

R. 4
122-1



Ministerie van Sociale Zaken
en Werkgelegenheid

Lichamelijke belasting en arbeid

Ergonomische aanbeveling voor de
kijkpunthoogte bij beeldschermwerk

S 122-1

Nederlands Instituut voor Arbeidsomstandigheden



NIA0065218

Arbeidsinspectie

Lichamelijke belasting en arbeid

Ergonomische aanbeveling voor de
kijkpunthoogte bij beeldschermwerk

N.J. Delleman
M.B. Berndszen
W.A. Brand

Nederlands Instituut voor
Arbeidsomstandigheden NIA
bibliotheek-documentatie-informatie
De Boelelaan 32, Amsterdam-Buitenveldert

ISN-nr.
plaats
datum

6400
Ser. 4, S122-1
16 JULI 1991

Onderzoek uitgevoerd in opdracht van het
Directoraat-Generaal van de Arbeid door het
Nederlands Instituut voor Praeventieve
Gezondheidszorg TNO

juli 1991

CIP-gegevens Koninklijke Bibliotheek, Den Haag

Delleman, N.J.

Ergonomische aanbeveling voor de kijkpunthoogte bij beeldschermwerk /
N.J. Delleman, M.B. Bermdsen, W.A. Brand. - Den Haag: Directoraat-Generaal van
de Arbeid van het Ministerie van Sociale Zaken en Werkgelegenheid. - Ill. -
(Lichamelijke belasting en arbeid) ([Studie] / Directoraat-Generaal van de Arbeid,
[Arbeidsinspectie], ISSN 0921-9218 ; S 122-1)

Onderzoek uitgevoerd in opdracht van het Directoraat-Generaal van de Arbeid
door het Nederlands Instituut voor Praeventieve Gezondheidszorg TNO

Met lit. opg.

ISBN 90-5307-183-0

Trefw.: beeldschermterminals; ergonomische aspecten.

VOORWOORD

Een groot deel van een mensenleven bestaat uit het verrichten van betaalde danwel onbetaalde arbeid. Tijdens het uitvoeren van arbeidstaken wordt de mens geconfronteerd met allerlei gezondheidsbedreigende factoren, die op hun beurt aanleiding kunnen zijn tot schade aan de gezondheid. De tol die hiervoor betaald moet worden is hoog: persoonlijk leed en het onvermogen arbeid te verrichten in de vorm van ziekteverzuim en arbeidsongeschiktheid.

Eén van de gezondheidsbedreigende factoren is verkeerde of overmatige lichamelijke belasting tijdens arbeid. Circa éénderde van het totale aantal nieuwe arbeidsongeschikten valt binnen de categorie "klachten van het bewegingsapparaat". Een aanzienlijk deel van die klachten wordt veroorzaakt door factoren in de arbeidssituatie.

Het herkennen en beïnvloeden van verkeerde of overmatige lichamelijke belasting tijdens arbeid is van belang. Door kennis is het mogelijk preventie van klachten en reïntegratie van arbeidsongeschikten beter gestalte te geven. Kennis is de basis van voorlichting, normering en deskundigheidsbevordering. Kennis is tevens van belang voor werkgevers, werknemers en deskundigen die gezamenlijk gestalte dienen te geven en verantwoordelijk zijn voor het optimaliseren van de arbeidsomstandigheden.

Het is om de bovenstaande redenen dat binnen het Directoraat-Generaal van de Arbeid van het Ministerie van Sociale Zaken en Werkgelegenheid een omvangrijk onderzoeksprogramma naar lichamelijke belasting in relatie tot arbeid is geformuleerd. Het onderzoeksprogramma heeft tot doel bij te dragen aan methoden- en technieken-ontwikkeling, inzicht in gezondheidsbeïnvloedende factoren, ontwikkeling van normen en richtlijnen, ontwikkeling en gebruik van aanbevelingen en oplossingen en de implementatie en evaluatie hiervan.

In het kader van de onderzoekslijn "aanbevelingen en oplossingen" is in opdracht van het Directoraat-Generaal van de Arbeid onderzoek verricht naar de optimale kijkpunthoogte bij beeldschermwerk. Het onderzoek is uitgevoerd door het Nederlands Instituut voor Praeventieve Gezondheidszorg TNO.

De studie heeft tot doel aanbevelingen voor de optimale werkplekinstelling bij beeldschermwerk te ontwikkelen opdat klachten aan het bewegingsapparaat kunnen worden voorkomen. De resultaten van het onderzoek worden vergeleken met de reeds bestaande, en nogal verschillende, aanbevelingen. De uit dit onderzoek voortkomende aanbevelingen zullen worden gebruikt in voorlichtings- en deskundigheids-projecten.

De begeleidingscommissie voor dit onderzoek bestond uit mw.dr.s. I.M.A.J. Halewijn, voorzitter (DGA), ir. E.A.P. Koningsveld (NIA), ir. P. Voskamp (DGA), ir. J.P.M. van Erdewijk (DGA), Th. van Malland (AI) en A. Wolters (BGD Groningen).

De inhoud van deze studie komt voor verantwoordelijkheid van de onderzoekers.

INHOUD

	pagina
SAMENVATTING	1
1. INLEIDING	3
1.1 Achtergronden	3
1.2 Onderzoeksdoel	4
2. ONDERZOEKSMETHODEN	5
2.1 Experimentele opzet	5
2.2 Proefpersonen	5
2.3 Experimentele taak	6
2.4 Onafhankelijke variabelen	7
2.5 Afhankelijke variabelen	10
2.5.1 Werkhouding	10
2.5.2 Subjectieve bevindingen	13
2.5.3 Werkresultaat	15
2.6 Procedure	15
2.7 Analyse van de resultaten	17
2.8 Formulering van de aanbeveling	18
3. RESULTATEN	22
3.1 Werkhouding	22
3.2 Subjectieve bevindingen	30
3.3 Werkresultaat	40
3.4 Samenvatting van de resultaten	41
4. FORMULERING VAN DE AANBEVELING	46
5. DISCUSSIE	49
6. CONCLUSIES	53
7. DE AANBEVELING IN DE PRAKTIJK	54
LITERATUUR	55
BIJLAGEN	59

SAMENVATTING

Beeldschermwerk kan leiden tot klachten van het bewegingsapparaat. Met name nekklachten zijn, als belangrijkste categorie bewegingsapparaatklachten, sterk gerelateerd aan de instelling van de visuele aspecten van de beeldschermwerkplek. Teneinde de klachten te reduceren zijn onder meer aanbevelingen voor de werkplekinstelling gewenst. Echter, diverse bestaande aanbevelingen voor de genoemde instelling verschillen sterk, hetgeen een reden is voor nader onderzoek.

In dit onderzoek is door middel van experimenten nagegaan welke kijkpunthoogte (en kijkhoek) bij een tweetal zithoudingen leidt tot een minimale belasting van het bewegingsapparaat. Alle bestaande nationale en internationale aanbevelingen dien-aangaande zijn daarbij in een directe vergelijking opgenomen.

Op grond van de resultaten van het onderzoek wordt aanbevolen bij beeldschermwerk waarbij het toetsenbord 'blind' wordt bediend een kijkhoek tussen 6 en 9 graden onder de horizontaal te realiseren. Bij aanbevolen kijkafstanden tussen 50 en 90 cm komt dit overeen met een kijkpunt dat zich 10 cm onder de ooghoogte bevindt. Deze aanbeveling is geldig voor alle gewenste instellingen van de helling van de stoelrugleuning en bijbehorende zithoudingen (de romp rechtop of achterover leunend). Het werkresultaat wordt noch negatief noch positief beïnvloed door een optimale instelling van het kijkpunt en het innemen van een voorkeurszithouding (de romp rechtop of achterover leunend).

De opgestelde aanbeveling is geformuleerd in de vorm van een optimale kijkpunthoogte en kijkhoek om een vertaling naar zo veel mogelijk werkzaamheden te kunnen maken. Zodoende is de aanbeveling bruikbaar bij beeldschermwerkzaamheden als gegevens-invoer, tekstverwerking, CAD/tekenen, programmeren, raadplegen gegevensbestanden en andere, op voorwaarde dat het toetsenbord 'blind' wordt bediend. Evenzo is de aanbeveling bruikbaar indien zeer beperkt naar het toetsenbord wordt gekeken of een muis wordt gehanteerd.

Vijf veel gebruikte Nederlandse aanbevelingen worden gelegd naast de bovenbeschreven aanbeveling. Voor taakuitvoering waarbij niet of zeer beperkt naar het toetsenbord wordt gekeken of een muis wordt gehanteerd, leiden deze bestaande aanbevelingen tot te lage kijkpunten (beeldscherm, concept). Aanpassing van de bestaande aanbevelingen wordt geadviseerd.

1. INLEIDING

1.1 Achtergronden

Beeldschermwerk kan leiden tot klachten van het bewegingsapparaat. Deze klachten komen in vergelijking met andere beroepsgroepen meer dan gemiddeld voor in de nek en de schouders van beeldschermwerk(st)ers en in mindere mate in de lage rug, de armen en de polsen.¹⁻⁸ Minstens 2 op de 5 werknemers die vaak met een beeldscherm werken, hebben last van spieren en gewrichten⁹. De omvang en ernst van deze problematiek en het feit dat zeer velen met beeldschermen werken (in Nederland in de nabije toekomst meer dan 1.000.000 personen⁹) is de reden van de bestaande en voortdurende aandacht voor beeldschermwerk op het gebied van onderzoek en het opstellen van aanbevelingen. Dit onderzoek richt zich met name op aanbevelingen ter voorkoming van nekklachten. In de literatuur worden nekklachten gerelateerd aan een sterk voorovergebogen en/of gedraaide hoofdstand. De hoofdstand wordt sterk bepaald door de kijkrichting (kijkhoek)^{4,5}, welke wederom wordt bepaald door de hoogte en zijwaartse positie van het kijkpunt ten opzichte van de ogen. Er zijn derhalve aanwijzingen dat de visuele aspecten van de werkplek een grote rol spelen bij het ontstaan van nekklachten.

Ter preventie van de klachten van het bewegingsapparaat zijn onder meer aanbevelingen voor werkplekinstellingen noodzakelijk. Ergonomische aanbevelingen voor werkplekinstellingen dienen te bestaan uit eenvoudige relaties tussen werkplek-kenmerken (afstanden, hoeken) en individuele antropometrische kenmerken (bijvoorbeeld ooghoogte, ellebooghoogte). De relaties tussen beide voornoemde kenmerken representeren in feite het gewenste houdings- en bewegingsgedrag van werknemers, waarbij de belasting op het bewegingsapparaat minimaal is.

De aanbevelingen in de literatuur gericht op de visuele aspecten van het werk zijn geformuleerd in relatie tot de kijkhoek (kijkpunthoogte ten opzichte van de ooghoogte). Aanbevelingen voor een optimale kijkhoek verschillen sterk. Waarden tussen ongeveer 10 en 40 graden onder de horizontaal komen voor.¹⁰⁻²⁰ Voor dergelijke verschillen worden door de diverse auteurs geen verklaringen gegeven. Opvallend is echter dat bij aanbevelingen voor kijkhoeken tussen 10 tot 15 graden onder de horizontaal de onderzochte groepen beeldschermwerk(st)ers gemiddeld ongeveer 15 graden achterover zaten.^{10,11,16} Aannemende dat beeldschermwerk(st)ers één optimale hoek tussen romp en hoofd (nekhoeck) nastreven, heeft de stand van de romp direct effect op de optimale kijkhoek. In het geval men minder achterover zit, zal de kijkhoek derhalve meer naar beneden gericht zijn en vice versa. Indien deze hypothese juist is, zijn aanbevelingen voor optimale kijkhoeken afhankelijk van de zithouding i.c. de rompstand. Observaties op werkplekken laten

zien dat een grote variatie in rompstanden voorkomt^{4,10,11,16}, hetgeen aangeeft dat zithouding-afhankelijke aanbevelingen potentieel bruikbaar zijn.

1.2 **Onderzoeksdoel**

Het bestaande onderzoek overziende, kan worden gesteld dat een belangrijke categorie bewegingsapparaatklachten sterk gerelateerd is aan de instelling van de visuele aspecten van de beeldschermwerkplek (lees: kijkpunthoogte). Derhalve mag worden verwacht dat aanbevelingen voor een optimale instelling dienaangaande een grote reductie van belasting op het bewegingsapparaat zullen geven. Echter er bestaan sterke onderlinge verschillen tussen de diverse bestaande aanbevelingen voor de genoemde instelling. Het bovenstaande rechtvaardigt nader onderzoek. Vanwege de aannemelijke invloed van de zithouding (rompstand) op de optimale kijkpunthoogte, is opname van deze variabele in het onderzoek zinvol.

Het doel van het onderzoek is een aanbeveling te formuleren voor optimale kijkpunthoogte (kijkhoek) bij beeldschermwerk, eventueel afhankelijk van de zithouding (rompstand). Alle bestaande nationale en internationale aanbevelingen dienaangaande zullen daarbij in een directe vergelijking worden opgenomen.

2. ONDERZOEKSMETHODEN

2.1 Experimentele opzet

Ter realisatie van het onderzoeksdoel werd een experiment opgezet in het laboratorium. Proefpersonen voerden gedurende een bepaalde periode een tekstverwerkingstaak uit op acht verschillend ingestelde beeldschermwerkplekken. Het effect van de instellingen werd op drie manieren gemeten. Ten eerste door de werkhouding te registreren, ten tweede door de proefpersonen naar hun subjectieve bevindingen te vragen en ten derde door het werkresultaat te beoordelen.

De geschetste opzet komt in grote lijnen overeen met de eerder uitgevoerde onderzoeken gericht op naai- en onderhoudswerkzaamheden.^{21,22}

2.2 Proefpersonen

Aan het experiment werd meegewerkt door acht beeldschermwerksters. Allen hadden een meerjarige ervaring met tekstverwerkingstaken op een beeldscherm. Geen van de beeldschermwerksters had voorafgaand aan de experimenten zodanig veel last van oogklachten of bewegingsapparaatklachten (nekkklachten, rugklachten, enz.), dat zij daarvoor onder behandeling was of recent moest verzuimen. Enkele kenmerken van de groep van beeldschermwerksters zijn weergegeven in tabel 2.1.

Tabel 2.1 De kenmerken van de acht beeldschermwerksters

	gem.	st.dev.	bereik
leeftijd (jaar)	29.4	5.6	23-37
gewicht (kg)	69.8	5.3	59.4-74.4
lengte (cm)	173.2	5.7	166-182
ervaring met beeldschermwerk (jaar)	4.3	1.9	1.5-7.0
ervaring met tekstverwerking op een beeldscherm (jaar)	3.7	1.0	1.5-5.0

gem. = gemiddelde; st.dev. = standaard deviatie; bereik = laagste-hoogste waarde

Alle beeldschermwerksters waren in staat 'blind' te typen.

Voorafgaand aan de experimenten werd het gezichtsvermogen van de beeldschermwerksters getest. Daartoe werd gebruik gemaakt van de Keystone Vision Screening Test.²³ Alle beeldschermwerksters bleken voor elk oog afzonderlijk alsook voor beide ogen gezamenlijk, op een doorsnee kijkafstand voor beeldschermwerk (66 cm), een visuswaarde (gezichtsscherpte) van (meer dan) 1.0 te hebben. Dit is als (meer dan) redelijk beoordeeld.²⁴

2.3 Experimentele taak

De experimentele taak betrof tekstverwerking. De concepttekst werd, met behulp van een computerprogramma, per zin aangeboden op het beeldscherm. Een zin bestond uit 1 tot 7 regels (gemiddeld 2-4), elk ruwweg ter lengte van de scherm-breedte. De regels werden weergegeven boven een denkbeeldige scheidslijn halverwege het beeldscherm; de laatste regel aanliggend tegen de scheidslijn (zie figuur 2.1). De ingetypte tekst werd zichtbaar op het beeldscherm, onder de genoemde denkbeeldige scheidslijn; de eerste regel aanliggend tegen de scheidslijn (zie figuur 2.1). Het typen van de aangeboden zin werd afgesloten met een druk op de <enter>-toets. Daarna verscheen een volgende zin.

De beschreven presentatie van concept- en ingetypte tekst werd gekozen vanwege diverse redenen:

1. Het uitgangspunt bij de experimenten was bij alle beeldschermwerksters de belasting op het bewegingsapparaat zo veel mogelijk dezelfde te laten zijn.

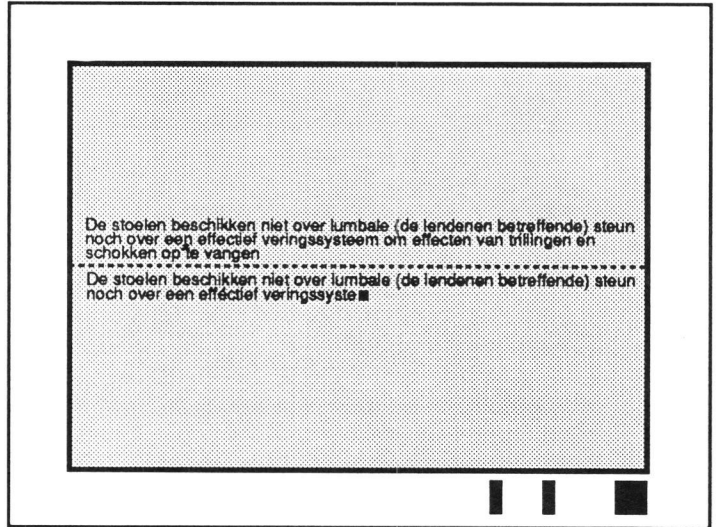
Tijdens de dagelijkse taakuitvoering zijn er echter verschillen in de belasting op het bewegingsapparaat ten gevolge van de gehanteerde werkwijze; er zijn beeldschermwerksters die alleen naar de concepttekst kijken (en achteraf het resultaat controleren en corrigeren) en er zijn beeldschermwerksters

die afwisselend naar de concepttekst en naar het resultaat kijken.

In de huidige experimentele aanpak kijken alle beeldschermwerksters ruwweg naar hetzelfde kijkpunt i.c. de denkbeeldige scheidslijn op het beeldscherm. Grote inter-individuele verschillen in zijwaartse en/of op-/neerwaartse hoofdbewegingen worden derhalve uitgesloten. In een vooronderzoek werd vastgesteld dat het kijken naar diverse verticale posities op een beeldscherm voornamelijk met de ogen gebeurt. De hoofdbeweging is daarbij minimaal. Daardoor ontstaat eenzelfde belasting voor alle beeldschermwerksters.

2. Het feit dat het kijkpunt bekend is (min of meer op de denkbeeldige scheidslijn), biedt de mogelijkheid om kijkhoeken te bepalen en de kijkhoek bij de optimale werkplekinstelling te vergelijken met bestaande aanbevelingen.

3. De aanbeveling voor een optimale kijkpunthoogte kan eenvoudig worden vertaald naar diverse werkzaamheden met een beeldscherm. In het geval dat een groot gebied moet worden overzien (bijvoorbeeld correctiewerk op het beeldscherm of typen van een concepttekst), wordt de optimale kijkpunthoogte vertaald naar de hoogte van het gemiddelde kijkpunt (bijvoorbeeld het midden van het stuk tekst). In het geval dat naar een bepaalde positie wordt gekeken (bijvoorbeeld de laatste regel op het beeldscherm bij tekstinvoer of een positie in een menustructuur op het beeldscherm bij data-invoer), is de optimale kijkpunthoogte van toepassing op deze positie.



Figuur 2.1 Wijze van weergave van de concepttekst en de ingetypte tekst

De taak werd op elk van de acht verschillende ingestelde werkplekken gedurende 25 minuten uitgevoerd. Deze werkperiode is ruwweg overeenkomstig met de ge-

middelde aaneengesloten werktijd achter een beeldscherm tijdens de dagelijkse taakuitvoering voor de groep beeldschermwerksters.

De beeldschermwerkster werd als volgt geïnstrueerd:

'Type zoveel mogelijk.

Indien u een fout ontdekt op het moment van intypen, mag u deze fout met behulp van de <backspace>-toets corrigeren en vervolgens verder gaan.

U bent niet verplicht een zojuist ontdekte fout te corrigeren.'

'Werkt u s.v.p. bij alle 8 werkplekinstellingen op eenzelfde wijze wat betreft werktempo en de manier van fouten corrigeren.'

Bij elke werkplekinstelling werd een andere concepttekst aangeboden.

De acht teksten waren afkomstig uit het rapport 'Functieverbetering en organisatie van de arbeid. Welzijn bij de arbeid (WEBA) gelet op de stand van de arbeids- en bedrijfskunde'.²⁵ De teksten betreffen elk een beschrijving van een werksoort en zijn qua structuur vergelijkbaar. Teneinde een gelijke moeilijkheidsgraad te realiseren zijn de originele teksten ontdaan van tekst-specifieke karakteristieken met betrekking tot de lay-out (bijvoorbeeld onderstreping, inspringen). Waar nodig werden delen van het stuk (bijvoorbeeld tabellen) weggelaten of zinnen gevormd (bijvoorbeeld bij puntsgewijze opsommingen). Met een eenvoudige methode (leesbaarheidstest van Flesh²⁶) is vastgesteld dat de teksten overeenkwamen in moeilijkheidsgraad (HBO-niveau) en geschikt waren als experimentele teksten. De teksten hadden betrekking op de volgende werksoorten: Timmerwerk, Gezinsverzorging, Administratief werk-gegevensinvoer, Schoonmaakwerk, Leidinggevend werk, Keukenwerk, Handmatige montageaarde en Buschauffeurswerk.

Bij de opzet van de experimenten is er voor gezorgd dat de verlichting van de werkplek voldeed aan de richtlijnen voor verlichtingssterkte, luminantieverhoudingen en vermijden van spiegeling en verblinding.

2.4 Onafhankelijke variabelen

De beeldschermwerkplekken werden ingesteld als een combinatie van twee onafhankelijke variabelen:

- *kijkpunthoogte*
- *rugleuningshoek van de stoel*

De *kijkpunthoogte* werd gerelateerd aan de ooghoogte, waarbij 4 instellingen werden gehanteerd (zie figuur 2.2):

5 cm boven de ooghoogte (+5 cm)

10 cm onder de ooghoogte (-10 cm)

25 cm onder de ooghoogte (-25 cm)

40 cm onder de ooghoogte (-40 cm)

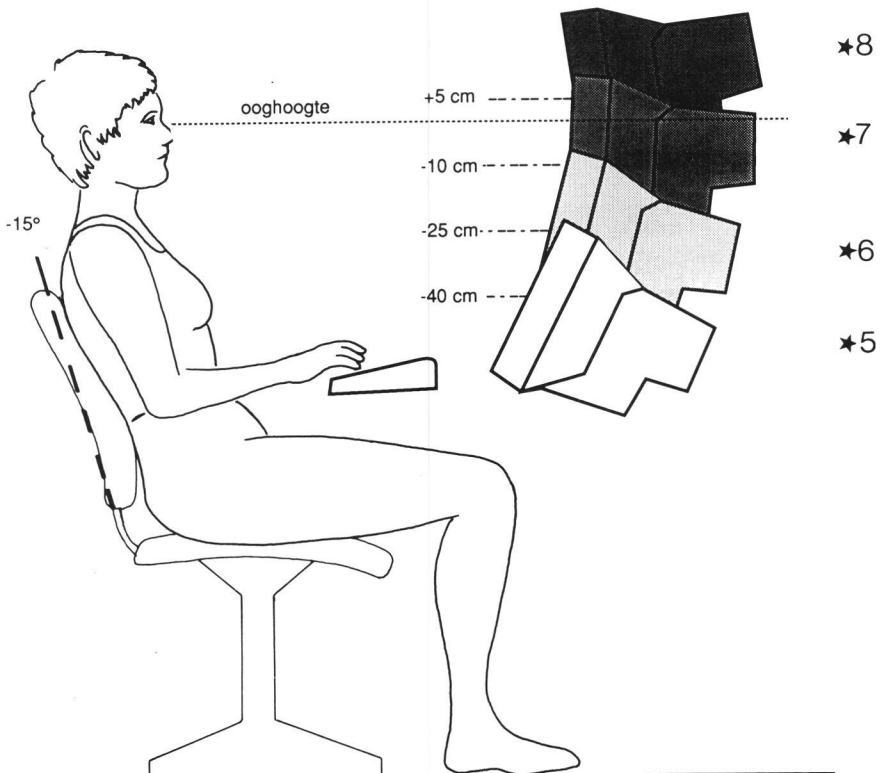
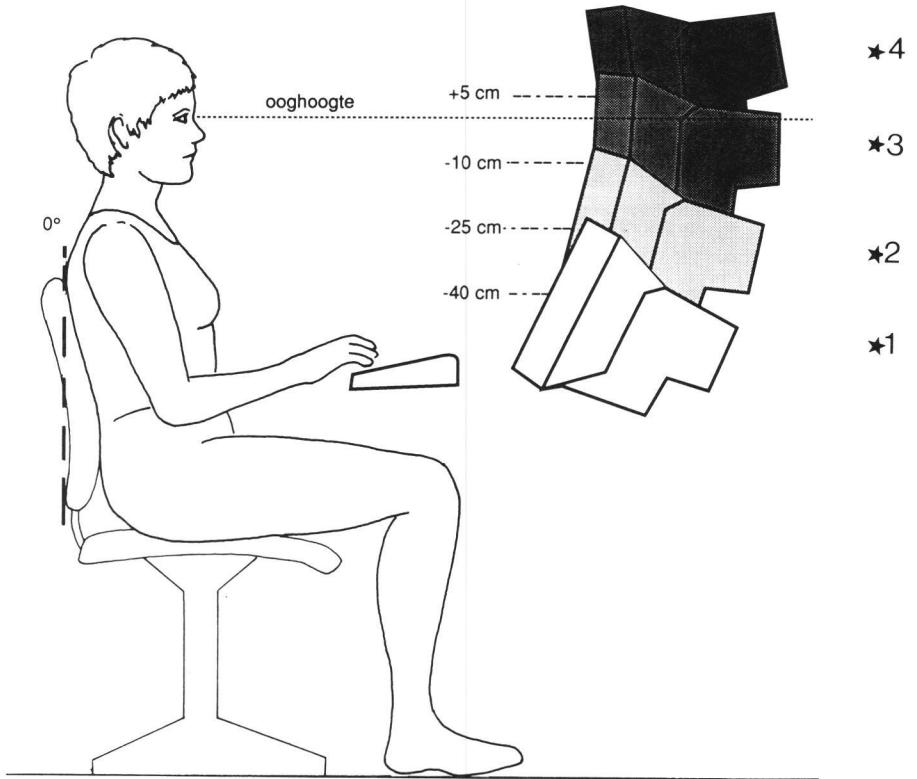
De ooghoogte werd gedefinieerd als de loodrechte afstand van de oogpupil tot de vloer, waarbij de beeldschermwerkster langs de horizontaal recht vooruit kijkt. In dit onderzoek was de ooghoogte afhankelijk van de zithouding i.c. de rompstand, welke werd opgelegd door de rugleuningshoek van de stoel. Het kijkpunt werd gedefinieerd ter hoogte van de denkbeeldige scheidslijn tussen de concepttekst en de ingetypte tekst (figuur 2.1).

De *rugleuningshoek* werd gerelateerd aan de verticaal, waarbij 2 instellingen werden gehanteerd (zie figuur 2.2):

rechttop (0 graden)

15 graden achterover geheld (-15 graden)

In totaal werd de beeldschermwerkplek op ($4 \times 2 =$) 8 verschillende wijzen ingesteld. Iedere proefpersoon werkte aan elk van deze instellingen.



Figuur 2.2 De acht experimentele instellingen van de beeldschermwerkplek.
 Boven: rugleuningshoek 0 graden; onder: rugleuningshoek -15 graden

De experimentele kijkpunthoogten werden zodanig gekozen, dat het gehele bereik van bestaande nationale en internationale aanbevelingen voor optimale kijkhoeken zich in het experiment bevond. Bij een kijkafstand van 60 cm komt het aantal centimeters van het kijkpunt onder/boven de ogen ruwweg overeen met de kijkhoek ten opzichte van de horizontaal. Derhalve komt de experimentele kijkpunthoogte 40 cm onder de ooghoogte overeen met één van de extremen bij de bestaande aanbeveling (kijkhoek -40 graden). De experimentele kijkpunthoogte 10 cm onder de ooghoogte komt overeen met de andere extreem bij de bestaande aanbeveling (kijkhoek ongeveer -10 graden). Kijkpunthoogten enigszins boven de ooghoogte konden à priori niet worden uitgesloten als reële aanbeveling.²⁷ De ruimte en middelen voor de experimenten lieten vier experimentele kijkpunthoogten toe. Teneinde gelijke onderlinge afstanden tussen de kijkpunthoogten te realiseren, werden de kijkpunthoogten -40, -25, -10 en +5 cm ten opzichte van de ooghoogte gekozen. Voorafgaand aan de experimenten werd aangenomen dat de rugleuningshoek de zithouding i.c. de rompstand bepaalt. De experimentele rugleuningshoeken werden gekozen overeenkomstig in de praktijk waargenomen zithoudingen; zowel de rechtop⁴ als de 15 graden achterover zittende^{5,10,16} houding komt voor.

2.5 Afhankelijke variabelen en meetmethoden

Tijdens de taakuitvoering aan de acht instellingen van de beeldschermwerkplek werden diverse afhankelijke variabelen geregistreerd. Deze afhankelijke variabelen hebben betrekking op de werkhouding (zie § 2.5.1), de subjectieve bevindingen (zie § 2.5.2) en het werkresultaat (zie § 2.5.3) van de proefpersonen.

2.5.1 Werkhouding

De werkhouding van de beeldschermwerkster werd geregistreerd met behulp van een opto-elektronisch videosysteem (VICON). Dit systeem bestaat uit een aantal camera's voor de opname van de houdingsgegevens en een computer voor de verwerking. Om de werkhouding te kunnen vastleggen werd de beeldschermwerkster voorzien van sterk reflecterende markeerpunten ter grootte van ongeveer 1 cm³.

In het huidige onderzoek werden de markeerpunten aangebracht op de volgende posities (zie ook figuur 2.3):

M1: *Kijkpunt* (op de rechter zijkant van het beeldscherm, op de denkbeeldige scheidslijn tussen de concepttekst en de ingetypte tekst)

M2: *Rechter oog* (op de zijkant van het hoofd, nabij de rechter ooghoek)

M3: *Rechter oor* (op de zijkant van het hoofd, nabij het oorlelletje)

M4: *Nek* (tussen de twee doornuitsteeksels van de zevende nekzwervel en de eerste borstzwervel)

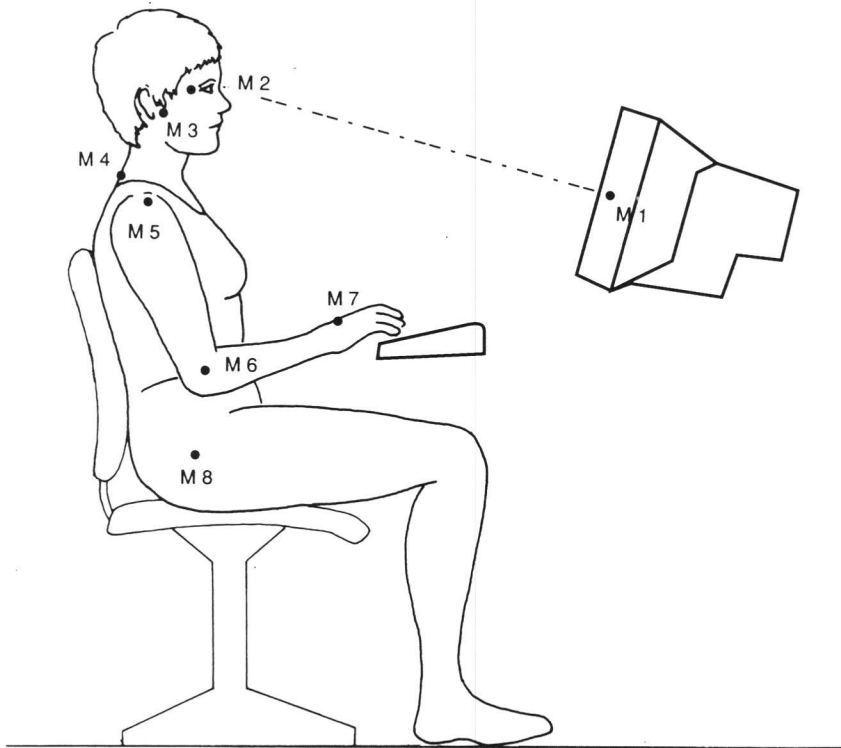
M5: *Rechter schouder* (op het gewricht tussen het sleutelbeen en het schouderblad; het acromio-claviculaire gewricht)

M6: *Rechter elleboog* (op het gewricht tussen het spaakbeen en de bovenarm; het humero-radiale gewricht)

M7: *Rechter pols* (op het gewricht tussen het spaakbeen en de ellepijp aan de zijde van de handwortelbeentjes; het distale radio-ulnaire gewricht)

M8: *Rechter heup* (op het heupgewricht; de bovenrand van de trochanter major)

De markeerpunten M2 t/m M8 waren aangebracht op de huid.



Figuur 2.3 Weergave van de markeerpuntposities voor de bepaling van de afhankelijke variabelen met betrekking tot de werkhouding

De VICON-camera's hebben de eigenschap alleen de genoemde, sterk oplichtende, punten te zien. Na de dataverwerking werden de drie-dimensionale posities van de markeerpunten semi-automatisch bepaald. Op basis van deze ruimtelijke markeerpuntposities werden de onderstaande afhankelijke variabelen bepaald (zie ook figuur 2.3):

1. **Hoofdstand**, gedefinieerd als het verschil tussen de hoofdhoek tijdens de taakuitvoering en de hoofdhoek in de rusthouding*. De hoofdhoek werd gedefinieerd als de hoek tussen de verticaal en de lijn door de markeerpunten M2 en M3, gezien vanaf de zijkant van de beeldschermwerkster**.

* De rusthouding werd gedefinieerd als de rechtop zittende houding, waarbij recht vooruit wordt gekeken en de armen afhangen langs het lichaam.

** Projectie in het sagittale vlak.

Een negatieve waarde betekent vooroverbuiging van het hoofd.

2. Rompstand, gedefinieerd als het verschil tussen de romphoek tijdens de taakuitvoering en de romphoek in de rusthouding*. De romphoek werd gedefinieerd als de hoek tussen de verticaal en de lijn door de markeerpunten M4 en M8, gezien vanaf de zijkant van de beeldschermwerkster**.

Een negatieve waarde betekent dat de romp achterover staat.

3. Nekhoek, gedefinieerd als de hoofdstand (voor definitie zie boven, onder 1) ten opzichte van de rompstand (voor definitie zie boven, onder 2).

Een positieve waarde betekent dat het hoofd (voorover)gebogen is ten opzichte van de romp.

4. Kijkhoek, gedefinieerd als de hoek tussen de horizontaal en de lijn door de markeerpunten M1 en M2 tijdens de taakuitvoering, gezien vanaf de zijkant van de beeldschermwerkster**.

Een negatieve waarde betekent dat naar beneden wordt gekeken.

5. Kijkafstand, gedefinieerd als de afstand tussen de markeerpunten M1 en M2 tijdens de taakuitvoering, gezien vanaf de zijkant van de beeldschermwerkster**.

6. Heffing bovenarm, gedefinieerd als het verschil tussen de bovenarmhoek tijdens de taakuitvoering en de bovenarmhoek in de rusthouding*. De bovenarmhoek werd gedefinieerd als de hoek tussen de verticaal en de lijn door de markeerpunten M5 en M6.

7. Heffing bovenarm voor-/achterwaarts, gedefinieerd als de heffing bovenarm (voor definitie zie boven, onder 6), gezien vanaf de zijkant van de beeldschermwerkster**.

Een positieve waarde betekent voorwaarts-heffing van de bovenarm.

8. Heffing bovenarm zijwaarts, gedefinieerd als de heffing bovenarm (voor definitie zie boven, onder 6), gezien vanaf de achterzijde van de beeldschermwerkster. Een positieve waarde betekent zijwaarts-heffing van de bovenarm van de romp af.

9. Ellebooghoek, gedefinieerd als de hoek tussen de lijn door de markeerpunten M5 en M6 en de lijn door de markeerpunten M6 en M7 tijdens de taakuitvoering minus deze hoek in de rusthouding*.

Een lagere waarde (dichter bij 0) betekent meer strekking van de elleboog.

* De rusthouding werd gedefinieerd als de rechtop zittende houding, waarbij recht vooruit wordt gekeken en de armen afhangen langs het lichaam.

** Projectie in het sagittale vlak.

2.5.2 Subjectieve bevindingen

De subjectieve bevindingen van de beeldschermwerksters werden vastgelegd met een viertal vragenlijstmodulen. De modulen 'Ervaren houding' en 'Lokaal ervaren ongemak' zijn gericht op gedetailleerde lokale lichamelijke bevindingen. De modulen 'Geschatte volhoudtijd' en 'Waardering werkplekinstelling' zijn gericht op integrale bevindingen, welke gebaseerd zijn op verschillende soorten bevindingen (waaronder lichamelijke).

De modulen (A t/m D) en de bijbehorende afhankelijke variabelen worden hieronder beschreven.

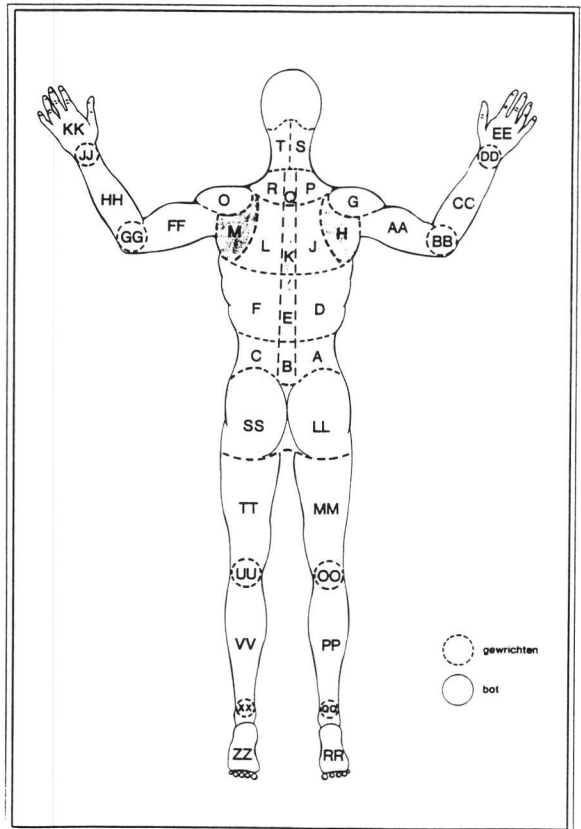
A. Ervaren houding

Direct na de werkperiode werd de proefpersoon gevraagd naar de ervaren houding van het **hoofd**, de **nek**, de **rug**, de **linker en rechter-schouder**, de **linker- en rechterbovenarm**, de **linker- en rechteronderarm** en de **linker- en rechterpols**. De vragen werden beantwoord aan de hand van een 7-puntsschaal (1 = zeer gunstig, 3 = gunstig, 5 = ongunstig, 7 = zeer ongunstig. De waarden 2, 4 en 6 waren beschikbaar voor tussenliggende antwoorden).

De ervaren houdingen van alle 11 bovengenoemde lichaamsdelen werden gebruikt als afhankelijke variabelen.

B. Lokaal ervaren ongemak

Zowel direct voorafgaand aan als na de werkperiode werd de proefpersoon gevraagd de mate van lokaal ervaren ongemak in 40 lichaamsregio's aan te geven. De lichaamsregio's werden gepresenteerd op een afbeelding van de achterzijde van het menselijk lichaam (zie figuur 2.4). De mate van ongemak werd beoordeeld aan de hand van een categorie-ratio-schaal (0 (= geen enkele last) ... 10 (= uitermate veel last (bijna maximaal))). Deze methode²⁸ is een combinatie van eerder beschreven methoden.^{29,30}



Figuur 2.4 Diagram van de achterzijde van het menselijk lichaam, gebruikt in de vragenlijstmodule 'Lokaal Ervaren Ongemak'. Veertig lichaamsregio's worden onderscheiden, elk gemarkeerd met een enkele of dubbele letter

Voor elke lichaamsregio werd de waarde gegeven voorafgaand aan de werkperiode, afgetrokken van de waarde gegeven op dezelfde regio na afloop van de werkperiode. De resulterende waarden per lichaamsregio werden gegroepeerd tot grotere (functionele) gehelen, welke als afhankelijke variabelen werden gebruikt.

De volgende vijf afhankelijke variabelen werden gevormd:

1. **nek/rug**, gedefinieerd als de som van de resulterende waarden voor de lichaamsregio's T, S, R, Q, P, L, K, J, F, E, D, C, B en A;
2. **linkerschouder/arm**, gedefinieerd als de som van de resulterende waarden voor de lichaamsregio's KK, JJ, HH, GG, FF, O en M;
3. **rechterschouder/arm**, gedefinieerd als de som van de resulterende waarden voor de lichaamsregio's EE, DD, CC, BB, AA, G en H;
4. **linkerbeen**, gedefinieerd als de som van de resulterende waarden voor de lichaamsregio's SS, TT, UU, VV, XX en ZZ;
5. **rechterbeen**, gedefinieerd als de som van de resulterende waarden voor de lichaamsregio's LL, MM, OO, PP, QQ en RR.

Overeenkomstig het bovenbeschreven principe werd de beeldschermwerkster gevraagd de mate van last aan de ogen aan te geven aan de hand van de eerdergenoemde schaal. Ook hier werd de waarde gegeven voorafgaand aan de werkperiode afgetrokken van de waarde gegeven na afloop van de werkperiode. De resulterende waarde werd als afhankelijke variabele gebruikt:

6. **ogen**.

C. Geschatte volhoudtijd

Direct na de werkperiode werd de proefpersoon gevraagd te schatten hoe lang zij dacht de werkhouding bij de onderhavige werkplekinstelling zonder moeite nog te kunnen volhouden. De antwoorden werden weergegeven op een 5-puntsschaal (1 = nog minder dan 25 minuten, 2 = nog 25 minuten tot 1 uur, 3 = nog 1 tot 2 uur, 4 = nog 2 uur tot $\frac{1}{2}$ werkdag, 5 = nog $\frac{1}{2}$ tot 1 werkdag).

De **Geschatte volhoudtijd** werd gebruikt als afhankelijke variabele.

D. Waardering werkplekinstelling

Direct na de werkperiode werd de proefpersoon gevraagd de beeldschermhoogte, de stand van de rugleuning van de stoel en de instelling van de werkplek als geheel te waarderen.

De antwoorden met betrekking tot de beeldschermhoogte werden weergegeven op een 5-puntsschaal (1 = veel te laag, 2 = iets te laag, 3 = goed, 4 = iets te hoog, 5 = veel te hoog). De mate van afwijking van de waarde 3 ('goed') is gehanteerd als de waardering van de beeldschermhoogte (0 = goed, 1 = iets slechter (iets te laag of iets te hoog), 2 = veel slechter (veel te laag of veel te hoog)).

De antwoorden met betrekking tot de stand van de rugleuning werden eveneens weergegeven op een 5-puntsschaal (1 = veel te veel naar achteren geheld, 2 = iets

te veel naar achteren geheld, 3 = goed, 4 = iets te rechtop, 5 = veel te rechtop). De mate van afwijking van de waarde 3 ('goed') is gehanteerd als de waardering van de stand van de rugleuning (0 = goed, 1 = iets slechter (iets te veel naar achteren geheld of iets te rechtop), 2 = veel slechter (veel te veel naar achteren geheld of veel te rechtop)).

De antwoorden met betrekking tot de instelling van de werkplek als geheel werden weergegeven op een 7-puntsschaal (1 = zeer goed, 3 = goed, 5 = slecht, 7 = zeer slecht. De waarden 2, 4 en 6 waren beschikbaar voor tussenliggende antwoorden). De gegeven antwoorden werden gehanteerd als de waardering van de werkplekinstelling als geheel.

De Waardering beeldschermhoogte, Waardering stand van de rugleuning en Waardering werkplek als geheel werden gebruikt als afhankelijke variabelen.

De vragenlijstmodulen werden op schrift aangeboden. De beeldschermwerksters gaven schriftelijke reacties.

2.5.3 Werkresultaat

De ingetypte tekst werd opgeslagen. Het aantal woorden en het aantal fouten werden na afloop van de experimenten bepaald. Het aantal woorden werd geteld met de module spellingcontrole van het tekstverwerkingsprogramma Word Perfect. De bepaling van het aantal fouten werd uitgevoerd door een directe vergelijking van de concepttekst en de ingetypte tekst alsmede door gebruik te maken van de genoemde module spellingcontrole. Elke discrepantie tussen de getypte tekst en de concepttekst in de vorm van een woord of teken (leesteken, spatie, hoofdletter) werd als een fout aangemerkt.

Het **Aantal woorden** en het **Aantal fouten** werden gebruikt als afhankelijke variabelen.

2.6 **Procedure**

De beeldschermwerksters voerden de experimentele taak uit aan een beeldschermwerkplek in het laboratorium. Iedere beeldschermwerkster werkte gedurende acht experimentele sessies. Een sessie bestond uit 25 minuten taakuitvoering, gevolgd door 10 minuten rust. In iedere sessie werd één van de acht werkplekinstellingen aangeboden. De acht werkplekinstellingen, elk in een afzonderlijke sessie, werden in een verschillende volgorde aan iedere werknemer aangeboden; dat wil zeggen, zodanig aangeboden dat binnen de groep beeldschermwerksters een gelijke verdeling ontstond over de diverse sessies (zie tabel 2.2). Eenzelfde aanpak werd gehan-

teerd ten aanzien van de acht teksten. Bovendien was een bepaalde tekst nooit meer dan twee maal aan één bepaalde werkplekinstelling gekoppeld.

Tabel 2.2 Aanbiedingsvolgorde van de acht instellingen van de beeldschermwerkplek aan de acht proefpersonen. De instellingen zijn weergegeven als kijkpunthoogte (cm)/rugleuningshoek (graden)

proefpersoon	sessie							
	1	2	3	4	5	6	7	8
1	-25/-15	-25/0	-10/-15	-40/-15	-10/0	+5/0	+5/-15	-40/0
2	+5/-15	-25/-15	-25/0	-10/0	+5/0	-40/0	-40/-15	-10/-15
3	+5/0	-10/0	-40/-15	-25/0	-25/-15	-10/-15	-40/0	+5/-15
4	-10/-15	+5/-15	-10/0	-40/0	-25/0	-25/-15	+5/0	-40/-15
5	-10/0	-40/0	+5/0	-25/-15	+5/-15	-40/-15	-10/-15	-25/0
6	-40/-15	+5/0	-40/0	+5/-15	-10/-15	-25/0	-10/0	-25/-15
7	-25/0	-40/-15	+5/-15	-10/-15	-40/0	-10/0	-25/-15	+5/0
8	-40/0	-10/-15	-25/-15	+5/0	-40/-15	+5/-15	-25/0	-10/0

Voorafgaand aan de eerste sessie bepaalde de beeldschermwerkster aan de hand van een schriftelijke instructie een optimale instelling van achtereenvolgens de hoogte van de stoelzitting, de toetsenbordhoogte en de kijkafstand bij rechtop zitten en de toetsenbordhoogte en de kijkafstand bij achterover zitten (gedetailleerde beschrijvingen van de procedures voorafgaand aan de eerste sessie alsmede de instructieteksten aan de proefpersonen zijn weergegeven in bijlage 1). De door de beeldschermwerkster bepaalde hoogte van de stoelzitting werd gedurende de experimenten constant gehouden. De door de beeldschermwerkster bepaalde optimale toetsenbordhoogte en kijkafstand werden gedurende de experimenten ingesteld afhankelijk van de rugleuningshoek. De kijkafstand behorend bij een rugleuningshoek werd constant gehouden bij de diverse kijkpunthoogten door de voor-achterwaartse positie van het kijkpunt aan te passen.

Voorafgaand aan iedere sessie werd door de proefleiders de werkplek ingesteld en een concepttekst voorgezet. Vervolgens vulde de beeldschermwerkster de vragenlijstmodule 'Lokaal ervaren ongemak' in.

Tijdens iedere sessie werd tussen de 15e en 20e minuut gedurende enkele seconden, bij het kijken naar het beeldscherm, de werkhouding geregistreerd. De tekst die getypt werd, werd gedurende de sessie opgeslagen.

Na afloop van iedere sessie vulde de beeldschermwerkster alle vier vragenlijstmodulen in ('Lokaal ervaren ongemak', 'Ervaren houding', 'Geschatte volhoudtijd' en 'Waardering werkplekinstelling').

Voorafgaand aan de eerste en na de laatste sessie werd de rusthouding geregistreerd. Van zowel de diverse werkhoudingen als van de rusthouding werden gemiddelden over de opnameperiode in de verdere analyse betrokken.

De experimenten namen voor iedere proefpersoon 1 hele dag in beslag; de voorbereiding en vier experimentele sessies vóór de middagpauze alsmede vier sessies na de middagpauze.

Werkhouding

De (gecombineerde) effecten van kijkpunthoogte en rugleuningshoek op alle afhankelijke variabelen met betrekking tot de werkhouding werden getest met een variantie-analyse voor herhaalde metingen. In het geval van een significant effect werden de gevonden waarden voor de desbetreffende afhankelijke variabele voor de diverse (gecombineerde) instellingen van kijkpunthoogte en rugleuningshoek onderling paarsgewijs vergeleken. De verschillen werden getest met een Student T-test. Bij beide genoemde parametrische testen werd een significantieniveau $p=.05$ gehanteerd.

Subjectieve bevindingen

Aangenomen wordt dat de gehanteerde schaal voor de bepaling van de mate van lokaal ervaren ongemak ratio-eigenschappen heeft. Dit geeft de mogelijkheid, evenals bij de werkhouding, parametrische statistische testen toe te passen. De (gecombineerde) effecten van kijkpunthoogte en rugleuningshoek op alle afhankelijke variabelen met betrekking tot lokaal ervaren ongemak werden getest met een variantie-analyse voor herhaalde metingen. In het geval van een significant effect werden de gevonden waarden voor de desbetreffende afhankelijke variabele voor de diverse (gecombineerde) instellingen van kijkpunthoogte en rugleuningshoek paarsgewijs vergeleken met de waarde voor de optimale instelling met betrekking tot die variabele. De optimale instelling werd gedefinieerd als de experimentele instelling welke de laagste waarde (gemiddelde groeps waarde) voor lokaal ervaren ongemak veroorzaakte. De verschillen werden getest met een Student T-test. Bij beide genoemde testen werd een significantieniveau $p=.05$ gehanteerd.

Aangenomen wordt dat de gehanteerde schalen voor alle bepalingen van subjectieve bevindingen, met uitzondering van de schaal voor de bepaling van lokaal ervaren ongemak (zie boven), een ordinaal karakter hebben. Dientengevolge werden non-parametrische (distributie-vrije) statistische testen toegepast.

Het effect van de kijkpunthoogte op alle afhankelijke variabelen met betrekking tot ervaren houding, geschatte volhoudtijd en waardering werkplekinstelling werd voor beide rugleuningshoeken afzonderlijk getest met een Friedman-test. In het geval van een significant effect werden de gevonden waarden voor de desbetreffende afhankelijke variabele voor de diverse kijkpunthoogten bij de desbetreffende rugleuningshoek paarsgewijs vergeleken met de waarde voor de optimale instelling met betrekking tot die variabele. De optimale instelling werd per afhankelijke variabele gedefinieerd als de experimentele instelling met een gemiddelde groeps waarde voor:

- de ervaren houding het dichtst bij of gelijk aan de kwalificatie 'zeer gunstig', of

- de geschatte volhoudtijd het langst, of
- de waardering voor de beeldschermhoogte het dichtst bij of gelijk aan de kwalificatie 'goed', of
- de waardering voor de stand van de rugleuning het dichtst bij of gelijk aan de kwalificatie 'goed', of
- de waardering voor de werkplekinstelling als geheel het dichtst bij of gelijk aan de kwalificatie 'zeer goed' (al naar gelang de afhankelijke variabele welke het betreft).

De verschillen werden getest met een Wilcoxon rangorde-tekentest voor gepaarde waarnemingen. Bij beide genoemde testen werd een significantieniveau $p=.05$ gehanteerd.

Het effect van de rugleuningshoek op alle afzonderlijke variabelen met betrekking tot ervaren houding, geschatte volhoudtijd en waardering werkplekinstelling werd voor alle vier kijkpunthoogten afzonderlijk getest met een Wilcoxon rangorde-tekentest voor gepaarde waarnemingen. Ook bij deze test werd een significantieniveau $p=.05$ gehanteerd.

Werkresultaat

De (gecombineerde) effecten van kijkpunthoogte en rugleuningshoek op het werkresultaat werden getest met een multivariate variantie-analyse voor herhaalde metingen, waarbij tegelijkertijd het aantal woorden en het aantal fouten werden meegenomen. In het geval van een significant effect werd het werkresultaat voor de diverse (gecombineerde) instellingen van kijkpunthoogte en rugleuningshoek paarsgewijs vergeleken met de optimale werkplekinstelling met betrekking tot het werkresultaat. De verschillen werden getest met een Hotelling T^2 . Bij beide genoemde parametrische testen werd een significantieniveau $p=.05$ gehanteerd.

2.8 **Formulering van de aanbeveling**

De resultaten voor de afhankelijke variabelen met betrekking tot de werkhouding, de subjectieve bevindingen en het werkresultaat dienen te worden gecombineerd tot aanbeveling voor een optimale instelling van een beeldschermwerkplek. De gehanteerde procedure bij het formuleren van de aanbeveling wordt in het navolgende beschreven.

Het formuleren van de aanbeveling wordt uitgevoerd door het uitsluiten van bepaalde werkplekinstelling(en). Werkplekinstellingen welke significant (overschrijdingskans $\leq .05$) slechtere resultaten vertonen dan de optimale werkplekinstelling worden niet aanbevolen. Daarnaast worden bijna-significante resultaten ($.05 <$

overschrijdingskans $\leq .10$) onderscheiden. Deze laatste resultaten kunnen als ondersteunende informatie bij het formuleren van de aanbeveling worden betrokken.

Bij het formuleren van de aanbeveling wordt onderscheid gemaakt tussen enerzijds resultaten met betrekking tot de werkhouding en subjectieve bevindingen en anderzijds resultaten met betrekking tot het werkresultaat.

Werkhouding en subjectieve bevindingen

De diverse afhankelijke variabelen met betrekking tot de *werkhouding* dragen elk afzonderlijk bij aan het inzicht in de algehele werkhouding, dat wil zeggen inzicht in de aanpassing van de beeldschermwerkster aan diverse werkplekinstellingen. Tevens kunnen de diverse werkhoudingsvariabelen verklaringen in zich hebben voor subjectieve bevindingen.

Biomechanische principes geven aan dat een meer geheven bovenarm zowel als een meer voorovergebogen hoofd en/of romp de belasting op het lichaam vergroten (en kunnen als schadelijker voor de gezondheid van de beeldschermwerkster worden gezien). Het lichaam dient meer tegen de zwaartekracht in te werken, op grond waarvan de belasting op diverse lichaamsstructuren (gewrichten, spieren, ligamenten) toeneemt. In hoeverre op grond van de genoemde principes een optimale werkhouding voor een beeldschermwerkster kan worden gedefinieerd zal in het navolgende worden beschreven.

De rompstand werd tijdens de experimenten bepaald door de stand van de rugleuning. Een rompstand gelijk aan de rughouding (zittend, romp rechtop en recht vooruit kijkend) kan als optimaal worden bestempeld, op grond van het feit dat niet tegen de zwaartekracht in hoeft te worden gewerkt. Echter ook de werkhouding waarbij de romp achterover staat en leunt tegen de stoelleuning kan, op grond van fundamenteel onderzoek, als optimaal worden gezien, gezien het feit dat de belasting op de lage rug het laagst is vergeleken met andere zithoudingen.^{31,32,33} Voor het huidige onderzoek is van belang vast te stellen dat dit gunstige effect van de achterover zittende houding werd geconstateerd in een situatie waarbij geen taak werd uitgevoerd. Dit geeft onvoldoende reden om voor een specifieke taakuitvoering, i.c. beeldschermwerk, à priori één optimale rompstand te definiëren. Subjectieve bevindingen zullen uitsluitel moeten geven bij het al dan niet aanbevelen van de onderzochte werkplekinstellingen.

Een optimale hoofdstand en een optimale nekhoek worden gedefinieerd als de situatie waarbij de belasting op de nekstructuren het laagst is. Onduidelijk is of dit in de eerder gedefinieerde rughouding het geval is danwel bij een lichte buiging van het hoofd (ten opzichte van de romp en/of ten opzichte van de verticaal) vergeleken met de rughouding.²⁸ Derhalve kan niet à priori een optimale hoofdstand en nekhoek worden gedefinieerd. Subjectieve bevindingen zullen uitsluitel moeten geven bij het al dan niet aanbevelen van de onderzochte werkplekinstellingen. De

gemeten hoofdstand en nekhoek kunnen, bij overeenkomst met genoemde optima, de subjectieve bevindingen ondersteunen.

Een meer geheven stand van de bovenarm kan een grotere belasting op de armen en schouders inhouden. Deze belastingstoename is afhankelijk van het al dan niet steunen van de polsen en/of armen. Aangezien de mate van steun in dit onderzoek niet bepaald is, kan niet op grond van de armheffing én de mate van steun de belasting op de schouders en armen worden bepaald. Subjectieve bevindingen zullen uitsluitend moeten geven bij het al dan niet aanbevelen van de onderzochte werkplekinstellingen.

Een tweetal afhankelijke variabelen met betrekking tot de werkhouding behoeven nadere toelichting. De kijkhoek biedt de mogelijkheid tot een vergelijking met bestaande aanbevelingen. De kijkafstand biedt de mogelijkheid te bezien of deze tijdens de experimenten constant werd gehouden.

De diverse afhankelijke variabelen met betrekking tot *subjectieve bevindingen* zijn op zich direct bruikbaar bij het formuleren van de aanbeveling. De gevonden waarde voor elke afhankelijke variabele wordt vergeleken met de waarde bij de optimale werkplekinstelling voor de desbetreffende variabele (voor definitie zie § 2.7 onder *subjectieve bevindingen*). Werkplekinstellingen welke op één of meer afhankelijke variabelen significant slechtere waarden hebben dan de waarde voor de optimale werkplekinstelling worden niet aanbevolen. Daarnaast worden werkplekinstellingen welke voor een afhankelijke variabele met betrekking tot ervaren houding een waarde hoger dan 5 ('meer dan ongunstig') veroorzaken als niet acceptabel gezien en worden derhalve niet aanbevolen.

Definitieve conclusies met betrekking tot de formulering van de aanbeveling kunnen alleen dan worden getrokken indien informatie uit de werkhouding en uit de subjectieve bevindingen niet conflicteert.

Werkresultaat

De registratie van het werkresultaat in combinatie met de werkhouding en subjectieve bevindingen is nog nauwelijks in onderzoek²⁷ uitgevoerd. Het huidige onderzoek kan het inzicht in de relatie werkhouding-subjectieve bevindingen-werkresultaat vergroten. Het werkresultaat kan aanbevelingen op grond van werkhouding en subjectieve bevindingen ondersteunen, meer overtuigingskracht geven (bijvoorbeeld 'een betere werkhouding en subjectieve bevindingen gaan zeker niet ten koste van het werkresultaat').

Het formuleren van de aanbeveling vindt primair plaats op grond van de werkhouding en de subjectieve bevindingen. Het werkresultaat voor de diverse werkplekinstellingen wordt beoordeeld door vergelijk met het werkresultaat voor de andere zeven werkplekinstellingen. De verwachting is dat een gunstige werkplekinstelling op grond van de werkhouding en subjectieve bevindingen eveneens gunstig zal zijn op grond van het werkresultaat. Indien het werkresultaat echter signi-

Tabel 2.3 Beslissingsschema bij het al dan niet aanbevelen van een werkplekinstelling op grond van enerzijds de werkhouding en subjectieve bevindingen en anderzijds het werkresultaat

werkhouding/ subjectieve bevindingen bij de werkplekinstelling	werkresultaat bij de werkplekinstelling	aanbevelen?
1. beste	niet slechter*	ja
2. beste	slechter*	nee, of ja, indien het de enige werkplekinstelling betreft met de kwalificatie 'beste' voor werkhouding/subjectieve bevindingen; slechter werkresultaat wel vermelden**
3. niet beste	niet slechter*	ja, indien alternatief 1 afwezig is; nee, indien alternatief 1 aanwezig is;
4. niet beste	slechter*	nee

* (niet) significant slechter dan het werkresultaat voor meer dan de helft van de zeven werkplekinstellingen (4 of meer van de 7)

** indien alternatief 2 wordt gekozen, wordt vanzelfsprekend de desbetreffende werkplekinstelling aanbevolen. Tevens wordt de procedure herhaald voor de op één na beste werkplekinstelling(en) wat betreft werkhouding en subjectieve bevindingen. De daaruit voortvloeiende werkplekinstelling(en) worden mogelijk eveneens aanbevolen.

ficant slechter is, roept dat vragen op. Mogelijk werden de gunstige werkhouding en subjectieve bevindingen gevormd ten koste van het werkresultaat. Het werkresultaat wordt derhalve slechts in dat geval (als kanttekening) vermeld bij de aanbeveling indien het betreffende werkresultaat significant slechter is dan het werkresultaat voor meer dan de helft van de andere zeven werkplekinstellingen (vier of meer van de zeven). De uiteindelijke procedure bij de formulering van de aanbeveling is schematisch weergegeven in tabel 2.3. Het beslissingsschema wordt toegepast op elke werkplekinstelling afzonderlijk.

De experimentele werkperiode van 25 minuten is ruwweg overeenkomstig met de gemiddelde aaneengesloten werktijd achter een beeldscherm tijdens de dagelijkse taakuitvoering voor de groep beeldschermwerksters. Gedurende een periode ter lengte van een normale werkdag werden de proefpersonen blootgesteld aan de acht werkplekinstellingen; dat wil zeggen voor en na perioden van fysieke belasting en overeenkomstige vermoeidheidstoestanden. Aannemende dat subjectieve bevindingen en werkresultaat met het verloop van de tijd slechter zullen worden of constant zullen blijven, kan worden verwacht dat de aanbevolen werkplekinstelling ook bij reguliere dagelijkse taakuitvoering optimaal zal zijn of bij de beste werkplekinstellingen zal behoren.

3. RESULTATEN

Achtereenvolgens worden de resultaten voor de afhankelijke variabelen met betrekking tot de werkhouding (§ 3.1), de subjectieve bevindingen (§ 3.2) en het werkresultaat (§ 3.3) van de beeldschermwerksters aan de hand van groepsgemiddelden gepresenteerd en toegelicht. In § 3.4 worden de belangrijkste resultaten samengevat. De lezer die niet geïnteresseerd is in een gedetailleerde beschrijving van de resultaten voor de diverse afhankelijke variabelen wordt aangeraden verder te lezen vanaf § 3.4.

De experimentele resultaten worden in § 3.1 tot en met § 3.3 op een zodanige wijze beschreven, dat het proces van het selecteren van optimale werkplekinstellingen eenvoudig plaats kan vinden. Twee soorten resultaten worden onderscheiden. Ten eerste zijn daar de werkplekinstellingen welke significant (overschrijdingskans, p -waarde $\leq .05$) slechtere resultaten vertonen dan de optimale werkplekinstelling. De exacte overschrijdingskansen worden niet vermeld. De betreffende werkplekinstellingen zullen vanzelfsprekend niet worden aanbevolen. Ten tweede worden bijna-significante resultaten weergegeven met de bijbehorende exacte overschrijdingskansen ($.05 < p$ -waarden $\leq .10$). Deze resultaten kunnen als ondersteunende informatie in het selectieproces worden betrokken. Bij de weergave van de resultaten wordt onderscheid gemaakt in de effecten van de kijkpunthoogte ('**kijkpunthoogte**') en van de rugleuningshoek ('**rugleuningshoek**') alsmede van gecombineerde effecten van de kijkpunthoogte en de rugleuningshoek ('**kijkpunthoogte x rugleuningshoek**'). Resultaten niet behorend bij één van de twee bovengenoemde soorten (dat wil zeggen p -waarde $>.10$) worden niet vermeld.

De aanduidingen '*1' tot en met '*8' tussen haakjes in de tekst achter diverse werkplekinstellingen verwijzen naar overeenkomstige aanduidingen en werkplekinstellingen in de relevante grafiek. De aanduidingen zijn elk eenduidig verbonden met één van de acht werkplekinstellingen (zie figuur 2.2).

3.1 Werkhouding

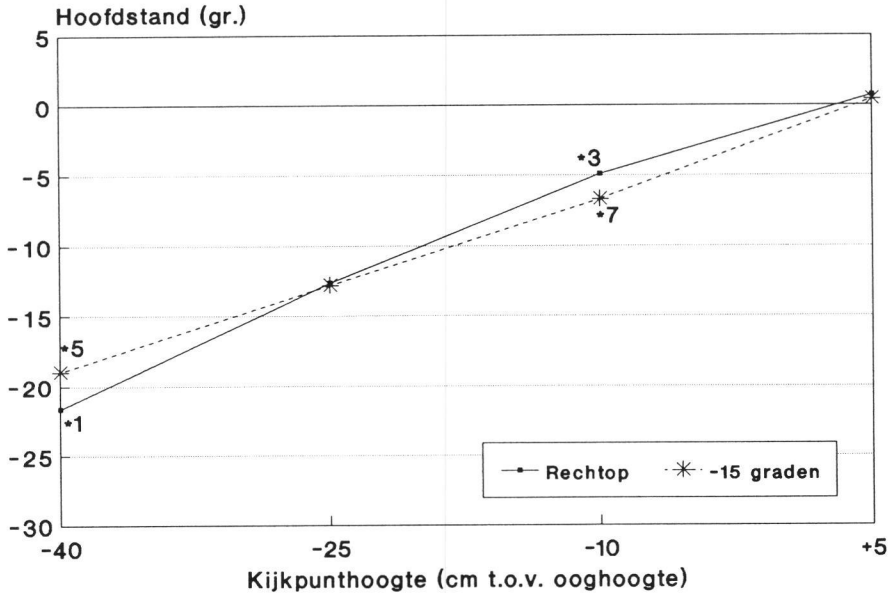
Hoofdstand

kijkpunthoogte

Bij beide rugleuningshoeken heeft de kijkpunthoogte een significant effect op de hoofdstand (figuur 3.1). Naar mate het kijkpunt zich lager ten opzichte van de ooghoogte bevindt, wordt het hoofd meer voorover gebogen. Gemiddeld wordt het hoofd bij elke 15 cm afname van de kijkpunthoogte 7 graden meer voorover gebogen.

kijkpunthoogte x rugleuningshoek

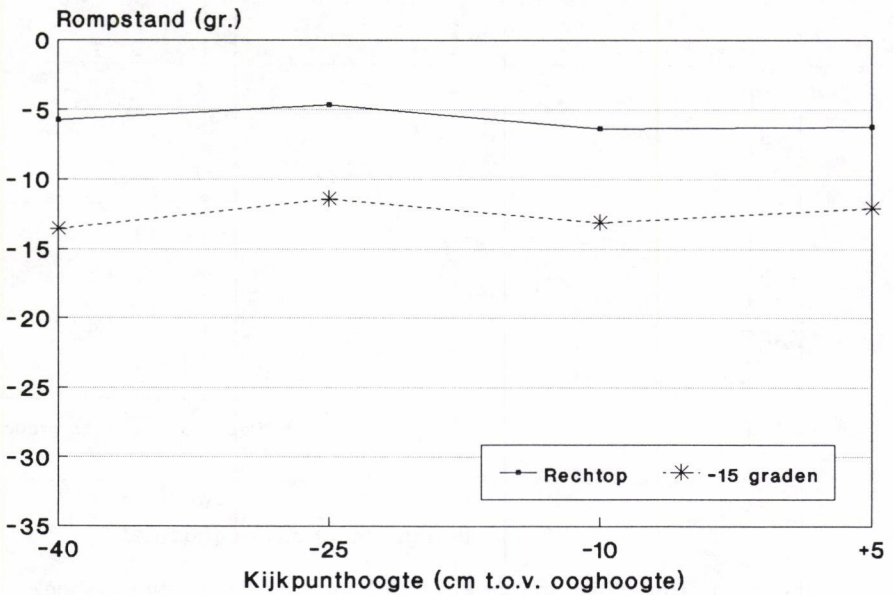
De hoofdstand is bij twee kijkpunthoogten (significant) afhankelijk van de rugleuningshoek (figuur 3.1). Bij de kijkpunthoogte -10 cm wordt het hoofd bij een rugleuningshoek van -15 graden (*7) gemiddeld 1.8 graden meer voorovergebogen dan bij een rugleuningshoek van 0 graden (*3). Bij de kijkpunthoogte -40 cm wordt het hoofd bij een rugleuningshoek van -15 graden (*5) gemiddeld 2.6 graden minder voorovergebogen dan bij een rugleuningshoek van 0 graden (*1). Opgemerkt dient te worden dat de verschillen klein zijn vergeleken met de effecten van de kijkpunthoogte.



Figuur 3.1 Het effect van de kijkpunthoogte en de rugleuningshoek op de hoofdstand (gemiddelde drie groepswaarden). De aanduidingen 'Rechtop' en '-15 graden' hebben betrekking op de rugleuningshoek. Een negatieve waarde voor de hoofdstand betekent dat het hoofd voorovergebogen is

rugleuningshoek

De rugleuningshoek heeft een significant effect op de rompstand (figuur 3.2). Bij een rugleuningshoek van -15 graden staat de romp gemiddeld bijna 7 graden meer achterover dan bij een rugleuningshoek van 0 graden. Video-opnamen laten zien dat de lage rug de 15 graden achterover staande rugleuning volgt; echter de bovenrug komt meestal los van rugleuning. Derhalve wordt het effect van de 15 graden verschil in instelling van de rugleuning slechts gedeeltelijk terug gevonden in het verschil in rompstand bij beide rugleuningshoeken.



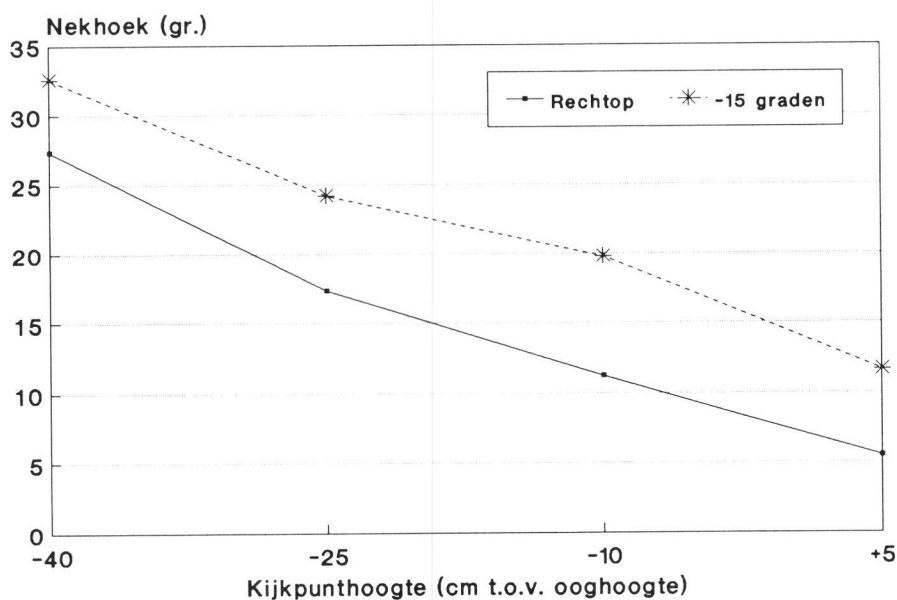
Figuur 3.2 Het effect van de kijkpunthoogte en de rugleuningshoek op de rompstand (gemiddelde groepswaarden). De aanduidingen 'Rechtop' en '-15 graden' hebben betrekking op de rugleuningshoek. Een negatieve waarde voor de rompstand betekent dat de romp achterover staat

kijkpunthoogte

De kijkpunthoogte heeft een significant effect op de nekhoek (figuur 3.3). Naarmate het kijkpunt zich lager ten opzichte van de ooghoogte bevindt, wordt de nek meer gebogen. Gemiddeld wordt de nek bij elke 15 cm afname van de kijkpunthoogte 7 graden meer gebogen. Dit effect wordt veroorzaakt door het voorover buigen van het hoofd (figuur 3.1).

rugleuningshoek

De rugleuningshoek heeft eveneens een significant effect op de nekhoek (figuur 3.3). Bij een rugleuningshoek van -15 graden is de nek gemiddeld bijna 7 graden meer gebogen dan bij een rugleuningshoek van 0 graden. Dit effect wordt veroorzaakt door de rompstand (figuur 3.2).



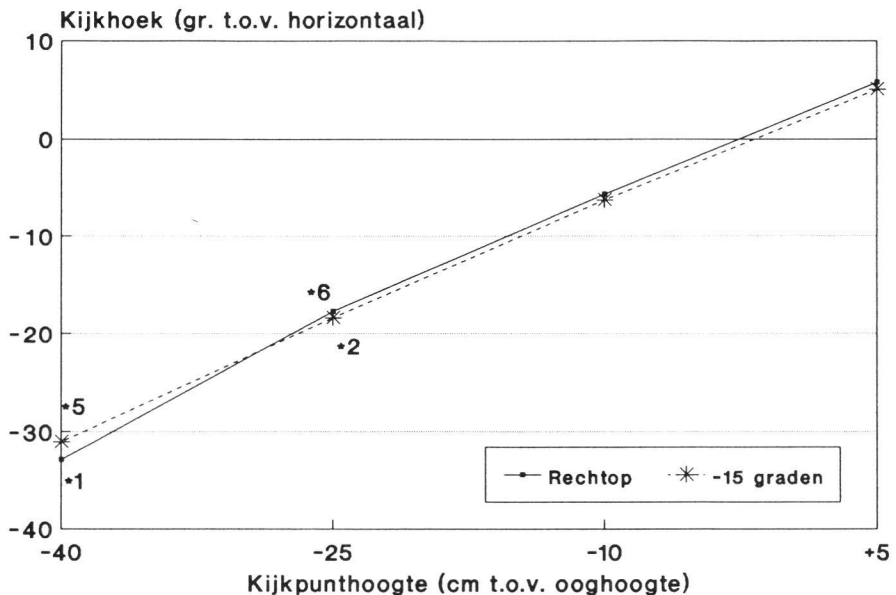
Figuur 3.3 Het effect van de kijkpunthoogte en de rugleuningshoek op de nekhoek (gemiddelde groepswaarden). De aanduidingen 'Rechttop' en '-15 graden' hebben betrekking op de rugleuningshoek. Een positieve waarde voor de nekhoek betekent dat het hoofd gebogen is ten opzichte van de romp

kijkpunthoogte

Bij beide rugleuningshoeken heeft de kijkpunthoogte een significant effect op de kijkhoek (figuur 3.4). Bij een kijkpunthoogte van -40 cm is de kijkhoek gemiddeld -32 graden. Bij een kijkpunthoogte van -25 cm is de kijkhoek gemiddeld -18 graden. Bij een kijkpunthoogte van -10 cm is de kijkhoek gemiddeld -6 graden. Bij een kijkpunthoogte van +5 cm is de kijkhoek gemiddeld ruim 5 graden. Gemiddeld wordt bij elke 15 cm afname van de kijkpunthoogte 12.5 graden meer naar beneden gekeken.

kijkpunthoogte x rugleuningshoek

De kijkhoek is bij twee kijkpunthoogten (significant) afhankelijk van de rugleuningshoek (figuur 3.4). Bij een kijkpunthoogte van -25 cm wordt bij een rugleuningshoek van -15 graden (*6) gemiddeld 0.7 graden meer naar beneden gekeken dan bij een rugleuningshoek van 0 graden (*2). Bij een kijkpunthoogte van -40 cm wordt bij een rugleuningshoek van -15 graden (*5) gemiddeld 1.9 graden minder naar beneden gekeken dan bij een rugleuningshoek van 0 graden (*1). Opgemerkt dient te worden dat de verschillen klein zijn vergeleken met de effecten van de kijkpunthoogte.



Figuur 3.4 Het effect van de kijkpunthoogte en de rugleuningshoek op de kijkhoek (gemiddelde groepswaarden). De aanduidingen 'Rechttop' en '-15 graden' hebben betrekking op de rugleuningshoek. Een negatieve waarde voor de kijkhoek betekent dat naar beneden wordt gekeken

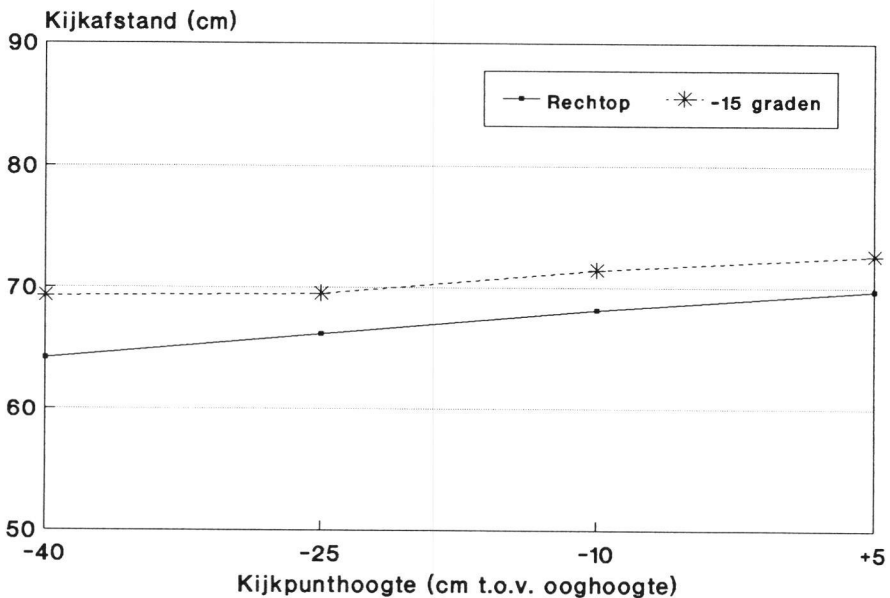
Kijkafstand

kijkpunthoogte

De kijkpunthoogte heeft een klein (significant) effect op de kijkafstand (figuur 3.5). Naarmate het kijkpunt zich lager ten opzichte van de ooghoogte bevindt, neemt de kijkafstand af. Gemiddeld wordt de kijkafstand bij elke 15 cm afname van de kijkpunthoogte 0.9 cm kleiner. Dit betekent dat de kijkafstand bij de diverse kijkpunthoogten goed constant gehouden is, zoals beoogd (zie § 2.6). De kleine afname naar mate de kijkpunten lager liggen wordt veroorzaakt door de vooroverbuiging van het hoofd (zie onder 'Hoofdstand'), waardoor de ogen iets dichterbij het kijkpunt komen.

rugleuningshoek

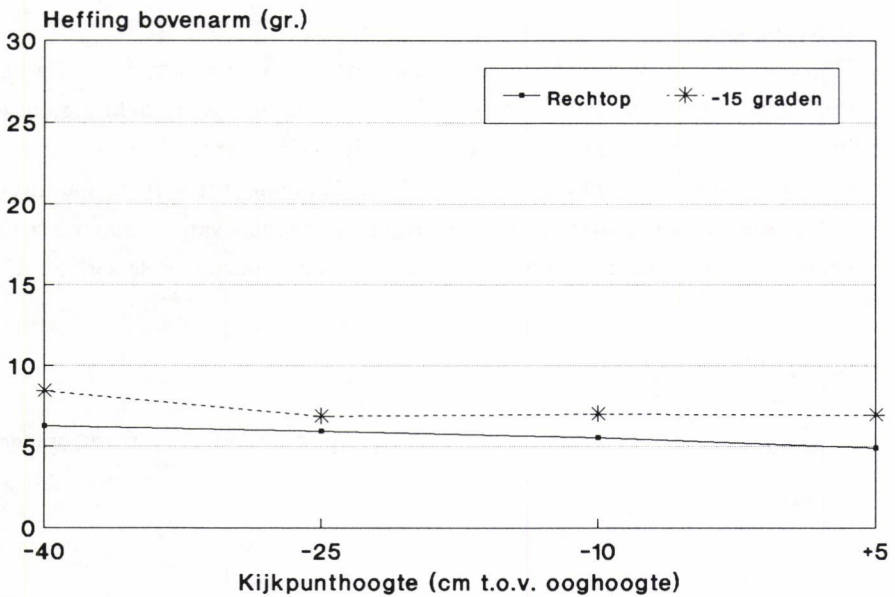
De rugleuningshoek heeft een significant effect op de kijkafstand (figuur 3.5). Bij een rugleuningshoek van -15 graden is de kijkafstand gemiddeld 3.6 cm groter dan bij een rugleuningshoek van 0 graden. Dit kleine verschil is overeenkomstig het verschil tussen de gemiddelde optimale kijkafstand bij een rugleuningshoek van -15 graden en deze afstand bij een rugleuningshoek van 0 graden, zoals door de beeldschermwerksters voorafgaand aan de eerste experimentele sessie zelf bepaald.



Figuur 3.5 Het effect van de kijkpunthoogte en de rugleuningshoek op de kijkafstand (gemiddelde groepswaarden). De aanduidingen 'Rechttop' en '-15 graden' hebben betrekking op de rugleuningshoek

rugleuningshoek

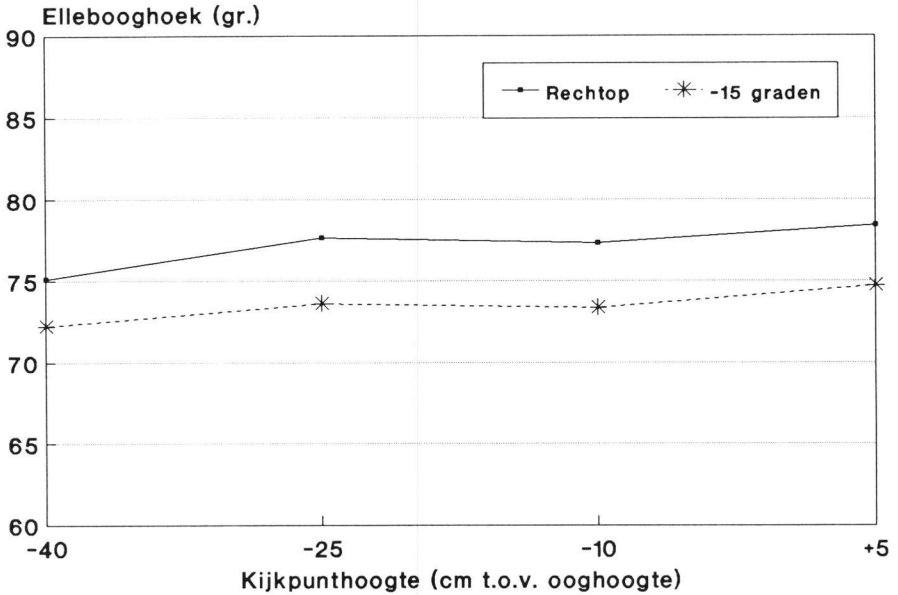
De rugleuningshoek heeft een significant effect op de heffing van de bovenarm (figuur 3.6). Bij een rugleuningshoek van -15 graden is de bovenarm gemiddeld 1.7 graden meer geheven dan bij een rugleuningshoek van 0 graden. Dit kleine verschil wordt veroorzaakt door een significant verschil in heffing in voorwaartse richting (zie figuur in bijlage 2) en niet door een verschil in heffing in zijwaartse richting (zie figuur in bijlage 2). Bij een rugleuningshoek van -15 graden is de bovenarm gemiddeld 5 graden meer voorwaarts geheven dan bij een rugleuningshoek van 0 graden.



Figuur 3.6 Het effect van de kijkpunthoogte en de rugleuningshoek op de heffing bovenarm (gemiddelde groepswaarden). De aanduidingen 'Rechtop' en '-15 graden' hebben betrekking op de rugleuningshoek

rugleuningshoek

De rugleuningshoek heeft een significant effect op de ellebooghoek (figuur 3.7). Bij een rugleuningshoek van -15 graden is de elleboog gemiddeld 3.6 graden meer gestrekt dan bij een rugleuningshoek van 0 graden.



Figuur 3.7 Het effect van de kijkpunthoogte en de rugleuningshoek op de ellebooghoek (gemiddelde groepswaarden). De aanduidingen 'Rechttop' en '-15 graden' hebben betrekking op de rugleuningshoek. Een lagere waarde betekent meer strekking van de elleboog

3.2 Subjectieve bevindingen

Achtereenvolgens worden de resultaten voor de afhankelijke variabelen met betrekking tot de ervaren houding (A), het lokaal ervaren ongemak (B), de geschatte volhoudtijd (C) en de waardering van de werkplekinstelling (D) weergegeven. Alle grafieken zijn zodanig weergegeven dat betere resultaten lager gelegen zijn.

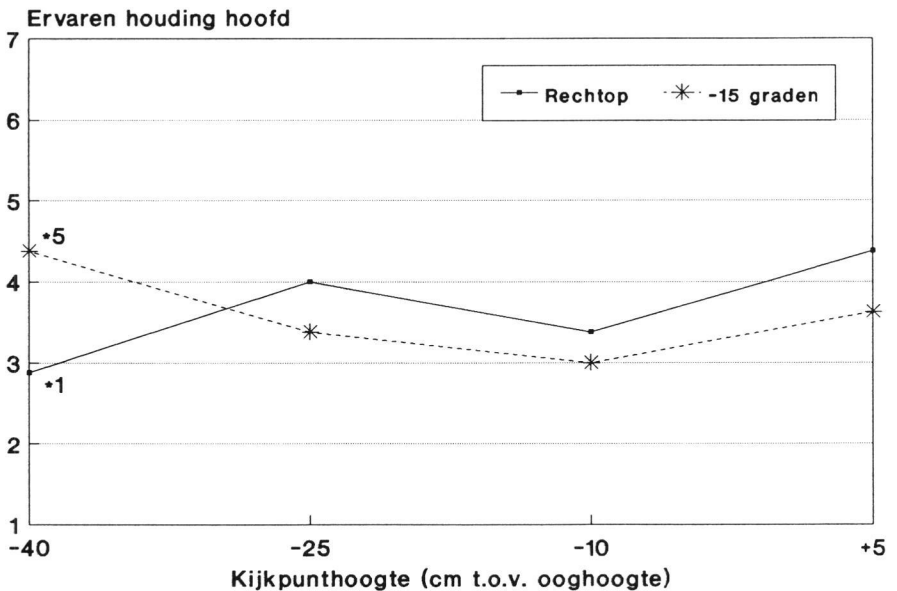
A. Ervaren houding

De resultaten voor de afhankelijke variabelen met betrekking tot ervaren houding worden in het navolgende weergegeven. De resultaten voor zowel de linker- als de rechterschouder, -bovenarm, -onderarm, en -pols staan onder het kopje 'Bovenste extremiteiten'.

Hoofd

kijkpunthoogte x rugleuningshoek

Bij de kijkpunthoogte -40 cm wordt de houding van het hoofd als slechter ervaren bij een rugleuningshoek van -15 graden (*5) dan bij een rugleuningshoek van 0 graden (*1) ($p=0.08$) (figuur 3.8).

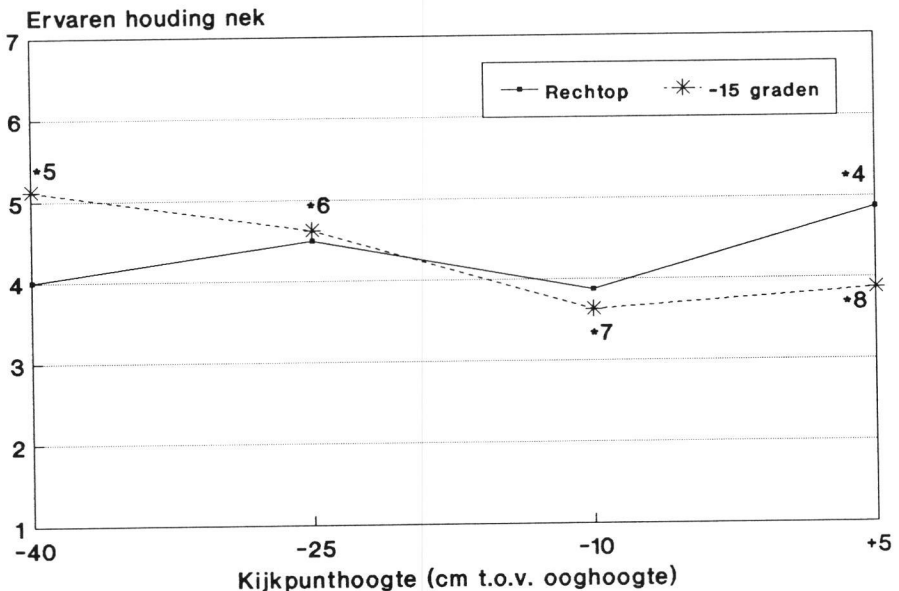


Figuur 3.8 Het effect van de kijkpunthoogte en de rugleuningshoek op de ervaren houding van het hoofd (gemiddelde groepswaarden). De aanduidingen 'Rechttop' en '-15 graden' hebben betrekking op de rugleuningshoek. 1 = zeer gunstig, 3 = gunstig, 5 = ongunstig, 7 = zeer ongunstig

kijkpunthoogte x rugleuningshoek

De kijkpunthoogte heeft bij een rugleuningshoek van -15 graden een significant effect op de ervaren houding van de nek (figuur 3.9). Bij een kijkpunthoogte van -40 cm (*5) wordt de houding van de nek significant slechter ervaren dan bij de optimale kijkpunthoogte van -10 cm (*7). Tevens veroorzaakt een kijkpunthoogte van -40 cm bij genoemde rugleuningshoek een waarde hoger dan 5 ('meer dan ongunstig'). Bij een kijkpunthoogte van -25 cm (*6) wordt de houding van de nek als slechter ervaren dan bij de optimale kijkpunthoogte van -10 cm (*7) (p=.08).

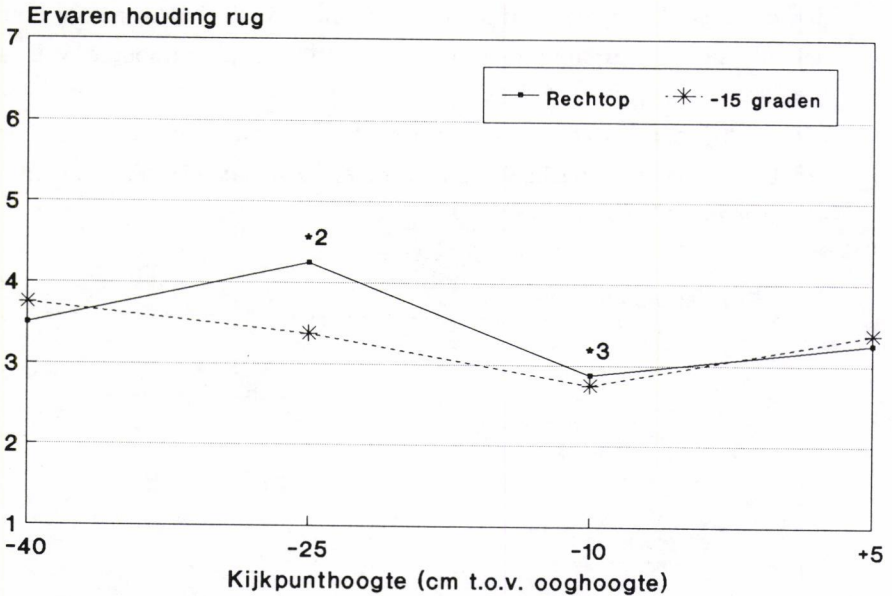
Bij een kijkpunthoogte van +5 cm wordt de houding van de nek als slechter ervaren bij een rugleuningshoek van 0 graden (*4) dan bij een rugleuningshoek van -15 graden (*8) (p=.06).



Figuur 3.9 Het effect van de kijkpunthoogte en de rugleuningshoek op de ervaren houding van de nek (gemiddelde groepswaarden). De aanduidingen 'Rechttop' en '-15 graden' hebben betrekking op de rugleuningshoek. 1 = zeer gunstig, 3 = gunstig, 5 = ongunstig, 7 = zeer ongunstig

kijkpunthoogte x rugleuningshoek

De kijkpunthoogte heeft bij een rugleuningshoek van 0 graden een significant effect op de ervaren houding van de rug (figuur 3.10). Bij een kijkpunthoogte van -25 cm (*2) wordt de houding van de rug als significant slechter ervaren dan bij de optimale kijkpunthoogte van -10 cm (*3).

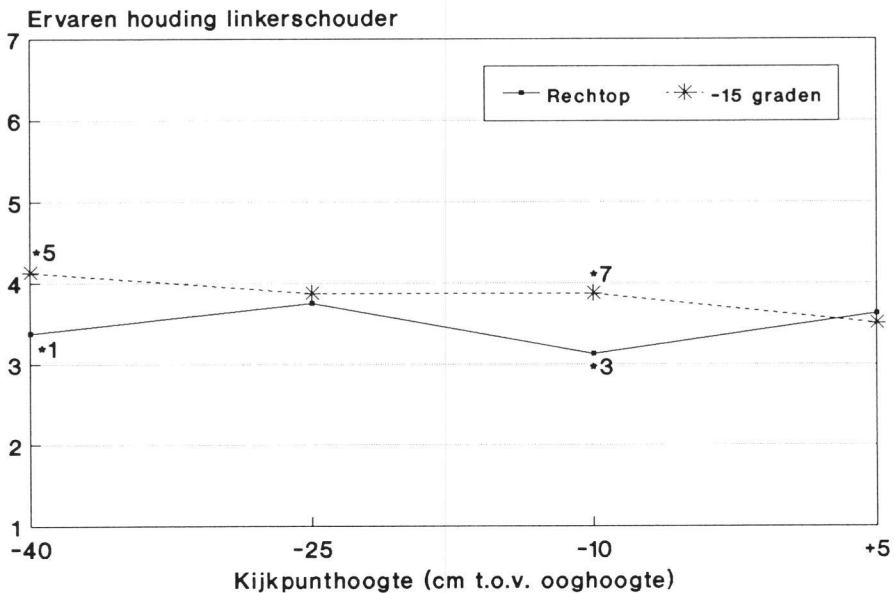


Figuur 3.10 Het effect van de kijkpunthoogte en de rugleuningshoek op de ervaren houding van de rug (gemiddelde groepswaarden). De aanduidingen 'Rechttop' en '-15 graden' hebben betrekking op de rugleuningshoek. 1 = zeer gunstig, 3 = gunstig, 5 = ongunstig, 7 = zeer ongunstig

De ervaren houdingen van alle acht nagevraagde delen van de bovenste extremiteiten (linker- en rechterschouder, -bovenarm, -onderarm, -pols) vertonen eenzelfde patroon. De resultaten van één van de delen (linkerschouder) worden hier in grafiekvorm getoond (figuur 3.11) (de grafieken voor de zeven andere delen zijn opgenomen in bijlage 2). De resultaten voor alle acht delen worden wel beschreven.

kijkpunthoogte x rugleuningshoek

Voor zowel een kijkpunthoogte van -40 cm als een kijkpunthoogte van -10 cm wordt de houding van diverse delen als beter ervaren indien de rugleuningshoek 0 graden is (*1 en *3) in plaats van -15 graden (*5 respectievelijk *7). Bij een kijkpunthoogte van -40 cm geldt dit voor linkerschouder ($p=.07$). Bij een kijkpunthoogte van -10 cm geldt dit voor de linkerschouder ($p=.07$), de rechteronderarm ($p=.07$), de linkerpols ($p=.07$) en de rechterpols (significant).



Figuur 3.11 Het effect van de kijkpunthoogte en de rugleuningshoek op de ervaren houding van de linkerschouder (gemiddelde groepswaarden). De aanduidingen 'Rechttop' en '-15 graden' hebben betrekking op de rugleuningshoek. 1 = zeer gunstig, 3 = gunstig, 5 = ongunstig, 7 = zeer ongunstig

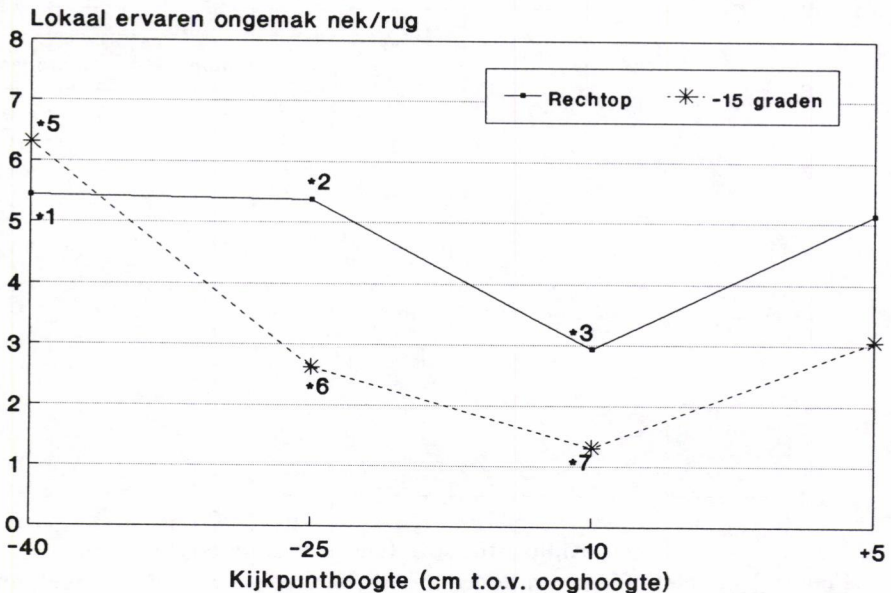
B. Lokaal ervaren ongemak

Voor de afhankelijke variabelen linkerbeen, rechterbeen en ogen werden geen (gecombineerde) effecten van rugleuningshoek en/of kijkpunthoogte geconstateerd. Derhalve zijn deze resultaten opgenomen in bijlage 2. De resultaten voor de andere drie afhankelijke variabelen worden in navolgende weergegeven. De resultaten voor de linker- en rechterschouder/arm staan onder het kopje 'Bovenste extremiteiten'.

Nek/rug

kijkpunthoogte

De kijkpunthoogte heeft een effect op het lokaal ervaren ongemak van de nek/rug-regio ($p=.10$) (figuur 3.12). Bij een kijkpunthoogte van -40 cm (*1 en *5) en bij een kijkpunthoogte van -25 cm (*2 en *6) wordt meer lokaal ongemak ervaren dan bij de optimale kijkpunthoogte van -10 cm (*3 en *7) ($p=.02$ respectievelijk .04).



Figuur 3.12 Het effect van de kijkpunthoogte en de rugleuningshoek op het lokaal ervaren ongemak van de nek/rug (gemiddelde groepswaarden). De aanduidingen 'Rechttop' en '-15 graden' hebben betrekking op de rugleuningshoek. Een hogere waarde betekent meer lokaal ervaren ongemak

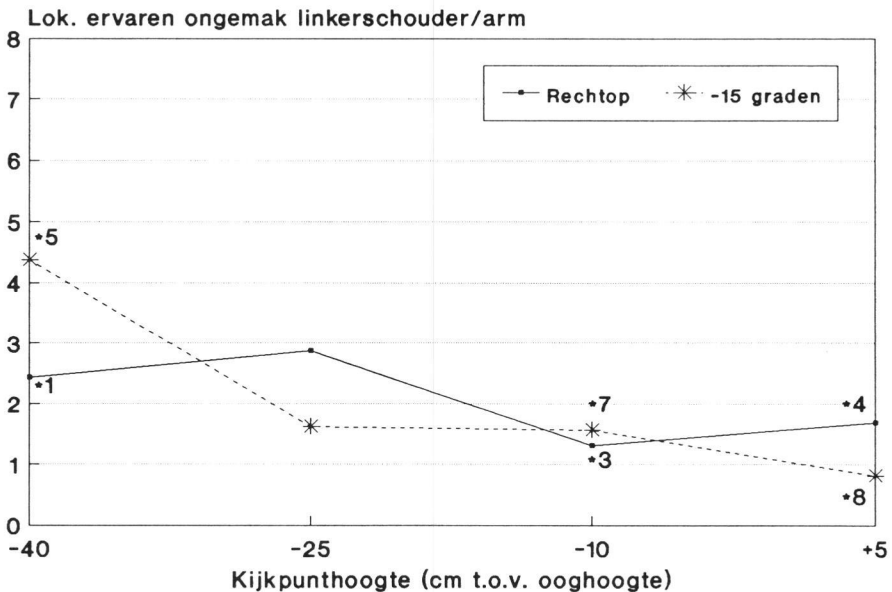
Ten aanzien van het lokaal ervaren ongemak van de rechterschouder/arm werden geen (gecombineerde) effecten van de rugleuningshoek en/of de kijkpunthoogte geconstateerd (zie figuur in bijlage 2). De resultaten ten aanzien van het lokaal ervaren ongemak in de linkerschouder/arm zijn in het onderstaande weergegeven.

kijkpunthoogte

De kijkpunthoogte heeft een effect op het lokaal ervaren ongemak van de linkerschouder/arm ($p=.06$) (figuur 3.13). Bij een kijkpunthoogte van -40 cm (*1 en *5) wordt meer lokaal ongemak ervaren dan bij kijkpunthoogten van -10 en +5 cm (*3, *4, *7 en *8) ($p=.04$ en $.06$).

kijkpunthoogte x rugleuningshoek

Het bovenbeschreven effect van de kijkpunthoogte wordt vooral veroorzaakt door de combinatie van een kijkpunthoogte van -40 cm met een rugleuningshoek van -15 graden (*5). Het lokaal ervaren ongemak van de linkerschouder/arm is namelijk eveneens afhankelijk van de combinatie van de kijkpunthoogte en de rugleuningshoek ($p=.10$). Bij een kijkpunthoogte van -40 cm en een rugleuningshoek van -15 graden (*5) wordt meer lokaal ongemak ervaren dan bij een kijkpunthoogte van -10 cm voor dezelfde rugleuningshoek (*7) ($p=.06$).

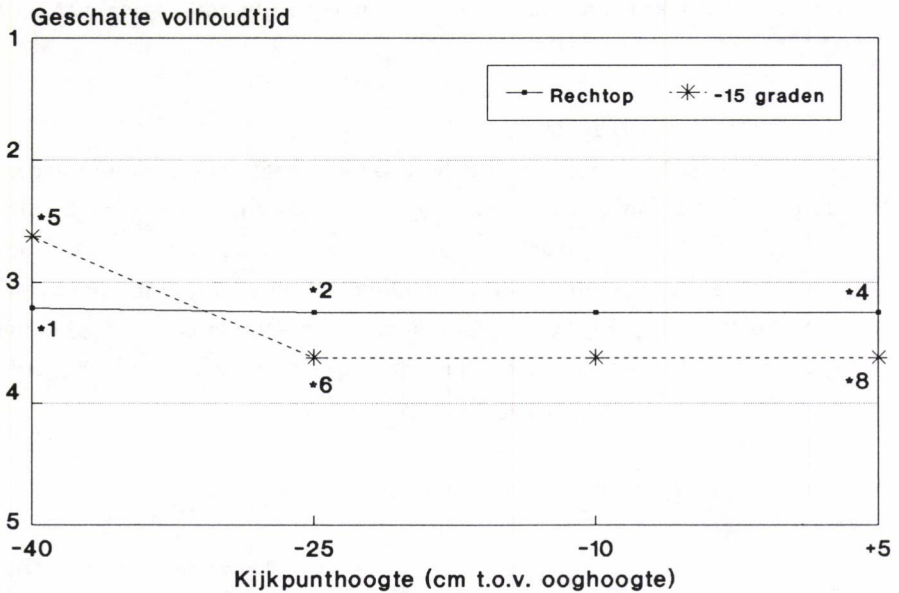


Figuur 3.13 Het effect van de kijkpunthoogte en de rugleuningshoek op het lokaal ervaren ongemak van de linkerschouder/arm (gemiddelde groepswaarden). De aanduidingen 'Rechtop' en '-15 graden' hebben betrekking op de rugleuningshoek. Een hogere waarde betekent meer lokaal ervaren ongemak

C. Geschatte volhoudtijd

kijkpunthoogte x rugleuningshoek

Bij een kijkpunthoogte van -40 cm wordt een kortere volhoudtijd geschat bij een rugleuningshoek van -15 graden (*5) dan bij een rugleuningshoek van 0 graden (*1) ($p=.07$) (figuur 3.14). Bij kijkpunthoogten van -25 en +5 cm wordt een kortere volhoudtijd geschat bij een rugleuningshoek van 0 graden (*2 en *4, respectievelijk) dan bij een rugleuningshoek van -15 graden (*6 en *8, respectievelijk) (voor beide: $p=.07$).



Figuur 3.14 Het effect van de kijkpunthoogte en de rugleuningshoek op de geschatte volhoudtijd (gemiddelde groepswaarden). De aanduidingen 'Rechttop' en '-15 graden' hebben betrekking op de rugleuningshoek. 1 = nog minder dan 25 minuten, 2 = nog 25 minuten tot 1 uur, 3 = nog 1 tot 2 uur, 4 = nog 2 uur tot ½ werkdag, 5 = nog ½ tot 1 werkdag

D. Waardering werkplekinstelling

Onderstaand worden de resultaten voor de drie afhankelijke variabelen met betrekking tot de waardering van de werkplekinstelling weergegeven.

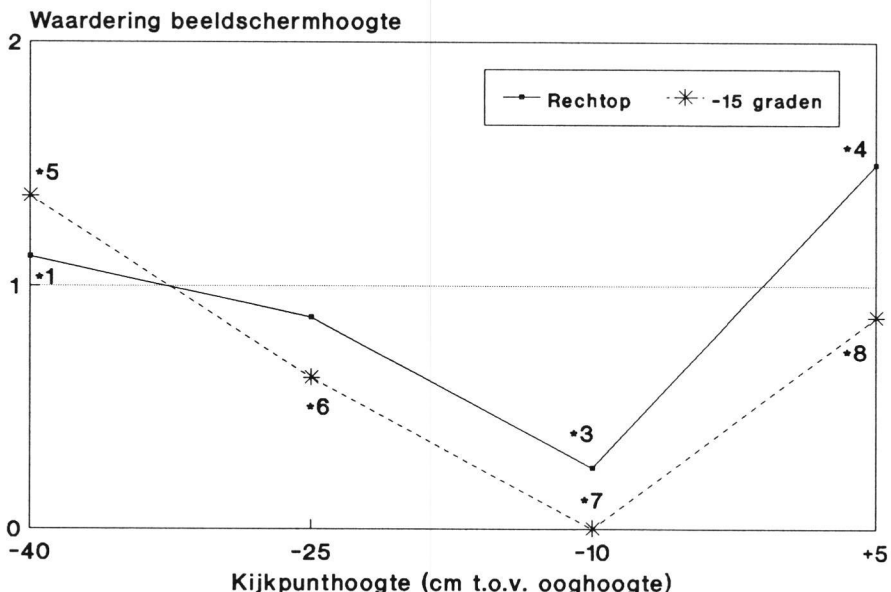
Waardering beeldschermhoogte

kijkpunthoogte x rugleuningshoek

Bij een rugleuningshoek van -15 graden heeft de kijkpunthoogte een significant effect op de waardering van de beeldschermhoogte (figuur 3.15). Bij deze rugleuningshoek wordt de beeldschermhoogte zowel bij een kijkpunthoogte van -40 cm (*5) als bij een kijkpunthoogte van +5 cm (*8) significant slechter gewaardeerd dan bij de optimale kijkpunthoogte van -10 cm (*7). Bij de kijkpunthoogte van -25 cm (*6) wordt de beeldschermhoogte slechter gewaardeerd dan bij de optimale kijkpunthoogte (*7) ($p=.07$).

Bij een rugleuningshoek van 0 graden heeft de kijkpunthoogte een effect op de waardering van de beeldschermhoogte ($p=.10$). Bij deze rugleuningshoek wordt de beeldschermhoogte zowel bij een kijkpunthoogte van -40 cm (*1) als bij een kijkpunthoogte van +5 cm (*4) slechter gewaardeerd dan bij de optimale kijkpunthoogte van -10 cm (*3) ($p=.04$ respectievelijk $.03$).

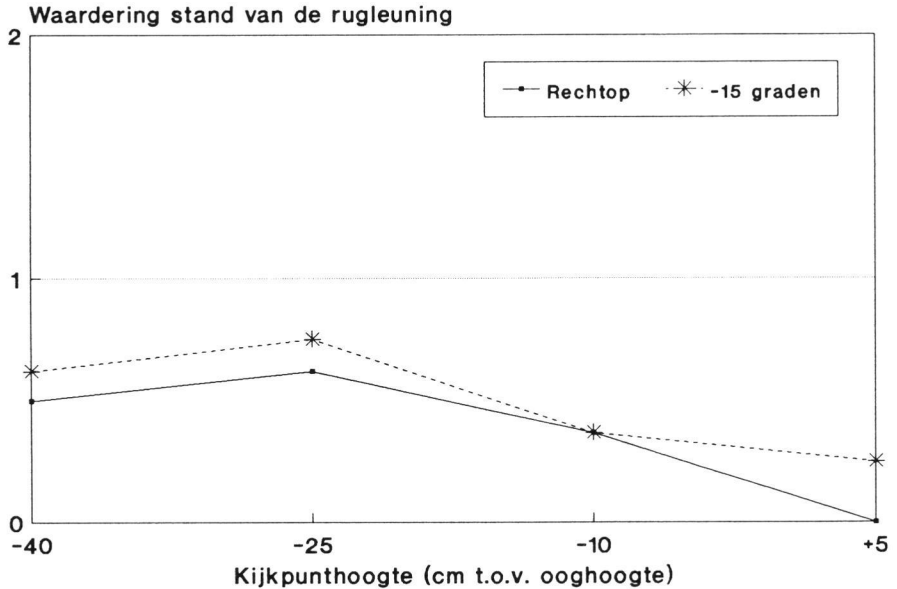
Bij een kijkpunthoogte van +5 cm wordt de beeldschermhoogte slechter gewaardeerd bij een rugleuningshoek van 0 graden (*4) dan bij een rugleuningshoek van -15 graden (*8) ($p=.07$).



Figuur 3.15 Het effect van de kijkpunthoogte en de rugleuningshoek op de waardering van de beeldschermhoogte (gemiddelde groepswaarden). De aanduidingen 'Recht op' en '-15 graden' hebben betrekking op de rugleuningshoek. 0 = goed, 1 = iets slechter (iets te laag of iets te hoog), 2 = veel slechter (veel te laag of veel te hoog)

Waardering stand van de rugleuning

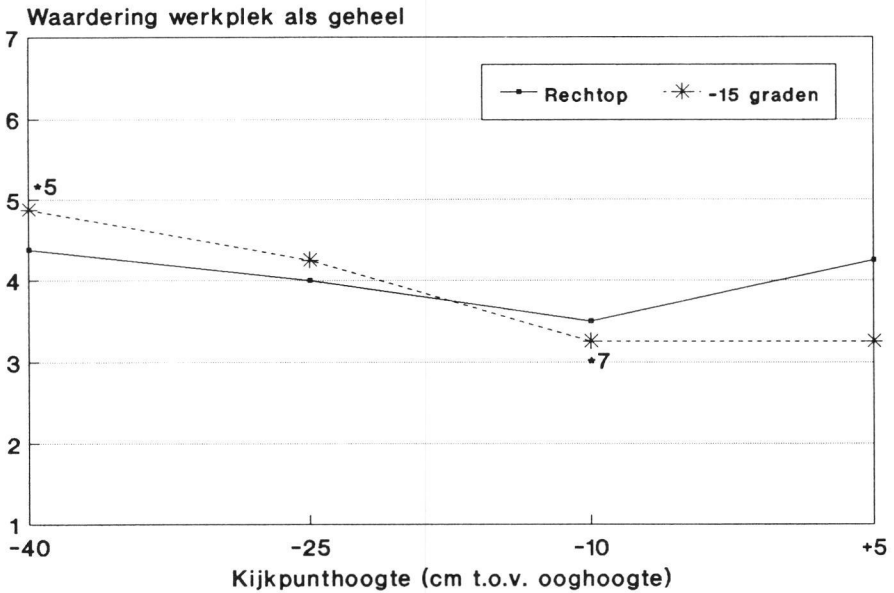
Bij de waardering van de stand van de rugleuning werden geen (gecombineerde) effecten van de rugleuningshoek en/of de kijkpunthoogte geconstateerd (figuur 3.16).



Figuur 3.16 Het effect van de kijkpunthoogte en de rugleuningshoek op de waardering van de stand van de rugleuning (gemiddelde groepswaarden). De aanduidingen 'Rechttop' en '-15 graden' hebben betrekking op de rugleuningshoek. 0 = goed, 1 = iets slechter (iets te rechttop of iets te veel naar achteren geheld), 2 = veel slechter (veel te rechttop of veel te veel naar achteren geheld)

kijkpunthoogte x rugleuningshoek

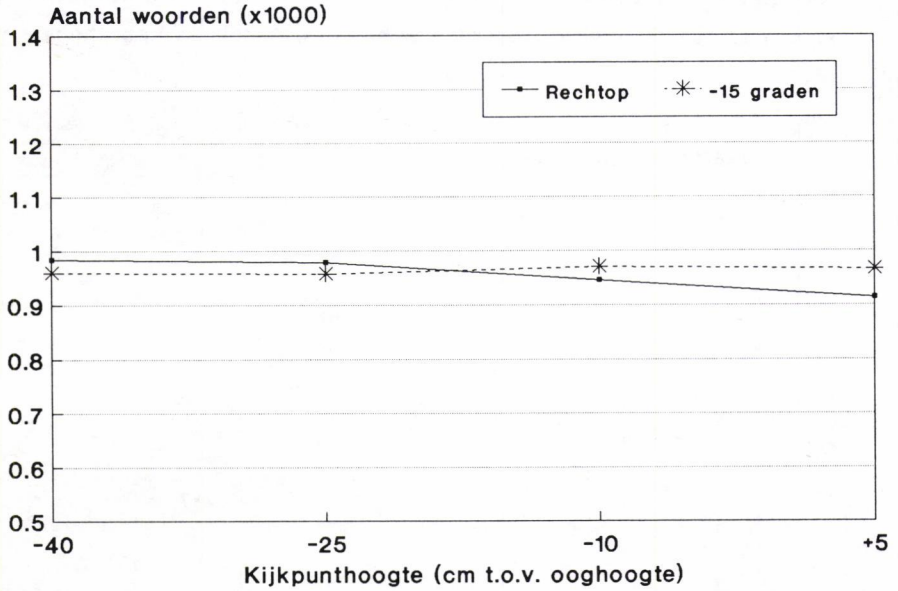
Bij een rugleuningshoek van -15 graden heeft de kijkpunthoogte een significant effect op de waardering van de werkplek als geheel (figuur 3.17). Bij deze rugleuningshoek en een kijkpunthoogte van -40 cm (*5) wordt de werkplek als geheel significant slechter gewaardeerd dan bij de optimale kijkpunthoogte van -10 cm (*7).



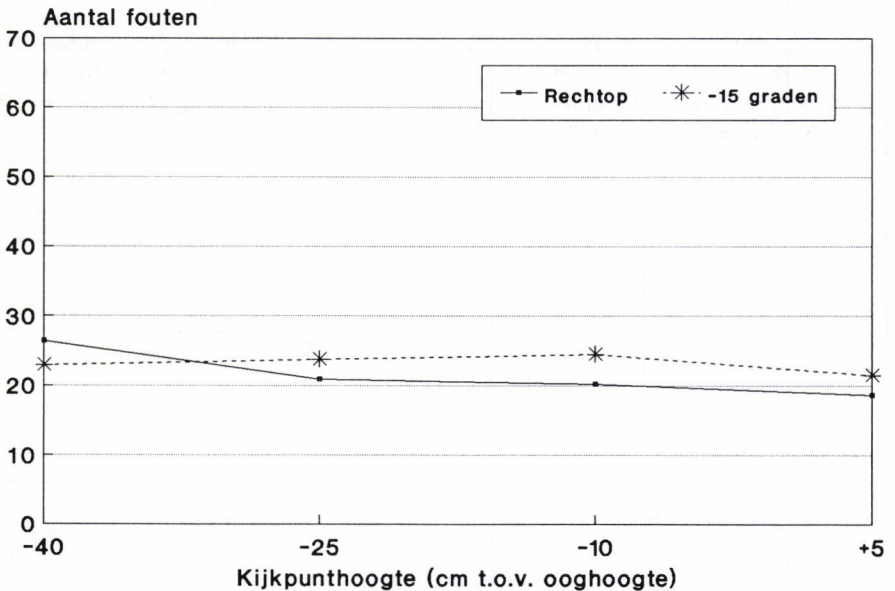
Figuur 3.17 Het effect van de kijkpunthoogte en de rugleuningshoek op de waardering van de werkplek als geheel (gemiddelde groepswaarden). De aanduidingen 'Rechttop' en '-15 graden' hebben betrekking op de rugleuningshoek. 1= zeer goed, 3 = goed, 5 = slecht, 7 = zeer slecht

3.3 Werkresultaat

Bij het werkresultaat werden geen (gecombineerde) effecten van rugleuningshoek en/of kijkpunthoogte geconstateerd. De figuren 3.18 en 3.19 tonen respectievelijk het aantal woorden en het aantal fouten bij de diverse werkplekinstellingen.



Figuur 3.18 Het effect van de kijkpunthoogte en de rugleuningshoek op het aantal woorden (gemiddelde groepswaarden). De aanduidingen 'Rechttop' en '-15 graden' hebben betrekking op de rugleuningshoek. Attentie: een hoger gelegen waarde is beter



Figuur 3.19 Het effect van de kijkpunthoogte en de rugleuningshoek op het aantal fouten (gemiddelde groepswaarden). De aanduidingen 'Rechttop' en '-15 graden' hebben betrekking op de rugleuningshoek

3.4 Samenvatting van de resultaten

In deze paragraaf worden de belangrijkste resultaten samengevat en waar mogelijk met elkaar in verband gebracht. De gemeten werkhouding, de ervaren houding en het lokaal ervaren ongemak van de nek en de rug zijn weergegeven onder het kopje '*Nek/rug*'. De gemeten werkhouding, de ervaren houding en het ervaren ongemak van linker- en rechterschouders en -armen zijn weergegeven onder het kopje '*Bovenste extremiteiten*'. De resultaten met betrekking tot geschatte volhoud-tijd en waardering werkplekinstelling zijn weergegeven onder het kopje '*Integrale subjectieve bevindingen*'. De genoemde kopjes worden gevolgd door de resultaten met betrekking tot het werkresultaat ('*Werkresultaat*').

Nek/rug

werkhouding

Naarmate het kijkpunt zich lager bevindt, wordt het hoofd meer voorover gebogen. Bij een rugleuningshoek van -15 graden staat de romp gemiddeld bijna 7 graden meer achterover dan bij een rugleuningshoek van 0 graden. Beide effecten hebben tot gevolg dat naar mate het kijkpunt zich lager ten opzichte van de ooghoogte bevindt en/of de romp meer achterover staat, de nek meer gebogen is. Naast de genoemde effecten worden enkele relatief kleine effecten van de rugleuningshoek op de hoofdstand gevonden. Bij een kijpunthoogte van -40 cm en een rugleuningshoek van -15 graden wordt het hoofd gemiddeld 2.6 graden minder gebogen dan bij dezelfde kijpunthoogte en een rugleuningshoek van 0 graden. Bij een kijpunthoogte van -10 cm en een rugleuningshoek van -15 graden wordt het hoofd gemiddeld 1.8 graden meer gebogen dan bij dezelfde kijpunthoogte en een rugleuningshoek van 0 graden.

Uit de literatuur blijkt dat zowel de stand van het hoofd in de rusthouding (zittend, romp rechtop en recht vooruit kijkend) als een lichte buiging van het hoofd (ten opzichte van de romp en/of ten opzichte van de verticaal) als optimaal worden gezien. Derhalve was *à priori* onduidelijk welke exacte hoofdstand en nekhoek optimaal is. Eenzelfde verschijnsel doet zich voor met betrekking tot een optimale rompstand. Zowel de rompstand in de rusthouding als de houding waarbij de romp achterover staat en steunt tegen de rugleuning worden als optimaal gezien. Geconstateerd wordt dat op grond van de gemeten werkhouding op zich geen uitspraken over al dan niet optimale werkplekinstellingen kunnen worden gedaan. De ervaren houding en het lokaal ervaren ongemak met betrekking tot de relevante lichaamsdelen respectievelijk lichaamsregio's zullen derhalve uitsluitel moeten geven. Echter met name de gemeten hoofdstand en nekhoek kunnen, bij overeenkomst met eerdergenoemde optima, de subjectieve bevindingen ondersteunen.

ervaren houding en lokaal ervaren ongemak

Een belangrijk resultaat van het experiment is het significante effect van de kijkpunthoogte op de ervaren houdingen van de nek en de rug (zie figuren 3.9 en 3.10) en op het lokaal ervaren ongemak van de nek/rug-regio (zie figuur 3.12). Bij genoemde afhankelijke variabelen komt de kijkpunthoogte van -10 cm als optimaal naar voren. Bij deze kijkpunthoogte is het hoofd licht voorover gebogen (4.9 en 6.7 graden bij de beide rugleuningshoeken) en de nek licht gebogen (11.2 en 19.8 graden bij beide rugleuningshoeken) (zie figuren 3.1 en 3.3).

Nadere analyse van bovengenoemd gegeven laat zien dat bij een rugleuningshoek van -15 graden met name de ervaren houding van de nek slechter is voor de kijkpunthoogten -40 cm (significant) en -25 cm vergeleken met de optimale kijkpunthoogte van -10 cm. Tevens veroorzaakt een kijkpunthoogte van -40 cm bij genoemde rugleuningshoek een waarde hoger dan 5 ('meer dan ongunstig'), hetgeen niet acceptabel is. Figuur 3.1 laat zien dat het hoofd beduidend minder voorover gebogen wordt dan bij dezelfde kijkpunthoogte en een rugleuningshoek van 0 graden. Het is denkbaar dat een verdere vooroverbuiging van het hoofd niet mogelijk is vanwege een extreme nekhoek (figuur 3.3). Deze extreme nekhoek met de bijbehorende belasting van bepaalde nekstructuren (ligamenten, elastische spiercomponenten) verklaart dan de als ongunstig ervaren houding van de nek.

Bij een rugleuningshoek van 0 graden is met name de ervaren houding van de rug significant slechter voor een kijkpunthoogte van -25 cm vergeleken met de optimale kijkpunthoogte van -10 cm.

Genoemde resultaten worden ondersteund door de resultaten voor lokaal ervaren ongemak in de gehele nek/rug-regio voor de kijkpunthoogten -40 cm en -25 cm gecombineerd met beide rugleuningshoeken. Strikt genomen zijn de werkplekinstellingen met een rugleuningshoek van -15 graden en een kijkpunthoogte van -25 cm alsmede met een rugleuningshoek van 0 graden en een kijkpunthoogte van -40 cm niet significant slechter dan de optimale werkplekinstelling. Op de consequenties van dit gegeven voor de aanbeveling wordt in hoofdstuk 4 terug gekomen.

Alle significante en bijna-significante effecten van de kijkpunthoogte zijn schematisch weergegeven in tabel 4.1.

Naast de effecten van de kijkpunthoogte werd een tweetal (bijna-significante) effecten van de rugleuningshoek gevonden (tabel 4.2).

Bij een kijkpunthoogte van +5 cm en een rugleuningshoek van -15 graden wordt de houding van de nek als gunstiger ervaren dan bij dezelfde kijkpunthoogte en een rugleuningshoek van 0 graden. Dit effect kan niet rechtstreeks aan bestaande kennis met betrekking tot de optimale werkhouding worden getoetst. De beide werkplekinstellingen verschillen ten aanzien van de gemeten nekhoek. Mogelijk is het de nekhoek behorend bij een rugleuningshoek van 0 graden (5.5 graden), welke als ongunstiger wordt ervaren dan de nekhoek behorend bij een rugleuningshoek van -15 graden (11.7 graden) voor de betreffende kijkpunthoogte. Dit zou

betekenen dat een zekere (minimale) mate van buiging van het hoofd ten opzichte van de romp pas als optimaal wordt ervaren.

De kleine verschillen in hoofdstand tussen de beide rugleuningshoeken bij de kijkpunthoogten -40 cm en -10 cm worden bij laatstgenoemde kijkpunthoogte niet terug gevonden bij de diverse afhankelijke variabelen met betrekking tot lokaal ervaren ongemak en de ervaren houding. Derhalve wordt het verschil in hoofdstand bij de kijkpunthoogte -10 cm niet gebruikt bij het opstellen van de aanbeveling, tenzij de integrale subjectieve bevindingen dit effect weergeven. Echter, de constatering dat bij een kijkpunthoogte van -40 cm bij een rugleuningshoek van -15 graden het hoofd minder voorovergebogen wordt (of kan worden), kan in verband worden gebracht met de ervaren houding van het hoofd. De houding van het hoofd wordt namelijk als ongunstiger ervaren bij een rugleuningshoek van -15 graden vergeleken met een rugleuningshoek van 0 graden. Zoals eerder beschreven, is bij een kijkpunthoogte van -40 cm de nekhoek bij een rugleuningshoek van -15 graden groter (extreem) dan bij een rugleuningshoek van 0 graden (figuur 3.3), waardoor de belasting op bepaalde nekstructuren groter is.

Bovenste extremiteiten

werkhouding

De heffing van de bovenarm en de ellebooghoek zijn alleen afhankelijk van de rugleuningshoek. Bij een rugleuningshoek van -15 graden is de bovenarm gemiddeld 1.7 graden meer geheven dan bij een rugleuningshoek van 0 graden. Dit verschil wordt veroorzaakt door een verschil in heffing in voorwaartse richting en niet door een verschil in heffing in zijwaartse richting. Ten gevolge van een voorwaartse heffing van de bovenarm alleen, zonder enige andere houdingsverandering, zouden de handen zich niet op, maar boven het toetsenbord bevinden. De handen worden op het toetsenbord gebracht door de elleboog meer te strekken; bij een rugleuningshoek van -15 graden is de elleboog gemiddeld 3.6 graden meer gestrekt dan bij een rugleuningshoek van 0 graden.

Een meer geheven bovenarm kan een grotere belasting op de armen en schouders inhouden. De heffing van de bovenarm wordt, zoals beschreven, alleen bepaald door de rugleuningshoek; bij alle kijkpunthoogten bij een rugleuningshoek van -15 graden is de heffing van de bovenarm groter dan bij een rugleuningshoek van 0 graden. Indien we aannemen dat de polsen/onderarmen bij alle werkplekinstellingen in gelijke mate gesteund worden, zou de mogelijke belastingstoename in de subjectieve bevindingen terug moeten komen bij alle kijkpunthoogten bij een rugleuningshoek van -15 graden. Daarenboven mag, gezien het symmetrische karakter van de houding bij de experimentele taak, verondersteld worden dat subjectieve bevindingen in gelijke mate en wijze voorkomen voor het linker- en rechterschouder/armcomplex.

ervaren houding en lokaal ervaren ongemak

De resultaten voor de relevante afhankelijke variabelen met betrekking tot ervaren houding en lokaal ervaren ongemak van de bovenste extremiteiten vertonen (met een enkele uitzondering) geen significante (gecombineerde) effecten van kijkpunthoogte en/of rugleuningshoek. Wel treden enkele bijna-significante effecten van de rugleuningshoek op; het effect van de rugleuningshoek doet zich echter niet voor bij alle kijkpunthoogten en ook niet links/rechts-symmetrisch.

Op grond van bovengenoemde resultaten wordt geconcludeerd dat mogelijke belastingseffecten op de armen en schouders (werkhoudingsgegevens) ten gevolge van de rugleuningshoek niet overtuigend terug worden gezien in de subjectieve bevindingen. Derhalve worden de resultaten met betrekking tot de bovenste extremiteiten niet gebruikt bij het opstellen van de aanbeveling voor de optimale instelling van beeldschermwerkplekken.

Integrale subjectieve bevindingen

Het eerder onder het kopje 'Nek/rug' geconstateerde significante effect van de kijkpunthoogte op de desbetreffende afhankelijke variabelen wordt eveneens gezien bij de waardering van de beeldschermhoogte (zie figuur 3.15) en de waardering van de werkplekinstelling als geheel (zie figuur 3.17). Bij beide afhankelijke variabelen komt de kijkpunthoogte -10 cm als optimaal naar voren.

Nadere analyse van bovengenoemd gegeven laat zien dat bij de werkplekinstelling met een kijkpunthoogte van -40 cm en een rugleuningshoek van -15 graden zowel de beeldschermhoogte op zich als de werkplekinstelling als geheel als significant slechter worden gewaardeerd vergeleken met de optimale kijkpunthoogte van -10 cm bij genoemde rugleuningshoek. Bij de werkplekinstelling met een kijkpunthoogte van -25 cm en een rugleuningshoek van -15 graden alsmede bij de werkplekinstelling met een kijkpunthoogte van -40 cm en een rugleuningshoek van 0 graden wordt de beeldschermhoogte als bijna-significant slechter gewaardeerd vergeleken met de optimale kijkpunthoogte van -10 cm bij de respectievelijke rugleuningshoeken.

Bij een kijkpunthoogte van +5 cm en een rugleuningshoek van -15 graden is de waardering van de beeldschermhoogte significant slechter dan bij de optimale kijkpunthoogte van -10 cm bij dezelfde rugleuningshoek. Bij een kijkpunthoogte van +5 cm en een rugleuningshoek van 0 graden is de waardering van de beeldschermhoogte bijna-significant slechter dan bij de optimale kijkpunthoogte van -10 cm bij dezelfde rugleuningshoek.

Strikt genomen zijn drie van de bovengenoemde werkplekinstellingen niet significant slechter dan de optimale werkplekinstelling. Op de consequenties van dit gegeven voor de aanbeveling wordt in hoofdstuk 4 terug gekomen.

Alle significante en bijna-significante effecten van de kijkpunthoogte zijn schematisch weergegeven in tabel 4.1.

Naast de effecten van de kijkpunthoogte werden enkele bijna-significante effecten van de rugleuningshoek gevonden (tabel 4.2). Deze effecten doen zich voor bij specifieke kijkpunthoogten. Bij een kijkpunthoogte van -40 cm en een rugleuningshoek van -15 graden is de geschatte volhoudtijd korter dan bij dezelfde kijkpunthoogte en een rugleuningshoek van 0 graden. Dit resultaat wordt, zoals eerder besproken onder het kopje '*Nek/rug*', mogelijk veroorzaakt door een extreme nekhoek bij eerstgenoemde werkplekinstelling, hetgeen wordt ingegeven door een beduidend minder voorovergebogen hoofd dan bij dezelfde kijkpunthoogte en een rugleuningshoek van 0 graden (figuur 3.1).

Bij kijkpunthoogten van -25 cm en +5 cm en een rugleuningshoek van -15 graden is de geschatte volhoudtijd langer dan bij de respectievelijke kijkpunthoogten en een rugleuningshoek van 0 graden. Voor een kijkpunthoogte van +5 cm wordt dit effect ook gezien in de waardering van de beeldschermhoogte.

Werkresultaat

Ten aanzien van het werkresultaat werden geen significante verschillen tussen de diverse werkplekinstellingen geconstateerd. Derhalve zijn de resultaten met betrekking tot het werkresultaat niet van invloed op de aanbeveling voor de optimale instelling van beeldschermwerkplekken.

4. FORMULERING VAN DE AANBEVELING

De onderzoeksresultaten laten zien dat van de twee onderzochte onafhankelijke variabelen de *kijkpunthoogte* het grootste effect heeft op de diverse afhankelijke variabelen. De gemeten werkhouding, de ervaren houding en het lokaal ervaren ongemak van de nek en de rug alsmede de integrale subjectieve bevindingen laten een optimale kijkpunthoogte van -10 cm zien voor zowel een rugleuningshoek van -15 graden als voor een rugleuningshoek van 0 graden. De *rugleuningshoek* op zich heeft voor de onderzochte kijkpunthoogten, met uitzondering van de optimale kijkpunthoogte van -10 cm, slechts in enkele gevallen een (klein) bijna-significant effect op een afhankelijke variabele (tabel 4.1).

Tabel 4.1 De significante en bijna-significante verschillen tussen beide rugleuningshoeken bij specifieke kijkpunthoogten op de diverse afhankelijke variabelen met betrekking tot de subjectieve bevindingen

kijkpunt- hoogte (cm)	significant	bijna-significant	p-waarde
-40	-	geschatte volhoudtijd korter bij rugleuningshoek -15°	.07
		ervaren houding hoofd slechter bij rugleuningshoek -15°	.08
-25	-	geschatte volhoudtijd korter bij rugleuningshoek 0°	.07
+5	-	geschatte volhoudtijd korter bij rugleuningshoek 0°	.07
		waardering beeldschermhoogte slechter bij rugleuningshoek 0°	.07
		ervaren houding nek slechter bij rugleuningshoek 0°	.06

Zes werkplekinstellingen, de kijkpunthoogten -40, -25 en +5 cm bij beide rugleuningshoeken, vertonen slechtere resultaten dan de kijkpunthoogte van -10 cm bij de respectievelijke rugleuningshoeken. Derhalve is bij beide rugleuningshoeken een kijkpunthoogte van -10 cm optimaal. Bij deze kijkpunthoogte zijn geen significante verschillen gevonden tussen de effecten van de beide rugleuningshoeken op met name de subjectieve bevindingen. Dit leidt tot de aanbeveling het kijkpunt 10 cm onder de ooghoogte in te stellen, onafhankelijk van de rugleuningshoek.

Resteert de vraag welke van de zes eerdergenoemde werkplekinstellingen, waarbij het kijkpunt zich niet op -10 cm bevindt, kunnen worden uitgesloten voor aanbeveling. Op grond van significant slechtere resultaten dan bij de optimale kijkpunthoogte (tabel 4.2), worden drie werkplekinstellingen uitgesloten voor aanbeveling, te weten

- rugleuningshoek -15 gr. en kijkpunthoogte -40 cm;
- rugleuningshoek -15 gr. en kijkpunthoogte +5 cm;
- rugleuningshoek 0 gr. en kijkpunthoogte -25 cm.

Daarnaast echter leiden de drie andere werkplekinstellingen tot bijna-significant slechtere resultaten dan de optimale kijkpunthoogte van -10 cm voor de respectievelijke rugleuningshoeken (tabel 4.1), te weten

- rugleuningshoek -15 gr. en kijkpunthoogte -25 cm;
- rugleuningshoek 0 gr. en kijkpunthoogten -40 cm;
- rugleuningshoek 0 gr. en kijkpunthoogte +5 cm.

Tabel 4.2 De significant en bijna-significant slechtere resultaten van de kijkpunthoogten -40, -25 en + 5 cm vergeleken met de optimale kijkpunthoogte van -10 cm bij beide rugleuningshoeken voor de diverse afhankelijke variabelen met betrekking tot de subjectieve bevindingen

rugleu- ningshoek (gr.)	kijkpunt- hoogte (cm)	significant	bijna-significant	p-waarde*	
-15	-40	ervaren houding nek	-		
		waardering beeldschermhoogte	lokaal ervaren ongemak nek/rug	.02 (.10)	
		waardering werkplek geheel	-		
	-25	-	ervaren houding nek	-	.08
		-	lokaal ervaren ongemak nek/rug	-	.04 (.10)
		-	waardering beeldschermhoogte	-	.07
		-	-	-	
	+5	-	-	-	
		-	-	-	
		waardering beeldschermhoogte	-		
	0	-40	-	-	
			-	lokaal ervaren ongemak nek/rug	.02 (.10)
-			waardering beeldschermhoogte	.04 (.10)	
-25		-	ervaren houding rug	-	
		-	lokaal ervaren ongemak nek/rug	-	.04 (.10)
		-	-	-	
		-	-	-	
+5		-	-	-	
		-	-	-	
		waardering beeldschermhoogte	-	.03 (.10)	

* Tussen haakjes staat, waar nodig, de p-waarde voor het hoofdeffect van de kijkpunthoogte voor de betreffende rugleuningshoek of voor beide rugleuningshoeken, indien deze p-waarde groter dan .05 én kleiner of gelijk aan .10 is

Strikt genomen kunnen deze laatste werkplekinstellingen niet worden uitgesloten voor aanbeveling. Het wel aanbevelen van de laatstgenoemde werkplekinstellingen leidt echter tot een voor de gebruiker onnodige complicatie. Een of twee kijkpunthoogten of -bereiken zouden worden toegevoegd aan de aanbeveling de kijkpunthoogte 10 cm onder de ooghoogte in te stellen. De toegevoegde kijkpunthoogten en -bereiken verschillen voor beide onderzochte rugleuningshoeken. Het gevolg is dat de gebruiker zelf de rugleuningshoek moet vaststellen. Dit kan leiden tot interpretatieproblemen en kan bij onjuiste werkplekinstelling een onnodige belasting op

het bewegingsapparaat veroorzaken. Daarenboven is het hoogst onwaarschijnlijk dat de toegevoegde kijkpunthoogten en -bereiken even gunstig, laat staan gunstiger zijn dan de optimale kijkpunthoogte. De kans dat de geconstateerde effecten op zich op toeval berusten is klein (minder dan 10%) en de resultaten voor diverse afhankelijke variabelen wijzen steeds in dezelfde richting.

Resumerend kan worden gesteld dat:

het kijkpunt op 10 cm onder de ooghoogte dient te worden ingesteld. Deze aanbeveling is niet afhankelijk van de rugleuningshoek welke de gebruiker verkiest.

Aangezien bij de kijkpunthoogte -10 cm geen (significant) effect van de rugleuningshoek is vastgesteld (tabel 4.1), wordt geen aanbeveling gedaan voor een optimale rugleuningshoek.

5. DISCUSSIE

Op grond van het huidige onderzoek wordt aanbevolen bij beeldschermwerk het kijkpunt 10 cm onder de ooghoogte (in de gewenste zithouding en recht vooruit kijkend) te plaatsen. De aanbeveling is geldig voor beeldschermtaken waarbij het toetsenbord 'blind' wordt bediend, dat wil zeggen men richt de blik niet op het toetsenbord. In deze discussie worden bestaand onderzoek en bestaande aanbevelingen tegen de genoemde aanbeveling gelegd.

In de literatuur wordt veel onderzoek beschreven met betrekking tot beeldschermwerk. Het aantal onderzoeken gericht op de bepaling van optimale kijkpunthoogten of kijkhoeken bij het daadwerkelijk uitvoeren van beeldschermtaken is echter beperkt. Alleen de onderzoeken van Hansson en Attebrant¹², De Wall et al.^{34,35} en Grandjean et al.¹⁰ bieden de gelegenheid tot een vergelijk met het huidige onderzoek. Ong et al.¹⁶ voerden weliswaar een gelijksoortig onderzoek uit als Grandjean et al.¹⁰, echter de gebruikte werkplekken vertoonden grove tekortkomingen (de mogelijkheid tot instelling van de beeldschermhoogte was zeer beperkt). Dientengevolge zijn de resultaten van het laatstgenoemde onderzoek niet geschikt voor vergelijking met het huidige onderzoek.

Hansson en Attebrant¹² onderzochten bij een rechtop zittende houding de effecten van een drietal (vergeleken met het huidige onderzoek) relatief lage concepthoogten. Bij de optimale concepthoogte werd een kijkhoek van 38 graden onder de horizontaal gemeten. Deze waarde werd eerder in meer fundamenteel, onderbouwend onderzoek gevonden door Lehmann en Stier.¹⁵ Op grond van het huidige onderzoek zijn er aanwijzingen dat bij een rugleuningshoek van 0 graden (overeenkomend met een rechtop zittende houding als bij Hansson en Attebrant¹²) zich een tweede optimum bevindt in de buurt van een kijkpunthoogte van -40 cm (figuren 3.8, 3.9 en 3.10). De bijbehorende kijkhoek is 33 graden onder de horizontaal, waarbij de nekhoek nog niet extreem is en bepaalde nekstructuren (ligamenten, elastische spiercomponenten) nog niet al te zwaar belast zijn, zoals bij een rugleuningshoek van -15 graden en eenzelfde kijkpunthoogte. Hansson en Attebrant¹² hebben geen kijkpunthoogten relatief dicht bij de ooghoogte in hun onderzoek opgenomen. Het is derhalve logisch dat zij niet in staat bleken het eerste optimum bij een kijkpunthoogte van -10 cm ten opzichte van de ooghoogte en een kijkhoek van 6 graden onder de horizontaal te traceren.

De Wall et al.^{34,35} lieten werknemers CAD-taken uitvoeren aan drie beeldschermhoogten. De visuele nadruk van deze taken ligt op het scherm, onder meer door het gebruik van een muis ('blinde' bediening). De onderzochte beeldschermhoogten bevonden zich rondom de ooghoogte. Derhalve blijft de vergelijking met de resultaten van het huidige onderzoek tot dit bereik beperkt. Slechts voor de laagste beeldschermopstelling is de kijkhoek met een grote mate van zekerheid bekend, waardoor de mogelijkheid tot een vergelijking verder wordt ingeperkt. De kijk-

hoek bij deze laagste opstelling is gelijk aan 15 graden onder de horizontaal (-15 graden). De betrokken werknemers prefereren hogere beeldschermopstellingen, overeenkomstig met kijkhoeken boven de -15 graden. Dit gegeven laat veel ruimte voor de keuze van de beeldschermhoogte open. Geconcludeerd kan worden dat voor beeldschermopstellingen waarbij het kijkpunt zich niet boven de ooghoogte bevindt de genoemde resultaten niet strijdig zijn met de resultaten van het huidige onderzoek.

Grandjean et al.¹⁰ gaven werknemers met diverse beeldschermtaken tijdens de dagelijkse taakuitvoering de gelegenheid gedurende enkele dagen bij zeer ruime instelmogelijkheden optimale instellingen van alle delen van de werkplek te kiezen. Geconstateerd werd dat allerlei zithoudingen werden ingenomen (tussen de romp rechtop en 30 graden achterover staand) en dat de kijkhoek gemiddeld 9 graden onder de horizontaal werd ingesteld. Deze kijkhoek kwam tijdens de taakuitvoering, bij een gemiddelde kijkafstand in het onderzoek van 76 cm, overeen met een gemiddelde kijkpunthoogte van -12 cm.

Tijdens het huidige onderzoek komt de ingestelde kijkpunthoogte van -10 cm (gerelateerd aan de zithouding waarbij recht vooruit wordt gekeken) tijdens de taakuitvoering overeen met een kijkpunthoogte van -7 cm. Dit verschil wordt veroorzaakt door het feit dat de ooghoogte afneemt bij een vooroverbuiging van het hoofd, zoals reeds door Lombaers³⁶ beschreven. De kijkhoek behorende bij genoemde kijkpunthoogte is 6 graden onder de horizontaal (kijkafstand gelijk aan 70 cm).

Het onderzoek van Grandjean et al.¹⁰ en het huidige onderzoek in ogenschouw nemend moet worden geconcludeerd dat beide onderzoeken, op grond van verschillende onderzoeksaanpakken, goed overeenstemmen wat betreft de aanbeveling voor een optimale kijkpunthoogte. Het belangrijkste voor een optimale instelling van het kijkpunt is de kijkhoek, aangezien de kijkhoek direct de hoofdstand en de belasting op het bewegingsapparaat bepaalt. Het effect van de hoogte van het kijkpunt (ten opzichte de ogen) op de hoofdstand is daarentegen afhankelijk van de kijkafstand. In het huidige onderzoek is onder meer gekozen voor een hoogte-aanduiding in plaats van een hoekaanduiding, op grond van de verwachting dat gebruikers meer vertrouwd zijn met hoogte-aanduidingen. Het geheel in overweging nemende wordt aanbevolen het kijkpunt bij de taakuitvoering tussen 6 en 9 graden onder de horizontaal te plaatsen. Bij kijkafstanden tussen 50 en 90 cm* komt deze aanbeveling overeen met een kijkpunthoogte van ongeveer 10 cm onder de ooghoogte tijdens de taakuitvoering bij de gewenste zithouding (de romp recht-

* Jaschinski-Kruza³⁷ adviseert kijkafstanden van meer dan 50 cm. Grandjean et al.¹⁰ registreerden, bij een volledig vrije mogelijkheid tot instelling van de kijkafstand, tijdens de dagelijkse taakuitvoering maximale kijkafstanden van ongeveer 90 cm.

op of achterover leunend). In het geheel dient niet onvermeld te blijven dat het werkresultaat noch negatief noch positief wordt beïnvloed door een optimale instelling van het kijkpunt.

In het huidige onderzoek is bewust gekozen voor het concept 'kijkpunt'. Een aanbeveling gericht op een kijkpunt kan eenvoudig worden vertaald naar diverse werkzaamheden met een beeldscherm. In het geval dat een groot gebied moet worden overzien (bijvoorbeeld correctiewerk op het beeldscherm of het typen van een concepttekst) wordt de aanbeveling vertaald naar het gemiddelde kijkpunt (bijvoorbeeld het midden van een stuk tekst). In het geval naar een bepaalde positie wordt gekeken (bijvoorbeeld de laatste regel op het beeldscherm bij tekstinvoer of een positie in een menustructuur op het beeldscherm bij data-invoer), is het kijkpunt gedefinieerd als deze positie.

Op grond van fundamenteel onderzoek^{31,32,33} zou een gunstig effect van een achteroverhellende rugleuning van de stoel en de bijbehorende zithouding in de lijn der verwachting hebben gelegen. Er zijn in het huidige onderzoek echter geen overtuigende aanwijzingen voor het aangeven van een optimale rugleuningshoek van de stoel of voor een optimale zithouding (de romp rechtop of achterover leunend) bij beeldschermwerk. Noch op grond van subjectieve bevindingen noch op grond van werkresultaat kan een onderscheid gemaakt worden tussen een rechtop zittende werkhouding en een gemiddeld achterover leunende zithouding. Het is mogelijk dat een gunstig effect van de achterover zittende houding pas bij langere werkperioden zich manifesteert. Daarentegen is het ook mogelijk dat bij daadwerkelijke taakuitvoering het gunstige effect van de achterover leunende zithouding niet optreedt; dit in tegenstelling tot het genoemde fundamentele onderzoek waar bij geen taakuitvoering plaats vond. Genoemde resultaten en overwegingen vormen vooralsnog geen reden een expliciete voorkeur uit te spreken voor één stand van de rugleuning en één zithouding. Het feit dat vele verschillende instellingen van de rugleuningshoek van de stoel en zithoudingen (rechtop en achterover leunend) voorkomen bij de dagelijkse taakvoering^{4,10,11,16} betekent dat beeldschermwerk(st)ers in staat zijn de instelmogelijkheden van de stoel te benutten en blijkbaar een voorkeurszithouding hebben. Dit gegeven en het feit dat al de voorkomende instellingen en zithoudingen vooralsnog niet als meer of minder acceptabel te karakteriseren zijn vormt een reden te meer de bestaande praktijksituatie in deze niet van een aanbeveling met betrekking tot de rugleuningshoek van de stoel en/of de zithouding te voorzien.

In Nederland zijn vijf veel gebruikte publikaties met aanbevelingen voor een optimale instelling van beeldschermwerkplekken in omloop, te weten S59¹⁸, de NEN-norm 3002²⁰, het FNV-handboek¹⁷, de BEA-lijst¹⁹ en V13⁹. De vijf aanbevelingen worden in het navolgende weergegeven en gelegd tegen de hierboven geformuleerde aanbeveling.

In S-59¹⁸ wordt aanbevolen het beeldscherm zo in te stellen dat de kijkhoek van de gebruiker naar het midden van het beeldscherm 25 graden (bereik 15-35 graden) onder de horizontaal is. In het FNV-Handboek¹⁷ wordt aanbevolen het beeldscherm zo in te stellen dat de kijkhoek van de gebruiker naar het midden van het beeldscherm 20 graden (bereik 10-25 graden) onder de horizontaal is. In de NEN-norm 3002²⁰ wordt aanbevolen het midden van het beeldscherm zo in te stellen dat de kijkhoek 30 graden (bereik 20-40 graden) onder de horizontaal is. De aanbeveling in V13⁹ is overeenkomstig met de genoemde NEN-norm. In de BEA-lijst¹⁹ wordt aanbevolen het midden van het scherm zo in te stellen dat de kijkhoek 15 graden onder de horizontaal is. Duidelijk is dat in alle vijf publikaties kijkhoeken onder de 6 tot 9 graden onder de horizontaal worden aanbevolen. In het huidige onderzoek wordt gevonden dat in ieder geval kijkhoeken van meer dan 18 graden onder horizontaal (kijkpunthoogten -25 en -40 cm; zie § 3.1 onder '*kijkhoek*') leiden tot beduidend slechtere subjectieve bevindingen bij de beeldschermwerksters vergeleken met de optimale kijkhoek. Derhalve wordt aangeraden de bestaande aanbevelingen in de genoemde publikaties voor beeldschermwerk waarbij het toetsenbord 'blind' wordt bediend aan te passen op grond van de resultaten van het huidige onderzoek.

6. CONCLUSIES

1. Bij beeldschermwerk waarbij het toetsenbord 'blind' wordt bediend, wordt aanbevolen een kijkhoek tussen 6 tot 9 graden onder de horizontaal tijdens de taakuitvoering te realiseren. Bij kijkafstanden tussen 50 en 90 cm komt dit overeen met een kijkpunt van 10 cm onder de ooghoogte.
2. Bovengenoemde aanbeveling is geldig voor alle gewenste instellingen van de helling van de stoelrugleuning en bijbehorende zithoudingen (rechttop of achterover leunend).
3. Het werkresultaat wordt noch negatief noch positief beïnvloed door een optimale instelling van het kijkpunt en het innemen van een voorkeurszithouding (de romp rechttop of achterover leunend).
4. Bij beeldschermwerk waarbij het toetsenbord 'blind' wordt bediend, leiden vijf veel gebruikte Nederlandse aanbevelingen tot te lage kijkpunten.

7. DE AANBEVELING IN DE PRAKTIJK

De aanbeveling voor optimale kijkpunthoogte (en kijkhoek) is **bruikbaar bij zeer vele werkzaamheden met een beeldscherm**, waaronder gegevens-invoer, tekstverwerking, CAD/tekenen, programmeren, raadplegen gegevensbestanden en andere. **Voorwaarde** is dat de visuele nadruk niet op de handen ligt; dat wil zeggen de aanbeveling is bruikbaar indien het toetsenbord overwegend 'blind' wordt bediend of een muis wordt gebruikt. De aanbeveling heeft betrekking op alle op de werkplek aanwezige kijkobjecten (beeldscherm, concepttekst, invoergegevens, enz.).

Alvorens de kijkpunthoogte in te stellen dient van ieder kijkobject te worden vastgesteld **wat het kijkpunt is**. Indien een groot gebied moet worden overzien (bijvoorbeeld correctiewerk op het beeldscherm, raadplegen van een gegevensbestand of het typen van een concepttekst) wordt de aanbeveling voor het kijkpunt vertaald naar het gemiddelde kijkpunt (bijvoorbeeld het midden van een stuk tekst of het scherm). Indien overwegend naar een bepaalde positie wordt gekeken (bijvoorbeeld de laatste regel op het beeldscherm bij tekstinvoer, een specifieke positie in een menustructuur op het beeldscherm bij gegevens-invoer of een specifieke positie op vele gelijksoortige documenten bij gegevens-invoer, zoals bij giro-/bankoverschrijvingen), is het kijkpunt gedefinieerd als deze positie.

De hoogte van het kijkpunt wordt altijd ingesteld bij de gewenste zithouding (de romp rechtop of achterover leunend) tijdens de taakuitvoering. Bij **één kijkobject** wordt dit recht voor de gebruik(st)er en op de aanbevolen hoogte gezet. Bij **twee of meer kijkobjecten** waar gelijkelijk naar wordt gekeken (bijvoorbeeld het beeldscherm en een concept) wordt aangeraden de hoogten van beide kijkpunten optimaal in te stellen en de objecten naast elkaar te plaatsen. Bij voorkeur moet worden bepaald welk object het belangrijkste is (meest bekeken) en dat object moet recht voor de gebruik(st)er worden opgesteld. Het kan dus zo zijn dat een concept recht voor staat en het beeldscherm opzij als vooral naar het concept wordt gekeken.

LITERATUUR

1. ARNDT, R. Working posture and musculoskeletal problems of video display terminal operators: review and reappraisal. *Am. Ind. Hyg. Assoc. J.* 44 (1983) 437-46
2. BAMMER, G. Review of current knowledge: musculoskeletal problems. In: *Second International Scientific Conference Work with Display Units*. Montreal, 11-14 September 1989: book of abstracts. Montreal, Institut de recherche en santé et en sécurité du travail du Québec (IRSST), 1989. P. 158
3. BAMMER, G. VDUs and musculoskeletal at the Australian National University: a case study. In: B. Knave & P.G. Widebäck (eds.). *Work with display units 86: selected papers from the International Scientific Conference on Work with Display units*, Stockholm, Sweden, May 12-15, 1986. Amsterdam, etc., North Holland, 1987. Pp. 279-87
4. DELLEMAN, N.J., M.B. BERNDSEN & V.H. HILDEBRANDT. Inventariserend onderzoek naar de werkhouding van beeldschermwerksters. Leiden, Nederlands Instituut voor Praeventieve Gezondheidszorg/TNO, 1990. (vertrouwelijk rapport)
5. GRANDJEAN, E. Postural problems at office machine work stations: introductory paper. In: E. Grandjean (ed.). *Ergonomics and health in modern offices*. London, etc., Taylor & Francis, 1984. Pp. 445-54
6. NISHIYAMA, K., M. NAKASEKO & T. UEHATA. Health of VDT operators in the newspaper industry. In: E. Grandjean (ed.). *Ergonomics and health in modern offices*. London, etc., Taylor & Francis, 1984. Pp. 113-8
7. ONG, C.N. VDT work place design and physical fatigue: a case study in Singapore. In: E. Grandjean (ed.). *Ergonomics and health in modern offices*. London, etc., Taylor & Francis, 1984. Pp. 484-94
8. WOLGAST, E., U. BERGQVIST & B. NILLSON. Musculoskeletal problems among office workers. In: *Second International Scientific Conference Work with Display Units*. Montreal, 11-14 September 1989: book of abstracts. Montreal, Institut de recherche en santé et en sécurité du travail du Québec (IRSST), 1989. P. 63
9. ARBEIDSINSPECTIE. *Werken met beeldschermen*. Voorburg, Ministerie van Sociale Zaken en Werkgelegenheid, Directoraat-Generaal van de Arbeid, 1987. (V13)
10. GRANDJEAN, E., W. HÜNTING & M. PIDERMANN. VDT Workstation design: preferred settings and their effects. *Hum. Factors* 25 (1983) 161-75
11. GRANDJEAN, E. The design of workstations. In: E. Grandjean (ed.). *Fitting the task to the man: a textbook of occupational ergonomics*. London, etc., Taylor & Francis, 1988. 4th ed. Pp. 36-81

12. HANSSON, J.E. & M. ATTEBRANT. The effect of table height and table top angle on head position and reading distance: presented at the International Scientific Conference on Work with Display Units, Stockholm, Sweden, May 12-15, 1986.
13. HILL, S.G. & K.H.E. KROEMER. Preferred declination of the line of sight. *Hum. Factors* 29 (1986) 127-34
14. KROEMER, K. & S.G. HILL. Preferred declination of the line of sight angle. *Ergonomics* 29 (1986) 1129-34
15. LEHMANN, G. & F. STIER. Mensch und Gerät. Handbuch der gesamten Arbeitsmedizin. Berlin, Urban & Schwarzenberg, 1961.
16. ONG, C.N., D. KOH, W.O. PHOON & A. LOW. Anthropometrics and display station preferences of VDU operators. *Ergonomics* 31 (1988) 337-47
17. BURINGH, E. Beter werken met beeldschermen: FNV handboek. Amsterdam, Federatie Nederlandse Vakbeweging etc., 1986.
18. ELLENS, E. Beeldschermwerkplekken. In: H. Schuffel (ed.). Richtlijnen voor de ergonomie van werkplekken. Voorburg, Ministerie van Sociale Zaken en Werkgelegenheid, Directoraat-Generaal van de Arbeid, 1989. Pp. 136-42
19. LEEBEEK, H.J. Werkplekinrichting. In: T.M.J. Lenoir & L.C.A. Ritsema van Eck (eds.). Beeldschermernomie: beeldschermwerk, ergonomische achtergronden, aanbevelingen (BEA). Amsterdam, Nederlandse Vereniging voor Ergonomie, 1985. Pp. 105-27
20. NEN-norm 3002. Ergonomische criteria voor het ontwerp en gebruik van beeldschermen en hun bedieningsmiddelen. Delft, Nederlands Normalisatie Instituut, 1987.
21. DELLEMAN, N.J. & J. DUL. Verbetering werkhouding naaisters in de meubelindustrie. Leiden, Nederlands Instituut voor Praeventieve Gezondheidszorg/TNO, 1989.
22. DELLEMAN, N.J. & W.A. BRAND. Ergonomic guidelines on the optimum working height for pneumatic wrenching, oxy-gas cutting and grinding during maintenance work in the steel industry. In: J. Dul et al. (eds). Ergonomic prevention of musculoskeletal disorders of maintenance workers in the steel industry. Leiden, Nederlands Instituut voor Praeventieve Gezondheidszorg/TNO, 1991.
23. KEYSTONE VIEW. Employee vision screening test: instruction manual. S.I., s.d.
24. VOS, J.J. Scherp zien, veraf en dichtbij. In: J.J. Voss & Ch.P. Legein (red.). Oog en werk: een ergofoalmologische wegwijzer. 's-Gravenhage, SDU, 1989. Pp. 19-25

25. POT, F.D., J.H.P. CHRISTIS, B.G.M. FRUYTIER et al. Functieverbetering en organisatie van de arbeid: Welzijn bij de arbeid (WEBA) gelet op de stand van de arbeids- en bedrijfskunde. Voorburg, Ministerie van Sociale Zaken en Werkgelegenheid, Directoraat-Generaal van de Arbeid, 1989. (S 71)
26. FLESH, R. Helder schrijven, spreken, denken: stap voor stap naar een betere communicatie. Deventer, 1979.
27. BHATNAGER, V., C.G. DRURY & S.G. SCHIRO. Posture, postural discomfort, and performance. *Hum. Factors* 27 (1985) 189-99
28. GRINTEN, M.P. VAN DER. Preventie van beroepsgebonden problematiek van het bewegingsapparaat: inventarisatie en beoordeling van in het veld bruikbare methoden voor het registreren van 'elektrische spieractiviteit' (EMG) en van 'ervaren belasting'. Voorburg, Ministerie van Sociale Zaken en Werkgelegenheid, Directoraat-Generaal van de Arbeid, 1990. (S91-1)
29. CORLETT, E.N. & R.B. BISHOP. A technique for assessing postural discomfort. *Ergonomics* 19 (1976) 175-82
30. BORG, G. A category scale with ratio properties for intermodal and interindividual comparisons. In: H.G. Geissler & P. Petzold (eds.). *Psychophysical judgement and the process of perception: XXIInd International Congress of Psychology*. Amsterdam, etc. North-Holland, 1982. p. 25-34
31. ANDERSSON, G.B.J., R. ÖRTENGREN, R. NACHEMSON & G. ELFSTRÖM. Lumbar disc pressure and myoelectric back muscle activity during sitting. I. Studies on an experimental chair. *Scand. J. Med.* 6 (1974) 104-14
32. ANDERSSON, G.B.J. & R. ÖRTENGREN. Lumbar disc pressure and myoelectric back muscle activity during sitting. II. Studies on an office chair. *Scand. J. Rehabil. Med.* 6 (1974) 115-21
33. ANDERSSON, G.B.J. & R. ÖRTENGREN. Myoelectric back muscle activity during sitting. *Scand. J. Rehabil. Med.* 6 (1974) Suppl. 3, pp. 73-90
34. WALL, M. DE. De invloed van verschillende beeldschermopstellingen op de zithouding. Rotterdam, Erasmus Universiteit, Faculteit der Geneeskunde en Gezondheidswetenschappen, 1989.
35. WALL, M. DE, M.P.J.M. VAN RIEL, J.C.F.M. AGHINA, A. BURDORF & C.J. SNIJDERS. De invloed van de beeldschermopstelling op de zithouding. *T. Toegep. Arboret.* 4 (1991) 9-13
35. LOMBAERS, J. Onderzoek naar de invloed van van de kijkdoelhoogte van zittende beeldschermgebruikers. Soesterberg, Instituut voor Zintuigfysiologie/-TNO, 1983-9.

36. JASCHINSKI-KRUZA, W. Is the resting state of our eyes a favorable viewing distance for VDU-work? In: B. Knave & P.G. Widebäck (eds.). Work with display units 86: selected papers from the International Scientific Conference on Work with Display Units, Stockholm, Sweden, May 12-15, 1986. Amsterdam, North Holland, 1987. Pp. 526-38

BIJLAGEN

	pagina
BIJLAGE 1 Draaiboek	61
BIJLAGE 2 Figuren	73

BIJLAGE 1

Draaiboek

Alle uitleg en instructie aan de proefpersonen vindt schriftelijk plaats.

PRESESSIE 1

Uitleg aan proefpersoon.

Tekst 1.

'Het doel van het onderzoek is het formuleren van aanbevelingen voor optimale werkplekinstellingen bij beeldschermwerk.

8 combinaties van de hoogte van het beeldscherm en de stand van de rugleuning van de stoel worden ingesteld. U werkt gedurende 25 minuten aan elk van de ingestelde werkplekken. De taak bestaat uit het typen van tekst, op de wijze die u reeds eerder heeft geoefend. De werkhouding, uw eigen bevindingen en het werkresultaat worden vastgelegd. Na elke 25 minuten-periode volgt een pauze van 10 minuten. Voorafgaand aan de 8 werkperioden van 25 minuten gaat u een optimale zithoogte, toetsenbordhoogte en kijkafstand bepalen. Wij begeleiden u daarbij.

Voor de duidelijkheid dient te worden vermeld dat het onderzoek niet bedoeld is om u, uw werkwijze of uw werk te beoordelen, maar om diverse ingestelde werkplekken te vergelijken en de beste te kiezen. Bijgaand ziet u de resultaten van voorgaande onderzoeken bij geheel andere werkzaamheden. De resultaten van het beeldschermwerkonderzoek zullen op eenzelfde wijze worden gepresenteerd.

De verkregen onderzoeksgegevens (werkhouding, video-opnames, subjectieve bevindingen, gezondheidsgegevens, werkresultaat) zullen zeer vertrouwelijk worden behandeld. Resultaten worden uitsluitend op groepsniveau gepresenteerd en zijn niet herleidbaar tot proefpersonen of proefpersoon-nummers. De onderzoeksgegevens worden alleen gebruikt voor het bovengenoemde doel van het onderzoek. Individuele onderzoeksgegevens zijn alleen toegankelijk voor het projectteam.'

'S.v.p de camera's (en de driepoten) niet aanraken.'

Noteren gegevens proefpersoon (naam, leeftijd).

Omkleden proefpersoon (eigen hemdshirt, wielrenbroek, schoenen uit).

Metingen aan proefpersoon (lichaamslengte blootsvoets en gewicht).

Markeerpunten plakken

- * rechter oog
- * rechter oor
- * rechter schouder
- * rechter elleboog
- * rechter pols
- * C7/Th1 (nek)
- * rechter heup

Controle van het markeerpunt op het

- * beeldscherm

PRESESSIE 2

Stoel weg van de werkplek (geen toetsenbord en beeldscherm aanwezig).

Instructie instelling optimale zithoogte.

Tekst 2.

'Ga vòòr de stoel staan, met uw gezicht naar de stoel, en breng de bovenkant van de zitting op gelijke hoogte met de onderkant van de knieschijf. Houd rekening met de invering van de stoel. U kunt eenvoudig controleren of de zitting te hoog staat: plaats uw handen plat tussen uw bovenbenen en de voorrand van de zitting. De zitting staat goed als u zonder moeite uw handen kunt wegtrekken. Gaat het moeizaam dan zit u te hoog.'

Instelling optimale zithoogte door proefpersoon (toetsenbord en beeldscherm aanwezig)

Wanneer de proefpersoon de zithoogte heeft ingesteld, schuift ze met de stoel naar de werkplek. Het beeldscherm staat nog niet op de tafel.

Meting zithoogte ter hoogte van de onderzijde van de stoelzitting, rechter zijde, midden (proefpersoon zit op de stoel).

Instructie aan proefpersoon.

Tekst 3.

'S.v.p. niet meer aan de hendel voor de instelling van de zitting en de rugleuning komen.'

Instructie instelling optimale toetsenbordhoogte bij rechttop zitten.

Tekst 4.

'Stel de hoogte van de tafel zò in, dat de bovenkant van het tafelblad zich ongeveer op gelijke hoogte met de onderkant van de elleboog bevindt. U doet dit met de zwengel links onder het tafelblad.

U kunt dit controleren door een kwart slag naar links te draaien en in uw rechttop zittende houding de armen langs het lichaam naar beneden te laten hangen en vervolgens de elleboog 90 graden te buigen. De onderkant van uw

*elleboog moet even hoog zitten als de bovenkant van het tafelblad. Bij het in-
toetsen moet u de pols gestrekt kunnen houden en dus niet te veel hoeven buigen.'*

Instelling optimale toetsenbordhoogte bij rechttop zitten door proefpersoon (zonder beeldscherm; men typt een eigen bedenksel)

Meting hoogte bovenzijde tafelblad (= maat voor toetsenbordhoogte) bij rechttop zitten, als proefpersoon klaar is.

Instructie kijkrichting bij rechttop zitten.

Tekst 5.

'Ga tegen de rugleuning zitten en kijk recht vooruit naar een denkbeeldig punt op de muur.'

Meting ooghoogte (pupil) bij rechttop zitten, als proefpersoon klaar is.

Stip op de muur op gemeten hoogte aanbrengen. Ter controle nogmaals ooghoogte meten terwijl proefpersoon naar de stip kijkt.

Meting ellebooghoogte = onderzijde elleboog (rechttop zittende houding, bovenarmen afhangen, ellebogen 90 graden, onderarmen horizontaal vooruit wijzend).

Het beeldscherm (kijkpunt) wordt op ooghoogte op de werkplek gezet. Het oefenprogramma wordt gestart.

Instructie instelling optimale kijkafstand

Tekst 6.

'Zet het beeldscherm op een zodanige afstand dat de tekens scherp te zien zijn en groot genoeg om te kunnen lezen.'

Instelling optimale kijkafstand door proefpersoon tijdens het uitvoeren van het oefenprogramma (met beeldscherm en oefentekst)

Meting kijkafstand (neusbrug tot midden beeldscherm op de hoogte van het beeldschermmarkeerpunt) bij rechttop zitten, als proefpersoon klaar is.

Vaststellen voor-/achterwaartse positie (midden van het beeldschermmarkeerpunt) op meetlat aan de zijkant van het beeldscherm.

Controle op ooghoogte (pupil) bij rechtop zitten, en recht vooruit kijkend naar kijkpunt op het beeldscherm.

Het beeldscherm wordt weggehaald.

Instructie instelling optimale toetsenbordhoogte bij achterover zitten.

Tekst 7.

'Stel de hoogte van de tafel zò in, dat de bovenkant van het tafelblad zich ongeveer op gelijke hoogte met de onderkant van de elleboog bevindt. U doet dit met de zwengel links onder het tafelblad.

U kunt dit controleren door een kwart slag naar links te draaien, bij uw zithouding de armen naar beneden te laten hangen en vervolgens de elleboog 90 graden te buigen. De onderkant van uw elleboog moet even hoog zitten als de bovenkant van het tafelblad. Bij het intoetsen moet u de pols gestrekt kunnen houden en dus niet te veel hoeven buigen.'

Instelling optimale toetsenbordhoogte bij achterover zitten door proefpersoon (zonder beeldscherm).

Meting hoogte bovenzijde tafelblad (= maat voor toetsenbordhoogte) bij achterover zitten, als proefpersoon klaar is.

Instructie kijkrichting bij achterover zitten.

Tekst 8.

'Ga tegen de rugleuning zitten en kijk recht vooruit naar een denkbeeldig punt op de muur.'

Meting ooghoogte (pupil) bij achterover zitten, als proefpersoon klaar is.

Stip op de muur op gemeten hoogte aanbrengen. Ter controle nogmaals ooghoogte meten terwijl proefpersoon naar de stip kijkt.

Meting ellebooghoogte = onderzijde elleboog (achterover zittende houding, bovenarmen afhangen, ellebogen 90 graden, onderarmen horizontaal vooruit wijzend).

Het beeldscherm (kijkpunt) wordt op ooghoogte op de werkplek gezet. Het oefenprogramma wordt gestart.

Instructie instelling optimale kijkafstand

Tekst 9.

'Zet het beeldscherm op een zodanige afstand dat de tekens scherp te zien zijn en groot genoeg om te kunnen lezen.'

Instelling optimale kijkafstand bij achterover zitten door proefpersoon tijdens het uitvoeren van het oefenprogramma (met beeldscherm en oefentekst)

Meting kijkafstand (neusbrug tot midden beeldscherm op de hoogte van het beeldschermmarkeerpunt) bij achterover zitten, als proefpersoon klaar is.

Vaststellen voor-/achterwaartse positie (midden van het beeldschermmarkeerpunt) op meetlat aan de zijkant van het beeldscherm.

Controle op ooghoogte (pupil) bij achterover zitten, en recht vooruit kijkend naar het kijkpunt op het beeldscherm.

PRESESSIE 3

Metingen rusthouding (rugleuning naar achteren teneinde steunen te voorkomen):

Rechtop zitten, recht vooruit kijken naar punt op de muur op ooghoogte, armen afhangen.

Controleren van:

- temperatuur, tocht, vochtigheid;
- verlichting: verlichtingsniveau, luminantie;
- geluidshinder.

EXPERIMENTELE SESSIE

Instelling rugleuningshoek.

Instelling kijkpunthoogte.

Bijstelling voor-/achterwaartse positie kijkpunt.

Kanteling beeldscherm (loodrecht op kijkrichting).

Instelling hoogte bovenzijde tafelblad.

Controle op verlichting (spiegeling, verblinding); vragen aan proefpersoon of spiegeling dan wel verblinding aanwezig is.

Controle op kijkafstand.

Nieuwe tekst.

Invullen vragenlijstdeel 'Lokaal ervaren ongemak' (voormeting) door proefpersoon.

Instelling hoogte rugleuning van de stoel door proefpersoon aan de hand van instructie:

Tekst 10.

'Stel het meest naar voren komende punt van de rugleuning op gelijke hoogte met de holling van de rug. U doet dit door de rugleuning naar boven of naar beneden te bewegen.

Op deze manier wordt uw onderrug goed ondersteund omdat het uitzakken van de holling in de rug wordt voorkomen.'

Instructie taakuitvoering.

Tekst 11.

'U gaat nu 25 minuten tekstverwerken'.

'Type zoveel mogelijk.

Indien u een fout ontdekt op het moment van intypen, mag u deze fout met behulp van de <backspace>-toets corrigeren en vervolgens verder gaan.

U bent niet verplicht een zojuist ontdekte fout te corrigeren.'

'Werkt u s.v.p. bij alle 8 werkplekinstellingen op eenzelfde wijze wat betreft werktempo en de manier van fouten corrigeren.'

'Na precies 25 minuten stopt het programma automatisch. Direct daarna mag u de rest van de vragenlijst invullen.'

Taakuitvoering (25 minuten)

VICON-opnames

Video-opnames

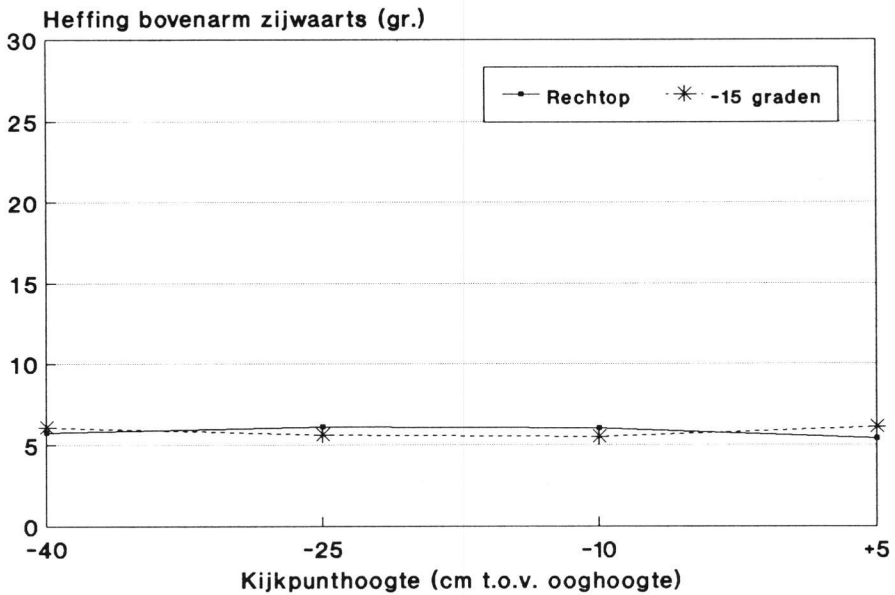
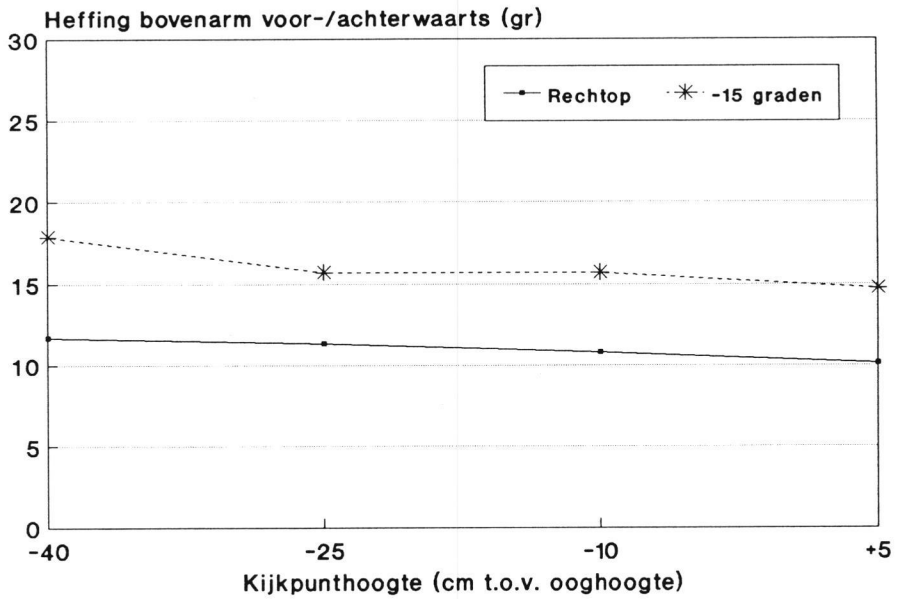
Invullen vragenlijstdelen 'Lokaal ervaren ongemak' (nameting), 'Ervaren houding', 'Geschatte volhoudtijd' en 'Waardering werkplekinstelling' door proefpersoon.

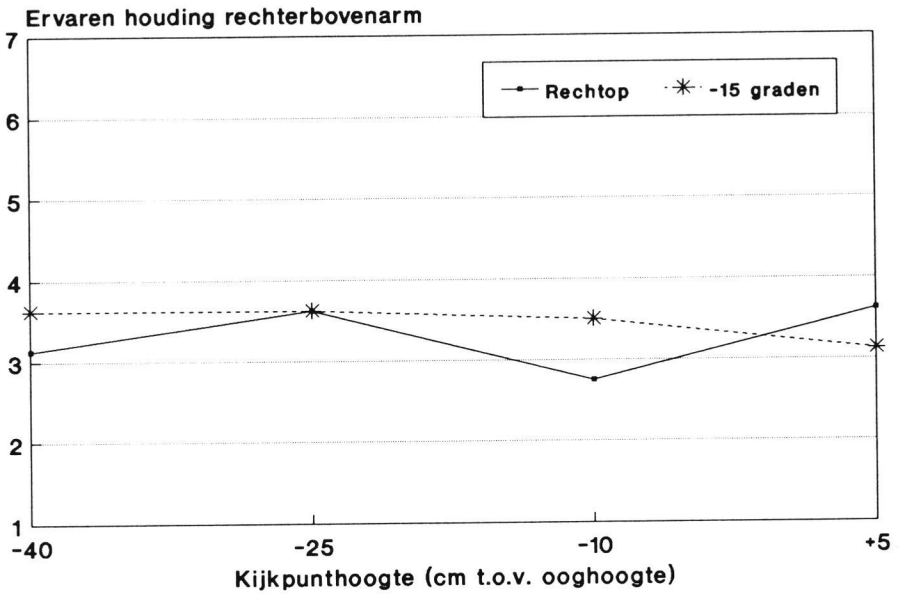
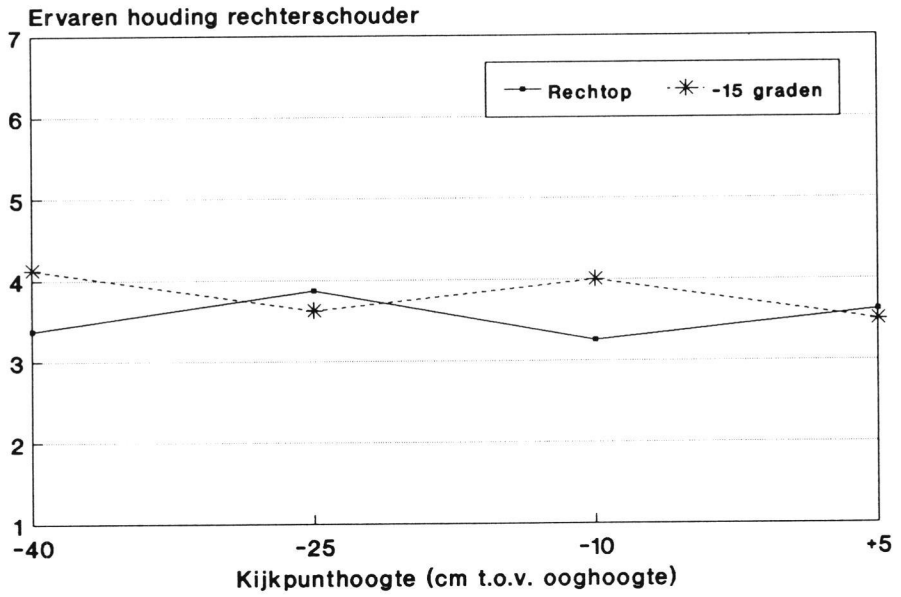
Pauze (10 minuten)

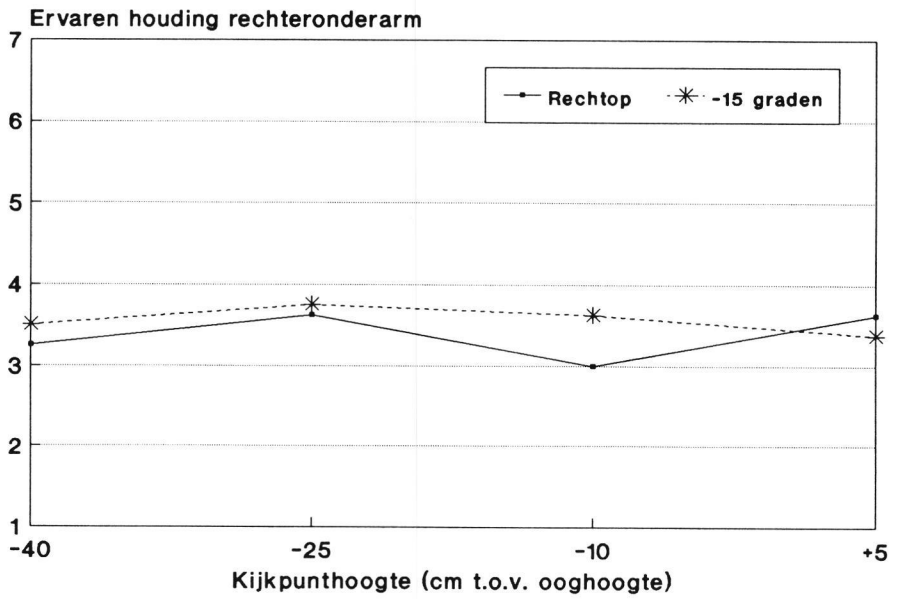
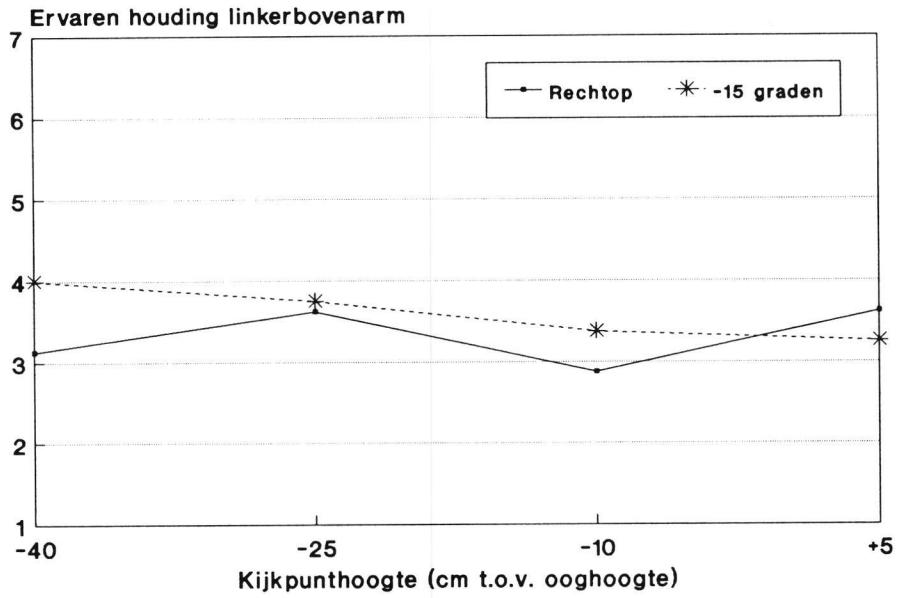
BIJLAGE 2

Figuren

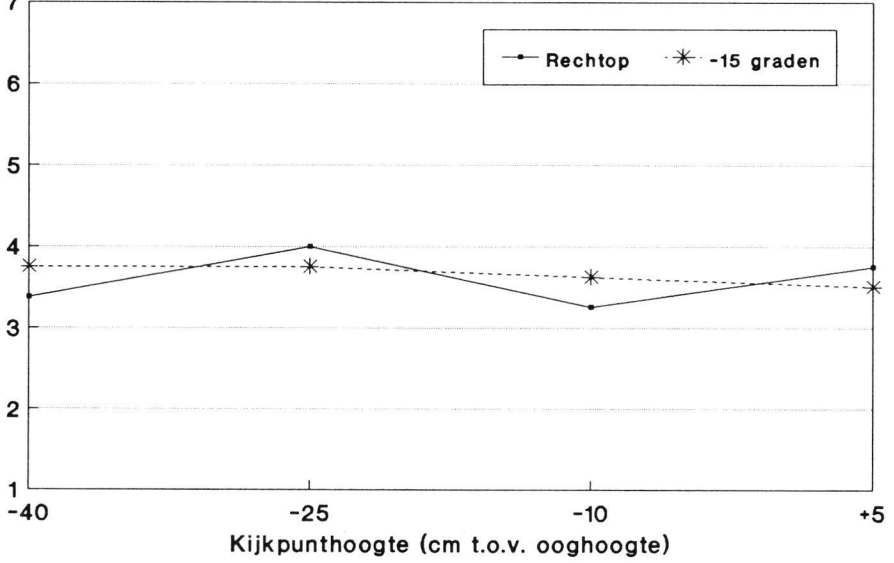
Een dertiental figuren zijn niet in hoofdstuk 3 opgenomen. De betreffende figuren zijn in het navolgende weergegeven. De aanduidingen 'Rechtop' en '-15 graden' hebben betrekking op de rugleuningshoek.







Ervaren houding linkeronderarm



Ervaren houding rechterpols

