*Het klaverblad Oudenrijn (Foto KLM Aerocarto N.V.).*

*Ir. C. Brouwer*

# Het klaverblad en de veiligheid van het verkeer

In de Verenigde Staten van Amerika zijn uitgebreide studies verricht naar het verband tussen de vorm van klaverbladen en de ongevallen, die op deze ongelijkvloerse kruisingen plaats vinden. In dit artikel worden enige resultaten van deze onderzoekingen besproken.
Vervolgens worden de karakteristieke eigenschappen van een Nederlands klaverblad, kruising van twee autosnelwegen, aan deze uitkomsten getoetst.

## 1. Inleiding

Indien er een groot snelheidsverschil tussen de auto's op een snelweg en de auto die aan het verkeer op die snelweg wil gaan deelnemen bestaat, is de kans op een ongeluk groot. In een voorgaand artikel (1) werden onderzoekresultaten vermeld waaruit bleek dat genoemd snelheidsverschil en ook de kans op een ongeluk afnemen, als men de versnellingsstrook van een oprit verlengt. Ditmaal wordt het verband tussen de ongevalswaarschijnlijkheid en de lengte van het weefvak van een klaverblad behandeld.

## 2. Verband tussen de afmetingen van het klaverblad en de ongevalswaarschijnlijkheid

Een klaverblad bestaat onder andere uit opritten, afritten en weefvakken. Afbeelding 1 toont het klaverblad Schiphol. Het vierde deel van een klaverblad dat we hierna zullen beschouwen, is schematisch in afbeelding 2 weergegeven; men onderscheidt een oprit (I), een afrit (II) en een weefvak (III). Het weefvak bestaat uit de snelweg met daarnaast, aan de rechterzijde, de rangeer- of nevenbaan.
Een auto die via de oprit en het weefvak op de snelweg invoegt, voert heel vaak dezelfde manoeuvre uit als de auto die via de versnellingsstrook van een gewone oprit invoegt. Hetzelfde geldt ten aanzien van de nevenbaan en de afrit en de gewone afrit.
Bij een studie in de Verenigde Staten van Noord-Amerika (2) werden 700 weefgebieden, die over 20 staten verspreid waren, onderzocht. De ongevalsgegevens werden gedurende het tijdvak van 1959 tot 1965 verzameld. Enige resultaten van dit onderzoek worden hier vermeld.
Tabel 1 geeft een overzicht van de soorten en aantallen „vierde" klaverbladen die onderzocht werden; de grootte van het dagverkeer en de lengte van het weefvak zijn aangegeven. Tevens vermeldt men het aantal ongevallen per $10^8$ in- en uitvoegende auto's.
In afbeelding 3 wordt de ongevalswaarschijnlijkheid van de in- en uitvoegende voertuigen bij verschillende grootten van het dagverkeer grafisch weergegeven. Er is hier sprake van het gemiddeld dagverkeer in één richting.
Blijkbaar neemt de kans op een ongeluk sterk toe als het weefgebied korter en de verkeersstroom in het weefvak groter wordt. Dit laatste is niet verwonderlijk: Immers, hoe meer auto's er in het weefvak zijn, des te waarschijnlijker is een conflict tussen de invoegende, uitvoegende, en rechtdoorgaande voertuigen [1]). Als het

1) Een toename van het aantal conflicten of „bijnaongelukken" gaat hier blijkbaar gepaard met een toename van het aantal ongevallen.

dagverkeer in het weefvak minder dan 10.000 auto's wordt, is de ongevalswaarschijnlijkheid laag, en de genoemde samenhang met de lengte van het weefvak niet meer al te duidelijk. De verkeersdichtheid is nu waarschijnlijk zo gering dat de in- en uitvoegende automobilisten veel minder rekening hoeven te houden met de hun omringende voertuigen, zodat hun rijtaak eenvoudiger is.

### 3. Karakteristieke eigenschappen van een klaverblad in Nederland gerelateerd aan de onderzoekresultaten

Het Nederlandse knooppunt dat we gaan beschouwen, is het klaverblad Oudenrijn bij Utrecht. Dit is het meest gebruikte knooppunt in Nederland. De grootte van de dagelijkse verkeersstroom — bedoeld wordt de verkeersstroom in één richting, dus die op één weghelft — van de snelwegen die naar dit klaverblad leiden, ligt tussen de 20 en 30.000 voertuigen.

Afbeelding 4 is een deel van de plattegrond van het genoemde knooppunt. Het weefvak strekt zich over de gehele breedte van de snelweg uit; het heeft dezelfde lengte als de rangeer- of nevenbaan. Het begint waar de auto's die van de oprit komen, voor het eerst op de rechter rijbaan van de snelweg kunnen invoegen. Het eindigt daar, waar de rangeerbaan overgaat in de afrit en deze zich van de snelweg afbuigt.

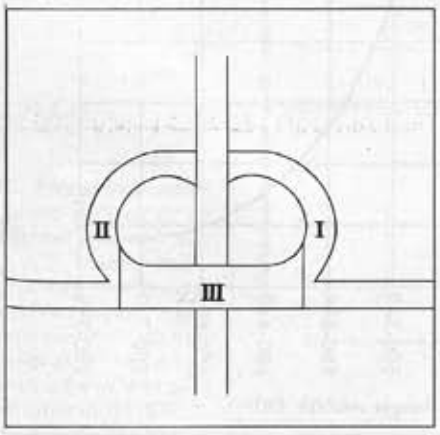
Uit de afbeelding blijkt dat de lengte van het weefgebied 150 m oftewel 492 ft is. Uit afbeelding 3 zou nu blijken dat de kans op een ongeval bij dit weefvak minstens 6 maal zo groot is als die bij een weefvak met een lengte van 750 ft = 229 m.

Bij een druk klaverblad is een grote ongevalswaarschijnlijkheid extra nadelig. In dat geval zijn immers veel voertuigen aan de grote ongevalswaarschijnlijkheid onderhevig.

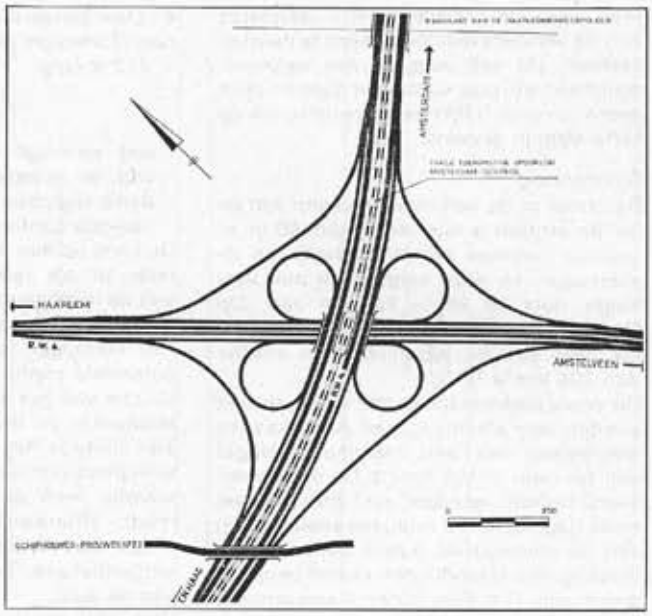
Een niet onaanzienlijk deel van de ongevallen op een snelweg vindt bij de opritten, afritten en kruispunten plaats. In Californie (3) was het percentage van het totale aantal 18; in Duitsland (4) — waar het rij-gedrag meer op dat in Nederland lijkt — zelfs 23.

De prijs van een klaverblad is, vergeleken met die van een hele snelweg, niet hoog. Men zou concluderen dat bij het constru-

*2. Het „vierde deel" van een klaverblad: oprit (I), afrit (II) en weefvak (III). (bron (2)).*




*1. Klaverblad Schiphol in de rijkswegen 4 en 6. Aangezien de weefvakken hier langer dan 250 m = 820 ft zijn, is de ongevalswaarschijnlijkheid op deze vakken klein (bron (6)).*




TABEL 1. Ongevalsratio bij verschillende lengtes van weefvakken en éénrichting verkeersstromen (bron (2))

| Lengte weefvak (ft) | gem. aantal voertuigen per dag (één richting) | aantal onderzochte eenheden | ongevalsratio [1]) |
|---|---|---|---|
| 400 tot 449 | < 10.000 | 17 | 85 |
| 450 tot 499 | < 10.000 | 9 | 105 |
| | 10.000 tot 19.999 | 20 | 39 |
| | 20.000 tot 29.999 | 18 | 525 |
| 500 tot 549 | < 10.000 | 9 | 97 |
| | 10.000 tot 19.999 | 23 | 241 |
| | 20.000 tot 29.999 | 19 | 239 |
| | 30.000 tot 39.999 | 11 | 206 |
| | > 40.000 | 20 | 446 |
| 550 tot 599 | < 10.000 | 14 | 60 |
| | 10.000 tot 19.999 | 31 | 195 |
| | 20.000 tot 29.999 | 16 | 233 |
| | 30.000 tot 39.999 | 21 | 337 |
| | > 40.000 | 26 | 328 |
| 600 tot 649 | < 10.000 | 6 | 161 |
| | 10.000 tot 19.999 | 33 | 94 |
| | 20.000 tot 29.999 | 26 | 155 |
| | 30.000 tot 39.999 | 20 | 230 |
| | > 40.000 | 15 | 300 |
| 650 tot 699 | < 10.000 | 18 | 52 |
| | 10.000 tot 19.999 | 27 | 82 |
| | 20.000 tot 29.990 | — | — |
| | 30.000 tot 39.999 | 20 | 154 |
| | > 40.000 | 17 | 245 |
| 700 tot 749 | < 10.000 | 16 | 152 |
| | 10.000 tot 19.999 | 38 | 49 |
| | 20.000 tot 29.999 | 36 | 63 |
| | 30.000 tot 39.999 | 25 | 128 |
| | > 40.000 | 16 | 209 |
| 750 tot 799 | < 10.000 | 11 | 77 |
| | 10.000 tot 19.999 | 31 | 48 |
| | 20.000 tot 29.999 | — | — |
| | 30.000 tot 39.999 | 22 | 128 |
| | > 40.000 | 15 | 228 |

[1]) Aantal ongevallen per $10^6$ in- en uitvoegende voertuigen.

eren van klaverbladen extra aandacht aan de verkeersveiligheid dient te worden besteed. Uit een oogpunt van verkeersveiligheid en dus vooral uit humanitaire overwegingen [2]) lijkt een reconstructie op korte termijn gewenst.

*Opmerking*

De straal in de verbindingswegen van de op- en afritten is niet langer dan 60 m. In verband hiermee zal de snelheid van de voertuigen op deze wegvakken niet veel hoger dan 40 km/u kunnen zijn. Op Nederlandse snelwegen rijdt een aanzienlijk deel van de automobilisten sneller dan 105 km/u [3]).

De onderzoekresultaten die hier gebruikt worden zijn afkomstig van Amerikaanse snelwegen met een maximumsnelheid van 65 mph = 105 km/u. De snelheidsvoorschriften worden op deze wegen strikt nageleefd. De relatieve snelheden [4]) van de invoegende auto's zullen op de Nederlandse klaverbladen in veel gevallen groter zijn. Om deze reden lijken langere weefvakken noodzakelijk.

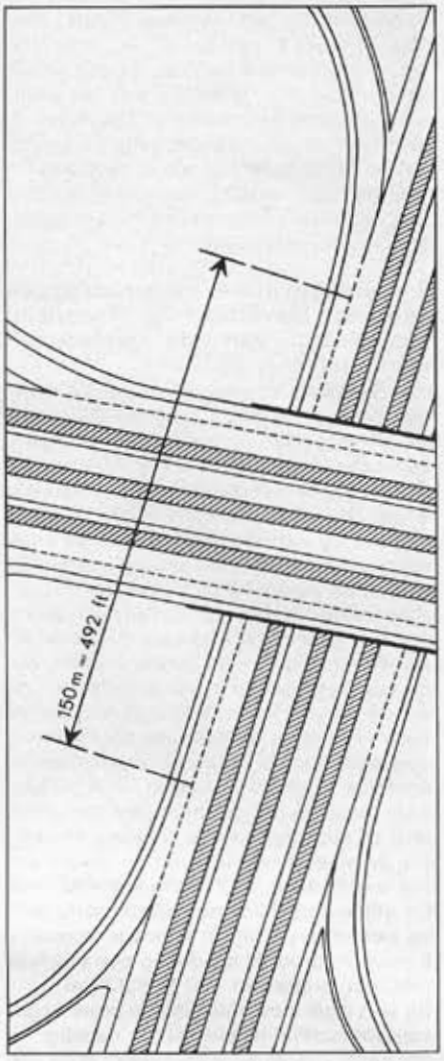
## 4. Beschouwing

Men kan stellen dat het aantal ongevallen dat bij de op- en afritten van klaverbladen optreedt, door het volgende bepaald wordt:

a. De kans op een conflict tussen de auto's die willen in- resp. uitvoegen en de doorgaande auto's.
b. Het vermogen van de bestuurder om potentiële conflicten te detecteren.

2) In Nederland wordt niet minder dan 50% van het totale aantal voertuigkm beroepshalve afgelegd (5)
3) Bij de huidige snelheidsbeperkingen, die misschien echter tijdelijk zijn, gaat dit in mindere mate op.
4) Hieronder verstaat men het snelheidsverschil tussen de invoegende auto en de gemiddelde snelheid van de auto's op de snelweg.

*4. Deel van de plattegrond van het klaverblad Oudenrijn. De weefvakken zijn 150 m = 492 ft lang.*




c. Het vermogen en de bereidwilligheid van de automobilist om zich een zodanig rijgedrag aan te meten, dat hij genoemde conflicten vermijdt.

De kans op een conflict is afhankelijk van factoren als relatieve snelheid, grootte van de invoegende, uitvoegende, en doorgaande verkeersstroom.

Het vermogen van de automobilist om potentiële conflicten op te sporen is een functie van het zicht en dus van de hoek waaronder hij invoegt of uitvoegt.

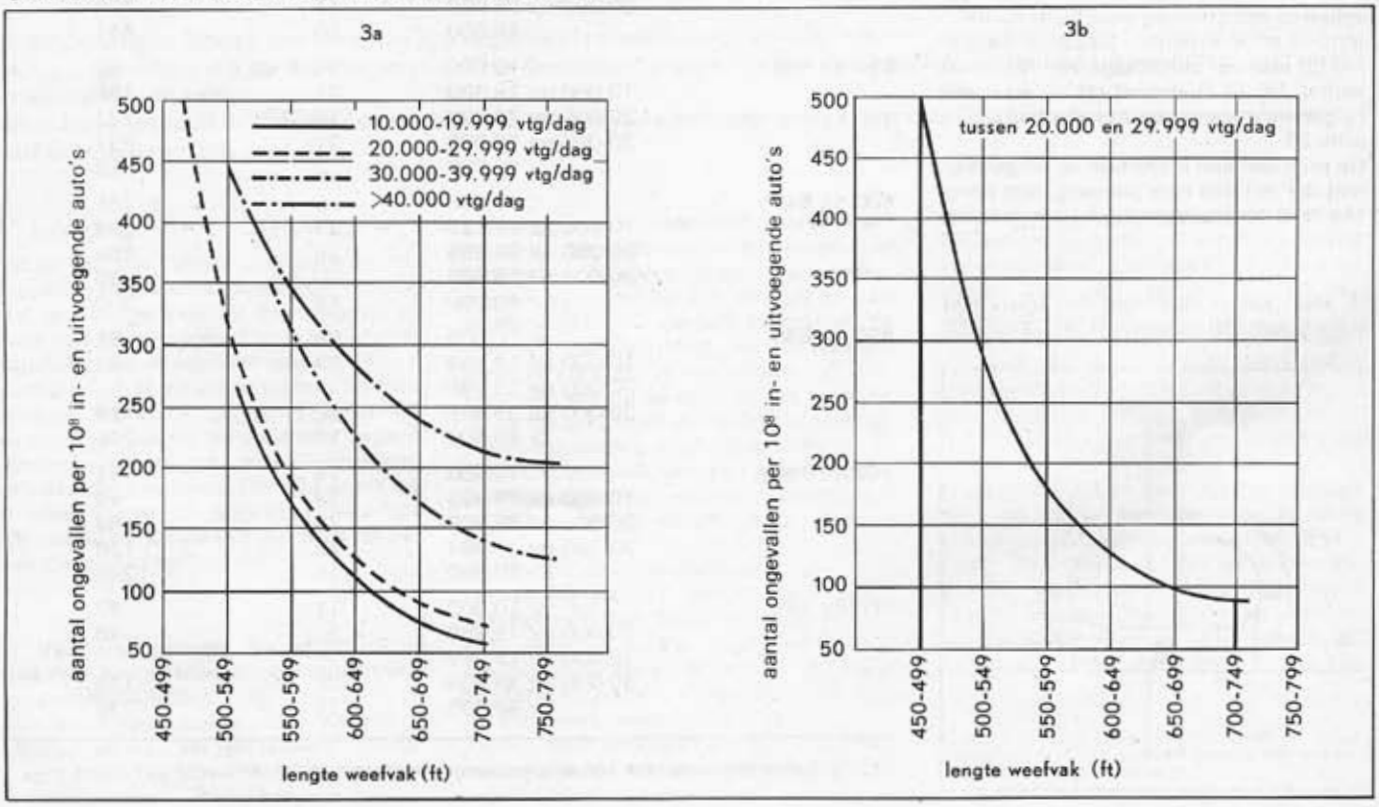
Ten slotte is het vermogen en de bereidwilligheid zich een rijgedrag aan te meten waarbij men genoemde conflicten vermijdt, afhankelijk van factoren als de lengte van de versnellingsstrook, de convergentiehoek, het acceleratievermogen van de auto.

Veel van de in dit artikel aangehaalde resultaten zijn afkomstig van onderzoeken, die in de Verenigde Staten van Noord-Amerika verricht werden. In een voorgaand artikel (1) betreffende de op- en afritten van snelwegen bleek, dat de Amerikaanse resultaten niet in strijd waren met die uit Duitsland. Kan men van de hier aangehaalde „Amerikaanse resultaten" gebruik maken om de verkeersproblemen in Nederland op te lossen?

Op de Nederlandse wegen zijn de snelheidsbeperkingen verschillend. Het versnellings- en remvermogen van de auto's zal in veel gevallen minder zijn. De rijstijl is anders.

Dit hangt waarschijnlijk samen met de geringere rijervaring.

*3. Ongevalswaarschijnlijkheid als functie van de lengte van het weefvak bij verschillende grootten van de verkeersstroom (in één richting) (bron (2)).*



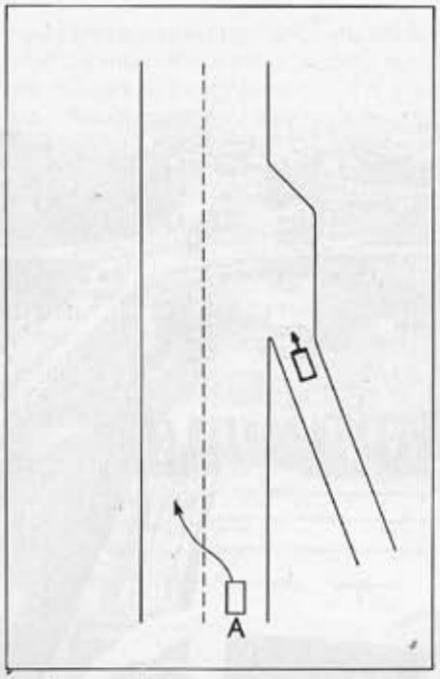
Het vermogen der bestuurders om potentiële ongevallen te detecteren is gering. Voor het merendeel der Nederlandse automobilisten is het besturen van een auto betrekkelijk nieuw [5]). In relatief veel gevallen lijkt het er enigszins op dat hun rijgedrag nog steeds beter is aangepast aan het berijden van een fiets. Een groot aantal Nederlandse automobilisten is zich bijv. bij het autorijden waarschijnlijk slechts ten dele bewust dat grotere snelheden ook langere remwegen ten gevolge hebben, als men plotseling moet remmen.

Getuige hiervan is het feit dat men ook bij hoge snelheden en als de weg betrekkelijk leeg is veel te dicht achter elkaar aanrijdt. Zelfs mist, waardoor de tijd om te reageren veel korter wordt, kan dit rijgedrag bij een groot aantal bestuurders niet veranderen.

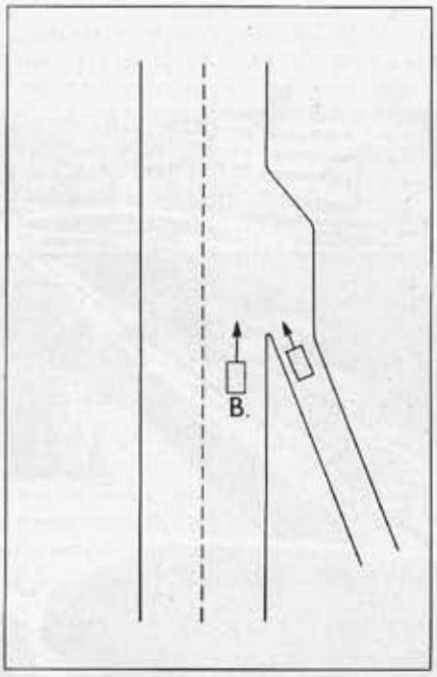
De bereidwilligheid om verkeersconflicten te vermijden is in veel gevallen gering. Ter illustratie diene het volgende: Zelfs als de snelweg geheel vrij is, gaat de doorgaande automobilist niet altijd naar de linker rijstrook voor hij een toerit nadert. (Zie afbeelding 5a). Ook indien een auto via een toerit de snelweg wil oprijden, gaat niet iedere Nederlandse automobilist — dit in tegenstelling tot veel Amerikaanse — die op de rechter rijstrook van de snelweg de toerit nadert, op de linker rijstrook rijden. (Zie afbeelding 5b en 6)

Met de bovenvermelde voorbeelden kan men illustreren dat men in de Nederlandse — waarschijnlijk in de hele Westeuropese — verkeerssituatie niet al te sterk op het vermogen tot detecteren van potentiële ongevallen en de bereidwilligheid tot het vermijden van ongevallen kan vertrouwen. Indien men het klaverblad Oudenrijn in het licht van bovengenoemde feiten beschouwt, komt men tot de conclusie dat de bezwaren tegen zijn constructie in de Nederlandse verkeerssituatie groter zijn dan men uitsluitend op de hier vermelde Amerikaanse onderzoekresultaten zou vermoeden.

5) De laatste 10 jaar is het autobezit in Nederland verzesvoudigd.




*5a. Automobilist A gaat reeds ver voor de oprit op de linker rijstrook rijden.*




*5b. Automobilist B detecteert het potentiële conflict niet en/of is niet bereidwillig het te vermijden.*

## 5. Literatuur


1. C. Brouwer; Op- en afritten van autosnelwegen; Verkeerstechniek, augustus 1973.
2. Julie Anna Cirillo; The relationship of accidents to length of speed - change lanes and weaving areas on Interstate Highways; Highway Research Record.
3. Lundy, R. A.; The effect of ramp type geometry on accidents; Highway Research Record 163, pp. 80-119.
4. Bitzl, F., Atzwanger,P.; Unfalluntersuchungen an Autobahnknotenpunkten; Straszenbau und Straszenverkehrstechnik, Heft 91.
5. Maandstatistiek van Verkeer en Vervoer; november 1972. (Uitgave van het Centraal Bureau voor de Statistiek).
6. Ongelijkvloerse kruispunten in auto-(snel)wegen; Congresdag 1967 — Vereniging Het Nederlands Wegencongres 's-Gravenhage.

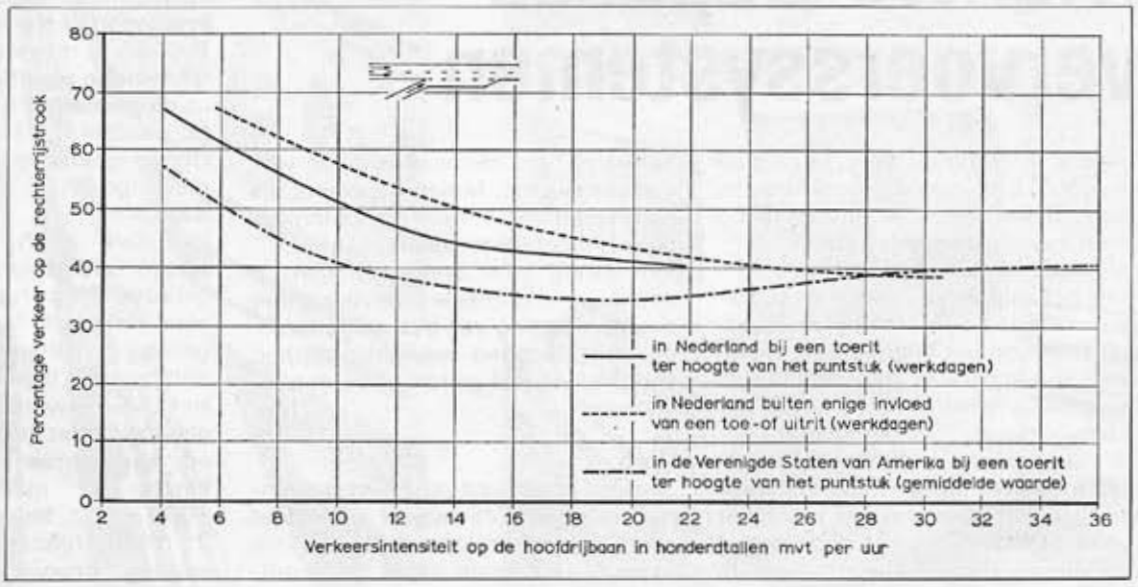


## Summary

*The cloverleaf and traffic safety*

*In the United States of America comprehensive studies have been made of the relation between the lay-out of cloverleafs and accidents occuring on these flyover junctions. This article deals some of results of these exainations.*

*Subsequently the characteristic features of a Dutch cloverleaf, junction in two motorways, are tested by these results.*


*6. Percentage doorgaand verkeer op de rechter rijstrook van 2 x 2 strooks autosnelweg ten hoogte van het puntstuk van een toerit en op een wegvak buiten enige invloed van een toe- of uitrit (bron (6)).*