

**TNO-TM 1994 A-29**

J. Vos

J.A. Veltman

F.W.M. Geurtsen

**SCHRIKREACTIES TEN GEVOLGE VAN  
SCHIETGELUID**

Deze PDF is het resultaat van een conversie van de oude WP5.2 file.

Er is een kleine kans dat de symbolen of formules niet helemaal correct worden weergegeven.

In twijfelgevallen: raadpleeg de oorspronkelijke tekst svp

*This PDF is the result of a conversion from the old WP5.2 file.*

*There is a slight possibility that the symbols or formulas are not converted exactly right. When in doubt: please consult the original copy.*



INHOUD	Blz.
SAMENVATTING	5
SUMMARY	7
1 INLEIDING	9
1.1 Globale beschrijving van het onderzoek	10
2 METHODE VAN EXPERIMENT 1	11
2.1 Algemene aspecten	11
2.2 Registratie en allereerste bewerking van de psychofysiologische gegevens	19
3 RESULTATEN VAN EXPERIMENT 1	22
3.1 Subjectieve beoordelingen	22
3.2 Autonome reacties	32
3.3 Relatie tussen subjectieve schrik en de verandering in de IBI	39
3.4 Relatie tussen persoonlijkheidskenmerken en schrikreacties	40
4 METHODE VAN EXPERIMENT 2	43
4.1 Stimuli en apparatuur	44
4.2 Proefpersonen	44
4.3 Onderzoeksopzet	44
4.4 Procedure	45
5 RESULTATEN VAN EXPERIMENT 2	45
5.1 Subjectieve beoordelingen	45
5.2 Autonome reacties	53
5.3 Relatie tussen subjectieve schrik en de verandering in de IBI	57
5.4 Relatie tussen persoonlijkheidskenmerken en schrikreacties	58
6 INTEGRATIE VAN DE RESULTATEN VAN DE TWEE EXPERIMENTEN	60
6.1 Schrik- en hinderbeoordelingen	60
6.2 Autonome reacties	65
6.3 Relatie tussen subjectieve schrik en de verandering in de IBI	69
6.4 Relatie tussen persoonlijkheidskenmerken en schrikreacties	69
6.5 Samenvatting van de belangrijkste resultaten	70
7 CONCLUSIES	70
REFERENTIES	72



Rapport nr.: TNO-TM 1994 A-29  
Titel: Schrikreacties ten gevolge van schietgeluid  
Auteurs: Dr. J. Vos, drs. J.A. Veltman en F.W.M. Geurtsen  
Instituut: TNO Technische Menskunde<sup>1</sup>  
Afd: Waarneming  
Datum: augustus 1994  
DO Odrachtnummer: A92/RIM/113  
Nummer in MLTP: 786.3

---

## SAMENVATTING

In opdracht van het Ministerie van Defensie werd in een tweetal laboratorium-experimenten bij in totaal 64 proefpersonen de schrikreactie ten gevolge van schietgeluid onderzocht. De knallen waren afkomstig van een geweer en een houwtser, en het aan het oor bepaalde geluidniveau van de knallen varieerde van 64 tot 90 dB(A,imp). De helft van de proefpersonen las tijdens de luistersessies in tijdschriften, terwijl de andere helft een veel aandacht opeisende volgtaak uitvoerde. Naast subjectieve schrik- en hinderbeoordelingen werden ook autonome reacties zoals de hartslagfrequentie en oogknippers vastgelegd. Tevens werd een persoonlijkheidsvragenlijst afgenomen.

De mate waarin men gemiddeld genomen schrok hing niet af van de taak die men uitvoerde en ook niet van het soort vuurwapen. Een eerste indicatie van een hevige schrikreactie trad op bij een geluidniveau van 80 dB(A,imp), terwijl bij 90 dB(A,imp) ca. 40% van de proefpersonen als hevig geschrokken kon worden beschouwd. Het soort vuurwapen had ook geen duidelijke en consistente invloed op zowel de hinder die tijdens het experiment werd ervaren als de hinder die thuis van de aangeboden knallen werd verwacht. De schrik- en hinderbeoordelingen waren sterk gecorreleerd; in absolute zin was de hinder die thuis van de knallen werd verwacht altijd hoger dan de mate waarin men van de knal was geschrokken. De relaties tussen de subjectieve schrikbeoordelingen en de autonome reacties waren complex. Zo werd bijvoorbeeld wél een significant verband gevonden tussen de schrikbeoordelingen en de veranderingen in de hartslagfrequentie bij de proefpersonen die rustig in tijdschriften konden lezen, maar niet of in mindere mate bij de proefpersonen die de volgtaak uitvoerden. Bovendien week de aard van de veranderingen in de hartslagfrequentie bij deze laatste groep sterk af van wat in de literatuur is beschreven. Eveneens veroorzaakten de knallen van het lichte vuurwapen veel meer oogknippers dan die van het zware vuurwapen, terwijl er geen

---

<sup>1</sup>Per 1 februari 1994 is de naam Instituut voor Zintuigfysiologie TNO gewijzigd in TNO Technische Menskunde.

effect van het soort vuurwapen op de subjectief beoordeelde schrik werd gevonden. Er bestond géén of hooguit een zwak verband tussen persoonlijkheidskenmerken en schrikreacties.

De belangrijkste conclusies uit het onderzoek zijn: 1) De mate van schrik wordt hoofdzakelijk bepaald door het geluidniveau van de knal en een eerste indicatie van een hevige schrikreactie treedt op vanaf een geluidniveau van ca. 80 dB(A,imp), overeenkomend met 70 dB(A,SEL). 2) Indien men het geluidniveau uitdrukt in één van de zojuist genoemde A-gewogen maten doet het er ten aanzien van de schrikervaring niet toe of de knal van een licht of van een zwaar vuurwapen afkomstig is. Uitgaand van het buiten aan de gevel bepaalde geluidniveau zal ten gevolge van de frequentie-afhankelijke gevelreductie de binnenshuis ervaren schrik voor knallen van lichte vuurwapens echter aanzienlijk lager zijn dan die van zware vuurwapens. 3) De schrikervaring hangt niet wezenlijk af van de inspanning die een bepaalde activiteit ten tijde van het schrikken vereist. 4) De schrik- en hinderbeoordelingen zijn sterk gecorreleerd, zodat het bij de beoordeling van de geluidssituatie rondom militaire terreinen weinig zin lijkt te hebben om de schrikreactie afzonderlijk mee te nemen. 5) De aard en gradatie van de autonome reacties tonen aan dat er in het huidige laboratoriumonderzoek sprake is geweest van wezenlijke schrikreacties, en dat de onderlinge relaties tussen de autonome en subjectieve reacties complex zijn.

---

## Schrikreacties ten gevolge van schietgeluid

J. Vos, J.A. Veltman en F.W.M. Geurtsen

### SAMENVATTING

In opdracht van het Ministerie van Defensie werd in een tweetal laboratorium-experimenten bij in totaal 64 proefpersonen de schrikreactie ten gevolge van schietgeluid onderzocht. De knallen waren afkomstig van een geweer en een houwtser, en het aan het oor bepaalde geluidniveau van de knallen varieerde van 64 tot 90 dB(A,imp). De helft van de proefpersonen las tijdens de luistersessies in tijdschriften, terwijl de andere helft een veel aandacht opeisende volgtaak uitvoerde. Naast subjectieve schrik- en hinderbeoordelingen werden ook autonome reacties zoals de hartslagfrequentie en oogknippers vastgelegd. Tevens werd een persoonlijkheidsvragenlijst afgenomen.

De mate waarin men gemiddeld genomen schrok hing niet af van de taak die men uitvoerde en ook niet van het soort vuurwapen. Een eerste indicatie van een hevige schrikreactie trad op bij een geluidniveau van 80 dB(A,imp), terwijl bij 90 dB(A,imp) ca. 40% van de proefpersonen als hevig geschrokken kon worden beschouwd. Het soort vuurwapen had ook geen duidelijke en consistente invloed op zowel de hinder die tijdens het experiment werd ervaren als de hinder die thuis van de aangeboden knallen werd verwacht. De schrik- en hinderbeoordelingen waren sterk gecorreleerd; in absolute zin was de hinder die thuis van de knallen werd verwacht altijd hoger dan de mate waarin men van de knal was geschrokken. De relaties tussen de subjectieve schrikbeoordelingen en de autonome reacties waren complex. Zo werd bijvoorbeeld wél een significant verband gevonden tussen de schrikbeoordelingen en de veranderingen in de hartslagfrequentie bij de proefpersonen die rustig in tijdschriften konden lezen, maar niet of in mindere mate bij de proefpersonen die de volgtaak uitvoerden. Bovendien week de aard van de veranderingen in de hartslagfrequentie bij deze laatste groep sterk af van wat in de literatuur is beschreven. Eveneens veroorzaakten de knallen van het lichte vuurwapen veel meer oogknippers dan die van het zware vuurwapen, terwijl er geen effect van het soort vuurwapen op de subjectief beoordeelde schrik werd gevonden. Er bestond géén of hooguit een zwak verband tussen persoonlijkheidskenmerken en schrikreacties.

De belangrijkste conclusies uit het onderzoek zijn: 1) De mate van schrik wordt hoofdzakelijk bepaald door het geluidniveau van de knal en een eerste indicatie van een hevige schrikreactie treedt op vanaf een geluidniveau van ca. 80 dB(A,imp),

---

<sup>1</sup>Per 1 februari 1994 is de naam Instituut voor Zintuigfysiologie TNO gewijzigd in TNO Technische Menskunde.

overeenkomend met 70 dB(A,SEL). 2) Indien men het geluidniveau uitdrukt in één van de zojuist genoemde A-gewogen maten doet het er ten aanzien van de schrikervaring niet toe of de knal van een licht of van een zwaar vuurwapen afkomstig is. Uitgaand van het buiten aan de gevel bepaalde geluidniveau zal ten gevolge van de frequentie-afhankelijke gevelreductie de binnenshuis ervaren schrik voor knallen van lichte vuurwapens echter aanzienlijk lager zijn dan die van zware vuurwapens. 3) De schrikervaring hangt niet wezenlijk af van de inspanning die een bepaalde activiteit ten tijde van het schrikken vereist. 4) De schrik- en hinderbeoordelingen zijn sterk gecorreleerd, zodat het bij de beoordeling van de geluidssituatie rondom militaire terreinen weinig zin lijkt te hebben om de schrikreactie afzonderlijk mee te nemen. 5) De aard en gradatie van de autonome reacties tonen aan dat er in het huidige laboratoriumonderzoek sprake is geweest van wezenlijke schrikreacties, en dat de onderlinge relaties tussen de autonome en subjectieve reacties complex zijn.



---

## **Startle response to shooting sounds**

J. Vos, J.A. Veltman and F.W.M. Geurtsen

### SUMMARY

Under contract with the Ministry of Defence, the human startle response was investigated for impulse sounds produced by a small and a large firearm. The level of the impulses, as measured at the ears of the subjects, varied between 64 and 90 dB(A,imp). In the experiments there were 64 participants in total: one group of subjects read magazines, and a second group of subjects performed a tracking task. Subjective startle and annoyance ratings were supplemented with eye-blink and heart-rate responses. In addition, personality questionnaires were completed.

The startle ratings did neither depend on the kind of task nor on the kind of firearm. The 80 dB and 90 dB impulses yielded considerable startle reactions in about 5% and 40% of the subjects, respectively. In none of the groups the annoyance ratings were consistently affected by the kind of firearm. In all conditions, the startle and annoyance ratings were highly correlated. The relations between the startle ratings and the autonomic responses turned out to be complex. For example, significant relationships between subjective startle and heart-rate response were found for the subjects in the reading task, whereas for the subjects in the tracking task, these relationships were found only in one of the experiments. Moreover, the nature of the effect of the impulses on the heart-rate response depended highly on the kind of task performed. In addition, eye-blinks were frequently evoked by the impulses from the small firearm, whereas these responses occurred much less often for the other impulses. This is inconsistent with the subjective ratings. Startle reactions were not, or only weakly correlated with personality traits.

Our main conclusions are: 1) Subjective startle is mainly determined by the sound level of the bangs and considerable startle reactions may first be expected at a level of about 80 dB(A,imp) or, equivalently, 70 dB(A,SEL). 2) The bangs from small and large firearms with numerically equal indoor A-weighted levels yield the same degree of subjective startle. Based on outdoor sound levels, the startle experienced indoors will, as a result of the frequency-dependent outdoor-to-indoor sound attenuation, be considerably lower for the bangs produced by the small firearms than for those produced by the large firearms. 3) The subjective startle does not depend on the mental effort required by the task performed during listening to the bangs. 4) The startle and annoyance ratings are highly correlated, which suggests that it is not fruitful to include the effects of startle in procedures to determine the rating sound level around military training areas. 5) The nature and the degree of the autonomic reactions confirm that the experimental conditions yielded authentic

startle reactions, and the relations between the autonomic responses and the startle ratings were more complex than was anticipated.

## 1 INLEIDING

Bij het vaststellen van de geluidbelasting ten gevolge van schietgeluid worden procedures gebruikt die net als bij wegverkeers- en industriegeluid in essentie zijn gebaseerd op het equivalentieprincipe (zie b.v. Vos en Geurtsen, 1989, voor een korte uitleg en een praktische toepassing). De dosis-effectrelaties voor wegverkeers- en schietgeluid (met de dosis uitgedrukt in het A-gewogen equivalente geluiddrukkniveau,  $L_{eq}$ , in de dagperiode, en het effect uitgedrukt in het percentage "ernstig gehinderden") verschillen echter nogal van elkaar. Deze verschillen worden opgeheven door gebruik te maken van een correctie of penalty voor de dosis van het schietgeluid. Voor het geluid van lichte vuurwapens bedraagt de correctie 12 dB, zodat de "rating sound level",  $L_r$ , in de dagperiode gegeven wordt door  $L_r \sim L_{eq} + 12$  dB(A). Voor het geluid van zware vuurwapens kan de correctie in bepaalde gevallen oplopen tot ca. 20 dB.

Ondanks bovengenoemde inspanningen wordt het Ministerie van Defensie bij hinderwetprocedures regelmatig geconfronteerd met een tweede toetsingscriterium in de vorm van een limiet die wordt gesteld aan het  $A_{imp}$ -niveau van de individuele knallen in het immissiegebied, zoals beschreven in de Circulaire Schietlawaaai (1979), die van toepassing is op geluid ten gevolge van recreatieve schietactiviteiten. Deze limiet wordt gehanteerd ter voorkoming van schrikreacties en hangt voor een deel af van het niveau van het achtergrondgeluid. De aanbevelingen in de Circulaire Schietlawaaai zijn ten dele gebaseerd op een eerder door Smoorenburg (1979) voor het optreden van schrikreacties gesuggereerd verband tussen het achtergrondgeluidniveau en het knalniveau.

Er zijn twee problemen met het toepassen van de bovengenoemde limiet ter voorkoming van schrikreacties:

Ten eerste is de feitelijke onderbouwing van de aangehouden grens van het  $A_{imp}$ -niveau van de knal [van 70 tot 75 dB( $A_{imp}$ ) voor achtergrondgeluidniveaus oplopend van 40 tot 50 dB(A), en een vaste grens van 75 dB( $A_{imp}$ ) voor achtergrondgeluidniveaus groter dan 50 dB(A)] wetenschappelijk gezien zeer onvoldoende. Het voorlopige karakter van de aanbevelingen is destijds ook expliciet door Smoorenburg benadrukt. Bovendien is uit een verkennend literatuuronderzoek naar de schrikeffecten door impulsgeluid (zie ook Van der Wilk en Vos, 1990) gebleken dat ook nu, vijftien jaar later, de kennis op dit gebied onvoldoende is om bij de zonering van schietgeluid de thans toegepaste  $L_r$ -maat aan te vullen met een maat die de kans op schrikreacties in het immissiegebied aangeeft.

Ten tweede is het niet duidelijk in hoeverre de negatieve gevolgen van eventuele schrikreacties nog niet zijn opgenomen in de algemene hinderbeoordeling waarop de bovengenoemde dosis-effectrelaties zijn gebaseerd. Indien een afzonderlijke beoordeling van het schietgeluid ten aanzien van schrikreacties relevant is, is het nodig a) over een goede definitie van de schrikreactie te beschikken en b) een gedetailleerd inzicht te hebben in de relatie tussen het knalniveau en de proportie van de bewoners in het immissiegebied dat schrikreacties vertoont.

Het doel van het onderzoek in het onderhavige rapport, dat in opdracht van de Directeur Gebouwen, Werken en Terreinen van het Ministerie van Defensie werd uitgevoerd, is dan ook 1) te komen tot een voor de zonering relevante beschrijving van de schrikreactie ten gevolge van schietgeluid, waarbij zowel subjectieve en fysiologische maten, als de onderlinge relatie tussen de subjectieve en fysiologische maten zullen worden onderzocht, en 2) de relatie vast te stellen tussen enerzijds fysische eigenschappen van de knal en anderzijds de kans op het optreden van schrikreacties. De fysische eigenschappen waarvan de invloed hier zal worden onderzocht zijn het geluidniveau, het frequentiespectrum en de stijgtijd van de knal. De knallen zullen worden aangeboden in aanwezigheid van achtergrondgeluid. De invloed van het niveau van het voortdurend aanwezige achtergrondgeluid zal echter niet systematisch worden onderzocht: er wordt gekozen voor één vast niveau. Tevens zal worden nagegaan 3) in hoeverre negatieve gevolgen van eventuele schrikreacties al zijn verdisconteerd in de algemene hinderbeoordeling.

Het in dit rapport beschreven laboratoriumonderzoek zal worden aangevuld met veldonderzoek, waarin omwonenden van een schietkamp werden geënquêteerd. De resultaten van dit veldonderzoek zullen separaat worden gerapporteerd.

### 1.1 Globale beschrijving van het onderzoek

In experiment 1 worden proefpersonen aan knallen met een geluidniveau van 80 en 90 dB(A,imp) blootgesteld. Door zowel knallen van een geweer als van een houwitser in het onderzoek op te nemen is de hierboven genoemde spectrale en temporele variatie op een natuurlijke wijze tot stand gekomen.

Naast subjectieve schrik- en hinderbeoordelingen worden ook autonome reacties op de knallen vastgelegd. De belangrijkste afhankelijke variabelen van deze laatste categorie zijn de hartslagfrequentie (Graham, 1979) en een aantal onwillekeurige spiercontracties zoals oogknippers en de wat grotere lichaamsbewegingen van hoofd, romp en met name de armen (Ekman e.a., 1985; Landis en Hunt, 1939).

Graham (1979) maakte onderscheid tussen de oriëntatie-, de defensieve- en de schrikreactie. De oriëntatiereactie treedt op na geluiden met een laag of gemiddeld geluidniveau en gaat gepaard met een onmiddellijke deceleratie van de hartslag. Knallen met een hoger geluidniveau kunnen een defensieve reactie of zelfs een schrikreactie opwekken. De defensieve reactie gaat gepaard met een toename van de hartslagfrequentie die zich 1 à 2 s na de knal begint te manifesteren. De schrikreactie wordt gekenmerkt door een vrijwel directe acceleratie van de hartslagfrequentie. De schrikreactie gaat ook gepaard met de samentrekking van een groot aantal buigspieren volgens een bepaald patroon, te beginnen bij het gezicht en de nek, en afhankelijk van de intensiteit van de reactie, zich verder verplaatsend via armen, romp en knieën (Landis en Hunt, 1939).

Naar verwachting zullen er aanzienlijke individuele verschillen in de schrikreactie gevonden worden. Een gedeelte van deze individuele verschillen kan wellicht in verband worden gebracht met één of meer persoonlijkheidskenmerken (zie b.v. Knipscheer, 1991), die op het eind van het experiment door middel van een uitvoerige vragenlijst werden vastgesteld.

Aangezien de aard en mate van de schrikreactie af zou kunnen hangen van de activiteit waarmee men tijdens een luistersessie bezig is, lieten we één groep luisteraars in tijdschriften lezen en een andere groep een volgtaak uitvoeren. In tegenstelling tot de leestaak eiste de volgtaak voortdurend de aandacht van de proefpersonen op.

De ervaringen met het onderzoeksparadigma van experiment 1 waren gunstig en na analyse van de resultaten bleek dat niet alleen de subjectieve beoordelingen, maar ook de autonome reacties nuttige informatie verschaften. Om vast te stellen vanaf welk geluidniveau de eerste schrikreactie moet worden verwacht herhaalden we experiment 1 voor knallen met een geluidniveau van 64, 72 en 80 dB(A,imp). Qua opzet was dit tweede experiment geheel gelijk aan het eerste.

## 2 METHODE VAN EXPERIMENT 1

### 2.1 Algemene aspecten

#### 2.1.1 Stimuli

Voor het verkrijgen van de stimuli zijn er geluidopnamen gemaakt van de knallen van een zwaar vuurwapen (de 155 mm houwtiser M109) en die van een licht vuurwapen (FAL). De opnamen werden gemaakt door een geluidniveaumeter (Brüel & Kjør type 2230, microfoon type 4155) als microfoon en versterker te gebruiken en het signaal vast te leggen op tape met een DAT-recorder (Casio DA-1). Voor de knallen van de houwtiser bedroeg de afstand tussen microfoon en wapen ca. 1 km. Om in de twee te gebruiken luisterruimten tot de gewenste geluidniveaus met een realistisch geluidsspectrum te komen werden berekeningen gemaakt ter bepaling van de afstand waarop het vuurwapen, gegeven het gewenste geluidniveau van 80 of 90 dB(A,imp), zou hebben gestaan (zie Vos en Geurtsen, 1989, voor het verband tussen de afstand en het geluidniveau). Hieruit volgde de spectrale verzwakking in 1/3-octaaftanden ten gevolge van de luchtabsorptie (als functie van de afstand), de gevelverzwakking en de algehele verzwakking door de divergentie.

Naast de A,imp-waarden kunnen de niveaus van de gebruikte knallen ook door middel van andere veel gebruikte akoestische maten worden gekarakteriseerd. In Tabel I worden er enkele gegeven.

Tabel I Het geluidniveau van twee gebruikte knallen, uitgedrukt in een aantal verschillende akoestische maten. De metingen werden uitgevoerd met een Brüel & Kjær geluidniveaumeter (type 2230). SEL staat voor het sound exposure level, dat wil zeggen het geluidexpositieniveau ( $L_{eq}$  in 1 s).

type vuurwapen	A,imp	A,SEL	C,fast	C,SEL	lin,peak
licht	90.0	80.6	90.7	84.9	103.3
zwaar	90.0	80.6	112.5	106.5	123.7

Met behulp van een Brüel & Kjær real-time frequency analyzer (type 2123) en een Brüel & Kjær geluidniveaumeter (type 2230) werden spectra van de knallen bepaald. Deze metingen vonden afzonderlijk plaats in de twee gebruikte luisterruimten, en steeds op de positie waar het hoofd van de proefpersoon zich bevond. De spectra zullen worden uitgedrukt in het maximale geluidniveau per  $\frac{1}{3}$ -octaafband, met een toegepaste integratietijd van  $\frac{1}{32}$  s, een integratietijd die dus vrijwel overeenkomt met die bij een impulsmeting. Aangezien de verschillen tussen de spectra in de twee luisterruimten hooguit enkele decibellen bedroegen geven we hier alleen de gemiddelde waarden.

Fig. 1 Spectra van de knallen van het zware vuurwapen; parameter is

het totaal geluidniveau in dB(A,imp).

De spectra van de knallen van het zware vuurwapen geven we in Fig. 1. Het betreft hier twee knallen die respectievelijk op een niveau van 80 en 90 dB(A,imp) ten

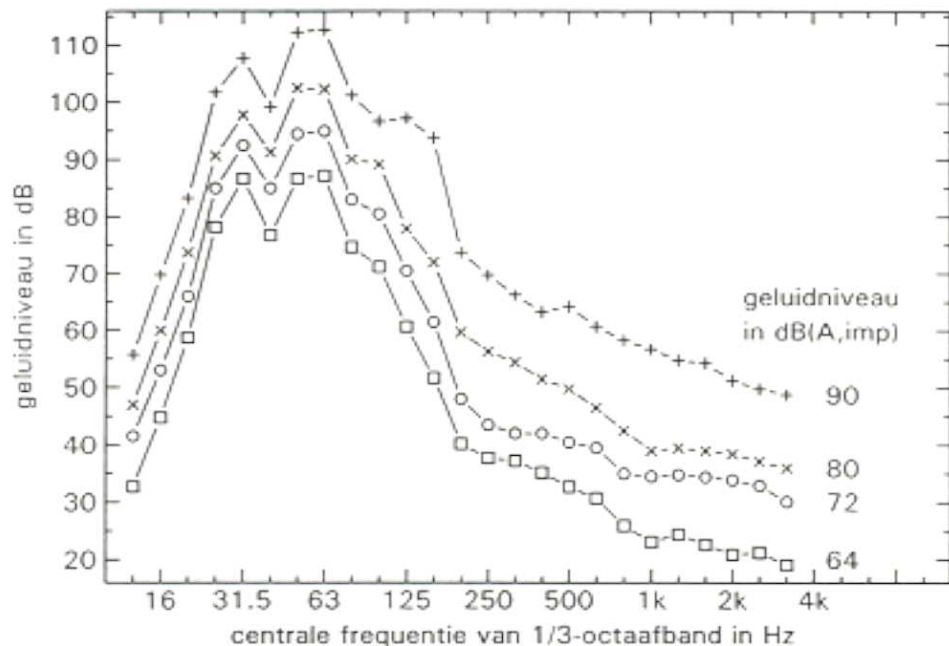


Fig. 1 Spectra van de knallen van het zware vuurwapen; parameter is het totaal geluidniveau in dB(A,imp).

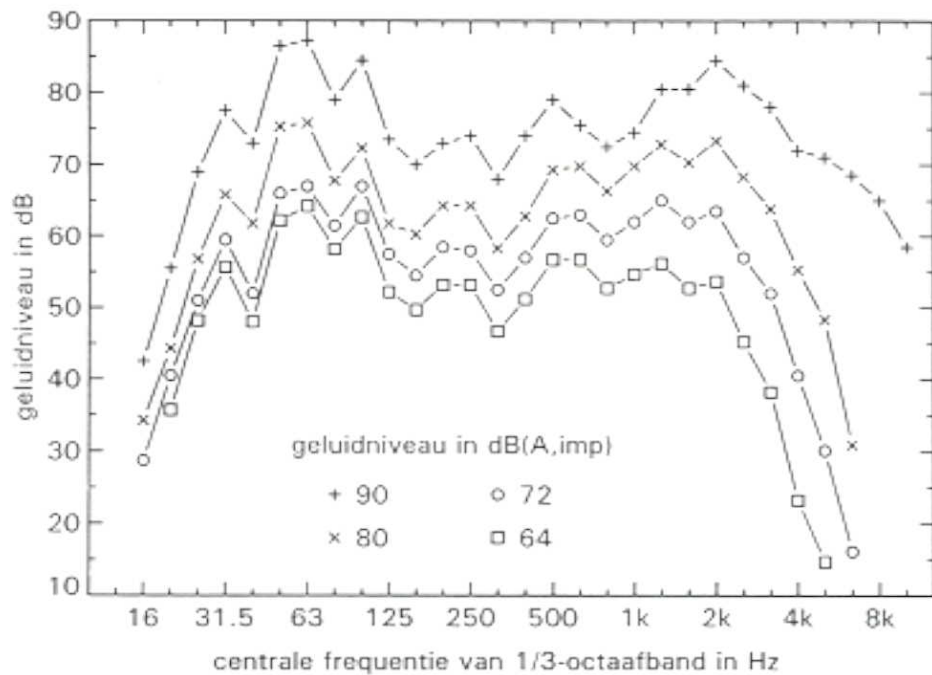


Fig. 2 Spectra van de knallen van het lichte vuurwapen; parameter is het totaal geluidniveau in dB(A,imp).



gehore werden gebracht. De overige spectra hebben betrekking op knallen die in experiment 2 zijn gebruikt. Fig. 1 laat zien dat de meeste energie van de knallen van het zware vuurwapen zich in een frequentieband van 25 tot 160 Hz bevond.

Fig. 2 Spectra van de knallen van het lichte vuurwapen; parameter is het

totaal geluidniveau in dB(A,imp).

De spectra van de knallen van het lichte vuurwapen geven we in Fig. 2. Het valt op dat dit soort knallen veel breedbandiger is dan die van de zware vuurwapens. Na A-weging domineert hier de energie tussen ca. 1 en 2 kHz.

De stijgtijd (tijd waarin de amplitude van het signaal stijgt van 10% tot 90% van de maximale amplitude) van de knallen van het zware vuurwapen hing sterk af van de plaats in de kamer. Op de positie van het oor van de proefpersonen bedroeg deze 40 ms in de ene en 50 ms in de andere luisterruimte. Zoals te verwachten was, was de stijgtijd van de knal die op een niveau van 80 dB(A,imp) ten gehore werd gebracht gelijk aan de knal die op een niveau van 90 dB(A,imp) werd aangeboden. Het gedigitaliseerde signaal duurde 2.5 s. De kwaliteit van dit signaal, zoals beoordeeld door een zich binnenskamers bevindende luisteraar, werd verhoogd door de uitwijking van het gedigitaliseerde signaal na de eerste 0.75 s tot aan het einde in toenemende mate gelijkmatig te reduceren over een bereik corresponderend met 20 dB. Overigens was ongeveer 0.45 s na het begin van de knal de amplitude al weer tot op 10% van het maximum gedaald; na nog eens 0.2 s werd 5% van de maximum amplitude bereikt.

De stijgtijd van de knal van het lichte vuurwapen die op een niveau van 80 dB(A,imp) ten gehore werd gebracht bedroeg in beide kamers ca. 0.8 ms, die van de

knal op 90 dB(A,imp) bedroeg ca. 7 ms. Zonder nadere uitleg is dit laatste getal misschien misleidend; 90% van de maximum amplitude werd waarschijnlijk pas bereikt nadat de eerste reflectie, met een ca. 2 m langere weg, aan het directe geluid werd toegevoegd. Een niveau dat slechts 3 dB lager was dan het maximum niveau werd echter in beide kamers al binnen 0.5 ms bereikt. Het gedigitaliseerde signaal duurde 1.5 s; 0.25 s na het begin van de knal werd het signaal over de resterende 1.25 s in toenemende mate gelijkmatig verzwakt over een bereik van 30 dB. Mede hierdoor was ongeveer 0.42 s en 0.67 s na het begin van de knal de amplitude weer tot op respectievelijk 10% en 5% van het maximum gedaald.

Gedurende de gehele experimentele sessie werd een continu achtergrondgeluid aangeboden dat bestond uit verkeersgeluid dat op een relatief grote afstand van een autoweg was opgenomen. Dit geluid is ook in vorige experimenten gebruikt (o.a. in die van Vos, 1992, en die van Vos en Geurtsen, 1987) en voor een gedetailleerde beschrijving verwijzen we naar Vos en Smoorenburg (1985). Dit geluid werd afgespeeld op een equivalent geluiddrukkniveau,  $L_{eq}$ , van 43 dB(A). Fig. 3 geeft het  $L_{eq}$  van dit geluid in diverse aansluitende  $\frac{1}{3}$ -octaafbanden met centrale frequenties van 20 Hz tot 5 kHz. De periode waarover de energie is gemiddeld bedroeg hier 30 s. Fig. 3 laat zien dat dit geluid gekenmerkt wordt door laagfrequente energie tussen 25 en 250 Hz.

Fig. 3 Spectra van a) het voortdurend aanwezige wegverkeersgeluid en

b) het wegverkeers- en het pc-geluid samen.

De proefpersonen zaten achter een personal computer (pc). Aangezien deze pc ook gedurende de gehele sessie in werking was waren er in feite twee gelijktijdige continue bronnen. Het spectrum van het totale achtergrondgeluid, dus van het

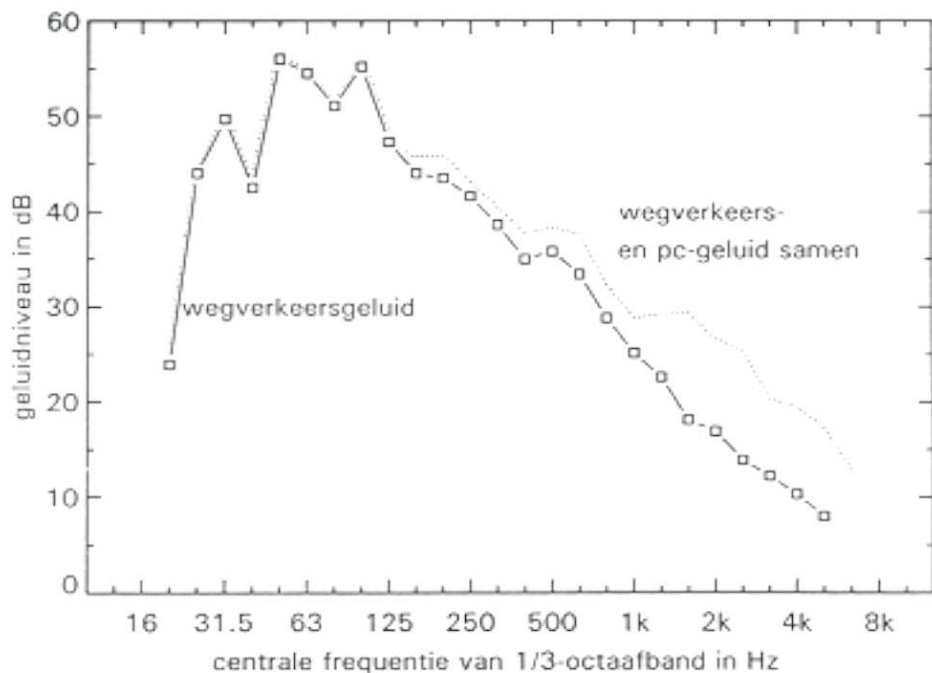


Fig. 3 Spectra van a) het voortdurend aanwezige wegverkeersgeluid en b) het wegverkeers- en het pc-geluid samen.

wegverkeer en de pc samen, geven we eveneens in Fig. 3. Het totale geluidniveau bedroeg 45 dB(A). Voor frequenties boven 1 kHz wordt het totale achtergrondgeluid bepaald door het geluid van de pc.

### 2.1.2 Apparatuur

Het experiment werd bestuurd door een personal computer (pc) die verbonden was met de Audio Signaal Processor, ASP (gebaseerd op een TMS 32010 digitale signaal processor) en twee andere pc's, één voor elke proefpersoon, waarbij de vragen over de mate van hinder en schrik naar het scherm werden verstuurd en de antwoorden van de proefpersonen via het toetsenbord werden opgehaald.

De stimuli werden vanuit de ASP via het finite-impulse-response filter (FIR-filter), de DA-converter, het anti aliasing filter (-48 dB/oct low pass, afsnijfrequentie 5 kHz) en de programmeerbare verzwakker gegenereerd. Bij de DA-conversie werd een bemonsteringsfrequentie van 14285 Hz gebruikt. De resolutie van het FIR-filter bedroeg 18.6 Hz. Een DAT recorder (Casio DA-1) leverde via een programmeerbare verzwakker van de ASP het achtergrondgeluidssignaal. De gemengde signalen dienden als ingangssignaal van het linker en rechter kanaal van een actief scheidingsfilter (RANE AC 22). Per kanaal (één voor elke luisterruimte) werden de lage frequenties tot 150 Hz via een versterker (JBL-6290, 600 W) en een luidspreker (JBL-4745) weergegeven en zorgde een Quad versterker (type 606, 140 W), aangesloten op een tweede luidspreker (JBL-4425) voor de weergave van het geluid boven de 150 Hz.

In beide kamers stonden de twee luidsprekers opgesteld achter een gordijn. De afmetingen ( $b \times l \times h$ ) van de kamers bedroegen  $3.50 \times 5.90 \times 3.30$  m (volume 68 m<sup>3</sup>). In één van de 3.50 m brede wanden van iedere kamer bevonden zich twee forse ramen. Vanuit hun stoel hadden de proefpersonen uitzicht op de achterzijde van één van de vleugels van het instituut. In beide kamers bedroeg de nagalmtijd voor frequenties tussen 50 en 125 Hz ca. 1.2 s; in het frequentiegebied tussen 125 en 500 Hz nam de nagalmtijd gelijkmatig af van 1.2 naar 0.5 s, en voor frequenties hoger dan 500 Hz bleef de nagalmtijd ca. 0.5 s.

Audiogrammen werden bepaald met behulp van een Madsen Memory Threshold Audiometer (MTA 86). Deze volgens de normen van ISO-R389-Dad1 gecalibreerde audiometer werd gebruikt in de auto-thresholdfunctie met pulserende tonen.

Voor de volgtaak werd gebruik gemaakt van de Taskomat (Boer, 1992; Boer e.a., 1987). Voor het meten van de ademhaling is gebruik gemaakt van een rekband (Nihon Coden, TR-701T) die om de borst is geplaatst. Voor het bepalen van de oogkniprespons is het elektromyogram (EMG) gemeten van de orbicularis oculi. Er is gebruik gemaakt van een differentiaalmeting waarbij twee elektroden ter hoogte van de spier worden geplakt en een referentie-elektrode midden op het voorhoofd. De elektroden op de spier zijn 1,5 cm van elkaar verwijderd. De plaats van de elektroden en het gebruik van een differentiaalmeting wordt bij onderzoek naar

oogknippers ten gevolge van schrik het meest toegepast (Fridlund en Cacioppo, 1986). Voor het EMG is gebruik gemaakt van Beckman Ag/AgCl-elektrodes met een diameter van 3 mm. Voor het ECG werden wegwerpelektrodes van het type ARBO/H66 gebruikt. Beelden van de proefpersonen werden vastgelegd met behulp van videocamera's van het type Panasonic WV-041 en een videorecorder van het type JVC BR-S600E. De registratie was beperkt tot enkele seconden vóór tot ca. 10 s na iedere knal.

### 2.1.3 Proefpersonen

Er namen twee groepen van elk 16 proefpersonen aan het experiment deel (in totaal 17 mannen en 15 vrouwen). De leeftijd varieerde van 18 tot 34 jaar ( $M = 23.3$ ,  $sd = 3.8$  jaar). Voordat het experiment werd afgenomen werd voor het rechter en linker oor apart een audiogram bepaald met sinustonen tussen 250 en 8000 Hz. Bij 23 proefpersonen was het gehoorverlies (beste oor)  $\leq 5$  dB en bij zeven proefpersonen  $\leq 10$  dB voor het gehele onderzochte frequentiegebied. Bij één proefpersoon was dit  $\leq 15$  dB en één proefpersoon had een maximaal verlies van 25 dB bij 6000 Hz. Gezien het spectrum van de in het experiment te gebruiken knallen is ook deze laatste proefpersoon geschikt voor deelname aan het onderzoek. De proefpersonen kregen een financiële vergoeding van  $f$  45.

### 2.1.4 Onderzoeksopzet

Er waren vier onafhankelijke variabelen: (1) type vuurwapen (licht vs. zwaar), (2) geluidniveau [80 en 90 dB(A,imp)], (3) rangorde van de knal (1 t/m 8) en (4) taak (leestaak vs. volgtaak). De eerste drie variabelen werden binnen proefpersonen gevarieerd, de laatste variabele was een tussen-proefpersonenvariabele.

Er waren twee categorieën van afhankelijke variabelen: (a) subjectieve beoordelingen (mate van ervaren hinder en schrik) en (b) autonome responses (hartslagfrequentie, oogkniprespons, hand-, arm- en andere lichaamsbewegingen).

Aan het eind van het experiment werd de proefpersonen gevraagd een uit ruim 200 items bestaande persoonlijkheidsvragenlijst in te vullen. Deze bevatte de Adolescenten Temperament Lijst waarmee beoogd wordt extraversie, impulsiviteit, emotionaliteit en spanningsbehoefte te meten, de Differential Personality Questionnaire, gericht op meting van positieve en negatieve emotionaliteit, de Zelf-Beoordelings Vragenlijst en de Zelf-Analyse Vragenlijst ter bepaling van respectievelijk angst- en boosheidsdispositie, de Positive and Negative Affect Schedule voor het meten van de affectiviteit en de Psychosomatische Klachtenlijst ter bepaling van de mate waarin men in het algemeen last heeft van bepaalde lichamelijke klachten. Een uitvoeriger beschrijving van de gebruikte lijsten kan men vinden in Knipscheer (1991).

### 2.1.5 Procedure

Er werden steeds twee proefpersonen (één in de leestaak- en één in de volgtaakconditie) gelijktijdig, maar in afzonderlijke ruimtes getest. Nadat het audiogram was bepaald en de elektroden waren bevestigd namen ze plaats in de luisterruimte. Gedurende de gehele sessie was het achtergrondgeluid ononderbroken aanwezig. Samen met het geluid van de pc bedroeg het gemiddeld niveau van het achtergrondgeluid 45 dB(A). De proefpersonen ontvingen een formulier met instructies. De volledige instructies aan de proefpersonen in de leestaakconditie luiden als volgt:

"In dit experiment willen we mogelijke effecten van geluid op de mens onderzoeken. De verschillende elektroden die we bij je hebben aangebracht zijn nodig om te kunnen bepalen hoe enkele lichaamsreacties (oogbewegingen, hartslag) tijdens het experiment verlopen. De ademhaling registreren we met de reksensor. In verband met de registratie van eventuele andere lichaamsreacties is er gedurende het experiment voortdurend een videocamera op je gericht.

Tijdens het experiment worden zo nu en dan korte geluiden ten gehore gebracht. Na ieder geluid verschijnen er op het computerscherm een paar vragen die onder andere informeren naar de mate waarin je het geluid hinderlijk vond. Geef je antwoord door het op dat moment op jou van toepassing zijnde getal tussen 0 en 9 in te toetsen op het keyboard, gevolgd door een "enter".

Tussen de geluiden door is er voldoende tijd om wat te lezen in een boek of in de aanwezige tijdschriften. We hopen dat er iets bij is dat je de moeite waard vindt.

Het experiment bestaat uit twee afzonderlijke perioden van elk ongeveer 40 minuten. Hierna krijg je nog een meer uitgebreide vragenlijst ter beantwoording aangeboden.

We garanderen je dat de incidentele geluiden in het geheel onschadelijk zijn voor je gehoor. Het is uitgesloten dat je hier na het experiment nadelige gevolgen van zult ondervinden.

Alle informatie, zowel de fysiologische als de meer subjectieve gegevens, zullen strikt vertrouwelijk worden behandeld. We hebben nu en in de toekomst geen enkele belangstelling voor een koppeling tussen jouw naam en de verzamelde gegevens. Je privacy is op deze wijze zonder meer gewaarborgd.

Succes met het experiment. We danken je alvast voor je medewerking."

De volledige instructies aan de proefpersonen in de volgtaakconditie luiden:

"In dit experiment willen we mogelijke effecten van geluid op de mens onderzoeken. De verschillende elektroden die we bij je hebben aangebracht zijn nodig om te kunnen bepalen hoe enkele lichaamsreacties (oogbewegingen, hartslag) tijdens het experiment verlopen. De ademhaling registreren we met de reksensor. In verband met de registratie van eventuele andere lichaamsreacties is er tijdens het experiment voortdurend een videocamera op je gericht.

In het experiment wordt van je gevraagd een trackingtaak uit te voeren. Deze taak houdt in dat je een bewegende lijn zo goed mogelijk door het midden van de opening in een horizontale lijn moet laten gaan. Die horizontale lijn kun je zelf met een joystick naar links en naar rechts bewegen. Houdt de joystick vast aan het bovenste uiteinde en zorg er voor dat je hem zo weinig mogelijk naar je toe trekt. Om niet al te moe te worden kun je het beste met je elleboog op de tafel steunen. Probeer de taak steeds zo goed mogelijk te doen.

Tijdens het experiment worden bovendien zo nu en dan korte geluiden ten gehore gebracht. Na ongeveer 10 minuten stopt de trackingtaak en verschijnen er op het computerscherm enkele vragen die onder andere informeren naar de mate waarin je het geluid hinderlijk vond. Geef je antwoord door het op dat moment op jou van toepassing zijnde getal tussen 0 en 9 in te toetsen op het keyboard, gevolgd door een "enter". Daarna wordt je via het scherm gevraagd verder met de trackingtaak te gaan, met op het eind weer de vragen over hoe je de geluiden ervaren hebt.

Het experiment bestaat uit vier afzonderlijke perioden van elk ongeveer 20 minuten waarin de trackingtaak dus een keer wordt onderbroken voor het beantwoorden van enkele vragen. Nadat deze vier condities zijn afgenomen krijg je nog een meer uitgebreide vragenlijst ter beantwoording aangeboden.

We garanderen je dat de incidentele geluiden in het geheel onschadelijk zijn voor je gehoor. Het is uitgesloten dat je hier na het experiment nadelige gevolgen van zult ondervinden.

Alle informatie, zowel de fysiologische als de meer subjectieve gegevens, zullen strikt vertrouwelijk worden behandeld. We hebben nu en in de toekomst geen enkele belangstelling voor een koppeling tussen jouw naam en de verzamelde gegevens. Je privacy is op deze wijze zonder meer gewaarborgd.

Succes met het experiment. We danken je alvast voor je medewerking."

Nadat de instructies waren doorgelezen werd nagegaan of er nog onduidelijkheden moesten worden opgelost. De proefpersonen die werd gevraagd te lezen in de beschikbare tijdschriften konden kiezen uit All Terrain Bike, Elsevier, Esquire, Kijk, Oor en Sport International. Voordat het experiment begon moesten de proefpersonen in de volgtaakconditie enige tijd oefenen met de taak.

Er waren in totaal vier blokken met elk acht identieke knallen. De helft van de proefpersonen begon met de twee blokken waarin de knallen op een niveau van 80 dB(A,imp) ten gehore werden gebracht, de andere helft begon met de knallen van 90 dB(A,imp). De volgorde waarin binnen een bepaald geluidniveau de knallen van het lichte en het zware vuurwapen werden aangeboden werd gebalanceerd. Halverwege het onderzoek, dus nadat er 16 proefpersonen waren getest, wisselde de opstelling voor de lees- en volgtaakconditie van kamer.

De eerste en tweede knal van ieder blok kwamen respectievelijk 3.75 en 5.5 min na het begin van het blok. De tijd tussen de tweede en de derde knal, en tussen de derde en de vierde knal bedroeg 0.75 en 2.75 min, in een willekeurige volgorde. Enkele seconden na de eerste, tweede en derde knal kregen de proefpersonen in de leestaakconditie een tweetal vragen. Vraag 1a: "Geef aan in welke mate je de knal hinderlijk vond" en vraag 2a "Geef aan in welke mate je van de knal bent geschrokken". In beide gevallen moest de vraag beantwoord worden door middel van een 10-puntsschaal (0-9). Geheel links was deze schaal voorzien van het label "helemaal niet", geheel rechts was deze schaal voorzien van het label "extreem". Ter hoogte van de getallen 2 en 3, 4 en 6, en 7 en 8 waren bovendien nog de labels "een beetje", "gematigd" en "erg" aangebracht.

Na de vierde knal werd de volgtaak onderbroken. De eerste twee vragen die de proefpersoon in de volgtaakconditie kreeg luiden "Geef aan in welke mate je tijdens de volgtaak gehinderd werd door de knallen" (vraag 1b) en "Geef aan in welke mate je van de knallen bent geschrokken" (vraag 2b). De responsschaal was verder identiek aan die van vraag 1a en 2a. De proefpersoon in de leestaakconditie moest na de vierde knal eerst weer vraag 1a en 2a beantwoorden. Beide proefpersonen kregen na de vierde knal nog een derde vraag die luidde "Hoe hinderlijk zou je de knallen vinden als je ze regelmatig thuis in de huiskamer zou

horen" (vraag 3), met een responschaal die gelijk was aan die van de eerste twee vragen.

Tien minuten na het begin van het blok, dus 1 min na de vierde knal, werd de volgtaak weer gestart. Na 2.75 min werd de vijfde knal ten gehore gebracht. De tijd tussen de vijfde en de volgende drie knallen bedroeg 0.75, 1.75 en 3.75 min, in een willekeurige volgorde. Het protocol van vragen in de tweede helft van het blok was gelijk aan dat in de eerste helft. Tussen het tweede en derde blok was er een pauze van ongeveer 15 min, tussen de andere blokken werd er hooguit 5 min gepauzeerd. Nadat de vier blokken waren afgenomen werd de proefpersonen gevraagd de uitgebreide persoonlijkheidsvragenlijst in te vullen. Na afloop van het experiment werd nog een keer een audiogram bepaald.

## 2.2 Registratie en allereerste bewerking van de psychofysiologische gegevens

### 2.2.1 *Elektrocardiogram*

Het elektrocardiogram (ECG) is gemeten met drie elektroden: op het borstbeen en links en rechts onder op de ribben. R-toppen zijn bepaald met behulp van de Codas software. Dit hield in dat het ECG werd gedifferentieerd, enkelfasig gelijkgericht en dat daarna de pieken werden geselecteerd. Visueel is nagegaan of er artefacten aanwezig waren, die vervolgens zijn verwijderd. Vervolgens zijn de tijden tussen twee opeenvolgende R-toppen berekend. Deze "Inter Beat Intervals" (IBI) zijn toegekend aan de eerste R-top. Om veranderingen in IBI's te kunnen middelen over meerdere stimuli en proefpersonen zijn de IBI's geïnterpoleerd naar vaste tijdstippen. Deze lopen van 5 s voor de stimulus tot 9.5 s na de stimulus in stappen van 0.5 s. Hierdoor worden 30 IBI waarden verkregen bij elke stimulus. De methode van interpolatie kan uitgelegd worden aan de hand van Fig. 4.

In Fig. 4 bevinden zich 4 R-toppen ( $R_1$  t/m  $R_4$ ).  $IBI_1$  wordt berekend door het tijdstip waarop  $R_1$  plaatsvindt te verminderen met het tijdstip van  $R_2$ . De nieuwe IBI's die worden toegekend aan alle halve secondes tussen -5 en 9.5 s zijn gelijk aan het gemiddelde van de IBI's die binnen een halve seconde interval liggen. In dit voorbeeld wordt de IBI die bij -0.5 hoort gelijk aan  $IBI_1$ , omdat het interval van -0.5 tot 0 geheel binnen  $IBI_1$  valt. De IBI die wordt toegekend aan tijdstip 0, is de gemiddelde IBI tussen 0 en 0.5 s. Deze liggen voor een deel (a) binnen  $IBI_1$  en voor een deel (b) binnen  $IBI_2$ . De IBI op tijdstip 0 is gelijk aan  $\alpha \cdot IBI_1 + \beta \cdot IBI_2$ , waarbij  $\alpha = a/0.5$  en  $\beta = b/0.5$ .  $\beta$  is hierbij gelijk aan  $1 - \alpha$ .



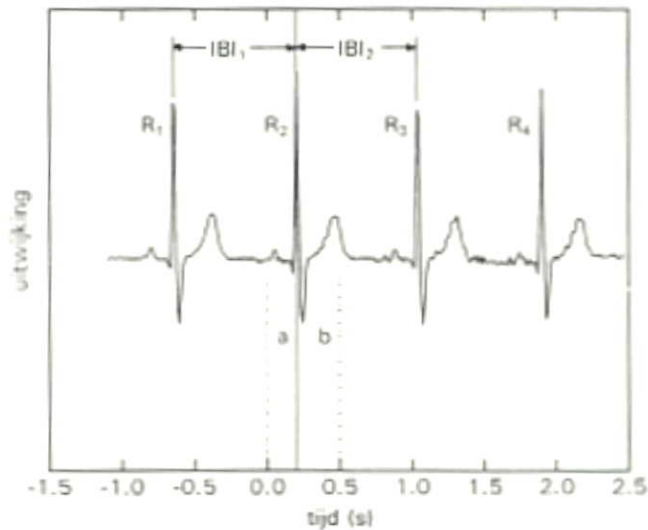


Fig. 4 Illustratie van de wijze waarop geïnterpoleerde IBI's werden bepaald.

Fig. 4 Illustratie van de wijze waarop geïnterpoleerde IBI's werden

bepaald.

### 2.2.2 *Hartslagvariabiliteit*

Verschillen tussen de proefpersonen in de lees- en de volgtaakconditie met betrekking tot de IBI kunnen veroorzaakt worden door verschillen in het activatieniveau van het parasympatische zenuwstelsel. Dit komt doordat snelle veranderingen ( $< 10$  s) in de IBI ten gevolge van een stimulus voor het grootste gedeelte worden bepaald door het parasympatische deel van het autonome zenuwstelsel (Berntson e.a., 1993). Met behulp van een spectraalanalyse van de hartslag kan een schatting gegeven worden van deze activiteit. Mulder (1988) onderscheidt drie frequentie-banden waarbinnen sympatische en parasympatische activatie verschillende invloed op de energie in het spectrum hebben: 1) een lage band (0.03-0.06 Hz) met voornamelijk sympatische invloeden, 2) een midden band (0.07-0.14 Hz) met zowel sympatische als parasympatische invloeden, en 3) een hoge band (0.15-0.50 Hz) met weer voornamelijk parasympatische invloeden.

Door een afname van parasympatische activiteit neemt de energie in de hoge band het sterkst af. Een afname in parasympatische activatie kan worden veroorzaakt door mentale inspanning (Aasman e.a., 1987; Veltman en Gaillard, 1993). Hierdoor kunnen eventuele verschillen in IBI tussen de proefpersonen in de lees- en volgtaakconditie ontstaan; de mentale inspanning van de proefpersonen in de volgtaakconditie is zeer waarschijnlijk hoger dan die van de proefpersonen die de leestaak uitvoerden.

Voor het berekenen van de energie in de midden en hoge band van het frequentiespectrum is gebruik gemaakt van het programma Carspan (Mulder, 1988). Een voorwaarde voor het uitvoeren van een Fourier analyse is dat de hartslag stationair is (Weber, 1993). Om deze reden is de analyse uitgevoerd over relatief

korte intervallen van 40 s. Hierbij is de kans dat de signalen stationair zijn vrij groot. Aangezien een conditie 20 min duurde konden er voor iedere proefpersoon dus 30 afzonderlijke Fourieranalyses worden uitgevoerd. De uitkomsten hiervan zijn vervolgens per proefpersoon en conditie gemiddeld.

### 2.2.3 *Ademhaling*

Veranderingen in Inter Beat Interval (IBI) hangen voor een groot deel samen met de ademhaling. Tijdens een inademing neemt de IBI af en tijdens een uitademing neemt deze toe (Angelone en Coulter, 1964; Wientjes, 1992). Hierdoor kan een systematische verandering van de ademhaling ten gevolge van een knal een systematische verandering in de IBI veroorzaken. Bij de eerste 16 proefpersonen (8 in de lees- en 8 in de volgtaakconditie) is de ademhaling gemeten. Nagegaan wordt of de knallen gelijk verdeeld zijn over de in- en de uitademperioden. Verder wordt nagegaan of de duur van de ademhalingsperioden na de knallen verschillen van de perioden voor de knal.

### 2.2.4 *Oogkniprespons*

Het EMG-sigitaal is 10.000 maal versterkt, waarna de absolute waarde is bepaald door een dubbel-fasige gelijkrichting. Van dit signaal is de omhullende bepaald met een zgn. "peak value" meting. Hierdoor kwamen er geen hoge frequenties meer in het signaal voor, maar bleven de amplitudes van oogknippers behouden. Door deze bewerking is het mogelijk om het EMG met 100 Hz te bemonsteren in plaats van met 1000 Hz, hetgeen de benodigde geheugencapaciteit aanzienlijk beperkt. Van dit signaal zijn pieken gedetecteerd. Vervolgens is nagegaan welke stimuli een oogknipper tot gevolg hadden. Criteria hiervoor waren: a) een piek in het EMG-sigitaal moest maximaal 100 ms na de stimulus voorkomen (Anthony, 1985), b) de piek mocht geen deel uitmaken van een reeks pieken die al voor de stimulus begon, c) de piek mocht niet veroorzaakt worden door ruis, wat visueel goed van een oogknipper was te onderscheiden en d) een eventuele tweede piek binnen 100 ms na de knal werd buiten beschouwing gelaten.

### 2.5.5 *Volgtaak*

Bij de volgtaak beweegt een slingerende lijn van beneden naar halverwege de monitor. Proefpersonen moeten met een joystick een poortje op de monitor bewegen, zodanig dat de lijn hier precies doorheen past. Het poortje bevindt zich halverwege het scherm en kan alleen horizontaal bewogen worden. Van de joystick, die speciaal voor dit experiment is vervaardigd, kan naast de horizontale ook de voor- en achterwaartse uitslag worden geregistreerd. Hierdoor is het mogelijk om eventuele armbewegingen, ten gevolge van schrik, te registreren. Door deze joystick kan de volgtaak minder nauwkeurig worden uitgevoerd dan met de Taskomat-joystick. Hierdoor zijn de prestaties niet vergelijkbaar met die van andere experimenten waarbij deze volgtaak is gebruikt. Bij dit experiment is het echter

belangrijk dat proefpersonen hun aandacht continu op een taak richten. Een goede prestatie is hierbij van minder groot belang.

### 2.2.6 *Armbewegingen*

Voor het bepalen van armbewegingen is gebruik gemaakt van het verticale joysticksignaal. Het signaal is gedifferentieerd, waarna er pieken zijn bepaald. Visueel is nagegaan of deze door een stimulus kunnen zijn veroorzaakt. Criteria hiervoor waren: 1) de piek moest binnen 300 ms na de stimulus plaatsvinden (dit tijdstip is gekozen nadat uit een frequentie-verdeling was gebleken dat de meeste pieken in het joysticksignaal binnen 300 ms voorkwamen), 2) de piek mocht geen gevolg zijn van ruis in het signaal en 3) een verandering in het signaal, waar de piek een gevolg van was, mocht niet voor de stimulus zijn begonnen.

### 2.2.7 *Registratie van signalen*

Alle signalen (elektrocardiogram, elektromyogram, horizontale en verticale joystick-bewegingen en ademhaling) zijn digitaal opgenomen met een samplefrequentie van 100 Hz per signaal. Hierbij is gebruik gemaakt van het programma Cudas (DATAQ Instruments Inc.). Tijdstippen waarop stimuli zijn aangeboden zijn in de vorm van events in dezelfde file opgeslagen. De verwerking van de signalen is uitgevoerd met behulp van het programma "Calc", dat deel uitmaakt van het Cudas pakket.

## 3 RESULTATEN VAN EXPERIMENT 1

### 3.1 **Subjectieve beoordelingen**

#### 3.1.1 *Subjectieve schrik*

De door de proefpersonen gegeven beoordelingen van de mate waarin men van de knallen was geschrokken werden onderworpen aan een variantie-analyse (ANOVA) [2 (taak)  $\times$  16 (proefpersonen)  $\times$  2 (deel van blok)  $\times$  2 (vuurwapen)  $\times$  2 (geluidniveau), waarbij de taak een tussen-proefpersonenvariabele was en de overige variabelen alle binnen proefpersonen werden gevarieerd]. Gemiddeld genomen waren de beoordelingen voor de groep proefpersonen die werd gevraagd te lezen gelijk aan die voor de groep die de volgtaak uitvoerde ( $p > 0.92$ ). Er waren wél significante verschillen tussen de proefpersonen [ $F(30,30) = 19.9$ ,  $p < 0.000001$ ]. De over knallen, wapens en geluidniveaus gemiddelde schrikreactie bedroeg 4.1, maar er waren zes proefpersonen met een gemiddelde score lager dan 3 en zes proefpersonen met een gemiddelde score hoger dan 5. Op deze verschillen tussen de proefpersonen zullen we in § 3.4 nog terug komen.

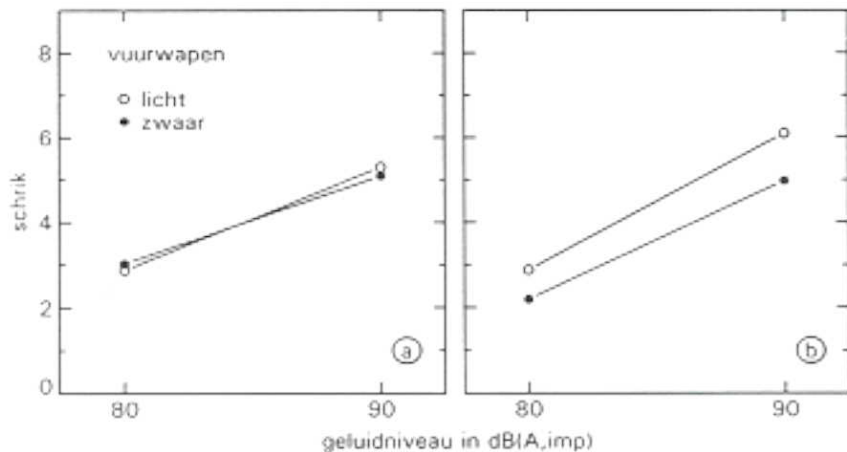


Fig. 5 Gemiddelde schrikbeoordeling van de knallen van het lichte en het zware vuurwapen als functie van het totaal geluidniveau, voor de condities met de leestaak (a) en die met de volgtaak (b).

Fig. 5 Gemiddelde schrikbeoordeling van de knallen van het lichte en

het zware vuurwapen als functie van het totaal geluidniveau, voor de condities met de leestaak (a) en die met de volgtaak (b).

In Fig. 5 wordt, afzonderlijk voor de lees- en volgtaakcondities, de gemiddelde schrikbeoordeling in de vier combinaties van vuurwapentype en geluidniveau gegeven. De schrikbeoordelingen werden het sterkst beïnvloed door het geluidniveau van de knallen [ $F(1,30) = 102, p < 0.000001$ ]. De mate waarin men gemiddeld van de knallen op een geluidniveau van 80 dB(A,imp) schrok bedroeg 2.7, de gemiddelde beoordeling van de knallen op het geluidniveau van 90 dB(A,imp) bedroeg 5.4. De grootte van het effect hing niet significant af van de taak die de proefpersonen tijdens het experiment hadden ( $p > 0.15$ ), en ook het soort vuurwapen was hier niet op van invloed ( $p > 0.15$ ). Gemiddeld genomen bestond er een tendens dat men iets meer schrok van het lichte dan van het zware vuurwapen [ $F(1,30) = 3.1, p < 0.08$ ]. Uit de analyse bleek dat de proefpersonen in de volgtaak voor deze trend verantwoordelijk waren [ $F(1,30) = 2.85, p < 0.10$ ]. Het zojuist genoemde effect van vuurwapen en het interactie-effect met de taak waren echter niet significant.

In deze analyse beschikten we per conditie over twee scores: één score die gebaseerd was op de eerste vier knallen in elk blok en één score die was gebaseerd op de laatste vier knallen in elk blok. Gemiddeld bedroeg de beoordeling in het eerste en het tweede deel van het blok respectievelijk 4.4 en 3.7. Dit verschil is statistisch significant [ $F(1,30) = 37.9, p < 0.00002$ ] en onafhankelijk van de andere variabelen.

Voor de proefpersonen in de leestaakconditie kunnen we dit "gewenningseffect" binnen een blok van acht knallen nog in meer detail bekijken, omdat zij immers na iedere knal een beoordeling hebben gegeven. Zoals in Fig. 6 is te zien nam de gemiddelde schrikbeoordeling duidelijk af met het rangnummer van de knal in een blok [ $F(7,105) = 10.2, p < 0.000001$ ]. Uit een post-hoc Tukey test bleek dat de beoordeling na de eerste knal significant afweek van die na de derde tot en met de

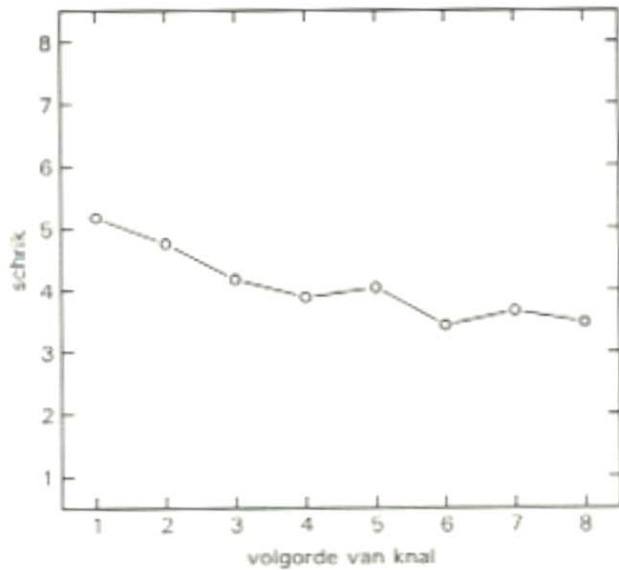


Fig. 6 Gemiddelde schrikbeoordeling van de proefpersonen in de leestaakconditie, als functie van het rangnummer van de knal.

achtste knal, en dat de beoordeling na de tweede knal nog significant afweek van die na de laatste drie knallen ( $p < 0.01$ ).

Fig. 6 Gemiddelde schrikbeoordeling van de proefpersonen in de

leestaakconditie, als functie van het rangnummer van de knal.

In hoeverre er gedurende het gehele experiment sprake van een toenemende gewenning is geweest hebben we geanalyseerd door de beoordelingen in de diverse condities te rangordenen volgens de volgorde waarin de condities gedurende het experiment werden aangeboden. De op deze wijze gesorteerde gegevens zijn afkomstig van alle vier de condities, waarbij vooral door de invloed van het geluidniveau grote onderlinge verschillen zijn: de ene proefpersoon begon immers met harde, en weer een andere proefpersoon begon met zachte knallen. Om de variantie in deze dataset iets te reduceren hebben we eerst alle individuele scores in een specifieke stimulusconditie verminderd met het groepsgemiddelde van de betreffende conditie.

Bij de proefpersonen in de leestaakconditie was de hinderscore in het derde en vierde blok gemiddeld één schaaleenheid lager dan die in de eerste twee blokken, maar dit effect was niet significant ( $p > 0.18$ ). Bij de proefpersonen in de volgtaakconditie waren de scores in de laatste twee blokken gemiddeld één schaaleenheid lager dan die in het eerste blok, maar door de relatief hoge score in het tweede blok was van een duidelijk gelijkmatig dalende trend geen sprake en lokale verschillen waren ook nu statistisch niet significant ( $p > 0.10$ ). Op basis van de beoordelingen van de twee groepen samen was er wèl een significante invloed op de beoordeling met het verstrijken van het experiment [ $F(3,90) = 3.66$ ,  $p < 0.02$ ]. Volgens een post-hoc Tukey test was echter alleen de beoordeling in het derde blok significant lager dan die in het tweede blok ( $p < 0.05$ ).



Naast numerieke beoordelingen kan de subjectieve schrikreactie uitgedrukt worden in het percentage van de respondenten dat zegt hevig geschrokken te zijn. De analyse van categorische gegevens kan ons inzicht in de relevantie van bijvoorbeeld de verschillen tussen de onderzochte geluidniveaus vergroten. Bij onderzoek naar de geluidhinder is het gebruikelijk om respondenten met scores die vallen in de bovenste 28% van de hinderschaal te beschouwen als "ernstig gehinderd" (zie Schultz, 1978; Vos en Smoorenburg, 1985). Schrikbeoordelingen groter dan 6.5 beschouwen we hier dan ook als indicatief voor een "hevige schrikreactie". Voor het bepalen van de uiteindelijke percentages is ook het aantal keren dat een proefpersoon in een bepaalde conditie hevig is geschrokken van belang. We beschouwen hier proefpersonen als "hevig geschrokken" indien zij per conditie een score  $> 6.5$  voor minstens vier van de acht knallen hebben gegeven. Voor de proefpersonen in de leestaakconditie zijn de percentages eenduidig te bepalen omdat er na iedere knal een beoordeling van de schrik werd gegeven. De proefpersonen in de volgtaakconditie gaven echter na iedere vier knallen een score. We hebben aangenomen dat deze score representatief is voor alle knallen in zo'n subset.

Fig. 7 Percentage van de proefpersonen die hevig waren geschrokken

van de knallen van het lichte en het zware vuurwapen, als functie van het geluidniveau en afzonderlijk voor de condities met de leestaak (a) en die met de volgtaak (b).

Uit Fig. 7 blijkt dat zowel in de lees- als in de volgtaakconditie er bij een geluidniveau van 80 dB(A,imp) hoegenaamd geen sprake is van "hevige schrik". Bij een niveau van 90 dB(A,imp) waren ca. 30% van de proefpersonen in de leestaakconditie "hevig geschrokken". Het soort vuurwapen was hierop niet van invloed. Bij de proefpersonen in de volgtaakconditie maakte het soort vuurwapen wél uit: 30% van hen schrok hevig van de knallen [weer met een geluidniveau van 90 dB(A,imp)] die van het zware vuurwapen afkomstig waren, en ca. 60% van hen schrok hevig van dergelijke knallen die door het lichte vuurwapen waren geproduceerd.

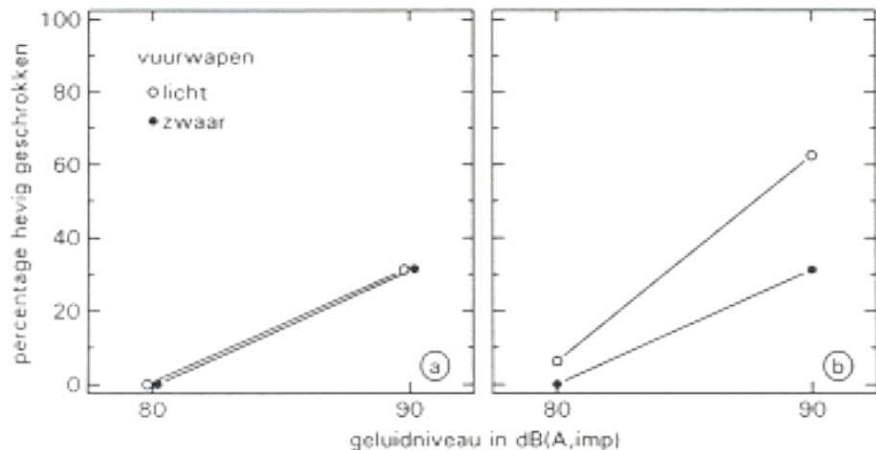


Fig. 7 Percentage van de proefpersonen die hevig waren geschrokken van de knallen van het lichte en het zware vuurwapen, als functie van het geluidniveau en afzonderlijk voor de condities met de leestaak (a) en die met de volgtaak (b).

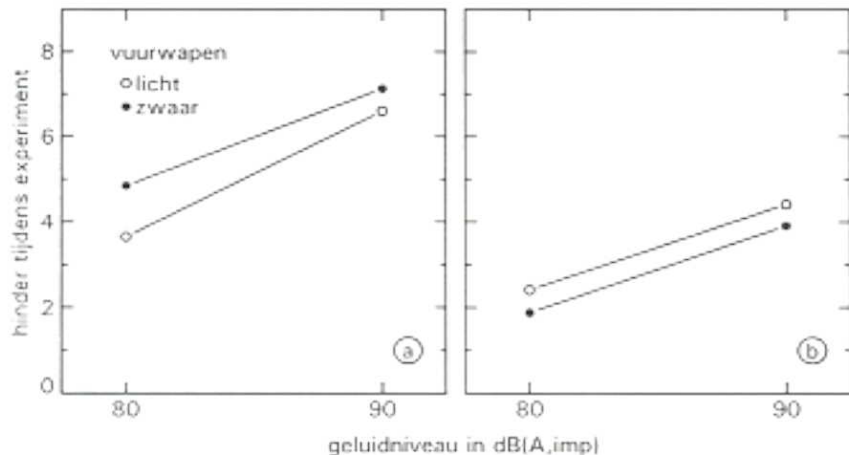


Fig. 8 Gemiddelde hinder die tijdens het experiment door de knallen van het lichte en het zware vuurwapen werd veroorzaakt, als functie van het geluidniveau en afzonderlijk voor de condities met de leestaak (a) en de volgtaak (b).

### 3.1.2 Subjectieve hinder tijdens het experiment

Voor de analyse van de beoordelingen van de hinder die tijdens het experiment door de knallen werd veroorzaakt gebruikten we hetzelfde design als in de vorige paragraaf. Gemiddeld over knallen, wapens en geluidniveaus waren de beoordelingen voor de proefpersonen met de leestaak aanmerkelijk hoger dan die voor de proefpersonen met de volgtaak [ $F(1,30) = 25.2, p < 0.0001$ ]. Binnen de groepen waren er ook significante verschillen tussen de proefpersonen [ $F(30,30) = 20.8, p < 0.000001$ ].

Fig. 8 Gemiddelde hinder die tijdens het experiment door de knallen van

het lichte en het zware vuurwapen werd veroorzaakt, als functie van het geluidniveau en afzonderlijk voor de condities met de leestaak (a) en de volgtaak (b).

De hinderbeoordelingen werden sterk beïnvloed door het geluidniveau van de knallen [ $F(1,30) = 66.2, p < 0.000002$ ]. In Fig. 8 kunnen we zien dat het effect van geluidniveau niet afhangt van de taak ( $p > 0.30$ ) en het soort wapen ( $p > 0.26$ ). Gemiddeld genomen is er geen significant verschil in hinder tussen het lichte en het zware vuurwapen ( $p > 0.57$ ). In de leestaakconditie vond men het zware vuurwapen echter hinderlijker dan het lichte vuurwapen, terwijl in de volgtaakconditie het zware vuurwapen juist minder hinderlijk werd gevonden. Deze in Fig. 9 weergegeven interactie tussen taak- en wapentype is significant [ $F(1,30) = 10.5, p < 0.003$ ].

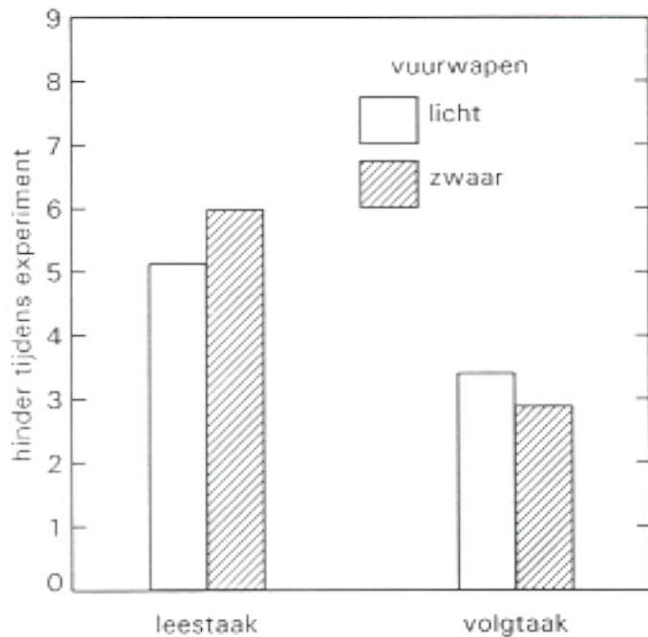


Fig. 9 Gemiddelde hinder die tijdens het experiment door de knallen van het lichte en het zware vuurwapen werd veroorzaakt, afzonderlijk voor de lees- en volgtaakconditie.

Fig. 9 Gemiddelde hinder die tijdens het experiment door de knallen van

het lichte en het zware vuurwapen werd veroorzaakt, afzonderlijk voor de lees- en volgtaakconditie.

Ook nu beschikken we per conditie weer over twee scores: één score die gebaseerd was op de eerste vier knallen en één score die gebaseerd was op de laatste vier knallen van elk blok. Gemiddeld bedroeg de beoordeling in het eerste en het tweede deel van het blok respectievelijk 4.5 en 4.2 [ $F(1,30) = 9.27, p < 0.005$ ].

Zoals in Fig. 10 te zien is werd deze daling hoofdzakelijk door de proefpersonen in de volgtaak veroorzaakt. Statistisch gezien is dit interactie-effect echter zeer zwak [ $F(1,30) = 3.45, p < 0.07$ ].

Net als voor de schrikbeoordelingen kunnen we hier voor de proefpersonen in de leestaakconditie de relatief kleine afname van de hinder in de loop van een blok in meer detail bekijken. Uit een post-hoc Tukey test bleek dat alleen de hinderbeoordeling na de zesde knal significant afweek van die na de eerste knal ( $p < 0.01$ ). Verder was er voor deze groep proefpersonen geen significante verandering in de hinderbeoordeling gedurende het verloop van het experiment ( $p > 0.85$ ). Voor de proefpersonen die de volgtaak uitvoerden nam de hinder die ze tijdens het experiment hadden ervaren af met ca. twee schaaleenheden [ $F(3,45) = 8.70, p < 0.0005$ ]. Globaal gezien was de hinder in de eerste twee blokken 1.7 eenheden hoger dan die in de laatste twee blokken ( $p \leq 0.05$ ).

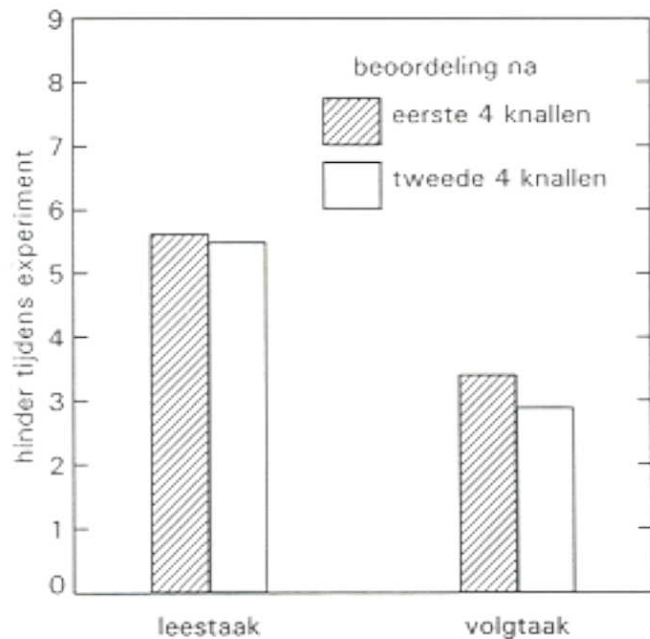


Fig. 10 Gemiddelde hinder die tijdens het experiment door de eerste en de tweede vier knallen werd veroorzaakt, afzonderlijk voor de lees- en de volgtaakconditie.

Fig. 10 Gemiddelde hinder die tijdens het experiment door de eerste en

de tweede vier knallen werd veroorzaakt, afzonderlijk voor de lees- en de volgtaakconditie.

### 3.1.3 *Verwachte hinder thuis*

Zoals reeds vermeld gaven de proefpersonen aan het eind van elk blok aan hoe hinderlijk zij de knallen zouden vinden indien zij ze regelmatig thuis in de huiskamer zouden horen. Met uitzondering van de variabele die sloeg op het gedeelte van een blok waarin de beoordeling was gegeven, was het design van de hier gebruikte variantie-analyse gelijk aan die voor de hierboven besproken schrik- en hinderbeoordelingen. Ofschoon de proefpersonen in de leestaak iets meer hinder verwachtten dan die in de volgtaak (7.0 vs. 6.5), was dit verschil niet significant ( $p > 0.25$ ). Er waren weer wél significante verschillen tussen de proefpersonen [ $F(30,30) = 14.4, p < 0.000001$ ].

In Fig. 11 kan men zien dat de beoordelingen bij knalniveaus van 90 dB(A,imp) aanmerkelijk hoger waren dan die bij niveaus van 80 dB(A,imp) [ $F(1,30) = 62.5, p < 0.000002$ ]. Fig. 11 laat tevens zien dat de beoordelingen voor lichte en zware vuurwapens bij de gebruikte A,imp-maat dicht bij elkaar lagen: de toename in de verwachte hinder met geluidniveau is voor de knallen van het lichte vuurwapen niet wezenlijk verschillend van die voor de knallen van het zware vuurwapen ( $p > 0.10$ ).



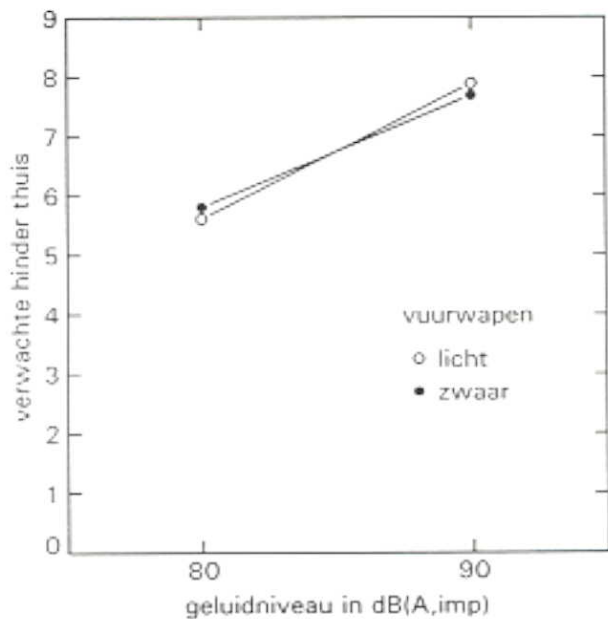


Fig. 11 Gemiddelde hinder die men thuis verwachtte te ondervinden als functie van het geluidniveau en afzonderlijk voor de knallen van het lichte en het zware vuurwapen.

Fig. 11 Gemiddelde hinder die men thuis verwachtte te ondervinden als

functie van het geluidniveau en afzonderlijk voor de knallen van het lichte en het zware vuurwapen.

Tot nu toe zijn alle geluidniveaus bepaald bij het oor van de proefpersonen. Bij de geluidzonering gaat men echter uit van het geluidniveau buiten aan de gevel. Aangezien de geluidreductie ten gevolge van de gevel frequentie-afhankelijk is, en de spectrale inhoud van de lichte en zware knallen grote verschillen vertonen (vergelijk Fig. 1 en Fig. 2), zijn bij gelijke binnenniveaus de buiten aan de gevel optredende geluidniveaus van de lichte en zware knallen ook verschillend. Afhankelijk van de kwaliteit van de luchtgeluidisolatie zal het geluidniveau buiten voor zware knallen ca. 10 tot 15 dB, en dat voor lichte knallen ca. 20 tot 30 dB hoger zijn dan binnen. Uitgaande van het buiten aan de gevel bepaalde geluidniveau mogen we dus concluderen dat de binnenshuis ervaren geluidhinder voor knallen van lichte vuurwapens 10 tot 15 dB lager is dan dat voor de knallen van zware vuurwapens.

In de conditie waarin de proefpersonen een leestaak hadden verwachtte men van het zware vuurwapen iets meer hinder te ondervinden dan van het lichte vuurwapen, terwijl in de conditie waarin men de volgtaak had, van het zware vuurwapen juist minder hinder verwachtte te hebben. Deze in Fig. 12 weergegeven interactie tussen taak- en wapentype is significant [ $F(1,30) = 4.84, p < 0.03$ ].

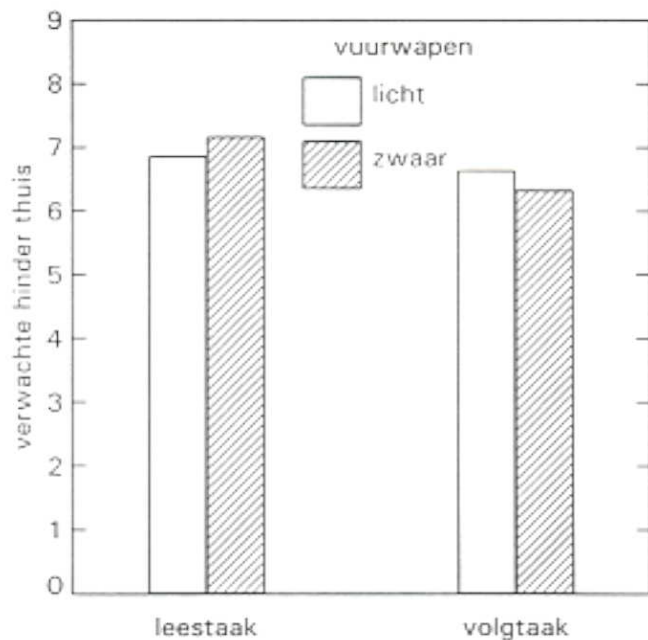


Fig. 12 Gemiddelde hinder die men thuis verwachtte te ondervinden van de knallen van het lichte en het zware vuurwapen, afzonderlijk voor de lees- en volgtaakconditie.

Fig. 12 Gemiddelde hinder die men thuis verwachtte te ondervinden van

de knallen van het lichte en het zware vuurwapen, afzonderlijk voor de lees- en volgtaakconditie.

Voor de proefpersonen in de leestaakconditie bleef gedurende het experiment de verwachte hinder nagenoeg gelijk ( $p > 0.57$ ), maar voor die in de volgtaakconditie nam de hinder in de loop van het experiment iets af [ $F(3,45) = 3.12$ ,  $p < 0.03$ ]. Volgens een post-hoc Tukey test waren de verschillen tussen de blokken voor deze laatste groep echter te klein om van een significant effect te kunnen spreken.

#### 3.1.4 *Relatie tussen subjectieve schrik en hinder*

We hebben gezien dat zowel de subjectieve schrik (Fig. 5) als de hinder tijdens het experiment (Fig. 8) en de verwachte hinder thuis (Fig. 11) gemiddeld hoger was voor de knallen met een geluidniveau van 90 dB(A,imp) dan die met een geluidniveau van 80 dB(A,imp). Verder vonden we dat (a) de beoordeling van de verwachte hinder thuis gemiddeld ca. 3 schaaleenheden hoger was dan de schrikbeoordeling tijdens het experiment en (b) de beoordeling van de hinder tijdens het experiment voor de groep met de leestaak duidelijk hoger, en voor de groep met de volgtaak iets lager lag dan de schrikbeoordeling tijdens het experiment.

De correlatie tussen de subjectieve schrik- en hinderscores geeft een beter inzicht in de sterkte van het verband tussen deze scores. Afhankelijk van het soort vuurwapen en de taak die moest worden uitgevoerd varieerde de correlatiecoëfficiënt,  $r$ , tussen de schrik ten gevolge van de knallen en de hinder die er thuis van werd verwacht tussen 0.49 en 0.77. Een verband met een  $r$ -waarde van 0.49 is al significant ( $t = 3.1$ ,  $p < 0.01$ ), en een verband met een  $r$ -waarde van 0.77 is zeer significant ( $t = 6.6$ ,  $p \ll 0.001$ ). Uit Tabel II, waarin berekende  $r$ -waarden voor de twee experimentele

groepen en de twee vuurwapens afzonderlijk worden gegeven, blijkt dat het zojuist genoemde verband tussen de schrik- en hinderscores sterker is voor de proefpersonen in de volgtaak dan voor de proefpersonen in de leestaak.

Tabel II Pearsons correlatiecoëfficiënten tussen diverse schrik- en hinderbeoordelingen, voor verschillende experimentele condities.

	vuurwapen	leestaak	volgtaak
<b>schrik vs. hinder die er thuis van werd verwacht</b>	licht	0.59	0.77
	zwaar	0.49	0.76
<b>schrik vs. hinder die tijdens het experiment werd ervaren</b>	licht	0.72	0.81
	zwaar	0.72	0.84
<b>hinder tijdens experiment vs. hinder die thuis werd verwacht</b>	licht	0.63	0.59
	zwaar	0.79	0.69

De correlatie tussen de schrikbeoordeling en de beoordeling van de hinder zoals ervaren tijdens het experiment, varieerde tussen 0.72 en 0.84. Het verband is ook nu weer sterker voor de proefpersonen met de volgtaak dan voor de proefpersonen met de leestaak (Tabel II), maar in termen van de verklaarde variantie,  $r^2$ , zijn de verschillen nu iets kleiner (ca. 15% vs. 30%) dan in de vorige analyse waarin het verband werd bepaald tussen schrik en de hinder die er thuis van werd verwacht.

Het verband tussen de hinder, zoals ervaren tijdens het experiment en de hinder die thuis werd verwacht kan ook op deze wijze worden aangegeven (Tabel II). Voor de proefpersonen in de leestaakconditie was de  $r$ -waarde gemiddeld ca. 0.70, voor die in de volgtaakconditie was  $r$  gemiddeld gelijk aan 0.64. Dat het verband in de volgtaakconditie iets zwakker was dan in de leestaakconditie komt wellicht door het specifieke karakter van de volgtaak: in vergelijking met de leestaak vereiste de volgtaak zeer veel aandacht.

Een vraag naar "de mate waarin men thuis van de knallen zou zijn geschrokken" leek ons niet valide—het is moeilijk zo niet onmogelijk een voorspelling te doen over een overwegend lichamelijke reactie—en is dan ook achterwege gelaten.

## 3.2 Autonome reacties

### 3.2.1 Hartslagfrequentie

Zoals we reeds in de Methode (Hfdst. 2) hebben beschreven werden de geïnterpoleerde IBI's afgeleid van het electrocardiogram voor 30 opeenvolgende tijdsintervallen van elk 0.5 s in een periode van 5 s vóór ( $t = -5$  s) tot 9.5 s na ( $t = 9.5$  s) het begin van iedere knal. Fig. 13 laat de resultaten zien voor de proefpersonen in de

leestaakconditie en in Fig. 14 worden de resultaten voor de proefpersonen in de volgtaakconditie weergegeven. Ieder gemiddelde is gebaseerd op 128 waarden (acht knallen die elk aan 16 proefpersonen waren aangeboden).

De doorgetrokken horizontale lijn in ieder onderdeel van Fig. 13 en Fig. 14 geeft het basisniveau van de IBI's aan. Ieder basisniveau is de gemiddelde IBI voor  $-5 \leq t < 0$  s. De gemiddelde hartslag vóór de knal was niet afhankelijk van het soort vuurwapen en het geluidniveau van de knal. In totaal was het basisniveau van de IBI's voor de proefpersonen in de volgtaakconditie (Fig. 14) wél significant lager [ $F(1,30)=4.8$ ,  $p<0.05$ ] dan die voor de proefpersonen in de leestaakconditie (Fig. 13).

Afzonderlijk voor de vier stimuluscondities (de combinaties van vuurwapentype en geluidniveau) en de twee taakcondities hebben we voor elk interval na de knal ( $t \geq 0$  s) een ANOVA uitgevoerd met de volgende factoren: 1) knaleffect, dat wil zeggen de IBI op tijdstip  $t$  (waarbij  $t \geq 0$  s) versus het basisniveau (IBI gemiddeld over  $-5 \leq t < 0$  s), 2) gewenning, waarbij het effect van de eerste vier knallen met dat van de laatste vier knallen wordt vergeleken, en 3) replicatie: vier knallen voor elk niveau van de factor gewenning.

Gezien het aantal onderscheiden intervallen binnen de periode tussen  $t \geq 0$  s en  $t \leq 9.5$  s, is de ANOVA dus 20 keer per conditie uitgevoerd. Hierdoor is de kans dat er toevallig significante effecten optreden vrij groot. Door te kijken of bepaalde effecten zich bij opeenvolgende tijdstippen voordoen of op een plaats waar een kortdurend effect te verwachten is, is de kans op toeval vrijwel te verwaarlozen. Met andere woorden, een effect achten we alleen *relevant* indien het minstens twee maal achter elkaar voorkomt òf in een gebied ligt waar een oriëntatie-, een defensieve of een schrikreactie is te verwachten. Conditie waarin de IBI's significant ( $p < 0.05$ ) van het basisniveau afweken zijn met gevulde in plaats van met open stippen weergegeven.

Om na te gaan of de veranderingen ten opzichte van het basisniveau voor de eerste vier knallen verschilden van die voor de laatste vier knallen is gekeken naar de interactie tussen de factoren "knaleffect" en "gewenning". Het kwam nooit voor dat deze interactie in twee opeenvolgende intervallen significant was, zodat we concluderen dat er geen sprake was van gewenning.

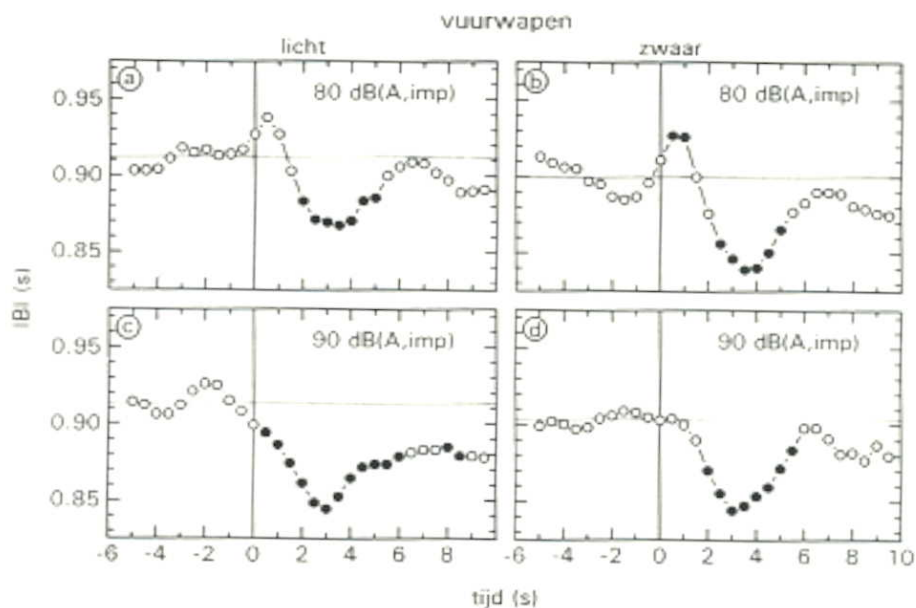


Fig. 13 Gemiddelde geïnterpoleerde IBI's voor de proefpersonen die de leestaak uitvoerden, afzonderlijk voor 1) de knallen van het lichte en het zware vuurwapen en 2) een geluidniveau van 80 en een niveau van 90 dB(A,imp). Het begin van de knal viel samen met het tijdstip  $t = 0$  s; de doorgetrokken lijn geeft steeds de gemiddelde IBI in de periode vóór de knal.

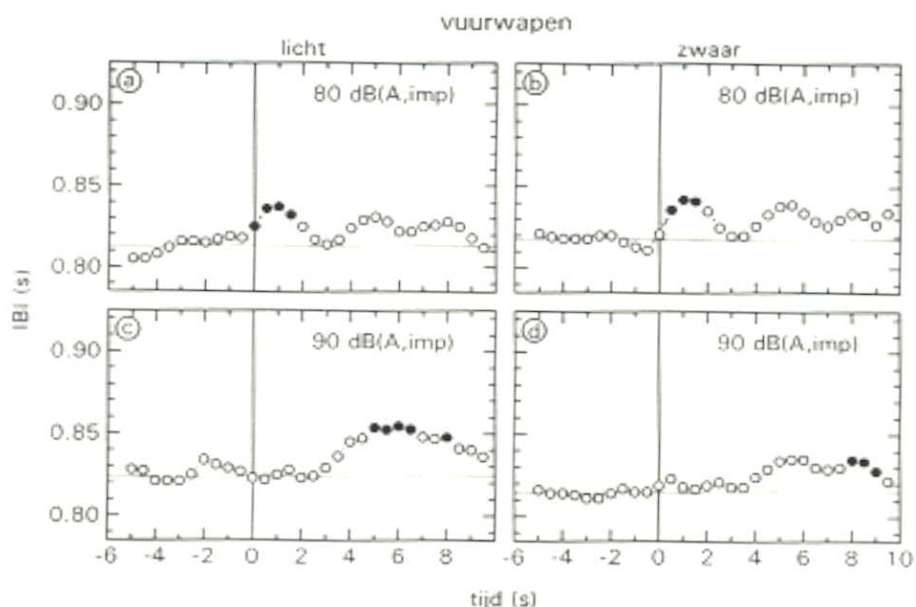


Fig. 14 Gemiddelde geïnterpoleerde IBI's voor de proefpersonen die de volgtaak uitvoerden, afzonderlijk voor 1) de knallen van het lichte en het zware vuurwapen en 2) een geluidniveau van 80 en een niveau van 90 dB(A,imp). Het begin van de knal viel samen met het tijdstip  $t = 0$  s; de doorgetrokken lijn geeft steeds de gemiddelde IBI in de periode vóór de knal.

De patronen in de resultaten, dus de veranderingen ten opzichte van het basisniveau, relateren we aan de drie eerder genoemde reacties die vaak in de literatuur over schrik-effecten worden genoemd: de oriëntatie-, de defensieve - en de schrikreactie (Graham, 1979).

Allereerst bespreken we nu de resultaten van de proefpersonen in de leestaakconditie. Fig. 13b laat zien dat bij de knallen van het zware vuurwapen met een niveau van 80 dB(A,imp) een significante oriëntatiereactie (een onmiddellijke toename van IBI) optrad. Voor de knallen van het lichte vuurwapen (Fig. 13a) werd deze reactie ook verkregen, maar de afwijking ten opzichte van het basisniveau was hier te klein voor een robuust significant effect ( $p = 0.08$ ). In beide condities werd de oriëntatiereactie gevolgd door een defensieve reactie (een afname van IBI die pas na ca. 2 s optreedt). Fig. 13c laat zien dat de door het lichte vuurwapen geproduceerde knallen met een niveau van 90 dB(A,imp) een significante schrikreactie (een vrijwel onmiddellijke afname van IBI) opwekten. In de nog overblijvende conditie (Fig. 13d) trad een defensieve reactie op.

De resultaten in de volgtaakconditie (Fig. 14) gaven een heel ander beeld te zien. Met uitzondering van een significante oriëntatiereactie na de knallen met een niveau van 80 dB(A,imp), zoals blijkt uit Fig. 14a en Fig. 14b, waren de IBI's in geen enkele conditie kleiner dan die in de referentieperiode. Dit betekent dat er nergens defensieve of schrikreacties konden worden gevonden. Uit Fig. 14c en Fig. 14d blijkt verder dat bij de knallen met een niveau van 90 dB(A,imp) ook in een later stadium (6-8 s na de knal) de gemiddelde IBI nog significant hoger dan het basisniveau was.

### 3.2.2 *Hartslagvariabiliteit*

De gemiddelde energie in de midden en hoge band van het hartslagspectrum is weergegeven in Tabel III. De energie in de midden en hoge band is bij de proefpersonen in de volgtaakconditie lager dan bij de proefpersonen in de leestaakconditie, wat duidt op een lager activatieniveau van het parasympatische zenuwstelsel. Deze verschillen zijn echter niet significant (respectievelijk  $p > 0.26$  en  $p > 0.14$ ). Bovendien waren er ook geen significante verschillen ten gevolge van het soort vuurwapen en het geluidniveau van de knallen ( $p > 0.10$ ).



Tabel III Hartslagvariabiliteit uitgedrukt in de energie in de midden en hoge band van het frequentiespectrum van de hartslag. Het geluidniveau van de knal wordt gegeven in dB(A,imp).

vuurwapen	geluid-niveau	midden band		hoge band	
		leestaak	volgtaak	leestaak	volgtaak
licht	80	2360	1745	3828	1812
	90	2404	1781	3314	1923
zwaar	80	2470	1873	3451	1738
	90	2317	1639	2887	1862

Uit Tabel III zou men nog kunnen opmaken dat bij de proefpersonen in de leestaakconditie het geluidniveau nog van invloed is geweest op de energie in de hoge band. Uit een ANOVA bleek echter ook dit effect niet significant te zijn ( $p > 0.28$ ).

### 3.2.3 Ademhaling

Bij de 16 proefpersonen waarbij de ademhaling is gemeten is geen systematische verandering in de ademhaling gevonden. De knal kwam even vaak tijdens een inademing als tijdens een uitademing voor. Ook verschilde de lengte van de in- en uitademperiode direct na de stimulus niet van die voor de stimulus. Dit is een belangrijk gegeven, omdat een inademing, zoals reeds eerder gesteld in § 2.2.3, gepaard gaat met een toename en een uitademing gepaard gaat met een afname van de hartslagfrequentie. Onze conclusie is dus dat systematische veranderingen in de IBI na een knal niet het gevolg kunnen zijn geweest van veranderingen in de ademhaling. We besloten dan ook om bij de overige proefpersonen geen ademhaling meer te registreren.

### 3.2.4 Oogknippers

Voor alle proefpersonen is nagegaan hoe vaak er binnen een conditie is geknipperd. Per proefpersoon kon maximaal 8 keer een oogknipper optreden. Vervolgens is nagegaan welk percentage van de proefpersonen ten minste één en ten minste vijf keer tijdens een conditie had geknipperd. De resultaten zijn weergegeven in Fig. 15. De percentages in deze figuur zijn cumulatief, dat wil zeggen dat personen die minimaal 5 keer hadden geknipperd ook zijn meegeteld bij de personen die minimaal één keer hadden geknipperd. Het percentage van de proefpersonen die tijdens een conditie helemaal niet knipperden is gelijk aan 100 min het percentage van de proefpersonen die ten minste één keer knipperden. Na een door het lichte vuurwapen veroorzaakte knal met een niveau van 80 dB(A,imp) hebben bijvoorbeeld 44% (100-56) van de proefpersonen in de leestaakconditie (Fig. 15a) helemaal niet geknipperd.

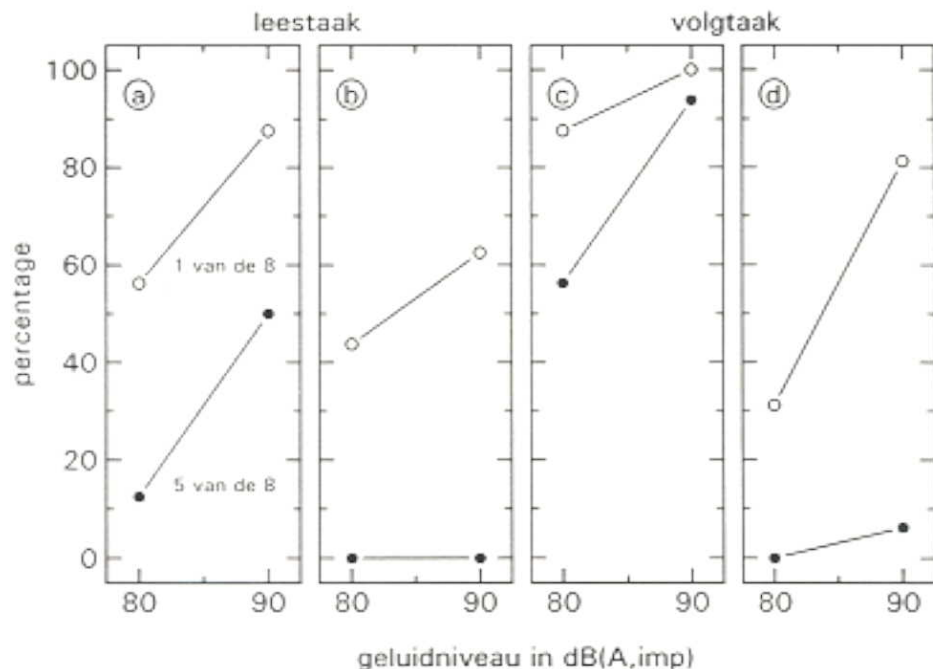


Fig. 15 Percentage van de proefpersonen die tenminste na één en tenminste na vijf van de acht knallen hebben geknipperd, afzonderlijk voor 1) de groep die de leestaak (a en b) en de groep die de volgtaak (c en d) uitvoerde en 2) de knallen van het lichte (a en c) en het zware vuurwapen (b en d).

Fig. 15 Percentage van de proefpersonen die tenminste na één en

tenminste na vijf van de acht knallen hebben geknipperd, afzonderlijk voor 1) de groep die de leestaak (a en b) en de groep die de volgtaak (c en d) uitvoerde en 2) de knallen van het lichte (a en c) en het zware vuurwapen (b en d).

Uit Fig. 15 blijkt dat de knallen van het lichte vuurwapen meer knippers tot gevolg hadden dan de knallen van het zware vuurwapen; dit resultaat werd in zowel de lees- als in de volgtaakconditie gevonden. Als er gekeken wordt naar het percentage van de proefpersonen die tenminste na vijf van de acht knallen hebben geknipperd, blijkt dat er alleen een effect van het geluidniveau is bij de knallen van het lichte vuurwapen: bij de knallen met een niveau van 90 dB(A,imp) werd duidelijk meer geknipperd dan bij de knallen met een niveau van 80 dB(A,imp). De knallen van het zware vuurwapen hadden in de leestaakconditie ongeveer evenveel knippers tot gevolg als die in de volgtaakconditie. De knallen van het lichte vuurwapen hadden echter veel meer knippers tot gevolg in de volgtaak- dan in de leestaakconditie. Bij de knallen van 90 dB(A,imp) knipperde 94% van de personen die de volgtaak uitvoerden minstens vijf keer, terwijl dit percentage bij de proefpersonen die lezen 50% bedroeg.

### 3.2.5 *Armbewegingen*

Voor alle condities bepaalden we het aantal keren dat een beweging met de joystick een achterwaartse component bevatte (spieren reageren alleen met contractie). Zoals vermeld in § 2.2.6 telden alleen die bewegingen mee die binnen 0.3 s na de knal werden gemaakt. Buiten dit interval kwamen snelle achterwaartse bewegingen zelden voor. Evenals bij de oogknippers is per conditie nagegaan hoeveel

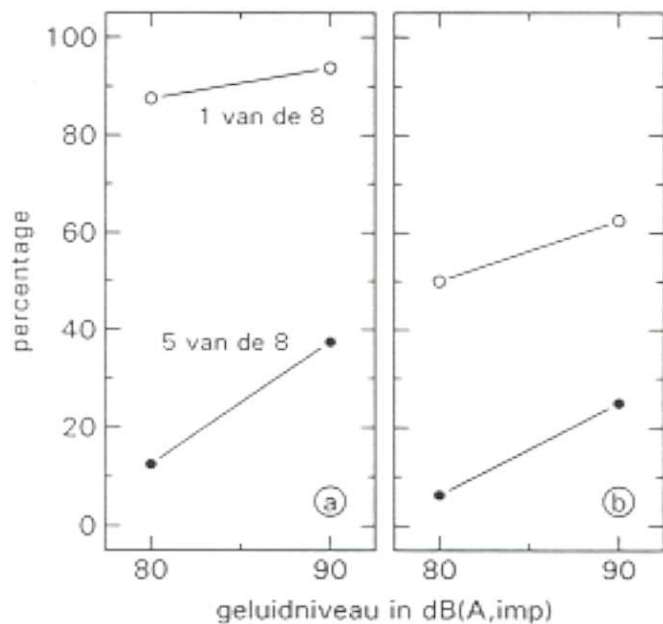


Fig. 16 Percentage van de proefpersonen in de volgtaakconditie die tenminste na één en tenminste na vijf van de acht knallen een armbeweging hebben gemaakt, afzonderlijk voor de knallen van het lichte (a) en de knallen van het zware vuurwapen (b).

proefpersonen tenminste één en tenminste vijf van dit soort armbewegingen hebben gemaakt. De gegevens hebben nu uiteraard alleen betrekking op de proefpersonen die de volgtaak uitvoerden. De resultaten hiervan zijn weergegeven in Fig. 16.

Fig. 16 Percentage van de proefpersonen in de volgtaakconditie die

tenminste na één en tenminste na vijf van de acht knallen een armbeweging hebben gemaakt, afzonderlijk voor de knallen van het lichte (a) en de knallen van het zware vuurwapen (b).

De knallen van het lichte vuurwapen (Fig. 16a) hebben bij meer proefpersonen armbewegingen veroorzaakt dan de knallen van het zware vuurwapen (Fig. 16b); ook namen de percentages toe met het geluidniveau van de knallen. Dit is vergelijkbaar met de oogknippers. De knallen van het lichte vuurwapen hebben echter meer oogknippers veroorzaakt dan armbewegingen, terwijl de knallen van het zware vuurwapen meer armbewegingen dan oogknippers hebben veroorzaakt.

### 3.2.6 Videobeelden

Tijdens het experiment zijn er van 30 proefpersonen bruikbare videobeelden opgenomen. We brengen hier een aantal typische lichaamsbewegingen in kaart die direct na de knal werden gemaakt. De vier onderscheiden categorieën waren 1) beweging van het hoofd, 2) beweging van de schouders, 3) beweging van het bovenlichaam en 4) beweging van de armen. Per knal werden deze categorieën gescoord door drie onafhankelijke observatoren. Omdat het uitvoeren van deze observaties zeer arbeidsintensief is beperken we ons voorlopig tot een analyse van de beelden die horen bij de knallen met een geluidniveau van 90 dB(A,imp).

De betrouwbaarheid tussen de observatoren was hoog: van de in totaal ca. 1750 observaties (ruim 435 knallen, met voor iedere knal de beoordelingen ten aanzien van de vier genoemde categorieën) waren de observatoren het volkomen eens in 82.6% van de gevallen, en in 8.8% van de gevallen meenden twee van de drie observatoren een beweging van een bepaalde categorie te hebben gezien. In 8.6% van de gevallen was er slechts één van de drie observatoren die een beweging van een bepaalde categorie rapporteerde.

Alleen die bewegingen worden hier meegeteld die door tenminste twee van de drie observatoren zijn gesignaleerd. We maken verder onderscheid tussen het percentage van de proefpersonen die een betreffende lichaamsbeweging na tenminste één van de maximaal acht knallen in een bepaalde conditie hebben gemaakt en het percentage van de proefpersonen die deze bewegingen maakten na ten minste vijf van de acht knallen. Tabel IV geeft een overzicht van de resultaten. In deze tabel kunnen we zien dat de percentages voor de drie laatste categorieën steeds dicht bij elkaar lagen. We besloten daarom deze percentages te middelen; zij worden eveneens in Tabel IV vermeld.

Tabel IV Percentage van de proefpersonen die direct na een knal een bepaalde lichaamsbeweging maakten, afzonderlijk voor de knallen van het lichte en het zware vuurwapen [uitsluitend de knallen met een niveau van 90 dB(A,imp)], en afzonderlijk voor de groep die de leestaak en de groep die de volgtaak uitvoerde. Per conditie worden er steeds twee percentages gegeven; het eerste percentage (12.5%) slaat op het aantal proefpersonen die de bepaalde beweging na tenminste één van de maximaal acht knallen hadden gemaakt, terwijl het tweede percentage (50%) inzicht geeft in het aantal proefpersonen die deze beweging na meer dan de helft van het aantal knallen maakten. Voor bewogen schouders, bovenlichaam en armen is tevens nog een gemiddeld percentage gegeven.

vuurwapen	bewogen lichaamsdeel	leestaak		volgtaak	
		≥12.5%	>50%	≥12.5%	>50%
licht	hoofd	67	27	87	40
	schouders	40	7	47	20
	bovenlichaam	47 } 45	7 } 9	33 } 44	13 } 20
	armen	47	13	53	27
zwaar	hoofd	73	0	53	27
	schouders	27	0	20	20
	bovenlichaam	13 } 18	0 } 0	20 } 24	7 } 9
	armen	13	0	33	0

De knallen van het zware vuurwapen wekten duidelijk minder lichaamsbewegingen op dan de knallen van het lichte vuurwapen. De percentages van de proefpersonen in de leestaak die op z'n minst na één van de acht knallen een hoofdbeweging

hadden gemaakt vormen hierop de enige uitzondering. Uitgaande van het strengere criterium, waarbij alleen die proefpersonen worden meegeteld die na meer dan de helft van de knallen een beweging maakten, was het aantal beïnvloede proefpersonen in de volgtaakconditie groter dan in de leestaakconditie. Beide effecten, dus zowel van het vuurwapentype als van het soort taak zijn consistent met de effecten die bij de oogbewegingen waren gevonden (zie Fig. 15). Voor de proefpersonen die de volgtaak hadden uitgevoerd komt het effect van het vuurwapen op de in de videobeelden gesignaleerde armbewegingen kwalitatief gezien ook overeen met het effect zoals dat met de achterwaartse bewegingen van de joystick was gemeten (zie Fig. 16).

Nu is gebleken dat de analyse van de videobeelden eigenlijk geen nieuwe informatie heeft opgeleverd, zien we af van de analyse van de beelden die horen bij de knallen met een geluidniveau van 80 dB(A,imp).

### **3.3 Relatie tussen subjectieve schrik en de verandering in de IBI**

Om de relatie tussen de subjectieve schrik en de amplitude van IBI ten opzichte van het basisniveau na te gaan werden de gemiddelde schrik en IBI-waarden berekend over vier knallen. De relatieve IBI was steeds gebaseerd op de periode tussen 0.5 en 1.5 s na de knal: in dit tijdsinterval kan immers zowel een oriëntatie- als een schrikreactie optreden. De subjectieve schrikreacties zijn vervolgens in drie groepen van gelijke lengte ingedeeld. Tot de eerste groep behoorden de scores tussen 0 en 2.3 (niet of nauwelijks geschrokken), tot de tweede groep behoorden de scores vanaf 2.3 tot 5.6 (een beetje geschrokken) en de scores vanaf 5.6 en hoger werden tot de derde groep (hevig geschrokken) gerekend.

Fig. 17 Relatie tussen subjectieve schrik en de verandering in IBI voor

de proefpersonen in (a) de leestaakconditie en (b) de volgtaakconditie.

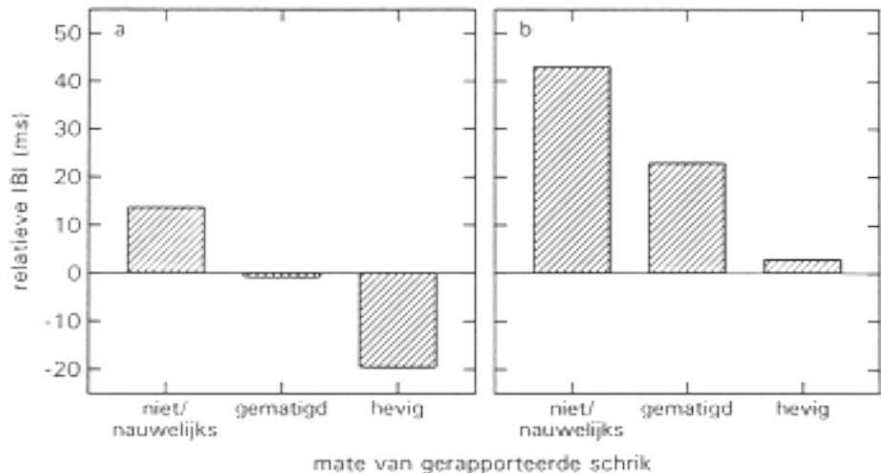


Fig. 17 Relatie tussen subjectieve schrik en de verandering in IBI voor de proefpersonen in (a) de leestaakconditie en (b) de volgtaakconditie.



In Fig. 17a zijn de gemiddelde relatieve IBI-waarden voor deze drie categorieën uitgezet voor de proefpersonen in de leestaakconditie. In de condities waarin men niet of nauwelijks van de knallen was geschrokken trad een oriëntatiereactie op. In de condities waarin men een beetje van de knallen was geschrokken week de gemiddelde relatieve IBI niet af van het basisniveau, en in de condities waarin men hevig van de knallen was geschrokken trad een duidelijke schrikreactie op. De relatie tussen subjectieve schrik en de verandering in IBI was significant [ $F(2,124) = 4.19, p < 0.02$ ].

Fig. 17b laat de resultaten van een identieke analyse zien voor de proefpersonen in de volgtaakconditie. Zowel in de condities waarin men een beetje van de knallen was geschrokken als in de condities waarin men gematigd was geschrokken trad een oriëntatiereactie op, maar de mate van deceleratie van de hartslag nam duidelijk af met de hevigheid van de gerapporteerde schrik. Het significantieniveau van de in Fig. 17b getoonde relatie is echter niet hoog [ $F(2,124) = 2.75, p < 0.07$ ].

### 3.4 Relatie tussen persoonlijkheidskenmerken en schrikreacties

De persoonlijkheidsvragenlijst, die zowel door de proefpersonen uit experiment 1 als door die uit experiment 2 werd beantwoord, bestond uit 12 onderdelen. Op basis van de scores van alle 64 proefpersonen onderzochten we allereerst welke relevante factoren er in de door ons gemeten persoonlijkheid onderscheiden kunnen worden. Uit een factoranalyse over de op de 12 subschalen gebaseerde Spearman rangorde correlatiematrix bleek dat er drie afzonderlijke gedragsdimensies relevant waren: oplossingen met vier of meer dimensies gaven slechts een geringe toename in de totale verklaarde variantie te zien. Door de eerste drie dimensies werd in totaal 63% van de variantie verklaard.

Vervolgens werd voor de drie-dimensionele oplossing een genormaliseerde varimaxrotatie uitgevoerd. De resultaten geven we in Tabel V.

Voor de subschalen negatieve emotionaliteit, negatieve affectiviteit, angstdispositie, onzekerheid en psychosomatische klachten hadden een hoge lading op de eerste dimensie. Deze gedragsdispositie zullen we gemakshalve Negatieve Affectiviteit noemen. Positieve emotionaliteit, positieve affectiviteit en extraversie laadden hoog op de tweede dimensie, die we hier Positieve Affectiviteit zullen noemen. Negatieve en Positieve Affectiviteit zijn twee belangrijke en grotendeels onafhankelijke dimensies in de emotionele ervaring (zie b.v. Watson en Pennebaker, 1989). Fysieke en mentale spanningsbehoefte, alsmede impulsiviteit, hadden een hoge lading op de derde dimensie, kortweg aan te duiden met Spanningsbehoefte.

Tabel V Resultaten van een factoranalyse over een Spearman rangorde correlatiematrix, gebaseerd op de scores van 64 proefpersonen op 12

persoonlijkheidsvragenlijsten. Oplossing voor drie dimensies na genormaliseerde varimaxrotatie; de in totaal verklaarde variantie bedroeg 63%.

vragenlijst	dimensie		
	1	2	3
negatieve emotionaliteit	0.86	0.08	-0.1
zelfbeoordeling [angstdispositie]	0.84	0.32	0
onzekerheid	0.83	0.14	0.10
negatieve affectiviteit	0.81	0.07	0.03
psychosomatische klachtenlijst	0.75	0.07	-0.0
zelfanalyse	0.45	0.04	9
			-0.0
			2
			-0.2
			0
positieve emotionaliteit	-0.1	-0.8	0.13
positieve affectiviteit	7	2	-0.0
extraversie	-0.3	-0.8	1
	1	0	0.22
	0.03	-0.7	
		7	
fysieke spanningsbehoefte	-0.1	-0.1	0.78
mentale spanningsbehoefte	8	7	0.69
impulsiviteit	-0.0	-0.2	0.66
	9	5	
	0.05	0.05	
% totale verklaarde variantie	0.31	0.18	0.14

Voor iedere gedragsdispositie afzonderlijk hebben we per proefpersoon een totaalscore berekend die inzicht geeft in zijn of haar positie op de betreffende persoonlijkheidsdimensie. Aangezien het bereik van de scores op de diverse vragenlijsten sterk kon verschillen, hebben we allereerst per experiment de ruwe scores van de (32) proefpersonen voor iedere subschaal gestandaardiseerd. De uiteindelijke individuele score voor Negatieve Affectiviteit werd verkregen door optelling van de betreffende zes gestandaardiseerde scores (z-scores) op de eerste zes vragenlijsten (Tabel V). Eenzelfde procedure werd toegepast voor de disposities Positieve Affectiviteit en Spanningsbehoefte. Aangezien de factorscores binnen de hoofddimensies niet erg van elkaar verschilden, zagen we ter verkrijging van de totaalscores af van specifieke subschaalafhankelijke wegingen.

#### 3.4.1 Relatie tussen gedragsdispositie en subjectieve schrikbeoordeling

Per gedragsdispositie werden de scores van de proefpersonen gecorreleerd met de gemiddelde subjectieve schrikbeoordeling, die was gebaseerd op de beoordelingen

van de lichte en de zware knallen met een geluidniveau van zowel 80 als 90 dB(A,imp). Bij de analyses werden de gegevens van de proefpersonen in de lees- en volgtaakconditie samen genomen, omdat al eerder was gebleken dat er tussen deze groepen geen verschil in subjectieve schrikbeoordeling bestond.

De correlatiecoëfficiënten waren zeer laag: voor Negatieve Affectiviteit, Positieve Affectiviteit en Spanningsbehoefte waren de r-waarden respectievelijk -0.03, 0.10 en 0.03. Er was dus in het geheel geen sprake van een significant verband tussen gedragsdispositie en schrikbeoordeling. Ook na weglating van de beoordelingen in de condities waarin het geluidniveau van de knallen 80 dB(A,imp) bedroeg, kon geen sterker verband worden gevonden.

#### 3.4.2 Relatie tussen gedragsdispositie en de verandering in IBI

Per gedragsdispositie werden de scores van de proefpersonen gecorreleerd met de amplitude van IBI ten opzichte van het basisniveau. Net als in § 3.3 was de gemiddelde IBI ná de knal gebaseerd op de IBI voor  $0.5 \leq t \leq 1.5$  s. Aangezien IBI sterk afhankelijk was van de taak die de proefpersonen moesten uitvoeren (zie § 3.2.1) werden de analyses voor beide groepen afzonderlijk uitgevoerd. Naast een globale analyse, die over alle beschikbare relatieve IBI's tegelijk werd uitgevoerd, werden ook voor iedere combinatie van knaltype en geluidniveau afzonderlijk correlaties berekend.

Voor de proefpersonen in de *leestaakconditie* werd er op basis van de relatieve IBI's in alle vier de experimentele condities tezamen een lage, maar statistisch significante positieve correlatie gevonden tussen Spanningsbehoefte en de verandering in IBI ( $r = 0.26$ ;  $p < 0.05$ ). Het gevonden verband wijst er op dat de proefpersonen die hoog scoorden op Spanningsbehoefte, en dus meer exploratief en avontuurlijk waren ingesteld, meer een oriëntatiereactie op de knallen te zien gaven, terwijl de proefpersonen die laag scoorden, en dus juist liever risico's vermeden, eerder een defensieve- of schrikreactie vertoonden.

In het eerste deel van Tabel VI is te zien dat het verband tussen Spanningsbehoefte en de verandering in IBI het sterkst was ( $r = 0.59$ ) voor de van het zware vuurwapen afkomstige knallen met een geluidniveau van 90 dB(A,imp). Ook in de andere condities was er sprake van een positieve correlatie, maar voor iedere deelverzameling afzonderlijk was door het relatief kleine aantal observaties dit verband statistisch gezien niet significant.

In het eerste deel van Tabel VI kunnen we ook nog zien dat er een zeer zwak positief verband bestond tussen Positieve Affectiviteit en de verandering in IBI. Proefpersonen met een hoge score op deze dispositie hebben gemoedstoestanden die omschreven zouden kunnen worden als enthousiasme en mentale alertheid (Knipscheer, 1991). Zij neigen er enigszins toe op de knallen een oriëntatiereactie te geven. Het laatst genoemde verband is echter niet significant.



Tabel VI Correlatie tussen gedragsdispositie en de verandering in IBI, afzonderlijk voor de proefpersonen in de lees- en in de volgtaakconditie (experiment 1). De correlaties worden gegeven voor de vier experimentele condities afzonderlijk [geluidniveau van de knallen in dB(A,imp)], en voor de gegevens uit alle condities tezamen. De met een sterretje gemarkeerde correlaties zijn statistisch significant ( $p < 0.05$ ).

gedragsdispositie	vuurwapen				voor alle condities samen
	licht		zwaar		
	80	90	80	90	
<b>Proefpersonen in de leestaakconditie</b>					
Negatieve Affectiviteit	-0.07	-0.23	0.14	-0.05	-0.05
Positieve Affectiviteit	0.03	0.13	0.38	0.46	0.21
Spanningsbehoefte	0.18	0.23	0.27	0.59*	0.26*
<b>Proefpersonen in de volgtaakconditie</b>					
Negatieve Affectiviteit	0.03	-0.08	0.01	-0.002	-0.01
Positieve Affectiviteit	0.27	0.30	0.17	0.39	0.27*
Spanningsbehoefte	0.004	0.10	0.47	-0.02	0.08

Voor de proefpersonen in de *volgtaakconditie* werd er eveneens een zwak positief verband tussen Positieve Affectiviteit en de verandering in IBI gevonden ( $r = 0.27$ ). Op basis van de vier experimentele condities tezamen was dit verband nu wel significant ( $p < 0.05$ ). De proefpersonen die relatief enthousiast, alert en tevreden waren vertoonden dus een sterkere oriëntatiereactie dan de proefpersonen die lager scoorden op Positieve Affectiviteit. Uit het tweede gedeelte van Tabel VI kunnen we verder opmaken dat de verandering in IBI geen enkele relatie vertoonde met de twee overige gedragsdisposities.

#### 4 METHODE VAN EXPERIMENT 2

Uit experiment 1 is gebleken dat er bij knallen met een geluidniveau van 80 en 90 dB(A,imp) sprake was van schrikreacties en dat ook de hinderbeoordelingen en de autonome reacties nuttige informatie verschaften. Om vast te stellen vanaf welk geluidniveau de eerste schrikreactie moet worden verwacht herhaalden we experiment 1 voor knallen met een geluidniveau van 64, 72 en 80 dB(A,imp). Voor een vergelijking van de reacties over het gehele bereik van 64 tot 90 dB(A,imp) dient het niveau van 80 dB(A,imp) als een belangrijk referentiepunt. Qua opzet was experiment 2 geheel gelijk aan experiment 1.

#### 4.1 Stimuli en apparatuur

Ook nu bestonden de geluiden uit knallen van een licht en een zwaar vuurwapen. Als basis voor verdere spectrale bewerkingen dienden de geluidopnamen waarvan ook in experiment 1 was uitgegaan. De knallen die op een geluidniveau van 80 dB(A,imp) ten gehore werden gebracht waren identiek aan die van experiment 1. Bij de knallen met een lager geluidniveau van 64 en 72 dB(A,imp) werd voor het bepalen van de spectrale verzwakking in  $\frac{1}{3}$ -octaafbanden ten gevolge van de luchtabsorptie, de gevelverzwakking en de algehele verzwakking door de divergentie uitgegaan van een benadering die gelijk was aan die in experiment 1. De spectra van de knallen van het zware vuurwapen zijn weergegeven in Fig. 1, die van het lichte vuurwapen in Fig. 2. Het achtergrondgeluid was gelijk aan dat in experiment 1 (zie Fig. 3). Ook de apparatuur was gelijk aan die in experiment 1.

#### 4.2 Proefpersonen

Er namen twee groepen van elk 16 proefpersonen aan het experiment deel (in totaal 18 mannen en 14 vrouwen). Géén van hen had deelgenomen aan experiment 1. De leeftijd varieerde van 18 tot 31 jaar ( $M = 22.9$ ,  $sd = 2.6$  jaar). Voordat het experiment werd afgenomen werd voor het rechter en linker oor apart een audiogram bepaald met sinustonen tussen 250 en 8000 Hz. Géén van de proefpersonen had voor enige onderzochte frequentie een gehoorverlies (beste oor)  $> 15$  dB. Bij 10 van de 32 proefpersonen was het gehoorverlies  $\leq 10$  dB, en bij 18 van de 32 proefpersonen was dit zelfs  $\leq 5$  dB voor het gehele onderzochte frequentiegebied. De proefpersonen kregen een vergoeding van  $f$  45.

#### 4.3 Onderzoeksopzet

Er waren vier onafhankelijke variabelen: (1) vuurwapen (licht vs. zwaar), (2) geluidniveau [64, 72 en 80 dB(A,imp)], (3) rangorde van de knal (1 t/m 8) en (4) taak (leestaak vs. volgtaak). De eerste drie variabelen werden binnen proefpersonen gevarieerd, de laatste variabele was een tussen-proefpersonenvariabele. (Binnen elk van de vier stimuluscondities werden er dus acht knallen van hetzelfde type ten gehore gebracht.)

Er waren twee categorieën van afhankelijke variabelen: (a) subjectieve beoordelingen (mate van ervaren hinder en schrik) en (b) autonome responses (hartslagfrequentie, oogkniprespons, hand-, arm- en andere lichaamsbewegingen).

De persoonlijkheidsvragenlijst die de proefpersonen aan het eind van het experiment invulden was gelijk aan die in experiment 1.

#### 4.4 Procedure

De proefpersonen werden weer individueel getest. Nadat het audiogram was bepaald en de elektroden waren bevestigd namen ze plaats in de luisterruimte. Net als in experiment 1 was het achtergrondgeluid gedurende de gehele sessie ononderbroken aanwezig; samen met het geluid van de pc bedroeg het gemiddeld niveau van het achtergrondgeluid weer 45 dB(A). De schriftelijke instructies waren in grote lijnen gelijk aan die in experiment 1. De informatie over het registreren van de ademhaling met de reksensor kwam te vervallen. Voor de proefpersonen in de leestaakconditie was er nu sprake van drie afzonderlijke perioden van elk ongeveer 40 min en voor die in de volgtaakconditie was er vanwege de tussentijdse onderbrekingen van de volgtaak, nu sprake van zes afzonderlijke perioden van elk ongeveer 20 min. De proefpersonen in de leestaakconditie beschikten over tijdschriften als Elsevier, Italië, Kijk, Luister, Mountain Bike, Oor en Psychologie.

Er waren in totaal drie series met elk twee blokken. Ieder blok bevatte weer acht knallen. Binnen een serie was het geluidniveau van de knallen constant. De volgorde waarin de series werden aangeboden werd voor 15 proefpersonen gebalanceerd met behulp van een vijftal ( $3 \times 3$ ) Latijnse vierkanten. De zestiende proefpersoon van elke taakconditie kreeg series waarin het geluidniveau achtereenvolgens 72, 64 en 80 dB(A,imp) bedroeg. De volgorde waarin binnen een bepaalde serie de knallen van het lichte en het zware vuurwapen werden aangeboden werd zo goed mogelijk gebalanceerd. Ook nu wisselde de opstelling voor de twee taakcondities na 16 proefpersonen van kamer. De tijdstippen waarop de knallen in ieder blok ten gehore werden gebracht waren gelijk aan die in experiment 1. Het soort vragen en de momenten waarop ze werden gesteld waren weer gelijk aan die in experiment 1. Direct na het laatste blok werden er nog enkele verkennende vragen gesteld betreffende de relatie tussen de schrikreactie en de hinder van de geluiden. Tot slot werd de persoonlijkheidsvragenlijst ingevuld.

## 5 RESULTATEN VAN EXPERIMENT 2

### 5.1 Subjectieve beoordelingen

#### 5.1.1 *Subjectieve schrik*

De beoordelingen van de mate waarin men van de knallen was geschrokken werden onderworpen aan een variantie-analyse [ $2$  (taak)  $\times$   $16$  (proefpersonen)  $\times$   $2$  (deel van blok)  $\times$   $2$  (vuurwapen)  $\times$   $3$  (geluidniveau)], waarbij de taak een tussen-proefpersonenvariabele was en de overige variabelen alle binnen proefpersonen werden gevarieerd]. Er waren significante verschillen tussen de proefpersonen [ $F(30,60) = 15.8, p < 0.000001$ ]. De gemiddelde schrikreactie bedroeg 2.5, maar er waren vier proefpersonen met een gemiddelde score lager dan 1.5 en twee proefpersonen met een gemiddelde score hoger dan 3.5. Op deze verschillen tussen de proefpersonen zullen we in § 5.4 terug komen. Gemiddeld

genomen waren de beoordelingen voor de groep proefpersonen die werd gevraagd te lezen vrijwel gelijk aan die voor de groep die de volgtaak uitvoerde ( $p > 0.72$ ).

De schrikbeoordelingen werden het sterkst beïnvloed door het geluidniveau van de knallen [ $F(2,60) = 80.9$ ,  $p < 0.000001$ ]. De mate waarin men gemiddeld van de knallen op een geluidniveau van 64 dB(A,imp) schrok bedroeg 1.1, de gemiddelde beoordeling van de knallen op het geluidniveau van 80 dB(A,imp) bedroeg 4.1. De grootte van het effect hing niet significant af van de taak die de proefpersonen tijdens het experiment hadden ( $p > 0.59$ ). Gemiddeld genomen schrok men iets meer van het lichte dan van het zware vuurwapen [ $F(1,30) = 5.5$ ,  $p < 0.02$ ]. In Fig. 18 kunnen we zien dat de invloed van het type vuurwapen verdween bij een geluidniveau van 80 dB(A,imp). Dit interactie-effect is statistisch significant [ $F(2,60) = 3.63$ ,  $p < 0.03$ ].

Fig. 18 Gemiddelde schrikbeoordeling van de knallen van het lichte en

het zware vuurwapen als functie van het geluidniveau.

Ofschoon het zo juist genoemde interactie-effect tussen geluidniveau en vuurwapen duidelijker was bij de groep die de leestaak had dan bij de groep die de volgtaak uitvoerde, bleek uit de analyse dat deze tweede orde interactie niet significant was ( $p > 0.34$ ).

In deze analyse beschikten we per conditie over twee scores: één score die gebaseerd was op de eerste vier knallen in elk blok en één score die was gebaseerd op de laatste vier knallen in elk blok. Gemiddeld bedroeg de beoordeling in het eerste en het tweede deel van het blok respectievelijk 2.7 en 2.3. Dit verschil is statistisch significant [ $F(1,30) = 23.0$ ,  $p < 0.0001$ ]. Fig. 19 laat zien dat dit



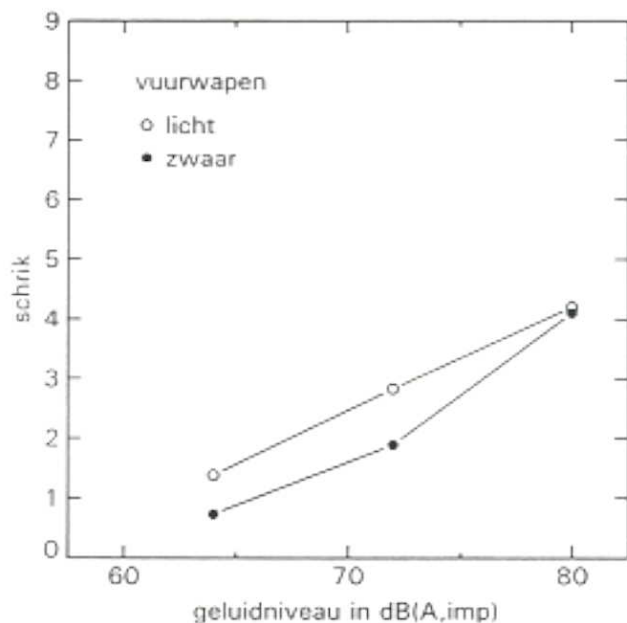


Fig. 18 Gemiddelde schrikbeoordeling van de knallen van het lichte en het zware vuurwapen als functie van het geluidniveau.

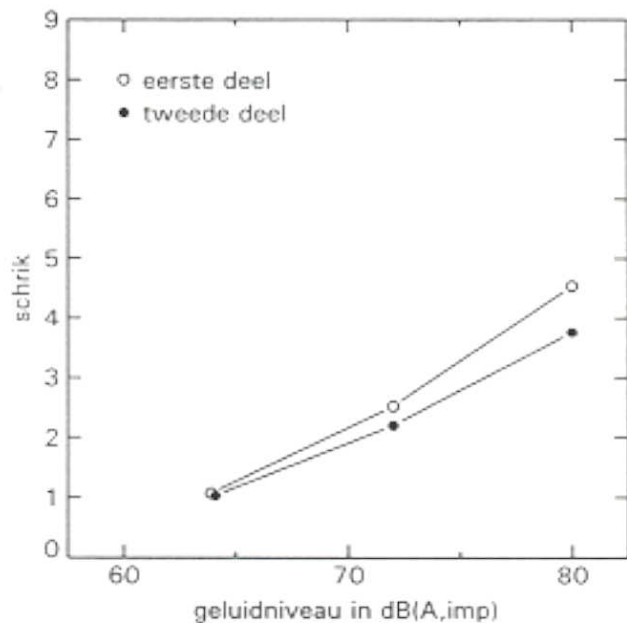


Fig. 19 Gemiddelde schrikbeoordeling als functie van het geluidniveau van de knallen, afzonderlijk voor de eerste vier en de tweede vier knallen in iedere conditie.

"gewenningseffect" [ $F(2,60) = 8.3, p < 0.001$ ] alleen optrad bij de niveaus van 72 en 80 dB(A,imp).

Fig. 19 Gemiddelde schrikbeoordeling als functie van het geluidniveau

van de knallen, afzonderlijk voor de eerste vier en de tweede vier knallen in iedere conditie.

Het effect van herhaalde aanbieding van eenzelfde soort knal op de schrikbeoordeling kunnen we nog verder onderzoeken voor de groep die was gevraagd tijdens het experiment te lezen. Deze proefpersonen moesten immers na iedere knal een beoordeling geven van de mate waarin ze waren geschrokken. Uit een variantie-analyse over de meer uitgebreide verzameling van schrikbeoordelingen van deze groep bleek dat de eerste knal van ieder blokdeel een iets grotere schrikreactie opleverde dan de overige knallen [ $F(3,45) = 9.99, p < 0.0001$ ]. Fig. 20 laat zien dat dit effect het sterkst was in het eerste deel van het blok [ $F(3,45) = 2.83, p < 0.05$ ]; de schrikbeoordeling van de allereerste knal van een bepaald type was dus het grootst.

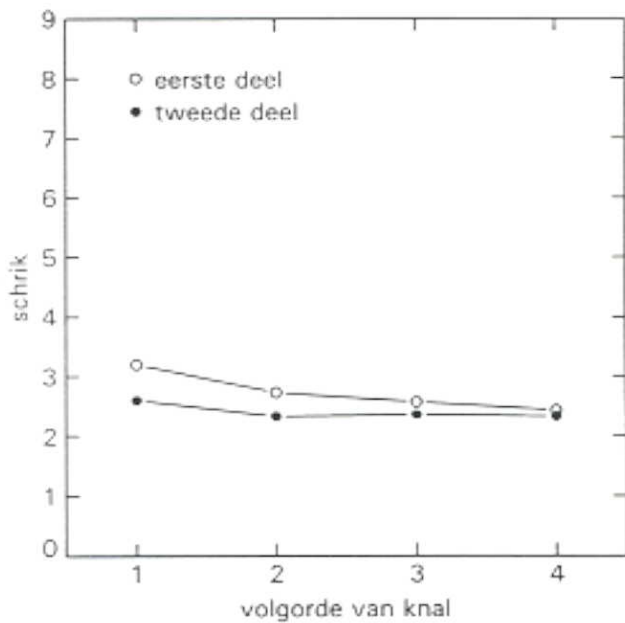


Fig. 20 Gemiddelde schrikbeoordeling als functie van het rangnummer van de knallen in het eerste en tweede deel van een conditie.

Fig. 20 Gemiddelde schrikbeoordeling als functie van het rangnummer

van de knallen in het eerste en tweede deel van een conditie.

Uit de analyse bleek verder dat dit effect afhing van het geluidniveau van de knallen [ $F(6,90) = 2.40, p < 0.05$ ]. Fig. 21 laat zien dat het effect bij een niveau van 64 dB(A,imp) in het geheel niet optrad, het bij een niveau van 80 dB(A,imp) duidelijk aanwezig was en dat het bij een niveau van 72 dB(A,imp) enigszins zichtbaar was.

Net als in experiment 1 hebben we ook nagegaan of de mate waarin men van de knallen schrok in de loop van het experiment nog wijzigingen onderging. Uit de analyse bleek dat dit voor zowel de proefpersonen in de lees- als in de volgtaakconditie niet het geval was ( $p > 0.54$ ).

Naast numerieke beoordelingen zullen we, net als in experiment 1, de subjectieve schrikreactie weer uitdrukken in het percentage van de respondenten dat zegt hevig geschrokken te zijn: alle individuele schrikbeoordelingen groter dan 6.5 zijn in principe van belang. Uit Fig. 22 blijkt dat knallen met een geluidniveau  $\leq 72$  dB(A,imp) bij de proefpersonen in de leestaakconditie geen, en bij de proefpersonen in de volgtaakconditie nauwelijks hevige schrik te weeg bracht. Van de zware knallen met een niveau van 80 dB(A,imp) werd hevig geschrokken door 13% van de proefpersonen in de leestaakconditie en 31% van de proefpersonen in de volgtaakconditie. Voor de lichte knallen met ditzelfde geluidniveau waren de percentages respectievelijk 0% en 19%.

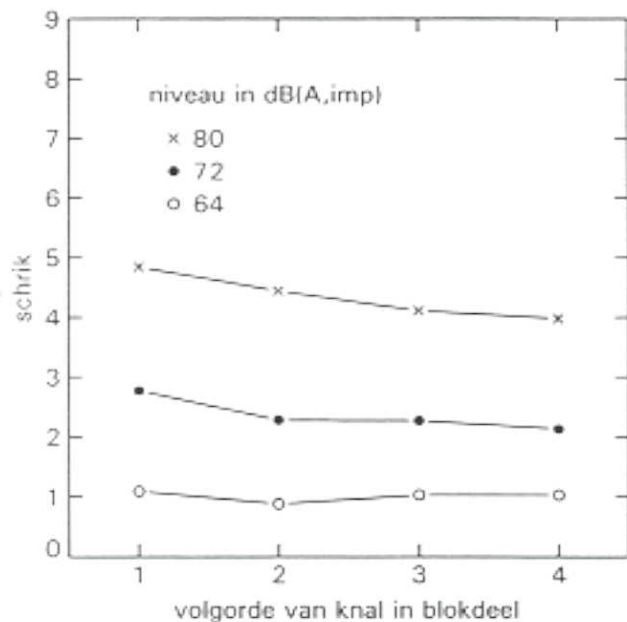


Fig. 21 Gemiddelde schrikbeoordeling als functie van het rangnummer van de knal in een blokdeel, met het geluidniveau van de knal als parameter.

Fig. 21 Gemiddelde schrikbeoordeling als functie van het rangnummer

van de knal in een blokdeel, met het geluidniveau van de knal als parameter.

Fig. 22 Percentage van de proefpersonen die hevig waren geschrokken

van de knallen van het lichte en het zware vuurwapen, als functie van het geluidniveau en afzonderlijk voor de condities met de leestaak (a) en die met de volgtaak (b).

Bij het niveau van 80 dB(A,imp) was het percentage voor de proefpersonen in de volgtaak dus hoger dan dat voor de proefpersonen in de leestaak (25% vs. 6%), en was, gemiddeld over de taak, het percentage iets hoger voor de knallen van het zware dan van het lichte vuurwapen (22% vs. 9%). Gemiddeld over het soort vuurwapen en het soort taak was bij een geluidniveau van 80 dB(A,imp) dus ca. 15% van de proefpersonen "hevig geschrokken".

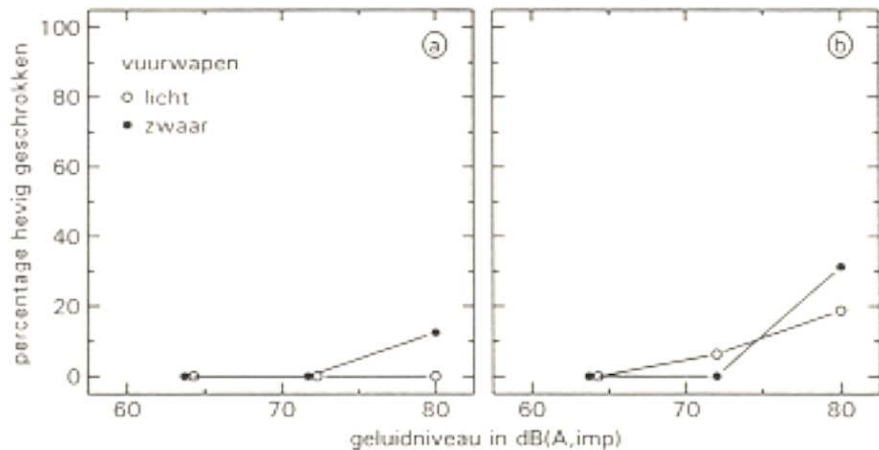


Fig. 22 Percentage van de proefpersonen die hevig waren geschrokken van de knallen van het lichte en het zware vuurwapen, als functie van het geluidniveau en afzonderlijk voor de condities met de leestaak (a) en die met de volgtaak (b).



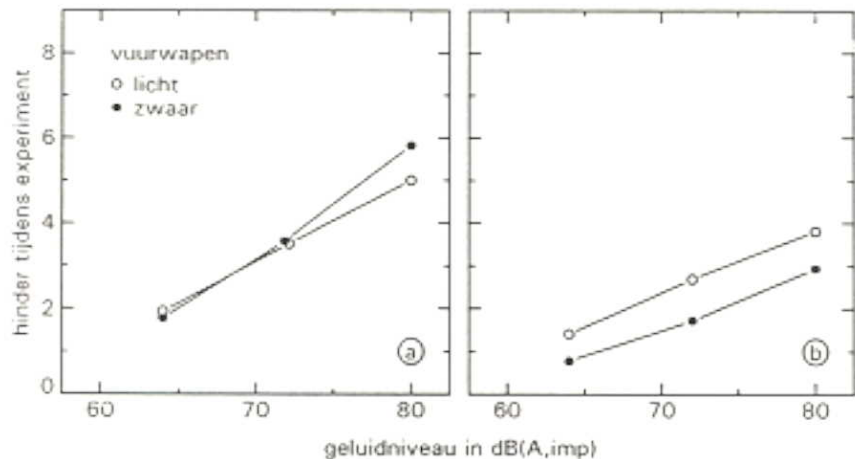


Fig. 23 Gemiddelde hinder die tijdens het experiment door de knallen van het lichte en het zware vuurwapen werd veroorzaakt, als functie van het geluidniveau en afzonderlijk voor de condities met de leestaak (a) en die met de volgtaak (b).

### 5.1.2 Subjectieve hinder tijdens het experiment

Voor de analyse van de beoordelingen van de hinder die tijdens het experiment door de knallen werd veroorzaakt gebruikten we hetzelfde design als in de vorige paragraaf. Gemiddeld genomen waren de beoordelingen voor de proefpersonen met de leestaak ruim één schaal eenheid hoger dan die voor de proefpersonen met de volgtaak [ $F(1,30) = 9.5, p < 0.005$ ]. Binnen de groepen waren er ook significante verschillen tussen de proefpersonen [ $F(30,60) = 60.1, p < 0.000001$ ].

Fig. 23 Gemiddelde hinder die tijdens het experiment door de knallen

van het lichte en het zware vuurwapen werd veroorzaakt, als functie van het geluidniveau en afzonderlijk voor de condities met de leestaak (a) en die met de volgtaak (b).

De hinderbeoordelingen werden sterk beïnvloed door het geluidniveau van de knallen [ $F(2,60) = 90.8, p < 0.000001$ ]. In Fig. 23 kunnen we zien dat het effect van geluidniveau iets groter was in de lees- dan in de volgtaakconditie [ $F(2,60) = 4.4, p < 0.02$ ]. Gemiddeld genomen is er geen significant verschil in hinder tussen het lichte en het zware vuurwapen ( $p > 0.13$ ). Zoals men in Fig. 23 kan zien vond men in de volgtaakconditie de knallen van het lichte vuurwapen echter hinderlijker dan die van het zware vuurwapen [ $F(1,30) = 8.1, p < 0.01$ ].

Ook nu beschikken we per conditie weer over twee scores: één score die gebaseerd was op de eerste vier knallen en één score die gebaseerd was op de laatste vier knallen van elk blok. Gemiddeld bedroeg de beoordeling in het eerste en het tweede deel van het blok respectievelijk 3.0 en 2.8 [ $F(1,30) = 6.9, p < 0.02$ ].

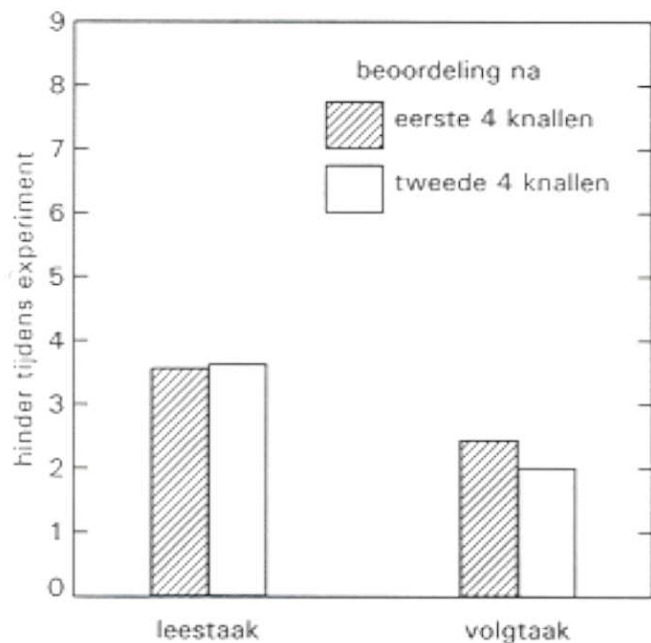


Fig. 24 Gemiddelde hinder die tijdens het experiment door de eerste en de tweede vier knallen werd veroorzaakt, afzonderlijk voor de lees- en de volgtaakconditie.

Fig. 24 Gemiddelde hinder die tijdens het experiment door de eerste en

de tweede vier knallen werd veroorzaakt, afzonderlijk voor de lees- en de volgtaakconditie.

Zoals in Fig. 24 te zien is werd deze daling door de proefpersonen in de volgtaak veroorzaakt [ $F(1,30) = 11.2, p < 0.005$ ]. Door de aandachtopeisende volgtaak konden zij zich waarschijnlijk beter voor de knallen afsluiten dan de proefpersonen die rustig zaten te lezen.

In de loop van het experiment was er bij de proefpersonen in de leestaakconditie een kleine toename van de hinder [ $F(5,75) = 2.34, p < 0.05$ ]. Een post-hoc Tukey test wees uit dat alleen de gemiddelde beoordeling in het laatste blok significant hoger was ( $p < 0.05$ ) dan die in het eerste blok. Bij de proefpersonen in de volgtaakconditie was eerder een dalende trend aanwezig, maar dit effect was niet significant ( $p > 0.42$ ). Al met al mogen we concluderen dat de beoordelingen gedurende het gehele experiment vrij stabiel zijn geweest.

### 5.1.3 *Verwachte hinder thuis*

Zoals reeds vermeld gaven de proefpersonen na iedere vier knallen aan hoe hinderlijk zij de knallen zouden vinden indien zij ze regelmatig thuis in de huiskamer zouden horen. Het design van de variantie-analyse waaraan we deze scores onderworpen was gelijk aan die voor de hierboven besproken schrik- en hinderbeoordelingen. De proefpersonen in de leestaak verwachtten meer hinder dan die in de volgtaak (5.7 vs. 4.3), dit verschil was significant [ $F(1,30) = 7.9, p < 0.01$ ]. Er waren ook weer significante verschillen tussen de proefpersonen [ $F(30,60) = 71.1, p < 0.000001$ ], en de beoordelingen na de tweede vier knallen waren

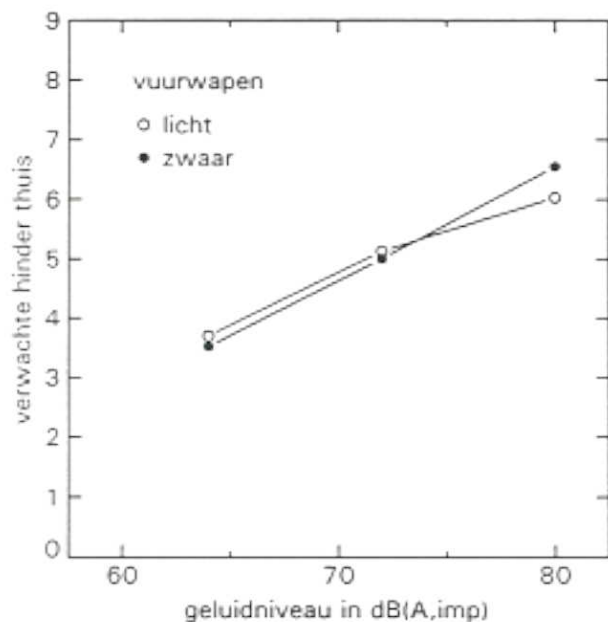


Fig. 25 Gemiddelde hinder die men thuis verwachtte te ondervinden als functie van het geluidniveau en afzonderlijk voor de knallen van het lichte en het zware vuurwapen.

gemiddeld iets lager (4.9 vs. 5.1) dan die na de eerste vier knallen [ $F(1,30) = 4.0$ ,  $p < 0.05$ ].

Van een verdere dalende trend in de hinder gedurende het gehele experiment was echter geen sprake ( $p > 0.40$ ).

In Fig. 25 kan men zien dat de beoordelingen sterk afhingen van het geluidniveau van de knallen [ $F(2,60) = 55.1$ ,  $p < 0.000001$ ]. Fig. 25 laat tevens zien dat vooral voor de lagere niveaus de beoordelingen voor lichte en zware vuurwapens dicht bij elkaar lagen: de toename in de verwachte hinder met geluidniveau is voor de knallen van het lichte vuurwapen niet wezenlijk verschillend van die voor de knallen van het zware vuurwapen ( $p > 0.07$ ).

Fig. 25 Gemiddelde hinder die men thuis verwachtte te ondervinden als

functie van het geluidniveau en afzonderlijk voor de knallen van het lichte en het zware vuurwapen.

#### 5.1.4 Relatie tussen subjectieve schrik en hinder

We hebben gezien dat zowel de subjectieve schrik (Fig. 18) als de hinder tijdens het experiment (Fig. 23) en de verwachte hinder thuis (Fig. 25) gemiddeld toenam met het geluidniveau van de knallen. Verder vonden we dat (a) de beoordeling van de verwachte hinder thuis gemiddeld ca. 2.5 schaaleenheden hoger was dan de schrikbeoordeling tijdens het experiment en (b) de beoordeling van de hinder tijdens het experiment voor de groep met de leestaak duidelijk hoger, en voor de groep met de volgtaak ongeveer gelijk aan de schrikbeoordeling tijdens het experiment was.

De correlatie tussen de subjectieve schrik- en hinderscores geeft een beter inzicht in de sterkte van het verband tussen deze scores. De correlatiecoëfficiënt,  $r$ , tussen de schrik ten gevolge van de knallen en de hinder die er thuis van werd verwacht

varieerde tussen 0.57 en 0.72. Een verband met een r-waarde van 0.57 is significant ( $t = 4.7$ ,  $p < 0.001$ ), en een verband met een r-waarde van 0.72 is zeer significant ( $t = 7.0$ ,  $p \ll 0.001$ ). Uit Tabel VII, waarin berekende r-waarden voor de twee experimentele groepen en de twee vuurwapens afzonderlijk worden gegeven, blijkt dat het zojuist genoemde verband tussen de schrik- en hinderscores voor beide groepen even sterk was.

Tabel VII Pearsons correlatiecoëfficiënten tussen diverse schrik- en hinderbeoordelingen, voor verschillende experimentele condities.

	vuurwapen	leestaak	volgtaak
<b>schrik vs. hinder die er thuis van werd verwacht</b>	licht	0.66	0.57
	zwaar	0.64	0.72
<b>schrik vs. hinder die tijdens het experiment werd ervaren</b>	licht	0.81	0.64
	zwaar	0.85	0.86
<b>hinder tijdens experiment vs. hinder die thuis werd verwacht</b>	licht	0.73	0.59
	zwaar	0.75	0.64

De correlatie tussen de schrikbeoordeling en de beoordeling van de hinder zoals ervaren tijdens het experiment, varieerde tussen 0.64 en 0.86. Het verband was nu iets sterker voor de proefpersonen met de leestaak dan voor de proefpersonen met de volgtaak (Tabel VII).

Het verband tussen de hinder, zoals ervaren tijdens het experiment en de hinder die thuis werd verwacht kan ook op deze wijze worden aangegeven. Voor de proefpersonen in de leestaakconditie was de r-waarde ongeveer 0.74, voor die in de volgtaakconditie was r gelijk aan gemiddeld 0.62 (Tabel VII). Net als in experiment 1 was het verband in de volgtaakconditie zwakker dan in de leestaakconditie; dit komt wellicht door het eerder genoemde specifieke karakter van de volgtaak.

## 5.2 Autonome reacties

### 5.2.1 Hartslagfrequentie

De wijze waarop de gegevens zijn verwerkt en worden weergegeven is gelijk aan die in experiment 1. Fig. 26 laat de resultaten voor de proefpersonen in de leestaakconditie zien, terwijl in Fig. 27 de resultaten voor de proefpersonen in de volgtaakconditie worden weergegeven.

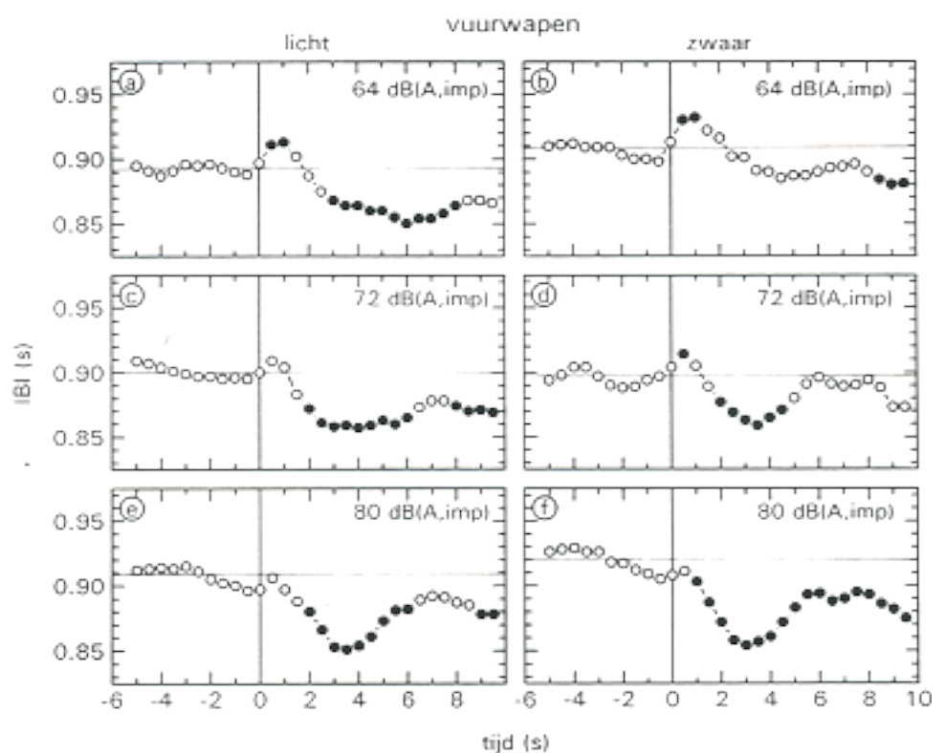


Fig. 26 Gemiddelde geïnterpoleerde IBI's voor de proefpersonen die de leestaak uitvoerden, afzonderlijk voor 1) de knallen van het lichte en het zware vuurwapen en 2) een geluidniveau van 64, 72 en 80 dB(A,imp). Het begin van de knal viel samen met het tijdstip  $t = 0$  s; de doorgetrokken lijn geeft steeds de gemiddelde IBI in de periode vóór de knal.

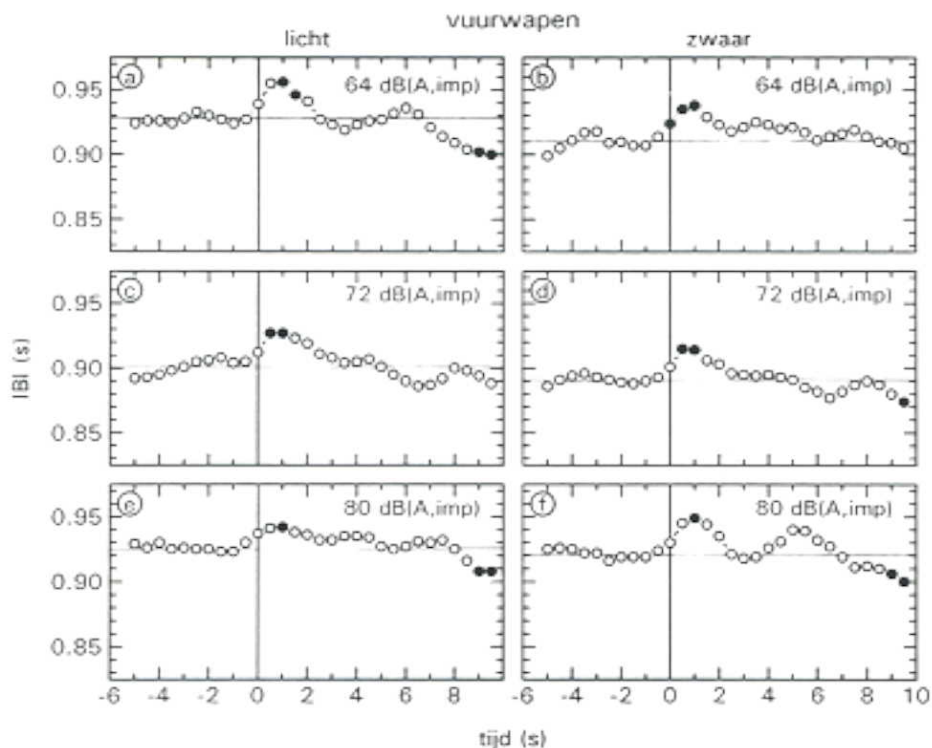


Fig. 27 Gemiddelde geïnterpoleerde IBI's voor de proefpersonen die de volgtaak uitvoerden, afzonderlijk voor 1) de knallen van het lichte en het zware vuurwapen en 2) een geluidniveau van 64, 72 en 80 dB(A,imp). Het begin van de knal viel samen met het tijdstip  $t = 0$  s; de doorgetrokken lijn geeft steeds de gemiddelde IBI in de periode vóór de knal.



Net zoals in experiment 1 was de gemiddelde hartslag vóór de knal onafhankelijk van het soort vuurwapen en het geluidniveau van de knal. Er bestond nu geen verschil tussen het basisniveau van de groep proefpersonen die de leestaak had en de groep proefpersonen die de volgtaak moest uitvoeren.

Fig. 26 laat zien dat bij de proefpersonen in de leestaakconditie de knallen van 64 en 72 dB(A,imp) een oriëntatiereactie veroorzaakten, die alleen bij de knallen van het lichte vuurwapen met een niveau van 72 dB(A,imp) niet significant was. Verder hadden de knallen in vijf van de zes condities een defensieve reactie tot gevolg. Alleen bij de knallen van het zware vuurwapen met een niveau van 64 dB(A,imp), zoals weergegeven in Fig. 26b, waren de IBI's in de fase waarin de hartslagfrequentie toenam, niet significant verschillend van het basisniveau.

Bij de proefpersonen die de volgtaak uitvoerden (Fig. 27) veroorzaakten de knallen in alle condities een significante oriëntatiereactie. Er werden nergens defensieve of schrikreacties gevonden.

Uit een verdere analyse bleek dat er geen significant verschil bestond tussen de resultaten voor de eerste en die voor de laatste vier knallen.

### 5.2.2 Hartslagvariabiliteit

De energie in de middelste en hoge frequentieband van het hartslagspectrum is weergegeven in Tabel VIII. De energie in de midden en hoge band was bij de proefpersonen in de volgtaakconditie ongeveer gelijk aan die bij de proefpersonen in de leestaakconditie (p-waarden respectievelijk  $> 0.52$  en  $> 0.72$ ). Bovendien waren er, net als bij experiment 1, geen significante verschillen ten gevolge van het soort vuurwapen en het geluidniveau van de knal.

Tabel VIII Hartslagvariabiliteit uitgedrukt in de energie in de midden en hoge band van het frequentiespectrum van de hartslag. Het geluidniveau van de knal wordt gegeven in dB(A,imp).

vuurwapen	geluid-niveau	midden band		hoge band	
		leestaak	volgtaak	leestaak	volgtaak
licht	64	2428	2492	2287	2981
	72	2741	2627	2535	2714
	80	2705	2153	2488	3013
zwaar	64	2570	2513	2646	3300
	72	2993	2218	2800	2622
	80	2441	1817	2349	2461

### 5.2.3 Oogknippers

Evenals bij experiment 1 werd het aantal proefpersonen bepaald dat per conditie ten minste één en ten minste vijf van de acht keer had geknipperd. De resultaten zijn weergegeven in Fig. 28.

Na de knallen van het zware vuurwapen werd aanzienlijk minder geknipperd dan na de knallen van het lichte vuurwapen. Zowel in de leestaakconditie (Fig. 28b) als in de volgtaakconditie (Fig. 27d) had geen enkele proefpersoon vaker dan twee keer geknipperd. Bij de knallen van het lichte vuurwapen nam het aantal knipperende proefpersonen toe met het niveau van de knal. In totaal hing het percentage knipperende proefpersonen niet af van de taak die ze moesten uitvoeren.

Fig. 28 Percentage van de proefpersonen die tenminste na één en

tenminste na vijf van de acht knallen hebben geknipperd, afzonderlijk voor 1) de groep die de leestaak (a en b) en de groep die de volgtaak (c en d) uitvoerde en 2) de knallen van het lichte (a en c) en het zware vuurwapen (b en d).

### 5.2.4 Armbewegingen

Net als in experiment 1 werd voor alle condities het aantal armbewegingen in achterwaartse richting bepaald. Fig. 29 laat zien dat er in het algemeen maar weinig armbewegingen werden gemaakt. Afgaand op een frequentie van één op de acht wekten de knallen van het lichte vuurwapen (Fig. 29a) bij nog iets meer proefpersonen een armbeweging op dan de knallen van het zware vuurwapen (Fig. 29b). Onafhankelijk van het vuurwapentype kwam het bij geen enkele proefpersoon voor dat hij of zij vaker dan vier van de acht keer een armbeweging maakte.

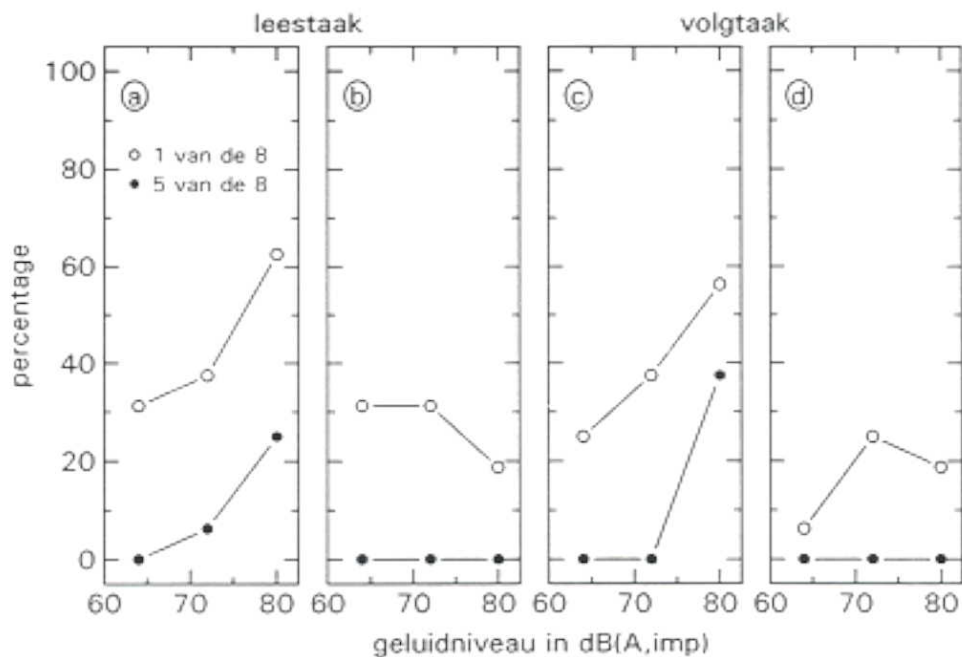


Fig. 28 Percentage van de proefpersonen die tenminste na één en tenminste na vijf van de acht knallen hebben geknipperd, afzonderlijk voor 1) de groep die de leestaak (a en b) en de groep die de volgtaak (c en d) uitvoerde en 2) de knallen van het lichte (a en c) en het zware vuurwapen (b en d).

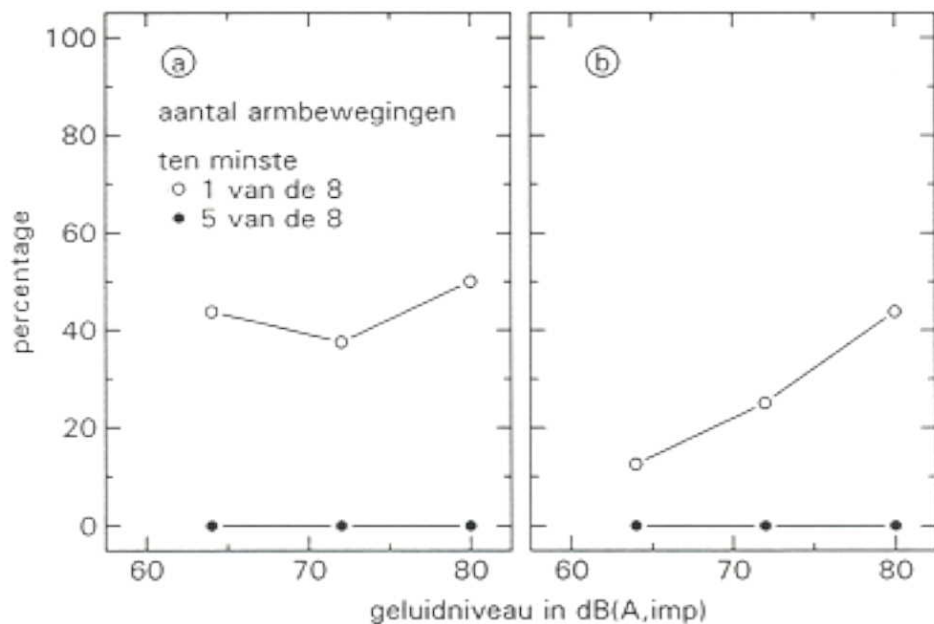


Fig. 29 Percentage van de proefpersonen in de volgtaakconditie die tenminste na één en tenminste na vijf van de acht knallen een armbeweging hebben gemaakt, afzonderlijk voor de knallen van het lichte (a) en de knallen van het zware vuurwapen (b).

Fig. 29 Percentage van de proefpersonen in de volgtaakconditie die

tenminste na één en tenminste na vijf van de acht knallen een arm-beweging hebben gemaakt, afzonderlijk voor de knallen van het lichte (a) en de knallen van het zware vuurwapen (b).

### 5.3 Relatie tussen subjectieve schrik en verandering in IBI

De relatie tussen subjectieve schrik en IBI is op dezelfde wijze nagegaan als bij experiment 1. Voor de proefpersonen in de leestaakconditie laat Fig. 30 de gemiddelde relatieve IBI zien voor de drie verschillende gradaties van subjectieve schrik.

Fig. 30 Relatie tussen subjectieve schrik en de verandering in IBI.

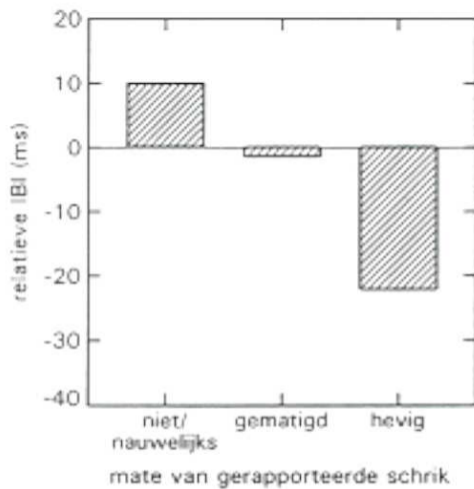


Fig. 30 Relatie tussen subjectieve schrik en de verandering in IBI.

De resultaten waren vrijwel gelijk aan die uit experiment 1: evidentie voor een oriëntatiereactie vonden we in de condities waarin niet of nauwelijks werd geschrokken, en evidentie voor een schrikreactie vonden we in de condities waarin de proefpersonen ook zelf aangaven ernstig geschrokken te zijn. Het verband tussen subjectieve schrik en de veranderingen in de relatieve IBI is ook nu significant [ $F(2,189) = 4.66, p < 0.01$ ]. Bij de proefpersonen die de volgtaak moesten uitvoeren bestond er nu geen significant verband tussen de subjectieve schrik en de verandering in IBI ( $p > 0.20$ ).

#### 5.4 Relatie tussen persoonlijkheidskenmerken en schrikreacties

De wijze waarop de relatie tussen persoonlijkheidskenmerken en schrikreacties wordt geanalyseerd is gelijk aan die in experiment 1 (§ 3.4).

##### 5.4.1 Relatie tussen gedragsdispositie en subjectieve schrikbeoordeling

Per gedragsdispositie werden de scores van alle 32 proefpersonen tezamen weer gecorreleerd met hun gemiddelde subjectieve schrikbeoordeling, die nu was gebaseerd op de beoordelingen van de lichte en de zware knallen met een geluidniveau van 64, 72 en 80 dB(A,imp). Eerdere analyses hebben ook nu laten zien dat het geen zin heeft deze correlaties afzonderlijk uit te voeren voor de proefpersonen in de leestaakconditie en de proefpersonen in de volgtaakconditie.

De correlatiecoëfficiënten waren zeer laag: voor Negatieve Affectiviteit, Positieve Affectiviteit en Spanningsbehoefte waren de r-waarden respectievelijk 0.12, 0.10 en 0.002. Wederom was er dus geenszins sprake van een significant verband tussen gedragsdispositie en schrikbeoordeling. Ook na weglating van de beoordelingen in de condities waarin het geluidniveau van de knallen 64 en 72 dB(A,imp) bedroeg, werd geen sterker verband gevonden.

##### 5.4.2 Relatie tussen gedragsdispositie en de verandering in IBI

Per gedragsdispositie werden de scores van de proefpersonen weer gecorreleerd met de amplitude van IBI ten opzichte van het basisniveau. Aangezien IBI sterk afhankelijk was van de taak die de proefpersonen moesten uitvoeren (zie § 5.2.1) werden de analyses voor beide groepen afzonderlijk uitgevoerd.

Voor de proefpersonen in de *leestaakconditie* werden er op basis van de relatieve IBI's in alle zes de experimentele condities tezamen géén statistisch significante correlaties gevonden (zie eerste gedeelte van Tabel IX). In een tweetal afzonderlijke condities, namelijk die met lichte knallen met een geluidniveau van 64 dB(A,imp) en die met zware knallen met een geluidniveau van 72 dB(A,imp), was er een significante negatieve correlatie tussen Spanningsbehoefte en de verandering in IBI (Tabel IX). In beide condities wijst dit verband er op dat de proefpersonen die laag scoorden op Spanningsbehoefte nog een oriëntatiereactie op de knallen te zien

gaven, terwijl de proefpersonen die hoog scoorden geen specifieke reacties meer vertoonden: de IBI ná de knal was gemiddeld gezien gelijk aan de IBI vóór de knal.

Tabel IX Correlatie tussen gedragsdispositie en de verandering in IBI, afzonderlijk voor de proefpersonen in de lees- en in de volgtaakconditie (experiment 2). De correlaties worden gegeven voor de zes experimentele condities afzonderlijk [geluidniveau van de knallen in dB(A,imp)], en voor de gegevens uit alle condities tezamen. De met een sterretje gemarkeerde correlaties zijn statistisch significant ( $p < 0.05$ ).

gedragsdispositie	vuurwapen						voor alle condities samen
	licht			zwaar			
	64	72	80	64	72	80	
<b>Proefpersonen in de leestaakconditie</b>							
Negatieve Affectiviteit	-0.28	0.06	0.08	-0.19	-0.07	-0.08	-0.06
Positieve Affectiviteit	0.04	-0.24	0.29	-0.11	0.12	0.19	0.03
Spanningsbehoefte	-0.54 *	-0.24	-0.22	0.18	-0.51 *	0.02	-0.17
<b>Proefpersonen in de volgtaakconditie</b>							
Negatieve Affectiviteit	-0.29	-0.31	-0.15	-0.46	-0.23	-0.09	-0.24*
Positieve Affectiviteit	0.15	0.25	-0.05	0.33	0.20	0.06	0.15
Spanningsbehoefte	-0.16	0.007	-0.07	-0.07	-0.24	-0.09	-0.10

Voor de proefpersonen in de *volgtaakconditie* (zie tweede gedeelte van Tabel IX) werd in alle condities een zwak negatief verband tussen Negatieve Affectiviteit en de verandering in IBI gevonden. Op basis van de zes experimentele condities tezamen was dit verband statistisch significant ( $r = -0.24$ ;  $p < 0.05$ ).

Proefpersonen met een lage score op deze dispositie kunnen worden getypeerd als tevreden, zelfvoldane mensen (Knipscheer, 1991). Zij gaven in het algemeen een oriëntatiereactie op de knallen. Proefpersonen met een hoge score op Negatieve Affectiviteit ervaren relatief meer aversieve stemmingen, hetgeen gepaard kan gaan met gevoelens als boosheid, angst en depressie (Knipscheer, 1991). Bij hen is de uiteindelijke deceleratie van de hartslagfrequentie, die typisch was voor alle resultaten in de volgtaakcondities, kleiner dan die bij de proefpersonen met een lage score op Negatieve Affectiviteit.

Zoals in het tweede gedeelte van Tabel IX is te zien waren Positieve Affectiviteit en Spanningsbehoefte in geen enkele conditie significant gecorreleerd met de verandering in IBI.



## 6.1 Schrik- en hinderbeoordelingen

Op basis van de resultaten van twee experimenten zijn we nu in staat het verband tussen de dosis en de schrik- en hinderbeoordelingen aan te geven voor een bereik van ca. 25 dB.

Kwantitatieve beoordelingen kunnen op voorspelbare wijze door eenvoudige mentale processen in ongunstige zin worden beïnvloed. Vooral door de aandacht die Poulton hier de laatste twee à drie decennia aan heeft geschonken (zie b.v. Poulton, 1989), is iedere onderzoeker zich nu van deze storende invloeden bewust.

De subjectieve beoordelingen kunnen voor een deel door de verzameling van de te beoordelen condities worden beïnvloed (effect van stimulusbereik). Aangezien het geluidniveau van de knallen in experiment 1 varieerde tussen 80 en 90 dB(A,imp) en dat in experiment 2 tussen 64 en 80 dB(A,imp), is de storende invloed van het effect van stimulusbereik reëel aanwezig: onder invloed van een centrering van de beoordelingen op het midden van het stimulusbereik (Poulton, 1989, Hfdst. 5) was te verwachten dat de schrik- en hinderbeoordelingen in experiment 1 verhoudingsgewijs lager zouden uitvallen dan die in experiment 2. In het ontwerp van experiment 2 was hier rekening mee gehouden door net als in experiment 1 knallen met een geluidniveau van 80 dB(A,imp) op te nemen.

Naast het zojuist genoemde effect, waarin weliswaar de algehele relatie tussen de stimulus en de beoordeling wordt aangetast maar waarin de onderlinge verschillen tussen de stimuli binnen een experiment behouden blijven, is er ook een effect van stimuluscontractie (Poulton, 1989, Hfdst. 7). De beoordelaars gaan aanvankelijk uit van een eigen referentiestimulus. De beoordeling van, zoals in onze experimenten, harde knallen wordt onderschat, die van zachte knallen wordt overschat. In de loop van een experimentele sessie wordt de referentie vervangen door de knal met een geluidniveau dat overeenkomt met het midden van het aangeboden stimulusbereik.

Het op elkaar afstemmen van de twee dosis-responsrelaties kan op verschillende wijzen gebeuren. De genoemde effecten hebben niet alleen een absolute verschuiving langs de subjectieve beoordelingsschaal tot gevolg (zoals bij het stimuluscentreringseffect), maar tot op zekere hoogte ook invloed op de helling van de dosis-responsrelaties (zoals bij het stimuluscontractie-effect). Ons bewust zijnde van de complexiteit van deze effecten en de dynamiek van schaling in het algemeen, kozen we voor een neutrale correctie: Om de in experiment 1 en 2 gevonden relaties op elkaar af te stemmen gebruikten we het over de knallen van het lichte en het zware vuurwapen gemiddelde verschil in beoordelingen bij een niveau van 80 dB(A,imp). Per vraag werden alle beoordelingen in experiment 1 met de helft van dit gemiddelde verschil verhoogd, die in experiment 2 werden met eenzelfde hoeveelheid verlaagd.

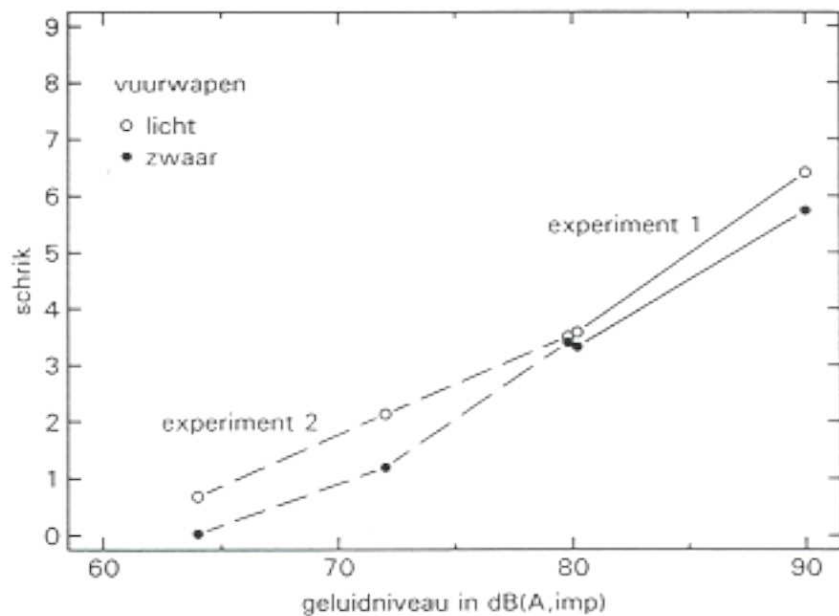


Fig. 31 Gemiddelde schrikbeoordeling van de knallen van het lichte en het zware vuurwapen als functie van het geluidniveau van de knal. De gegevens zijn gebaseerd op zowel de proefpersonen die de leestak als de proefpersonen die de volgtak uitvoerden. Er is gecorrigeerd voor range-effecten.

Fig. 31 Gemiddelde schrikbeoordeling van de knallen van het lichte en

het zware vuurwapen als functie van het geluidniveau van de knal. De gegevens zijn gebaseerd op zowel de proefpersonen die de leestaak als de proefpersonen die de volgtaak uitvoerden. Er is gecorrigeerd voor range-effecten.

Voor de schrikbeoordelingen is het resultaat weergegeven in Fig. 31. Aangezien het soort taak geen significante invloed had op de schrikreactie zijn de resultaten in Fig. 31 gemiddeld over beide taakcondities. De figuur laat zien dat de schrikbeoordeling voor de knallen van het zware vuurwapen in het algemeen iets lager was dan die van het lichte vuurwapen. Analyses in eerdere gedeelten van dit rapport hebben echter laten zien dat alleen de verschillen bij de lagere niveaus van 64 en 72 dB(A,imp) significant waren. Voor de beoordelingen van de twee soorten knallen samen mogen we concluderen dat er gemiddeld "een beetje" geschrokken werd van knallen met een niveau tussen 73 en 78 dB(A,imp), en "gematigd" geschrokken werd van knallen tussen 82 en 90 dB(A,imp), waarbij conform het gestelde in § 2.1.5 "een beetje" en "gematigd" corresponderen met scores tussen respectievelijk 2 en 3 en tussen 4 en 6.

In Fig. 31 werd een overzicht gegeven van de mate waarin gemiddeld genomen werd geschrokken. Met name voor de niveaus van 80 en 90 dB(A,imp) was een gedeelte van de proefpersonen op z'n minst in een aantal condities "hevig" geschrokken. In hoeverre "hevige schrik" is voorgekomen kan op allerlei manieren gekwantificeerd worden. We kiezen hier voor het percentage van de proefpersonen die per conditie minstens van vier van de acht knallen "hevig" waren geschrokken. Voor experiment 1 beschouwen we alle originele scores  $\geq 6$  als indicatief voor een hevige schrikreactie, en voor experiment 2 ligt dit criterium bij scores  $\geq 7$ . In verband met de zojuist besproken range-effecten is het eerder gebruikte criterium

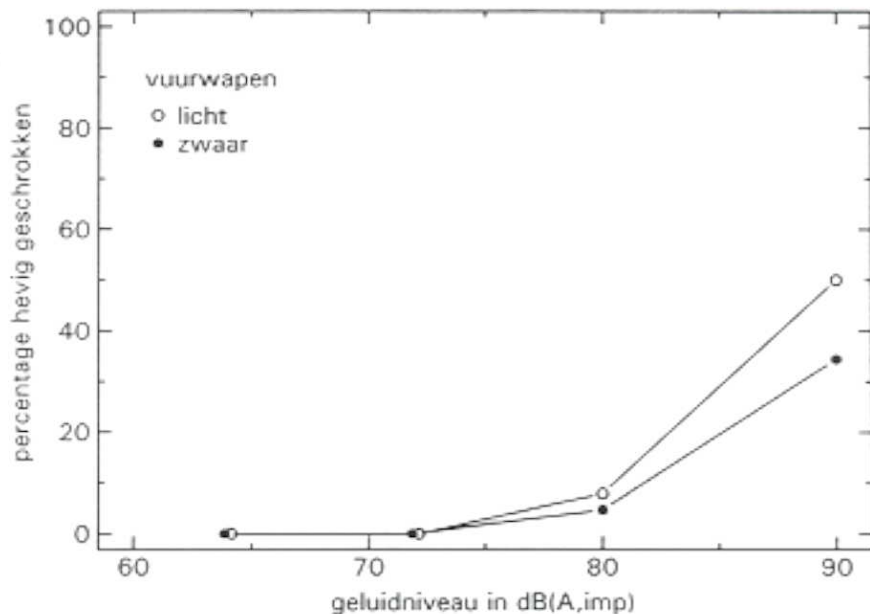


Fig. 32 Percentage van de proefpersonen die hevig waren geschrokken van de knallen van het lichte en het zware vuurwapen, als functie van het geluidniveau van de knal. De gegevens zijn gebaseerd op zowel de proefpersonen die de leestaak als de proefpersonen die de volgtaak uitvoerden. Er is rekening gehouden met range-effecten.

van 6.5 nu voor de beoordelingen in experiment 1 met 0.5 verlaagd en voor die in experiment 2 met 0.5 verhoogd. Voor de proefpersonen in de leestaakconditie zijn de percentages eenduidig te bepalen omdat er na iedere knal een beoordeling van de schrik werd gegeven. De proefpersonen in de volgtaakconditie gaven echter na iedere vier knallen een score. We hebben aangenomen dat deze score representatief is voor alle knallen in zo'n subset.

Fig. 32 Percentage van de proefpersonen die hevig waren geschrokken

van de knallen van het lichte en het zware vuurwapen, als functie van het geluidniveau van de knal. De gegevens zijn gebaseerd op zowel de proefpersonen die de leestaak als de proefpersonen die de volgtaak uitvoerden. Er is rekening gehouden met range-effecten.

Fig. 32 laat het resultaat zien. Bij een niveau van 80 dB(A,imp) was het percentage voor de knallen van zowel het lichte als het zware vuurwapen kleiner dan 10%; bij een niveau van 90 dB(A,imp) kwam hevige schrik ten gevolge van de knallen van het zware vuurwapen bij 35%, en bij die van het lichte vuurwapen bij 50% van de proefpersonen voor.

Overigens hing het gevonden resultaat nauwelijks af van de wijze waarop hevige schrik werd geoperationaliseerd. Indien we waren uitgegaan van het totaal aantal knallen dat resulteerde in een schrikbeoordeling hoger dan de hierboven genoemde criteria, ongeacht van welke proefpersonen de scores afkomstig waren, komen we voor niveaus  $\leq 72$  dB(A,imp) aan dezelfde, en voor niveaus  $\geq 80$  dB(A,imp) aan slechts 5% hogere waarden.

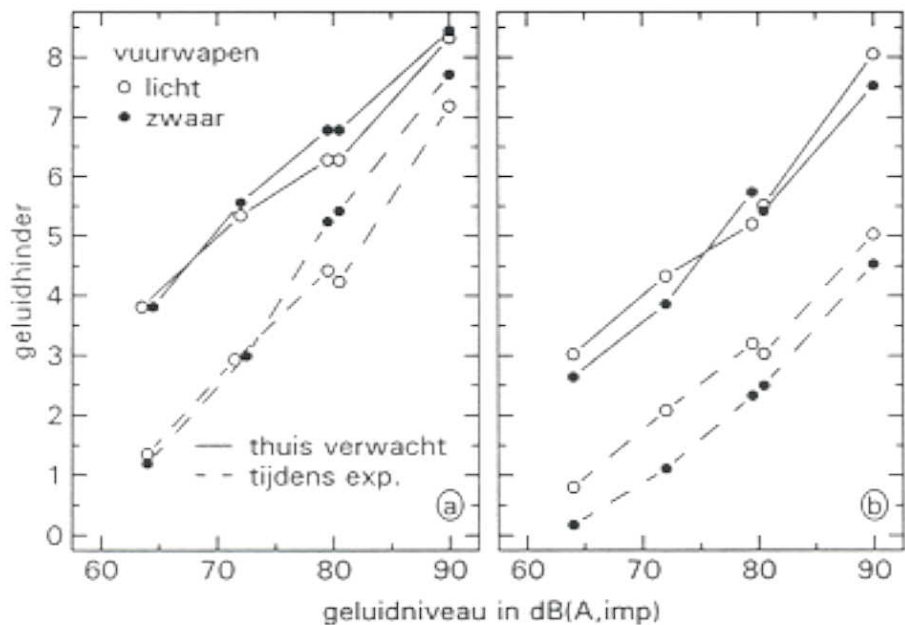


Fig. 33 Gemiddelde hinder als functie van het geluidniveau van de knal voor (a) de proefpersonen die de leestaak en (b) de proefpersonen die de volgtaak uitvoerden. Parameters zijn het soort beoordeelde hinder en het type vuurwapen. Alle gegevens zijn gecorrigeerd voor range-effecten.

Fig. 33 Gemiddelde hinder als functie van het geluidniveau van de knal

voor (a) de proefpersonen die de leestaak en (b) de proefpersonen die de volgtaak uitvoerden. Parameters zijn het soort beoordeelde hinder en het type vuurwapen. Alle gegevens zijn gecorrigeerd voor range-effecten.

Fig. 33 geeft een overzicht van de hinderbeoordelingen die in experiment 1 en 2 zijn verkregen; voor beide vuurwapens afzonderlijk wordt naast de hinder zoals die tijdens het experiment werd ervaren hier ook de hinder weergegeven die men er thuis van dacht te zullen ondervinden. Fig. 33a laat de beoordelingen voor de proefpersonen in de leestaakconditie en Fig. 33b laat die voor de proefpersonen in de volgtaakconditie zien. Ook nu zijn de beoordelingen weer gecorrigeerd voor de bovengenoemde range-effecten.

Voor de tijdens het experiment ervaren hinder onderscheiden we de volgende effecten, hier samengevat in afnemende mate van belangrijkheid: 1) de hinder nam sterk toe met het geluidniveau, 2) de hinder in de leestaakconditie was hoger dan die in de volgtaakconditie en 3) in de volgtaakconditie waren de knallen van het lichte vuurwapen over het gehele bereik van het geluidniveau hinderlijker dan die van het zware vuurwapen, terwijl in de leestaak alleen bij de hoogste niveaus van 80 en 90 dB(A,imp) een invloed van het type vuurwapen was te zien, die overigens tegengesteld was aan die bij de proefpersonen met de volgtaak.

Voor de hinder die thuis van de knallen werd verwacht geldt 1) dat de hinder sterk toenam met de geluidbelasting, 2) vooral bij een lagere geluidbelasting de proefpersonen in de leestaakconditie meer hinder verwachtten dan de proefpersonen in de volgtaakconditie en 3) dat een consistente invloed van het soort vuurwapen niet duidelijk aanwezig was.

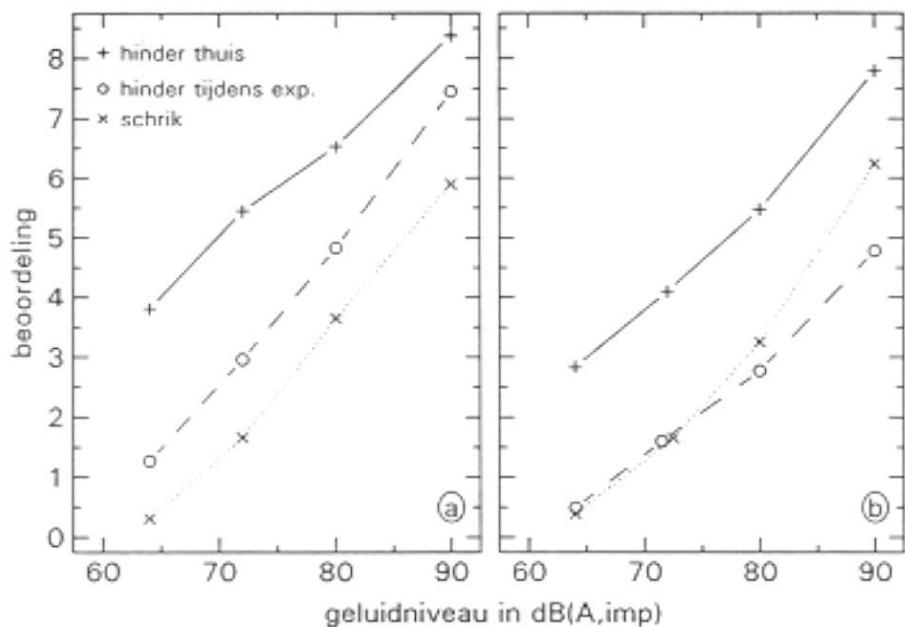


Fig. 34 Gemiddelde subjectieve beoordeling als functie van het geluidniveau van de knal voor (a) de proefpersonen die de leestaak en (b) de proefpersonen die de volgtaak uitvoerden. Parameter is het soort subjectieve beoordeling. Alle gegevens zijn gemiddeld over het soort vuurwapen en er is gecorrigeerd voor range-effecten.



In Fig. 33 is verder te zien dat de thuis verwachte hinder hoger was dan de hinder die tijdens het experiment werd ervaren. Voor de proefpersonen in de leestaakconditie (Fig. 33a) nam dit verschil iets af met de geluidbelasting, terwijl dit verschil voor de proefpersonen in de volgtaakconditie voor het gehele bereik min of meer constant bleef.

Fig. 34 Gemiddelde subjectieve beoordeling als functie van het

geluidniveau van de knal voor (a) de proefpersonen die de leestaak en (b) de proefpersonen die de volgtaak uitvoerden. Parameter is het soort subjectieve beoordeling. Alle gegevens zijn gemiddeld over het soort vuurwapen en er is gecorrigeerd voor range-effecten.

In Fig. 34 vergelijken we de schrik- en hinderbeoordelingen als functie van het geluidniveau ook nu weer voor de twee taaksituaties afzonderlijk, maar steeds gemiddeld over de beoordelingen van het lichte en het zware vuurwapen. Een afzonderlijke behandeling van de beoordelingen van de lichte en zware knallen zou tot dezelfde conclusies leiden. Voor de proefpersonen in de leestaakconditie (Fig. 34a) was de mate waarin men schrok steeds één schaaleenheid lager dan de mate waarin men tijdens het experiment gehinderd was, en zelfs 2-4 schaaleenheden lager dan de mate waarin men er thuis hinder van verwachtte te ondervinden.

Voor de proefpersonen in de volgtaakconditie (Fig. 34b) was de mate waarin men schrok bij geluidniveaus lager dan 80 dB(A,imp) gelijk aan de mate waarin men tijdens het experiment gehinderd was, terwijl bij de hogere geluidniveaus de mate van schrik hoger was dan de hinder. Ten opzichte van de thuis verwachte hinder was de mate van schrik altijd kleiner, variërend van ca. 2.5 schaaleenheid voor de lagere tot ca. 1.5 schaaleenheid voor de hogere niveaus.

In eerdere hoofdstukken hebben we al gezien dat de schrik- en hinderbeoordelingen sterk waren gecorreleerd (zie Tabel II en Tabel VII). Voor zowel de proefpersonen in de lees- als in de volgtaakconditie varieerde de correlatie tussen de schrik en de hinder zoals die tijdens het experiment werd ondervonden van ca. 0.70 tot 0.85.

Deze bevindingen komen goed overeen met de resultaten van veldonderzoek naar de hinder van schietgeluid. Uit een principale componenten analyse over de antwoorden op allerlei vragen betreffende de beleving van schietgeluid van lichte vuurwapens (Buchta, 1990), zoals algemene en specifieke hinder en emotionele beleving, bleek dat schrik een relevant aspect was. Bij een eendimensionale oplossing bedroegen de componentladingen van de twee vragen betreffende de schrikbeleving respectievelijk 0.60 en 0.70, terwijl veel vragen betreffende de hinder en emotionele beleving ladingen hadden tussen 0.80 en 0.90. Bij meerdimensionale oplossingen voor dezelfde gegevens (Buchta e.a., 1983) werd de bijdrage van de schrikbeleving niet hoger, waaruit we kunnen concluderen dat de schrik- en hinderbeoordelingen sterk met elkaar gecorreleerd moeten zijn geweest. Overeenkomstige analyses over de hinderbeoordeling van met zware vuurwapens geproduceerde knallen leidden tot dezelfde conclusies (zie b.v. Buchta e.a., 1986; Buchta, 1988).

Overigens moeten we uit de in onze experimenten gevonden correlaties tussen de schrik- en hinderbeoordelingen niet afleiden dat de proefpersonen geen verschil tussen deze twee dimensies hebben gemaakt. Naast verschillen in absolute zin, ontstonden er bijvoorbeeld in de loop van experiment 1 specifieke trends in de beoordelingen: bij alle proefpersonen was er bij de schrikbeoordeling sprake van een gematigd gewenningseffect. De hinderbeoordelingen waren bij de proefpersonen in de leestaakconditie echter vrijwel stabiel gedurende het gehele experiment, terwijl bij de proefpersonen in de volgtaakconditie de hinder wél afnam in de loop van het experiment, hetgeen verklaard kan worden door het feit dat ze primair bezig waren met hun inspannende taak.

De correlatie tussen de schrik en de hinder die thuis werd verwacht was in de volgtaakconditie met ca. 0.70 eveneens hoog; in de leestaakconditie was de correlatie lager, variërend van 0.50 tot 0.65, maar nog steeds zeer significant ( $p \ll 0.001$ ). Globaal gezien was de beoordeling van de verwachte hinder gedurende de gehele experimentele sessie stabiel.

## 6.2 Autonome reacties

### 6.2.1 Hartslagfrequentie

We hebben gezien dat de invloed van de knallen op de geïnterpoleerde IBI's zeer sterk afhing van de taak die de proefpersonen tijdens de luistersessies moesten uitvoeren. We bespreken de resultaten daarom afzonderlijk voor de lees- en de volgtaakconditie.

Tabel X Maximale afname van IBI in de periode van  $2 \leq t \leq 4$  s, in procenten van de gemiddelde IBI voor  $-5 \leq t < 0$  s (basisniveau).

	geluidniveau in dB(A,imp)			
	64	72	80	90
<b>licht vuurwapen</b>				
experiment 1	..	..	4.9	7.5
experiment 2	3.3	4.7	6.6	..
in totaal	3.3	4.7	5.8	7.5
<b>zwaar vuurwapen</b>				
experiment 1	..	..	6.7	6.6
experiment 2	2.0*	4.3	7.2	..
in totaal	2.0	4.3	7.0	6.6

\* niet significant

Voor de proefpersonen in de leestaakconditie leverden de knallen van het lichte vuurwapen met een geluidniveau vanaf 64 tot en met 80 dB(A,imp) een significant defensieve reactie op. Bij het hoogste niveau van 90 dB(A,imp) veranderde de defensieve reactie in een schrikreactie. De mate waarin de gemiddelde IBI afnam vertoonde een positief lineair verband met het geluidniveau van de knal. De afname is hier gedefinieerd als de maximale afname in de periode  $2 \leq t \leq 4$  s ten opzichte van het basisniveau. Zoals in Tabel X is te zien nam in totaal gezien de verkorting van IBI over het gehele onderzochte bereik van het geluidniveau toe van 3.3% tot 7.5%. Voor geluidniveaus vanaf 72 tot en met 90 dB(A,imp) leverden de knallen van het zware vuurwapen eveneens een significante defensieve reactie op (Tabel X). Vanaf 80 dB(A,imp) nam de verkorting van IBI niet verder toe met het geluidniveau. In tegenstelling tot de reacties op de knallen van het lichte vuurwapen gaven de knallen van het zware vuurwapen ook bij een niveau van 72 en 80 dB(A,imp) nog een oriëntatiereactie te zien (zie respectievelijk Fig. 26d en Fig. 13b).

Voor de proefpersonen uit experiment 2 was de relatieve verkorting van IBI bij een geluidniveau van 80 dB(A,imp) iets groter dan voor de proefpersonen uit experiment 1. Voor de knallen van het lichte vuurwapen bedroeg het verschil 1.7%; voor de knallen van het zware vuurwapen bedroeg het verschil slechts 0.5%. Kwalitatief is dit effect in overeenstemming met de eerder gesignaleerde verschillen in subjectieve schrikbeoordelingen.

Bij de proefpersonen die de volgtaak uitvoerden gaven de knallen van 64, 72 en 80 dB(A,imp) alleen een significante oriëntatiereactie te zien. Bij de knallen met een niveau van 90 dB(A,imp) kon tussen ca. 6 en 8 s na de knal nog een significante deceleratie van de hartslagfrequentie worden waargenomen (Fig. 14c en Fig. 14d),

terwijl in enkele andere condities pas na ca. 9 s een significante acceleratie werd aangetroffen (Fig. 27).

In geen enkele conditie konden er in het ECG aanwijzingen voor gewenning worden gevonden.

### 6.2.2 *Oogknippers*

In experiment 2 hing het percentage van de proefpersonen bij wie direct na de knal een oogknipper optrad sterk af van het soort vuurwapen en in slechts geringe mate van de taak die werd uitgevoerd. In experiment 1 gold het ontbreken van een invloed van de taak echter alleen voor de knallen van het zware vuurwapen; na de knallen van het lichte vuurwapen werd er door de proefpersonen in de volgtaakconditie veel vaker geknipperd dan door die in de leestaakconditie. Bij de samenvatting van deze resultaten geven we de uitkomsten alleen voor de twee vuurwapentypen afzonderlijk en is het verantwoord om te middelen over het soort taak.

Fig. 35 Percentage van de proefpersonen die tenminste na één en

tenminste na vijf van de acht knallen hebben geknipperd. De percentages zijn gebaseerd op zowel de groep proefpersonen die de leestaak als de groep proefpersonen die de volgtaak uitvoerde, terwijl de gegevens zijn opgesplitst voor de knallen van het lichte (a) en het zware vuurwapen (b).

In Fig. 35a zien we dat voor zowel het ene als het andere criterium het aantal proefpersonen dat na een knal van het lichte vuurwapen met de ogen knipperde gelijkmatig toenam met het geluidniveau van de knal. Het percentage bij een

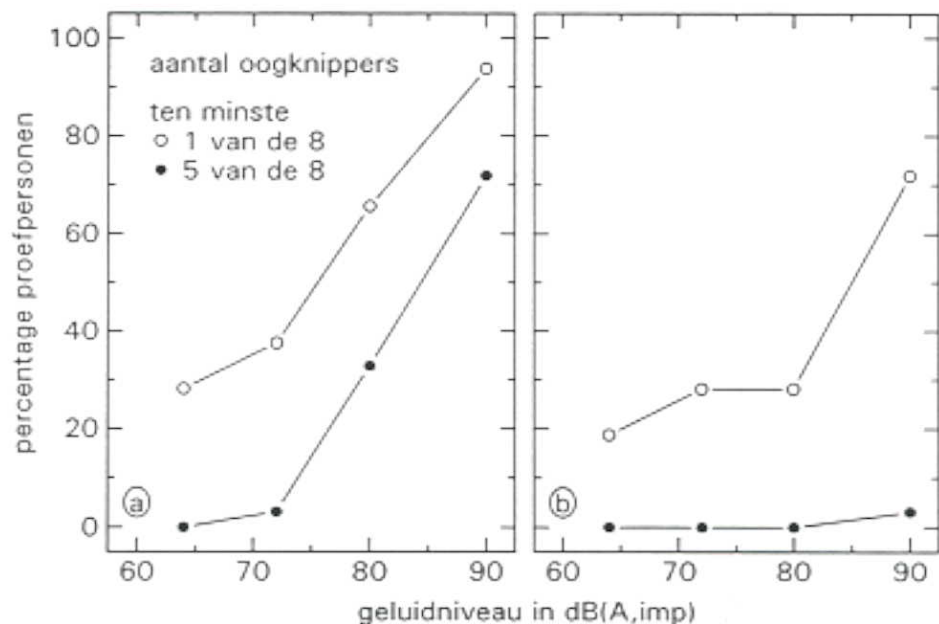


Fig. 35 Percentage van de proefpersonen die tenminste na één en tenminste na vijf van de acht knallen hebben geknipperd. De percentages zijn gebaseerd op zowel de groep proefpersonen die de leestaak als de groep proefpersonen die de volgtaak uitvoerde, terwijl de gegevens zijn opgesplitst voor de knallen van het lichte (a) en het zware vuurwapen (b).

geluidniveau van 80 dB(A,imp) is gebaseerd op de gegevens uit zowel experiment 1 als experiment 2. De verschillen waren zo klein dat een middeling geheel verantwoord is. Bij de niveaus van 80 en 90 dB(A,imp) werd door respectievelijk ca. 30% en 70% van de proefpersonen vaak een oogkniprespons gegeven. Fig. 35b laat zien dat er door de knallen van het zware vuurwapen bij vrijwel geen enkele proefpersoon een regelmatig voorkomende oogknipper teweeg werd gebracht. Voor het minder strenge criterium nam het percentage van de proefpersonen wèl min of meer gelijkmatig toe met het geluidniveau van de knal, maar in absolute zin was deze respons minder groot dan bij de knallen van het lichte vuurwapen.

### 6.2.3 *Armbewegingen*

Het percentage van de proefpersonen in de volgtaakconditie die direct na de knal een voor- of achterwaartse armbeweging hadden gemaakt is in Fig. 36 weergegeven als functie van het geluidniveau van de knal. Uit een vergelijking van de percentages in Fig. 36a en Fig. 36b kan men opmaken dat de knallen van het lichte vuurwapen tot iets meer armbewegingen leidden dan die van het zware vuurwapen, maar dat bij beide vuurwapens pas van frequent voorkomende armbewegingen sprake was bij een geluidniveau hoger dan 80 dB(A,imp).

Fig. 36 Percentage van de proefpersonen in de volgtaakconditie die

tenminste na één en tenminste na vijf van de acht knallen een armbeweging hebben gemaakt, afzonderlijk voor de knallen van het lichte (a) en de knallen van het zware vuurwapen (b).

Net als in Fig. 35 is het percentage bij een niveau van 80 dB(A,imp) gemiddeld over de twee experimenten. Met uitzondering van de conditie waarin de knallen van het lichte vuurwapen werden aangeboden, en dan nog alleen voor het criterium waarbij

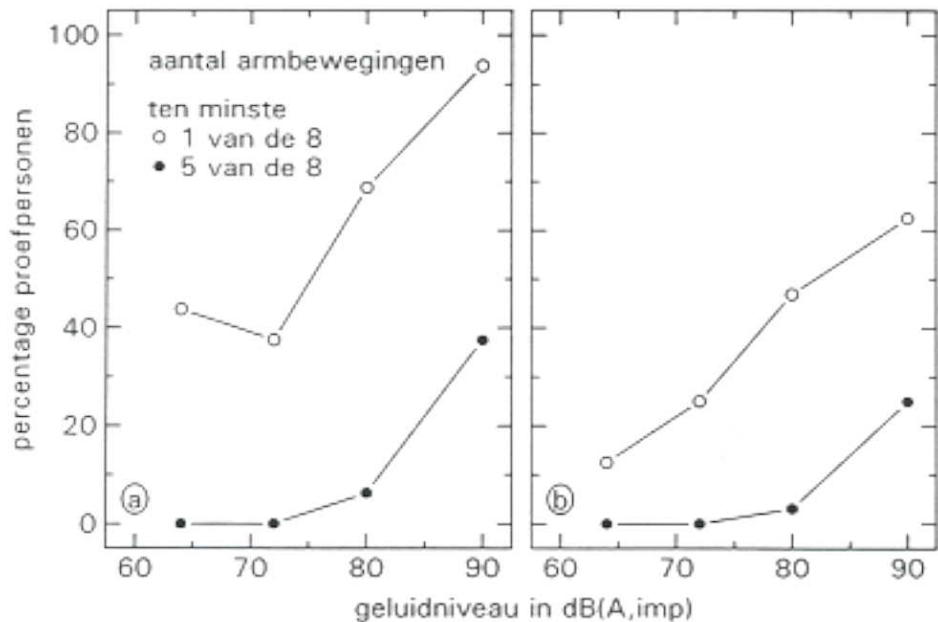


Fig. 36 Percentage van de proefpersonen in de volgtaakconditie die tenminste na één en tenminste na vijf van de acht knallen een armbeweging hebben gemaakt, afzonderlijk voor de knallen van het lichte (a) en de knallen van het zware vuurwapen (b).

armbewegingen na slechts één van de acht knallen al meetelde, was het verschil in percentages groter dan ca. 10%.

### **6.3 Relatie tussen subjectieve schrik en verandering in IBI**

In zowel experiment 1 als experiment 2 bleek er bij de proefpersonen in de leestaakconditie een significant verband te bestaan tussen de subjectieve schrik en de veranderingen in IBI. Evidentie voor een oriëntatiereactie vonden we in de condities waarin niet of nauwelijks werd geschrokken, en evidentie voor een schrikreactie vonden we in de condities waarin de proefpersonen ook zelf aangaven ernstig geschrokken te zijn. Bij de proefpersonen in de volgtaakconditie kon deze relatie niet worden aangetoond. Wel bleek in experiment 1 voor deze laatste groep de sterkte van de oriëntatiereactie samen te hangen met de subjectief beoordeelde schrik.

### **6.4 Relatie tussen persoonlijkheidskenmerken en schrikreacties**

Uit een analyse van de antwoorden van de proefpersonen uit experiment 1 en experiment 2 op een uitvoerige persoonlijkheidsvragenlijst bleek dat er drie afzonderlijke gedragsdisposities onderscheiden konden worden: Negatieve Affectiviteit, Positieve Affectiviteit en Spanningsbehoefte.

In géén van de experimenten werd een significant verband gevonden tussen de individuele scores op deze gedragsdisposities en de subjectieve schrikbeoordelingen.

Bij de proefpersonen in de leestaakconditie van experiment 1 werd een significant verband gevonden tussen Spanningsbehoefte en de verandering in IBI, en in de volgtaakconditie van hetzelfde experiment was de verandering in IBI significant gecorreleerd met Positieve Affectiviteit. In experiment 2, tenslotte, werd bij de proefpersonen in de volgtaakconditie een significant verband verkregen tussen Negatieve Affectiviteit en de eerder genoemde verandering in IBI.

In alle drie de gevallen was er echter sprake van een zeer zwak verband: de correlatiecoëfficiënt was hooguit 0.27, hetgeen inhoudt dat maximaal slechts 7% van de variantie werd verklaard.

### **6.5 Samenvatting van de belangrijkste resultaten**

De belangrijkste resultaten van de twee experimenten laten zich als volgt samenvatten:



- 1 De mate waarin men aangaf van de knallen te zijn geschrokken werd grotendeels bepaald door het geluidniveau van de knal en hing niet af van a) de taak die tijdens de luistersessies werd uitgevoerd en b) het soort vuurwapen.
- 2 Een eerste indicatie van een hevige schrikreactie (ca. 5% van de proefpersonen) trad op bij een aan het oor gemeten geluidniveau van 80 dB(A,imp); bij een niveau van 90 dB(A,imp) kon ca. 40% van de proefpersonen als hevig geschrokken worden beschouwd.
- 3 Zowel de hinder die tijdens het experiment werd ervaren als de hinder die thuis van de aangeboden knallen werd verwacht hing weer sterk af van het geluidniveau van de knal. Een duidelijke en consistente invloed van het soort vuurwapen kon niet worden aangetoond. De proefpersonen die in de tijdschriften lazen gaven aan iets meer gehinderd te zijn dan de proefpersonen die de veel aandacht opeisende volgtaak uitvoerden.
- 4 De schrik- en hinderbeoordelingen waren sterk gecorreleerd; in absolute zin was de hinder die thuis van de knallen werd verwacht altijd hoger dan de mate waarin men van de knal was geschrokken.
- 5 De relaties tussen de subjectieve schrikbeoordelingen en de autonome reacties waren complex. Zo werd bijvoorbeeld wèl een significant verband gevonden tussen de schrikbeoordelingen en de veranderingen in de hartslagfrequentie bij de proefpersonen die rustig in tijdschriften konden lezen, maar niet of in mindere mate bij de proefpersonen die de volgtaak uitvoerden. Bovendien week de aard van de veranderingen in de hartslagfrequentie bij deze laatste groep sterk af van wat in de literatuur is beschreven. Eveneens veroorzaakten de knallen van het lichte vuurwapen veel meer oogknippers dan die van het zware vuurwapen, terwijl er geen effect van het soort vuurwapen op de subjectief beoordeelde schrik werd gevonden.
- 6 Er bestond géén of hooguit een zwak verband tussen persoonlijkheidskenmerken en schrikreacties.

## 7 CONCLUSIES

Op basis van de in § 6.5 samengevatte hoofdresultaten trekken we de volgende conclusies:

- 1 De mate van schrik wordt hoofdzakelijk bepaald door het geluidniveau van de knal en een eerste indicatie van een hevige schrikreactie treedt op vanaf een geluidniveau van ca. 80 dB(A,imp), hetgeen overeenkomt met 70 dB(A,SEL).
- 2 Indien men het geluidniveau uitdrukt in één van de zojuist genoemde aan het oor bepaalde A-gewogen maten, doet het er ten aanzien van de schrikervaring niet toe of de knal van een licht of van een zwaar vuurwapen afkomstig is. Uitgaand van het buiten aan de gevel bepaalde geluidniveau zal ten gevolge van de frequentie-afhankelijke gevelreductie de binnenshuis ervaren schrik voor knallen van lichte vuurwapens echter aanzienlijk lager zijn dan die van zware vuurwapens.

- 3 De subjectieve schrikreactie hangt niet wezenlijk af van de inspanning die een bepaalde activiteit ten tijde van het schrikken vereist.
- 4 De schrik- en hinderbeoordelingen zijn sterk gecorreleerd, zodat het bij de beoordeling van de geluidssituatie rondom militaire terreinen weinig of geen zin lijkt te hebben om de gevolgen van schrikreacties afzonderlijk mee te nemen.
- 5 De aard en gradatie van de autonome reacties tonen aan dat er in het huidige laboratoriumonderzoek sprake is geweest van wezenlijke schrikreacties, en dat de onderlinge relaties tussen de autonome en subjectieve reacties complex zijn.

## REFERENTIES

- Aasman, J., Mulder, G. & Mulder, L.J.M. (1987). Operator effort and the measurement of heart rate variability. *Human Factors*, 29 (2), 161-170.
- Angelone, A. & Coulter, N.A. (1964). Respiratory-sinus arrhythmia: A frequency dependent phenomenon. *Journal of Applied Physiology*, 19, 479-482.
- Anthony, B.J. (1985). In the blink of an eye: Implications of reflex modification for information processing. *Advances in Psychophysiology*, 1, 167-218.
- Berntson, G.G., Cacioppo, J.T. & Quigley, K.S. (1993). Cardiac psychophysiology and autonomic space in humans: Empirical perspectives and conceptual implications. *Psychological Bulletin*, 114 (2), 296-322.
- Boer, L.C. (1992). *Taskomat: Betekenis van test scores*. Rapport IZF<sup>2</sup> 1992 A-29, Soesterberg: TNO Technische Menskunde.
- Boer, L.C., Gaillard, A.W.K. & Jorna, P.G.A.M. (1987). *Taskomat: Een batterij van informatieverwerkingstaken*. Rapport IZF 1987-2, Soesterberg: TNO Technische Menskunde.
- Buchta, E. (1988). *Pilotprojekt für passive Schallschutzmassnahmen am Truppenübungsplatz Grafenwöhr*. Düsseldorf, BRD: Institut für Lärmschutz.
- Buchta, E. (1990). A field survey on annoyance caused by sounds from small firearms. *Journal of the Acoustical Society of America*, 88 (3), 1459-1467.
- Buchta, E., Buchta, C., Koslowsky, L. & Rohland, P. (1983). *Lästigkeit von Schiesslärm*. Berlin, BRD: Umweltbundesamt.
- Buchta, E., Buchta, C. & Loosen, W. (1986). *Lärmbelastigung in der Umgebung von Truppenübungsplätzen*. Berlin, BRD: Umweltbundesamt.
- Circulaire Schietlawaaï (1979). Ministerie van Volksgezondheid en Milieuhygiëne, Leidschendam.
- Ekman, P., Friesen, W.V. & Simons, R.C. (1985). Is the startle reaction an emotion? *Journal of Personality and Social Psychology*, 49 (5), 1416-1426.
- Fridlund, A.J. & Cacioppo, J.T. (1986). Guidelines for human electromyographic research. *Psychophysiology*, 23 (5), 567-589.
- Graham, F.K. (1979). Distinguishing among orienting, defense, and startle reflexes. In: H.D. Kimmel, E.G. van Olst, en J.H. Orlebeke (Eds.), *The orienting reflex in humans* (pp. 137-167). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Knipscheer, J.W. (1991). *Corticale en cardiovasculaire reactiviteit in een psychosociale stress-situatie*. Tilburg Katholieke Universiteit Brabant.
- Mulder, L.J.M. (1988). *Assessment of cardiovascular reactivity by means of spectral analysis*. Thesis. Groningen: University of Groningen.
- Landis, C. & Hunt, W.A. (1939). *The startle pattern*. New York: Farrar and Rinehart.
- Poulton, E.C. (1989). *Bias in Quantifying Judgments*. Hove & London, UK: Lawrence Erlbaum Associates.
- Schultz, T.J. (1978). Synthesis of social surveys on noise annoyance. *Journal of the Acoustical Society of America*, 64, 377-405.

---

<sup>2</sup>Zie voetnoot pagina 5.

- Smooenburg, G.F. (1979). *Voorlopige evaluatie van de geluidhinder van schietinrichtingen*. ICG-rapport BG-HR-10-01.
- Veltman, J.A. & Gaillard, A.W.K. (1993). *Evaluation of subjective and physiological measurement techniques for pilot workload*. Rapport IZF 1993 A-5, Soesterberg: TNO Technische Menskunde.
- Vos, J. (1992). Annoyance caused by simultaneous impulse, road-traffic, and aircraft sounds: a quantitative model. *Journal of the Acoustical Society of America*, 91 (6), 3330-3345.
- Vos, J. & Geurtsen, F.W.M. (1987).  $L_{eq}$  as a measure of annoyance caused by gunfire consisting of impulses with various proportions of higher and lower sound levels. *Journal of the Acoustical Society of America*, 82 (4), 1201-1206.
- Vos, J. & Geurtsen, F.W.M. (1989). *Geluidbelasting rond schietkampen en oefenterreinen. Deelrapport 3: Geluidbelasting ten gevolge van schietactiviteiten op het Artillerie Schietkamp en het schietterrein Wezep*. Rapport IZF 1989-18, Soesterberg: TNO Technische Menskunde.
- Vos, J. & Smooenburg, G.F. (1985). Penalty for impulse noise, derived from annoyance ratings for impulse and road-traffic sounds. *Journal of the Acoustical Society of America*, 77 (1), 193-201.
- Watson, D. & Pennebaker, J.W. (1989). Health complaints, stress, and distress: Exploring the central role of negative affectivity. *Psychological Review*, 96 (2), 234-254.
- Weber, E.J.M. (1993). *The Child's heart beat*. Thesis. Amsterdam: University of Amsterdam
- Wientjes, C.J.E. (1992). Respiration in psychophysiology: Methods and applications. *Biological Psychology*, 34 (2-3), 179-204.
- Wilk, R.G.H. van der, & Vos, J. (1990). *Schrikeffecten veroorzaakt door impulslawaai*. Rapport IZF 1990 I-3, Soesterberg: TNO Technische Menskunde.

Soesterberg, 18 augustus 1994

Dr. J. Vos

REPORT DOCUMENTATION PAGE

1. DEFENCE REPORT NUMBER (MOD-NL) TD 94-0071	2. RECIPIENT'S ACCESSION NUMBER	3. PERFORMING ORGANIZATION NUMBER TNO-TM 1994 A-29
4. PROJECT/TASK/WORK UNIT NO. 786.3	5. CONTRACT NUMBER A92/RIM/113	6. REPORT DATE 18 August 1994
7. NUMBER OF PAGES 73	8. NUMBER OF REFERENCES 29	9. TYPE OF REPORT AND DATES COVERED Interim

10. TITLE AND SUBTITLE  
Schrikreacties ten gevolge van schietgeluid (Startle response to shooting sounds)

11. AUTHOR(S)  
J. Vos, J.A. Veltman and F.W.M. Geurtsen

12. PERFORMING ORGANIZATION NAME(S) AND ADDRESS(ES)  
TNO Human Factors Research Institute  
Kampweg 5  
3769 DE SOESTERBERG

13. SPONSORING/MONITORING AGENCY NAME(S) AND ADDRESS(ES)  
Director of Defence Research and Development  
Plein 4  
2511 CR DEN HAAG

14. SUPPLEMENTARY NOTES

15. ABSTRACT (MAXIMUM 200 WORDS, 1044 BYTE)

16. DESCRIPTORS	IDENTIFIERS
Firing Ranges	Noise Zoning
Impulse Noise	
Noise Effects	
Psychophysiology	
Public Health	

17a. SECURITY CLASSIFICATION (OF REPORT)	17b. SECURITY CLASSIFICATION (OF PAGE)	17c. SECURITY CLASSIFICATION (OF ABSTRACT)
18. DISTRIBUTION/AVAILABILITY STATEMENT  Mailing list only	17d. SECURITY CLASSIFICATION (OF TITLES)	