

# Onderzoeksvoorstel APK-dempingtest

*Een advies in opdracht van de Rijksdienst voor het Wegverkeer*

R-95-11

Dr. P.H. Polak & ing. C.C. Schoon

Leidschendam, 1995

Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV



# Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV



Stichting  
Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV  
Postbus 1090  
2260 BB Leidschendam  
Duindoorn 32  
telefoon 070-3209323  
telefax 070-3201261



## Samenvatting

Het objectief keuren van schokdempers door middel van de Algemene Periodieke Keuring (APK) is tot dusverre niet mogelijk. Het is de wens van de Rijksdienst voor het Wegverkeer (RDW) om met een dempingtestinrichting vast te kunnen stellen of de schokdemping van personenauto's aan bepaalde minimumeisen voldoet. Het testapparaat moet in een keuringsstation opgesteld kunnen worden.

Voor de ontwikkeling van een dergelijke testinrichting heeft de RDW door een technisch bureau een onderzoeksvoorstel laten opstellen.

Vanwege de gecompliceerdheid van de materie heeft de RDW vervolgens de SWOV verzocht de haalbaarheid van het onderzoeksvoorstel te onderzoeken, met inschakeling van deskundigen op schokdempergebied.

De wijze van beoordeling van dempingseigenschappen bij de APK is geanalyseerd aan de hand van een aantal vraagpunten:

- Welke eigenschap(pen) van het voertuig dienen bij de APK door een dempingtestinrichting (DTI) getest te worden?
- Hoe kunnen deze eigenschappen gemeten worden?
- Hoe dienen grenswaarden voor die eigenschappen bepaald te worden?
- Hoe moet dit vertaald worden naar specificaties voor een DTI?
- Hoe moeten DTI's beoordeeld en gecalibreerd worden?

Op grond van deze analyse kon in de eerste plaats worden gesteld dat de huidige testbanken (EUSAMA- en valmethode) niet voor APK-gebruik geschikt zijn. Verder vormden de antwoorden op deze vragen de basis voor de opstelling van het advies voor de RDW.

In het advies worden in eerste instantie de kernpunten vastgesteld betreffende de minimumeisen voor de demping van de wielophanging in APK-verband. Daarnaast wordt een onderzoeksofzet voorgesteld voor de realisatie van een apparaat voor het testen van de demping van personenauto's in APK-stations.

Het onderzoeksvoorstel van het technisch bureau is vervolgens getoetst aan de voorliggende onderzoeksofzet. Vastgesteld kon worden dat veel van de onderdelen uit het voorstel van het technisch bureau al bekend waren. De problematiek die nog opgelost dient te worden, kan volgens de deskundigen beter aangepakt worden volgens de ofzet die in dit rapport uiteengezet wordt.

# Inhoud

<i>Voorwoord</i>	5
1. <i>Opzet en uitvoering onderzoek</i>	6
2. <i>Technische achtergronden</i>	7
2.1. Contact band/wegdek	7
2.2. APK	7
3. <i>Vraagpunten en de antwoorden</i>	9
4. <i>Bevindingen en advies</i>	12

## Voorwoord

Een technisch bureau heeft een onderzoeksvoorstel opgesteld voor een studie naar en de bouw van een testbank waarmee het optimale weg-contact tussen band en wegdek vastgesteld kan worden. De Rijksdienst voor het Wegverkeer (RDW) heeft aan de SWOV verzocht met inschakeling van deskundigen op schokdempergebied de haalbaarheid van het onderzoeksvoorstel te onderzoeken.

De bijdrage van de deskundigen bestond uit het leveren van commentaar op het onderzoeksvoorstel van het technisch bureau en het bijwonen van een vergadering waarin werd gediscussieerd over door de SWOV opgestelde discussiepunten.

De volgende externe deskundigen waren bij het onderzoek betrokken:

H. Bakker (SEATEC)

Ing. D. Baksteen (Nederlands Meetinstituut)

F. Hoos (SEATEC)

H.G. Koffyberg (KONI B.V. Holland), *op voordracht van de RAI*

W.L. Krabben (MAHA Nederland B.V.), *op voordracht van de RAI*

Ir. T.J.J. Meijlink (TU-Eindhoven)

Dr. ir. H.B. Pacejka (TU-Delft)

W. Rosier (Rijksdienst voor het Wegverkeer, RDW)

H.W. Scheper (HACON Techniek B.V.)

M.G. Schrier (Rijksdienst voor het Wegverkeer, RDW)

G.E.M. Vael (DAF N.V.)

De meningen in het rapport zijn die van de SWOV en behoeven noodzakelijkerwijs niet door de deskundigen onderschreven te worden.

De deskundigen willen wij bedanken voor hun inzet bij dit onderzoek.

## 1. Opzet en uitvoering onderzoek

Het onderzoeksvoorstel van het technisch bureau is voorgelegd aan de in het *Voorwoord* genoemde deskundigen. De deskundigen hebben het voorstel beoordeeld en hun commentaar op schrift aan de SWOV doen toekomen. Vervolgens is het commentaar door de SWOV gerubriceerd, geanalyseerd en voorzien van discussiepunten.

Met de deskundigen zijn commentaar en discussiepunten in een vergadering besproken. Op basis van de uitkomsten van de discussie heeft de SWOV de problematiek geanalyseerd aan de hand van vraagpunten. Deze vraagpunten en de geformuleerde antwoorden zijn opgenomen in hoofdstuk 3 van dit rapport.

De analyse zoals beschreven in hoofdstuk 3 vormde de basis voor de opstelling van het advies voor de RDW, opgenomen in hoofdstuk 4.

Om enig inzicht te geven in de begrippen omtrent demping en contact band/wegdek en in de keuringsmogelijkheden volgens de APK, volgt eerst in hoofdstuk 2 een technische uiteenzetting.



## 2. Technische achtergronden

### 2.1. Contact band/wegdek

Op grond van onderzoek en ervaring wordt algemeen aangenomen dat een goede wegligging van motorvoertuigen vereist dat de onderlinge bewegingen van de carrosserie (de afgeveerde massa) en het samenstel van wielen en assen (de onafgeveerde massa) gedempt zijn. Immers, bij volledig ontbreken van demping zou de bewegingsenergie die de massa's na het passeren van een oneffenheid in de weg verkregen hebben, resulteren in voortdurende verticale uitslagen van carrosserie en wielen. Dergelijke uitslagen vormen een ernstige verstoring van het contact tussen band en weg.

Door een adequate demping sterven deze trillingen voldoende snel uit; de bijbehorende energie wordt in de demper omgezet in warmte die uiteindelijk aan de lucht wordt afgegeven.

Het contact tussen band en wegdek is om een aantal redenen essentieel. Ten eerste wordt via dit contactvlak het gewicht van het voertuig ondersteund: het tijdsgemiddelde van de som van de door de banden op de weg uitgeoefende verticale krachten is gelijk aan het gewicht van het voertuig, afgezien van door de rijwind op de carrosserie werkende verticale aërodynamische krachten.

Ten tweede stelt de verticale kracht (de normaalkracht) de band in staat krachten te genereren die *in* het vlak van de weg liggen (de wrijvingskrachten). Deze krachten zijn onmisbaar om het voortstuwen en remmen (langskrachten), het nemen van bochten, het rijden op verkante wegen en het opvangen van aërodynamische dwarskrachten mogelijk te maken. De momentane normaalkracht per wiel, maar ook de som over alle wielen, kan aanzienlijk afwijken van de gemiddelde normaalkracht, als gevolg van de verticale bewegingen tijdens het rijden, vooral bij oneffen wegoppervlakken en hoge snelheden. De maximale wrijvingskracht is bij goede benadering evenredig aan de normaalkracht, met als evenredigheidsfactor de wrijvingscoëfficiënt.

Als de maximale wrijvingskracht wordt overschreden treedt glijdende wrijving op, waarbij de bestuurbaarheid en de koersvastheid van het voertuig sterk achteruit gaan. Omdat dit maximum zo sterk van de normaalkracht afhangt, geldt als ontwerpeis voor de wielophanging dat deze krachten per wiel niet teveel variëren onder rijomstandigheden zoals die zich in de praktijk voordoen. Voor het realiseren van deze ontwerpeis zijn veel aspecten van de wielophanging belangrijk, zoals de grootte van de onafgeveerde massa, de stijfheid van de vering, en ook de demping. Omdat vooral de demping aan slijtage onderhevig is zal een keuring van de wielophanging ook de demping moeten betreffen.

### 2.2. APK

De Algemene Periodieke Keuring (APK) heeft in principe tot doel alle voor de veiligheid relevante aspecten aan een voertuig te onderzoeken, en tot afkeuring over te gaan wanneer geconstateerd wordt dat het voertuig aan een of meer eisen niet voldoet.

Het is tot nu toe niet gelukt de werking van de schokdempers op een bevredigende wijze in de APK te betrekken. Dit is overigens een internationaal probleem.

Een keuring van de demping moet, net als die van het remsysteem, *dynamisch* zijn: alleen door de omstandigheden tijdens het rijden na te bootsen kan de werking van de dempers beoordeeld worden. Voor het keuren van remmen wordt meestal een remtestinrichting gebruikt, maar een beproeving op de weg is ook toegestaan; daarbij moet dan een remvertragingmeter worden gebruikt.

Een testmethode op de weg is voor de demperwerking niet onmogelijk, maar stelt hoge eisen aan de inrichting van het testtracé en de meetapparatuur. Om die reden is deze methode niet geschikt voor APK-gebruik.

De keuring dient dus met een dempingtestinrichting te geschieden die in een keuringsstation kan worden opgesteld. Het advies dat in dit rapport wordt geformuleerd, betreft de haalbaarheid van de ontwikkeling van een dergelijke inrichting.

### 3. Vraagpunten en de antwoorden

Mede op basis van de uitkomsten van de discussie met de deskundigen is de problematiek geanalyseerd aan de hand van vraagpunten. Deze vraagpunten en de daarbij geformuleerde antwoorden worden in dit hoofdstuk puntsgewijs behandeld.

*Vraag 1. Welke eigenschap(pen) van het voertuig dienen bij de APK door de dempingtestinrichting (DTI) getest te worden?*

Getest dienen te worden die eigenschappen van de wielophanging van het voertuig, die het voertuig in staat stellen ook op oneffen wegoppervlakken bij gangbare snelheden voldoende grote horizontale krachten te genereren om adequaat te kunnen remmen en/of bochten te kunnen beschrijven.

*Vraag 2. Hoe kunnen deze eigenschappen gemeten worden?*

Het voertuig moet, rijdend over een niet glad langprofiel (oneffen weg), voldoende koersstabiliteit hebben *onder de werking van zijdelingse krachten* (dwarskrachten); ook moet het voertuig voldoende *remwerking* (langskrachten) kunnen ontwikkelen.

De meting onder invloed van dwarskrachten kan gerealiseerd worden door te rijden over een (oneffen) weg met verkanting, dan wel door over een horizontale (oneffen) weg cirkels te rijden. In beide gevallen moet de zijdelingse afwijking gemeten worden. De testbaan van Ford te Lommel in België is genoemd als goede referentie.

Voor het bepalen van de langskrachten kan de maximale remvertraging op een horizontale oneffen weg gemeten te worden. De mate en de aard van de oneffenheid en de te rijden snelheid moet uit onderzoek naar voorkomende slechte wegen en de daarop gangbare snelheden afgeleid worden. Het is aannemelijk dat de bij een voertuig gemeten waarden voor dwars- en voor langskrachten zeer sterk zullen correleren: een goede koersstabiliteit zal dan gepaard gaan met even goede remeigenschappen op de oneffen weg. Als dit zo blijkt te zijn hoeft voor de APK maar één van deze metingen gedaan te worden.

*Vraag 3. Hoe dienen grenswaarden voor die eigenschappen bepaald te worden?*

De zijdelingse afwijking van het voertuig mag onder invloed van dwarskrachten niet te groot zijn; de vertraging mag bij de langskrachten niet meer dan een bepaald percentage verminderen - dit alles bij het berijden van een volgens de specificaties oneffen weg.

De te hanteren grenswaarden moeten door onderzoek aan een aantal nieuwe en gebruikte voertuigen bepaald worden. Het zou vanzelfsprekend de voorkeur genieten om universele grenswaarden vast te stellen, geldig voor alle voertuigen. Het is echter zeer wel denkbaar dat een universele eis zou kunnen leiden tot afkeuring van zelfs nieuwe voertuigen, dan wel tot het moeten accepteren van zeer vergaande achteruitgang van andere voertuigen.

Daarbij is een belangrijk punt dat demping in de praktijk altijd een compromis is tussen comfort en wegligging. Uit recent onderzoek (P.J.Th. Venhovens 1994, *Optimal Control of Vehicle Suspensions*, proefschrift Delft) blijkt dat als alleen naar comfort gekeken wordt, een dempings-

factor van 0,1 optimaal is. Wordt alleen voor wegligging geoptimaliseerd dan moet de factor 0,8 zijn. In de praktijk liggen de waarden ertussen in, afhankelijk van aspecten als de 'sportiviteit' van de auto.

Omdat de in de praktijk gevonden waarden wel meer dan een factor 2 uiteen liggen, lijkt het nodig de grenswaarden afhankelijk te maken van het type voertuig. Dit verschil is te rechtvaardigen omdat van de verschillende typen voertuigen ook heel verschillende rijeigenschappen verwacht worden, zodat daarmee rekening gehouden wordt door de bestuurder. De verschillende typen kunnen bijvoorbeeld onderverdeeld zijn naar gewichtsklasse, al of niet gecombineerd met het soort wielophanging. Dit aspect moet wel nader onderzocht worden. Daarbij moeten ook voertuigen betrokken worden die voorzien zijn van actieve vering, dan wel van zich aan de omstandigheden aanpassende dempers. Als de DTI deze voertuigen ook moet beproeven, stelt dit additionele eisen aan de bank.

*Vraag 4. Hoe moet dit vertaald worden naar specificaties voor een DTI?*

Omdat het - anders dan bij het testen van de remmen - niet doenlijk is voor de dempingtest een rijproef te doen (mede vanwege de eis dat over een gespecificeerd oneffen weg gereden moet worden), moet een stationaire meetopstelling gebruikt worden. Deze moet een van de bovengenoemde meetomstandigheden nabootsen.

In een nog uit te voeren onderzoek dienen de stationair te meten voertuigeigenschappen bepaald te worden, alsmede de bijbehorende grenswaarden. Deze eigenschappen en grenswaarden moeten een *vertaling* zijn van de eerder omschreven dynamisch te testen eigenschappen.

Voor een dwarskrachtmeting zou gedacht kunnen worden aan een zijdelings gekantelde opstelling, waarbij onder de wielen van een as trilplaten zitten die een op de oneffen weg lijkende beweging uitvoeren. Het voertuig mag dan niet te snel zijdelings wegglijden. Omdat de hier geformuleerde eis niet symmetrisch is (een linkse verkanting kan een ander effect geven dan een rechtse, bijvoorbeeld bij eenzijdige slijtage) moet de APK-test wellicht beide richtingen testen. Dit kost meer tijd en/of aangepaste apparatuur dan bij de gebruikelijke symmetrische testen. Dit aspect moet in het onderzoek betrokken worden.

Een langskrachtmeting zou kunnen geschieden op een gemodificeerde remtestinrichting die ook een trillende beweging aan de draairollen kan geven. De maximale remkracht mag dan niet te veel verminderen vergeleken met de normale meting.

Op basis van de zo verkregen specificaties kunnen DTI's commercieel gebouwd worden.

*Vraag 5. Hoe moeten DTI's beoordeeld en gecalibreerd worden?*

De meeteigenschappen van DTI's moeten na aflevering en tijdens gebruik om de zoveel tijd gecontroleerd worden. Ook dienen de afkeurgrenzen goed gedefinieerd te zijn. Het is ondoenlijk hiervoor een verzameling calibratievoertuigen aan te leggen.

De beste oplossing lijkt de ontwikkeling van een speciaal testapparaat dat - op een DTI geplaatst - zich gedraagt als een voertuig. Het moet zodanig ingesteld kunnen worden dat het kan dienen als *kaliber*, zodat het zich gedraagt als een voertuig dat af- dan wel goedgekeurd moet worden.

Dit testapparaat moet op zijn beurt geïkt kunnen worden door het volgens de onder *Vraag 2* geformuleerde uitgangspunten te meten. Als de afkeurgrenzen van het voertuigtype afhangt moet het testapparaat ook als zodanig ingesteld kunnen worden.

*Vraag 6. Wat valt te zeggen over bestaande of nu in ontwikkeling zijnde demptestbanken?*

Er bestaat een standaard testmethode die geformuleerd is door de European Shock Absorbers Manufacturing Association (EUSAMA). Bij deze methode worden de wielen op trilplaten geplaatst die met een vaste amplitudo trillen met een frequentie die afneemt van circa 25 Hz tot stilstand. Daarna wordt de minimale band/weg-kracht vergeleken met de statische kracht. De afkeurgrens is dan een bepaald percentage van die statische druk. Het is bekend dat deze testbanken om verschillende redenen niet voor APK-gebruik geschikt zijn, waarschijnlijk omdat deze meetmethode eigenschappen meet die te ver afstaan van de onder *Vraag 1* genoemde eigenschappen.

Ook bestaan er DTI's die werken volgens de valmethode: het voertuig wordt aan een as opgetild en daarna losgelaten zodat het over een afstand van enkele tientallen centimeters valt. De - gedempte - beweging die het na de val maakt wordt geanalyseerd en omgerekend tot een dempingsfactor. Ook dit principe is niet goed bruikbaar gebleken voor APK-gebruik, vermoedelijk om dezelfde reden als bij de EUSAMA-bank. Momenteel is een nieuw type DTI in ontwikkeling dat op het valprincipe gebaseerd is. Er bestaat nu geen inzicht in de geschiktheid voor APK-gebruik, maar het lijkt niet aannemelijk dat met deze bank de eerder genoemde problemen overwonnen zijn. Daar komt nog bij dat valbanken, door de korte meetduur, moeten uitgaan van een passief wielophangings-systeem met constante parameters. Ze zijn dan minder of niet geschikt voor voertuigen die voorzien zijn van actieve vering, dan wel van zich aan de omstandigheden aanpassende dempers.

## 4. Bevindingen en advies

Op grond van de analyse in het vorige hoofdstuk wordt het volgende vastgesteld en geadviseerd:

1. De voor de APK te stellen minimum-eis voor de (demping van de) wielophanging moet terug te voeren zijn tot een realistische situatie, waarbij drie situaties maatgevend kunnen zijn:
  - a. de zijdelingse afwijking van een voertuig, rijdend over een verkant en/of bochtig oneffen langspanprofiel, moet binnen bepaalde grenzen blijven. De testbaan van Ford te Lommel in België wordt hiervoor door de deskundigen als een goede referentie beschouwd;
  - b. een voertuig, rijdend over een oneffen langspanprofiel, moet voldoende remvertraging hebben;
  - c. een combinatie van beide.
2. Nagegaan moet worden of de eisen van geringe zijdelingse afwijking en/of voldoende remvertraging in één eis zijn te vatten.
3. Voor de punten 1 en 2 is nader onderzoek nodig. Hierna kunnen de eisen die bij de APK-keuring van de wielophanging gesteld moeten worden, eenduidig geformuleerd worden.
4. Voor het beproeven en ijken van APK-testbanken is het nodig te beschikken over een testapparaat dat, geplaatst op een testbank, zich gedraagt als een voertuig, met dien verstande dat het zodanig ingesteld kan worden dat het kan dienen als *kaliber*. Dit houdt in dat het testapparaat zich gedraagt als een voertuig dat af- dan wel goedgekeurd moet worden. Dit testapparaat moet op zijn beurt geïjkt kunnen worden door het in situaties zoals beschreven in punt 1 te beproeven. Voor dit kaliber (of de kalibers, als blijkt dat één kaliber ongeschikt is om alle voertuigtypen na te bootsen) moeten specificaties opgesteld worden zodat het gebouwd kan worden.
5. Daarna kan overgegaan worden tot het bouwen en testen van het kaliber (de kalibers).
6. Steeds meer voertuigen zullen voorzien zijn van actieve vering, dan wel van zich aan de omstandigheden aanpassende dempers. Als de testbank ook deze voertuigen moet beproeven, stelt dit mogelijk additionele eisen aan die bank.
7. Aan de hand van de resultaten van 3 en 4 kunnen fabrikanten beoordelen of hun testbank geschikt is, gemodificeerd moet worden, dan wel dat een nieuw ontwerp nodig is.
8. Veel van de onderdelen uit het voorstel van het technisch bureau blijken al onderzocht respectievelijk bekend te zijn. De nog op te lossen problematiek ligt volgens de deskundigen, meer op de hierboven genoemde punten 1 t/m 6.

Het is duidelijk dat het hier gaat om een ambitieus programma. Hoewel de vergadering van deskundigen deze weg veelbelovend vond, is geen garantie van slagen te geven. Het is daarom aan te bevelen in het tracé beslispunten op te nemen betreffende het al of niet doorgaan.

Een beslispunt zou kunnen liggen na punt 3. Dan staat vast of de onder punt 3 genoemde eisen goed gedefinieerd kunnen worden, en of op zinvolle wijze grenswaarden geformuleerd kunnen worden.

Ook is dan bekend of en hoe sterk de grenswaarden voor langs- en dwarskrachten correleren. Bovendien is op dat moment duidelijk of de testbaan te Lommel voor dit doel geschikt is.

Een volgend beslispunt zou kunnen liggen na de specificatie van het kaliber bij punt 4. Dan moet het besluit genomen worden om over te gaan tot aanbesteding van de bouw van het kaliber (de kalibers).