepen het geval is. 2D+ is hier de winnaar, terwijl hier door alle groepen het langst over 3D+ gedaan is.

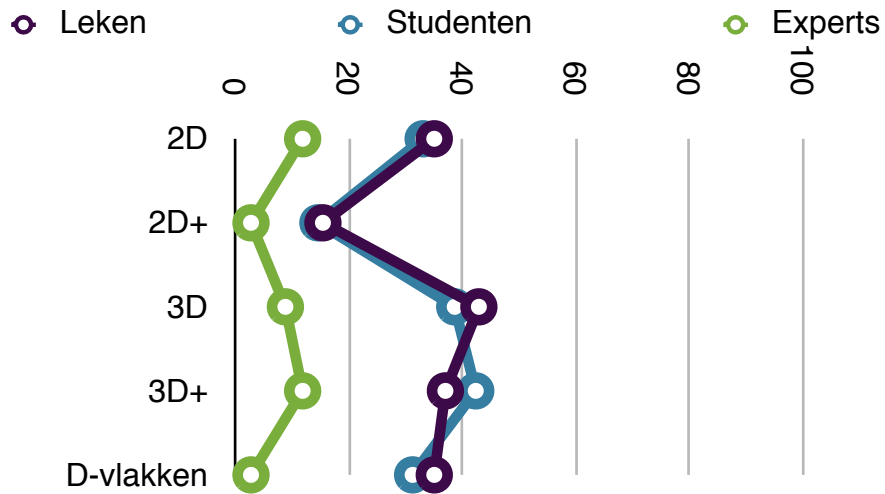
Voor Nevenschikking is in grafiek 4.16c te zien dat de studenten en experts vrij consistent zijn wat de antwoordtijden betreft. Een uitzondering hierop zijn de antwoordtijden bij 3D+; deze zijn hier het langst (voor alle groepen). De winnaar is hier D-vlakken.

Bij Parallellie in grafiek 4.16d hebben alle lijnen dezelfde trend, waarbij studenten en experts voor 2D, 2D+ en 3D bijna dezelfde tijden hebben. Bij 3D+ was de antwoordtijd van de studenten duidelijk korter.

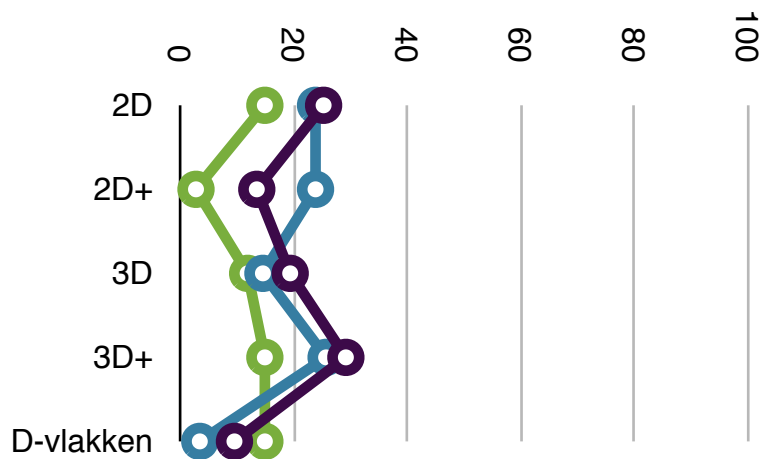
Voor Parallele Dominantie in grafiek 4.16e is het opmerkelijk dat de leken ondanks de hogere antwoordtijden bij 3D+ de antwoordtijden van de andere groepen benaderen. Daarnaast valt op dat de experts zelfs langere antwoordtijden hebben dan de leken voor D-vlakken.

Bij de samenvoeging Nevenschikking, Parallellie en Parallele Dominantie hebben de antwoordtijden van de studenten en experts vrijwel dezelfde trend, terwijl de antwoordtijden van de leken anders zijn. Tussen de studenten en leken is een verschil waarneembaar bij 3D+ en D-vlakken.

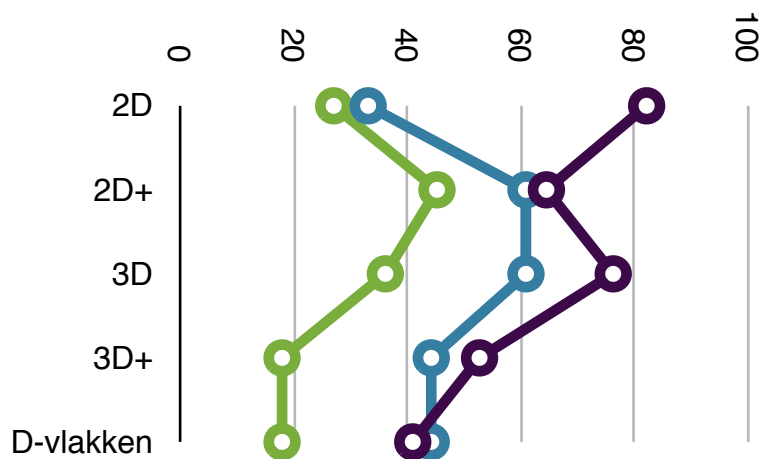
Voor de studenten en de experts is 2D de winnaar, voor de leken de D-vlakken. De verliezer is voor zowel de leken als de studenten 2D. Voor de experts is dit 3D+.



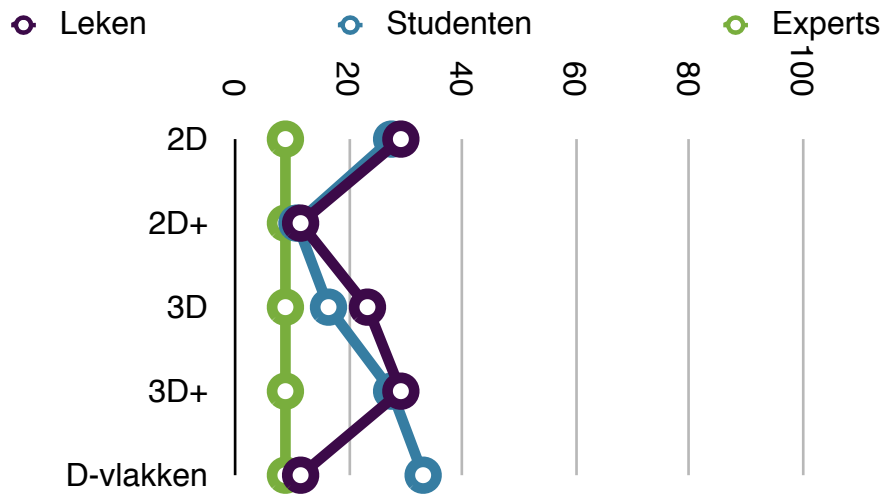
Grafiek 4.15a Constituentie: Aantal fouten per visualisatievorm in percentages.



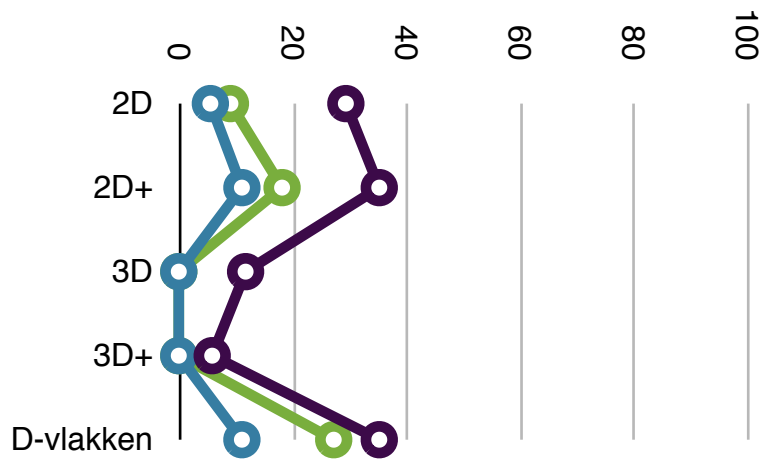
Grafiek 4.15b Dominantie : Aantal fouten per visualisatievorm in percentages.



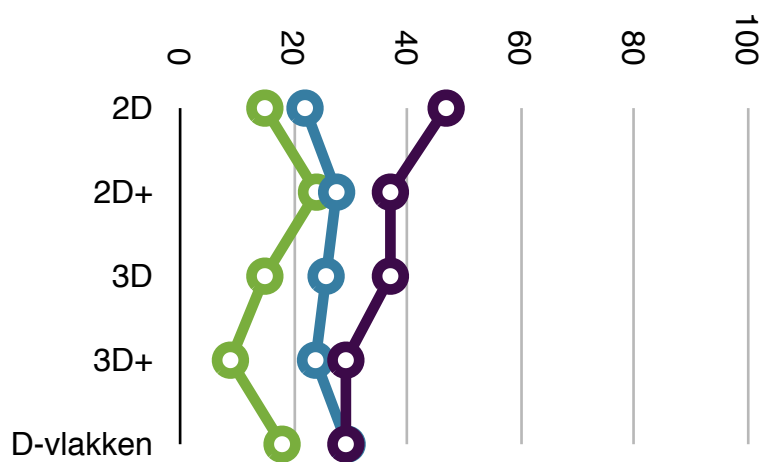
Grafiek 4.15c Nevenschikking: Aantal fouten per visualisatievorm in percentages.



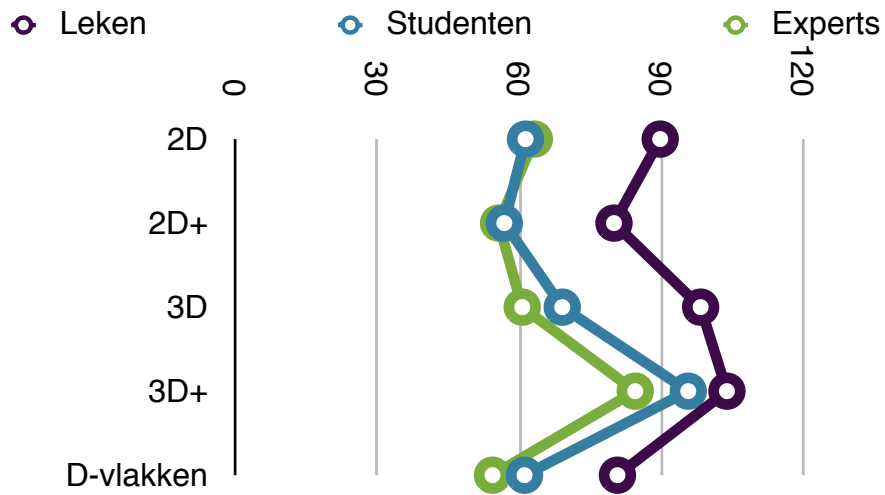
Grafiek 4.15d Parallellie: Aantal fouten per visualisatievorm in percentages.



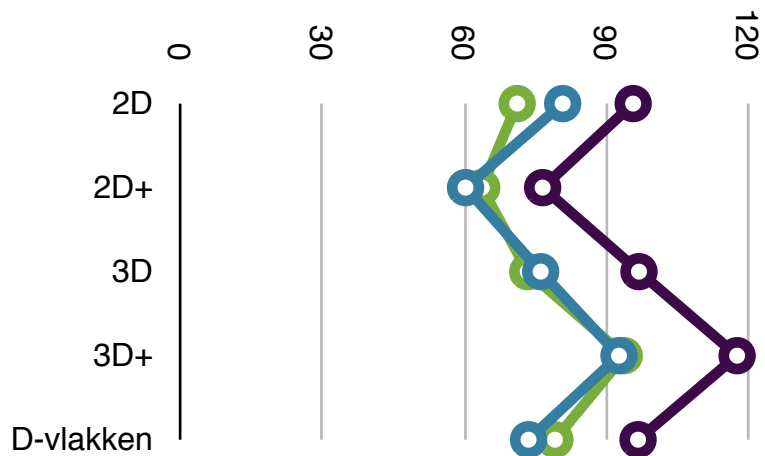
Grafiek 4.15e Parallele Dominantie: Aantal fouten per visualisatievorm in percentages.



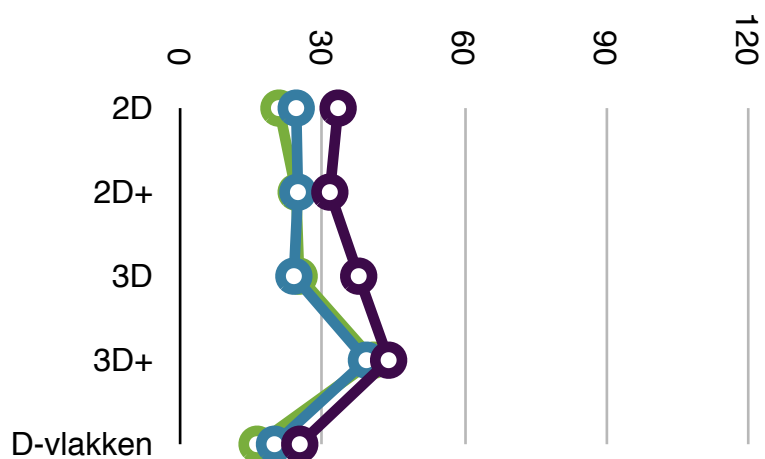
Grafiek 4.15f Nev+Par+PD: Aantal fouten per visualisatievorm in percentages.



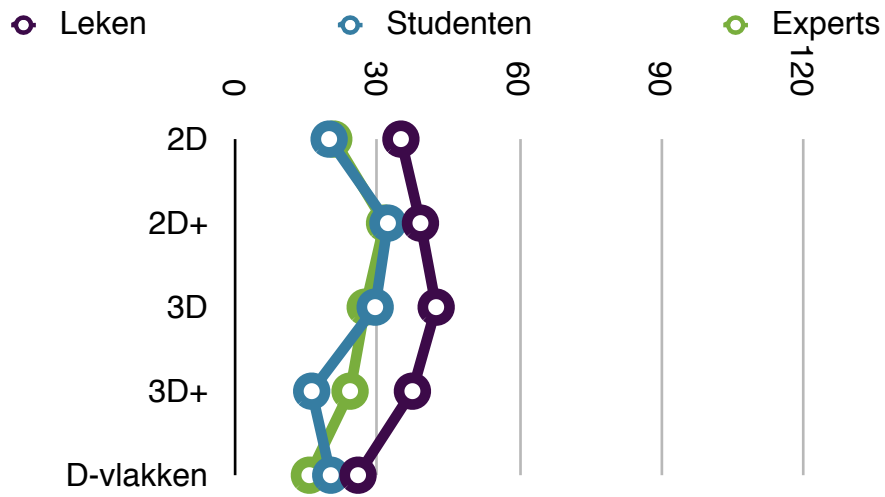
Grafiek 4.16a Constituentie: Antwoorttijden per visualisatievorm in seconden.



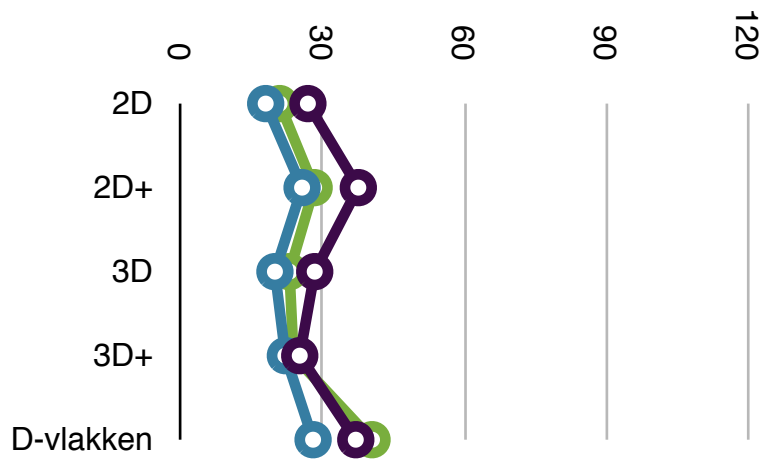
Grafiek 4.16b Dominantie: Antwoorttijden per visualisatievorm in seconden.



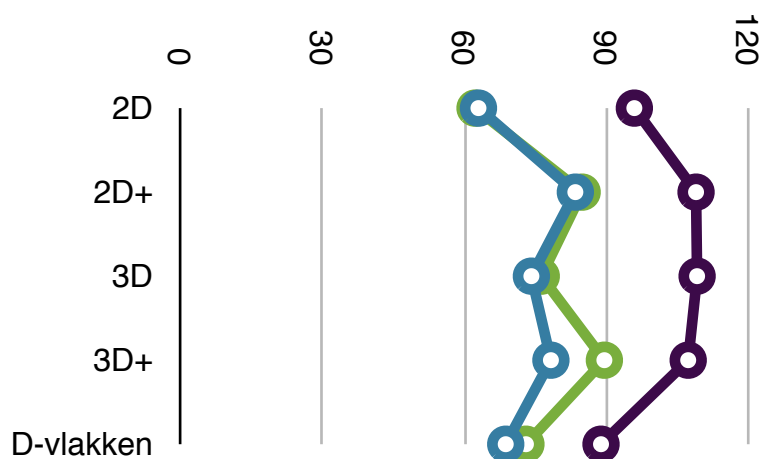
Grafiek 4.16c Nevenschikking: Antwoorttijden per visualisatievorm in seconden.



Grafiek 4.16d Parallellie: Antwoorttijden per visualisatievorm in seconden.



Grafiek 4.16e Parallele Dominantie: Antwoorttijden per visualisatievorm in seconden.



Grafiek 4.16f Nev+Par+PD: Antwoorttijden per visualisatievorm in seconden.

Voor het toetsen van de significantie is de MANOVA-toets (95% confidentie-interval, Bonferroni Post Hoc) toegepast, zie hiervoor bijlage 16. Tabel 4.34 toont voor de leken het significant verschil dat bij Dominantie waarneembaar is. Voor de studenten geeft tabel 4.35 voor de vraagtype Constituentie het significant verschil weer.

Vershil visualisatie-vorm	Significantie-waarde (p)
3D+ - 2D+	0.008

Tabel 4.34 Leken: Significante waarden totale antwoordtijden per vraagtype Dominantie.

Vershil visualisatie-vorm	Significantie-waarde (p)
3D+ - 2D+	0.005

Tabel 4.35 Studenten: Significante waarden totale antwoordtijden per vraagtype Constituentie.

5. Conclusie & discussie

In de voorgaande hoofdstukken zijn het theoretisch kader met betrekking tot het onderzoek, de onderzoeksvraag en deelvragen, de methode van onderzoek en de resultaten aan de orde gekomen. Dit hoofdstuk gaat in op de conclusies van en discussie over het onderzoek, maar eerst zal een samenvattend overzicht van de toegepaste metingen worden gegeven. Vervolgens wordt ingegaan op de conclusies en mogelijke verklaringen op grond van de resultaten van het onderzoek. Tevens worden hier bijkomstige conclusies besproken. Daarnaast komen in dit hoofdstuk de discussie over het onderzoek en voorstellen voor verder onderzoek aan de orde.

5.1 Samenvattend overzicht

De onderzoeksvraag is 'Welke vorm van visualisatie is het meest bruikbaar bij de syntactische constructies waarin non-subordinatie en/of multidominantie voorkomen?'. Om deze vraag te kunnen beantwoorden hebben deelnemers aan het onderzoek een test gemaakt bestaande uit vragen van drie typen zinsconstructies die op vijf verschillende manieren zijn gevisualiseerd. De bruikbaarheid van deze vijf visualisatievormen is gemeten aan de hand van:

- het aantal gemaakte fouten bij het beantwoorden van de vragen;
- de tijd die nodig is geweest om de vragen te beantwoorden;
- de voorkeuren voor de vijf visuele weergaven.

In het algemeen zijn dit soort metingen in *usability*-onderzoek gangbaar. De metingen vallen onder twee van de drie *usability*-aspecten die door het ISO worden onderscheiden, namelijk *efficiency* (fout- en tijdmeting) en *satisfaction* (voorkeursmeting). De drie metingen zijn gedaan met betrekking tot de gehele test en zijn daarnaast uitgesplitst naar drie groepen deelnemers (*leken*, *studenten* en *experts*). De gemaakte fouten en antwoordtijden zijn bovendien vastgelegd voor de typen zinsconstructies (*Coördinatie*, *Right Node Raising* en *Non-constituent Right Node Raising*), en voor de vraagtypen (*Constituentie*, *Dominantie*, *Nevenschikking*, *Parallellie* en *Parallele Dominantie*).

5.2 Conclusies op grond van resultaten en mogelijke verklaringen

De drie metingen voor het toetsen van de bruikbaarheid worden ten opzichte van elkaar even zwaar gewogen. Hierdoor kunnen duidelijke conclusies getrokken worden door de meetresultaten voor de vijf visualisatievormen naast elkaar te plaatsen. Met rankings kan aan de hand van totaalscores de bruikbaarheid van de visualisaties worden bepaald. Indien voor een meting geen significantie waarneembaar is, wordt door middel van de overige metingen een conclusie getrokken.

Algemene conclusie

Voor de gehele test kan de volgende ranking worden gegeven (tabel 5.1).

Visualisatievorm	Foutieve antwoorden	Antwoordtijd	Voorkeur	Totaalscore
2D+	1	1	3	5
D-vlakken	2	2	4/5	8/9
3D	3	4	2	9
2D	5	3	1	9
3D+	4	5	4/5	13/14

Tabel 5.1 Ranking per visualisatievorm.

Hierbij kan de significantie worden betrokken (tabel 5.2).

Meting	Significantie
Foutieve antwoorden	2D+, D_vlakken vs. 2D, 3D, 3D+
Antwoordtijd	2D+, D_vlakken, 2D, 3D vs. 3D+
Voorkeur	2D, 2D+, 3D vs. 3D+, D_vlakken

Tabel 5.2 Significantie per visualisatievorm.

Er kan geconcludeerd worden dat de visualisatievorm 2D+ het meest bruikbaar blijkt te zijn. Dit is verrassend, omdat deze conclusie tegen de verwachting in gaat dat 3D+ juist het meest bruikbaar zou zijn; de visualisatievorm 3D+ bevat namelijk een relatief groot aantal grafische elementen die extra informatie zouden kunnen geven om een syntactisch boomdiagram te verduidelijken. De verklaring voor deze uitkomst zou kunnen zijn dat de deelnemers aan het onderzoek de extra grafische elementen bij 3D+ als *clutter* ervaren.

Conclusie per categorie

Voor het bepalen van de bruikbaarheid van de vijf visualisatievormen voor de drie categorieën zinsconstructies zijn de foute antwoorden en de antwoordtijden gemeten. Voor zowel de categorieën Coördinatie als Right Node Raising kan geconcludeerd worden dat de visualisatievorm D-vlakken het meest bruikbaar is. In beide gevallen zou een verklaring kunnen zijn dat deze visualisatievormen minder grafische kenmerken tonen ten opzichte van 2D+ en 3D+. Bij de laatstgenoemde visualisatievormen dienen namelijk meerdere kleuren te worden geïnterpreteerd, voordat daadwerkelijk naar de structuur gekeken kan worden.

Bij de categorie Non-constituent RNR valt echter te concluderen dat de visualisatievorm 2D+ het meest bruikbaar is. Dit is opmerkelijk aangezien in deze visualisatievorm juist kruisende lijnen zichtbaar zijn die de interpretatie kunnen beïnvloeden. Een mogelijke verklaring waarom D-vlakken bij deze categorie juist niet werkt is het verdwijnen van de lijnen in het bovenste vlak en het weer verschijnen in het onderste vlak. Zie hiervoor de visualisatievorm D-vlakken bij deze categorie in bijlage 4.

Conclusie per vraagtype

Voor het bepalen van de bruikbaarheid van de visualisatievormen voor de vijf vraagtypen zijn de foute antwoorden en de antwoordtijden gemeten. Voor de vraagtypen Constituentie en Dominantie kan geconcludeerd worden dat de visualisatievorm 2D+ het meest bruikbaar is. Een verklaring voor 2D+ kan zijn dat in deze visualisatievorm de constituenten ten opzichte van de overige getoetste visualisatievormen duidelijker zichtbaar zijn.

Zowel voor de foutieve antwoorden als de antwoordtijden blijken de verschillen tussen de visualisatievormen voor de combinatie Nev+Par+PD allen niet significant te zijn. Aangezien hier geen sprake is van significantie is het mogelijk om alsnog te kijken naar de uitkomsten van de drie vraagtypen Nevenschikking, Parallellie en Parallele Dominantie. Voor Nevenschikking en Parallellie kan dan geconcludeerd worden dat de visualisatievorm D-vlakken het meest bruikbaar is. Een verklaring voor Nevenschikking zou kunnen zijn dat de nevenschikte delen met behulp van de hierachter geplaatste vlakken op een voor de deelnemers duidelijke wijze zijn weergegeven. Ook door de wijze van plaatsing van deze nevenschikte delen wordt dit benadrukt. Voor Parallele Dominantie geldt echter dat 3D+ het meest bruikbaar is. Door de gekleurde lijnen die in de desbetreffende 3D+-visualisatie van Co' naar Co en IP₂ lopen wordt de parallelle dominantie ver-

duidelijk: zie hiervoor bijlage 4 (Non-Constituent RNR, 3D+). Een reden waarom de visualisatievorm D-vlakken hier niet bruikbaar kan zijn, is het feit van de verdwijnende en verschijnende lijnen (Co' naar Co en IP_2), waardoor bij de deelnemers aan het onderzoek verwarring kan zijn ontstaan. Dit is tevens zichtbaar in bijlage 4 (Non-Constituent RNR, D-vlakken).

Conclusie per categorie, per vraagtype

Per categorie zinsconstructie komen drie vraagtypen aan bod, waarbij de twee vraagtypen Constituentie en Dominantie in alle categorieën voorkomen.

Coördinatie:

Voor de categorie Coördinatie kan worden geconcludeerd dat de visualisatievorm 3D het meest bruikbaar is bij het vraagtype Constituentie. Voor Dominantie is dit 2D+, bij Nevenschikking blijkt D-vlakken het meest bruikbaar te zijn. Een verklaring voor Nevenschikking kan zijn dat in de D-vlakken de nevenschikte delen het meest duidelijk zichtbaar worden door gebruikmaking van de achter de bomen geplaatste vlakken.

Right Node Raising:

Met betrekking tot de categorie Right Node Raising blijken de visualisatievormen 2D en 2D+ voor het vraagtype Constituentie het meest bruikbaar te zijn. Een verklaring zou kunnen zijn dat de deelnemers aan het onderzoek bij deze visualisatievormen de constituenten beter kunnen aflezen, doordat deze op één lijn staan. Bij 3D en 3D+ kunnen de constituenten als het ware onderbroken zijn door het toepassen van de derde dimensie. Voor zowel Dominantie als Parallellie kan worden geconcludeerd dat de visualisatievorm D-vlakken het meest bruikbaar is.

Non-constituent RNR:

Inzake Non-constituent Right Node Raising kan worden vastgesteld dat de visualisatievorm 2D+ het meest bruikbaar is voor de vraagtypen Constituentie en Dominantie. De meest bruikbare visualisatievorm voor het vraagtype Parallele Dominantie blijkt 3D+ te zijn.

Conclusie per groep

Voor het bepalen van de meest bruikbare visualisatievorm per groep zijn het aantal foute antwoorden en de antwoordtijden per groep gemeten. Daarnaast is de subjectieve beoordeling per groep vastgelegd. Net als bij de deelvragen, zie paragraaf 3.5, is hier tevens gekeken naar de bruikbaarheid van de visualisatievormen per categorie en per vraagtype. Voor de resultaten van de groepen kan de volgende ranking worden gemaakt (tabel 5.3):

Vis-vorm	Leken			Studenten			Experts		
	Foute antw.	Antw. tijd	Voorkeur	Foute antw.	Antw. tijd	Voorkeur	Foute antw.	Antw. tijd	Voorkeur
2D+	1	1	2	2	1	2	1	2	3
2D	5	3	1	5	3	1	5	1	1
D-vl.	2	2	5	1	2	4	2/3/4	3	4
3D	4	4	4	3	4	3	2/3/4	4	2
3D+	3	5	3	5	5	5	2/3/4	5	5

Tabel 5.3 Ranking per groep.

Hierbij kan de significantie worden betrokken, zoals in tabel 5.4 zichtbaar is.

Groep	Meting	Significantie
Leken	Foutieve antwoorden	2D+ vs. 2D, 3D, 3D+
	Antwoordtijd	3D+ vs 2D+, D-vlakken
	Voorkeur	3D+, D-vlakken vs 2D, 2D+
Studenten	Foutieve antwoorden	3D+ vs 2D+, D-vlakken
	Antwoordtijd	2D+ vs. 2D, 2D+, D-vlakken
	Voorkeur	2D vs 3D, 3D+, D-vlakken
Experts	Foutieve antwoorden	geen significantie
	Antwoordtijd	3D+ vs. 2D
	Voorkeur	3D+ vs. 2D

Tabel 5.4 Significantie per groep.

Voor de groepen leken en studenten blijkt de meest bruikbare visualisatievorm 2D+ te zijn. Wat de experts betreft, hier valt te concluderen dat 2D het meest bruikbaar is. Een verklaring voor de afwijkende uitkomst van de experts kan de bekendheid met traditionele syntactische boomdiagrammen zijn. De experts hebben immers een taalkundige achtergrond en kunnen hierdoor al dan niet onbewust een voorkeur voor de 2D-visualisatievorm hebben verkregen.

Conclusie per groep, per categorie

Voor het bepalen van de bruikbaarheid van de vijf visualisatievormen met betrekking tot de drie categorieën zinsconstructies voor de groepen zijn de foute antwoorden en de antwoordtijden gemeten. De conclusies worden per groep gegeven.

Leken:

Voor de leken is 3D+ de meest bruikbare visualisatievorm voor de categorieën Coördinatie en Right Node Raising. Wat betreft Non-constituent RNR kan worden geconcludeerd dat voor deze groep de visualisatievormen 2D en 3D het meest bruikbaar blijken te zijn.

Studenten:

Voor de categorie Coördinatie geldt 2D+ als de meest bruikbare visualisatievorm. De visualisatievorm D-vlakken is voor de studenten bij Right Node Raising het meest bruikbaar. 2D blijkt bij Non-constituent RNR het meest bruikbaar te zijn.

Experts:

Voor Coördinatie zijn de visualisatievormen 2D+ en 3D+ voor de experts het meest bruikbaar. Met betrekking tot de categorie Right Node Raising kan geconcludeerd worden dat voor de experts geldt dat de visualisatievorm 3D+ het meest bruikbaar is. Wat de categorie Non-constituent RNR betreft, kan worden geconcludeerd dat de meest bruikbare visualisatievorm D-vlakken blijkt te zijn.

Conclusie per groep, per vraagtype

Voor het bepalen van de bruikbaarheid van de visualisatievormen met betrekking tot de vijf vraagtypen zijn ook hier de foute antwoorden en de antwoordtijden gemeten. Aan de hand van deze meetresultaten kunnen de onderstaande conclusies per groep getrokken worden.

Leken:

Geconcludeerd kan worden dat voor de vraagtypen Constituentie en Dominantie de visualisatievorm 2D het meest bruikbaar is. Voor Nevenschikking en Parallellie blijkt 3D+ het meest bruikbaar te zijn. Bij Parallele Dominantie is dit het geval met de visualisatievorm 3D.

Studenten:

Voor Constituentie blijkt 2D het meest bruikbaar te zijn. Wat Dominantie en Nevenschikking betreft, hier kan worden geconcludeerd dat 3D+ de meest bruikbare visualisatievorm is. Voor Parallele Dominantie is de visualisatievorm D-vlakken het meest bruikbaar.

Experts:

Zowel voor de foutieve antwoorden als de antwoordtijden blijken de verschillen tussen de visualisatievormen voor de experts allen niet significant te zijn. Aangezien hier geen sprake is van significantie is het mogelijk om alsnog te kijken naar de uitkomsten van de de vraagtypen voor de experts. Er kan dan worden geconcludeerd dat voor de vraagtypen Constituentie en Dominantie de meest bruikbare visualisatievorm 2D blijkt te zijn. Voor Nevenschikking en Parallellie is 3D+ het meest bruikbaar. De visualisatievorm D-vlakken is voor Parallele Dominantie het meest bruikbaar.

Het is opvallend dat bij Dominantie de visualisatievorm 3D+ voor de studenten het meest bruikbaar blijkt te zijn terwijl 2D juist het meest bruikbaar is voor de leken en experts. Een eventuele afwijking zou eerder kunnen worden verwacht bij leken of experts, aangezien deze twee groepen als het ware de uitersten zijn. De leken hebben namelijk geen taalkundige achtergrond, terwijl dit wel het geval is bij de experts.

5.2 Bijkomstige conclusies

Uit de resultaten valt af te leiden dat er tegenstrijdigheden tussen de resultaten van het onderzoek zijn waar te nemen. De objectieve resultaten (foutieve antwoorden en antwoordtijden) tonen aan dat de visualisatievorm 2D+ het meest bruikbaar is. Uit de ranking van de totale resultaten (tabel 5.1) blijkt dat de deelnemers echter een totaal andere voorkeur aangeven dan de gegevens met de foutieve antwoorden en antwoordtijden daadwerkelijk aantonen. Uit de subjectieve beoordelingen blijken de deelnemers een voorkeur voor 2D te hebben. Dit is opvallend, omdat deze visualisatievorm niet alle extra grafische elementen bevat om de problematiek van het visualiseren van non-subordinatie en/of multidominantie te optimaliseren. Immers, deze visualisatievorm toont een grote gelijkenis met de 'min of meer traditionele' syntactische boomstructuren. Daarnaast is het opmerkelijk dat het grootste aantal fouten bij 2D gemaakt is. Hieruit kan geconcludeerd worden dat hetgeen waar personen de voorkeur voor hebben, niet altijd de meest bruikbare optie hoeft te zijn.

Zoals reeds bij het beantwoorden van de onderzoeksvraag is gebleken, tonen de subjectieve beoordelingen van de deelnemers dat men een voorkeur voor 2D heeft. Dit gegeven is tevens van toepassing op de drie groepen deelnemers afzonderlijk. Het blijft dan ook per groep zeer opmerkelijk dat de resultaten van de subjectieve beoordelingen van de deelnemers iets geheel anders aangeven dan de objectieve resultaten.

Ook valt het op dat de studenten en experts voor 3D+ geen voorkeur hebben, terwijl de leken hiervoor een duidelijk hogere subjectieve beoordeling hebben gegeven. De leken hebben voor aanvang van dit experiment geen ervaring met syntactische boomstructuren gehad. Een mogelijke verklaring zou dan ook kunnen zijn dat de leken hierdoor meer voor een 3D+-weergave open

staan dan de andere groepen die reeds (enige) ervaring hebben met traditionele syntactische boomdiagrammen. Een ander opvallend verschijnsel is te zien bij de beoordeling van de D-vlakken. Hier hebben de leken, ten opzichte van de andere twee groepen, juist een zeer lage beoordeling gegeven, terwijl de beoordelingen van de overige groepen duidelijk hoger zijn. Dit is een opmerkelijk verschijnsel, daar deze groep weinig moeite blijkt te hebben met het beantwoorden van de vragen over de D-vlakken.

Over het algemeen kan gezegd worden dat de leken het hoogste percentage fouten maken. De experts maken over het algemeen het kleinste aantal fouten. Wellicht speelt 'vakkennis' hier een rol. De resultaten van de studenten zijn wisselend; bij de categorie Coördinatie liggen deze dicht bij die van de experts, maar voor Right Node Raising en Non-constituent RNR blijken deze zich dicht bij de resultaten van de leken te bevinden. Uit de grafieken over de antwoordtijden blijken de leken het langst te doen over het beantwoorden van de vragen. De antwoordtijden van de studenten en de experts liggen dicht bij elkaar.

Aan de hand van de resultaten van de antwoordtijden zijn enkele opmerkelijke verschillen tussen de uitkomsten waarneembaar. Inzake de categorie Coördinatie is er voor alle groepen sprake van een lange antwoordtijd bij 3D+. Als er voor deze categorie en visualisatievorm naar de percentages fouten wordt gekeken, dan blijkt dat alle groepen procentueel weinig fouten hebben gemaakt.

Bij de onderverdeling per categorie en vraagtype kan worden geconcludeerd dat niet één visualisatievorm algemeen toepasbaar blijkt te zijn. Uit de resultaten blijkt namelijk dat er verschillen bestaan. De visualisatievorm D-vlakken zou voor bepaalde categorieën (Coördinatie, Right Node Raising) en vraagtypen (Nevenschikking en Parallellie) een bruikbaar alternatief kunnen zijn.

5.3 Discussie

In deze paragraaf wordt nader ingegaan op de weging van de metingen met betrekking tot de bruikbaarheid en het tegengaan van eventuele leereffecten.

5.3.1 Weging metingen bruikbaarheid

De metingen (foute antwoorden, antwoordtijden, voorkeuren) wegen voor het maken van de conclusies in dit onderzoek even zwaar. Er zou echter een verschil in weging van de metingen kunnen worden toegepast. Zo zou een zwaardere weging voor de objectieve metingen ten opzichte van de subjectieve metingen kunnen gelden. Een reden hiervoor zou kunnen zijn dat de deelnemers in dit onderzoek met hun subjectieve beoordeling een bepaalde visualisatievorm als het ware afkeuren, terwijl uit de objectieve resultaten blijkt dat men met de desbetreffende visualisatievorm goed presteert. Om dit te voorkomen zou een zwaardere weging van de objectieve resultaten gepast kunnen zijn.

5.3.2 Leereffecten

Er moet bij het onderzoek rekening worden gehouden met eventuele leereffecten en cognitieve aspecten. De mogelijkheid bestaat dat gebruikers na langere tijd gewerkt te hebben met de visualisaties op een statistische wijze hieraan gewend kunnen raken. Dit zou de resultaten kunnen beïnvloeden. Om dit te voorkomen is er randomisatie toegepast op het tonen van de visualisaties met de bijbehorende vragen. Desondanks is er echter wel een vorm van leereffect waarneembaar, want de vragen behorende bij de laatste categorie zijn door de deelnemers het snelst beantwoord, ondanks het feit dat de vragen ten opzichte van de overige vragen niet eenvoudiger van opzet zijn.

5.4 Verder onderzoek

Zoals gezegd zou het goed mogelijk zijn dat deelnemers aan een experiment na langere deelname een vorm van gewenning gaan tonen. De mogelijkheid bestaat dus dat men op zekere wijze ook gewend kan raken aan 3D+-visualisaties door hiermee langere tijd gewerkt te hebben. Dit zou kunnen leiden tot het maken van minder fouten. De uitkomsten van het huidige onderzoek zouden er toe kunnen leiden dat een 3D- of 3D+-visualisatie toch bruikbaar wordt geacht voor het visualiseren van non-subordinatie en multidominantie. Verder onderzoek zou dit kunnen uitwijzen aan de hand van meerdere sessies. Daarnaast is het noodzakelijk dat bij verder onderzoek het aantal deelnemers per groep wordt uitgebreid om statistische toetsing op bepaalde te meten waarden daadwerkelijk te kunnen uitvoeren. Hierdoor kan tevens de statistische significantie per groep betrouwbaarder worden gemaakt.

Bibliografie

[Card99]

Card, Mackinlay, Shneiderman, *Readings in Information Visualization, Using Vision to Think*, Morgan Kaufmann, 1999, ISBN 1-55860-533-9.

[Chen04]

Chen, Chaomei, *Information Visualization, Beyond the Horizon*, Second edition, Springer-Verlag London, 2004, ISBN 1-85233-789-3.

[Cleve83]

Cleveland, W.S. and McGill, R.A. (1983). A color-caused optical illusion on a statistical graph. *Americal Statistician* 37(2): 101-105.

[Cockb00]

Cockburn, A., McKenzie, B., An Evaluation of Cone Trees People and Computers XIV: British Computer Society Conference on Human Computer Interaction 2000, pages 425--436. Springer-Verlag.

[Davis04]

Davis, G., *Learning Java Bindings for OpenGL (JOGL)*, 2004, AuthorHouse, ISBN 1-4208-0362-X.

[Faulk00]

Faulkner, X., *Usability Engineering*, Palgrave Macmillan, 2000, ISBN 0-333-77321-7.

[Hewitt86]

Hewitt, T., Iterative evaluation, People and computers, Designing for Usability, *Proceedings of the second conference of the BCS HCI, Specialist Group*, September 1986.

[Johnson93]

Johnson, B., Treemaps: visualising hierarchical and categorical data, University of Maryland, unpublished PhD thesis.

[Klei01]

Kleiberg, E., H. van de Wetering, J.J. van Wijk., Botanical Visualization of Huge Hierarchies., In: Andrews, K., S.F. Roth, P.C. Wong, *Proceedings IEEE Symposium on Information Visualization (InfoVis'2001)*, IEEE Computer Society Press, 2001, p. 87-94.

[Lamp94]

Lamping, J., Rao, R., Laying Out and Visualizing Large Trees Using a Hyperbolic Space, *Proceedings of the ACM Symposium on User Interface Software and Technology*, November 1994, ACM Press. Pages 13-14.

[Lloyd05]

Lloyd, Natasha, Clutter measurement and reduction for enhanced information visualization, 2005., <http://www.wpi.edu/Pubs/ETD/Available/etd-011206-232808/unrestricted/nlloyd.pdf>.

[McCaw82]

McCawley, J. (1982). Parentheticals and discontinuous constituent structure. *Linguistic Inquiry* 13, 91-106.

[McCaw87]

McCawley J. (1987). Some additional evidence for discontinuity. In *Syntax & Semantics*, Vol 20, Discontinuous constituency, red. G. Huck & A. Ojeda, pp. 185-200, Orlando: Academic Press.

[Post86]

Post, D.L., Greene, F.A. (1986). Color name boundaries for equally bright stimuli on a CRT: Phase I. *Society for Information Display, Digest of Technical Papers* 86: 70-73.

[Robertson91]

Robertson, G.G., Mackinlay, J.D. and Card, S.K. (1991) Cone Trees: Animated 3D Visualisations of Hierarchical Information, *ACM, Proceedings of CHI '91*, pp. 189-194.

[Shneid92]

Shneiderman, B., Tree Visualization with Tree-maps: A 2-d Space-filling Approach. *ACM Transaction on Graphics* (11)1 (January 1992), 92-99.

[Shneid96]

Shneiderman, B. The Eyes Have It: A Task by Data Type Taxonomy for Information Visualizations. *Proc. IEEE Symposium on Visual Languages '96*. Los Alamitos: IEEE Computer Society Press, 1996: 336-343.

[Shreiner05]

OpenGL Programming Guide: The Official Guide to Learning OpenGL, Version 2 (5th Edition), OpenGL Architecture Review Board, Shreiner, D., Woo, M., Neider, J., Davis, T., 2005, Addison-Wesley Professional, ISBN 0-321-33573-2.

[Sav93]

Savitch, W.J., *Turbo Pascal 7.0 (4th Edition)*, Addison Wesley Publishing Company, 1993, ISBN 0-8053-0418-5.

[Spence01]

Spence, R., *Information Visualization*, 2001, ACM Press, 2001, ISBN 0-201-59626-1.

[Tufte90]

Tufte, Edward R., *Envisioning Information*, Graphics Press, Chelshire, CT, 1990, ISBN 0-9613921-1-8.

[Vries05a]

Vries, M. de (2005a). 'Coordination and Syntactic Hierarchy.' *Studia Linguistica* 59, 83-105.

[Vries05b]

Vries, M. de (2005b) 'Ellipsis in nevenschikking: voorwaarts delen maar achterwaarts delen.', *TABU* 34, 13-46.

[Ware88]

Ware, C. (1988). Color sequences for univariate maps: Theory, experiments, and principles. *IEEE Computer Graphics and Applications*, Sept., 41-49.

[Ware04]

Ware, C., *Information Visualization*, Second Edition: Perception for Design (The Morgan Kaufmann Series in Interactive Technologies), Morgan Kaufmann; 2nd edition (April 7, 2004), ISBN-10: 1558608192.

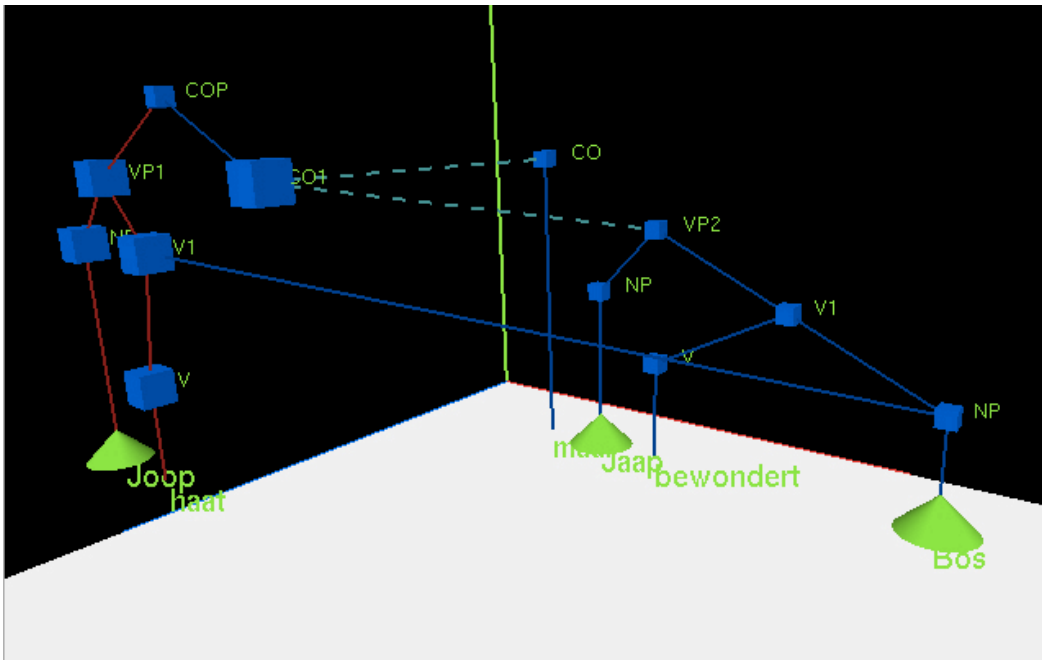
[Zwart97]

Zwart, Dr. C.J.W., Niveaus van abstractie in de beschrijving van het Nederlands, *Jaarboek van de Maatschappij der Nederlandse Letterkunde te Leiden, 1995-1996*, Maatschappij der Nederlandse Letterkunde, Leiden 1997,
http://www.dbnl.org/tekst/_jaa003199601_01/_jaa003199601_01_0004.htm.

Bijlagen

Bijlage 1 - Prototype 3D-model

Voor de evaluatie van het visualiseren van syntactische bomen/-structuren is ten eerste een 3D-prototype van één syntactische constructie ontwikkeld. Het prototype bestaat uit een algemeen (interactief) 3D-model, gemaakt met behulp van JOGL en Java (zie onderstaand figuur). JOGL staat voor *Java Binding for OpenGL* [Davis04]; dit is een Java-extensie die als het ware een verbinding maakt met OpenGL [Shreiner05], de defacto 'taal' voor Computer Graphics. Voordeel van het gebruik van deze methode is dat applicaties in deze taal vanwege ondersteuning op vele computersystemen vrij gemakkelijk te gebruiken zijn. Reden voor het maken van dit model was om te kijken wat de mogelijkheden waren door gebruik te maken van JOGL, Java en open source-toepassingen.

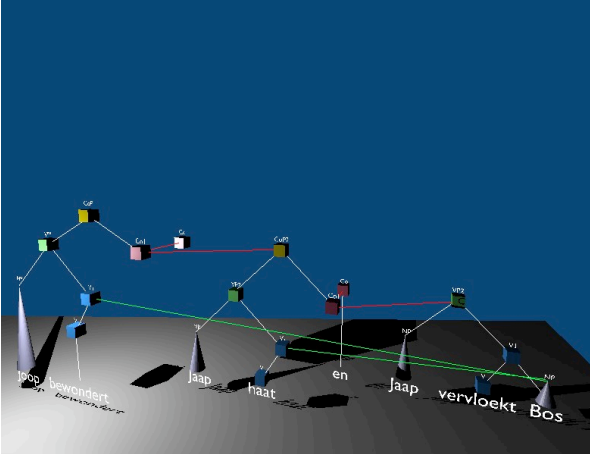


Prototype, ontwikkeld met behulp van JOGL en Java.

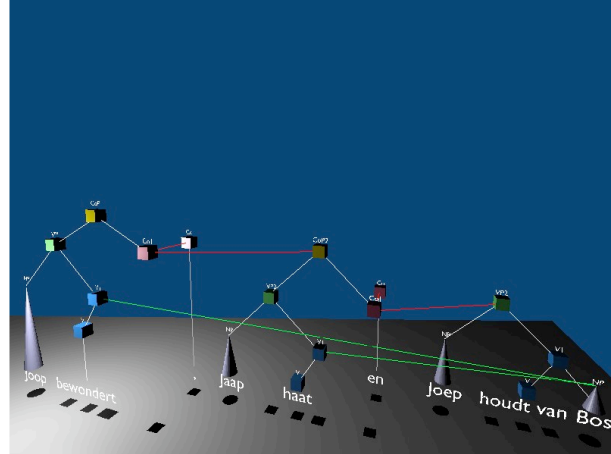
Na de bovengenoemde opzet zijn er vervolgens prototypes van diverse 2D- en 3D-visualisaties met de open source 3D-applicatie *Blender* gemaakt. De voornaamste reden om deze applicatie te gebruiken bij de ontwikkeling van de visualisaties van de syntactische bomen is dat de visualisaties hiermee op relatief sneller en simpeler wijze ontwikkeld kunnen worden. De JOGL-benadering gaat echter uit van een code-perspectief, terwijl met behulp van *Blender* de resultaten vrijwel (na *rendering*, het opbouwen van een afbeelding) direct zichtbaar zijn. Daarnaast waren voor de huidige opzet van het onderzoek alleen afbeeldingen van visualisaties nodig. Een (interactieve) applicatie was dus overbodig.

Bijlage 2 - Schaduw

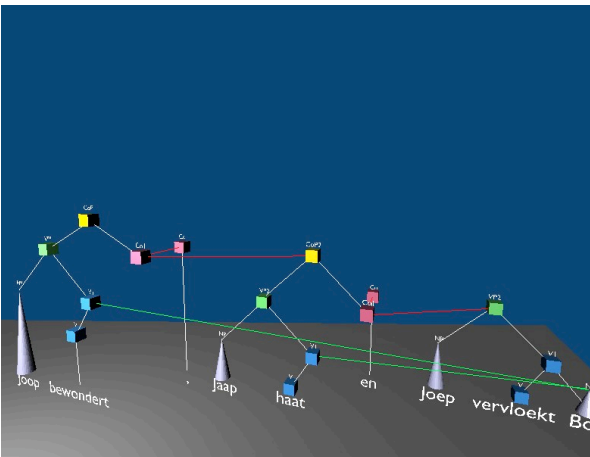
Hieronder staan enkele uitgewerkte modellen van experimenten met betrekking tot schaduw om de positie van de knopen te verduidelijken. In het model met de slagschaduw kan de slagschaduw worden ervaren als een vorm van *clutter* die de aandacht van de knopen afleidt. Er is voor het model met de verticale schaduw gekozen, omdat de schaduw hier de positie van de onderlinge knopen op het grondvlak verduidelijkt.



Model met slagschaduw.



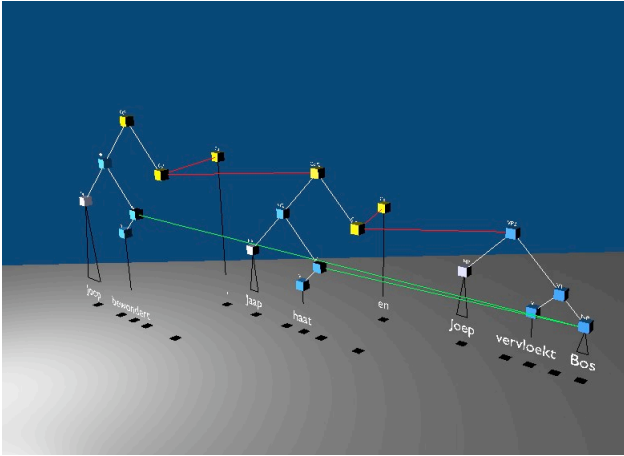
Model met verticale schaduw.



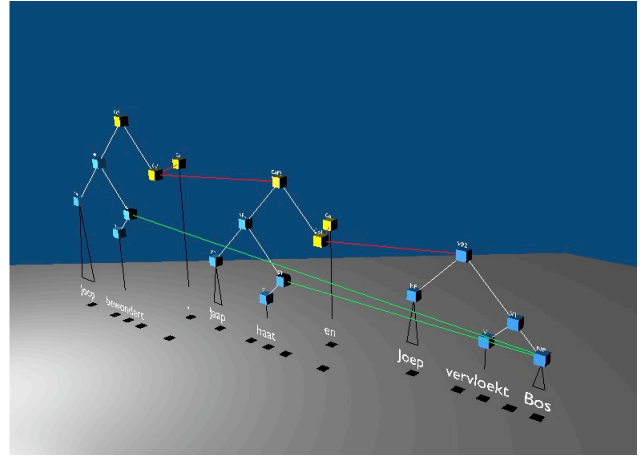
Model zonder schaduw.

Bijlage 3 - Positionering camera

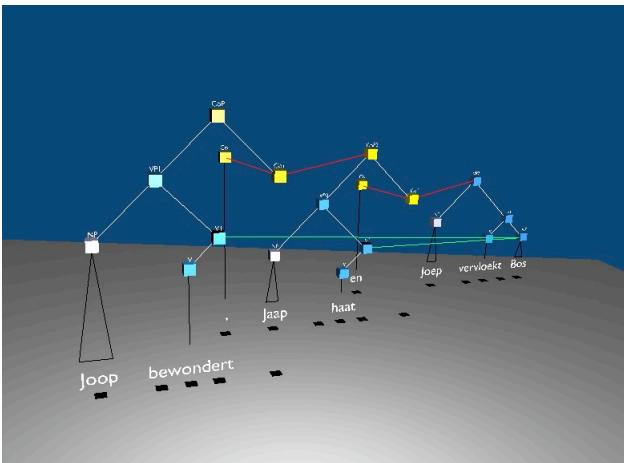
Hieronder staan enkele modellen waarbij geëxperimenteerd is met de positie van de camera. Mede door de camera zowel links als rechts te plaatsen is bekeken wat de meest ideale positie kan zijn. De ideale positie is een rechtse plaatsing van de camera, onder een zodanige hoek dat alle knopen zichtbaar zijn en de lijnen elkaar niet kruisen.



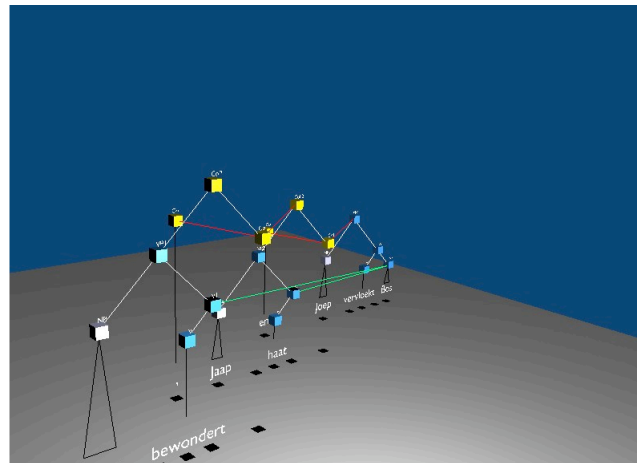
Model, camera rechts.



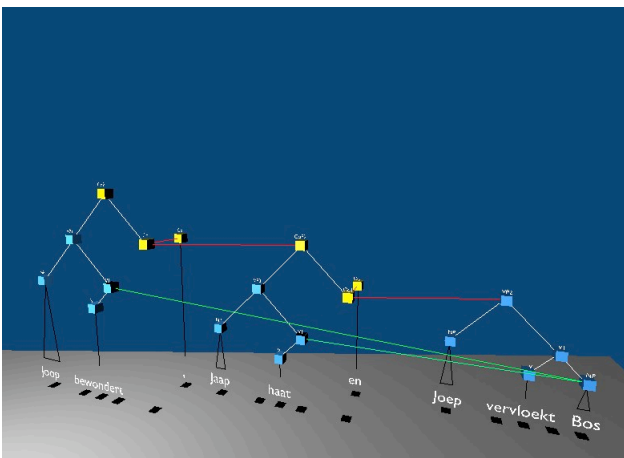
Model, camera rechts, scherpe hoek.



Model, camera links.



Model, camera links, scherpe hoek.



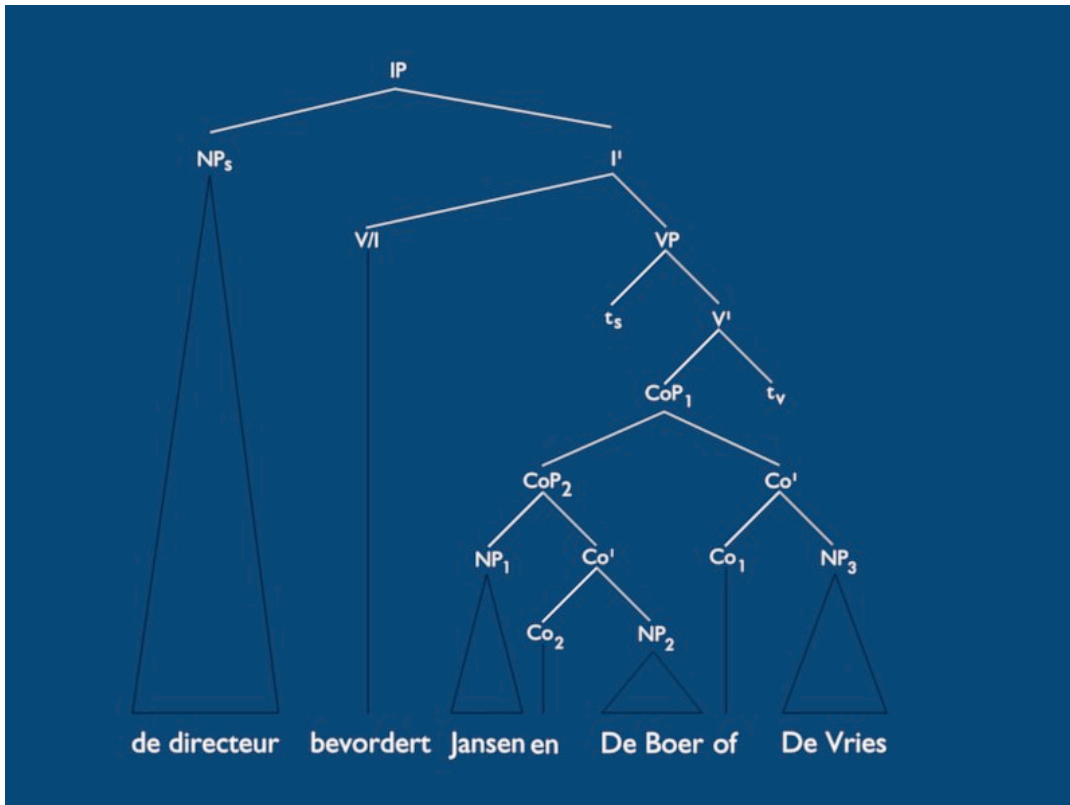
Model, camera rechts.

Bijlage 4 - Visualisaties

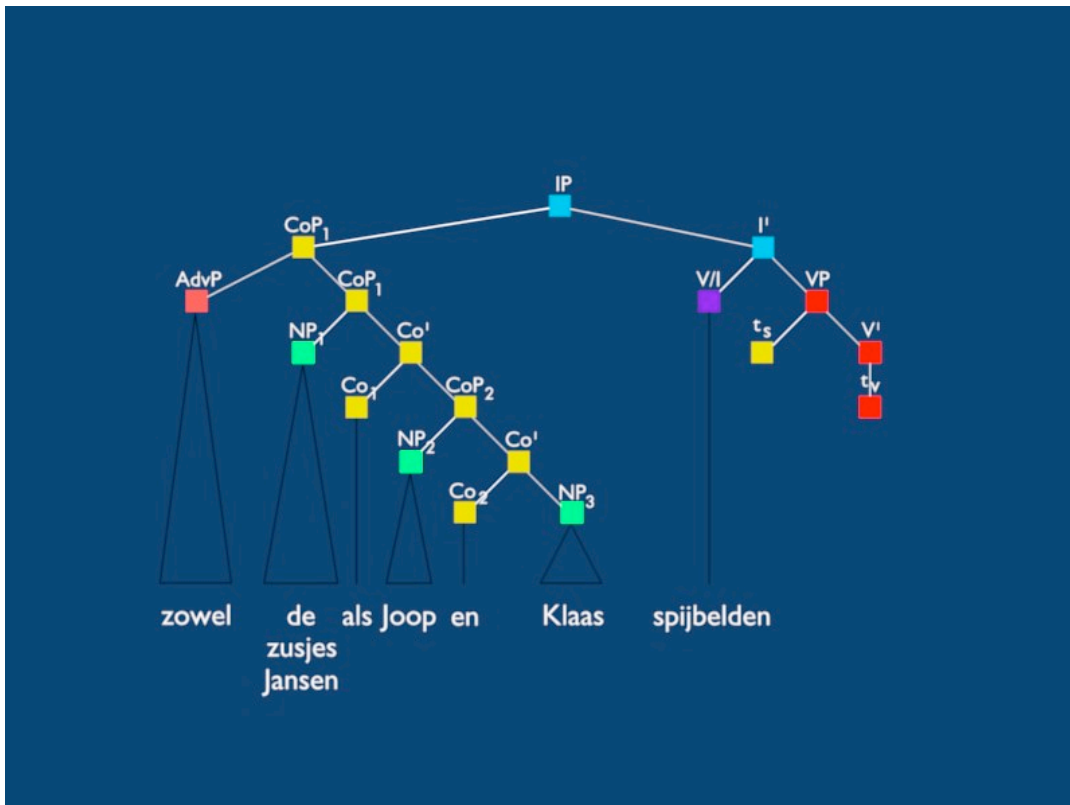
In deze bijlage worden de voor het onderzoek gebruikte visualisaties per categorie getoond.

Coördinatie

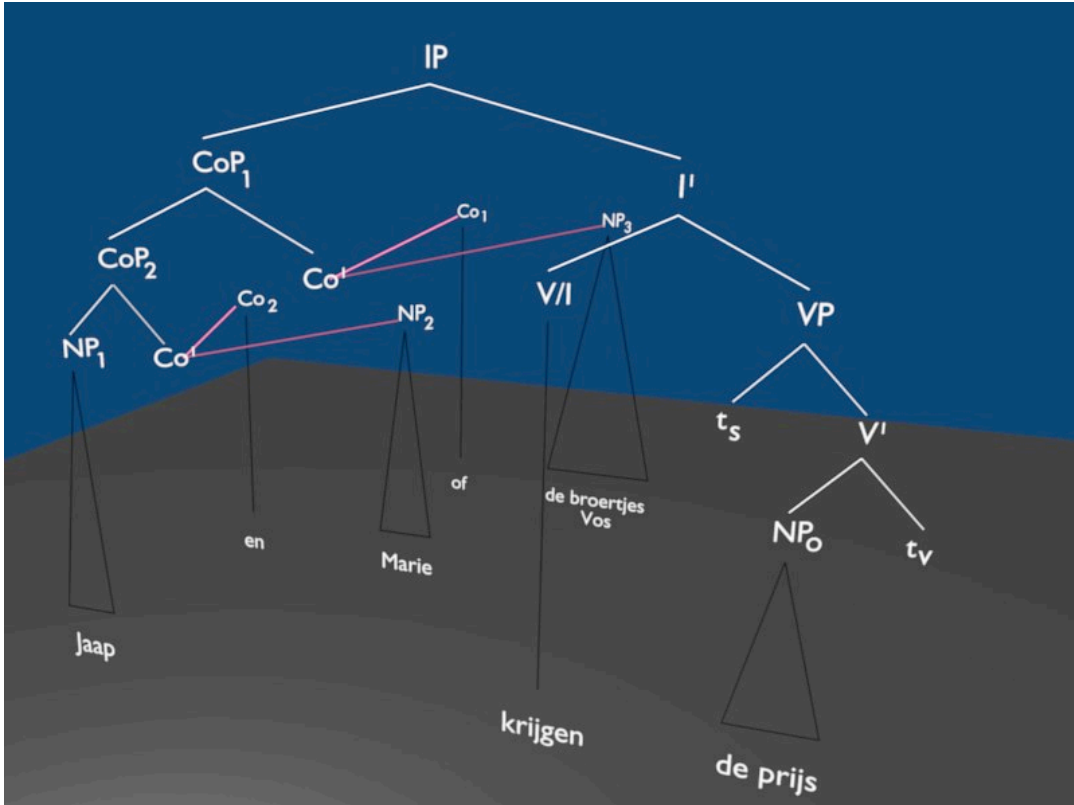
2D:



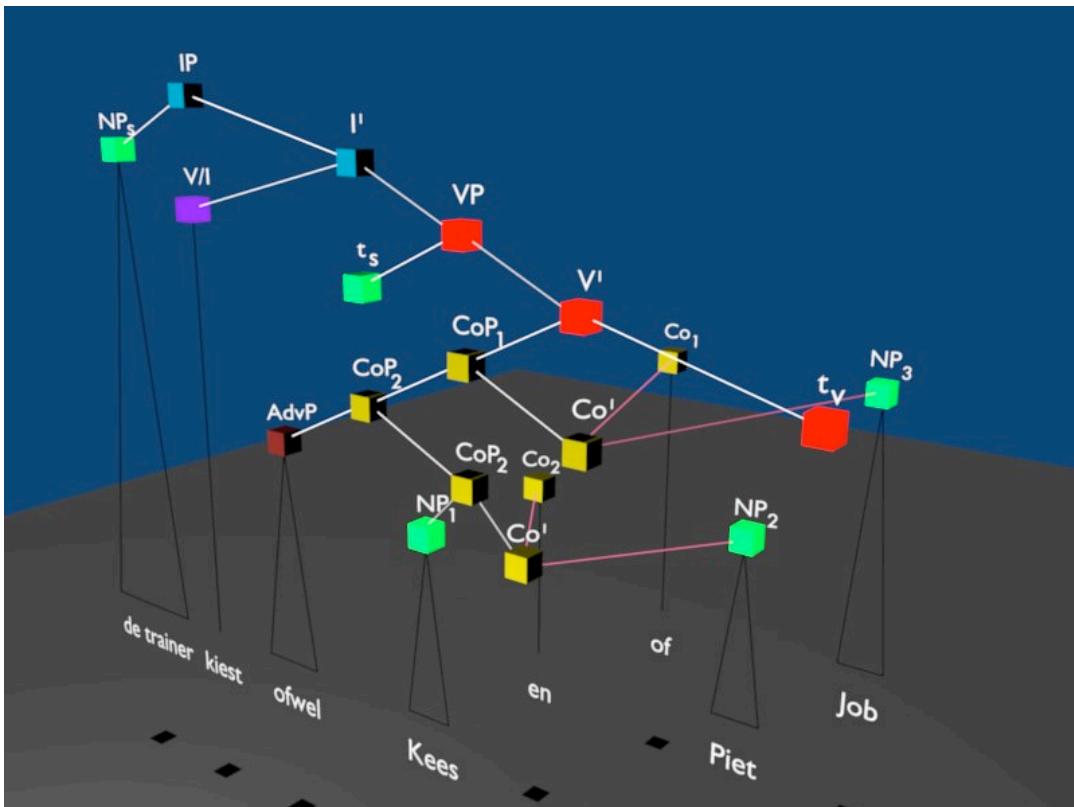
2D+:



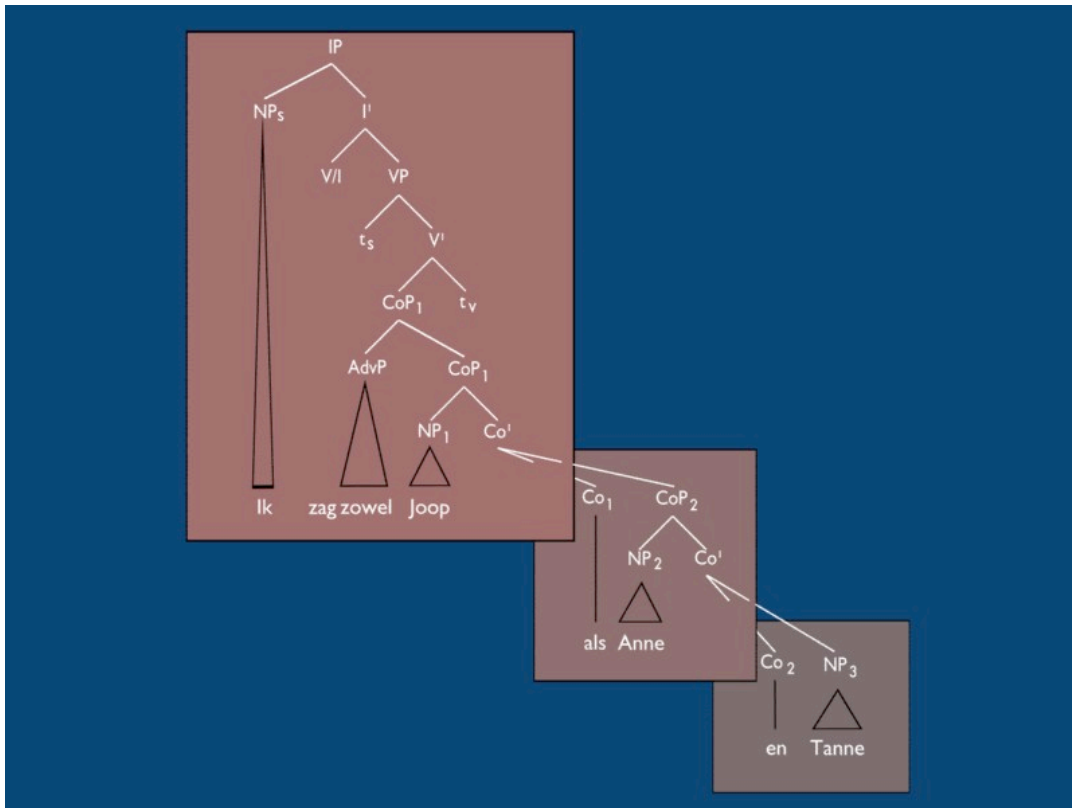
3D:



3D+:

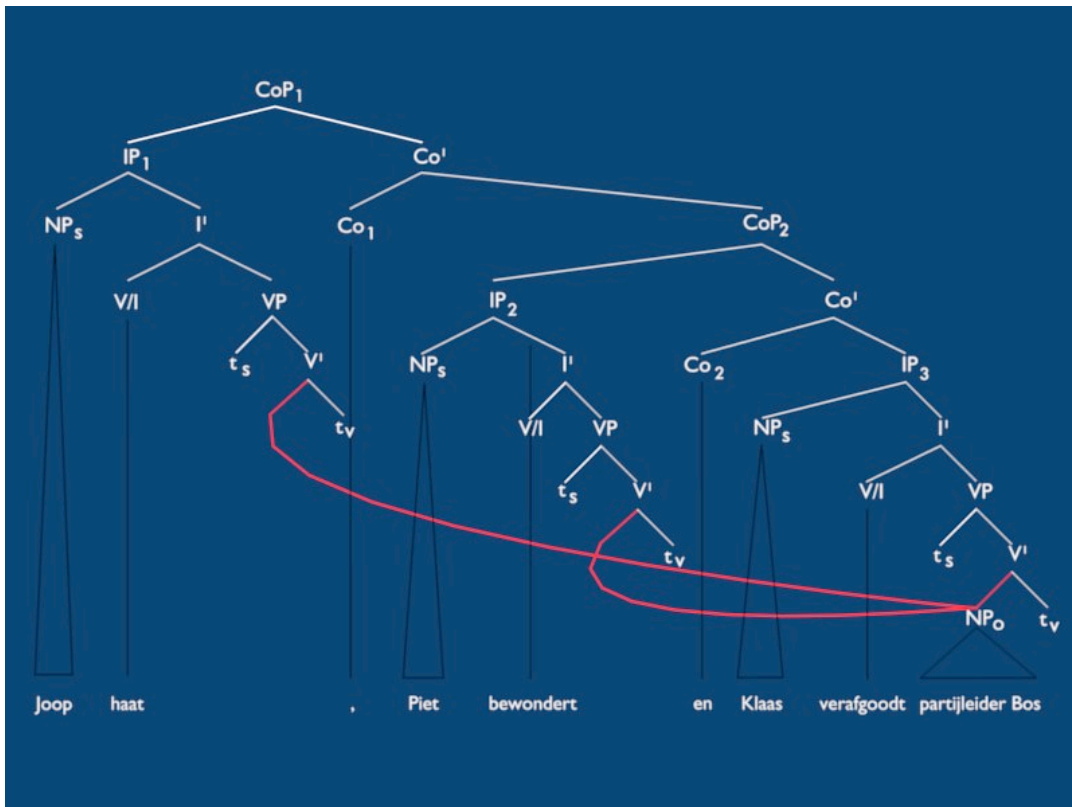


D-vlakken:

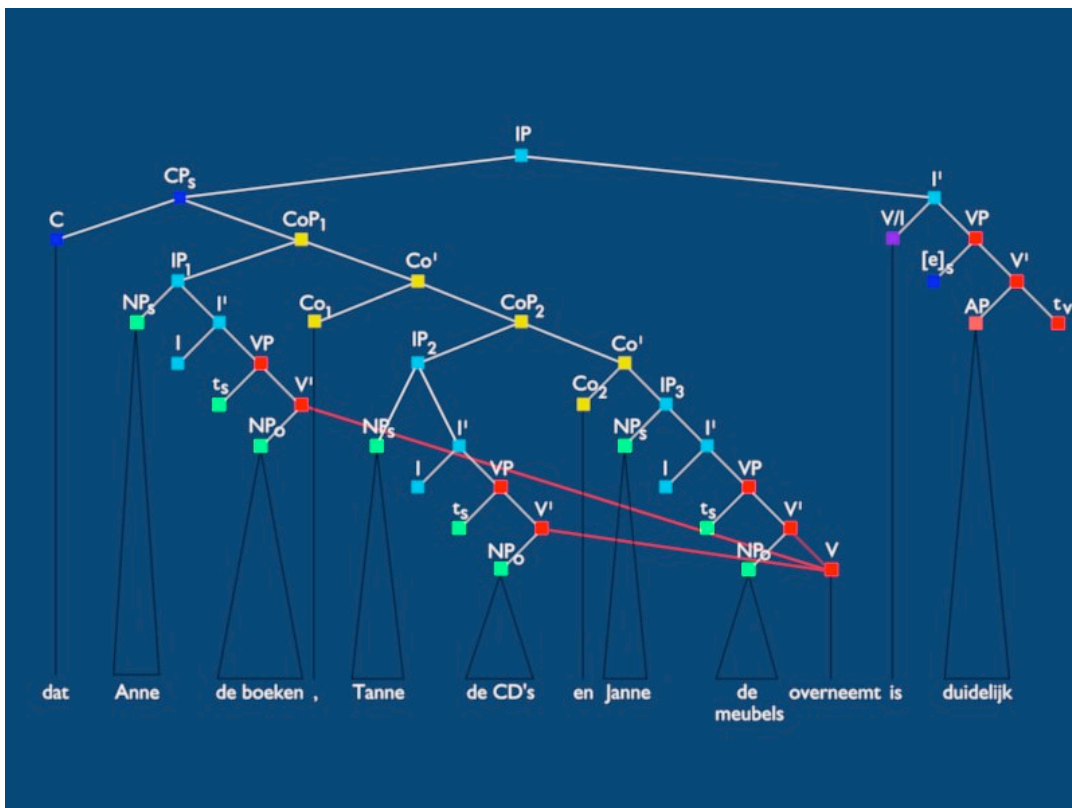


Right Node Raising

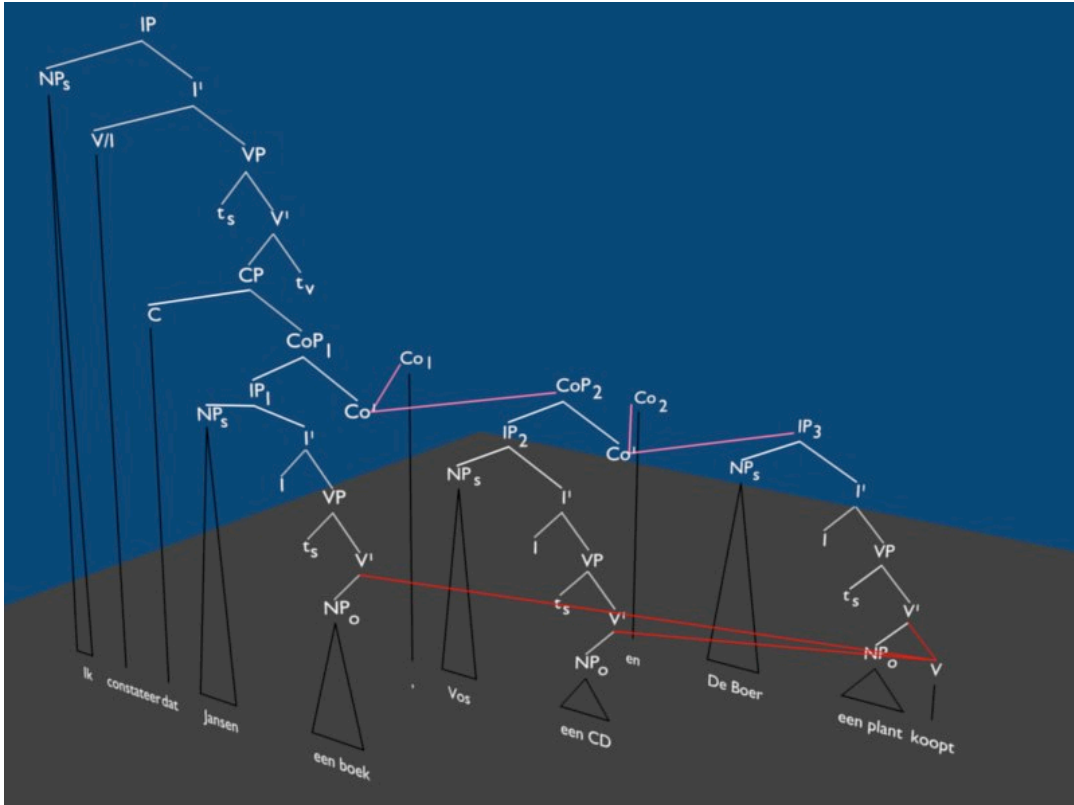
2D:



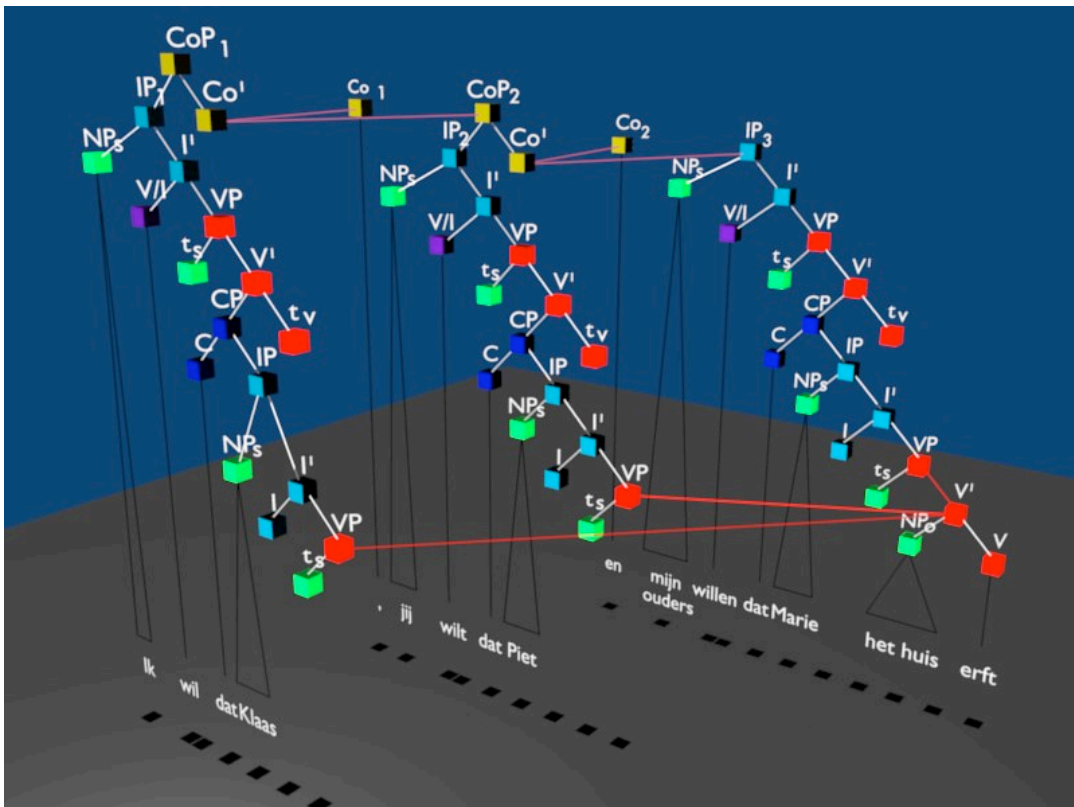
2D+:



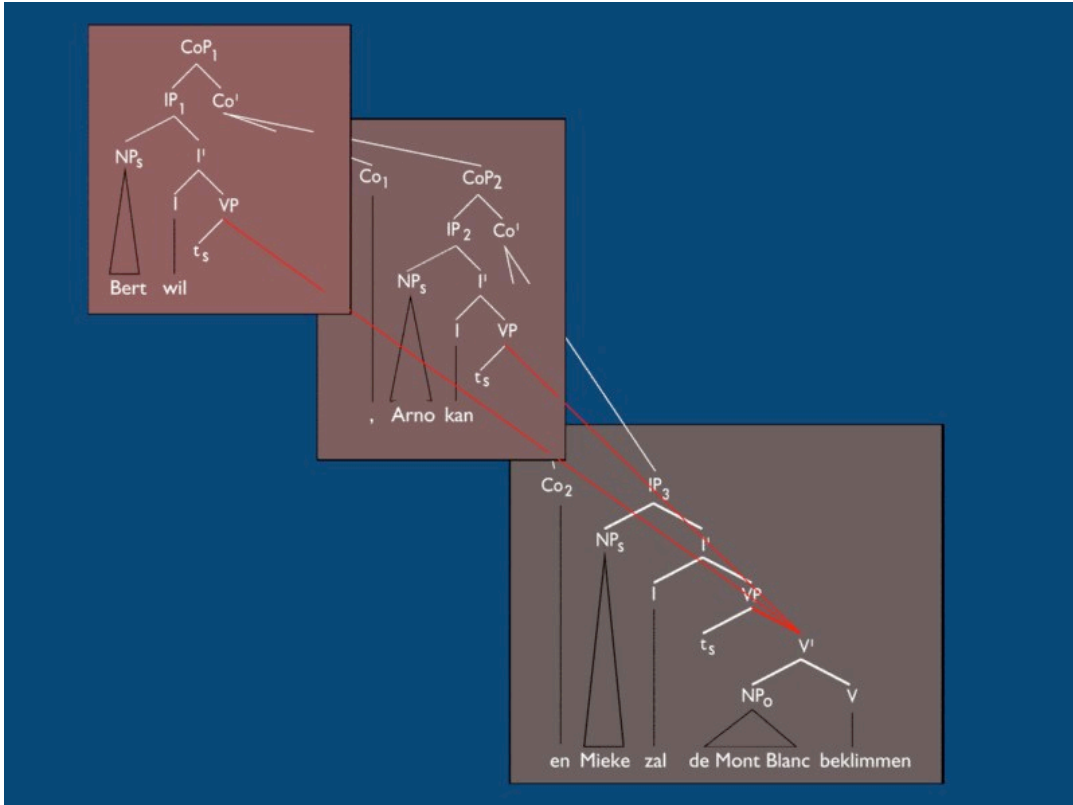
3D:



3D+:

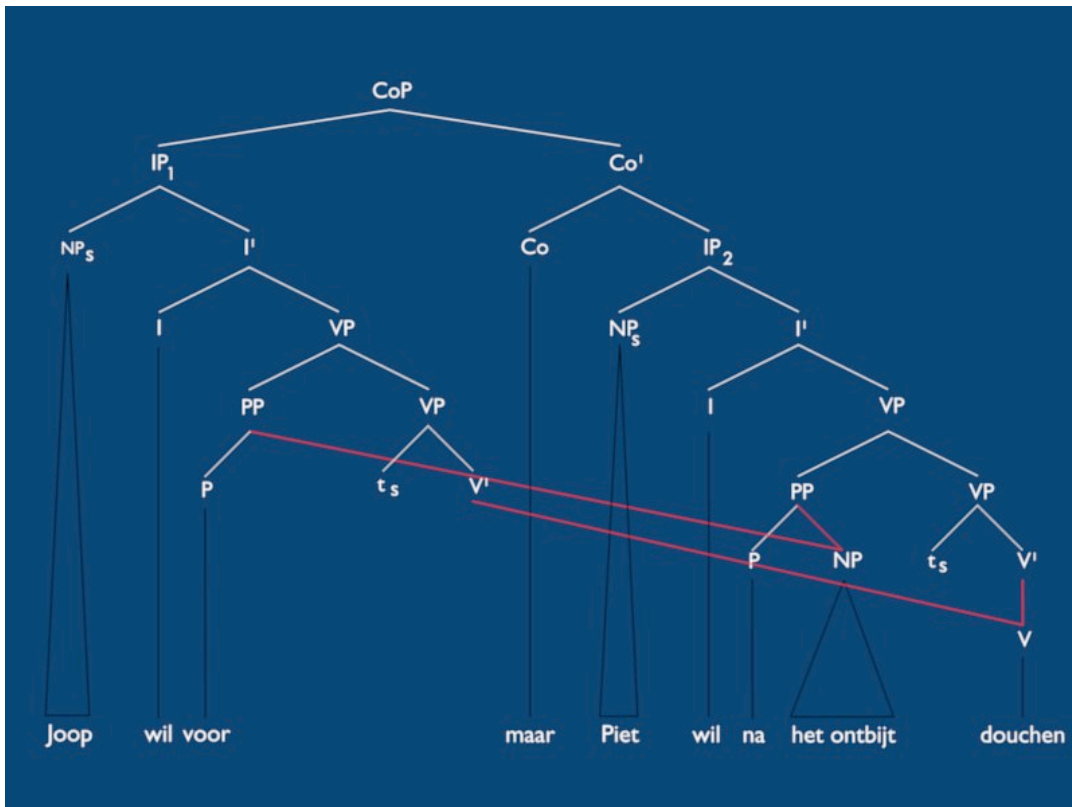


D-vlakken:

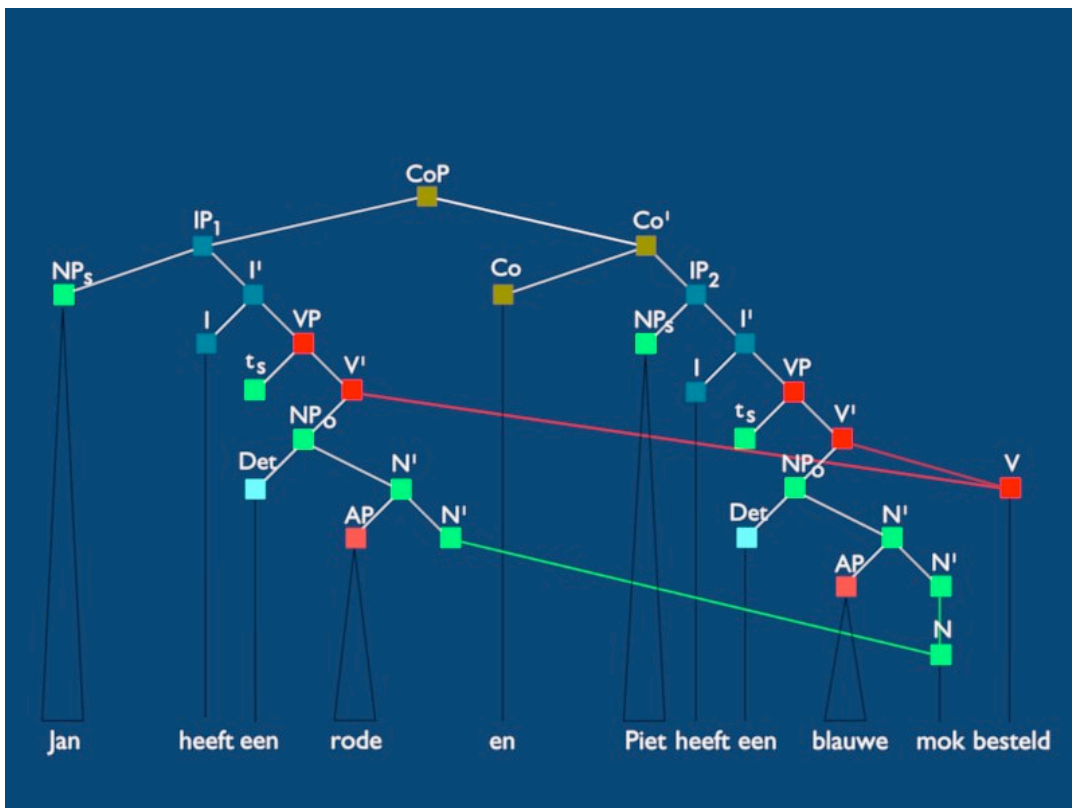


Non-constituent Right Node Raising

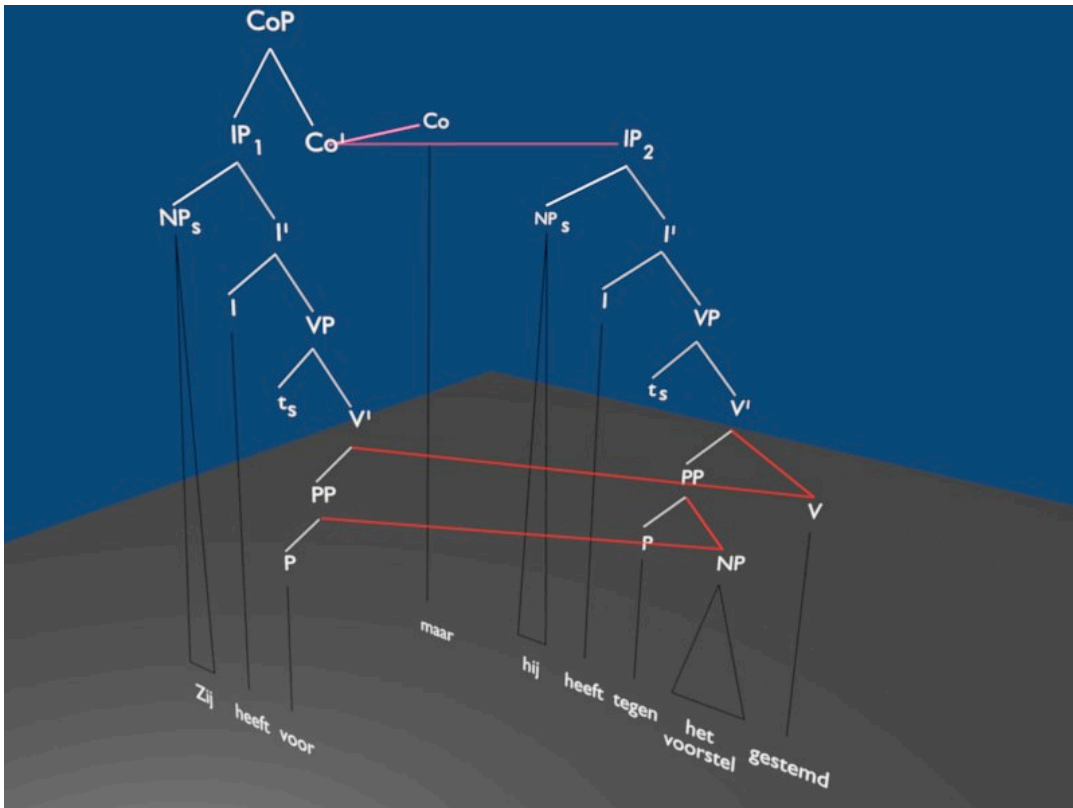
2D:



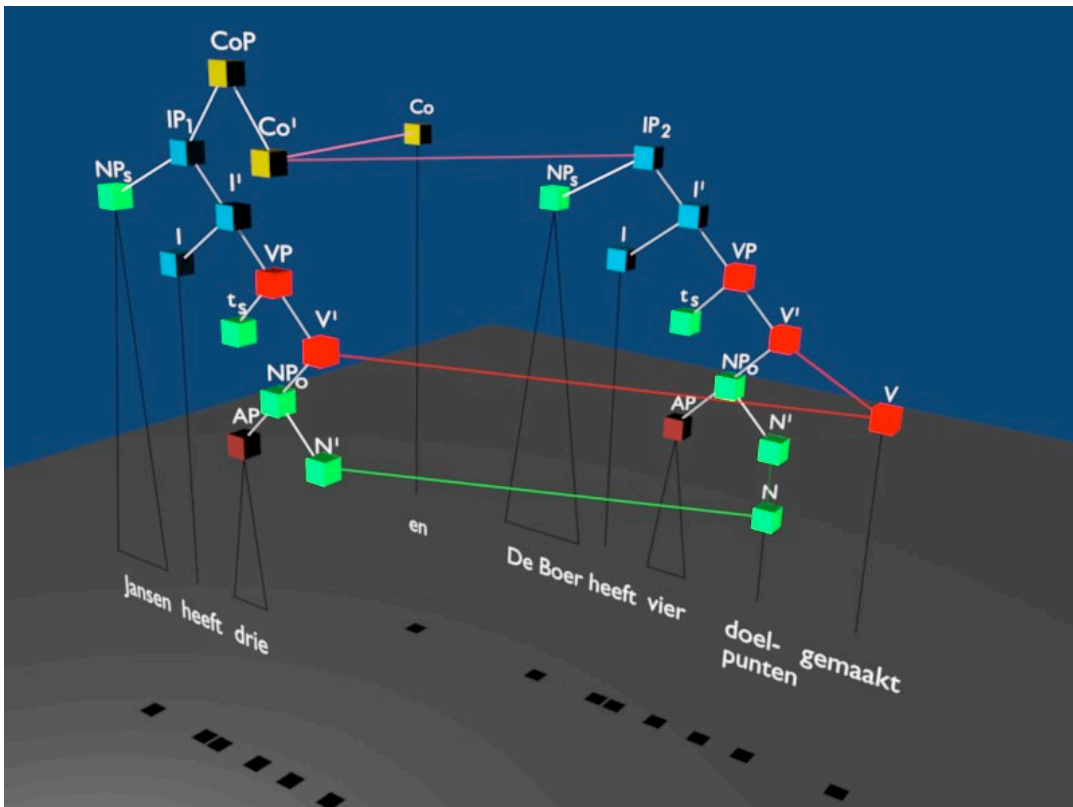
2D+:



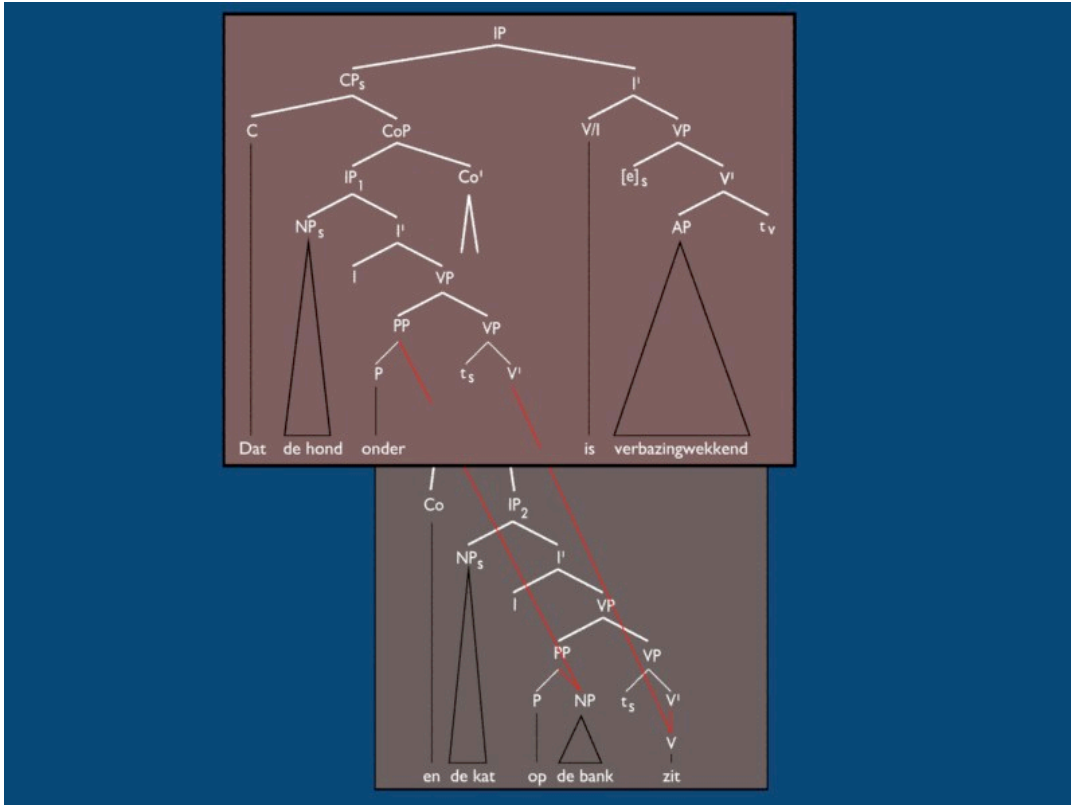
3D:



3D+:



D-vlakken:



Bijlage 5 - Vragenlijst Syntactische structuurtest

Legenda vraagtypen:

- *dom*: Dominantie
- *const*: Constituentie
- *nev*: Nevenschikking
- *par*: Parallellie
- *pd*: Parallele Dominantie

Onderwerp: Coördinatie

Vis-vorm	Questionid	Correct antwoord	Vraagtype	Vraag
2D	1a	nee	const	Is <i>De Boer of De Vries</i> een constituent?
	1b	nee	dom	Wordt <i>Co₂</i> gedomineerd door <i>NP₃</i> ?
	1c	nee	nev	Is <i>NP₁</i> nevenschikt aan <i>NP₃</i> ?
2D+	2a	nee	const	Is <i>zowel de zusjes Jansen als Joop</i> een constituent?
	2b	nee	dom	Wordt <i>NP₂</i> gedomineerd door <i>I'</i> ?
	2c	ja	nev	Is <i>NP₁</i> nevenschikt aan <i>CoP₂</i> ?
3D	3a	ja	dom	Wordt <i>NP₂</i> gedomineerd door <i>CoP₂</i> ?
	2b	nee	const	Is <i>Marie of de broertjes Vos</i> een constituent?
	2c	ja	nev	Is <i>CoP₂</i> nevenschikt aan <i>NP₃</i> ?
3D+	4a	ja	dom	Wordt <i>Co₁</i> gedomineerd door <i>VP</i> ?
	2b	nee	nev	Is <i>NP₂</i> nevenschikt aan <i>NP₃</i> ?
	2c	nee	const	Is <i>Piet en Job</i> een constituent?
D-vlak	5a	ja	dom	Wordt <i>NP₂</i> gedomineerd door <i>CoP₁</i> ?
	5b	ja	nev	Is <i>NP₂</i> nevenschikt aan <i>NP₃</i> ?
	5c	ja	const	Is <i>Anne en Tanne</i> een constituent?

Onderwerp: Right Node Raising

Vis-vorm	Questionid	Correct antwoord	Vraagtype	Vraag
2D	6a	ja	dom	Wordt NP _o gedomineerd door IP ₂ ?
	6b	ja	par	Staan <i>Joop</i> en <i>Klaas</i> in een vergelijkbare positie ten opzichte van <i>partijleider Bos</i> ?
	6c	ja	const	Is <i>Joop haat partijleider Bos</i> een constituent?
2D+	7a	nee	par	Staan <i>de boeken</i> en <i>Tanne</i> in een vergelijkbare positie ten opzichte van <i>overneemt</i> ?
	7b	ja	dom	Wordt V gedomineerd door IP ₁ ?
	7c	ja	const	Is <i>Janne de meubels overneemt</i> een constituent?
3D	8a	nee	par	Staan <i>Jansen</i> en <i>een plant</i> in een vergelijkbare positie ten opzichte van <i>kooft</i> ?
	8b	nee	const	Is <i>Vos een CD</i> een constituent?
	8c	nee	dom	Wordt NP _o gedomineerd door IP ₂ ?
3D+	9a	ja	const	Is <i>Piet het huis erft</i> een constituent?
	9b	ja	dom	Wordt NP _o gedomineerd door IP ₂ ?
	9c	ja	par	Staan <i>Piet</i> en <i>Marie</i> in een vergelijkbare positie ten opzichte van <i>het huis erft</i> ?
D-vlak	10a	nee	const	Is <i>Arno kan</i> een constituent?
	10b	ja	dom	Wordt IP ₃ gedomineerd door CoP ₂ ?
	10c	ja	par	Staan <i>wil</i> en <i>kan</i> in een vergelijkbare positie ten opzichte van <i>de Mont Blanc beklimmen</i> ?

Onderwerp: Non-constituent Right Node Raising

Vis-vorm	Questionid	Correct antwoord	Vraagtype	Vraag
2D	11a	ja	const	Is <i>voor het ontbijt douchen</i> een constituent?
	11b	nee	pd	Worden IP ₁ en Co door dezelfde knopen gedomineerd?
	11c	nee	dom	Wordt V gedomineerd door de PP in het eerste conjunct?
2D+	12a	nee	pd	Worden N en V door dezelfde knopen gedomineerd?
	12b	nee	dom	Wordt N gedomineerd door Det in het eerste conjunct?
	12c	ja	const	Is <i>blauwe mok</i> een constituent?
3D	13a	ja	pd	Worden Co en IP ₂ door dezelfde knopen gedomineerd?
	13b	ja	const	Is <i>voor het voorstel gestemd</i> een constituent?
	13c	ja	dom	Wordt V gedomineerd door Co'?
3D+	14a	nee	pd	Wordt Co' door drie knopen gedomineerd?
	14b	nee	dom	Wordt N gedomineerd door Co?
	14c	ja	const	Is <i>drie doelpunten gemaakt</i> een constituent?
D-vlak	15a	ja	const	Is <i>onder de bank zit</i> een constituent?
	15b	ja	pd	Worden Co en IP ₂ door dezelfde knopen gedomineerd?
	15c	nee	dom	Wordt V gedomineerd door de PP in het eerste conjunct?

Bijlage 6 - Uitleg bestanden testprogramma

Hieronder volgt een beknopte uitleg met betrekking tot de code van het testprogramma. De broncode kan via www.infovis.nl/thesis/ gedownload worden.

index.php

Dit is het begin van het onderzoek. Het onderzoek wordt gestart middels het activeren van een nieuw venster dat gehele scherm bedekt om zo alle aandacht op het onderzoek te laten vestigen.

user.php

Toont overzicht van alle groepen middels query uit database tabel 'group'. Deze gegevens worden in een formulier onder elkaar geplaatst met 'radiobuttons' voor het selecteren van de groep waarbij de respondent hoort.

Indien de respondent de groep 'Taalkundige' selecteert, wordt een subvraag getoond (*Is de syntaxis (gedeeltelijk) uw werkerrein?*). Nadat de respondent een groep heeft geselecteerd wordt de knop 'volgende' actief zodat er naar het volgende scherm gegaan kan worden (user2.php).

user2.php

Toont overzicht van geslacht (man/vrouw) middels een query uit database tabel 'user'. Deze gegevens worden in een formulier onder elkaar geplaatst met 'radiobuttons' voor het selecteren van het geslacht van de respondent.

De door de respondent geselecteerde groep van user.php wordt hier overgenomen.

Toont overzicht van leeftijdsgroepen middels query uit database tabel 'user'. Deze gegevens worden in een formulier onder elkaar geplaatst met 'radiobuttons' voor het selecteren van de leeftijdsgroep waartoe de respondent zich behoort.

Niet zichtbaar voor de gebruiker, worden het IP-adres, Operating System en type browser bepaald. Nadat de respondent een groep heeft geselecteerd wordt de knop 'volgende' actief zodat er naar het volgende scherm gegaan kan worden (toelichting.php).

toelichting.php

Hier wordt het eerst te tonen visualisatie-type bepaald door te kijken naar het totaal aantal respondenten per groep. Vervolgens worden de gegevens van user2.php, inclusief visualisatie-type, middels insert query in database tabel 'user' geplaatst. Tevens wordt in dit scherm de toelichting op het onderzoek getoond. Zodra de respondent de tekst doorgelezen heeft kan er op de knop 'volgende' geklikt worden om naar het volgende scherm te gaan (toelichting2.php).

toelichting2.php

Toont de help uitleg. Zodra de respondent de tekst doorgelezen heeft kan er op de knop 'volgende' geklikt worden om naar het volgende scherm te gaan (visualisatie.php).

visualisatie.php

Toont eerste visualisatie en bijbehorende vraag voor respondent.

Bovenaan het scherm staat de zin vermeld die in de visualisatie getoond wordt. Rechts van deze zin zijn twee knoppen zichtbaar, 'pause' en 'help'. Vervolgens is de visualisatie zichtbaar, met daaronder de bijbehorende vraag en knoppen voor het geven van een antwoord op deze vraag. Zodra de vraag zichtbaar is, zal er een teller lopen die de totale tijd vastlegt die de respondent nodig heeft om de vraag te beantwoorden. Zodra de respondent de vraag beantwoord heeft, wordt de knop 'volgende' actief, waarmee naar het volgende scherm gegaan kan worden

(visualisatie2.php). Na het klikken op deze knop wordt de teller gestopt en worden de gegevens in de database vastgelegd. Vervolgens wordt het volgende scherm (visualisatie2.php) ingeladen.

Pause-functie

Met de pause-knop kan de respondent tijdelijk een pauze inlassen. Bij het activeren van de help-functie worden de getoonde vraaggegevens onzichtbaar middels een zwart gekleurde achtergrond om 'spieken' te voorkomen. Op deze achtergrond worden een korte tekst ter uitleg en een knop 'doorgaan' getoond. Indien de respondent verder wil met het onderzoek, kan er op deze doorgaan-knop geklikt worden om de vraag weer zichtbaar te maken. De tijd dat de respondent de pause-functie geactiveerd heeft, wordt van de totale tijd voor het beantwoorden van de vraag afgetrokken.

Help-functie

De help-knop geeft de reeds in toelichting2.php getoonde help uitleg weer. Bij het activeren van de help-functie worden de getoonde vraaggegevens onzichtbaar middels een zwart gekleurde achtergrond om 'spieken' te voorkomen. Tijdens het gebruik van de help-functie wordt per vraag de totale tijd dat de geactiveerde helpfunctie vastgelegd. Tevens wordt er per vraag gekeken hoe vaak de respondent gebruik heeft gemaakt van de help-functie.

visualisatie2.php

In grote lijnen heeft visualisatie2.php dezelfde functies als visualisatie.php. Het verschil is dat hier de rest van alle vragen worden getoond.

Eerst worden de 1b- en 1c-vragen van 'Coördinatie' afgewerkt om vervolgens random de rest van de vragen in deze categorie te tonen. Zodra alle vragen van deze categorie doorlopen zijn ($\$total_q == 15$), wordt er aan de hand van een check naar de allereerste visualisatievorm van 'Coördinatie' de eerste vraag van 'RNR' bepaald. Hierna wordt weer random de rest van de vragen van deze categorie getoond totdat alles doorlopen is. Vervolgens wordt de eerste visualisatievorm voor de laatste categorie, 'Nonconstituent RNR' bepaald om daarna de rest van de vragen random af te werken. Zodra dit gebeurd is, wordt er vervolgd naar quality.php.

Na elke vraag worden de antwoorden in de database vastgelegd.

quality.php

Dit is het begin van het kwalitatief onderzoek. Hier worden alle afbeeldingen per visualisatievorm in kleinere (*thumbnail*) vorm weergegeven. Indien noodzakelijk kan de respondent op een thumbnail klikken om de afbeelding in ware grootte te bekijken. Onderaan dit overzicht kan de respondent per visualisatievorm (2D, 2D+, 3D, 3D+, D-vlakken) aangeven in hoeverre het inzichtelijk gevonden wordt (zeer goed, goed, redelijk, slecht, zeer slecht). Zodra de respondent de laatste radiobutton geselecteerd heeft, wordt de knop 'volgende' actief, waarmee naar het volgende scherm gegaan kan worden (quality2.php).

quality2.php

Hier wordt de respondent gevraagd of hij/zij opmerkingen heeft met betrekking tot het onderzoek. Er is een tekstvak waarin de respondent maximaal 1000 tekens kan typen. De respondent kan middels de knop 'volgende' verder naar het volgende scherm (end.php), ook als er geen opmerkingen in het tekstvak zijn ingevoerd.

end.php

Dit is het laatste scherm. Hier worden de eventuele opmerkingen in de tabel 'comment' van de database geplaatst. Vervolgens wordt er aangegeven dat dit het einde van het onderzoek is. De respondent wordt bedankt voor zijn/haar medewerking en kan op de knop 'Sluit venster' klikken om het venster te sluiten.

Bijlage 7 - Code randomisatie visualisaties en vragen

Hieronder staat de PHP-code die wordt gebruikt voor het random weergeven van de visualisaties en de bijbehorende vragen.

```
/*
    1. collect the questionid's which contain to this category and which the user already has seen ($seen)
    2. compare this array with all id's of this category (diff())
    3. are there differences, then show id's from this category; take random one of these id's with a new query
    4. are there no differences (sizeof($seen) == sizeof array all id's), then go to next category and go to
    step 1
    5. unless at category 3, redirect to quality.php
*/

// arrays with questionid's (a-numbers) per category
$coord_a = array(1, 4, 7, 10, 13); // Coordinatie
$rnr_a = array(16, 19, 22, 25, 28); // RNR
$noncon_a = array(31, 34, 37, 40, 43); // Nonconstituent RNR

$coord_a = select_questionid('Coordinatie',$coord_a); // determine already answered questions (tmp_answers)

if ( sizeof($coord_a) > 0 ) {
    $r = $coord_a[array_rand($coord_a)]; // get random question category 1
} else {
    // category 3
    $viscategory = "RNR";

    $seen = array();

    $total_q = select_tot_questions('RNR'); // select all questions of category
    if ( $total_q == 0 ) { // if total questions is 0,
        $r = select_questionid2('RNR'); // select first question of category
    } elseif ( $total_q == 15 ) { // if total questions is 15, go to next category
        // category 3
        $viscategory = "Nonconstituent RNR";

        $seen = array();

        $total_q = select_tot_questions('Nonconstituent RNR'); // select all questions of category
        if ( $total_q == 0 ) {
            $r = select_questionid2('Nonconstituent RNR');
        } elseif ( $total_q == 15 ) {
            // all questions have been shown from category 1, 2 en 3: so header(quality.php)
            header('Location: quality.php');
            exit();
        } else {
            // determine already answered questions (tmp_answers)
            $noncon_a = select_questionid('Nonconstituent RNR',$noncon_a);
            if ( sizeof($noncon_a) > 0 ) {
                $r = $noncon_a[array_rand($noncon_a)]; // get random question category 3
            }
        }
    } else {
        $viscategory = "RNR";
        $rnr_a = select_questionid('RNR',$rnr_a); // determine already answered questions (tmp_answers)
        if ( sizeof($rnr_a) > 0 ) {
            $r = $rnr_a[array_rand($rnr_a)]; // get random question category 2
        }
    }
}
}
```

Bijlage 8 - Teksten schermen onderzoek

Tekst openingsscherm:

De syntactische-structuurtest

Deze test vormt het afstudeeronderzoek van Edwin Wildeboer (Informatiekunde). Het sluit aan bij het NWO-project 'The Syntax of Nonsubordination: Parentheses, Appositions and Grafts' (Mark de Vries, Herman Heringa & Marlies Kluck).

Het onderzoek duurt ongeveer een **half uur** tot **een uur**.

Een monitor van minimaal 16 inch en een breedband internetverbinding zijn noodzakelijk voor dit onderzoek.

Klik op de knop 'Begin onderzoek' om het onderzoek in een nieuw venster te openen.

Na enkele korte persoonlijke vragen volgt een nadere toelichting voordat de eigenlijke test van start gaat.

Tekst introductie:

Algemene toelichting op het onderwerp

Elke zin heeft een grammaticale structuur die weergegeven kan worden in een soort boomdiagram. In dit onderzoek testen we de representatie van nevenschikking (coördinatie) zoals in *Jan en Piet* of in *Jan gaat weg en Piet komt terug*. Nevenschikking is een andere relatie dan onderschikking. We willen nagaan of een (semi-)3D-structuur dit inzichtelijk maakt of juist niet. Tegelijkertijd testen we het verschijnsel 'achterwaartse conjunctiereductie'. Een voorbeeld is *Jan kocht __ en Piet verkocht een boek*. Op de plaats van het streepje kun je *een boek* denken. Het lijdend voorwerp (*een boek*) dat je ziet in het tweede gedeelte, wordt als het ware gedeeld door de twee zinnen. Dit zullen we op een speciale manier weergeven in de zinsstructuur.

Procedure

Je krijgt vijftien tamelijk complexe structuren te zien. Ter geruststelling: het is *niet* nodig om die in detail te begrijpen. Over elk van die structuren worden drie korte ja/nee-vragen gesteld. Geef steeds het correcte antwoord. De reactietijd wordt gemeten. Je wordt verzocht niet zomaar te gokken, dus neem de tijd die nodig is en gebruik de "weet niet"-optie alleen als je echt geen flauw idee hebt. Aan het eind wordt ook om een kwalitatieve beoordeling gevraagd (die wordt niet getimed). Hierbij worden nogmaals alle visualisaties in het klein getoond.

Zorg dat je de definities in het volgende scherm goed begrijpt voordat je aan de test begint. De tijd gaat pas in na de uitleg. De uitleg is tijdens de test terug te halen door middel van een helpknop. Daarnaast is het mogelijk om de test tijdelijk stop te zetten middels een pauzeknop.

N.B. Deze proef toetst hypothesen over syntactische visualisatie met behulp van proefpersonen. Daarom kun je hem niet objectief goed of slecht maken. Er is dan ook geen persoonlijke uitslag.

Er zijn dus vijftien maal drie korte vragen (**1a** tot en met **15c**), plus een kwalitatieve beoordeling. De test duurt ongeveer een half uur tot een uur.

Alvast bedankt voor je medewerking!

Inhoud helpfunctie:

DEFINITIES

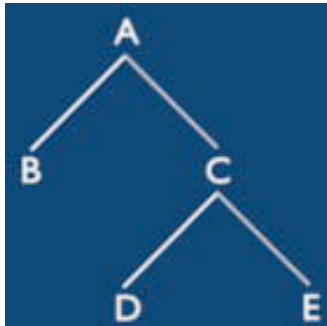
In een boomstructuur betekent:

nevenschikking: in "X en/ of Y" is X *nevengeschiedt* aan Y. X, Y zijn de twee *conjuncten*.

domineren: bevatten, d.w.z. alle knopen die ergens onder hangen.

constituent: een groep. Preciezer: een groep die in zijn geheel door de een of andere knoop X gedomineerd wordt, zodanig dat er geen andere elementen door X gedomineerd worden.

Voorbeeld:



A domineert B, C, D en E.

C domineert D en E.

B, D en E domineren niets.

D en E vormen een constituent (ze zitten samen in C).

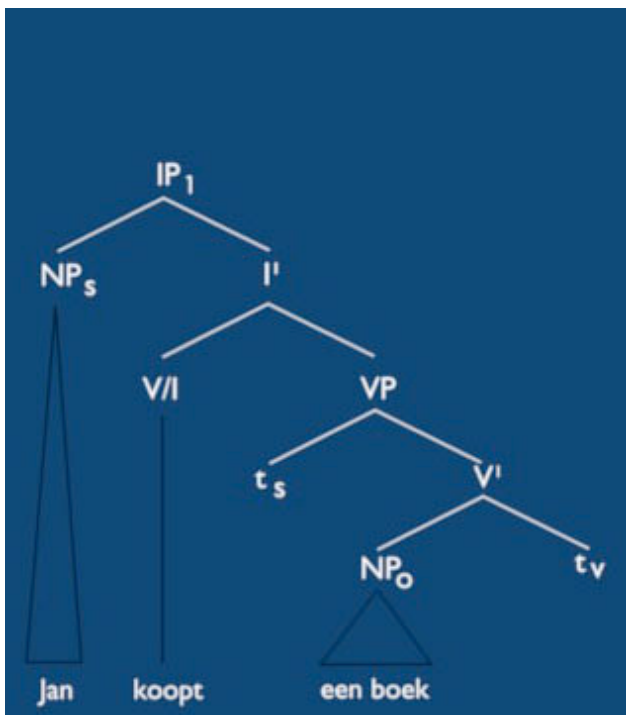
B en D vormen géén constituent (ze zitten niet samen in C, maar ook niet *exclusief* in A, want E maakt ook nog deel uit van A).

N.B. Een praktisch voorbeeld met woorden staat hieronder.

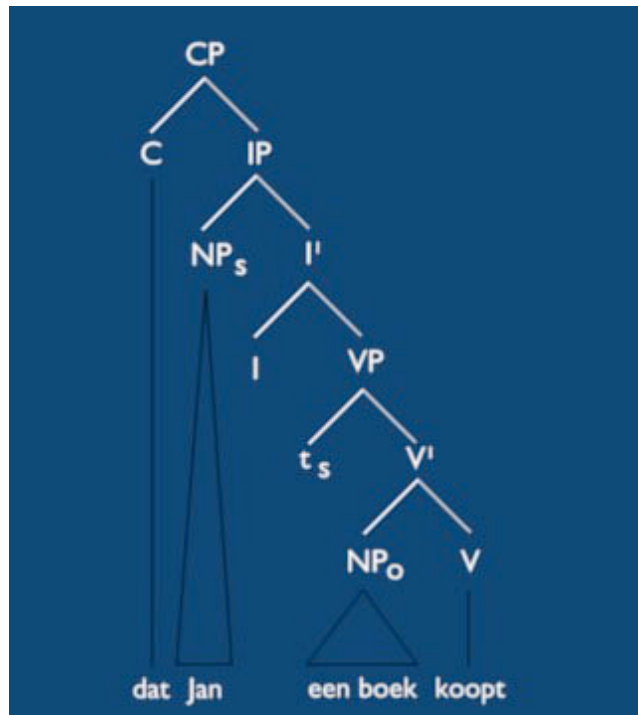
Taalkundige achtergrond

We nemen de volgende, enigszins vereenvoudigde, zinsstructuur aan voor het Nederlands. Het is niet nodig om dit in detail te begrijpen.

Hoofdzin



Bijzin



Voorbeeld bij Hoofdzin i.v.m. de notie constituent:

koopt een boek is een constituent, want er is een knoop die deze woorden domineert, namelijk I', en er worden niet nog andere woorden gedomineerd door I'. (De abstracte knopen t_s en t_v zijn niet relevant als er naar woorden wordt gevraagd.)

Jan koopt is géén constituent, want de enige knoop die deze twee woorden domineert is IP, en IP domineert nog meer woorden, namelijk *een boek*.

Nevenschikking

Voor nevenschikking maken we gebruik van een zogenaamde coördinatorgroep (CoP). In een haakjesstructuur:

[_{CoP} XP₁ [_{Co} Co XP₂]] bv. *Jan en Piet*. Hierin is XP₁ nevenschikt aan XP₂.

(Voor de duidelijkheid: XP₁ is *Jan*, Co is *en*, XP₂ is *Piet*.)

Legenda (voor geïnteresseerden)

N = naamwoord

V = werkwoord

A = bijvoeglijk naamwoord

P = voorzetsel

C = voegwoord

Co = coördinator

Adv = bijwoord

Det = determinator [bv. lidwoord]

I = inflectie [abstract]

XP = groep van het type X (met X = N, V, A, enz.)

t = spoor

[e]_s = lege subjectpositie

subscripts:

s = subject

o = object

v = werkwoord

Tekst einde onderzoek:

Einde van de syntactische-structuurtest

Hartelijke dank voor je deelname aan dit onderzoek!

De gegevens worden gebruikt voor het afstudeeronderzoek van Edwin Wildeboer (Informatiekunde), dat aansluit bij het NWO-project 'The Syntax of Nonsubordination: Parentheses, Appositions and Grafts' (Mark de Vries, Herman Heringa & Marlies Kluck).

Ter herinnering, deze proef toetst hypotheses over syntactische visualisatie. Een persoonlijke uitslag kan daarom niet gegeven worden. Als je belangstelling hebt voor de uitkomsten van het onderzoek in het algemeen, kun je contact opnemen met Edwin Wildeboer.

Klik op de knop 'Sluit venster' om dit venster te sluiten.

Bijlage 9 - Testpersonen, indeling

De testpersonen zijn in de drie onderstaande groepen ingedeeld.

Groep	Aantal personen
Leken (personen zonder taalkundige achtergrond)	17
Studenten (personen met enige taalkundige achtergrond)	18
Experts (personen met taalkundige achtergrond)	11

Aantal testpersonen per groep.

De verhouding van de testpersonen per geslacht wordt in de drie onderstaande tabellen per groep weergegeven. Over het algemeen is de verdeling man/vrouw ongeveer gelijk.

Geslacht	Aantal	Percentage (%)
man	8	47.06
vrouw	9	52.94
Totaal	17	100

Aantal leken, indeling per geslacht.

Geslacht	Aantal	Percentage (%)
man	9	50
vrouw	9	50
Totaal	18	100

Aantal studenten, indeling per geslacht.

Geslacht	Aantal	Percentage (%)
man	5	45.45
vrouw	6	54.55
Totaal	11	100

Aantal experts, indeling per geslacht.

Bijlage 10 - Testpersonen, indeling in leeftijdsgroepen

Leeftijd	Aantal	Percentage (%)
< 20	3	17.65
20-29	7	41.18
30-39	5	29.41
40-49		
50-59		
> 59	2	11.76
Totaal	17	100

Aantal leken per leeftijdscategorie.

Leeftijd	Aantal	Percentage (%)
< 20	2	11.11
20-29	16	88.89
30-39		
40-49		
50-59		
> 59		
Totaal	18	100

Aantal studenten per leeftijdscategorie.

Leeftijd	Aantal	Percentage (%)
< 20		
20-29	2	18.18
30-39	1	9.09
40-49	2	18.18
50-59	3	27.27
> 59	3	27.27
Totaal	11	100

Aantal experts per leeftijdscategorie.

Bijlage 11 - Antwoorden

Antwoorden Leken

questionid	questionname	questiontype	vishtype	correct	answer	Userid32	Userid35	Userid37	Userid38	Userid45	Userid49	Userid51	Userid52	Userid53	Userid54	Userid55	Userid56	Userid57	Userid58	Userid60	Userid62	Userid64
1	1a	const	2D	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	ja	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee
2	1b	dom	2D	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	ja	nee	ja	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee
3	1c	nev	2D	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja
4	2a	const	2D+	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee
5	2b	dom	2D+	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee
6	2c	nev	2D+	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee
7	3a	dom	3D	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja
8	3b	const	3D	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee
9	3c	nev	3D	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja
10	4a	dom	3D+	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja
11	4b	nev	3D+	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee
12	4c	const	3D+	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee
13	5a	dom	D-vakken	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja
14	5b	nev	D-vakken	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja
15	5c	const	D-vakken	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee
16	6a	dom	2D	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee
17	6b	par	2D	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja
18	6c	const	2D	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja
19	7a	par	2D+	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee
20	7b	dom	2D+	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja
21	7c	const	2D+	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja
22	8a	par	3D	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee
23	8b	const	3D	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee
24	8c	dom	3D	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee
25	9a	const	3D+	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee
26	9b	dom	3D+	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja
27	9c	par	3D+	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja
28	10a	const	D-vakken	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee
29	10b	dom	D-vakken	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja
30	10c	par	D-vakken	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja
31	11a	const	2D	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja
32	11b	pd	2D	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee
33	11c	dom	2D	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee
34	12a	pd	2D+	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee
35	12b	dom	2D+	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee
36	12c	const	2D+	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja
37	13a	pd	3D	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja
38	13b	const	3D	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja
39	13c	dom	3D	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja
40	14a	pd	3D+	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee
41	14b	dom	3D+	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee
42	14c	const	3D+	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja
43	15a	const	D-vakken	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja
44	15b	pd	D-vakken	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja
45	15c	dom	D-vakken	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee

Antwoorden Studenten

questionid	questionname	questiontype	vistype	correct	answer	Userid1	Userid2	Userid3	Userid4	Userid5	Userid6	Userid7	Userid8	Userid9	Userid10	Userid11	Userid12	Userid13	Userid14	Userid15	Userid36	Userid48	Userid67
1	1a	const	2D	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee
2	1b	const	2D	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee
3	1c	nev	2D	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee
4	2a	const	2D+	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee
5	2b	dom	2D+	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee
6	2c	nev	2D+	ja	ja	ja	ja	ja	ja	weetniet	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	nee	nee	nee	nee	nee	ja
7	3a	dom	3D	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	nee	nee	nee	nee	nee	ja
8	3b	const	3D	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee
9	3c	nev	3D	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja
10	4a	dom	3D+	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja
11	4b	nev	3D+	nee	ja	ja	nee	nee	ja	ja	ja	nee	ja	nee	nee	nee	nee	ja	ja	nee	ja	ja	ja
12	4c	const	3D+	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee
13	5a	dom	D-vlakken	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	nee	nee	nee	nee	nee	ja
14	5b	nev	D-vlakken	ja	nee	ja	ja	ja	ja	nee	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	nee	nee	nee	nee	ja
15	5c	const	D-vlakken	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	nee	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja
16	6a	dom	2D	ja	ja	nee	ja	nee	ja	weetniet	ja	ja	nee	nee	ja	nee	ja	nee	ja	ja	ja	nee	weetniet
17	6b	par	2D	ja	ja	ja	ja	nee	nee	weetniet	ja	ja	nee	nee	ja	ja	nee	ja	ja	ja	ja	ja	nee
18	6c	const	2D	ja	nee	nee	nee	nee	nee	nee	ja	ja	nee	nee	nee	nee	ja	nee	nee	ja	ja	ja	nee
19	7a	par	2D+	nee	nee	nee	nee	nee	nee	weetniet	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	weetniet	nee	nee	nee	nee	nee
20	7b	dom	2D+	ja	nee	nee	nee	nee	ja	weetniet	ja	ja	nee	nee	ja	nee	ja	nee	nee	nee	nee	nee	ja
21	7c	const	2D+	ja	nee	nee	nee	nee	nee	nee	ja	ja	nee	nee	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja
22	8a	par	3D	nee	ja	ja	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	ja	nee
23	8b	const	3D	nee	nee	nee	nee	nee	nee	ja	ja	nee	nee	nee	ja	ja	nee	ja	ja	ja	ja	ja	ja
24	8c	dom	3D	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	ja	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee
25	9a	const	3D+	ja	nee	nee	nee	nee	ja	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee
26	9b	const	3D+	ja	nee	nee	nee	nee	ja	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee
27	9c	par	3D+	ja	nee	nee	nee	nee	ja	weetniet	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	nee	ja	ja	ja	ja	nee
28	10a	const	D-vlakken	nee	ja	ja	ja	ja	ja	nee	nee	nee	nee	nee	ja	nee	nee	nee	ja	nee	nee	ja	nee
29	10b	dom	D-vlakken	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja
30	10c	par	D-vlakken	ja	nee	nee	nee	nee	ja	weetniet	ja	ja	ja	ja	ja	ja	nee	ja	ja	ja	ja	ja	nee
31	11a	const	2D	ja	nee	nee	nee	nee	nee	nee	ja	ja	ja	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee
32	11b	pd	2D	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee
33	11c	dom	2D	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	ja	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee
34	12a	pd	2D+	nee	nee	nee	nee	nee	nee	weetniet	nee	nee	nee	nee	ja	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee
35	12b	dom	2D+	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee
36	12c	const	2D+	ja	nee	nee	nee	nee	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja
37	13a	pd	3D	ja	nee	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja
38	13b	const	3D	ja	nee	nee	nee	nee	ja	ja	ja	ja	ja	ja	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	ja
39	13c	dom	3D	ja	nee	nee	nee	nee	ja	nee	ja	ja	nee	nee	ja	ja	ja	nee	nee	nee	nee	nee	ja
40	14a	pd	3D+	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee
41	14b	dom	3D+	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee
42	14c	const	3D+	ja	nee	nee	nee	nee	ja	ja	ja	ja	ja	ja	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	ja	nee
43	15a	const	D-vlakken	ja	nee	nee	nee	nee	ja	nee	ja	ja	ja	ja	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	ja	ja
44	15b	pd	D-vlakken	ja	ja	ja	ja	ja	ja	weetniet	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja
45	15c	dom	D-vlakken	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee

Antwoorden Experts

questionid	questionname	questiontype	vistype	correct	answer	Userid17	Userid18	Userid20	Userid21	Userid23	Userid25	Userid29	Userid30	Userid41	Userid46	Userid50
1	1a	const	2D	nee	nee	nee	nee	ja	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee
2	1b	dom	2D	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee
3	1c	nev	2D	nee	nee	nee	nee	ja	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee
4	2a	const	2D+	nee	nee	nee	nee	ja	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee
5	2b	dom	2D+	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee
6	2c	nev	2D+	ja	ja	ja	ja	weet niet	nee	nee	nee	ja	nee	ja	ja	ja
7	3a	dom	3D	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	nee	ja	ja	ja	ja	ja
8	3b	const	3D	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee
9	3c	nev	3D	ja	ja	ja	ja	nee	ja	ja	nee	ja	nee	ja	ja	ja
10	4a	dom	3D+	ja	weet niet	weet niet	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja
11	4b	nev	3D+	nee	nee	weet niet	nee	nee	nee	nee	nee	nee	ja	nee	nee	nee
12	4c	const	3D+	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee
13	5a	dom	D-vlakken	ja	nee	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja
14	5b	nev	D-vlakken	ja	ja	nee	ja	ja	ja	ja	ja	ja	nee	ja	ja	ja
15	5c	const	D-vlakken	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja
16	6a	dom	2D	ja	ja	ja	ja	nee	nee	ja	ja	nee	ja	ja	ja	ja
17	6b	par	2D	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja
18	6c	const	2D	ja	ja	ja	ja	nee	nee	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja
19	7a	par	2D+	nee	nee	nee	nee	nee	ja	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee
20	7b	dom	2D+	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja
21	7c	const	2D+	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja
22	8a	par	3D	nee	nee	nee	nee	weet niet	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee
23	8b	const	3D	nee	nee	nee	nee	nee	ja	nee	nee	ja	nee	nee	nee	nee
24	8c	dom	3D	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	ja	nee	nee	nee	nee	nee
25	9a	const	3D+	ja	ja	ja	ja	weet niet	nee	nee	ja	ja	nee	ja	ja	ja
26	9b	dom	3D+	ja	ja	ja	ja	nee	ja	ja	ja	ja	ja	nee	ja	ja
27	9c	par	3D+	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	nee	ja	ja	ja
28	10a	const	D-vlakken	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	ja	nee	nee	nee
29	10b	dom	D-vlakken	ja	weet niet	ja	ja	ja	ja	ja	ja	nee	ja	nee	ja	ja
30	10c	par	D-vlakken	ja	ja	ja	ja	ja	nee	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja
31	11a	const	2D	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja
32	11b	pd	2D	nee	nee	nee	nee	ja	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee
33	11c	dom	2D	nee	nee	nee	nee	ja	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee
34	12a	pd	2D+	nee	nee	nee	nee	ja	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee
35	12b	dom	2D+	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee
36	12c	const	2D+	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja
37	13a	pd	3D	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja
38	13b	const	3D	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja
39	13c	dom	3D	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	nee	ja	ja	ja
40	14a	pd	3D+	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee
41	14b	dom	3D+	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee
42	14c	const	3D+	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	nee	ja	ja	ja
43	15a	const	D-vlakken	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja
44	15b	pd	D-vlakken	ja	weet niet	ja	ja	ja	ja	ja	weet niet	ja	weet niet	ja	ja	ja
45	15c	dom	D-vlakken	nee	nee	nee	nee	ja	nee	nee	nee	nee	ja	nee	nee	nee

Bijlage 12 - Foute antwoorden

Indeling vragen

Tijdens het experiment zijn totaal 45 vragen gesteld, die een onderverdeling in categorieën (*Subject*), vraagtype (*Qtype*) en visualisatietype (*Vistype*) hebben. Er zijn 3 categorieën, *Coördinatie*, *Right Node Raising (RNR)* en *Non-constituent RNR*, die elk 15 vragen bevatten. De vraagtypen zijn *Constituentie (const, 15 vrg.)*, *Dominantie (dom, 15 vrg)*, *Nevenschikking (nev, 5 vrg)*, *Parallellie (par, 5 vrg)* en *Parallele Dominantie (pd, 5 vrg)*.

Bepalen aantal foute antwoorden & bijbehorende percentages

Voor het bepalen van de uiteindelijke percentages foute antwoorden dient eerst per visualisatietype het maximum aantal door een groep te maken fouten te worden vastgesteld.

Berekening totaal:

Het totaal aantal mogelijke fouten per visualisatietype (per groep) is als volgt berekend:
 $(45 \text{ vragen} / 5 \text{ visualisatietypen}) * \text{aantal deelnemers in de groep}$.

Berekening per categorie:

Inzake de onderverdeling per categorie is de berekening:
 $((45 \text{ vragen} / 5 \text{ visualisatietypen}) * \text{aantal deelnemers in de groep}) / 3 \text{ categorieën}$.

Berekening per vraagtype:

Wat de indeling per vraagtype betreft, hier is sprake van een verschil in het aantal vragen per vraagtype. Voor *Constituentie (const)* en *Dominantie (dom)* geldt dat hier in totaal 15 vragen worden gesteld. De berekening van het aantal mogelijke fouten per visualisatietype (per groep) is hier:
 $15 \text{ vragen} * \text{aantal deelnemers in de groep}$.

De categorieën *Nevenschikking (nev)*, *Parallellie (par)* en *Parallele Dominantie (pd)* bevatten per visualisatietype echter één vraag. De berekening is hier dus:

$1 \text{ vraag} * \text{het aantal deelnemers in de groep}$.

De combinatie van *Nevenschikking (nev)*, *Parallellie (par)* en *Parallele Dominantie (pd)*, genaamd *Nev+Par+PD*, is een opsomming van deze drie categorieën.

Berekening per categorie per vraagtype:

Inzake de onderverdeling per categorie per vraagtype kan vastgesteld worden dat een visualisatietype hier slechts één maal voorkomt. De berekening is dan hier:
het aantal deelnemers in de groep.

Berekening percentages aantal foute antwoorden:

De berekening van de percentages aantal foute antwoorden is als volgt:
 $(\text{het totaal aantal door een groep gemaakte fouten bij een visalisatetype} / \text{het maximum aantal door een groep te maken fouten}) * 100$.

Aantal foute antwoorden per vraag

Qid	Qname	Qtype	Vistype	Subject	Stud.	Leken	Experts	Totaal
1	1a	const	2D	Coördinatie	1	2	1	4
2	1b	dom	2D	Coördinatie	1	2		3
3	1c	nev	2D	Coördinatie	6	14	3	23
4	2a	const	2D+	Coördinatie		2	1	3
5	2b	dom	2D+	Coördinatie		2		2
6	2c	nev	2D+	Coördinatie	11	11	5	27
7	3a	dom	3D	Coördinatie	1	4	1	6
8	3b	const	3D	Coördinatie		2		2
9	3c	nev	3D	Coördinatie	11	13	4	28
10	4a	dom	3D+	Coördinatie		1	2	3
11	4b	nev	3D+	Coördinatie	8	9	2	19
12	4c	const	3D+	Coördinatie		5		5
13	5a	dom	D-vlakken	Coördinatie	2		1	3
14	5b	nev	D-vlakken	Coördinatie	8	7	2	17
15	5c	const	D-vlakken	Coördinatie	2	5		7
16	6a	dom	2D	RNR	10	9	3	22
17	6b	par	2D	RNR	5	5	1	11
18	6c	const	2D	RNR	13	8	2	23
19	7a	par	2D+	RNR	2	2	1	5
20	7b	dom	2D+	RNR	9	5	1	15
21	7c	const	2D+	RNR	5	5		10
22	8a	par	3D	RNR	3	4	1	8
23	8b	const	3D	RNR	12	11	3	26
24	8c	dom	3D	RNR	1	2	2	5
25	9a	const	3D+	RNR	14	6	3	23
26	9b	dom	3D+	RNR	12	10	3	25
27	9c	par	3D+	RNR	5	5	1	11
28	10a	const	D-vlakken	RNR	8	4	1	13
29	10b	dom	D-vlakken	RNR		1	2	3
30	10c	par	D-vlakken	RNR	6	2	1	9
31	11a	const	2D	Non-constituent RNR	7	7		14
32	11b	pd	2D	Non-constituent RNR	1	5	1	7
33	11c	dom	2D	Non-constituent RNR	2	2	2	6
34	12a	pd	2D+	Non-constituent RNR	2	6	2	10
35	12b	dom	2D+	Non-constituent RNR	4			4
36	12c	const	2D+	Non-constituent RNR	3	1		4
37	13a	pd	3D	Non-constituent RNR		2		2
38	13b	const	3D	Non-constituent RNR	9	9		18
39	13c	dom	3D	Non-constituent RNR	6	4	1	11
40	14a	pd	3D+	Non-constituent RNR		1		1
41	14b	dom	3D+	Non-constituent RNR	2	4		6
42	14c	const	3D+	Non-constituent RNR	9	8	1	18
43	15a	const	D-vlakken	Non-constituent RNR	7	9		16
44	15b	pd	D-vlakken	Non-constituent RNR	2	6	3	11
45	15c	dom	D-vlakken	Non-constituent RNR		4	2	6

Aantal foute antwoorden per vraag (totaal & per categorie)

<u>Aantal deelnemers per groep</u>	18 Studenten	17 Leken	11 Experts	46 Totaal
2d	46	54	13	113
2d+	36	34	10	80
3d	43	51	12	106
3d+	50	49	12	111
D-vlakken	35	38	12	85

Aant. Mog. Fouten per Vistype 162 153 99 414

Coördinatie

2d	8	18	4	30
2d+	11	15	6	32
3d	12	19	5	36
3d+	8	15	4	27
D-vlakken	12	12	3	27

Aant. Mog. Fouten per Vistype 54 51 33 138

RNR

2d	28	22	6	56
2d+	16	12	2	30
3d	16	17	6	39
3d+	31	21	7	59
D-vlakken	14	7	4	25

Aant. Mog. Fouten per Vistype 54 51 33 138

Non-con. RNR

2d	10	14	3	27
2d+	9	7	2	18
3d	15	15	1	31
3d+	11	13	1	25
D-vlakken	9	19	5	33

Aant. Mog. Fouten per Vistype 54 51 33 138

Aantal foute antwoorden per vraag (per vraagtype)

<u>Const</u>	18 Studenten	17 Leken	11 Experts	46 Totaal
2d	18	18	4	40
2d+	8	8	1	17
3d	21	22	3	46
3d+	23	19	4	46
D-vlakken	17	18	1	36

Aant. Mog. Fouten per Vistype 54 51 33 138

<u>Dom</u>				
2d	13	13	5	31
2d+	13	7	1	21
3d	8	10	4	22
3d+	14	15	5	34
D-vlakken	2	5	5	12

Aant. Mog. Fouten per Vistype 54 51 33 138

<u>Nev</u>				
2d	6	14	3	23
2d+	11	11	5	27
3d	11	13	4	28
3d+	8	9	2	19
D-vlakken	8	7	2	17

Aant. Mog. Fouten per Vistype 18 17 11 46

<u>Par</u>				
2d	5	5	1	11
2d+	2	2	1	5
3d	3	4	1	8
3d+	5	5	1	11
D-vlakken	6	2	1	9

Aant. Mog. Fouten per Vistype 18 17 11 46

<u>Pd</u>				
2d	1	5	1	7
2d+	2	6	2	10
3d	0	2	0	2
3d+	0	1	0	1
D-vlakken	2	6	3	11

Aant. Mog. Fouten per Vistype 18 17 11 46

<u>Nev+Par+Pd</u>				
2d	12	24	5	41
2d+	15	19	8	42
3d	14	19	5	38
3d+	13	15	3	31
D-vlakken	16	15	6	37

Aant. Mog. Fouten per Vistype 54 51 33 138

Aantal foute antwoorden per vraag (per categorie, per vraagtype)

Coördinatie

<u>Const</u>	18 Studenten	17 Leken	11 Experts	46 Totaal
2d	1	2	1	4
2d+	0	2	1	3
3d	0	2	0	2
3d+	0	5	0	5
D-vlakken	2	5	0	7

Aant. Mog. Fouten per Vistype 18 17 11 46

Dom

2d	1	2	0	3
2d+	0	2	0	2
3d	1	4	1	6
3d+	0	1	2	3
D-vlakken	2	0	1	3

Aant. Mog. Fouten per Vistype 18 17 11 46

Nev

2d	6	14	3	23
2d+	11	11	5	27
3d	11	13	4	28
3d+	8	9	2	19
D-vlakken	8	7	2	17

Aant. Mog. Fouten per Vistype 18 17 11 46

RNR

<u>Const</u>	18 Studenten	17 Leken	11 Experts	46 Totaal
2d	13	8	2	23
2d+	5	5	0	10
3d	12	11	3	26
3d+	14	6	3	23
D-vlakken	8	4	1	13

Aant. Mog. Fouten per Vistype 18 17 11 46

Dom

2d	10	9	3	22
2d+	9	5	1	15
3d	1	2	2	5
3d+	12	10	3	25
D-vlakken	0	1	2	3

Aant. Mog. Fouten per Vistype 18 17 11 46

Par

2d	5	5	1	11
2d+	2	2	1	5
3d	3	4	1	8
3d+	5	5	1	11
D-vlakken	6	2	1	9

Aant. Mog. Fouten per Vistype 18 17 11 46

Aantal foute antwoorden per vraag (per categorie, per vraagtype)

Non-con. RNR

Const

2d	7	7	0	14
2d+	3	1	0	4
3d	9	9	0	18
3d+	9	8	1	18
D-vlakken	7	9	0	16

Aant. Mog. Fouten per Vistype 18 17 11 46

Dom

2d	2	2	2	6
2d+	4	0	0	4
3d	6	4	1	11
3d+	2	4	0	6
D-vlakken	0	4	2	6

Aant. Mog. Fouten per Vistype 18 17 11 46

Pd

2d	1	5	1	7
2d+	2	6	2	10
3d	0	2	0	2
3d+	0	1	0	1
D-vlakken	2	6	3	11

Aant. Mog. Fouten per Vistype 18 17 11 46

Percentages aantal foute antwoorden per vraag (totaal & per categorie)

Percentages

<i>Fouten totaal</i>	18 Studenten	17 Leken	11 Experts	46 Totaal
2d	28.4	35.29	13.13	27.29
2d+	22.22	22.22	10.1	19.32
3d	26.54	33.33	12.12	25.6
3d+	30.86	32.03	12.12	26.81
D-vlakken	21.6	24.84	12.12	20.53

Coördinatie

2d	14.81	35.29	12.12	21.74
2d+	20.37	29.41	18.18	23.19
3d	22.22	37.25	15.15	26.09
3d+	14.81	29.41	12.12	19.57
D-vlakken	22.22	23.53	9.09	19.57

RNR

2d	51.85	43.14	18.18	40.58
2d+	29.63	23.53	6.06	21.74
3d	29.63	33.33	18.18	28.26
3d+	57.41	41.18	21.21	42.75
D-vlakken	25.93	13.73	12.12	18.12

Non-con. RNR

2d	18.52	27.45	9.09	19.57
2d+	16.67	13.73	6.06	13.04
3d	27.78	29.41	3.03	22.46
3d+	20.37	25.49	3.03	18.12
D-vlakken	16.67	37.25	15.15	23.91

Percentages aantal foute antwoorden per vraag (per vraagtype)

Const	18 Studenten	17 Leken	11 Experts	46 Totaal
2d	33.33	35.29	12.12	28.99
2d+	14.81	15.69	3.03	12.32
3d	38.89	43.14	9.09	33.33
3d+	42.59	37.25	12.12	33.33
D-vlakken	31.48	35.29	3.03	26.09

Dom

2d	24.07	25.49	15.15	22.46
2d+	24.07	13.73	3.03	15.22
3d	14.81	19.61	12.12	15.94
3d+	25.93	29.41	15.15	24.64
D-vlakken	3.7	9.8	15.15	8.7

Nev

2d	33.33	82.35	27.27	50
2d+	61.11	64.71	45.45	58.7
3d	61.11	76.47	36.36	60.87
3d+	44.44	52.94	18.18	41.3
D-vlakken	44.44	41.18	18.18	36.96

Par

2d	27.78	29.41	9.09	23.91
2d+	11.11	11.76	9.09	10.87
3d	16.67	23.53	9.09	17.39
3d+	27.78	29.41	9.09	23.91
D-vlakken	33.33	11.76	9.09	19.57

Pd

2d	5.56	29.41	9.09	15.22
2d+	11.11	35.29	18.18	21.74
3d	0	11.76	0	4.35
3d+	0	5.88	0	2.17
D-vlakken	11.11	35.29	27.27	23.91

Nev+Par+Pd

2d	22.22	47.06	15.15	29.71
2d+	27.78	37.25	24.24	30.43
3d	25.93	37.25	15.15	27.54
3d+	24.07	29.41	9.09	22.46
D-vlakken	29.63	29.41	18.18	26.81

Perc. aantal foute antwoorden per vraag (per categorie, per vraagtype)

Coördinatie

Const	18 Studenten	17 Leken	11 Experts	46 Totaal
2d	5.56	11.76	9.09	8.7
2d+	0	11.76	9.09	6.52
3d	0	11.76	0	4.35
3d+	0	29.41	0	10.87
D-vlakken	11.11	29.41	0	15.22

Dom

2d	5.56	11.76	0	6.52
2d+	0	11.76	0	4.35
3d	5.56	23.53	9.09	13.04
3d+	0	5.88	18.18	6.52
D-vlakken	11.11	0	9.09	6.52

Nev

2d	33.33	82.35	27.27	50
2d+	61.11	64.71	45.45	58.7
3d	61.11	76.47	36.36	60.87
3d+	44.44	52.94	18.18	41.3
D-vlakken	44.44	41.18	18.18	36.96

RNR

Const	18 Studenten	17 Leken	11 Experts	46 Totaal
2d	72.22	47.06	18.18	50
2d+	27.78	29.41	0	21.74
3d	66.67	64.71	27.27	56.52
3d+	77.78	35.29	27.27	50
D-vlakken	44.44	23.53	9.09	28.26

Dom

2d	55.56	52.94	27.27	47.83
2d+	50	29.41	9.09	32.61
3d	5.56	11.76	18.18	10.87
3d+	66.67	58.82	27.27	54.35
D-vlakken	0	5.88	18.18	6.52

Par

2d	27.78	29.41	9.09	23.91
2d+	11.11	11.76	9.09	10.87
3d	16.67	23.53	9.09	17.39
3d+	27.78	29.41	9.09	23.91
D-vlakken	33.33	11.76	9.09	19.57

Perc. aantal foute antwoorden per vraag (per categorie, per vraagtype)

Non-con. RNR

Const

2d	38.89	41.18	0	30.43
2d+	16.67	5.88	0	8.7
3d	50	52.94	0	39.13
3d+	50	47.06	9.09	39.13
D-vlakken	38.89	52.94	0	34.78

Dom

2d	11.11	11.76	18.18	13.04
2d+	22.22	0	0	8.7
3d	33.33	23.53	9.09	23.91
3d+	11.11	23.53	0	13.04
D-vlakken	0	23.53	18.18	13.04

Pd

2d	5.56	29.41	9.09	15.22
2d+	11.11	35.29	18.18	21.74
3d	0	11.76	0	4.35
3d+	0	5.88	0	2.17
D-vlakken	11.11	35.29	27.27	23.91

Bijlage 13 - Uitleg berekening interkwartielafstand

Voor de statistische toetsing van de antwoordtijden dienen eerst *uitschieters* te worden verwijderd zodat ze op de resultaten geen invloed kunnen hebben. Uitschieters zijn waarden die buiten een bepaalde grens liggen. Het is gebruikelijk dat de uitschieters met behulp van de *interkwartielafstand* over de gehele dataset worden berekend (de interkwartielafstand is een maat voor de afstand tussen bepaalde delen van de dataset). Om in het onderzoek uitschieters te verwijderen, is in plaats van over het geheel, per vraag de *interkwartielafstand* berekend. De reden voor het bepalen van de interkwartielafstand per vraag is dat de 45 vragen in het onderzoek een verschillende moeilijkheidsgraad hebben. Voor bepaalde vragen kunnen de deelnemers er namelijk langer over doen om deze te beantwoorden, dan voor andere vragen.

De interkwartielafstand van de 45 vragen is bepaald aan de hand van de *percentielen*. Een percentiel is elk van de punten die een numeriek geordende verzameling in honderd gelijke delen splitsen. Voor de het berekenen van de interkwartielafstand dient gebruik te worden gemaakt van de 25ste en 75ste percentiel. Deze zijn nodig voor het bepalen van de uiterste waarden.

Aan de hand van deze gegevens kunnen de interkwartielafstanden (IKA) van alle 45 vragen berekend worden. De berekening is als volgt $IKA = (Q3 - Q1) * 1.5$. Q3 is hier de waarde van de 75ste percentiel en Q1 staat voor 25ste percentiel.

De percentielwaarden zijn vervolgens gebruikt om tot een berekening te komen. Deze berekening is door het statistiekprogramma SPSS gebruikt om de uitschieters vervolgens uit het bestand te verwijderen. De uitschieters buiten de grens van 1.5 maal de interkwartielafstand zijn nu buitengesloten. Overige uitschieters blijven in de data zitten, aangezien deze zich binnen de gestelde grenzen bevinden.

Bijlage 14 - Antwoordtijden

De grijsgekleurde cijfers in de onderstaande tabellen zijn de uitschieters.

Antwoordtijden per vraag Leken

Old	Qname	Vistype	Qtype	Subject	Usertid32	Usertid35	Usertid37	Usertid38	Usertid39	Usertid45	Usertid49	Usertid51	Usertid52	Usertid53	Usertid54	Usertid55	Usertid56	Usertid57	Usertid58	Usertid60	Usertid64
1	1a	2D	const	Coördinatie	64.672	8.969	9.735	30.841	19.985	24.500	53.954	19.516	27.735	50.222	91.860	21.640	17.500	143.579	24.907	24.907	22.501
2	1b	2D	dom	Coördinatie	15.703	11.141	15.219	30.675	13.928	12.969	38.686	31.562	59.844	38.686	70.529	24.610	20.750	70.219	22.391	36.281	20.345
3	1c	2D	nev	Coördinatie	47.390	12.078	13.453	15.422	13.969	16.359	64.797	28.844	68.031	86.004	38.094	115.290	17.265	19.406	13.110	62.907	50.626
4	2a	2D+	const	Coördinatie	21.047	12.516	11.234	25.656	17.052	16.707	67.929	60.329	30.900	30.900	25.100	44.640	63.297	19.375	19.375	62.797	30.142
5	2b	2D+	dom	Coördinatie	9.891	16.265	10.875	19.888	13.063	17.625	52.734	250.031	75.141	35.662	41.750	21.480	52.963	48.600	16.718	18.375	44.705
6	2c	2D+	nev	Coördinatie	13.234	19.278	17.906	22.234	15.875	41.438	32.453	181.110	45.151	84.112	45.750	60.750	20.298	48.687	11.578	87.921	22.798
7	3a	3D	dom	Coördinatie	28.016	20.397	19.391	40.875	63.297	29.437	27.750	62.312	76.016	80.746	26.959	19.920	17.265	58.234	44.141	95.141	18.136
8	3b	3D	const	Coördinatie	17.703	17.881	11.297	41.531	67.959	37.078	30.890	44.922	38.105	26.638	21.993	19.710	26.719	34.171	17.516	113.078	22.328
9	3c	3D	nev	Coördinatie	15.052	15.141	25.609	14.656	64.328	44.959	45.063	30.218	83.406	30.218	69.370	42.517	72.870	20.187	20.038	22.438	51.674
10	4a	3D+	dom	Coördinatie	34.898	18.125	13.000	43.375	34.553	39.500	41.406	74.188	39.204	62.510	41.972	62.050	42.157	81.281	63.125	63.516	48.329
11	4b	3D+	nev	Coördinatie	42.875	74.703	20.734	53.990	15.328	13.962	49.141	53.375	57.140	70.221	62.959	23.460	39.329	45.161	59.031	23.296	43.882
12	4c	3D+	const	Coördinatie	53.218	13.503	19.844	24.485	21.360	23.016	8.672	43.765	44.937	92.232	40.812	16.750	29.063	8.094	23.672	40.125	34.189
13	5a	D-vlakken	dom	Coördinatie	74.843	12.900	14.625	60.625	26.703	43.485	37.609	75.672	66.297	87.266	35.078	77.000	30.610	99.031	31.551	27.843	21.500
14	5b	D-vlakken	nev	Coördinatie	9.750	27.859	8.094	11.250	14.695	22.485	24.343	27.656	34.735	36.132	58.297	28.070	13.515	47.797	17.750	33.625	18.344
15	5c	D-vlakken	const	Coördinatie	17.641	16.359	24.988	13.750	24.047	18.078	5.078	80.984	27.578	40.038	74.962	12.250	18.235	17.391	13.562	69.078	13.963
16	6a	2D	dom	RNR	28.484	21.281	14.984	68.016	17.375	20.344	45.063	91.719	42.016	77.962	54.516	37.780	26.900	85.750	25.907	41.250	41.080
17	6b	2D	par	RNR	22.047	50.422	17.219	34.422	11.937	28.234	35.265	48.265	96.594	61.018	31.547	45.810	35.797	32.078	37.937	31.766	41.950
18	6c	2D	const	RNR	16.125	24.578	10.859	15.609	17.141	17.110	28.266	65.500	36.187	24.715	22.484	23.120	20.781	12.765	26.485	45.234	19.501
19	7a	2D+	par	RNR	82.500	40.250	25.641	23.453	20.754	29.969	16.078	96.469	34.313	75.929	25.094	26.370	44.360	64.328	47.797	55.406	61.720
20	7b	2D+	dom	RNR	29.438	34.125	15.968	37.313	20.578	16.656	34.687	68.063	46.110	36.042	36.328	15.440	20.437	24.812	22.719	39.156	72.752
21	7c	2D+	const	RNR	16.171	21.375	15.047	46.047	12.172	15.782	19.469	72.094	44.047	107.014	29.500	17.350	27.531	17.625	29.234	32.500	56.518
22	8a	3D	par	RNR	41.297	68.625	13.812	36.984	27.297	20.140	28.500	38.735	76.218	47.448	51.578	47.180	45.469	64.547	40.250	34.859	43.783
23	8b	3D	const	RNR	27.750	21.578	14.453	33.421	26.437	14.734	58.282	21.484	37.469	49.621	29.438	33.340	43.078	58.188	33.047	12.594	29.485
24	8c	3D	dom	RNR	18.266	27.750	34.687	40.797	18.250	28.969	25.328	27.016	73.672	45.075	38.031	32.520	63.235	32.890	44.141	37.640	61.533
25	9a	3D+	const	RNR	13.312	27.609	31.287	74.656	25.312	104.172	15.234	81.141	33.343	60.647	56.006	61.460	30.110	50.828	84.078	50.562	31.829
26	9b	3D+	dom	RNR	27.204	51.109	36.234	58.500	28.766	50.922	54.938	30.047	85.110	73.927	25.078	26.200	44.609	241.578	57.032	87.985	91.128
27	9c	3D+	par	RNR	43.593	48.250	11.343	29.359	22.172	18.312	10.781	56.469	47.875	49.051	67.266	57.340	30.984	15.469	27.500	40.688	64.955
28	10a	D-vlakken	dom	RNR	41.875	12.415	15.594	32.250	13.969	23.704	43.438	27.469	41.657	77.171	95.625	28.830	26.078	27.375	21.750	22.297	47.251
29	10b	D-vlakken	const	RNR	17.985	31.906	18.046	12.469	18.703	15.797	57.187	43.906	49.204	23.975	27.765	26.420	13.890	74.438	45.891	63.078	13.922
30	10c	D-vlakken	par	RNR	18.672	32.641	9.531	28.843	23.422	36.844	37.875	45.281	45.281	12.278	30.406	19.220	14.840	55.406	37.750	9.266	44.611
31	11a	2D	const	Non-constituent RNR	42.813	36.566	18.422	20.672	11.985	60.375	36.078	44.234	40.703	40.268	47.250	41.310	25.813	31.266	75.000	71.078	68.549
32	11b	2D	pd	Non-constituent RNR	27.922	23.906	13.547	30.563	11.203	14.485	18.125	18.125	39.063	32.928	32.928	22.460	18.578	43.453	23.907	51.578	44.501
33	11c	2D	dom	Non-constituent RNR	39.735	109.844	13.125	12.734	24.407	23.922	34.235	32.843	53.375	28.181	55.485	51.060	24.469	16.844	46.046	63.453	87.737
34	12a	2D+	pd	Non-constituent RNR	39.031	56.359	18.093	41.578	14.922	17.015	19.594	119.953	41.437	54.819	38.993	26.750	36.984	67.906	50.437	78.859	45.314
35	12b	2D+	dom	Non-constituent RNR	22.250	31.937	22.109	21.078	17.407	24.188	36.468	42.750	68.485	48.590	22.125	13.200	26.438	36.609	27.078	36.015	81.472
36	12c	2D+	const	Non-constituent RNR	19.031	24.359	8.344	12.203	10.140	21.813	12.938	76.079	48.812	30.764	12.575	9.510	13.109	12.563	36.750	100.006	35.001
37	13a	3D	pd	Non-constituent RNR	53.938	60.417	13.515	5.687	15.422	11.453	20.547	41.735	50.046	32.867	31.079	25.480	21.329	39.938	42.031	32.141	50.595
38	13b	3D	const	Non-constituent RNR	10.921	21.572	17.875	36.594	27.641	21.438	43.078	19.625	69.860	47.168	48.594	14.940	15.016	56.000	41.844	61.907	21.344
39	13c	3D	dom	Non-constituent RNR	17.969	24.797	15.594	7.172	15.219	25.625	13.135	35.172	74.784	46.106	33.165	15.530	17.573	43.710	57.173	27.547	47.829
40	14b	3D+	pd	Non-constituent RNR	13.000	27.517	26.250	13.659	13.766	19.078	13.135	37.413	49.522	24.936	19.953	9.750	13.344	9.906	84.793	25.265	25.142
41	14c	3D+	const	Non-constituent RNR	35.906	19.594	30.047	19.257	16.964	23.281	37.946	32.560	28.350	21.861	49.320	14.430	19.641	51.828	28.266	45.900	19.406
42	14c	3D+	dom	Non-constituent RNR	28.000	75.078	26.457	39.032	24.625	33.563	31.844	26.980	41.406	49.231	54.187	40.770	17.282	35.156	26.312	45.360	46.970
43	15a	D-vlakken	const	Non-constituent RNR	20.812	15.915	19.797	6.672	16.859	27.078	11.984	52.172	47.797	47.499	43.968	62.450	59.234	47.984	54.312	74.984	27.860
44	15b	D-vlakken	pd	Non-constituent RNR	11.641	40.890	18.218	19.562	38.375	31.938	26.125	20.875	38.584	35.551	78.313	34.820	19.156	30.625	26.359	47.994	48.455
45	15c	D-vlakken	dom	Non-constituent RNR																	

Antwoordtijden per vraag Studenten

Old	Oname	Vistype	Qtype	Subject	Userid1	Userid2	Userid3	Userid4	Userid5	Userid6	Userid7	Userid8	Userid9	Userid10	Userid11	Userid12	Userid13	Userid14	Userid15	Userid36	Userid48	Userid67
1	1a	2D	const	Coördinate	20.062	11.203	38.735	20.406	9.391	30.672	44.391	16.937	24.453	14.063	15.031	10.880	43.891	24.468	17.203	11.781	14.286	21.937
2	1b	2D	dom	Coördinate	15.406	23.993	29.328	14.860	24.234	26.484	51.016	12.031	15.547	25.203	12.328	20.516	18.422	25.203	15.772	40.313	12.385	33.218
3	1c	2D	const	Coördinate	19.782	17.360	119.578	54.625	23.000	17.844	37.078	8.281	18.187	14.515	36.469	14.515	97.391	11.094	25.281	12.828	14.712	38.125
4	2a	2D+	nav	Coördinate	28.953	17.469	50.828	23.547	11.407	30.500	84.485	27.547	14.734	32.015	20.953	20.265	24.812	45.172	34.484	21.083	14.421	36.165
5	2b	2D+	nav	Coördinate	11.766	10.412	21.500	12.869	9.000	10.078	22.109	13.953	13.188	22.812	22.391	15.015	12.703	18.313	15.083	13.296	13.078	23.657
6	2c	2D+	nav	Coördinate	27.562	35.468	43.687	28.969	11.937	42.797	11.984	22.140	15.828	45.547	45.657	23.531	9.328	10.859	10.968	10.891	18.981	23.657
7	3a	3D	const	Coördinate	21.859	24.703	50.344	32.594	20.563	43.250	32.313	47.969	24.391	65.921	18.703	34.593	31.625	51.204	63.157	30.203	34.105	18.187
8	3b	3D	const	Coördinate	15.344	35.937	67.234	21.281	19.219	24.015	46.922	52.985	10.000	29.015	10.734	11.907	32.984	9.922	38.160	10.141	14.307	28.265
9	3c	3D	const	Coördinate	11.296	27.110	99.578	37.640	22.031	27.109	32.766	27.515	27.250	44.719	13.156	13.250	15.453	19.282	36.579	9.969	137.560	23.828
10	4a	3D+	dom	Coördinate	34.172	32.484	81.187	59.046	38.625	72.672	19.453	25.594	14.532	28.235	37.203	21.735	48.125	23.531	56.094	15.547	39.828	39.828
11	4b	3D+	nav	Coördinate	142.063	37.499	90.079	56.375	31.313	42.297	114.782	47.563	12.812	41.391	25.875	25.031	21.953	25.891	25.797	47.937	42.062	123.907
12	4c	3D+	const	Coördinate	35.468	43.610	149.875	47.422	23.891	33.156	43.829	47.563	12.812	41.391	25.875	15.813	9.375	15.562	10.312	17.937	41.399	29.969
13	5a	D-vlakken	dom	Coördinate	36.141	20.593	60.485	25.453	22.172	26.734	45.078	17.672	32.925	32.890	38.969	34.485	19.719	25.062	30.000	17.938	17.783	27.968
14	5b	D-vlakken	nav	Coördinate	11.953	11.438	20.141	25.610	8.781	19.719	22.844	19.531	12.890	47.875	7.500	72.391	16.594	10.172	20.281	15.796	39.353	33.172
15	5c	D-vlakken	const	Coördinate	19.782	8.344	22.547	37.562	11.516	12.421	21.140	9.000	15.640	21.844	9.641	49.234	13.406	8.719	8.813	20.985	6.477	15.047
16	6a	2D	dom	RNR	16.828	24.328	41.219	50.578	39.563	17.578	17.678	32.016	20.875	21.015	19.984	37.484	32.875	39.640	63.125	23.084	34.939	46.647
17	6b	2D	par	RNR	11.531	14.360	20.187	37.516	13.937	17.766	30.719	18.453	7.063	19.844	17.510	11.484	44.093	9.672	23.094	23.953	24.262	16.922
18	6c	2D	const	RNR	14.546	7.109	10.937	29.843	12.719	20.157	34.735	18.563	8.140	11.094	32.219	11.485	20.500	9.485	23.203	15.750	10.239	50.937
19	7a	2D+	dom	RNR	27.860	14.547	56.359	27.109	30.938	25.969	19.265	45.875	41.093	29.718	26.138	36.578	31.922	22.047	46.312	53.563	27.528	23.938
20	7b	2D+	dom	RNR	24.047	41.912	20.531	23.265	45.016	22.515	21.235	20.687	24.484	55.172	37.578	11.344	23.965	13.985	18.625	20.750	15.681	25.704
21	7c	2D+	const	RNR	20.078	10.334	17.578	63.923	12.053	17.297	10.562	11.281	26.813	33.125	18.188	26.265	13.032	45.338	10.188	24.343	13.143	17.298
22	8a	3D	pair	RNR	29.359	19.599	31.328	25.219	25.063	30.812	45.265	20.813	29.531	41.860	12.297	20.141	37.906	12.468	52.046	32.953	34.929	36.156
23	8b	3D	const	RNR	26.500	6.766	25.703	10.344	11.375	11.250	22.750	9.204	8.406	12.963	27.688	16.375	37.968	9.078	22.344	10.594	8.012	22.612
24	8c	3D	dom	RNR	25.641	11.960	22.287	38.813	20.172	11.609	59.329	13.671	33.844	35.125	21.322	53.375	39.172	17.828	23.969	19.579	18.045	12.391
25	9a	3D+	const	RNR	87.329	42.884	20.000	61.875	21.390	67.500	71.078	28.610	32.993	45.312	55.703	29.812	37.766	20.546	50.125	54.328	11.111	66.688
26	9b	3D+	dom	RNR	27.796	43.953	55.844	16.109	59.032	54.531	35.953	21.328	25.610	44.000	45.422	51.500	14.390	36.344	29.781	39.407	36.613	46.344
27	9c	3D+	pair	RNR	13.079	26.000	18.438	16.532	18.188	17.719	79.922	12.578	17.203	12.078	19.250	13.016	16.813	13.994	14.734	11.375	18.392	20.687
28	10a	D-vlakken	const	RNR	20.812	31.640	76.265	23.687	11.953	21.641	28.547	26.000	18.266	60.265	16.469	26.016	18.359	10.781	33.910	31.579	8.397	21.812
29	10b	D-vlakken	dom	RNR	19.782	11.250	17.047	14.234	22.157	16.516	33.703	18.844	15.906	19.844	27.440	13.625	10.922	13.735	17.109	21.766	12.478	21.515
30	10c	D-vlakken	pair	RNR	25.188	12.296	38.235	21.453	13.750	19.407	28.906	13.609	12.016	23.260	18.531	35.047	17.890	10.797	9.000	26.203	13.996	29.032
31	11a	2D	const	Non-constituent RNR	13.313	14.578	17.469	36.547	25.344	20.641	27.750	25.172	17.078	16.500	21.109	26.297	20.906	12.000	30.500	13.765	18.169	51.953
32	11b	2D	pd	Non-constituent RNR	12.344	22.922	12.453	13.500	16.500	19.047	31.015	15.109	21.343	16.172	14.813	15.860	27.422	12.515	16.860	36.641	13.943	11.968
33	11c	2D	dom	Non-constituent RNR	27.766	40.359	29.422	31.234	34.829	14.234	34.281	16.391	19.016	13.609	17.922	21.515	14.829	17.156	29.047	9.058	21.406	21.406
34	12a	2D+	pd	Non-constituent RNR	30.703	15.922	10.890	39.297	20.891	21.032	37.563	12.844	22.187	15.532	41.297	28.500	22.609	26.187	35.860	43.344	21.425	22.641
35	12b	2D+	dom	Non-constituent RNR	17.016	10.609	21.390	16.469	38.187	12.672	27.719	16.125	26.109	16.468	16.884	11.047	46.000	19.484	19.766	13.156	14.168	9.938
36	12c	2D+	const	Non-constituent RNR	6.656	7.656	8.594	13.359	15.969	12.172	13.672	10.843	8.515	11.964	10.516	13.344	8.469	9.390	11.109	25.000	7.281	20.031
37	13a	3D	pd	Non-constituent RNR	14.688	12.594	28.797	15.750	16.328	27.547	19.968	17.141	22.671	16.000	21.312	21.672	17.094	43.593	24.219	11.839	16.328	16.328
38	13b	3D	const	Non-constituent RNR	26.750	29.547	28.813	31.188	28.844	41.578	25.875	10.797	19.031	26.578	18.844	24.015	43.063	16.343	41.343	21.084	30.577	32.703
39	13c	3D	dom	Non-constituent RNR	10.203	9.594	10.969	16.109	39.812	16.407	22.937	11.219	25.593	14.869	52.797	25.625	11.734	11.610	11.310	10.110	15.406	8.953
40	14a	3D+	pd	Non-constituent RNR	17.391	16.344	22.297	25.203	11.594	13.500	28.000	23.281	19.593	8.515	31.640	26.562	21.610	30.312	41.672	27.844	12.104	33.516
41	14b	3D+	dom	Non-constituent RNR	15.359	12.281	11.000	33.688	11.578	13.531	20.000	12.688	24.797	11.687	16.454	28.719	23.359	12.078	14.890	19.266	12.005	16.156
42	14c	3D+	const	Non-constituent RNR	7.985	14.578	21.703	36.797	17.906	18.547	57.922	8.656	14.797	21.156	56.969	44.557	18.344	15.750	26.828	9.594	17.185	15.203
43	15a	D-vlakken	const	Non-constituent RNR	9.578	20.547	16.703	37.096	14.969	20.328	14.188	19.875	19.234	38.125	24.656	43.157	19.234	24.375	47.297	20.218	34.952	23.547
44	15b	D-vlakken	pd	Non-constituent RNR	21.547	26.046	52.156	37.828	17.750	20.172	16.812	18.688	49.579	26.109	25.391	32.328	50.343	9.297	11.562	49.985	20.443	24.531
45	15c	D-vlakken	dom	Non-constituent RNR	12.750	20.922	46.125	13.438	27.828	23.344	27.500	12.640	15.662	38.765	39.187	56.890	18.766	19.829	20.641	23.875	27.620	24.313

Antwoordlijden per vraag Experts

Totalen Antwoordlijden

Old	Qname	Visiões	Qtvpe	Subject	Usaid17	Usaid18	Usaid20	Usaid21	Usaid23	Usaid25	Usaid29	Usaid30	Usaid41	Usaid46	Usaid50	Total SI	Total Lek.	Total Exp.	Total	Gem. SI	Gem. Lek.	Gem. Exp.	Tot. Gef.
1	1a	2D	const	Coördinatie	25.606	17.114	16.234	19.833	33.499	11.141	40.218	12.817	9.625	21.965	18.438	390.143	359.586	235.870	985.599	21.675	25.685	20.145	88.802
2	1b	2D	dom	Coördinatie	30.157	13.086	14.047	19.672	8.468	18.156	45.015	18.063	16.172	19.903	22.969	414.119	322.180	221.708	998.016	23.007	23.014	20.185	66.175
3	1c	2D	const	Coördinatie	12.546	12.617	12.625	24.125	31.109	15.703	31.062	41.734	10.094	28.512	12.531	396.868	504.816	232.658	1134.342	24.804	33.654	21.151	79.609
4	2a	2D+	const	Coördinatie	30.180	16.631	16.250	12.234	58.872	21.625	29.016	10.125	26.407	9.373	63.765	464.965	632.711	297.463	1395.139	27.351	37.218	27.042	91.611
5	2b	2D+	dom	Coördinatie	29.444	10.604	17.734	21.500	20.578	13.250	20.872	14.016	14.016	21.935	21.063	270.515	214.642	208.670	694.827	15.029	19.513	19.061	53.602
6	2c	2D+	const	Coördinatie	37.229	17.071	24.985	55.312	23.530	18.031	23.125	13.797	14.203	35.744	9.718	427.807	446.698	272.745	1147.250	25.165	31.907	24.795	81.867
7	3a	3D	const	Coördinatie	55.525	20.974	14.250	38.947	33.937	18.500	34.322	40.015	31.328	66.599	18.469	645.684	633.083	372.972	1651.739	35.871	39.568	33.907	109.346
8	3b	3D	const	Coördinatie	17.439	12.080	14.765	18.188	32.906	10.219	44.922	17.797	17.078	25.247	17.078	478.372	475.846	221.594	1175.812	26.576	31.723	20.145	78.444
9	3c	3D	const	Coördinatie	21.437	15.092	14.109	103.984	33.530	15.734	55.109	38.484	26.922	17.497	16.328	388.953	569.997	254.242	1213.192	24.310	38.000	25.424	87.344
10	4a	3D+	dom	Coördinatie	35.948	23.859	26.609	35.600	86.107	24.516	27.609	13.250	28.968	39.901	61.734	672.156	794.517	404.001	1870.674	37.342	46.726	36.727	120.806
11	4b	3D+	const	Coördinatie	20.167	6.384	17.750	18.742	105.325	11.922	99.750	40.344	24.300	20.497	64.547	594.547	445.205	411.076	1759.090	39.636	44.322	41.108	125.066
12	4c	3D+	const	Coördinatie	17.145	8.945	12.750	28.359	43.748	13.922	53.516	18.360	19.907	8.889	19.750	495.384	445.205	245.291	1185.880	29.140	27.825	22.299	79.265
13	5a	D-vlakken	dom	Coördinatie	43.070	31.469	30.000	34.437	62.514	20.813	68.286	25.329	23.734	41.009	17.297	532.267	637.921	397.938	1568.126	29.570	42.528	36.176	108.275
14	5b	D-vlakken	const	Coördinatie	10.732	18.853	16.703	25.344	27.765	59.578	77.594	16.375	7.547	9.640	15.859	343.650	434.358	148.818	926.826	20.215	25.550	16.535	62.301
15	5c	D-vlakken	const	Coördinatie	7.111	8.660	14.734	17.625	11.843	10.188	12.891	10.343	9.922	11.701	10.890	267.180	222.220	125.908	615.308	15.716	17.004	11.446	44.256
16	6a	2D	dom	RNR	38.417	26.478	15.375	63.281	11.686	27.750	20.422	18.047	18.297	370.973	19.297	621.969	605.364	279.050	1506.383	34.554	40.358	27.905	102.816
17	6b	2D	par	RNR	15.033	13.105	11.610	13.925	47.139	12.953	25.657	12.484	26.797	11.108	11.813	362.466	564.844	221.324	1148.634	20.137	35.303	20.120	75.660
18	6c	2D	const	RNR	9.906	5.905	7.484	13.125	39.248	10.672	46.922	25.938	19.141	14.561	16.937	292.724	360.960	152.917	816.601	17.219	22.560	16.292	56.071
19	7a	2D+	par	RNR	34.270	33.037	14.844	37.655	107.059	17.672	39.172	25.000	38.172	43.321	35.718	586.059	591.442	318.471	1495.972	32.559	39.429	31.847	103.835
20	7b	2D+	dom	RNR	29.672	11.387	18.172	40.021	17.546	15.678	26.156	49.469	15.703	48.509	26.700	466.399	429.809	290.363	1195.571	25.911	28.654	27.215	81.780
21	7c	2D+	const	RNR	18.969	9.760	16.594	21.938	71.717	14.765	29.797	16.375	14.563	562.229	27.828	303.846	343.850	170.590	818.286	17.873	24.561	18.954	61.388
22	8a	3D	par	RNR	25.679	29.051	15.125	33.556	46.186	17.422	46.906	11.235	12.077	26.031	11.219	537.535	726.722	395.335	1569.592	29.863	42.748	27.758	100.369
23	8b	3D	const	RNR	16.790	12.288	9.797	13.084	25.593	13.922	45.906	11.235	13.281	12.077	11.219	275.593	437.026	186.202	899.724	15.311	28.529	16.937	60.757
24	8c	3D	const	RNR	17.374	9.962	14.047	20.765	38.921	20.952	22.328	40.156	17.078	20.092	17.703	441.751	576.128	238.435	1256.964	24.542	36.068	21.690	82.230
25	9a	3D+	const	RNR	33.761	27.442	24.938	22.660	85.263	54.600	43.140	12.944	28.109	42.511	41.671	394.760	831.096	415.039	2052.765	44.708	48.841	37.892	131.471
26	9b	3D+	const	RNR	35.379	59.828	28.235	34.690	53.139	22.141	36.437	44.172	24.422	44.666	26.516	583.957	828.789	405.935	1919.671	37.988	51.793	36.953	126.790
27	9c	3D+	par	RNR	21.815	19.811	16.844	54.672	21.671	9.047	30.000	23.875	19.578	39.417	12.399	278.676	641.407	270.169	1914.272	16.452	37.750	24.563	78.748
28	10a	D-vlakken	const	RNR	12.974	17.864	15.266	24.953	24.156	17.862	30.344	13.938	11.984	35.185	12.047	349.899	423.952	181.088	986.539	21.869	28.370	16.109	68.348
29	10b	D-vlakken	const	RNR	21.172	12.715	14.109	17.209	33.609	15.047	18.563	41.703	19.078	22.356	26.641	327.573	310.675	242.189	860.397	18.199	23.898	22.014	64.110
30	10c	D-vlakken	par	RNR	8.587	12.879	12.453	12.797	17.209	7.860	14.360	20.937	18.515	31.324	18.734	368.606	419.952	175.995	964.253	20.478	26.247	15.972	62.897
31	11a	2D	const	Non-constituent RNR	14.097	15.242	10.266	46.925	49.374	21.844	45.609	12.266	20.141	13.749	31.079	409.081	711.082	282.292	1403.465	22.727	41.528	25.754	90.369
32	11b	2D	pd	Non-constituent RNR	12.036	15.739	12.687	30.032	13.984	15.844	39.875	28.579	9.500	31.106	24.963	330.427	496.338	234.355	1001.100	18.367	27.771	21.303	66.931
33	11c	2D	dom	Non-constituent RNR	31.395	27.318	10.813	21.421	16.905	29.600	22.562	41.187	11.406	25.107	19.843	423.480	456.481	257.566	1137.527	23.527	32.066	23.415	79.648
34	12a	2D+	pd	Non-constituent RNR	39.471	23.145	12.500	38.109	57.577	21.813	22.125	24.266	17.219	29.356	84.797	468.724	588.832	285.581	1323.137	26.040	37.922	28.558	92.520
35	12b	2D+	const	Non-constituent RNR	22.994	7.279	12.657	22.781	22.453	11.000	34.547	20.765	8.266	13.405	18.750	353.307	430.332	194.897	978.636	19.628	28.680	17.718	66.035
36	12c	2D+	const	Non-constituent RNR	7.402	10.262	5.672	54.672	64.794	10.812	11.844	9.865	8.672	13.405	18.750	214.560	259.400	89.362	563.342	11.920	18.529	17.731	40.380
37	13a	3D	const	Non-constituent RNR	35.114	27.760	11.562	18.266	33.328	16.781	36.531	18.172	13.125	25.841	20.703	365.510	488.116	257.183	1110.809	20.306	28.713	23.380	72.399
38	13b	3D	const	Non-constituent RNR	13.056	24.802	10.266	25.219	40.046	10.672	48.766	13.359	27.656	11.795	36.781	494.983	652.049	262.418	1409.450	27.489	38.366	23.856	89.711
39	13c	3D	dom	Non-constituent RNR	16.122	19.944	7.000	28.953	22.930	18.937	23.063	20.140	10.547	12.827	19.704	272.453	346.046	199.267	817.766	16.027	21.628	18.115	55.770
40	14a	3D+	pd	Non-constituent RNR	18.191	14.660	15.781	29.843	18.843	17.875	50.063	13.078	16.968	19.547	382.744	383.233	266.473	1032.450	22.514	25.549	24.225	72.288	
41	14b	3D+	dom	Non-constituent RNR	19.727	13.787	15.156	21.844	14.249	14.750	18.641	42.203	9.828	31.934	21.828	317.536	271.676	223.947	813.059	17.641	19.398	20.359	57.988
42	14c	3D+	const	Non-constituent RNR	19.765	9.769	9.234	26.182	24.062	13.063	35.359	30.344	20.234	104.990	27.000	398.655	459.165	246.736	1083.743	22.148	27.397	24.674	74.218
43	15a	D-vlakken	const	Non-constituent RNR	20.497	15.409	12.984	24.262	67.108	23.281	82.828	15.828	21.812	22.185	26.547	428.889	569.165	250.933	1248.984	23.827	35.573	25.093	84.493
44	15b	D-vlakken	pd	Non-constituent RNR	18.004	17.610	26.516	75.657	32.374	32.678	35.266	64.781	12.547	76.977	56.688	510.567	632.587	448.988	1595.152	28.365	37.387	40.818	105.570
45	15c	D-vlakken	dom	Non-constituent RNR	17.732	26.243	14.093	35.531	26.859	11.937	22.516	17.078	11.937	26.341	23.594	469.995	489.278	233.861	1193.134	26.111	30.580	21.260	77.951

Gem. Antwoordtijd (totaal & per categorie)

Gem. Antwoordtijden totaal		Studenten	Leken	Experts	Totaal
2d	205.007	282.279	107.538	685.821	214.586
2d+	201.476	266.422	205.121	673.018	227.080
3d	220.305	305.273	211.192	736.770	275.524
3d+	267.679	329.697	268.770	866.046	325.137
3d+	267.679	329.697	268.770	866.046	325.137
D-vlakken	204.350	267.227	207.423	678.001	214.832

Coördinatie

2d	69.486	82.353	62.749	214.586
2d+	67.545	85.638	70.698	227.080
3d	86.757	109.291	79.476	275.524
3d+	106.118	118.883	100.134	325.137
D-vlakken	65.501	85.172	64.157	214.832

RNR

2d	71.910	98.221	64.317	234.447
2d+	76.343	92.644	78.016	247.003
3d	69.716	107.285	66.365	243.366
3d+	99.158	138.470	99.378	337.005
D-vlakken	60.546	78.515	56.095	195.155

Non-con. RNR

2d	64.611	101.705	70.472	236.788
2d+	57.588	85.140	56.207	198.935
3d	63.832	88.697	65.351	217.880
3d+	62.303	72.344	69.258	203.904
D-vlakken	78.303	103.540	87.171	268.014

Gem. Antwoordtijd (per vraagtype)

Const		Studenten	Leken	Experts	Totaal
2d	61.621	90.073	63.489	215.182	
2d+	67.144	80.308	55.927	193.379	
3d	69.386	98.608	60.928	209.922	
3d+	95.996	104.163	84.795	284.954	
D-vlakken	61.412	81.037	54.648	197.097	

Dom

2d	81.088	95.978	71.475	248.539
2d+	60.968	76.896	63.984	201.417
3d	76.440	97.204	73.702	247.346
3d+	92.981	117.933	94.079	304.994
D-vlakken	73.880	97.006	79.450	250.336

Nex

2d	24.804	33.654	21.151	79.609
2d+	25.165	31.907	24.795	81.867
3d	24.310	38.000	25.424	87.734
3d+	39.636	44.322	41.108	125.066
D-vlakken	20.215	25.550	16.535	62.301

Par

2d	20.137	35.303	20.120	75.560
2d+	32.559	39.429	31.847	103.835
3d	29.863	42.748	27.758	100.369
3d+	16.452	37.730	24.563	78.744
D-vlakken	20.478	26.247	15.972	62.697

Pd

2d	18.357	27.271	21.303	66.931
2d+	26.040	37.922	28.558	92.520
3d	20.306	28.713	23.380	72.399
3d+	22.514	25.549	24.235	72.288
D-vlakken	28.365	37.387	40.818	105.570

Nex+Par+Pd

2d	63.298	96.228	62.574	222.100
2d+	83.764	108.258	85.200	276.222
3d	74.479	109.461	76.562	260.502
3d+	78.602	107.601	89.896	276.098
D-vlakken	69.058	89.184	73.325	230.568

Gem. Antwoordtijd (per categorie, per vraagtype)

Coördinatie

Const		Studenten	Leken	Experts	Totaal
2d	21.675	25.685	21.443	68.802	
2d+	27.351	37.218	27.042	91.611	
3d	26.576	31.723	20.145	78.444	
3d+	29.140	27.825	22.299	79.255	
D-vlakken	15.716	17.094	11.446	44.256	

Dom

2d	23.007	23.014	20.155	66.175
2d+	15.029	19.513	19.061	53.602
3d	35.871	39.568	33.907	109.346
3d+	37.342	46.736	36.727	120.806
D-vlakken	29.570	42.528	36.176	108.275

Nex

2d	24.804	33.654	21.151	79.609
2d+	25.165	31.907	24.795	81.867
3d	24.310	38.000	25.424	87.734
3d+	39.636	44.322	41.108	125.066
D-vlakken	20.215	25.550	16.535	62.301

RNR

Const		Studenten	Leken	Experts	Totaal
2d	17.219	22.560	16.292	56.071	
2d+	17.873	24.561	18.954	61.388	
3d	15.311	28.529	16.927	60.767	
3d+	44.708	48.941	37.822	131.471	
D-vlakken	21.869	28.370	18.109	68.348	

Dom

2d	34.554	40.358	27.905	102.816
2d+	25.911	28.654	27.215	81.780
3d	24.542	36.008	21.680	82.230
3d+	37.998	51.799	36.993	126.790
D-vlakken	18.199	23.888	22.014	64.110

Par

2d	20.137	35.303	20.120	75.560
2d+	32.559	39.429	31.847	103.835
3d	29.863	42.748	27.758	100.369
3d+	16.452	37.730	24.563	78.744
D-vlakken	20.478	26.247	15.972	62.697

Non-con. RNR

Const		Studenten	Leken	Experts	Totaal
2d	22.727	41.828	25.754	90.309	
2d+	11.920	18.529	9.831	40.380	
3d	27.499	38.356	23.856	89.711	
3d+	22.148	27.397	24.674	74.218	
D-vlakken	23.827	35.573	25.093	84.493	

Dom

2d	23.527	32.606	23.415	79.548
2d+	19.628	28.689	17.718	66.035
3d	16.027	21.628	18.115	55.770
3d+	17.641	19.398	20.359	57.398
D-vlakken	26.111	30.580	21.260	77.951

Pd

2d	18.357	27.271	21.303	66.931
2d+	26.040	37.922	28.558	92.520
3d	20.306	28.713	23.380	72.399
3d+	22.514	25.549	24.225	72.288
D-vlakken	28.365	37.387	40.818	105.570

Bijlage 15 - Uitkomsten Proportietoets

De significante waarden worden hier bij Probability cursief aangegeven.

	Aant. fouten A	Aant. Fouten B	Max. Aant. Fouten	Probability
<i>Visualisatie totaal</i>				
2D:				
2D vs 2D+	113	80	414	<i>0.0033</i>
2D vs 3D	113	106	414	0.2905
2D vs 3D+	113	111	414	0.4380
2D vs D-vlakken	113	85	414	<i>0.0113</i>
2D+:				
2D+ vs 2D	80	113	414	<i>0.0033</i>
2D+ vs 3D	80	106	414	<i>0.0152</i>
2D+ vs 3D+	80	111	414	<i>0.0053</i>
2D+ vs D-vlakken	80	85	414	0.3318
3D:				
3D vs 2D	106	113	414	0.2905
3D vs 2D+	106	80	414	<i>0.0152</i>
3D vs 3D+	106	111	414	0.3464
3D vs D-vlakken	106	85	414	<i>0.0416</i>
3D+:				
3D+ vs 2D	111	113	414	0.4380
3D+ vs 2D+	111	80	414	<i>0.0053</i>
3D+ vs 3D	111	106	414	0.3464
3D+ vs D-vlakken	111	85	414	<i>0.0168</i>
D-vlakken				
D-vlakken vs 2D	85	113	414	<i>0.0113</i>
D-vlakken vs 2D+	85	80	414	0.3318
D-vlakken vs 3D	85	106	414	<i>0.0416</i>
D-vlakken vs 3D+	85	111	414	<i>0.0168</i>
<i>Visualisatie * Subject</i>				
<u>Coördinatie</u>				
2D:				
2D vs 2D+	30	32	138	0.3867
2D vs 3D	30	36	138	0.1985
2D vs 3D+	30	27	138	0.3278
2D vs D-vlakken	30	27	138	0.3278
2D+:				
2D+ vs 2D	32	30	138	0.3867
2D+ vs 3D	32	36	138	0.2881
2D+ vs 3D+	32	27	138	0.2315
2D+ vs D-vlakken	32	27	138	0.2315
3D:				
3D vs 2D	36	30	138	0.1985
3D vs 2D+	36	32	138	0.2881
3D vs 3D+	36	27	138	0.0984
3D vs D-vlakken	36	27	138	0.0984
3D+:				
3D+ vs 2D	27	30	138	0.3278
3D+ vs 2D+	27	32	138	0.2315
3D+ vs 3D	27	36	138	0.0984
3D+ vs D-vlakken	27	27	138	0.5000
D-vlakken				
D-vlakken vs 2D	27	30	138	0.3278
D-vlakken vs 2D+	27	32	138	0.2315
D-vlakken vs 3D	27	36	138	0.0984
D-vlakken vs 3D+	27	27	138	0.5000

RNR**2D:**

2D vs 2D+	56	30	138	0.0004
2D vs 3D	56	39	138	0.0156
2D vs 3D+	56	59	138	0.3572
2D vs D-vlakken	56	25	138	<.0001

2D+:

2D+ vs 2D	30	56	138	0.0004
2D+ vs 3D	30	39	138	0.1055
2D+ vs 3D+	30	59	138	0.0001
2D+ vs D-vlakken	30	25	138	0.2257

3D:

3D vs 2D	39	56	138	0.0156
3D vs 2D+	39	30	138	0.1055
3D vs 3D+	39	59	138	0.0059
3D vs D-vlakken	39	25	138	0.0229

3D+:

3D+ vs 2D	59	56	138	0.3572
3D+ vs 2D+	59	30	138	0.0001
3D+ vs 3D	59	39	138	0.0059
3D+ vs D-vlakken	59	25	138	<.0001

D-vlakken

D-vlakken vs 2D	25	56	138	<.0001
D-vlakken vs 2D+	25	30	138	0.2257
D-vlakken vs 3D	25	39	138	0.0229
D-vlakken vs 3D+	25	59	138	<.0001

Non-con. RNR**2D:**

2D vs 2D+	27	18	138	0.0712
2D vs 3D	27	31	138	0.2773
2D vs 3D+	27	25	138	0.3790
2D vs D-vlakken	27	33	138	0.1905

2D+:

2D+ vs 2D	18	27	138	0.0712
2D+ vs 3D	18	31	138	0.0203
2D+ vs 3D+	18	25	138	0.1226
2D+ vs D-vlakken	18	33	138	0.0100

3D:

3D vs 2D	31	27	138	0.2773
3D vs 2D+	31	18	138	0.0203
3D vs 3D+	31	25	138	0.1846
3D vs D-vlakken	31	33	138	0.3878

3D+:

3D+ vs 2D	25	27	138	0.3790
3D+ vs 2D+	25	18	138	0.1226
3D+ vs 3D	25	31	138	0.1846
3D+ vs D-vlakken	25	33	138	0.1186

D-vlakken

D-vlakken vs 2D	33	27	138	0.1905
D-vlakken vs 2D+	33	18	138	0.0100
D-vlakken vs 3D	33	31	138	0.3878
D-vlakken vs 3D+	33	25	138	0.1186

Visualisatie * Vraagtype

Const

2D:

2D vs 2D+	40	17	138	0.0003
2D vs 3D	40	46	138	0.2177
2D vs 3D+	40	46	138	0.2177
2D vs D-vlakken	40	36	138	0.2949

2D+:

2D+ vs 2D	17	40	138	0.0003
2D+ vs 3D	17	46	138	<.0001
2D+ vs 3D+	17	46	138	<.0001
2D+ vs D-vlakken	17	36	138	0.0018

3D:

3D vs 2D	46	40	138	0.2177
3D vs 2D+	46	17	138	<.0001
3D vs 3D+	46	46	138	0.5000
3D vs D-vlakken	46	36	138	0.0939

3D+:

3D+ vs 2D	46	40	138	0.2177
3D+ vs 2D+	46	17	138	<.0001
3D+ vs 3D	46	46	138	0.5000
3D+ vs D-vlakken	46	36	138	0.0939

D-vlakken

D-vlakken vs 2D	36	40	138	0.2949
D-vlakken vs 2D+	36	17	138	0.0018
D-vlakken vs 3D	36	46	138	0.0939
D-vlakken vs 3D+	36	46	138	0.0939

Dom

2D:

2D vs 2D+	31	21	138	0.0619
2D vs 3D	31	22	138	0.0846
2D vs 3D+	31	34	138	0.3351
2D vs D-vlakken	31	12	138	0.0008

2D+:

2D+ vs 2D	21	31	138	0.0619
2D+ vs 3D	21	22	138	0.4341
2D+ vs 3D+	21	34	138	0.0251
2D+ vs D-vlakken	21	12	138	0.0475

3D:

3D vs 2D	22	31	138	0.0846
3D vs 2D+	22	21	138	0.4341
3D vs 3D+	22	34	138	0.0362
3D vs D-vlakken	22	12	138	0.0335

3D+:

3D+ vs 2D	34	31	138	0.3351
3D+ vs 2D+	34	21	138	0.0251
3D+ vs 3D	34	22	138	0.0362
3D+ vs D-vlakken	34	12	138	0.0002

D-vlakken

D-vlakken vs 2D	12	31	138	0.0008
D-vlakken vs 2D+	12	21	138	0.0475
D-vlakken vs 3D	12	22	138	0.0335
D-vlakken vs 3D+	12	34	138	0.0002

Nev+Par+Pd**2D:**

2D vs 2D+	41	42	138	0.4479
2D vs 3D	41	38	138	0.3446
2D vs 3D+	41	31	138	0.0852
2D vs D-vlakken	41	37	138	0.2963

2D+:

2D+ vs 2D	42	41	138	0.4479
2D+ vs 3D	42	38	138	0.2977
2D+ vs 3D+	42	31	138	0.0667
2D+ vs D-vlakken	42	37	138	0.2527

3D:

3D vs 2D	38	41	138	0.3446
3D vs 2D+	38	42	138	0.2977
3D vs 3D+	38	31	138	0.1653
3D vs D-vlakken	38	37	138	0.4463

3D+:

3D+ vs 2D	31	41	138	0.0852
3D+ vs 2D+	31	42	138	0.0667
3D+ vs 3D	31	38	138	0.1653
3D+ vs D-vlakken	31	37	138	0.2010

D-vlakken

D-vlakken vs 2D	37	41	138	0.2963
D-vlakken vs 2D+	37	42	138	0.2527
D-vlakken vs 3D	37	38	138	0.4463
D-vlakken vs 3D+	37	31	138	0.2010

Leken

Aant. fouten A Aant. Fouten B Max. Aant. Fouten Probability

*Visualisatie totaal***2D:**

2D vs 2D+	54	34	153	0.0058
2D vs 3D	54	51	153	0.3590
2D vs 3D+	54	49	153	0.2726
2D vs D-vlakken	54	38	153	0.0230

2D+:

2D+ vs 2D	34	54	153	0.0058
2D+ vs 3D	34	51	153	0.0150
2D+ vs 3D+	34	49	153	0.0269
2D+ vs D-vlakken	34	38	153	0.2949

3D:

3D vs 2D	51	54	153	0.3590
3D vs 2D+	51	34	153	0.0150
3D vs 3D+	51	49	153	0.4036
3D vs D-vlakken	51	38	153	0.0509

3D+:

3D+ vs 2D	49	54	153	0.2726
3D+ vs 2D+	49	34	153	0.0269
3D+ vs 3D	49	51	153	0.4036
3D+ vs D-vlakken	49	38	153	0.0817

D-vlakken

D-vlakken vs 2D	38	54	153	0.0230
D-vlakken vs 2D+	38	34	153	0.2949
D-vlakken vs 3D	38	51	153	0.0509
D-vlakken vs 3D+	38	49	153	0.0817

<u>Studenten</u>	Aant. fouten A	Aant. Fouten B	Max. Aant. Fouten	Probability
<i>Visualisatie totaal</i>				
2D:				
2D vs 2D+	46	36	162	0.1006
2D vs 3D	46	43	162	0.3546
2D vs 3D+	46	50	162	0.3131
2D vs D-vlakken	46	35	162	0.0791
2D+:				
2D+ vs 2D	36	46	162	0.1006
2D+ vs 3D	36	43	162	0.1825
2D+ vs 3D+	36	50	162	0.0391
2D+ vs D-vlakken	36	35	162	0.4467
3D:				
3D vs 2D	43	46	162	0.3546
3D vs 2D+	43	36	162	0.1825
3D vs 3D+	43	50	162	0.1949
3D vs D-vlakken	43	35	162	0.1492
3D+:				
3D+ vs 2D	50	46	162	0.3131
3D+ vs 2D+	50	36	162	0.0391
3D+ vs 3D	50	43	162	0.1949
3D+ vs D-vlakken	50	35	162	0.0291
D-vlakken				
D-vlakken vs 2D	35	46	162	0.0791
D-vlakken vs 2D+	35	36	162	0.4467
D-vlakken vs 3D	35	43	162	0.1492
D-vlakken vs 3D+	35	50	162	0.0291

<u>Experts</u>	Aant. fouten A	Aant. Fouten B	Max. Aant. Fouten	Probability
<i>Visualisatie totaal</i>				
2D:				
2D vs 2D+	13	10	99	0.2530
2D vs 3D	13	12	99	0.4153
2D vs 3D+	13	12	99	0.4153
2D vs D-vlakken	13	12	99	0.4153
2D+:				
2D+ vs 2D	10	13	99	0.2530
2D+ vs 3D	10	12	99	0.3256
2D+ vs 3D+	10	12	99	0.3256
2D+ vs D-vlakken	10	12	99	0.3256
3D:				
3D vs 2D	12	13	99	0.4153
3D vs 2D+	12	10	99	0.3256
3D vs 3D+	12	12	99	0.5000
3D vs D-vlakken	12	12	99	0.5000
3D+:				
3D+ vs 2D	12	13	99	0.4153
3D+ vs 2D+	12	10	99	0.3256
3D+ vs 3D	12	12	99	0.5000
3D+ vs D-vlakken	12	12	99	0.5000
D-vlakken				
D-vlakken vs 2D	12	13	99	0.4153
D-vlakken vs 2D+	12	10	99	0.3256
D-vlakken vs 3D	12	12	99	0.5000
D-vlakken vs 3D+	12	12	99	0.5000

Bijlage 16 - Uitkomsten MANOVA Antwoortijden

De onderstrepingen geven de voor het onderzoek significante waarden aan.

Significantie MANOVA Antwoortijden visualisatievorm

Multiple Comparisons
Dependent Variable: Answertime

Bonferroni

†

(I) Visualizatiotype	(J) Visualizatiotype	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
<u>2D</u>	2D+	.5893	1.10071	1.000	-2.5040	3.6825
	3D	-1.9152	1.08739	.783	-4.9710	1.1406
	<u>3D+</u>	-6.6820(*)	1.08942	.000	-9.7435	-3.6205
	D-vlakken	.3917	1.09497	1.000	-2.6854	3.4688
<u>2D+</u>	2D	-.5893	1.10071	1.000	-3.6825	2.5040
	3D	-2.5045	1.09597	.224	-5.5844	.5754
	<u>3D+</u>	-7.2713(*)	1.09799	.000	-10.3569	-4.1857
	D-vlakken	-.1976	1.10349	1.000	-3.2986	2.9034
<u>3D</u>	2D	1.9152	1.08739	.783	-1.1406	4.9710
	2D+	2.5045	1.09597	.224	-.5754	5.5844
	<u>3D+</u>	-4.7668(*)	1.08463	.000	-7.8148	-1.7187
	D-vlakken	2.3069	1.09020	.345	-.7568	5.3706
<u>3D+</u>	<u>2D</u>	6.6820(*)	1.08942	.000	3.6205	9.7435
	<u>2D+</u>	7.2713(*)	1.09799	.000	4.1857	10.3569
	<u>3D</u>	4.7668(*)	1.08463	.000	1.7187	7.8148
	<u>D-vlakken</u>	7.0737(*)	1.09223	.000	4.0043	10.1431
<u>D-vlakken</u>	2D	-.3917	1.09497	1.000	-3.4688	2.6854
	2D+	.1976	1.10349	1.000	-2.9034	3.2986
	3D	-2.3069	1.09020	.345	-5.3706	.7568
	<u>3D+</u>	-7.0737(*)	1.09223	.000	-10.1431	-4.0043

‡

Based on observed means.

* The mean difference is significant at the .05 level.

Significantie MANOVA Antwoorttijden visualisatievorm * categorie

Multiple Comparisons
 Dependent Variable: Answertime
 Bonferroni

		Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
(I) VT_S	(J) VT_S				Lower Bound	Upper Bound
<u>3D coord</u>	<u>2D coord</u>	7.0361(*)	1.85284	<u>.016</u>	.5517	13.5205
	2D+ non c	8.6997(*)	1.85284	.000	2.2153	15.1841
3D non c	3D coord	-6.5383(*)	1.82518	.037	-12.9260	-.1507
<u>3D+ coord</u>	<u>2D coord</u>	12.4356(*)	1.84586	<u>.000</u>	5.9756	18.8956
	2D rnr	9.7690(*)	1.83161	.000	3.3589	16.1792
	2D non c	10.0486(*)	1.82476	.000	3.6625	16.4348
	<u>2D+ coord</u>	10.9923(*)	1.84955	<u>.000</u>	4.5193	17.4652
	2D+ rnr	8.8457(*)	1.84955	.000	2.3728	15.3186
	2D+ non c	14.0992(*)	1.84586	.000	7.6392	20.5592
	3D rnr	8.9586(*)	1.82141	.000	2.5842	15.3330
	3D non c	11.9379(*)	1.81809	.000	5.5750	18.3007
<u>3D+ rnr</u>	2D coord	13.9220(*)	1.83245	.000	7.5090	20.3351
	<u>2D rnr</u>	11.2555(*)	1.81809	<u>.000</u>	4.8926	17.6183
	2D non c	11.5351(*)	1.81119	.000	5.1964	17.8738
	2D+ coord	12.4787(*)	1.83616	.000	6.0526	18.9048
	<u>2D+ rnr</u>	10.3321(*)	1.83616	<u>.000</u>	3.9061	16.7582
	2D+ non c	15.5857(*)	1.83245	.000	9.1726	21.9987
	3D coord	6.8859(*)	1.82518	.017	.4983	13.2736
	<u>3D rnr</u>	10.4450(*)	1.80781	<u>.000</u>	4.1182	16.7719
	3D non c	13.4243(*)	1.80447	.000	7.1091	19.7395
3D+ non c	3D coord	-8.5499(*)	1.84565	.000	-15.0092	-2.0907
	3D+ coord	-13.9494(*)	1.83864	.000	-20.3842	-7.5147
	3D+ rnr	-15.4359(*)	1.82518	.000	-21.8235	-9.0483
<u>D-vl coord</u>	<u>3D coord</u>	-7.0514(*)	1.85651	<u>.016</u>	-13.5487	-.5541
	<u>3D+ coord</u>	-12.4509(*)	1.84955	<u>.000</u>	-18.9239	-5.9780
	3D+ rnr	-13.9374(*)	1.83616	.000	-20.3635	-7.5113
<u>D-vl rnr</u>	3D coord	-9.1983(*)	1.85284	.000	-15.6828	-2.7139
	3D+ coord	-14.5979(*)	1.84586	.000	-21.0579	-8.1378
	<u>3D+ rnr</u>	-16.0843(*)	1.83245	<u>.000</u>	-22.4974	-9.6712
	D-vl non c	-8.0214(*)	1.83574	.001	-14.4460	-1.5968
<u>D-vl non c</u>	<u>2D+ non c</u>	7.5228(*)	1.83574	<u>.005</u>	1.0982	13.9474
	3D+ coord	-6.5764(*)	1.82141	.033	-12.9509	-.2020
	3D+ rnr	-8.0629(*)	1.80781	.001	-14.3897	-1.7360
	<u>3D+ non c</u>	7.3730(*)	1.82848	<u>.006</u>	.9738	13.7722
	3D+ rnr	8.0214(*)	1.83574	.001	1.5968	14.4460

Based on observed means.
 * The mean difference is significant at the .05 level.

Significantie MANOVA Antwoorttijden vraagtype * visualisatievorm

Multiple Comparisons
Dependent Variable: Answertime
Bonferroni

		Mean Difference	Std.	Sig.	95% Confidence Interval	
		(I-J)	Error		Lower Bound	Upper Bound
(I) Q_VT	(J) Q_VT					
const 3D+	const 2D	7.9714(*)	1.86153	.002	1.4566	14.4863
	const 2D+	10.2189(*)	1.88373	.000	3.6264	16.8115
const D-vl	const 3D+	-9.8692(*)	1.88373	.000	-16.4617	-3.2767
dom 2D+	const 3D+	-9.8432(*)	1.87613	.000	-16.4092	-3.2773
dom 3D+	const 2D	10.0684(*)	1.86153	.000	3.5536	16.5833
	const 2D+	12.3159(*)	1.88373	.000	5.7234	18.9085
dom D-vl	const 3D	8.4210(*)	1.85452	.001	1.9307	14.9113
	const D-vl	11.9662(*)	1.88373	.000	5.3737	18.5587
	dom 2D+	11.9402(*)	1.87613	.000	5.3743	18.5062
	dom 3D	6.5488(*)	1.85452	.044	.0584	13.0391
dom D-vl	dom 3D+	-6.5549(*)	1.86511	.047	-13.0822	-.0275
nev+par+pd 2D	const 3D+	-7.3774(*)	1.86153	.008	-13.8923	-.8626
	dom 3D+	-9.4744(*)	1.86153	.000	-15.9893	-2.9595
nev+par+pd 2D+	const 2D	6.7018(*)	1.88306	.040	.1116	13.2920
	const 2D+	8.9493(*)	1.90500	.000	2.2824	15.6163
	const D-vl	8.5996(*)	1.90500	.001	1.9326	15.2666
	dom 2D+	8.5736(*)	1.89749	.001	1.9329	15.2143
nev+par+pd 3D	const 2D+	7.2373(*)	1.88716	.014	.6328	13.8418
	const D-vl	6.8876(*)	1.88716	.028	.2830	13.4921
	dom 2D+	6.8616(*)	1.87957	.028	.2836	13.4396
nev+par+pd 3D+	const 2D+	8.5992(*)	1.89772	.001	1.9577	15.2407
	const D-vl	8.2494(*)	1.89772	.002	1.6079	14.8909
	dom 2D+	8.2235(*)	1.89018	.001	1.6084	14.8386
nev+par+pd D-vl	dom 3D+	-8.5798(*)	1.85800	.000	-15.0823	-2.0773

‡

Based on observed means.

* The mean difference is significant at the .05 level.

Significantie MANOVA Antwoorttijden vraagtype * visualisatievorm * categorie

Multiple Comparisons
 Dependent Variable: Answertime
 Bonferroni

		Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
(I) Q_VT_S	(J) Q_VT_S				Lower Bound	Upper Bound
const 2D+ non c	const 2D non c	-16.7701(*)	2.98863	.000	-28.9113	-4.6288
	const 2D+ coord	-17.2630(*)	3.00424	.000	-29.4677	-5.0584
const 3D coord	const 2D+ non c	12.9830(*)	3.02047	.018	.7123	25.2536
const 3D non c	const 2D+ non c	16.9002(*)	2.98863	.000	4.7589	29.0414
const 3D+ coord	const 2D+ non c	13.2118(*)	3.02047	.013	.9411	25.4824
const 3D+ rnr	const 2D coord	21.7049(*)	2.95165	.000	9.7138	33.6959
	const 2D rnr	25.6350(*)	2.95165	.000	13.6440	37.6261
	const 2D non c	14.1157(*)	2.90148	.001	2.3284	25.9029
	const 2D+ coord	13.6227(*)	2.91755	.003	1.7701	25.4752
	const 2D+ rnr	24.1686(*)	3.00831	.000	11.9473	36.3899
	const 2D+ non c	30.8857(*)	2.98863	.000	18.7444	43.0270
	const 3D coord	17.9028(*)	2.93426	.000	5.9823	29.8232
	const 3D rnr	24.4048(*)	2.93426	.000	12.4843	36.3252
	const 3D non c	13.9855(*)	2.90148	.002	2.1983	25.7728
	const 3D+ coord	17.6739(*)	2.93426	.000	5.7535	29.5944
const 3D+ non c	const 3D+ rnr	-19.9952(*)	2.93426	.000	-31.9157	-8.0748
const D-vl coord	const 2D non c	-15.5026(*)	2.98863	.000	-27.6439	-3.3613
	const 2D+ coord	-15.9956(*)	3.00424	.000	-28.2003	-3.7909
	const 3D non c	-15.6327(*)	2.98863	.000	-27.7740	-3.4914
	const 3D+ rnr	-29.6182(*)	2.98863	.000	-41.7595	-17.4770
const D-vl rnr	const 3D+ rnr	-21.2955(*)	2.98863	.000	-33.4368	-9.1543
const D-vl non c	const 2D+ non c	14.6460(*)	3.02047	.001	2.3754	26.9167
	const 3D+ rnr	-16.2397(*)	2.93426	.000	-28.1601	-4.3193
	const D-vl coord	13.3786(*)	3.02047	.010	1.1079	25.6492
dom 2D coord	const 3D+ rnr	-22.3463(*)	2.95165	.000	-34.3374	-10.3553
dom 2D rnr	const 2D coord	12.5541(*)	2.98388	.027	.4321	24.6761
	const 2D rnr	16.4843(*)	2.98388	.000	4.3622	28.6063
	const 2D+ rnr	15.0178(*)	3.03995	.001	2.6681	27.3676
	const 2D+ non c	21.7349(*)	3.02047	.000	9.4643	34.0056
	const 3D rnr	15.2540(*)	2.96669	.000	3.2018	27.3061
	const D-vl coord	20.4675(*)	3.02047	.000	8.1968	32.7381
	dom 2D coord	13.1955(*)	2.98388	.010	1.0735	25.3175
dom 2D non c	const 2D+ non c	12.7141(*)	3.03736	.029	.3748	25.0533
	const 3D+ rnr	-18.1716(*)	2.95165	.000	-30.1627	-6.1806
dom 2D+ coord	const 2D non c	-13.1394(*)	3.00831	.013	-25.3607	-9.9182
	const 2D+ coord	-13.6324(*)	3.02382	.007	-25.9167	-1.3482
	const 3D non c	-13.2695(*)	3.00831	.011	-25.4908	-1.0483
	const 3D+ rnr	-27.2551(*)	3.00831	.000	-39.4763	-15.0338

	dom 2D rnr	-18.1043(*)	3.03995	.000	-30.4541	-5.7545
dom 2D+ rnr	const 2D+ non c	13.4320(*)	3.02047	.009	1.1614	25.7027
	const 3D+ rnr	-17.4537(*)	2.93426	.000	-29.3741	-5.5333
dom 2D+ non c	const 3D+ rnr	-22.3863(*)	2.93426	.000	-34.3067	-10.4659
	dom 2D rnr	-13.2355(*)	2.96669	.009	-25.2877	-1.1834
dom 3D coord	const 2D coord	13.7844(*)	2.96745	.004	1.7291	25.8397
	const 2D rnr	17.7146(*)	2.96745	.000	5.6593	29.7698
	const 2D+ rnr	16.2482(*)	3.02382	.000	3.9639	28.5324
	const 2D+ non c	22.9653(*)	3.00424	.000	10.7606	35.1700
	const 3D rnr	16.4843(*)	2.95016	.000	4.4993	28.4693
	const 3D+ non c	12.0748(*)	2.95016	.044	.0898	24.0598
	const D-vl coord	21.6978(*)	3.00424	.000	9.4931	33.9025
	const D-vl rnr	13.3751(*)	3.00424	.009	1.1704	25.5798
	dom 2D coord	14.4259(*)	2.96745	.001	2.3706	26.4811
	dom 2D+ coord	19.3346(*)	3.02382	.000	7.0504	31.6189
	dom 2D+ non c	14.4659(*)	2.95016	.001	2.4809	26.4509
dom 3D rnr	const 2D+ non c	14.1792(*)	3.00424	.003	1.9745	26.3838
	const 3D+ rnr	-16.7066(*)	2.91755	.000	-28.5591	-4.8540
	const D-vl coord	12.9117(*)	3.00424	.018	.7070	25.1164
dom 3D non c	const 2D non c	-11.9245(*)	2.93426	.050	-23.8449	-.0041
	const 2D+ coord	-12.4175(*)	2.95016	.027	-24.4025	-.4325
	const 3D non c	-12.0546(*)	2.93426	.041	-23.9751	-.1342
	const 3D+ rnr	-26.0402(*)	2.93426	.000	-37.9606	-14.1197
	dom 2D rnr	-16.8894(*)	2.96669	.000	-28.9415	-4.8372
	dom 3D coord	-18.1197(*)	2.95016	.000	-30.1047	-6.1347
dom 3D+ coord	const 2D coord	17.7459(*)	2.95165	.000	5.7549	29.7370
	const 2D rnr	21.6761(*)	2.95165	.000	9.6850	33.6672
	const 2D+ rnr	20.2097(*)	3.00831	.000	7.9884	32.4309
	const 2D+ non c	26.9268(*)	2.98863	.000	14.7855	39.0681
	const 3D coord	13.9438(*)	2.93426	.002	2.0234	25.8643
	const 3D rnr	20.4458(*)	2.93426	.000	8.5254	32.3663
	const 3D+ coord	13.7150(*)	2.93426	.003	1.7946	25.6354
	const 3D+ non c	16.0363(*)	2.93426	.000	4.1159	27.9567
	const D-vl coord	25.6593(*)	2.98863	.000	13.5180	37.8006
	const D-vl rnr	17.3366(*)	2.98863	.000	5.1953	29.4779
	const D-vl non c	12.2808(*)	2.93426	.029	.3603	24.2012
	dom 2D coord	18.3874(*)	2.95165	.000	6.3963	30.3784
	dom 2D non c	14.2127(*)	2.95165	.002	2.2216	26.2038
	dom 2D+ coord	23.2962(*)	3.00831	.000	11.0749	35.5174
	dom 2D+ rnr	13.4948(*)	2.93426	.004	1.5743	25.4152
	dom 2D+ non c	18.4274(*)	2.93426	.000	6.5069	30.3478
	dom 3D rnr	12.7476(*)	2.91755	.013	.8951	24.6002
	dom 3D non c	22.0812(*)	2.93426	.000	10.1608	34.0017
dom 3D+ rnr	const 2D coord	19.7384(*)	2.96745	.000	7.6832	31.7937

	const 2D rnr	23.6686(*)	2.96745	.000	11.6134	35.7239
	const 2D non c	12.1492(*)	2.91755	.032	.2967	24.0018
	const 2D+ rnr	22.2022(*)	3.02382	.000	9.9179	34.4865
	const 2D+ non c	28.9193(*)	3.00424	.000	16.7146	41.1240
	const 3D coord	15.9364(*)	2.95016	.000	3.9514	27.9214
	const 3D rnr	22.4384(*)	2.95016	.000	10.4534	34.4234
	const 3D non c	12.0191(*)	2.91755	.039	.1666	23.8717
	const 3D+ coord	15.7075(*)	2.95016	.000	3.7225	27.6925
	const 3D+ non c	18.0288(*)	2.95016	.000	6.0438	30.0138
	const D-vl coord	27.6518(*)	3.00424	.000	15.4472	39.8565
	const D-vl rnr	19.3291(*)	3.00424	.000	7.1244	31.5338
	const D-vl non c	14.2733(*)	2.95016	.001	2.2883	26.2583
	dom 2D coord	20.3799(*)	2.96745	.000	8.3247	32.4352
	dom 2D non c	16.2052(*)	2.96745	.000	4.1500	28.2605
	dom 2D+ coord	25.2887(*)	3.02382	.000	13.0044	37.5729
	dom 2D+ rnr	15.4873(*)	2.95016	.000	3.5023	27.4723
	dom 2D+ non c	20.4199(*)	2.95016	.000	8.4349	32.4049
	dom 3D rnr	14.7402(*)	2.93354	.001	2.8227	26.6576
	dom 3D non c	24.0738(*)	2.95016	.000	12.0888	36.0588
dom 3D+ non c	const 2D+ coord	-12.0947(*)	2.96745	.047	-24.1500	-.0395
	const 3D+ rnr	-25.7174(*)	2.95165	.000	-37.7085	-13.7264
	dom 2D rnr	-16.5666(*)	2.98388	.000	-28.6886	-4.4446
	dom 3D coord	-17.7970(*)	2.96745	.000	-29.8522	-5.7417
	dom 3D+ coord	-21.7585(*)	2.95165	.000	-33.7495	-9.7674
	dom 3D+ rnr	-23.7510(*)	2.96745	.000	-35.8063	-11.6957
dom D-vl coord	const 2D coord	12.7183(*)	2.98388	.021	.5963	24.8403
	const 2D rnr	16.6485(*)	2.98388	.000	4.5265	28.7705
	const 2D+ rnr	15.1821(*)	3.03995	.001	2.8323	27.5319
	const 2D+ non c	21.8992(*)	3.02047	.000	9.6285	34.1698
	const 3D rnr	15.4182(*)	2.96669	.000	3.3661	27.4704
	const D-vl coord	20.6317(*)	3.02047	.000	8.3611	32.9023
	const D-vl rnr	12.3090(*)	3.02047	.047	.0384	24.5796
	dom 2D coord	13.3598(*)	2.98388	.008	1.2378	25.4818
	dom 2D+ coord	18.2686(*)	3.03995	.000	5.9188	30.6183
	dom 2D+ non c	13.3998(*)	2.96669	.007	1.3476	25.4519
	dom 3D non c	17.0536(*)	2.96669	.000	5.0015	29.1058
	dom 3D+ non c	16.7309(*)	2.98388	.000	4.6089	28.8529
dom D-vl rnr	const 3D+ rnr	-23.6639(*)	2.96976	.000	-35.7285	-11.5993
	dom 2D rnr	-14.5131(*)	3.00180	.001	-26.7079	-2.3184
	dom 3D coord	-15.7435(*)	2.98546	.000	-27.8719	-3.6151
	dom 3D+ coord	-19.7050(*)	2.96976	.000	-31.7696	-7.6404
	dom 3D+ rnr	-21.6975(*)	2.98546	.000	-33.8259	-9.5691
	dom D-vl coord	-14.6774(*)	3.00180	.001	-26.8722	-2.4826
dom D-vl non c	const 2D+ non c	12.7740(*)	3.00424	.022	.5694	24.9787

	const 3D+ rnr	-18.1117(*)	2.91755	.000	-29.9642	-6.2591
	dom 3D+ coord	-14.1527(*)	2.91755	.001	-26.0053	-2.3002
	dom 3D+ rnr	-16.1453(*)	2.93354	.000	-28.0627	-4.2278
nev 2D coord	const 2D+ non c	13.2681(*)	3.05496	.015	.8573	25.6788
	const 3D+ rnr	-17.6176(*)	2.96976	.000	-29.6822	-5.5530
	dom 3D+ coord	-13.6587(*)	2.96976	.004	-25.7233	-1.5941
	dom 3D+ rnr	-15.6512(*)	2.98546	.000	-27.7796	-3.5228
nev 2D+ coord	const 2D+ non c	13.5754(*)	3.05496	.009	1.1647	25.9862
	const 3D+ rnr	-17.3103(*)	2.96976	.000	-29.3749	-5.2457
	dom 3D+ coord	-13.3513(*)	2.96976	.007	-25.4160	-1.2867
	dom 3D+ rnr	-15.3439(*)	2.98546	.000	-27.4723	-3.2155
nev 3D coord	const 2D+ non c	15.8500(*)	3.07331	.000	3.3647	28.3353
	const 3D+ rnr	-15.0357(*)	2.98863	.001	-27.1770	-2.8944
	const D-vl coord	14.5825(*)	3.07331	.002	2.0972	27.0678
	dom 3D+ rnr	-13.0693(*)	3.00424	.014	-25.2740	-.8646
nev 3D+ coord	const 2D coord	18.9622(*)	3.01879	.000	6.6984	31.2260
	const 2D rnr	22.8924(*)	3.01879	.000	10.6285	35.1562
	const 2D+ rnr	21.4259(*)	3.07422	.000	8.9369	33.9150
	const 2D+ non c	28.1430(*)	3.05496	.000	15.7323	40.5538
	const 3D coord	15.1601(*)	3.00180	.000	2.9653	27.3549
	const 3D rnr	21.6621(*)	3.00180	.000	9.4673	33.8569
	const 3D+ coord	14.9313(*)	3.00180	.001	2.7365	27.1261
	const 3D+ non c	17.2526(*)	3.00180	.000	5.0578	29.4474
	const D-vl coord	26.8756(*)	3.05496	.000	14.4648	39.2863
	const D-vl rnr	18.5529(*)	3.05496	.000	6.1421	30.9636
	const D-vl non c	13.4970(*)	3.00180	.007	1.3022	25.6918
	dom 2D coord	19.6037(*)	3.01879	.000	7.3398	31.8675
	dom 2D non c	15.4290(*)	3.01879	.000	3.1651	27.6928
	dom 2D+ coord	24.5124(*)	3.07422	.000	12.0234	37.0014
	dom 2D+ rnr	14.7110(*)	3.00180	.001	2.5162	26.9058
	dom 2D+ non c	19.6436(*)	3.00180	.000	7.4489	31.8384
	dom 3D rnr	13.9639(*)	2.98546	.003	1.8355	26.0923
	dom 3D non c	23.2975(*)	3.00180	.000	11.1027	35.4923
	dom 3D+ non c	22.9747(*)	3.01879	.000	10.7109	35.2386
	dom D-vl rnr	20.9213(*)	3.03650	.000	8.5855	33.2570
	dom D-vl non c	15.3690(*)	2.98546	.000	3.2406	27.4974
	nev 2D coord	14.8750(*)	3.03650	.001	2.5392	27.2107
	nev 2D+ coord	14.5676(*)	3.03650	.002	2.2319	26.9034
nev D-vl coord	const 3D+ rnr	-23.9465(*)	2.96976	.000	-36.0111	-11.8819
	dom 2D rnr	-14.7957(*)	3.00180	.001	-26.9905	-2.6009
	dom 3D coord	-16.0260(*)	2.98546	.000	-28.1545	-3.8976
	dom 3D+ coord	-19.9876(*)	2.96976	.000	-32.0522	-7.9229
	dom 3D+ rnr	-21.9801(*)	2.98546	.000	-34.1085	-9.8517
	dom D-vl coord	-14.9600(*)	3.00180	.001	-27.1547	-2.7652

	<u>nev 3D+ coord</u>	-21.2038(*)	3.03650	.000	-33.5396	-8.8681
par 2D rnr	const 3D+ rnr	-19.1006(*)	2.91755	.000	-30.9531	-7.2480
	dom 3D+ coord	-15.1416(*)	2.91755	.000	-26.9942	-3.2891
	dom 3D+ rnr	-17.1342(*)	2.93354	.000	-29.0516	-5.2167
	nev 3D+ coord	-16.3579(*)	2.98546	.000	-28.4863	-4.2295
par 2D+ rnr	const 2D rnr	15.7993(*)	3.00098	.000	3.6078	27.9908
	const 2D+ rnr	14.3329(*)	3.05673	.003	1.9149	26.7509
	const 2D+ non c	21.0500(*)	3.03736	.000	8.7107	33.3893
	const 3D rnr	14.5690(*)	2.98388	.001	2.4470	26.6911
	const D-vl coord	19.7825(*)	3.03736	.000	7.4433	32.1218
	dom 2D coord	12.5106(*)	3.00098	.032	.3191	24.7021
	dom 2D+ coord	17.4194(*)	3.05673	.000	5.0014	29.8373
	dom 2D+ non c	12.5506(*)	2.98388	.027	.4286	24.6726
	dom 3D non c	16.2045(*)	2.98388	.000	4.0824	28.3265
	dom 3D+ non c	15.8817(*)	3.00098	.000	3.6902	28.0732
	dom D-vl rnr	13.8282(*)	3.01879	.005	1.5644	26.0920
	nev D-vl coord	14.1108(*)	3.01879	.003	1.8469	26.3746
par 3D rnr	const 2D rnr	15.1308(*)	2.95165	.000	3.1398	27.1219
	const 2D+ rnr	13.6644(*)	3.00831	.006	1.4432	25.8857
	const 2D+ non c	20.3815(*)	2.98863	.000	8.2402	32.5228
	const 3D rnr	13.9006(*)	2.93426	.002	1.9801	25.8210
	const D-vl coord	19.1141(*)	2.98863	.000	6.9728	31.2553
	dom 2D+ coord	16.7509(*)	3.00831	.000	4.5296	28.9722
	dom 3D non c	15.5360(*)	2.93426	.000	3.6156	27.4564
	dom 3D+ non c	15.2132(*)	2.95165	.000	3.2222	27.2043
	dom D-vl rnr	13.1597(*)	2.96976	.010	1.0951	25.2243
	nev D-vl coord	13.4423(*)	2.96976	.006	1.3777	25.5069
par 3D+ rnr	const 2D+ non c	12.7327(*)	3.00424	.023	.5280	24.9374
	const 3D+ rnr	-18.1530(*)	2.91755	.000	-30.0056	-6.3005
	dom 3D+ coord	-14.1941(*)	2.91755	.001	-26.0466	-2.3416
	dom 3D+ rnr	-16.1866(*)	2.93354	.000	-28.1041	-4.2692
	nev 3D+ coord	-15.4104(*)	2.98546	.000	-27.5388	-3.2820
<u>par D-vl rnr</u>	dom 2D rnr	-14.0471(*)	2.95016	.002	-26.0321	-2.0621
	dom 3D coord	-15.2775(*)	2.93354	.000	-27.1949	-3.3600
	dom 3D+ coord	-19.2390(*)	2.91755	.000	-31.0915	-7.3864
	dom 3D+ rnr	-21.2315(*)	2.93354	.000	-33.1490	-9.3140
	dom D-vl coord	-14.2114(*)	2.95016	.002	-26.1964	-2.2264
	nev 3D+ coord	-20.4553(*)	2.98546	.000	-32.5837	-8.3268
	<u>par 2D+ rnr</u>	-13.3622(*)	2.96745	.007	-25.4175	-1.3069
	<u>par 3D rnr</u>	-12.6937(*)	2.91755	.014	-24.5463	-.8412
pd 2D non c	const 3D+ rnr	-22.3791(*)	2.91755	.000	-34.2316	-10.5266
	dom 2D rnr	-13.2283(*)	2.95016	.008	-25.2133	-1.2433
	dom 3D coord	-14.4586(*)	2.93354	.001	-26.3761	-2.5412
	dom 3D+ coord	-18.4202(*)	2.91755	.000	-30.2727	-6.5676

	dom 3D+ rnr	-20.4127(*)	2.93354	.000	-32.3302	-8.4952
	dom D-vl coord	-13.3926(*)	2.95016	.006	-25.3776	-1.4076
	nev 3D+ coord	-19.6364(*)	2.98546	.000	-31.7649	-7.5080
	par 2D+ rnr	-12.5434(*)	2.96745	.025	-24.5986	-.4881
	par 3D rnr	-11.8749(*)	2.91755	.048	-23.7274	-.0224
pd 2D+ non c	const 2D+ non c	17.0306(*)	3.03736	.000	4.6913	29.3698
	const 3D+ rnr	-13.8551(*)	2.95165	.003	-25.8462	-1.8641
	const D-vl coord	15.7631(*)	3.03736	.000	3.4239	28.1024
	dom 2D+ coord	13.4000(*)	3.05673	.012	.9820	25.8179
	dom 3D non c	12.1850(*)	2.98388	.046	.0630	24.3071
pd 3D non c	const 3D+ rnr	-20.4777(*)	2.90148	.000	-32.2650	-8.6905
	dom 3D coord	-12.5573(*)	2.91755	.017	-24.4098	-.7048
	dom 3D+ coord	-16.5188(*)	2.90148	.000	-28.3060	-4.7316
	dom 3D+ rnr	-18.5113(*)	2.91755	.000	-30.3639	-6.6588
	nev 3D+ coord	-17.7351(*)	2.96976	.000	-29.7997	-5.6705
pd 3D+ non c	const 3D+ rnr	-20.6153(*)	2.95165	.000	-32.6064	-8.6242
	dom 3D coord	-12.6948(*)	2.96745	.020	-24.7501	-.6396
	dom 3D+ coord	-16.6564(*)	2.95165	.000	-28.6474	-4.6653
	dom 3D+ rnr	-18.6489(*)	2.96745	.000	-30.7041	-6.5936
	nev 3D+ coord	-17.8726(*)	3.01879	.000	-30.1365	-5.6088
pd D-vl non c	const 2D rnr	15.6865(*)	2.95165	.000	3.6954	27.6776
	const 2D+ rnr	14.2201(*)	3.00831	.002	1.9988	26.4413
	const 2D+ non c	20.9372(*)	2.98863	.000	8.7959	33.0784
	const 3D rnr	14.4562(*)	2.93426	.001	2.5358	26.3766
	const D-vl coord	19.6697(*)	2.98863	.000	7.5284	31.8110
	dom 2D coord	12.3978(*)	2.95165	.028	.4067	24.3888
	dom 2D+ coord	17.3065(*)	3.00831	.000	5.0853	29.5278
	dom 2D+ non c	12.4378(*)	2.93426	.023	.5173	24.3582
	dom 3D non c	16.0916(*)	2.93426	.000	4.1712	28.0121
	dom 3D+ non c	15.7689(*)	2.95165	.000	3.7778	27.7599
	dom D-vl rnr	13.7154(*)	2.96976	.004	1.6508	25.7800
	nev D-vl coord	13.9980(*)	2.96976	.003	1.9333	26.0626
	par D-vl rnr	13.2494(*)	2.91755	.006	1.3968	25.1019
	pd 2D non c	12.4306(*)	2.91755	.021	.5780	24.2831

‡

Based on observed means.

* The mean difference is significant at the .05 level.

Significantie MANOVA Antwoorttijden visualisatievorm * groep

Multiple Comparisons
Dependent Variable: Answertime
Bonferroni

		Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
(I) VT_G	(J) VT_G				Lower Bound	Upper Bound
2D Leken	2D Stud	8.8102(*)	1.72699	.000	2.7662	14.8543
2D Exp	2D Leken	-9.7659(*)	1.96680	.000	-16.6491	-2.8826
2D+ Stud	2D Leken	-9.3455(*)	1.72699	.000	-15.3895	-3.3015
2D+ Leken	2D Stud	7.2351(*)	1.75521	.004	1.0923	13.3779
	2D Exp	8.1907(*)	1.99162	.004	1.2206	15.1608
	2D+ Stud	7.7704(*)	1.75521	.001	1.6276	13.9131
2D+ Exp	2D Leken	-8.7204(*)	1.99148	.001	-15.6901	-1.7508
	2D+ Leken	-7.1453(*)	2.01600	.042	-14.2007	-.0898
3D Stud	2D Leken	-7.1779(*)	1.72699	.004	-13.2219	-1.1339
3D Leken	2D Stud	11.0982(*)	1.70762	.000	5.1220	17.0745
	2D Exp	12.0538(*)	1.94981	.000	5.2300	18.8777
	2D+ Stud	11.6335(*)	1.70762	.000	5.6573	17.6097
	2D+ Exp	11.0084(*)	1.97471	.000	4.0975	17.9194
3D Exp	3D Stud	9.4659(*)	1.70762	.000	3.4896	15.4421
	2D Leken	-8.2655(*)	1.96089	.003	-15.1281	-1.4029
	3D Leken	-10.5535(*)	1.94386	.000	-17.3565	-3.7505
3D+ Stud	2D Stud	6.7745(*)	1.67280	.006	.9201	12.6289
	2D Exp	7.7301(*)	1.91939	.006	1.0128	14.4474
	2D+ Stud	7.3097(*)	1.67280	.001	1.4554	13.1641
3D+ Leken	2D Stud	14.2612(*)	1.70453	.000	8.2958	20.2266
	2D Exp	15.2168(*)	1.94710	.000	8.4025	22.0311
	2D+ Stud	14.7964(*)	1.70453	.000	8.8310	20.7618
	2D+ Leken	7.0261(*)	1.79292	.010	.7513	13.3008
	2D+ Exp	14.1714(*)	1.97203	.000	7.2698	21.0729
	3D Stud	12.6288(*)	1.70453	.000	6.6634	18.5942
	3D Exp	13.7165(*)	1.94114	.000	6.9230	20.5099
3D+ Exp	3D+ Stud	7.4867(*)	1.71233	.001	1.4940	13.4794
	2D Stud	6.8996(*)	1.91243	.033	.2066	13.5926
	2D Exp	7.8552(*)	2.13147	.025	.3956	15.3148
	2D+ Stud	7.4349(*)	1.91243	.011	.7419	14.1279
D-vl Stud	3D+ Leken	-7.3616(*)	1.94710	.017	-14.1759	-.5472
	2D Leken	-8.9353(*)	1.72953	.000	-14.9882	-2.8824
	2D+ Leken	-7.3602(*)	1.75771	.003	-13.5117	-1.2087
	3D Leken	-11.2233(*)	1.71019	.000	-17.2085	-5.2381
	3D+ Stud	-6.8996(*)	1.67542	.004	-12.7631	-1.0360
	3D+ Leken	-14.3862(*)	1.70710	.000	-20.3606	-8.4118
D-vl Leke	3D+ Exp	-7.0247(*)	1.91473	.026	-13.7257	-.3237
	2D Stud	6.9266(*)	1.73037	.007	.8708	12.9825

	2D Exp	7.8823(*)	1.96976	.007	.9886	14.7759
	2D+ Stud	7.4619(*)	1.73037	.002	1.4061	13.5177
	3D+ Leken	-7.3345(*)	1.76861	.004	-13.5242	-1.1449
	D-vl Stud	7.0517(*)	1.73290	.005	.9870	13.1164
D-vl Exp	2D Leken	-8.4968(*)	1.97892	.002	-15.4225	-1.5711
	3D Leken	-10.7848(*)	1.96203	.000	-17.6514	-3.9182
	3D+ Leken	-13.9477(*)	1.95934	.000	-20.8049	-7.0906

‡

Based on observed means.

* The mean difference is significant at the .05 level.

Significantie MANOVA Antwoorttijden visualisatievorm * categorie * groep

Multiple Comparisons
 Dependent Variable: Answertime
 Bonferroni

		Mean Difference	Std. (I-J)	Sig. Error	95% Confidence Interval	
(I) VT_S_G	(J) VT_S_G				Lower Bound	Upper Bound
2D non c Leken	2D non c Stud	12.5886(*)	2.87054	.012	.9270	24.2501
2D+ non c Stud	2D rnr Leken	-13.8390(*)	2.85451	.001	-25.4354	-2.2425
	2D non c Leken	-14.9294(*)	2.87054	.000	-26.5910	-3.2679
2D+ non c Exp	2D rnr Leken	-14.0397(*)	3.34900	.029	-27.6450	-.4345
	2D non c Leken	-15.1302(*)	3.36267	.007	-28.7911	-1.4694
3D coord Leken	2D coord Stud	13.3997(*)	2.91260	.004	1.5673	25.2322
	2D coord Exp	15.5821(*)	3.28266	.002	2.2463	28.9180
	2D rnr Stud	12.4011(*)	2.89968	.020	.6211	24.1810
	2D rnr Exp	15.1019(*)	3.34375	.007	1.5179	28.6859
	2D non c Stu	14.9614(*)	2.88717	.000	3.2323	26.6905
	2D+ coord Stud	14.1275(*)	2.91260	.001	2.2951	25.9599
	2D+ non c Stud	17.3023(*)	2.88717	.000	5.5731	29.0314
	2D+ non c Exp	17.5031(*)	3.37688	.000	3.7845	31.2216
3D rnr Stud	3D coord Leken	-13.2599(*)	2.88717	.005	-24.9890	-1.5308
3D rnr Leken	2D coord Stud	12.9592(*)	2.88023	.007	1.2583	24.6601
	2D coord Exp	15.1417(*)	3.25397	.003	1.9224	28.3609
	2D rnr Stud	11.9606(*)	2.86715	.031	.3128	23.6083
	2D rnr Exp	14.6614(*)	3.31559	.010	1.1918	28.1310
	2D non c Stud	14.5209(*)	2.85451	.000	2.9245	26.1173
	2D+ coord Stud	13.6870(*)	2.88023	.002	1.9861	25.3879
	2D+ non c Stud	16.8618(*)	2.85451	.000	5.2653	28.4582
	2D+ non c Exp	17.0626(*)	3.34900	.000	3.4573	30.6678
	3D rnr Stud	12.8194(*)	2.85451	.007	1.2230	24.4158
3D rnr Exp	3D coord Leken	-14.3765(*)	3.28266	.012	-27.7123	-1.0407
	3D rnr Leken	-13.9360(*)	3.25397	.019	-27.1553	-.7168
3D non c Stud	2D rnr Leken	-11.6587(*)	2.86715	.049	-23.3065	-.0110
	2D non c Leken	-12.7492(*)	2.88311	.010	-24.4618	-1.0366
	3D coord Leken	-15.1221(*)	2.89968	.000	-26.9020	-3.3421
	3D rnr Leken	-14.6816(*)	2.86715	.000	-26.3293	-3.0338
3D non c Exp	3D coord Leken	-14.7145(*)	3.28266	.008	-28.0503	-1.3787
	3D rnr Leken	-14.2740(*)	3.25397	.012	-27.4933	-1.0548
3D+ coord Stud	2D coord Stud	12.1431(*)	2.85011	.021	.5645	23.7217
	2D coord Exp	14.3255(*)	3.22735	.009	1.2144	27.4366
	2D rnr Exp	13.8453(*)	3.28947	.027	.4818	27.2087
	2D non c Stud	13.7047(*)	2.82412	.001	2.2318	25.1777
	2D+ coord Stud	12.8708(*)	2.85011	.007	1.2923	24.4494
	2D+ non c Stud	16.0456(*)	2.82412	.000	4.5726	27.5186
	2D+ non c Exp	16.2464(*)	3.32314	.001	2.7462	29.7466

	3D rnr Stud	12.0032(*)	2.82412	.022	.5303	23.4762
	3D rnr Exp	13.1199(*)	3.22735	.049	.0088	26.2309
	3D non c Stud	13.8654(*)	2.83690	.001	2.3405	25.3903
	3D non c Exp	13.4579(*)	3.22735	.032	.3468	26.5689
<u>3D+ coord Leken</u>	2D coord Stud	16.7651(*)	2.85011	.000	5.1866	28.3437
	<u>2D coord Leken</u>	12.2686(*)	2.99275	.043	.1106	24.4267
	2D coord Exp	18.9475(*)	3.22735	.000	5.8365	32.0586
	2D rnr Stud	15.7664(*)	2.83690	.000	4.2415	27.2913
	2D rnr Exp	18.4673(*)	3.28947	.000	5.1039	31.8307
	2D non c Stud	18.3268(*)	2.82412	.000	6.8538	29.7998
	2D non c Exp	16.3731(*)	3.22735	.000	3.2620	29.4842
	2D+ coord Stud	17.4929(*)	2.85011	.000	5.9143	29.0714
	2D+ coord Exp	16.2311(*)	3.22735	.001	3.1200	29.3422
	2D+ rnr Stud	14.2731(*)	2.83690	.001	2.7482	25.7980
	2D+ rnr Exp	13.5830(*)	3.32314	.045	.0828	27.0832
	2D+ non c Stud	20.6677(*)	2.82412	.000	9.1947	32.1406
	2D+ non c Exp	20.8684(*)	3.32314	.000	7.3682	34.3687
	3D coord Exp	13.3385(*)	3.25758	.044	.1046	26.5724
	3D rnr Stud	16.6253(*)	2.82412	.000	5.1523	28.0983
	3D rnr Exp	17.7419(*)	3.22735	.000	4.6308	30.8530
	3D non c Stud	18.4874(*)	2.83690	.000	6.9625	30.0123
	3D non c Exp	18.0799(*)	3.22735	.000	4.9688	31.1910
3D+ coord Exp	2D+ non c Stud	13.9404(*)	3.21016	.015	.8991	26.9816
3D+ rnr Stud	2D non c Stud	11.8287(*)	2.78231	.022	.5256	23.1318
	2D+ non c Stud	14.1696(*)	2.78231	.000	2.8665	25.4727
	2D+ non c Exp	14.3704(*)	3.28768	.013	1.0142	27.7266
	3D non c Stud	11.9894(*)	2.79528	.019	.6336	23.3452
<u>3D+ rnr Leken</u>	2D coord Stud	22.9452(*)	2.85011	.000	11.3666	34.5238
	2D coord Leken	18.4487(*)	2.99275	.000	6.2907	30.6067
	2D coord Exp	25.1276(*)	3.22735	.000	12.0165	38.2387
	2D rnr Stud	21.9465(*)	2.83690	.000	10.4216	33.4714
	<u>2D rnr Leken</u>	13.0088(*)	2.90774	.008	1.1961	24.8215
	2D rnr Exp	24.6474(*)	3.28947	.000	11.2839	38.0108
	2D non c Stud	24.5068(*)	2.82412	.000	13.0339	35.9798
	2D non c Leken	11.9183(*)	2.92348	.047	.0417	23.7949
	2D non c Exp	22.5531(*)	3.22735	.000	9.4421	35.6642
	2D+ coord Stud	23.6729(*)	2.85011	.000	12.0944	35.2515
	2D+ coord Leken	15.2331(*)	3.01185	.000	2.9975	27.4687
	2D+ coord Exp	22.4112(*)	3.22735	.000	9.3001	35.5223
	2D+ rnr Stud	20.4532(*)	2.83690	.000	8.9283	31.9781
	<u>2D+ rnr Leken</u>	15.0188(*)	2.97441	.000	2.9353	27.1024
	2D+ rnr Exp	19.7630(*)	3.32314	.000	6.2628	33.2633
	2D+ non c Stud	26.8477(*)	2.82412	.000	15.3747	38.3207
	2D+ non c Leken	17.4401(*)	2.97441	.000	5.3566	29.5237

	2D+ non c Exp	27.0485(*)	3.32314	.000	13.5483	40.5487
	3D coord Stud	16.9475(*)	2.85011	.000	5.3689	28.5261
	3D coord Exp	19.5186(*)	3.25758	.000	6.2847	32.7525
	3D rnr Stud	22.8053(*)	2.82412	.000	11.3324	34.2783
	3D rnr Exp	23.9220(*)	3.22735	.000	10.8109	37.0330
	3D non c Stud	24.6675(*)	2.83690	.000	13.1426	36.1924
	3D non c Leken	16.3196(*)	2.87792	.000	4.6281	28.0112
	3D non c Exp	24.2600(*)	3.22735	.000	11.1489	37.3710
	3D+ rnr Stud	12.6781(*)	2.83690	.008	1.1532	24.2030
3D+ rnr Exp	2D+ non c Stud	13.9297(*)	3.17947	.012	1.0131	26.8463
3D+ non c Stud	2D rnr Leken	-12.3005(*)	2.86715	.019	-23.9483	-6.527
	2D non c Leken	-13.3909(*)	2.88311	.004	-25.1036	-1.6783
	3D coord Leken	-15.7638(*)	2.89968	.000	-27.5437	-3.9839
	3D rnr Leken	-15.3233(*)	2.86715	.000	-26.9711	-3.6755
	3D+ coord Stud	-14.5071(*)	2.83690	.000	-26.0320	-2.9822
	3D+ coord Leken	-19.1292(*)	2.83690	.000	-30.6541	-7.6043
	3D+ rnr Stud	-12.6311(*)	2.79528	.007	-23.9869	-1.2753
	3D+ rnr Leken	-25.3092(*)	2.83690	.000	-36.8341	-13.7843
3D+ non c Leken	3D+ coord Leken	-15.5713(*)	2.95678	.000	-27.5832	-3.5594
	3D+ rnr Leken	-21.7514(*)	2.95678	.000	-33.7633	-9.7395
3D+ non c Exp	3D coord Leken	-13.4623(*)	3.31240	.050	-26.9189	-.0057
	3D+ coord Leken	-16.8277(*)	3.25758	.000	-30.0616	-3.5937
	3D+ rnr Leken	-23.0077(*)	3.25758	.000	-36.2416	-9.7738
<u>D-vl coord Stud</u>	2D non c Leken	-12.1429(*)	2.89611	.029	-23.9084	-.3775
	3D coord Leken	-14.5158(*)	2.91260	.001	-26.3482	-2.6833
	3D rnr Leken	-14.0753(*)	2.88023	.001	-25.7762	-2.3744
	3D+ coord Stud	-13.2591(*)	2.85011	.003	-24.8377	-1.6805
	3D+ coord Leken	-17.8811(*)	2.85011	.000	-29.4597	-6.3026
	3D+ rnr Leken	-24.0612(*)	2.85011	.000	-35.6398	-12.4826
D-vl coord Leken	3D+ rnr Leken	-17.9483(*)	2.97441	.000	-30.0319	-5.8648
D-vl coord Exp	3D coord Leken	-14.7996(*)	3.34375	.010	-28.3835	-1.2156
	3D rnr Leken	-14.3591(*)	3.31559	.015	-27.8286	-.8895
	3D+ coord Stud	-13.5429(*)	3.28947	.040	-26.9063	-.1795
	3D+ coord Leken	-18.1649(*)	3.28947	.000	-31.5284	-4.8015
	3D+ rnr Leken	-24.3450(*)	3.28947	.000	-37.7084	-10.9816
<u>D-vl rnr Stud</u>	2D rnr Leken	-12.9182(*)	2.88023	.008	-24.6191	-1.2173
	2D non c Leken	-14.0087(*)	2.89611	.001	-25.7741	-2.2432
	3D coord Leken	-16.3815(*)	2.91260	.000	-28.2139	-4.5491
	3D rnr Leken	-15.9410(*)	2.88023	.000	-27.6419	-4.2401
	3D+ coord Stud	-15.1249(*)	2.85011	.000	-26.7034	-3.5463
	3D+ coord Leken	-19.7469(*)	2.85011	.000	-31.3255	-8.1683
	3D+ rnr Stud	-13.2488(*)	2.80869	.003	-24.6591	-1.8385
	3D+ rnr Leken	-25.9270(*)	2.85011	.000	-37.5055	-14.3484
D-vl rnr Leken	3D+ coord Leken	-13.5870(*)	2.97441	.005	-25.6705	-1.5034

	3D+ rnr Leken	-19.7670(*)	2.97441	.000	-31.8506	-7.6835
D-vl rnr Exp	2D rnr Leken	-14.3185(*)	3.28396	.014	-27.6595	-.9774
	2D non c Leken	-15.4089(*)	3.29791	.003	-28.8067	-2.0112
	3D coord Leken	-17.7818(*)	3.31240	.000	-31.2384	-4.3252
	3D rnr Leken	-17.3413(*)	3.28396	.000	-30.6823	-4.0002
	3D+ coord Stud	-16.5251(*)	3.25758	.000	-29.7590	-3.2912
	3D+ coord Leken	-21.1472(*)	3.25758	.000	-34.3811	-7.9132
	3D+ rnr Stud	-14.6491(*)	3.22140	.006	-27.7360	-1.5622
	3D+ rnr Leken	-27.3272(*)	3.25758	.000	-40.5611	-14.0933
D-vl non c Stud	3D+ coord Leken	-13.7628(*)	2.82412	.001	-25.2358	-2.2899
	3D+ rnr Leken	-19.9429(*)	2.82412	.000	-31.4159	-8.4699
D-vl non c Leken	2D coord Exp	13.6558(*)	3.24042	.026	.4916	26.8200
	2D non c Stud	13.0350(*)	2.83905	.005	1.5014	24.5686
	2D+ coord Stud	12.2011(*)	2.86490	.021	.5625	23.8398
	2D+ non c Stud	15.3759(*)	2.83905	.000	3.8423	26.9095
	2D+ non c Exp	15.5767(*)	3.33583	.003	2.0249	29.1285
	3D non c Stud	13.1957(*)	2.85176	.004	1.6104	24.7810
	3D+ non c Stud	13.8374(*)	2.85176	.001	2.2522	25.4227
	D-vl coord Stud	12.5894(*)	2.86490	.012	.9508	24.2281
	D-vl rnr Stud	14.4552(*)	2.86490	.000	2.8165	26.0938
	D-vl rnr Exp	15.8554(*)	3.27053	.001	2.5689	29.1419
D-vl non c Exp	3D+ rnr Leken	-16.8628(*)	3.25758	.000	-30.0968	-3.6289

‡

Based on observed means.

* The mean difference is significant at the .05 level.

Significantie MANOVA Antwoorttijden vraagtype * visualisatievorm * groep

Multiple Comparisons
 Dependent Variable: Answertime
 Bonferroni

		Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
(I) Q_VT_G	(J) Q_VT_G				Lower Bound	Upper Bound
const 3D Leken	const 2D Stud	12.4997(*)	2.94860	.023	.5210	24.4783
	const 2D+ Stud	14.1917(*)	2.96190	.002	2.1590	26.2244
<u>const 3D+ Stud</u>	<u>const 2D+ Stud</u>	13.1416(*)	2.87249	.005	1.4722	24.8111
const 3D+ Leken	const 2D Stud	14.4083(*)	2.91654	.001	2.5599	26.2567
	const 2D Exp	13.6963(*)	3.34482	.044	.1080	27.2846
	const 2D+ Stud	16.1003(*)	2.92998	.000	4.1973	28.0033
	const 2D+ Exp	15.7894(*)	3.44789	.005	1.7823	29.7964
	const 3D Stud	11.8826(*)	2.90353	.044	.0870	23.6782
	const 3D Exp	14.7018(*)	3.31402	.010	1.2386	28.1650
const D-vl Stud	const 3D Leken	-12.5935(*)	2.97565	.024	-24.6820	-.5049
	const 3D+ Leken	-14.5021(*)	2.94388	.001	-26.4616	-2.5426
const D-vl Exp	const 3D Leken	-15.1049(*)	3.40503	.010	-28.9378	-1.2720
	const 3D+ Stud	-14.0549(*)	3.32755	.025	-27.5731	-.5368
	const 3D+ Leken	-17.0136(*)	3.37730	.001	-30.7338	-3.2933
dom 2D Leken	const 2D+ Stud	13.7833(*)	3.01447	.005	1.5371	26.0296
	const D-vl Exp	14.6966(*)	3.45086	.021	.6775	28.7157
dom 2D+ Stud	const 3D Leken	-12.9134(*)	2.93574	.011	-24.8398	-.9869
	const 3D+ Stud	-11.8633(*)	2.84551	.032	-23.4232	-.3035
	const 3D+ Leken	-14.8220(*)	2.90353	.000	-26.6176	-3.0264
	dom 2D Leken	-12.5050(*)	2.98877	.030	-24.6469	-.3632
dom 2D+ Exp	const 3D+ Leken	-13.6801(*)	3.31402	.038	-27.1433	-.2169
dom 3D Leken	const 2D+ Stud	13.4902(*)	2.94565	.005	1.5235	25.4569
	const D-vl Exp	14.4035(*)	3.39090	.022	.6280	28.1790
	dom 2D+ Stud	12.2119(*)	2.91935	.030	.3521	24.0717
dom 3D+ Stud	const 2D+ Stud	12.0825(*)	2.85929	.025	.4667	23.6984
<u>dom 3D+ Leken</u>	const 2D Stud	19.7137(*)	2.94860	.000	7.7350	31.6923
	const 2D Exp	19.0017(*)	3.37282	.000	5.2996	32.7037
	const 2D+ Stud	21.4057(*)	2.96190	.000	9.3730	33.4384
	const 2D+ Leken	12.8508(*)	3.06932	.029	.3817	25.3199
	const 2D+ Exp	21.0947(*)	3.47506	.000	6.9773	35.2122
	const 3D Stud	17.1880(*)	2.93574	.000	5.2615	29.1144
	const 3D Exp	20.0071(*)	3.34228	.000	6.4291	33.5851
	const D-vl Stud	19.8075(*)	2.97565	.000	7.7189	31.8960
	const D-vl Leken	12.6590(*)	3.08709	.042	.1177	25.2002
	const D-vl Exp	22.3189(*)	3.40503	.000	8.4860	36.1518
	dom 2D Stud	13.2876(*)	2.93574	.006	1.3612	25.2140
	dom 2D Exp	16.6190(*)	3.37282	.001	2.9170	30.3211
	dom 2D+ Stud	20.1274(*)	2.93574	.000	8.2009	32.0538
<u>dom 2D+ Leken</u>		14.1024(*)	3.14488	.008	1.3264	26.8785

	dom 2D+ Exp	18.9854(*)	3.34228	.000	5.4074	32.5634
	dom 3D Stud	14.6584(*)	2.94860	.001	2.6797	26.6371
	dom 3D Exp	15.7492(*)	3.34228	.003	2.1713	29.3272
dom D-vl Stud	dom 3D+ Leken	-15.6901(*)	2.93574	.000	-27.6165	-3.7636
dom D-vl Leken	const 2D+ Stud	13.7680(*)	3.01447	.005	1.5217	26.0142
	const D-vl Exp	14.6812(*)	3.45086	.022	.6622	28.7003
	dom 2D+ Stud	12.4897(*)	2.98877	.030	.3478	24.6316
dom D-vl Exp	dom 3D+ Leken	-13.8334(*)	3.34228	.036	-27.4113	-.2554
nev+par+pd 2D Stud	const 3D Leken	-12.1457(*)	2.96190	.042	-24.1784	-.1130
	const 3D+ Leken	-14.0543(*)	2.92998	.002	-25.9574	-2.1513
	dom 3D+ Leken	-19.3597(*)	2.96190	.000	-31.3924	-7.3270
nev+par+pd 2D Leken	const 2D+ Stud	13.1315(*)	2.96190	.010	1.0988	25.1642
	const D-vl Exp	14.0448(*)	3.40503	.038	.2119	27.8777
nev+par+pd 2D Exp	dom 3D+ Leken	-19.4585(*)	3.34228	.000	-33.0365	-5.8806
nev+par+pd 2D+ Stud	dom 3D+ Leken	-12.3432(*)	2.94860	.029	-24.3219	-.3646
nev+par+pd 2D+ Leken	const 2D Stud	15.9191(*)	3.00141	.000	3.7259	28.1123
	const 2D Exp	15.2071(*)	3.41908	.009	1.3171	29.0971
	const 2D+ Stud	17.6111(*)	3.01447	.000	5.3648	29.8574
	const 2D+ Exp	17.3002(*)	3.51997	.001	3.0003	31.6001
	const 3D Stud	13.3934(*)	2.98877	.008	1.2515	25.5353
	const 3D Exp	16.2126(*)	3.38895	.002	2.4450	29.9802
	const D-vl Stud	16.0129(*)	3.02798	.000	3.7117	28.3141
	const D-vl Exp	18.5244(*)	3.45086	.000	4.5053	32.5435
	dom 2D+ Stud	16.3328(*)	2.98877	.000	4.1909	28.4747
	dom 2D+ Exp	15.1909(*)	3.38895	.008	1.4233	28.9585
	nev+par+pd 2D Stud	15.5651(*)	3.01447	.000	3.3189	27.8114
	nev+par+pd 2D Exp	15.6640(*)	3.38895	.004	1.8964	29.4316
nev+par+pd 3D Stud	dom 3D+ Leken	-15.4705(*)	2.96190	.000	-27.5032	-3.4378
nev+par+pd 3D Leken	const 2D Stud	15.8222(*)	2.91654	.000	3.9738	27.6706
	const 2D Exp	15.1102(*)	3.34482	.007	1.5219	28.6985
	const 2D+ Stud	17.5142(*)	2.92998	.000	5.6112	29.4172
	const 2D+ Exp	17.2033(*)	3.44789	.001	3.1963	31.2103
	const 3D Stud	13.2965(*)	2.90353	.005	1.5009	25.0921
	const 3D Exp	16.1157(*)	3.31402	.001	2.6525	29.5789
	const D-vl Stud	15.9160(*)	2.94388	.000	3.9565	27.8755
	const D-vl Exp	18.4275(*)	3.37730	.000	4.7072	32.1478
	dom 2D+ Stud	16.2359(*)	2.90353	.000	4.4403	28.0315
	dom 2D+ Exp	15.0940(*)	3.31402	.006	1.6308	28.5572
	dom D-vl Stud	11.7986(*)	2.90353	.050	.0030	23.5942
	nev+par+pd 2D Stud	15.4683(*)	2.92998	.000	3.5652	27.3713
	nev+par+pd 2D Exp	15.5671(*)	3.31402	.003	2.1039	29.0303
nev+par+pd 3D Exp	dom 3D+ Leken	-14.7929(*)	3.37282	.012	-28.4949	-1.0908
nev+par+pd 3D+ Stud	dom 3D+ Leken	-14.6643(*)	3.00464	.001	-26.8706	-2.4579
nev+par+pd 3D+ Leken	const 2D Stud	15.6849(*)	2.91654	.000	3.8365	27.5333

	const 2D Exp	14.9729(*)	3.34482	.008	1.3846	28.5612
	const 2D+ Stud	17.3769(*)	2.92998	.000	5.4739	29.2799
	const 2D+ Exp	17.0660(*)	3.44789	.001	3.0590	31.0730
	const 3D Stud	13.1592(*)	2.90353	.006	1.3636	24.9548
	const 3D Exp	15.9784(*)	3.31402	.002	2.5152	29.4416
	const D-vl Stud	15.7787(*)	2.94388	.000	3.8192	27.7382
	const D-vl Exp	18.2902(*)	3.37730	.000	4.5699	32.0104
	dom 2D+ Stud	16.0986(*)	2.90353	.000	4.3030	27.8942
	dom 2D+ Exp	14.9567(*)	3.31402	.007	1.4935	28.4199
	nev+par+pd 2D Stud	15.3310(*)	2.92998	.000	3.4279	27.2340
	nev+par+pd 2D Exp	15.4298(*)	3.31402	.003	1.9666	28.8930
nev+par+pd D-vl Stud	const 3D+ Leken	-11.9392(*)	2.91654	.044	-23.7876	-.0907
	dom 3D+ Leken	-17.2445(*)	2.94860	.000	-29.2232	-5.2658
	nev+par+pd 2D+ Leken	-13.4500(*)	3.00141	.008	-25.6432	-1.2568
	nev+par+pd 3D Leken	-13.3531(*)	2.91654	.005	-25.2015	-1.5047
	nev+par+pd 3D+ Leken	-13.2158(*)	2.91654	.006	-25.0642	-1.3674
nev+par+pd D-vl Exp	dom 3D+ Leken	-15.3647(*)	3.40503	.007	-29.1976	-1.5318

‡

Based on observed means.

* The mean difference is significant at the .05 level.

Bijlage 17 - Overzichten totale subjectieve beoordelingen

Overzicht totale subjectieve beoordelingen (absolute waarden)

	2D	2D+	3D	3D+	D-vlakken
zeer goed	14	7	4	1	2
goed	20	14	14	6	3
redelijk	9	15	15	14	14
slecht		5	7	14	19
zeer slecht		2	3	8	5
Totaal	43	43	43	43	43

Overzicht totale subjectieve beoordelingen (gemiddelden)

	2D	2D+	3D	3D+	D-vlakken
zeer goed	0.3256	0.1628	0.093	0.0232	0.0465
goed	0.4651	0.3256	0.3256	0.1395	0.0698
redelijk	0.2093	0.3488	0.3488	0.3256	0.3256
slecht		0.1163	0.1628	0.3256	0.4419
zeer slecht		0.0465	0.0698	0.186	0.1163
Totaal	1	1	1	1	1

Overzicht totale beoordelingen (factoren)

	2D	2D+	3D	3D+	D-vlakken
zeer goed	0.6512	0.3256	0.186	0.0464	0.093
goed	0.4651	0.3256	0.3256	0.1395	0.0698
redelijk	0	0	0	0	0
slecht		-0.1163	-0.1628	-0.3256	-0.4419
zeer slecht		-0.093	-0.1396	-0.372	-0.2326
Totaal	1.1163	0.4419	0.5348	-0.5117	-0.5117

Overzicht totale beoordelingen (factoren in percentages)

	2D	2D+	3D	3D+	D-vlakken
Totaal	77.9	61.05	63.37	37.21	37.21

Uitleg transformatie factoren naar percentages

Per beoordeling van een visualisatievorm zijn de factoren toegekend, die te zien zijn in onderstaande tabel.

Beoordeling	Factor
Zeer goed	+2
Goed	+1
Redelijk	0
Slecht	-1
Zeer slecht	-2

Tabel Factoren.

Vervolgens zijn de gemiddelde waarden met de gegeven factoren vermenigvuldigd. De uitkomsten zijn daarna bijelkaar opgeteld zodat elk visualisatievorm een beoordelingswaarde krijgt toegewezen die bruikbaar is voor een onderlinge vergelijking tussen de drie groepen deelnemers. Om tot een dergelijke vergelijking te komen, zijn de uitkomsten middels een formule naar procentuele waarden omgezet. Hier hebben de factorwaarden -2 en +2 respectievelijk de percentages 0% en 100% toegewezen gekregen. De formule is als volgt:

$$Y = ((2 + X) / 4) * 100$$

In deze formule stelt Y de procentuele waarde voor en is X de opgetelde factorwaarde. Het getal 2 is de maximale factorwaarde en het getal 4 geeft de schaalverdeling (in percentages; 25, 50, 75, 100) weer, waarbij de negatieve factorwaarden naar positieve waarden omhoog geschoven zijn voor een duidelijke schaalverdeling.

Bijlage 18 - Overzichten subjectieve beoordelingen per groep

Overzicht subjectieve beoordelingen Leken (absolute waarden)

Beoordeling	2D	2D+	3D	3D+	D-vlakken
zeer goed	3	3	1		
goed	9	6	7	2	
redelijk	4	6	5	5	5
slecht		1	3	7	6
zeer slecht				2	5
Totaal	16	16	16	16	16

Overzicht subjectieve beoordelingen Leken (gemiddelden)

Beoordeling	2D	2D+	3D	3D+	D-vlakken
zeer goed	0.1875	0.1875	0.0625		
goed	0.5625	0.375	0.4375	0.125	
redelijk	0.25	0.375	0.3125	0.3125	0.3125
slecht		0.0625	0.1875	0.4375	0.375
zeer slecht				0.125	0.3125
Totaal	1	1	1	1	1

Overzicht subjectieve beoordelingen Leken (factoren)

Beoordeling	Vis2D	Vis2D_plus	Vis3D	Vis3D_plus	VisD_vlak
zeer goed	0.375	0.375	0.125		
goed	0.5625	0.375	0.4375	0.125	
redelijk	0	0	0	0	0
slecht		-0.0625	-0.1875	-0.4375	-0.375
zeer slecht				-0.25	-0.625
Totaal	0.9375	0.6875	0.375	-0.5625	-1

Overzicht subjectieve beoordelingen Studenten (absolute waarden)

Beoordeling	2D	2D+	3D	3D+	D-vlakken
zeer goed	7	3	1		1
goed	9	6	5	3	1
redelijk	2	5	8	7	7
slecht		3	2	5	9
zeer slecht		1	2	3	
Totaal	18	18	18	18	18

Overzicht subjectieve beoordelingen Studenten (gemiddelden)

Beoordeling	2D	2D+	3D	3D+	D-vlakken
zeer goed	0.389	0.167	0.056		0.056
goed	0.5	0.33	0.278	0.167	0.056
redelijk	0.11	0.278	0.44	0.389	0.389
slecht		0.167	0.11	0.278	0.5
zeer slecht		0.056	0.11	0.167	
Totaal	1	1	1	1	1

Overzicht subjectieve beoordelingen Studenten (factoren)

Beoordeling	Vis2D	Vis2D_plus	Vis3D	Vis3D_plus	VisD_vlak
zeer goed	0.778	0.334	0.112		0.112
goed	0.5	0.33	0.278	0.167	0.056
redelijk	0	0	0	0	0
slecht		-0.167	-0.11	-0.278	-0.5
zeer slecht		-0.112	-0.22	-0.334	
Totaal	1.2778	0.385	0.06	-0.445	-0.332

Overzicht subjectieve beoordelingen Experts (absolute waarden)

Beoordeling	2D	2D+	3D	3D+	D-vlakken
zeer goed	4	1	2	1	1
goed	2	2	2	1	2
redelijk	3	4	2	2	2
slecht		1	2	2	4
zeer slecht		1	1	3	
Totaal	9	9	9	9	9

Overzicht subjectieve beoordelingen Experts (gemiddelden)

Beoordeling	2D	2D+	3D	3D+	D-vlakken
zeer goed	0.44	0.11	0.22	0.11	0.11
goed	0.22	0.22	0.22	0.11	0.22
redelijk	0.33	0.44	0.22	0.22	0.22
slecht		0.11	0.22	0.22	0.44
zeer slecht		0.11	0.11	0.33	
Totaal	1	1	1	1	1

Overzicht subjectieve beoordelingen Experts (factoren)

Beoordeling	Vis2D	Vis2D_plus	Vis3D	Vis3D_plus	VisD_vlak
zeer goed	0.88	0.22	0.44	0.22	0.22
goed	0.22	0.22	0.22	0.11	0.22
redelijk	0	0	0	0	0
slecht		-0.11	-0.22	-0.22	-0.44
zeer slecht		-0.22	-0.22	-0.66	
Totaal	1.1	0.11	0.22	-0.55	0

Overzicht subjectieve beoordelingen (factoren)

Beoordeling	Vis2D	Vis2D_plus	Vis3D	Vis3D_plus	VisD_vlak
Leken	0.9375	0.6875	0.375	-0.5625	-1
Studenten	1.2778	0.385	0.06	-0.445	-0.332
Experts	1.1	0.11	0.22	-0.55	0

Overzicht subjectieve beoordelingen (factoren in percentages)

Beoordeling	Vis2D	Vis2D_plus	Vis3D	Vis3D_plus	VisD_vlak
Leken	73.45	67.2	59.375	64.075	25
Studenten	82	59.75	51.5	38.75	41.75
Experts	77.5	52.75	55.5	36.25	50

Bijlage 19 - Uitkomsten One-Way ANOVA Subjectieve beoordelingen

De onderstrepingen geven de voor het onderzoek significante waarden aan.

Significantie One-Way ANOVA Subjectieve beoordelingen visualisatievorm

Multiple Comparisons
Dependent Variable: Preference
Bonferroni

†

		Mean Difference	Std.	Sig.	95% Confidence Interval	
		(I-J)	Error		Lower Bound	Upper Bound
(I) Vistype	(J) Vistype					
<u>2D</u>	<u>2D+</u>	-.67(*)	.210	<u>.015</u>	-1.27	-.08
	<u>3D</u>	-.91(*)	.210	<u>.000</u>	-1.50	-.31
	<u>3D+</u>	-1.63(*)	.210	<u>.000</u>	-2.22	-1.03
	<u>D-vlakken</u>	-1.63(*)	.210	<u>.000</u>	-2.22	-1.03
<u>2D+</u>	<u>2D</u>	.67(*)	.210	<u>.015</u>	.08	1.27
	<u>3D</u>	-.23	.210	1.000	-.83	.36
	<u>3D+</u>	-.95(*)	.210	<u>.000</u>	-1.55	-.36
	<u>D-vlakken</u>	-.95(*)	.210	<u>.000</u>	-1.55	-.36
<u>3D</u>	<u>2D</u>	.91(*)	.210	<u>.000</u>	.31	1.50
	<u>2D+</u>	.23	.210	1.000	-.36	.83
	<u>3D+</u>	-.72(*)	.210	<u>.007</u>	-1.32	-.12
	<u>D-vlakken</u>	-.72(*)	.210	<u>.007</u>	-1.32	-.12
<u>3D+</u>	<u>2D</u>	1.63(*)	.210	<u>.000</u>	1.03	2.22
	<u>2D+</u>	.95(*)	.210	<u>.000</u>	.36	1.55
	<u>3D</u>	.72(*)	.210	<u>.007</u>	.12	1.32
	<u>D-vlakken</u>	.00	.210	1.000	-.60	.60
<u>D-vlakken</u>	<u>2D</u>	1.63(*)	.210	<u>.000</u>	1.03	2.22
	<u>2D+</u>	.95(*)	.210	<u>.000</u>	.36	1.55
	<u>3D</u>	.72(*)	.210	<u>.007</u>	.12	1.32
	<u>3D+</u>	.00	.210	1.000	-.60	.60

‡

* The mean difference is significant at the .05 level.

Significantie One-Way ANOVA Subjectieve beoordelingen visualisatievorm * groep

Multiple Comparisons
 Dependent Variable: Preference
 Bonferroni

(I) G_VT		(J) G_VT		Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
							Lower Bound	Upper Bound
<u>Stud 3D</u>	<u>Stud 2D</u>			1.22(*)	.324	<u>.022</u>	.07	2.37
<u>Stud 3D+</u>	<u>Stud 2D</u>			1.72(*)	.324	<u>.000</u>	.57	2.87
<u>Stud D-vl</u>	<u>Stud 2D</u>			1.61(*)	.324	<u>.000</u>	.46	2.76
Leken 2D	<u>Stud 3D+</u>			-1.38(*)	.334	<u>.005</u>	-2.57	-.20
	<u>Stud D-vl</u>			-1.27(*)	.334	<u>.020</u>	-2.46	-.08
<u>Leken 3D+</u>	<u>Stud 2D</u>			1.84(*)	.334	<u>.000</u>	.65	3.03
	<u>Leken 2D</u>			1.50(*)	.344	<u>.002</u>	.28	2.72
	<u>Leken 2D+</u>			1.25(*)	.344	<u>.037</u>	.03	2.47
<u>Leken D-vl</u>	<u>Stud 2D</u>			2.28(*)	.334	<u>.000</u>	1.09	3.46
	<u>Stud 2D+</u>			1.39(*)	.334	<u>.005</u>	.20	2.58
	<u>Leken 2D</u>			1.94(*)	.344	<u>.000</u>	.72	3.16
	<u>Leken 2D+</u>			1.69(*)	.344	<u>.000</u>	.47	2.91
	<u>Leken 3D</u>			1.38(*)	.344	<u>.009</u>	.15	2.60
Exp 2D	<u>Stud 3D+</u>			-1.56(*)	.397	<u>.013</u>	-2.96	-.15
	<u>Stud D-vl</u>			-1.44(*)	.397	<u>.036</u>	-2.85	-.04
	<u>Leken 3D+</u>			-1.67(*)	.405	<u>.006</u>	-3.11	-.24
	<u>Leken D-vl</u>			-2.11(*)	.405	<u>.000</u>	-3.55	-.67
<u>Exp 3D+</u>	<u>Stud 2D</u>			1.83(*)	.397	<u>.001</u>	.42	3.24
	<u>Leken 2D</u>			1.49(*)	.405	<u>.031</u>	.05	2.93
	<u>Exp 2D</u>			1.67(*)	.458	<u>.037</u>	.04	3.29

‡

* The mean difference is significant at the .05 level.