

Die Gebrauchstauglichkeitsprüfung von Software im Dienste einer gesundheitlichen Prävention¹

Johannes K. Triebe & Marion Wittstock

Zusammenfassung

Im Hinblick auf die Umsetzung der Europäischen Bildschirmrichtlinie in nationale Regelungen durch Inkrafttreten des Arbeitsschutzgesetzes und der entsprechenden Unfallverhütungsvorschrift wurde ein Verfahren zur Erfassung von Belastungs- und Beanspruchungsfaktoren an Computerarbeitsplätzen entwickelt. Der "Fragebogen für computergestützte Tätigkeiten in Büro und Verwaltung" (FCT-BV) wurde an einer breit gestreuten Stichprobe (N=188) erprobt, wobei sich zeigte, daß software-ergonomische Qualitätsmerkmale einen bedeutsamen Beitrag zum gesundheitlichem Wohlbefinden leisten.

1. Ausgangssituation

Mit der Verabschiedung des neuen Arbeitsschutzgesetzes wird nunmehr auch in Deutschland die Umsetzung europäischer Richtlinien in nationales Recht in die Wege geleitet. In der EU-Rahmenrichtlinie Arbeitsschutz wird den Arbeitgebern als allgemeine Verpflichtung "die Planung der Gefahrenverhütung mit dem Ziel einer kohärenten Verknüpfung von Technik, Arbeitsorganisation, Arbeitsbedingungen, sozialen Beziehungen und Einflüssen der Umwelt auf den Arbeitsplatz" [6, Artikel 6(2)g] aufgetragen und in der EU-Bildschirmrichtlinie steht ausdrücklich: "Der Arbeitgeber ist verpflichtet, eine Analyse der Arbeitsplätze durchzuführen, um die Sicherheits- und Gesundheitsbedingungen zu beurteilen, die dort für die beschäftigten Arbeitnehmer vorliegen" [8, Artikel 3(1)], um anschließend geeignete Maßnahmen zur Ausschaltung festgestellter Gefahren zu ergreifen. Darüberhinaus enthält die Bildschirmrichtlinie Mindestanforderungen an die Hardware-Ergonomie, die Umgebungseinflüsse und erstmalig in einer solchen Richtlinie zum Arbeitsschutz auch *Mindestanforderungen an die eingesetzte Software*, deren zentrale Rolle bei der Gestaltung von Tätigkeiten betont wird.

Zwar wurde die Aufforderung zur systematischen Arbeitsanalyse auch in die nationalen Bestimmungen [11] übernommen, aber wegen der Breite und Vielfalt ihres Geltungsbereichs wurde bewußt darauf verzichtet, ein bestimmtes Analyseverfahren vorzuschreiben. Die Arbeitgeber werden stattdessen ausdrücklich aufgefordert, "sich über den neuesten Stand der Technik und der wissenschaftlichen Erkenntnisse auf dem Gebiet der Gestaltung der Arbeitsplätze zu informieren" [8], was der Berücksichtigung gesicherter arbeitswissenschaftlicher Erkenntnisse entspricht, wie sie in der Bundesrepublik Deutschland üblich ist und auch in der UVV explizit gefordert wird.

Als eine gültige Zusammenstellung der gesicherten (arbeits-)wissenschaftlichen Erkenntnisse zum Thema Bildschirm- und Computerarbeit können die einschlägigen nationalen, europäischen und internationalen Normensammlungen (DIN/CEN/ISO, vgl. insbesondere ISO 9241)

¹ Grundlage der vorliegenden Darstellung bildet das von den Autoren für die GBA mbH, Berlin, im Auftrag der Bundesanstalt für Arbeitsschutz, Dortmund, bearbeitete Projekt F1394 [9].

gelten. Und tatsächlich zeigen sich dort, wo in der EU-Bildschirmrichtlinie und in der UVV "Arbeit an Bildschirmgeräten" konkretere Forderungen zur Mensch-Maschine-Schnittstelle aufgestellt werden, enge Bezüge zur ISO 9241, vor allem Part 10, wobei sich die UVV direkter an den Formulierungen der Norm orientiert, was weiter nicht verwunderlich ist, fußt dieser Teil der ISO doch auf dem seit langem in Deutschland anerkannten Teil 8 der DIN 66234.

Alle hier genannten Regelwerke betrachten den Bildschirmarbeitsplatz als System, wie es z.B. in den Arbeitswissenschaften und der Arbeitspsychologie üblich ist [vgl. auch 12]. Am konsequentesten wird dieser Ansatz in der jüngsten Version der ISO 9241 Part 11 "Guidance on usability" verfolgt. In ihr wird beschrieben, daß die Überprüfung der Gebrauchstauglichkeit eines Softwareprodukts als dem bestimmenden Faktor für die Arbeit an Bildschirmgeräten sinnvoll nur *im Rahmen seines Nutzungskontextes* stattfinden kann, welcher sich aus dem Benutzer, seiner Aufgabe, seinen Arbeitsmitteln und der Arbeitsumgebung zusammensetzt. Ferner sind das zu prüfende Softwareprodukt und die Ziele seines Einsatzes zu beschreiben. In den Erläuterungen zur weiteren Untergliederung der einzelnen Komponenten wird dabei ausdrücklich vor der Gefahr gewarnt, in eine technikzentrierte Begrifflichkeit zu verfallen, also Aufgaben des Benutzers und Ziele des Softwareeinsatzes nur als Funktionen des Produkts wiederzugeben statt sie als Schritte zur Zielerreichung darzustellen. Als Kriterien für die Gebrauchstauglichkeit eines Softwareprodukts und die mit ihm zu erreichende Arbeitsqualität werden in ISO 9241 Part 11 Effektivität, Effizienz und Zufriedenheit vorgeschlagen [siehe im einzelnen 3, Teil 11, 3.1-3.5].

Einige der in den Beispielen von ISO 9241-11 genannten Maße (wie Anzahl der Versuche bis zur fehlerfreien Ausführung oder Zeitmessungen zur Aufwandsbestimmung) scheinen vielfach zwar eher für kurzzeitige Laboruntersuchungen an einfachen Aufgaben geeignet zu sein, denn als Korrelat der Beanspruchung des Benutzers, die über einen längeren Zeitraum des regelmäßigen Arbeitens mit einem bestimmten Softwareprodukt entsteht. Da aber auch auf andere Maße (z.B. Fehlbeanspruchungen und ihre Folgen) und Erfassungsmöglichkeiten ausdrücklich hingewiesen wird, steht es dem Untersucher frei, auch weitergehende Vorstellung auf der Grundlage von ISO 9241-11 zu entwickeln.

Nach der vorgelegten Konzeption hängt es von der jeweils konkreten Konstellation der Nutzungsbedingungen ab, ob eine Software die an sie gestellten Anforderungen erfüllt, denn die allgemeinen Bewährungskriterien müssen in Abhängigkeit von den aktuellen Nutzungsbedingungen spezifiziert werden. Ein solches Vorgehen erscheint u.U. zwar aufwendig, aber es ist methodisch begründet, durchaus durchführbar und aussichtsreich. Obwohl im Unterschied zu technischen (auch z.B. hardwarebezogenen) Normen ein bestimmtes Prüfverfahren nicht vorgeschrieben wird (und sinnvollerweise auch nicht werden sollte), sind in ISO 9241 - 11 hinreichend klare Anforderungen formuliert; außerdem wird ausdrücklich auf die Möglichkeit hingewiesen, subjektive Urteile des Benutzers als Indikatoren heranzuziehen [vgl. 3, Teil 11, 5.3.1].

Im ganzen gesehen kann die Umsetzung der software-ergonomischen Normen in Prüf- und Meßvorschriften auf Modellvorstellungen zurückgreifen, die sowohl in der sozialwissenschaftlichen Evaluationsforschung [vgl. z.B. 7] als auch in der psychologischen Eignungsdiagnostik [vgl. 13] seit langem bekannt sind. Generell läßt sich u.E. die These vertreten:

Soweit Eignungsdiagnostik möglich und praktikierbar erscheint, kann nicht ernsthaft behauptet werden, die ergonomische 'Eignung' von Software - die sich in dieser Analogie um die 'Mitarbeit' in einem Unternehmen 'bewirbt' - sei letzten Endes einer auf empirische Methoden gestützten Überprüfung nicht zugänglich.

Das gesamte, zur ergonomischen Eignungsprüfung bzw. Evaluation von Software anhand der ISO- bzw. CE-Normen erforderliche Vorgehen läßt sich zusammenfassend in einem Modell darstellen, das sich eng an einen von DZIDA [2] in die Normenentwicklung eingebrachten Entwurf anlehnt, und in modifizierter Form bei Triebe & Wittstock [9, S.81ff.] dargestellt wurde.

2. Ergebnisse einer Pilotstudie zum Einfluß software-ergonomischer Qualitätsmerkmale auf das gesundheitliche Befinden im Kontext der Bedingungen von Bildschirm-Arbeit

Es ist offensichtlich, daß jede Untersuchung, die sich mit den Beanspruchungsfolgen der Gestaltung von Benutzungsschnittstellen befaßt, stets den Gesamtzusammenhang von Arbeitsaufgaben, Benutzern und Arbeitssystem einbeziehen muß. Dies schließt einfache Kurzverfahren als Erhebungsinstrumentarium in vielen Fällen aus. Gleichwohl besteht für die Praxis im Hinblick auf die aus der europäischen Bildschirmrichtlinie und ihrer Umsetzung in nationales Recht sich ergebenden Verpflichtungen ein erheblicher Bedarf an Untersuchungsmethoden, die mit vertretbarem Aufwand zu brauchbaren und zuverlässigen Aussagen führen.

Wir gehen davon aus, daß sich auf längere Sicht ein mehrstufiges Vorgehen als die Methode der Wahl erweisen dürfte. Dabei könnte mit Hilfe eines Fragebogens, der die unter Feldbedingungen zu berücksichtigenden Gegebenheiten hinreichend differenziert erfaßt, zunächst ein Überblick über die an den Bildschirm-Arbeitsplätzen eines Unternehmens vorliegenden Beanspruchungen gewonnen werden. Hierauf im Sinne eines Screeningverfahrens aufbauend, wären dann solche Arbeitsplätze oder Einflußfaktoren zu identifizieren, die sich für die Beschäftigten als belastungs-kritisch erweisen und einer genaueren Untersuchung mit Hilfe aufwendigerer objektiver Verfahren bedürfen. Erst in diesem Zusammenhang könnte es z.T. erforderlich werden, auch labormäßig konzipierte Untersuchungen - eventuell unter Einschluß psychophysiologischer Meßverfahren - in das gesamte Beurteilungskonzept mit einzubeziehen.

Aus dem Gesagten folgt, daß es zur Überwindung der derzeitigen Probleme bei der software-ergonomischen Evaluation darauf ankommt, bisherige Ansätze so zu integrieren, daß ein in der Praxis einsetzbares Instrument entsteht, welches dann auf eine langfristig zeit- und aufwandsparende Weise seinen Beitrag zur Verbesserung des Softwarelebenszyklus leisten könnte. Deshalb entschieden wir uns für die Entwicklung eines ökonomisch einsetzbaren Instrumentariums, den *Fragebogen für computergestützte Tätigkeiten in Büro und Verwaltung (FCT-BV)*, der dazu dienen sollte, auf empirischem Wege zunächst an einer möglichst breit gestreuten Stichprobe verschiedenartiger Bürotätigkeiten zu überprüfen, inwieweit systematische Zusammenhänge zwischen ergonomischer Software-Gestaltung und dem gesund

heitlichen Wohlbefinden professioneller Benutzer bestehen. Das Verfahren sollte ohne besondere Betreuung und zusätzliche Erläuterungen prinzipiell bei allen erfahrenen Inhabern von Computerarbeitsplätzen einsetzbar sein und umfaßt folgende Themenbereiche:

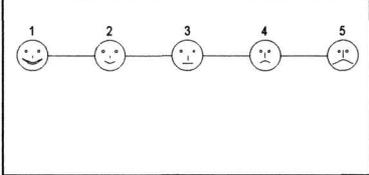
- Benutzerurteile zur Bewertung der ergonomischen Qualität von Software in Anlehnung an Gestaltungsgrundsätze der ISO/DIN-Normen;
- bürotypische Beeinträchtigungen des psychophysischen Wohlbefindens und ihre mehr als nur kurzfristigen Manifestationen in Form gesundheitlicher Beschwerden;
- arbeits- und kompetenzbezogene Benutzermerkmale;
- aus Sicht der psychologischen Handlungstheorie relevante Tätigkeitsmerkmale;
- Fragen zu Computerbenutzung, Hard- und Softwareausstattung, Schulung und betrieblichen / organisatorischen Rahmenbedingungen des Computereinsatzes.

Von den ausgefüllten Fragebögen konnten letztlich $N=188$ in die Auswertung einbezogen werden. Entsprechend unserer auf eine breite Streuung ausgerichteten Verteilungsstrategie stammen diese Fragebögen aus 63 verschiedenen Betrieben (wobei auch Familienunternehmen und Freiberufler als einzelner Betrieb gelten). Die größte Gruppe aus einem einzelnen Betrieb umfaßt 14 Freiwillige aus mehreren Abteilungen. Die prozentuale Verteilung einer Reihe wichtiger Stichprobenmerkmale zeigt einen eher hohen Bildungsstand und das Überwiegen von Untersuchungsteilnehmern mit bereits längerer Computererfahrung. Kleine und mittlere Unternehmen sind, wie beabsichtigt, gut repräsentiert (fast 38% stammen aus Unternehmen mit weniger als 100 Beschäftigten), und Nicht-Vollzeitbeschäftigte sind in hinreichender Zahl vertreten. Nach Tätigkeitsarten bildet die bürotypisch wichtige Kategorie der Sachbearbeiter mit fast 24% die größte Einzelgruppe unserer Stichprobe; Sekretariatstätigkeiten sind zusammengefaßt mit knapp 13% vertreten. Spezialistentätigkeiten mit hohem Anteil an Bildschirmarbeit sind durch die Kategorie Technisches Zeichnen / CAD mit gut 11% repräsentiert. Eine Gruppe eher sporadischer Computerbenutzer ist mit 9% durch die Vorgesetztentätigkeiten in unserer Stichprobe vertreten. EDV-Spezialisten, die einerseits dem Bereich Technik / Service / Organisation angehören (13,3%), oder gar andererseits als Software-Entwickler (8%) unmittelbar mit den Problemen einer benutzergerechten, gebrauchstauglichen Programmgestaltung befaßt sein sollten, sind in unserer Pilotstudie stärker vertreten, als dies in weiterführenden Untersuchungen angestrebt werden sollte (sie waren für uns als Sondergruppe von Interesse).

2.1 Software-ergonomische Qualitätsmerkmale

Einen zentralen Bestandteil des FCT-BV bildete die Beurteilung einer längeren Liste aus den Forderungen der ISO-Norm 9241-10 bzw. der VBG 104 abgeleiteter software-ergonomischer Qualitätsmerkmale (SQ-Merkmale), anhand deren der Befragte das bei seiner Arbeit am häufigsten benutzte Programm einstufen sollte. Die Erfassung erfolgte über einen Fragenkomplex von 44 Unterfragen wie im folgenden Beispiel:

Von dieser Software läßt sich sagen...

<table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="border: 1px solid black; padding: 2px; text-align: center; width: 30px;">1</td> <td style="padding: 2px;">sehr wichtig</td> <td style="border: 1px solid black; padding: 2px; text-align: center; width: 30px;">3</td> <td style="padding: 2px;">nicht so wichtig</td> </tr> <tr> <td style="border: 1px solid black; padding: 2px; text-align: center;">2</td> <td style="padding: 2px;">wichtig</td> <td style="border: 1px solid black; padding: 2px; text-align: center;">4</td> <td style="padding: 2px;">unwichtig</td> </tr> </table>	1	sehr wichtig	3	nicht so wichtig	2	wichtig	4	unwichtig	<p>... daß mir genau die Funktionen (Werkzeuge) zur Verfügung stehen, die ich für meine Arbeit benötige</p> <p>...etc.</p>	
1	sehr wichtig	3	nicht so wichtig							
2	wichtig	4	unwichtig							

Jedes dieser Statements war somit zum einen hinsichtlich seiner Wichtigkeit (4-stufige Skala) einzustufen, zum andern sollte der Befragte angeben, wie zufrieden er diesbezüglich mit dem von ihm am häufigsten benutzten Programm ist, indem er den entsprechenden Gesichtsausdruck ankreuzte (5-stufige Skala, die zuvor bereits inklusive verbaler Bezeichnungen von 'sehr zufrieden' bis 'sehr unzufrieden' eingeführt worden war).

Zu den bezüglich der Wichtigkeit an erster Stelle rangierenden SQ-Merkmalen gehörten: Die Möglichkeit, Fehlbedienungen rückgängig machen zu können; Verлуstsicherheit bezüglich bereits geleisteter Arbeit; die Verfügbarkeit genau der Funktionen (Werkzeuge), die für die Arbeit benötigt werden; daß das Programm fatale Fehler gar nicht erst zuläßt; und daß nichts zu umständlich funktioniert. Die hier aus räumlichen Gründen nicht mitgeteilten Häufigkeitsverteilungen zeigten, daß bei ca. drei Viertel aller SQ-Merkmale mehr als 70% der Einstufungen auf die Antwortkategorien 'sehr wichtig' bzw. 'wichtig' entfielen. Damit läßt sich zunächst schon festhalten, daß die Zielrichtung der software-ergonomischen Qualitätsnormen - aus denen die Statements abgeleitet sind - bei den von uns befragten Benutzern auf eine breite Zustimmung stößt: Die Wichtigkeit der in der ISO-Norm 9241-10 bzw. der VBG 104 enthaltenen Anforderungen steht außer Frage.

Auch die Zufriedenheitseinstufungen zeigten insgesamt ein im positiven Bereich liegendes Gesamtbild, das für einen durchaus schon erkennbaren Erfolg bisheriger software-ergonomischer Bemühungen seitens der Hersteller spricht. Am unzufriedensten waren die Benutzer unter den als wichtig eingeschätzten Merkmalen besonders mit der Qualität der im Handbuch gelieferten Informationen, der Verständlichkeit von Fehlermeldungen, den Möglichkeiten des Datenaustauschs zwischen Programmen und der tatsächlichen Kontextspezifik von Hilfeinformationen.

Nunmehr ist eine Besonderheit der im FCT-BV realisierten Zufriedenheitsmessung näher zu erläutern, mit deren Hilfe wir den Versuch machen, die Urteile der Benutzer im Sinne belastungs- / beanspruchungstheoretischer Überlegungen zu interpretieren und auf diese Weise mit Fragen der Gesundheitsprävention in Verbindung zu bringen, wie dies den Intentionen der europäischen Bildschirmrichtlinie entspricht. Diese Besonderheit ergibt sich aus der Weiterverarbeitung des *kombinierten* Urteils (Doppelbewertung) bezüglich Wichtigkeit *und* Zufriedenheit.

Die folgende Matrix zeigt, wie nach unseren Überlegungen die verschiedenen möglichen Antwortkombinationen zur Wichtigkeit und Zufriedenheit interpretiert werden sollten:

EINSTUFUNG	sehr wichtig	wichtig	nicht so wichtig	unwichtig
sehr zufrieden	Entlastung	Entlastung	Überraschung	Überraschung
zufrieden	Entlastung	Entlastung	Überraschung	Überraschung
teils - teils	Belastung	Belastung	Entlastung	Entlastung
unzufrieden	Belastung	Belastung	Abwertung	Abwertung
sehr unzufrieden	Belastung	Belastung	Abwertung	Abwertung

Nach unserer (Arbeits-)Hypothese, die auch schon im alltagspsychologischen Sinne plausibel erscheint, lassen sich einige Antwortkombinationen ohne weiteres als Faktoren potentieller Belastung oder Entlastung des Benutzers interpretieren.² *Belastung* entsteht, wenn dem Benutzer bestimmte software-ergonomische Qualitätsmerkmale zwar 'sehr wichtig' oder 'wichtig' sind, er aber mit ihrer Realisierung bei der von ihm benutzten Software (d.h. seinem hauptsächlichsten Arbeitsmittel) 'unzufrieden' oder 'sehr unzufrieden' ist. Im Grenzfall ist dies auch noch für solche Fälle anzunehmen, bei denen er nur 'teils-teils' zufrieden ist.

Entlastung entsteht aus einer weitgehenden Übereinstimmung zwischen Wichtigkeit und Zufriedenheit, da anzunehmen ist, daß in diesen Fällen die Erwartungen bzw. Anforderungen bezüglich des Arbeitsmittels und die bei der täglichen Arbeit festgestellten Benutzungsqualitäten keine bedeutsamen Diskrepanzen aufweisen. Auch hier sehen wir den Grenzfall von Entlastung dort, wo der Benutzer bei Merkmalen, die ihm 'nicht so wichtig' oder 'unwichtig' erscheinen, wenigstens 'teils-teils' zufrieden ist.

Daneben gibt es psychologisch komplexere Antwortkombinationen, die sich nicht so ohne weiteres dieser Interpretation zuordnen lassen. *Abwertung* im Sinne der sprichwörtlichen 'Saure-Trauben-Reaktion' dürfte dort mit im Spiel sein, wo der Benutzer Merkmalen, mit deren Realisierung er 'unzufrieden' oder 'sehr unzufrieden' ist, auch keine weitere Wichtigkeit zumißt (z.B. weil er glaubt, daß sie technisch nicht realisierbar seien). Diese Reaktion vermindert das Diskrepanzerleben und erleichtert es, bestimmte Mängel des Arbeitsmittels hinzunehmen, ohne sich ständig darüber ärgern zu müssen. Als *Überraschung* bezeichnen wir schließlich eine weitere komplexe Reaktion, wenn der Benutzer feststellt, daß ausgerechnet diejenigen Merkmale seines Arbeitsmittels zufriedenstellend realisiert sind, die ihm weniger wichtig erscheinen. Wir nehmen an, daß es sowohl bei der Abwertungs- als auch bei der Überraschungsreaktion sehr stark vom konkreten Fall (z.B. der Konstellation von Tätigkeit, Software und organisationalem Kontext) abhängen dürfte, ob man dahinter eher eine Belastungs- oder eine Entlastungsindikation vermuten kann.

Im Sinne der erläuterten Interpretation berechneten wir für jeden Teilnehmer unserer Untersuchung als zusammenfassenden (quantitativen) Ausdruck seiner Urteile zu den software-ergonomischen Qualitätsmerkmalen eine Variable "*Software-Qualitätsbilanz*" (SQ-Bilanz), indem wir die Differenz aus den als 'entlastend' und den als 'belastend' einzuschätzenden prozentualen Anteilen der kombinierten Wichtigkeits-/Zufriedenheitsbeurteilung bildeten. Wir gehen also - als Arbeitshypothese - davon aus, daß sich 'Belastungen' und 'Entlastungen' gegeneinander aufrechnen lassen, und daß von einer Entlastung des Benutzers durch ergonomisch gestaltete Software umso eher gesprochen werden kann, je positiver eine solche Bilanzierung ausfällt. Die SQ-Bilanz umfaßt einen Wertebereich zwischen -100 und +100 (%). Ist sie negativ,

² Darüber hinaus läßt sich im Sinne von ISO 9241-11 auch argumentieren, daß gerade im Wichtigkeitsurteil die Anforderungsspezifika und der Nutzungskontext ihren Ausdruck finden. Besonders bei einer in Bezug auf Tätigkeiten und eingesetzte Software so heterogenen Stichprobe wie in der vorliegenden Untersuchung läßt sich ein zusammenfassender Zufriedenheitsindex nur sinnvoll interpretieren, wenn er unter gleichzeitiger Berücksichtigung der Wichtigkeitseinstufung gewonnen wurde.

so liegen mit großer Wahrscheinlichkeit schwerwiegende ergonomische Mängel der beurteilten Software vor, da ein Benutzer in solchen Fällen hauptsächlich die Erfahrung macht, daß für ihn wichtige Merkmale seines Arbeitsmittels nicht oder wenig zufriedenstellend realisiert sind. In unserer Stichprobe ergab sich für die SQ-Bilanz zwar eine deutlich in den positiven Bereich verschobene Verteilung, doch zeigte sich auch, daß für gut 21% der Fälle diese Bilanz negativ ausfiel und somit erhebliche Bedenken in Bezug auf die ergonomische Qualität (Gebrauchstauglichkeit) der dort eingesetzten Software angebracht sind.

2.2 Gesundheitliches Befinden

Neben dem Themenbereich der software-ergonomischen Qualitätsmerkmale bildeten gesundheitliche Beschwerden einen zweiten Schwerpunkt des FCT-BV. Die Erfassung erfolgte anhand 5-stufiger Häufigkeitseinstufungen (1=sehr oft,...,5=nie) über einen Fragenkomplex mit 32 Unterfragen, die im Rückgriff auf die einschlägige Literatur [vgl. besonders 1 und 5] zusammengestellt worden waren.

Die Ergebnisse zeigten, daß im ganzen gesehen gesundheitliche Beschwerden in der von uns erfaßten Stichprobe keine dominante Rolle spielen. Ins Auge fallende häufigere Verwendungen der Antwortkategorien 'sehr oft' und 'oft' fanden sich hauptsächlich bei Müdigkeit, Rückenschmerzen, Abschaltstörungen nach Feierabend, Bewegungsarmut, HWS-Beschwerden, Abwechslungsdrang, Kopfschmerzen und Augenproblemen. Charakteristisch ist zugleich die mit einer Ausnahme (Sodbrennen u.ä.) durchgängige Antworttendenz der beiden Geschlechter, bei denen die Männer stets ein selteneres Auftreten der einzelnen Beschwerden eingestehen. Insgesamt ist festzustellen, daß die in der vorliegenden Untersuchung an führender Stelle rangierenden gesundheitlichen Beeinträchtigungen weitgehend mit Befunden der einschlägigen Literatur übereinstimmen und dem für Büroarbeiten charakteristischen Bild von einerseits streßverwandten psychischen Symptomen, andererseits einer einseitigen körperlichen Belastung geschuldeten physischen Beschwerden entsprechen.

2.3 Multiple Regressionsanalyse zur Vorhersage des psychophysischen Befindens aufgrund ausgewählter Charakteristika der Bildschirmarbeit

Ein präventiver Gesundheitsschutz der an Bildschirmarbeitsplätzen Beschäftigten bildet die zentrale Intention sowohl der europäischen Bildschirmrichtlinie als auch der zu ihrer Umsetzung in deutsches Recht vorgesehenen VBG 104 [11]. Von daher interessiert besonders die Frage, inwieweit sich aufgrund von Daten, die mit Hilfe des FCT-BV erhoben werden können, gesundheitsrelevante Aussagen (Vorhersagen) gewinnen lassen.

Bei dem gewählten Verfahren der multiplen Regressionsanalyse, die hier nur zusammenfassend in ihrem Ergebnis dargestellt werden kann [zu Einzelheiten siehe 9], wird das gesundheitliche Gesamtbefinden (durchschnittliche Häufigkeit gesundheitlicher Beschwerden) als abhängige Größe betrachtet und als Kriteriumsvariable bezeichnet. Sie soll anhand der Werte einiger anderer, unabhängiger Variablen und der zwischen ihnen bestehenden Zusammenhänge (Kovarianzen) geschätzt bzw. vorhergesagt werden.

Für ein schrittweises Analyseverfahren wurden zunächst aus den Fragen des FCT-BV zwölf Variablen als aus theoretischen Gründen wahrscheinlich relevante Einflußgrößen auf das gesundheitliche Gesamtbefinden ausgewählt. Da sich für das Kriterium selbst signifikante Geschlechtsunterschiede fanden ($F=9,01$ mit $p < .01$), war es überdies zwingend, das Geschlecht

als 0/1-codierte sog. 'Dummy- Variable' zusätzlich in die Gruppe der Prädiktoren einzubeziehen [vgl. 4, S.145ff.].

In einem ersten Analyseschritt wurden zunächst *sämtliche* Prädiktoren in die Regressionsgleichung aufgenommen. Dabei ergab sich ein multiples $R = .65$, bzw. ein $R^2 = .42$ als Ausdruck der damit erklärten Kriteriumsvarianz. Das Ergebnis ist zwar mit einem $F = 5,49$ hochsignifikant, doch sind einige Prädiktoren in die Regressionsgleichung aufgenommen, deren Beitrag zur Vorhersage nur unwesentlich ist. In einem *zweiten Schritt* wurden daher nunmehr der Reihe nach die *Variablen mit geringem Beitrag entfernt*, bis ein vorzuziehendes kritisches Signifikanzniveau (POUT, hier $p = .10$) unterschritten würde. Im vorliegenden Fall wurden so der Reihe nach die zunächst mit einbezogenen Prädiktoren Schulungs-Qualität, Kompetenzausnutzung, ergänzende Hilfen, Anforderungswechsel, Computererfahrung und Alter aus der Regressionsgleichung entfernt. Das damit erreichte Resultat zeigt zusammenfassend *Abbildung 1*, in der die zur Vorhersage verbliebenen Prädiktoren - geordnet nach abnehmender Größe ihres standardisierten Regressionskoeffizienten (Beta) - dargestellt und zusätzlich ihre Einzelkorrelationen mit dem Kriterium veranschaulicht werden.

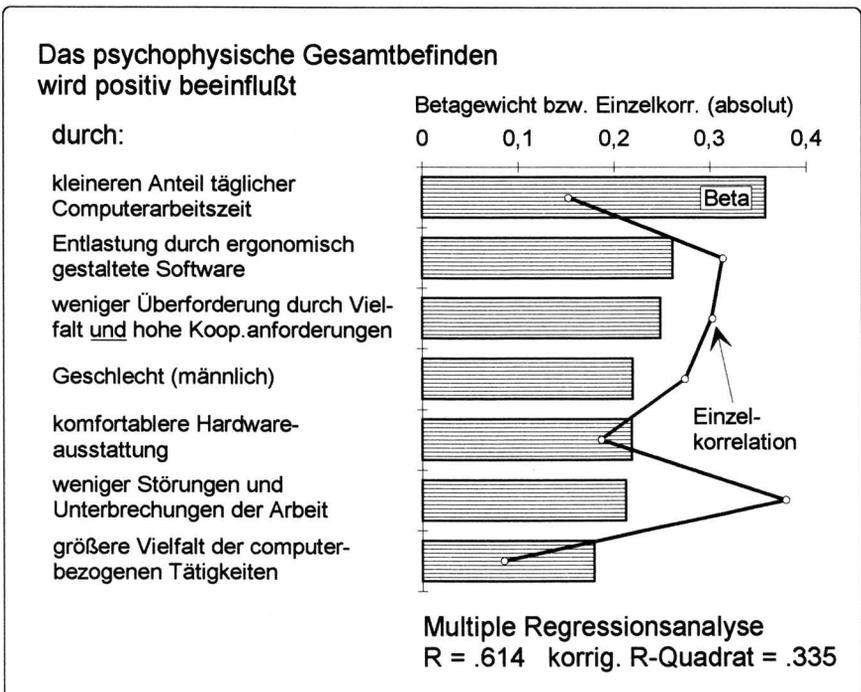


Abb. 1: Ergebnis der multiplen Regression

Im Endergebnis der vorliegenden Analyse läßt sich somit das gesundheitliche Befinden - in der in unserer Untersuchung operationalisierten Form - aus nur *sieben Prädiktoren* mit einem multiplen $R = .61$ vorhersagen ($F = 9,15$ mit $p < .001$). Der im Kriterium erklärte Varianzanteil liegt bei 38% (Stichprobe), und im Sinne eines möglicherweise für die Population zutreffenden Wertes bei 33,5%.

Mehrere Feststellungen sind angesichts dieses Resultats im vorliegenden Zusammenhang von besonderem Interesse:

- (1) Software-ergonomische Gestaltungsansätze zur Verbesserung der Benutzungsschnittstelle stehen tatsächlich im Dienste einer gesundheitlichen Prävention. Die europäische Bildschirmrichtlinie, die auf Software bezogenen Normierungsansätze und die Vorschriften der VBG 104 weisen nach unseren Befunden in die richtige Richtung. Es gibt keinen vernünftigen Grund, auf ihre baldige Anwendung zu verzichten.
- (2) Der Anteil der Computernutzung an der täglichen Arbeitszeit wird - für sich alleine betrachtet - in seiner Bedeutung für das gesundheitliche Befinden unterschätzt (Einzelkorrelation $r = .15$) und erhält erst im Gesamtzusammenhang mit den anderen Prädiktoren eine wesentliche Bedeutung (sog. Supressorvariable).
- (3) Angesichts der weiter fortschreitenden Verbreitung von Bildschirmarbeit werden zur Gesundheitsprävention vorgeschlagene Konzepte von Mischarbeit, die auf eine Reduktion der am Bildschirm verbrachten Arbeitsanteile abzielen, in Zukunft wenig Chancen einzuräumen sein. Sinnvoller erscheint es, am jeweiligen Arbeitsplatz die Vielfalt der mit dem Computer bearbeiteten Aufgaben zu steigern, da dies nach den vorliegenden Befunden ebenfalls zur Verbesserung des gesundheitlichen Befindens beiträgt.³
- (4) Während Tätigkeiten mit höherer Aufgabenvielfalt (unabhängig von ihrer Charakterisierung durch Bildschirmarbeit) nach zahlreichen Befunden in der Literatur positiv zu werten sind [vgl. 10], kann nach unseren Feststellungen eine große Aufgabenvielfalt dann zur Überforderung - mit negativen Folgen für die Gesundheit - führen, wenn sie zugleich mit hohen Kooperations- und Kommunikationserfordernissen verbunden ist.

Alles in allem erweist sich der FCT-BV schon in seiner jetzigen Form als ein nützliches Verfahren zur Erfolgskontrolle der mit den internationalen Normen und der europäischen Bildschirmrichtlinie angestrebten Maßnahmen zur gesundheitlichen Prävention. Es dürfte sich lohnen, ihn weiterzuentwickeln, mit den Ergebnissen objektiver Verfahren zu vergleichen, und zu standardisieren. Danach könnte er wahrscheinlich als ein relativ zeitökonomisches Screening-Verfahren eingesetzt werden, dessen Ergebnisse zeigen, ob und in welchen Bereichen eines Unternehmens und der von ihm eingesetzten Software Problemschwerpunkte liegen, die den Einsatz aufwendigerer Untersuchungen erforderlich machen.

Selbstverständlich sind - wie bei jeder an einer Stichprobe entwickelten multiplen Regression - die Ergebnisse weiterer Untersuchungen abzuwarten, wobei insbesondere eine sogenannte Kreuzvalidierung anzustreben wäre, d.h. die Erprobung der hier gewonnenen Regressionskoeffizienten an einer zweiten Stichprobe aus derselben Population. Die Besonderheiten unserer Stichprobe (z.B. mehrheitlich Benutzer mit längerer Computererfahrung) könnten auch dazu geführt haben, daß so unbestreitbar wichtige Gesichtspunkte wie die Qualität der Benutzerschulung oder die Verfügbarkeit arbeitsplatznaher kollegialer Unterstützung bei auftauchenden Softwareproblemen hier keinen relevanten Einfluß auf das gesundheitliche Befinden hatten.

³ In der vorliegenden Untersuchung war eine größere Vielfalt der computerbezogenen Tätigkeiten auch mit einem höheren Anteil täglicher Computerarbeitszeit verbunden (Korrelation $r = .30$).

Literaturverzeichnis

- [1] Becker,P. & Minsel,B: Psychologie der seelischen Gesundheit. Band 1, Göttingen: Hofgrefe, 1982; Band 2, Göttingen: Hofgrefe, 1986
- [2] Dzida,W.: Evaluation model - Testing products for conformity with ergonomic standards. Paper submitted to ISO TC159 /SC4 /WG5, St.Augustin: GMD, 1990
- [3] Europäische Norm, Entwurf, EN 29241, Brüssel: Europäisches Komitee für Normung, Oktober 1994 (identisch mit ISO Normenreihe 9241)
- [4] Gaensslen,H. & Schubö,W.: Einfache und komplexe statistische Analyse, München: Ernst Reinhardt, 1973
- [5] Hacker,W. & Richter,P.: Psychische Fehlbeanspruchung - Psychische Ermüdung, Monotonie, Sättigung und Streß, Berlin: DVW, 1980 (2.Aufl. 1984)
- [6] Rahmenrichtlinie über die Durchführung von Maßnahmen zur Verbesserung der Sicherheit und des Gesundheitsschutzes der Arbeitnehmer bei der Arbeit, 89/391/EWG
- [7] Ravden,S.J. & Johnson,G.I.: Evaluating usability of human-computer interfaces: A practical method, Chichester: Ellis Horwood, 1989
- [8] Richtlinie des Rates über die Mindestvorschriften bezüglich der Sicherheit und des Gesundheitsschutzes bei der Arbeit an Bildschirmgeräten, 90/270/EWG
- [9] Triebe,J.K. & Wittstock,M.: Anforderungskatalog für Softwareentwicklung - Auswahl und Anwendung, Schriftenreihe der Bundesanstalt für Arbeitsschutz - Forschung - Fb743, Bremerhaven: Wirtschaftsverlag NW, 1996
- [10] Ulich,E.: Arbeitspsychologie, Zürich / Stuttgart: Verlag d. Fachvereine / Poeschel, 1992 (2.Aufl.)
- [11] Unfallverhütungsvorschrift (UVV) "Arbeit an Bildschirmgeräten", VBG 104, Grundentwurf März 1995
- [12] VDI-Richtlinien Bürokommunikation (Entwürfe): VDI 5005: Software-Ergonomie in der Bürokommunikation, Düsseldorf, 1988, VDI 5010: Strategie und Vorgehen zur Einführung von Bürokommunikation, Düsseldorf, 1988
- [13] Wiggins,J.S.: Personality and prediction: Principles of personality assessment, Reading, Mass.: Addison-Wesley, 1973

Adresse der Autoren

Dr. phil. Johannes K. Triebe & Marion Wittstock, Dipl.-Psych. - Kienitzer Str. 114, D-12049 Berlin, Tel. (030) 691 9180, Email: triwitt@berlin.snafu.de