

TNO Arbeid

**TNO-rapport**

Polarisavenue 151  
Postbus 718  
2130 AS Hoofddorp

**R0313492/018-44265**

[www.arbeid.tno.nl](http://www.arbeid.tno.nl)

**Evaluatie van het ErgoStars Aquarius toetsenbord**

T 023 554 93 93  
F 023 554 93 94

Datum 16 mei 2003

Auteurs P. van Lingen

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

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

© 2003 TNO

## Inhoudsopgave

<b>1</b>	<b>Inleiding.....</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>Aanpak.....</b>	<b>4</b>
2.1	Onderzoeksgroepen .....	4
2.2	Onderzoeksprotocol.....	4
2.3	Expertoordeel.....	5
<b>3</b>	<b>Resultaten .....</b>	<b>6</b>
3.1	Effecten bij de groep call center medewerkers .....	7
3.2	Effecten bij de groep data-entry medewerkers .....	8
3.3	Effecten bij de groep programmeurs.....	9
3.4	Genoemde voor- en nadelen gecombineerd met expertoordeel.....	9
<b>4</b>	<b>Overzicht en conclusies .....</b>	<b>11</b>

# 1 Inleiding

ErgoDirect heeft TNO Arbeid opdracht gegeven voor een evaluatie van het ErgoStars Aquarius toetsenbord. De evaluatie was vooral gericht op de betekenis van dit toetsenbord voor de preventie van RSI-klachten. Het ErgoStars toetsenbord is een compact toetsenbord dat smaller is dan het standaard toetsenbord, doordat het geen afzonderlijke numerieke sectie heeft en de navigatie/edit-toetsen dichterbij de alfanumerieke toetsen geplaatst zijn. De evaluatie is uitgevoerd in het kader van het project over RSI en invoermiddelen, dat TNO Arbeid uitvoerde bij diverse bankorganisaties.

De vraagstelling voor de evaluatie luidt als volgt:

*welke effecten heeft het gebruik van het ErgoStars toetsenbord op houdingen en bewegingen van armen, handen en vingers in vergelijking met een standaard toetsenbord bij gebruik in combinatie met rechtshandig werken met een muis.*

Houdingen en bewegingen worden hierbij beoordeeld op de RSI-risico's die zij opleveren. De verwachting is dat het toetsenbord gunstiger houdingen en bewegingen tijdens het gebruik van de muis oplevert, omdat de muis dichterbij het midden van het lichaam op het werkvlak geplaatst kan worden.

Naast bovenstaande hoofdvraag, is ook een aantal aspecten van gebruiksvriendelijkheid, die invoering van het toetsenbord kunnen bevorderen of belemmeren, geëvalueerd.

De opbouw van dit rapport is als volgt. Hoofdstuk 2 bevat een beschrijving van de aanpak die voor de evaluatie gevolgd is. Hoofdstuk 3 beschrijft de resultaten van de evaluatie, terwijl hoofdstuk 4 de conclusies geeft.

## 2 Aanpak

### 2.1 Onderzoeksgroepen

Het ErgoStars toetsenbord is geëvalueerd bij drie van de onderzoeksgroepen in het project “RSI en invoermiddelen in het bankbedrijf”, dat TNO Arbeid uitvoerde in opdracht van ARBO BV (gezamenlijke arbodiensten van bankbedrijven), de Nederlandse Vereniging van Banken en Senter. Het ging om de volgende groepen:

- data-entry medewerkers bij de Giroverwerkingscentrale van ING/Postbank;
- programmeurs en systeembeheerders bij De Nederlandsche Bank;
- medewerkers van een call center van ING/Postbank.

In alle groepen gebruikten de medewerkers voor de start van de proef een standaard toetsenbord. Bij de groep programmeurs had dit toetsenbord de Nederlandse indeling, waarbij vooral de plaats van de leestekens afwijkt van de Amerikaanse indeling die in de meeste organisaties gebruikelijk is en die ook op het ErgoStars toetsenbord toegepast is.

De inhoud van het werk in de drie onderzoeksgroepen is kort gekarakteriseerd in tabel 2.1.

Tabel 2.1 Inhoud van het werk in de drie onderzoeksgroepen

werksoort	inhoud van het werk
call center werk	databases raadplegen en muteren in combinatie met telefoongebruik
data-entry	gegevens lezen (veelal van een handgeschreven origineel, dat eventueel op het beeldscherm wordt gepresenteerd) en intypen van velden
programmeren	navigeren in programmaonderdelen en tekst, functies activeren met functietoetsen of door aanwijzen en klikken, commando's en programmatekst intypen

Het ErgoStars toetsenbord is tijdens de proef ingezet in combinatie met de volgende invoermiddelen:

- call center: een optische muis en een numeriek toetsenbord;
- data-entry: een schuin geplaatst numeriek toetsenbord;
- programmeren: een zijdelings afgeschuinde mechanische muis met balletje, met een op de handgrootte afgestemde maat.

### 2.2 Onderzoeksprotocol

Bij alle onderzoeksgroepen hebben we het volgende onderzoeksprotocol toegepast:

- gestart werd met een oriënterende meting bij ongeveer 40 medewerkers met een vragenlijst, observatie van de werkplek en WorkPace Recorder, om de relatieve intensiteit van het gebruik van toetsenbord en muis vast te stellen, evenals lichamelijke klachten, klachten en tevredenheid over de invoermiddelen en de indeling van het werkvlak;
- op grond van de oriënterende meting is gekozen voor een alternatief invoermiddel of een combinatie van alternatieven (in het geval van de testgroepen die in dit

rapport worden beschreven, ging het om het ErgoStars toetsenbord in combinatie met een aanwijsmiddel);

- een groep van 15 medewerkers (gevormd uit de bovengenoemde groep van 40) kreeg instructie in het gebruik van het alternatieve middel en werkte vervolgens 5 weken met het middel in het dagelijkse werk;
- na de 5 weken is bij 10 van de gebruikers gemeten wat het effect van het gebruik is door in twee condities (met het alternatieve middel en met het oorspronkelijke middel) bij uitvoering van standaardtaken de volgende metingen te doen:
  - electromyografie (EMG)-metingen aan relevante spiergroepen in de arm en schouder;
  - registratie van houdingen en bewegingen met goniometers rond relevante gewrichten;
  - video-opnames voor globale analyse van houdingen, bewegingen en activiteiten;
  - vragenlijst met vragen over aspecten van leren van het gebruik, beleving en productiviteit en de schaal Lokaal Ervaren Ongemak (LEO);
- in de analyse van de metingen worden de meetwaarden uit de twee condities (ErgoStars en oorspronkelijk toetsenbord) onderling vergeleken en getoetst met een verdelingsvrije statistische toets. Alleen significante verschillen worden bij de resultaten als verschil vermeld.

Voor de beantwoording van de hoofdvraag: *“welke effecten heeft het gebruik van het ErgoStars toetsenbord op houdingen en bewegingen van armen, handen en vingers in vergelijking met een standaard toetsenbord bij gebruik in combinatie met rechtshandig werken met een muis”* geven de metingen van spieractiviteit met EMG, de metingen van houdingen en bewegingen met goniometrie en de houdings- en bewegingsanalyse vanaf video de nodige informatie. De effecten op ervaren belasting blijken uit de schaal Lokaal Ervaren Ongemak en andere vragen uit de vragenlijst. De score van het toetsenbord op aspecten van gebruiksvriendelijkheid blijkt eveneens uit de antwoorden op de vragenlijst.

### **2.3 Expertoordeel**

Ook de rapporteur van het onderzoek heeft gedurende enkele maanden zeer regelmatig met het ErgoStars toetsenbord gewerkt. De ervaringen die hiermee zijn opgedaan, gecombineerd met ervaring op het gebied van de ergonomie, hebben geleid tot een expertoordeel dat apart beschreven is in het hoofdstuk over de resultaten.

### 3 Resultaten

De resultaten van de metingen zijn gebundeld in de aspecten gebruiksvriendelijkheid, comfort, ervaren fysieke belasting, gemeten fysieke belasting, productiviteit en totaal oordeel proefpersonen. Tabel 3.1 geeft aan welke zaken binnen deze aspecten gebundeld zijn.

Tabel 3.1 Bundeling van de resultaten van de metingen

aspect	zaken die bijdragen aan het oordeel over het aspect
gebruiksvriendelijkheid	vragen over geschiktheid voor het werk, functionaliteit, gemak van aanleren van gebruik, geschiktheid voor gebruik in combinatie met de andere aanwezige middelen
comfort	vragen over subjectieve beleving van ontspanning, welzijn
ervaren fysieke belasting	vragen over lokaal ervaren ongemak, discomfort
gemeten fysieke belasting	met EMG gemeten spieractiviteit, met goniometrie gemeten en geobserveerde houdingen en bewegingen (afgezet tegen TNO-grenswaarden)
productiviteit	vraag over hoeveelheid werk die afgeleverd kont worden
totaal oordeel proefpersonen	vragen over het middel waar men mee verder zou willen werken en over het middel dat de voorkeur heeft

Naast bovengenoemde aspecten vermelden we ook de voordelen en nadelen van het ErgoStars toetsenbord die door de medewerkers bij open vragen hierover werden genoemd. Ook worden vragen over het gebruik van de office-toetsen gerapporteerd. Tabellen 3.2, 3.4 en 3.6 geven aan wat de effecten waren na 5 weken gebruik voor elk van de drie onderzoeksgroepen. In de laatste paragraaf van dit hoofdstuk worden deze losse resultaten samengevoegd tot een totaalbeeld.

Waar het ErgoStars toetsenbord een significant afwijkend effect laat zien ten opzichte van het standaard toetsenbord, is de aard van dat effect beschreven in een voetnoot onder de tabel. Ook de effecten van de invoermiddelen die in combinatie met het ErgoStars toetsenbord werden beproefd, staan in de tabellen. De ervaren en gemeten fysieke belasting en de productiviteit zijn gemeten voor de combinaties van invoermiddelen, niet voor het toetsenbord, de muis en het numerieke toetsenbord afzonderlijk.

### 3.1 Effecten bij de groep call center medewerkers

Tabel 3.2 Effecten na 5 weken gebruik in vergelijking met oorspronkelijke middelen bij call center groep

	gebruiksvriendelijkheid	comfort	gemeten fysieke belasting							voordeur van de proefpersonen
			ervaren fysieke belasting	nek/schouders	bovenarmen	onderarmen/polsen	handen/vingers	productiviteit		
ErgoStars toetsenbord	+/- <sup>1</sup>	+ <sup>2</sup>								++ <sup>9</sup>
numeriek toetsenbord	++ <sup>3</sup>	+ <sup>4</sup>	++ <sup>7</sup>	+ <sup>8</sup>	+ <sup>8</sup>	o	+ <sup>8</sup>	o		++ <sup>10</sup>
optische muis	++ <sup>5</sup>	++ <sup>6</sup>								++ <sup>11</sup>

-- = zeer slecht, - = slecht, o = neutraal, + = goed, ++ = zeer goed.

<sup>1</sup> +: het kleine formaat; o: het gemak waarmee tekst wordt ingevoerd en het aantal typfouten; -: het beperkt aanwezig zijn van functietoetsen (F11 en F12 kunnen alleen in combinatie met een hulptoets gebruikt worden).

<sup>2</sup> Lichtere, prettiger aanslag.

<sup>3</sup> Gebruik gemakkelijk te leren, cijfers makkelijker invoeren, klein, dicht bij lichaam te houden.

<sup>4</sup> Prettiger aanslag.

<sup>5</sup> Gebruik gemakkelijk te leren.

<sup>6</sup> Werkt prettiger.

<sup>7</sup> Minder ongemak aan rechter pols, overige regio's gelijk.

<sup>8</sup> De gemeten fysieke belasting is wat spieractiviteit betreft bij alle regio's behalve onderarm/pols geringer.

<sup>9</sup> 8 Van de 12 proefpersonen geven de voorkeur aan het ErgoStars toetsenbord.

<sup>10</sup> 8 Van de 12 proefpersonen geven de voorkeur aan het numerieke toetsenbord.

<sup>11</sup> Alle 12 proefpersonen geven de voorkeur aan de optische muis.

Tabel 3.3 Voor- en nadelen bij call center groep

genoemde voor- en nadelen ErgoStars toetsenbord		aantal personen (n=12)
voordelen	lichtere aanslag	4
	werkt prettiger	3
	klein formaat	4
	scheiding numeriek gedeelte	1
nadelen	functietoetsen beperkt aanwezig	3
	te weinig ruimte tussen de toetsen	1
	indrukkracht	1
	soms moet je toetsen zoeken	1

Geen van de call center medewerkers maakt gebruik van de office-toetsen.

### 3.2 Effecten bij de groep data-entry medewerkers

In deze groep zijn 9 van de 12 medewerkers gedurende de hele testperiode met het ErgoStars toetsenbord blijven werken. De anderen zijn weer met het oorspronkelijke toetsenbord gaan werken, voornamelijk omdat zij niet zonder een vaste numerieke sectie konden voor het invoerwerk dat bestaat uit een combinatie van tekst en cijfers.

Table 3.4 Effecten na 5 weken gebruik in vergelijking met oorspronkelijke middelen bij data-entry groep

	gebruiksvriendelijkheid	gemeten fysieke belasting							voorkeur van de proefpersonen
		comfort	ervaren fysieke belasting	nek/schouders	bovenarmen	onderarmen/polsen	handen/vingers	productiviteit	
ErgoStars toetsenbord	o	+ <sup>1</sup>	o	+ <sup>5</sup> /o	+ <sup>5</sup> /o	+ <sup>5</sup> /o	o/- <sup>5</sup>	o	+ <sup>6</sup>
numeriek toetsenbord	+/- <sup>2</sup>	+ <sup>3</sup>	+/o <sup>4</sup>	+ <sup>5</sup> /o	+ <sup>5</sup> /o	+ <sup>5</sup> /o	o/- <sup>5</sup>	o	+ <sup>7</sup>

-- = zeer slecht, - = slecht, o = neutraal, + = goed, ++ = zeer goed.

<sup>1</sup> Prettiger aanslag.

<sup>2</sup> +: gebruik gemakkelijk te leren, invoer cijfers gemakkelijker; -: bij invoer van combinatie van tekst en cijfers niet fijn.

<sup>3</sup> Prettiger aanslag.

<sup>4</sup> Spontaan genoemd: meer ontspannen, prettiger werken, houding van hand/arm/pols prettiger; geen verschil in LEO.

<sup>5</sup> De gemeten fysieke belasting is wat spieractiviteit betreft bij numerieke taken lager in de onderarm/pols-regio. Bij alfanumerieke taken is de spieractiviteit lager in de nek/schouder- en bovenarmregio's en hoger in de hand/vingerregio.

<sup>6</sup> 7 Van de 12 proefpersonen geven de voorkeur aan het ErgoStars toetsenbord.

<sup>7</sup> 7 Van de 12 proefpersonen geven de voorkeur aan het schuin geplaatste numerieke toetsenbord.

Table 3.5 Voor- en nadelen bij data-entry groep

genoemde voor- en nadelen ErgoStars toetsenbord		aantal personen (n=12)
voordelen	prettige aanslag	4
	werkt prettig	2
	klein	1
nadelen	lijkt alsof de toetsen dicht op elkaar staan	1

Zes van de negen data-entry medewerkers die met het ErgoStars toetsenbord zijn blijven werken, maken gebruik van de office-toetsen.

### 3.3 Effecten bij de groep programmeurs

Table 3.6 Effecten na 5 weken gebruik in vergelijking met oorspronkelijke middelen bij programmeer groep

	gebruiksvriendelijkheid	gemeten fysieke belasting							voordeur van de proefpersonen	
		comfort	ervaren fysieke belasting	nek/schouders	bovenarmen	onderarmen/polsen	handen/vingers	productiviteit		
ErgoStars toetsenbord	-/o <sup>1</sup>	o	o	o	o	o	o	o	- <sup>2</sup>	- <sup>3</sup>
contour muis	o	o	o	o	o	o	o	o	- <sup>2</sup>	- <sup>4</sup>

-- = zeer slecht, - = slecht, o = neutraal, + = goed, ++ = zeer goed.

<sup>1</sup> Gebruik moeilijk te leren (gedeeltelijk veroorzaakt doordat de indeling van het toetsenbord afweek van de indeling die op deze locatie gebruikt wordt).

<sup>2</sup> Minder werk af te krijgen.

<sup>3</sup> 4 Van de 12 proefpersonen geven de voorkeur aan het ErgoStars toetsenbord.

<sup>4</sup> 4 Van de 12 proefpersonen geven de voorkeur aan de contour muis.

Table 3.7 Voor- en nadelen bij programmeer groep

genoemde voor- en nadelen ErgoStars toetsenbord		aantal personen (n=12)
voordelen	klein formaat	3
	meer ruimte op bureau	2
	office toetsen	1
	oriëntatiestreepjes op F en J	1
nadelen	indeling is anders	3
	functietoetsen onhandig	2
	te klein	2
	combinatie van toetsen onhandig	3

Vijf van de twaalf programmeurs maken gebruik van de office-toetsen. De kopieer-, knip- en de plak-toetsen worden daarbij het meest gebruikt. Een enkeling gebruikt de print- of de bewaar-toets.

### 3.4 Genoemde voor- en nadelen gecombineerd met expertoordeel

De voor- en nadelen die door proefpersonen zijn genoemd, worden hieronder samengevat. De opsteller van dit rapport heeft zelf enkele maanden met het ErgoStars toetsenbord gewerkt. De bevindingen die dat opleverde, zijn ook verwerkt in deze opsomming.

Sterke punten:

- lichte, prettige aanslag;
- neemt weinig ruimte in op het werkvlak;
- muis kan recht voor de schouder liggen, daardoor betere schouder/armhouding bij muisgebruik;

- gemakkelijk te verplaatsen;
- maakt weinig geluid;
- handige office-toetsen;
- handige Sleep-toets (voor slaapfunctie van PC);
- aangename vormgeving.

Verbeteringspunten:

- F11 en F12 zijn niet direct toegankelijk, alleen met Fn-toets. Liever PrtSc/Sysrq en Pause via Fn-toets bereikbaar maken en F11 en F12 rechtstreeks;
- de linker Ctrl-toets zit niet op de linker onderhoek; van plaats ruilen met de Fn-toets zou beter zijn om vergissingen door gebruikers van standaard toetsenborden te voorkomen. Wel is de huidige rangschikking in overeenstemming met de meeste laptopcomputers;
- alle toetsen hebben dezelfde kleur; voor de vindbaarheid zou een variatie met een donkerder tint beter zijn, voor Esc, Tab, Fn, de functietoetsen F5 t/m F8, Num-Lock, Prt Sc/SysRq en Pause en Home, PgUp, PgDn en End;
- bij snel achter elkaar aanslaan van toetsen gaat wel eens een toetsaanslag verloren: terwijl je hem wel goed indrukt, komt het teken niet door op het scherm. De tactiele feedback moet wellicht duidelijker en nauwkeuriger op het schakelmoment gegeven worden;
- de aanduiding op de toetsen van tekens die met de Fn-toets bereikbaar zijn heeft dezelfde kleur als de overige toetsopdrukken; een afwijkende kleur zou de herkenning van deze toetsen gemakkelijker maken;
- de kwaliteit van de toetsopdrukken is niet constant: sommige tekens zijn grijs, andere zijn zwarter;
- de tactiele feedback van de office-toetsen is slecht; je kunt niet goed voelen of je zo'n toets goed hebt ingedrukt;
- het contrast van de opdrukken van de office-toetsen met de toetskleur is slecht.

## 4 Overzicht en conclusies

Als we de uitkomsten van de metingen bij de drie onderzoeksgroepen naast elkaar zetten, komt het volgende beeld naar voren. Bij de call center medewerkers en de data-entry medewerkers werden bij gebruik van de combinatie van nieuwe invoermiddelen, waar het ErgoStars toetsenbord deel van uit maakte, een lagere fysieke belasting en lagere risico's voor RSI-klachten gemeten voor de nek/schouder- en de bovenarmregio's. Voor de andere regio's is er geen of een gemengd effect. Het is aannemelijk dat dit effect in elk geval voor een deel aan het ErgoStars toetsenbord toe te schrijven is, doordat het toetsenbord een gunstiger plaats van de muis, meer recht voor de schouder, mogelijk maakt. Voor een ander deel kan de lagere fysieke belasting ook veroorzaakt zijn door de andere invoermiddelen die deel uit maakten van de geteste set: de optische muis (bij de call center groep) of het numerieke toetsenbord (bij call center en data-entry).

Bij de programmeurs is geen effect op de fysieke belasting te zien. Het is niet duidelijk waar dit verschil met de twee andere groepen door veroorzaakt wordt.

Wat de subjectieve waardering betreft, wordt de gebruiksvriendelijkheid van het ErgoStars toetsenbord gemiddeld genomen als even groot als die van het oorspronkelijke toetsenbord ervaren. Het comfort wordt in het algemeen als hoger beoordeeld, vooral vanwege de lichtere, prettiger aanslag.

Bij twee van de drie onderzoeksgroepen, de data-entry groep en de call center groep, geeft men een positief totaaloordeel over het ErgoStars toetsenbord en krijgt het de voorkeur boven het oorspronkelijke toetsenbord. Bij de derde groep, de programmeurs, ligt de voorkeur andersom, vooral omdat de toetsindeling afwijkt van wat men gewend was en omdat sommige functietoetsen alleen in combinatie met de Fn-toets bereikbaar zijn.

De office-toetsen werden door iets minder dan de helft van de proefpersonen gebruikt. Deze toetsen werden door niemand als hinderlijk ervaren.

Als antwoord op de onderzoeksvraag welk effect het ErgoStars toetsenbord heeft op houdingen en bewegingen en daarmee op RSI-risico's, kan worden geconcludeerd dat dit toetsenbord een minder belastende houding mogelijk maakt bij rechtshandig gebruik van een muis of ander aanwijsmiddel. Hierdoor draagt het bij aan de reductie van risico's voor RSI.

Het blijkt dat het ErgoStars toetsenbord geschikt is voor situaties, waarin men op zeer intensieve wijze tekst invoert, zoals bij de data-entry medewerkers in deze proef. Voor situaties waarin veel cijfers ingevoerd moeten worden, is het ErgoStars toetsenbord geschikt als het in combinatie met een numeriek toetsenbord gebruikt wordt.

Al met al is de conclusie dat het ErgoStars toetsenbord een volwaardig alternatief is voor het standaard toetsenbord, met voordelen voor comfort en preventie van RSI-klachten bij muisgebruikers en ook een aantal punten dat voor verbetering vatbaar is.