

TRENDANALYSE VERKEERSONVEILIGHEID I

Beschrijving van de onveiligheid in de periode van 1964 t/m 1976  
en de verwachting voor 1977, 1978 en 1979

R-78-25A

J. van Minnen

Voorburg, 1978

Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV

## INHOUD

1.	<u>Inleiding</u>	5
2.	<u>Ontwikkeling van de onveiligheid in de periode 1964 t/m 1976</u>	7
2.1.	Algemeen	7
2.2.	Aantallen doden en gewonden	8
2.3.	Slachtoffers naar wijze van verkeersdeelname	9
2.4.	Ontwikkeling van de letaliteit	11
2.5.	Binnen en buiten de bebouwde kom	13
2.6.	Samenvatting en conclusies	14
3.	<u>Trendverwachting voor 1977 t/m 1979</u>	16
3.1.	Algemeen	16
3.2.	De regressiemethode	17
3.3.	Regressieberekening m.b.v. fictieve aantallen	19
4.	<u>"Beredeneerde schattingen" aantallen doden 1977, 1978 en 1979</u>	23
4.1.	Personenauto	23
4.1.1.	Verkeersprestatie	23
4.1.2.	Gordelgebruik	24
4.1.3.	Alcohol	24
4.1.4.	Energiecrisis	25
4.1.5.	Overige ontwikkelingen	25
4.1.6.	Samenvatting	26
4.2.	Bromfiets	26
4.3.	Fiets	27
4.4.	Voetganger	27
4.5.	Overige verkeersdeelnemers	28
4.6.	Totaal aantal doden; verdeling naar bebouwing	28
5.	<u>Discussie</u>	30

---

6.	<u>Vervolgonderzoek</u>	32
6.1.	Uitbreiding	32
6.2.	Verbetering	32
6.3.	Herhaling	33
	<u>Literatuur</u>	34
	<u>Tabellen 1 t/m 9</u>	35
	<u>Afbeeldingen 1 t/m 22</u>	47

## 1. INLEIDING

Om de doelmatigheid en slagvaardigheid van het verkeersveiligheidsbeleid te vergroten is er behoefte aan een systematische aanpak, waarbij het beleidsproces meer geëxpliciteerd wordt.

Belangrijke elementen in dat beleid zijn de keuze van aandachts- en probleemgebieden, de keuze van maatregelen en het aangeven van prioriteiten in de uitvoering ervan. Daartoe is er behoefte aan:

- een goed beeld van de verkeersonveiligheid;
- criteria voor de keuze van probleemgebieden;
- criteria voor de keuze van maatregelen.

Aan al deze zaken wordt o.a. aandacht besteed in het project "Activiteitenprogramma" dat door de Directie Verkeersveiligheid (DVV) in samenwerking met de SWOV wordt uitgevoerd. Het vaststellen van de genoemde criteria is overwegend een beleidstaak, terwijl de beeldvorming van de verkeersonveiligheid tot de onderzoekstaken gerekend moet worden.

Het onderzoek "trendanalyse" richt zich op het laatstgenoemde. Deze beeldvorming is tweeledig; naast een beschrijving van de onveiligheid in het recentere verleden zal een beeld gegeven moeten worden van de te verwachten ontwikkelingen. Vooral dit laatste is van groot belang voor de beleidskeuzen.

Een kwantitatief beeld van de te verwachten onveiligheid kan worden verkregen door analyse van de min of meer trendmatige ontwikkelingen in het verleden: de "trendanalyse".

In dit rapport wordt een beschrijving gegeven van de onveiligheid in de periode 1964 t/m 1976 (hoofdstuk 2). Deze beschrijving beperkt zich tot de hoofdzaken en kan in een volgend stadium verder gedetailleerd worden.

De ontwikkeling van de onveiligheid sinds 1973 is in veel opzichten afwijkend van het beeld in de daaraan voorafgaande jaren. De veranderingen, die onder meer werden veroorzaakt door de energiecrisis en een aantal ingrijpende veiligheidsmaatregelen, hebben het opstellen van trendverwachtingen aanzienlijk bemoeilijkt. Gebruik ma-

kend van een aangepaste methode konden nog wel trendberekeningen worden uitgevoerd, maar de onzekerheid in de uitkomsten is relatief groot (hoofdstuk 3). Daarom werd nog een andere benaderingswijze toegepast die, hoewel in principe minder exact, vermoedelijk toch wat bruikbaarere resultaten oplevert (hoofdstuk 4).

De resultaten van beide methoden zijn samengevat en onderling vergeleken (hoofdstuk 5), waarna wordt aangegeven welke zaken in aanmerking komen voor het vervolg van dit onderzoek (hoofdstuk 6).

Om de leesbaarheid van dit rapport te bevorderen zijn een aantal nadere uitwerkingen en berekeningen apart opgenomen als bijlagen.

## 2. ONTWIKKELING VAN DE ONVEILIGHEID IN DE PERIODE 1964 T/M 1976

### 2.1. Algemeen

De beschrijving van de verkeersonveiligheid blijft beperkt tot de aantallen doden en gewonden. In principe komen ook vele andere gegevens in aanmerking, zoals de aantallen ongevallen, de aantallen betrokken voertuigen en verkeersdeelnemers en de materiële schade. Voor een algemeen beeld van de onveiligheid zou een zo gedetailleerde beschrijving echter te ver voeren, zodat gekozen werd voor de zwaarst wegende gevolgen: de slachtoffers onder de verkeersdeelnemers (zie ook: SWOV, 1974/1975). De aantallen ongevallen, voor bepaalde doeleinden een onmisbaar gegeven, zijn voor dit doel minder geschikt, omdat het aantal slachtoffers per ongeval nogal varieert. Bovendien is de verdeling van de aantallen ongevallen naar wijze van verkeersdeelname moeilijk vast te stellen, doordat vaak verschillende soorten verkeer bij één ongeval betrokken zijn.

Niet vergeten mag worden dat er hier steeds sprake is van de geregistreerde aantallen slachtoffers. Dit kan bij de aantallen gewonden een enigszins vertekend beeld geven, omdat het registratieniveau kan variëren met o.a. de tijd en de plaats van het ongeval. Geen belangrijke afwijkingen zijn te verwachten bij de aantallen doden, omdat het registratieniveau daarvan nagenoeg 100% bedraagt.

De ontwikkeling wordt weergegeven in aantallen slachtoffers per kalenderjaar; seizoensfluctuaties blijven dus buiten beschouwing. De beschrijving begint met het jaar 1964. Een belangrijke reden hiervoor is het gebruik van regressieberekeningen voor de trendanalyse (zie hoofdstuk 3 en Bijlage 1). Daarnaast kan als argument worden genoemd dat door 1964 als startjaar te nemen vergelijking met en aanvulling op de SWOV-publikatie "Tien jaar verkeersonveiligheid in Nederland" (SWOV, 1976) mogelijk is.

Naast de totaalcijfers worden onderverdelingen naar bebouwing (binnen en buiten de bebouwde kom) en naar wijze van verkeersdeelname (personenauto, bromfiets, voetganger, enz.) gepresenteerd.

In de toekomst kan de detaillering eventueel nog wat worden uitgebreid, bijvoorbeeld met verdelingen naar:

- dag van de week (werkdagen versus weekeinddagen);
- leeftijd van de slachtoffers;
- tijdstip (dag/nacht).

Eveneens, of misschien wel in de eerste plaats, zal de beschrijving uitgebreid moeten worden met "onveiligheidsindicatoren", zoals:

- aantallen slachtoffers per 100 000 inwoners;
- aantallen slachtoffers per  $10^6$  voertuigen en per  $10^6$  reizigerskilometers.

Zo'n eventuele uitbreiding is afhankelijk van de behoefte aan en de beschikbaarheid van de daarvoor benodigde gegevens.

De ontwikkeling van de verkeersonveiligheid is weergegeven in de tabellen 1 t/m 5 en de afbeeldingen 1 t/m 16. Aan de hand van de afbeeldingen volgt nu een toelichting op de gegevens en, voorzover mogelijk, een interpretatie ervan.

## 2.2. Aantallen doden en gewonden

De ontwikkeling van het aantal doden (afbeelding 1) wordt gekenmerkt door een periode met stijgende tendens (1964-1972), gevolgd door een sterke daling ondanks een verdere toename van de verkeersprestatie (1972-1975), terwijl in 1976 voor het eerst weer een stijging t.o.v. het voorafgaande jaar werd geconstateerd. Volgens de voorlopige cijfers over het eerste halfjaar van 1977 lijkt deze stijging ook in dit jaar door te gaan.

Hoe groot het effect van de daling na 1972 wel is, blijkt uit het gegeven dat in de periode 1973 t/m 1976 ca. 3000 doden minder zijn gevallen dan wanneer de trend 1964-1972 zich zou hebben voortgezet. Deze daling is voor een belangrijk deel toe te schrijven aan een aantal maatregelen, zoals:

- de snelheidsbeperkingen op wegen buiten de bebouwde kom per 6-2-1974;
- de "alcoholwet" per 1-11-1974;
- de bromfietshelmverplichting per 1-2-1975;

- de verplichting tot het dragen van een gordel door vóórinzittenden van personenauto's (vanaf bouwjaar 1971) per 1-6-1975.

Ook de energiecrisis is van invloed geweest op de verkeersonveiligheid, hoewel niet bekend is op welke wijze dat precies is gebeurd (SWOV, 1976, p. 38-40).

De daling van het aantal doden na 1972 is zowel binnen als buiten de bebouwde kom opgetreden en ongeveer in gelijke mate. Dit blijkt onder meer uit het aandeel van de doden binnen de bebouwde kom (afbeelding 2), dat gedurende de gehele beschouwde periode rond de 40% schommelt.

Een enigszins vergelijkbaar beeld geeft het geregistreerde aantal gewonden te zien (afbeelding 3). Toch zijn er wel enkele verschillen: het maximum werd reeds in 1971 bereikt, dus 1 jaar eerder dan bij de aantallen doden, en het verschil tussen maximum en minimum (1975) is relatief geringer. Bedroeg dit verschil bij de aantallen doden -29% (1975 t.o.v. 1972), bij de gewonden was dit -17% (1975 t.o.v. 1971).

Ook bij de gewonden is het aandeel binnen de bebouwde kom sinds 1964 nagenoeg constant gebleven (afbeelding 4); dit aandeel is ca. 70%, dus aanzienlijk groter dan bij de doden (ca. 40%).

De trendonderbreking die tussen 1966 en 1967 is te zien, is het gevolg van een wijziging in het registratieniveau (SWOV, 1976, p. 46-52).

### 2.3. Slachtoffers naar wijze van verkeersdeelname (verkeersmodus)

De aantallen doden per verkeersmodus zijn weergegeven in afbeelding 5.

De grootste aantallen doden zijn gevallen onder inzittenden van personenauto's. Samenhangend met de snelle groei van het aantal auto's nam het aantal doden aanvankelijk sterk toe; tussen 1964 en 1970 trad een verdubbeling op. Na een geringe stijging tot 1973, in welk jaar een maximum van 1358 doden werd bereikt, daalde het aantal tot beneden 1000 in 1974 en 1975. Sindsdien is er weer sprake van een toename.



De ongewoon sterke daling tussen 1973 en 1974 trad zowel binnen als buiten de bebouwde kom op. Naast de snelheidsbeperkingen en de alcoholwet moet de oorzaak vooral in de energiecrisis worden gezocht.

Bij de fietsers werd in de jaren 1972/1973 een maximum van ca. 550 doden bereikt, maar de daarna ingetreden daling heeft zich in 1976 niet voortgezet. De huidige ontwikkeling lijkt minder gunstig, hetgeen mogelijk het gevolg is van een toenemend gebruik van de fiets. In de "middengroep", gevormd door bromfietzers, fietsers en voetgangers, blijkt de fiets al enkele jaren de grootste aantallen doden te zien te geven en bovendien is bij deze categorie de ontwikkeling het ongunstigst.

Een wat gunstiger beeld is te zien bij de voetgangers. In de periode 1966-1970 schommelde het aantal doden rond de 600 per jaar; in 1972 werd dit aantal nog eens benaderd maar daarna is een duidelijke daling opgetreden tot ca. 400 doden in 1975 en 1976. Er is moeilijk een verklaring voor dit beeld te geven; vermoedelijk hebben we hier te maken met een complex van oorzaken waarin o.a. verbeteringen van de verkeerssituaties (voetgangersgebieden?) maar ook de energiecrisis meegespeeld kunnen hebben.

Nog gunstiger is de ontwikkeling bij de bromfietzers. In 1971 werd een maximum van ca. 600 doden bereikt; daarna zette een daling in, waarbij in 1976 het aantal reeds beneden 300 was gekomen. Volgens de meest recente (voorlopige) gegevens gaat deze daling nog steeds verder. Het is duidelijk dat de afname van het aantal bromfietsen aan deze ontwikkeling heeft bijgedragen, terwijl de verplichting tot het dragen van een helm per 1-2-1975 een extra stoot in de goede richting heeft gegeven.

Bij de overige categorieën weggebruikers zijn de aantallen doden betrekkelijk gering. Bij de vrachtauto's gaat dit nog gepaard met een dalende trend, maar bij motorrijders neemt het aantal weer toe nadat in 1969 een minimum van 76 doden was bereikt. Gezien de stijgende belangstelling voor de motor is deze ontwikkeling niet onverwacht.

Een wat ander beeld toont de ontwikkeling van de geregistreeerde aantallen gewonden (afbeelding 6). Het meest opvallend is het grote aantal gewonden onder bromfietzers. Dat aantal neemt sinds 1971 wel af, maar is nog steeds ongeveer even groot als onder de inzittenden van personenauto's. De relatief sterke daling van het aantal gewonde bromfietzers tussen 1974 en 1975 maakt het waarschijnlijk dat de invoering van de helmlicht niet alleen het aantal doden maar ook het aantal gewonden heeft gereduceerd.

Verontrustend is de toename van het aantal gewonde fietsers: van ruim 8000 per jaar in de periode 1967-1970 naar bijna 12 000 in 1976! Bij de voetgangers daarentegen is de ontwikkeling gunstig, hoewel wat minder uitgesproken dan bij de aantallen doden in deze categorie.

Bij de beoordeling van deze gegevens moet uiteraard rekening gehouden worden met de veranderingen in het registratieniveau van de aantallen gewonden sinds eind 1966. Deze veranderingen lijken evenwel voor alle categorieën verkeersdeelnemers in ongeveer gelijke mate te gelden. De onderlinge vergelijkbaarheid van de aantallen gewonden zal hierdoor nauwelijks beïnvloed zijn.

De procentuele verdeling van de jaarlijkse aantallen doden en gewonden naar wijze van verkeersdeelname is weergegeven in de afbeeldingen 7 en 8. Hierin komen de onderlinge verschuivingen, die in de loop der jaren zijn opgetreden, beter tot uitdrukking. Zo blijkt o.a. dat in 1974 uitsluitend bij de personenauto het aandeel van zowel gewonden als doden ten opzichte van 1973 is gedaald. Dit is verklaarbaar als men aanneemt dat de energiecrisis, inclusief snelheidsbeperking, het grootste effect heeft gehad in deze categorie.

#### 2.4. Ontwikkeling van de letaliteit

Uit een vergelijking van de afbeeldingen 1 t/m 8 blijkt dat de verdeling van de aantallen gewonden naar bebouwing en naar verkeersmodus vaak anders is dan van de aantallen doden. Blijkbaar is er geen sprake van een gelijke en constante verhouding tussen aantallen

doden en gewonden. In afbeelding 9 en 10 is dit geïllustreerd in de vorm van het aantal doden per 100 slachtoffers, de "letaliteit", die opgevat kan worden als een indicatie voor de gemiddelde ernst van de ongevallen.

Beoordeeld naar de totale aantallen slachtoffers is deze letaliteit in de periode 1964-1976 niet belangrijk gewijzigd. De schijnbaar plotselinge toename ná 1966 is het gevolg van de wijziging in het registratieniveau van de aantallen gewonden. Na 1967 is in het algemeen een daling opgetreden die ten dele reëel kan zijn en ten dele met veranderingen in het registratieniveau kan samenhangen.

Opvallend is het grote verschil in letaliteit binnen en buiten de bebouwde kom; buiten de bebouwde kom is de letaliteit ruim drie maal zo groot (afbeelding 9). De hogere snelheden en grotere snelheidsverschillen buiten de bebouwde kom kunnen dit verschil voor een belangrijk deel verklaren. Het is een bekend feit dat de ernst van ongevallen meer dan evenredig toeneemt met de snelheid.

Ook tussen de verschillende wijzen van verkeersdeelname treden grote verschillen op: het hoogst is de letaliteit bij de voetgangers, het laagst bij de bromfietzers (afbeelding 10).

De verklaring van deze verschillen, voorzover niet veroorzaakt door verschillen in registratieniveau, is niet eenvoudig omdat het hier om een gecompliceerde relatie gaat. Daarbij kunnen onder meer de mate van bescherming, de snelheden en de snelheidsverschillen met andere weggebruikers meespelen. Verder zijn van invloed:

- bepaalde veiligheidsmaatregelen zoals de gordels voor auto-inzittenden en de helm voor de bromfietzers; het effect van deze maatregelen kan voor de aantallen doden anders zijn dan voor de aantallen gewonden, waardoor de letaliteit wordt beïnvloed;
- de leeftijdsverdeling van de slachtoffers; oudere mensen hebben bij ongevallen minder overlevingskansen dan jongeren, zodat de leeftijdsverdeling van de slachtoffers per categorie en de veranderingen daarin (zoals bij bromfietzers werd geconstateerd) eveneens de letaliteit beïnvloeden.

Ter illustratie van het laatstgenoemde is in onderstaande tabel de gemiddelde leeftijd voor gewonden en voor doden gegeven, voor het totaal aantal slachtoffers en voor een aantal categorieën (1976). Duidelijk blijkt dat bij elke verkeersmodus de gemiddelde leeftijd van de doden hoger is dan die van de gewonden.

verkeersmodus	gemiddelde leeftijd	
	doden	gewonden
personenauto	38,0	33,6
bromfiets	31,7	24,3
fiets	43,9	31,4
voetganger	47,1	29,2
snorfiets	75	67
totaal	39,2	29,5

Een uitgebreide analyse waarin verkeersmodus en leeftijdsverdeling in relatie tot de letaliteit worden onderzocht, lijkt gewenst.

#### 2.5. Binnen en buiten de bebouwde kom

De aantallen doden resp. gewonden per verkeersmodus binnen de bebouwde kom zijn weergegeven in de afbeeldingen 11 en 12. Voor buiten de bebouwde kom is hetzelfde gedaan in de afbeeldingen 13 en 14. Er komen nu duidelijk verschillende beelden te voorschijn.

Binnen de bebouwde kom worden de grootste aantallen doden geregistreerd onder voetgangers; direct daarop volgen fietsers en inzittenden van personenauto's. Tot voor enkele jaren waren ook de aantallen gedoden bromfietzers groot, maar na 1973 zijn die sterk afgenomen (afbeelding 11). Relatief geringer is die afname geweest bij de gewonde bromfietzers, waardoor binnen de bebouwde kom bromfietzers nog steeds het hoogste aantal gewonden opleveren (afbeelding 12). Buiten de bebouwde kom is de situatie anders; zowel bij de doden als de gewonden blijkt al geruime tijd meer dan de helft tot inzittenden van personenauto's te behoren. De overige aantallen zijn aanzienlijk kleiner (afbeelding 13 en 14).

Met betrekking tot de personenauto kan nog opgemerkt worden dat de sterke reductie van het aantal doden tussen 1973 en 1974 zowel binnen als buiten de bebouwde kom terug te vinden is, terwijl de sterke reductie van het aantal gewonden voornamelijk buiten de bebouwde kom heeft plaatsgevonden. Cijfermatig weergegeven nam het aantal doden zowel binnen als buiten de bebouwde kom met 27% af; het aantal gewonden nam binnen de bebouwde kom slechts met 8% af tegen 22% buiten de bebouwde kom.

Een andere mogelijkheid om de gegevens van de afbeeldingen 11 t/m 14 te presenteren is de weergave van de percentages binnen de bebouwde kom van de doden en gewonden per verkeersmodus (zie afbeeldingen 15 en 16). Zoals te verwachten was, is bij de slachtoffers (doden én gewonden) onder voetgangers het aandeel binnen de bebouwde kom het grootst, bovendien is dit percentage in de beschouwde periode nog geleidelijk toegenomen.

Het kleinste aandeel slachtoffers binnen de bebouwde kom wordt aangetroffen bij inzittenden van personen- en vrachtauto's. De lagere snelheden binnen de bebouwde kom in combinatie met de beschermende carrosserie maken dit wel verklaarbaar. Toch zijn het sinds enkele jaren uitsluitend de vrachtauto-inzittenden onder wie het aantal gewonden binnen de bebouwde kom nog lager is dan erbuiten.

De regressielijnen in de afbeeldingen 15 en 16 geven de trend over de beschouwde periode weer. Behalve voor de vrachtauto en de motor is deze trend licht stijgend.

Desondanks is, als gevolg van de veranderingen in de percentages slachtoffers per verkeersmodus (afbeeldingen 7 en 8), het resultaat voor de totale aantallen doden en gewonden een nagenoeg constant blijvend percentage binnen de bebouwde kom.

## 2.6. Samenvatting en conclusies

De verkeersonveiligheid sinds 1964, uitgedrukt in aantallen slachtoffers, bereikte in 1971/1972 een maximum met ruim 72 000 geregistreerde gewonden en 3264 doden. Daarna trad een opmerkelijke daling

in tot in 1975 een minimum werd bereikt; sindsdien is de onveiligheid weer toegenomen.

De daling was het gevolg van een aantal maatregelen (snelheidsbeperkingen, verplicht gordel- en helmgebruik en alcoholwet) en vermoedelijk ook van de energiecrisis.

Bij het aantal doden was de afname het sterkst: 29% (1975 t.o.v. 1972); het aantal gewonden verminderde met 17% (1975 t.o.v. 1971).

De grootste aantallen slachtoffers vielen onder inzittenden van personenauto's (doden en gewonden) en bromfietzers (gewonden).

De ontwikkeling tijdens de laatste jaren is nogal ongunstig bij fietsers en motorrijders en betrekkelijk gunstig bij voetgangers en bromfietzers. Voor een deel valt dit te verklaren door toe- of afname van de verkeersprestaties; bij de bromfiets komt daar nog het helm dragen bij. De ontwikkeling bij de voetgangers is op dit moment niet afdoende verklaarbaar.

De letaliteit, het aantal doden per 100 slachtoffers, vertoont in bijna alle gevallen een dalende tendens. Deze letaliteit is buiten de bebouwde kom aanzienlijk hoger dan binnen de bebouwde kom (in 1976: 7,28 resp. 2,15); zij is het hoogst bij de voetgangers en het laagst bij de bromfietzers. Een uitgebreidere analyse van de relaties tussen leeftijdsverdeling, verkeersmodus en letaliteit lijkt gewenst.

Ca. 40% van de doden en ca. 70% van de gewonden worden binnen de bebouwde kom geregistreerd. Deze percentages zijn in de periode 1964-1976 nauwelijks veranderd.

Binnen de bebouwde kom zijn het de voetgangers, fietsers en inzittenden van personenauto's onder wie de meeste doden vallen; de grootste aantallen gewonden betreffen echter bromfietzers. Buiten de bebouwde kom blijkt meer dan de helft van zowel de doden als gewonden uit inzittenden van personenauto's te bestaan.

### 3. TRENDVERWACHTING VOOR 1977 T/M 1979

#### 3.1. Algemeen

In hoofdstuk 2 is de ontwikkeling van de verkeersonveiligheid van 1964 t/m 1976 geschetst. De vraag is nu of uit deze ontwikkeling een schatting van de onveiligheid voor de komende jaren kan worden afgeleid. Voor het beantwoorden van deze vraag is het van belang te weten dat getallen als die van de verkeersonveiligheid gezien kunnen worden als de som van twee hoofdcomponenten:

1. De deterministische component die de reële onveiligheid aangeeft en die samenhangt met de vele factoren die de onveiligheid beïnvloeden.
2. De stochastische of toevalscomponent die de toevallige afwijkingen in de betreffende periode weergeeft en zowel positief als negatief kan zijn.

De deterministische component is in principe voorspelbaar, maar het is zinvol deze nog op te splitsen in:

- a. de "trend", dat is een min of meer geleidelijke ontwikkeling;
- b. afwijkingen van de trend, als gevolg van speciale maatregelen of bijzondere gebeurtenissen (trendombuiging, trendbreuk).

De trend wordt bepaald door geleidelijke veranderingen, die bijvoorbeeld het gevolg kunnen zijn van de toename van de verkeersprestatie en het geheel van alle kleine maatregelen die in de loop der jaren worden getroffen. Afwijkingen van de trend kunnen het gevolg zijn van maatregelen zoals de helmdraagplicht voor bromfietzers en de gordeldraagplicht voor automobilisten; voorts van gebeurtenissen zoals de energiecrisis of van een bijzonder strenge winter. Met name de laatstgenoemde vormen van trendafwijkingen zijn in het algemeen ook niet voorspelbaar.

In feite komt alleen de trend voor voorspellen in aanmerking; sommige vormen van trendafwijkingen, mits van te voren bekend, kunnen eventueel in de verwachting worden meegenomen.

Bij het uitspreken van trendverwachtingen op basis van de determi-

nistische component treden twee soorten onzekerheden op:

- de onzekerheid die volgt uit het gebruik van modellen voor de trendberekening: ieder model is een vereenvoudigde voorstelling van de werkelijkheid en dat geldt zeker voor de hier toegepaste zeer eenvoudige modellen;
- de onzekerheid met betrekking tot het optreden van bijzondere gebeurtenissen die een trendbreuk kunnen opleveren.

Van deze onzekerheden kan de grootte niet worden vastgesteld.

De stochastische component kan per definitie niet worden voorspeld, maar brengt wel extra onzekerheden met zich mee voor de trendverwachting:

- de onzekerheid in de berekende trendkromme als gevolg van de toevallige afwijkingen in de onveiligheidsgetallen die voor de berekening werden gebruikt;
- de onzekerheid in de berekende verwachting voor een bepaald jaar als gevolg van de toevallige afwijkingen die in dat jaar kunnen optreden.

Van deze onzekerheden kan de grootte via berekeningen worden vastgesteld (zie Bijlage 2). In het algemeen geldt hiervoor dat de onzekerheid toeneemt naarmate de verwachtingsperiode verder weg ligt.

### 3.2. De regressiemethode

Een trendverwachting kan worden opgesteld door onveiligheidsindicatoren (bijvoorbeeld aantallen doden) te beschouwen als uitsluitend een functie van de tijd. Een dergelijke functie is dan de resultante van alle relaties tussen de onveiligheid en de invloedsvariabelen, die meestal ook als een functie van de tijd kunnen worden opgevat. Beschouwt men de jaarlijkse uitkomsten als functie van de tijd (zoals in afbeelding 1), dan kan een regressieberekening worden uitgevoerd met als resultaat een kromme die de ontwikkeling van de onveiligheid in die jaren zo goed mogelijk benadert. Extrapolatie van deze kromme levert dan de te verwachten aantallen voor de eerstvolgende jaren op. Voor verwachtingen op korte termijn is dit een bruikbare methode, die tot voor enkele jaren zonder grote problemen kon worden toegepast (SWOV, 1976, p. 28).



De recentere ontwikkelingen waren echter zodanig dat deze methode in de gebruikelijke vorm nauwelijks meer in aanmerking komt. Bekijkt men daartoe in afbeelding 1 het verloop van het totale aantal verkeersdoden (bovenste lijn). Tot en met 1973 was er sprake van een trendmatige ontwikkeling, maar daarna volgde een daling en na 1975 weer een toename. Door dit grillige verloop is een regressieberekening over de periode 1964-1976 niet goed uitvoerbaar en bovendien niet realistisch, omdat er na 1973 geen duidelijke trend meer te bespeuren valt.

Daarom zal de regressieberekening in eerste instantie beperkt moeten blijven tot de periode 1964-1973. Voert men die berekening uit voor het totale aantal verkeersdoden, dan vindt men de regressiekromme die is weergegeven in afbeelding 17.

Omdat de energiecrisis al in het najaar van 1973 optrad, werd voor dat jaar gerekend met een gecorrigeerde waarde (SWOV, 1976, p. 30). Uit de regressielijn en de werkelijke aantallen, weergegeven in afbeelding 17, is duidelijk te zien hoe de werkelijke ontwikkeling na 1973 afwijkt van de regressielijn. Mogelijke oorzaken van deze afwijking zijn opgesomd in paragraaf 2.2. Het maximale verschil van ruim 800 doden tussen de regressielijn en de werkelijke ontwikkeling werd in 1975 bereikt. Het is te verwachten dat dit verschil geleidelijk weer kleiner zal worden, omdat enkele van de oorzaken óf een tijdelijk effect zullen hebben (zoals de energiecrisis) óf een blijvend maar de komende jaren verder afnemend effect (alcoholwet, snelheidsbeperking). Bij de andere oorzaken (helm, gordel, bromfietspark) is er sprake van een blijvend en soms nog toenemend gunstig effect. Verder mag worden aangenomen dat het sterk naar beneden afbuigen van de regressielijn ten dele is ontstaan doordat bepaalde ontwikkelingen, zoals de toename van het gordel- en helmgebruik, reeds vóór 1974 waren ingezet.

Het is daarom niet goed mogelijk uit de combinatie van regressielijn en feitelijke ontwikkeling na 1973 af te leiden welke aantallen doden in de eerstkomende jaren verwacht mogen worden. Om toch een verwachting te kunnen uitspreken, werd gezocht naar een aangepaste berekeningsmethode waarmee de genoemde bezwaren zo veel mogelijk onder-  
vangen kunnen worden.

### 3.3. Regressieberekening met fictieve aantallen

Het belangrijkste element in de aangepaste berekeningsmethode is de invoering van het begrip fictief aantal doden. Daarmee wordt het aantal doden bedoeld dat verwacht had mogen worden als er geen gordels door auto-inzittenden en geen helmen door bromfietzers werden en worden gebruikt. Deze fictieve aantallen werden berekend met behulp van draagpercentages en veronderstelde effecten van het dragen (zie Bijlagen 3 en 4).

De fictieve aantallen doden per jaar zijn vermeld in tabel 6 en weergegeven in afbeelding 18. De regressielijn werd ook in dit geval weer berekend uit de aantallen in de jaren 1964 t/m 1973.

Omdat de afwijkingen van de fictieve aantallen t.o.v. de regressielijn na 1973 grotendeels het gevolg zullen zijn van tijdelijke verschijnselen, is aangenomen dat de feitelijke ontwikkeling van de fictieve aantallen geleidelijk weer tot die van de regressielijn zal naderen. Een enigszins exacte berekening van die te verwachten ontwikkeling is niet mogelijk; daarom werd een schatting gemaakt door vanuit het fictieve aantal in 1976 een vloeiende curve te tekenen die geleidelijk in de richting van de regressielijn loopt en daar toe nadert. Omdat de keuze van het verloop van deze curve arbitrair is, zal de waarde van de op deze wijze verkregen uitkomsten beperkt zijn. De uit de grafiek afgelezen verwachtingen van de fictieve aantallen doden voor de jaren 1977 t/m 1979, verminderd met de te verwachten "winsten" door gordel- en helmgebruik (Bijlage 4), leveren dan de verwachtingen van de werkelijke aantallen doden in die jaren:

jaar	verwachte fictieve aantallen	verwachte "winsten"	verwachte werkelijke aantallen
1977	3210	645	2565
1978	3320	680	2640
1979	3370	720	2650

Zoals reeds eerder werd gesteld, zullen de onzekerheden in de te verwachten aantallen toenemen naarmate het verwachtingsjaar verder weg ligt. Bij een normale trendberekening via de regressiemethode zijn de stochastische componenten van die onzekerheid te berekenen (paragraaf 3.1.). Bij de hier gevolgde methode is dat niet mogelijk, zodat met een schatting moet worden volstaan (zie Bijlage 2).

Men vindt voor de verwachte aantallen doden dan de volgende grenzen, gebaseerd op het 90% betrouwbaarheidsgebied:

1977: 2565  $\pm$  160; ofwel het verwachte aantal ligt tussen 2405 en 2725

1978: 2640  $\pm$  240; ofwel het verwachte aantal ligt tussen 2400 en 2880

1979: 2650  $\pm$  360; ofwel het verwachte aantal ligt tussen 2290 en 3010.

Regressieberekeningen m.b.v. fictieve aantallen doden werden ook uitgevoerd voor binnen en buiten de bebouwde kom. Daartoe werden de berekende gordel- en helmwinsten verdeeld naar bebouwing, waarbij werd aangenomen dat de effectiviteit van gordel en helm in beide situaties gelijk is (zie Bijlage 4).

De fictieve aantallen en de uitkomsten van de regressieberekeningen zijn gegeven in tabel 7 en afbeelding 19. Opmerkelijk zijn de verschillen die tussen beide ontwikkelingen geconstateerd kunnen worden. Buiten de bebouwde kom bereikt de regressiecurve omstreeks 1976 een maximum, terwijl dit binnen de bebouwde kom in 1978/1979 het geval is. Nog groter zijn de verschillen tussen de afwijkingen van de fictieve aantallen t.o.v. de regressielijn na 1973. Buiten de bebouwde kom nadert de ontwikkeling betrekkelijk snel die van de regressielijn terwijl dit binnen de bebouwde kom veel geleidelijker schijnt te gebeuren. Gezien de onzekerheden in de regressiecurve en de fictieve aantallen is het niet mogelijk om vast te stellen in welke mate de genoemde verschillen reëel zijn.

Op dezelfde wijze als bij de totale aantallen doden werden de verwachtingen voor de jaren 1977 t/m 1979 berekend en de onzekerheden geschat, gebaseerd op het 90% betrouwbaarheidsgebied, met de volgende uitkomsten:

	jaar	verwachte fictieve aantallen	verwachte "winsten"	verwachte werkelijke aantallen; met onzekerheden *
binnen	1977	1260	187	1070 $\pm$ 100
bebouwde	1978	1355	191	1160 $\pm$ 160
kom	1979	1410	197	1210 $\pm$ 240
buiten	1977	1960	458	1500 $\pm$ 120
bebouwde	1978	1985	489	1500 $\pm$ 180
kom	1979	1980	523	1460 $\pm$ 270

\* afgerond op veelvouden van 10

De verschillen tussen de ontwikkelingen binnen en buiten de bebouwde kom blijken nu ook uit de verwachtingen; het aandeel binnen bebouwde kom zou daardoor toenemen van 41,6% in 1977 tot 45,3% in 1979. Deze toename is, gezien de ontwikkeling in het verleden (afbeelding 15) niet erg waarschijnlijk. De beperkte betekenis van deze uitkomsten blijkt echter uit de relatief grote onzekerheden in de verwachte aantallen.

Ten slotte werd de trendberekening met behulp van fictieve aantallen nog uitgevoerd voor inzittenden van personenauto's. In dit geval dient uitsluitend de gordelwinst in rekening gebracht te worden (tabel 8). Via de regressieberekening en de geschatte ontwikkeling van de fictieve aantallen (afbeelding 20) komt men voor inzittenden van personenauto's tot de volgende resultaten:

jaar	verwachte fictieve aantallen	verwachte gordel- "winsten"	verwachte werkelijke aantallen; met onzekerheden
1977	1625	470	1155 $\pm$ 110
1978	1730	520	1210 $\pm$ 160
1979	1820	570	1250 $\pm$ 250

Ook in dit geval hebben de onzekerheden betrekking op het 90% betrouwbaarheidsgebied.

Bij de overige categorieën weggebruikers werden geen trendverwachtingen via regressieberekeningen opgesteld, omdat de relatieve onzekerheden in de verwachtingen te groot zijn vanwege de kleinere aantallen slachtoffers. Bij de bromfietzers komt daar als extra complicatie bij dat het aantal bromfietsen al enige jaren sterk daalt, zodat een regressielijn die berekend is uit de periode 1964 t/m 1973, geen reële betekenis meer heeft.

Geconcludeerd kan worden dat de regressieberekening met behulp van fictieve aantallen doden nog wel mogelijkheden biedt voor de berekening van trendverwachtingen, maar dat deze mogelijkheden erg beperkt zijn en dat de onzekerheden in de uitkomsten relatief groot zijn.

Daarom wordt in het volgende hoofdstuk getracht de verwachtingen voor de komende jaren op een geheel andere wijze vast te stellen.

#### 4. "BEREDENEERDE SCHATTINGEN" AANTALLEN DODEN 1977, 1978 EN 1979

De schattingen worden afgeleid uit de aantallen doden in 1976 en de te verwachten ontwikkelingen. Ze worden verricht per wijze van verkeersdeelname, waarna door sommering het totaal wordt verkregen.

##### 4.1. Personenauto

##### 4.1.1. Verkeersprestatie

De verkeersintensiteiten op de belangrijke wegen buiten de bebouwde kom nemen toe; over de eerste 8 maanden van 1977 bedroeg het indexcijfer gemiddeld 125,8 tegenover 118,9 in de overeenkomstige periode van 1976. Dit is een toename van ca. 6%. Het aantal in Nederland gereden kilometers per personenauto is in deze zelfde periode met ca. 2% gestegen (CBS-personenauto-enquête). De toename van het aantal personenauto's is nog niet bekend, maar kan, gezien de verkoopcijfers, op minimaal 250 000 worden geschat, dat is een toename van 6 à 7%. Bij elkaar duidt dit op een stijging van de verkeersprestatie met 8 à 9%, nog iets meer dan uit de tellingen buiten de bebouwde kom is gebleken. Daar tegenover staat een toename van de omzet van motorbrandstof met 4,8% in de eerste 9 maanden van 1977 ten opzichte van dezelfde periode in 1976. Aangenomen dat het laatste kwartaal van 1977 een zelfde ontwikkeling te zien zal geven, mag men rekenen met een toename van het aantal personenautokilometers met ca. 7%.

In het verleden is gebleken dat het aantal doden onder auto-inzittenden wat minder sterk steeg dan het aantal autokilometers. De veronderstelling is daarom dat de toename van de verkeersprestatie met 7% gepaard zal gaan met een stijging van het aantal doden met ca. 5%.

Aangenomen wordt dat de verkeerstoename in 1978 ten opzichte van 1977 wat geringer zal zijn. Dit is gebaseerd op de overwegingen dat het verzadigingsniveau steeds dichter wordt benaderd en dat de relatief sterke stijging in de afgelopen jaren ten dele het gevolg was van een "inhaalproces" na de energiecrisis. Daarom wordt

voor 1978 ten opzichte van 1977 de stijging van het aantal doden als gevolg van de toenemende verkeersprestatie op 3% geraamd en voor 1979 ten opzichte van 1978 op 2%.

#### 4.1.2. Gordelgebruik

Uit recente waarnemingen (oktober 1977) is gebleken dat de toename van het aandeel auto's waarin het dragen van een gordel verplicht is, samengaat met een daling van het percentage bestuurders in deze categorie auto's dat een gordel draagt. Beide effecten samen hebben tot gevolg dat van alle personenautobestuurders tezamen het percentage dat een gordel draagt niet significant is veranderd ten opzichte van oktober 1976. Daarom wordt geconcludeerd dat er hierdoor geen verschuiving in het aantal doden mag worden verwacht. Zolang het tegendeel niet blijkt, geldt deze veronderstelling ook voor 1978 en 1979.

#### 4.1.3. Alcohol

Uit de voorlopige gegevens over de eerste 7 maanden van 1977 blijkt dat 15,4% van alle verkeersdoden slachtoffer was van een ongeval waarbij bij één of meer van de betrokken verkeersdeelnemers alcoholgebruik werd geconstateerd. In de overeenkomstige periode van 1976 was dit 12,6% (eveneens voorlopige cijfers). Dit is een stijging van 2,8%, maar daarbij dient men te bedenken dat:

- zeker niet bij alle dodelijke ongevallen waarbij sprake is van alcoholgebruik, dit ook zal worden geconstateerd;
- er ook zonder alcoholgebruik sprake is van een, zij het geringere, kans op op dodelijke ongevallen.

Hiermee rekening houdend wordt verondersteld dat in 1977 ten opzichte van 1976 het aantal doden met ca. 2% stijgt als gevolg van toegenomen alcoholgebruik. Een verdeling van deze slachtoffers naar de wijze van verkeersdeelname is (nog) niet bekend. Voorlopig wordt uitgegaan van de eenvoudige veronderstelling dat deze verdeling evenredig is, zodat de toename met 2% ook voor inzittenden van personenauto's geldt. De recente stijging van de aantallen verkeersdoden als gevolg van al-

coholgebruik kan worden opgevat als het gevolg van een afnemend effect van de alcoholwet (afbeelding b in Bijlage 3). Het is dan aannemelijk dat deze toename binnen enkele jaren zal afnemen tot nul, indien er geen speciale maatregelen worden getroffen. Concreet betekent deze veronderstelling dat in 1978 het aantal verkeersdoden ten gevolge van alcoholgebruik naar verwachting nog met 1% zal stijgen ten opzichte van 1977, maar dat in 1979 geen toename van betekenis meer zal optreden.

#### 4.1.4. Energiecrisis

Sinds de laatste maanden van 1973 is er een belangrijke daling van het aantal verkeersdoden opgetreden die samenviel met de energiecrisis en daar ook wel mee in verband zal staan (zie SWOV, 1969, p. 38-40).

Dit "energiecrisiseffect" is hoofdzakelijk te vinden bij de personenauto. De omvang van dit effect is moeilijk vast te stellen, maar wel wijst de ontwikkeling van de onveiligheid er op dat dit effect van jaar tot jaar steeds geringer wordt. Volgens een bepaalde benaderingsmethode (Bijlage 5) zou men kunnen stellen dat de reductie van het aantal doden bij personenauto's als gevolg van dit energiecrisiseffect, inclusief de snelheidsbeperkingen, in 1976 ca. 11%, in 1977 ca. 7%, in 1978 ca. 4% en in 1979 ca. 2,5% bedraagt. Dit betekent dat hierdoor een toename van het aantal doden met ca. 5% in 1977, met ca. 3% in 1978 en met ca. 1,5% in 1979 te verwachten is.

#### 4.1.5. Overige ontwikkelingen

Er zijn uiteraard meer veranderingen dan de in de vorige paragrafen genoemde, die van invloed (kunnen) zijn op de aantallen verkeersdoden, zoals de weersomstandigheden, het aandeel onervaren bestuurders, verkeersmaatregelen, toezicht etc. Deze zaken lenen zich echter nauwelijks voor berekeningen en zullen daarom verder niet in de beschouwing betrokken worden; wel is duidelijk dat ze van invloed zijn op de onzekerheid in de berekende verwachtingen.



#### 4.1.6. Samenvatting

Samenvattend vinden we voor de aantallen doden in personenauto's:

oorzaak	1977 t.o.v. 1976	1978 t.o.v. 1977	1979 t.o.v. 1978
toename verkeer	+ 5%	+ 3%	+ 2%
gordelgebruik	-	-	-
alcohol	+ 2%	+ 1%	-
energiecrisis	+ 5%	+ 3%	+ 1,5%
totaal	+ 12%	+ 7%	+ 3,5%

In 1976 werden 1058 auto-inzittenden gedood. Voor 1977, 1978 en 1979 kunnen dan de volgende aantallen verwacht worden:

1977:  $1,12 \times 1058 = 1185$ , afgerond: 1185

1978:  $1,07 \times 1185 = 1268$ , afgerond: 1270

1979:  $1,035 \times 1268 = 1312$ , afgerond: 1310.

#### 4.2. Bromfiets

Het percentage bromfietzers dat een helm draagt, is nagenoeg 100% en het is aannemelijk dat dit de komende jaren niet zal veranderen. Het effect van de energiecrisis is bij bromfietzers gering geweest, zodat ook de vermindering van dit effect slechts een geringe toename van het aantal doden kan veroorzaken. Daar tegenover staat een lichte verschuiving van het bromfietsgebruik in de richting van de jongeren, die grotere overlevingskansen hebben bij een ongeval. Aangenomen wordt dat het aantal doden ongeveer gelijke tred zal houden met de grootte van het bromfietspark. Per 1-1-1976 werd dit aantal geraamd op 1,4 miljoen (CBS/RAI).

Gezien de duidelijk dalende tendens, kan men veronderstellen dat deze daling zich nog wel enkele jaren zal voortzetten, waarbij wordt aangenomen dat het bromfietspark ieder jaar met ca. 100 000 bromfietsen afneemt.

In 1976 waren er gemiddeld  $1,35 \times 10^6$  bromfietsen; er werden 281 bromfietsers gedood, wat overeenkomt met 208 doden per  $10^6$  bromfietsen. De hierop gebaseerde verwachtingen voor de komende jaren luiden:

1977: gem.  $1,25 \times 10^6$  bromfietsen; aantal doden:  $208 \times 1,25 = 260$

1978: gem.  $1,15 \times 10^6$  bromfietsen; aantal doden:  $208 \times 1,15 = 240$

1979: gem.  $1,05 \times 10^6$  bromfietsen; aantal doden:  $208 \times 1,05 = 220$ .

#### 4.3. Fiets

Na 1975 is het aantal gedode fietsers weer toegenomen. Omdat de omvang van het fietsverkeer niet bekend is, kan ook niet worden vastgesteld in hoeverre dit de oorzaak van de stijging is. Wel lijkt het aannemelijk dat ook de toename van het autoverkeer van invloed is, gezien het feit dat ca. 60% van de gedode fietsers overleden is als gevolg van een conflict met een personenauto. Voor het opstellen van een verwachting blijft weinig anders over, dan aannemen dat ook in de komende jaren een stijging zal optreden. Wel wordt verondersteld dat die stijging van jaar tot jaar wat geringer zal worden, omdat een constante (lineaire) stijging op den duur tot onwaarschijnlijk hoge aantallen doden zou leiden. In 1976 werden 500 doden geregistreerd; voor de volgende jaren bedragen de schattingen:

1977: toename 5%; aantal doden:  $1,05 \times 500 = 525$

1978: toename 4%; aantal doden:  $1,04 \times 525 = \text{ca. } 545$

1979: toename 3%; aantal doden:  $1,03 \times 545 = \text{ca. } 560$ .

#### 4.4. Voetganger

Het aantal gedode voetgangers vertoont sinds 1970 een dalende lijn, waarbij de sterkste daling optrad tussen 1972 en 1974. Daarna lijkt een stabilisatie ingetreden te zijn: 424 doden in 1974, 396 doden in 1975, 403 doden in 1976. De toename van het personenautoverkeer zou ook een toename van de aantallen gedode voetgangers doen verwachten, aangezien 60 à 65% van de gedode voetgangers overleden is als gevolg van een conflict met een personenauto. Blijkbaar is er

dus een ontwikkeling gaande, die de veiligheid van de voetganger in gunstige zin beïnvloedt en daardoor de toename van het autoverkeer compenseert.

Er ontbreekt voldoende inzicht in de relevante ontwikkelingen om toe te passen op verwachtingsberekeningen. Er kan dan ook geen uitspraak worden gedaan over de vraag of een toename, dan wel een afname is te verwachten. Volstaan moet worden met de veronderstelling dat er geen belangrijke veranderingen zullen optreden: voor 1977, 1978 en 1979 worden jaarlijks ca. 400 doden verwacht.

#### 4.5. Overige verkeersdeelnemers

De laatste jaren stijgt het aantal gedode motorrijders, in overeenstemming met de toename van het motorpark. Gezien de recente ontwikkelingen lijkt een toename met 10 doden per jaar voor de komende jaren een reële verwachting. In 1976 waren er 120 doden, zodat de verwachting voor 1977 op 130 doden, voor 1978 op 140 doden en voor 1979 op 150 doden uitkomt.

Bij vrachtauto's en overige verkeersdeelnemers werden 66 doden geregistreerd in 1975 en 70 in 1976. Er zijn geen aanwijzingen dat deze aantallen belangrijk zullen veranderen, zodat ook voor 1977, 1978 en 1979 ca. 70 doden per jaar worden verwacht.

#### 4.6. Totaal aantal doden; verdeling naar bebouwing

Voegt men de verwachtingen uit de vorige paragrafen samen, dan krijgt men de volgende resultaten (ter vergelijking zijn de aantallen van 1976 opgenomen):

	aantallen	verwachtingen		
	1976	1977	1978	1979
personenauto	1058	1185	1270	1310
bromfiets	281	260	240	220
fiets	500	525	545	560
voetganger	403	400	400	400
motor	120	130	140	150
vrachtauto + overige	70	70	70	70
<b>totaal</b>	<b>2432</b>	<b>2570</b>	<b>2665</b>	<b>2710</b>

In de periode 1964 t/m 1976 vertoonde de verdeling van het totale aantal doden over binnen en buiten de bebouwde kom weinig variatie; het aandeel binnen de bebouwde kom was gemiddeld 40,4% (afbeelding 15). Past men dit percentage ook toe op de verwachtingen voor 1977 t/m 1979, dan levert dit de volgende resultaten op:

	aantallen	verwachtingen		
	1976	1977	1978	1979
binnen				
bebouwde kom	956	1040 $\pm$ 85	1075 $\pm$ 110	1095 $\pm$ 145
buiten				
bebouwde kom	1476	1530 $\pm$ 105	1590 $\pm$ 135	1615 $\pm$ 180
<b>totaal</b>	<b>2432</b>	<b>2570 <math>\pm</math> 130</b>	<b>2665 <math>\pm</math> 180</b>	<b>2710 <math>\pm</math> 230</b>

De vermelde onzekerheden als gevolg van toevallige fluctuaties konden bij deze methode niet exact worden berekend. Een redelijke benadering werd verkregen met behulp van een combinatie van schattingen en berekeningen (Bijlage 2).

## 5. DISCUSSIE

Een samenvatting van de berekende verwachtingen is gegeven in tabel 9 en in de afbeeldingen 21 en 22.

Deze uitkomsten betreffen de verwachtingen voorzover er geen bijzondere maatregelen op het gebied van de verkeersonveiligheid worden genomen en er eveneens geen bijzondere gebeurtenissen plaats vinden die de onveiligheid in belangrijke mate beïnvloeden.

Het ziet er naar uit dat de aantallen doden in de komende jaren nog wat zullen toenemen, maar toch niet boven de 3000 per jaar zullen komen, zoals vóór 1974 het geval was. De nog te verwachten stijging komt bijna geheel voor rekening van de personenauto. In de overige categorieën zijn nog wel wat stijgingen te verwachten (motor en wellicht fiets), maar daar tegenover mag aangenomen worden dat het aantal gedode bromfietzers nog verder zal dalen.

Vergelijkt men de uitkomsten van de regressiemethode via fictieve aantallen (hoofdstuk 3) met de "beredeneerde" schattingen (hoofdstuk 4), dan zijn de verschillen niet groot, met uitzondering van de aantallen binnen en buiten de bebouwde kom voor de jaren 1978 en 1979. Omdat de verwachting op basis van de regressiemethode met fictieve aantallen gepaard zou gaan met grote en ongebruikelijke verschuivingen, lijken deze uitkomsten minder waarschijnlijk.

In het algemeen is de geschatte onzekerheid in de resultaten bij de regressiemethode groter dan bij de schattingen. Dit is het gevolg van de recente, onregelmatige ontwikkelingen van de onveiligheid, die de mogelijkheden voor regressieberekeningen sterk beperken. Hoewel de methode met fictieve aantallen wel meer mogelijkheden biedt, zijn de onzekerheden in de uitkomsten toch nog betrekkelijk groot. Men mag hier echter geen algemene conclusies uit trekken, want bij een trendmatige ontwikkeling van de onveiligheid zouden met de regressiemethode betere resultaten verkregen zijn dan met "beredeneerde" schattingen. Dit kan worden geïllustreerd met een voorbeeld. Stel dat de ontwikkeling van de totale aantallen doden

ook na 1973 trendmatig verloopt; de regressieberekening wordt dan uitgevoerd met de gegevens uit de jaren 1964 t/m 1976; bij ongeveer gelijke uitkomsten als in tabel 9 zouden de onzekerheden de volgende waarden hebben: 1977: + 115, 1978: + 140, 1979: + 165.

Verder onderzoek zal moeten leren of met andere modellen trendverwachtingen opgesteld kunnen worden, waarvan de onzekerheden geringer zijn dan die in tabel 9. Vooral voor de verwachtingen op middellange termijn is dit van groot belang.

## 6. VERVOLGONDERZOEK

De beschrijving van de onveiligheid en de trendberekeningen in dit verslag kunnen worden gezien als een eerste stap, die de basis vormt voor verdere uitbreiding, verbetering en periodieke herhaling. Daarbij wordt gedacht aan de volgende mogelijkheden.

### 6.1. Uitbreiding

De beschrijving van de verkeersonveiligheid is gegeven in aantallen slachtoffers, totaal, naar bebouwing en naar wijze van verkeersdeelname. Verdere detaillering is mogelijk, bijvoorbeeld door verdeling naar: dag van de week, type weg, leeftijd van de slachtoffers enz. Uit de vele mogelijkheden zal een keus gemaakt moeten worden. Daarnaast zal de onveiligheid omgerekend moeten worden naar indicatoren, zoals slachtoffers per 100 000 inwoners, slachtoffers per  $10^6$  vervoermiddelen, per  $10^6$  reizigerskilometers. Ook in dit geval is een keuze noodzakelijk, rekening houdend met de beschikbaarheid van dergelijke gegevens.

Een zelfde uitbreiding kan worden toegepast op de trendberekeningen, terwijl ook trendverwachtingen voor de aantallen gewonden opgesteld zullen moeten worden.

Bovendien moet een geschikte methode ontwikkeld worden waarmee trendverwachtingen voor de middellange termijn (3-6 jaar) opgesteld kunnen worden.

### 6.2. Verbetering

De toegepaste methoden zijn bruikbaar voor het opstellen van een trendverwachting op korte termijn. De onzekerheid is echter nog zo groot dat de bruikbaarheid daardoor wordt beperkt. Onderzocht zal moeten worden hoe de nauwkeurigheid kan worden opgevoerd, bijvoorbeeld door toepassing van andere modellen. Zeker in de eerstkomende jaren, waarin de normale regressiemethode in veel gevallen niet in aanmerking komt, zal hier veel aandacht aan besteed moeten worden. De ontwikkeling van betere methoden is ook noodzakelijk om de

eerder genoemde trendverwachtingen voor middellange termijn op te kunnen stellen.

### 6.3. Herhaling

Zodra er meer recente gegevens over de onveiligheid en/of de expositie (bijv. aantallen inwoners, vervoermiddelen of afgelegde kilometers) beschikbaar komen, kunnen nieuwe trendberekeningen worden uitgevoerd. Hierbij dient gewezen te worden op de volgende SWOV-onderzoekprojecten:

- Risico-onderzoek verkeersdeelnemers in Nederland (ROVIN), gericht op het verkrijgen van expositiegegevens, o.a. de aantallen voertuigen reizigerskilometers per verkeersmodus;
- Korte-termijnanalyse verkeersveiligheid in Nederland (KAVIN), gericht op het verkrijgen, bewerken en analyseren van de meest recente gegevens over onveiligheid en expositie.

Ook de ontwikkeling van nieuwe methoden kan aanleiding zijn tot het opnieuw uitvoeren van trendberekeningen. Het lijkt gewenst dat trendverwachtingen periodiek worden opgesteld met een minimum frequentie van één maal per jaar.



LITERATUUR

SWOV (1974/1975). Bouwstenen voor het Beleidsplan Verkeersveiligheid. Hoofdstuk I: Beleid in het algemeen en verkeersveiligheidsbeleid in het bijzonder. Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV, Voorburg, 1974/1975.

SWOV (1976). Tien jaar verkeersonveiligheid in Nederland. Een beschrijving van de omvang en de ontwikkeling van het verkeer en de verkeersonveiligheid in Nederland sinds 1964. Publikatie 1976-3N. Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV, Voorburg, 1976.

TABELLEN 1 T/M 9

Tabel 1. Aantallen geregistreerde verkeersslachtoffers voor de jaren 1964 t/m 1976

Tabel 2. Doden naar wijze van verkeersdeelname, in absolute aantallen en percentages (1964 t/m 1976)

Tabel 3. Gewonden naar wijze van verkeersdeelname, in absolute aantallen en percentages (1964 t/m 1976)

Tabel 4. Aantallen doden per 100 verkeersslachtoffers (= letaliteit), verdeeld naar bebouwing en naar wijze van verkeersdeelname (1964 t/m 1976)

Tabel 5. Percentages doden en gewonden binnen de bebouwde kom, per wijze van verkeersdeelname (1964 t/m 1976)

Tabel 6. Werkelijke en fictieve aantallen doden binnen en buiten de bebouwde kom

Tabel 7. Werkelijke en fictieve aantallen doden binnen en buiten de bebouwde kom

Tabel 8. Werkelijke en fictieve aantallen gedode inzittenden van personenauto's

Tabel 9. Te verwachten aantallen doden in de periode 1977 t/m 1979, met 90% betrouwbaarheidsgebied

	aantallen doden			aantallen gewonden			% bibeko	
	totaal	bibeko	bubeko	totaal	bibeko	bubeko	doden	gewonden
1964	2375	972	1403	59 187	41 486	17 701	40,9	70,1
1965	2479	966	1513	61 887	43 439	18 448	39,0	70,2
1966	2620	1093	1527	65 304	46 095	19 209	41,7	70,6
1967	2862	1092	1770	61 102	42 484	18 618	38,2	69,5
1968	2907	1171	1736	62 098	43 268	18 830	40,3	69,7
1969	3075	1262	1813	67 599	46 407	21 192	41,0	68,7
1970	3181	1319	1862	68 225	46 551	21 674	41,5	68,2
1971	3167	1286	1881	72 167	49 850	22 317	40,6	69,1
1972	3264	1322	1942	70 082	47 575	22 507	40,5	67,9
1973	3092	1277	1815	70 361	47 762	22 599	41,3	67,9
1974	2546	1065	1481	66 212	47 430	18 782	41,8	71,6
1975	2321	897	1424	59 979	42 198	17 781	38,6	70,4
1976	2432	956	1476	62 304	43 515	18 789	39,3	69,8

Tabel 1. Aantallen geregistreeerde verkeersslachtoffers voor de jaren  
1964 t/m 1976

<u>abs.</u>	totaal	personen- auto	vracht- auto	motor + scooter	brom- fiets	fiets	overige voert.	voet- gangers
1964	2375	666	87	147	449	476	30	520
1965	2479	732	96	115	491	431	36	578
1966	2620	796	86	120	470	504	38	606
1967	2862	950	92	117	560	507	35	601
1968	2907	1070	81	92	538	507	30	589
1969	3075	1176	94	76	578	532	22	597
1970	3181	1322	82	85	540	512	31	609
1971	3167	1290	59	95	601	549	17	556
1972	3264	1350	75	93	574	558	26	588
1973	3092	1358	64	90	538	509	29	504
1974	2546	986	64	103	483	460	26	424
1975	2321	968	43	101	334	456	23	396
1976	2432	1058	49	120	281	500	21 <sup>1)</sup>	403

%

1964	100	28,0	3,7	6,2	18,9	20,0	1,3	21,9
1965	100	29,5	3,9	4,6	19,8	17,4	1,5	23,3
1966	100	30,4	3,3	4,6	17,9	19,2	1,5	23,1
1967	100	33,2	3,2	4,1	19,6	17,7	1,2	21,0
1968	100	36,8	2,8	3,2	18,5	17,4	1,0	20,3
1969	100	38,2	3,1	2,5	18,8	17,3	0,7	19,4
1970	100	41,6	2,6	2,7	17,0	16,1	1,0	19,1
1971	100	40,7	1,9	3,0	19,0	17,3	0,5	17,6
1972	100	41,4	2,3	2,8	17,6	17,1	0,8	18,0
1973	100	43,9	2,1	2,9	17,4	16,5	0,9	16,3
1974	100	38,7	2,5	4,0	19,0	18,1	1,0	16,7
1975	100	41,7	1,9	4,4	14,4	19,6	1,0	17,1
1976	100	43,5	2,0	4,9	11,6	20,6	0,9	16,6

1) inclusief 4 snorfietsberijders

Tabel 2. Doden naar wijze van verkeersdeelname, in absolute aantallen en percentages (1964 t/m 1976)

<u>abs.</u>	totaal	personen- auto	vracht- auto	motor + scooter	brom- fiets	fiets	overige voert.	voet- gangers
1964	59 187	12 627	1845	4678	21 432	10 196	710	7699
1965	61 887	14 865	1855	4027	22 182	10 282	693	7983
1966	65 304	16 718	1774	3572	24 527	9 779	634	8300
1967	61 102	17 255	1580	2772	23 479	8 223	505	7288
1968	62 098	19 159	1500	2282	23 535	8 111	482	7029
1969	67 559	21 608	1760	2085	25 693	8 480	506	7467
1970	68 225	24 072	1654	1784	24 686	8 205	414	7410
1971	72 167	24 953	1517	1802	26 515	9 354	377	7649
1972	70 082	25 468	1552	1944	24 802	8 906	381	7029
1973	70 361	25 909	1573	1978	24 339	9 466	467	6629
1974	66 212	21 881	1244	2077	23 717	10 084	384	6825
1975	59 979	20 267	1013	2251	19 153	10 440	337	6478
1976	62 304	20 794	1329	2773	18 827	11 905	541 <sup>1)</sup>	6135

<u>%</u>								
1964	100	21,3	3,1	7,9	36,2	17,2	1,2	13,0
1965	100	24,0	3,0	6,5	35,8	16,6	1,1	12,9
1966	100	25,6	2,7	5,5	37,6	15,0	1,0	12,7
1967	100	28,2	2,6	4,5	38,4	13,5	0,8	11,9
1968	100	30,9	2,4	3,7	37,9	13,1	0,8	11,3
1969	100	32,0	2,6	3,1	38,0	12,5	0,7	11,0
1970	100	35,3	2,4	2,6	36,2	12,0	0,6	10,9
1971	100	34,6	2,1	2,5	36,7	13,0	0,5	10,6
1972	100	36,3	2,2	2,8	35,4	12,7	0,5	10,0
1973	100	36,8	2,2	2,8	34,6	13,5	0,7	9,4
1974	100	33,0	1,9	3,1	35,8	15,2	0,6	10,3
1975	100	33,8	1,7	3,8	31,9	17,4	0,6	10,8
1976	100	33,4	2,1	4,5	30,2	19,1	0,9	9,8

1) inclusief 11 snorfietsberijders

Tabel 3. Gewonden naar wijze van verkeersdeelname, in absolute aantallen en percentages (1964 t/m 1976)

	totaal	binnen bebouwde kom	buiten bebouwde kom	pers. auto	vracht- auto	motor + scooter	brom- fiets	fiets	overige voer- tuigen	voet- gangers
1964	3,86	2,29	7,34	5,01	4,5	3,0	2,05	4,46	4,1	6,33
1965	3,85	2,18	7,58	4,69	4,9	2,8	2,17	4,02	4,9	6,75
1966	3,86	2,32	7,36	4,54	4,6	3,3	1,88	4,90	5,7	6,80
1967	4,47	2,51	8,68	5,22	5,5	4,0	2,33	5,81	6,5	7,62
1968	4,47	2,64	8,44	5,29	5,1	3,9	2,23	5,88	5,9	7,73
1969	4,35	2,65	7,88	5,16	5,1	3,5	2,20	5,90	4,2	7,40
1970	4,45	2,76	7,91	5,21	4,7	4,5	2,14	5,87	7,0	7,59
1971	4,20	2,51	7,77	4,92	3,7	5,0	2,22	5,54	4,3	6,78
1972	4,45	2,70	7,94	5,03	4,6	4,6	2,26	5,90	6,4	7,72
1973	4,21	2,60	7,43	4,98	3,9	4,4	2,16	5,10	5,8	7,07
1974	3,70	2,20	7,31	4,31	4,9	4,7	2,00	4,36	6,3	5,85
1975	3,73	2,08	7,41	4,56	4,1	4,3	1,71	4,19	5,8	5,76
1976	3,76	2,15	7,28	4,84	3,6	4,1	1,47	4,03	3,7	6,16

Tabel 4. Aantallen doden per 100 verkeersslachtoffers (= letaliteit), verdeeld naar bebouwing en naar wijze van verkeersdeelname (1964 t/m 1976)

	pers.auto		vrachtauto		motor + sc.		bromfiets		fiets		voetganger	
	doden	gew.	doden	gew.	doden	gew.	doden	gew.	doden	gew.	doden	gew.
1964	18,5	44,0	20	45,1	39	72,8	46,5	75,2	50,8	83,4	60,4	85,8
1965	17,5	45,8	20	47,6	40	71,6	43,0	76,4	52,7	83,6	56,2	86,2
1966	21,0	46,5	22	48,9	48	72,5	44,9	77,9	52,2	83,3	59,4	86,9
1967	18,6	45,0	23	41,8	38	71,1	47,5	79,0	47,3	83,6	56,1	87,4
1968	18,8	46,4	23	46,7	40	69,8	50,6	79,7	53,8	83,3	61,8	88,5
1969	20,4	45,6	24	44,9	41	70,6	50,5	79,0	55,3	83,8	62,8	88,1
1970	23,2	46,9	30	45,9	31	70,0	52,2	79,5	52,7	82,6	65,2	88,5
1971	21,9	47,8	25	46,3	34	68,0	49,9	79,9	55,4	83,1	62,6	89,2
1972	21,3	46,7	24	43,9	40	66,3	50,7	79,9	54,7	83,4	63,8	88,3
1973	22,6	47,5	23	44,6	42	63,1	50,9	79,7	56,2	83,9	69,0	88,4
1974	22,7	51,8	23	44,9	38	67,6	46,0	81,1	58,7	84,4	68,2	89,4
1975	20,6	50,6	14	45,3	38	64,8	47,3	79,2	49,3	83,9	66,7	89,9
1976	23,1				33		44,5		52,6		66,7	

Tabel 5. Percentages doden en gewonden binnen de bebouwde kom, per wijze van verkeersdeelname (1964 t/m 1976)

	werkelijke aantallen	gordel- correctie	helm- correctie	fictieve aantallen	berekende fic- tieve aantallen (regressiecurve)
1964	2375	+ 3	+ 5	2383	2345
1965	2479	+ 4	+ 8	2491	2524
1966	2620	+ 8	+ 10	2638	2688
1967	2862	+ 10	+ 14	2886	2838
1968	2907	+ 16	+ 15	2938	2972
1969	3075	+ 24	+ 19	3118	3093
1970	3181	+ 34	+ 23	3238	3198
1971	3167	+ 47	+ 33	3247	3289
1972	3264	+ 71	+ 47	3382	3365
1973*	3194	+ 122	+ 100	3416	3426
1974	2546	+ 86	+ 149	2781	3472
1975	2321	+ 289	+ 223	2833	3504
1976	2432	+ 411	+ 187	3030	3521
1977		+ 470	+ 175		3524
1978		+ 520	+ 160		3512
1979		+ 570	+ 150		3485

\* voor 1973 zijn gecorrigeerde aantallen toegepast i.v.m. de in het 4e kwartaal opgetreden energiecrisis

Tabel 6. Werkelijke en fictieve aantallen doden binnen en buiten de bebouwde kom



	binnen de bebouwde kom					buiten de bebouwde kom				
	D <sub>w</sub>	correc- tie	D <sub>f</sub>	D <sub>f</sub> bere- kend		D <sub>w</sub>	correc- tie	D <sub>f</sub>	D <sub>f</sub> bere- kend	
1964	972	+ 3	975	942		1403	+ 5	1408	1403	
1965	966	+ 5	971	1013		1513	+ 7	1520	1511	
1966	1093	+ 7	1100	1079		1527	+ 11	1538	1609	
1967	1092	+ 9	1101	1140		1770	+ 15	1785	1697	
1968	1171	+ 11	1182	1196		1736	+ 20	1756	1776	
1969	1262	+ 14	1276	1247		1813	+ 29	1842	1846	
1970	1319	+ 19	1338	1292		1862	+ 38	1900	1905	
1971	1286	+ 26	1312	1333		1881	+ 54	1935	1956	
1972	1322	+ 38	1360	1368		1942	+ 80	2022	1997	
1973*	1319	+ 75	1394	1398		1875	+ 147	2022	2028	
1974	1065	+ 90	1155	1422		1481	+ 145	1626	2050	
1975	897	+ 171	1068	1442		1424	+ 341	1765	2062	
1976	956	+ 180	1136	1456		1476	+ 418	1894	2065	
1977		+ 187		1465			+ 458		2058	
1978		+ 191		1469			+ 489		2042	
1979		+ 197		1469			+ 523		2017	

\* voor 1973 zijn gecorrigeerde aantallen toegepast i.v.m. de in het 4e kwartaal opgetreden energiecrisis

D<sub>w</sub> = werkelijk aantal doden  
D<sub>f</sub> = fictief aantal doden  
D<sub>f</sub> berekend = uitkomsten van regressieberekening  
correctie = som van gordel- en helmcorrectie

Tabel 7. Werkelijke en fictieve aantallen doden binnen en buiten de bebouwde kom

	werkelijke aantallen	gordel- correctie	fictieve aantallen	berekende fic- tieve aantallen (regressiecurve)
1964	666	+ 3	669	626
1965	732	+ 4	736	749
1966	796	+ 8	804	866
1967	950	+ 10	960	977
1968	1070	+ 16	1086	1082
1969	1176	+ 24	1200	1182
1970	1322	+ 34	1356	1276
1971	1290	+ 47	1337	1365
1972	1350	+ 71	1421	1447
1973*	1403	+ 122	1525	1524
1974	986	+ 86	1072	1595
1975	968	+ 289	1257	1661
1976	1058	+ 411	1469	1721
1977		+ 470		1775
1978		+ 520		1823
1979		+ 570		1866

\* voor 1973 zijn gecorrigeerde aantallen toegepast i.v.m. de in het 4e kwartaal opgetreden energiecrisis

Tabel 8. Werkelijke en fictieve aantallen gedode inzittenden van personenauto's

	methode	1976	1977	1978	1979
totaal	A	2432	2560 $\pm$ 160	2640 $\pm$ 240	2650 $\pm$ 360
	B		2570 $\pm$ 130	2665 $\pm$ 180	2710 $\pm$ 230
-----					
binnen be- bouwde kom	A	956	1070 $\pm$ 100	1160 $\pm$ 160	1210 $\pm$ 240
	B		1040 $\pm$ 85	1075 $\pm$ 110	1095 $\pm$ 145
-----					
buiten be- bouwde kom	A	1476	1500 $\pm$ 120	1500 $\pm$ 180	1460 $\pm$ 270
	B		1530 $\pm$ 105	1590 $\pm$ 135	1615 $\pm$ 180
-----					
personenauto	A	1058	1155 $\pm$ 110	1210 $\pm$ 160	1250 $\pm$ 250
	B		1185 $\pm$ 90	1270 $\pm$ 120	1310 $\pm$ 160
bromfiets	B	281	260 $\pm$ 40	240 $\pm$ 55	220 $\pm$ 65
fiets	B	500	525 $\pm$ 60	545 $\pm$ 80	560 $\pm$ 105
voetganger	B	403	400 $\pm$ 55	400 $\pm$ 70	400 $\pm$ 90
motor + scooter	B	120	130 $\pm$ 30	140 $\pm$ 40	150 $\pm$ 55
vrachtauto + overige	B	70	70 $\pm$ 20	70 $\pm$ 30	70 $\pm$ 35

A = regressieberekening m.b.v. fictieve aantallen

B = beredeneerde schatting

Tabel 9. Te verwachten aantallen doden in de periode 1977 t/m 1979, met 90% betrouwbaarheidsgebied

AFBEELDINGEN 1 T/M 22

Afbeelding 1. Ontwikkeling van het aantal doden, totaal en binnen en buiten de bebouwde kom

Afbeelding 2. Ontwikkeling in de verdeling van het aantal doden over binnen en buiten de bebouwde kom

Afbeelding 3. Ontwikkeling van het aantal gewonden, totaal en binnen en buiten de bebouwde kom

Afbeelding 4. Ontwikkeling in de verdeling van het aantal gewonden over binnen en buiten de bebouwde kom

Afbeelding 5. Ontwikkeling van de aantallen doden per wijze van verkeersdeelname

Afbeelding 6. Ontwikkeling van de aantallen gewonden per wijze van verkeersdeelname

Afbeelding 7. Doden per verkeersmodus, in procenten van de totale aantallen doden

Afbeelding 8. Gewonden per verkeersmodus, in procenten van de totale aantallen gewonden

Afbeelding 9. Ontwikkeling van de letaliteit, totaal en verdeeld naar bebouwing

Afbeelding 10. Ontwikkeling van de letaliteit, totaal en verdeeld naar verkeersmodus

Afbeelding 11. Aantallen doden binnen de bebouwde kom per verkeersmodus

Afbeelding 12. Aantallen gewonden binnen de bebouwde kom per verkeersmodus

Afbeelding 13. Aantallen doden buiten de bebouwde kom per verkeersmodus

Afbeelding 14. Aantallen gewonden buiten de bebouwde kom per verkeersmodus

Afbeelding 15. Percentages doden binnen de bebouwde kom per verkeersmodus en totaal

Afbeelding 16. Percentages gewonden binnen de bebouwde kom per verkeersmodus en totaal

Afbeelding 17. Aantallen doden per jaar met regressielijn

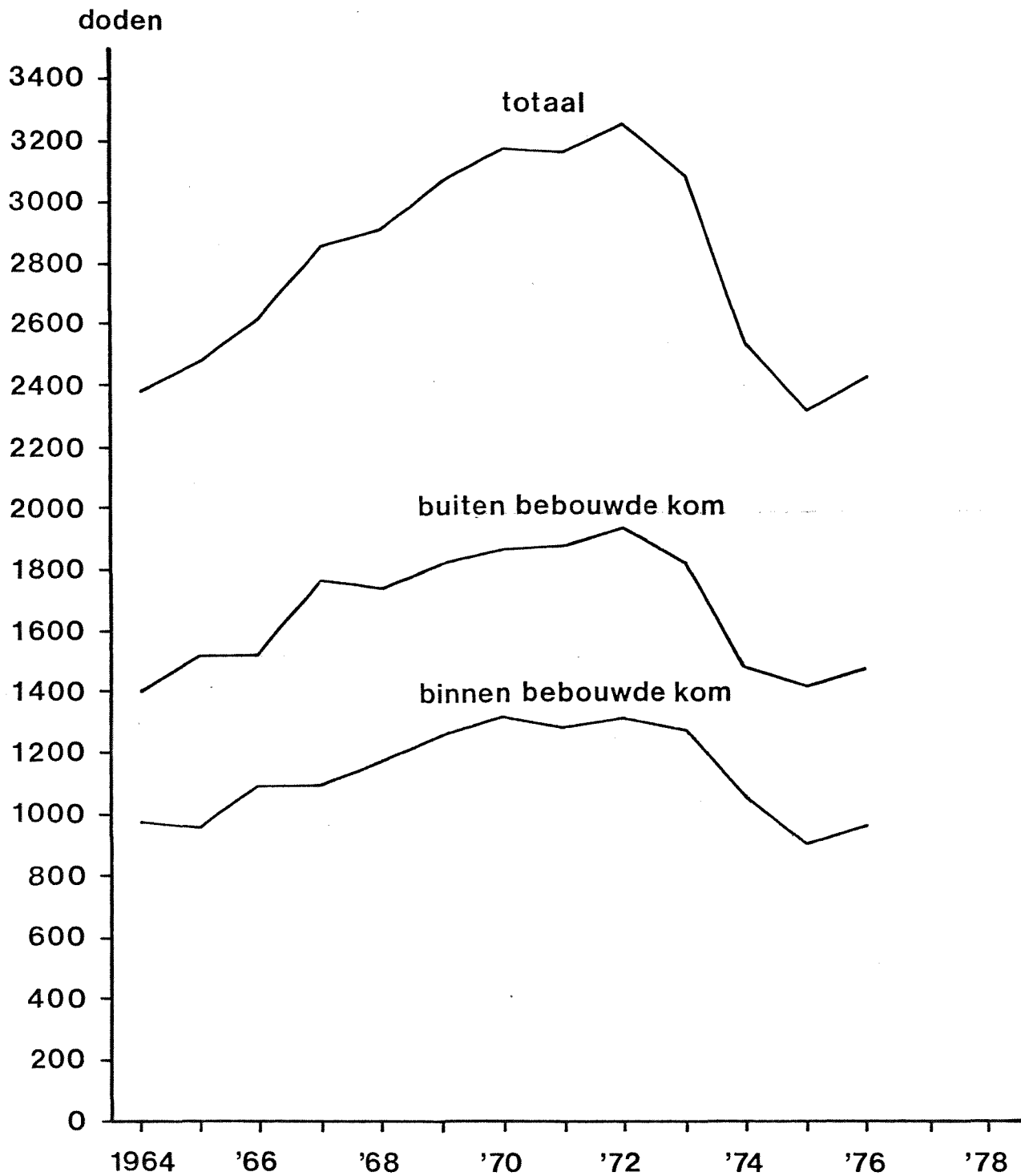
Afbeelding 18. Werkelijke en fictieve aantallen doden per jaar met regressielijn van fictieve aantallen

Afbeelding 19. Fictieve aantallen doden per jaar, binnen en buiten de bebouwde kom, met regressielijnen en verwachtingen werkelijke aantallen

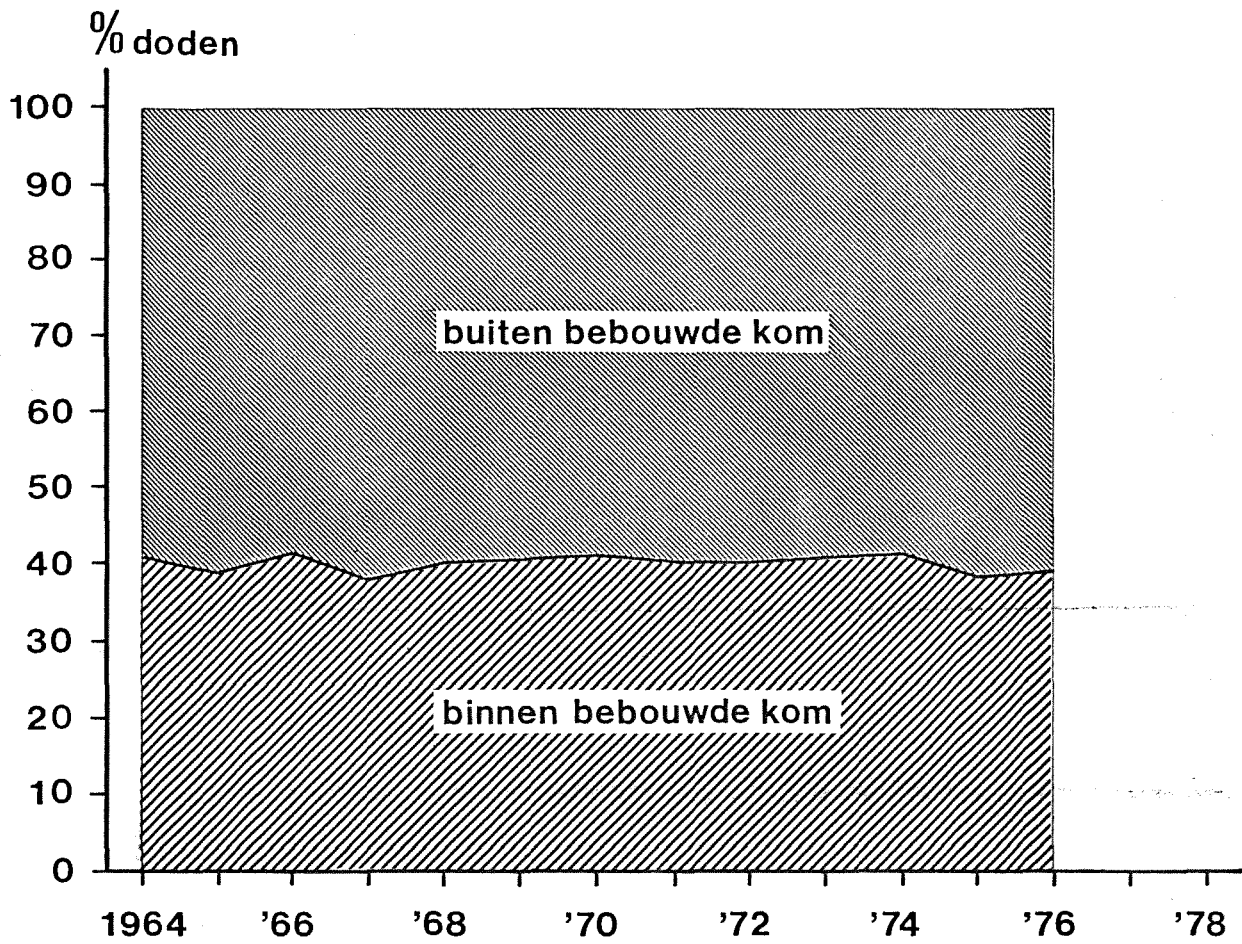
Afbeelding 20. Fictieve aantallen doden per jaar bij personenauto's met regressielijn en verwachting werkelijke aantallen

Afbeelding 21. Aantallen doden vanaf 1969 en verwachtingen voor 1977 t/m 1979; totaal en naar bebouwing

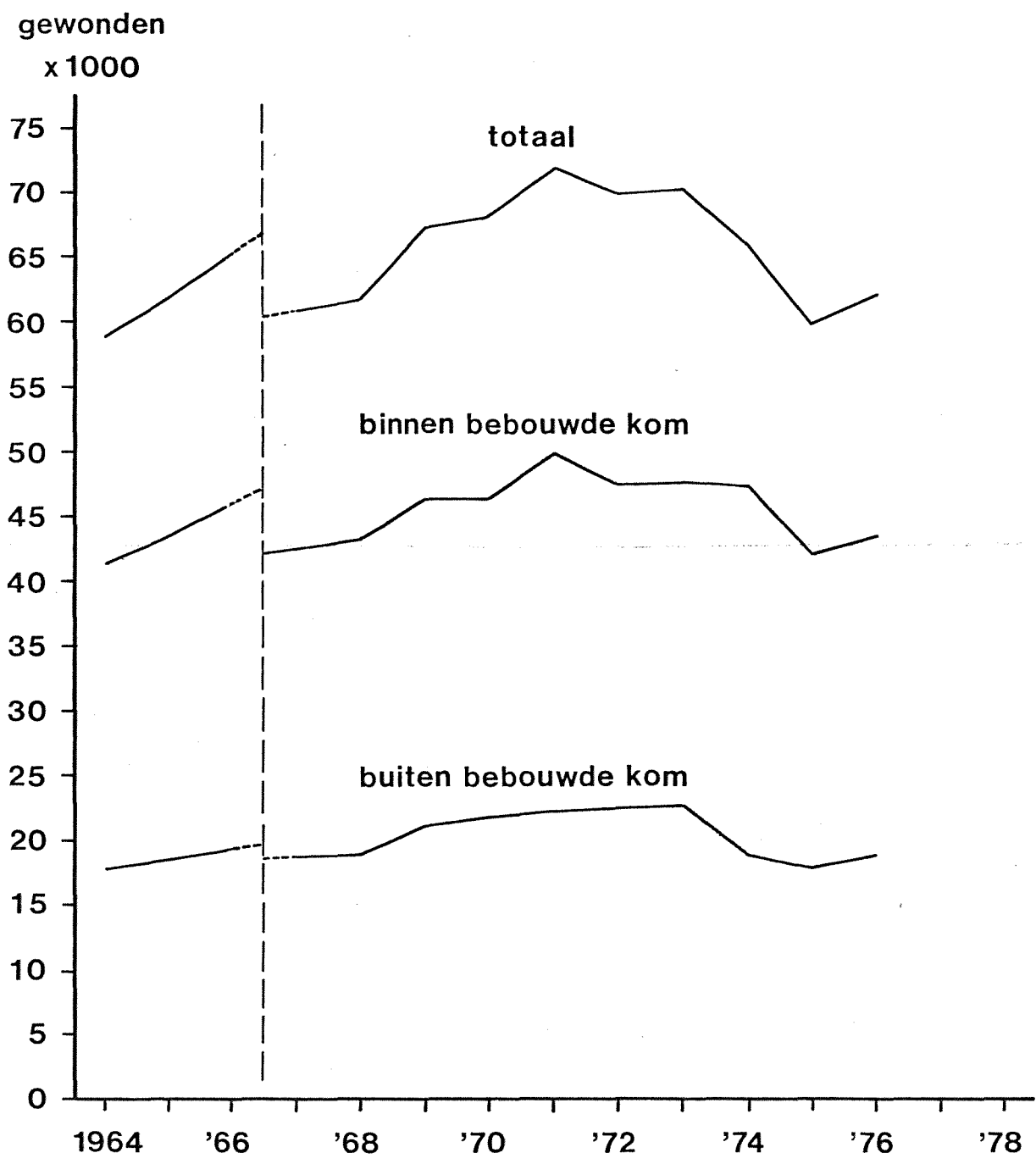
Afbeelding 22. Aantallen doden vanaf 1969 en verwachtingen voor 1977 t/m 1979; per wijze van verkeersdeelname



Afbeelding 1. Ontwikkeling van het aantal doden, totaal en binnen en buiten de bebouwde kom

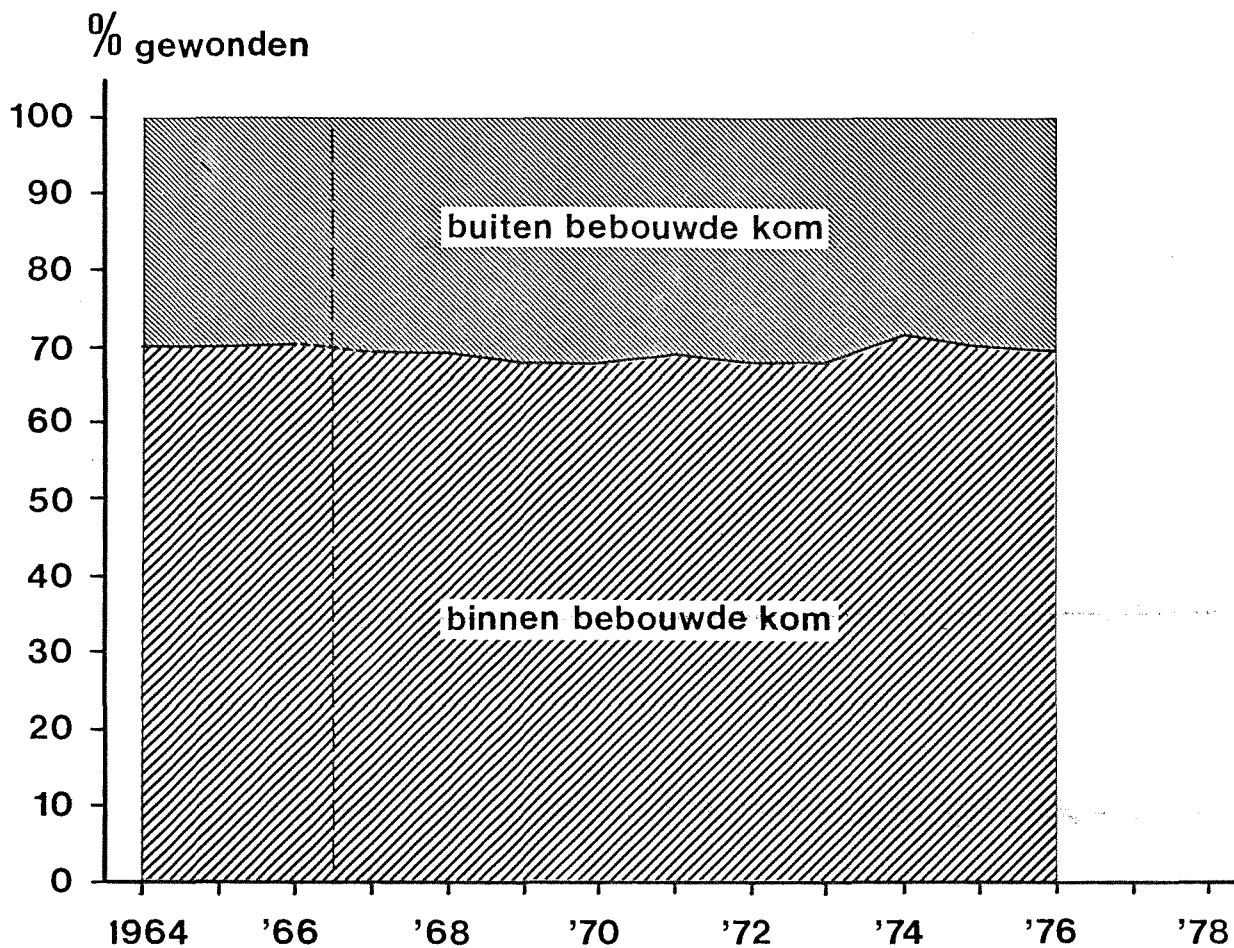


Afbeelding 2. Ontwikkeling in de verdeling van het aantal doden over binnen en buiten de bebouwde kom

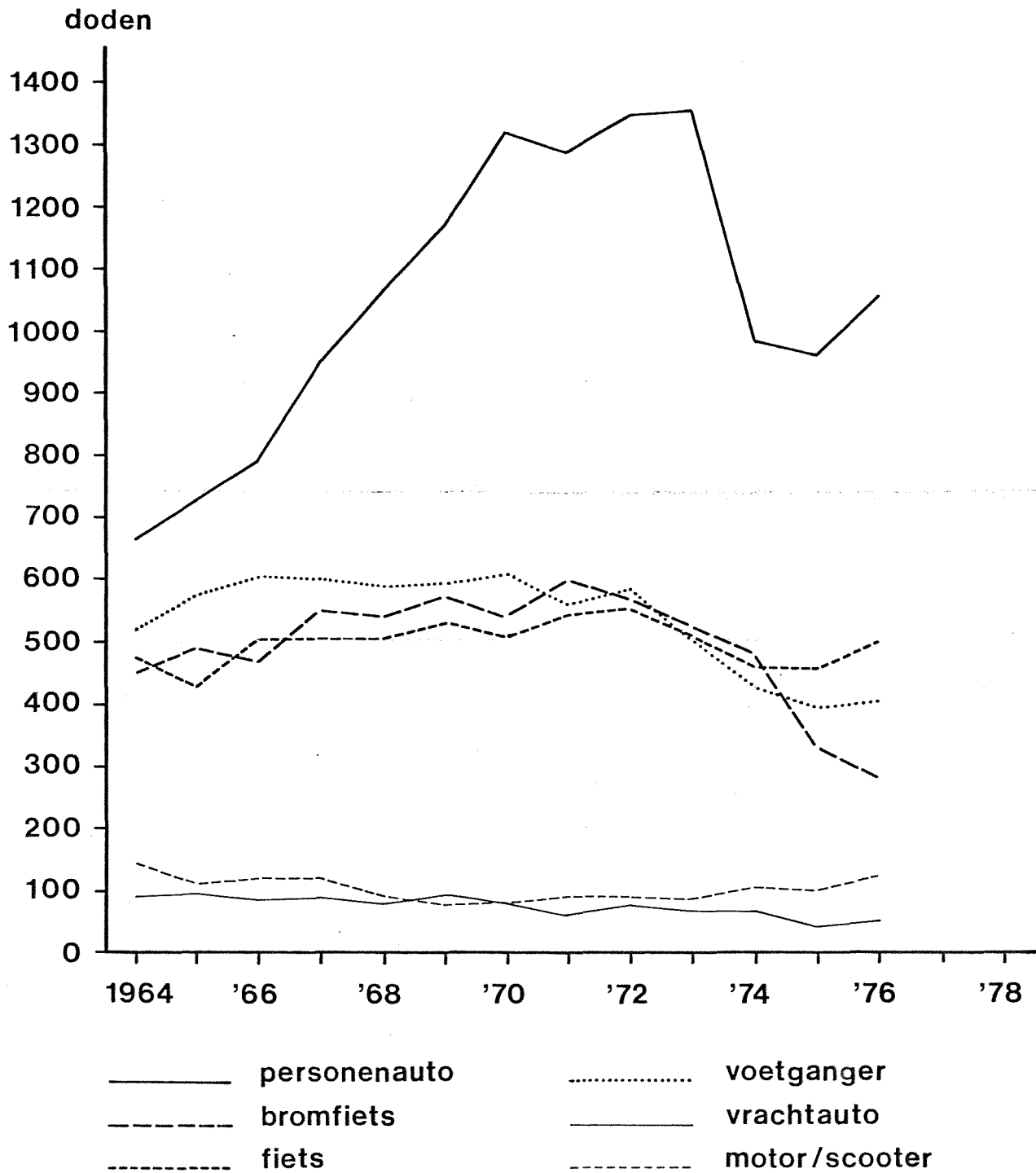


Afbeelding 3. Ontwikkeling van het aantal gewonden, totaal en binnen en buiten de bebouwde kom



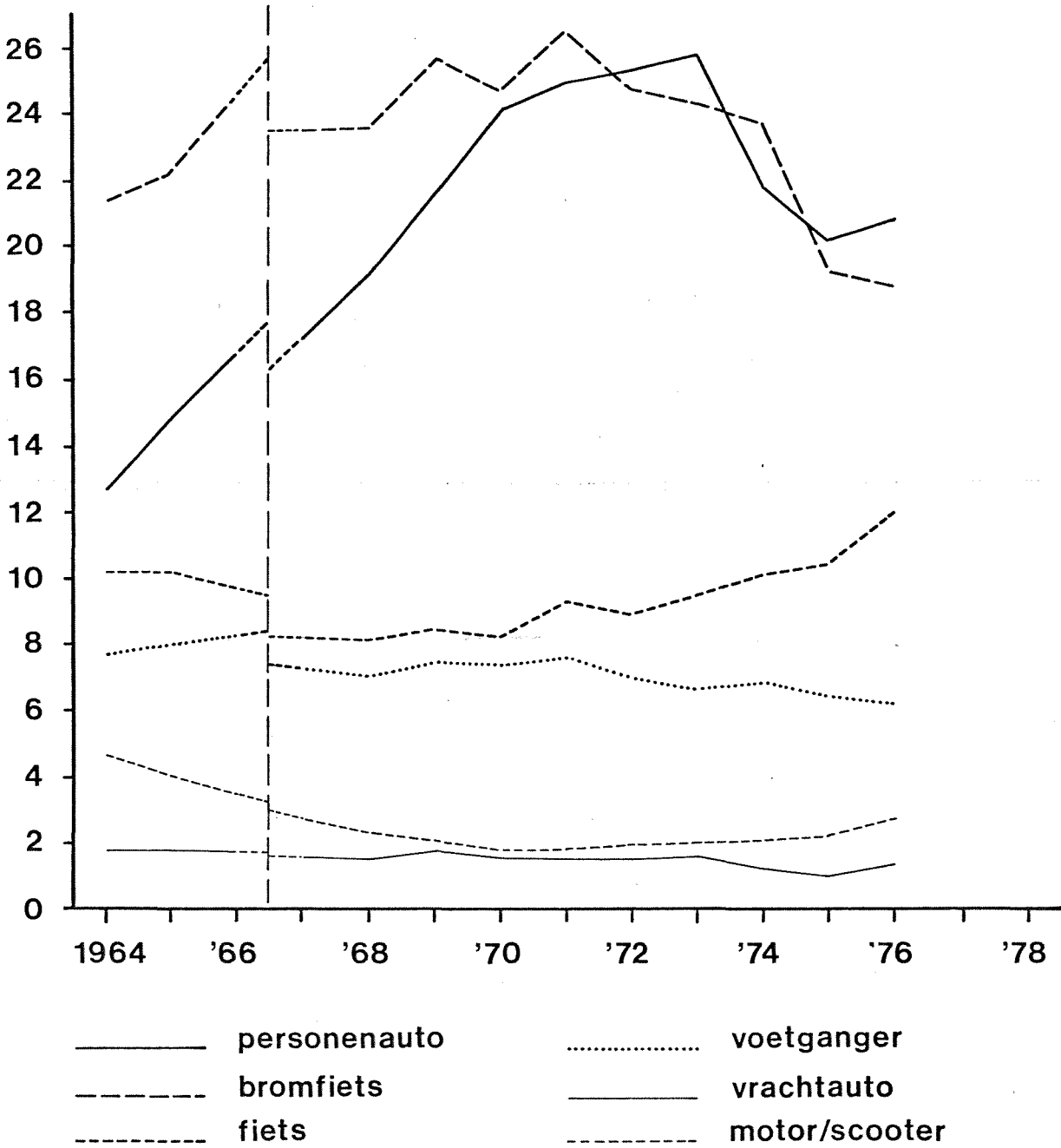


Afbeelding 4. Ontwikkeling in de verdeling van het aantal gewonden over binnen en buiten de bebouwde kom

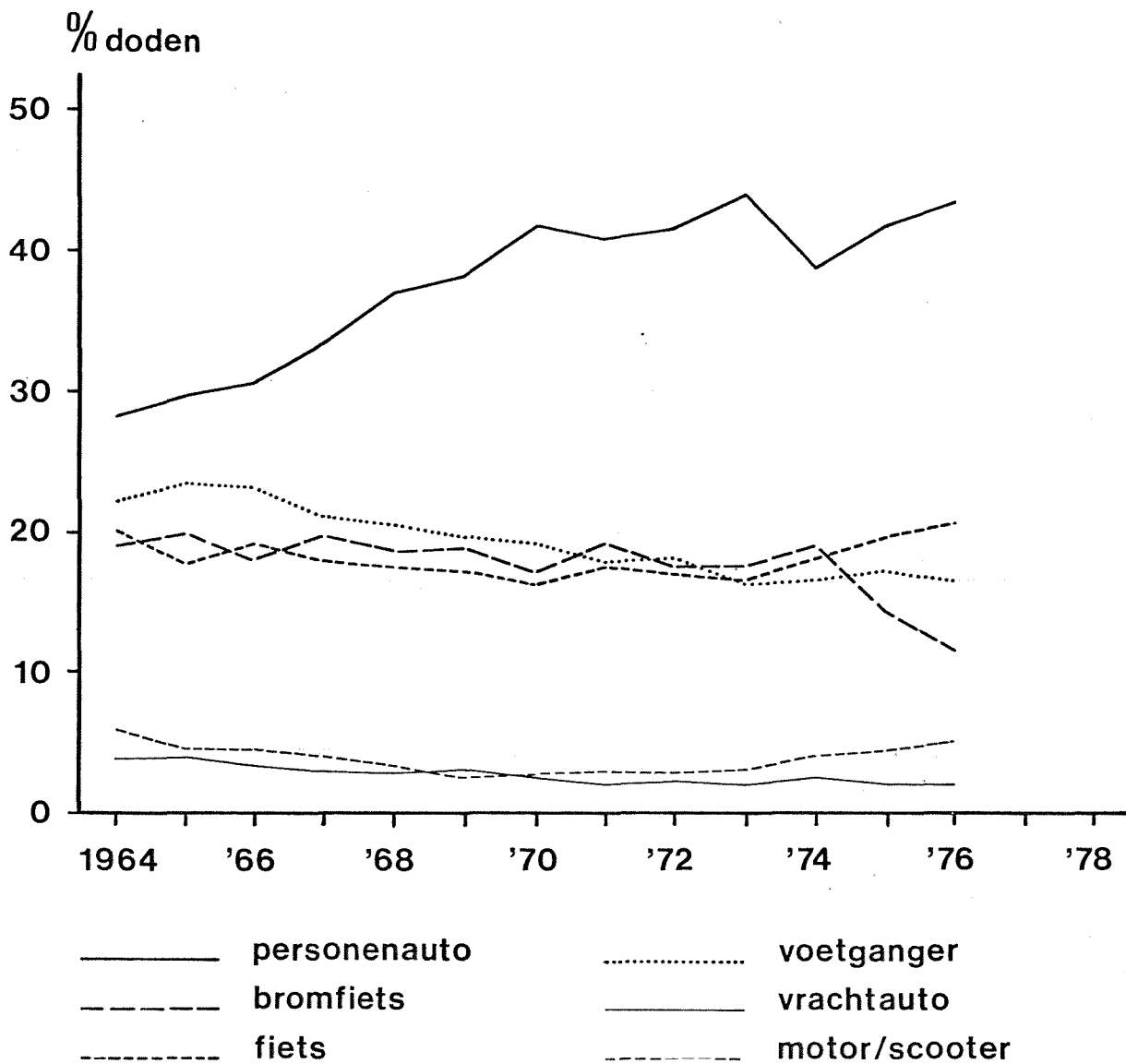


Afbeelding 5. Ontwikkeling van de aantallen doden per wijze van verkeersdeelnemer

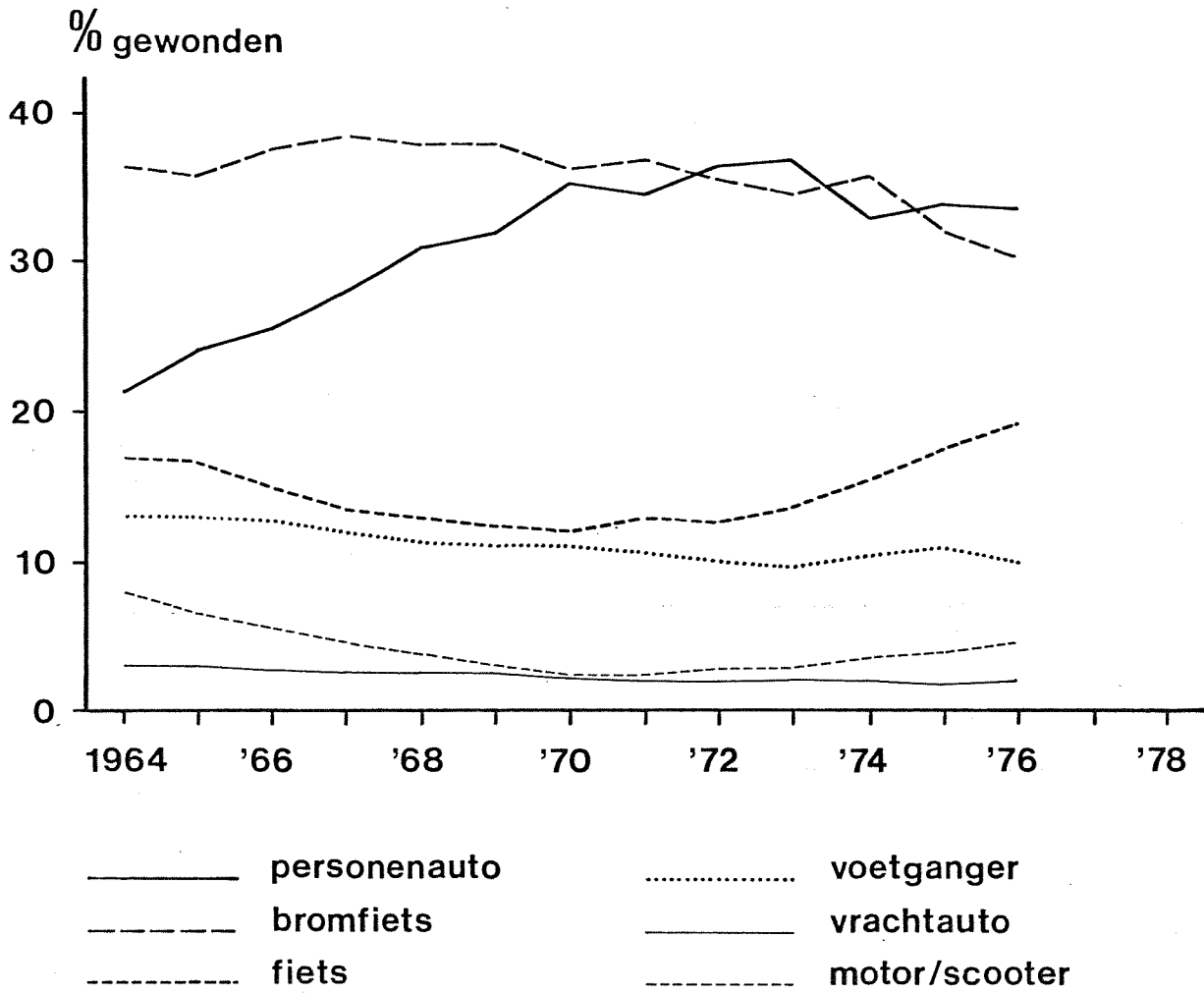
gewonden  
x 1000



Afbeelding 6. Ontwikkeling van de aantallen gewonden per wijze van verkeersdeelname



Afbeelding 7. Doden per verkeersmodus, in procenten van de totale aantallen doden

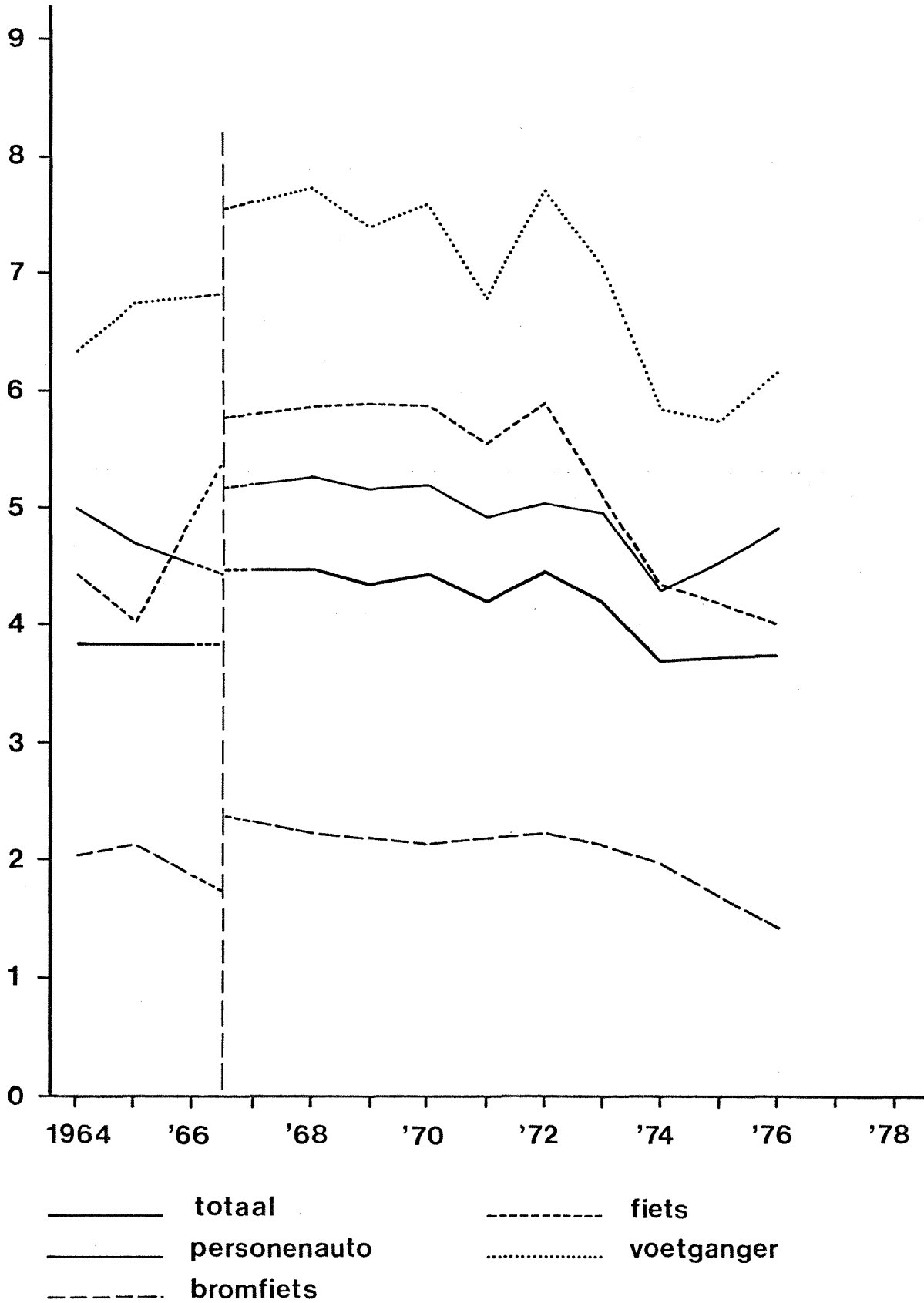


Afbeelding 8. Gewonden per verkeersmodus, in procenten van de totale aantallen gewonden

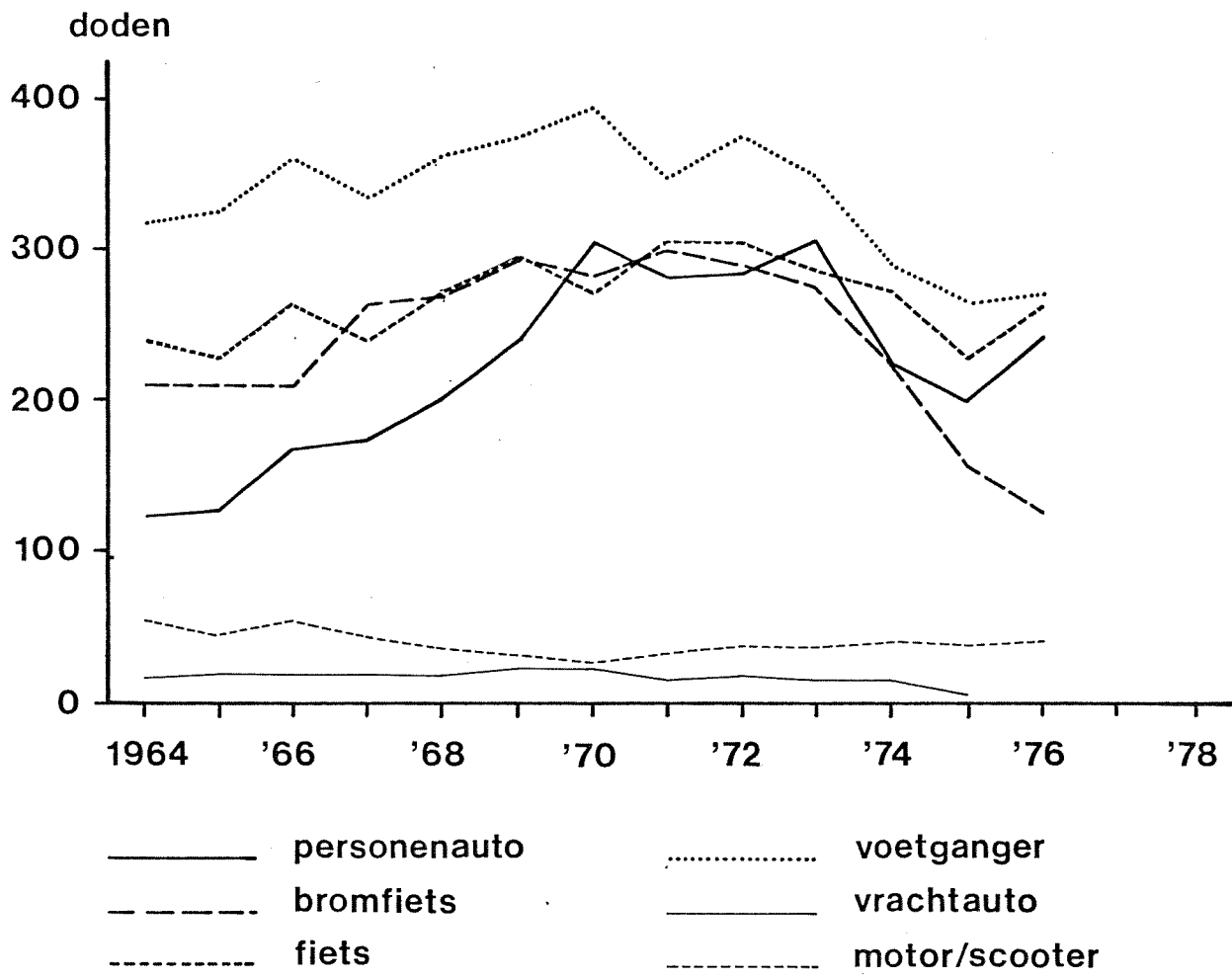


Afbeelding 9. Ontwikkeling van de letaliteit, totaal en verdeeld naar bebouwing

doden/100 slachtoffers

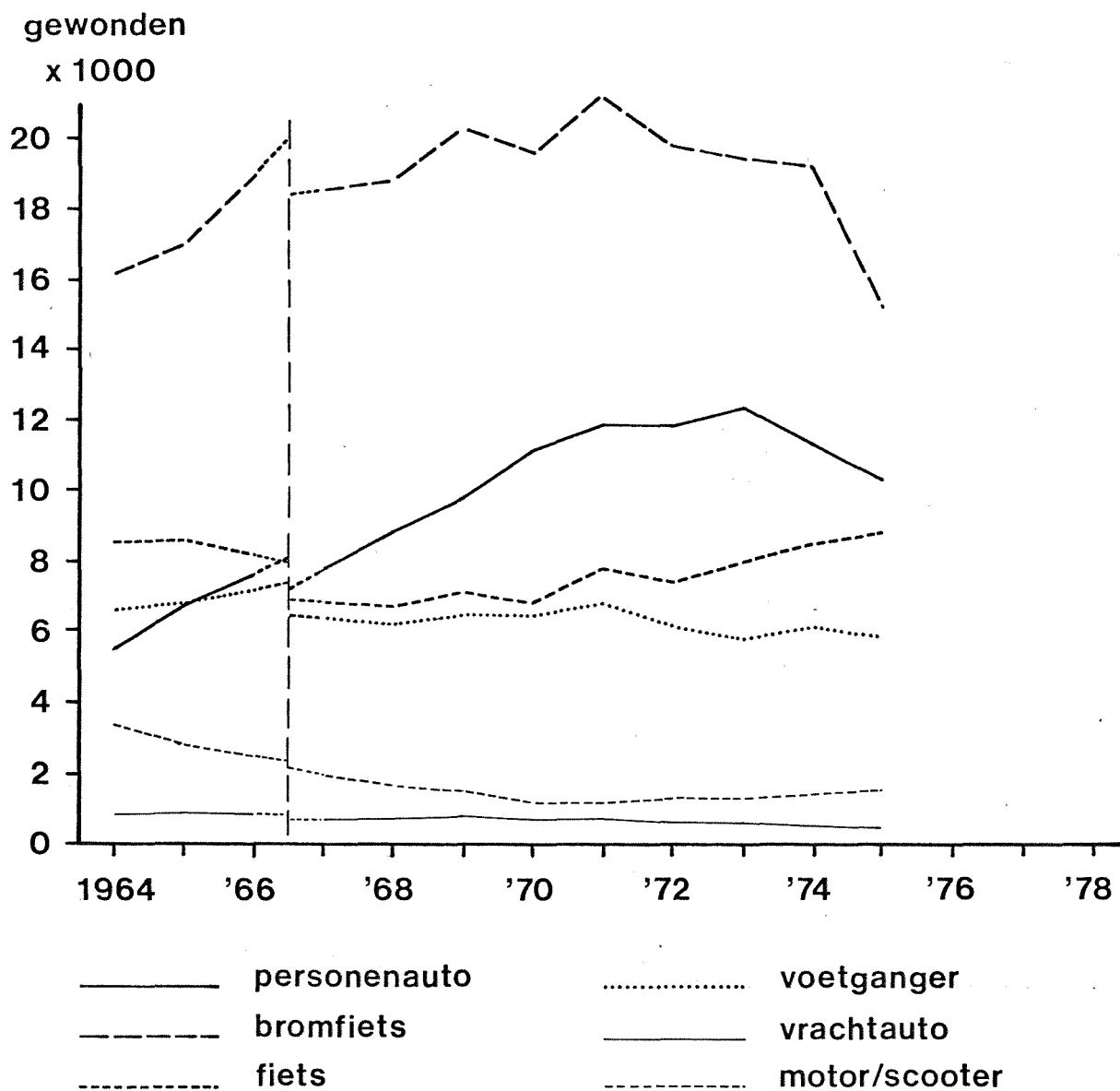


Afbeelding 10. Ontwikkeling van de letaliteit, totaal en verdeeld naar verkeersmodus

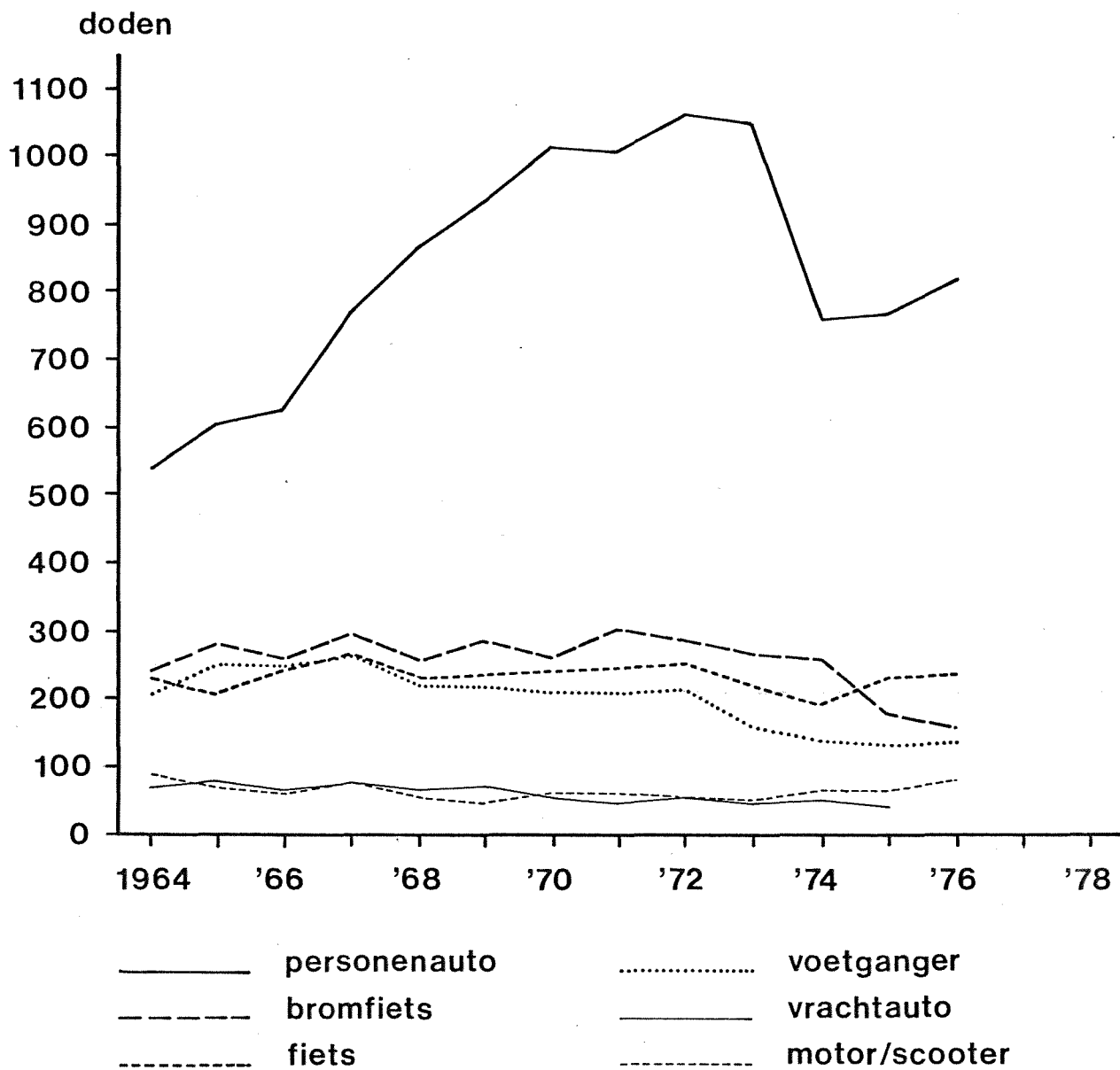


Afbeelding 11. Aantallen doden binnen de bebouwde kom per verkeersmodus



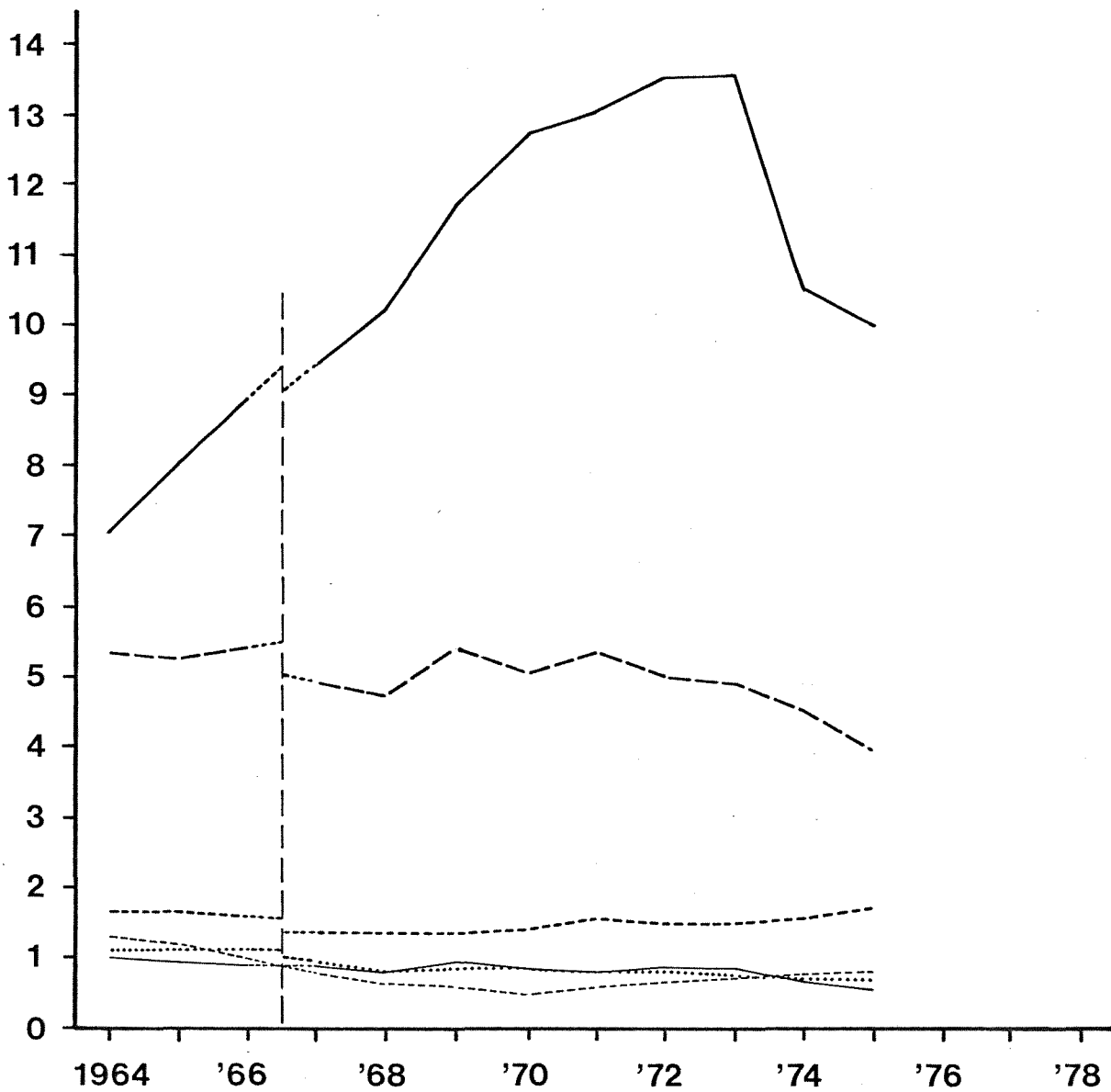


Afbeelding 12. Aantallen gewonden binnen de bebouwde kom per verkeersmodus



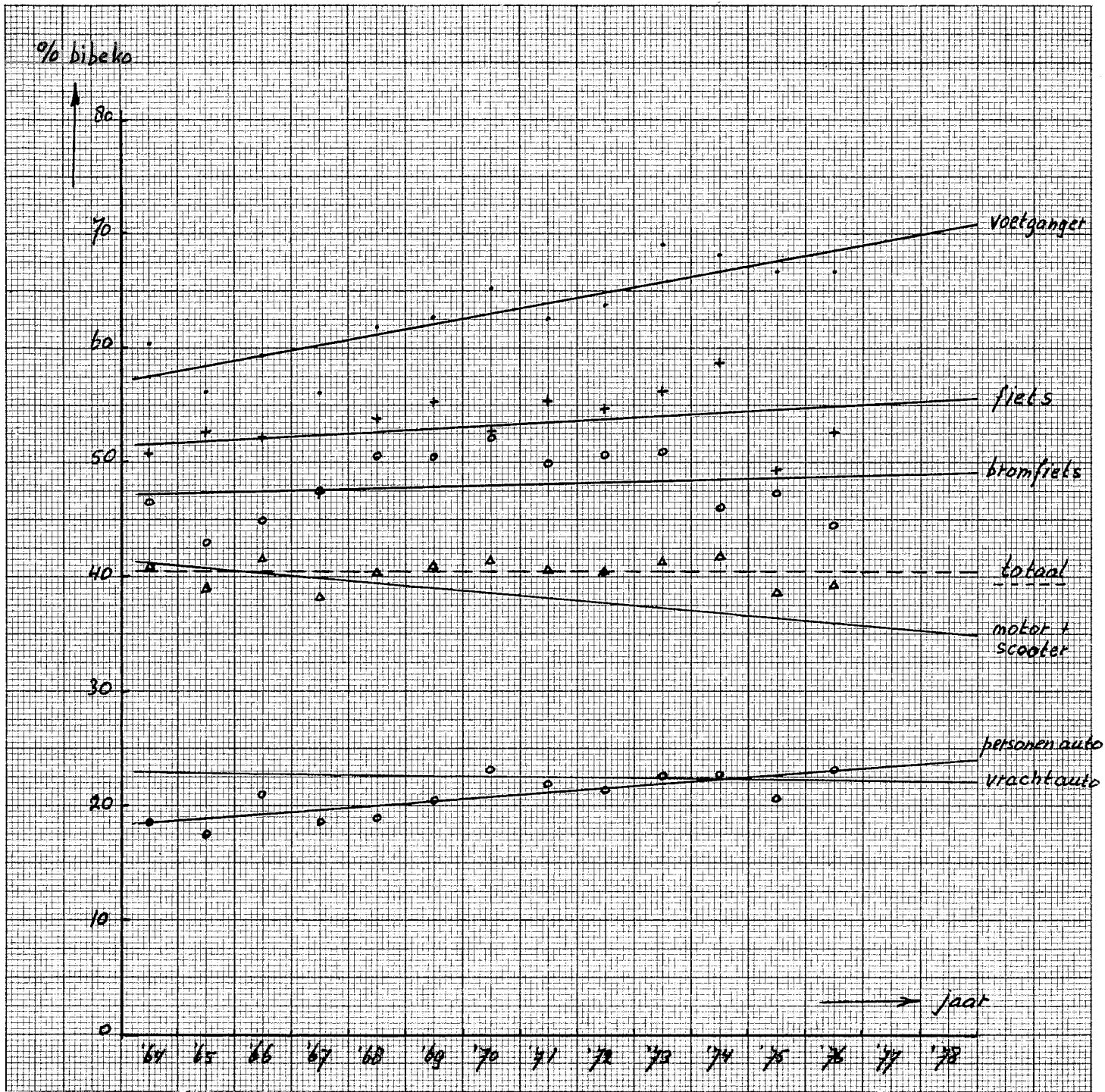
Afbeelding 13. Aantallen doden buiten de bebouwde kom per verkeersmodus

gewonden  
x 1000



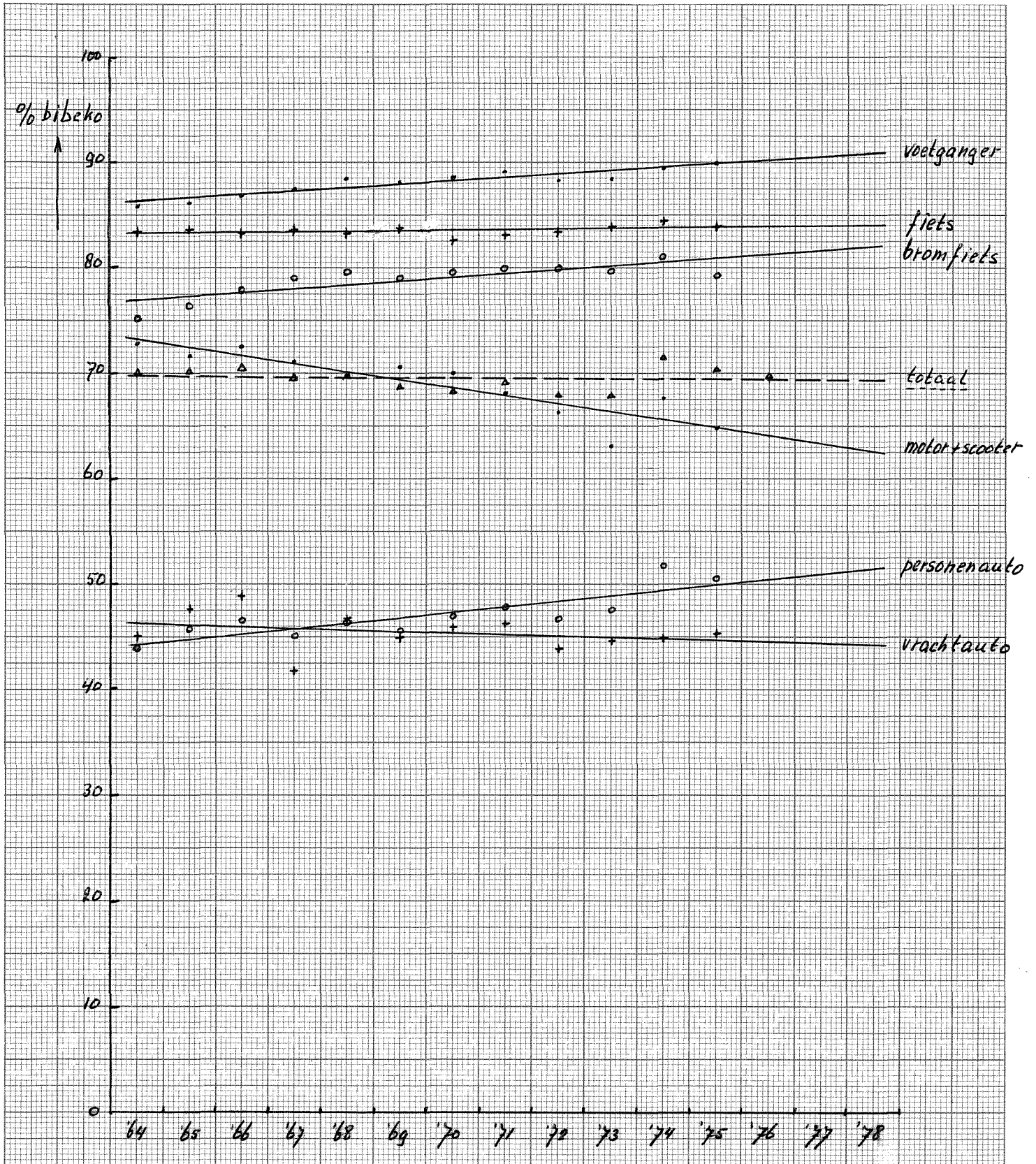
— personenauto  
- - - bromfiets  
..... fiets  
..... voetganger  
- - - vrachtauto  
- - - motor/scooter

Afbeelding 14. Aantallen gewonden buiten de bebouwde kom per verkeersmodus



(van vrachtauto en motor + scooter zijn de jaarlijkse percentages i.v.m. de grote spreiding niet opgenomen; de regressielijnen wel)

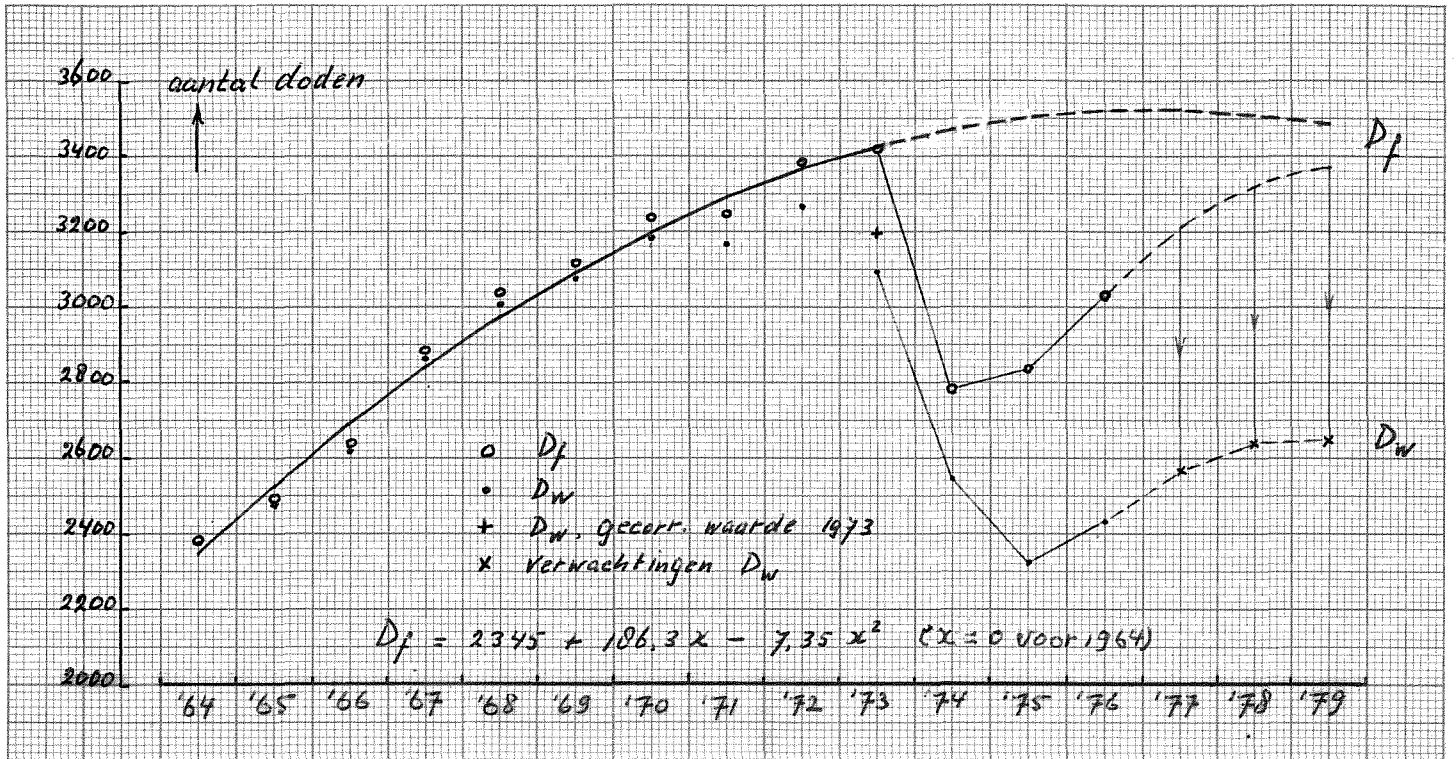
Afbeelding 15. Percentages doden binnen de bebouwde kom per verkeersmodus en totaal



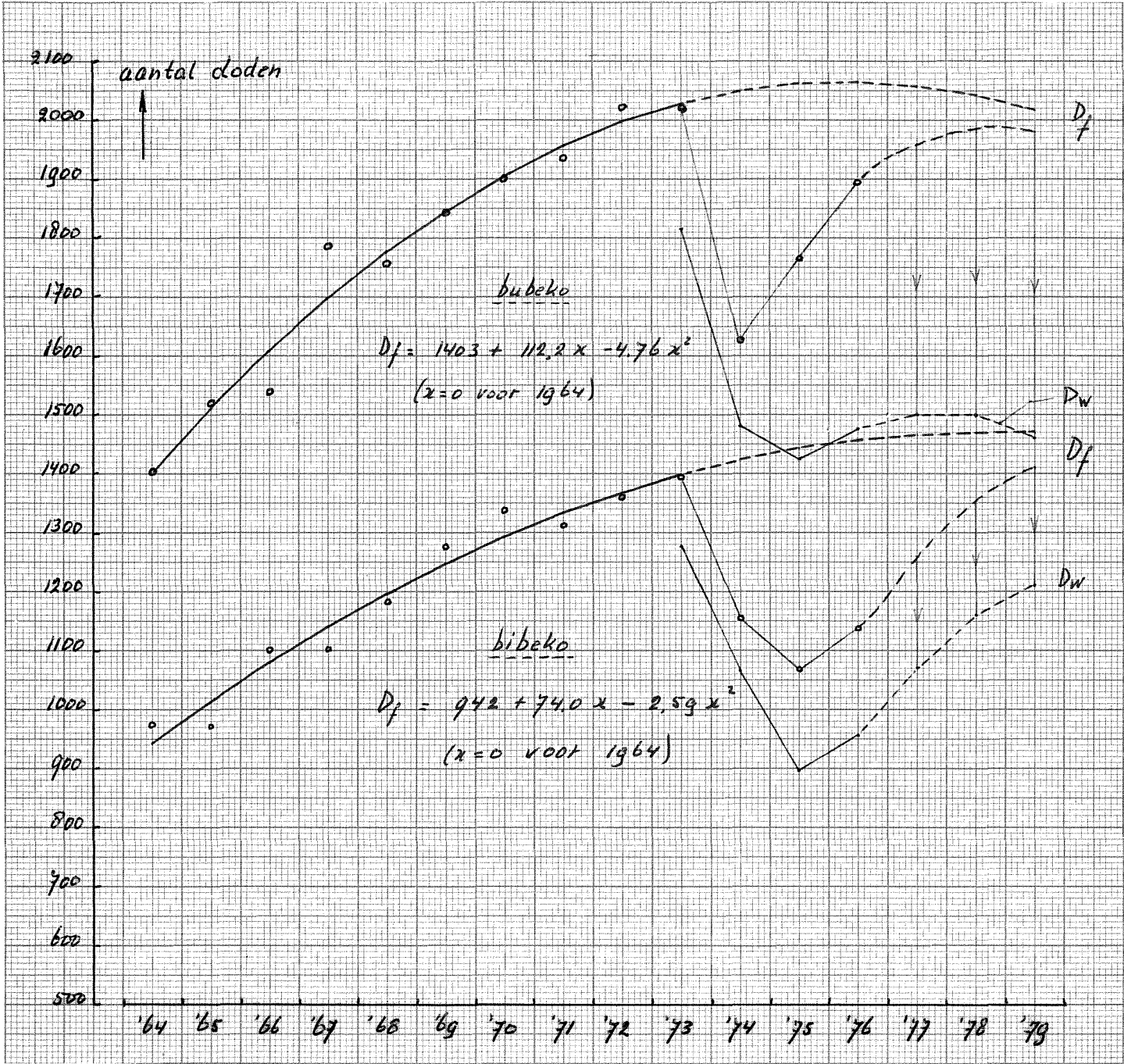
Afbeelding 16. Percentages gewonden binnen de bebouwde kom per verkeersmodus en totaal



Afbeelding 17. Aantallen doden per jaar met regressielijn

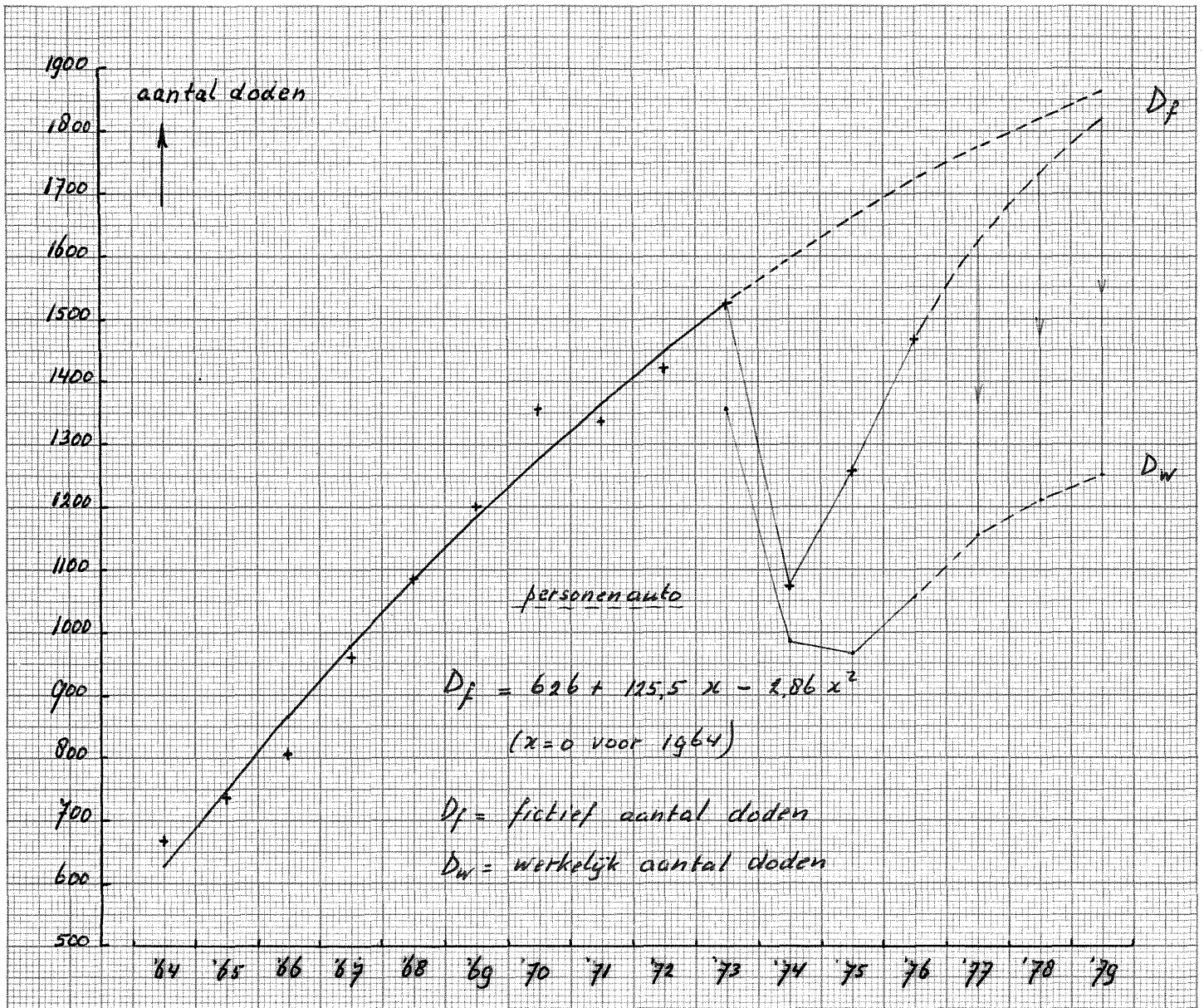


Afbeelding 18. Werkelijke en fictieve aantallen doden per jaar met regressielijn van fictieve aantallen

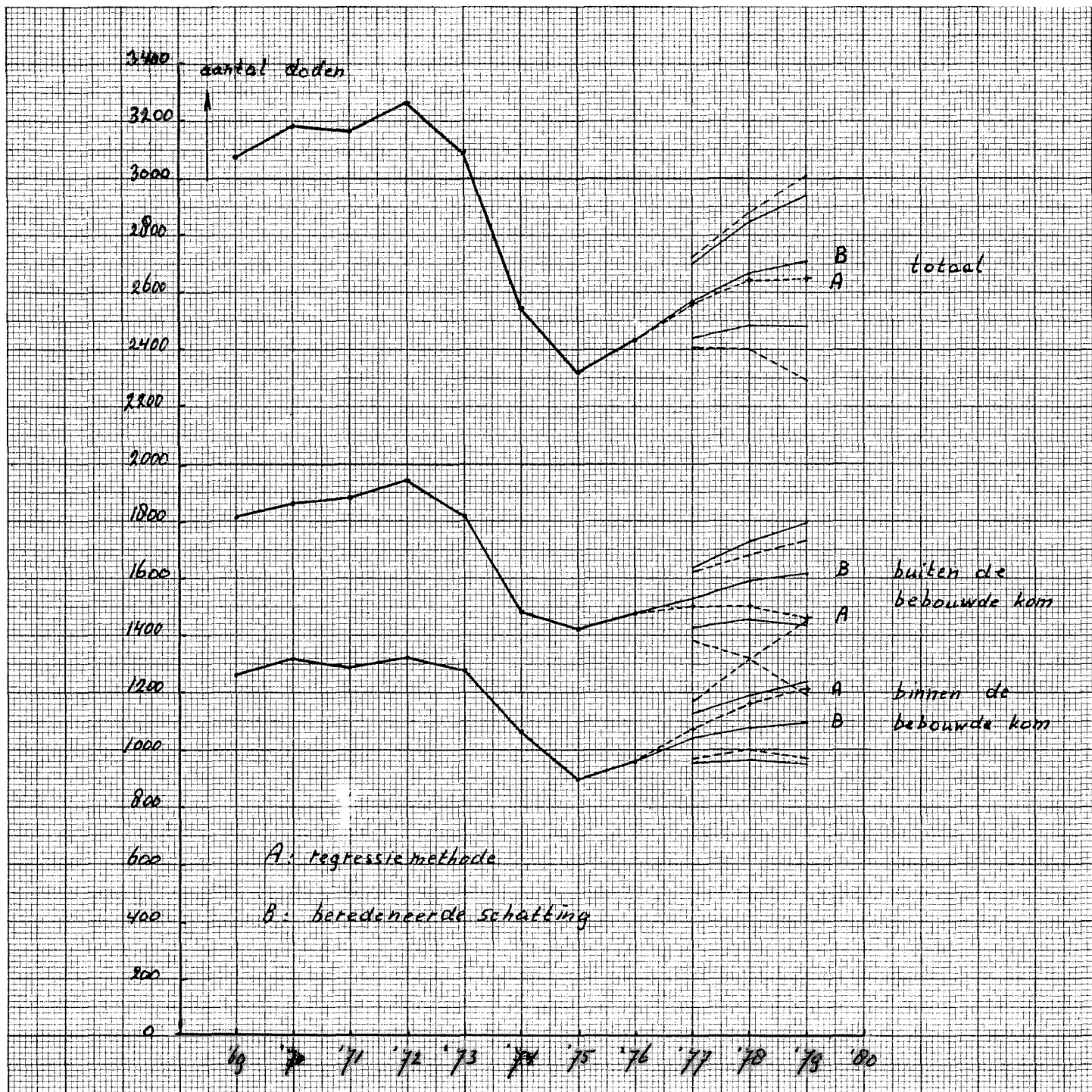


Afbeelding 19. Fictieve aantallen doden per jaar, binnen en buiten de bebouwde kom, met regressielijnen en verwachtingen werkelijke aantallen



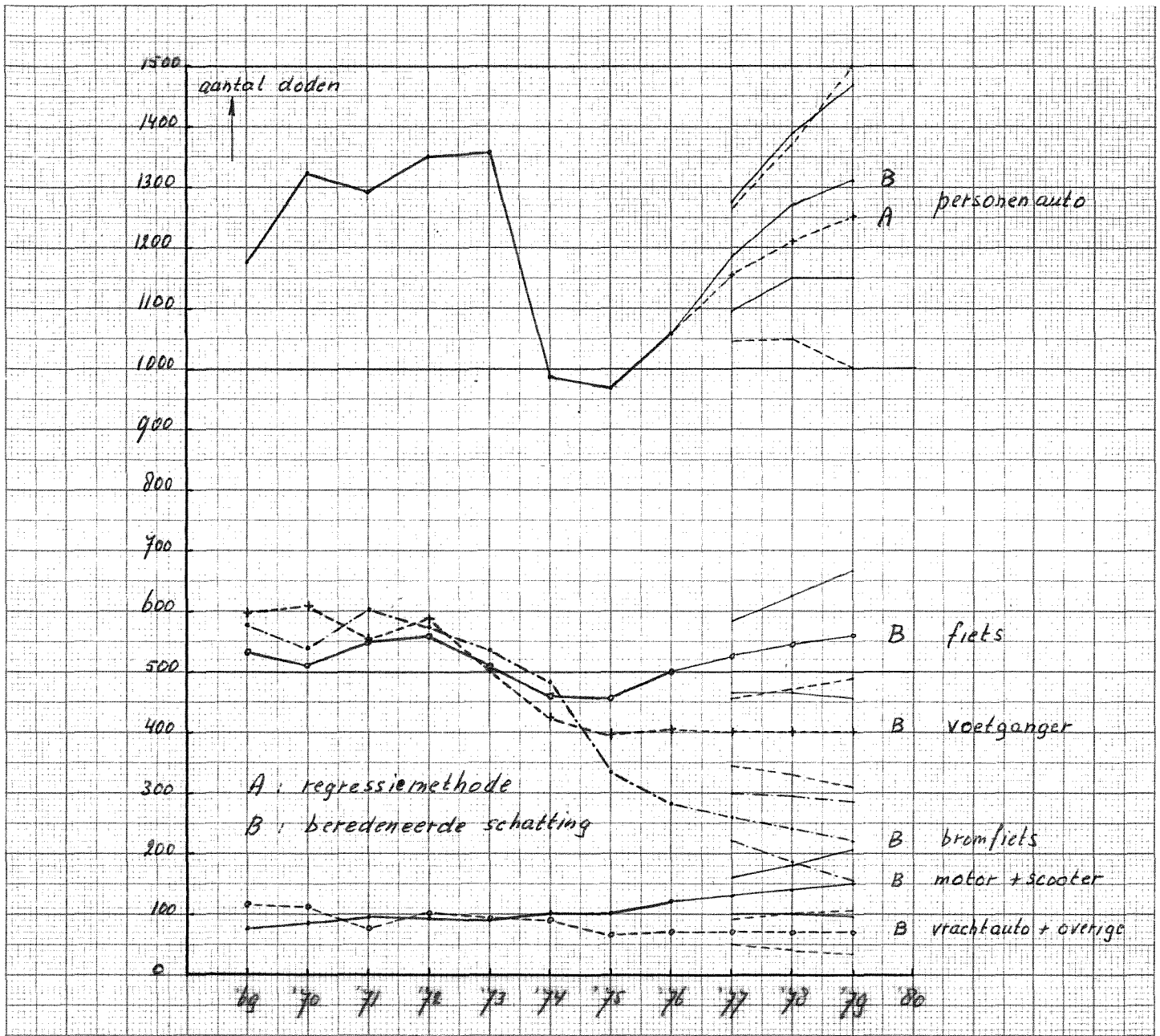


Afbeelding 20. Fictieve aantallen doden per jaar bij personenauto's met regressielijn en verwachting werkelijke aantallen



(de geschetste boven- en ondergrenzen hebben betrekking op de 90%-betrouwbaarheidsintervallen)

Afbeelding 21. Aantallen doden vanaf 1969 en verwachtingen voor 1977 t/m 1979; totaal en naar bebouwing



(de geschetste boven- en ondergrenzen hebben betrekking op de 90% betrouwbaarheidsintervallen)

Afbeelding 22. Aantallen doden vanaf 1969 en verwachtingen voor 1977 t/m 1979; per wijze van verkeersdeelname

BIJLAGEN 1 T/M 5

bij

TRENDANALYSE VERKEERSONVEILIGHEID I

R-78-25B

J. van Minnen

Voorburg, 1978

Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV

## INHOUD

<u>Bijlage 1</u> : Onderzoek naar het meest geschikte "startjaar" voor de trendanalyse	11 blz.
<u>Bijlage 2</u> : Onzekerheden in de (trend)verwachting ten gevolge van toevalsfluctuaties bij de regressiemethoden en de schattingsmethode	17 blz.
<u>Bijlage 3</u> : Aangepaste regressiemethode met fictieve aantallen slachtoffers	8 blz.
<u>Bijlage 4</u> : Bepaling van draagpercentages van autogordel en bromfietshelm; berekening van fictieve aantallen doden	13 blz.
<u>Bijlage 5</u> : Schatting van de grootte en de ontwikkeling van het effect van de energiecrisis bij personenauto's	7 blz.

BIJLAGE 1 bij TRENDANALYSE VERKEERSONVEILIGHEID I

ONDERZOEK NAAR HET MEEST GESCHIKTE "STARTJAAR" VOOR DE TRENDANALYSE

J. van Minnen

Voorburg, 1978

Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV

## INHOUD

1. Inleiding	3
2. Keuze regressiekromme	4
3. Keuze startjaar	5
<u>Afbeelding a.</u> Ontwikkeling van de (fictieve) aantallen doden per jaar	9
<u>Afbeelding b.</u> Verhouding tussen werkelijke en theoretisch te verwachten spreiding rond de regressiekromme als functie van het startjaar	10
<u>Afbeelding c.</u> Aantallen doden (fictief) en berekende regressiekrommen voor de startjaren 1960 t/m 1969	11

## 1. INLEIDING

In paragraaf 3.1. van het rapport Trendanalyse I wordt een overzicht gegeven van de mogelijke onzekerheden in de trendverwachtingen. In dat overzicht worden onder meer genoemd:

- de onzekerheid die volgt uit het gebruik van een model voor de trendberekening;
- de onzekerheid in de berekende trendkromme als gevolg van de stochastische component in de onveiligheidsgetallen die voor de berekening werden gebruikt.

Beide onzekerheden zijn afhankelijk van het gekozen model, in dit geval van de gedaante van de regressiekromme (lineair, kwadratisch enz.). De onzekerheid die volgt uit het gebruikte model, is ook sterk afhankelijk van het aantal waarnemingen dat voor de berekeningen wordt gebruikt. Gegeven het laatste jaar van de bruikbare waarnemingen (1973) wordt dit aantal waarnemingen bepaald door de keuze van het eerste jaar, het "startjaar". In deze bijlage wordt aangegeven op grond waarvan voor de toegepaste regressieberekeningen het startjaar werd gekozen.



## 2. KEUZE REGRESSIEKROMME

De ontwikkeling van de fictieve aantallen verkeersdoden in de periode 1960 t/m 1973, zoals weergegeven in afbeelding a, vertoont een enigszins S-vormig beeld. Dit geldt zowel voor de totale aantallen als voor de aantallen binnen en buiten de bebouwde kom. Betreft men de gegevens van slechts enkele opeenvolgende jaren in de regressieberekening, dan kan met een lineaire benadering worden volstaan ( $y = a + bx$ ). Bij gebruik van een groter aantal waarnemingen voor de regressieberekening zal een 2<sup>e</sup>-graadskromme een betere benadering geven ( $y = a + bx + cx^2$ ). Voor de volledige periode 1960 t/m 1973 is tenminste een 3<sup>e</sup>-graadskromme nodig om het S-vormige verloop goed te benaderen ( $y = a + bx + cx^2 + dx^3$ ). In principe is het gewenst een zo groot mogelijke periode voor de regressieberekening te gebruiken, omdat daardoor de onzekerheid in de trendverwachting zo klein mogelijk wordt (zie bijlage 2). Dit zou pleiten voor het gebruik van een 3<sup>e</sup>-graadskromme voor de regressieberekening. Daar staat echter tegenover dat een dergelijke kromme een extreme, en daardoor onrealistische, ontwikkeling als uitkomst kan geven, wanneer men de trendverwachting voor een periode van meer dan 2 à 3 jaar wil berekenen. En dat is in dit geval nodig omdat voor de trendberekening 1973 het laatste bruikbare jaar is, terwijl een verwachting wordt uitgesproken over de ontwikkelingen t/m 1979. Voor- en nadelen tegen elkaar afgewogen werd voor de regressieberekeningen aan de 2<sup>e</sup>-graadskromme de voorkeur gegeven.

### 3. KEUZE STARTJAAR

De onzekerheid in de trendverwachting als gevolg van de stochastische component in de waarnemingen neemt af naarmate het aantal waarnemingen in de berekening toeneemt (zie bijlage 2). Dit pleit ervoor het startjaar zo vroeg mogelijk te kiezen. Daar staat tegenover dat een benadering via een 2<sup>e</sup>-graadskromme niet meer reëel is als men ver vóór het buigpunt in de ontwikkeling het startjaar kiest. Dan zullen de werkelijke waarden gemiddeld te veel van de kromme afwijken. Deze afwijkingen kunnen nu als criterium voor de keuze van het startjaar worden gebruikt, gebaseerd op de volgende redenering. De jaarlijkse aantallen doden worden opgevat als uitkomsten van Poisson-processen, waarvan de gemiddelde waarden worden bepaald door de trendmatige ontwikkeling. Gesteld dat de regressiekromme een goede benadering is van deze trendmatige ontwikkeling, kunnen de afwijkingen ten opzichte van de kromme de toevalsfluctuaties worden genoemd. Bij een kwadratische regressiekromme kan de standaardafwijking van de fluctuaties worden berekend uit:

$$S = \sqrt{\frac{\sum (d_f - d_r)^2}{n-3}}, \text{ waarin:}$$

- S = standaardafwijking
- d<sub>f</sub> = fictief aantal doden
- d<sub>r</sub> = uitkomst van regressieberekening
- n = aantal waarnemingen

Theoretisch is te verwachten dat de standaardafwijking gelijk is aan de wortel uit het absolute aantal:

$$S_{th} = \sqrt{d}$$

Wanneer de jaarlijkste aantallen onderling niet te veel verschillen kan de theoretische standaardafwijking worden benaderd door:

$$S_{th} = \sqrt{d_f}$$

Zolang de kromme de feitelijke ontwikkeling goed benadert, mag worden verwacht dat:

$$\frac{S}{S_{th}} \leq 1$$

De verhouding  $S/S_{th}$  werd nu berekend voor een aantal startjaren en voor drie situaties: totaal, binnen de bebouwde kom (bibeko) en buiten de bebouwde kom (bubeko). De daarvoor benodigde gegevens zijn opgenomen in onderstaande tabel, beginnend bij 1960. Een verdeling naar bebouwing begint één jaar later omdat in 1960 de definitie van het begrip "binnen de bebouwde kom" werd gewijzigd.

jaar	fictief aantal doden			jaar	fictief aantal doden		
	totaal	bibeko	bubeko		totaal	bibeko	bubeko
1960	1928	-	-	1967	2886	1101	1785
1961	2000	834	1166	1968	2938	1182	1756
1962	2086	916	1170	1969	3118	1276	1842
1963	2013	839	1174	1970	3238	1338	1900
1964	2383	975	1408	1971	3247	1312	1935
1965	2491	971	1520	1972	3382	1360	2022
1966	2638	1100	1538	1973*	3416	1394	2022

\* gecorrigeerde aantallen i.v.m. begin van de energiecrisis

De uitkomsten van deze berekeningen zijn samengevat in de volgende tabellen:

totaal						
start- jaar	n	regressievergelijking*	$\bar{d}_f$	$S_{th}$	S	$S/S_{th}$
1960	14	$d_r = 2724,1 + 129,31x - 1,6415x^2$	2697	51,94	97,07	1,87
1961	13	$d_r = 2807,4 + 132,04x - 3,6299x^2$	2757	52,50	88,49	1,69
1962	12	$d_r = 2894,2 + 133,66x - 6,2542x^2$	2820	53,10	75,08	1,41
1963	11	$d_r = 2984,1 + 133,74x - 9,7727x^2$	2886	53,72	51,23	0,95
1964	10	$d_r = 3034,4 + 120,09x - 7,3523x^2$	2974	54,53	43,01	0,79
1965	9	$d_r = 3103,4 + 115,90x - 9,6104x^2$	3039	55,13	39,12	0,71
1966	8	$d_r = 3160,7 + 106,82x - 10,0536x^2$	3108	55,75	42,69	0,77
1967	7	$d_r = 3200,6 + 93,11x - 6,3929x^2$	3175	56,35	41,41	0,73
1968	6	$d_r = 3258,1 + 91,17x - 11,9643x^2$	3223	56,77	39,89	0,70
1969	5	$d_r = 3286,8 + 74,00x - 3,2857x^2$	3280	57,27	39,28	0,69

bibeko						
start- jaar	n	regressievergelijking*	$\bar{d}_f$	$S_{th}$	S	$S/S_{th}$
1961	13	$d_r = 1128,1 + 50,84x - 0,3801x^2$	1123	33,51	45,58	1,36
1962	12	$d_r = 1158,2 + 51,57x - 0,9366x^2$	1147	33,87	46,59	1,38
1963	11	$d_r = 1198,5 + 54,45x - 3,0524x^2$	1168	34,18	33,13	0,97
1964	10	$d_r = 1222,3 + 50,66x - 2,5947x^2$	1201	34,65	34,83	1,01
1965	9	$d_r = 1256,5 + 50,83x - 4,5714x^2$	1226	35,01	30,56	0,87
1966	8	$d_r = 1277,7 + 45,30x - 3,7679x^2$	1258	35,47	32,76	0,92
1967	7	$d_r = 1311,0 + 45,39x - 7,6310x^2$	1280	35,78	26,73	0,75
1968	6	$d_r = 1328,9 + 36,74x - 6,3571x^2$	1310	36,20	30,27	0,84
1969	5	$d_r = 1333,4 + 25,80x + 1,2857x^2$	1336	36,55	26,84	0,73

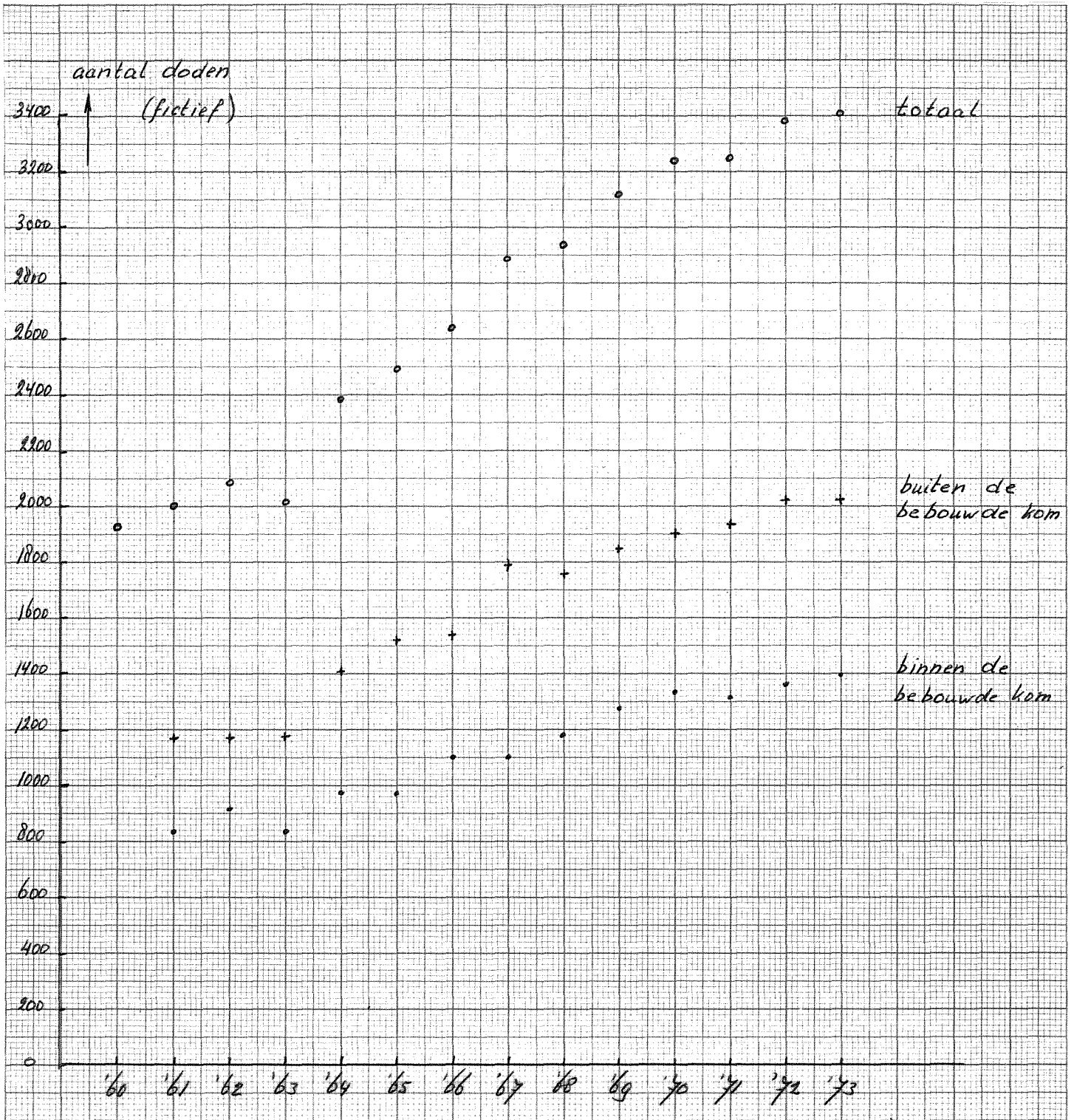
bubeko

start- jaar	n	regressievergelijking*	$\bar{d}_f$	$S_{th}$	S	$S/S_{th}$
1961	13	$d_r = 1679,2 + 81,20x - 3,2498x^2$	1634	40,42	64,43	1,59
1962	12	$d_r = 1736,0 + 82,08x - 5,3177x^2$	1673	40,90	52,06	1,27
1963	11	$d_r = 1785,6 + 79,29x - 6,7203x^2$	1718	41,45	49,58	1,20
1964	10	$d_r = 1812,0 + 69,43x - 4,7576x^2$	1773	42,10	45,32	1,08
1965	9	$d_r = 1846,9 + 65,07x - 5,0390x^2$	1813	42,58	48,86	1,15
1966	8	$d_r = 1883,0 + 61,52x - 6,2857x^2$	1850	43,01	52,43	1,22
1967	7	$d_r = 1889,6 + 47,71x - 1,2381x^2$	1895	43,53	32,54	0,75
1968	6	$d_r = 1929,2 + 54,43x - 5,6071x^2$	1913	43,74	19,04	0,44
1969	5	$d_r = 1953,3 + 48,20x - 4,5714x^2$	1944	44,09	23,06	0,52

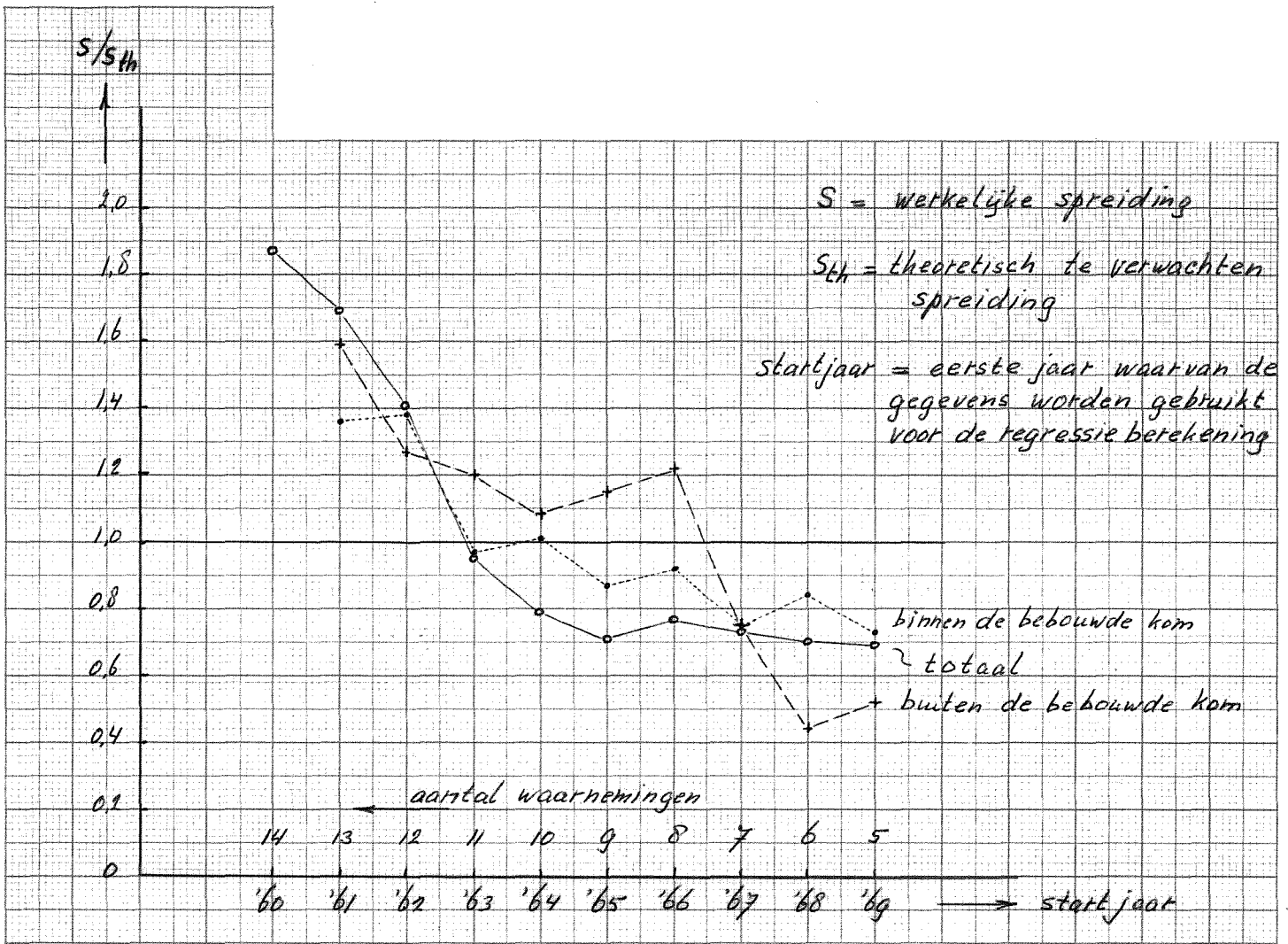
\* bij de regressievergelijkingen geldt:  $x = 0$  voor het jaar  $\frac{j_s + 1973}{2}$ , waarin  $j_s$  het startjaar is

De verhoudingen  $S/S_{th}$  zijn weergegeven in afbeelding b. Het blijkt dat vanaf 1964 als startjaar het gemiddelde van de drie waarden  $S/S_{th}$  kleiner dan één is, zodat dit jaar in ieder geval als startjaar in aanmerking komt. Ook 1963 zou nog als startjaar in aanmerking komen, omdat twee van de drie waarden van  $S/S_{th}$  kleiner dan één zijn; het lijkt echter niet verstandig dit jaar als startjaar te kiezen, aangezien bekend is dat 1963, wat de verkeersonveiligheid betreft, een uitzonderlijk jaar was (o.a. als gevolg van de strenge winter). Geconcludeerd kan worden dat het jaar 1964 het meest geschikt is als startjaar voor de regressieberekeningen ten behoeve van de trendanalyse.

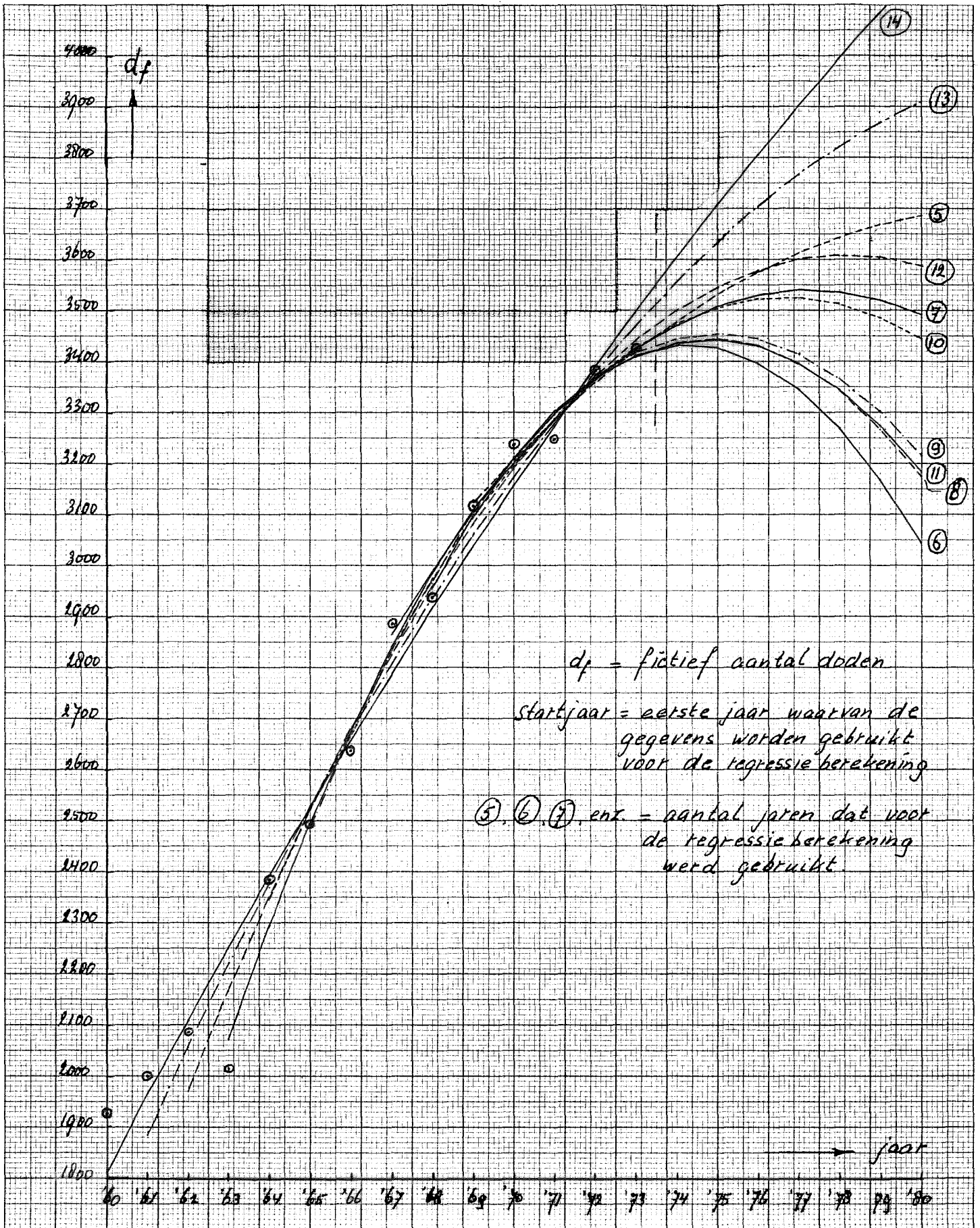
Ter illustratie zijn in afbeelding c de regressiekrommen getekend voor het totale aantal doden, geëxtrapoleerd tot het jaar 1980. Voor de nummering van de krommen is het aantal waarnemingen in de berekeningen gebruikt.



Afbeelding a. Ontwikkeling van de (fictieve) aantallen doden per jaar



Afbeelding b. Verhouding tussen werkelijke en theoretisch te verwachten spreiding rond de regressiekromme als functie van het startjaar



Afbeelding c. Aantallen doden (fictief) en berekende regressiekrommen voor de startjaren 1960 t/m 1969



BIJLAGE 2 bij TRENDANALYSE VERKEERSONVEILIGHEID I

ONZEKERHEDEN IN DE (TREND)VERWACHTING TEN GEVOLGE VAN TOEVALS-  
FLUCTUATIES BIJ DE REGRESSIEMETHODEN EN DE SCHATTINGSMETHODE

J. van Minnen

Voorburg, 1978

Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV

---

## INHOUD

1.	<u>Regressiemethode</u>	3
1.1.	Algemeen	3
1.2.	Afleiding van de formule voor berekening van de onzekerheid in de trendverwachting	4
1.3.	Toepassing op de regressiemethode met fictieve aantallen	9
2.	<u>Schattingsmethode</u>	14
	<u>Afbeelding a.</u> Verhouding tussen de standaardafwijking in de verwachting en die in de waarnemingsperiode als functie van $n$ en de voorbereidingstijd $j$ ; kwadratische regressiekrommen	16
	<u>Afbeelding b.</u> Onzekerheden in berekende en te verwachten fictieve aantallen doden per jaar	17

## 1. REGRESSIEMETHODE

### 1.1. Algemeen

De trendontwikkeling wordt benaderd door een kromme van de gedaante  $y = a + bx + cx^2$ , waarin  $x$  de tijd en  $y$  de aantallen slachtoffers voorstelt;  $a$ ,  $b$  en  $c$  zijn constanten.

Wanneer men nu voor een bepaald jaar  $x$  de verwachting berekent, dan heeft men onder meer te maken met de onzekerheden die het gevolg zijn van toevalsfluctuaties, de zgn. stochastische component, bestaande uit:

- a. de onzekerheid in de berekende trendkromme als gevolg van de toevallige afwijkingen in de onveiligheidsgetallen die voor de berekening werden gebruikt;
- b. de onzekerheid in de berekende verwachting voor een bepaald jaar als gevolg van de toevallige afwijkingen die in dat jaar kunnen optreden.

Uitgaande van een "ongewijzigd beleid", dus zonder nieuwe belangrijke maatregelen voor de veiligheid, en aangenomen dat er ook geen belangrijke gebeurtenissen zullen plaatsvinden, zijn het bijna uitsluitend de onder a. en b. genoemde onzekerheden die de totale onzekerheid in de verwachting voor een bepaald jaar bepalen.

Beide onzekerheden kunnen in principe worden berekend. Er is daarvoor een benaderingsmethode toegepast, waarvan de uitkomsten weinig zullen afwijken van de exacte waarden.

Bij de berekeningen wordt er vanuit gegaan dat de grootte van de onder a. en b. genoemde toevallige afwijkingen kan worden vastgesteld door de jaarlijkse aantallen slachtoffers te beschouwen als trekkingen uit een Poissonverdeling, waarvan het gemiddelde wordt bepaald door de trendontwikkeling.

De standaardafwijking van de verdeling is daarmee gegeven en gelijk aan  $\tau = \sqrt{y}$ , waarin  $y$  het volgens de trend te verwachten aantal slachtoffers in het betreffende jaar voorstelt. Op deze wijze is tevens de onder b. genoemde onzekerheid vastgesteld.

Het vaststellen van de onzekerheid in de berekende trendkromme (a)

is aanzienlijk gecompliceerder; in de volgende paragraaf wordt een relatie afgeleid waarmee deze onzekerheid kan worden berekend.

1.2. Afleiding van de formule voor berekening van de onzekerheid in de trendverwachting

De trendverwachting wordt weergegeven met behulp van de regressiekromme  $y = a + bx + cx^2$ , afgeleid uit de waarnemingen over n opeenvolgende jaren. De tijdschaal wordt zodanig gekozen dat alle waarden van x symmetrisch ten opzichte van  $x = 0$  liggen, dus:

$$x_n = -x_1, x_{n-1} = -x_2 \text{ enz.}$$

Elke waarde  $y_i$ , behorend bij het jaar  $x_i$  ( $i = 1, 2, 3, \dots n$ ) wordt opgevat als een aselechte trekking uit een hypothetische verzameling waarden  $y_i$ , waarvan het gemiddelde overeenkomt met de trendwaarde voor dat jaar en de standaardafwijking gelijk is aan  $\tau_i = \sqrt{y_i}$  (Poissonverdeling).

De trendverwachting  $y$ , behorend bij het jaar  $x$ , bevat nu een onzekerheid als gevolg van de toevalsspreiding in alle waarden  $y_i$  die voor de berekening van de regressiekromme werden gebruikt. Verandert men de waarde  $y_i$  met  $\Delta y_i$ , dan heeft dit een verandering in de verwachting  $y$  tot gevolg:  $\Delta y_{(i)}$ .

De veranderingen van de verwachting  $y$  als gevolg van alle afwijkingen  $\Delta y_i$  ( $i = 1, 2, 3, \dots n$ ) zijn additief.

Aangenomen dat de afwijkingen  $\Delta y_i$  ten opzichte van de trendkromme onderling onafhankelijk zijn (dit geldt per definitie voor de stochastische component), kunnen de varianties van  $y$  die daarvan het gevolg zijn, worden opgeteld: stel de variantie van  $y$  ten gevolge van die in  $y_i = \text{var } y_{(i)}$ ; de totale variantie van  $y$  is dan:

$$\text{var } y = \sum_{i=1}^n \text{var } y_{(i)}$$

De varianties  $\text{var } y_{(i)}$  kunnen worden afgeleid uit de verhoudingen

$$v_i = \frac{\text{var } y_{(i)}}{\text{var } y_i}$$

Wanneer nu een verandering  $\Delta y_i$  een verandering  $\Delta y_{(i)}$  in de verwachting  $y$  tot gevolg heeft, dan geldt:

$$v_i = \frac{\text{var } y_{(i)}}{\text{var } y_i} = \left( \frac{\delta y_{(i)}}{\delta y_i} \right)^2 = \left( \frac{\Delta y_{(i)}}{\Delta y_i} \right)^2$$

De totale variantie in de trendverwachting volgt dan uit:

$$\text{var } y = \sum_{i=1}^n \text{var } y_{(i)} = \sum_{i=1}^n \text{var } y_i \left( \frac{\Delta y_{(i)}}{\Delta y_i} \right)^2$$

Indien de waarden  $y_i$  onderling niet al te veel verschillen kunnen alle waarden  $\text{var } y_i$  worden vervangen door een gemiddelde:  $\text{var } \bar{y}_i$ , zodat:

$$v = \sum_{i=1}^n v_i = \frac{\text{var } y}{\text{var } \bar{y}_i} = \sum_{i=1}^n \left( \frac{\Delta y_{(i)}}{\Delta y_i} \right)^2 \quad (1)$$

$\Delta y_{(i)}$  kan worden gezien als de algebraïsche som van drie veranderingen, die het gevolg zijn van:

- een verschuiving van de trendcurve:  $\Delta a_{(i)}$ ;
  - een verandering van het lineaire deel van de helling:  $\Delta b_{(i)}$ ;
  - een verandering van het kwadratische deel van de helling:  $\Delta c_{(i)}$ ;
- zodat:

$$\Delta y_{(i)} = \Delta a_{(i)} + \Delta b_{(i)}x + \Delta c_{(i)}x^2 \quad (2)$$

(2) gesubstitueerd in (1) geeft:

$$\begin{aligned} v = \sum_{i=1}^n \left( \frac{\Delta y_{(i)}}{\Delta y_i} \right)^2 &= \sum_{i=1}^n \left( \frac{\Delta a_{(i)}}{\Delta y_i} \right)^2 + \sum_{i=1}^n \frac{2 \Delta a_{(i)} \cdot \Delta b_{(i)}}{\Delta y_i \cdot \Delta y_i} x + \\ &+ \sum_{i=1}^n \frac{\Delta b_{(i)}^2 + 2 \Delta a_{(i)} \cdot \Delta c_{(i)}}{\Delta y_i \cdot \Delta y_i} x^2 + \sum_{i=1}^n \frac{2 \Delta b_{(i)} \cdot \Delta c_{(i)}}{\Delta y_i \cdot \Delta y_i} x^3 + \sum_{i=1}^n \left( \frac{\Delta c_{(i)}}{\Delta y_i} \right)^2 x^4 \end{aligned} \quad (3)$$

Bij de berekening van een kwadratische regressiekromme uit  $n$  waarnemingen kunnen de constanten  $a$ ,  $b$  en  $c$  in het algemeen worden afgeleid uit het volgende stelsel van vergelijkingen:

$$\begin{aligned} na + \sum xb + \sum x^2 c &= \sum y \\ \sum xa + \sum x^2 b + \sum x^3 c &= \sum xy \\ \sum x^2 a + \sum x^3 b + \sum x^4 c &= \sum x^2 y \end{aligned}$$

Omdat in dit geval de waarden van x symmetrisch ten opzichte van  $x = 0$  zijn gekozen, is  $\sum x = \sum x^3 = 0$ .

De expliciete functies voor a, b en c luiden dan:

$$a = \frac{\sum x^2 y - \frac{\sum x^4}{\sum x^2} \sum y}{\sum x^2 - n \frac{\sum x^4}{\sum x^2}} \quad b = \frac{\sum xy}{\sum x^2} \quad c = \frac{\sum x^2 y - \frac{\sum x^2}{n} \sum y}{\sum x^4 - \frac{\sum x^2}{n} \sum x^2}$$

Verandert men  $y_i$  met  $\Delta y_i$ , dan geeft dit de volgende veranderingen:

$$\Delta \sum x^2 = 0 \quad \Delta \sum x^4 = 0 \quad \Delta \sum y = \Delta y_i$$

$$\Delta \sum xy = x_i \Delta y_i \quad \text{en} \quad \Delta \sum x^2 y = x_i^2 \Delta y_i$$

Dit toegepast op de functies voor a, b en c:

$$\Delta a_{(i)} = \frac{x_i^2 \Delta y_i - \frac{\sum x^4}{\sum x^2} \Delta y_i}{\sum x^2 - n \frac{\sum x^4}{\sum x^2}} \quad \text{of:} \quad \frac{\Delta a_{(i)}}{\Delta y_i} = \frac{x_i^2 - \frac{\sum x^4}{\sum x^2}}{\sum x^2 - n \frac{\sum x^4}{\sum x^2}}$$

$$\Delta b_{(i)} = \frac{x_i \Delta y_i}{\sum x^2} \quad \text{of:} \quad \frac{\Delta b_{(i)}}{\Delta y_i} = \frac{x_i}{\sum x^2}$$

$$\Delta c_{(i)} = \frac{x_i^2 \Delta y_i - \frac{\sum x^2}{n} \Delta y_i}{\sum x^4 - \frac{\sum x^2}{n} \sum x^2} \quad \text{of:} \quad \frac{\Delta c_{(i)}}{\Delta y_i} = \frac{x_i^2 - \frac{\sum x^2}{n}}{\sum x^4 - \frac{\sum x^2}{n} \sum x^2}$$

Ter vereenvoudiging stellen we:

$$\sum x^2 = p \quad \sum x^4 = p \cdot q \quad \text{zodat} \quad \frac{\sum x^4}{\sum x^2} = q, \quad \text{waardoor:}$$

$$\frac{\Delta a_{(i)}}{\Delta y_i} = \frac{x_i^2 - q}{p - nq} \tag{4}$$

$$\frac{\Delta b_{(i)}}{\Delta y_i} = \frac{x_i}{p} \tag{5}$$

$$\frac{\Delta c_{(i)}}{\Delta y_i} = \frac{x_i^2 - \frac{p}{n}}{pq - \frac{p^2}{n}} = \frac{nx_i^2 - p}{p(nq - p)} \quad (6)$$

(4), (5) en (6) worden nu toegepast op de termen van (3):

$$\sum_{i=1}^n \left( \frac{\Delta a_{(i)}}{\Delta y_i} \right)^2 = \sum_{i=1}^n \left( \frac{x_i^2 - q}{p - nq} \right)^2 = \sum_{i=1}^n \frac{x_i^4 - 2x_i^2q + q^2}{(p - nq)^2} =$$

$$\frac{\sum x^4 - 2\sum x^2q + nq^2}{(p - nq)^2} = \frac{pq - 2pq - nq^2}{(p - nq)^2}, \text{ te herleiden tot } \frac{q}{nq - p}.$$

$$\sum_{i=1}^n \frac{2\Delta a_{(i)} \cdot \Delta b_{(i)}}{\Delta y_i \cdot \Delta y_i} = 2 \sum_{i=1}^n \frac{x_i^2 - q}{p - nq} \cdot \frac{x_i}{p} = 2 \sum_{i=1}^n \frac{x_i^3 - qx_i}{p(p - nq)} =$$

$$= \frac{2(\sum x^3 - q\sum x)}{p(p - nq)} = 0$$

Omdat  $\sum x = \sum x^3 = 0$  is deze term eveneens 0.

$$\begin{aligned} \sum_{i=1}^n \left\{ \left( \frac{\Delta b_{(i)}}{\Delta y_i} \right)^2 + \frac{2\Delta a_{(i)}}{\Delta y_i} \cdot \frac{\Delta c_{(i)}}{\Delta y_i} \right\} &= \sum_{i=1}^n \left( \frac{x_i^2}{p^2} + 2 \cdot \frac{x_i^2 - q}{p - nq} \cdot \frac{nx_i^2 - p}{p(nq - p)} \right) = \\ &= \sum_{i=1}^n \left( \frac{x_i^2}{p^2} - 2 \cdot \frac{(nx_i^4 - nqx_i^2 - px_i^2 + pq)}{p(p - nq)^2} \right) = \\ &= \frac{\sum x^2}{p^2} - 2 \cdot \frac{(n\sum x^4 - nq\sum x^2 - p\sum x^2 + npq)}{p(p - nq)^2} = \frac{p}{p^2} - 2 \cdot \frac{(npq - nqp - p^2 + npq)}{p(p - nq)^2}, \end{aligned}$$

hetgeen herleid kan worden tot:  $\frac{(p - nq) + 2p}{p(p - nq)}$ .

$$\begin{aligned} \sum_{i=1}^n \frac{2\Delta b(i) \cdot \Delta c(i)}{\Delta y_i \cdot \Delta y_i} &= 2 \sum_{i=1}^n \frac{x_i}{p} \cdot \frac{nx_i^2 - p}{p(nq - p)} = 2 \sum_{i=1}^n \frac{nx_i^3 - px_i}{p^2(nq - p)} = \\ &= \frac{2(n\sum x^3 - p\sum x)}{p^2(nq - p)} = 0 \end{aligned}$$

Ook in dit geval is de term 0 omdat  $\sum x = \sum x^3 = 0$ .

$$\begin{aligned} \sum_{i=1}^n \left( \frac{\Delta c(i)}{\Delta y_i} \right)^2 &= \sum_{i=1}^n \left( \frac{nx_i^2 - p}{p(nq - p)} \right)^2 = \sum_{i=1}^n \frac{n^2 x_i^4 - 2np x_i^2 + p^2}{p^2(nq - p)^2} = \\ &= \frac{n^2 \sum x^4 - 2np \sum x^2 + np^2}{p^2(nq - p)^2} = \frac{n^2 pq - 2np^2 + np^2}{p^2(nq - p)^2}, \text{ te herleiden tot: } \frac{n}{p(nq - p)}. \end{aligned}$$

Toepassing van deze herleidingen op (3) geeft:

$$V = \frac{q}{nq - p} + ox + \frac{(p - nq) + 2p}{p(p - nq)} x^2 + ox^3 + \frac{n}{p(nq - p)} x^4$$

$$\text{of } V = \frac{pq + (nq - 3p)x^2 + nx^4}{p(nq - p)} \quad (7)$$

Voor het hier toegepaste geval dat de waarden van  $x$  symmetrisch ten opzichte van  $x = 0$  zijn gekozen en  $x_i - x_{i-1} = 1$  kan worden afgeleid dat:

$$\sum x^2 = \frac{n^3 - n}{12} \quad \sum x^4 = \frac{(n^3 - n)}{12} \cdot \frac{(3n^2 - 7)}{20}, \text{ zodat:}$$

$$p = \sum x^2 = \frac{n^3 - n}{12} \quad \text{en} \quad q = \frac{\sum x^4}{\sum x^2} = \frac{3n^2 - 7}{20}$$



Beide gesubstitueerd in (7) geeft:

$$V = \frac{\frac{n^3 - n}{12} \cdot \frac{3n^2 - 7}{20} + \left( \frac{3n^2 - 7n}{20} - \frac{3(n^3 - n)}{12} \right) x^2 + nx^4}{\frac{n^3 - n}{12} \left( \frac{3n^3 - 7n}{20} - \frac{n^3 - n}{12} \right)},$$

na enige herleiding te schrijven als:

$$V = \frac{720 x^4 - 72(n^2 + 1)x^2 + 3(n^2 - 1)(3n^2 - 7)}{4n(n^2 - 1)(n^2 - 4)} \quad (8)$$

Op deze wijze is een directe relatie verkregen tussen de variantieverhoudingen van  $y$  en  $\bar{y}_1$  en het aantal waarnemingen dat voor de regressieberekening wordt toegepast.

Voor een aantal waarden van  $n$  en  $x$  zijn de uitkomsten van (8) berekend en in de volgende tabel opgenomen; daarin is de verhouding tussen de standaardafwijkingen opgegeven in plaats van die tussen de varianties, dus  $\sqrt{v}$ .

De variantieverhoudingen zijn uit de tabel (pagina 9) weer te verkrijgen door kwadratering.

Volledigheidshalve is op identieke wijze ook de onzekerheid in de trendverwachting afgeleid voor een lineaire regressiekromme:

$$y = a + bx$$

$$\text{In dat geval geldt: } V = \frac{12x^2 + n^2 - 1}{n(n^2 - 1)}$$

### 1.3. Toepassing op de regressiemethode met fictieve aantallen

Bij een normale regressiemethode is de onzekerheid te berekenen op de wijze die in de vorige paragraaf werd aangegeven.

Bij de methode met fictieve aantallen is de berekening van de verwachting gecompliceerder en de onzekerheid ook veel minder exact aan te geven. Er is daarvoor gebruik gemaakt van een benadering, die ten dele is gebaseerd op de normale regressiemethode en ten dele berust op schattingen.

x	n											
	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
0		0,697		0,577		0,505		0,455		0,418		
0,5	0,742		0,609		0,529		0,474		0,433		0,401	
1		0,609		0,535		0,482		0,441		0,408		
1,5	0,975		0,554		0,482		0,442		0,411		0,386	
2		0,941		0,535		0,448		0,411		0,386		
2,5	2,784		0,906		0,529		0,428		0,389		0,365	
3		2,145		0,873		0,528		0,417		0,373		
3,5	5,740		1,789		0,842		0,528		0,411		0,362	
4		3,975		1,558		0,813		0,528		0,408		
4,5	9,724		3,061		1,395		0,786		0,526		0,407	
5		6,363		2,507		1,272		0,762		0,524		
5,5	14,716		4,681		2,137		1,176		0,739		0,521	
6		9,294		3,690		1,872		1,098		0,719		
6,5			6,635		3,046		1,674		1,034		0,699	
7		12,763		5,099		2,597		1,520		0,979		
7,5			8,920		4,117		2,268		1,396		0,932	
8				6,729		3,442		2,018		1,295		
8,5			11,535		5,345		2,955		1,821		1,211	
9				8,580		4,405		2,589		1,663		
9,5					6,729		3,732		2,305		1,533	
10				10,650		5,483		3,231		2,079		
10,5					8,269		4,598		2,846		1,895	
11						6,676		3,943		2,542		
11,5							5,552		3,443		2,296	
12	boven de "traplijn": waarnemingsgebied								4,725		3,051	
12,5	onder de "traplijn": verwachtingsgebied									4,097		2,737
13	regressiekromme: $y = a + bx + cx^2$										3,606	
13,5	(x = 0 voor het jaar: $\frac{n+1}{2}$ )											3,215

Verhouding van de standaardafwijkingen  $\sqrt{v}$  als functie van x en n bij een kwadratische regressiekromme

De volgende redenering werd toegepast. In afbeelding b, gebaseerd op afbeelding 18 van het rapport, is de regressiekromme voor de fictieve aantallen doden weergegeven. Uit de tabel van pagina 9 werden de waarden  $\sqrt{v}$  voor de jaren 1974 t/m 1979 bij  $n = 10$  afgelezen en toegepast op het gemiddelde (fictieve) aantal doden in de periode 1964 t/m 1973: ca. 2975 doden, waaruit volgt:  $\bar{\tau} = \sqrt{2975} = 55$ . Dit leidt tot de volgende uitkomsten:

	$\sqrt{v}$ (n=10)	$\sqrt{v} \times \tau$	$D_f$ (tabel 6 rapport)	$D_f \pm \tau$
1974	1,176	65	3475 $\pm$ 65	3407 $\div$ 3537
1975	1,674	92	3504 $\pm$ 92	3412 $\div$ 3596
1976	2,268	125	3521 $\pm$ 125	3396 $\div$ 3646
1977	2,955	163	3524 $\pm$ 163	3361 $\div$ 3687
1978	3,732	205	3512 $\pm$ 205	3307 $\div$ 3717
1979	4,598	253	3485 $\pm$ 253	3232 $\div$ 3738

De aldus berekende waarden van  $D_f \pm \tau$  zijn in afbeelding b uitgezet als de krommen  $D_f + \tau$  en  $D_f - \tau$ .

Vanuit het punt dat de feitelijke waarde van  $D_f$  in 1976 weergeeft (3030 doden) werden nu 2 krommen getekend die geleidelijk de krommen  $D_f + \tau$ , resp.  $D_f - \tau$  benaderen, op dezelfde wijze als dit voor de trendkromme van  $D_f$  was gedaan. Uit de grafiek kan dan worden afgelezen:

voor 1977:  $D_f = 3145 \div 3275 = 3210 \pm 65$  dus  $\tau_{77} = 65$ ;  $\tau_{77}^2 = 4225$   
 voor 1978:  $D_f = 3190 \div 3470 = 3320 \pm 130$  dus  $\tau_{78} = 130$ ;  $\tau_{78}^2 = 16900$   
 voor 1979:  $D_f = 3165 \div 3575 = 3370 \pm 205$  dus  $\tau_{79} = 205$ ;  $\tau_{79}^2 = 42025$

Verder dient rekening gehouden te worden met de onzekerheid in het startpunt in 1976: 3030 doden, dus  $\tau = \sqrt{3030} = 55$ .

Aangenomen mag worden dat de invloed van deze onzekerheid afneemt naarmate de trendkrommen dichter genaderd worden; daarom is verondersteld dat dit tot gevolg heeft voor:

1977:  $\pm 40$             1978:  $\pm 25$             1979:  $\pm 10$ .

Ook aan de herleiding van de fictieve naar de werkelijke aantallen zal een onzekerheid moeten worden toegekend, die groter zal zijn naarmate het verwachtingsjaar verder weg ligt. Hiervoor is geschat voor:

1977:  $\pm 30$             1978:  $\pm 40$             1979:  $\pm 50$ .

Genoemde onzekerheden, die in variantievorm mogen worden opgeteld, geven de onzekerheden in de trendverwachting voor de werkelijke aantallen  $D_w$ . Daarbij moet tenslotte nog de onzekerheid in de feitelijke uitkomst van dat jaar worden opgeteld, in variantievorm gelijk te stellen aan de te verwachten aantallen: 2565, 2640 en 2650.

Samenvattend komt men nu tot de volgende resultaten:

	1977	1978	1979
variantie volgens de krommen uit afb. b:	4 225	16 900	42 025
variantie t.g.v. die in 1976:	$40^2 = 1\ 600$	$25^2 = 625$	$10^2 = 100$
variantie t.g.v. herleiding	$30^2 = 900$	$40^2 = 1\ 600$	$50^2 = 2\ 500$
variantie in de uitkomst:	<u>2 565</u>	<u>2 640</u>	<u>2 650</u>
totale variantie:	9 290	21 765	47 275
standaardafwijking $\tau = \sqrt{\text{var}}$	96,4	147,5	217,4
90% betrouwbaarheidsgebied = $\pm 1,65\tau$ (afgerond)	<u><math>\pm 160</math></u>	<u><math>\pm 240</math></u>	<u><math>\pm 360</math></u>

Brengt men deze onzekerheden in relatie tot de te verwachten aantallen doden in die jaren,  $D_w$ , dan blijkt dat:

$$1977: 1,65\tau = 160 = 3,16 \sqrt{D_w} \quad (D_w = 2565)$$

$$1978: 1,65\tau = 240 = 4,67 \sqrt{D_w} \quad (D_w = 2640)$$

$$1979: 1,65\tau = 360 = 6,99 \sqrt{D_w} \quad (D_w = 2650)$$

De factoren 3,16, 4,67 en 6,99 zijn nu eveneens gebruikt om de onzekerheden vast te stellen voor de trendverwachtingen binnen en buiten de bebouwde kom en voor die van de inzittenden van personenauto's (zie paragraaf 3.3. van het rapport).

Het is in principe niet juist om deze verhoudingsgetallen zonder meer toepasbaar te verklaren voor de overige trendberekeningen. Maar gezien het feit dat het hier slechts gedeeltelijk om een exacte berekening gaat en voor het overige om schattingen en veronderstellingen, lijkt deze vereenvoudigde werkwijze in dit geval wel toelaatbaar.

## 2. SCHATTINGSMETHODE

De onzekerheden in de verwachtingen voor de jaren 1977 t/m 1979 werden berekend op basis van de veronderstelling dat hierbij de volgende zaken in rekening gebracht moeten worden:

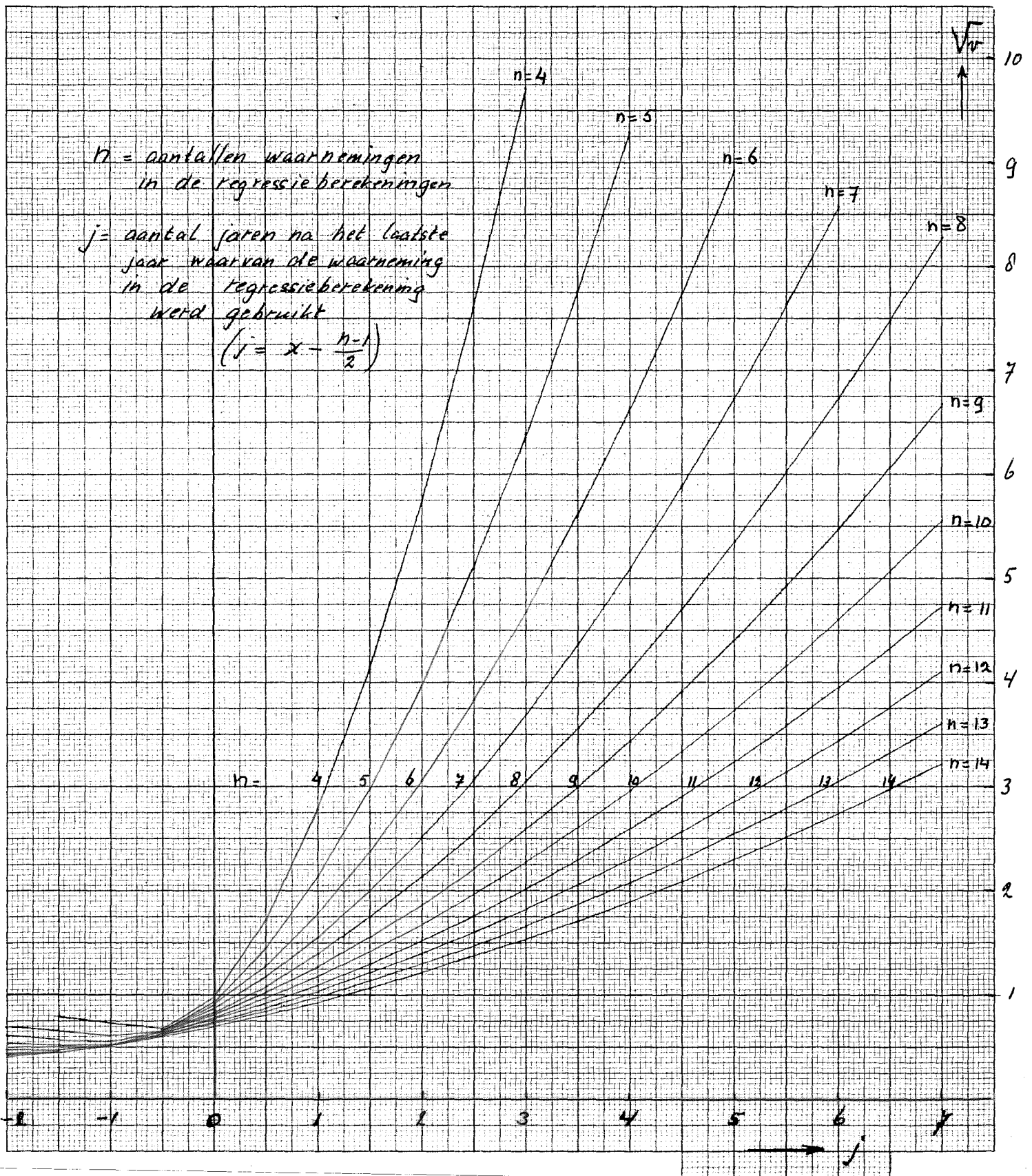
- de onzekerheid in de uitkomst van 1976; het totaal aantal doden bedroeg dat jaar 2432, dus var. '76 = 2432.
- de onzekerheid in de geschatte toename ten opzichte van 1976; aangenomen is dat deze lineair met de tijd toeneemt, waarbij de waarden zijn geschat op:  $\pm 40$  voor 1977,  $\pm 80$  voor 1978 en  $\pm 120$  voor 1979.
- de onzekerheid in de uitkomst van het betreffende jaar, waarvoor de variantie ook in dit geval identiek is aan de verwachting, dus 2570, 2665 en 2710 (zie paragraaf 4.6. van het rapport).

Samengevat geeft dit de volgende resultaten:

	1977	1978	1979
variantie in uitkomst 1976:	2 432	2 432	2 432
variantie in toename t.o.v. 1976:	$40^2 = 1\ 600$	$80^2 = 6\ 400$	$120^2 = 14\ 400$
variantie in uitkomst betreffende jaar:	<u>2 570</u>	<u>2 665</u>	<u>2 710</u>
totale variantie	6 602	11 497	19 542
standaardafwijking $\tau = \sqrt{\text{var}}$	81,2	107,2	139,8
90% betrouwbaarheidsgebied = $\pm 1,65\tau$	<u><math>\pm 130</math></u>	<u><math>\pm 180</math></u>	<u><math>\pm 230</math></u>
verhouding $1,65\tau : \sqrt{D}$	2,64	3,43	4,43

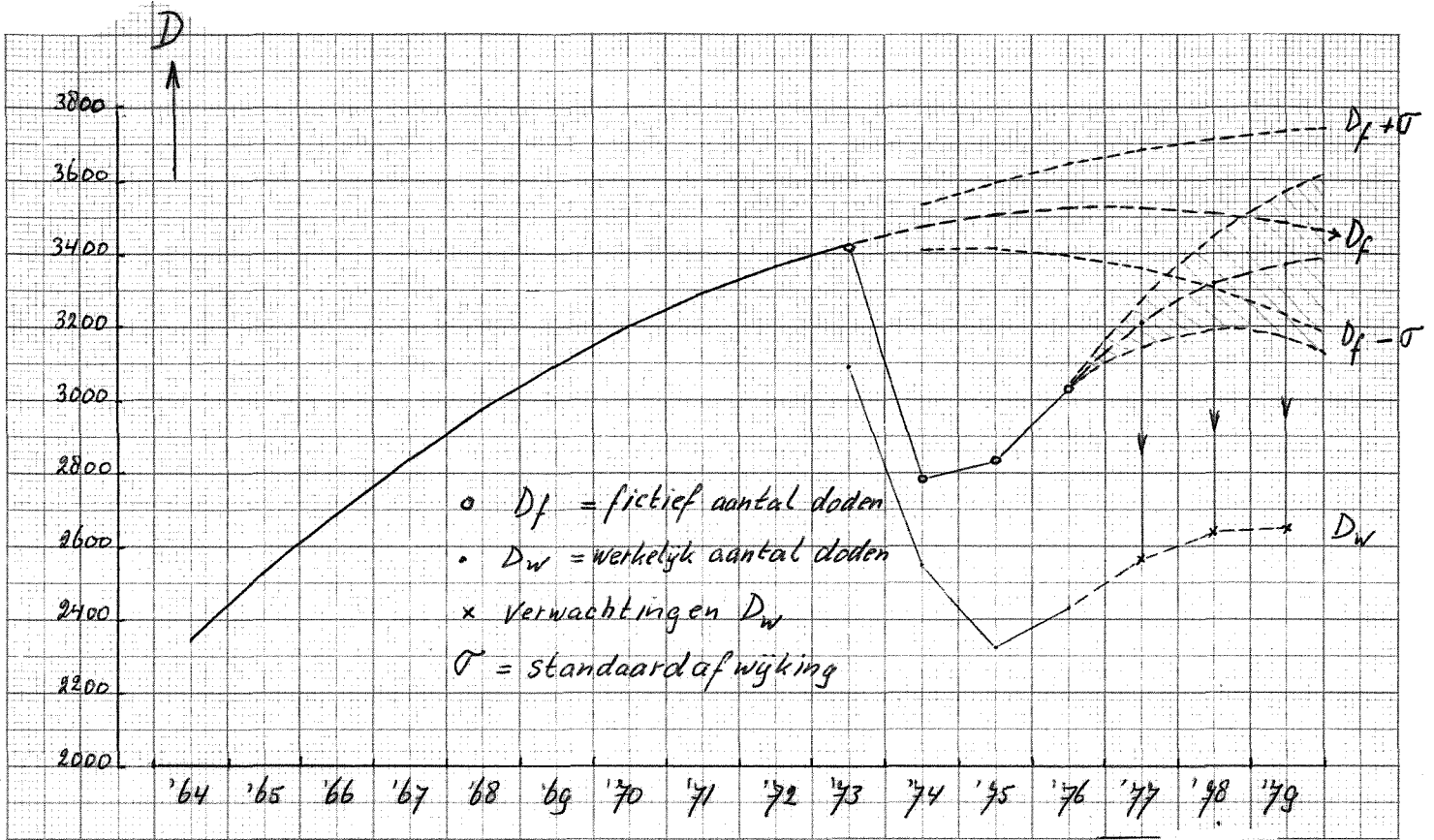
Ook in dit geval werden dezelfde verhoudingen toegepast op de verwachtingen voor binnen en buiten de bebouwde kom; de uitkomsten zijn gegeven in paragraaf 4.6. van het rapport.

Evenals bij de regressiemethode met fictieve aantallen zijn de berekende onzekerheden geen exacte waarden; de uitkomsten kunnen worden opgevat als indicaties. Het is daarom niet volledig verantwoord een vergelijking te trekken tussen de uitkomsten van beide methoden. De conclusie dat de schattingsmethode geringere onzekerheden geeft dan de regressiemethode lijkt wel aannemelijk, maar kan niet "hard" gemaakt worden.



Afbeelding a. Verhouding tussen de standaardafwijking in de verwachting en die in de waarnemingsperiode als functie van  $n$  en de voorbereidingstijd  $j$ ; kwadratische regressiekrommen





Afbeelding b. Onzekerheden in berekende en te verwachten fictieve aantallen doden per jaar

BIJLAGE 3 bij TRENDANALYSE VERKEERSONVEILIGHEID I

AANGEPASTE REGRESSIEMETHODE MET FICTIEVE AANTALLEN SLACHTOFFERS

J. van Minnen

Voorburg, 1978

Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV

---

## INHOUD

1. Oorzaken trendombuiging	3
2. Aangepaste regressiemethode	4
<u>Afbeelding a.</u> Te verwachten ontwikkeling bij maatregelen, type I (gordel- en helmgebruik)	6
<u>Afbeelding b.</u> Te verwachten ontwikkeling bij maatregel of gebeurtenis, type II (snelheidsbeperking, alcoholwet en energiecrisis)	7
<u>Afbeelding c.</u> Schematische afbeelding van basiskromme en de te verwachten ontwikkelingen A, B en C	8

## 1. OORZAKEN TRENDOMBUIGING

Zolang er geen belangrijke maatregelen worden getroffen en er ook geen bijzondere gebeurtenissen plaatsvinden die een merkbare invloed op de verkeersonveiligheid hebben, zal de ontwikkeling ervan een geleidelijk karakter hebben. Veranderingen van de onveiligheid zijn het gevolg van een complex van oorzaken, zoals de ontwikkelingen in de verkeersprestaties, vele (plaatselijke) verbeteringen en uitbreidingen van het wegennet, veranderingen aan de voertuigen enz. Een dergelijke gelijkmatige ontwikkeling leent zich voor berekening van trendverwachtingen op kortere termijn door middel van extrapolatie van de trendkromme.

Een directe extrapolatie is niet meer mogelijk wanneer de ontwikkeling onregelmatig wordt en sterke trendombuigingen vertoont door maatregelen en/of gebeurtenissen. En dat heeft in feite plaatsgevonden in de periode 1973 t/m 1975.

De gevolgen van maatregelen zoals de snelheidsbeperking op wegen buiten de bebouwde kom, de alcoholwet, de gordel- en helmverplichting en de invloed van de energiecrisis hebben de ontwikkeling van de onveiligheid drastisch veranderd.

De vijf genoemde oorzaken kunnen globaal in twee typen worden onderscheiden, waarbij de verwachting over de duur van het effect op de veiligheid als criterium wordt gebruikt.

Type I: permanent effect te verwachten. Hiertoe behoren de verplichting tot gordel dragen voor vóórinzittenden van personenauto's (vanaf bouwjaar 1971) per 1-6-1975 en de verplichting tot helmdragen voor bromfietzers per 1-2-1975. De te verwachten invloed op de aantallen doden is schematisch weergegeven in afbeelding a.

Type II: tijdelijk effect te verwachten, voorzover geen nieuwe of aanvullende maatregelen worden getroffen, met eventueel een blijvend resteffect dat betrekkelijk gering is in vergelijking met het effect in de beginfase. Hiertoe behoren de snelheidsbeperking op wegen buiten de bebouwde kom per 6-2-1974, de alcoholwet per 1-11-1974 en de vermoedelijke invloed van de energiecrisis vanaf oktober/november 1973. De te verwachten invloed van dit type is schematisch in afbeelding b weergegeven.

## 2. AANGEPASTE REGRESSIEMETHODE

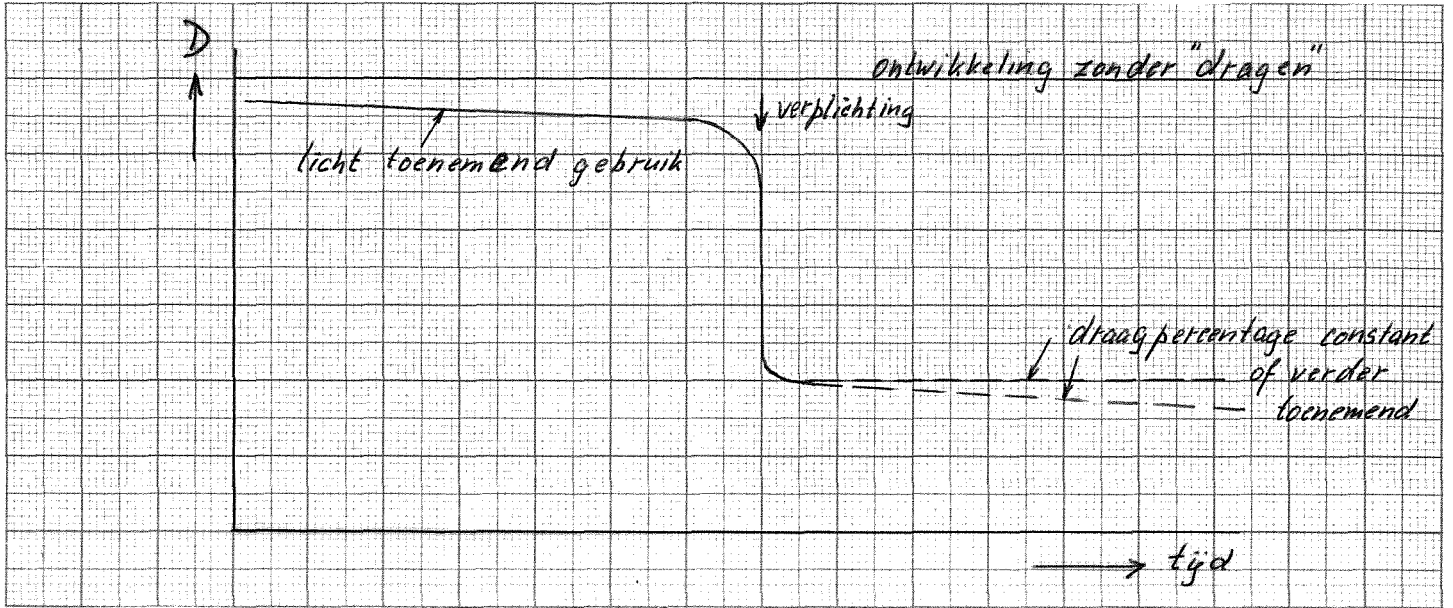
In afbeelding c is schematisch weergegeven welke ontwikkelingen verwacht mogen worden als gevolg van de maatregelen van type I (kromme A), van type II (kromme B) en de combinatie van beide typen (kromme C).

Voor de berekening van de te verwachten ontwikkeling wordt nu de volgende werkwijze toegepast. Uit de gegevens over draagpercentages van helm en gordel wordt berekend welke invloed het dragen van helm en gordel kan hebben gehad op de aantallen doden over de periode 1964 t/m 1976 (zie bijlage 4). De feitelijke aantallen doden worden nu opgehoogd met deze berekende aantallen, waardoor voor ieder jaar een fictief aantal doden wordt verkregen. Deze fictieve aantallen komen dus overeen met wat verwacht had mogen worden indien er geen gordels en helmen gedragen zouden zijn in de beschouwde periode (kromme B in afbeelding c). Omdat van de overige maatregelen en de energiecrisis geen of slechts een gering blijvend effect mag worden verwacht, mag aangenomen worden dat kromme B in de toekomst geleidelijk weer zal naderen tot de "basiskromme", die de ontwikkeling schetst wanneer geen van de genoemde maatregelen of gebeurtenissen had plaatsgevonden. Deze basiskromme wordt verkregen via een regressieberekening op de fictieve aantallen in de periode 1964 t/m 1973. Daarna wordt de kromme B gextrapoleerd door haar vanaf 1976 geleidelijk tot de basiskromme te laten naderen. Deze extrapolatie wordt "op het oog" uitgevoerd, omdat hiervoor geen berekeningsmethode voorhanden is. De fictieve aantallen doden voor de jaren 1977 t/m 1979 worden nu uit de grafiek afgelezen.

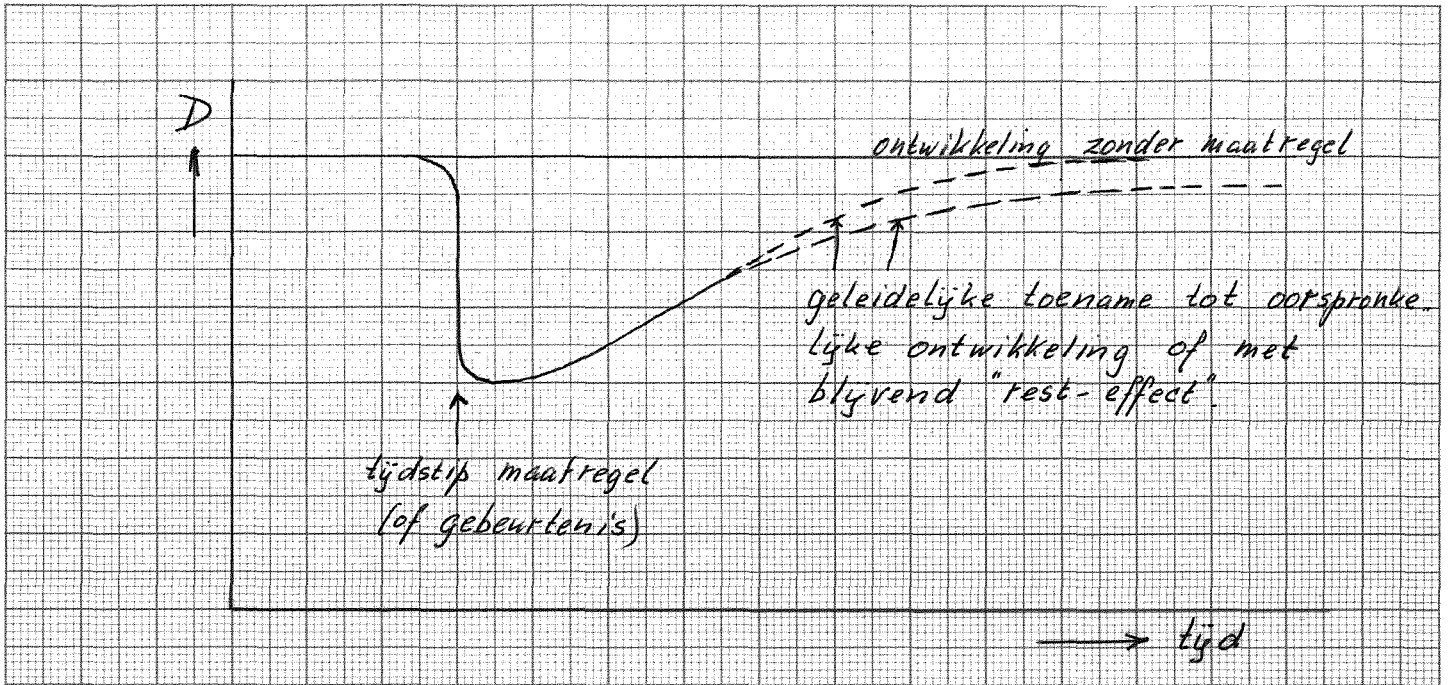
De ontwikkeling van de helm- en gordeldraagpercentages wordt geschat voor diezelfde jaren (bijlage 4) en herleid tot te verwachten reducties in aantallen doden. De fictieve aantallen, verminderd met de berekende reducties, leveren de te verwachten feitelijke aantallen doden op voor de komende jaren.

Deze werkwijze werd, behalve voor de totale aantallen doden, ook toegepast op de aantallen binnen en buiten de bebouwde kom en op

de aantallen doden onder inzittenden van personenauto's. De berekening van de fictieve aantallen is voor al deze situaties gegeven in bijlage 4. De resultaten zijn te vinden in paragraaf 3.3. van het rapport.

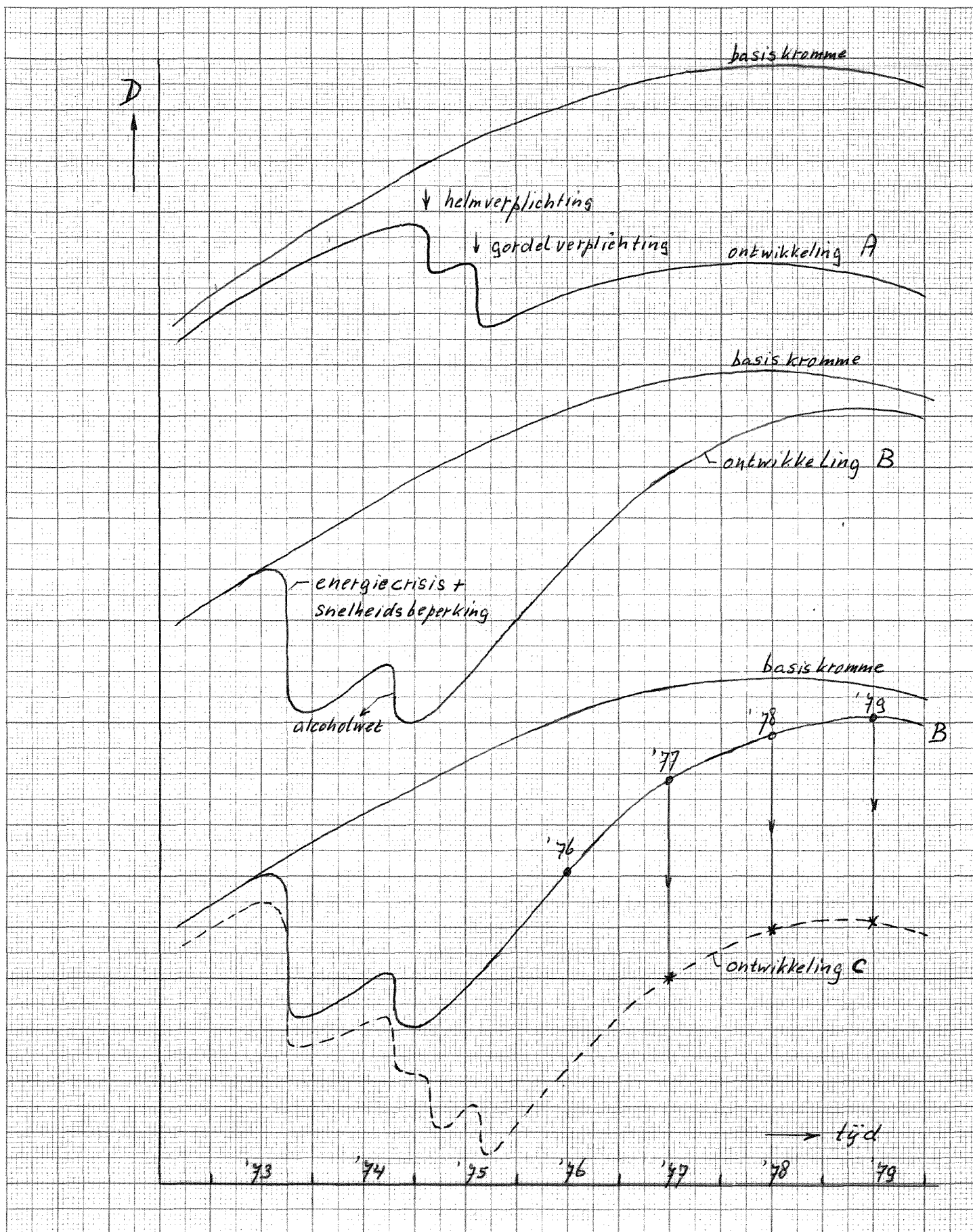


Afbeelding a. Te verwachten ontwikkeling bij maatregelen, type I (gordel- en helmgebruik)



Afbeelding b. Te verwachten ontwikkeling bij maatregel of gebeurtenis, type II (snelheidsbeperking, alcoholwet en energiecrisis)





Afbeelding c. Schematische afbeelding van basiskromme en de te verwachten ontwikkelingen A, B en C

---

BIJLAGE 4 bij TRENDANALYSE VERKEERSONVEILIGHEID I

BEPALING VAN DRAAGPERCENTAGES VAN AUTGORDEL EN BROMFIETSHELM;  
BEREKENING VAN FICTIEVE AANTALLEN DODEN

J. van Minnen

Voorburg, 1978

Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV

---

## INHOUD

1. Gebruik autogordels	3
2. Helmgebruik door bromfietsers	6
3. Berekening van de fictieve aantallen doden	8
Literatuur	12
<u>Afbeelding a.</u> Schematisch weergegeven ontwikkeling in percentages van het gordelgebruik door autobestuurders, onderscheiden naar bebouwing	13

## 1. GEBRUIK AUTOGORDELS

Er zijn geen exacte cijfers beschikbaar over het dragen van gordels door inzittenden van personenauto's. Wel zijn sinds 1971 door de SWOV regelmatig enquêtes gehouden met het doel meer inzicht te verkrijgen in het gordelgebruik en de veranderingen daarin. Deze enquêtes werden t/m 1976 twee maal per jaar uitgevoerd, in de maanden juli en oktober. Ze vonden plaats bij ca. 15 benzinestations, verspreid over het land en zowel binnen als buiten de bebouwde kom. Gegeven de omvang en het steekproefkarakter van dit onderzoek, mag aan de uitkomsten geen absolute betekenis worden toegekend. Maar het is aannemelijk dat het waargenomen gordelgebruik niet al te veel zal afwijken van het feitelijke gebruik. Daarom kunnen de enquête-resultaten worden toegepast voor de berekening van de reductie van de aantallen doden als gevolg van het dragen van gordels. De voor dit doel relevante gegevens uit het onderzoek naar het gordelgebruik zijn samengevat in de volgende tabel.

	bibeko (%)		bubeko (%)		effectief percentage*
	juli	oktober	juli	oktober	
1971	4	3	6	9	7
1972	7	7	11	13	11
1973	9	10	18	21	17
1974	9	10	15	21	17
1975	48	41	61	56	47
1976	47	44	61	62	58

\* Wil men de vermindering van het aantal doden als gevolg van het gordelgebruik berekenen met behulp van één draagpercentage, dan moet een gewogen gemiddelde van de percentages binnen en buiten de bebouwde kom worden berekend. Dit gewogen gemiddelde wordt hier aangeduid als "effectief percentage".

De percentages hebben betrekking op bestuurders van personenauto's, maar kunnen ook op de voorpassagiers worden toegepast, omdat bij de enquêtes is gebleken dat de draagpercentages van beide groepen nauwelijks verschillen (SWOV, 1975a).

De effectieve percentages zijn als volgt berekend:

1. Voor de jaren 1971, 1972, 1973, 1976: zowel voor binnen als voor buiten de bebouwde kom is het jaargemiddelde gesteld op het gemiddelde van de waarden van juli en oktober.
2. Voor de jaren 1974 en 1975: de gemiddelde jaarwaarden zijn berekend uit het schematisch weergegeven verloop van het draagpercentage zoals dat in afbeelding a is weergegeven. Dit schematisch verloop is zo geconstrueerd dat de opeenvolgende waarnemingen door rechte lijnen met elkaar zijn verbonden. Een uitzondering is gemaakt voor de periode oktober 1974 - juli 1975, in verband met de invoering van de verplichting per 1-6-1975. Uit een beperkt vooronderzoek was gebleken dat kort vóór de verplichting al een draagpercentage werd geconstateerd dat vergelijkbaar was met de situatie kort na de verplichting. Voor de constructie van de lijnen in de genoemde periode is aangenomen dat de sterke stijging zich heeft voorgedaan in de maanden maart t/m mei.
3. Uit de beide jaargemiddelden voor binnen en buiten de bebouwde kom werd het effectief percentage ( $G_{\text{eff}}$ ) berekend met behulp van:

$$G_{\text{eff}} = 0,22 G_{\text{bi}} + 0,78 G_{\text{bu}},$$

rekening houdend met het feit dat ca. 22% van de gedode auto-inzittenden binnen de bebouwde kom wordt geregistreerd en ca. 78% buiten de bebouwde kom.

Van de jaren vóór 1971, toen ook de aanwezigheid van gordels nog niet verplicht was, is weinig bekend. Om toch de gegevens van die jaren aan te laten sluiten bij de overige, is voor die periode een ontwikkeling van het draagpercentage verondersteld, beginnend met 1% in 1964 en geleidelijk oplopend tot 5% in 1970. Voor de jaren 1977 t/m 1979 is aangenomen dat, als gevolg van de afname van het aandeel auto's van vóór 1971 (waarin gordels niet verplicht zijn) het effectief draagpercentage geleidelijk nog wat zal oplopen.

De toename is geschat op 2,5% per jaar, dus 1977: 60,5%, 1978: 63%, 1979: 65,5%.

(Inmiddels is uit de meest recente waarnemingen - oktober 1977 - gebleken dat er nauwelijks meer een toename van het gordelgebruik ten opzichte van het voorgaande jaar valt te constateren. Bij de schattingsmethode van hoofdstuk 4 van het rapport is al rekening gehouden met deze gegevens. Bij de regressiemethode zullen de noodzakelijke wijzigingen in de eerstvolgende versie van het rapport worden aangebracht. Daarbij zal ook in rekening worden gebracht dat bij de laatste enquête is gebleken, dat het draagpercentage van passagiers vóórin wat hoger is dan van bestuurders.)

## 2. HELMGEBRUIK DOOR BROMFIETSERS

Een indicatie van het helmgebruik door bromfietzers kan worden verkregen uit de waarnemingen die in de jaren 1971 t/m 1975 door de SWOV werden verricht in Arnhem en Den Haag (SWOV, 1975b). De percentages van het waargenomen gebruik zijn weergegeven in de volgende tabel, onderverdeeld naar binnen en buiten de bebouwde kom en naar geslacht, en aangevuld met de effectieve draagpercentages.

	Arnhem (%)				Den Haag (%)				effectief percentage
	bibeko		bubeko		bibeko		bubeko		
	man	vr.	man	vr.	man	vr.	man	vr.	
1971 voorjaar	9	7	18	4	6	4	19	3	13
najaar	21	8	40	27	12	5	23	9	
1972 voorjaar	23	20	41	27	13	7	18	12	19
najaar	21	9	40	25	14	8	15	9	
1973 voorjaar	23	21	44	31	23	23	39	21	38
najaar	55	42	45	48	43	41	54	56	
1974 voorjaar	41	48	62	58	38	41	57	66	59
najaar	68	70	76	71	53	64	65	64	
1975 voorjaar	alle waarnemingen nagenoeg 100%								100
najaar									

De effectieve draagpercentages werden berekend door het gemiddelde te bepalen van alle waarnemingen in het betreffende jaar. Deze eenvoudige middeling is toegepast omdat het niet zo zinvol leek een verfijnde methode toe te passen op uitkomsten die slechts in beperkte mate representatief voor het landelijk beeld zullen zijn. Ten aanzien van het onderscheid naar bebouwing zal een gewogen gemiddelde overigens geen afwijkende uitkomsten opleveren, omdat het aandeel van de bromfietsdoden binnen de bebouwde kom nagenoeg gelijk is aan dat buiten de bebouwde kom. Een weging naar geslacht zou wel een geringe verschuiving tot gevolg hebben, omdat aanzienlijk meer mannen dan vrouwen tot de slachtoffers behoren.

Ook in dit geval is de ontwikkeling van het gebruikspercentage voor de periode 1964 t/m 1970 geschat, beginnend bij 3% in 1964 en lopend tot 10% in 1970. Voor de jaren na 1975 mag worden aangenomen dat het gebruik niet noemenswaard van 100% afwijkt.



### 3. BEREKENING VAN DE FICTIEVE AANTALLEN DODEN

De fictieve aantallen doden zijn de aantallen overleden bromfiet-sers en inzittenden van personenauto's die verwacht hadden mogen worden indien geen gordels en helmen waren gedragen. Voor de berekening van die aantallen zijn in ieder geval de volgende gegevens nodig:

- de feitelijke aantallen doden, totaal en per wijze van verkeersdeelnemers (tabel 2 van het rapport);
- de draagpercentages van helmen en gordels; zie beide voorafgaande hoofdstukken;
- de te verwachten reductie van de kans om bij een ongeval gedood te worden, als gevolg van het helm-, resp. gordelgebruik.

Om het beeld compleet te maken zouden daar nog enkele gegevens aan toegevoegd moeten worden. Bijvoorbeeld omdat het in principe mogelijk is dat het dragen van gordel of helm ook de kans op een verkeersongeval zou kunnen beïnvloeden. Feitelijke gegevens hierover ontbreken, zodat zelfs de vraag of er sprake is van een positieve of negatieve beïnvloeding, niet kan worden beantwoord. Evenmin is het bekend of het gordel- en helmgebruik afhankelijk is van de ongevallenkans van de betrokken verkeersdeelnemers, dus bijvoorbeeld of er verschil is tussen ervaren en minder ervaren rijders. Wel is uit de enquêtes in 1971 t/m 1973 gebleken dat gordels relatief wat minder worden gedragen door bestuurders die jonger dan 25 en ouder dan 45 jaar zijn. Maar deze gegevens zijn niet voldoende om een relatie tussen gordelgebruik en ongevallenkans vast te kunnen stellen.

Uit onderzoek is gebleken dat door het dragen van autogordels bij een verkeersongeval de gemiddelde kans om gedood te worden met ca. 60% afneemt (SWOV, 1974). Recentere, nog niet gepubliceerde, gegevens geven aan dat dit percentage zeker niet te hoog gesteld is. Bij het dragen van helmen door bromfiet-sers wordt aangenomen dat de kans op dodelijk letsel met ca. 40% afneemt (SWOV, 1973).

De fictieve aantallen doden worden berekend door de feitelijke aan-

tallen te delen door een reductiefactor:  $R_g$  voor autogordels en  $R_h$  voor helmen.

Bij personenauto's zit ongeveer 80% vóórín. Verondersteld wordt dat het gordelgebruik door passagiers achterin (nog) te verwaarlozen is. In combinatie met de 60% kleinere kans op dodelijk letsel volgt de reductiefactor uit:  $R_g = 1 - 0,6 \times 0,8 G = 1 - 0,48 G$ ;  $G$  = het gordeldraagpercentage van vóórínzittenden.

Bij bromfietsen is  $R_h = 1 - 0,40 h$ ; hierin is  $h$  het helmdraagpercentage van bromfietzers, inclusief de passagiers.

De herleiding van werkelijke tot fictieve aantallen doden voor de periode 1964 t/m 1976 is samengevat in de volgende tabel (pagina 9). Voor de jaren 1977 t/m 1979 zijn alleen de draagpercentages en reductiefactoren vermeld; de toepassing daarvan zal apart worden behandeld.

De gordel- en helmcorrecties samen leveren de totale correcties op, waarmee de fictieve aantallen doden per jaar werden berekend (tabel 6 van het rapport). De correcties naar bebouwing (toegepast in tabel 7 van het rapport) werden uit de totale correcties afgeleid m.b.v.:

correctie bibeko =  $0,22 \times$  gordelcorrectie +  $0,48 \times$  helmcorrectie;

correctie bubeko =  $0,78 \times$  gordelcorrectie +  $0,52 \times$  helmcorrectie.

Deze verdeling is gebaseerd op het gegeven dat ca. 22% van de gedode auto-inzittenden en ca. 48% van de bromfietsdoden binnen de bebouwde kom worden geregistreerd. (Bij nader inzien bleek deze redenering voor de verdeling van de correcties niet geheel juist te zijn, omdat het verschil in draagpercentages naar bebouwing hierin nog niet verdisconteerd is. Dit zal te zijner tijd worden herzien.)

Er is uitgegaan van de veronderstelling dat de effectiviteit van gordel en helm, voorzover die tot uitdrukking komt in de reductiefactoren, binnen en buiten de bebouwde kom gelijk is. Er zijn aanwijzingen dat deze veronderstelling, waar het de autogordel betreft, niet geheel juist is, maar voor een zinvolle aanpassing van de correctieverdeling naar bebouwing zijn nog niet voldoende gegevens beschikbaar.

	gordels					helmen					correcties		
	% eff.	R <sub>g</sub>	D <sub>w</sub>	D <sub>f</sub>	corr.	% eff.	R <sub>h</sub>	D <sub>w</sub>	D <sub>f</sub>	corr.	tot.	bibeko	bubeko
1964	1	0,995	666	669	+ 3	3	0,988	449	454	+ 5	+ 8	+ 3	+ 5
1965	1	0,995	732	736	+ 4	4	0,984	491	499	+ 8	+ 12	+ 5	+ 7
1966	2	0,99	796	804	+ 8	5	0,980	470	480	+ 10	+ 18	+ 7	+ 11
1967	2	0,99	950	960	+ 10	6	0,976	560	574	+ 14	+ 24	+ 9	+ 15
1968	3	0,985	1070	1086	+ 16	7	0,972	538	553	+ 15	+ 31	+ 11	+ 20
1969	4	0,98	1176	1200	+ 24	8	0,968	578	597	+ 19	+ 43	+ 14	+ 29
1970	5	0,975	1322	1356	+ 34	10	0,960	540	563	+ 23	+ 57	+ 19	+ 38
1971	7	0,965	1290	1337	+ 47	13	0,948	601	634	+ 33	+ 80	+ 26	+ 54
1972	11	0,95	1350	1421	+ 71	19	0,924	574	621	+ 47	+ 118	+ 38	+ 80
1973*	17	0,92	1403	1525	+ 122	38	0,848	536	656	+ 100	+ 222	+ 75	+ 147
1974	17	0,92	986	1072	+ 86	59	0,764	483	632	+ 149	+ 235	+ 90	+ 145
1975	48	0,77	968	1257	+ 289	100	0,600	334	557	+ 223	+ 512	+ 171	+ 341
1976	58	0,72	1058	1469	+ 411	100	0,600	281	468	+ 187	+ 598	+ 180	+ 418
1977	60,5	0,71				100	0,600						
1978	63	0,70				100	0,600						
1979	65,5	0,685				100	0,600						

R<sub>g</sub> = reductiefactor door gordelgebruik

R<sub>h</sub> = reductiefactor door helmgebruik

D<sub>w</sub> = werkelijk aantal doden

D<sub>f</sub> = fictief aantal doden

correctie: D<sub>f</sub> - D<sub>w</sub>

\* voor het jaar 1973 zijn gecorrigeerde aantallen gebruikt in verband met het begin van de energiecrisis in het vierde kwartaal van dat jaar

Voor de jaren 1977 t/m 1979 werd een wat andere bewerkingsvolgorde toegepast. Uit de trendberekeningen en de benaderingskrommen werden de fictieve verwachtingen voor die jaren afgeleid (afbeeldingen 18, 19 en 20 van het rapport).

Voor de personenauto werden deze fictieve aantallen vermenigvuldigd met de betreffende reductiefactoren, met de feitelijke verwachtingen als uitkomst (afgerond op veelvouden van 10). De verschillen tussen fictieve en feitelijke aantallen geven de gordelcorrecties. Voor de berekening van de helmcorrecties werden de feitelijke verwachtingen, zoals vermeld in paragraaf 4.2. van het rapport, herleid tot fictieve aantallen door deling door de reductiefactor  $R_h = 0,60$ .

De totale correcties werden op de eerder besproken wijze weer verdeeld naar binnen en buiten de bebouwde kom. De genoemde bewerkingen geven de volgende, meestal afgeronde, resultaten:

	personenauto				bromfiets				correcties		
	$D_f$	$R_g$	$D_w$	gordel-corr.	$D_w$	$R_h$	$D_f$	helm-corr.	totaal	bibeko	bubeko
1977	1625	0,71	1155	470	260	0,60	435	175	645	187	458
1978	1730	0,70	1210	520	240	0,60	400	160	680	191	489
1979	1820	0,685	1250	570	220	0,60	370	150	720	197	523

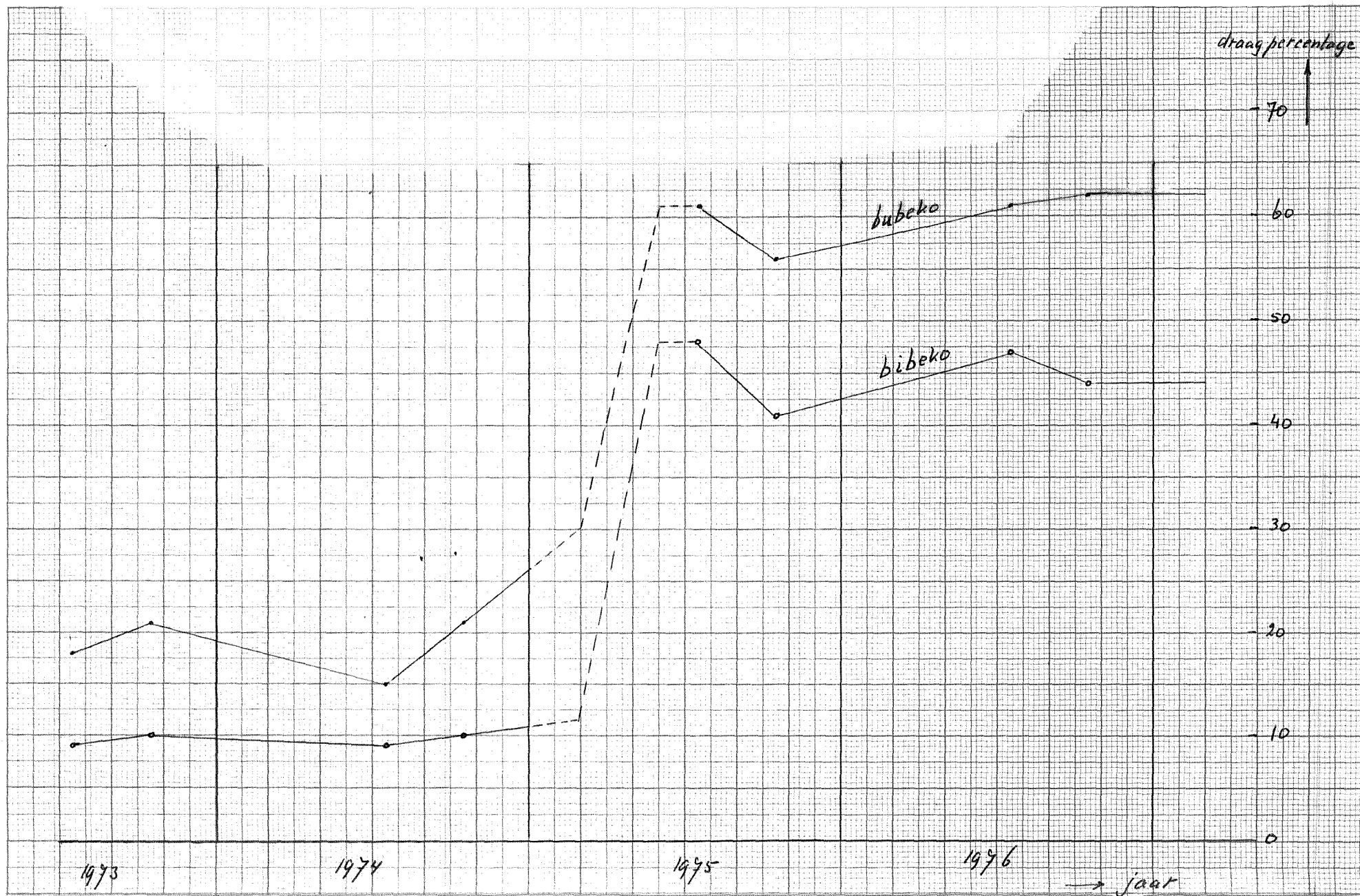
LITERATUUR

SWOV (1973). Helmen voor bromfietzers. Een verkorte weergave van de belangrijkste punten uit het gelijknamige rapport. Publikatie 1973-2N. Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV, Voorburg, 1973.

Edelman, A. & Kampen, L.T.B. van (1974). Practical and medical aspects of the use of car seat belts. Tentative views from recent research by the Institute for Road Safety Research SWOV. Arts en Auto 40 (1974) 19 (okt.): p. 1556-1559.

SWOV (1975a). Aanwezigheid en gebruik van autogordels. Enquêtes 1971 t/m 1974 onder bestuurders van personenauto's op wegen binnen en buiten de bebouwde kom. Publikatie 1975-1N. Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV, Voorburg, 1975.

SWOV (P.C. Noordzij; 1975b). Bromfietshelmen. Resultaten van enquêtes bij bromfietsbezitters en van tellingen van het helmgebruik door bromfietzers. Interimrapport t.b.v. de Stuurgroep Begeleiding Voorlichtingscampagne Bromfietshelmen. Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV, Voorburg, 1975.



Afbeelding a. Schematisch weergegeven ontwikkeling in percentages van het gordelgebruik door autobestuurders, onderscheiden naar bebouwing

BIJLAGE 5 bij TRENDANALYSE VERKEERSONVEILIGHEID I

SCHATTING VAN DE GROOTTE EN DE ONTWIKKELING VAN HET EFFECT VAN DE  
ENERGIECRISIS BIJ PERSONENAUTO'S

J. van Minnen

Voorburg, 1978

Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV

## INHOUD

Schatting van de grootte en de ontwikkeling van het effect van de energiecrisis bij personenauto's	3
<u>Afbeelding a.</u> Invloed van energiecrisis op aantallen doden onder inzittenden van personenauto's bij 60% en bij 70% gordeleffectiviteit	7



SCHATTING VAN DE GROOTTE EN DE ONTWIKKELING VAN HET EFFECT VAN DE ENERGIECRISIS BIJ PERSONENAUTO'S

De maatregelen en gebeurtenissen waardoor een overwegend tijdelijk effect mag worden verwacht, in bijlage 3 aangeduid als type II, betreffen:

- de alcoholwet per 1 november 1974;
- de snelheidsbeperkingen buiten de bebouwde kom per 6 februari 1974;
- de energiecrisis vanaf oktober/november 1973.

De som van deze drie effecten kan worden afgeleid uit de verschillen tussen de berekende trendontwikkeling (basiskromme) en de berekende fictieve aantallen in de jaren 1974, 1975 en 1976 (ontwikkeling B in afbeelding c van bijlage 3). Om hieruit het veronderstelde effect van de energiecrisis te isoleren, zou bekend moeten zijn wat de invloed van beide maatregelen op de onveiligheid is geweest. Ten aanzien van de snelheidsbeperkingen is de invloed zelfs niet bij benadering vast te stellen. Ook niet via de verhouding tussen de aantallen doden binnen en buiten de bebouwde kom, omdat deze verhouding in 1974 nagenoeg gelijk was aan die in 1973 (22,7%, resp. 22,6% binnen de bebouwde kom voor personenauto's). Voor de invloed van de alcoholwet en de daarmee gepaard gaande acties en publiciteit, kan wel een berekening worden gemaakt, ook al betreft het maar een globale benadering. Het gevolg is dat het energiecrisiseffect zelf niet geïsoleerd kan worden, maar eventueel wel in combinatie met de invloed van de snelheidsbeperkingen. Voorzover in het vervolg over energiecrisis-effect wordt gesproken, wordt steeds de genoemde combinatie bedoeld.

Voor een globale schatting van de invloed van de alcoholwet op de aantallen verkeersdoden kan men gebruik maken van de zogenaamde "alcoholongevallen". Dit zijn ongevallen waarbij bij tenminste één van de betrokken bestuurders alcoholgebruik werd geconstateerd. Het is begrijpelijk dat dit gegeven niet identiek is aan de feitelijke invloed van alcoholgebruik op de verkeersonveiligheid, onder meer omdat:

- niet in alle gevallen alcoholgebruik ook wordt geconstateerd en geregistreerd;

- ook zonder alcoholgebruik ongevallen plaats vinden, zij het in mindere mate dan met alcoholgebruik.

Op grond van het eerstgenoemde mag worden aangenomen dat het aantal alcoholongevallen in feite groter is dan het geregistreerde aantal. De tweede factor geeft aan dat een reductie van het aantal alcoholongevallen een geringere vermindering van het totaal aantal ongevallen tot gevolg zal hebben. Voor beide factoren zou gecorrigeerd moeten worden, maar de grootte van de correcties is niet bekend; wel dat ze in tegengestelde zin werken. Voor deze globale benadering wordt daarom voorlopig aangenomen dat de feitelijke reductie van de onveiligheid overeenkomt met de geconstateerde reductie van alcoholongevallen en de daarbij geregistreerde aantallen slachtoffers.

Tot medio 1974 vertoonde het percentage alcoholongevallen met dodelijke afloop een stijgende tendens. De relatief sterke toename in 1974 ten opzichte van 1973 valt samen met een sterke daling van het totale aantal dodelijke ongevallen. Dit zou er op kunnen wijzen dat dodelijke alcoholongevallen relatief in veel mindere mate zijn beïnvloed door de energiecrisis enz. Het is daarom mogelijk dat het percentage wordt beïnvloed door het algemene onveiligheidsbeeld; een doorgaande stijging van dit percentage, wanneer geen wet was ingevoerd, is minder waarschijnlijk voor de jaren waarin het totale aantal doden weer toeneemt. Op grond van deze redenering worden voor de situatie zonder alcoholwet de volgende percentages verondersteld:  
1974: 16,4%, gelijk aan het percentage in de eerste 10 maanden van dat jaar;

1975: 17,0%, nog een geringe toename in verband met de verdere daling van het totale aantal doden;

1976: 16,7%, iets minder dan in 1975 omdat het totale aantal doden weer is toegenomen.

Combineert men deze veronderstellingen met de feitelijke gegevens, zoals in onderstaande tabel, dan blijkt dat genoemde veronderstellingen overeenkomen met een bijna constant blijvend absoluut aantal doden bij alcoholongevallen.

	aantallen doden "met wet"			aantallen doden "zonder wet"			reductie aantal doden door wet
	totaal	alcoholdoden abs.	%	%	alcoholdoden abs.	totaal	
1974	2546	392	15,4	16,4	423	2577	31
1975	2321	262	11,3	17,0	422	2481	160
1976	2432	313	12,9	16,7	425	2544	112

De vermindering van het aantal doden door invoering van de alcoholwet zou, op basis van de genoemde veronderstellingen, overeenkomen met ca. 30 in 1974, ca. 160 in 1975 en ca. 110 in 1976.

Het aandeel van de auto-inzittenden onder deze slachtoffers is (nog) niet bekend; voor de totale aantallen verkeersdoden is dit ruim 40%. Bij alcoholongevallen, die voor een belangrijk deel in de avond en nacht plaatsvinden, lijkt het aannemelijk dat het personenauto-aandeel wat groter is, stel 50%.

We kunnen de berekende aantallen dan halveren om een indicatie te krijgen van de vermindering van het aantal auto-doden als gevolg van de alcoholwet.

Maakt men gebruik van deze gegevens, dan komt men tot de resultaten die opgenomen zijn in onderstaande tabel.

	aantallen doden in pers. auto's					effect "energie- crisis"	idem in % van $D_{tr}$
	$D_{tr}$	$D_w$	$D_f$	"alc. winst"	$D_{ff}$		
1974	1595	986	1072	15	1087	508	31,8
1975	1661	968	1257	80	1337	324	19,5
1976	1721	1058	1469	55	1524	197	11,4

waarin:

$D_{tr}$  = aantal doden volgens berekende trendkromme

$D_w$  = werkelijk aantal doden

$D_f$  = fictief aantal doden (bij 0% gordelgebruik)

$D_{ff}$  = fictief aantal doden (bij 0% gordelgebruik en geen alc.wet).

Geconstateerd kan worden dat het percentage in de laatste kolom voor 1975 0,61 x zo groot is als voor 1974 en voor 1976 0,59 x zo groot als voor 1975.

Voor de daaropvolgende jaren wordt aangenomen dat dit proces van afname op ongeveer dezelfde wijze doorgaat, zodat de percentages steeds 0,6 x die van het voorafgaande jaar zijn. Men vindt dan voor:

1977;  $0,6 \times 11,4 = 6,84\%$ , afgerond 7 %

1978;  $0,6 \times 6,84 = 4,10\%$ , afgerond 4 %

1979;  $0,6 \times 4,10 = 2,46\%$ , afgerond 2,5%.

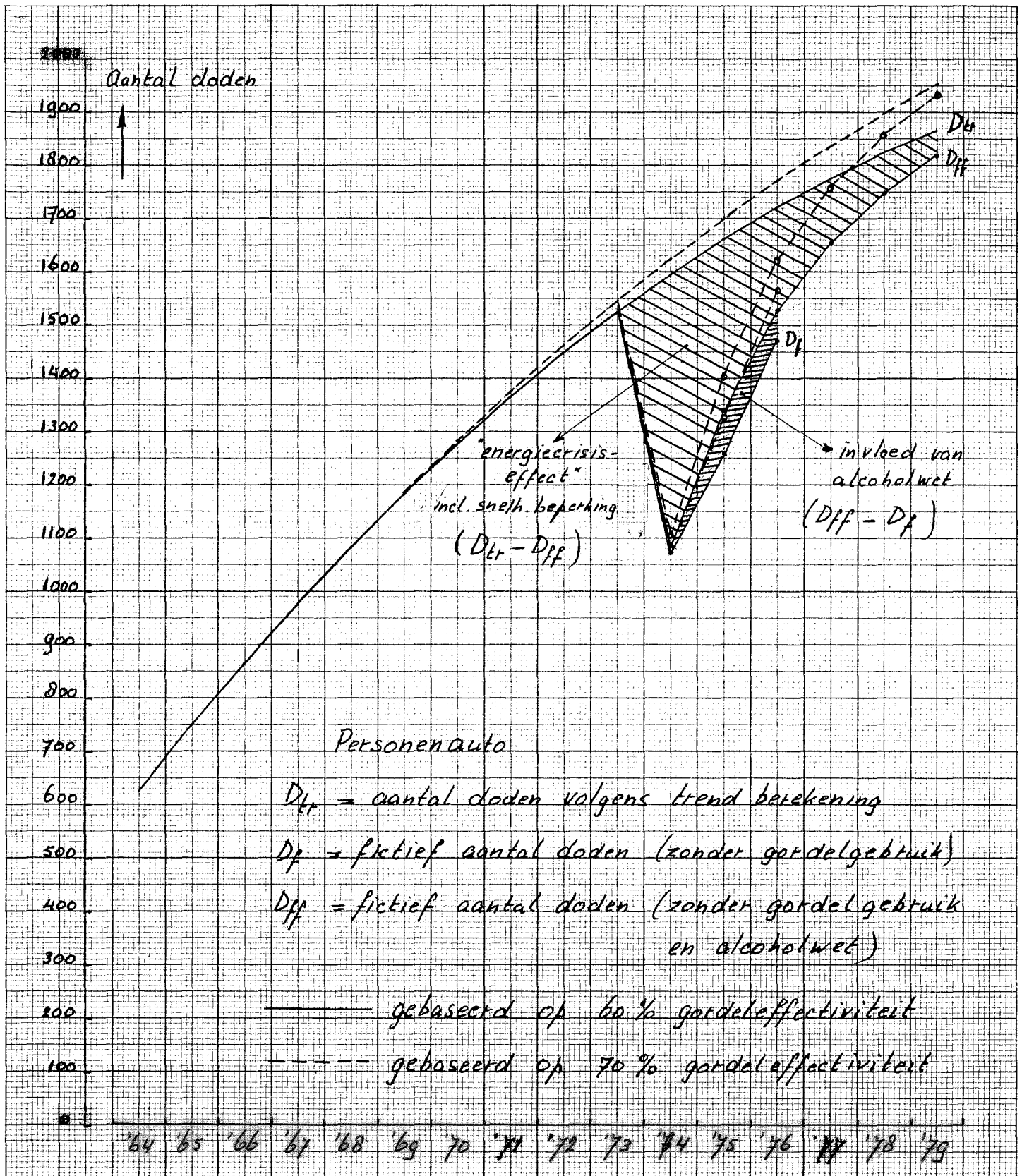
Deze percentages zijn toegepast in paragraaf 4.1.4. van het rapport.

Opgemerkt kan worden dat de hier berekende uitkomsten direct afhankelijk zijn van de veronderstelde reducties door het gordelgebruik (bijlage 4). Daarbij werd aangenomen dat het dragen van gordels de kans op dodelijk letsel met 60% vermindert. Zou men een alternatieve berekening uitvoeren, uitgaande van een gordeleffectiviteit van bijvoorbeeld 70%, dan vindt men voor het effect van de energiecrisis in de periode 1974 t/m 1979 de volgende percentages:

	1974	1975	1976	1977	1978	1979
reductie t.g.v. energiecrisis	32%	17,5%	8,5%	4%	2%	1%

In 1974 is dit percentage gelijk aan het eerste voorbeeld, maar daarna volgt een snellere vermindering.

Enkele resultaten van beide berekeningen zijn in beeld gebracht in afbeelding a.



Afbeelding a. Invloed van energiecrisis op aantallen doden onder inzittenden van personenauto's bij 60% en bij 70% gordel-effectiviteit