

Regressieanalyse in opdracht-onderzoek, wat levert het op?

T. Bijlsma en F. Koopmans*

Summary

Regression analysis in applied social research, does it yield positive results?

Examination of 473 research reports shows that regression analysis is still not a frequently used method of analysing data in applied social research. If this method is used, assumptions and measurement problems are dealt with rather carelessly and in the end results are far from substantial. In the equations most of the variables are ordinal in character or dichotomies. Only a minority of the variables meets the usually required interval or ratio level of measurement. Explained variance is in general low, in one third of the equations 5% or less, and too often one is not careful enough in the interpretation of effects.

1. Inleiding

Onderzoekers kunnen tegenwoordig putten uit een arsenaal aan multivariate analysetechnieken, waarvan de toepassing met een druk op de knop is te regelen. Multiple lineaire regressieanalyse¹ is daar, al dan niet in de vorm van pad- of Lisrel-modellen, een bekend voorbeeld van. Het is een veelzijdige techniek. In vaktijdschriften komt men de toepassing ervan regelmatig tegen.

In verband daarmee rees bij ons de vraag of deze techniek inmiddels ook buiten de muren van de universiteit is doorgedrongen in de praktijk van het sociaal-wetenschappelijk onderzoek en, voor zover dit het geval is, hoe ermee wordt omgegaan en wat het oplevert. Hoewel soortgelijke vragen met evenveel recht zijn te stellen aan onderzoek met een meer academische signatuur, richten we ons op het onderzoek buiten de universiteit. Dit type onderzoek is in de af-

* De auteurs zijn werkzaam als universitair docent bij de vakgroep Methoden en Technieken van de faculteit der Politieke en Sociaal-Culturele Wetenschappen, Universiteit van Amsterdam.

gelopen jaren sterk gegroeid en leent zich goed als toetssteen voor de praktische betekenis van regressieanalyse.² We beperken ons tot de publikaties van vier toonaangevende instituten in Nederland die zich richten op opdrachtonderzoek. In totaal zijn 473 rapporten geselecteerd.³

In paragraaf 2 wordt aangegeven in hoeverre regressieanalyse zich, afgemeten aan deze rapporten, een plaats heeft verworven in opdrachtonderzoek. vervolgens wordt in paragraaf 3 onderzocht op welk meetniveau de daarbij gebruikte variabelen zich bevinden. De geloofwaardigheid van de resultaten staat of valt immers met de kwaliteit van de variabelen en het meetniveau speelt daarbij een niet te verwaarlozen rol. Tot slot wordt in paragraaf 4 het rendement van de analyses in kaart gebracht door na te gaan in hoeverre, afgaande op de hoogte van de percentages verklaarde variantie, een verklaring is gevonden voor de onderzochte verschijnselen, waarbij extra aandacht wordt besteed aan verklaarde varianties die opvallend laag of extreem hoog zijn.

2. Regressieanalyse in opdrachtonderzoek

Van de 473 rapporten is ruim 80 procent te betitelen als empirisch onderzoek. Vrijwel altijd is sprake van univariate analyse: grafieken en frequentieverdelingen. Bij het overgrote deel (ruim 80%) wordt tevens bivariate analyse toegepast, vrijwel altijd in de vorm van analyse van kruistabellen, in ruim een kwart van de gevallen aangevuld met toetsen op significantie en/of de presentatie van correlaties.

Multivariate-analysetechnieken worden minder vaak gebruikt: in 23 procent van de onderzoeken. Bij een derde daarvan komt regressieanalyse aan bod. Vooralsnog is deze techniek dus niet sterk vertegenwoordigd: ze komt slechts voor in 30 van de 394 doorgenomen voorbeelden van onderzoek. Bovendien gaat het bij drie ervan om een uitwerking in de vorm van een proefschrift, zijn twee ervan bedoeld voor de onderwijsresearchdagen in 1990, terwijl drie rapporten zijn opgenomen in een speciale publikatiereeks. Niet uitgesloten is dat deze acht minder typerend zijn voor de doorsnee opzet en verslaggeving van opdrachtonderzoek. Laten we ze buiten beschouwing dan is de conclusie dat slechts bij 5,6 procent van de onderzoeken in één of andere vorm een beroep wordt gedaan op regressieanalyse. Het gebruik ervan is, evenals het gebruik van andere multivariate strategieën, geen schering en inslag.

3. Variabelen: het meetniveau

Kernbegrip uit de regressieanalyse is het percentage verklaarde variantie. De hoogte ervan wordt bepaald door de mate waarin onderzoekseenheden afwijken van het gemiddelde, te vergelijken met hun afwijkingen van de best passende lijn. Er moeten afstanden kunnen worden gemeten en dat veronderstelt een vaste meeteenheid. In de 447 onderzochte regressievergelijkingen zijn bijna vierduizend variabelen opgenomen.⁴ Indeling naar meetniveau⁵ laat zien dat men zich niet beperkt tot de opname van variabelen op ten minste intervalniveau (tabel 1).⁶

Tabel 1. De in de regressievergelijkingen opgenomen variabelen naar meetniveau.

	f	%	%
nominaal	99	2,6	2,7
ordinaal	1579	41,0	43,9
dichotomie	1344	34,9	37,3
interval/ratio	576	14,9	16,0
onbekend	257	6,7	
totaal	3855		

Dat men bij regressieanalyse ook kiest voor ordinale en zelfs nominale variabelen is op zich niet verrassend. Wel verbaast ons de schaal waarop het gebeurt. Ordinale variabelen zijn met ruim 40 procent zelfs duidelijk in de meerderheid. Opvallend is ook de keuze voor nominale variabelen. Ze vormen weliswaar een minderheid, maar niet eentje die te verwaarlozen is (2,7%). De variabelen op ten minste intervalniveau zijn eveneens in de minderheid (16%). Het aandeel van de dichotomieën is daarentegen gelijk aan ruim een derde. Bij bijna een derde daarvan gaat het om geconstrueerde tweedelingen⁷, waarvan ongeveer de helft variabelen betreft als inkomen en jaren opleiding, die in niet-dichotome vorm beter tot hun recht zouden komen.⁸ Zelden of nooit laat men de effecten zien van alternatieven voor de gehanteerde tweedeling.

De 99 nominale variabelen zijn niet omgezet in 'dummy-variabelen', zodat daarvan zonder meer kan worden gezegd dat de opname ervan onjuist is. Over de vraag of ordinale variabelen geschikt zijn voor regressieanalyse is daarentegen discussie mogelijk.¹⁰ Opname ervan wordt met name twijfelachtig bij variabelen met een klein aantal categorieën en bijna 70 procent blijkt er slechts vijf of minder te hebben. Een aantal waarbij niet meer de garantie bestaat dat een scoretoekenning gebaseerd op gelijke afstanden zo hoog correleert met de

feitelijke, maar onbekende, schaalverdeling dat ze daarvoor zonder risico als plaatsvervanger kan fungeren.¹¹ Niettemin wordt dit type variabele vrijwel overal zonder nadere verantwoording opgenomen en wordt bij de interpretatie van de resultaten zelden of nooit terughoudendheid betracht. Argumenten waarmee een benadering van intervalniveau aannemelijk wordt gemaakt, worden, op een enkele uitzondering na¹², niet gegeven en ook een aanpassing van de scoretoekenning op basis van de erbij behorende verdeling¹³ zijn we nergens tegengekomen. Kennelijk is de opname van ordinale variabelen een dermate ingeburgerde gewoonte dat de vraag of dit bij benadering terecht is niet of nauwelijks wordt gesteld.

De keuze voor variabelen, die op z'n minst als twijfelachtig zijn te betitelen, lijkt dus wijd verbreid. Hoewel de vergelijkingen nog uiteen kunnen lopen naar de mate van opeenhoping van dubieuze variabelen, zullen er weinig zijn waarin ze niet opduiken. Onder de 447 vergelijkingen is er niet één te vinden die alleen bestaat uit variabelen op ten minste intervalniveau. Er zijn dus geen vergelijkingen te ontdekken die, louter afgemeten aan het meetniveau, als zonder meer goed zijn te bestempelen. In bijna 60 procent van de vergelijkingen zijn zelfs helemaal geen interval/ratio-variabelen opgenomen en in de andere vertegenwoordigen ze, gemiddeld genomen, nog niet de helft van het aantal variabelen per vergelijking.

Zoals te verwachten komen in veruit het grootste deel van de vergelijkingen (86%) ook geen nominale variabelen voor. Blijft de vraag of dit type variabele zich opeenhoopt bij bepaalde vergelijkingen. Dit blijkt niet sterk het geval te zijn. Bij de 59 vergelijkingen waarin ze voorkomen, is hun aandeel nergens groter dan 33 procent en, gemiddeld genomen, gelijk aan 17,3 procent. Hoewel de opname van elke nominale variabele er één te veel is, kan dus niet worden gezegd dat opdrachtonderzoek wat dat betreft bol staat van foute beslissingen en ook niet dat ze zich opeenhopen bij bepaalde vergelijkingen.

Zetten we, mede omdat veelal een nadere verantwoording ontbreekt, ook een vraagteken achter de opname van ordinale variabelen, dan verandert het beeld. Ze komen voor in veruit de meerderheid van de vergelijkingen (81%), en vertegenwoordigen daar, gemiddeld genomen, ruim de helft van het aantal variabelen per vergelijking. Bijna een kwart ervan is zelfs volledig opgebouwd uit ordinale variabelen. Ook vergelijkingen met alleen dichotomieën vormen geen uitzondering (18%). Meestal zijn het mengelingen van natuurlijke en geconstrueerde dichotomieën.

Beschouwen we ook de opname van geconstrueerde dichotomieën als twijfelachtig en berekenen we vervolgens per vergelijking het aandeel van de nominale, ordinale en geconstrueerde dichotomieën tezamen, dan is dit, gemiddeld genomen, gelijk aan 57 procent en zijn er nog maar vier vergelijkingen te

vinden zonder dubieuze variabelen. Deze vier zijn volledig opgebouwd uit natuurlijke dichotomieën. Vergelijkingen, alleen bestaande uit ratiovariabelen, komen immers niet voor.

Het geheel overziende, heeft de keuze voor ordinale variabelen dus duidelijk de overhand; ze komen in bijna iedere vergelijking voor en vertegenwoordigen daarin, gemiddeld genomen, meer dan de helft van het aantal variabelen. Gezien dit grote aandeel en het relatief geringe aandeel van intervalvariabelen kan men tevens de nodige twijfels hebben over de zeggingskracht van de gehanteerde vergelijkingen.

4. Verklaarde variantie

Met regressieanalyse kan worden aangetoond dat een verschijnsel niet of nauwelijks wordt beïnvloed door bepaalde factoren. Zo kan worden onderzocht of een geadviseerde vervolgopleiding, gegeven de hoogte van de rapportcijfers, onafhankelijk is van kenmerken als sociale herkomst, sekse en etnische afkomst. Daarentegen kan, wanneer bijvoorbeeld de cijfers het onderwerp zijn, ook worden geprobeerd een vergelijking te vinden waarbij een zo klein mogelijke groep factoren juist een zo groot mogelijk deel van de variantie in de cijfers voor haar rekening neemt. Gestreefd wordt dan naar een volledige en efficiënte verklaring. Komt men regressieanalyse tegen, dan is dit laatste, ook in opdrachtonderzoek, vrijwel altijd de inzet van de toepassing: onderzoek is meestal gericht op het vinden van een hoog percentage verklaarde variantie. In tabel 2 staat welke percentages zijn bereikt.

Tabel 2. De bij de regressievergelijkingen behorende percentages verklaarde variantie (R^2).

R^2 (in %)	f	%	%	cum %
0 - 5	135	30,2	32,8	32,8
6 - 10	77	17,2	18,7	51,5
11 - 20	67	15,0	16,3	67,8
21 - 30	35	7,8	8,5	76,3
31 - 50	40	8,9	9,7	86,0
51 - 70	27	6,0	6,6	92,6
71 - 90	16	3,6	3,9	96,5
91 - 100	15	3,4	3,5	100,0
onbekend	35	7,8		
totaal	447	100,0		

De oogst is mager: bij een derde van de vergelijkingen is de verklaarde variantie niet groter dan 5 procent, de helft komt niet boven de 10 procent en drie kwart, dus de overgrote meerderheid, komt niet boven de 30 procent. Deze groep kenmerkt zich, vergeleken met de meer succesvolle vergelijkingen, door een gemiddeld genomen duidelijk lager percentage intervalvariabelen in de vergelijking (12% tegenover 43,2%) en een duidelijk hoger percentage dichotomieën (41,8% tegenover 11,6%).¹⁴ Dit spoort met het gegeven dat met een afname van het aantal categorieën van een variabele de samenhang met andere variabelen doorgaans lager wordt. Kennelijk is het succes van een vergelijking, of beter gezegd het ontbreken ervan, voor een deel toe te schrijven aan het type variabele waarvan gebruik is gemaakt. Worden veel intervalvariabelen opgenomen en wordt per variabele een klein aantal categorieën vermeden, dan is de kans op een hoger percentage verklaarde variantie groter. Het aantal variabelen in de vergelijking speelt daarbij geen rol van betekenis.¹⁵

Het succes van een vergelijking wordt uiteraard niet volledig bepaald door het type variabele. Ook de inhoud van de variabelen kan niet worden veronachtzaamd. Reden om de, overigens beperkte, groep succesvolle vergelijkingen nader onder de loep te nemen. De meest opvallende zijn die waarbij het onderzochte verschijnsel zo goed als volledig is verklaard: de vijftien met een verklaarde variantie groter dan 90 procent.

Nadere beschouwing leert dat met één ervan wordt vastgesteld dat bij gereformeerden de godsdienstigheid veel gewicht in de schaal legt bij hun keuze voor een politieke partij. De andere veertien behelzen een onderzoek waarin voor verschillende schooltypen en niveaugroepen, vrij vertaald, is ontdekt dat leerlingen die beter zijn in lezen of rekenen dit, ondanks of dankzij het onderwijs, na verloop van ongeveer vijf maanden nog steeds zijn. De correlaties tussen de begintoets en de te verklaren hoogte van de scores op de eindtoets bewegen zich rond de 0,97, zodat, en dat blijkt ook, de opname van de begintoets in de vergelijking in de regel nauwelijks ruimte laat voor andere effecten en bovendien het percentage verklaarde variantie fors doet stijgen. Overigens levert hetzelfde onderzoek op dezelfde manier nog een tiental verklaarde varianties op die weliswaar niet boven de 90 procent komen, maar wel relatief hoog zijn.

Uiteraard zijn hoge percentages verklaarde variantie niet echt een succes te noemen, wanneer ze, zoals bij de hoogste vijftien, ontstaan door de introductie van variabelen die resulteren in voor de hand liggende, hoge samenhangen of, wat negatiever geformuleerd, staan voor het inlopen van een open deur. Ook bij de overige vergelijkingen met een relatief hoog percentage verklaarde variantie stuiten we nogal eens op uitkomsten waarbij de op het eerste gezicht niet geringe verklaringskracht in feite is toe te schrijven aan hoge samenhangen die bij

nadere beschouwing op z'n minst gebukt gaan onder de schijn van trivialiteit. Een kleine bloemlezing:

- Bij gelovigen blijken standpunten op economisch, sociaal, politiek en cultureel terrein sterk samen te hangen met de intensiteit van hun geloof en de mate waarin ze belang hechten aan hun geloof voor beslissingen in het leven van alledag. Dus naarmate het geloof voor een gelovige belangrijker is, vind je dat eerder terug in zijn of haar standpunten.¹⁶
- Engelstalig onderwijs wordt vaker gekozen wanneer men onderwijs in het buitenland heeft gevolgd. Ervan uitgaande dat het onderwijs in het buitenland vaak in het Engels wordt gegeven komt dit erop neer dat men eerder kiest voor Engelstalig onderwijs wanneer men dat al heeft gehad.
- Leerlingen kiezen eerder voor de vakken Duits en Frans wanneer ze vinden dat die talen belangrijk zijn en denken dat ze er aanleg voor hebben.
- Hoe hoger het gemiddelde rapportcijfer, hoe groter de kans dat men overgaat.
- Het functieniveau in een baan hangt samen met het functieniveau in een volgende baan.
- Heeft men na afloop van een opleiding minder tijd nodig voor het vinden van een baan, dan is de kans groter dat men er binnen twee jaar eentje heeft.
- Succes in een opleiding vergroot de kans op succes daarna. Contaminatie is niet vreemd aan deze samenhang. De variabelen kennen een vergelijkbare categorie ('nog op de betreffende opleiding'), terwijl degenen die het diploma hebben behaald (succes) per definitie niet meer terecht kunnen komen in drie categorieën van de andere variabele: het zonder het betreffende diploma volgen van een andere opleiding, werken of werkloos zijn.

Hoge percentages verklaarde variantie zijn in het sociaal-wetenschappelijk onderzoek eerder uitzondering dan regel. Komt men ze niettemin tegen, dan kan het, zoals mag blijken uit de gegeven voorbeelden, geen kwaad de gevonden samenhangen op hun merites te bekijken.

Richten we de aandacht op de vergelijkingen met niet de hoogste, maar de laagste verklaarde variantie (0-5%), dan hebben we, althans afgemeten aan het gebruikelijke streven naar een zo volledig mogelijke verklaring, opnieuw te maken met triviale uitkomsten. Niettemin wordt bij ruim de helft van deze vergelijkingen¹⁷ het tegenovergestelde gesuggereerd en wordt ten minste een deel van de effecten als belangwekkend gepresenteerd. Met de kanttekening dat deze aanpak niet wijd verbreid is, maar zich concentreert in een tweetal rapporten, waarin het overigens wel wemelt van de regressievergelijkingen. Kennelijk voelt men zich daar niet of nauwelijks geremd door de geringe verklaarde variantie en staart men zich blind op de gevonden regressiecoëfficiënten, waar

door de conclusies vaak sterk overtrokken, zo niet onjuist zijn. Typerend in dit verband is een conclusie als 'informatie over vrijwilligerswerk wordt vooral gewenst door vrouwen' met een β van 0,13 en een R^2 van maar 3 procent en bijvoorbeeld 'Voor de doorsnee Nederlander kunnen wij zeggen dat de behoefte aan zingeving naar aanleiding van levensgebeurtenissen vooral samengaat met: lage leeftijd, belang hechten aan nieuwe innerlijkheid, ingrijpende veranderingen in opvattingen over deze zaken', met een β die zich beweegt tussen de 0,17 en 0,21, terwijl de R^2 varieert tussen de 2 en 4 procent. Bovendien worden dergelijke, gezien de geringe verklaringskracht, veel te stellige conclusies zelden of nooit alsnog gerelativeerd door bijvoorbeeld te wijzen op de betrekkelijkheid van de metingen, de gemaakte assumpties en de eventueel verstorende werking van te scheve verdelingen.

Tot slot de opmerking dat ongeveer een kwart van de vergelijkingen afkomstig is uit pad- of Lisrelmodellen. In totaal zijn we veertien pogingen tot modelvorming tegengekomen. Eén van de belangrijkste normen voor een geslaagd model is dat de verklaarde variantie in de endogene variabelen niet te klein mag zijn (Saris & Stronkhorst, 1984). Wordt er, omdat perfecte meting vaak niet haalbaar is, water in de wijn gedaan, dan is de aanbeveling in ieder geval geen genoeg te nemen met percentages beneden de 40, omdat '...in such cases there is a very high risk of drawing wrong conclusions from the results obtained, since they are most likely in error' (Saris & Stronkhorst, 1984). Geen enkele van de modellen voldoet aan de norm voor een geslaagd model. Zelfs wanneer wordt gekozen voor de afgezwakte vorm van deze norm, komen ze er bij lange na niet in de buurt. Gemiddeld over alle in de modellen opgenomen endogene variabelen is de verklaarde variantie slechts gelijk aan 15 procent en bijna 90 procent van de variabelen bevindt zich beneden de norm van 40 procent. Slechts twee modellen komen met een gemiddelde van 29 en 34 procent verklaarde variantie wat beter uit de verf, maar ook daar bevinden elf van de in totaal vierentwintig endogene variabelen zich duidelijk beneden de norm van 40 procent. Ook bij de pogingen tot modelvorming kan dus niet worden gesproken over een rijke oogst. Slechts in een enkel geval wordt daarop gewezen. Kennelijk is men in de andere gevallen tevreden met een significant resultaat – de bij het model behorende correlaties wijken dan niet al te sterk af van die in de correlatiematrix – maar stelt men zich vervolgens niet de vraag of men daarmee ook een vereenvoudiging van de werkelijkheid in handen heeft, die de naam model verdient.

5. Samenvatting en conclusie

Opdrachtonderzoek kenmerkt zich tot nu toe door een uni- en bivariate aanpak. Van een multivariate benadering, zoals bij regressieanalyse, is minder vaak sprake. Wordt wel een beroep gedaan op regressieanalyse, dan gaat men er niet altijd even zorgvuldig mee om. Opname van nominale variabelen is weliswaar geen schering en inslag, maar wordt niet geschuwd. Regelmatig worden zonder nadere toelichting geconstrueerde tweedelingen opgenomen, terwijl de variabelen die het meest geschikt zijn voor opname in een regressievergelijking – de variabelen op ten minste intervalniveau – in de minderheid zijn. De keuze voor ordinale variabelen overheerst. Zij vormen duidelijk de grootste groep en bij de introductie ervan ontbreekt, ook in het geval van een klein aantal categorieën, vrijwel altijd een nadere verantwoording, terwijl bij de interpretatie bovendien zelden sprake is van extra voorzichtigheid.

Wordt regressieanalyse toegepast dan is dit vrijwel altijd met het oogmerk zo veel mogelijk van de variantie in het onderzochte verschijnsel te verklaren. De resultaten zijn teleurstellend. Bij de helft van de vergelijkingen is de verklaarde variantie niet groter dan 10 procent en een derde van de vergelijkingen komt zelfs niet boven de 5 procent. Bovendien worden bij deze laatste groep op grond van de gevonden regressiecoëfficiënten nogal eens conclusies geformuleerd die gezien de geringe verklaarde variantie veel te stellig zijn. In de uitzonderlijke gevallen dat het onderzochte verschijnsel daarentegen zo goed als volledig wordt verklaard, is dit vaak een gevolg van zeer voor de hand liggende of zelfs van door contaminatie gecreëerde samenhangen. Vormen de regressievergelijkingen een onderdeel van pad- of Lisrelmodellen, dan blijkt tot slot dat, afgemeten aan de hoogte van de verklaarde variantie, niet één van de modellen ook maar bij benadering voldoet aan de norm voor een geslaagd model.

Al met al is de conclusie dat in opdrachtonderzoek het gebruik van regressieanalyse nog geen gemeengoed is en dat, voor zover deze techniek wordt toegepast, er te vaak niet zorgvuldig genoeg mee om wordt gegaan, terwijl de opbrengst ervan duidelijk te wensen overlaat.

Noten

1. Zie voor een beschrijving van multiple lineaire regressieanalyse o.a. Hays (1981) hoofdstuk 13 en Kerlinger & Pedhazur (1973). In de rest van het artikel wordt deze techniek aangeduid met 'regressieanalyse'.
2. Bij opdrachtonderzoek is de ruimte voor de vormgeving en uitbouw van de vraagstelling vaak wat minder groot. De onderzoeker is gebonden aan de vragen van de opdrachtgever. Met name wanneer op korte termijn antwoorden worden verlangd die sterk beschrijvend van aard zijn, zal er veelal minder tijd en aandacht zijn voor pogingen tot aansluiting bij en/of toetsing van sociaal-wetenschappelijke theorieën, hetgeen wellicht is te zien als een beperking van op-

drachtonderzoek. Daar staat tegenover dat wanneer wel aansluiting wordt gezocht bij bestaande theorieën de praktische betekenis ervan, mede door de veelal grotere tijdsdruk en het feit dat de opdrachtgever wacht op antwoord, eerder en meer nadrukkelijk op de proef wordt gesteld.

3. Afgaande op de bij het Steinmetz-archief geregistreeerde rapporten is gekozen voor de publicaties van vier instituten, die er, wat betreft het aantal publicaties, in de afgelopen jaren duidelijk uitspringen: Instituut voor Toegepaste Sociale Wetenschappen (ITS), Nijmegen; Stichting Centrum voor Onderwijsonderzoek (SCO), Amsterdam; Nederlands Instituut voor Preventieve Gezondheidszorg (TNO), Leiden; en het Instituut voor Sociaal-Wetenschappelijk Onderzoek (IVA), Tilburg. Gebruik is gemaakt van alle aldaar in de bibliotheek aanwezige rapporten uit de periode 1987-1990.
4. Variabelen zijn meer dan één keer geteld, wanneer ze worden gebruikt in meer dan één vergelijking.
5. Het meetniveau is vastgesteld op grond van de in de rapporten aangereikte informatie over de samenstelling van de variabelen en de daarbijbehorende scoretoekenning. Nagegaan is of er al dan niet sprake is van elkaar uitsluitende categorieën, rangorde, een open klasse, vaste meeteenheid en een vast nulpunt. Bij onvoldoende informatie is de variabele ondergebracht in de categorie 'onbekend'.
6. Dichotomieën nemen een bijzondere positie in. Strikt genomen zijn ze te beschouwen als nominaal. Echter, omdat er sprake is van slechts twee waarden en daarmee van één interval wordt het gebruik ervan in correlatierekening, zoals ook blijkt uit de constructie van dummy-variabelen, doorgaans verantwoord geacht. Reden om ze in tabel 1 te plaatsen tussen de categorieën 'ordinaal' en 'interval/ratio'.
7. Onderscheid kan worden gemaakt naar natuurlijke tweedelingen, zoals sekse, en geconstrueerde, die tot stand komen door samenvoeging van categorieën. Bij het laatstgenoemde type is sprake van informatieverlies en moet bovendien een keuze worden gemaakt voor een gewenste tweedeling. Dichotomisering heeft doorgaans een verlagende werking op de samenhang met andere variabelen en ook zijn de resultaten mede afhankelijk van de wijze waarop de tweedeling is vormgegeven.
8. De tweedelingen die zijn geconstrueerd op grond van intervalvariabelen zijn wel voor het grootste deel afkomstig uit één rapport.
9. In de paar gevallen dat een *nominale* variabele is omgezet in *dummy*-variabelen zijn de aldus verkregen dichotome variabelen beschouwd en geteld als natuurlijke dichotomieën.
10. Zie o.a. Labovitz (1967; 1970) en Borgatta en Bohrnstedt (1981).
11. Hoe groter het aantal categorieën van een variabele, hoe minder bezwaar er technisch gesproken is tegen het, uiteraard met behoud van rangorde, willekeurig vaststellen of veranderen van schaalwaarden: de samenhangen met andere variabelen zullen er niet opvallend door worden beïnvloed. Uit oogpunt van zuivere meting lijken dergelijke ingrepen minder vanzelfsprekend. Met name is dit het geval wanneer een respondent zelf een waarde heeft gekozen. De onderzoeker verandert dan, weliswaar met behoud van rangorde, immers eigenhandig de plaats die een respondent op een continuüm inneemt, ongeacht de plek die de respondent aan zichzelf heeft toegedacht.
12. Eén van de weinige voorbeelden van een redenering waarmee de benadering van het intervalniveau in ieder geval van argumenten wordt voorzien kwamen we tegen in een onderzoek naar studiesucces. Dit succes wordt vastgesteld op grond van een combinatie van het bereikte niveau, de daarvoor benodigde studietijd en de observatieperiode. De onderzoekers wijzen er vervolgens op dat het te verdedigen is de variabele als intervalvariabele te gebruiken, omdat studietijd zich al op dat niveau bevindt en de schaal voor het bereikte niveau sterker is dan ordinaal.

13. Zie onder andere Saris en Stronkhorst (1984, p.87).
14. Het percentage verklaarde variantie vertoont een duidelijk positieve samenhang met het percentage intervalvariabelen ($r = 0,52$) en een negatieve samenhang met het percentage dichotomieën ($r = -0,39$).
15. Tussen het percentage verklaarde variantie en het totaal aantal variabelen in de vergelijking bestaat slechts een positieve samenhang van 0,11.
16. Met de kanttekening dat de onderzoekers niet zozeer deze vondst op zich benadrukken, maar het gegeven dat het sterker geldt voor gereformeerden dan voor andere gelovigen.
17. We hebben ons hier beperkt tot vergelijkingen die niet afkomstig zijn uit een model. Een afzonderlijke bespreking van alle in een model voorkomende vergelijkingen ligt immers minder voor de hand.

Literatuur

- Borgatta, E.F. & Bohrnstedt, G.W. (1981). Level of measurement, once over again. In: G.W. Bohrnstedt en E.F. Borgatta (red). *Social Measurement, current issues*. Sage publications.
- Hays, W.L. (1981). *Statistics*. (Third edition). New York: Holt Rinehart and Winston.
- Kerlinger, F.N. & Pedhazur, E.J. (1973). *Multiple regression in behavioral research*. New York: Holt, Rinehart and Winston.
- Labovitz, S. (1967). Some observations on measurement and statistics. *Social Forces*, 46, 2, 151-160.
- Labovitz, S. (1970). The assignment of numbers to rank order categories. *American Sociological Review*, 515-524.
- Saris, W.E. & Stronkhorst, L.H. (1984). *Causal modelling in nonexperimental research, an introduction to the lisrel approach*. Amsterdam: Sociometric research foundation.