

Een model voor waterstofacceptatie

Een causale analyse van de factoren die de maatschappelijke acceptatie van waterstof beïnvloeden



E. J. L. Chappin
1101870
SPM3911 Bachelorproject
Maart-juni 2004

Voorwoord

Dit rapport is geschreven voor het vak SPM3911, Bachelorproject van de opleiding Technische Bestuurskunde aan de Technische Universiteit Delft en dient daarmee als sluitstuk van deze opleiding. Voorafgaand aan dit rapport zijn een issuepaper en een onderzoeksvoorstel vervaardigd.

Ik wil Eric Molin van harte bedanken voor de begeleiding bij dit project en voor het beschikbaar stellen van de gebruikte data.

Tevens gaat mijn dank uit naar iedereen die me (op welke wijze dan ook) heeft geïnspireerd bij de totstandkoming van dit paper.

Emile Chappin

English summary

The hydrogen acceptance model

Causal analysis of the factors which influence the social acceptance of hydrogen

Even though hydrogen has great possibilities as energy carrier, the acceptance by civilians may have great influence on the results of the introduction of a system with hydrogen being an important energy carrier. This is the report of an investigation of the effect of acceptance of hydrogen by civilians with Structured Equation Modeling. The author is an independent policy analyst and advises the Dutch Government.

The central question of this study is formulated as:

Which factors and to what extent influence directly and indirectly the social acceptance of hydrogen as energy carrier in The Netherlands, between now and the year 2030?

The most important background properties of a civilian who influences the social acceptance of hydrogen as energy carrier in The Netherlands are age and sex. Age has the largest influence of these two: Elder persons will buy less hydrogen products. Females hold less strong views about hydrogen as males and because of that, females would not buy as much hydrogen products.

The effect of negative publicity is strong; negative publicity has especially a great influence on establishing an unsafe picture of hydrogen. An influence exists from negative publicity on diminishing a durable image of hydrogen also. The behavior of a civilian is more determined by negative publicity than by neutral or positive publicity: negative news about hydrogen would cause a large descent in the number of hydrogen products sold.

Environmental awareness has no significant contribution to the model and the influence of environmental awareness has not been studied anymore. The level of knowledge of a person has a large effect on the behavior of that citizen. Because the perception of a civilian depends in considerable extent on the knowledge level (more knowledge causes a more durable and in less extent also a more safe image), a high knowledge level is related to a positive attitude towards hydrogen. This relation is strong. Because of this attitude the intention of using hydrogen products is larger. A positive attitude has the outcome that the diminishing of the number of hydrogen products which are bought, in spite of disadvantages of hydrogen products to the prejudice of regular products, is smaller. A positive attitude provides in strong extend that hydrogen products are bought, in spite of disadvantages to the prejudice of regular products.

The goal of this investigation is to recommend towards the Dutch Government about the manner to improve the acceptance of hydrogen to advance the introduction of the hydrogen economy.

The negative influence of age is large. Supposing this effect is cohort, the problem will diminish in time, when the current population advances. That is why a startup time is needed for a successful introduction of hydrogen in society. It is recommended to investigate further whether this assumption can be justified. If so, the government can help elder people adopt with special regulation.

It is recommended to minimize the amount of negative publicity. It seems more useful to prevent negative publicity from happening, than to fight back with positive or neutral publicity, because the

influence of negative publicity is much larger. Although the government can not prevent negative publication always, it is possible to start introducing hydrogen products when risks on big accidents are reduced to a certain minimum. Further more, the disadvantages of hydrogen products should be taken away, to prevent the building of a negative image. Products should be developed till the point that they can be brought to the market in the same circumstances as regular products. The government can attain by the means of subsidies for private organizations to generate positive market conditions for companies which want to invest in the development and production of hydrogen products. Also excise can be charged on regular products. When the production costs of hydrogen are too high, it is possible to supply temporary subsidies to civilians which consume such products.

Knowledge is an important factor for the wanted behavior (toward a sustainable society). That is why the average level of knowledge about hydrogen should be increased; the knowledge economy has to be build. This can be done by campaign, but knowledge about hydrogen should be introduced in the curriculum of schools. To pay attention to the improving of the image of hydrogen of women is recommended.

Samenvatting

Hoewel de introductie van waterstof als energiedrager een kansrijke positie kent, heeft de acceptatie van burgers grote invloed op de invoering van een dergelijk systeem. Daarom wordt een analyse middels Structured Equation Modeling uitgevoerd naar deze acceptatie. De auteur dient als onafhankelijk beleidsanalist advies te geven aan de Nederlandse Overheid betreffende deze problematiek.

De centrale vraag binnen dit onderzoek luidt:

Welke factoren en in welke mate beïnvloeden direct en indirect de maatschappelijke acceptatie van waterstof als energiedrager in Nederland tussen nu en 2030?

De belangrijkste basiskenmerken van een burger die de maatschappelijke acceptatie van waterstof als energiedrager beïnvloeden in Nederland zijn de leeftijd en het geslacht. De leeftijd heeft van de basiskenmerken de grootste invloed: Hoe ouder men is, hoe minder men geneigd zou zijn de waterstofproducten aan te schaffen. Het blijkt dat vrouwen een minder uitgesproken mening hebben dan mannen en daardoor minder snel waterstofproducten aan zullen schaffen.

De invloed van negatieve voorlichting is sterk; met name zorgt negatieve voorlichting voor een versterkte beeldvorming van de burger dat waterstof gevaarlijk is. Ook zorgt negatieve voorlichting voor vermindering van een duurzaam beeld van waterstof. Deze invloed is echter kleiner. Het gedrag wordt veel meer bepaald door negatieve voorlichting dan door neutrale of positieve voorlichting: een negatief bericht over waterstof zorgt voor een grote daling in het aantal verkochte waterstofproducten.

Het milieubewustzijn heeft geen significante bijdrage kunnen leveren aan het model en de invloed van het milieubewustzijn van een burger is daardoor niet verder bepaald. Het kennisniveau van de burger heeft een grote invloed op het uiteindelijke gedrag. Doordat de perceptie van de burger in grote mate bepaald wordt door het kennisniveau (meer kennis zorgt voor een duurzamer en in mindere mate ook veiliger imago), hoort bij een hoger kennisniveau vaak een positieve houding ten opzichte van waterstof. Deze relatie is sterk direct inzichtelijk gemaakt. Door deze houding wordt vaker de intentie uitgesproken waterstofproducten waar mogelijk te gebruiken. Een positieve houding heeft ook als gevolg dat nadelen die kleven aan waterstofproducten ten opzichte van reguliere producten minder snel zullen leiden tot de aanschaf van reguliere producten. Een positieve houding zorgt er in sterke mate voor dat waterstofproducten ondanks eventuele nadelen worden aangeschaft, een invloed die het sterkst is van de gemeten relaties.

Het doel van het onderzoek is het geven van aanbevelingen richting de Nederlandse Overheid over de wijze waarop de acceptatie van waterstof kan worden verhoogd om de introductie van de waterstofeconomie te bevorderen.

De nadelige invloed van leeftijd blijkt groot. Indien aangenomen wordt dat dit een cohort probleem is, zal dit probleem in omvang afnemen, naar mate de huidige bevolking zich verder ontwikkelt. Daarom zal een opstarttijd nodig zijn voor een succesvolle introductie van waterstof. Het wordt aanbevolen nader onderzoek te verrichten of de gedane aanname terecht is. Indien dat het geval is, kan de overheid aan ouderen tegemoetkomen met speciale regelgeving.

Het wordt aanbevolen negatieve voorlichting te minimaliseren. Het blijkt nuttiger negatieve voorlichting te voorkomen, dan terug te strijden met positieve of neutrale voorlichting, omdat het effect van negatieve voorlichting veel groter is. Hoewel negatieve voorlichting niet altijd door de Nederlandse Overheid kan worden voorkomen, is het wel mogelijk om pas met de invoering van

waterstofproducten te beginnen indien het zeker genoeg wordt geacht dat geen grote ongelukken zullen plaatsvinden. Tevens dienen er weinig tot geen nadelen te kleven aan waterstofproducten, zodat geen negatief imago kan worden opgebouwd. Producten moeten daarom zover ontwikkeld zijn, dat ze onder nagenoeg gelijke omstandigheden op de markt kunnen worden gebracht. De overheid kan daartoe bijdragen door middel van subsidies voor private organisaties om gunstige marktcondities te genereren voor ondernemingen die waterstofproducten willen ontwikkelen en produceren. Tevens kan accijnsregulering de marktcondities van reguliere producten verslechteren. Indien productiekosten voor waterstofgebonden producten te hoog zijn is het mogelijk tijdelijk subsidies te leveren aan burgers die zulke producten aanschaffen.

Daarnaast blijkt het dat kennis een belangrijke factor is voor het gewenste gedrag (richting een duurzame samenleving). Daarom dient te worden aangestuurd op het verhogen van het gemiddelde kennisniveau van de burger op het gebied van waterstof; er dient te worden gewerkt aan de kenniseconomie. Dit kan door middel van een campagne, maar ook op middelbare en lagere scholen zal kennis over waterstof in het curriculum opgenomen moeten worden. Tevens wordt aanbevolen aandacht te schenken aan het verbeteren van het imago van waterstof bij vrouwen.

Inhoudsopgave

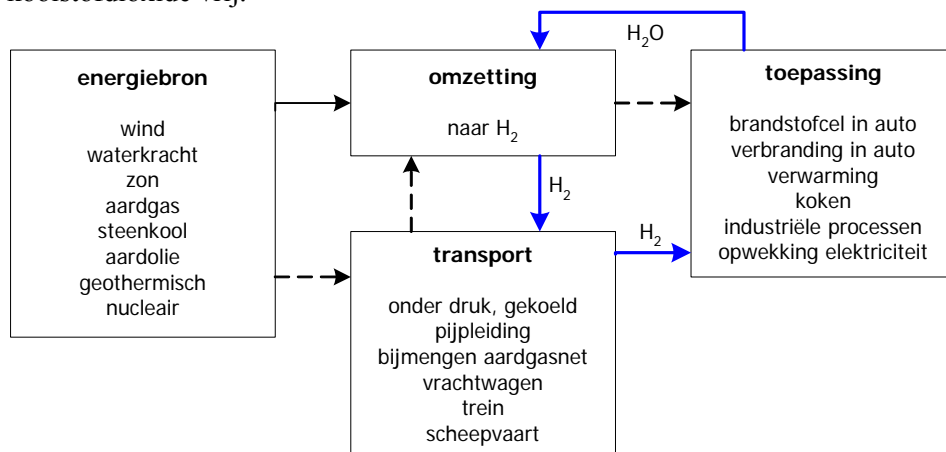
1 Inleiding	9
2 Specificatie	11
2.1 Causaal model	11
2.2 Dataverzameling	12
2.3 Datapreparatie	12
2.4 Operationalisatie	13
2.5 Modelassumpties	17
3 Modelling	18
3.1 Modelschatting	18
3.2 Modelinterpretatie	21
3.3 Schattingsmethode	22
4 Conclusies, aanbevelingen en reflectie	23
4.1 Conclusies	23
4.2 Aanbevelingen	23
4.3 Reflectie	24
Literatuur	25
Bijlagen	26
A. Vragenlijst	26
B. Datapreparatie	28
C. Codering vragen	32
D. Factoranalyse voor het onderzoeken van de meetmodellen	33
E. Assumpties	40
F. Modelschatting in Amos	44
G. Geschatte termen en effecten	45

1 Inleiding

Vorraden fossiele grondstoffen zoals steenkool, aardolie en aardgas zijn eindig. De behoefte aan en de gevolgen van het gebruik van deze grondstoffen als energiebron blijken steeds groter dan gedacht. Om ook in de toekomst aan de energiebehoefte te kunnen voldoen, wordt onderzoek gedaan naar diverse vervangende energiebronnen.

Het gas waterstof (chemische formule H_2) wordt gezien als één van de meest kansrijke energiedragers: het is direct toepasbaar als brandstof in brandstofmotoren (zoals in de huidige auto) en het kan brandstof zijn voor bepaalde types brandstofcel (chemische omzetting tot elektriciteit) (zie Airliquide, 2004). De eerste auto op waterstof is al gerealiseerd (zie Ummes, 2003). Daarnaast wordt waterstof gebruikt bij vele industriële processen (zie Airliquide, 2004) en kan het gebruikt worden in het huishouden als (gedeeltelijke) vervanger voor aardgas. Waterstof kan worden geproduceerd uit vele chemische stoffen, zoals alle fossiele grondstoffen, maar ook uit water, met behulp van elektrolyse.

Waterstof kan daarom worden gezien als een universele energiedrager en is zeer nuttig in een overgangssituatie tussen verschillende typen grondstoffen voor de energiebehoefte. Een toekomst met waterstof als belangrijke energiedrager lijkt daarom mogelijk. Door de unieke positie van waterstof als energiedrager ontstaat dan een economie – en in nog bredere zin een maatschappij – die vervlochten is met waterstof. Daarom wordt vaak gesproken van de ‘waterstofeconomie’ en de transitie daar naartoe. De rol van waterstof in een dergelijke economie wordt geïllustreerd in Figuur 1. Aan de dikke pijlen is te zien dat het gaat om een (theoretisch) gesloten keten. Daarom biedt waterstof mogelijkheden voor het creëren van een duurzame energievoorziening. Waterstof wordt eerst ingezet als energiedrager middels bijvoorbeeld een elektrolysereactie. Hierbij wordt water gebruikt. Dit water komt bij het gebruik van waterstof weer vrij middels een verbrandingsreactie. Hierbij komt geen koolstofdioxide vrij.



Figuur 1. De waterstofketen

Hoewel waterstof een kansrijke positie kent, heeft de acceptatie van burgers grote invloed op de invoering van een dergelijk systeem (zie Chappin, 2004 en Bosch et. al., 2003). Daarom wordt een analyse middels Structured Equation Modelling uitgevoerd naar deze acceptatie. De auteur dient als onafhankelijk beleidsanalist advies te geven aan de Nederlandse Overheid betreffende deze problematiek. Het doel van het onderzoek is het geven van aanbevelingen richting de Nederlandse Overheid over de wijze waarop de acceptatie van waterstof kan worden verhoogd om de introductie van de waterstofeconomie te bevorderen.

De centrale vraag om dit doel te kunnen bereiken luidt:

Welke factoren en in welke mate beïnvloeden direct en indirect de maatschappelijke acceptatie van waterstof als energiedrager in Nederland tussen nu en 2030?

Om deze onderzoeksvraag te kunnen beantwoorden zijn de volgende deelvragen vastgesteld:

- Welke factoren beïnvloeden de acceptatie van waterstof door de Nederlandse burger?
- Hoe hangen deze factoren onderling samen?
- Wat is het (directe en indirecte) effect van deze factoren op de acceptatie van waterstof door de Nederlandse burger?

De opbouw van dit rapport is als volgt: in het volgende hoofdstuk zal de specificatie worden gerapporteerd. Daarbinnen vindt ook de dataverzameling plaats. Daarna zullen modelassumpties worden gepresenteerd en zullen de data geprepareerd worden voor de modelschatting. In het laatste hoofdstuk zal de modelinterpretatie worden gerapporteerd waarna aanbevelingen kunnen worden gepresenteerd. Het rapport wordt afgesloten met de gebruikte literatuur en de bijlagen.

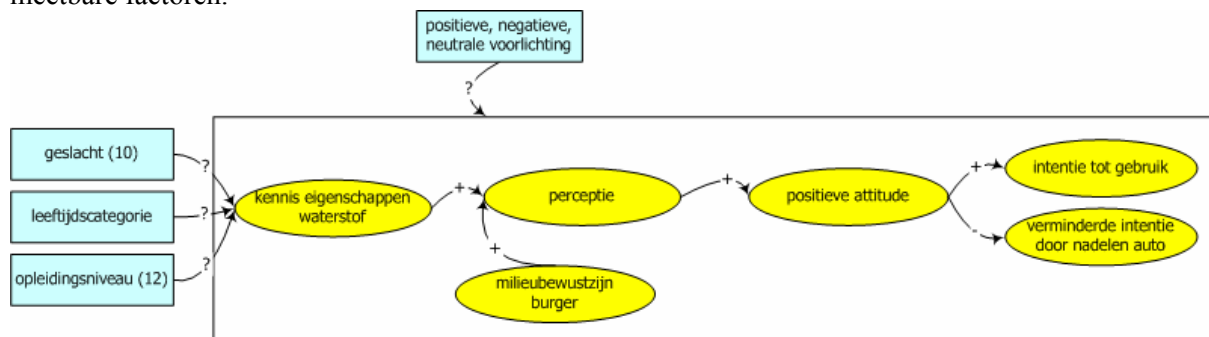
2 Specificatie

In dit hoofdstuk wordt de problematiek verder gespecificeerd. Daarbinnen zal een causaal model worden opgesteld om de verschillende factoren en de relaties daartussen in kaart te brengen en zal de dataverzameling worden beschreven.

2.1 Causaal model

Diverse factoren hebben verband met de problematiek van de acceptatie van waterstof als energiedrager. Om deze factoren en de relaties ertussen in kaart te brengen is een globaal causaal model opgesteld. Een afbeelding hiervan is vermeld in Figuur 2. De factoren staan binnen de ovalen. Het getal tussen haakjes achter de factornaam verwijst naar het nummer van de vraag zoals de factor wordt gemeten middels de gebruikte vragenlijst. Indien duidelijkheid is gewenst over de precieze formulering van de vraagstelling kan ik u verwijzen naar deze vragenlijst, welke is opgenomen in bijlage A.

De pijlen geven een causale (oorzakelijke) relatie aan. Een plusteken (+) geeft een positieve invloed weer, een minteken (-) een negatieve. Een vraagteken (?) geeft een onbekende of dubbelzinnige invloed weer. Geel zijn die factoren die niet worden gemeten. Deze factoren zullen met het model zullen worden geschat. Deze factoren kunnen niet worden gemeten aan de hand van een enkele vraag door de complexiteit van het begrip. Daarom kunnen slechts vragen worden gesteld die als indicator kunnen dienen voor deze gele factoren. Lichtblauwe factoren zullen worden gemeten aan de hand van een vraag aan de respondent. De lichtblauwe factoren dienen (deels) als indicatoren voor de gele niet-meetbare factoren.



Figuur 2. Causaal model

Niet alle relaties zijn evident. Daarom worden een aantal relaties toegelicht en verklaard. In het diagram staan links de basiskenmerken van de persoon: het geslacht, de leeftijdscategorie en het opleidingsniveau. Deze kenmerken staan aan de basis van de kennis, de percepties en attitudes die deze burger bezit. Hoe groot de invloed is van deze factoren, wordt in dit onderzoek uitgezocht. Hier wordt de invloed weergegeven als onbekend (middels een vraagteken) op de kennis van de eigenschappen van waterstof, omdat nog niet duidelijk is welke invloed deze precies hebben.

De kennis die een respondent bezit beïnvloeden het de perceptie van deze burger, ofwel hoe deze ertegenaan kijkt, omdat de kennis van de burger dient als referentiekader voor zijn oordeel over bepaalde zaken. Zo wordt verwacht dat de kennis van eigenschappen van waterstof een negatieve invloed heeft op de perceptie dat waterstof onveilig is, omdat vaststaat dat waterstof niet (veel) gevaarlijker is dan reguliere brandstoffen. Indien deze kennis aanwezig is, zal waterstof niet in deze mate als onveilig worden beschouwd. Daarnaast zal waterstof als duurzaam worden gepercipieerd als de kennis van de eigenschappen van waterstof hoger is, omdat dan bekend is dat waterstof geen gebruik hoeft te maken van beperkte energiebronnen.

De perceptie van een burger heeft invloed op de attitude die de persoon heeft: de houding ten opzichte van een product of onderwerp wordt gebaseerd op hoe de betreffende persoon dit product of onderwerp ziet, wat hij ervan verwacht. Daarom is ook de perceptie van het onderwerp waterstof van invloed op de attitude die een burger daarover heeft. Indien de burger overtuigd is van het feit dat waterstof gevaarlijk is en niet duurzaam, zal de attitude naar waterstof minder snel positief zijn.

De attitude naar waterstof is basis voor de intentie tot het gebruik van waterstof: het uiteindelijke gedrag van de consument, of de intentie om bepaald gedrag te vertonen komt voort uit de houding die de persoon heeft rondom waterstof.

2.2 Dataverzameling

De dataverzameling is een relatief eenvoudige stap binnen dit project. Aangezien in 2003 binnen de faculteit een consumentenonderzoek is gehouden naar de acceptatie van waterstof is het overbodig zelf data te verzamelen. Deze data zijn voor dit onderzoek volledig beschikbaar gesteld. De data zijn uitermate geschikt voor de doelen van dit onderzoek en in het onderzoek in 2003 zijn de in dit onderzoek beoogde resultaten niet onderzocht (zie Chappin, 2004 en Bosch et. al., 2003). De meetresultaten van de blauwe variabelen in het model (zie Figuur 3) zijn in deze data opgenomen. De vragenlijst op basis waarvan de data zijn verzameld staat vermeld in bijlage A.

In het kader van een 1^e-jaars project van de opleiding Technische Bestuurskunde aan de TU Delft is de vragenlijst opgesteld en zijn de data verzameld. De data bevatten 612 respondenten, verzameld door 26 studenten die elk bij minimaal 20 willekeurig aangesproken personen een vragenlijst hebben laten beantwoorden. Deze verzameling heeft in oktober 2003 plaatsgevonden.

2.3 Datapreparatie

In het onderdeel datapreparatie worden de verzamelde data gehercodeerd om de modellering te verduidelijken en vergemakkelijken. Daarnaast zullen de data worden onderzocht op missende en onmogelijke waarden. Voor een uitgebreidere beschrijving van de datapreparatie zie bijlage B. Voor de uiteindelijke codering van de gebruikte vragen zie bijlage C.

Een aantal vragen naar meningen zijn als volgt gemeten en gecodeerd: helemaal niet mee eens = 1, niet mee eens = 2, neutraal = 3, mee eens = 4, helemaal mee eens = 5. Om de interpretatie te vergemakkelijken wordt dit gehercodeerd naar -2, -1, 0, 1, 2. Dit heeft als gevolg dat oneens negatief wordt en eens positief. Dit heeft geen invloed voor de uitkomsten van het model, maar maakt interpretatie van de figuren, zoals vermeld bij de modelassumpties eenvoudiger.

Bij het meten van de kennis van de respondent werd gecodeerd met een 1 voor het antwoord 'juist', 2 voor 'onjuist' en drie voor 'weet niet'. Deze methode houdt echter geen rekening met het feit of het antwoord op de vraag overeenkomt met de werkelijkheid. En dat is juist hetgeen we beogen te meten. Daarom wordt dit gehercodeerd. Indien de vraag goed is beantwoord (het antwoord overeenkomt met de werkelijkheid) wordt 1 toegekend. Weet de respondent het antwoord niet, of geeft deze het verkeerde antwoord, wordt een 0 toegekend.

Een aantal vragen heeft als optie 'weet niet'. Om interpretatie van de resultaten te vergemakkelijken is deze gehercodeerd naar de hier ongebruikte waarde 0.

Het autobezit wordt gehercodeerd naar 1 wel een auto, en 0 geen auto. Dit was specifiek opgedeeld, maar overbodig voor de beoogde analyses.

De data zijn onderzocht op onmogelijke en ontbrekende waarden.

Er is een zeer beperkt aantal onmogelijke waarden geconstateerd. De meeste van deze waarden zijn waarschijnlijk veroorzaakt door typefouten. Deze waarden zullen worden verwijderd. Daarnaast zijn enkele onmogelijke antwoorden ingevuld omdat men een aanwijzing om te springen binnen de vragenlijst heeft genegeerd. Ook deze waarden worden verwijderd uit de dataset.

Bij enkele vragen worden grote hoeveelheden vermiste waarden opgegeven. Dit wordt echter allemaal veroorzaakt doordat er een sprong in de vragenlijst is opgenomen. Deze waarden zijn dus terecht en er hoeft geen rekening mee te worden gehouden. De overige vermiste waarden zijn zeer beperkt. Alleen de variabelen met het grootste aantal vermiste waarden zijn onderzocht. Er is geen reden om de andere

vermiste waarden te onderzoeken, omdat het effect verwaarloosbaar zal zijn. Om daar zeker van te zijn, zijn de vermiste waarden bij een aantal variabelen onderzocht, maar het bleek dat de gemiste waarden Missing At Random (MAR) zijn. Hoewel het mogelijk is door te werken met de gemiste waarden, met name omdat het aantal gemiste waarden zo klein is, wordt voorlopig gebruik gemaakt van mean substitution: de gemiste waarden worden vervangen door de gemiddelde waarde die berekend wordt aan de hand van de waarden die wel zijn ingevuld. Dit is de makkelijkste oplossing om een volledige dataset te verkrijgen. Wel is er een nadeel: de variatie binnen de variabelen zal dalen, maar dit nadeel is minimaal bij een dergelijk omvang. Het voordeel is dat in het softwarepakket Amos een aantal extra analyses kunnen worden uitgevoerd welke nuttig zijn voor het verkrijgen van een juist model.

2.4 Operationalisatie

De factoren in het causaal model zijn veelal niet direct meetbaar. Ze kunnen wel worden geoperationaliseerd met behulp van meetbare indicatorvariabelen. Door elk meetmodel op te nemen in het globale causale model van Figuur 2 wordt het uitgewerkte model verkregen zoals weergegeven in Figuur 3. Het nummer binnen een lichtblauwe factor refereert aan het vraagnummer in de vragenlijst, welke te vinden is in bijlage A.

Op basis van factoranalyse worden de niet-meetbare factoren geschat. Hiervoor wordt gebruik gemaakt van het softwarepakket SPSS. Daarbij wordt gekeken of alle voorgestelde variabelen een significante bijdrage kunnen leveren als indicatorvariabele in een factoranalyse. De belangrijkste conclusies van deze exploratieve modelschatting worden hier gepresenteerd. Uitgebreide beschrijvingen en analyses van de factoranalyses staan in bijlage D. Van elke factoranalyse staat de factorladingenmatrix vermeld.

2.4.1 Kennis

Men heeft een grote mate van kennis als men in het bezit is van de wetenschap van een aantal kenmerken van waterstof. Allereerst is de kennis van waterstof gemeten aan de hand van de vraag of bepaalde eigenschappen van waterstof kloppen of niet. Dit berust op de redenering dat de wetenschap van een aantal kenmerken van waterstof duiden op een bepaald kennisniveau met betrekking tot waterstof. Indien meer vragen juist worden beantwoord is de kennis van de eigenschappen, voordelen, nadelen en gevaren van waterstof groter.

De eigenschappen die zijn gebruikt, hebben betrekking op toepassing van waterstof in zeppelins, vliegtuigen en bussen, de uitstoot van een waterstofauto, het feit of waterstof een brandstof, een vloeistof is en of waterstof lichter is dan lucht.

Het meetmodel 'kennis' bestaat uit één factor. Hoewel niet alle gemeten variabelen volgens de gebruikelijke criteria significant zijn om te worden opgenomen in de factoranalyse wordt het model op theoretische basis aanvaard. Alle indicatoren worden dus opgenomen.

Tabel 1. Factorladingenmatrix kennis

Factor Matrix^a

	Factor
	1
wat_bran	,445
wat_lich	,346
wat_vloe	,468
wat_zepp	,404
wat_vlie	,492
wat_buss	,370
uit_benz	,497
uit_kool	,722
uit_wate	,618

Extraction Method: Principal Axis Factoring.

a. 1 factors extracted. 6 iterations required.

2.4.2 Milieubewustzijn

Het milieubewustzijn van een burger wordt gedefinieerd als de mate waarin de burger zich realiseert dat de invloed die de mens op zijn omgeving uitoefent schadelijk kan zijn voor hen en zijn omgeving in de toekomst. Daaruit voortvloeiend gedrag om deze negatieve invloed te minimaliseren behoort ook tot het milieubewustzijn.

Het milieubewustzijn van de burger is te meten aan de hand van de eigen mening over het milieubewustzijn en het milieubewuste gedrag van de burger, wat meetbaar kan worden gemaakt aan de hand van het gebruik van groene stroom, een lidmaatschap van een milieuorganisatie, de mate van bus- en autogebruik. Autogebruik wordt hier gemeten aan de hand van de kosten die voor een auto worden uitgegeven en het aantal transportkilometers middels deze auto.

Het meetmodel voor milieubewustzijn bleek niet significant te zijn zoals werd verwacht. Alle correlaties zijn te laag om factoranalyse uit te voeren. Andere indicaties zijn negatief. Daarom is er gekozen om geen factoranalyse te doen, maar twee indicatoren direct op te nemen, in het model. Hiervan is er één waarschijnlijk relevant, namelijk of de respondent zelf vindt dat hij milieubewust is. De tweede, of de respondent lid is van een milieuorganisatie is mogelijk minder relevant maar wordt toch meegenomen, omdat andere mogelijkheden waarschijnlijk minder representatief zijn. De waarden van de overige factoren kunnen ook worden verklaard door een andere reden dan het milieubewustzijn: het gebruik maken van groene stroom kan ook duiden op het milieubewustzijn van een familielid of een kostenvoordeel. Busgebruik en autogebruik kunnen ook voortkomen uit andere beweegredenen dan milieubewustzijn. Dit kan ook een oorzaak zijn van het feit dat factoranalyse niet leidt tot een grotere voorspellingskracht van het model.

2.4.3 Perceptie

Een perceptie kan worden omschreven als hoe een burger zijn omgeving ervaart (door welke bril men kijkt). Een perceptie met betrekking tot waterstof bevat dus hoe men denkt over waterstof: of men waterstof bijvoorbeeld gevaarlijk vindt, of explosief.

De perceptie met betrekking tot waterstof wordt gemeten aan de hand van de vraag of de burger waterstof gevaarlijk, onveilig en/of explosief vindt. Gevraagd wordt naar de mening naar de mate van een aantal duurzame eigenschappen van waterstof, de kostbaarheid en de mate waarin wordt gevonden dat waterstof toekomstmuziek is. Tevens wordt gevraagd of de burger waterstof momenteel te gevaarlijk vindt als brandstof. Twee vragen zijn dubbelzinnig gesteld in de vragenlijst.

Het meetmodel voor de perceptie bestaat uit twee factoren. Hier zijn een aantal indicatorvariabelen niet relevant. Ten eerste zijn dat de twee variabelen waarvan de vragen dubbelzinnig zijn gesteld bij de dataverzameling. De verwachting was al dat deze niet in het model zouden passen en deze verwachting wordt bevestigd. Daarnaast zijn nog twee variabelen afgevallen: of waterstof toekomstmuziek wordt geacht en of waterstof kostbaar wordt geacht. Het model dat overblijft wordt aanvaard.

Tabel 2. Factorladingenmatrix perceptie

	Rotated Factor Matrix ^a	
	Factor	
	1	2
gevaarli	,873	
milieuvr		,590
onveilig	,771	
onuit_br		,604
explosie	,669	

Extraction Method: Principal Axis Factoring.
Rotation Method: Varimax with Kaiser Normalization.

a. Rotation converged in 3 iterations.

2.4.4 Attitude

De attitude wordt omschreven als de houding ten opzichte van een bepaald onderwerp.

Een positieve attitude kan worden gemeten door te vragen of er moet worden geïnvesteerd in waterstofontwikkeling, of waterstof ook met de huidige negatieve effecten mag worden ingevoerd, of de transitie naar op waterstofgebaseerde producten zo spoedig mogelijk moet, of implementatie van waterstofproducten goed is door de positieve milieueffecten, of stadsbussen op waterstof goed zijn en

door te vragen of waterstof al moet worden ingevoerd of pas zodra de fossiele brandstoffen uitgeput zijn.

Het meetmodel voor attitude is bestaat uit, zoals verwacht één factor: positieve attitude. Vier van zes factoren blijken relevant. Of waterstof ook met de huidige negatieve effecten mag worden ingevoerd en of waterstof pas mag worden ingevoerd zodra de fossiele brandstoffen uitgeput zijn blijken geen significante bijdrage te kunnen leveren aan het meetmodel.

Tabel 3. Factorladingenmatrix attitude

Factor Matrix^a

	Factor
	1
inve_ont	,639
over_wa	,653
pos_mili	,710
goed_bus	,796

Extraction Method: Principal Axis Factoring.

a. 1 factors extracted. 8 iterations required.

2.4.5 Intentie

De intentie tot gebruik van waterstofproducten kan worden gemeten aan de hand van de vraag of gebruik zou worden gemaakt van een aantal waterstofproducten, indien dit mogelijk werd gemaakt. Met name wordt geïnformeerd naar het gebruik van een waterstofauto, alsmede de invloed van nadelen die een dergelijke auto zou kunnen hebben ten opzichte van een reguliere auto.

Het meetmodel voor intentie bestaat uit twee factoren: een factor die de intentie tot gebruik van de gemeten waterstofproducten weergeeft en een factor die de invloed van nadelen van een waterstofauto weergeeft op de intentie tot het gebruik ervan. Slechts een factor is niet significant: of een waterstofauto ook zou worden aangeschaft als een dergelijke auto twee maal zo vaak pech heeft als een reguliere auto. Het model is aanvaardbaar.

Tabel 4. Factorladingenmatrix intentie

Rotated Factor Matrix^a

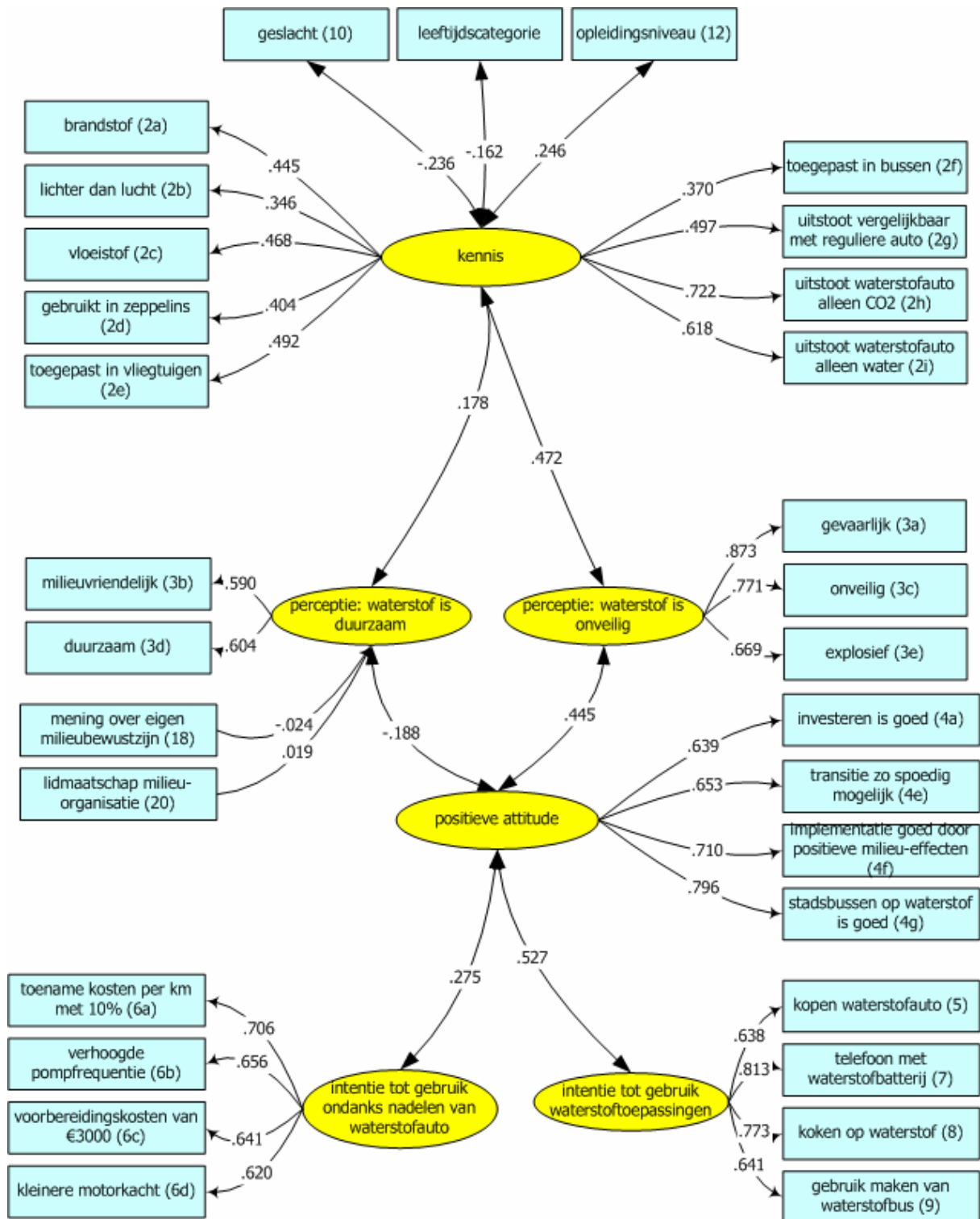
	Factor	
	1	2
prgelijk	,638	
mob_tele	,813	
thukoken	,773	
waterbus	,641	
kostenkm		,706
vaktanke		,656
geschmak		,641
kleiverm		,620

Extraction Method: Principal Axis Factoring.

Rotation Method: Varimax with Kaiser Normalization.

a. Rotation converged in 3 iterations.

Ter informatie wordt een causaal model gepresenteerd waarin alle meetmodellen met factorladingen zijn opgenomen, alsmede de correlaties tussen de verschillende (ongemeten) factoren (zie Figuur 3).



Figuur 3. Causaal model na factoranalyses

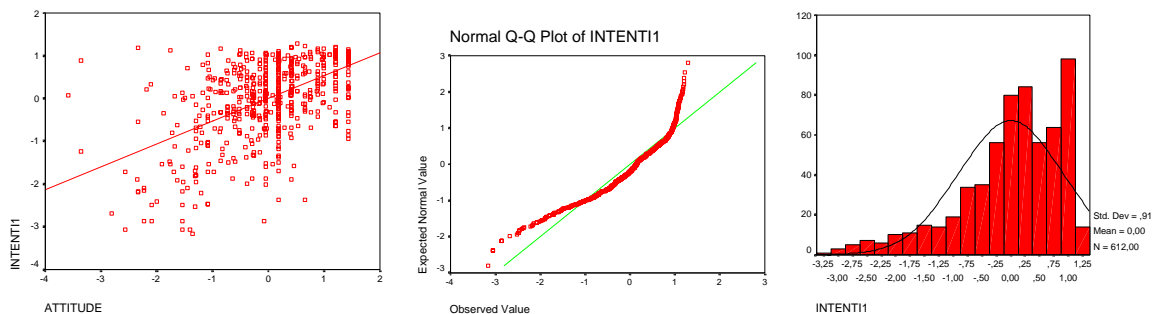
2.5 Modelassumpties

De modelassumpties van multipele regressie-analyse zijn lineariteit van de correlaties, homoscedasticiteit en normaliteit. Een probleem bij het toetsen wordt veroorzaakt door de structuur van het causale model. Dit model stelt causale relaties voor tussen ongemeten variabelen, welke worden geschat aan de hand van gemeten variabelen. Het toetsen van de assumpties is niet mogelijk, omdat het schatten van de ongemeten variabele zelf gebeurt op basis van dezelfde aanname.

Een oplossing voor dit probleem is bootstrapping. Deze methode toetst de methode zelf op basis waarvan het model geschat is. Indien assumpties van deze methode worden geschonden zal het resultaat van de toets minder betrouwbaar zijn. Tevens kunnen verschillende schattingsmethoden worden vergeleken. Deze toets kan echter pas worden gedaan na volledige schatting van het model en kan daarom hier nog niet worden uitgevoerd.

Een andere oplossing is het gebruik maken van de factorscores die zijn verkregen middels de factoranalyses van de meetmodellen. Hoewel ook factoranalyse gebaseerd is op dezelfde assumpties, geeft dit een indicatie van de mate waarin schending van de assumpties optreedt. Het toetsen van de modelmethode middels Bootstrapping zal plaatsvinden in het volgende hoofdstuk.

Regressie-analyse heeft als aanname lineariteit van de correlaties als gevolg van de methode waarop een regressielijn wordt geschat. Lineariteit van de correlaties wil zeggen dat het verband tussen de onafhankelijke en afhankelijke variabele lineair is en niet bijvoorbeeld curvilinear. Dit is te controleren door de onafhankelijke variabelen tegen de afhankelijke variabelen te plotten met een scatterplot. De assumptie van homoscedasticiteit neemt aan dat de variantie van de onafhankelijke variabele over de gehele lengte van de afhankelijke variabele gelijk is. Ook dit is te toetsen middels een scatterplot. Een voorbeeld van een scatterplot staat in Figuur 4. Het lineaire verband is niet altijd sterk, maar dat is op zich geen probleem. Het aanwezige verband is altijd lineair en wordt daardoor niet onderschat door gebrek aan lineariteit. Gebrek aan homoscedasticiteit is wel een probleem. Dit is met name het geval in de plots waarin de attitude voorkomt. Dit is duidelijk te zien aan het feit dat de punten aan de rechterkant van de grafiek veel dichter tegen de lijn aan liggen dan links. Er is een soort trechter zichtbaar. Dit geeft aan dat bij kleine waarden op de attitudeschaal de waarde voor intentie minder goed kan worden geschat dan bij hogere waarden op de perceptieschaal. Hierdoor is voorzichtigheid geboden bij het interpreteren van de significantietermen.



Figuur 4. Heteroscedasticiteit en niet-normaliteit door scheefheid

De derde assumptie van regressie-analyse is normaliteit, wat getoetst aan de hand van een Normal Q-Q Plot, een histogram en de aangepaste Kolmogorov-Smirnov toets. Het blijkt dat alle metrische variabelen niet-normaal verdeeld zijn. Dit is tevens te zien aan de plots. Daarin zijn afwijkingen van de diagonaal zichtbaar, wat duidt op niet-normaliteit. Deze afwijkingen zijn echter niet zo heel groot. Aan de histogrammen is een behoorlijke mate van scheefheid te zien. Scheefheid wil zeggen de waarden die het meest voorkomen niet in het midden van de gegeven antwoorden ligt. In Figuur 4 is deze scheefheid weergegeven voor de variabele 'intent1'. Dat is te zien in het histogram. De curve die door dit histogram heen loopt is de best passende normale verdelingscurve. De afwijking is duidelijk zichtbaar. Dit is tevens te zien aan de Normal Q-Q Plot links van het histogram, waarin een afwijking van de groene diagonaal duidelijk zichtbaar is.

Dat er een gebrek is aan normaliteit mede veroorzaakt doordat ook niet volledig wordt voldaan aan lineariteit en homoscedasticiteit. Bij de gebruikte steekproefomvang is dit echter geen probleem.

3 Modelling

In dit hoofdstuk wordt de modellering gerapporteerd. Eerst zullen significante deelmodellen worden opgesteld, daarna zal een significant totaalmodel worden besproken en geïnterpreteerd. Tevens wordt de schattingsmethode vergeleken met de andere methoden die voorhanden zijn.

3.1 Modelschatting

In deze paragraaf wordt allereerst gecontroleerd of binnen Amos een significant model kan worden opgesteld per meetmodel. Een significant meetmodel staat als voorbeeld in Figuur 5. Elke variabele wordt geschat op basis van enkele andere variabelen of is gemeten, maar ook op een verzameling van ruis en fouten (meetfouten en fouten door niet-verklaarbaarheid). Daarom dient elke variabele waarbinnen fouten voor kunnen komen ook afhankelijk te zijn van een variabele die zijn fout weergeeft. Dit is aangegeven met de variabelen in de rode cirkels met namen die beginnen met de letter e (van error). Na de meetmodelschatting volgt een schatting van het totale model.

3.1.1 Modelsignificantie

In het softwarepakket Amos 4.0 wordt de significantie van een model bepaald aan de hand van een vergelijkende Chikwadraattoets tussen de correlatiematrix van de data en een correlatiematrix die wordt geschat op basis van het model. Daarbij wordt de volgende nulhypothese gesteld: er is geen verschil tussen de geschatte matrix (afkomstig van het model) en de ‘werkelijke’ matrix (afkomstig van de data). Hoewel het gebruikelijk is om te proberen een nulhypothese te ontcrachten, is dat hier niet het geval. De bedoeling is dus om *geen* significant verschil te vinden tussen deze twee matrices. Daardoor wordt een model significant bevonden indien de kans dat de nulhypothese ten onrechte wordt afgekeurd 5% is. Indien het getal bij probability leven dus kleiner is dan 0.05, dient het model te worden afgewezen.

Om een model te krijgen waarbinnen deze toets kan worden berekend, moet het model geïdentificeerd kunnen worden: alle onbekende parameters moeten kunnen worden geschat op basis van de data. Daarnaast moet er minstens 1 residuele vrijheidsgraad zijn om de toets zelf uit te voeren. Het model is daarom pas bruikbaar indien er 1 of meer residuele vrijheidsgraden zijn. Om een positief aantal residuele vrijheidsgraden te verkrijgen dienen een aantal beperkingen aan het model te worden opgelegd. De beschreven beperkingen zijn geïllustreerd met Figuur 5. Ten eerste worden de regressiegewichten van de fouttermen naar de factoren toe altijd op 1 gezet (dit is te zien aan het getal 1 langs de pijlen van de rode foutterm naar de gele en blauwe factoren). Daarnaast wordt altijd één van de regressiegewichten vanaf de gele, ongeobserveerde factor met het getal 1 gewogen (dit is te zien aan het getal 1 langs een van de pijlen vanaf een gele factor). Deze twee methoden worden altijd gebruikt om een model geïdentificeerd te krijgen (zie Arbuckle en Wothke, 1999).

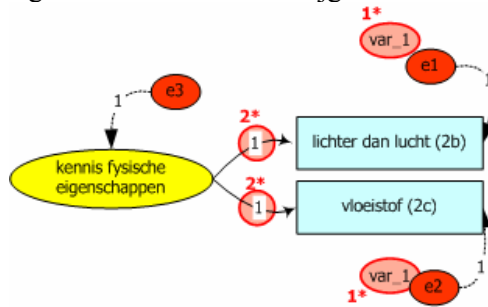
Een tweetal typen aanvullende gebruikelijke beperkingen zijn opgelegd voor deze meetmodellen. Dit bleek noodzakelijk voor de significantie van een aantal meetmodellen. Significante meetmodellen zijn nuttig als uitgangspunt voor de schatting van een goed totaalmodel. De eerste beperking die is opgelegd stelt dat de varianties van een aantal fouttermen gelijk zijn. Dit is te zien aan het overeenkomstige label rechts bovenaan de fouttermen (zie 1* in Figuur 5). Het laatste type bestaat uit het gelijkstellen van twee of meer factorladingen van de factoren. Indien verschillende factorladingen naar indicatoren van een ongeobserveerde factor nagenoeg gelijk zijn, hoeft er één onbekende minder te worden geschat, indien het regressiegewicht naar deze twee indicatoren beiden op 1 worden gezet. Dit is te zien aan het getal 1 langs verschillende pijlen vanaf dezelfde gele factor (zie 2* in Figuur 5).

Al deze typen bleken noodzakelijk om voor zover mogelijk significante meetmodellen te verkrijgen. Deze typen aanvullende beperkingen zijn gebruikelijk (zie Arbuckle en Wothke, 1999).

3.1.2 Meetmodellen

Een samenvatting van de resultaten van alle meetmodellen staan vermeld in Tabel 5. Te zien is dat niet alle meetmodellen significant zijn. De modellen 'kennis1' en 'intentie1' zijn niet significant. Voor het model 'kennis1' (verminderde intentie door nadelen waterstofauto) kennis chemische eigenschappen en toepassingen, is dit verklaarbaar.

Aangezien het model in de factoranalyse niet significant was, maar toch werd meegenomen is die hier ook problematisch. Daarnaast is het model 'intentie1' (verminderde intentie door nadelen waterstofauto) niet significant. Het bleek niet mogelijk middels de gebruikte beperkingen een significant model te verkrijgen.



Figuur 5. Amos meetmodel

Tabel 5. Amos meetmodelresultaten

	kennis	perceptie1	perceptie2	attitude	intentie1	intentie2
Chi-square	172.159	0.061	0.183	0.748	14.687	2.332
Vrijheidsgraden	27	1	1	2	2	2
Probability level	0,000	0.806	0.669	0.688	0.001	0.312
Beperking	-	1*, 2*	2*	-	-	-
Beperkingmethoden	1*	varianties van fouttermen gelijk				
	2*	meerdere regressiegewichten gelijkstellen				

3.1.3 Totaalmodel

Nu meetmodellen zijn verkregen wordt een totaalmodel geschat. Aangezien daarbij verschillende meetmodellen gecombineerd worden, komen er meer vrijheidsgraden beschikbaar. Dit geeft de mogelijkheid om de beperkingen gunstiger te kiezen. Daardoor kan het voorkomen dat de beperkingen die werden opgelegd aan de meetmodellen niet de beste zijn voor het totaalmodel. De gele, ongemeten variabelen hebben geen ingaande pijlen in het meetmodel, maar wel in het totaalmodel. Indien het theoretisch verklaarbaar is zullen aanvullende relaties toegestaan die door de data als zeer aannemelijk worden geacht. Deze relaties worden later verantwoord. De resultaten van het model staat in Tabel 6. Een grafische weergave van het model staat in Figuur 6.

Tabel 6. Amos totaalmodelresultaten

	totaalmodel	significant indien	voldoet
Chi-square (C_{min})	926		
Vrijheidsgraden (df)	449		
Probability level	0.000	> 0.05	nee
C_{min}/df	2.0	≤ 2.0	ja
RMSEA	$0.038 \leq RMSEA \leq 0.042$	≤ 0.05	ja
Beperkingmethoden	varianties van fouttermen gelijk		
	meerdere regressiegewichten gelijkstellen		
	aanvullende relaties toestaan		

3.2 Modelinterpretatie

Allereerst worden de basiskennmerken (leeftijd, opleidingsniveau en geslacht) besproken. Hierna zal de invloed van voorlichting worden toegelicht. Aansluitend zullen andere opvallende resultaten worden gerapporteerd. Hierin wordt onderscheid gemaakt tussen directe effecten (de effecten die worden gerepresenteerd door de getallen in Figuur 6) en indirecte effecten: de invloed die bestaat via andere factoren. De totale invloed wordt bepaald door de som van deze twee effecten. De sterkte van relaties worden aangegeven met padcoëfficiënten. Er is gebruik gemaakt van gestandaardiseerde padcoëfficiënten, omdat niet alle metingen op dezelfde meetschaal zijn gemeten. Standaardisatie is nodig om de sterkte van verbanden te kunnen vergelijken. De waarden van alle gestandaardiseerde directe effecten en totale effecten staan in Bijlage G.

De directe invloed van het opleidingsniveau op het kennisniveau is vrij groot, zoals intuïtief valt te verwachten. Hoe hoger het opleidingsniveau is, hoe groter de hoeveelheid kennis die een burger bezit. De totale invloed hiervan op het feit of men waterstofproducten zou aanschaffen is echter erg klein. In enige mate geldt dat hoe hoger het opleidingsniveau is, hoe groter de kans dat een waterstofproduct wordt aangeschaft.

De leeftijd van een burger heeft van de basiskennmerken de grootste invloed op de intentie tot het gebruik van waterstofproducten. Hoe ouder men is, hoe minder men geneigd zou zijn de waterstofproducten aan te schaffen. Dit is als sterk direct effect aanwezig, maar ook de indirecte invloed is vrij groot; het directe effect is ongeveer twee maal zo sterk als het indirecte effect. De leeftijd heeft weinig invloed op de perceptie dat waterstof onveilig is, in tegenstelling tot de grote invloed van het feit dat iemand ouder is op de perceptie dat waterstof niet duurzaam is.

Het geslacht van de burger heeft een grote invloed op kennis en percepties, maar het uiteindelijke effect op het gedrag is klein. Vrouwen blijken wat minder snel geneigd te zijn waterstofproducten aan te schaffen. De kennis van een vrouw blijkt kleiner te zijn, in ongeveer dezelfde mate dat een laag opleidingsniveau de hoeveelheid kennis negatief beïnvloedt. Van de basiskennmerken is de totale invloed van het feit dat een burger van het vrouwelijk geslacht is het grootst op het feit men waterstof als minder duurzaam percipieert dan een man. Vrouwen vinden waterstof ook minder gevaarlijk dan mannen, dit is ongeveer gelijk aan het effect van het opleidingsniveau. Het doet zich voorkomen dat vrouwen een minder uitgesproken mening naar voren brengen dan mannen.

De directe invloed van negatieve voorlichting is zeer sterk. Met name op het vergroten van de perceptie dat waterstof gevaarlijk is. Indien een burger negatieve berichten bereiken zal de perceptie dat waterstof gevaarlijk is snel toenemen. Het effect van negatieve voorlichting op het verkleinen van de perceptie dat waterstof duurzaam is, lijkt ongeveer half zo sterk, maar deze invloed is ondanks nog aanzienlijk. Het totale effect van negatieve voorlichting op de attitude is door twee effecten groot. Een negatieve publiciteit veroorzaakt dus een negatieve houding ten opzichte van waterstof en waterstofproducten. Alleen de invloed van het kennisniveau is groter. Ook het gedrag wordt in grote mate bepaald door negatieve voorlichting: negatief voorgelichte burgers schaffen veel minder waterstofproducten aan, en laten hun keuze sterker beïnvloeden door nadelen van waterstofproducten. Ondanks het grote effect van negatieve voorlichting heel groot is, is neutrale en positieve voorlichting minder invloedrijk. Hoewel ook de percepties (met name door neutrale voorlichting) in positieve mate worden beïnvloedt, is dit effect veel kleiner dan het tegenovergestelde effect van negatieve voorlichting. Neutrale voorlichting heeft meer invloed op percepties dan positieve voorlichting. De invloed van positieve en neutrale voorlichting op het koopgedrag van de consument is ook klein. In tegenstelling tot de invloed op percepties is heeft positieve voorlichting een twee maal zo groot positief effect op het aantal waterstofproducten dat men zou willen aanschaffen waterstofproducten als de invloed van neutrale voorlichting.

Het blijkt dat de relaties van het milieubewustzijn een vrij sterke negatieve invloed hebben op het model als geheel en deze zijn verwijderd.

De invloed van kennis op een vergroting van de perceptie dat waterstof duurzaam is, blijkt erg groot, veel groter dan elke andere invloed. De invloed van meer kennis op de mening dat waterstof veilig is,

lijkt echter niet zo groot; de tegenovergestelde invloed van negatieve voorlichting bijvoorbeeld, is ruim twee maal zo groot. Het effect van kennis op de attitude (via deze percepties) is groot.

Burgers met grote kennis hebben een veel positievere houding ten opzichte van waterstof. Dit wordt veroorzaakt door het grote directe effect van de percepties op die attitude. Met name het effect van percepties dat waterstof duurzaam is beïnvloedt de houding. Indien men de meent dat waterstof duurzaam is, is de houding ten opzichte van waterstof veel positiever.

Een positieve houding ten opzichte van waterstof heeft als gevolg dat er veel meer waterstofproducten worden verkocht. Tevens heeft een positieve houding als direct gevolg dat waterstofproducten meer worden gekocht, zelfs als ze nadelen hebben ten opzichte van reguliere producten. Het totale effect van een positieve houding is hierdoor groot, veel groter dan elk ander effect.

3.3 Schattingsmethode

De gebruikte schattingsmethode binnen het gebruikte softwarepakket Amos 4.0 is maximum likelihood. Hoe goed een model is, is afhankelijk van de schattingsmethode. Daar elke schattingsmethode voor- en nadelen kent, is het verstandig te kijken welke resultaten men krijgt bij het gebruik van andere schattingsmethodes. De mogelijkheden die het softwarepakket Amos daartoe biedt zijn uitgebreid. Middels de methode bootstrapping worden verschillende schattingsmethoden vergeleken.

Bij bootstrapping wordt binnen de dataset steeds één waarde gewijzigd en vergeleken met de originele dataset. De originele dataset fungeert dan als populatie. Door dit meermaals te herhalen kan worden gekeken hoe goed de schattingsmethode is. Als deze procedure is voltooid met alle bruikbare schattingsmethoden kunnen deze worden vergeleken. De gebruikte schattingsmethoden zijn ADF (asymptotically distribution-free), ML (maximum likelihood), GLS (generalised least squares) en ULS (unweighted least squares). Arbuckle en Wothke en Byrne (1993) beschrijven bootstrapping uitgebreider. De resultaten van deze methode staan in Tabel 7. Daarin staat een maat voor het gemiddelde verschil van alle bootstraps tussen twee methoden, alsmede de standaardafwijking van dit verschil. Verticaal gelezen staat vermeld voor het criterium van die schattingsmethode welke schattingsmethode het best de data beschrijft met het model. In de subkolom p staat vermeld op welke plaats de verschillende schattingsmethodes eindigen.

Tabel 7. Vergelijking schattingsmethodes

	ADF			ML			GLS			ULS		
	p	gem.	s.e.	p	gem.	s.e.	p	gem.	s.e.	p	gem.	s.e.
ADF	2	4602.555	6.989	2	904.872	0.533	3	1112.716	1.458	3	1203.619	4.127
ML	1	4601.905	6.811	1	904.371	0.516	2	1112.244	1.409	2	1198.893	3.884
GLS	3	46288.158	226.808	3	1835.072	4.708	1	812.685	0.731	4	3751.333	22.108
ULS	4	32614.331	4037.127	4	2948.807	439.704	4	1498.841	9.120	1	922.199	7.486

De gebruikte schattingsmethode maximum likelihood (ML) komt twee maal op de eerste plaats en twee maal op de tweede plaats. Aangezien de andere schattingsmethoden op lagere plaatsen eindigen blijkt dat ML de beste schattingsmethode is in vergelijking met alle andere methoden. Hierdoor kan worden aangenomen dat de problemen die schending van de assumpties voor multivariate analyses veroorzaken het kleinst zijn bij de gebruikte schattingsmethoden. Samen met eerder bevinden wordt daarom aangenomen dat de schendingen niet leiden tot problemen met het interpreteren van de resultaten.

4 Conclusies, aanbevelingen en reflectie

In dit hoofdstuk worden conclusies en aanbevelingen gepresenteerd, alsmede een reflectie.

4.1 Conclusies

De conclusies geven antwoord op de onderzoeksvraag:

Welke factoren en in welke mate beïnvloeden direct en indirect de maatschappelijke acceptatie van waterstof als energiedrager in Nederland tussen nu en 2030?

De belangrijkste basiskennmerken van een burger die de maatschappelijke acceptatie van waterstof als energiedrager beïnvloeden in Nederland zijn de leeftijd en het geslacht. De leeftijd heeft van de basiskennmerken de grootste invloed: Hoe ouder men is, hoe minder men geneigd zou zijn de waterstofproducten aan te schaffen. Het blijkt dat vrouwen een minder uitgesproken mening hebben dan mannen en daardoor minder snel waterstofproducten aan zullen schaffen.

De invloed van negatieve voorlichting is sterk; met name zorgt negatieve voorlichting voor een versterkte beeldvorming van de burger dat waterstof gevaarlijk is. Ook zorgt negatieve voorlichting voor vermindering van een duurzaam beeld van waterstof. Deze invloed is echter kleiner. Het gedrag wordt veel meer bepaald door negatieve voorlichting dan door neutrale of positieve voorlichting: een negatief bericht over waterstof zorgt voor een grote daling in het aantal verkochte waterstofproducten.

Het milieubewustzijn heeft geen significante bijdrage kunnen leveren aan het model en de invloed van het milieubewustzijn van een burger is daardoor niet verder bepaald. Het kennisniveau van de burger heeft een grote invloed op het uiteindelijke gedrag. Doordat de perceptie van de burger in grote mate bepaald wordt door het kennisniveau (meer kennis zorgt voor een duurzamer en in mindere mate ook veiliger imago), hoort bij een hoger kennisniveau vaak een positieve houding ten opzichte van waterstof. Deze relatie is sterk direct inzichtelijk gemaakt. Door deze houding wordt vaker de intentie uitgesproken waterstofproducten waar mogelijk te gebruiken. Een positieve houding heeft ook als gevolg dat nadelen die kleven aan waterstofproducten ten opzichte van reguliere producten minder snel zullen leiden tot de aanschaf van reguliere producten. Een positieve houding zorgt er in sterke mate voor dat waterstofproducten ondanks eventuele nadelen worden aangeschaft, een invloed die het sterkst is van de gemeten relaties.

4.2 Aanbevelingen

De aanbevelingen komen voort uit het doel van het onderzoek: Het geven van aanbevelingen richting de Nederlandse Overheid over de wijze waarop de acceptatie van waterstof kan worden verhoogd om de introductie van de waterstofeconomie te bevorderen.

De nadelige invloed van leeftijd blijkt groot. Indien aangenomen wordt dat dit een cohort probleem is, zal dit probleem in omvang afnemen, naar mate de huidige bevolking zich verder ontwikkelt. Daarom zal een opstarttijd nodig zijn voor een succesvolle introductie van waterstof. Het wordt aanbevolen nader onderzoek te verrichten of de gedane aanname terecht is. Indien dat het geval is, kan de overheid aan ouderen tegemoetkomen met speciale regelgeving.

Het wordt aanbevolen negatieve voorlichting te minimaliseren. Het blijkt nuttiger negatieve voorlichting te voorkomen, dan terug te strijden met positieve of neutrale voorlichting, omdat het effect van negatieve voorlichting veel groter is. Hoewel negatieve voorlichting niet altijd door de

Nederlandse Overheid kan worden voorkomen, is het wel mogelijk om pas met de invoering van waterstofproducten te beginnen indien het zeker genoeg wordt geacht dat geen grote ongelukken zullen plaatsvinden. Tevens dienen er weinig tot geen nadelen te kleven aan waterstofproducten, zodat geen negatief imago kan worden opgebouwd. Producten moeten daarom zover ontwikkeld zijn, dat ze onder nagenoeg gelijke omstandigheden op de markt kunnen worden gebracht. De overheid kan daartoe bijdragen door middel van subsidies voor private organisaties om gunstige marktcondities te genereren voor ondernemingen die waterstofproducten willen ontwikkelen en produceren. Tevens kan accijnsregulering de marktcondities van reguliere producten verslechteren. Indien productiekosten voor waterstofgebonden producten te hoog zijn is het mogelijk tijdelijk subsidies te leveren aan burgers die zulke producten aanschaffen.

Daarnaast blijkt het dat kennis een belangrijke factor is voor het gewenste gedrag (richting een duurzame samenleving). Daarom dient te worden aangestuurd op het verhogen van het gemiddelde kennisniveau van de burger op het gebied van waterstof; er dient te worden gewerkt aan de kenniseconomie. Dit kan door middel van een campagne, maar ook op middelbare en lagere scholen zal kennis over waterstof in het curriculum opgenomen moeten worden. Tevens wordt aanbevolen aandacht te schenken aan het verbeteren van het imago van waterstof bij vrouwen.

4.3 Reflectie

In deze paragraaf wordt gekeken welke vervolgstappen kunnen worden gezet en welke stappen beter hadden gekund. Allereerst dient een opmerking te worden gemaakt over de dataverzameling. Het is een groot voordeel dat de data beschikbaar waren, omdat het project dan meer gericht kan worden op analyse. Dat is tevens een nadeel, omdat de controle over de precieze vraagstelling ontbreekt. Enkele vragen ontbraken of zijn niet juist geformuleerd, waardoor het lastig bleek het gewenste model te vervaardigen. Dit stuurt je (ongewenst) in een bepaalde richting. Dit bleek in het onderzoek niet echt een probleem, omdat de data bijna perfect aansloot bij het doel van het onderzoek en de beoogde resultaten gehaald zijn.

Hoewel oorspronkelijk het plan was een multi-pele regressie-analyse uit te voeren is het een goede keuze geweest om SEM (Structured Equation Modelling) te gebruiken, omdat binnen deze methode wordt gewerkt met ongemeten factoren die ook als zodanig worden erkend. Binnen multi-pele regressie-analyse zou middels factoranalyse de ongemeten factor concreet worden geschat en gebruikt voor het complete model, waarbij deze als volledig juist wordt aanvaard. Deze aanname hoeft binnen SEM niet gemaakt te worden waardoor resultaten betrouwbaarder en beter interpreteerbaar zijn en het model de werkelijkheid beter representeert.

Daarnaast is het een probleem gebleken dat de verschillende data niet van een hoog meetniveau zijn. De analyses die zijn uitgevoerd vereisen die meetniveau's, de uitkomsten van bepaalde toetsen zijn alleen betrouwbaar bij deze toetsen. Dit is waarschijnlijk ook de oorzaak van de schendingen van assumpties van multivariate analyse. Doordat de meetconstructen onvoldoende meetniveau hebben, is het lastiger een model te verkrijgen dat voldoet aan alle criteria, met de toetsen die gebruikt worden. Hoewel de gebruikelijke assumpties werden geschonden, is een aanvaardbaar model gecreëerd en dit heeft dus niet tot grote problemen geleid.

De data die zijn verzameld zijn betrouwbaar door hun grote omvang en de opzet van de verzameling. De conclusies die zijn getrokken en de aanbevelingen die zijn gedaan zijn daardoor waardevol.

Het gebruik van het softwarepakket Amos heeft een aantal nadelen. Het is eenvoudig in gebruik, maar ook zeer beperkt in zijn mogelijkheden. Een aantal gewenste functies zijn niet beschikbaar en het is aan te raden een vervolgstudie uit te voeren in het softwarepakket LISREL, waarbinnen de mogelijkheden veel groter zijn. Bijvoorbeeld bestaat daar de mogelijkheid om te werken met data van lage meetniveau's en ook is toetsbaar of deze voldoen aan bepaalde assumpties. Aangezien de opzet van LISREL veel ingewikkelder is, zal het meer tijd vergen dan voorhanden is voor een project als dit, om een werkzaam model te verkrijgen waaruit zinvolle conclusies kunnen worden getrokken. Daarnaast bleek dat dankzij de eenvoudige opzet van het gebruikte softwarepakket Amos (en ondanks de lage meetniveau's) binnen afzienbare tijd in een voor de auteur onbekende methodiek en nog niet eigengemaakt softwarepakket een aanvaardbaar model kon worden gecreëerd waaruit de gewenste conclusies konden worden getrokken en aanbevelingen gedaan.

Literatuur

- Arbuckle, J.L., Wothke, W., *Amos 4.0 User's Guide*, Chigago: SmallWaters Corporation, 1999.
- Airliquide, Hydrogen, Physical properties, safety, MSDS, enthalpy, gas liquid equilibrium, density, viscosity, flammability, transport properties, <http://www.airliquide.com/en/business/products/gases/gasdata/index.asp?GasID=36>, geraadpleegd 22 februari 2004.
- Amsterdamse Tram, De, <http://www.amsterdamsetram.com>, geraadpleegd 2 februari 2004.
- Atella, V., Atzeni, G.E., Belvisi P.L., Investment and exchange rate uncertainty, in: *Journal of Policy Modeling*, Vol. 25, pp. 811–824, 2003.
- Bosch, S. van den, Molin, E., Hemmes, K., Patil, A., Zachariah, J.L., *Public Acceptance of Hydrogen in the Netherlands: Results of a Survey*, Delft: TU Delft, 2003.
- Browne, N.W, en Cudeck, R., Alternative ways of assessing model fit, In: Bollen, K.A. en Long, J.S. (editors), *Testing structural equation models*, Newbury Park, California: Sage, pp. 136-162, 1993.
- Byrne, B.M., *Structural Equation Modeling with AMOS: Basic Concepts, Applications and Programming*, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, Inc., 2001.
- Byrne, B.M., *A primer of LISREL: Basic applications and programming for confirmatory factor analytic models*, New York: Springer-Verlag, 1989.
- Chappin, E.J.L., Transitie naar een waterstofeconomie, Issuepaper over kansen en bedreigingen voor VROM, http://www.chappin.com/docs/spm3911_issuepaper.pdf, geraadpleegd 19 april 2004.
- Eggerson, B., Raising awareness: Key to public understanding and acceptance of renewable hydrogen, in: *Refocus*, Vol. 4, No. 6, pp. 58-59, 2003.
- Gandala, N., Salantc D., Waverman, L., Standards in wireless telephone networks, in: *Telecommunications Policy*, Vol. 27, pp. 325–332, 2003.
- Hair, J.F. Jr., Anderson, R.E., Tatham, R.L., Black, W.C., *Multivariate Data Analysis, Fifth Edition*, London: Prentice-Hall International, Inc, 1998.
- Schulte, I., Hart, D., Vorst, R. van der, Issues affecting the acceptance of hydrogen fuel, in: *International Journal of Hydrogen Energy*, Vol. 29, pp. 677-685, 2004.
- Shinnar, R., The hydrogen economy, fuel cells, and electric cars, in: *Technology in Society*, Vol. 18, pp. 455-476, 2003.
- Team Nieuw Gas, *Wegen naar Nieuw Gas: "De eerste stap is een daalder waard"*, *Transitiepaden naar een duurzame gasinzet*, Den Haag: Ministerie van Economische Zaken, 2003.
- Ummes, N., 'Wonder op waterstof' breekt door, in: *Milieudefensie*, Vol. 9, 2003.
- Vocht, A. de, *Basishandboek SPSS 10*, Utrecht: Bijleveld Press, 2000.

Bijlagen

A. Vragenlijst

Vragenlijst over waterstof

Deze enquête wordt gehouden door studenten van de Technische Universiteit Delft in het kader van een project over waterstof. Met deze enquête wordt onderzocht wat de maatschappelijke acceptatie van waterstof is. We willen daarom ook graag uw mening over waterstof horen. Heeft u misschien een minuutje of 7 de tijd om deze vragenlijst in te vullen?

1 Welke woorden komen als eerste in u op als u aan **waterstof** denkt?

2 Als waterstof in het nieuws is, gaat men er van uit dat iedereen weet wat waterstof is. Dat is natuurlijk niet vanzelfsprekend. Om dit te onderzoeken vragen wij u om voor elk van de volgende beweringen aan te geven of die juist of onjuist is. U kunt ook 'weet niet' antwoorden.

	juist	onjuist	weet niet
a waterstof is een brandstof	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
b waterstof is lichter dan air bij kamertemperatuur	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
c waterstof is vloeistof bij kamertemperatuur	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
d waterstof was al toegepast in zeppelins	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
e waterstof wordt al toegepast in vliegtuigen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
f waterstof wordt al toegepast in bussen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
g de uitstoot van een 'waterstof auto' is hetzelfde als van een 'benzine/diesel auto'	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
h de uitstoot van een 'waterstof auto' is alleen koolstofdioxide (CO ₂)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
i de uitstoot van een 'waterstof auto' is alleen water	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

informatie over waterstof

U krijgt nu van uw interviewer een kaartje met informatie over waterstof. Lees dit kaartje a.u.b. aandachtig door en geef het daarna terug aan de interviewer. Ga dan verder met de volgende vraag. We verzoeken u om geen wijzigingen meer aan te brengen aan eerder gegeven antwoorden.

3 In welke mate moet u aan elk van de volgende termen denken bij waterstof als brandstof?

	helemaal niet	niet	een beetje	sterk	zeer sterk	Dont know
a gevaarlijk	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
b milieuvriendelijk	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
c onveilig	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
d duurzame brandstof	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
e explosief	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
f duur	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
g toekomstmuziek	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

4 In welke mate bent u het eens met de volgende stellingen?

	helemaal mee oneens	mee oneens	neutraal	mee eens	helemaal mee eens
Investeren in ontwikkeling van waterstof als brandstof is goed.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Het gebruik van waterstof als brandstof zou alleen moeten worden gerealiseerd indien de negatieve effecten niet zullen optreden.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Waterstof is een goed alternatief voor fossiele brandstoffen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Waterstof als brandstof is momenteel nog te gevaarlijk.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Transitie naar waterstof als brandstof moet zo snel als mogelijk worden gerealiseerd.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Het implementeren van waterstof is goed, vanwege de positieve milieu-effecten.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Als bussen in uw stad/dorp op waterstof rijden vind u dat een goede zaak.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Waterstof als brandstof moet pas worden gerealiseerd indien de fossiele brandstoffen op raken.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

5 Stel voor dat u een nieuwe auto wil kopen en u kunt kiezen tussen een auto met benzene/dieselmotor of een waterstofmotor. Indien alle kenmerken, zoals prijs, kosten/km, merk, type, bouwjaar, prestatie, comfort etc.etc. gelijk zijn, zou u dan een waterstofauto kopen?

- hoogstwaarschijnlijk niet → go to 7
 waarschijnlijk niet
 weet ik niet
 waarschijnlijk wel
 hoogstwaarschijnlijk wel

6 Deze vraag gaat door op de vorige vraag. We zullen steeds één kenmerk van de waterstofauto veranderen ten opzichte van een normale auto. Als dit werkelijk zou zijn, zou u dan nog steeds de waterstofauto willen kopen?

	zeker niet	waarschijnlijk niet	weet nog niet	waarschijnlijk wel	zeker wel
de kosten per kilometer increase toe met 10%	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
u need to refuel more often	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Preparing car for h2 will kost € 3000	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
het motor power is kleiner	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
The car will breakdown twice as much	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

7 Stel dat u een nieuwe telefoon koopt. Zou u waterstofbatterijen gebruiken in plaats van normale batterijen, als ze langer meegaan en hetzelfde kosten?

- zeker niet
- waarschijnlijk niet
- weet nog niet
- waarschijnlijk wel
- zeker wel

8 Stel dat u de mogelijkheid heeft om thuis te koken op waterstof, zou u dat doen?

- zeker niet
- waarschijnlijk niet
- weet nog niet
- waarschijnlijk wel
- zeker wel

9 Stel dat alle bussen rijden op waterstof, neemt u dan de bus?

- zeker niet
- waarschijnlijk niet
- weet nog niet
- waarschijnlijk wel
- zeker wel

Tot slot willen we u nog vragen om een aantal persoonsgegevens in te vullen.

10 Wat is uw geslacht?

- man
- vrouw

11 Wat is uw geboortjaar? 19_____

12 Wat is uw hoogst voltooide opleiding?

- basis school (lagere school)
- VMBO (LTS/MAVO/VBO)
- HAVO
- VWO (HBS)
- MBO
- HBO
- Universiteit

13 Hebt u de beschikking over een auto?

- ja, eigen auto
- ja, lease auto
- ja, auto van de zaak
- nee → ga naar vraag 16

14 Hoeveel heeft u betaald voor uw auto?

- deze heb ik niet zelf betaald (bijvoorbeeld lease auto)
- minder dan 5.000 euro
- 5.000 euro – 10.000 euro
- 10.000 euro – 20.000 euro
- 20.000 euro – 30.000 euro
- 30.000 euro – 40.000 euro
- meer dan 40.000 euro

15 Hoeveel kilometer rijdt u per jaar met de auto?

- 0 – 5.000 km
- 5.000 – 10.000 km
- 10.000 – 20.000 km
- 20.000 – 30.000 km
- meer dan 30.000 km

16 Hoe vaak u gebruik van de bus (stadsbus of lijnbus)?

- (bijna) nooit – almost never
- ongeveer één keer per maand of minder
- een paar keer per maand
- ongeveer één keer per week
- ongeveer twee à drie keer per week
- (bijna) dagelijks

17 In welke plaats woont u? _____

18 Geef op een schaal/score van 1 tot 5 aan hoe milieubewust u denkt dat u bent.

helemaal niet milieubewust heel erg milieubewust

19 Maakt u thuis gebruik van groene stroom/energy?

- ja
- nee

20 Bent u lid van een milieu- of natuurvereniging (zoals Natuurmonumenten of Greenpeace)?

- ja
- nee

B. Datapreparatie

Herocodering

Vraag 2 meet de kennis van de respondent. De codering was een 1 voor het antwoord 'juist', 2 voor 'onjuist' en drie voor 'weet niet'. Deze methode houdt echter geen rekening met het feit of het antwoord op de vraag overeenkomt met de werkelijkheid. En dat is juist hetgeen we beogen te meten. Daarom wordt dit gehercodeerd.

Indien de vraag goed is beantwoord (het antwoord overeenkomt met de werkelijkheid) wordt 1 toegekend. Weet de respondent het antwoord niet, of geeft deze het verkeerde antwoord, wordt een 0 toegekend. Dit geldt voor de vragen 2a, 2b, 2c, 2d, 2e, 2f, 2g, 2h en 2i.

Een aantal vragen heeft als optie 'weet niet'. Om interpretatie van de resultaten te vergemakkelijken is deze gehercodeerd als gemiste waarde. Dit geldt voor de vragen 3a, 3b, 3c, 3d, 3e, 3f en 3g.

De vragen naar meningen zijn gemeten op een vijfpuntsschaal (helemaal niet mee eens, niet mee eens, neutraal, mee eens, helemaal mee eens; ofwel zeker niet, waarschijnlijk niet, weet nog niet, waarschijnlijk wel, zeker wel, gecodeerd met 1, 2, 3, 4, 5) Om de interpretatie te vergemakkelijken wordt dit gehercodeerd met -2, -1, 0, 1, 2. Zodat oneens/niet, negatief wordt en eens/wel positief. Dit geldt voor de vragen 3a, 3b, 3c, 3d, 3e, 3f, 3g, 4a, 4b, 4c, 4d, 4e, 4f, 4g, 4h, 5, 6a, 6b, 6c, 6d, 6e, 7, 8, 9 en 18.

Het autobezit wordt gehercodeerd naar 1 wel een auto, en 0 geen auto. Dit was specifieker opgedeeld, maar onnodig voor de analyses. Dit geldt voor vraag 13. Voor de uiteindelijke codering van de gebruikte vragen zie bijlage C.

Onmogelijke en ontbrekende waarden

De data zijn onderzocht op onmogelijke en ontbrekende waarden. De resultaten hiervan zijn te vinden in Tabel 8. Daarin staat allereerst per vraag vermeld hoeveel vermiste waarden er zijn. Deze waarden zijn niet ingevuld in de vragenlijst. Bij de vragen 6a-6e, 14 en 15 worden grote hoeveelheden vermiste waarden opgegeven. Dit wordt echter allemaal veroorzaakt doordat er een sprong in de vragenlijst is opgenomen. Deze waarden zijn dus terecht en er hoeft geen rekening mee te worden gehouden. De overige vermiste waarden zijn zeer beperkt. Het maximum is 7 vermiste waarden op een variabele bij vraag 3d. De meeste liggen hier ver onder. Alleen de variabelen met het grootste aantal vermiste waarden zullen worden onderzocht (vraag 2f, 3d en 20), omdat er geen reden is om de andere vermiste waarden te onderzoeken; het effect zal verwaarloosbaar zijn.

Van de onmogelijke waarden wordt geschat of de gemiddelden in gelijke mate voorkomen voor de onafhankelijke variabelen opleidingsniveau, leeftijdscategorie en geslacht. Indien dit het geval is, geeft dit een indicatie dat de gemiste waarden toevallig voorkomen. De gebruikelijke T-tests zijn uitgevoerd. Daarvan is de uitvoer te vinden in de volgende tabellen: Tabel 9 voor vraag 2f, Tabel 10 voor vraag 3d en Tabel 11 voor vraag 20. Hoewel bij vraag 2f de test voor gelijke variantie met betrekking tot geslacht van de groepen niet slaagde zijn alle significantieniveau's (ruim) boven 0.05. Dit is een hele sterke indicatie dat de waarden willekeurig over de groepen zijn verdeeld.

Een tweede test die wordt uitgevoerd, toont verbanden aan tussen de gemiste waarden van de verschillende vragen. Deze test toont significante correlaties aan tussen de gemiste waarden van de diverse variabelen. De test is uitgevoerd en het resultaat staat weergegeven in Tabel 12. Hieruit blijkt dat verschillende correlaties significant zijn:

Vraag 2f vs. Vraag 3d

Vraag 2f vs. Vraag 20

Vraag 3d vs. Vraag 20

Geconcludeerd wordt dat er sprake is van MAR: Missing At Random. Door deze conclusie is een aanpak nodig om te corrigeren voor de ontbrekende waarden. Het later te gebruiken Amos bevat een geschikte methode voor het omgaan met MAR data, genaamd FIML: full information maximum likelihood.

Er is ook een aantal onmogelijke waarden geconstateerd. Het gaat hier om slechts enkele waarden, meestal niet meer dan één per variabele. De meeste van deze waarden zijn veroorzaakt door typfouten. Deze waarden zullen worden verwijderd. Daarnaast zijn onmogelijke antwoorden ingevuld omdat men een aanwijzing om te springen binnen de vragenlijst heeft genegeerd. Dit is vier maal voorgekomen. Ook deze waarden worden verwijderd uit de dataset.

Tabel 8. Onmogelijke en ontbrekende waarden

vraag	aantal missing	aantal onmogelijk (onmogelijke waarde)		vraag	aantal missing	verklaring	aantal onmogelijk (onmogelijke waarde)
2a	0	1 (5)		5	1		1 (6)
2b	2	2 (5, 12)		6a	47	sprong	1x niet gesprongen
2c	4	1 (5)		6b	52	sprong	1 (6) + 1x niet gesprongen
2d	1	1 (5)		6c	48	sprong	1 (6) + 1x niet gesprongen
2e	3	1 (5)		6d	47	sprong	1 (6) + 1x niet gesprongen
2f	5	1 (5)		6e	47	sprong	1 (6) + 1x niet gesprongen
2g	0	1 (5)		7	3		-
2h	3	1 (5)		8	0		-
2i	0	1 (5)		9	0		-
3a	2	-		10	0		-
3b	2	-		11	0		-
3c	3	-		12	2		-
3d	7	-		13	1		4 (6, 12, 13)
3e	2	-		14	232	sprong	2 (12, 16) + 3x niet gesprongen (verwijderd)
3f	2	-		15	231	sprong	1 (15) + 3x niet gesprongen (verwijderd)
3g	3	-		16	1		-
4a	3	-		17	0		-
4b	1	-		18	2		-
4c	3	-		19	4		-
4d	2	-		20	5		-
4e	2	-		Voorlich	0		-
4f	3	-		Leeftijd	0		-
4g	1	2 (6)		Leefcat	0		-
4h	1	1 (6)					

Tabel 9. Vraag 2f

Group Statistics

	missing v2f	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
leeftijdscategorie	.00	606	2.34	1.11	4.52E-02
	1.00	6	2.50	1.22	.50
voltole	.00	604	4.42	1.70	6.92E-02
	1.00	6	4.33	1.21	.49
geslacht	.00	606	1.48	.50	2.03E-02
	1.00	6	1.67	.52	.21

Independent Samples Test

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
									Lower	Upper
leeftijdscategorie	Equal variances assumed	.002	.963	-.357	610	.721	-.16	.46	-1.06	.73
	Equal variances not assumed			-.325	5.082	.758	-.16	.50	-1.45	1.12
voltole	Equal variances assumed	1.285	.257	.130	608	.897	9.05E-02	.70	-1.28	1.46
	Equal variances not assumed			.181	5.198	.863	9.05E-02	.50	-1.18	1.36
geslacht	Equal variances assumed	22.850	.000	-.925	610	.355	-.19	.21	-.59	.21
	Equal variances not assumed			-.896	5.093	.411	-.19	.21	-.73	.35

Tabel 10. Vraag 3d

Group Statistics

	missing v3d	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
leeftijdscategorie	.00	605	2.34	1.11	4.51E-02
	1.00	7	2.57	1.40	.53
voltole	.00	603	4.43	1.70	6.90E-02
	1.00	7	4.00	1.83	.69
geslacht	.00	605	1.48	.50	2.03E-02
	1.00	7	1.57	.53	.20

Independent Samples Test

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
									Lower	Upper
leeftijdscategorie	Equal variances assumed	1.517	.219	-.557	610	.578	-.24	.42	-1.07	.60
	Equal variances not assumed			-.445	6.088	.672	-.24	.53	-1.53	1.06
voltole	Equal variances assumed	.000	.983	.663	608	.507	.43	.64	-.84	1.69
	Equal variances not assumed			.617	6.121	.560	.43	.69	-1.26	2.12
geslacht	Equal variances assumed	1.066	.302	-.493	610	.622	-9.37E-02	.19	-.47	.28
	Equal variances not assumed			-.462	6.122	.660	-9.37E-02	.20	-.59	.40

Tabel 11. Vraag 20

Group Statistics					
	missing v20	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
leeftijdscategorie	.00	607	2.34	1.11	4.52E-02
	1.00	5	1.80	.84	.37
voltopte	.00	605	4.42	1.70	6.90E-02
	1.00	5	4.40	1.67	.75
geslacht	.00	607	1.48	.50	2.03E-02
	1.00	5	1.60	.55	.24

Independent Samples Test

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
									Lower	Upper
leeftijdscategorie	Equal variances assumed	2.438	.119	1.086	610	.278	.54	.50	-.44	1.52
	Equal variances not assumed			1.440	4.118	.221	.54	.38	-.49	1.58
voltopte	Equal variances assumed	.122	.727	.030	608	.976	2.31E-02	.76	-1.47	1.52
	Equal variances not assumed			.031	4.068	.977	2.31E-02	.75	-2.05	2.10
geslacht	Equal variances assumed	3.145	.077	-.544	610	.587	-.12	.22	-.56	.32
	Equal variances not assumed			-.497	4.055	.645	-.12	.25	-.80	.56

Tabel 12. Correlaties tussen verschillende vermiste waarden

Correlations					
		missing v2f	missing v3d	missing v5	missing v20
missing v2f	Pearson Correlation	1.000	.145**	-.004	.175**
	Sig. (2-tailed)	.	.000	.921	.000
	N	612	612	612	612
missing v3d	Pearson Correlation	.145**	1.000	-.004	.332**
	Sig. (2-tailed)	.000	.	.914	.000
	N	612	612	612	612
missing v5	Pearson Correlation	-.004	-.004	1.000	-.004
	Sig. (2-tailed)	.921	.914	.	.928
	N	612	612	612	612
missing v20	Pearson Correlation	.175**	.332**	-.004	1.000
	Sig. (2-tailed)	.000	.000	.928	.
	N	612	612	612	612

** . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

C. Codering vragen

Tabel 13. Codering vragen

vragen	label	waarde
2a, 2b, 2c, 2d, 2e, 2f, 2g, 2h, 2i	1	goed
	2	fout/weet niet
3a, 3b, 3c, 3d, 3e, 3f, 3g:	-2	helemaal niet
	-1	niet
	0	een beetje, weet niet
	1	sterk
	2	zeer sterk
4a, 4b, 4c, 4d, 4e, 4f, 4g, 4h, 5, 6a, 6b, 6c, 6d, 6e, 7, 8, 9:	-2	helemaal niet
	-1	niet
	0	een beetje
	1	sterk
	2	zeer sterk
10	1	man
	2	vrouw
12	1	basisschool
	2	vmbo
	3	havo
	4	vwo
	5	mbo
	6	hbo
	7	universiteit
13	0	nee
	1	ja, eigen auto, lease auto of van de zaak
14	1	deze heb ik niet zelf betaald
	2	minder dan 5000 euro
	3	5000-10000 euro
	4	10000-20000
	5	20000-30000
	6	30000-40000
	7	meer dan 40000 euro
15	1	0-5000 km
	2	5000-10000 km
	3	10000-20000 km
	4	20000-30000 km
	5	meer dan 30000 km
16	1	(bijna) nooit
	2	ongeveer één keer per maand of minder
	3	een paar keer per maand
	4	ongeveer één keer per week
	5	ongeveer twee á 3 keer per week
	6	(bijna) dagelijks
18	-2	helemaal niet milieubewust
	-1	niet milieubewust
	0	neutraal
	1	milieubewust
	2	heel erg milieubewust
19, 20	1	ja
	2	nee
voor_neu, voor_pos, voor_neg	0	niet in categorie
	1	wel in categorie
leefcat	1	tot 30 jaar
	2	30 tot 45 jaar
	3	45 tot 60 jaar
	4	60+

D. Factoranalyse voor het onderzoeken van de meetmodellen

De meetmodellen dienen te worden getoetst, voordat ze uiteindelijk in het model terechtkomen. Elk van deze meetmodellen bestaat uit een niet gemeten variabele die geschat wordt aan de hand van een rij gemeten variabelen. De waarden van de gemeten variabelen hebben een onderliggende factor die ze (deels) bepalen. Deze onderliggende factor wordt gerepresenteerd door de ongemeten variabele. Factoranalyse schat deze ongemeten variabele en heeft enkele aannamen, waaraan voldaan moet worden voor een goede schatting:

- Steekproef moet minimaal 50 zijn, bij voorkeur 20 maal het aantal variabelen
- Data moeten van interval meetniveau zijn, of dummyvariabelen moeten worden gebruikt
- Hoge correlaties:
 - a. Veel van de correlaties tussen de gemeten variabelen moeten groter zijn dan 0.30;
 - b. Bartlett test of sphericity moet een significantie hebben kleiner dan 0.05
 - c. Measure of sampling adequacy (MSA) groter dan 0.7, liefst groter dan 0.8

De omvang van de steekproef is 612 cases. Het maximaal aantal variabelen dat mag worden gebruikt voor het schatten bij factoranalyse is dus $612 / 20 = 30$. Aangezien niet meer dan 9 variabelen worden gebruikt per schatting wordt ruimschoots aan deze voorwaarde voldaan.

Bij het hercoderen van de data is al rekening gehouden met deze assumptie en wordt daarom waar nodig gebruik gemaakt van dummycodering.

Per meetmodel wordt gekeken naar de correlaties.

De uitkomst van factoranalyse wordt bepaald aan de hand van een aantal kenmerken:

- Het aantal factoren wordt bepaald aan de hand van het eigenwaardecriterium (latent root criterium). Het aantal factoren is het aantal waarbij geldt dat de eigenwaarde > 1 is.
- Variabelen met communaliteit < 0.30 dienen te worden verwijderd. Ze dragen te weinig bij aan de factoroplossing.
- Variabelen met factorlading < 0.30 dienen te worden verwijderd uit een factoroplossing. Ze dragen te weinig bij aan de factoroplossing. Factorladingen > 0.60 zijn pas echt interessant.

Factoranalyse kennis

Tabel 14. Correlatietoets kennis

Correlation Matrix

	wat_bran	wat_lich	wat_vloe	wat_zepp	wat_vlie	wat_buss	uit_benz	uit_kool	uit_wate
Correlation wat_bran	1.000	.160	.174	.236	.215	.235	.280	.270	.236
wat_lich	.160	1.000	.419	.193	.171	.041	.072	.218	.154
wat_vloe	.174	.419	1.000	.200	.235	.077	.181	.360	.239
wat_zepp	.236	.193	.200	1.000	.232	.193	.201	.248	.175
wat_vlie	.215	.171	.235	.232	1.000	.266	.217	.318	.303
wat_buss	.235	.041	.077	.193	.266	1.000	.280	.201	.210
uit_benz	.280	.072	.181	.201	.217	.280	1.000	.369	.315
uit_kool	.270	.218	.360	.248	.318	.201	.369	1.000	.582
uit_wate	.236	.154	.239	.175	.303	.210	.315	.582	1.000

KMO and Bartlett's Test

Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy.		.787
Bartlett's Test of Sphericity	Approx. Chi-Square	916.304
	df	36
	Sig.	.000

Een aantal correlaties is niet groter dan 0.30. Een behoorlijk aantal echter wel. De MSA score is behoorlijk hoog en de Bartlett's test of sphericity heeft een zeer lage significantiewaarde. Dit duidt op voldoende hoge correlaties om factoranalyse toe te passen.

Tabel 15. Communaliteiten kennis

Communalities

	Initial	Extraction
wat_bran	.164	.202
wat_lich	.199	.392
wat_vloe	.265	.463
wat_zepp	.139	.161
wat_vlie	.193	.240
wat_buss	.152	.200
uit_benz	.218	.309
uit_kool	.437	.508
uit_wate	.367	.395

Extraction Method: Principal Axis Factoring.

Uit deze analyse blijkt dat een aantal variabelen niet significant lijken door lage communaliteiten. Echter, in theorie draagt elke vraag bij aan de kennismeting en daarom worden geen variabelen uitgesloten. (zie Tabel 15). In Tabel 16 staat het verkregen factormodel vermeld.

Tabel 16. Factoranalyse kennis orthogonaal

Factor Matrix^a

	Factor
	1
wat_bran	.445
wat_lich	.346
wat_vloe	.468
wat_zepp	.404
wat_vlie	.492
wat_buss	.370
uit_benz	.497
uit_kool	.722
uit_wate	.618

Extraction Method: Principal Axis Factoring.

a. 1 factors extracted. 6 iterations required.

Uit de factoranalyse wordt één factor geconcludeerd (zie Tabel 16) Dit is als verwacht. Het meetmodel wordt opgenomen zoals het werd verondersteld.

Factoranalyse perceptie

Tabel 17. Correlatietoets perceptie

	alte_fos	wat_geva	gevaarli	milieuvr	onveilig	onuit_br	explosie	duur	toekomuz
Correlation	alte_fos	1,000	-,142	-,118	,320	-,157	-,029	,048	,223
	wat_geva	-,142	1,000	,297	-,238	,291	-,136	,239	-,035
	gevaarli	-,118	,297	1,000	-,062	,676	,048	,582	,080
	milieuvr	,320	-,238	-,062	1,000	-,105	,352	,024	,151
	onveilig	-,157	,291	,676	-,105	1,000	,005	,502	,060
	onuit_br	,270	-,136	,048	,352	,005	1,000	,127	,169
	explosie	-,029	,239	,582	,024	,502	,127	1,000	,130
	duur	,048	-,035	,080	,151	,060	,169	,130	1,000
	toekomuz	,223	-,031	-,025	,266	-,040	,235	,024	,171

KMO and Bartlett's Test

Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy.		,732
Bartlett's Test of Sphericity	Approx. Chi-Square	1045,815
	df	36
	Sig.	,000

Een aantal correlaties is niet groter dan 0.30. Met name de eerste twee variabelen scoren erg laag. Een behoorlijk aantal is echter erg groot. De MSA ruim voldoende en de Bartlett's test of sphericity heeft een zeer lage significantiewaarde. Dit duidt op voldoende hoge correlaties om factoranalyse toe te passen.

Tabel 18. Communaliteiten perceptie

	Initial	Extraction
alte_fos	1.637E-02	1.489E-02
wat_geva	2.004E-02	2.713E-02
gevaarli	,545	,780
milieuvr	,194	,399
onveilig	,483	,589
onuit_br	,176	,337
explosie	,375	,458
duur	6.760E-02	,102
toekomuz	,110	,181

Extraction Method: Principal Axis Factoring.

	Initial	Extraction
gevaarli	,536	,758
milieuvr	,176	,367
onveilig	,480	,600
onuit_br	,167	,330
explosie	,377	,466
duur	6,504E-02	,104
toekomuz	,108	,195

Extraction Method: Principal Axis Factoring.

	Initial	Extraction
gevaarli	,538	,763
milieuvr	,140	,355
onveilig	,483	,606
onuit_br	,141	,373
explosie	,376	,464

Extraction Method: Principal Axis Factoring.

Uit deze analyse volgt dat de variabelen alte_fos, wat_geva, duur en toekomuz niet significant zijn en deze worden verwijderd. Steeds wordt de minst significante variabele verwijderd, waarna een nieuwe analyse uitgevoerd en gecontroleerd welke variabelen dan significant zijn. Uiteindelijk blijven slechts significante variabelen over (zie Tabel 18).

Tabel 19. Factoranalyse perceptie orthogonaal

	Factor	
	1	2
gevaarli	,873	
milieuvr		,590
onveilig	,771	
onuit_br		,604
explosie	,669	

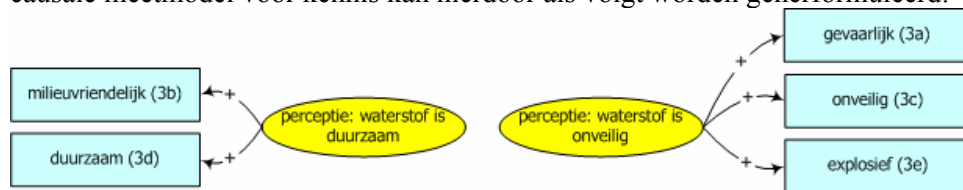
Extraction Method: Principal Axis Factoring.
Rotation Method: Varimax with Kaiser Normalization.

a. Rotation converged in 3 iterations.

Uit de factoranalyse zijn twee orthogonale factoren te concluderen (zie Tabel 19 waarin de niet representatieve factorladingen zijn weggelaten). Alle factorladingen zijn hoog genoeg en het model is daardoor aanvaardbaar.

Interpretatie van de factoren is erg belangrijk. De eerste factor bestaat uit variabelen over onveiligheid van waterstof: of waterstof gevaarlijk, onveilig en explosief is. De tweede factor bestaat uit variabelen

die vragen naar de duurzaamheid van waterstof: of waterstof milieuvriendelijk is en duurzaam. Het causale meetmodel voor kennis kan hierdoor als volgt worden geherformuleerd:



Figuur 7. Meetmodel perceptie na factoranalyse

Factoranalyse attitude

Bij de factoranalyse over attitude worden twee deelvragen, 4c en 4d niet meegenomen, omdat deze vragen onjuist zijn gesteld. Deze variabelen meten namelijk de perceptie en niet de attitude.

Tabel 20. Correlatietoets attitude

Correlation Matrix

	inve_ont	nega_eff	over_wa	pos_mili	goed_bus	fosbr_op	
Correlation	inve_ont	1,000	-,021	,405	,457	,516	-,328
	nega_eff	-,021	1,000	-,051	-,052	-,085	,269
	over_wa	,405	-,051	1,000	,470	,524	-,220
	pos_mili	,457	-,052	,470	1,000	,557	-,252
	goed_bus	,516	-,085	,524	,557	1,000	-,317
	fosbr_op	-,328	,269	-,220	-,252	-,317	1,000

KMO and Bartlett's Test

Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy.		,790
Bartlett's Test of Sphericity	Approx. Chi-Square	829,063
	df	15
	Sig.	,000

Een behoorlijk aantal correlaties zijn groter dan 0.30. De MSA-score is goed. De Bartlett's test of sphericity heeft een zeer lage significantiewaarde. Dit duidt op voldoende hoge correlaties om factoranalyse toe te passen (zie Tabel 20). Uit de comunaliteitentabel blijkt dat één indicatorvariabele niet significant is: of de negatieve effecten van waterstof weggewerkt moeten worden voor de invoering van waterstof. Na verwijdering van deze niet-significante variabele blijkt dat de variabele of invoering van waterstof moet wachten tot alle fossiele brandstoffen op zijn, niet-significant is. Na verwijdering van deze tweede niet-significante variabele blijven de overige variabelen significant (zie Tabel 21).

Tabel 21. Communaliteiten attitude

Communalities			Communalities			Communalities		
	Initial	Extraction		Initial	Extraction		Initial	Extraction
inve_ont	,347	,424	inve_ont	,343	,439	inve_ont	,320	,409
nega_eff	7,891E-02	,140	over_wa	,333	,410	over_wa	,333	,426
over_wa	,333	,427	pos_mili	,382	,489	pos_mili	,381	,504
pos_mili	,382	,504	goed_bus	,460	,635	goed_bus	,450	,634
goed_bus	,461	,629	fosbr_op	,140	,159			
fosbr_op	,201	,562						

Extraction Method: Principal Axis Factoring. Extraction Method: Principal Axis Factoring. Extraction Method: Principal Axis Factoring.

Ook blijkt dat één factor is te onderscheiden. De uitkomst van deze analyse staat gepresenteerd in Tabel 22.

Tabel 22. Factoranalyse attitude

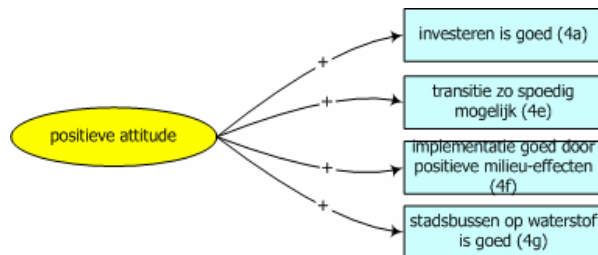
Factor Matrix^a

	Factor
	1
inve_ont	,639
over_wa	,653
pos_mili	,710
goed_bus	,796

Extraction Method: Principal Axis Factoring.

a. 1 factors extracted. 8 iterations required.

Dit model is aanvaardbaar. Er zijn geen negatieve indicaties en de factorladingen zijn redelijk hoog. Interpretatie van de factor is hier ook mogelijk. De factorladingen zijn positief dus draagt een positieve waarde op de schaal van een indicator bij aan een positieve attitude. De factor kan worden omschreven als positieve attitude ten opzichte van waterstof. Het meetmodel voor attitude kan hierdoor als volgt worden geherformuleerd:



Figuur 8. Meetmodel attitude na factoranalyse

Factoranalyse intentie

Tabel 23. Correlatietoets intentie tot gebruik

Correlation Matrix

	prgelyk	mob_tele	thukoken	waterbus	kostenkm	vaktanke	geschmak	kleiverm	mankverd
Correlation prgelyk	1,000	,520	,556	,436	,274	,330	,230	,212	,063
mob_tele	,520	1,000	,638	,532	,133	,206	,094	,111	,007
thukoken	,556	,638	1,000	,512	,236	,268	,216	,214	,129
waterbus	,436	,532	,512	1,000	,183	,214	,104	,148	-,020
kostenkm	,274	,133	,236	,183	1,000	,509	,489	,409	,312
vaktanke	,330	,206	,268	,214	,509	1,000	,389	,461	,222
geschmak	,230	,094	,216	,104	,489	,389	1,000	,427	,436
kleiverm	,212	,111	,214	,148	,409	,461	,427	1,000	,315
mankverd	,063	,007	,129	-,020	,312	,222	,436	,315	1,000

KMO and Bartlett's Test

Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy.		,821
Bartlett's Test of Sphericity	Approx. Chi-Square	1541,618
	df	36
	Sig.	,000

Een aantal correlaties is groter dan 0.30, dit is wel aan de lage kant. De MSA-score is voldoende. De Bartlett's test of sphericity heeft een zeer lage significantiewaarde. Dit duidt op voldoende hoge correlaties om factoranalyse toe te passen (zie Tabel 23).

Tabel 24. Communaliteiten intentie tot gebruik

Communalities		
	Initial	Extraction
prgelijk	,407	,481
mob_tele	,494	,651
thukoken	,516	,627
waterbus	,357	,433
kostenkm	,385	,488
vaktanke	,372	,422
geschmak	,378	,502
kleiverm	,314	,398
mankverd	,234	,258

Extraction Method: Principal Axis Factoring.

Communalities		
	Initial	Extraction
prgelijk	,404	,478
mob_tele	,494	,663
thukoken	,512	,637
waterbus	,352	,423
kostenkm	,379	,517
vaktanke	,372	,476
geschmak	,318	,418
kleiverm	,301	,396

Extraction Method: Principal Axis Factoring.

Uit de communaliteitentabel blijkt dat één variabele niet significant is: of ook een waterstofauto wordt aangeschaft als de kans op pech met een waterstofauto twee maal zo groot is. Daarom wordt een nieuwe analyse uitgevoerd waarin deze variabele is verwijderd. Nu zijn alle variabelen significant. De uitkomsten van deze analyses staan gepresenteerd in Tabel 24.

Tabel 25. Factoranalyse intentie tot gebruik orthogonaal en orthogonaal geroteerd

	Factor	
	1	2
prgelijk	,663	-,197
mob_tele	,653	-,487
thukoken	,722	-,339
waterbus	,568	-,318
kostenkm	,553	,459
vaktanke	,581	,371
geschmak	,473	,441
kleiverm	,477	,410

Extraction Method: Principal Axis Factoring.

a. 2 factors extracted. 9 iterations required.

	Factor	
	1	2
prgelijk	,638	
mob_tele	,813	
thukoken	,773	
waterbus	,641	
kostenkm		,706
vaktanke		,656
geschmak		,641
kleiverm		,620

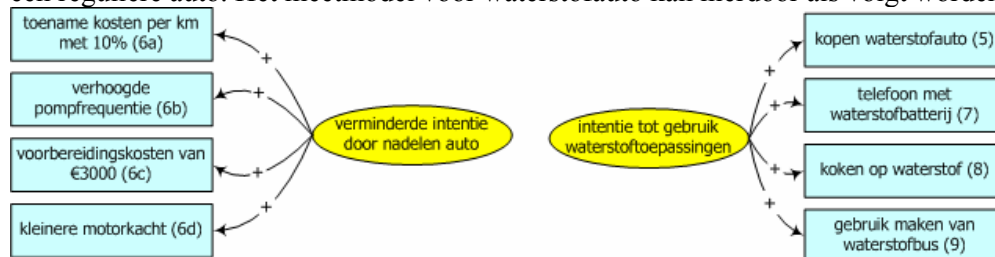
Extraction Method: Principal Axis Factoring.

Rotation Method: Varimax with Kaiser Normalization.

a. Rotation converged in 3 iterations.

Uit de factoranalyse zijn twee factoren te concluderen. Dit model voldoet, maar de factorenloadingen zijn nog niet zoals gewenst: hoogladend op slechts één factor. Daarom wordt rotatie toegepast. De uitkomst van deze rotatie heeft de factorloadingenmatrix zoals vermeld in de rechtertabel in Tabel 25

Interpretatie van de factor is hier ook mogelijk. De eerste factor bestaat uit het feit of gebruik zou worden gemaakt van toepassingen van waterstof indien die mogelijkheid bestaat. De tweede factor bestaat uit het feit of het gedrag verandert indien een waterstofauto nadelen vertoont ten opzichte van een reguliere auto. Het meetmodel voor waterstofauto kan hierdoor als volgt worden geherformuleerd:



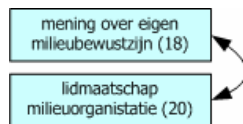
Figuur 9. Meetmodel intentie tot gebruik na factoranalyse

Factoranalyse milieubewustzijn

Tabel 26. Correlatietoets milieubewustzijn

		Correlation Matrix					
		aanschpr	afstjaar	busgebru	miliebew	groenstr	natmilve
Correlation	aanschpr	1,000	,238	-,056	,006	-,032	-,030
	afstjaar	,238	1,000	-,146	,018	-,005	-,038
	busgebru	-,056	-,146	1,000	,002	,041	,069
	miliebew	,006	,018	,002	1,000	-,198	-,236
	groenstr	-,032	-,005	,041	-,198	1,000	,168
	natmilve	-,030	-,038	,069	-,236	,168	1,000

De correlaties zijn dermate laag voor het model van milieubewustzijn dat factoranalyse niet kan worden toegepast. Daarom zullen twee variabelen mee worden genomen die het milieubewustzijn zullen representeren. Daarvoor zal worden gebruikt of de respondent zelf vindt dat hij milieubewust is en of de respondent lid is van een milieuorganisatie, omdat het gebruik maken van groene stroom ook kan duiden op het milieubewustzijn van een familielid of een kostenvoordeel. Busgebruik en autogebruik kunnen ook voortkomen uit andere beweegredenen dan milieubewustzijn. Uit de factoranalyse die niet klopt, blijkt dit ook. Daarom wordt het model als volgt geformuleerd:



Figuur 10. Meetmodel waterstofauto na factoranalyse

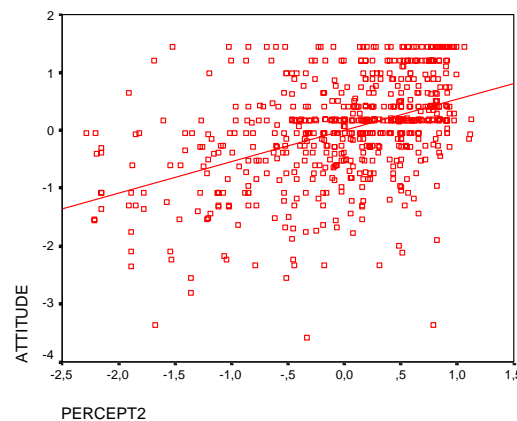
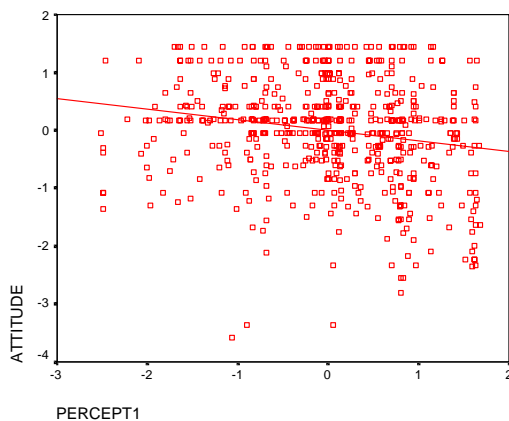
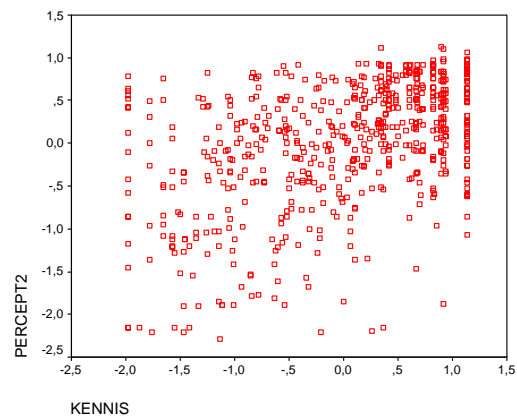
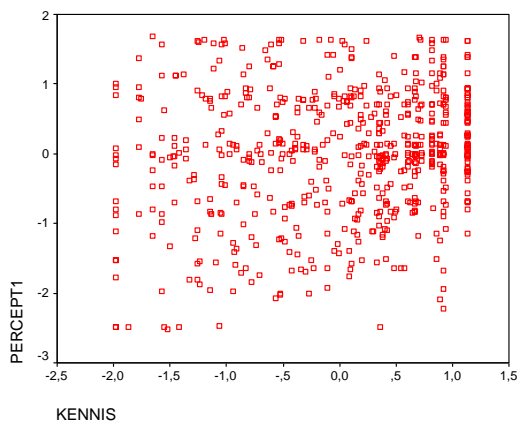
E. Assumpties

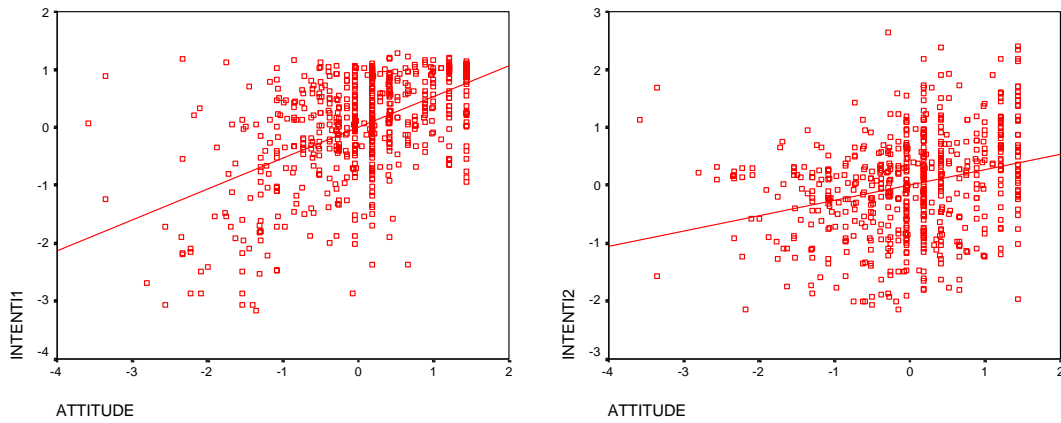
De modelassumpties van multiële regressieanalyse zijn lineariteit van de correlaties, homoscedasticiteit en normaliteit. Achtereenvolgens zullen de data op deze assumpties worden getoetst.

Lineariteit en homoscedasticiteit

Regressie-analyse heeft als aanname lineariteit van de correlaties als gevolg van de methode waarop een regressielijn wordt geschat. Lineariteit van de correlaties wil zeggen dat het verband tussen de onafhankelijke en afhankelijke variabele lineair is en niet bijvoorbeeld curvuleneair. Dit is te controleren door de onafhankelijke variabelen tegen de afhankelijke variabelen te plotten met een scatterplot. De assumptie van homoscedasticiteit neemt aan dat de variantie van de onafhankelijke variabele over de gehele lengte van de afhankelijke variabele gelijk is. Ook dit is te toetsen middels een scatterplot. De resultaten staan in de plaatjes in Figuur 11.

Het lineaire verband is meestal niet erg sterk, maar dat is op zich geen probleem. De verbanden zijn wel allemaal lineair. Het aanwezige verband wordt dus in ieder geval niet onderschat door gebrek aan lineariteit. Gebrek aan homoscedasticiteit is wel een probleem. Dit is met name het geval in de plots waarin de attitude voorkomt. Hierdoor is voorzichtigheid geboden bij het interpreteren van de significantietermen.





Figuur 11. Scatterplots

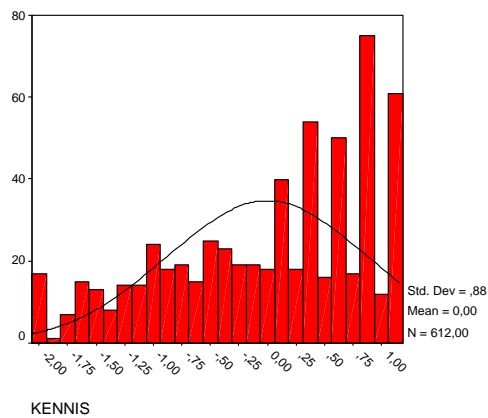
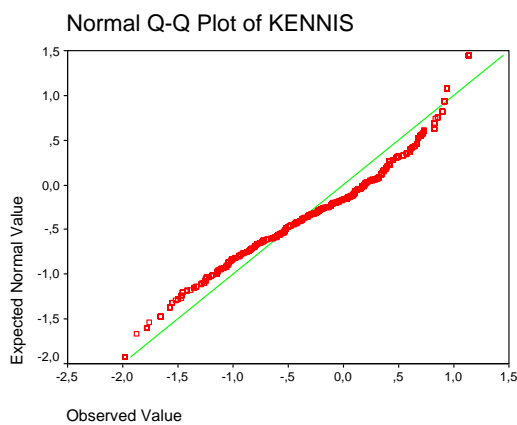
Normaliteit

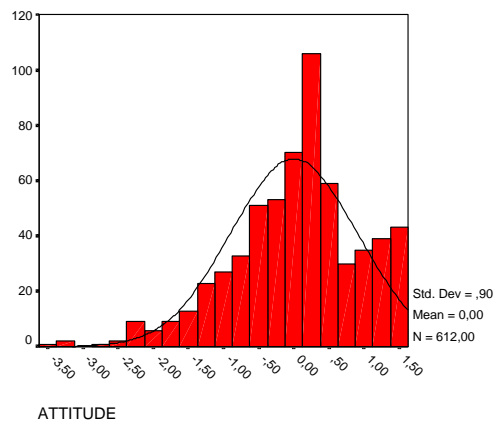
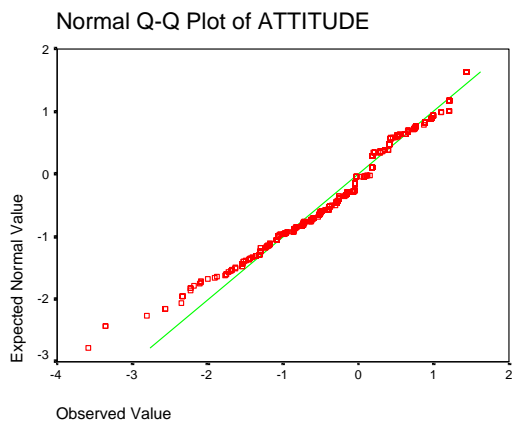
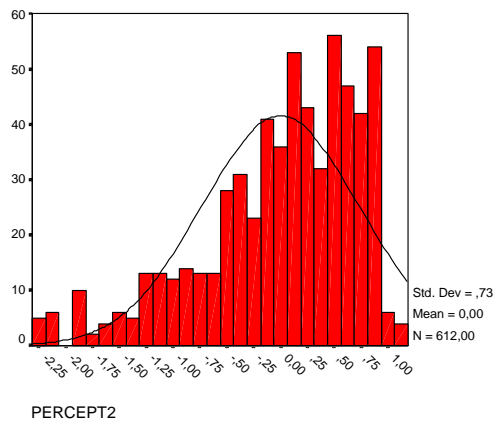
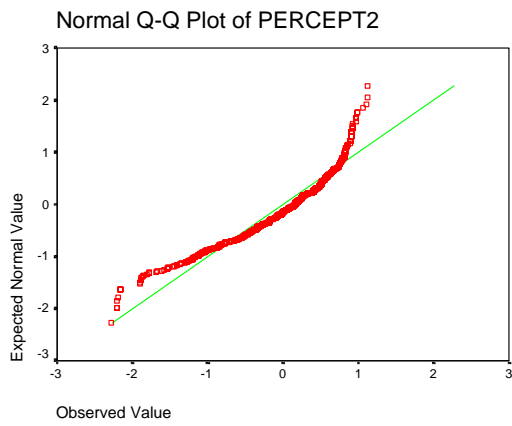
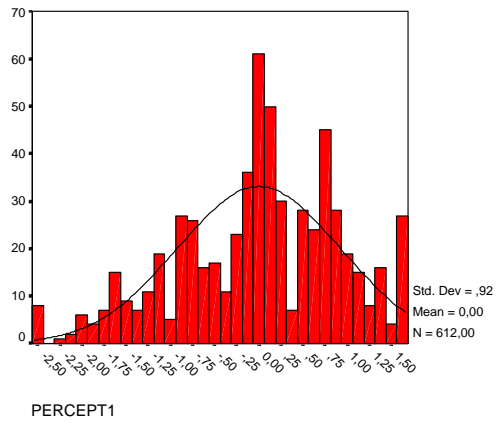
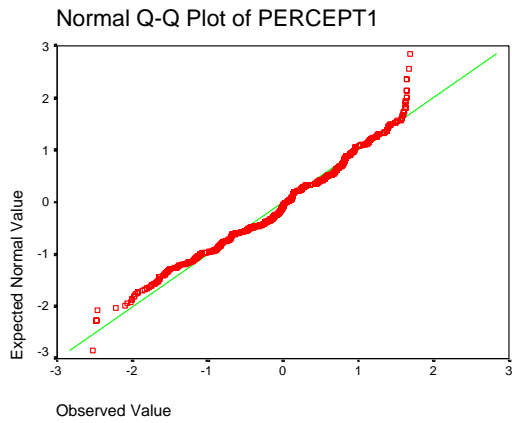
Normaliteit van een variabele wordt getoetst aan de hand van een Normal Q-Q Plot en de aangepaste Kolmogorov-Smirnov toets. Uit deze toets blijkt dat alle metrische variabelen niet-normaal verdeeld zijn (zie Tabel 27). Dit is tevens te zien aan de plots (zie de plaatjes in Figuur 12). Daarin zijn kleine afwijkingen van de diagonaal zichtbaar. Deze afwijkingen zijn echter niet zo heel groot. Aan de histogrammen is een behoorlijke mate van scheefheid te zien bij de perceptie duurzaam, de attitude en de intentie waterstofauto. De chemische en fysieke kennis vertonen een vreemde verdeling. Dat er een gebrek is aan normaliteit mede veroorzaakt doordat ook niet volledig wordt voldaan aan lineariteit en homoscedasticiteit. Bij een steekproefomvang groter dan 100 is dit echter geen probleem. Aangezien de gebruikte steekproef een omvang heeft van boven 600 respondenten, kan daarvan worden uitgegaan.

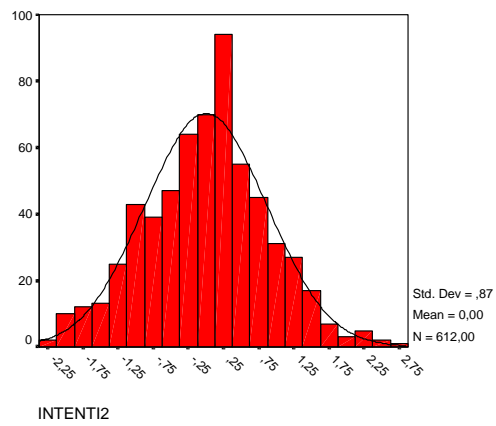
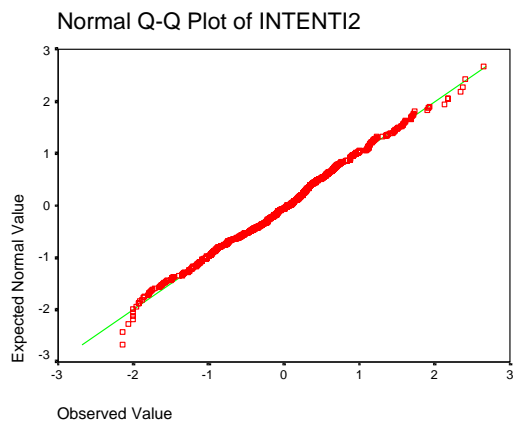
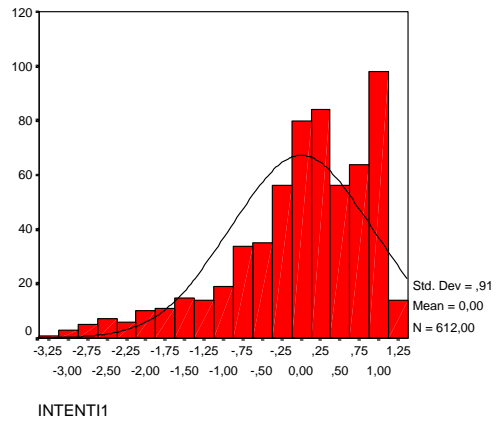
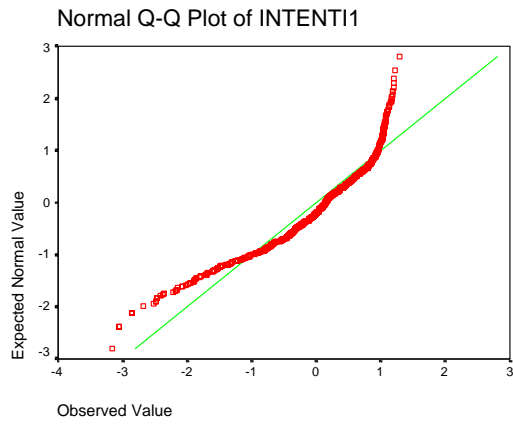
Tabel 27. Toets voor normaliteit

Tests of Normality			
	Kolmogorov-Smirnov ^a		
	Statistic	df	Sig.
KENNIS	,111	612	,000
PERCEPT1	,075	612	,000
PERCEPT2	,094	612	,000
ATTITUDE	,095	612	,000
INTENT11	,097	612	,000
INTENT12	,042	612	,012

a. Lilliefors Significance Correction



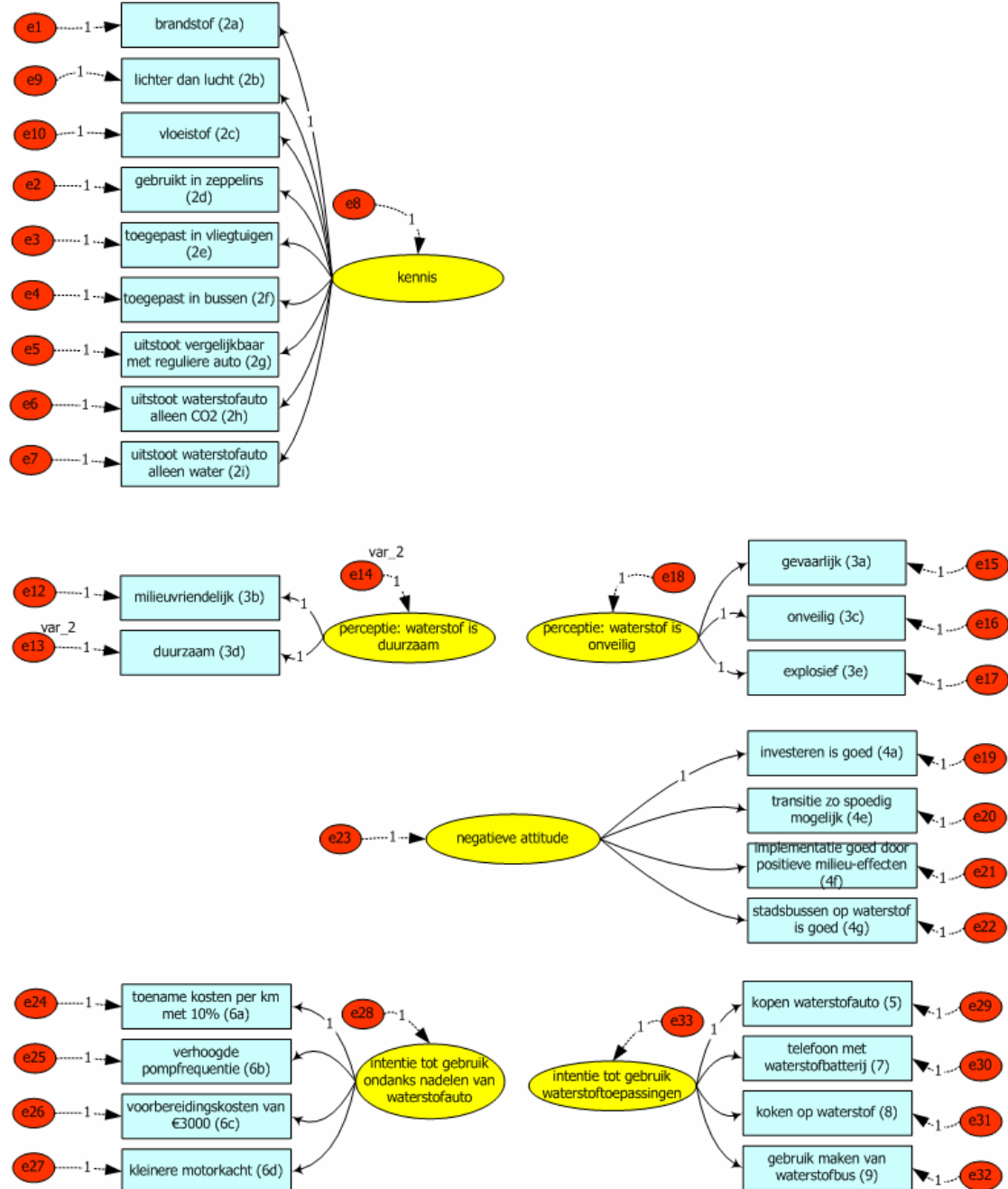




Figuur 12. Normal Q-Q plots en histogrammen

F. Modelschatting in Amos

De modelschatting vindt plaats middels het softwareprogramma Amos 4.0. In de exploratieve modelschatting zijn bepaalde relaties tussen factoren vastgesteld. In die fase is dat per meetmodel gedaan, aan de hand waarvan het causale model is opgesteld. In deze bijlage staat gerapporteerd hoe de meetmodellen in Amos zijn geschat. Het bleek dat niet elk model direct significant was in Amos. In Amos worden gemeten variabelen opgenomen als rechthoeken (blauw) en ongemeten variabelen als ovaal (geel). Elke variabele wordt geschat op basis van enkele andere variabelen of is gemeten, maar dit is niet vrij van fouten. Daarom dient elke variabele waarbinnen fouten voor kunnen komen ook afhankelijk te zijn van een variabele die zijn fout weergeeft. Dit is aangegeven met de variabelen in de rode cirkels met de namen die beginnen met de letter e. Om significante meetmodellen te verkrijgen zijn aanvullende beperkingen opgelegd. Deze beperkingen zijn zichtbaar gemaakt in onderstaande modellen. Details over deze beperkingen en de resultaten van deze meetmodellen staan weergegeven in Tabel 5 in de hoofdtekst.



Figuur 13. Amos meetmodellen

G. Geschatte termen en effecten

In deze bijlage staan alle geschatte termen vermeld alsmede de significantie waarmee deze zijn geschat. Indien de absolute waarde van het getal in de kolom C.R. groter is dan 1.96 is dan is de term significant en kan deze beter *niet* worden verwijderd uit het model (zie Byrne, 2001). De tweede tabel bestaat uit de gestandaardiseerde *totale* effecten van de verschillende parameters. Deze bijlage wordt afgesloten met de gestandaardiseerde *directe* effecten van de variabelen. In de laatste twee tabellen staan belangrijke en opvallende waarden rood weergegeven.

Tabel 28. Geschatte termen en hun significantie

Regression Weights:	Estimate	S.E.	C.R.
kennis_1 <----- LEEFCAT	-0.031	0.008	-3.717
kennis_1 <----- V10M	-0.112	0.020	-5.593
kennis_1 <----- V12M	0.031	0.006	5.329
perceptie_2 <----- V10M	-0.273	0.082	-3.331
perceptie_1 <----- kennis_1	2.735	0.337	8.112
perceptie_2 <----- VOOR_NEG	1.058	0.113	9.371
perceptie_1 <----- VOOR_NEG	-0.407	0.115	-3.525
perceptie_2 <----- VOOR_NEU	0.320	0.087	3.678
perceptie_1 <----- VOOR_NEU	0.216	0.093	2.337
perceptie_1 <----- VOOR_POS	0.265	0.113	2.335
perceptie_1 <----- LEEFCAT	-0.088	0.036	-2.466
perceptie_2 <----- kennis_1	0.951	0.250	3.808
attitude <----- perceptie_1	0.447	0.044	10.245
attitude <----- perceptie_2	-0.164	0.027	-5.999
intentie_1 <----- attitude	0.546	0.073	7.431
V2IM <----- kennis_1	1.251	0.151	8.292
intentie_2 <----- attitude	0.844	0.083	10.175
intentie_2 <----- LEEFCAT	-0.172	0.026	-6.587
intentie_2 <----- VOOR_NEG	-0.229	0.078	-2.933
intentie_2 <----- intentie_1	0.152	0.048	3.188
V2AM <----- kennis_1	1.000		
V2DM <----- kennis_1	0.979	0.137	7.121
V2EM <----- kennis_1	1.148	0.146	7.852
V2GM <----- kennis_1	0.956	0.114	8.371
V2HM <----- kennis_1	1.087	0.145	7.489
V2FM <----- kennis_1	0.926	0.136	6.801
V3BM <----- perceptie_1	1.000		
V3DM <----- perceptie_1	1.000		
V3AM <----- perceptie_2	1.107	0.054	20.377
V3CM <----- perceptie_2	1.000		
V3EM <----- perceptie_2	1.000		
V4AM <----- attitude	1.000		
V4GM <----- attitude	1.170	0.077	15.109
V4FM <----- attitude	0.983	0.070	13.976
V4EM <----- attitude	1.062	0.081	13.106
V6AM <----- intentie_1	1.000		
V6BM <----- intentie_1	0.970	0.071	13.613
V6CM <----- intentie_1	0.861	0.068	12.635
V6DM <----- intentie_1	0.877	0.070	12.616
V5M <----- intentie_2	1.000		
V7M <----- intentie_2	1.041	0.061	17.090
V8M <----- intentie_2	1.078	0.063	17.154
V9M <----- intentie_2	0.733	0.050	14.739
V2HM <----- V2IM	0.326	0.040	8.202
V2BM <----- kennis_1	0.867	0.134	6.488
V2CM <----- kennis_1	1.196	0.148	8.071

Tabel 29. Gestandaardiseerde totale effecten

	VOOR_NEG	VOOR_NEU	VOOR_POS	V12M	V10M	LEEF CAT	kennis_1
kennis_1	0.000	0.000	0.000	0.261	-0.278	-0.174	0.000
perceptie_1	0.408	0.156	0.000	0.052	-0.196	-0.034	0.198
perceptie_2	-0.172	0.116	0.111	0.163	-0.173	-0.219	0.623
attitude	-0.227	0.036	0.075	0.096	-0.064	-0.139	0.367
intentie_1	-0.093	0.015	0.031	0.039	-0.026	-0.057	0.151
intentie_2	-0.254	0.024	0.050	0.063	-0.042	-0.324	0.242
V2IM	0.000	0.000	0.000	0.138	-0.147	-0.092	0.527
V9M	-0.166	0.015	0.033	0.041	-0.028	-0.213	0.159
V8M	-0.197	0.018	0.039	0.049	-0.033	-0.252	0.188
V7M	-0.196	0.018	0.038	0.049	-0.032	-0.251	0.187
V5M	-0.182	0.017	0.036	0.045	-0.030	-0.232	0.173
V6DM	-0.058	0.009	0.019	0.025	-0.016	-0.036	0.094
V6CM	-0.058	0.009	0.019	0.025	-0.016	-0.036	0.095
V6BM	-0.065	0.010	0.022	0.028	-0.018	-0.040	0.106
V6AM	-0.067	0.011	0.022	0.028	-0.019	-0.041	0.108
V4GM	-0.176	0.028	0.058	0.074	-0.049	-0.107	0.284
V4FM	-0.157	0.025	0.052	0.066	-0.044	-0.096	0.254
V4EM	-0.145	0.023	0.048	0.061	-0.041	-0.088	0.234
V4AM	-0.148	0.023	0.049	0.063	-0.042	-0.091	0.240
V3EM	0.273	0.104	0.000	0.035	-0.131	-0.023	0.132
V3CM	0.318	0.122	0.000	0.040	-0.153	-0.027	0.154
V3AM	0.350	0.134	0.000	0.044	-0.168	-0.030	0.169
V3DM	-0.089	0.060	0.058	0.084	-0.090	-0.113	0.322
V3BM	-0.121	0.082	0.079	0.115	-0.122	-0.155	0.439
V2CM	0.000	0.000	0.000	0.128	-0.136	-0.085	0.489
V2BM	0.000	0.000	0.000	0.092	-0.098	-0.061	0.351
V2FM	0.000	0.000	0.000	0.098	-0.104	-0.065	0.375
V2HM	0.000	0.000	0.000	0.167	-0.178	-0.112	0.640
V2GM	0.000	0.000	0.000	0.136	-0.145	-0.091	0.522
V2EM	0.000	0.000	0.000	0.122	-0.130	-0.081	0.466
V2DM	0.000	0.000	0.000	0.105	-0.111	-0.070	0.400
V2AM	0.000	0.000	0.000	0.122	-0.130	-0.082	0.468

	percepti_1	percepti_2	attitude	intentie_1	intentie_2	V2IM
kennis_1	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
perceptie_1	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
perceptie_2	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
attitude	-0.272	0.675	0.000	0.000	0.000	0.000
intentie_1	-0.112	0.278	0.411	0.000	0.000	0.000
intentie_2	-0.179	0.445	0.659	0.144	0.000	0.000
V2IM	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
V9M	-0.117	0.292	0.433	0.094	0.657	0.000
V8M	-0.139	0.346	0.512	0.112	0.777	0.000
V7M	-0.138	0.344	0.509	0.111	0.773	0.000
V5M	-0.128	0.319	0.473	0.103	0.717	0.000
V6DM	-0.070	0.174	0.257	0.626	0.000	0.000
V6CM	-0.070	0.174	0.258	0.627	0.000	0.000
V6BM	-0.078	0.194	0.288	0.700	0.000	0.000
V6AM	-0.080	0.199	0.295	0.717	0.000	0.000
V4GM	-0.210	0.523	0.775	0.000	0.000	0.000
V4FM	-0.188	0.467	0.692	0.000	0.000	0.000
V4EM	-0.173	0.431	0.638	0.000	0.000	0.000
V4AM	-0.177	0.441	0.654	0.000	0.000	0.000
V3EM	0.669	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
V3CM	0.780	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
V3AM	0.857	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
V3DM	0.000	0.517	0.000	0.000	0.000	0.000
V3BM	0.000	0.706	0.000	0.000	0.000	0.000
V2CM	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
V2BM	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
V2FM	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
V2HM	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.331
V2GM	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
V2EM	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
V2DM	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
V2AM	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Tabel 30. Gestandaardiseerde directe effecten

	VOOR_NEG	VOOR_NEU	VOOR_POS	V12M	V10M	LEEF CAT	kennis_1
kennis_1	0.000	0.000	0.000	0.261	-0.278	-0.174	0.000
perceptie_1	0.408	0.156	0.000	0.000	-0.141	0.000	0.198
perceptie_2	-0.172	0.116	0.111	0.000	0.000	-0.110	0.623
attitude	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
intentie_1	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
intentie_2	-0.104	0.000	0.000	0.000	0.000	-0.233	0.000
V2IM	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.527
V9M	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
V8M	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
V7M	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
V5M	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
V6DM	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
V6CM	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
V6BM	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
V6AM	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
V4GM	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
V4FM	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
V4EM	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
V4AM	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
V3EM	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
V3CM	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
V3AM	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
V3DM	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
V3BM	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
V2CM	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.489
V2BM	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.351
V2FM	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.375
V2HM	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.465
V2GM	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.522
V2EM	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.466
V2DM	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.400
V2AM	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.468

	percepti_1	percepti_2	attitude	intentie_1	intentie_2	V2IM
kennis_1	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
perceptie_1	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
perceptie_2	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
attitude	-0.272	0.675	0.000	0.000	0.000	0.000
intentie_1	0.000	0.000	0.411	0.000	0.000	0.000
intentie_2	0.000	0.000	0.600	0.144	0.000	0.000
V2IM	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
V9M	0.000	0.000	0.000	0.000	0.657	0.000
V8M	0.000	0.000	0.000	0.000	0.777	0.000
V7M	0.000	0.000	0.000	0.000	0.773	0.000
V5M	0.000	0.000	0.000	0.000	0.717	0.000
V6DM	0.000	0.000	0.000	0.626	0.000	0.000
V6CM	0.000	0.000	0.000	0.627	0.000	0.000
V6BM	0.000	0.000	0.000	0.700	0.000	0.000
V6AM	0.000	0.000	0.000	0.717	0.000	0.000
V4GM	0.000	0.000	0.775	0.000	0.000	0.000
V4FM	0.000	0.000	0.692	0.000	0.000	0.000
V4EM	0.000	0.000	0.638	0.000	0.000	0.000
V4AM	0.000	0.000	0.654	0.000	0.000	0.000
V3EM	0.669	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
V3CM	0.780	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
V3AM	0.857	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
V3DM	0.000	0.517	0.000	0.000	0.000	0.000
V3BM	0.000	0.706	0.000	0.000	0.000	0.000
V2CM	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
V2BM	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
V2FM	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
V2HM	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.331
V2GM	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
V2EM	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
V2DM	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
V2AM	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000