



Vertrouwelijk

TNO-rapport

Polarisavenue 151
Postbus 718
2130 AS Hoofddorp

www.arbeid.tno.nl

T 023 554 93 93
F 023 554 93 94

R0210034/018-40166

**Veiligheid en ergonomie van slaapcabines in het
busvervoer
Onderzoek in opdracht van Stichting Medibus**

Datum	15 mei 2002
Auteurs	C.N. Reijneveld, TNO Arbeid D.S.C. Osinga, TNO Arbeid J.W. van Rhijn, TNO Arbeid J.H.A.M. Huibers, TNO Automotive

Alle rechten voorbehouden. Niets uit dit rapport mag worden vermenigvuldigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze dan ook, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van TNO.

Indien dit rapport in opdracht werd uitgebracht, wordt voor de rechten en verplichtingen van opdrachtgever en opdrachtnemer verwezen naar de Algemene Voorwaarden voor Onderzoeks- opdrachten aan TNO, dan wel de betreffende terzake tussen partijen gesloten overeenkomst. Het ter inzage geven van het TNO-rapport aan direct belanghebbenden is toegestaan.

© 2002 TNO

Inhoudsopgave

Samenvatting	1
1 Inleiding	3
2 Aanpak	5
3 Inventarisatie ergonomie	7
3.1 Huidige regelgeving/richtlijnen	7
3.2 Huidige situatie in slaapcabines	7
3.2.1 Algemeen	8
3.2.2 Aantal, plaats en richting slaapcabines	8
3.2.3 Ligrichting en plaats van bedieningselementen	10
3.2.4 In-/uitgang naar slaapcabine	12
3.2.5 Afmetingen slaapcabine	14
3.2.6 Nooduitgangen	17
3.2.7 Matras	19
3.2.8 Materiaal zijwand	20
3.2.9 Klimaat	21
3.2.10 Licht	23
3.2.11 Communicatie	24
3.2.12 Trillingen	24
3.2.13 Geluid	24
3.2.14 Passagiers en bagageruimte	25
4 Inventarisatie botssimulaties	27
4.1 Inleiding en methode	27
4.2 Bevindingen	28
5 Conclusies en aanbevelingen	31
5.1 Veiligheid	31
5.2 Ergonomie	31
5.3 Voortgang	34
Literatuur	35
Begrippenlijst	37
Bijlage 1 Vertaling Checkliste für Ruheräume in Kraftomnibussen	39
Bijlage 2 Samenvatting onderzoek BGF Ruheräume in Reisebussen	41
Bijlage 3 BGR 136 Richtlinien für Liegeplätze in Führerhäusern und Ruheräumen von Fahrzeugen sowie Dachschlafkabinen	43
Bijlage 4 Wettelijke normen België, Groot Brittannië en Duitsland	57
Bijlage 5 Vibration exposure in coaches	59
Bijlage 6 NEN 5518 (1994) Ergonomische criteria voor het ontwerp en de beoordeling van cabines in vrachtwagens	61

Bijlage 7 T0091 Transport Workers (Passenger Vehicles) Award 1984	65
Bijlage 8 Citaten uit "Mein Leben als weiblicher Busfahrer" en "Run for the Border"	67
Bijlage 9 Bezoek aan Bova	69
Bijlage 10 Bezoek aan Berkhof	71
Bijlage 11 Overzicht inventarisatie bussen	73
Bijlage 12 Interviews met chauffeurs	79
Bijlage 13 Ergomix-sessie slaapcabines 29 april 2002	83
Bijlage 14 3D tekeningen slaapcabines	87
Bijlage 15 Modelopbouw botssimulatie	91
Bijlage 16 Berekeningen en simulatieresultaten	99
Bijlage 17 Inhoud CD-rom "Medibus, slaapcabines in het busvervoer"	105

Samenvatting

Stichting Medibus zet zich in voor arbeidsomstandigheden, ziekteverzuimbestrijding en veiligheid in het besloten busvervoer (touringcarsector). Naar aanleiding van de dood van een rustende buschauffeur bij een busongeval in Frankrijk en eerdere klachten van chauffeurs over de kwaliteit en comfort van slaapcabines, is Medibus gestart met een onderzoek. Er is een werkgroep met vertegenwoordigers vanuit de stichting, vanuit de werkgevers en de werknemers ingesteld met als doel het onderzoeken van de veiligheid en de ergonomie van slaapcabines voor chauffeurs in touringcarbussen en het opstellen van aanbevelingen om tot regelgeving te komen. Het onderzoek is door TNO Arbeid en TNO Wegtransportmiddelen (TNO-WT) uitgevoerd en in een aantal bijeenkomsten besproken met de werkgroep. De bevindingen van het onderzoek zijn in deze rapportage met een bijbehorende CD-rom met foto- en video-opnamen vastgelegd.

In Nederland bestaan naast de algemene verplichtingen om te voldoen aan de Arbowet geen speciale wettelijke eisen omtrent de uitvoering van slaapcabines voor chauffeurs in bussen. De enige Nederlandse richtlijn die enige houvast geeft is NEN 5518 'Ergonomische criteria voor het ontwerp en de beoordeling van vrachtwagencabines', met een bijlage richtlijnen voor slaapcabines in vrachtwagens. Internationaal gezien zijn, behalve de vrij uitgebreide Duitse richtlijn BGR 136 'Richtlinien für Liegeplätze in Führerhäusern von Fahrzeugen sowie Dachschlafkabinen', slechts een handjevol richtlijnen te vinden. In de literatuur wordt vooral het (dis)comfort van de slaapcabines aangegeven: krap, benauwd, lawaaiig en slecht toegankelijk. Bezoeken aan autobusfabrikanten en touringcarondernemers maken duidelijk dat er grote verschillen bestaan tussen slaapcabines, vooral veroorzaakt door de plaats van de cabine in de bus. Slaapcabines vóór de vooras van een bus zijn altijd erg krap gedimensioneerd, slaapcabines vóór de achteras bij een enkeldeksbus zijn met name in de hoogte ruimer en slaapcabines boven de achteras van een dubbeldekker zijn relatief makkelijk te betreden. Uit testen met chauffeurs in virtuele slaapcabines wordt duidelijk dat de huidige slaapcabines en ook in de richtlijnen gehanteerde maten voor grotere en zwaardere chauffeurs niet voldoen. Ook in noodsituaties, wanneer men snel de slaapcabine verlaten wil, is de vluchtroute (dimensies van cabine en noodluik) te krap gedimensioneerd. Zoals in de literatuur wordt vermeld zijn de slaapcabines eigenlijk alleen geschikt voor chauffeurs tot 175 cm en 75 kg. Naast afmetingen zijn ook goede ventilatie, verwarming en geluidsreductie relevante onderwerpen, waarvoor de Duitse richtlijn prestatienormen geeft.

De veiligheid bij botsingen is door TNO-WT getoetst met behulp een model met een gestandaardiseerde pulssnelheid. De uitkomsten geven aan dat het van essentieel belang is dat de wand(en) vlak zijn en bekleed zijn met een energieabsorberend materiaal. De plaats van de slaapcabine voor of boven de achteras of minimaal op 1,20 m vanaf de voor- of achterkant is voldoende veilig om niet te vervormen, mits de wanden en constructie van de slaapcabine voldoende sterk zijn.

Op verzoek van de ondernemers is enige aandacht besteed aan de relatie van de afmetingen van de slaapcabine met de hoeveelheid bagageruimte. Het effect van een grotere slaapcabine lijkt relatief weinig invloed te hebben op de bagagecapaciteit per persoon, maar verder is de technische en economische haalbaarheid in dit onderzoek niet beschouwd. De aanbevelingen met betrekking tot veiligheid en ergonomie dienen als basis voor verdere uitwerking en toetsing op praktische haalbaarheid en kunnen richting geven aan verdere regelgeving.

1 Inleiding

De stichting Medibus zet zich in voor arbeidsomstandigheden, ziekteverzuimbestrijding en veiligheid in het besloten busvervoer (touringcarsector). Naar aanleiding van de dood van een rustende buschauffeur bij een busongeval in Frankrijk is Medibus een onderzoek gestart naar de veiligheid van slaapcabines. Er bestonden al langer klachten van chauffeurs over de kwaliteit en comfort van cabines en om deze reden is ergonomie ook als onderwerp in dit onderzoek meegenomen.

Het doel van dit onderzoek is het ontwikkelen van aanbevelingen ten aanzien van veiligheid en ergonomie van slaapcabines in het besloten busvervoer en specifiek pendelbussen. In het onderzoek staan de volgende zaken centraal:

- inventarisatie van de bestaande nationale en internationale regels en richtlijnen op het gebied van ergonomie en veiligheid van de slaapcabine voor de chauffeur in bussen;
- inventarisatie van knelpunten op veiligheid en ergonomie in bestaande slaapcabines;
- inventarisatie van ontwerprichtlijnen bij busbouwers ten aanzien van slaapcabines;
- aanbevelingen ten aanzien van veiligheid en ergonomie van de slaapcabine.

Stichting Medibus heeft hiervoor een werkgroep ingesteld met een vertegenwoordiging vanuit de stichting, de werkgevers en de werknemers. De werkgroep werd gevormd door de volgende leden:

- *M.S. van der Woude*: secretaris bestuur Medibus, in dienst van KNV busvervoer;
- *J. Mulder*: manager in dienst van Euro Coach Travel;
- *B. de Roo*: directeur GEBO tours;
- *K. van der Voort*: chauffeur in dienst van Beuk Touringcars en lid van FNV;
- *E. van de Broek*: chauffeur in dienst van Connexxion Tours Pijnacker, lid van de OR en lid van FNV;
- *A. Huizinga*: vertegenwoordiger voor de CNV (tijdens bijeenkomsten niet aanwezig).

Het onderzoek is door TNO Arbeid en TNO Wegtransportmiddelen (TNO-WT) uitgevoerd en in een aantal bijeenkomsten besproken met de werkgroep. De technische en economische haalbaarheid zijn in dit onderzoek niet beschouwd. De aanbevelingen met betrekking tot veiligheid en ergonomie dienen als basis voor verdere uitwerking en toetsing op praktische haalbaarheid.

Dit rapport bevat naast een beschrijving van de gevolgde aanpak (hoofdstuk 2):

- een overzicht van huidige regelgeving en richtlijnen op het gebied van veiligheid en ergonomie van slaapcabines voor chauffeurs in bussen (§ 3.1);
- een overzicht van geconstateerde knelpunten op het gebied van veiligheid en comfort in slaapcabines voor chauffeurs in bussen (§ 3.2);
- inzicht van gevolgen van botsingen op basis van berekeningsmodellen en botssimulaties (hoofdstuk 4);
- een overzicht van conclusies en aanbevelingen ten aanzien van veiligheid en ergonomie van de slaapcabine (hoofdstuk 5).

In de bijlagen zijn onder andere volledige teksten van richtlijnen en bezoekverslagen te vinden.

Op een CD-rom zijn bijbehorende foto's en video-opnamen van bestaande situaties en dynamische weergave van botssimulaties en ergonomisch onderzoek opgenomen. Op

de CD-rom staat ook de eindpresentatie, zoals die op 10 juni 2002 aan het bestuur van de Stichting Medibus gegeven is.

2 Aanpak

Het onderzoeksproject is uitgevoerd in twee fasen. De eerste fase van dit project omvat de inventarisatie en analyse van de huidige situatie. Binnen fase 1 zijn de volgende stappen uitgevoerd:

- in overleg met Stichting Medibus is een werkgroep samengesteld met vertegenwoordigers van busondernemers en chauffeurs, vakbond en Stichting Medibus. Tijdens het onderzoek zijn de werkgroep en TNO drie maal bijeengekomen om tussenresultaten en verdere planning te bespreken;
- literatuur en regelgeving
De bestaande Nederlandse, Europese en internationale regels en richtlijnen op het gebied van ergonomie en veiligheid zijn geïnventariseerd en bestudeerd door middel van onderzoek in (internationale) literatuur, internet en normontwerpende bureaus als RDW en NNI;
- huidige praktijk: wat doen busbouwers?
Met behulp van interviews met constructeurs van verschillende busbouwers is een inventarisatie gemaakt van gehanteerde ontwerprichtlijnen van cabines bij constructeurs. Hierbij gaat het met name om eisen ten aanzien van veiligheid, ergonomie en kosten ruimtegebruik. Daarnaast zijn de cabines van verschillende nationale en Europese busbouwers opgemeten;
- botssimulatie
Met behulp van berekeningsmodellen is de belasting op een testdummy bepaald. Hiervoor zijn standaardtests gebruikt gebaseerd op snelheid en voertuigrichting. Er zijn aanbevelingen gedaan voor benodigde energie absorberende bekleding van de cabinewanden;
- knelpunten veiligheid en ergonomie
De knelpunten op het gebied van veiligheid en ergonomie in bestaande cabines zijn geïnventariseerd. Dit is gebeurd aan de hand van gestructureerde interviews met ervaren pendelchauffeurs van verschillende organisaties;
- in een expertmeeting met betrokken deskundigen op het gebied van veiligheid en ergonomie zijn de knelpunten in huidige cabines en mogelijke consequenties geanalyseerd;
- tenslotte zijn met behulp van het simulatiesysteem "Ergomix" de afmetingen van huidige en verbeterde slaapcabines geëvalueerd met 2 proefpersonen met een lichaamslengte van 1,75 en 1,95 cm. De Ergomix is een systeem waarbij beelden van een persoon gemixt kunnen worden met een 2D computertekening.

In de tweede fase zijn de bevindingen uit fase 1 beknopt vastgelegd. De huidige nationale en internationale richtlijnen en geconstateerde knelpunten zijn naast elkaar gezet en er is geanalyseerd welke mogelijke tekortkomingen er zijn in zowel nationale regelgeving als huidige slaapcabines. Met behulp van de resultaten uit de botssimulaties, uit de Ergomix en antropometrische gegevens (menselijke maten van Nederlandse populatie) zijn aanbevelingen geformuleerd voor veiligheid en ergonomie. In een bijeenkomst met de werkgroep zijn de resultaten besproken en aangescherpt.

De bevindingen zijn in deze eindrapportage en op CD-rom (video- en fotomateriaal) vastgelegd en zijn toegelicht in een bijeenkomst met het bestuur van Medibus.

3 Inventarisatie ergonomie

3.1 Huidige regelgeving/richtlijnen

De huidige regelgeving en richtlijnen met betrekking tot slaapcabines voor chauffeurs in bussen zijn niet omvangrijk. In Nederland bestaan naast de algemene verplichtingen om te voldoen aan de Arbowet geen speciale wettelijke eisen omtrent de uitvoering van slaapcabines voor chauffeurs in bussen.

Hieronder volgt een opsomming van de gevonden informatie. De inhoudelijke informatie van de richtlijnen volgt in paragraaf 3.2 en is verder in detail terug te vinden in de bijlagen.

- De belangrijkste en meest uitgebreide richtlijnen komen van de Duitse ongevalverzekeraar Berufsgenossenschaft für Fahrzeughaltungen (BGF). Naast een "Checkliste für Ruheräume in Kraftomnibussen" (bijlage 1) en een tussenslag van een onderzoek "Ruheräume in Reisebussen" (bijlage 2) zijn de uitgebreide "Richtlinien für Liegeplätze in Führerhäusern und Ruheräumen von Fahrzeugen sowie Dachschräglagen" (bijlage 3) geanalyseerd. Deze richtlijnen worden in de rapportage met BGR136¹ aangeduid. BGF heeft ook onderzoek gedaan naar trillingen (bijlage 5), maar dit heeft nog geen consequenties gehad voor de richtlijnen.
- Minder uitgebreid zijn de wettelijke normen die volgens één van de fabrikanten in Groot-Brittannië gelden. In België worden alleen eisen gesteld aan afmeting en plaats van de in-/uitgangen (zie bijlage 4).
- In Nederland heeft in het Rijtijdenbesluit een aanbeveling over slaapcabines bestaan, maar deze ontbreekt in de meest recente versie. Eén van de fabrikanten gaat uit van aanbevelingen die in de Regels Keuring Bussen (RKB '88) staan, maar hierin is alleen iets te vinden over ligplaatsen voor passagiers. Wel kunnen we enige informatie putten uit de norm "NEN5518: Ergonomische criteria voor het ontwerp en de beoordeling van cabines in vrachtwagens" (bijlage 6), waarin slaapplaatsen in de vrachtwagencabines besproken worden.
- Tenslotte hebben we nog Australische richtlijnen gevonden die deel uitmaken van een soort CAO, de "T0091 Transport Workers (Passenger Vehicles) Award 1984" (bijlage 7).

3.2 Huidige situatie in slaapcabines

In deze paragraaf worden de geconstateerde knelpunten op het gebied van veiligheid en ergonomie (comfort) uiteengezet. Per subparagraaf wordt één onderwerp besproken aan de hand van de verzamelde informatie:

- regelgeving, richtlijnen en andere literatuur;
- bezoeken aan busbouwers Bova en Berkhof (bijlage 9, 10 en CD-rom);
- inventarisatie van slaapcabines in bussen van de merken Bova, Berkhof, Van Hool, Smit, MAN, Neoplan en Setra (bijlage 11 en CD-rom);
- gesprekken/interviews met chauffeurs (bijlage 12);
- de Ergomix-sessie met 2 chauffeurs (bijlage 13 en CD-rom).

Per onderwerp worden conclusies voor veiligheid en ergonomie geformuleerd.

¹ Voorheen werd deze richtlijn aangeduid met ZH1/211.

3.2.1 *Algemeen*

Een slaappleaats in voertuigen moet een veilig verblijf waarborgen, voldoende bewegingsruimte bieden en makkelijk en veilig bereikbaar zijn. Deze algemene eisen maken deel uit van de Duitse richtlijn BGR136. Daar wordt nog aan toegevoegd dat een slaapcabine zo vormgegeven en afgestemd moet zijn op het voertuig, dat letsel en het ontstaan van branden inclusief het uitbreiden ervan, via bijvoorbeeld elektrische leidingen, vermeden worden². Gevaren door elektrische stroom moeten vermeden worden en er mogen geen schadelijke dampen uit materialen of stickers komen.

Verder mag de slaapcabine alléén gebruikt worden waarvoor deze bestemd is, dus niet als opbergruimte voor goederen, reserveonderdelen of gereedschap én er mag niet gerookt worden (daarom moet het verbodsteken 'roken verboden' duidelijk herkenbaar en duurzaam aangebracht zijn³). Als algemeen punt wordt in de BGR136 tenslotte nog aangegeven dat de geldende richtlijnen met betrekking tot rusttijden gewoon blijven gelden.

Conclusie

De in de Duitse richtlijn opgenomen algemene uitgangspunten komen overeen met de uitgangspunten in de Arbowetgeving. In de onderstaande paragrafen volgen meer specifieke onderwerpen.

3.2.2 *Aantal, plaats en richting slaapcabines*

Aantal

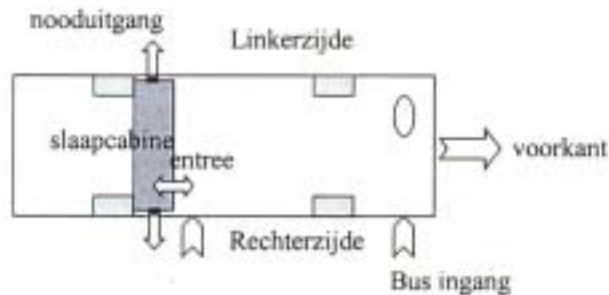
Meestal zijn de pendelbussen voorzien van één slaapcabine. Eén van de bezochte touringcarbedrijven is één van de weinigen die er naar streeft pendelbussen uit te voeren met een tweede slaapcabine, bedoeld voor de hostess (zie figuur 3.3). De tweede slaapcabine kan via de eerste bereikt worden.

Plaats

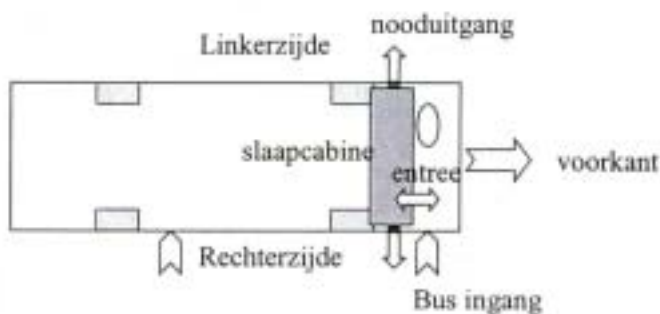
Slaapcabines worden op verschillende plaatsen in touringcars gebouwd (zie figuren 3.1 t/m 3.4), waarbij de locatie ten opzichte van de assen van de bus belangrijk is. Bij een enkeldeksbus zit de slaapcabine meestal voor de achteras, bij een dubbeldekker meestal erboven. Bij erg lange bussen zit de slaapcabine ook wel vóór de vooras. In de Duitse BGR136 wordt aangegeven dat een slaapcabine die onder in de bus zit, niet minder dan 1,2 m van de voor- of achterkant van de bus mag zitten. Hierop komen wij in hoofdstuk 4 terug. De Australische T0091 schrijft een afgesloten ruimte *achterin* de passagiersruimte voor.

² DIN VDE 0472-804 "Prüfung an Kabeln und isolierten Leitungen; Brennverhalten".

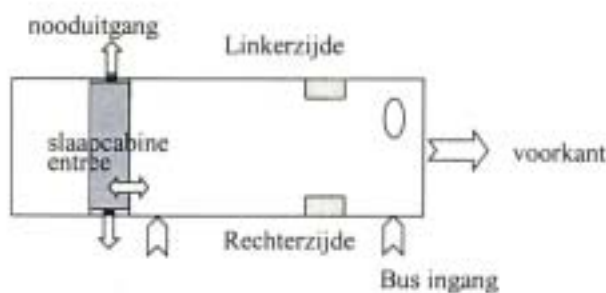
³ Volgens BG-Vorschrift "Sicherheits- und gesundheitskennzeichnung am Arbeitsplatz: (BGV A8, bisherige VBG125).



Figuur 3.1 Bovenaan zicht van een bus met een slaapcabine voor de achteras. Rechts een voorbeeld



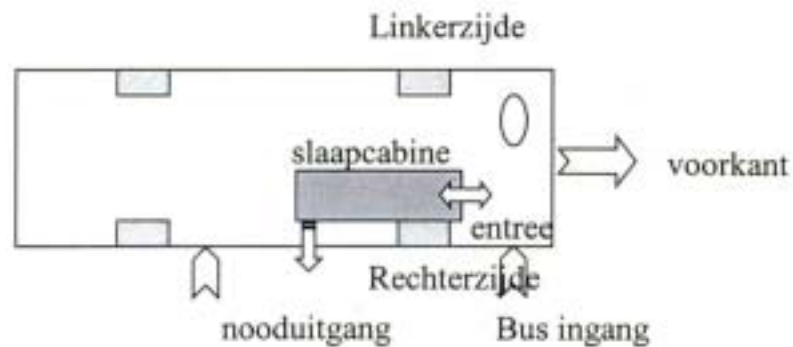
Figuur 3.2 Bovenaanzicht van een bus met een slaapcabine voor de vooras. Rechts een voorbeeld



Figuur 3.3 Bovenaanzicht van een bus met een slaapcabine boven de achteras (dubbeldekker). Rechts een voorbeeld, waarbij twee slaapcabines boven de achteras geplaatst zijn

Richting

De meeste slaapcabines zijn dwars op de rijrichting gepositioneerd, maar slaapcabines in langsrichting komen ook voor. Slaapcabines in langsrichting mogen volgens de Duitse BGR136 alleen gebruikt worden als de bus stilstaat. Dit geldt overigens ook voor slaapcabines in dwarsrichting die niet aan de eisen voldoen. In hoofdstuk 4 gaan we in op de consequenties voor de botsveiligheid met betrekking tot de richting van de slaapcabine.



Figuur 3.4 Bovenaanzicht van een bus met een slaapcabine in langsrichting

Conclusie

- Er bestaat vanuit ergonomische gronden theoretisch niet direct een voorkeur voor de plaats en richting van de slaapcabine in de bus.
- Slaapcabine op minimale afstand van 1,2 meter vanaf voor- of achterzijde van de bus, bij voorkeur tussen de assen van de bus.
- Richting slaapcabine: zie ook paragraaf 4.2.

3.2.3 Ligrichting en plaats van bedieningselementen

Een persoon kan in twee richtingen in een slaapcabine liggen: met het hoofd aan de ene of aan de andere kant. Hierbij spelen de richting van de slaapcabine in de bus en de plaats van bedieningselementen (bijvoorbeeld een lichtknop) een rol.



Figuur 3.5 Chauffeur in slaapcabine, gezien vanaf de rechterkant van de bus. Met zijn hoofd ligt hij aan de linkerkant van de bus

Slaapcabine in langsrichting

Als een slaapcabine in langsrichting - tegen de Duitse richtlijnen in - gebruikt wordt tijdens de rit, is het, gezien de ernst van het letsel bij ongelukken, in ieder geval het

beste om met de voeten in de rijrichting te liggen. Dit wordt nader toegelicht in hoofdstuk 4.

Slaapcabine in dwarsrichting

In gesprekken met chauffeurs kwam naar voren dat niet alle chauffeurs met het hoofd aan dezelfde kant in een slaapcabine gaan liggen. Uit onderzoek is gebleken dat 30% van de bevolking in ruglig en 5% in buiklig⁴ slaapt, maar dat het grootste deel in zijlig slaapt (65%), helemaal naarmate de leeftijd vordert. Bovendien slapen meer mensen op hun rechterzij dan op hun linkerzij (Mannekens, 1996). Als we dit combineren met het idee dat het prettig is voor de chauffeur om met de rug naar de rijrichting toe te liggen, komen we uit op een ligrichting met het hoofd aan de linkerzijde van de bus.

In NEN5518 wordt voor slaapcabines in vrachtwagens eveneens aanbevolen om met het hoofd aan de linkerzijde van het voertuig te gaan liggen. Eén van de argumenten uit NEN5518 is dat bij het parkeren de bestuurderszijde van de wagen meestal het hoogst is, vanwege de bolling in de weg. De vrachtwagenchauffeurs ervaren het als oncomfortabel om met het hoofd lager dan de voeten te moeten slapen⁵. Ook tijdens het rijden is de bolling van de weg merkbaar. Bij onze bezoeken aan chauffeurs en busfabrikanten is dit aspect eveneens ter sprake gekomen. Eén van de fabrikanten heeft om deze reden aanvankelijk de positie van het hoofd links in de bus gepositioneerd, maar is hier later op teruggekomen. De reden hiervoor was dat het draaien in de slaapcabine lastig is en het daarom handiger is met het hoofd bij de ingang te liggen.

Tenslotte is er nog iets dat ervoor pleit om met het hoofd links van de bus te liggen: de ingang is aan de rechterzijde van de bus (bij de trap). Die zijde is daarom uit hygiënisch oogpunt het minst aantrekkelijk: daar gaat iedereen met zijn voeten overheen.

Bedieningselementen

Bedieningselementen (licht, intercom, geluid, klimaat) moeten binnen handbereik zitten als de chauffeur ligt te rusten, dus aan de kant waar het hoofd ligt (zie figuur 3.6). Als de vorm van de slaapcabine niet voorschrijft in welke richting de chauffeur moet liggen, zal hij zelf zo gaan liggen dat hij makkelijk bij de bedieningselementen kan. In de Ergomix is de reikwijdte van de gemiddelde persoon bepaald (zie bijlage 14). In ieder geval mogen bedieningselementen het kruipen in de slaapcabine niet belemmeren.

⁴ Buiklig wordt afgeraden.

⁵ In sommige gevallen kan het overigens wel gunstig zijn om met de voeten in de hoogte te liggen, zoals bij spataderen of lymfoedeem, wanneer de voeten extra rust nodig hebben. Ook voor bepaalde ziekten van de voeten en voor de hart- en bloedcirculatie kan een elevatie van het voeten-einde soms erg nuttig zijn. Een lichte elevatie (2 a 3°, over de gehele lengte van het bed) kan gedurende de gehele dag en nacht behouden blijven. Hierdoor bevinden de benen en hart zich op dezelfde hoogte, hetgeen de bloedcirculatie bevordert en de kwaliteit van de slaap verbetert. Een hogere elevatie is echter vooral nuttig gedurende korte rustpauzes in de loop van de dag (Mannekens, 1996).



Figuur 3.6 Een voorbeeld van een paneel met bedieningselementen

De ligrichting is zeer van belang in relatie met de noodluiken. Dit wordt in de volgende paragrafen toegelicht.

Conclusie

- Een chauffeur kan in een slaapcabine die dwars op de rijrichting ligt, het beste met zijn hoofd aan de linkerzijde van de bus gaan liggen.
- In een slaapcabine in langsrichting is het het beste om met de voeten in de rijrichting te liggen.

3.2.4 In-/uitgang naar slaapcabine

De ingang van een slaapcabine zit eigenlijk altijd aan de rechterkant van de bus, omdat aan die zijde ook de trappen naar de passagiersruimte zitten en daar dus ruimte is om een deur naar het onderste deel van de bus te maken. Bij een enkeldeksbus begint de ingang meestal bij de onderste tree en is eigenlijk geen rechthoekige ingang mogelijk, omdat er altijd treden in de weg zitten. Bij een dubbeldekker met de slaapcabine op de achteras is de situatie gunstiger: de trap gaat halverwege de hoek om en via het platteautje wat daar ontstaat, kan de chauffeur de slaapcabine inkruipen via een rechthoekige ingang (zie figuur 3.7).



Figuur 3.7 Links de ingang van een slaapcabine boven de achteras in een dubbeldekker. Op de foto in het midden is onderaan de trap de ingang van de slaapcabine te zien. De foto rechts toont een vergelijkbare ingang, maar dan gezien vanuit de slaapcabine

Afmetingen in-/uitgang

Richtlijnen die betrekking hebben op de ingang zijn minimaal. In Australië komt men niet verder dan dat de slaapcabine makkelijk te betreden en te verlaten moet zijn. In België hoeft de in-/uitgang slechts 40 bij 50 cm te zijn en de BGR136 schrijft een minimum van 55 bij 45 cm voor. Deze afmetingen blijken in de Ergomix niet te voldoen. Uitgangspunten bij de Ergomix (zie ook bijlage 13) zijn de volgende:

- bij de bepaling van minimummaten moet rekening gehouden worden met beweging en houdingen tijdens het in- en uitkruipen en in nood snel uit de cabine kunnen komen (ook bij gekantelde posities van de bus);
- cabine dient geschikt te zijn voor zowel kleinere maar met name een lange zwaardere persoon (99e percentiel = 194,3 cm lang en circa 110 kg);
- onderliggende lichaamsmaten voor deze lange persoon zijn:

- bil-knie lengte	68,5 cm;
- bil-kruin lengte	102 cm;
- schouderbreedte	45,4 cm.

Uit de analyse van de Ergomix vinden we een minimale hoogte van 90 cm (aanbevolen 110 cm) en een minimale breedte van 65 cm als afmetingen voor de ingang (zie figuur 3.8). Hierbij is uitgegaan van de lichaamsafmetingen (knie-bilhoogte) in de Nederlandse populatie.

Ruimte vóór de ingang

Volgens BGR136 moet voor de ingang een geschikte en voldoende groot vlak zijn voor het bereiken en verlaten van de slaapcabine en moet een vrije doorgang altijd gewaarborgd zijn. Deze voorruimte voor de cabine bepaalt mede de toegankelijkheid van de slaapcabine. Ervan uitgaande dat deze ruimte toegankelijk moet zijn voor een lange, zwaardere persoon (99e percentiel), is uit de Ergomix een manoeuvreerruimte van 100 cm naar voren gekomen.

Aan deze richtlijn zou verder toegevoegd kunnen worden dat de onderzijde van de doorgang gelijk moet liggen met de bovenzijde van het matras in de slaapcabine. N.B.: een lager liggende slaapcabine maakt het wel makkelijker om draaideuren te openen en sluiten, omdat beddengoed en/of benen minder in de weg liggen.

Afscheiding van passagiersruimte

Er moet een afscheiding van de passagiersruimte zijn, die zowel van binnen als van buiten licht en makkelijk kan worden geopend (BGR136).

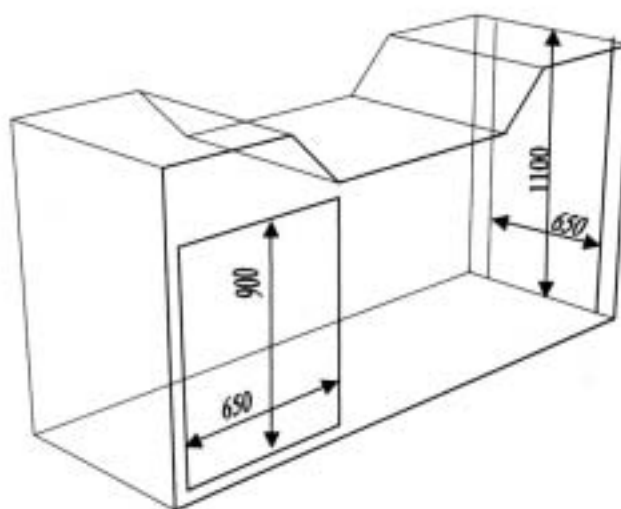
De ingang van een slaapcabine kan op veel verschillende manieren afgeschermd worden van de passagiers, bijvoorbeeld met een draaideur, schuifdeur of rolluik. Belangrijk is dat de deur niet alleen makkelijk te openen is, maar ook gemakkelijk te sluiten is: zit je zelf niet in de weg als je er net in gekropen bent? Bij een draaideur zijn het scharnierpunt, de draairichting en een eventuele knik in de deur bepalende factoren, bij rolluiken en schuifdeuren de openingsrichting. Voor alle deuren geldt de vraag of de deur op slot moet kunnen. In noodgevallen moet men van buiten ook de slaapcabine in kunnen komen, maar misschien moeten lastige passagiers wel buiten gehouden kunnen worden.

Hulpmiddelen

Eén van de bussen uit bijlage 11 had goede handgrepen om makkelijker de slaapcabine in en uit te kunnen gaan en de chauffeur maakte daar handig gebruik van. BGR136 geeft aan dat voorzieningen die bedoeld zijn om het makkelijker te maken de slaapcabine in te gaan, zoals handgrepen, alleen voor dat doel gebruikt mogen worden.

Conclusies

- Afmetingen van de ingang: minimale hoogte van 90 cm (aanbevolen 110 cm) en een minimale breedte van 65 cm. Hierbij is uitgegaan van de lichaamsafmetingen (knie-bilhoogte en schouderbreedte) voor de lange en zwaardere personen in de Nederlandse populatie.
- Manoeuvrere ruimte voor de cabine: minimaal 100 cm (afmeting van bil-kruin).



Figuur 3.8 Afmetingen (mm) van noodluiken en reguliere ingang

3.2.5 *Afmetingen slaapcabine*

Bij sommige cabines is meteen duidelijk dat je er alleen gebruik van kan maken, als je met je voeten het eerst naar binnen en het laatst weer naar buiten gaat. Dit is bijna altijd het geval met slaapcabines die zich voor de vooras bevinden (zie figuur 3.9 en bijlage 14). Eigenlijk moeten de binnenafmetingen van een slaapcabine voldoende bewegingsruimte bieden om te kruipen, draaien, slapen en eventueel om te zitten. Hieronder volgen beschrijvingen voor de dimensies lengte, breedte, hoogte en doorsnede.



Figuur 3.9 Bij deze slaapcabine, die zich vóór de vooras van de bus bevindt, is duidelijk te zien hoe klein de slaapcabine is (na de relatief ruime ingang)

Lengte

NEN5518 maakt melding van een wettelijke minimumlengte van 1,95 meter, maar adviseert een bedlengte van 2,2 meter om allen comfortabel te kunnen laten slapen en houdt als minimum lengte 2,05 meter aan. Uitgangspunt hierbij is, dat men gemiddeld over lichaamslengte en bedlengte de voorkeur geeft aan een bedlengte die 240 mm groter is dan de lichaamslengte en dat als overmaat minimaal 100 mm nodig is. Volgens Mannekens (1996) is een overmaat van 20 à 30 cm groter nodig voor een kussen en is een lengte van ongeveer 2 meter nodig voor slaapcomfort. Wie nog meer ruimte wil, kan de volgende criteria hanteren: neem de lichaamslengte plus de reikwijdte van de armen als ze achter het hoofd gestrekt zijn, of de lichaamslengte plus 35 cm. T0091 hanteert 1,98 meter als minimum, de Duitse richtlijnen 1,9 meter, maar bevelen ook een lengte van 2 meter aan.

Naar aanleiding van het bovenstaande levert de lengte van de slaapcabines in touringcars weinig problemen op. De meeste slaapcabines worden in de breedterichting van de bus gebouwd en aangezien een bus meestal 2,5 meter breed is, zijn de minimale en geadviseerde maten eenvoudig te realiseren. Aanbevolen wordt een minimale lengte van 2,05 meter en optimaal 2,20 meter.

Breedte

De breedte van de slaapcabines varieert sterk, van 55 tot 100 cm. Een slaapcabine is meestal niet over de hele lengte even breed. Aan de ene kant moet er ruimte zijn om de

slaaphouding te variëren⁶, aan de andere kant gaat de breedte van de slaapcabine ten koste van de bagageruimte. Ook zijn er chauffeurs die liever niet in een erg brede slaapcabine liggen, omdat ze dan 'zo heen en weer liggen te rollen'. Vanuit veiligheidsoverwegingen is een beperkte breedte dan aan te bevelen. De normen en aanbevelingen lopen behoorlijk uiteen.

Volgens Mannekens (1996) dient een bed in de breedte ruim plaats te kunnen bieden aan een persoon in zijlig met de knieën gebogen. Bij een persoon met lange benen kan dit tot 100 cm oplopen. Volgens verschillende onderzoekers is 90 cm een minimum om aangenaam te kunnen slapen (minimaal = schouderbreedte plus 40 cm), maar de bedbreedte is ook afhankelijk van de lichaamsomvang en de slaapgewoonte. NEN5518 gaat ook uit van een slaaphouding in een stabiele zijligging, maar dit resulteert in een voorgestelde bedbreedte van tenminste 75 cm en het advies om een bedbreedte van 850 mm na te streven, zodat er wat meer ruimte is voor houdingsvariatie. BGR136 hanteert een minimum van 60 cm en een aanbeveling van 70 cm. In de Australische gegevens is 53 cm het minimum!



Figuur 3.10 Voorbeelden van momenten uit de Ergomix-sessie. Een chauffeur van twee meter beweegt zich in tekeningen van een slaapcabine

In de Ergomix-sessie (zie bijlage 13) deden zich bij beide proefpersonen problemen voor bij het draaien van rug- naar zijlig. De minimale eisen van BGR136 bleken niet te voldoen: we kunnen concluderen dat comfortabele slaaphoudingen een minimale breedte van 75 cm vereisen.

Hoogte

In NEN5518, bedoeld voor slaapcabines in vrachtwagens, gaat men er vanuit dat men in bed stapt door op de rand van het bed te gaan zitten of met de knieën op de voorrand en dat deze uitgangshoudingen noodzakelijk zijn ter voorkoming van een grote rugbelasting. Bij het uit bed stappen gaat de chauffeur, waar mogelijk, op de rand van het bed zitten om vervolgens te gaan staan. Op grond hiervan wordt een vrije hoogte van 105 cm boven het bed aanbevolen, bestaande uit de 99e percentiel zithoogte + 30 mm vrije ruimte.

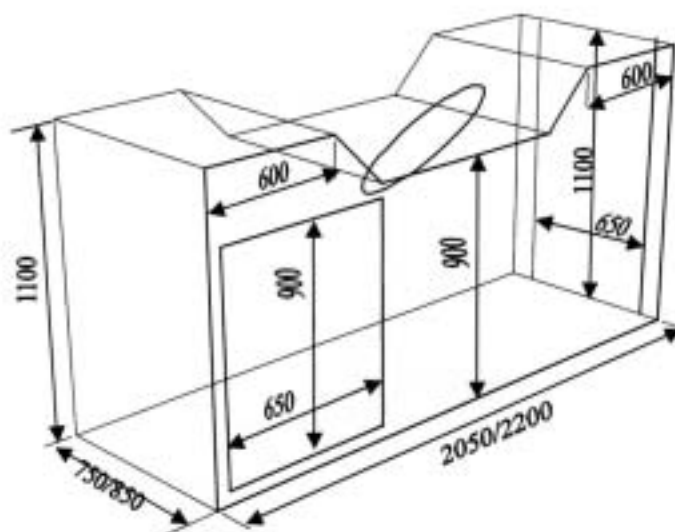
⁶ Elke persoon heeft zijn favoriete inslaaphouding en die persoonlijke voorkeur loopt sterk uiteen. Als de slaap zijn intrede heeft gedaan, komt de zogenaamde slaapmotoriek op gang. De slaper verandert regelmatig van houding en in geen enkele houding wordt er een volledige spierrelaxatie genoteerd. De slaapmotoriek geschiedt geheel onwillekeurig en de slaper kan de houding die hij bij aanvang van de slaap had ingenomen, niet gedurende de hele slaap vasthouden. Waarnemers spreken van één houdingsverandering per uur tot 80 per nacht, andere onderzoeken van 20- tot 40-maal per achturige slaap. De bewegingen die daarbij worden gemaakt variëren van een simpele beweging van een arm tot een totale draai van de ene op de andere zijde (Mannekens, 1996).

De Australische T0091 schrijft 75 cm 'unobstructed' hoofdruimte voor. BGR136 zegt dat de hoogte boven het ligvlak minimaal 65 en het liefst 90 cm is (voor in langsricting gepositioneerde slaapcabines is 90 cm juist het minimum). Volgens één van de fabrikanten is het niet mogelijk in een slaapcabine van 65 cm hoogte te zitten of je om te draaien. In dat geval maken ze aan de linker- of de rechterkant van de bus extra ruimte in de breedte van de slaapcabine, zodat je daar kunt draaien.

Naar aanleiding van de Ergomix-sessie, waarbij behalve voor het uittrekken van een trui ook aandacht was voor het snel bereiken van de noodluiken, wordt een hoogte aanbevolen van 110 cm aan de beide kopse kanten van de cabine over een lengte van minimaal 60 cm. Alleen boven het middengedeelte kan een hoogte van 90 cm (kruiphoogte) worden aangehouden.

Conclusie lengte, breedte en hoogte

- Aanbevolen wordt een minimale lengte van 2,05 meter en optimale lengte van 2,20 meter.
- Zowel vanuit ergonomie als vanuit veiligheid wordt een breedte van 75 cm aanbevolen.
- Er wordt een hoogte aanbevolen van 110 cm aan de beide kopse kanten van de cabine over een lengte van minimaal 60 cm. Alleen boven het middengedeelte kan een hoogte van 90 cm (kruiphoogte) worden aangehouden. Deze maten zijn exclusief de matrasdikte en wandabsorberend materiaal.



Figuur 3.11 Slaapcabine met aanbevolen afmetingen (mm) van cabine en ingang

3.2.6 Nooduitgangen

In een touringcar kunnen verschillende noodsituaties ontstaan. Ten eerste worden chauffeurs regelmatig uit hun slaap gewekt, doordat er bijvoorbeeld een probleem is met de passagiers (Petzoldt, 2002 - zie bijlage 8). Dan moeten ze door de normale uitgang snel de bus in kunnen, zonder dat ze weten wat hen te wachten staat. De tweede categorie noodsituaties is ernstiger: als de bus verongelukt, dan moeten noodluiken uitkomst bieden. Belangrijk is dat de chauffeur ten alle tijden uit de bus kan komen: ook wanneer de normale uitgang belemmerd is door passagiers en ook wanneer de bus op een zij is gekanteld. Tenslotte zou de situatie kunnen ontstaan dat na een ongeval de noodluiken niet geopend kunnen worden. Dan zal de chauffeur in ieder geval kenbaar

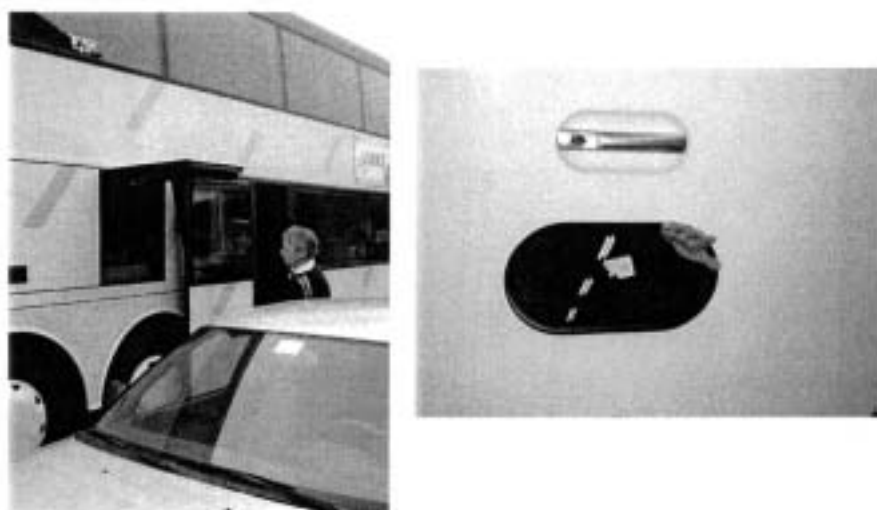
willen maken, dat hij nog in de slaapcabine zit. Een noodhamer biedt hiervoor mogelijk uitkomst.

Normale uitgang in de slaapcabine

Bij de huidige bussen lijkt niet veel aandacht besteed aan de mogelijkheid snel van de slaapcabine de bus in te gaan. Zie verder paragraaf 3.2.4.

Noodluiken

BGR136 schrijft voor dat slaapcabines die parallel aan de lengterichting van de bus gebouwd zijn, een in-/uitgang naar binnen en een nooduitgang naar buiten moet hebben. Slaapcabines in dwarsrichting moeten volgens BGR 136 naast de 'gewone' in-/uitgang altijd aan beide zijden van de bus een nooduitgang hebben, waarvan er één als raam uitgevoerd mag zijn. Verder moet de opening van elke nooduitgang minimaal 0,2 m² zijn, met één zijde van minimaal 35 cm. Het Belgische artikel 606 spreekt niet specifiek over een nooduitgang, alleen over minstens één uitgang naar buiten, van 40 bij 55 cm. In de Britse reglementering gaat het om minstens twee uitgangen van 70 bij 50 cm die niet in dezelfde wand gelegen zijn, waarvan minstens één uitgang naar buiten. Geen van beide mag een vloerval zijn en beide uitgangen moeten van binnenuit te openen zijn.



Figuur 3.12 Het noodluik van een slaapcabine boven de achteras. In de getoonde moet een chauffeur een aardige hoogte overbruggen, als hij de slaapcabine uit wil. Rechts steekt een chauffeur zijn hand door het raampje om te laten weten, dat hij nog in de slaapcabine zit

In de Duitse richtlijnen moeten de nooduitgangen van binnen herkenbaar en makkelijk te openen zijn, dus de plaats en de manier van openen moeten aangegeven zijn als dit niet meteen eenduidig herkenbaar is. In Engeland zijn instructies aan de binnenkant verplicht. Wellicht is het verstandig aan deze richtlijnen toe te voegen dat het openen éénhandig uitgevoerd moet kunnen worden.

Volgens BGR136 moeten de ingangen en nooduitgangen van slaapcabines van buiten herkenbaar zijn aan een bepaalde sticker die aangeeft dat er zich personen in die ruimte kunnen bevinden. In Engeland moet elke uitgang aan de buitenkant gemarkeerd zijn met de woorden 'crew compartment' (h>15 mm in contrasterende kleur). Tenslotte staat in BGR136 dat noodluiken van buiten door reddingswerkers geopend moeten kunnen worden.

Bij een slaapcabine spelen twee scenario's een belangrijke rol: de chauffeur moet de slaapcabine kunnen verlaten via het luik aan het hoofdeinde, maar ook via het luik aan voeteneinde van het bed. Dit illustreren we aan de hand van ervaringen tijdens de Ergomix-sessie:

- hoofdeinde: de chauffeur opent eerst het luik, gaat rechtop zitten en draait de benen onder zich door om uit het luik te kunnen stappen. Bij deze draai moet de cabine voldoende hoog en breed zijn;
- voeteneinde: de chauffeur kruipt richting luik, gaat zitten, opent het luik en springt uit het luik (zie figuur 3.12: in het geval van een slaapcabine op de achteras is de hoogte aanzienlijk!). Indien de chauffeur het luik op afstand kan openen, is het ook mogelijk dat de chauffeur achterwaarts (voeten eerst) op de buik richting luik kruipt: in dat geval zal hij niet gaan zitten.

Bij beide noodluiken blijkt voldoende hoofd- en bewegingsruimte nodig te zijn om snel en adequaat uit het noodluik te kunnen kruipen, juist als een bus gekanteld is. Bij hulpverlening vanaf de buitenzijde is dan ook voldoende ruimte gewenst voor de hulpverlener(s). Bij alle geëvalueerde bustypen leverde dit met name bij de grotere persoon problemen op (voor aanbevelingen zie § 3.2.5 Afmetingen slaapcabine - hoogte).

Noodhamer

In een aantal bussen is in de slaapcabine een noodhamer aanwezig om eventueel het raampje door te kunnen tikken, als het luik niet open gaat. Door het raampje kan men niet naar buiten, daar is het veel te klein voor, maar de chauffeur kan door zijn hand uit het raam te steken wel duidelijk maken dat hij nog in de slaapcabine zit (zie figuur 3.12). Een noodhamer is mogelijk alleen nodig bij raampjes die niet open kunnen.

Conclusies

- De normale in-/uitgang van de slaapcabine moet meer aandacht krijgen als nooduitgang.
- Minimaal vereiste zijn 2 nooduitgangen die tegen over elkaar gelegen zijn en waarbij de reguliere in- en uitgang toegepast kan worden mits deze voldoet aan de afmetingen (zie § 3.2.5 Afmetingen slaapcabine - hoogte). Minimaal 1 uitgang staat hierbij rechtstreeks in verbinding met buiten.
- Een optimaal veilige oplossing zijn 2 nooduitgangen, naast de reguliere ingang:
 - aan tegenoverliggende zijden van de bus;
 - met rechtstreekse verbinding naar buiten.
- Nooduitgangen dienen zowel van binnen als van buiten te openen te zijn. Eventueel uitgerust met noodhamer.

3.2.7 *Matras*

NEN5518 schrijft voor dat een matras (of matrassdelen) in een slaapcabine van een vrachtwagen van een goede kwaliteit zijn, niet kunnen schuiven, en dat de matras over het volledige oppervlak door een stevige, ventilerende boden wordt ondersteund. De Australische T0091 schrijft het volgende voor: "The bunk area shall be covered with an innerspring or high density cellular rubber mattress at least 10 centimetres thick and a pillow at least 10 centimetres thick shall be provided. The bunk shall be provided with two sheets, one blanket and one pillow slip, which shall be exchanged with freshly laundered items at the completion of each journey." BGR136 zegt eigenlijk niets specifiek over matrassen en in de checklist die in september 2000 op de IAA gebruikt is, staat alleen de vraag: "Matratzenauflage in Ordnung (Polsterung, Soffart, Hygiene)?" Bij de opmerkingen daarover staat alleen de dikte van de matras aangegeven.

Er lijkt weinig informatie te zijn over matrassen in slaapcabines. Toch zal het voor iedereen duidelijk zijn dat het matras en de matrasmodem erg belangrijk zijn voor de kwaliteit van de slaap en dat de kwaliteit van de slaap bepaalt hoe uitgerust de chauffeur uit de slaapcabine komt. Er is erg veel onderzoek gedaan op het gebied van slapen, maar specifiek onderzoek over slapen in rijdende voertuigen is er nauwelijks.



Figuur 3.13 Een matras met daaronder een geperforeerde boardbodem voor ventilatie. Het lijkt er echter op dat de onderzijde van de matras weinig vocht door kan laten

De matrassen die we in dit onderzoek gezien hebben, zijn waarschijnlijk schuimmatrassen van 8 tot 12 cm dik en liggen in het gunstigste geval op een geperforeerde boardbodem met enkele centimeters ruimte daaronder (zie figuur 3.13). Maar schuimrubber- en polyethermatrassen mogen nooit op een hardboardplaat gelegd worden, ook al is deze nog zo ruim geperforeerd. De planken belemmeren vochtuitwaseming, waardoor de matras aan de onderkant nat wordt en gaat schimmelen. Boardbodems kunnen eigenlijk uitsluitend met een binnenveringsmatras worden gecombineerd en zelfs deze combinatie kan aanleiding geven tot schimmelvorming door de ontoereikende ventilatie (Mannekens, 1996).

Conclusies

- Het lijkt aanbevelenswaardig om het matras en de matrasmodem meer aandacht te geven. Aspecten die daarbij een rol spelen zijn hardheid, vochtdoorlating, warmte-isolatie, duurzaamheid, elasticiteit, etc.

3.2.8 Materiaal zijwand

Een slaappleaats moet volgens BGR136 zo uitgevoerd zijn, dat tijdens het gebruik geen verwondingen te verwachten zijn door hoeken en dergelijke en dat bij ongevallen de omvang en gevolgen van letsel zo gering mogelijk blijven. Stootvlakken in de buurt van het hoofd (incl. bedieningselementen voor deuren, ramen en dergelijke) moeten voldoende bekleed zijn. Met betrekking tot de ontvlambaarheid van de materialen inclusief bekleding en isolatiemateriaal mag de vlamuitbreidingssnelheid niet meer dan 110 mm/min zijn⁷.

⁷ DIN 75200 Bestimmung des Brennverhaltens von Werkstoffen der Kraftfahrzeuginnenausstattung oder ISO 3795 Road vehicles - Determination of burning behavior of interior materials in motor vehicles.



Figuur 3.14 Een unit van een slaapcabine: een houten constructie, deels voorzien van 40 mm schuim voor een betere geluidsisolatie. Rechts is een constructie van een bus te zien, waarbinnen de slaapcabine ook een plek moet krijgen

Voor zover zichtbaar bij de geanalyseerde bussen, bestaan de zijwanden in bijna alle gevallen uit hout, bekleed met het tapijt dat ook in de rest van de bus te vinden is. Bij één van de fabrikanten (zie figuur 3.14) zagen we dat een deel van de slaapcabine ook voorzien wordt van een schuimlaag (40 mm) om een betere geluidsisolatie te verkrijgen (van binnen naar buiten: tapijt, hout, schuim). In hoofdstuk 5 wordt toegelicht dat de kans op letsel wordt verkleind door gebruik van energie absorberend materiaal, maar dan geplaatst aan de binnenzijde van de slaapcabine.

Conclusies

- Vanuit botsveiligheid wordt aanbevolen de wanden van energie absorberend materiaal te voorzien.

3.2.9 Klimaat

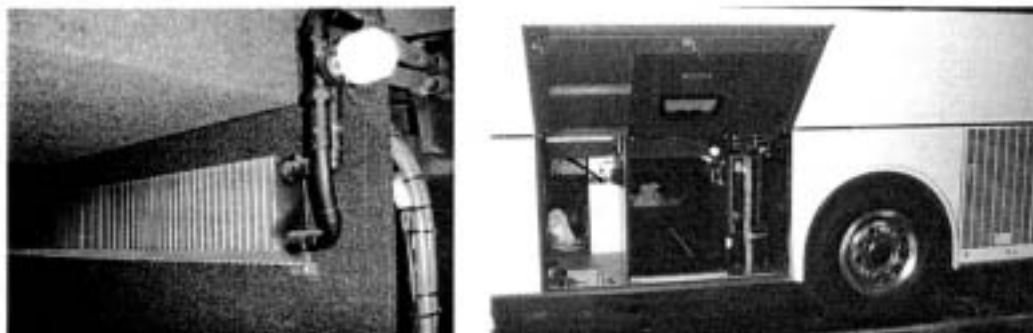
Iedereen wil in een prettig klimaat kunnen slapen, ook chauffeurs in een slaapcabine. Volgens de Australische richtlijn moet de slaapcabine daarom voorzien zijn van airconditioning. In deze paragraaf zullen we verder ingaan op *temperatuur*, *ventilatie*, *vochtigheid* en *tocht*, maar eerst willen we drie algemene punten uit BGR136 noemen. Ten eerste moeten verwarming en ventilatiesystemen regelbaar zijn vanuit de slaapcabine en mogen ze geen tocht veroorzaken. Ten tweede moeten verwarmings- en ventilatiesystemen in slaapcabines zo gebouwd en geïnstalleerd zijn dat brand- en explosiegevaar en gezondheidsrisico's door uitlaatgassen of zuurstofgebrek uitgesloten zijn⁸. Tenslotte mogen slaapcabines in stilstaande bussen alleen gebruikt worden als de verwarming en ventilatie daarvoor geschikt zijn, dat wil zeggen dat ze niet afhankelijk mogen zijn van een draaiende motor.

⁸ Zie ook §22a Abs. 1 Nr. 1 Straßenverkehrs-Zulassungsordnung (StVZO) en nummer 27 "Heizungen" technische eisen aan voertuigonderdelen bij de Bauartprüfung.

Temperatuur

Slaapcabines moeten volgens BGR136 voldoende verwarmd kunnen worden door een verwarming die onafhankelijk is van de voertuigmotor. Slaapcabines mogen wel zo uitgevoerd worden, dat de slaapcabine alleen tijdens het rijden geventileerd (onafhankelijk van de passagiersruimte) en verwarmd wordt (eventueel door een installatie die wel afhankelijk is van de motor), maar dan mag je er niet in verblijven als de bus stilstaat.

Het bepalen van de optimale temperatuur in een slaapkamer is onder andere afhankelijk van leeftijd, geslacht, slaapgewoonten en de aard van het gebruikte bedtextiel. Meestal variëren de temperaturen van 14°C tot 21°C. Algemeen kan men stellen dat lage kamertemperaturen rond de 12°C tot 17°C goed verdragen worden, indien men slaapt op en onder aangepast bedtextiel en indien men rekening houdt met slaaphygiëne. De slaapkwaliteit vermindert zeer bij zeer hoge (25°C) of zeer lage (9°C) omgevingstemperaturen. Een te hoge slaapkamertemperatuur geeft aanleiding tot een gestegen bedtemperatuur, waardoor de contact- en lichaamstemperatuur kunnen stijgen. Dit verhoogt de kans op zweten en de kans op een klam en broeierig gevoel, hetgeen een negatieve invloed heeft op de kwaliteit van de slaap (Mannekens, 1996).



Figuur 3.15 Links een voorbeeld van een radiator in een slaapcabine, rechts een voorbeeld van een slaapcabine die een luik deelt met de bagageruimte, waardoor mogelijk de slaapcabine niet optimaal wordt afgedicht tegen tocht

Als bij een buitentemperatuur van -15°C in het midden van de slaapcabine een temperatuur van minstens 15°C bereikt wordt⁹, is dit volgens BGR136 voldoende. Verder moet de temperatuur in verticale en horizontale richting zo gelijkmatig mogelijk zijn en moet de slaapcabine zo geïsoleerd zijn dat hij bij hoge buitentemperaturen zo min mogelijk opwarmt (door goede isolatie en doeltreffende ventilatie).

Bij verwarmingen mag de verbrandingslucht niet uit de passagiersruimte gehaald worden, mogen verbrandingsgassen niet in de warme lucht stromen en moet na het doven van de vlammen de verdere toevoer van brandstof automatisch gestopt worden.

Tocht

Tocht zou de slaapcabine in kunnen komen langs de (nood)luiken. In het gunstigste geval sluiten de luiken alleen de slaapcabine af, maar een luik van de slaapcabine geeft in sommige gevallen tevens toegang tot een kleine bagageruimte. Mogelijk wordt hierdoor de slaapcabine niet optimaal afgedicht en kan zo tocht ontstaan.

Ventilatie

Als iemand zich in de slaapcabine - een afgesloten ruimte - bevindt, moet de lucht in die cabine natuurlijk continu verversd worden. Om zuurstofgebrek uit te sluiten is het

⁹ DIN 7941 Caravan; Begriffe, Maße, Anforderungen und Prüfung.

zelfs verstandiger om er voor te zorgen dat het ventilatiesysteem van de slaapcabine helemaal niet uitgeschakeld kan worden (BGR136). De Britse reglementering schrijft alleen voor dat de slaapcabine voldoende geventileerd moet zijn en, niet onbelangrijk, dat het ventilatiesysteem vóór elke uitlaat óf aan de stoepzijde moet zitten. BGR136 waarschuwt ook tegen bedreiging door uitlaatgassen en voegt er aan toe dat het ventilatiesysteem voor de slaapcabine onafhankelijk moet zijn van die van de passagiersruimte en dat ventilatie(openingen) niet afgesloten mag (mogen) kunnen worden. Tenslotte moet de slaapcabine uitgerust zijn met een veiligheidsventilatie, die de minimale toevoer van lucht waarborgt, ook als de andere ventilatiemogelijkheden niet geopend zijn. De doorsnede hiervan moet zo bemeten zijn, dat een CO₂-waarde van 1 volume-percent niet overschreden wordt¹⁰.

Vochtigheidsgraad

Een aantal chauffeurs die we hebben gesproken, klaagt over te droge lucht door de airco. Volgens hen slaapt het eigenlijk alleen lekker met open raam, maar dan is er weer zoveel lawaai van buiten.

De relatieve vochtigheidsgraad in een slaapkamer mag variëren tussen 40% en 60%. Een te lage vochtigheidsgraad moet men trachten te voorkomen. Deze kan bijvoorbeeld aanleiding geven tot een droge keel- en mondholte, irritatie van de keel en uitgedroogde slijmvliezen. Deze vormen dan een goede voedingsbodem voor ziektekiemen. Die bevorderen dan weer het optreden van aandoeningen zoals verkoudheid, keelpijn en zelfs bronchitis (Mannekens, 1996).

Conclusies

- De temperatuur in een slaapcabine moet, onafhankelijk van de temperatuur buiten de slaapcabine en de bus, regelbaar zijn van 14°C tot en met 21°C en mag niet lager dan 9 of hoger dan 25°C worden.
- De nood/bagageluiken mogen geen tocht doorlaten.
- Voorkomen moet worden dat uitlaatgassen in het ventilatiesysteem komen. De minimale eis voor de toevoer van verse (buiten)lucht is 10m³ per uur (aanbevolen 30 m³).
- De vochtigheidsgraad in de slaapcabine mag variëren tussen 40% en 60%.

3.2.10 Licht

De Australische richtlijn en Britse wetgeving zeggen alleen dat de slaapcabine voorzien moet zijn van lampen/binnenverlichting. Volgens BGR136 moet een slaapcabine over voldoende verlichting beschikken, die onafhankelijk van de rest van de bus werkt. Lichtschakelaars moeten zichtbaar zijn in het donker (fluorescerend of er moet oriënteringsverlichting zijn) en dichtbij de ingang zitten. Ook moet de slaapcabine minstens één raam hebben om naar buiten te kunnen kijken. Bedieningselementen moeten binnen het bereik van de liggende persoon zitten. Vanuit arbo-richtlijnen is de verlichtingssterkte voor oriëntatie/nood 10-50 lux en voor lezen 100-400 lux.

Conclusies

- Aanbevolen wordt om een oriëntatie/nood- en leesverlichting in de slaapcabine te hebben van respectievelijk minimaal 10 en 100 lux en de bediening van licht in tweevoud uit te voeren: bij de ingang en bij het hoofdeinde.

¹⁰ DIN 7941 Caravan; Begriffe, Maße, Anforderungen und Prüfung.

3.2.11 *Communicatie*

De T0091 schrijft voor dat de slaapcabine voorzien moet zijn van een zoemer als noodalarm. Het is niet duidelijk of het hier gaat om een zoemer om te horen of te bedienen. BGR136 is duidelijker: er moet een installatie zijn waarmee wederzijdse communicatie tussen slaapcabine en bestuurder mogelijk is. De Britse richtlijnen schrijven ook voor dat communicatie met de chauffeur mogelijk moet zijn, maar dit kan eventueel ook optisch met de aanduiding 'crew emergency'.

Conclusies

- Een installatie waarbij wederzijdse communicatie mogelijk is, heeft de voorkeur, omdat de rustende chauffeur daarmee beter op de hoogte kan worden gebracht als zijn hulp wordt ingeroepen.

3.2.12 *Trillingen*

In Duitsland is onderzoek gedaan naar de mate waarin buschauffeurs worden blootgesteld aan trillingen. De samenvatting van het onderzoek (bijlage 5) wijst uit dat de trillingen op matrassen in slaapcabines heel erg verschillen bij de vijf touringcars waarin gemeten is, zodat geen duidelijke conclusies mogelijk zijn. Wél worden verbeteringen verwacht door het gebruik van binnenveringsmatrassen en zachtere kussens. Helaas zijn verdere gegevens niet opgenomen in het bijbehorende rapport, maar slechts in een intern rapport van BGF.

Conclusies

- Invloed van trillingen op de rustende chauffeur is waarschijnlijk te verminderen door het gebruik van binnenveringsmatrassen en zachtere kussens, ofwel meer aandacht voor het bed.

3.2.13 *Geluid*

In de Australische richtlijnen wordt de voorwaarde gesteld dat de slaapruimte voldoende geïsoleerd is tegen geluid om het mogelijk te maken te slapen als de bus met een normale snelheid beweegt. Maar bij welk geluidsniveau of bij welke geluiden kun je goed slapen?

BGR136 verwijst naar de stand der techniek: het lawaai en de mechanische trillingen op de slaapplaats mogen de *onvermijdelijke* maat niet overschrijden. Hierbij gaat het ook om techniek om lawaai en trillingen te verminderen. Als de motor stopgezet is, mag het geluid van bijvoorbeeld verwarmings-, ventilatie- en klimaatinstallaties niet hoger zijn dan 60 dBA (zie tabel 3.1), gemeten op oorhoogte van een liggende persoon¹¹.

¹¹ Voor onderzoek: DIN 45641 "Mittelung von Schallpegeln".

Tabel 3.1 Ervaring van geluid

dB(A)	geluidsbron	dB(A)	geluidsbron
140	straalvliegtuig op 50 meter	130	pijngrens
120	zware slijptol	110	boorhamer
100	discotheek	90	symfonieorkest
80	rustige fabriek	70	stofzuiger
60	supermarkt - kantoor	50	rustige conversatie
40	stille woonwijk	30	stille slaapkamer
20	studio - concertzaal		

In één van de bussen uit bijlage 11 hebben we in de slaapcabine geluidsmetingen gedaan. Dit was wel met een draaiende motor en zelfs bij een snelheid tot 100 km per uur. Het (motor)geluid varieerde van 65 tot 70 dB(A) met pieken tot 72 dB(A). Dit is een behoorlijk verschil met een stille slaapkamer, maar toch is het motorgeluid niet iets waar de chauffeurs veel over klagen. Er zijn chauffeurs die rustig kunnen slapen tijdens de rit, maar meteen wakker worden als op het hen bekende traject iets anders gebeurt dan normaal (een omleiding of iets dergelijks). Storender zijn de contactgeluiden, zoals lopende mensen en vooral ook het verstellen van voetensteunen aan stoelen.

Conclusies

- Er bestaan nog onvoldoende gegevens om een goede richtlijn te formuleren.

3.2.14 Passagiers en bagageruimte

Voor kopers is het meest interessante aan een slaapcabine in een touringcar dat de inzetbaarheid van de bus breder wordt. Vaak is de slaapcabine niet echt nodig, maar wil men de mogelijkheid openhouden om er gebruik van te maken. Ook worden bussen met slaapcabine gekocht, puur om ze later makkelijker te kunnen verkopen. Het belangrijkste aan een touringcar voor de ondernemer is het maximum aantal passagiers en daarmee ook de bagageruimte. Het aantal stoelen in een bus is variabel (ze kunnen verschoven worden op rails) en zo kan een 'tourist class' bus omgebouwd worden tot een 'royal class'. Passagiers nemen steeds meer bagage en grotere en zwaardere koffers mee (daarom rijden sommige bussen altijd met een skibak ('rugzak') of met een bagagewagen).

Aan busbouwers hebben we gevraagd hoe het zit met de verhouding passagiers/bagageruimte/slaapcabine. In tabel 3.2 staan voorbeeldgegevens van Bova en van Van Hool, de bijbehorende slaapcabines zijn terug te vinden in bijlage 14.

Tabel 3.2 Ruimte slaapcabine versus verhouding bagage onderin de bus met het aantal zitplaatsen (bagagevolume circa 0,14 m³ p.p.)

type bus		aantal stoelen incl. chauffeur en bijrijder	bagage-ruimte m ³	slaapcabine nu/voorstel m ³	verhouding nu bagage/stoelen m ³	verhouding voorstel bagage/stoelen m ³
Bova	FH12	51*	12	1.2/1.6	0.24	0.23
	FH12	60	12	1.2/1.6	0.20	0.19
	FH12	55	12	1.2/1.6	0.22	0.21
	FH13	59	13.6	1.2/1.6	0.23	0.22
	FH14	63	12.6	1.2/1.6	0.20	0.19
	FH15	71	15.4	1.2/1.6	0.22	0.21
	XH120	55	12.5	1.2/1.6	0.23	0.22
Van Hool	TD924	75	4.5/8/12**	1.6/1.6	0.06/0.12/0.14**	0.06/0.12/0.14**
	TD924	89	7.5/11/15**	1.6/1.6	0.08/0.13/0.17**	0.08/0.13/0.17**
Van Hool	TD924	54*	4.5/8/12**	1.6/1.6	0.08/0.17/0.22**	0.08/0.17/0.22**
	TD927	66*	7.5/11/15**	1.6/1.6	0.11/0.18/0.23**	0.11/0.18/0.23**

* Stoelen in royal class opstelling.

** Bagageruimte in bus exclusief zonder of met skibak (3.5 m³) of met aanhangwagen (7.5 m³).

Conclusies

De invloed van de aanbevolen grotere slaapcabine op de gemiddelde bagageruimte per passagier lijkt wel mee te vallen. Echter hierbij is buiten beschouwing gelaten de invloed van de afmetingen en plaats van de slaapcabine op de plaatsing van onder andere stoelen en deuren.

4 Inventarisatie botssimulaties

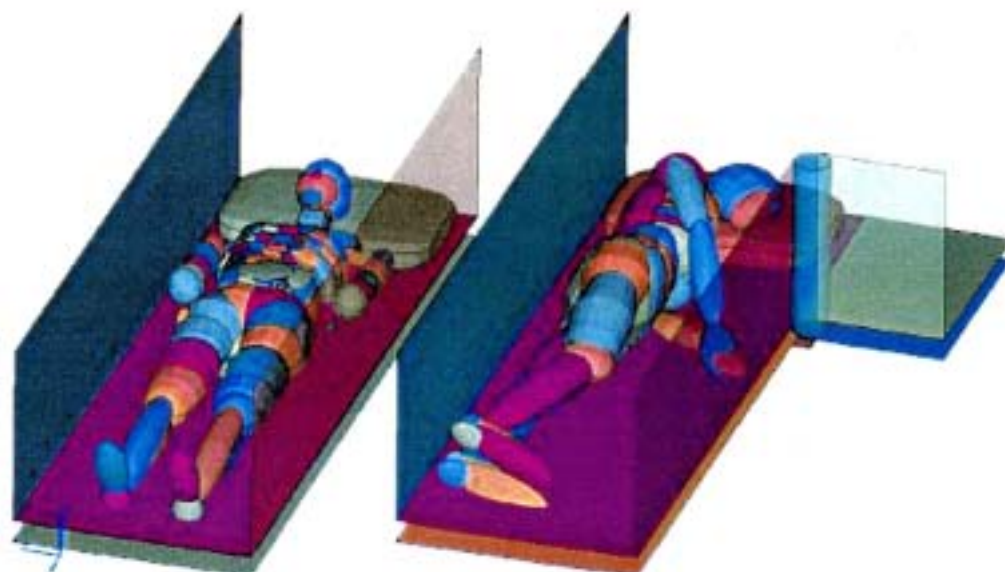
4.1 Inleiding en methode

TNO-WT heeft voor het doen van uitspraken op het gebied van veiligheid gebruik gemaakt van crashsimulaties. Dit zijn botssimulaties waarbij een wiskundig model is gemaakt van de slaapcabine in termen van geometrie en contactstijfheden met daarin een wiskundig model van een dummy, ofwel een testpop. Meetwaarden aan zo'n standaard testpop geven een beeld van de belasting op een menselijk lichaam en een indicatie voor de mogelijke verwondingen. Hierbij is gebruik gemaakt van standaard normen die in wetgeving en internationale automobielwereld worden gehanteerd. De resultaten van de simulatie zijn vergeleken met de normen. Uitgangspunt bij dit deel van het onderzoek was een status te bepalen en vervolgens te trachten de "meetwaarden" te verlagen door het aanpassen van contactstijfheden van de cabinewanden. In de praktijk zou dit betekenen dat een laag energie absorberend schuim op de wanden aangebracht wordt.

Er is gekozen voor een aantal te onderzoeken configuraties.

1. Met vlakke cabinewanden (waarbij de variatie van de stijfheden heeft plaats gevonden).
 - 1.1 Op de zij liggende dummy met gezicht in de rijrichting (hiervoor is een standaard HIII type dummy gebruikt die een 50 % man voorstelt) (voorwaarts).
 - 1.2 Op de zij liggende dummy met rug in de rijrichting (achterwaarts).
 - 1.3 Op de rug liggende dummy (hiervoor is een Side impact dummy model gebruikt) (zijwaarts).
2. Een configuratie met onderbroken zijwand daar waar een instap naar de cabine is gesitueerd.
 - 2.1 Op de zij liggende dummy met gezicht in de rijrichting.
 - 2.2 Op de zij liggende dummy met rug in de rijrichting.
 - 2.3 Op de rug liggende dummy.
3. Een configuratie voor een cabine in langsrichting van de bus met de voeten in de rijrichting.

Voor het simuleren van de ongevallen is er gebruik gemaakt van het TNO simulatieprogramma MADYMO.



Figuur 4.1 Links een configuratie met vlakke wanden en een dummy op zijn rug, rechts een configuratie met een onderbroken zijwand en een dummy op de zij liggend

De gekozen belasting is een versnellingsveld op de dummy dat vergelijkbaar is met een botsing van een bus met 30 km/h tegen een starre wand. Deze zogenaamde 'puls' ligt binnen de grenzen voor de puls, zoals die wordt voorgeschreven in het ECE R80 reglement voor het verkrijgen van goedkeuring voor het gordelsysteem voor passagiers in de bus. De gedachtegang om deze puls te nemen is dat het gordelsysteem een voldoende beveiliging moet bieden voor normale passagiers en dat dezelfde mate van beveiliging moet gelden voor de chauffeur in de slaapcabine.

In bijlage 15 en bijlage 16 wordt de opbouw van het simulatiemodel verder beschreven met het model van de slaapcabine, de dummy's, de versnellingspuls en de letselcriteria als deelonderwerpen.

De uitgevoerde berekeningen zijn voor een deel uitgevoerd voor configuraties die niet geschikt zijn voor de gebruikte dummy. Voor die berekeningen moet voorzichtig worden omgegaan met de resultaten en de conclusies, met name de achterwaartse zijligging met instap en met de cabine in langsricting.

4.2 Bevindingen

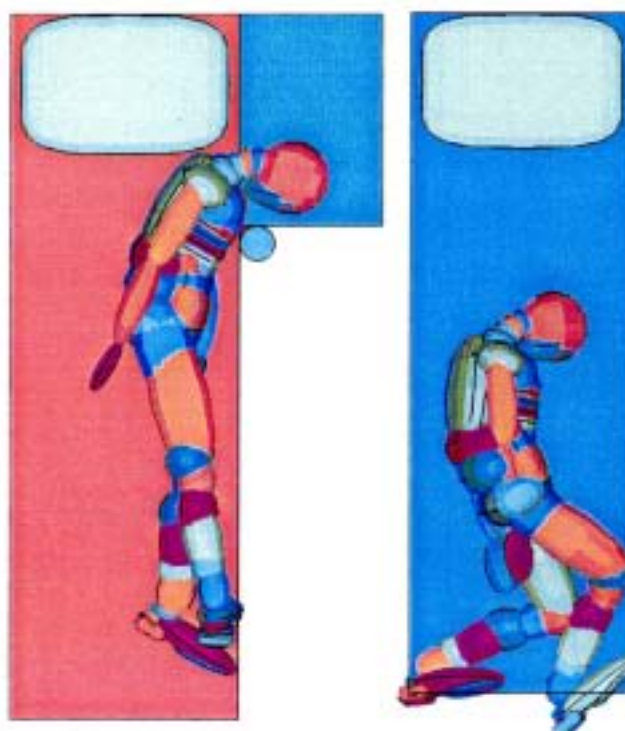
In bijlage 16 staan de berekeningen uitgewerkt. Aan de hand van deze berekeningen kunnen de volgende conclusies worden getrokken en aanbevelingen worden gedaan.

Een slaapcabine voor een chauffeur als rustplaats biedt een redelijke bescherming tegen verwondingen ontstaan door contact met de cabine ten gevolge van een botsing, mits wordt voldaan aan een aantal voorwaarden.

- De cabinewand moet vlak zijn waar het bovenlichaam en hoofd van de liggende chauffeur zich bevinden. Wat betreft configuratie moet worden voorkomen dat een liggende chauffeur tegen een onderbroken wand botst. Bij achterwaartse botsing tegen een onderbroken zijwand is er een grote kans op ernstig rug- en nekletsel. Hieruit volgt de aanbeveling om daar waar een instapruimte van toepassing is, de ligrichting zo te kiezen dat het bovenlichaam en hoofd bij een eventuele bot-

sing tegen een vlakke wand botsen of de constructie zo aan te passen dat er in rust een vlakke wand gemaakt kan worden door het neerklappen van een schot of iets dergelijks.

- Energieabsorberend schuim heeft een gunstige invloed op reductie van het letselrisico. Het verdient aanbeveling om het interieur van de cabine te voorzien van een ongeveer 4-5 cm dikke energieabsorberend schuim aan de kant van de rijrichting. De meest geschikte eigenschappen zouden proefondervindelijk moeten worden vastgesteld. Er moet dan wel worden gelet op brandwerende eigenschappen van het schuim. Het belang van schuim is zeker aanwezig als delen van de cabinezijwand worden ondersteund door starre chassisbalken.
- Een zijdelings achterwaartse ligging of ruggelings ligging geeft de minste kans op letsel.
- Een slaapcabine in langsrichting hoeft geen oorzaak te zijn van levensbedreigend ernstig letsel mits de ligrichting niet met het hoofd in de rijrichting is (zie figuur 4.2). De nekbelasting zou in dat geval onacceptabele waarden geven. Optredende verwondingen aan onderbenen kunnen mogelijk wel langdurige revalidatie vergen met kans op invaliditeit.
- De cabine moet zich buiten de deformatiezone bevinden van de bus bij een voorop- of achteropbotsing bij een fictieve botssnelheid die ook door de overige passagiers kan worden doorstaan zonder ernstige verwondingen.



Figuur 4.2 Bovenstaande figuren geven de dummyhouding weer in meest gedefor-meerde toestand voor de configuratie: zijdelings voorwaartse ligging met instap aan hoofdzijde en langs cabine met de voeten in de rijrichting

Andere aanbevelingen uit oogpunt van botsveiligheid zijn:

- er moet worden voorkomen dat de slaapcabine ten gevolge van een botsing bezwijkt door belasting veroorzaakt door schuivende bagage. Dit vergt aandacht vanuit de ontwerper voor dit aspect. Bij eventueel bezwijken moet worden voorkomen dat er scherpe randen ontstaan. De voorkeur voor het zijwandmateriaal gaat uit naar een multiplex materiaal boven een houtvezel plaatmateriaal. Bij be-

- lasting van de slaapcabine moet ook worden voorkomen dat de toegang ten gevolge van deformaties wordt geblokkeerd;
- de slaapcabine moet worden gesitueerd buiten het deformatiegebied van de voor- en achterkant van de bus. Duitse aanbevelingen spreken van een afstand van 1,2 m vanaf de voor- of achterkant. Uit de berekeningen blijkt deze afstand bij een puls volgens de ECE R80 ruim voldoende, mits er zich geen starre delen van een grotere afmeting dan 0,5 m bevinden tussen voor-/achterkant van de bus en de slaapcabine op een locatie die indringen in de slaapcabine mogelijk zou maken;
 - er moet worden voorkomen dat zich scherpe delen bevinden op de cabinewand die een verhogende kans op letsel kunnen veroorzaken. In de automobielwereld wordt hiervoor gebruik gemaakt van de ECE R21 norm die gaat over afrondingen in het interieur en energieabsorberende eigenschappen van dashboards.

5 Conclusies en aanbevelingen

De genoemde conclusies en aanbevelingen in hoofdstuk 3 en 4 betreffen de aspecten veiligheid en ergonomie van de slaapcabine. De technische en economische haalbaarheid zijn in dit onderzoek niet beschouwd. De aanbevelingen veiligheid en ergonomie dienen als basis voor verdere uitwerking en toetsing op constructie. Deze aanbevelingen veiligheid en ergonomie in combinatie met technische en economische overwegingen geven richting aan verdere regelgeving.

Hieronder worden de aanbevelingen veiligheid en ergonomie samengevat.

5.1 Veiligheid

De voor de berekeningen gebruikte modellen zijn niet in eerste instantie ontworpen voor de beschreven situaties. Met de uitkomsten moet dan ook met enige voorzichtigheid worden omgegaan. Echter op basis van de berekeningsresultaten kunnen wel zeker de volgende aanbevelingen worden gedaan:

- aanbevolen wordt om de cabinewand vlak te laten zijn waar het bovenlichaam en hoofd van de chauffeur zich bevinden;
- de wanden moeten voorzien zijn van energieabsorberend materiaal (dik schuim, middelhard tot zacht) om de invloed van het letselrisico te verkleinen, met name de cabinewand in de rijrichting waarachter zich starre delen bevinden;
- hoewel een slaapcabine in langsricting geen oorzaak hoeft te zijn van levensbedreigend letsel, kunnen verwondingen aan de onderbenen wel langdurige revalidatie vergen. Zeker als met het hoofd in de rijrichting gelegen wordt, is de kans op een ernstig nekletsel aanwezig. Op grond hiervan zal aanbevolen worden om geen slaapcabines in de lengterichting te plaatsen, dan wel, zoals in de Duitse richtlijn BGR 136 wordt verboden, in een langscabine tijdens het rijden te liggen;
- de cabine moet zich buiten de deformatiezone bevinden van de bus bij een voorop- of achteropbotsing bij een fictieve botssnelheid. Er mogen daarbij geen starre delen in de cabine indringen, die ook door de overige passagiers kunnen worden doorstaan zonder ernstige verwondingen. Aanbevolen wordt de Duitse eis in BGR 136 over te nemen. Hierin wordt aanbevolen de slaapcabine minimaal op 120 cm van de voor- en achterzijde van de autobus te plaatsen;
- de slaapcabine moet een voldoende stabiliteit hebben om weerstand te kunnen bieden aan externe belasting door bagage, en de toegang tot de cabine mag niet blokkeren door vervormingen van de cabine;
- er moet voorkomen worden, dat zich scherpe delen bevinden op de cabinewand. Aanbevolen wordt om de ECE R21 norm hiervoor toe te passen, die vergelijkbare eisen stelt aan afrondingen en energieabsorberende eigenschappen van dashboards.

5.2 Ergonomie

Achtereenvolgens worden de aanbevelingen per onderwerp samengevat.

Algemeen

De huidige regelgeving en richtlijnen met betrekking tot slaapcabines voor chauffeurs in bussen zijn niet omvangrijk. In Nederland bestaan naast de algemene verplichtingen

om te voldoen aan de Arbowet geen speciale wettelijke eisen omtrent de uitvoering van slaapcabines voor chauffeurs in bussen.

Plaats en richting

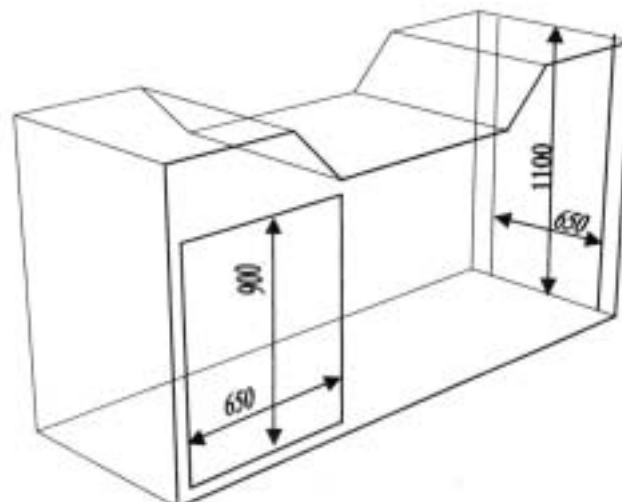
- De plaats van de slaapcabine wordt in eerste instantie bepaald door veiligheidsaspecten als buiten deformatiegebied en vluchtmogelijkheden direct naar buiten. Aspecten als bereikbaarheid, gewenste afmetingen, hinder van geluid en trillingen zijn secundair bepalende factoren.
- Er bestaat vanuit ergonomische gronden theoretisch geen voorkeur voor de plaats en richting van de slaapcabine in de autobus.
- Aanbevolen wordt de slaapcabine op minimale afstand van 1,2 meter vanaf voor- of achterzijde van de bus te plaatsen.

In- en uitgang

- Afmetingen van de ingang: minimale hoogte van 90 cm (aanbevolen 110 cm) en een minimale breedte van 65 cm. Hierbij is uitgegaan van de lichaamsafmetingen (knie-bilhoogte) in de Nederlandse populatie.
- Afmetingen van de ruimte voor de cabine: minimaal 100 cm.
- Aanbevolen wordt de aanvullende richtlijnen van de BGR136 (zie bijlage 3) over te nemen.
- De voorruimte (trapbreedte en stahoogte ten opzichte van entree slaapcabine) bij de ingang van de slaapcabine bepaalt mede toegankelijkheid van de slaapcabine c.q. afmetingen van de entree. Uitgangspunt is een manoeuvreerruimte van 100 cm.

Nooduitgangen

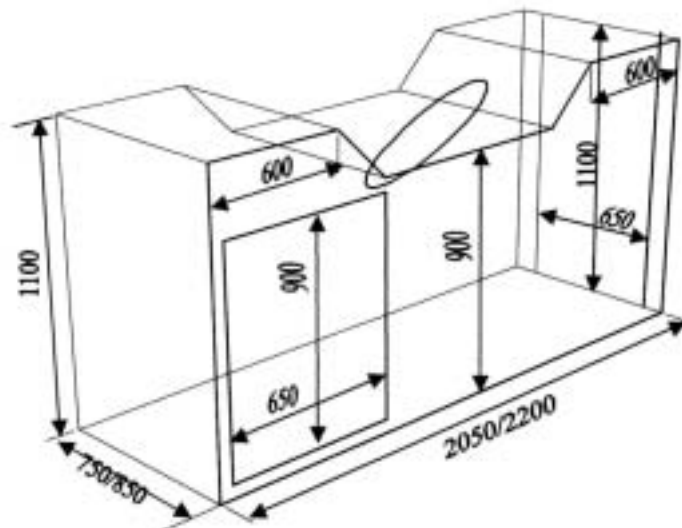
- Minimaal zijn 2 uitgangen geschikt als vluchtweg waarvan 1 vluchtweg direct naar buiten leidt. Deze is in de tegenoverliggende zijde van de bus ten opzichte van de binnenentree gelokaliseerd. De voorkeur gaat uit naar twee vluchtluiken aan beide zijden (linker en rechter zijde) van de bus welke direct naar buiten leiden.
- Het noodluik moet minimaal een vrije doorgang van hxb 110x 65 cm hebben.
- Nooduitgangen dienen zowel van binnen als van buiten te openen te zijn. Eventueel uitgerust met noodhamer.



Figuur 5.1 Afmetingen (mm) van de noodluiken en de ingang

Afmetingen: lengte, breedte en hoogte

- Voor variaties van slaaphoudingen is een minimum lengte van 205cm gewenst, bij voorkeur 220 cm.
- Voor de breedte is een minimale maat van 75cm gewenst. Breder maten geven meer bewegingsvrijheid maar bij ook mogelijke hogere reactiekrachten bij botsingen.
- Er wordt een hoogte aanbevolen van 110 cm aan de beide kopse kanten van de cabine over een lengte van minimaal 60 cm. Breedte in deze ruimte is ook 75 cm. Alleen boven het middengedeelte kan een hoogte van 90 cm (kruiphoogte) worden aangehouden. Deze manoeuvreerruimten aan de kopse kanten zijn noodzakelijke voor het uittrekken van schoenen en trui en voor het draaien en of uitklimmen aan de hoofdeinde.



Figuur 5.2 Slaapcabine met aanbevolen afmetingen (mm) van cabine en ingang

Andere aspecten betreffende uitvoering van de slaapcabine

- Het lijkt aanbevelenswaardig om het matras en matrasbodem meer aandacht te geven. Aspecten die daarbij een rol spelen zijn hardheid, vochtdoorlating, warmte-isolatie, duurzaamheid, elasticiteit, etc. Het samenstellen van één goed systeem is natuurlijk lastig, omdat dit ook persoonsgebonden is.
- Ventilatieaspecten:
 - de temperatuur in een slaapcabine moet, onafhankelijk van de temperatuur buiten de slaapcabine en de bus, regelbaar zijn van 14°C tot en met 21°C en mag niet lager dan 9°C of hoger dan 25°C worden;
 - de nood-/bagageluiken mogen geen tocht doorlaten;
 - voorkomen moet worden dat uitlaatgassen in het ventilatiesysteem komen. De minimale eis voor de toevoer van verse (buiten)lucht is 10m³ per uur (aanbevolen 30 m³);
 - de vochtigheidsgraad in de slaapcabine mag variëren tussen 40% en 60%.
- Aanbevolen wordt om zowel oriëntatie- als leesverlichting te hebben en de bediening van licht in tweevoud uit te voeren: bij de ingang en bij het hoofdeinde.
- Invloed van trillingen op de rustende chauffeur is waarschijnlijk te verminderen door het gebruik van binnenveringsmatrassen en zachtere kussens, ofwel meer aandacht voor het bed.
- Ten aanzien van geluid bestaan nog onvoldoende gegevens om een goede richtlijn te formuleren.

- De invloed van de aanbevolen grotere slaapcabine op de gemiddelde bagageruimte per passagier lijkt wel mee te vallen. Echter hierbij is buiten beschouwing gelaten de invloed van de afmetingen en plaats van de slaapcabine op de plaatsing van onder andere stoelen en deuren. Aanbevolen wordt om de praktische haalbaarheid hierop te toetsen.
- Er bestaat een voorkeur om in een dwars geplaatste slaapcabine met het hoofd aan de linkerzijde van de bus te liggen. Dit betekent, dat ook de dimensies van de slaapcabine hier op aangepast moeten worden.

5.3 Voortgang

Om tot verdere regelgeving te komen wordt aanbevolen de in dit rapport geformuleerde eisen in de praktijkomgeving met eventuele alternatieve oplossingen te toetsen. Dit houdt onder meer in dat met constructeurs en ontwerpers van toerbussen:

- de wanduitvoering (energieabsorberend materiaal en uitvoering) vastgesteld wordt;
- een mock-up (model op ware grootte) gebouwd wordt voor het vaststellen van minimale en optimale maten van de slaapcabine, toegangen en vluchtluiken;
- verschillende systemen (noodluiken, toegangsdeuren, matrasuitvoering, klimaatregeling, verlichting, demping geluidsbronnen) uitgetest worden.

Literatuur

T0091 Transport Workers (Passenger Vehicles) Award 1984.

URL: <http://www.austlii.edu.au/au/other/cth-awards/looseleaf/T0091/129.html>, 15-04-2002.

The Australian Conciliation and Arbitration Commission. In the matter of a notification of an industrial dispute between the Transport Workers' Union of Australia and A.A.T. (Australian Accommodation and Tours) and others in relation to wages and conditions (C No. 1079 of 1984). And in the matter of the Transport Workers (Passenger Vehicles) Award 1984(1).

URL: <http://www.osiris.gov.au/html/decisions/20/T091/0/IA000030.htm>, 15-04-2002.

Petzoldt M. Mein Leben als weiblicher busfahrer.

URL: <http://frieling.de/txt/3-89009-605-0/02.htm> 16-04-2002.

Briggs B, Castañulea A. Run for the Border, The Denver Post Staff.
<http://63.147.65.175/life/bus1105.htm>, 15-04-2002.

BGR 136 Richtlinien für Liegeplätze in Führerhäusern und Ruheräumen von Fahrzeugen sowie Dachschlafkabinen (bisher ZH 1/211). Hauptverband der gewerblichen Berufsgenossenschaften, Fachausschuss "Verkehr", oktober 1990, Aktualisierte Fassung 1999.

URL: <http://www.hvbg.de/d/pages/arbeitspraev/bgvr.htm> 16-04-2002

Wij hebben: NEN 5518:1994. Er is: NEN 5518:2000 nl, Ergonomische criteria voor het ontwerp en de beoordeling van cabines van vrachtwagens, bestelauto's en combi-auto's, Nederlands Normalisatie-instituut.

Mannekens P. Rug en Bed: Slaapsystemen en de preventie van rugklachten. Utrecht: De Tijdstroom/Antwerpen: Polygon, cop. 1996.

Ebert R. Ergonomische Gestaltung von Fahrzeugen und Ruhestätten unter dem Aspekt der Wiedererlangung der Kondition des Fahrerpersonals, Unveröffentlichtes Manuskript. Dresden, 1993.

Montfort S van, Huibers J. Medibus: veiligheid en ergonomie van slaapcabines in het busvervoer. Delft: TNO-WT, 2002.

Begrippenlijst

ADR	Australian Design Rule
BAST	Bundesanstalt für Straßenwesen
BDO	Bundesverband Deutscher Omnibusunternehmer
BG	Die gewerblichen Berufsgenossenschaften
BGF	Berufsgenossenschaft für Fahrzeughaltungen
BGZ	der Berufsgenossenschaftlichen Zentrale für Sicherheit und Gesundheit
BIA	Berufsgenossenschaftliches Institut für Arbeitssicherheit
BMV	Bundesministerium für Verkehr
CVSA	commercial vehicle safety alliance (www.cvsa.org)
DVR	Deutscher Verkehrs-Sicherheitsrat
HVBG	Hauptverband der gewerblichen Berufsgenossenschaften
IAA	Internationale Automobil-Ausstellung (www.iaa.de)
NOHSC	National Occupational Health & Safety Commission (Commonwealth of Australia) (www.nohsc.gov.au)
StVZO	Straßenverkehrs-Zulassungs-Ordnung (www.stvzo.de)
RKB	Regels Kuring Bussen.

Bijlage 1 Vertaling Checkliste für Ruheräume in Kraft-omnibussen

1. Afmetingen

- 1.1 Breedte minimaal 600.
- 1.2 Lengte minimaal 1900.
- 1.3 Hoogte boven matras: minimaal 650 bij slaapcabine in dwarsrichting, 900 bij slaapcabine in langsrichting.
- 1.4 Omtrek van de doorsnede dwars op de lengterichting van de slaapcabine: minimaal 2800.
- 1.5 Doorgangsopening: minimaal 550 x 450.

2.

- 2.1 Is een veilig verblijf gegarandeerd? Dit is niet het geval bij een slaapcabine in langsrichting, waarin men het hoofd naar de voorzijde van de bus ligt.
- 2.2 Is er voldoende bewegingsruimte?
- 2.3 Is de slaapcabine makkelijk en veilig te bereiken?
- 2.4 Zijn er geen verwondingen te verwachten door de manier waarop materialen gebruikt zijn (*Verglasung*, kanten, hoeken, profielen)?
- 2.5 Is het matras in orde (stofferings, hygiëne)?
- 2.6 Zijn mogelijke *Aufprallflächen* in de buurt van het hoofd voldoende bekleed?
- 2.7 Zijn er risico's op verwondingen door de aanwezige bedieningselementen?
- 2.8 Is er door ontvlambare materialen verhoogd brandgevaar?
- 2.9 Zijn bij de fabrikant trillingswaarden en geluidstechnische waarden aanwezig?
- 2.10 Zijn voorzieningen aanwezig voor verwarmen en ventileren?
- 2.11 Is de slaapcabine uitgerust met een verwarming die onafhankelijk van het voertuig werkt (ook als het voertuig stil staat)?
- 2.12 Is het mogelijk de slaapcabine te klimatiseren?
- 2.13 Wordt doeltreffend verhinderd dat uitlaatgassen in de slaapcabine komen?
- 2.14 Is de slaapcabine uitgerust met een veiligheidsventilatie die de benodigde minimale toevoer van frisse lucht garandeert?
- 2.15 Is de slaapcabine voldoende geïsoleerd tegen weersinvloeden van buiten (warmte, kou)?
- 2.16 Zijn risico's door elektriciteit vermeden?
- 2.17 Komen er gezondheidsschadelijke dampen vrij uit het binnenbekledingmateriaal of de gebruikte lijmstoffen?
- 2.18 Is er voldoende verlichting aanwezig in de slaapcabine?
- 2.19 Is er bij een slaapcabine achter de bestuurdersplaats een veiligheidsvoorziening tegen uitvallen aanwezig?

3.

- 3.1
- 3.2 Is bij de ingangsopening steeds een vrije doorgang gegarandeerd?
- 3.3 Is een van binnen en buiten makkelijk te openen afscheiding van de passagiersruimte aanwezig?
- 3.4 Hebben slaapcabines die in langsrichting van de bus liggen, een nooduitgang naar buiten en een uitgang naar binnen?

- 3.5 Hebben slaapcabines die dwars op de rijrichting liggen, onafhankelijk van de toegang naar binnen, steeds een nooduitgang aan elke lengtezijde van het voertuig? Eén ervan mag uitgevoerd zijn als raam.
- 3.6 Heeft elke Nooduitgang van de slaapcabine minstens een doorsnede van 0,2 m²? Daarbij mag één van de zijden niet kleiner zijn dan 35 cm (bijvoorbeeld 45x45 cm of 57x35 cm).
- 3.7 Zijn nooduitgangen van binnenuit goed te herkennen en makkelijk te openen?
- 3.8 Kunnen nooduitgangen bij gevaar van buitenaf geopend worden door reddingswerkers?
- 3.9 Is de slaapcabine uitgerust met minstens één venster dat zicht naar buiten mogelijk maakt?
- 3.10 Zijn Toegangen en Nooduitgangen van de slaapcabine van buitenaf herkenbaar en volgens bijlage 1 ZH1/211 gemerkt (minstens 105x52 mm).
- 3.11 Is er een 'seininstallatie' (zoals een intercom) voor onderlinge communicatie tussen de verzekerde in de slaapcabine en de bestuurder?
- 3.12 Zijn lichtschakelaars voor de separate binnenverlichting zelf verlicht (of is er oriëntatieverlichting) en dichtbij de ingang aangebracht?
- 3.13 Is in de slaapcabine het verbodsteken 'roken verboden' duidelijk herkenbaar en duurzaam aangebracht (gem. VBG 125)?

Bijlage 2 Samenvatting onderzoek BGF *Ruheräume in Reisebussen*

Forschungsprojekt: Bericht zur Vorstudie *Optimale Gestaltung von Ruheräumen in Reisebussen unter besonderer Berücksichtigung der spezifische Einflußfaktoren auf die ruhende Person.*

Sinds halverwege de jaren 30 zijn er slaapcabines in vrachtwagens te vinden (Paulitz, 1989). In het personenvervoer werden pas in 1971 inbouwmogelijkheden voor slaapcabines geïntroduceerd (Huss/Schenk, 1986). In een vergelijkbaar project als dit, uitgevoerd in opdracht van het Duitse Berufsgenossenschaft für Fahrzeughaltungen (BGF), beschrijven Reinhardt en Lenz (1997) het belang van een goed uitgeruste bestuurder. Het is niet nodig dit belang in deze studie te onderbouwen.

Voor BGF was de aanleiding voor het onderzoek naar slaapcabines in Reisebussen dat er vaak klachten van chauffeurs waren, hoewel bestaande richtlijnen met betrekking tot afmetingen¹² in hoofdzaak in acht werden genomen. Bovendien was er bij een ongeluk iemand in de slaapcabine omgekomen. Het onderzoek bestond uit een literatuurstudie, interviews met chauffeurs, analyse van bevindingen tijdens de IAA'96 (Internationale Automobil-Ausstellung) en aanbevelingen. Uit interviews met 50 buschauffeurs kwam het volgende naar voren: 80% noemde de slaapcabines gebrekkig/onvoldoende of beperkt bruikbaar. Ruim eenderde (36%) rustte op de bijrijderstoel, en wel om de volgende redenen:

- omdat de slaapcabine als opbergruimte gebruikt wordt,
- omdat er sprake is van claustrofobie, onveiligheid en onzekerheid bij ongevallen,
- omdat ze zelf te groot of te zwaarlijvig zijn, de entree te hoekig of de slaapcabine te krap, zodat je er niet of moeilijk in kan draaien,
- omdat je je na verblijf in de slaapcabine niet kan omkleden en maar beperkt kan opfrissen.

Van de chauffeurs die wel gebruik maakten van de slaapcabines (64%)

- gebruikt 25% de in- en uitgang terwijl de bus rijdt, de rest gebruikt de noodluiken als toegang tot de slaapcabine, terwijl de bus stilstaat,
- klaagt 50% over geluidshinder,
- klaagt 100% over trillingen.

In een ongepubliceerd manuscript (Ebert, 1993 of 1994?) staat dat ongeveer de helft van de chauffeurs in een schijnbaar zeer diepe slaap valt bij het 'busgeluid', terwijl anderen klagen dat ze niet uitgerust en moe/uitgeput zijn. De schrijvers van het BGF-rapport denken dat verder onderzoek naar slapen in een voertuig effectief kan zijn voor het verkrijgen van kennis voor het ontwerpen van slaapcabines en om vast te kunnen stellen wat het verschil is tussen rusten in de stilstaande en een rijdende bus. Hierbij moet ook rekening gehouden worden met "Schwingrichtung" en geluidsbronnen als ook met verwondingsrisico's.

¹² ZH1/211 Richtlinien für Liegeplätze in Führerhäusern und Ruheräumen vor Fahrzeugen sowie Dachschräfkabinen.

De analyse van slaapcabines op IAA '96 leverde de volgende inzichten op¹³:

- betreden en verlaten van de slaapcabines is over het algemeen alleen mogelijk voor personen die niet meer dan 1,80 m en 75 kg zijn;
- traptreden zitten voor de ingang, waardoor het alleen met zeer grote moeite en door je in allerlei bochten te wringen mogelijk is tijdens de rit de slaapcabine in- of uit te kruipen: veiligheid bij arbeid ontbreekt daardoor;
- het mechanisme van de passagiersdeur draait voor de ingang van de slaapcabine, waarbij gevaar voor inklemmen bestaat;
- brandblusser, water- en wasmiddelcontainers (?) en EHBO zitten soms in de weg bij de ingang, waardoor in- en uitgang bemoeilijkt worden en een hogere kans op ongelukken ontstaat;
- de positie van het hoofd bevindt zich in directe nabijheid van de trap en/of tegenover het toilet, de hygiënische omstandigheden zijn twijfelachtig;
- bij het betreden van de slaapcabine moet je over de plaats waar je hoofd komt te liggen: je gaat er met je voeten en achterwerk overheen en schuift dan verder tot je ligt. De andere bestuurder doet dit ook. De hygiënische omstandigheden zijn daarom twijfelachtig;
- de bekleding absorbeert het geluid maar een beetje. Trillingen en "Schwingungen" worden waarschijnlijk volledig overgedragen. Door ontbrekende of ontoereikende isolatie is gezondheidsschade mogelijk;
- de meeste slaapcabines zijn met een eenvoudige wand afgeschermd van de bagageruimte. De bagage vormt daarom een direct gevaar voor de rustende persoon;
- bij één van de bussen komt men met het hoofd boven de accu te liggen (mogelijk gevaar door knalgasontwikkeling (?));
- dwars en/of langsbalken alsook "Luftfedebälge" bij de achteras zijn alleen met stof bekleed en steken bovenin of aan de zijkant in de slaapcabine, waardoor verwondingsgevaar ontstaat;
- noodluiken aan het voeteneinde kunnen in nood niet geopend worden, omdat het bijna onmogelijk is om om te draaien en de nooduitgang met de voeten niet geopend kan worden.

Volgens de onderzoekers kunnen er omvangrijke verbeteringen behaald worden en is het noodzakelijk dat slaapcabines in ieder geval niet slechter worden en dat het slapen in de rijdende bus ongeveer hetzelfde wordt als slapen in een stilstaande bus. Zij doen de volgende aanbevelingen:

- de ingang van de slaapcabine moet zo vormgegeven worden, "daß zumindest ein sicherer Zu- und Abgang in der nächsten Phase umgesetzt werden kann". Dit kan tot gevolg hebben dat de slaapcabine beter gebruikt zal worden;
- er zijn geluids- en trillingsmetingen nodig;
- trillingen en geluidsniveau verminderen het herstel tijdens het rusten/slapen. De typische "Schwingungs" frequenties van een touringcar liggen in hetzelfde bereik als de resonantiefrequenties van buik, borstkas en het hoofd van een mens (BASt, 1995). Nader onderzoek van mogelijk negatieve invloeden van deze Schwingungen van het voertuig op een slapende persoon is daarom nodig;
- andere fasen van onderzoek kunnen zijn: hygiënische omstandigheden, vermindering van trillingen en verlaging van het geluidsniveau en verheldering omtrent vragen over passieve veiligheid.

¹³ Welke bussen precies bekeken zijn, is onduidelijk. Als exposanten op de IAA '96 worden in een bijlage genoemd: Berkhof Valkenswaard BV, Bova Deutschland GmbH, EOS Coach MFG. CO.NV (Van Hool), Eurobus (Volvo), IKARUS Spezial Bus Fabrik GmbH, IRIZAR (Spanje), IVECO SpA (Italië), MAN Nutzfahrzeuge, Mercedes Benz, Neoplan, Noge S.L. (Spanje), Renault, Scania, Setra, Van Hool N.V. Volvo Busse Deutschland GmbH.

Bijlage 3 BGR 136 Richtlinien für Liegeplätze in Führerhäusern und Ruheräumen von Fahrzeugen sowie Dachschlafkabinen

(bisher ZH 1/211)

Hauptverband der gewerblichen Berufsgenossenschaften

Fachausschuss "Verkehr"

Oktober 1990

Aktualisierte Fassung 1999

Grijze tekst is niet van toepassing op slaapcabines in touringcars.

Inhalt

Vorbemerkung

1. Anwendungsbereich
2. Begriffsbestimmungen
3. Allgemeine Anforderungen
4. Bau und Ausrüstung
5. Betrieb
6. Prüfung
7. Zeitpunkt der Anwendung

Anhang 1

Anhang 2: Vorschriften und Regeln

Vorbemerkung

Fahrzeuge des Personen- und Güterfernverkehrs sind häufig mit Liegeplätzen ausgestattet, die es dem Fahrpersonal ermöglichen, die Ruhezeiten im Fahrzeug zu verbringen. Schon seit langem gibt es Liegeplätze in Fernverkehrsführerhäusern von Lastkraftwagen und Sattelzugmaschinen. Die Einführung sogenannter Volumentransportfahrzeuge hat zur Folge, dass vermehrt kurze Führerhäuser verwendet werden, bei denen die Liegeplätze in Form von Dachschlafkabinen (Topsleeper) auf die Führerhäuser aufgesetzt werden.

Da die einschlägigen Bestimmungen des Straßenverkehrsrechts lediglich einige wenige Empfehlungen zur Gestaltung von Liegeplätzen in Führerhäusern enthalten, sah es der Fachausschuss "Verkehr" als notwendig an, vorhandenen Regelungsdefiziten durch Aufstellung dieser Richtlinien Rechnung zu tragen.

Aufgrund besonderer Gefährdungsmerkmale sieht die BG-Vorschrift "Fahrzeuge" (BGV D 29, bisherige VBG 12) ein Aufenthaltsverbot in Dachschlafkabinen während der Fahrt vor, sofern die Dachschlafkabinen nicht besonderen sicherheitstechnischen Anforderungen genügen (siehe Abschnitt 4.3.2), die dieser Gefährdung Rechnung tragen.

Zu den Dachschlafkabinen im Sinne dieser Richtlinien gehören auch mit Liegeplätzen ausgestattete, oberhalb des Führerhauses angeordnete Räume in Möbeltransportfahrzeugen. Die Besonderheiten dieser Ausführungsform haben Berücksichtigung gefunden; so gilt z.B. das Aufenthaltsverbot während der Fahrt nicht.

Ruheräume von Kraftomnibussen wurden wegen ebenfalls vorhandener Regelungsdefizite in den Anwendungsbereich dieser Richtlinien einbezogen.

Anders als bei Dachschlafkabinen war der Aufenthalt in Ruheräumen von Kraftomnibussen während der Fahrt grundsätzlich zulässig, der Aufenthalt bei abgestelltem Fahrzeug jedoch nur dann, wenn Heizung und Belüftung dafür ausgelegt sind (Abschnitt 4.4.12).

Da bestimmte Ruheräume (insbesondere solche, die parallel zur Fahrzeuglängsachse angeordnet sind) im Falle von Unfallbeteiligung des Kraftomnibusses als kritisch für sich dort aufhaltende Personen anzusehen sind, war es im Zuge der Ersten Änderung der vorliegenden Richtlinien notwendig, ein von der Bauart des Ruheraumes abhängiges Aufenthaltsverbot während der Fahrt aufzunehmen (siehe Abschnitt 5.9). Dieses Aufenthaltsverbot erstreckt sich auch auf solche Ruheräume, die dem Abschnitt 4.4 nicht entsprechen.

Geltende Vorschriften zu Ruhezeiten (VO (EWG) Nr. 3820/85, AETR) bleiben durch diese Richtlinien unberührt.

1. Anwendungsbereich

Diese Richtlinien finden Anwendung auf Liegeplätze

- im Innenraum von Führerhäusern,
 - in vom Innenraum der Führerhäuser getrennt angeordneten Dachschlafkabinen von Lastkraftwagen
- und
- in Ruheräumen von Kraftomnibussen.

2. Begriffsbestimmungen

2.1 Liegeplätze im Sinne dieser Richtlinien sind feste oder klappbare Liegen, die sich entweder im Innenraum des Führerhauses eines Lastkraftwagens oder in der vom Innenraum des Führerhauses getrennt angeordneten Dachschlafkabine oder im Ruheraum eines Kraftomnibusses befinden.

Zu den Liegeplätzen, die sich im Innenraum eines Führerhauses befinden, zählen auch solche Anbaukabinen, die an der Führerhausrückwand angebracht und vom Führerhausinnenraum zugänglich sind (z.B. bei Autotransportern).

2.2 Keine Liegeplätze im Sinne dieser Richtlinien sind Sitze für Fahrzeugführer, Beifahrer und Mitfahrer, bei denen durch Verstellung der Rückenlehnenneigung eine mehr oder weniger günstige Ruheposition erreicht werden kann (Liege-,Schlafsitze).

2.3 Vom Innenraum des Führerhauses getrennt angeordnete Dachschlafkabinen im Sinne dieser Richtlinien sind mit Liegeplätzen ausgestattete Räume (Kabinen), die oberhalb des Führerhausdaches eines Lastkraftwagens aufgesetzt und vom Innenraum des Führerhauses ganz oder teilweise abgetrennt sind. Dachschlafkabinen werden auch Dachkabinen oder Topsisleepers genannt.

Zu den Dachschlafkabinen gehören auch mit Liegeplätzen ausgestattete, oberhalb des Führerhauses angeordnete Räume in Möbeltransportfahrzeugen, im folgenden Pullman-Kabinen genannt.

2.4 Ruheräume im Sinne dieser Richtlinien sind mit Liegeplätzen ausgestattete Räume in Kraftomnibussen (Reisebussen), die vom Fahrgastraum abgetrennt sind. Diese Räume sind üblicherweise nur für die Benutzung durch das Fahrpersonal, nicht jedoch durch Mitfahrer (Fahrgäste) bestimmt.

3. Allgemeine Anforderungen

3.1 Liegeplätze in Führerhäusern von Lastkraftwagen, in Ruheräumen von Kraftomnibussen und in Dachschlafkabinen von Lastkraftwagen müssen nach den Bestimmungen dieser Richtlinien und im übrigen den allgemein anerkannten Regeln der Technik entsprechend beschaffen sein und betrie-

ben werden. Abweichungen sind zulässig, wenn die gleiche Sicherheit auf andere Weise gewährleistet ist.

- 3.2 Zusätzlich zu Abschnitt 3.1 müssen sich Liegeplätze, die im Innenraum von Führerhäusern von Fahrzeugen mit behördlicher Betriebserlaubnis angeordnet sind, in dem durch die Erlaubnis bestimmten Zustand befinden.
- 3.3 Die in diesen Richtlinien enthaltenen technischen Lösungen schließen andere, mindestens ebenso sichere Lösungen nicht aus, die auch in technischen Regeln anderer Mitgliedstaaten der Europäischen Union oder anderer Vertragsstaaten des Abkommens über den Europäischen Wirtschaftsraum ihren Niederschlag gefunden haben können.
- 3.4 Prüfberichte von Prüflaboratorien, die in anderen Mitgliedstaaten der Europäischen Union oder in anderen Vertragsstaaten des Abkommens über den Europäischen Wirtschaftsraum zugelassen sind, werden in gleicher Weise wie deutsche Prüfberichte berücksichtigt, wenn die den Prüfberichten dieser Stellen zugrunde liegenden Prüfungen, Prüfverfahren und konstruktiven Anforderungen denen der deutschen Stelle gleichwertig sind. Um derartige Stellen handelt es sich vor allem dann, wenn diese die in der Normenreihe EN 45 000 niedergelegten Anforderungen erfüllen.

4. Bau und Ausrüstung

4.1 Gemeinsame Bestimmungen

- 4.1.1 Liegeplätze müssen einen sicheren Aufenthalt gewährleisten.
- 4.1.2 Liegeplätze müssen einen ausreichenden Bewegungsraum bieten.
- 4.1.3 Liegeplätze müssen leicht und sicher zu erreichen sein.
- 4.1.4 Liegeplätze müssen so gestaltet und auf das Fahrzeug abgestimmt sein, dass Körperschäden möglichst vermieden werden.
- 4.1.5 Liegeplätze müssen so beschaffen sein, dass durch die Art der verwendeten Werkstoffe, durch Verglasung, Kanten, Ecken und Profile Verletzungen nicht zu erwarten sind und bei Unfällen das Ausmaß und die Folgen von Verletzungen möglichst gering bleiben. Mögliche Aufprallflächen im Kopfbereich müssen ausreichend gepolstert sein.

Dies schließt auch Betätigungseinrichtungen (Stellteile) für Türen, Fenster, Schränke und zu öffnende Dächer und Klappen ein.

Bezüglich der Entflammbarkeit der Werkstoffe einschließlich Polsterung und Dämmmaterial wird dies erreicht, wenn die Flammausbreitungsgeschwindigkeit der benutzten Materialien nicht mehr als 110 mm/min nach DIN 75200 "Bestimmung des Brennverhaltens von Werkstoffen der Kraftfahrzeuginnenausstattung" oder ISO 3795 "Road vehicles – Determination of burning behaviour of interior materials in motor vehicles" beträgt.

- 4.1.6 Die auf die Versicherten einwirkenden Geräusche und mechanischen Schwingungen auf den Liegeplätzen dürfen das nach dem jeweiligen Stand der Technik – einschließlich der Technik zur Minderung der Geräusche und Schwingungen – unvermeidliche Maß nicht überschreiten. Bei abgestelltem Fahrzeugmotor darf im Innenraum der durch das Fahrzeug (ausgenommen Fahrzeugaufbauten) verursachte Eigengeräuschpegel bei betriebsüblicher Nutzung 60 dB(A) – gemessen in Ohrhöhe in liegender Position – nicht überschreiten.

Eigengeräuschpegel werden z.B. verursacht durch Heizungs-, Lüftungs- und Klimaanlage.

Zur Ermittlung der Geräuschmesswerte ist DIN 45641 "Mittelung von Schallpegeln" heranzuziehen.

- 4.1.7 Räume, in denen sich Liegeplätze befinden, müssen durch eine vom Fahrzeugmotor (Abwärme) unabhängige Heizung (Standheizung) ausreichend erwärmt werden können.

Die Erwärmung ist ausreichend, wenn in Anlehnung an DIN 7941 "Caravan; Begriffe, Maße, Anforderungen und Prüfung" bei einer Außentemperatur von -15 °C in Raummitte eine Innenraumtemperatur von mindestens 15 °C erreicht wird.

Die Temperatur soll in vertikaler und horizontaler Richtung möglichst gleichmäßig sein.

- 4.1.8 Einrichtungen für das Beheizen und Belüften von Räumen, in denen sich Liegeplätze befinden, müssen so gebaut und installiert sein, dass bei ihrem Betrieb Feuer- und Explosionsgefahren sowie Gesundheitsschäden durch Abgase oder Sauerstoffmangel ausgeschlossen sind.

Siehe auch § 22a Abs. 1 Nr. 1 Straßenverkehrs-Zulassungs-Ordnung (StVZO) und Nummer 27 "Heizungen" der Technischen Anforderungen an Fahrzeugteile bei der Bauartprüfung nach § 22a StVZO.

Daraus folgt, dass bei Heizungen die Verbrennungsluft nicht den Fahrzeuginsassenräumen entnommen werden darf, Verbrennungsabgase nicht in die Heizluft übertreten dürfen und nach dem Erlöschen der Flammen die weitere Zufuhr von Brennstoff automatisch abgesperrt werden muss. Sauerstoffmangel ist durch eine nicht außer Funktion zu setzende Zwangsbe- und Entlüftung auszuschließen.

- 4.1.9 Räume, in denen sich Liegeplätze befinden, müssen so ausgeführt sein, dass sie nach außen gut isoliert sind, um eine Erwärmung des Liegeplatzes bei hohen Außentemperaturen so gering wie möglich zu halten.

Dies kann außer durch gute Isolierung der Räume durch wirkungsvolle Lüftungsanlagen erreicht werden.

- 4.1.10 Anordnung, Beschaffenheit und Gestaltung der elektrischen Leitungen und Betriebsmittel müssen so ausgeführt sein, dass die Entstehung und Ausbreitung von Bränden verhindert wird.

Siehe auch DIN VDE 0472-804 "Prüfung an Kabeln und isolierten Leitungen; Brennverhalten".

- 4.1.11 Gefahren durch elektrischen Strom müssen vermieden sein. Bei Einspeisung von Fremdstrom sind die VDE-Bestimmungen zu beachten.

- 4.1.12 Innenausstattungsmaterialien sowie die verwendeten Kleber dürfen keine gesundheitsschädlichen Dämpfe freisetzen.

- 4.1.13 Liegeplätze müssen über ausreichende Beleuchtung verfügen, die unabhängig von der Innenbeleuchtung des Führerhauses oder Fahrgastraumes geschaltet werden kann. Eine Blendung des Fahrzeugführers muss vermieden sein.

4.2 Besondere Bestimmungen für Liegeplätze in Führerhäusern

4.2.1 Liegeplätze in Führerhäusern müssen wie folgt bemessen sein:

	mindestens (mm)	empfohlen (mm)
Breite	≥ 600	≥ 700
Länge	≥ 1900	≥ 2000
Licht Höhe über Liegefläche	≥ 550	≥ 650

Die Mindestabmessungen ergeben sich nach den Empfehlungen der Führerhaus-Richtlinien zu § 30 Straßenverkehrs-Zulassungs-Ordnung (StVZO).

4.2.2 Liegeplätzen, die sich 1 m oder höher über der Zugangsstandfläche befinden, müssen geeignete Aufstiege und erforderlichenfalls Haltemöglichkeiten zugeordnet sein.

4.2.3 Liegeplätze müssen mit wirksamen, einfach zu handhabenden Sicherungen gegen Herausfallen von Personen bei üblichen Verkehrsbedingungen ausgerüstet sein. Zusätzlich müssen hochgelegene Liegeplätze so gesichert sein, dass eine Gefährdung von Fahrzeugführer und Beifahrer durch von der Liegefläche herabfallende Gegenstände vermieden ist.

Sicherungen sind als wirksam anzusehen, wenn sie einen Körper, der dem 95. männlichen Gewichtsperzentil (96 kg) entspricht, bei der mit der Betriebsbremse des Fahrzeuges erzielbaren maximalen Verzögerung sicher vor dem Herausfallen schützen.

Für untere Liegen, die hinter den Sitzen für Fahrzeugführer und Beifahrer angeordnet sind, können die den Liegeplätzen zugewandten rückwärtigen Sitzteile als ausreichend wirksame Sicherungen angesehen werden, wenn diese Sitzteile

- unmittelbar vor den Liegeplätzen angeordnet sind,
- ausreichend abgepolstert sind

und

- keinen ungesicherten Zwischenraum von mehr als 400 mm im Mittelbereich des Liegeplatzes freilassen.

Beträgt der Zwischenraum im Mittelbereich des Liegeplatzes mehr als 400 mm, ist dieser Zwischenraum durch besondere Einrichtungen zu sichern, z.B. durch ein ausreichend abgepolstertes, mindestens 250 mm (gemessen über belasteter Matratze) hohes Bordbrett bzw. entsprechenden Bügel) oder durch Sicherungsnetz.

Sicherungen sind z.B. einfach zu handhaben, wenn sie mit einer Hand betätigt werden können.

4.2.4 Beweglich angeordnete Liegen müssen leicht und gefahrlos zu betätigen sein.

Bewegliche Liegen sind z.B. klappbare oder höhenverstellbare Liegen.

4.2.5 Bewegliche Liegen müssen in angehobener Stellung formschlüssig gesichert sein oder werden können. Sofern solche Liegen so angeordnet sind, dass ein unbeabsichtigtes Herabklappen während der Fahrt Fahrzeugführer oder Beifahrer verletzen kann, sind zwei voneinander unabhängige, selbsttätig wirkende, formschlüssige Sicherungen erforderlich.

- 4.2.6 Verglaste Flächen von Führerhäusern sollten mit Sichtschutz ausgerüstet sein.
Sichtschutz bieten z.B. Vorhänge.
- 4.2.7 Beleuchtungseinrichtungen für Liegeplätze müssen so angeordnet oder beschaffen sein, dass der Fahrzeugführer durch Blendwirkung nicht beeinträchtigt wird.
Beleuchtungseinrichtungen sind z.B. Leselampen.

4.3 Besondere Bestimmungen für Liegeplätze in Dachschlafkabinen

4.3.1 Allgemeines

- 4.3.1.1 Dachschlafkabinen, ausgenommen Pullman-Kabinen, sind nur auf geeigneten Führerhäusern zulässig.

Für die verkehrsrechtliche Zulassung ist ein Führerhaus dann geeignet, wenn eine Unbedenklichkeitsbescheinigung des LKW-Herstellers vorliegt. Diese Bescheinigung ist erforderlich, weil sich der Aufbau der Dachschlafkabine auf die Konstruktion des Führerhauses auswirken kann, insbesondere auf

- die Führerhauslagerung und -federung,
- die Kipphydraulik und die Sicherheitsstütze bei kippbaren Führerhäusern,
- das Verformungsverhalten des Führerhauses wegen des Dachausschnittes,
- die zulässige Vorderachslast.

Die Dachlast des Führerhauses setzt sich zusammen aus dem Gewicht der komplett ausgestatteten Dachschlafkabine und dem Personengewicht.

- 4.3.1.2 Dachschlafkabinen sind nicht zulässig auf Fahrzeugen, bei denen die Auspuffleitung am Führerhaus nach oben geführt wird.
- 4.3.1.3 Kippbare Führerhäuser mit Dachschlafkabinen müssen leicht und gefahrlos gekippt werden können.
- 4.3.1.4 Dachschlafkabinen müssen sicher am Führerhaus befestigt sein.
- 4.3.1.5 Liegeplätze in Dachschlafkabinen müssen wie folgt bemessen sein:

	mindestens (mm)	empfohlen (mm)
Breite des Liegeplatzes	≥ 600	≥ 700
Länge des Liegeplatzes	≥ 1900	≥ 2000
Lichte Innenhöhe der Dachschlafkabine	≥ 850	≥ 900

Bei in Fahrtrichtung vor der Durchstiegsöffnung angeordneter Liegefläche ist eine Einschränkung der lichten Höhe (gemessen ohne Matratze) über der Liegefläche im vorderen Bereich bis auf ein Maß von mindestens 650 mm zulässig.

- 4.3.1.6 Dachschlafkabinen müssen vom Führerhausinnenraum über eine Durchstiegsöffnung von mindestens 500 x 450 mm zu erreichen und zu verlassen sein. Anzustreben sind Durchstiegsöffnungen von mindestens 0,3 m² Größe, wobei bei rechteckiger Gestaltung keine der Seitenlängen das Maß von 450 mm unterschreiten darf.
- 4.3.1.7 Durch Klappen oder Deckel schließbare Durchstiegsöffnungen müssen sowohl von innen als auch von außen leicht und einfach geöffnet werden können. Dies gilt auch, wenn der Liegeplatz benutzt wird.

Ein Verschließen oder Verriegeln von Klappen und Deckeln darf nicht möglich sein.

Dies wird erreicht, wenn Klappen und Deckel im Notfall nach unten geöffnet werden können. Ein unbeabsichtigtes Öffnen nach unten muss jedoch verhindert sein.

4.3.1.8 Durchstiegsöffnungen müssen so angeordnet oder gestaltet sein, dass das Herabfallen von Gegenständen auf Fahrzeugführer und Beifahrer möglichst vermieden ist.

4.3.1.9 Unterhalb von Durchstiegsöffnungen muss ein Aufstieg vorhanden sein, über den die Dachschlafkabinen sicher erreicht und verlassen werden können.

Dies wird erreicht, wenn

- das Auf- und Absteigen möglich ist, ohne dass das volle Körpergewicht mit den Armen abgestützt werden muss,

- unterhalb von Durchstiegsöffnungen (in deren Vertikalprojektion) eine im Wesentlichen horizontale, bequem erreichbare Standfläche (Zugangsstandfläche) von mindestens 300 x 250 mm vorhanden ist,

- bei einem Abstand von mehr als 800 mm zwischen Standfläche und Liegefläche geeignete Auftritte mit mindestens 150 mm Fußraumtiefe vorhanden sind, deren Abstände

- zur Standfläche und untereinander höchstens 500 mm,

- zur Liegefläche höchstens 800 mm

betragen

und

- dem Aufstieg ausreichende Haltemöglichkeiten zugeordnet sind.

4.3.1.10 Klappbare und schwenkbare Auftritte zu Dachschlafkabinen müssen gegen unbeabsichtigte Bewegungen gesichert sein oder werden können. Die Aufstiege dürfen nicht ohne Zuhilfenahme von Werkzeug entfernt werden können.

4.3.1.11 Bei der Anordnung und Gestaltung der Aufstiege zu Dachschlafkabinen müssen scharfe Kanten, Ecken und Profile vermieden sein.

4.3.1.12 Bei Dachschlafkabinen muss unabhängig von der Durchstiegsöffnung vom Führerhausinnenraum ein Notausstieg vorhanden sein, der an einer der beiden Dachschlafkabinenseiten angeordnet ist.

4.3.1.13 Notausstiege müssen eine Öffnung von mindestens 0,2 m² Größe aufweisen, wobei keine der Seitenlängen das Maß von 350 mm unterschreiten darf.

Bei quadratischem Querschnitt ergibt sich eine Öffnung von 450 x 450 mm, unter Einbeziehung des Mindestseitenmaßes von 350 mm ergibt sich eine Öffnung von 570 x 350 mm.

4.3.1.14 Notausstiege müssen von innen leicht zu erkennen und zu öffnen sein.

Dies schließt ein, dass

- Notausstiege gekennzeichnet sind, sofern sie als solche nicht eindeutig erkennbar sind

und

- die Öffnungsweise des Notausstieges gekennzeichnet ist, sofern diese nicht eindeutig erkennbar ist.

4.3.1.15 Dachschlafkabinen müssen mit einer Belüftungseinrichtung mit ausreichendem Luftwechsel und einer nicht verschließbaren Entlüftung ausgerüstet sein.

- 4.3.1.16 Dachschlafkabinen, deren Durchstiegsöffnungen zum Führerhausinnenraum schließbar sind, müssen mit einer Sicherheitslüftung ausgerüstet sein, die die erforderliche Mindestzufuhr von Frischluft gewährleistet, auch wenn die sonstigen vorhandenen Lüftungsmöglichkeiten nicht geöffnet sind. Der Querschnitt der Sicherheitslüftung muss so bemessen sein, dass der CO₂-Wert von 1 Vol.-Prozent nicht überschritten wird.

Siehe auch DIN 7941 "Caravan; Begriffe, Maße, Anforderungen und Prüfung".

- 4.3.1.17 Dachschlafkabinen müssen ausreichend isoliert sein. Schweißwasserbildung sollte möglichst vermieden sein.

- 4.3.1.18 Heizung und Lüftung müssen zugfrei einsetzbar sein, die Luftströme für Heizung und Belüftung müssen von der Dachschlafkabine aus regelbar sein.

- 4.3.1.19 Dachschlafkabinen müssen ausreichend mit Ablageflächen oder anderen Staumöglichkeiten ausgerüstet sein, damit Behinderungen durch auf der Liegefläche abgelegte Gegenstände vermieden werden.

- 4.3.1.20 An Dachschlafkabinen, ausgenommen Pullman-Kabinen, die nicht den zusätzlichen Bestimmungen nach Abschnitt 4.3.2 entsprechen, muss an der Durchstiegsöffnung zur Dachschlafkabine ein Schild mit der Aufschrift

"Der Aufenthalt in der Dachschlafkabine ist während der Fahrt verboten" deutlich erkennbar und dauerhaft angebracht sein.

Zum Verbotsschild (Verbot des Aufenthalts in Dachschlafkabinen während der Fahrt) siehe auch Anhang 1 und DIN 70006-1 "Sicherheits- und Hinweiszeichen für Fahrzeuge; Teil 1: Sicherheits- und Hinweiszeichen für Nutzkraftwagen".

- 4.3.1.21 In Dachschlafkabinen muss auf das Rauchverbot durch das Verbotsschild "Rauchen verboten" deutlich erkennbar und dauerhaft hingewiesen werden. Das Verbotsschild muss der BG-Vorschrift "Sicherheits- und Gesundheitsschutzkennzeichnung am Arbeitsplatz" (BGV A 8, bisherige VBG 125) entsprechen.

4.3.2 Zusätzliche Bestimmungen für Dachschlafkabinen, die für den Aufenthalt während der Fahrt geeignet sind

- 4.3.2.1 Dachschlafkabinen müssen so gebaut und am Führerhaus befestigt sein, dass die Gefahr der Verletzung für einen in der Kabine befindlichen Versicherten bei einem Unfall weitgehend ausgeschlossen ist. Dachschlafkabinen müssen auch dann einen ausreichenden Überlebensraum bieten, wenn das Fahrzeug unfallbedingt umstürzt.

Dies wird erreicht, wenn in Anlehnung an die in Anhang 3 Anlage 2 ECE-Regelung Nummer 29 "Einheitliche Bedingungen für die Genehmigung der Fahrzeuge hinsichtlich des Schutzes der Insassen des Fahrerhauses von Nutzfahrzeugen" dargestellte Prüfpuppe, für die hier in abgewandelter Form eine liegende Position angenommen werden muss, ein ausreichender Überlebensraum vorhanden ist. Dabei ist für Dachschlafkabinen, ausgenommen Pullman-Kabinen, von einer statischen Prüflast der Dachschlafkabine in Höhe der zulässigen Vorderachslast auszugehen. Die Prüflast braucht jedoch nicht mehr als 6000 kg zu betragen. Eine führerhausunabhängige Prüfung ist möglich.

- 4.3.2.2 Die vordere Begrenzungswand des Innenraumes von Dachschlafkabinen darf keine Glasflächen enthalten.
Zur Gestaltung des Innenraumes siehe Abschnitt 4.1.5.
- 4.3.2.3 Die Außen- und Innenausbaumaterialien von Dachschlafkabinen dürfen bei unfallbedingter äußerer Krafteinwirkung nicht splintern oder scharfkantig brechen.
Zur Splittersicherheit von Werkstoffen siehe auch Nummer 29 "Sicherheitsglas" der "Technischen Anforderungen an Fahrzeugteile bei der Bauartprüfung nach 22 a StVZO".
- 4.3.2.4 Durchstiegsöffnungen im Fahrzeuginnenraum dürfen nicht oberhalb des Sitzes des Fahrzeugführers angeordnet sein.
- 4.3.2.5 Liegeplätze in Dachschlafkabinen müssen mit Sicherungen gegen Herausfallen ausgerüstet sein, wenn die Durchstiegsöffnung nicht so angeordnet oder gestaltet ist, dass ein Absturz ausgeschlossen werden kann.
Bezüglich der Wirksamkeit und Handhabungsmöglichkeiten der Sicherungen siehe Abschnitt 4.2.3.
- 4.3.2.6 Bei Dachschlafkabinen muss unabhängig von der Durchstiegsöffnung im Führerhausinnenraum zusätzlich zu dem Notausstieg nach Abschnitt 4.3.1.12 ein zweiter Notausstieg vorhanden sein. Die Lage der Notausstiege muss so angeordnet sein, dass entweder
- je ein Ausstieg zur rechten und zur linken Seite
oder
- ein Ausstieg in der Dachfläche und ein zweiter zur linken Seite vorhanden ist.
- 4.3.2.7 Für Dachschlafkabinen, die für den Aufenthalt während der Fahrt geeignet sind, ist ein Aufenthaltverbotsschild nach Abschnitt 4.3.1.20 nicht erforderlich.

4.4 Besondere Bestimmungen für Liegeplätze in Ruheräumen von Kraftomnibussen

- 4.4.1 Ruheräume, die sich unterhalb des Fahrgastraumes befinden, dürfen nicht in einem Abstand von weniger als 1,2 m von der vorderen bzw. der hinteren Fahrzeugbegrenzung des Kraftomnibusses angeordnet sein.
- 4.4.2 Liegeplätze in Ruheräumen von Kraftomnibussen müssen wie folgt bemessen sein:

	mindestens (mm)	empfohlen (mm)
Breite	≥ 600	≥ 700
Länge	≥ 1900	≥ 2000
Lichte Höhe über Liegefläche		
- für quer zur Fahrzeuglängsachse angeordnete Ruheräume	≥ 650	≥ 900
- für längs zur Fahrzeuglängsachse angeordnete Ruheräume		≥ 900
Umfang der Querschnittsfläche quer zur Ruheraum-Längsachse		≥ 2800

Eine Einschränkung der lichten Höhe im Bereich des Mittelganges des Fahrgastraumes ist zulässig, jedoch muss der Fluchtweg nach beiden Seiten erhalten bleiben.

- 4.4.3 Ruheräume müssen vom Innenraum des Kraftomnibusses einen Zugang haben, der

- eine Durchstiegsöffnung von mindestens 550 x 450 mm aufweist,
 - im Bereich vor der Durchstiegsöffnung eine geeignete und ausreichend große Fläche zum Erreichen und Verlassen des Ruheraumes aufweist,
 - jederzeit freien Durchstieg gewährleistet
- und
- zum Fahrgastraum mit einer Abtrennung versehen ist, die sowohl von innen als auch von außen leicht und einfach geöffnet werden kann.
- 4.4.4 Ruheräume, die parallel zur Fahrzeuglängsachse angeordnet sind, müssen einen Notausstieg nach außen und einen Ausstieg nach innen aufweisen.
- 4.4.5 Ruheräume, die quer zur Fahrzeuglängsachse angeordnet sind, müssen unabhängig vom Zugang zum Innenraum an jeder Fahrzeuglängsseite jeweils einen Notausstieg haben, von denen ein Notausstieg als Fenster ausgebildet sein kann.
- 4.4.6 Jeder Notausstieg muss eine Öffnung von mindestens 0,2 m² Größe aufweisen, wobei eine der Seitenlängen das Maß von 350 mm nicht unterschreiten darf.
Bei quadratischem Querschnitt ergibt sich eine Öffnung von 450 x 450 mm, unter Einbeziehung des Mindestseitenmaßes von 350 mm ergibt sich eine Öffnung von 570 x 350 mm.
- 4.4.7 Die Notausstiege müssen von innen erkennbar und leicht zu öffnen sein.
Dies schließt ein, dass
- Notausstiege gekennzeichnet sind, sofern sie als solche nicht eindeutig erkennbar sind
- und
- die Art des Öffnens sinnfällig gekennzeichnet ist, sofern diese nicht eindeutig erkennbar ist.
- 4.4.8 Notausstiege müssen im Gefahrfall von außen durch Rettungspersonal geöffnet werden können.
- 4.4.9 Ruheräume müssen mindestens mit einem Fenster ausgerüstet sein, das die Sicht nach außen ermöglicht.
- 4.4.10 Zugänge zu Ruheräumen sowie Notausstiege müssen von außen erkennbar nach Anhang 1 gekennzeichnet sein.
Die Hinweiszeichen sollen das Rettungspersonal bei Unfällen darauf hinweisen, dass sich in den Ruheräumen Personen befinden können.
- 4.4.11 Zur wechselseitigen Verständigung zwischen einem sich im Ruheraum aufhaltenden Versicherten und dem Fahrzeugführer muss eine Signaleinrichtung vorhanden sein.
Dies kann z.B. eine Gegensprechanlage sein.
- 4.4.12 Ruheräume müssen mit einer vom Fahrgastraum unabhängigen Belüftungseinrichtung mit ausreichendem Luftwechsel und einer nicht verschließbaren Entlüftung ausgerüstet sein. Eine Gefährdung durch Abgase muss wirksam verhindert sein.
- 4.4.13 Abweichend von den Abschnitten 4.1.7 und 4.4.12 müssen Ruheräume in Kraftomnibussen nur während der Fahrt ausreichend erwärmt und unabhängig vom Fahrgastraum belüftet werden können. Für die Erwärmung ist eine vom Fahrzeugmotor (Abwärme) unabhängige fahrzeugeigene Heizung (Standheizung) nicht erfor-

derlich.

Siehe Abschnitt 5.8.

- 4.4.14 Ruheräume müssen mit einer Sicherheitslüftung ausgerüstet sein, die die erforderliche Mindestzufuhr von Frischluft gewährleistet, auch wenn die sonstigen vorhandenen Lüftungsmöglichkeiten nicht geöffnet sind. Der Querschnitt der Sicherheitslüftung muss so bemessen sein, dass der CO₂-Wert von 1 Vol.-Prozent nicht überschritten wird.
Siehe auch DIN 7941 "Caravan; Begriffe, Maße, Anforderungen und Prüfung".
- 4.4.15 Heizung und Lüftung müssen zugfrei einsetzbar sein und vom Ruheraum aus regelbar sein.
- 4.4.16 Lichtschalter für die separate Innenbeleuchtung müssen selbstleuchtend (fluoreszierend) und in der Nahe des Zugangs angebracht sein. Selbstleuchtende Lichtschalter sind nicht erforderlich, wenn eine Orientierungsbeleuchtung vorhanden ist.
- 4.4.17 In Ruheräumen muss das Verbotsschild "Rauchen verboten" deutlich erkennbar und dauerhaft angebracht sein. Das Verbotsschild muss der BG-Vorschrift "Sicherheits- und Gesundheitsschutzkennzeichnung am Arbeitsplatz" (BGV A 8, bisherige VBG 125) entsprechen.

5. Betrieb

- 5.1 Liegeplätze in Führerhäusern und Ruheräumen von Fahrzeugen sowie Dachschlafkabinen dürfen nur bestimmungsgemäß benutzt werden.
Liegeplätze sind z.B. nicht als Lagerflächen für Transportgut, mitgeführte Ersatzteile oder Werkzeuge zulässig.
- 5.2 Die geltenden Vorschriften über Ruhezeiten bleiben von diesen Richtlinien unberührt.
Artikel 8 Abs. 7 Verordnung (EWG) Nr. 3820/85 des Rates vom 20. Dezember 1985 über die Harmonisierung bestimmter Sozialvorschriften im Straßenverkehr lautet:
"Die tägliche Ruhezeit kann im Fahrzeug verbracht werden, sofern es mit einer Schlafkabine ausgestattet ist und stillsteht."
Das Europäische Übereinkommen über die Arbeit des im internationalen Straßenverkehr beschäftigten Fahrpersonals (AETR) beinhaltet eine gleichartige Bestimmung.
- 5.3 Zum Erreichen oder Verlassen der Liegeplätze vorgesehene Aufstiege und Haltegriffe sind bestimmungsgemäß zu benutzen.
- 5.4 Sicherungen gegen das Herausfallen von Personen an Liegeplätzen sind während der Fahrt bestimmungsgemäß zu benutzen.
- 5.5 Bewegliche Liegeplätze müssen in angehobener Stellung formschlüssig gesichert werden.
- 5.6 In Ruheräumen von Kraftomnibussen sowie in Dachschlafkabinen darf nicht geraucht werden.
- 5.7 In Dachschlafkabinen nach Abschnitt 4.3.1, ausgenommen Pullman-Kabinen, ist der Aufenthalt während der Fahrt verboten.
- 5.8 In Ruheräumen von Kraftomnibussen nach Abschnitt 4.4.13 ist der Aufenthalt bei abgestelltem Fahrzeug verboten.
- 5.9 Der Aufenthalt in Ruheräumen von Kraftomnibussen ist während der Fahrt verboten, wenn
- die Anforderungen des Abschnitts 4.4 nicht erfüllt sind

oder

- die Ruheräume parallel zur Fahrzeuglängsachse angeordnet sind.

Zum Verbotssymbol (Verbot des Aufenthalts in Ruheräumen während der Fahrt) siehe Anhang 1.

- 5.10 Bei Sattelzugmaschinen, die Sattelanhänger mit an der Stirnwand angeordneten Kühlaggregate mit Verbrennungsmotor mitführen, dürfen vorhandene Dachschlafkabinen nicht benutzt werden, sofern die Kühlaggregate nicht außer Betrieb gesetzt (ausgeschaltet) sind.

Bei dieser Zugkombination kann nicht ausgeschlossen werden, dass Abgase des Verbrennungsmotors durch das Belüftungs- oder Heizungssystem in die Dachschlafkabine eindringen.

6. Prüfung

Liegeplätze in Führerhäusern und Ruheräumen von Fahrzeugen sowie Dachschlafkabinen sind als Teile von Fahrzeugen im Rahmen der Prüfung von Fahrzeugen durch Sachkundige zu prüfen.

Siehe § 57 Abs. 1 BG-Vorschrift "Fahrzeuge" (BGV D 29, bisherige VBG 12).

7. Zeitpunkt der Anwendung

- 7.1 Diese Richtlinien sind anzuwenden ab Oktober 1990.

Abweichend von Abschnitt 7.1 sind die Bestimmungen der Abschnitte

- 4.3.1.5 hinsichtlich der lichten Innenhöhe,
- 4.3.1.6,
- 4.3.1.7,
- 4.4.1 bis 4.4.6

und

- 4.4.9

ab Oktober 1991 anzuwenden.

- 7.2 Abweichend von Abschnitt 7.1 sind diese Richtlinien mit Ausnahme der Abschnitte

- 4.1.7,
- 4.1.8,
- 4.1.10,
- 4.1.11,
- 4.2.3 Satz 1,
- 4.3.1.20,

- 5

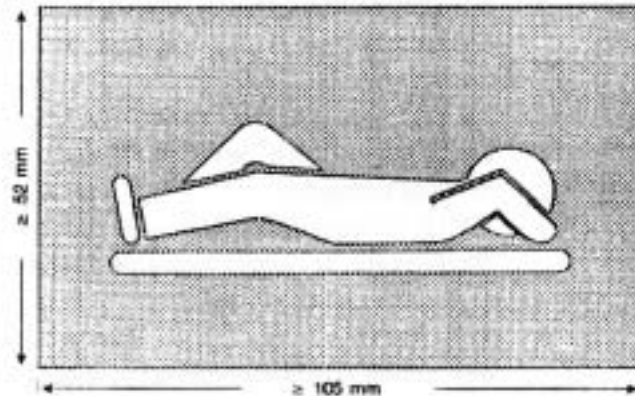
und

- 6

nicht anzuwenden auf Liegeplätze in Fahrzeugen, die bis zum Oktober 1990 erstmalig in Betrieb genommen wurden.

Anhang 1

1. Hinweiszeichen für Ruheräume von Kraftomnibussen



Zur Ausführung des Hinweiszeichens:

Grund: blau, Bildzeichen: weiß;

siehe auch BG-Vorschrift "Sicherheits- und Gesundheitsschutzkennzeichnung am Arbeitsplatz" (BGV A 8, bisherige VBG 125).

2. Verbotsszeichen für den Aufenthalt in Ruheräumen während der Fahrt



Zur Ausführung des Verbotsszeichens: Grund: weiß, Bildzeichen: schwarz, Rand und Diagonalbalken: rot;

Anbringung im Zugangsbereich zum Ruheraum, so dass es gut sichtbar ist. Siehe auch BG-Vorschrift "Sicherheits- und Gesundheitsschutzkennzeichnung am Arbeitsplatz" (BGV A 8, bisherige VBG 125).

3. Verbotsszeichen für den Aufenthalt in Dachschräglkabinen während der Fahrt

Zur Ausführung des Verbotsszeichens:

Grund: weiß, Bildzeichen: schwarz, Rand und Diagonalbalken: rot;

siehe auch DIN 70006-1 "Sicherheits- und Hinweiszeichen für Fahrzeuge; Teil 1: Sicherheits- und Hinweiszeichen für Nutzkraftwagen" und UVV "Sicherheits- und Gesundheitsschutzkennzeichnung am Arbeitsplatz" (BGV A 8, bisherige VBG 125).

Anhang 2: Vorschriften und Regeln

Nachstehend sind die insbesondere zu beachtenden einschlägigen Vorschriften und Regeln zusammengestellt:

1. Gesetze, Verordnungen

(Bezugsquelle: Buchhandel oder Verkehrsblatt-Verlag, Hohe Straße 39, 44139 Dortmund)

Straßenverkehrs-Zulassungs-Ordnung (StVZO), insbesondere

Zu § 22a StVZO Heizungen in Kraftfahrzeugen, in Verbindung mit Nummer 27

Abs. 1 Nr. 1 "Heizungen" und Scheiben aus Sicherheitsglas in Verbindung mit und

3 Nummer 29 "Sicherheitsglas" der "Technischen Anforderungen an Fahrzeugteile für die Bauartprüfung nach § 22a StVZO";

Zu § 30 StVZO Richtlinien für die Gestaltung und Ausrüstung der Führerhäuser von Kraftwagen, Zugmaschinen und Arbeitsmaschinen (Führerhausrichtlinien);

VO (EWG) Verordnung (EWG) Nr. 3820/85 des Rates vom 20. Dezember

Nr. 3820/85/1985 über die Harmonisierung bestimmter Sozialvorschriften im Straßenverkehr;

ECE-Regelung Einheitliche Bedingungen für die Genehmigung der Fahrzeuge Nr. 29 hinsichtlich des Schutzes der Insassen des Fahrerhauses von Anhang 3 Nutzfahrzeugen;

AETR Europäisches Übereinkommen über die Arbeit des im internationalen Straßenverkehr beschäftigten Fahrpersonals.

2. **Berufsgenossenschaftliche Vorschriften für Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit (Unfallverhütungsvorschriften)**

(Bezugsquelle: Berufsgenossenschaft oder Carl Heymanns Verlag KG, Luxemburger Straße 449, 50939 Köln)

- Allgemeine Vorschriften (BGV A 1, bisherige VBG 1),
- Fahrzeuge (BGV D 29, bisherige VBG 12),
- Lärm (BGV B 3, bisherige VBG 121),
- Sicherheits- und Gesundheitsschutzkennzeichnung am Arbeitsplatz (BGV A 8, bisherige VBG 125).

3. **Normen**

(Bezugsquelle: Beuth Verlag GmbH, Burggrafenstraße 6, 10787 Berlin bzw. VDE-Verlag GmbH, Bismarckstraße 33, 10625 Berlin)

- DIN 7941 Caravan; Begriffe, Maße, Anforderungen und Prüfung,
- DIN 45641 Mittelungspegel und Beurteilungspegel zeitlich schwankender Schallvorgänge,
- DIN 70006-1 Sicherheits- und Hinweiszeichen für Fahrzeuge; Teil 1: Sicherheits- und Hinweiszeichen für Nutzkraftwagen,
- DIN 75200 Bestimmung des Brennverhaltens von Werkstoffen der Fahrzeuginnenausstattung,
- ISO 3795 Road vehicles – Determination of burning behaviour of interior materials in motor vehicles,
- DIN VDE 0472- Prüfung an Kabeln und isolierten Leitungen; Leitungen; 804 Brennverhalten.

Bijlage 4 Wettelijke normen België, Groot Brittannië en Duitsland

(verkregen bij Van Hool)

Reglementering België (Ref. Art. 606)

Slaapcabines (chauffeur)

Twee toegangen, waarvan minstens één naar buiten.

Afmetingen van de uitgangen:

- naar buiten: 400x550
- naar binnen: 400x500.

Wettelijke normen Van Hool deel B, blz 12/18, code VH WB Bijlage 01, Uitgiftedatum 20/12/01

Reglementering Groot Brittannië (Ref. VI24/9/96 VIOM 4.6.2.5.)

Slaapcabine voor chauffeur

- Minstens twee uitgangen niet in dezelfde wand gelegen (700x500).
- Minstens één uitgang naar buiten.
- Moet voldoende geventileerd zijn.
- Geen van de twee uitgangen mag een vloerval zijn.
- Uitgangen altijd langs binnen te openen.
- Markering van elke uitgang (h> 15 mm in contrasterende kleur) "CREW COMPARTMENT" aan de buitenkant en instructies aan de binnenkant.
- Communicatie met de chauffeur ; indien optisch dan aanduiding "CREW EMERGENCY".
- Binnenverlichting verplicht.
- Verluchting vóór elke uitlaat of aan de stoepzijde.

Wettelijke normen Van Hool Deel B, blz 18/30, code VH WB Bijlage 07, Uitgiftedatum 20/08/01

Reglementering Duitsland (Ref. UVV ZH1/211)

Slaapcabine (chauffeur)

- Max. 60 dBA bij uitgeschakelde motor (ventilatie e.d.).
- Bij -15°C buitentemperatuur nog 15°C binnentemperatuur.
- Verlichting met fluorescerende op verlicht binnenschakelaar.
- Voorkant cabine tot voorkant voertuig ≥ 1200 mm indien onder de vloer gelegen.
- Afmetingen: breedte ≥ 600 ; lengte ≥ 1900 ; vrije hoogte ≥ 650 bij dwarscabine; ≥ 900 bij langscabine; omtrek van dwarsdoorsnede ≥ 2800 (Onder de middengang mag de hoogte verminderd worden).
- Toegang langs binnen 550x450 met deurtje dat aan beide zijden bediend kan worden.
- Aan beide zijden van een dwarscabine: een nooduitgang van 0,2 m², 450x350 of 350x570 langs binnen te openen door chauffeur en langs buiten door reddingsdiensten. Eén van de uitgangen mag een noodvenster zijn. Een langscabine heeft maar één nooduitgang nodig.
- Communicatie met de bestuurder is mogelijk (VB telefoon).
- Venster naar buiten verplicht + verluchting.
- Symbool op nooduitgang buiten (zie BGR13).

Wettelijke normen Van Hool Deel B, blz 22/27, code VH WB Bijlage 03, Uitgiftedatum 05/09/01

Bijlage 5 Vibration exposure in coaches

Op de website van het Hauptverband der gewerblichen Berufsgenossenschaften (HVBG) wordt melding gemaakt van een project over *"Vibration exposure in coaches at the driver's seat and in the sleeping compartment"* (<http://www.hvbg.de/d/bia/pro/pr4080e.htm>).

Na aanvraag van informatie daarover ontvangen we het "BIA- Report 3/99: *Schwingungseinwirkung an Fahrerarbeitsplätzen von Kraftomnibussen*" met een begeleidende brief, met daarin de volgende tekst:

"Unfortunately the vibration exposure in the sleeping compartment is not included; there's only an internal report for the German Berufsgenossenschaft which initiated the measurements (Keq-values under the pelvis between 5 and 7 (vertical direction))."

Hieronder volgt de informatie die op de website vermeld staat.

Grijze tekst is niet van toepassing op slaapcabines in touringcars.

Project-Nr. BIA4080 Vibration exposure in coaches at the driver's seat and in the sleeping compartment

Sector: services

Type of hazard: noise/vibrations

Catchwords: load, vibration, transport and traffic

Status: completed 10/2000

Financed by: Hauptverband der gewerblichen Berufsgenossenschaften (HVBG), Berufsgenossenschaft für Fahrzeughaltungen

Research institution(s): Berufsgenossenschaftliches Institut für Arbeitssicherheit - BIA

Description, key words: coach, vibration exposure, driver's seat, sleeping compartment

Aims

Coach drivers often complain about low back pain as a result of many years of professional driving activities. Many drivers report sleeping compartments in coaches offer little rest while the coach is on the road. Consequently, the German authorities do not consider this type of break to be a rest period. The project had three aims: investigating the driver's vibration exposure at the driver's seat and in the sleeping compartment of five selected coaches, assessing the possibilities of vibration reduction by the used seats and mattresses and recommending measures for improvement.

Activities/methods

The vibration measurements were initiated by the institution for statutory accident insurance and prevention in the vehicle operating trades. They were conducted on the seat, at the seat mounting point as well as in the sleeping compartment on and under the mattress. Measurement directions were: back- breast, shoulder-shoulder, which are perpendicular, and the direction of the spine.

Results

The drivers' seats of coaches offer scope for improvement with regard to their vibration-reducing characteristics. This is even truer of co-drivers' seats. The drivers' and co-drivers' seats should be subject to the same requirements as the drivers' seats of public service buses. The vibration stress upon the mattresses of sleeping compart-

ments varies considerably from one coach to the next. Improvements may be anticipated where suitable interior-sprung mattresses and softer pillows are employed.

Further informations

e-mail: bia@hvbg.de

last update: 04.03.2002

Bijlage 6 NEN 5518 (1994) Ergonomische criteria voor het ontwerp en de beoordeling van cabines in vrachtwagens

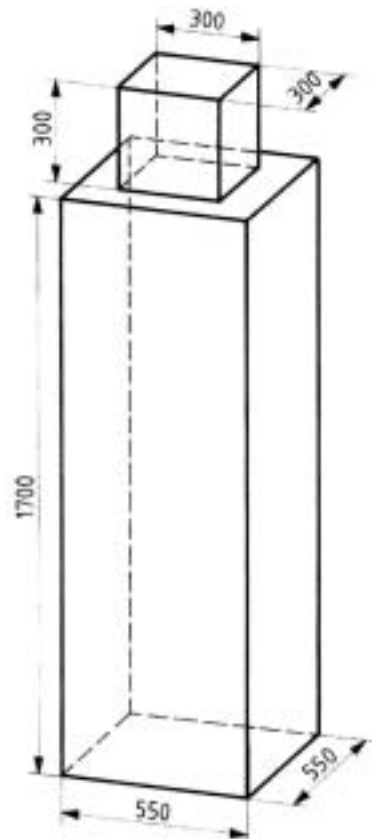
Versie 2000 nog niet in bezit.

Bijlage D (normatief): Kleed- en slaapruiimte

D1 Kleedruimte

Bij het verkleeden bestaat de behoefte om een deel van die activiteiten staand uit te voeren. Daartoe is een ruimte nodig waar men rechtop kan staan. De breedte van het

grondvlak van deze ruimte is in langs- en dwarsrichting afgestemd op de heup- en schouderbreedte. De afmetingen van het bovenvlak beperken zich tot de afmetingen van het hoofd. De vrije staruimte is in figuur D1 aangegeven. Binnen deze ruimte mogen zich geen obstakels bevinden.



Figuur D.1 Minimaal benodigde staruimte. Binnen het aangegeven profiel mogen zich geen uitstekende delen bevinden (maten in mm)

D2 In en uit bed stappen

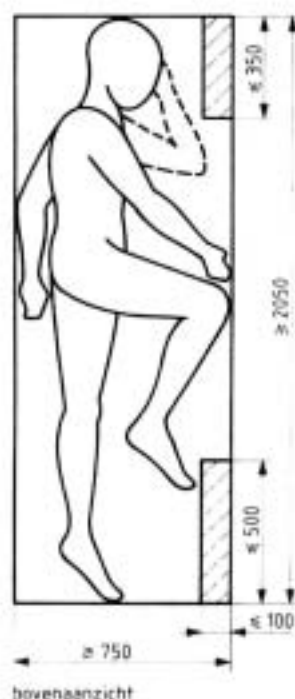
De in cabines gewenste vrije hoogte boven het bed houdt verband met het in- en uitstappen. In cabines moet men in en uit bed stappen in de ruimte die vrij is tussen de beide stoelen; veelal wordt deze ruimte nog gedeeltelijk geblokkeerd doordat een accessoirekastje, een kooktoestel, of een koelkast voor het bed is geplaatst. Indien daartoe ruimte beschikbaar is, stapt men in bed door op de rand van het bed te gaan zitten of met de knieën op de voorrand. Deze uitgangshoudingen zijn noodzakelijk ter voorkoming van een grote rugbelasting. Bij het uit bed stappen gaat de chauffeur, waar mogelijk, op de rand van het bed zitten om vervolgens te gaan staan. Op grond van het bovenstaande wordt een vrije hoogte van 1050 mm boven het onderste bed aanbevolen, bestaande uit de 99e percentiel zithoogte + 30 mm vrije ruimte. Vanwege het geringe gebruik van de bovenste slaappleats, mag deze hoogte worden bereikt door het bovenste bed schuin te plaatsen. Voorwaarde hierbij is dat de maximale hoek 20° bedraagt, opdat het bovenste bed als bergruimte voor bagage kan blijven fungeren.

Het schuin plaatsen van het bovenste bed resulteert in een toename van de vrije hoogte voor het onderste bed van 250 mm. Het is voor een verantwoorde wijze van in en uit bed stappen noodzakelijk dat de bovenzijde van het onderste bed zich bij voorkeur 400 mm, maar ten minste 300 mm boven het uitstappunt op de vloer/tunnel bevindt. Ter hoogte van de matras moet ter plaatse een zitbreedte van ten minste 450 mm beschikbaar zijn (99e percentiel heupbreedte + 50 mm). De toegang van de rijdersplaats naar het bed moet over een breedte van ten minste 300 mm beloopbaar zijn en vrij zijn van obstakels. Voor gebukt lopen moet de toegang naar het bed minimaal 1600 mm hoog zijn [13] met een breedte van ten minste 450 mm (gemeten 400 mm

boven het loopvlak). De hoogte van opstappen mag niet meer bedragen dan 350 mm [5]. Voor de in- en uitstap van het bovenste bed is aanmerkelijk meer ruimte vóór het bed beschikbaar, waardoor de vrije hoogte boven het bed tot minimaal 550 mm kan worden beperkt. Deze ruimte is voldoende in de diverse slaaphoudingen [11], geeft een maximale gemeten lichaamshoogte van 450 mm aan (99e percentielwaarde). De aanbevolen hoogte komt overeen met de huidige voorgeschreven hoogte van ten minste 550 mm [12].

D3 Bedlengte

De huidige minimumlengte van bedden in cabines is wettelijk vastgesteld op 1950 mm, en "afgestemd op 95% van de bevolking" [1]. Deze lengte is niet toereikend. Deze wettelijke eis gaat uit van een lichaamslengte van 1770 mm terwijl het gemiddelde voor de mannelijke bevolking 1790 mm [9] bedraagt en voor jongeren circa 1820 mm [2]. Daarnaast houdt de aangegeven maat er geen rekening mee dat door de toegenomen lengte van de jongeren de gemiddelde lengte van de gehele mannelijke populatie zal opschuiven. In de wettelijke eis wordt ook geen rekening gehouden met een noodzakelijke overmaat aan bedlengte. Onderzoek [6] heeft aangetoond dat men gemiddeld over lichaamslengte en bedlengte de voorkeur geeft aan een bedlengte die 240 mm groter is dan de lichaamslengte. Om allen comfortabel (200 mm overmaat) te laten slapen zouden de bedden 220 mm lang moeten zijn. Als geaccepteerd wordt dat circa 2% in een bed slaapt dat voor hen minder dan 200 mm, maar meer dan 100 mm overmaat heeft, moet de bedlengte 2150 mm bedragen. Uitgaande van de 99e percentiel lichaamslengte (Dined 1940 mm) en een tenminste noodzakelijke overmaat van 100 mm, moet de bedlengte minimaal 2050 mm bedragen.



Figuur D.2 Gehanteerde basislaaphoudingen en aanbevolen bedmaten in mm voor een 99e percentiel lichaamslengte. De gearceerde delen kunnen zonodig worden uitgespaard

D4 Bedbreedte

Voor de bepaling van de bedbreedte is uitgegaan van een lichaamslengte van de 99e percentiel van de mannelijke bevolking. Uitgaande van een slaaphouding in een stabiele zijligging, zie figuur D2, resulteert dit in een voorgestelde bedbreedte van tenminste 750 mm. Een bedbreedte van 850 mm moet worden nagestreefd, opdat er wat meer ruimte is voor houdingsvariatie [6]. Een sterk versmald bedgedeelte aan het hoofdeind (soms 510 mm breed) wordt door de chauffeurs als ongewenst beschouwd, omdat hen dat het gevoel geeft ingeklemd te liggen tussen twee wanden (achterwand en rugleuning).

Opmerking: het is voor de hand liggend te veronderstellen dat men ook de stoel naar voren zal verschuiven om meer "ruimte" te verkrijgen. Weliswaar klappen veel chauffeurs bij het slapen gaan de rugleuning van de bestuurdersstoel naar voren, maar handhaven zij de plaats van de stoel. Belangrijkste overweging daarbij is dat de individuele stoelinstelling nauw luistert, en dat het bij verstellen van de stoel, door het ontbreken van een standaanduiding, lang duurt voor de stoel weer in de gewenste positie is geplaatst.

Indien het om praktische redenen noodzakelijk wordt geacht, kunnen uitsparingen aan hoofd- en voeteneind, zoals in figuur D2 aangegeven, worden aangebracht. Als hoofdeinde van het bed wordt de bestuurderszijde

aanbevolen. Argumenten daarvoor zijn:

- bij het parkeren staat, vanwege de bolling in de weg, de bestuurderszijde van de wagen meestal het hoogst en het wordt als oncomfortabel ervaren om met het hoofd lager dan de voeten te moeten slapen;
- bij een dreigende aanrijding zal de chauffeur intuïtief, ter voorkoming van persoonlijk letsel, de wagen van zich af wenden. Een tijdens het rijden in bed slapende bijrijder zal er voor kiezen met het hoofd achter de bestuurder te liggen;
- onder het bed wordt aan de bijrijderszijde meestal de standkachel en/of een koelkast geplaatst. Vanwege de daaruit vrijkomende warmte kiest men er voor aan die zijde de voeten te plaatsen.

D5 Matras

Vereist is dat de matras(delen) van een goede kwaliteit zijn, niet kunnen schuiven, en dat de matras over het volledige oppervlak door een stevige, ventilerende bodem wordt ondersteund.

D6 Literatuur

- [1] Adviescommissie Uitvoering Rijtijdenwet. Advies inzake de eisen waaraan een slaapruimte voor chauffeurs moet voldoen. ACR/Adv/66. 's Gravenhage: Min. V&W DG/Min. SoZaWe DG.
- [2] Centraal Bureau voor de Statistiek. Statistisch zakboek.'s Gravenhage: Staatsuitgeverij, 1991.
- [3] Commissie Accommodatie Toekomstige Schepen (CATS). Eindrapport en tekeningenlijst. Den Haag: Ministerie van Defensie, 1985.
- [4] Ellens E. De gevolgen van de toenames van de lichaamslengte voor materiaalanschaf bij defensie. Soesterberg: Instituut voor Zintuigfysiologie TNO, 1991.
- [5] Hansson JC. An Ergonomic checklist for industrial truck. Occupational Medicine 1998.
- [6] FNV. De kwaliteit van de vrachtwagen. Utrecht: Vervoersbond FNV, 1986.
- [7] I.V.H.A. Het Bed. 's Gravenhage: Instituut voor Huishoudtechnisch Advies.
- [8] Long ME. What is this thing called Sleep? National Geographic 1987;172(6).
- [9] Molenbroek JFM, Dirken JMJ. Dined Tabel 1985, Nederlandse lichaamsmaten voor ontwerpen. Delft: Technische Universiteit, Faculteit voor Industrieel Ontwerpen, 1986.
- [10] Parsons H. The Bedroom. Human Factors 1972;14(5).
- [11] Sanders MS. Sleep envelopes and sleeper berth requirements. Human Factors 1980;22(3):313-317.
- [12] StVZO. Richtlinien für die Gestaltung und Ausrüstung der Führerhäuser von Kraftwagen. Bonn: StVZO, 1986.
- [13] Woodson WE. Human Factors Design Handbook. New York: Mcgrw-Hill Book Company, 1981.

Bijlage 7 T0091 Transport Workers (Passenger Vehicles) Award 1984

De "T0091 Transport Workers (Passenger Vehicles) Award 1984" is een soort CAO¹⁴, die geldt voor leden en werkgevers die verbonden zijn aan de Transport Workers' Union of Australia¹⁵. Kennelijk is er in 1985 een conflict geweest waarbij die Union wilde bereiken dat het 'two driver system' verboden zou worden of beter uitgevoerd. Eén van de onderwerpen was de slaapcabine:

"Sleeping Compartment Regulations: There was some discussion during proceedings, about an award provision defining requirements for sleeping compartments in the context of existing State regulations. Some State authorities do not have a specific regulation and I have decided there would be value in having some reference in the award to an appropriate standard, perhaps by way of referral to existing State standards and a minimum provision, (possibly by adoption of a particular State standard), where no regulations exist. The parties will have an opportunity to address this issue further when speaking to the form of order."

State regulations/State standards hebben we niet kunnen achterhalen. Hieronder volgt wel tekst uit de T0091 die betrekking heeft op slaapcabines.

"6 - SLEEPING COMPARTMENT"

An enclosed area shall be provided at the rear of the passenger compartment and shall conform with the following:

- (a) It has at least the following dimensions; 198 centimetres long and not less than 53 centimetres wide. Provided that the area is sufficiently sound proofed to allow sleeping while coach is in motion at normal road speed and has easy access and egress for the occupant.
- (b) It has at least 75 centimetres unobstructed head room.
- (c) It is screened from floor to ceiling with translucent material and provided with air conditioning, lights, and emergency alarm buzzer.
- (d) The bunk area shall be covered with an innerspring or high density cellular rubber mattress at least 10 centimetres thick and a pillow at least 10 centimetres thick shall be provided.
- (e) The bunk shall be provided with two sheets, one blanket and one pillow slip, which shall be exchanged with freshly laundered items at the completion of each journey.

Provided that a coach fitted with a sleeping compartment which is registered under any legislation shall be deemed to conform with the requirements of sub clauses (a) to (d) inclusive.

¹⁴ Een Commonwealth Award genoemd.

¹⁵ This Award shall be binding upon the Transport Workers' Union of Australia and its members and upon the employers listed in the Schedules attached hereto in respect to their employees whether members of the Union or not employed in the classifications contained in this Award.

Bijlage 8 Citaten uit “Mein Leben als weiblicher Busfahrer” en “Run for the Border”

Mein Leben als weiblicher Busfahrer

Een collega kwijt

“Ausgestattet sind wir diesmal mit drei Fahrern. ... An der jugoslawisch-bulgarischen Grenze verlieren wir einen Kollegen. Wir glaubten ihn in der Schlafkabine und bemerken unseren Irrtum erst in Bulgarien. Dies hat einen Vorteil. Der Kollege muß jetzt mit mir deutsch sprechen. Der Nachteil ist, daß er müde ist. Er überläßt mich meinem Schicksal, indem er in der Schlafkabine verschwindet.”

Het belang van een slaapcabine

“An diesem Tag ist es sehr heiß. Nach einstündiger Pause besorgen meine Kollegen einen Wasserschlauch und spritzen sich naß. Ich befinde mich in der Schlafkabine; für sie ein Anlaß, den Schlauch in die Kabine zu halten. Sie setzen nicht nur mich, sondern auch unsere Schlafstelle unter Wasser und machen sie damit unbrauchbar. Die glühende Sonne während der Sommermonate sorgt für zusätzliche Müdigkeit. Aus diesem Grunde ist eine Schlafkabine lebenswichtig. Der Ärger über das unbrauchbare Bett hilft mir über den letzten Teil der Strecke, indem er keine Müdigkeit aufkommen läßt.”

Kou in een stilstaande bus

“Wir sind zu zweit ohne Passagiere unterwegs nach London. Erst dort müssen wir Fahrgäste aufnehmen. Wegen eines Sturmes dürfen wir nicht auf die Fähre. Deshalb stehen wir mehrere Stunden im Hafen von Ostende. Es ist bitterkalt, und wir frieren erbärmlich. Wir überlegen, wie wir bezüglich der Kälte Abhilfe schaffen können. An Bord haben wir eine Decke. Nur einer hätte sie nutzen können, während der andere frieren mußte. In der Not kommen wir auf die glorreiche Idee, der Decke den größtmöglichen Nutzen abzuverlangen. Wir begeben uns an den einzigen Ort im Bus, der eine gemeinsame Nutzung ermöglicht: die Schlafkabine. Wie kleine Hunde liegen wir unter der Decke eng beieinander, da die Kabine zu zweit nicht viel Platz bietet, und warten auf die Einschiffung.”

Hindernissen op weg naar de slaapcabine

“Als ich nach etwa vier Stunden in die Schlafkabine klettern will, liegen die nächsten Hindernisse im Mittelgang. Diesmal nicht in Form von Gepäckstücken, sondern in Form von Menschen. Sie glauben offensichtlich, wenn schon keine Gepäckstücke, warum nicht sie selbst. Ich wecke sie auf. Auch ich mußte über sie hinwegklettern. Ich halte ihnen vor Augen, daß anderen Passagieren in der Bodenlage von schlaftrunkenen Mitreisenden mit dem Absatz die Brust bearbeitet wurde. Dies beeindruckt sie genauso wenig wie die Aussicht, mit einem Pfennigabsatz eine Kennzeichnung im Gesicht zu erhalten. Sie wollen ihre Plätze nicht räumen und beginnen, wieder heftig zu diskutieren. Sie tun so, als sei ich ihr persönlicher Feind, da ich wieder unnachgiebig bin.”

Snel de slaapcabine uit!

“Etwa vierzig Kilometer vor Lyon wird mein Schlaf durch das Bordtelefon unterbrochen. Bevor ich den Telefonhörer abnehme, werfe ich einen Blick auf die Uhr. Ich habe etwa zwei Stunden geschlafen, als ich aus dem Bett gescheucht werde. Ein Passagier versucht, während der Fahrt über das Lenkrad und den Schoß meines Kollegen

aus der Fahrtür zu springen. Wir werden nicht selten durch einen Notruf in der Schlafkabine geweckt. Als Schlafende weiß ich nicht, in welchem Zustand sich der Erkrankte befindet. Ich erkundige mich, ob ich mich noch anziehen darf oder im Bus als „Flitzer“ auftreten muß.

Der Überraschungsangriff des Fahrgastes ist von meinem Kollegen bereits zurückgeschlagen worden. Deshalb nehme ich mir die Zeit, mich blitzartig anzuziehen. Als ich den Fahrgastraum betrete, steht der Kranke im Mittelgang. Ich geleite ihn zu seinem Sitzplatz.“

Douanecontrole inclusief hasjhond

“Nach vier Stunden nehmen wir den Fahrerwechsel vor. Ich liege etwa zehn Minuten in der Schlafkabine, als mein Kollege, an der Zahlstelle bei Lyon, herausgezogen wird. Bei diesen Kontrollen hat der französische Zoll für uns immer ein besonderes Bonbon. Er stürzt sich regelmäßig auf die Schlafkabine, die vom Fahrgastraum abgetrennt, ruhiges, abgeschiedenes Schlafen ermöglichen soll. Kaum ist die Klappe auf, schon ist der Haschhund in der Kabine und läuft mit seinen schmutzigen Pfoten auf der Bettwäsche herum. Ein Hund hat aber zwangsläufig nicht nur schmutzige Pfoten, er verliert auch Haare. Außerdem schnuppert und leckt er an jedermanns Auswurf, der auf der Straße liegt und schnuppert und leckt anschließend die Schlafkabine ab.

Den Hundeführer darauf aufmerksam gemacht, daß ein Hund im Bett unhygienisch ist, wird damit abgetan, daß der Hund sauber sei und daheim auch mit ins Bett gehe. Heute wäre ich fast in die rauhe Wirklichkeit zurückgeholt worden, indem ein großer Haschhund im Bett Gesellschaft geleistet hätte. Hiervor bewahrt mich nur die Beharrlichkeit meines Kollegen, welcher sich weigert, die Klappe zur Schlafkabine von außen zu öffnen. Da die Zollbeamten selbst zur Tat schreiten müssen und nicht wissen wie, gibt er mir Gelegenheit, das Bett durch den Innenraum des Fahrzeuges zu verlassen. Nachdem die Beamten verschwunden sind, lege ich mich zum Schlafen auf die erste Sitzbank. Diesmal fühle ich mich bei unserer Ankunft in Frankfurt wie gerädert.“

Run for the border – Bill Briggs and Alex Castañulea, The Denver Post Staff

<http://63.147.65.175/life/bus1105.htm>

“Diaz returns to the bus and sheds his white dress shirt. As the other driver steers the bus north, Diaz opens the door to a private sleeping compartment – a small hideaway just for the relief of drivers, tucked behind the seats near the bathroom. He sits on a mattress with his feet in the aisle, readying himself for a short snooze. The onboard nook has pillows, a sheet and a small shelf just for shoes. There are curtains over the windows and a few newspapers are taped to the glass to provide extra darkness. Diaz, a bus driver since 1953, punches up a special function on his cell phone that will serve as his alarm clock. Then he closes the door and drifts off.”

Bijlage 9 Bezoek aan Bova

Bezoek aan Bova 22 maart 2002

Tjerk Christenhusz (R&D) en Y. Velzeboer (marketing)

- De heer Velzeboer heeft ooit een chauffeur gesproken die in een slaapcabine lag toen die bus in Winterberg verongelukte. Hij stond ineens rechtop.
- Sinds oktober 1999 zijn gordels voor passagiers verplicht.
- Bij Bova zijn sinds kort personen ingesteld als "systeemdeskundigen". De heer Christenhusz is *systeemdeskundige slaappleaats*.
- In ieder geval gaat men bij de slaapcabine uit van een minimale lengte en breedte. Volgens de heren is de ruimte in de slaapcabine bij Bova-bussen altijd groter dan in de genoemde aanbevelingen staat. (Op onze vraag - via e-mail - wat nu precies de richtlijnen zijn die ze aanhouden en wat ze op papier hebben voor verschillende landen, volgt dit antwoord: "Meer een kwestie van gezond verstand. Richtlijnen geven minimale afmetingen aan, wij zoeken een combinatie tussen comfort (chauffeurs-eis) en inhoud bagageruimte (operator-eis).")
- In de slaapcabine van de 'Magic' is een opbergvakje gemaakt waardoor de voetenruimte wat kleiner is gemaakt.
- De heer Velzeboer gaat er van uit dat nog steeds gewerkt wordt met de aanbeveling ten aanzien van de slaappleaats die opgenomen is in de RKB '88 (Regels Keuring Bussen. De heer Christenhusz kan een paar weken later op de homologatieafdeling in een kopie van die richtlijn echter geen richtlijnen voor "slaappleaats chauffeur" of "slaappleaats bagageruimte" terugvinden. Wel voor "ligplaatsen passagiers".)
- De slaapcabines bij Bova zijn in principe opgebouwd uit 3 blokken.
- De plaats van de slaapcabine wordt bepaald door de plaats van de middendeur (daar zijn in principe 2 plaatsen voor mogelijk) en die wordt weer bepaald door het aantal stoelen.
- Bova had op een bepaald moment het uitgangspunt dat de chauffeur met het hoofd links in de bus zou moeten liggen in verband met de bolling van de wegen (het hoofd ligt dan hoger dan de voeten). Van dit standpunt zijn ze teruggekomen omdat het lastig is om te draaien in de slaapcabine: dan is het makkelijker met het hoofd bij de deur te liggen.
- Uit het hoofd is de Bova slaapcabine 64 cm breed, terwijl de aanbeveling is dat de breedte minimaal 55 cm moet zijn bij de schouders.
- Het Duitse onderzoek waarover eerder gesproken is met Jos Huibers, is ongeveer 3 jaar geleden uitgevoerd door het Berufsgenossenschaft en komt voort vanuit het verzekeringswezen. De heer Velzeboer heeft voor ons een kopie van het beoordelingsrapport van de Futura en de Magic van 3 jaar geleden. Het eigenlijke rapport kan hij niet vinden, maar is waarschijnlijk op te vragen bij BGF. De BGF kan een bus die niet aan de eisen voldoet stilleggen.
- Bova is op dit moment bezig met verbetering van geluidsisolatie, door schuim van 40 mm om de slaapcabine te maken (hierbij worden metingen uitgevoerd, dB-gegevens zijn eventueel beschikbaar).
- Bij de Magic is airco in de slaapcabine een optie (comfort).
- De optionele radio functioneert los van de rest van de bus.
- Er is altijd een telefoonverbinding met de chauffeur.
- In de slaapcabines wordt gebruik gemaakt van hetzelfde leeslampje als bij de passagiers.

- Ventilatie: lucht uit het interieur van de bus gaat naar de bagageruimte, in de bagageruimte komt er buitenlucht bij en dan gaat de lucht terug het interieur in.
- Bova maakt aan beide zijden van de slaapcabine een noodluik, waarvan het linker altijd van binnenuit te openen is. Dit luik wordt gedeeld met een deel van de bagageruimte (behalve bij een 13,5 m bus). Aanvulling (e-mail): "De rechterzijde kan geblokkeerd worden door de openstaande middendeur, de klep kan dan niet openen. Escape via slaappleatsluik naar trap is immer gegarandeerd."
- Vanaf 12 m bussen bouwt Bova slaapcabines.
- Bij 15 m bussen (maximaal 66 personen in tourist class) heeft Bova er voor gekozen de slaapcabine voor de vooras te bouwen omdat bagageruimte daar heel onhandig zou zijn.
- 15 m bussen worden steeds meer in de lage uitvoering gebouwd, de 13,5 m bus in hoge uitvoering (een hoge bus is de tour (meerdaagse) uitvoering, met veel bagageruimte. De lage heeft een 24 cm lagere bagageruimte (dus minder inhoud, minder luchtweerstand, lager gewicht, lager verbruik) en wordt ingezet op luxe "interurban" verkeer).

1e bus: Magic XH12

Deur: h70xb50

Telefoon zit nu links, gaat nog naar rechts.

Het matras is 10 cm dik.

De cabine bestaat uit 3 stukken. Het linkerdeel is er weer uit te halen, om zo dat deel weer vrij te maken voor bagage als de slaapcabine niet meer nodig is.

2e bus: Magic XH12

Bova heeft geen noodhamer, het raam kan toch open?

3e bus: 12,70 m bus, FH 13

B64, b74 cm. De blauw met witte sticker is wettelijk verplicht in Duitsland.

De ingang van de slaapcabine is 174xb102xh100, het smalle deel is b63xh77 toth93.

Bijlage 10 Bezoek aan Berkhof

Bezoek aan Berkhof, 22 maart 2002

Gesprek met Tjeu Jacobs, hoofd tekenkamer

Volgens Tjeu Jacobs kun je in een 65 cm hoge slaapcabine niet zitten of je omdraaien, daarom maken ze bij een slaappleats van 60 of 65 cm hoog aan de linkerkant van de bus een bak van 85 bij 120 cm om in te kunnen draaien. Berkhof streeft naar een slaapcabine die in ieder geval ter hoogte van de romp 60 cm breed is en totaal 185 cm lang. De heer Jacobs vindt die breedtemaat belangrijk en volgens hem is 60 cm o.k. Hij gaat hierbij uit van zijn eigen ervaring. De ingang is bij de trap, de nooduitgang aan de linkerkant van de bus (de chauffeurkant). De ingang is in het algemeen 50 bij 70; als het niet verticaal kan, dan horizontaal. Daarbij zit wel altijd een deel van een traprede voor de ingang.

Berkhof is voor een deel afhankelijk van de chassisfabrikant.

Dat de bagageruimte een bepalende factor is, wordt door de heer Jacobs beaamd. Zeker bepalend is het aantal stoelen, want die bepalen waar de tweede deur zit. De klantvraag is natuurlijk ook bepalend: er is één klant waarvan alle slaapcabines betreden moeten worden door een luik in het plafond ervan (dus in het gangpad). De heer Jacobs vindt dit absoluut een verkeerde oplossing.

Op alle deuren en luiken zit een sticker die aangeeft dat er iemand achter kan liggen.

Het is een pre als een toegangsdeurtje niet in een spouw valt: bij vervorming van de bus gaat de deur niet al te snel klemmen.

1e bus: Jonkheere Mistral 70

Slaapcabine 63 cm breed, matras 10 cm (ligt er niet in), hoogte 120 cm (dit is een hoge bus, normaal is ongeveer 20 cm lager). Schuif in het plafond varieert van 89 tot 72 cm vanaf het matras. Nooddeur links van de bus. Ingang 64x78,5 (met tree recht onderin).

2e bus: Mistral 70

Breedte 60 en 85 cm, hoogte 60 cm. Voor verlichting in de slaapcabine wordt geen richtlijn aangehouden. Het raampje is 15x31,5 cm. De hendel aan de binnenzijde van het noodluik overruledt de centrale deurvergrendeling. De cabine is voorzien van een telefoon en een stopknop. Berkhof doet geen noodhamer in de slaapcabine, maar de heer Jacobs denkt dat dit toch wel belangrijk is¹⁶.

3e bus: Berkhof Axial 70

Dit is een bus met een middenmotor. Daarboven heb je maar 60 cm om een slaapcabine te maken. Daarom maken ze hier de slaapcabine achterin, daar wordt een hoogte bereikt van 108 cm. Deze bus is voor Engeland. Daar moet de ingang 50/70 zijn. Ook deze slaapcabine is weer voorzien van radio, licht, afzuiging, telefoon.

4e bus: Berkhof Axial 70 (Daf)

Breedte 80 cm, hoogte 59 en 109 cm. Er zit een knik in het ingangsdeurtje en de tree ervoor is afgeschuind. Berkhof houdt er rekening mee dat de in- en uitgang niet geblokkeerd kan worden door de wc-deur, die er vaak tegenover zit. Bij deze bus zit de deur (waardoor je naar binnen/buiten kan lopen) relatief ver naar voren.

¹⁶ Omdat het raampje dan ingeslagen kan worden om er een hand uit te kunnen steken.

Aan geluid in de slaapcabine wordt geen aandacht besteed (geen metingen of zo).

In een telefoongesprek d.d. 16 april 2002 voegt de heer Jacobs nog de volgende informatie toe:










- in Duitsland is de minimale breedte van een slaapcabine 600 en zijn twee uitgangen vereist. Het is de heer Jacobs wel bekend dat de BGF richtlijnen heeft. Volgens de heer Jacobs neemt TÜV wel eens richtlijnen van BGF over. De heer Jacobs beschouwt TÜV als de Duitse wetgeving;
- op mijn vraag of de in het gesprek genoemde punten binnen het bedrijf als richtlijnen op papier staan, vertelt de heer Jacobs dat op zogenaamde "landenlijsten" de minimale eisen voor het desbetreffende land staan. Deze landenlijsten gaan mee de productie in, zodat in de fabriek zelf gecontroleerd wordt of voldaan wordt aan de eisen;
- de vraag over de verhouding # stoelen/inhoud bagageruimte/afmetingen slaapcabine vindt hij lastig. Normaal is een stoelsteek van 75 cm. Als er ruimte gewonnen moet worden voor een slaapcabine, moet dat komen van de deur en voor een deel van het toilet (dat moet dan kleiner). De 2e passagiersdeur kan afhankelijk van het aantal stoelen op 3 posities terecht komen. Berkhof is voor een groot deel afhankelijk van de chassisbouwer (waar zit de ophanging van de wielen?);
- hij gaat voor de breedte uit van 58 a 60 cm, de hoogte: vooraan 85 cm, verderop 60 cm. Als je uitgaat van drie vakken van 65 cm is vak a b60xh85, vak b b60xh60 en vak c hetzelfde als vak b;
- nogmaals blijkt dat de eerder genoemde verhouding heel lastig is, omdat het soms onduidelijk is wat wordt meegeteld als bagageruimte. Volgens de heer Jacobs is het niet eerlijk als daar ook ruimte in het interieur bij opgeteld wordt. In het algemeen gaat hij er vanuit dat je bij 50 passagiers 9 m² bagageruimte nodig hebt, meer is niet echt nodig. Zo'n bus kun je eigenlijk overal inzetten. Je zou er ook 7m² van kunnen maken, maar dan moet de chauffeur goed nadenken bij de volgorde waarin hij alles inpakt (bedachtzaam laden);
- de heer Jacobs stuurt tekeningen van slaapcabines (doorsneden) die we voor de Ergomix kunnen gebruiken.

Bijlage 11 Overzicht inventarisatie bussen

In onderstaande tabellen staan gegevens over verschillende typen bussen en de slaapcabines daarin. Voor een deel van de gegevens geldt dat de onderzoeker deze heeft kunnen meten, voor andere gegevens moeten we uitgaan van de mening die de chauffeur daar over geeft. Ontbrekende gegevens hebben de volgende oorzaken:

- het eerste bezoek (bus 1 t/m 5) had een oriënterend karakter: hierbij zijn nog geen uitgebreide checklists gebruikt (en bepaalde aspecten zijn in de loop van het onderzoek aan het overzicht toegevoegd);
- de chauffeurs die de onderzoeker begeleidden, hadden geen ervaring met alle slaapcabines die bekeken zijn.

Van bijna alle bussen in het overzicht is beeldmateriaal verzameld (digitale foto's en video-opnamen).













chronologisch		1	2	3	4	5	6	7	8
merk		Van Hool	Van Hool	MAN	Smit	Van Hool	Van Hool	Bova	Neoplan
type		Akron 815	TD824	fabriekswagen	Centaurus	TD927	T9DD	Futura	? 10 jr
uitvoering	dimensie		DD		ED	DD	DD	ED	ED
lengte bus		12 m	12 m	12 m	15 m	13,5 m	12 m	12 m	12 m
aantal slaapcabines		1	1	1	2	2 ¹⁷	1	1	1
plaats slaapcabines		vóór achteras	boven achteras	vóór achteras	vóór achteras	boven achteras	boven achteras	vóór achteras	vóór achteras
richting slaapcabine		dwars	dwars	dwars	dwars	dwars	dwars	dwars	dwars
ligrichting hoofd ¹⁸		links	links	links	links	links	links	links	rechts
plaats ingang					¹⁹				
soort deur		draaideur	draaideur	draaideur	draaideur	draaideur	klapdeur	rolluik	rolluik onder reisleidersstoel
luik(en) naar buiten t.o.v. rijrichting		links & rechts	links & rechts	links & rechts	links & rechts	rechts	rechts	links	links & rechts
afmeting ingang slaapcabine 1	b h	niet gemeten	59 31 	niet gemeten	52 62 	53 61 	53 60,5 	53 61 	45 69 
afmeting ingang slaapcabine 2		n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	52 58	52 55	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
afmeting cabine 1 ²⁰	l b h	b bus 55-70 62-100	b bus 66-80 64-66	b bus 70-85 80-84	b bus 100 95	b bus 61-81 67,5	212 62-83 67	b bus 63 65-59-70	b bus 75-57 54-35
afmeting cabine 2	l b h	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	niet gemeten	b bus 70 66	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
dikte matras		8	8	? verwarmd, temperatuur te regelen	8	8	8	10	12
aantal passagiers bij pendelen		34	54	50	50-70	66-78	54	50	50

¹⁷ De tweede slaapcabine kan ook bij de bagageruimte getrokken worden.

¹⁸ links= "achter" de chauffeur.

¹⁹ Boven 2e tree, matras een stuk lager.

²⁰ Bij aanwezigheid van een matras is de hoogte van de cabine gemeten vanaf het matras!

chronologisch		9	10	11	12	13	14	15	16
merk		Berkhof	Van Hool	Bova	Van Hool	Van Hool	Neoplan	Setra	Setra
type		Excellence 300 HD	EOS 233	Futura	Astromega	T9DD	N122-3	315gthd	S317HDH
uitvoering	dimensie	DD	ED	ED	DD	DD	DD	ED	ED
lengte bus		13,5 m	13,5 m tandem-as	13,5 m tandem-as	13,76 m	13,5 m	12 m	12m	13,8 m
aantal slaapcabines		1	2	1	1	1	1	1	1
plaats slaapcabines		boven achteras	vóór AS ²¹ VOOR-	vóór achteras	boven teras ²² ach-	vóór/boven achteras	boven achteras		
richting slaapcabine		dwars	dwars	dwars	dwars	dwars	dwars	dwars	dwars
ligrichting hoofd ²³		rechts	?	?	links	links			
plaats ingang									
soort deur				rolluik	knikdeur ²⁴		deur met slot		
luik(en) naar buiten t.o.v. rijrichting		rechts	links & rechts	links & rechts	rechts	rechts		links & rechts	links & rechts
afmeting ingang slaapcabine 1	b h	48 54 	62,5 52 	61,5 ²⁵ 53 	52 58 	niet gemeten	43,5 88 	54 58,5 	58 77
afmeting ingang slaapcabine 2		n.v.t.	niet gemeten	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.		n.v.t.	n.v.t.
afmeting cabine 1 ²⁶	l b h	b bus 68-49 65,5	230 59 65,5	b bus 63 78-69-66,5	206 57+34 62,5	niet gemeten	55 71-86-106	61 92	51-67,5 46-98

²¹ Deze gegevens betreffen de oorspronkelijke slaapcabine. De chauffeur heeft zelf een 2e slaapcabine gebouwd om niet voor de vooras te hoeven liggen. Bij een andere bus hebben ze dit door EOS (?) laten doen, maar in die cabine heeft men last van de ventielen.

²² Tussen trek- en sleepas.

²³ links= "achter" de chauffeur.

²⁴ Maatwerk.

²⁵ Tot rolluik.

²⁶ Bij aanwezigheid van een matras is de hoogte van de cabine gemeten vanaf het matras!

chronologisch		9	10	11	12	13	14	15	16
merk		Berkhof	Van Hool	Bova	Van Hool	Van Hool	Neoplan	Setra	Setra
type		Excellence 300 HD	EOS 233	Futura	Astromega	T9DD	N122-3	315gthd	S317HDH
afmeting cabine 2	l b h	n.v.t.	niet gemeten	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.		n.v.t.	n.v.t.
dikte matras		8	niet aanwezig	Bova: 10, matras bestaat uit 2 delen	± 8 cm	8	8,5		
aantal passagiers bij pendelen		64 (RC) 66 bij pendel	44	44	66 RC (93 EC)	66		50	58
bagageruimte		altijd te weinig			altijd bagagewagen	skibak/'rugzak'			
verwarming/klimaat		radiator met thermostaatknop	blazer (lawaaï)	radiator/roosters	als airco aan ook wat frisse lucht, verkeer systeem	²⁷			
tocht		raampje, last van tocht	denk het niet	is wel goed	bij open raam (moet wel)	geen last van			
licht			redelijk	voldoende	licht genoeg	goed, links en rechts			
geluid gewenst				intercom, geen radio	radio, hoeft van mij niet	mogelijk: rechtstreeks geluid uit de bus			
geluid ongewenst			geen last van	ja, hoort erbij ²⁸	raam los, motor, voetensteunen passagiers, slecht geïsoleerd	bij iedere bus opstaan, traplopen, voetensteunen			

²⁷ Is de beste, maar is altijd slecht en moeilijk: 's nachts teveel vocht uit de lucht - tapijt: droge lucht: luchtbevochtiging?

²⁸ Gemeten bij snelheid tot bijna 100 km/h: 65-70 dBA met pieken tot 72.

chronologisch		9	10	11	12	13	14	15	16
merk		Berkhof	Van Hool	Bova	Van Hool	Van Hool	Neoplan	Setra	Setra
type		Excellence 300 HD	EOS 233	Futura	Astromega	T9DD	N122-3	315gthd	S317HDH
snel verlaten?			evt. stoel in de weg	gaat	nee absoluut niet, rare ingang, veel te nauw	goed, tenzij ie op zijn kant ligt			

Bijlage 12 Interviews met chauffeurs

chronologisch	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
m/v	m	m	m	m	m	m	v	m	m	m	m
leeftijd		59	60		49	50	30	50	55	34	43
lengte		180	180		176-181?	183	182	171	175	187	183
gewicht		80	95		82	73,5	80	70	89	108	90
ervaring met slaapcabines		27 jr	13 jr		12	17	6	13	18	5	3
lichamelijke klachten					linkerarm (koffers)	rechterarm (koffers)	-	-	- (ooit whiplash)	suikerziekte	
in-/uitgang slaapcabine		eerst hoofd naar binnen + buiten	eerst hoofd		vooruit in en uit	vooruit in en uit	vooruit in en uit	verschilt: of je kan draaien of niet	heen, eerst hoofd, terug eerst voeten	afhankelijk van model: ED: eerst hoofd, DD: eerst benen. Terug altijd hoofd eerst	
voor de vooras? ²⁹		nee	nee		geen probleem	wel eens gedaan	wel	ik denk het niet, het is geen veilige plek (nooit mee gependeld)	nee, ik zou het nooit doen	bij voorkeur niet: ik weiger zo'n bus	
achter de achteras?		ja	ja		n.v.t.	zijn er niet meer		zijn er niet veel. Alleen boven of voor de achteras	als de cabine in lengterichting van de bus in het midden geplaatst is, ja dan zeer zeker	nog niet meege-maakt	
verkleiden?		in cabine	in toilet		slaap met kleren aan, alleen schoenen uit	met kleren aan	met kleren aan (stropdas af)	's zomers wel, 's winters niet. Wel in de slaapcabine	in de cabine is te weinig ruimte en je kunt je kleren niet ophangen. In bus omkleiden levert klachten van passagiers op	voor in de bus (moet ruimte hebben). In T-shirt en lange broek in slaapcabine	
slaaphouding?		rug	rug of zij		geen speciale houding	geen speciale houding	als er ruimte is om je om te draaien ga ik ook wel op mijn rug liggen	willekeurig	veel draaien	vrij	
tijd in cabine?		3,5 h			3-3,5 h	3-3,5 h	4 h	3,5-4 h	3-4 h	3,5 h	

²⁹ Chauffeurs 5, 6 en 7 zeggen allen: het ligt er aan wie er rijdt.

chronologisch	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
echt slapen?		ja	ja		ben zo weg	2,75 h	70% ³⁰	kan wel doorslapen ³¹	veel te benauwd en raam open is te tochtig. Als ie stilstaat kan ik wel slapen	3,5 h. Heb wel eens oordopjes geprobeerd, maar dan hoor je de intercom niet. In noodgeval kan ik er niet eens uitkomen	
opmerkingen		-	-		met overgewicht is het lastig	ruimer, dikker of stugger matras. Slaapcabine op motor lekker warm	ingangen zijn te klein, isolatie moet beter, ze rammelen, meer geluids-isolatie nodig: je hoort alles behalve gesprekken		het ideaalst (voor mij) en het veiligst is een slaapcabine in de lengterichting van de bus zodat je kunt slapen met je voeten in de rijrichting		

³⁰ Met een goede maat, geen file en als het niet te warm is.

³¹ Slaapcabine het liefst tegen of boven de achteras. Voor de vooras is een slaapcabine altijd te klein. Het enige voordeel is dat het daar minder lawaaiig is. Een slaapcabine voor of op de achteras is altijd ruim, maar je hebt altijd lawaai van de motor.

Bijlage 13 Ergomix-sessie slaapcabines 29 april 2002

Inleiding

De Ergomix is een systeem waarbij beelden van een persoon gemixt kunnen worden met een 2D computertekening. De persoon kan zichzelf in de tekening zien bewegen door middel van een bril waarop het gemixte beeld zichtbaar is (zie foto's).

Met behulp van de Ergomix zijn afmetingen van huidige slaapcabines geëvalueerd met 2 proefpersonen. Achtereenvolgens zijn de volgende activiteiten geëvalueerd:

- het binnenkruipen door de ingang in de cabine;
- het naar buiten kruipen vanuit slaaphouding uit de cabine;
- slapen en draaien in de slaap;
- het naar buiten kruipen uit het noodluik aan het voeteneinde;
- het naar buiten kruipen uit het noodluik aan het hoofdeinde;
- uittrekken van de trui;
- bedienen van licht en telefoon.

Deze activiteiten zijn in voor- en bovenaanzicht (ten opzichte van bus) gesimuleerd en geëvalueerd.

De twee mannelijke proefpersonen waren verschillend in lengte: 1,75 en 2,00 meter.

De verschillende cabines die in deze evaluatie als basis zijn genomen zijn:

- a. slaapcabine voor de achteras (Bova Futura FH12, FH13, FH14 voor deurpositie 1720 mm vanaf c.l. achteras);
- b. slaapcabine, voor de vooras (Bova Futura FH15);
- c. slaapcabine volgens de Duitse norm BGR136;
- d. slaapcabine van vrachtwagens volgens NEN norm 5518.

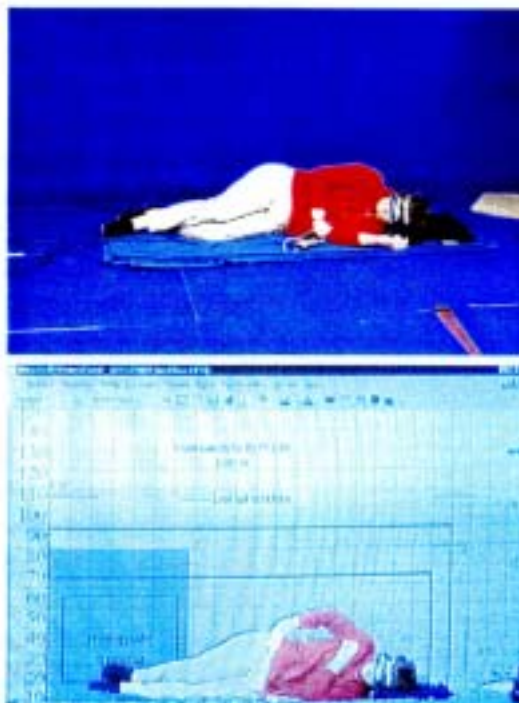
Resultaten

De resultaten worden beschreven aan de hand van de videobeelden.

In en uit de cabine kruipen; hoogte en breedte van de ingang

Het in en uit een slaapcabine kruipen (a) levert bij een grote persoon (2 meter), maar ook voor een persoon van gemiddelde lengte (1,75) knelpunten op, met name door de afmetingen van de ingang.

Het in en uit een slaapcabine voor de vooras kruipen is voor een groot persoon (2 meter) niet mogelijk en voor een persoon van gemiddelde lengte lastig: de hoogte is te laag. In de Duitse norm BGR 136 blijken de minimale afmetingen niet te voldoen voor de grotere persoon. Met behulp van de Ergomix is vastgesteld dat de minimale hoogte van de ingang 90 cm (aanbevolen 110 cm) is en de minimale breedte 65 cm. Bij voorkeur onderzijde van de doorgang gelijk aan onderzijde slaapcabine.



Het slapen in de cabine

Het slapen en draaien in de cabine is eveneens in de Ergomix geëvalueerd in zowel voor- als bovenaanzicht. Bij de beide proefpersonen deden zich in cabines problemen voor bij het draaien van rug- naar zijlig. In de Duitse norm BGR 136 blijken de minimale afmetingen niet te voldoen voor met name de grotere persoon. Voor comfortabele slaaphoudingen is een minimale breedte van 75 cm (aanbevolen 85 cm) en een lengte van 220 cm vereist.

Uit de cabine kruipen door noodluiken

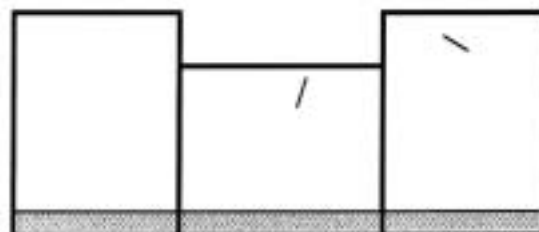
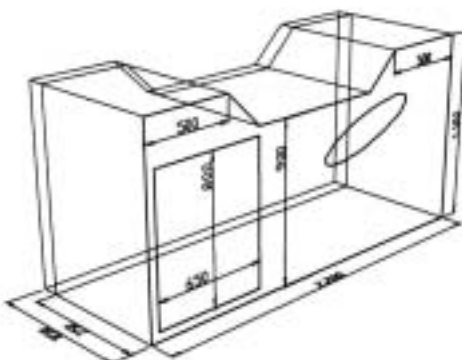
Volgens bestaande buitenslandse richtlijnen zijn nooduitgangen direct naar buiten, aan de linker en rechterzijde van de bus gewenst (bij een dwarsslaper aan het hoofd- en voeteneind). Bij gebruik van het noodluik aan het voeteneinde kruipt de chauffeur richting luik, gaat zitten, opent het luik en springt uit het luik. In geval van vlucht uit het noodluik bij het hoofdeinde opent de buschauffeur eerst het luik en gaat rechtop zitten en draait de benen onder zich door om uit het luik te kunnen stappen. Bij deze draai moet de cabine voldoende hoog en breed zijn. Uit de Ergomix-evaluatie bleek dat er ter hoogte van de beide noodluiken voldoende hoofd-bewegingsruimte moet zijn om snel en adequaat uit het noodluik te kunnen kruipen. Bij alle geëvalueerde bustypen leverde dit met name bij de grotere persoon problemen op. Aanbevolen wordt een hoogte van 110 cm aan de beide kopse kanten van de cabine over een lengte van minimaal 50 cm. Alleen boven het middengedeelte kan een hoogte van 90 cm (kruiphoogte) worden aangehouden. De noodluiken moeten van binnenuit makkelijk met één hand bedienbaar zijn en niet beperkt worden in het gebruik.

Uittrekken van de trui en schoenen

Chauffeurs hebben aangegeven voor het slapen gaan trui en schoenen uit te trekken. Het uittrekken van de trui is in de ergomix geëvalueerd. Een grotere persoon heeft voor het uittrekken van de trui een minimale hoogte van 110 cm en een breedte van 50 bij 80 cm nodig. Deze afmetingen komen overeen met de vereiste maten bij de noodluiken (zie ook hierboven). Aanbevolen wordt om deze ruimte bij de ingang te situeren in verband met gewenste plaats van handelingen.

Bediening van licht en telefoon

Aanbevolen wordt om de bediening van licht in tweevoud uit te voeren: bij de ingang en bij het hoofdeinde. Bij de plaats van de licht/telefoon is in de Ergomix uitgegaan van reikwijdte van de gemiddelde persoon. Licht en telefoon en andere bedieningselementen mogen het kruipen niet belemmeren. Het aanbevolen reikbereik is weergegeven in onderstaande figuur.

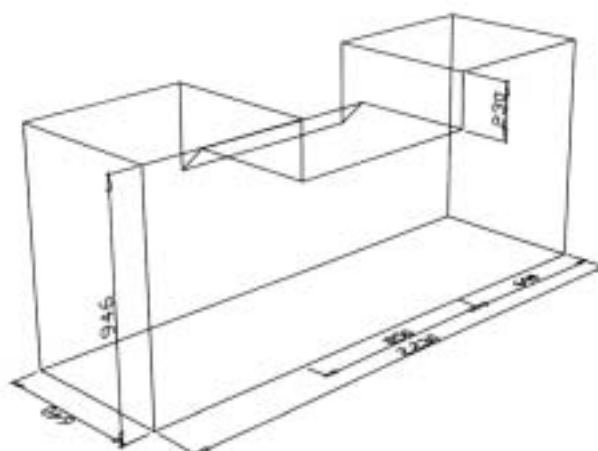


Lichaamsmaten volgens Dined 3 (1986)

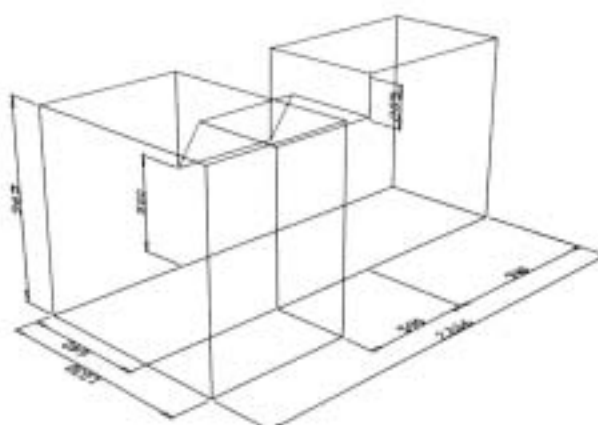
	slaapplaats						entrée	
	lengte		hoogte			breedte		
	lichaam		kruiphoogte bil-knieschijf	draailhoogte kruin-bil		slaaphoogte	schouderbreedte	
mannen								
99 p	194,3		68,5	101,8		45,4	45,4	
95 p	190		66,6	95,5			44,2	
50 p	179,4		62	94			41,2	
25 p	175		60,1	91,6			40	
vrije ruimte	10		20	3/8		10	30	
NEN 5518	205			105		55	75/85	
voorstel	220		90 ³²	110 ³³			75/85	90/110 ³⁴
								65

³² Alleen boven middengedeelte.³³ Minimaal over een lengte van 60 cm aan beide kopse kanten van de cabine.³⁴ Aanbevolen wordt een vrije hoogte van 110 cm voor de entree. Voor noodluiken is 110 cm de minimummaat gebaseerd op de maat van kruis-bil voor de 99P man.

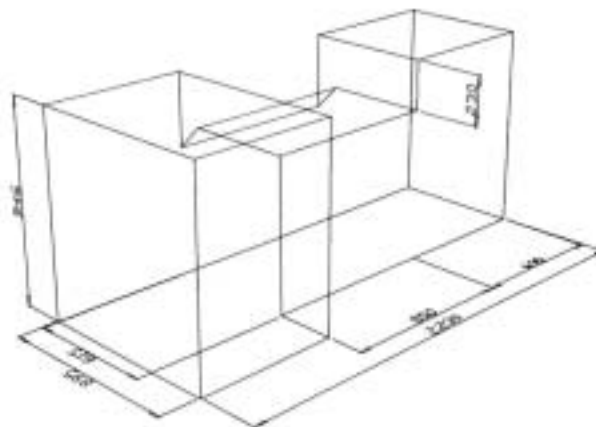
Bijlage 14 3D tekeningen slaapcabines



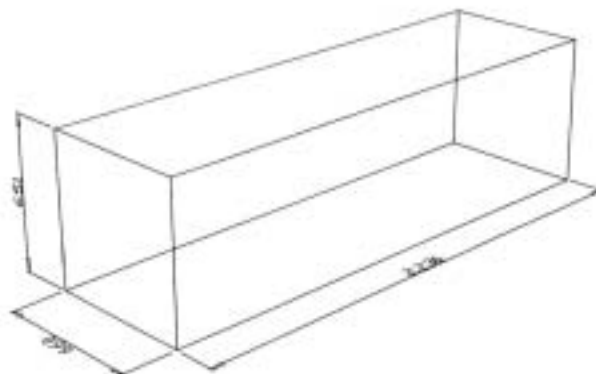
Slaapplaats Bova Futura FH12, FH13, FH14 voor deurpositie 1720 mm vanaf c.l. achteras



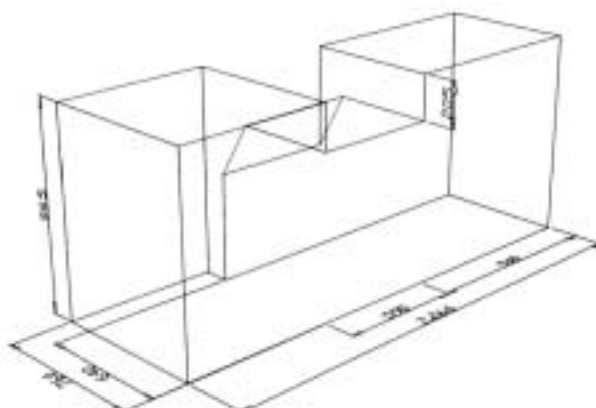
Slaapplaats Bova Magiq XH120 voor deurpositie 2140 mm vanaf c.l. achteras



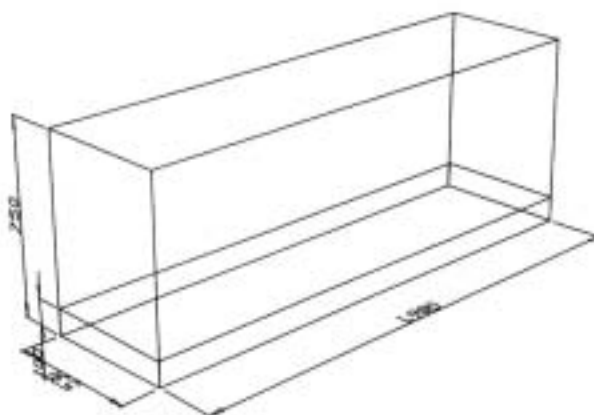
Slaapplaats Bova Futura FH12, FH13, FH14 voor deurpositie 1190 vanaf c.l. achteras



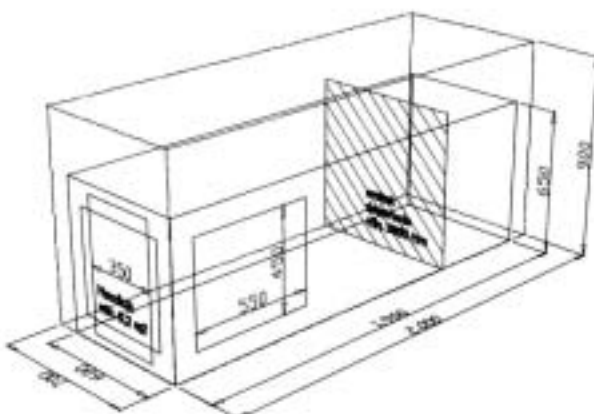
Bova Futura FH15, slaapplaats voor de vooras



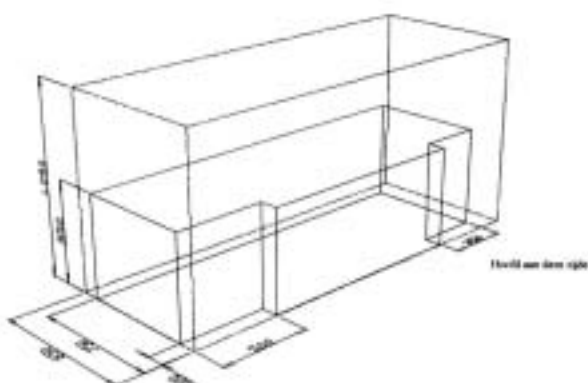
Slaapplaats Bova Magiq XH120 voor deurpositie 1780 mm vanaf c.l. achteras



Minimale afmetingen slaapcabine volgens T0091
Transport Workers (Passenger Vehicles) Award 1984



Afmetingen slaapcabine volgens BGR 136: minimale
afmetingen en aanbevolen afmetingen



NEN 5518

Bijlage 15 Modelopbouw botssimulatie

Modelopbouw

TNO Weg- en Transportmiddelen (TNO-WT) heeft voor het doen van uitspraken op het gebied van veiligheid gebruik gemaakt van simulatieresultaten. De simulatieresultaten zijn vergeleken met de normen. Uitgangspunt bij dit deel van het onderzoek was een statusbepaling te doen en vervolgens trachten door het aanpassen van contact stijfheden van de cabinewanden de "meetwaarden" te verlagen. In de praktijk zou dit betekenen het aanbrengen van een laag energie absorberend schuim. Er is gekozen voor een aantal configuraties.

1. Met vlakke cabine wanden (waarbij de variatie van de stijfheden heeft plaatsgevonden).
 - 1.1 Op de zij liggende dummy met gezicht in de rijrichting. (hiervoor is een standaard HIII type dummy gebruikt die een 50% man voorstelt) (voorwaarts).
 - 1.2 Op de zij liggende dummy met rug in de rijrichting (achterwaarts).
 - 1.3 Op de rug liggende dummy (hiervoor is een Side impact dummy model gebruikt) (zijwaarts).
2. Een configuratie met onderbroken zijwand daar waar een instap naar de cabine is gesitueerd.
 - 2.1 Op de zij liggende dummy met gezicht in de rijrichting.
 - 2.2 Op de zij liggende dummy met rug in de rijrichting.
 - 2.3 Op de rug liggende dummy.
3. Een configuratie voor een cabine in langsrichting van de bus met de voeten in de rijrichting.

De gekozen belasting is een versnellingsveld op de dummy dat vergelijkbaar is met een botsing van een bus met 30 km/h tegen een starre wand. De gebruikte puls ligt binnen de grenzen voor de puls zoals die wordt voorgeschreven in het ECE R80 reglement voor het verkrijgen van goedkeur voor het passagiers gordelsysteem in de bus. Dit rapport handelt over de modelvorming, resultaten en bevindingen met betrekking tot de veiligheid van slaapcabines.

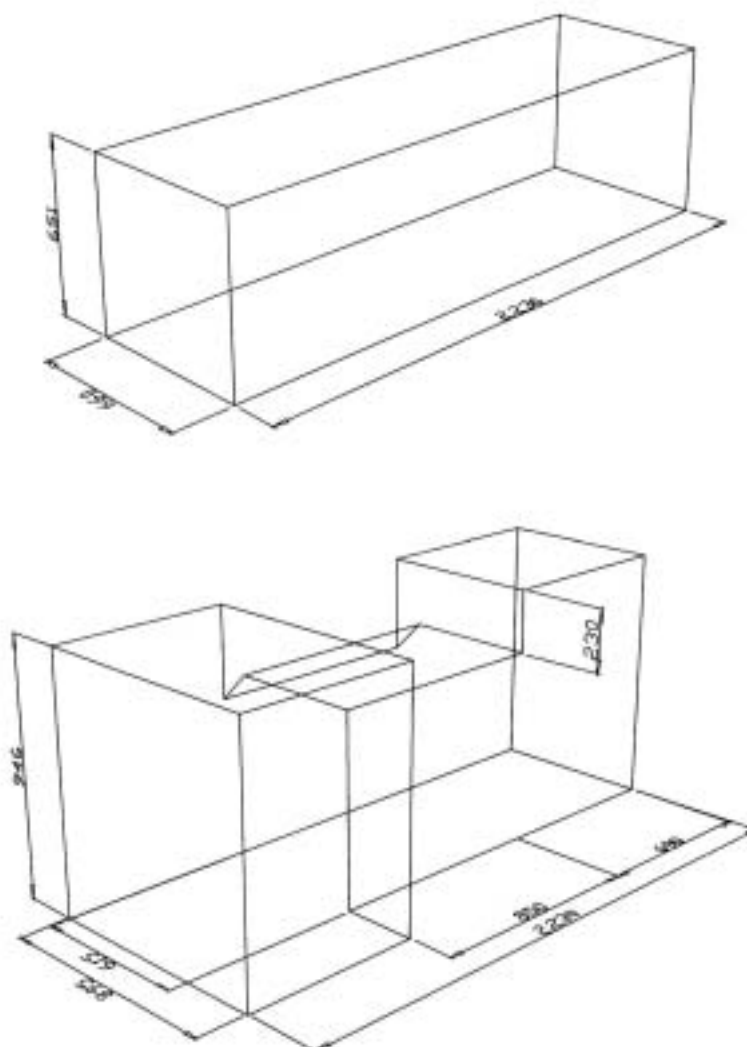
Voor het simuleren van de ongevallen is gebruik gemaakt van het TNO-simulatieprogramma MADYMO. Om de rekentijden laag te houden bevat het model geen eindige elementen onderdelen maar alleen multi-body elementen.

In het onderstaande hoofdstuk wordt de opbouw van het simulatiemodel beschreven. De volgende onderdelen worden behandeld:

1. slaapcabine;
2. dummy's;
3. versnellingspuls;
4. letsel criteria.

Slaapcabine

Er zijn 2 verschillende situaties gemodelleerd; één zonder en één met instap voor de chauffeur. Voor beide zijn de bodem en wanden van de slaapcabine opgebouwd uit vlakke platen. In figuur 1 zijn beide configuraties met maten weergegeven. Het kussen wordt door een ellipsoïde, van 0.1 x 0.4 x 0.6 meter weergegeven. Deze is noodzakelijk voor de ondersteuning van het hoofd en kan gedurende de simulatie niet bewegen.



Figuur 1 Modelconfiguraties

Dummy's

De volgende verschillende impact configuraties zijn gesimuleerd.

1. Met vlakke cabine wanden (waarbij de variatie van de stijfheden heeft plaatsgevonden).
 - 1.1 Op de zij liggende dummy met gezicht in de rijrichting. (hiervoor is een standaard HII type dummy gebruikt die een 50 % man voorstelt) (voorwaarts).
 - 1.2 Op de zij liggende dummy met rug in de rijrichting (achterwaarts).
 - 1.3 Op de rug liggende dummy (hiervoor is een Side impact dummy model gebruikt) (zijwaarts).
2. Een configuratie met onderbroken zijwand daar waar een instap naar de cabine is gesitueerd.
 - 2.1 Op de zij liggende dummy met gezicht in de rijrichting.
 - 2.2 Op de zij liggende dummy met rug in de rijrichting.
 - 2.3 Op de rug liggende dummy.
3. Een configuratie voor een cabine in langsrichting van de bus met de voeten in de rijrichting.

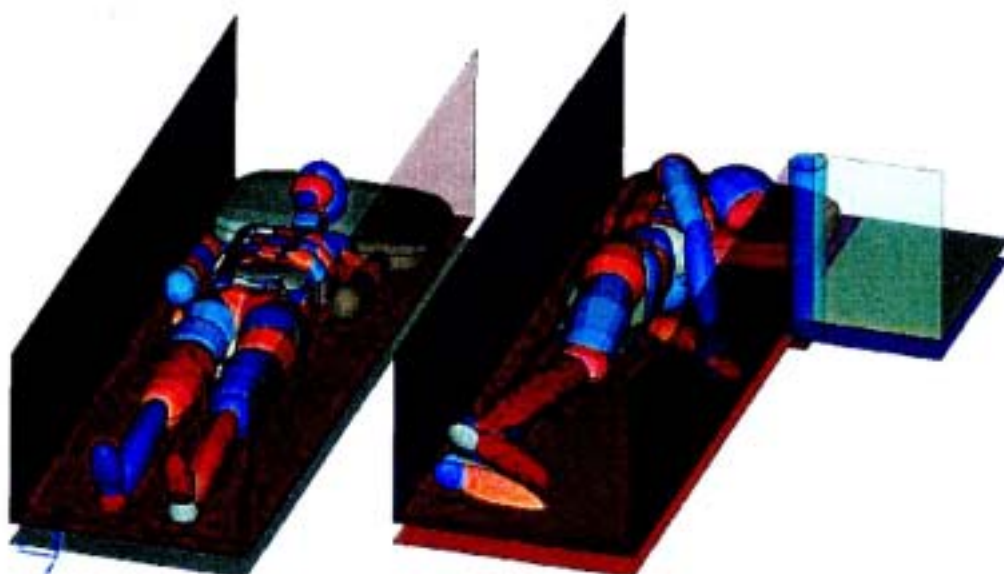
De gebruikte dummy's zijn MADYMO multi-body modellen van fysieke crash dummy's.

De situaties met zijdelings liggende dummy kunnen met een zelfde dummy plaatsvinden, alleen de richting van de versnellingspuls dient te worden aangepast. Deze dummy, de staande Hybride III 50th percentiel Dummy, is een afgeleide van de normale Hybrid III, die ontworpen is voor frontale botsingen, maar ook voor achterwaartse botsingen bruikbaar. De staande variant beschikt echter over een ander bekken, zodat het mogelijk is hem recht op te zetten en te gebruiken als voetganger. Hier is de dummy echter in liggende positie gebruikt.

Voor de ruggelings liggende situatie is een aparte dummy, de EUROSID-2 Side Impact Dummy genomen die speciaal voor zijdelingse botsingen is ontworpen.

De staande Hybrid III 50 percentiel Dummy

Deze wordt gebruikt voor de varianten waarbij de dummy op zijn zij ligt. Deze dummy diende alleen gepositioneerd te worden in een stabiele houding op zijn zij. Hiertoe is de dummy met zijn linker zij boven de bodem gepositioneerd met daarbij zijn linker arm evenals zijn rechter been iets gebogen. Het hoofd is op een geringe afstand boven het kussen geplaatst. Vervolgens is er een simulatie uitgevoerd waardoor de dummy door de zwaartekracht op de bodem belandt. Op een gegeven moment ontstaat er een stabiele ligging en deze is genomen voor de verdere berekeningen. In figuur 2 wordt de initiële positie voor de gevallen dat de dummy op zijn zij ligt getoond. Er zijn in dit model geen contacten gedefinieerd tussen armen en lichaam van de dummy. Dit heeft verder geen gevolgen voor de resultaten.



Figuur 2 Dummy op zijn zij

De EUROSID-2 Side Impact Dummy

Deze wordt gebruikt voor de variant waarbij de dummy op zijn rug ligt en dus zijdelings in contact komt met de cabine.

Deze dummy is ontwikkeld voor een zittende positie en de fysieke dummy kan door zijn starre heup niet in een liggende positie geplaatst worden. Met enkele kleine modificaties is dit echter in MADYMO toch mogelijk.

Voor de positionering is dezelfde methode toegepast als bij de Hybrid III. De dummy is met zijn rug iets boven de bodem en zijn hoofd boven het kussen geplaatst. Vervolgens is er een simulatie uitgevoerd waardoor de dummy door de zwaartekracht mijn

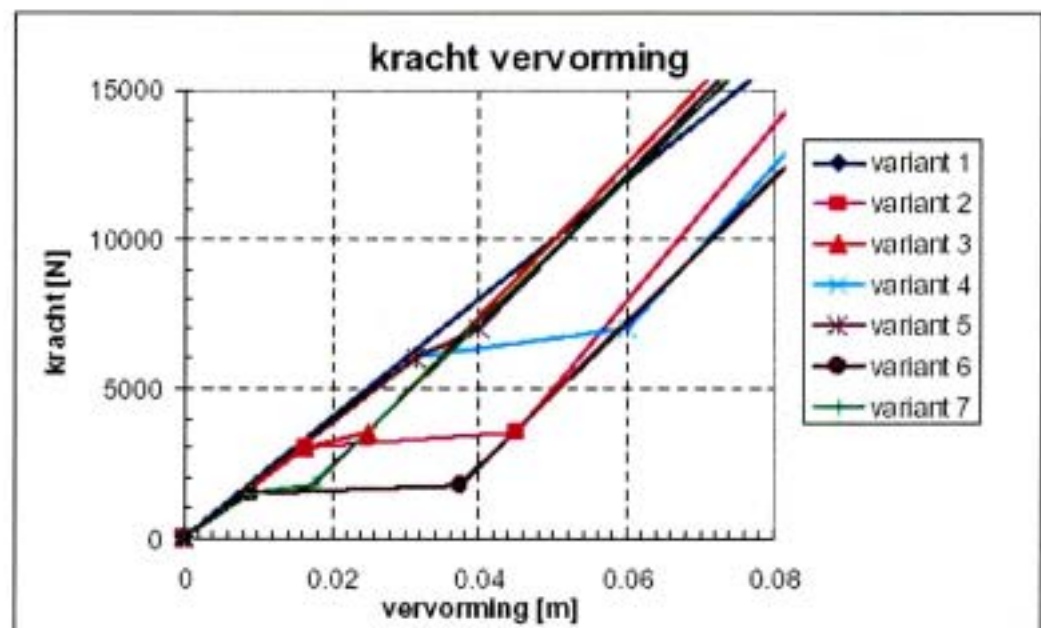
zijn rug op de bodem belandt. Op een gegeven moment ontstaat er een stabiele ligging (zie figuur 2) en dit is de uitgangspositie voor de verdere simulaties.

Varianten

Bij de simulaties is uitgegaan van een standaard cabine waarbij de contact stijfheid van de cabine zijwand lineair is met een stijfheid die overeenkomt met een multiplex plaat die niet star is ondersteund. Alleen voor de gevallen met vlakke cabine wanden zijn varianten toegepast voor een aantal verschillende contact stijfheden. Er is gekozen voor twee verschillende energieabsorberende schuimdiktes waarbij voor elke dikte gekozen is voor drie stijfheden. Figuur 3 geeft de grafieken van de gekozen varianten, inclusief de uitgangs karakteristiek.

De varianten zijn:

1. huidige status;
2. dikke schuim;
3. dunne schuim;
4. harde dikke schuim;
5. harde dunne schuim;
6. zachte dikke schuim;
7. zachte dunne schuim.



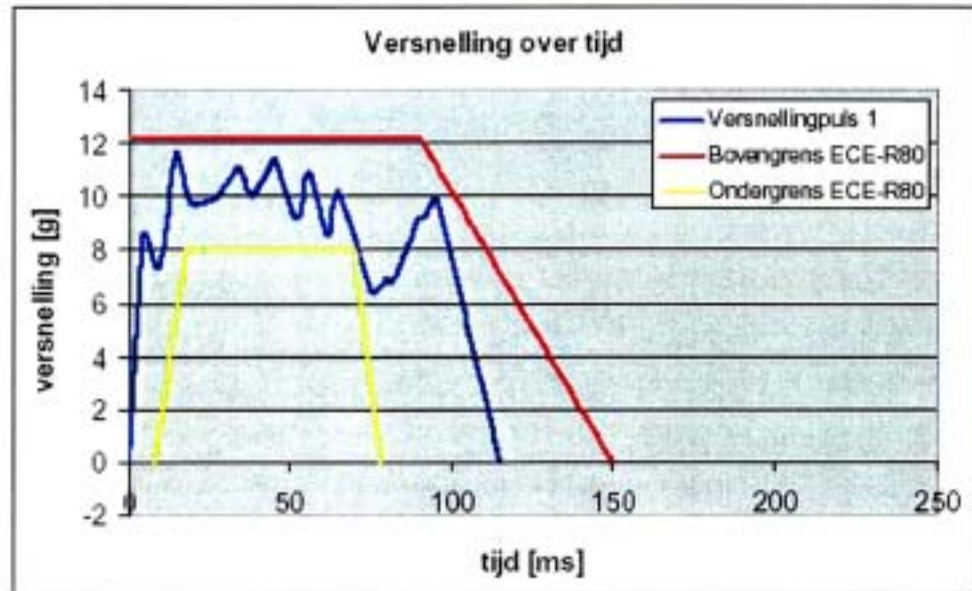
Figuur 3 Kracht vervorming voor de verschillende varianten schuim

Versnellingspuls

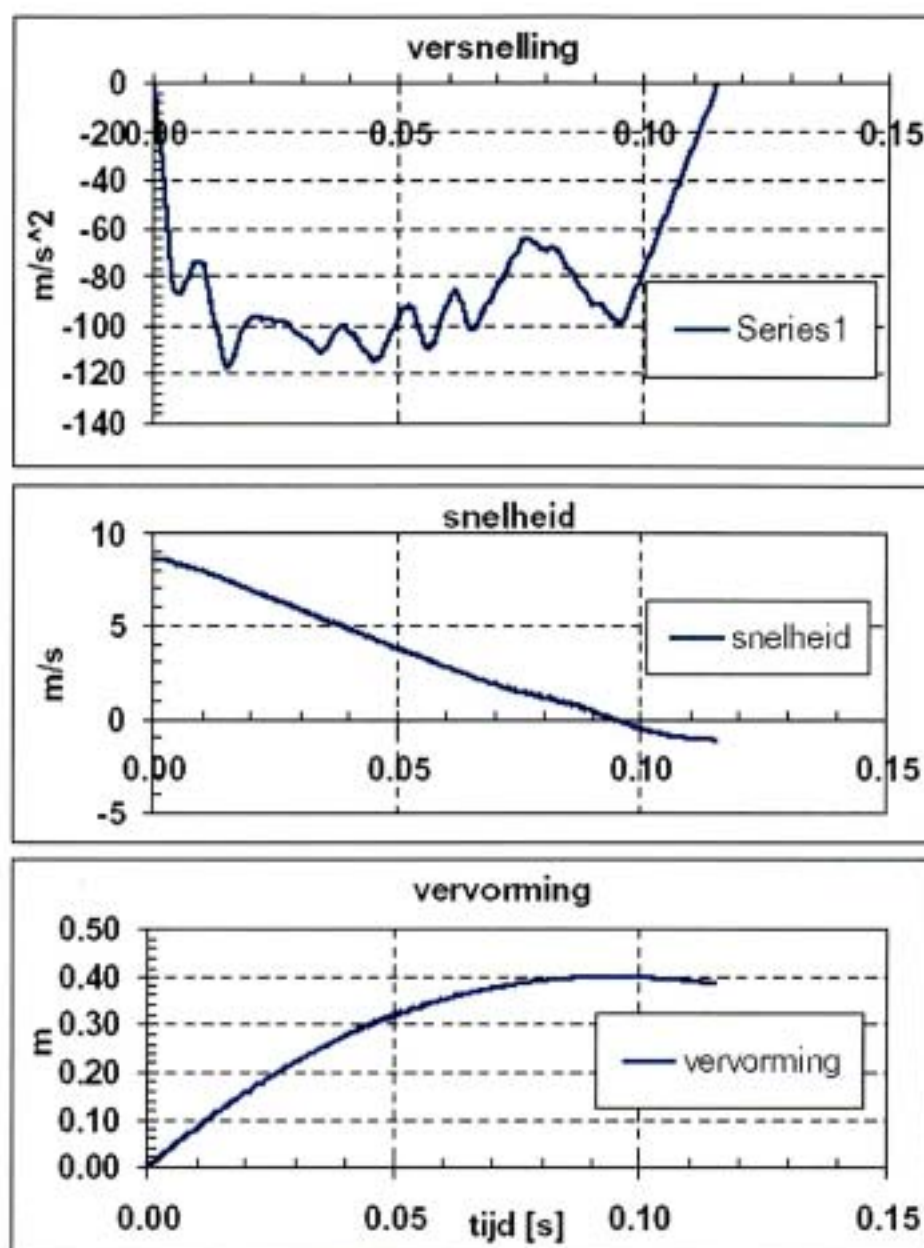
Om de daadwerkelijke botsing te modelleren wordt er een versnellingsveld op het model gezet. Deze puls is gebaseerd op het ECE-R80 reglement dat de eisen met betrekking tot gordelsystemen en stoelbevestiging regelt en is afkomstig van een 30 km/h botsing van een bus tegen een starre wand. Men heeft in dit reglement voor deze puls gekozen en het gaat te ver om hier alle achtergronden te behandelen met betrekking tot de ernst van de verwonding. De gedachtegang om deze puls te nemen is dat het gordelsysteem een voldoende beveiliging moet bieden voor normale passagiers en dat de-

zelfde mate van beveiliging moet gelden voor de chauffeur in de slaapcabine en afkomstig van een test met een bus. Onderstaande figuur toont ECE-R80 en de gebruikte puls (figuur 4).

Figuur 5 laat het verloop zien van snelheid en verplaatsing bij de gebruikte (vertraagings)puls bij een werkelijke botsing.



Figuur 4 Versnellingspuls



Figuur 5 Verloopsnelheid en verplaatsing bij gebruikte vertragsimpuls

Letsel criteria

Om een indruk te krijgen van de mate van letsel is er per ongevalsituatie naar enkele letsel criteria gekeken. De mogelijke criteria zijn afhankelijk van de dummy (er is maar een beperkte uitvoer mogelijk) en van de impact configuratie. Onderstaande tabel geeft een overzicht van de relevante letsel criteria. Tevens is er een referentie (norm) waarde gegeven. Een referentiewaarde is een waarde waarboven ernstig letsel optreedt. Aangezien er nog geen wetgeving is voor slaapcabines of een soortgelijke belasting, zijn waarden uit reeds bestaande wetgevingen genomen.

Tabel 5.1 Letsel criteria

	Hybride III 50 percentiel (dummy op zijn zij)		EUROSID-2 (dummy op zijn rug)	
	Criterium	Referentie-waarde	Criterium	Referentie-waarde
Hoofd	HIC	1000	HIC	1000
Nek	FNIC-Bending +My	190 Nm		
	FNIC-Bending -My	57 Nm		
	FNIC-Shear Fx	3.1 kN		
	FNIC-Tension +Fz	3.3 kN		
	FNIC-Tension -Fz	4.0 kN		
Borst	VC	1	VC	1
	Chest Deflection	50 mm	Chest Deflection	42 mm
	Chest Acceleration 3ms	60 g		
Wervel-kolom	Lumbar Spine Force		Lumbar Spine Force	
Bekken	Pelvis Acceleration	130 g	Pubic Symphesis Force	10 kN

Bijlage 16 Berekeningen en simulatieresultaten

De volgende figuur geeft een overzicht van de simulatie resultaten. In de kolommen zijn de verschillende varianten weergegeven. De resultaten van de configuratie met onderbroken cabine wand staan in de laatste kolom instap. De resultaten van de configuratie met de voeten in de rijrichting met de slaapcabine in langsrichting staan daar weer naast waarbij extra opgenomen maximum bovenbeen kracht (max Femur) en injury index voor het onderbeen (Tibia index) met in blauw de referentiewaarden.

Hybrid III

Gezicht naar wand (voorwaarts)

	Reference	status	dik schuim middel	dun schuim middel	dik schuim hard	dun schuim hard	dik schuim zacht	dun schuim zacht		instap	langs cabine
Hoofd HIC	1000	714	438	558	691	691	335	624		224	70
Nek +My Nm	190 Nm	291 Nm	232 Nm	266 Nm	286 Nm	268 Nm	230 Nm	289 Nm		54 Nm	57 Nm
-My Nm	57 Nm	30 Nm	32 Nm	30 Nm	30 Nm	30 Nm	44 Nm	30 Nm		36 Nm	19 Nm
[Fx] kN	3.1 kN	2.7 kN	2.1 kN	2.4 kN	2.7 kN	2.7 kN	2.1 kN	2.7 kN		0.9 kN	1.0 kN
+Fz kN	3.3 kN	0.7 kN	0.7 kN	0.7 kN	0.7 kN	0.7 kN	0.7 kN	0.7 kN		1.7 kN	0.3 kN
-Fz kN	4.0 kN	5.0 kN	3.8 kN	4.4 kN	4.9 kN	4.9 kN	3.8 kN	4.9 kN		0.1 kN	0.6 kN
Borst deflection mm	50 mm	36 mm	37 mm	36 mm	36 mm	36 mm	40 mm	38 mm		58 mm	maxFemur
acceleration g	60 g	66 g	64 g	65 g	67 g	66 g	54 g	61 g		54 g	9.0 4.7
VC m/s	1.000 m/s	0.383 m/s	0.384 m/s	0.383 m/s	0.384 m/s	0.383 m/s	0.383 m/s	0.386 m/s		0.669 m/s	Tibia Index
Bekken acceleration g	130 g	81 g	74 g	76 g	84 g	82 g	63 g	76 g		83 g	1.3 1.88

Rug naar wand (achterwaarts)

	Reference	status	dik schuim middel	dun schuim middel	dik schuim hard	dun schuim hard	dik schuim zacht	dun schuim zacht		instap
Hoofd HIC rug->	1000	427	323	358	415	415	199	350		77855
Nek +My Nm	190 Nm	49 Nm	45 Nm	47 Nm	49 Nm	49 Nm	54 Nm	50 Nm		2104 Nm
-My Nm	57 Nm	57 Nm	49 Nm	49 Nm	56 Nm	56 Nm	33 Nm	56 Nm		332 Nm
[Fx] kN	3.1 kN	0.5 kN	0.5 kN	0.4 kN	0.5 kN	0.5 kN	0.5 kN	0.5 kN		27.8 kN
+Fz kN	3.3 kN	1.2 kN	1.2 kN	1.2 kN	1.2 kN	1.2 kN	1.2 kN	1.2 kN		14.9 kN
-Fz kN	4.0 kN	1.2 kN	0.8 kN	1.1 kN	1.2 kN	1.2 kN	1.1 kN	1.3 kN		78.6 kN
Borst deflection mm	50 mm	7 mm	4 mm	6 mm	7 mm	7 mm	4 mm	5 mm		25 mm
acceleration g	60 g	63 g	44 g	59 g	62 g	63 g	65 g	65 g		159 g
VC m/s	1.000 m/s	0.016 m/s	0.007 m/s	0.011 m/s	0.015 m/s	0.015 m/s	0.007 m/s	0.011 m/s		0.293 m/s
Bekken acceleration g	130 g	77 g	51 g	73 g	75 g	75 g	69 g	78 g		84 g

EUROSID

Dummy op zijn rug (zijwaarts)

	Reference	status	dik schuim middel	dun schuim middel	dik schuim hard	dun schuim hard	dik schuim zacht	dun schuim zacht		instap
Hoofd HIC	1000	292	276	281	287	287	191	221		47
Borst Deflection mm	42 mm	34 mm	34 mm	34 mm	34 mm	34 mm	30 mm	32 mm		44 mm
VC m/s	1.000 m/s	0.304 m/s	0.298 m/s	0.298 m/s	0.301 m/s	0.301 m/s	0.259 m/s	0.275 m/s		0.433 m/s
Bekken Pubic Symphysis k	10.0 kN	3.4 kN	2.5 kN	3.2 kN	3.4 kN	3.4 kN	2.5 kN	3.3 kN		3.5 kN

Figuur 1 Overzicht simulatieresultaten

Resultaten analyse

Configuraties

- Vlakke zijwand

In de tabel van figuur 1 zijn de waarden die worden overschreden aangegeven in rood. De meeste rode waarden vinden we in de voorwaartse configuratie en in de achterwaartse configuratie met onderbroken zijwand. De overschrijding van de +My waarde is op zich niet zo onrustbarend. Nadere analyse van de kinematica van de dummy toont aan dat het moment kortdurend is en waarschijnlijk wordt veroorzaakt door de manier waarop het dummy hoofd de zijwand raakt. Deze belasting buiten het middelpunt van het hoofd veroorzaakt dit hoge moment en is afhankelijk van de vorm van het hoofd. Deze vorm van het hoofd is in dit geval niet zo'n correcte weergave van de praktijk. Bijna in alle gevallen zien we een borstvertraging die ofwel een overschrijding geeft ofwel dicht tegen de grenswaarde aanzit. Dit is een gevolg van het grote contact oppervlak van de borst met de zijwand dat zo een grote verdeelde belasting geeft met als gevolg de sterk remmende werking.

- Onderbroken zijwand (met instap)

We zien dat bij de voorwaartse configuratie met instap de borst slechts gedeeltelijk wordt geraakt met als gevolg een lagere vertraging maar wel een overschrijding van de borst indrukking.

We zien een extreme overschrijding van de grenswaarden bij de configuratie met achterwaartse zijligging met instap. In feite is de dummy niet geschikt voor bestudering van dit belastingsgeval. De rug (spine) van de dummy is een star metalen deel waarin geen momenten worden gemeten. Dit deel maakt contact met zijn omgeving middels een vrij starre karakteristiek. Dit harde contact veroorzaakt grote vertragingen van de spine (in dit geval de borst). De nek klapt achterover omdat het hoofd de vrije ruimte in beweegt zonder steun. Dit geeft het hoge -My moment dat over het algemeen verantwoordelijk is voor whiplash klachten (de hoge +My momenten en hoge HIC waarden moeten nader worden onderzocht).

- Slaapcabine in langsligging

Bij deze configuratie is er geen direct contact van borst of hoofd met een wand. Dit geldt wel voor de onderbenen. We zien dan ook een overschrijding van de Tibia index ten gevolge van de belasting van het onderbeen. Enkel letsel of onderbeen letsel kunnen hier het gevolg van zijn. Door de kinematica van de dummy komen ook nog redelijk hoge nek momenten voor. De berekende verwondingswaarden geven niet direct aanleiding om te stellen dat de langsrichting een onveilige situatie zou veroorzaken. Ook hier moet wel opgemerkt worden dat de gebruikte dummy niet is gemaakt voor deze belastingsrichting.

Varianten analyse

Bij de varianten analyse wordt alleen gekeken naar de configuraties met vlakke cabine wand. Bij deze configuraties zijn verschillende karakteristieken van energie absorberend schuim toegepast.

- Geen schuim

Allereerst kijkend naar de variant geen schuim dan kan worden vastgesteld dat in de meeste voor de meeste configuraties de grenswaarden niet werden overschreden. Hierbij dient wel worden opgemerkt dat in de karakteristieken geen rekening is gehouden met locale stijfheden ten gevolge van min of meer starre ondersteuning door chassis balken. In werkelijkheid worden de resultaten door zulk een ondersteuning negatief beïnvloed.

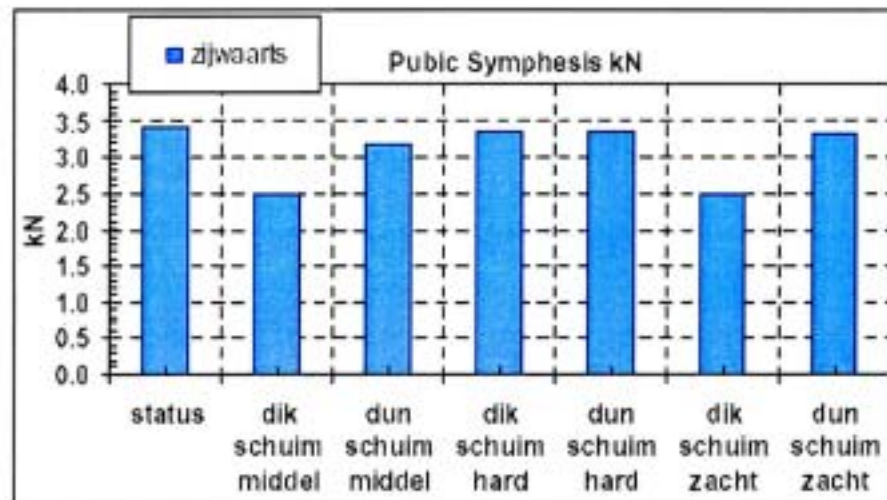
- Dik schuim

Het ligt in de lijn van de verwachting dat het dikke schuim de meeste verbetering laat zien voor de verwondingscriteria. Kijkend naar de resultaten is er een lichte voorkeur voor het zachte schuim.

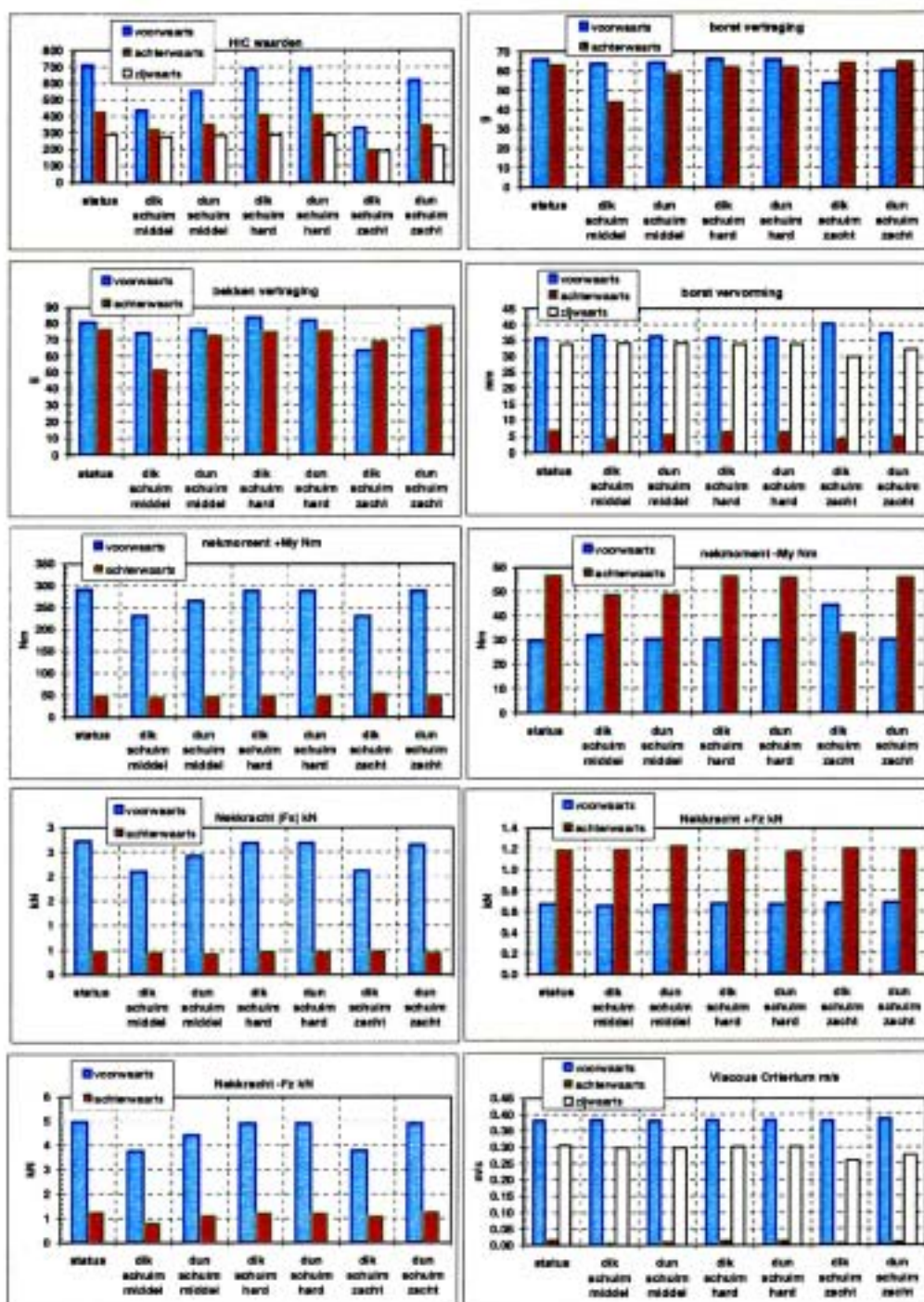
- Dunne schuim

Het dunne schuim geeft in alle gevallen nauwelijks effect op de resultaten. Het dunne zachte schuim kan in dit geval dan ook worden beschouwd als een comfort verhogende bekleding. Bij het aanwezig zijn van starre delen achter de cabine zijwand beplating is echter een relatief hard soort energieabsorberend schuim in staat minieme verbeteringen te genereren zolang de deformatie krachten onder de grenswaarden blijven voor een inzittende.

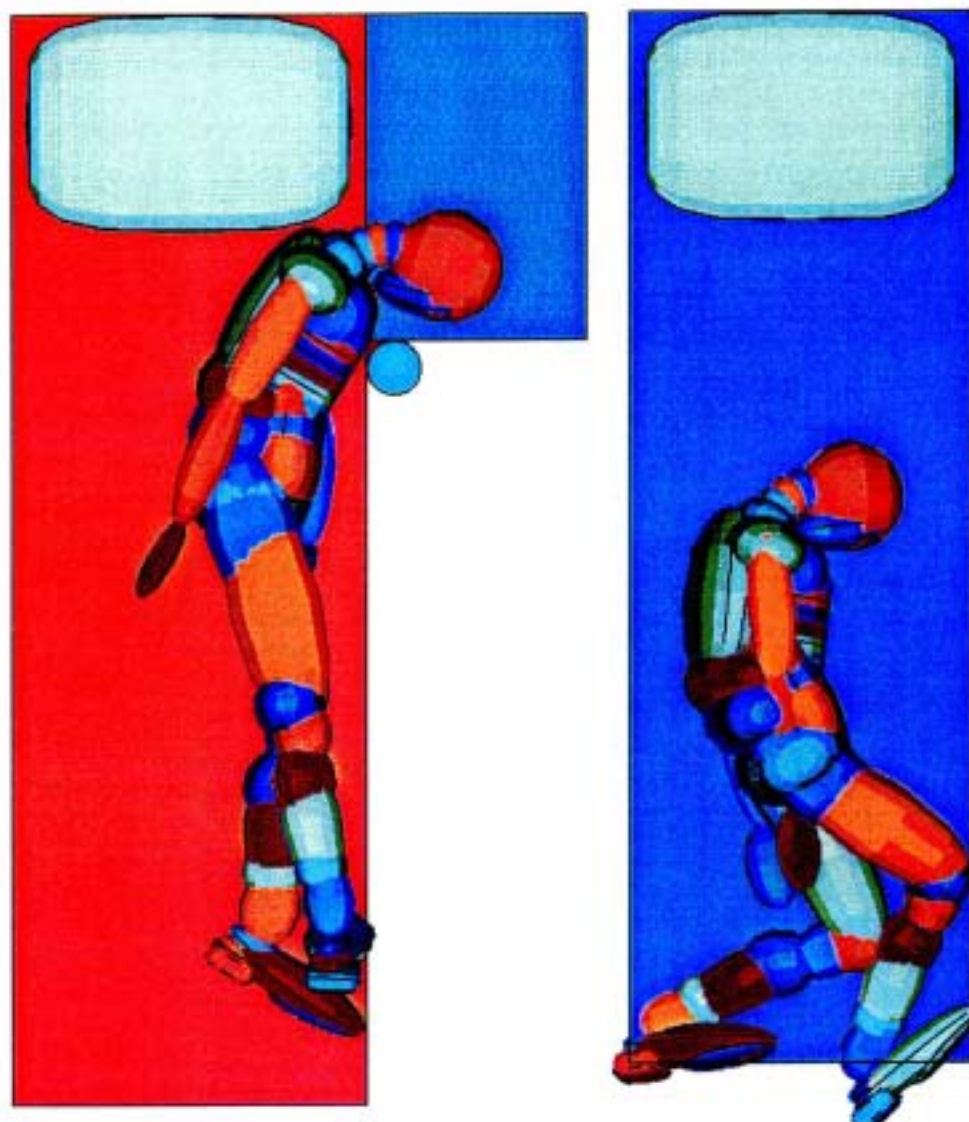
De volgende figuren geven de waarden van de resultaten tabel afhankelijk van de schuimvariant grafisch weer.



Figuur 2 Pubic Symphesys resultaten afhankelijk van de schuim variant



Figuur 3 Resultaten diverse verwondingswaarden afhankelijk van de schuim variant



Figuur 4 Dummy kinematica bij voorwaartse ligging met instap en cabine in langs-richting met voeten in de rijrichting

Bovenstaande figuren geven de dummy houding weer in meest gedeformeerde toestand voor de configuratie zijdelings voorwaartse ligging met instap en langs cabine met de voeten in de rijrichting.

Bijlage 17 Inhoud CD-rom “Medibus, slaapcabines in het busvervoer”

Bezoeken busbouwers

- | | |
|-------------|--------|
| 1. Berkhof: | foto's |
| 2. Bova: | foto's |

Bezoeken touringcarbedrijven

- | | |
|---|-----------------|
| 1. 01 Van Hool Akron 815 Euro Coach Travel: | foto's en video |
| 2. 02 Van Hool TD 824 Euro Coach Travel: | foto's en video |
| 3. 03 MAN fabriekswagen euro Coach Travel: | foto's |
| 4. 04 Smit Centaurus Euro Coach Travel: | foto's |
| 5. 05 Van Hool TD927 Euro Coach Travel: | foto's en video |
| 6. 06 Van Hool T9 DD Connexxion Pijnacker: | foto's en video |
| 7. 07 Bova Futura FEA Connexxion Pijnacker: | foto's en video |
| 8. 08 Neoplan Connexxion Pijnacker: | foto's en video |
| 9. 09 Berkhof Excellence 300 HD Connexxion Pijnacker: | foto's en video |
| 10. 10 Van Hool EOS 233 Gebo Tours: | foto's en video |
| 11. 11 Bova Futura Gebo Tours: | video |
| 12. 12 Van Hool Astromega TD827 Gebo Tours: | foto's en video |
| 13. 13 Van Hool T9DD Gebo Tours: | leeg |
| 14. 14 Neoplan N122-3 Gebo tours: | foto's en video |
| 15. 15 Setra 315GTHD Besseling: | foto's en video |
| 16. 16 Setra S317HDH Besseling: | foto's |

Presentatie

Eindpresentatie aan bestuur van de Stichting Medibus (10 juni 2002)

Botssimulaties

1. back_status.qt
2. back_stepin.qt
3. drive_dir_status.qt
4. side_back_status.qt
5. side_for_status.qt
6. side_for_stepin.qt

Plaatjes divers

1. Beuk touringcars
2. Maattekeningen
3. Overig

Ergomixsessie 29-04-02

1. Vooraanzicht Bova 2,00 m
2. Vooraanzicht Bova vooras 1,95 m
3. Vooraanzicht BGR136 1,95 m
4. Vooraanzicht Bova 1,75 m
5. Vooraanzicht Bova, 1,75 m
6. Vooraanzicht Bova 1,75 m
7. Vooraanzicht Bova 1,75 m
8. Vooraanzicht Bova vooras 1,75 m

9. Vooraanzicht Bova vooras 1,75 m
10. Vooraanzicht BGR136 1,75 m
11. Vooraanzicht BGR136 2,00 m
12. Vooraanzicht BGR136 2,00 m
13. Bovenaanzicht Bova 1,75 m
14. Bovenaanzicht Bova 1,75 m
15. Bovenaanzicht Bova 1,75 m
16. Bovenaanzicht NEN5518 1,75 m
17. Bovenaanzicht BGR136 1,75 m
18. Bovenaanzicht Bova 2,00 m
19. Bovenaanzicht BGR136 2,00 m
20. Bovenaanzicht NEN5518 2,00 m
21. Vooraanzicht Trui uittrekken