# EXPERIMENTEEL ONDERZOEK NAAR HET LOSRAKEN VAN HELMEN BIJ BOTSINGEN

R-90-11

Ing. C.C. Schoon

Leidschendam, 1990

Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV

SAMENVATTING

Vorige studies hebben aangetoond dat veel berijders van bromfietsen en motorfietsen op een onjuiste wijze hun helm vastmaken. Te veel speling in de kinband en het niet vastmaken van de kinband zijn de meest voorkomende fouten. Reeds eerder geformuleerde hypothesen zijn bij deze studie als uitgangspunten gekozen. Deze hebben betrekking op de relatie tussen de wijze van bevestigen van de kinband en het risico van het losraken van de helm bij een aanrijding.

In opdracht van de Dienst Verkeerskunde van de Rijkswaterstaat heeft de SWOV in de eerste plaats onderzoek verricht naar de juistheid van de hypothesen. Hiertoe zijn botsproeven uitgevoerd. Verder is high-speed filmmateriaal gemaakt voor voorlichtingsacties.
Het botsproeven zijn uitgevoerd door het Instituut voor Wegtransportmiddelen TNO. De uitvoering en resultaten zijn beschreven in het TNO-rapport: "Do crash helmets retain their position on the head in case of an impact?" (Beusenberg, 1989).
De resultaten van dit onderzoek zijn mede van belang voor de onderbouwing van een Nederlands - Duits voorstel ter aanpassing van het internationale keuringsregelement voor helmen ECE 22.

Vanwege het grote marktaandeel van integraalhelmen en het feit dat uit onderzoek is bebleken dat dit helmtype minder vaak goed wordt bevestigd, zijn voornamelijk integraalhelmen onderzocht. Als parameter is de helmmassa beschouwd. Enkele jethelmen zijn gebruikt met name voor demonstratieve doeleinden.

De hypothesen die bij dit onderzoek zijn geverifieerd luiden als volgt:
1. In de gevallen dat de kinband niet is vastgemaakt zal in 80-100% van de gevallen de helm bij een botsing van het hoofd losraken.
2. Van de helmen waarvan de kinbanden "te los" zijn vastgemaakt raakt 25-50% van het hoofd.
3. Van de helmen waarvan de sluiting van de kinband niet correct is gebruikt, zal 0-20% van het hoofd raken.

Bij de proeven zijn de helmen bevestigd op Hybrid II hoofden en nekken die op een botsslede waren gemonteerd. Op de slede waren bij elke botsproef

vier nieuwe helmen bevestigd zowel in langs- als in dwarsrichting. Door de uitvoering van drie botsproeven zijn in totaal twaalf helmen beproefd. Op basis van gegevens uit de literatuur is gekozen voor een botssnelheid van 25 km/uur en een vertraging van de slede van 18 g.

De volgende resultaten kunnen worden vermeld:
- alle helmen die met een kinband met te veel speling zijn vastgezet, zijn op het hoofd blijven zitten;
- de helm die met een kinband met kincup is bevestigd, is goed op zijn plaats gebleven;
- van de vijf helmen die in het geheel niet waren vast gemaakt zijn twee helmen direct van het hoofd geschoten, twee andere helmen pas in een reboundfase;
- de zijdelings beproefde helmen hadden eerder de neiging te blijven zitten dan de frontaal beproefde helmen;
- de twee goed bevestigde helmen zijn niet afgeraakt.

Uit deze resultaten is op te maken dat de helmen minder gemakkelijk van het hoofd raakten dan was verwacht. In het rapport wordt een aantal mogelijke oorzaken genoemd: er zijn nieuwe helmen gebruikt die aan de onderzijde waren voorzien van een dikke veerkrachtige padding; een relatief stroef oppervlak van het dummyhoofd; een relatief geringe botssnelheid van 30 km/uur.
Ook is geconstateerd dat de helmen tijdens de proeven in aanzienlijke mate op het hoofd roteerden. Dit werd veroorzaakt door het gesimuleerde aangrijpingspunt dat bij deze proeven hoger ligt dan bij aanrijdingen in de praktijk.

Gezien de toegepaste beproevingsmethode en het gebruik van <u>nieuwe</u> helmen kan aangaande de hypothesen het volgende worden aangegeven.
Als helmen niet worden vastgemaakt is de kans groot dat bij frontale aanrijdingen de helm in alle gevallen van het hoofd zal raken. Bij aanrijdingen in de flank is de kans minder groot. De hypothese dat in 80-100% van de gevallen een niet-vastgemaakte kinband leidt tot het losraken van de helm, behoeft niet verworpen te worden.
Het vermoeden dat bij een aanrijding een helm die met een kinband met te veel speling is bevestigd, in 50% van de gevallen van het hoofd zal raken, is bij deze proeven niet bevestigd. Dit geldt eveneens voor het gebruik van de kincup. Een lagere schatting is meer realistisch.

De high-speed filmopnamen geven een goede demonstratie dat niet vastgemaakte helmen tijdens een aanrijding van het hoofd raken.
De volgende aanbevelingen voor nader onderzoek kunnen worden gedaan:
- nagaan op welke wijze dergelijke tests verbeterd kunnen worden;
- naast nieuwe ook gebruikte helmen bij het onderzoek betrekken;
- het vaststellen van de relatie tussen botssnelheid en afslingeren van de helm.

## EXPERIMENTAL STUDY OF HELMET RETENTION DURING IMPACT

### SUMMARY

Previous studies have shown that many moped and motorcycle riders in The Netherlands do not make proper use of their helmet retention system.
The most common faults were far too much play in the chinstrap or even unfastened chinstraps.
Hypotheses were formed about the relation between (the amount of play in) chinstrap use and the risk off the helmet coming off during impact.

SWOV Institute for Road Safety Research was contracted by the Transportation and Traffic Research Division of the Dutch Ministry of Transport to study the consequences of improper retention system use, to verify the hypotheses by means of sled tests and to make (high-speed) films and photographs for demonstration purposes.
SWOV contracted the TNO Road-Vehicles Research Institute to help develop the test programme, to carry out the tests and to report the results (Beusenberg, 1989).
The study is to be considered a link in the chain of efforts to improve international helmet regulation, such as ECE 22-02/03.

Factors considered of consequence for the problem were apart from collision speed: helmet fit, helmet mass, retention system, amount of play in chinstrap, helmet defects.
With regard to helmet type it was established that integral helmets were far more common then the jet helm type and that the problem of misuse of the retention system (especially chinstrap problems) were far more common with integral helmets,

The hypotheses to be verified with regard to the relation between chinstrap use and helmet coming off were:
1. In case of non-used chinstrap: 80-100% chance of the helmet coming off during impact.
2. In case of 'too loosely' used chinstrap: 25-50% chance of the helmet coming off.
3. In case of incorrect use of the chinstrap or retention system (such as turned straps or use of chincups): 0-20% chance of the helmet coming off.

Within the scope of this study three tests were programmed, using Hybrid II heads and necks mounted on a sled. In each test four helmets were used. A total of twelve (new) helmets therefore were used in both frontal and lateral collision modes. The used helmet parameters were: the (mis)use of the chinstrap, the type (integral and jet) and the mass.
Collision speed and deceleration curve were based on literature and common sense which resulted in a sled speed of 25 km/h a sled deceleration of 18 g.

On one hand the results of the tests did not confirm the expectation that helmets with unfastened or less firmly fastened chinstrap would come off easy. On the other hand it was found that most helmets did rotate considerably around the head.
Taking into account the limitations of the test method used (not all parameters could be considered, for practical reasons one test speed was used, the heads rotated from the neck, while in reality also the whole upper body would rotate), the fact that new helmets were used that fitted very close, it was concluded that several helmets would have come off in real world collisions.
As far as the three hypotheses are concerned it was concluded that the first (80-100% chance of the helmet coming off if the chinstrap is not used) could not be rejected. The chances are especially very high in frontal collisions and less high in side collisions.
The second hypothesis (25-50% chance of the helmet coming off in case of too loosely fastened chinstrap) was not confirmed. Lower chances seem more realistic.
The same goes for the third hypothesis with regard to turned straps and the use of chincups.
It was assumed that the thick layer of padding which nowadays is used at the lower parts of helmets more or less keep helmets from coming off during impact.

To demonstrate that the unfastened helmets are coming off during impact, the high speed pictures give a good illustration.

For further experiments some recommendations were made: improving the test method, the use of higher test speeds and the use of used (less strong fitting) helmets.

INHOUD

Voorwoord

1. Inleiding

2. Doel van het onderzoek

3. Probleemanalyse
3.1. Helmparameters voor het losraken
3.2. Parameters voor de botscondities

4. Opzet van het onderzoek
4.1. Algemeen
4.2. Voorlopig testprogramma

5. Uitvoering

6. Resultaten

7. Analyse en discussie

8. Conclusie

Literatuur

Bijlage

VOORWOORD

Uit onderzoek van de SWOV is gebleken dat de kinband van de helm in vele gevallen te los zit (hij kan dan gemakkelijk over de kin worden geschoven), of in sommige gevallen zelfs helemaal niet wordt vast gemaakt.

In dit rapport zal aandacht worden besteed aan het verband tussen de mate van vastmaken van de kinband en het bij een botsing van het hoofd losraken van de helm. Dit is met botsexperimenten onderzocht.

Eerder zijn reeds schattingen gemaakt van het effect van het verkeerd vastmaken van de kinband op de verkeersveiligheid (Huijbers & Verhoef 1987). Hiertoe zijn hypothesen geformuleerd over de relatie tussen de wijze van het vastmaken van de helm en het van het hoofd losraken bij een aanrijding. Nu wordt nagegaan of de hypothesen juist waren.

De informatie die wordt verkregen dient mede voor de onderbouwing van een Nederlands - Duits voorstel ter aanpassing van het internationale keuringsregelement voor helmen ECE 22, zoals eerder door de SWOV is voorgesteld (Huijbers, 1989).

Voorlichting over het goed dragen van de helm wordt zeer wenselijk geacht. Aanschouwelijk filmmateriaal kan hierbij van nut zijn. Bij de uitvoering van het experimenteel onderzoek worden high-speed filmopnamen gemaakt die voor dit doel kunnen worden gebruikt.

Het onderzoek is uitgevoerd door de Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV in opdracht van de Dienst Verkeerskunde van de Rijkswaterstaat.
De botsproeven zijn uitgevoerd in het botslaboratorium van het Instituut voor Wegtransportmiddelen TNO (IW-TNO) te Delft. De uitvoering van de botsproeven is beschreven in het TNO-rapport: "Do crash helmets retain their position on the head in case of an impact ?" (Beusenberg, 1989).

## 1. INLEIDING

Uit buitenlands ongevallenonderzoek is gebleken dat een helm tijdens de botsing van een berijder van een bromfiets of motorfiets met bijvoorbeeld een personenauto van het hoofd kan losraken. Dit kan dan in veel gevallen de oorzaak van ernstig of dodelijk letsel zijn.
Deze typen botsingen kunnen worden onderscheiden in een zogenaamde primaire en een secundaire fase. De primaire fase heeft betrekking op het eerste botscontact van een tweewieler met een voertuig of obstakel en de secundaire fase de botsing van de berijder met de botsomgeving, bijvoorbeeld de motorkap of grond. Als de helm in de primaire fase van het hoofd raakt, komt het onbeschermde hoofd in de secundaire fase met de botsomgeving in aanraking.

Uit een overzicht van buitenlandse onderzoekgegevens blijkt dat in de meeste gevallen niet bekend is in welke fase van de botsing de helm van het hoofd is geraakt (Huijbers et al., 1985). Eén Duits onderzoek wordt in dit overzicht aangehaald waarbij was vastgesteld dat 8% van de helmen al vóór het eerste contact van het hoofd was afgekomen en 14% tussen het eerste en tweede contact. Over oorzaken wordt in dit onderzoek niets vermeld.

Volgens onderzoek zijn dat de volgende factoren van invloed op het losraken van de helm: de mate van vastmaken, pasvorm van helm met hoofd, constructie van bevestiging, massatraagheid van de helm, mechanisch defect. Verder zal ook de botssnelheid een belangrijke rol spelen. Uit ongevallenonderzoek is niet gebleken dat het helmtype (jet- of integraalhelm) van invloed is op het al-of-niet losraken van helmen.

De SWOV heeft metingen in de praktijk gehouden waarbij de sluiting en de draagwijze van de kinband werden beoordeeld (Huijbers, 1987 en 1988). Hierbij is komen vast te staan dat 15% van de bromfietsberijders hun helm helemaal niet had vastgemaakt. Voor de motorberijders bedroeg dit aandeel 2%. Tevens werd geconstateerd in het bijzonder bij bromfietsers de kinband in een aanzienlijk aantal gevallen (50%) te los werd gedragen. Bij motorrijders kwam dit in mindere mate voor (15%). Met betrekking tot het helmtype is vastgesteld dat integraalhelmen driemaal zo vaak voorkomen als jethelmen en dat het gebruik van de kinband door dragers van integraalhelmen slechter is dan door dragers van jethelmen.

Voor het maken van een schatting van het effect van het verkeerd vastmaken van de kinband op de verkeersveiligheid zijn de volgende hypothesen geformuleerd (Huijbers & Verhoef 1987):

1. In de gevallen dat de kinband niet is vastgemaakt zal in 80-100% van de gevallen de helm bij een botsing van het hoofd losraken.
2. Van de helmen waarvan de kinbanden "te los" zijn vastgemaakt raakt 25-50% van het hoofd. Aangegeven wordt dat dit een voorzichtige schatting is daar uit een onderzoek van Whitaker (1980) 12 van de 14 vastgemaakte helmen met een kincup van het hoofd waren geraakt.
3. Van de helmen waarvan de sluiting van de kinband niet correct is gebruikt, zal 0-20% van het hoofd raken.

Op basis van deze hypothesen is het effect van het verkeerd gebruik van de kinband door Nederlandse bromfietsers en motorrijders in het verkeer berekend. In dit rapport wordt een uitspraak gedaan over de juistheid van deze hypothesen.

## 2. DOEL VAN HET ONDERZOEK

Het doel van het onderzoek is in de eerste plaats inzicht te krijgen in de juistheid van de hypothesen die aan schattingen van het effect van het verkeerd gebruik van de kinband op de verkeersveiligheid ten grondslag lagen. De hypothesen hebben betrekking op drie manieren van verkeerd gebruik: kinband los, kinband met te veel speling en niet correct gebruik van de kinband en/of van de sluiting.
In de tweede plaats dient filmmateriaal van de tests voor voorlichtingsdoeleinden verkregen te worden. Het verschil tussen goed en slecht dragen van de helm dient duidelijk gevisualiseerd te worden.
Het onderzoek dient betrekking te hebben op de primaire fase van de botsing van een tweewieler met een botsobject.

De onderzoekresultaten worden gebruikt voor een internationale discussie over het keuringsregelement voor helmen.

## 3. PROBLEEMANALYSE

Het eerste deel van de doelstelling (specificeren van het verband tussen de mate van vastzetten van de kinband en loslaten van de helm) kan zowel op mathematische als op experimentele wijze worden onderzocht. Voor de uitvoering van mathematische simulaties is echter een programma noodzakelijk dat niet voor handen is. Ontwikkelen en verifiëren van een dergelijk programma kost relatief veel geld en tijd.
Aangaande het tweede deel van de doelstelling (verkrijgen filmmateriaal) wordt het wenselijk geacht dat de filmbeelden voor het brede publiek zo realistisch mogelijk zijn. Filmbeelden van reële botsingen zijn voor dit doel beter geschikt.
Op grond hiervan is besloten het onderzoek langs experimentele weg uit te voeren; hierbij zal de primaire fase van de botsing worden gesimuleerd.

Bij het onderzoek spelen naast de specifieke helmeigenschappen de volgende botscondities een belangrijke rol: botssnelheid, botsrichting en aangrijpingspunt. De bij het onderzoek te hanteren waarden voor deze parameters zullen bepaald dienen te worden.

### 3.1. Helmparameters voor het losraken

Volgens de doelstelling dient het slecht gebruik van de kinband als volgt worden onderzocht: kinband geheel los; kinband met te veel speling; niet correct gebruik van de kinband en/of van de sluiting. De laatste twee zullen hier nader worden gespecificeerd.

Kinband met te veel speling
In een SWOV-enquête onder tweewielers (Huijbers 1987, 1988a) wordt "te veel speling" gedefinieerd als: de kinband kan gemakkelijk over de kin worden geschoven.

Niet correct gebruik van de kinband en/of sluiting
Er zijn diverse mogelijkheden om een kinband niet correct te bevestigen: de band kan foutief door de sluiting zijn geschoven; er kan een kincup zijn gebruikt; de kinband kan getordeerd zijn; de kinband kan alleen met klittenband zijn bevestigd. In feite zijn alle foutieve bevestigingen belangrijk om onderzocht te worden. Daar de kincup relatief vaak wordt

gebruikt, en vanwege het demonstratieve karakter van het onderzoek zal de kincup in ieder geval getest moeten worden.

Het onderzoek zal zich richten op helmtypen die een groot aandeel in de markt hebben. Dit zijn voornamelijk integraalhelmen. Zoals reeds is aangegeven wordt dit type ook slechter vast gemaakt dan jethelmen. Aangezien wordt verondersteld dat de massa van de helm van invloed is op het losraken, is het gewenst zowel zware als lichte integraalhelmen te onderzoeken. Om het verkeerd gebruik van de kinband en het effect daarvan op het losraken van de helm met filmbeelden goed te kunnen visualiseren, zullen tevens jethelmen worden gebruikt.

## 3.2. Parameters voor de botscondities

Snelheid en vertraging (of versnelling) zijn belangrijke parameters die van invloed zijn op het van het hoofd losraken van helmen. Van belang is dat een ondergrens voor de snelheid en de vertraging wordt vastgesteld. De redenering is dat als een helm onder deze botsconditie loslaat, dit bij hogere snelheden en versnellingen zeker het geval zal zijn.
Resultaten van ongevallenonderzoek laten met betrekking tot de snelheid een grote spreiding zien (zie Bijlage 1; Bron EEVC/CEVE, 1984). Over vertragingswaarden is op grond van ongevallenonderzoek niets bekend.
Voor de keuze van de snelheid van de tests kan gebruik worden gemaakt van kennis van soortgelijke tests. In Duitsland zijn proeven uitgevoerd met snelheden van 20-40 km/uur (Test, 1981).
Door IW-TNO en de SWOV is een onderzoek verricht naar aanrijdingen van personenauto's tegen de flank van fietsers. Hiertoe zijn onder meer mathematische simulaties uitgevoerd waarbij de plaats van het eerste contact variëerde van voet- tot heuphoogte van de fietser. Voor het onderzoek beschreven in dit rapport zijn die flankaanrijdingen geselecteerd, waarbij de eerste contactplaats varieerde van knie- tot heuphoogte. Hiervan bedroegen de gesimuleerde snelheden 14-26 km/uur met vertragingswaarden van de borst die varieerden van 5-30 g (Oorschot & Janssen, 1987; Huijbers, 1988b).

Tweewielers kunnen van verschillende kanten worden aangereden. Een verdeling naar botsrichting van aanrijdingen tussen bromfietsen- en personenauto's in Nederland geeft het volgende beeld: flankaanrijdingen komen het

meest voor (62%), gevolgd door frontale aanrijdingen (30%). De laatste groep heeft zowel betrekking op frontale aanrijdingen van de bromfietser tegen het front van de auto als tegen de flank. Het aandeel van de overige typen aanrijdingen bedraagt minder dan 10% (EEVC/CEVE, 1984). Bij de tests zal in ieder geval aandacht besteed dienen te worden aan frontale en zijdelingse aanrijdingen.

Het aangrijpingspunt bij een botsing is sterk afhankelijk van het botsende voertuig of het obstakel waartegen wordt gebotst; hierbij is de botsrichting van veel invloed. Bij een frontale aanrijding zal een berijder van een tweewieler namelijk aanvankelijk op heuphoogte worden tegengehouden doordat zijn benen onder het stuur worden "gevangen". Het aangrijpingspunt in de primaire fase van de aanrijding ligt bij dergelijke typen aanrijdingen dan ook op heuphoogte. Bij een flankaanrijding daarentegen zal het aangrijpingspunt veelal lager zijn: de hoogte wordt bepaald door de vormgeving van het neus van het voertuig en de zithoogte van de berijder van de tweewieler. Geconcludeerd kan worden dat bij de tests een aangrijpingspunt dat niet hoger ligt dan heuphoogte de voorkeur heeft.

# 4. OPZET VAN HET ONDERZOEK

## 4.1. Algemeen

Een reële manier voor het beoordelen van het van het hoofd losraken van helmen is het uitvoeren van botsproeven met dummies.
Aangezien het bij dit onderzoek gaat om het verkrijgen van inzicht in de relatie tussen de wijze van het verkeerd gebruik van de kinband en het loslaten van de helm, is voor een kleinschalige proefopzet gekozen. Uit efficiëntie-overwegingen is naar een manier gezocht waarbij in één test meer dan één helm tegelijkertijd onderzocht konden worden.
Gekozen wordt voor een uitvoering waarbij op een botslede meerdere dummy-hoofden voorzien van helmen kunnen worden gemonteerd.

Tegen deze methode met dummy-hoofden ten opzichte van proeven met gehele dummies kan evenwel bezwaar worden aangevoerd. Het gesimuleerde aangrijpingspunt van de botsingen met de hoofden komt namelijk te liggen op schouderhoogte en niet op of onder heuphoogte, waarvoor in het vorige hoofdstuk de voorkeur is uitgesproken. Verwacht wordt dat hierdoor de helm eerder zal losraken dan bij een lager liggend aangrijpingspunt. Bij de keuze van de botssnelheid zal hier rekening meegehouden moeten worden in die zin, dat een voor geringere botssnelheid wordt gekozen.
Het budget liet slechts de uitvoering van drie sledetesten met één bepaalde snelheid toe. Op grond van eerder vermelde overwegingen is gekozen voor een botssnelheid van 25 km/uur en een sledevertraging van 18 g.
Aangezien op de slede maximaal vier dummyhoofden kunnen worden gemonteerd, zullen in totaal twaalf helmen worden beproefd.
Van alle tests zullen high-speed filmopnamen worden gemaakt; de jethelmen zullen hierbij close up in beeld worden gebracht.

Voor de uitvoering van de drie tests is een voorlopig proevenprogramma opgesteld. De eerste test kan volgens dit programma worden uitgevoerd; de uitvoering van de volgende tests wordt gedeeltelijk afhankelijk gesteld van de resultaten van de vorige test(s). De tweede en derde test zullen mede voor voorlichtingsdoeleinden worden gebruikt.

## 4.2. Voorlopig testprogramma

Test 1

Helmtype: 2 zware en 2 lichte integraalhelmen
Kinband: bevestigd met een speling van 5 cm (de kinband kan hierbij gemakkelijk over de kin van het dummyhoofd worden geschoven)
Botsrichting: frontaal en dwars
Filmopname: totaalopname van de 4 helmen gefilmd aan weerszijden van de slede.

Test 2

Helmtype: 1 zware en 1 lichte integraalhelm
Kinband: bevestigd met een speling van 2,5 cm
Botsrichting: frontaal en dwars

Helmtype: 2 jethelmen
Kinband: 1 helm met een speling van 2,5 à 5 cm (afhankelijk van resultaat test 1) en 1 helm met verkeerd gebruik (bevestiging met een kincup)
Botsrichting: frontaal en dwars
Filmopname: elke helm wordt close-up in beeld gebracht.

Test 3

Helmtype: 3 integraalhelmen en 1 jethelm
Kinband en botsrichting: afhankelijk van de resultaten van tests 1 en 2; gezien het demonstratieve karakter van deze test, wordt die uitvoering gekozen die het best illustreert onder welke condities een helm bij een botsing van het hoofd raakt. Bij deze test zal in elk geval één integraalhelm strak (op de juiste wijze) worden bevestigd.
Filmopname: totaalopname van de 4 helmen gefilmd aan weerszijden van de slede.

Op basis van dit voorlopig proevenprogramma zullen minimaal 9 integraalhelmen en 3 jethelmen bij het onderzoek worden betrokken. In verband met eventuele wijziging in het programma zijn een paar extra helmen noodzakelijk.
Mede uit het oogpunt van publicitaire activiteiten is besloten uit te gaan van gangbare merken en typen. Op basis van marktcijfers zullen de te gebruiken helmen op de volgende kenmerken worden geselecteerd:

- aanwezigheid van goedkeurlabel
- groot aandeel in de markt
- integraalhelmen: relatief lichte en relatief zware helmen
- goed passend op de dummyhoofden.

## 5. UITVOERING

Het experimentele onderzoek is verricht door het Instituut voor Wegtransportmiddelen TNO (IW-TNO). De uitvoering van botsproeven is door IW-TNO uitgebreid beschreven in het rapport: "Do crash helmets retain their position on the head in case of an impact ?" (Beusenberg, 1989). We volstaan hier met deze verwijzing.

De op de slede gemonteerde hoofden waren voorzien van elastische nekken. Deze lieten om de X- en Y-as een draaiende beweging van het hoofd toe tot ca. 90°.

Voor de marktcijfers van helmen kon gebruik worden gemaakt van een recent verricht marktonderzoek van de Consumentenbond. De maat van de helm werd bepaald aan de hand van de pasvorm van dummyhoofd en helm. De helmen zijn door de SWOV gekocht bij fabrikanten en importeurs.
Bij de uitvoering van de proeven bleek dat sommige helmen moeilijk op het hoofd waren te plaatsen. Veelal moesten ze kantelend worden opgezet. Dit had te maken met de dikke padding onderaan de helm. De passing op het dummyhoofd was echter goed met uitzondering van één integraalhelm die te strak zat. Bij de beschrijving van de resultaten komen we hierop terug.

Voor een uitgebreide beschrijving van de helmen die bij de proeven zijn gebruikt, wordt eveneens naar het IW-TNO-rapport verwezen.

## 6. RESULTATEN

Eerst een opmerking die betrekking heeft op het gedrag van het dummyhoofd en de helm zoals dat bij alle proeven is waargenomen. Uit analyse van filmbeelden blijkt dat direct in het begin van de botsing het dummyhoofd ging roteren. De helm bleef vanwege de massatraagheid aanvankelijk zijn oorspronkelijke richting volgen totdat alle speling tussen helm en hoofd weggedrukt was, waarna de helm om het hoofd ging roteren.

In hetgeen volgt worden per test de resultaten beschreven. In de tabellen is op summiere wijze de uitvoering en het eindresultaat aangegeven.

Eerste test

| Helm-nummer | Helmtype | Massa (g) | Bots-richting | Speling kinband | Resultaat |
|---|---|---|---|---|---|
| D4 | integr. | 1330 | frontaal | 5 cm | helm blijft op, opm. kinband |
| D5 | integr. | 1325 | lateraal | 5 cm | helm blijft op |
| S1 | integr. | 1125 | lateraal | 5 cm | helm blijft op |
| S3 | integr. | 1130 | frontaal | 5 cm | helm blijft op |

Bij de twee frontaal beproefde helmen is de kinband van de zwaardere helm D4 over de kin geschoven maar bleef vervolgens onder de neus hangen. Vanwege de hoofdrotatie kwam de onderkant van het kindeel van de helm aanvankelijk tot ooghoogte. Daarna roteerde de helm op het hoofd. De kinband van de lichtere integraalhelm S3 bleef tijdens de proef onder de kin.
Ook bij de helmen D5 en S1 die op de dwars opgestelde hoofden waren bevestigd, bleef de kinband onder de kin. In beide gevallen lifte de helm aanvankelijk gedeeltelijk vanwege de hoofdrotatie.

Gezien het resultaat van de eerste test, leek het weinig zinvol voor de tweede test het oorspronkelijk programma te volgen. Immers als de speling in de kinband tot de helft gereduceerd zou worden, mocht een soortgelijk resultaat als van de eerste test worden verwacht. Het uittesten van de kincup volgens het oorspronkelijk programma werd wel zinvol geacht.

Tweede test

| Helm-nummer | Helmtype | Massa (g) | Bots-richting | Speling kinband | Resultaat |
|---|---|---|---|---|---|
| N1 | jet | 960 | frontaal | kincup | helm blijft op |
| U2 *) | integr. | 1320 | frontaal | los | helm blijft op |
| N2 | jet | 925 | lateraal | los | helm af in reboundfase |
| S4 | integr. | 1150 | frontaal | strak | helm blijft op |

*) helm te krap op dummyhoofd

De kincup van jethelm N1 bleef tijdens de hele proef goed op de kin zitten. De los bevestigde integraalhelm U2 kwam tijdens de botsing wel wat los van het hoofd, maar vanwege de geringe speling en de padding aan de achterzijde van de helm werd verhinderd dat de helm van het hoofd raakte. De eveneens los op het hoofd geplaatste jethelm N2 (zijdelings beproefd) bleef aanvankelijk eveneens op het hoofd zitten: na rotatie van de helm op het hoofd werd de onderkant van de helm tegen de zijkant van de nek afgesteund waarbij de andere zijde van de helm net boven oorhoogte bleef hangen. Pas in de reboundfase schoot de helm van het hoofd.
De goed bevestigde integraalhelm S4 doorstond de proef goed.

Derde test

| Helm-nummer | Helmtype | Massa (g) | Bots-richting | Speling kinband | Resultaat |
|---|---|---|---|---|---|
| S2 | integr. | 1110 | frontaal | los | helm vliegt af |
| N3 | jet | 975 | frontaal | los | helm vliegt af |
| D3 | integraal | 1275 | lateraal | los | helm af in reboundfase |
| D1 | integr. | 1325 | frontaal | strak | helm blijft op |

Bij de beide frontale botsingen met de los geplaatste integraalhelm S2 en jethelm N3 raakten de helmen af. De jethelm bleef nog relatief lang op het hoofd zitten daar de padding van de oorflappen voor de nodige weerstand zorgde.
De derde losgeplaatste integraalhelm D3 (lateraal getest) bleef vanwege de padding aanvankelijk op dezelfde wijze hangen als de jethelm N2 van de tweede test. Ook nu raakte de helm pas in de reboundfase van het hoofd.
De vierde strak bevestigde helm D1 bleef op het hoofd zitten. Vanwege de hoofdrotatie kwam de onderkant van het kindeel van de helm hierbij op neushoogte.

In het algemeen kan over de helmen die op het hoofd zijn blijven zitten het volgende worden aangegeven. Vanwege de draaiende bewegingen die de hoofden tijdens de proeven maakten, roteerden de helmen in aanzienlijke mate op de hoofden. Uit de high-speed opnamen valt duidelijk waar te nemen dat met name bij de frontale proeven het kindeel van de integraalhelm hierbij met een aanzienlijke snelheid tegen de hals van het dummyhoofd klapte.

## 7. ANALYSE EN DISCUSSIE

Alle helmen die met een kinband met te veel speling zijn vastgezet, zijn op het hoofd blijven zitten. Dat bij een relatief zware integraalhelm de kinband bij een frontale proef over de kin is geschoven en bij een relatief lichte integraalhelm niet, heeft meer te maken met het verschil in type sluiting (en in massa van de sluiting) dan met het verschil in helmmassa.

In de tweede test is de kinband met kincup goed op zijn plaats gebleven. Gezien het feit dat bij de proeven van de eerste test in drie van de vier gevallen de te losse kinband niet over de kin is geschoven, is het niet verwonderlijk dat de redelijk strak bevestigde kincup is blijven zitten.

Van de vijf helmen die in het geheel niet waren vast gemaakt zijn twee helmen direct van het hoofd geschoten. Twee helmen zijn pas in de reboundfase van het hoofd geraakt; beide waren integraalhelmen die zijdelings waren beproefd. Eén helm is goed blijven zitten. Deze helm zat echter strakker op het dummyhoofd dan de andere helmen. Van de twee helmen die in de rebound-fase van het hoofd zijn geraakt, kan worden beoordeeld dat ze eigenlijk zijn blijven zitten daar zo'n rebound in de praktijk niet zal voorkomen.
Dat de helmen die zijdelings zijn beproefd eerder de neiging hadden te blijven zitten dan de frontaal beproefde helmen, had als reden dat de helm diagonaal op het hoofd kwam te zitten, waardoor hij klem raakte.
Als de te strak zittende helm buiten beschouwing wordt gelaten, kan worden gesteld dat 2 van de 4 helmen die niet met de kinband vast waren gemaakt, tijdens te proeven van het hoofd zijn geraakt.

Van de twee strak met een kinband bevestigde helmen is bij één helm geconstateerd dat de verplaatsing ten opzichte van het dummyhoofd relatief groot was. Dit zou te maken kunnen hebben met de plaats van het bevestigingspunt van de kinband aan de helm ten opzichte van de plaats van de kinband onder de kin. Uit consumentenonderzoek van helmen zijn aanwijzingen dat bij de afroltest deze bevestigingspunten eveneens van invloed zijn op een aanzienlijke helmrotatie. Het is van belang dat aan dit aspect aandacht wordt besteed.

Verwacht was dat in elk geval de niet-vastgemaakte helmen gemakkelijk van het hoofd zouden vliegen. Dat dit niet het geval was, kan een aantal oorzaken hebben: de beproevingsmethode, de padding van de helm, de wrijvingsweerstand tussen helm en dummyhoofd en de botssnelheid. We zullen de punten hier behandelen, daar deze oorzaken ook van belang zijn voor de helmen die op een verkeerde manier waren bevestigd.
Ten gevolge van de beproevingsmethode trad een sterke rotatie van de helmen ten opzichte van de dummyhoofden op; het is waarschijnlijk dat dit klemming tot gevolg heeft gehad. Helmen raken namelijk vooral los van het hoofd door centrifugaal krachten. De proefopzet verhoogt welisaar de hoekversnelling van het hoofd - ten opzichte van met een gehele dummy - maar verkleint de centrifugaalversnelling door de kleine straal en de relatief stijve dummynek die de maximale hoeksnelheid beperkt.
Zoals bij de beschrijving van de tests is aangegeven, bleven de helmen meer malen hangen vanwege de padding in de helm. Bij de proeven zijn nieuwe helmen gebruikt die nauwsluitend op het dummyhoofd zaten. In één geval te nauw, maar bij de beoordeling is deze helm buiten beschouwing gelaten.
De comfortpadding van de helm, met name de padding aan de onderzijde, heeft zeker bij nieuwe helmen de nodige veerkracht. Dit, in combinatie met de sterke rotatie van het dummyhoofd ten opzichte van de helm, heeft er zeker toe bijgedragen dat de helm bij een aantal proeven op het hoofd is blijven zitten. De verwachting is dat bij oudere helmen met minder veerkracht in de padding en meer speling tussen helm en hoofd, de helm eerder zal losraken.
Het oppervlak van het kale dummyhoofd bestaat uit een speciale kunststof, poly-uretheen genaamd. Ter reducering van de wrijving zijn de dummyhoofden voordat de helm werd opgezet ingewreven met talkpoeder. Toch bestaat de indruk dat de wrijving tussen het kale dummyhoofd en helm groter is dan die tussen het behaarde mensenhoofd en helm vanwege het haar dat zonder veel wrijving langs elkaar afschuift.
Gezien het feit dat de beproeving met één snelheid (25 km/uur) is uitgevoerd, kon niet worden vastgesteld of bij een iets hogere snelheid (bijvoorbeeld 30 km/uur) de helmen eerder van het hoofd zouden zijn geraakt.

## 8. CONCLUSIE

Vanwege de toegepaste beproevingsmethode en het gebruik van nieuwe helmen kan een indicatie gegeven worden omtrent het verband tussen het slecht gebruik van de kinband van helmen en het losraken van de helm in de primaire van fase van de botsing.
Als een helm niet wordt vastgemaakt is de kans groot dat bij frontale aanrijdingen de helm in alle gevallen van het hoofd zal raken. Bij aanrijdingen in de flank is de kans minder groot. De hypothese dat in 80-100% van de gevallen een niet vastgemaakte kinband leidt tot het losraken van de helm behoeft dan ook niet verworpen te worden.
Het vermoeden dat bij een aanrijding een helm die met een kinband met te veel speling is bevestigd, in 50% van de gevallen van het hoofd zal losraken, is bij deze proeven niet bevestigd. Dit geldt eveneens voor het gebruik van de kincup. Een lagere schatting is meer realistisch.
Er bestaat een sterk vermoeden dat de dikke padding die tegenwoordig aan de onderzijde van de helm wordt aangebracht, een gunstige invloed heeft op het voorkómen van het losraken van de helm bij een botsing.

Voor voorlichtingsdoeleinden zijn de filmbeelden niet geschikt om het gevaar van te veel speling aan te tonen. Om te demonstreren dat niet-vastgemaakte helmen bij een botsing van het hoofd losraken, kunnen de opnamen van de tweede en derde test worden gebruikt.

De volgende aanbevelingen voor nader onderzoek kunnen worden gedaan:
- het verbeteren van de tests door bijvoorbeeld de toepassing van volledige dummy-thoraxen (of een bepaalde constructie met dezelfde traagheidseigenschappen en afmetingen);
- naast nieuwe ook gebruikte helmen bij het onderzoek betrekken;
- het vaststellen van de relatie tussen botssnelheid en afslingeren van de helm.

LITERATUUR

Beusenberg, M.C. (1989). Do crash helmets retain their position on the head in case of an impact. Rapport 751960091. Instituut voor Wegtransportmiddelen TNO, 1989.

EEVC/CEVE (1984). Cycle and light powered two-wheeler accidents. Ninth IRCOBI Conference, Delft, September 1984.

Huijbers, J.J.W.; Arnoldus, J.G.A. & Verhoef, P.J.G. (1985). Het fixeren van de helm aan het hoofd, een idee fixe? R-85-14. SWOV, 1985.

Huijbers, J.J.W. & Verhoef, P.J.G. (1987). Helmen van bromfietsers, veilig en onveilig gebruik. R-87-6. SWOV, 1987.

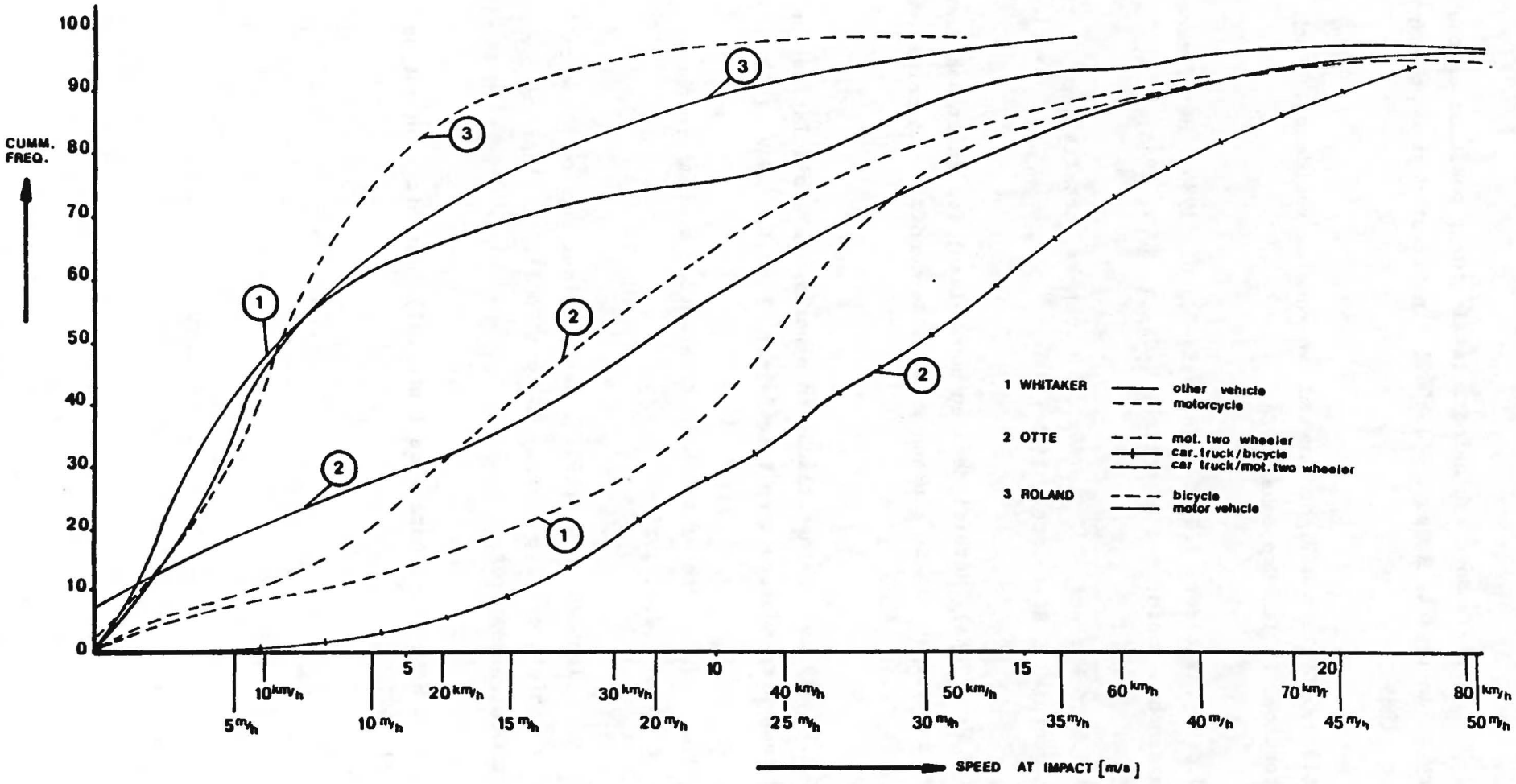
Huijbers, J.J.W. (1988a). Motorrijders en hun helmen; Een onderzoek naar de wijze van bevestigen van de kinband en naar de conditie van helmen van motorrijders. R-88-40. SWOV, 1988.

Huijbers, J.J.W. (1988b). Mathematische en experimentele simulaties van botsingen tussen personenauto's en tweewielers. R-88-42. SWOV, 1988.

Huijbers, J.J.W. (1989). Use of the helmet retention systems in the Netherlands. R-89-18. SWOV, 1989.

Oorschot, E. van & Janssen, E.G. (1987). Mathematical and experimental simulations of vehicle-cyclist impact. Rapport 700531175. Instituut voor Wegtransportmiddelen TNO, 1987.

Test (1981). Test Motorrad-Schutzhelme (Integral). Nur mit neun gut behelmt. Test 11/1981.




Cumulative distribution of vehicles speeds at impact in two-wheeler/car accidents by several studies.