

Adler, Ulrich

Research Report

Bewegungslose Arbeit, gefesselter Blick: Sehen und Arbeit bei neuen Produktionsmethoden

ifo Forschungsberichte, No. 15

Provided in Cooperation with:

Ifo Institute – Leibniz Institute for Economic Research at the University of Munich

Suggested Citation: Adler, Ulrich (2002) : Bewegungslose Arbeit, gefesselter Blick: Sehen und Arbeit bei neuen Produktionsmethoden, ifo Forschungsberichte, No. 15, ISBN 3-88512-413-0, ifo Institut für Wirtschaftsforschung an der Universität München, München

This Version is available at:

<https://hdl.handle.net/10419/167379>

Standard-Nutzungsbedingungen:

Die Dokumente auf EconStor dürfen zu eigenen wissenschaftlichen Zwecken und zum Privatgebrauch gespeichert und kopiert werden.

Sie dürfen die Dokumente nicht für öffentliche oder kommerzielle Zwecke vervielfältigen, öffentlich ausstellen, öffentlich zugänglich machen, vertreiben oder anderweitig nutzen.

Sofern die Verfasser die Dokumente unter Open-Content-Lizenzen (insbesondere CC-Lizenzen) zur Verfügung gestellt haben sollten, gelten abweichend von diesen Nutzungsbedingungen die in der dort genannten Lizenz gewährten Nutzungsrechte.

Terms of use:

Documents in EconStor may be saved and copied for your personal and scholarly purposes.

You are not to copy documents for public or commercial purposes, to exhibit the documents publicly, to make them publicly available on the internet, or to distribute or otherwise use the documents in public.

If the documents have been made available under an Open Content Licence (especially Creative Commons Licences), you may exercise further usage rights as specified in the indicated licence.



15

ifo Forschungsberichte

Bewegungslose Arbeit, gefesselter Blick

Sehen und Arbeit bei
neuen Produktionsmethoden

von

Ulrich Adler

München, im Herbst 2002

ifo Institut für
Wirtschaftsforschung
an der Universität München

Forschungsbereich Strukturwandel und Branchen

Bewegungslose Arbeit, gefesselter Blick

- Sehen und Arbeit bei neuen Produktionsmethoden -

Sozioökonomische Evaluation des Verbundvorhabens - Entwicklung von
Methoden zur Identifikation visueller Ursachen arbeitsbedingter
Gesundheitsrisiken und hierauf bezogener Präventionsstrategien
im betrieblichen Gesundheitsschutz

von Ulrich Adler

München im Herbst 2002

Bibliografische Information der Deutschen Bibliothek

Die Deutsche Bibliothek verzeichnet diese Publikation
in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische
Daten sind im Internet über
<http://dnb.ddb.de>
abrufbar

ISBN 3-88512-413-0

Alle Rechte, insbesondere das der Übersetzung in fremde
Sprachen, vorbehalten.

Ohne ausdrückliche Genehmigung des Verlags ist es auch nicht gestattet, dieses
Buch oder Teile daraus auf photomechanischem Wege (Photokopie, Mikrokopie)
oder auf andere Art zu vervielfältigen.

© by ifo Institut für Wirtschaftsforschung, München 2002

Druck: ifo Institut für Wirtschaftsforschung, München

Vorwort

Studiert man die aktuelle Literatur zur Modernisierung der Wirtschaftsstruktur, dominieren Schlaglichter, wie "Globalisierung", "High-Tech-Standort", "Nachhaltigkeit", "Shareholder Value" oder "New Economy", welche einen gleichermaßen dramatischen, als auch durchgreifenden und kurzzyklischen Wandel vermuten lassen. Die Wissenschaft ist aufgefordert, solche Zustandsbeschreibungen mit der gehörigen intellektuellen Distanz zu werten. Einige dieser Begriffe entpuppen sich bei genauem Hinsehen weniger als Handlungsanweisungen für konkrete Veränderungen, sondern als Codeworte einer gewissen Flucht aus der Mühseligkeit der Veränderung der Produktionsprozesse. Hinter technischen und organisatorischen Fortschritten stehen viele reale Voraussetzungen oft unterbewerteter Lern- und Anpassungsprozesse der Mitarbeiter, die auch ihre gesundheitliche Seite haben. Gerade unterschätzte Lern- und Anpassungsprozesse können zum Engpass von Modernisierungsplanungen werden, aber, wenn man sie im Sinne einer "sozialen Innovation" vorausschauend fördert, jede Neugestaltung beschleunigen.

Der Umbau der Produktionsprozesse, muss sich an den Fähigkeiten und Möglichkeiten der Mitarbeiter abstützen und hat, neben den beruflichen Kenntnissen, eine ganz wesentliche Voraussetzung, den Gesundheitsstatus der Belegschaft. Die Entwürfe von Aufbau- und Ablauforganisationen, die Gestaltung von technischen Geräten, von Arbeitsplätzen und der Arbeitsumgebung führen nur dann zu Effizienz, wenn sie die sozialen, kommunikativen, qualifikatorischen und gesundheitlichen Bedürfnisse oder Potentiale der Belegschaften ernst nehmen. Viele Störungen im Betrieb entstehen nicht nur aus organisatorischen Fehlern oder durch den falschen Einsatz von Betriebsmitteln. Die Verletzung gesundheitlicher Bedürfnisse kann gleichermaßen Störungen und Effizienzverluste bewirken. Die übliche betriebliche Gesundheitsförderung registriert diese gesundheitsbedingten Störungen, misst sie aber als "Fehlzeiten" gleichsam wie vermeidbare Abweichungen von betrieblichen Idealzuständen. Eine moderne Gesundheitsförderung sieht die Effizienz der menschlichen Arbeit auch als Funktion des Gesundheitsstatus sowie des Gesundheitspotentials der Belegschaft und ist bestrebt, eine "protektive Arbeitsorganisation" zu fördern. Die "protektive Arbeitsorganisation" hat zum Ziel, Arbeit und Technik in der Weise auszuformen, dass mit der Gestaltung des Gesundheitspotentials die Verfügbarkeit und die Zunahme der Effizienz der Arbeitskräfte möglich wird. Diese Untersuchung trägt zu diesem Ziel bei, indem der Zusammenhang zwischen Arbeit und Sehen theoretisch und an Beispielen erläutert wird.

Der Autor

Preface

The research on modernisation of economic processes has emphasised issues like "globalisation", "high technology", "sustainability", "shareholder value" or "new economy". The assessments give an impression of a dramatic change in the technology of production systems and in the social and economic framework. After an intensive examination, some of those topics seem to be imprecise descriptions of modernisation activities, but may be "good news" for those who bear the brunt of the organisational and technological streamlining of the production process. Above and beyond the organisation and technological sphere, there are various layers of processes, linked to learning, to the adjustment of vocational performance, and last but not least, to health promotion at the workplace. Underestimated learning procedures and adjustment processes of skills are likely to produce bottle-necks of modernisation activities. Thus, the "soft factors" of modernisation have become important for management success.

The efficiency of the production process and its adjustment to modernisation is closely linked to vocational skills and is influenced by employee health standards. Disturbances in the workflow are not only caused by mismanagement of the organisation and incorrect use of equipment. The mutilation of social, communicative, vocational and health needs of employed people produce disorder of workflow and a loss of efficiency. Therefore modern healthy-company management identifies the efficiency of labour as a function of the health-status of employees and their health-potentials in order to establish a "protective work organisation".

That is the reason for the assessment of the "healthy company" question. This socio-economic assessment deals with the interaction between vision and labour in order to formulate advice for a healthy company design of "protective organisation" and "health-appropriate technology". The analysis is based on the scientific discussion on the theoretical framework of "vision and labour" and connected to the description of results from practical pilot-projects in selected firms dealing with the state of "vision and labour" in the German services sector.

The Author

Inhaltsverzeichnis

| | <u>Seite</u> |
|---|----------------|
| Vorwort - Inhaltsverzeichnis | I - III |
| Tabellenverzeichnis | IV |
| Abbildungsverzeichnis | V |
| 1 Zum Geleit | 1 |
| 2 Der Strukturwandel in der Produktion und dessen Wirkung auf die betriebliche Gesundheitsförderung | 4 |
| 3 Sehen und Arbeit - Voraussetzungen, Möglichkeiten und Grenzen visueller Arbeit | 19 |
| 3.1 Theoretische Grundlagen | 19 |
| 3.2 Methodischer Messansatz und Thesen | 34 |
| 4 Ergebnisse der Betriebsvorhaben | 43 |
| 4.1 Grundzüge der Betriebsvorhaben | 43 |
| 4.2 Anforderungen an die Arbeitsplatzbeleuchtung | 51 |
| 4.3 Belastung und arbeitsbedingte Erkrankungen | 53 |
| 4.4 Betriebsergebnisse | 59 |
| 4.4.1 Der ergonomisch-arbeitswissenschaftliche Zustand und dessen Wahrnehmung durch die Beschäftigten mit Blick auf die Frage „Arbeit und Sehen“ in den Betrieben | 61 |
| 4.4.2 Die subjektiven Belastungen und physisch-psychischen Beschwerden | 67 |
| 4.4.3 Die individuellen Bewältigungsstrategien von Belastung und Stress in der Arbeit | 72 |
| 4.4.4 Aufgabentypische Abweichungen von Arbeitsplatz zu Arbeitsplatz bzw. von Arbeitsform zu Arbeitsform oder von Betrieb zu Betrieb | 77 |
| 5 Zusammenfassung | 81 |
| Literaturverzeichnis | 87 |
| Glossar | 93 |
| Anhang | 95 |

Tabellenverzeichnis

| <u>Tab.-Nr.</u> | | <u>Seite</u> |
|-----------------|--|--------------|
| 1 | Qualität des Binokularsehens und Sehbeschwerden von Patienten der Uni-Augenklinik Heidelberg und eines Vergleichssamples mit Bildschirmtätigkeit | 36 |
| 2 | Charakteristische Beschwerden bei berufstätigen Probanden (Skalenwerte nach der Freiburger Beschwerdenliste FBL) | 37 |
| 3 | Allgemeine Gesundheitsprobleme bei Ambulanzpatienten mit asthenopischen Beschwerden | 42 |
| 4 | Einschätzung der Arbeitsplatzgestaltung am Beispiel des Vorhabens 3 | 63 |
| 5 | Subjektive Wahrnehmung der Arbeitssituation in ausgewählten Teilvorhaben | 64 |
| 6 | Arbeit am Bildschirm fördert latente Sehschwächen früher und intensiver zutage | 67 |
| 7 | Asthenoptische Beschwerden, dargestellt am Beispiel der Beschäftigten einer Leitwarte | 69 |
| 8 | Beschwerden bei Kontrolltätigkeit unterschiedlichen technischen Niveaus und Stressverhaltens | 71 |
| 9.1 | Verteilung der Probanden in betrieblichen Vorhaben des Projekts "Arbeit und Sehen" nach dem Stand der Technik, dem Alter und dem Stresstyp | 74 |
| 9.2 | Stressbewältigung in betrieblichen Vorhaben des Projekts "Arbeit und Sehen", Befragungsergebnisse | 74 |
| 10 | Hochrechnung der Beschwerden auf das Risikopotential | 76 |

Abbildungsverzeichnis

| <u>Abb.-Nr.</u> | | <u>Seite</u> |
|-----------------|---|--------------|
| 1 | Produktlebenszyklus und betriebliche Gesundheitsförderung | 10 |
| 2 | Der Mensch als Regler - Beispiel einer Kompensationsregelung | 21 |
| 3 | Der Mensch als Regler - Beispiel einer Nachfolgeregelung | 21 |
| 4 | Der Mensch als Regler - Schematische Erweiterung des Modells | 22 |
| 5 | Komponenten des visuellen Systems nach systemtheoretischen Gesichtspunkten | 25 |
| 6 | Submechanismen kortikaler Rekonstruktionsarbeit (CRA) | 26 |
| 7 | Der Aufbau des Sehapparats nach G. Rabetge u.a. | 28 |
| 8 | Seh- und Wahrnehmungsebenen im Deutungsmuster unscharfer Logik von (Fuzzy)-Regelprozessen | 30 |
| 9 | Gesamtkonzept der Messung und Bewertung des Sehens unter besonderer Berücksichtigung des Binokularsehens (BOS) | 33 |
| 10 | Gesundheitliche Beschwerden - Skalenmittelwerte der einzelnen Items für Frauen, Männer und Gesamtstichprobe | 38 |
| 11 | Komponenten des Beanspruchungsprozesses (nach Plath 1976) | 54 |
| 12 | Vereinfachte Darstellung des Wirkungszusammenhangs zwischen Belastung und arbeitsbedingter Erkrankung aus der Sicht der Risikoabschätzung | 56 |
| 13 | Wechselwirkung zwischen Arbeit, Sehen und Beschwerden | 58 |
| 14 | Schlafbeginn | 66 |
| 15 | Beschwerden nach der Freiburger Beschwerdenliste bei unterschiedlichen Tätigkeiten | 78 |
| 16 | Beschwerden nach der Freiburger Beschwerdenliste im Vergleich | 79 |

1 Zum Geleit

Der Technische Fortschritt hat die körperliche Arbeit aus der Produktion verbannt. Die frühere Hoffnung, dass mit dem Verschwinden der „Plackerei“ in der traditionellen gewerblichen Arbeit womöglich alle damit verbundenen Probleme im Management, in der Kooperation und Kommunikation der Mitarbeiter untereinander, in den Belastungen, den Risiken und den Unfallgefahren abklingen, hat sich nur bedingt erfüllt. Herkömmliche berufliche Risiken beschränken sich weitgehend auf die Produktionsbereiche, in denen Reste hergebrachter Produktionsmethoden trotz aller Tendenzen zu Globalisierung, Automatisierung und Strukturwandel verblieben sind. Der Technische Fortschritt hat die körperliche Arbeit teilweise derart erleichtert, dass wieder ganz neue Gesundheitsrisiken entstehen. Die Begriffe von Zeit, Produktivität und Leistung, die Anordnungsstrukturen oder die Kommunikationsbeziehungen haben sich trotz des technischen Wandels kaum verändert. Bei der Modernisierung der Produktion ist, wenngleich im modernen Jargon mit neuen Begriffen über die Arbeit gesprochen wird, eines stabil geblieben: der Arbeitsstress. Auch moderne Produktionsmethoden setzen auf hochverdichtete, repetitive Arbeit. Obwohl die Planung, die Steuerung, der Eingriff und die Kontrolle mittelbar über Steuerglieder, Handhabungsapparaturen oder Überwachungsgeräte erfolgen, bleibt die Arbeitsbelastung bestehen, wenn sie sich auch verlagert, oft ohne dass dies direkt spürbar wird. Das dabei entstehende Syndrom ist wohl am besten mit dem Satz zu beschreiben: „Vielfältige Stressreaktionen, welche aus unangepassten Sehanforderungen im Arbeitsprozess erwachsen, führen dazu, dass sich Entstehungsprozesse arbeitsbedingter Erkrankungen beschleunigen bzw. verstärken.“

Während man die Härte traditioneller Produktionsmethoden, auch deren Stress, unmittelbar erfuhr und durch Aussagen der Betroffenen wie: „Des g'wohns'd scho!“, „Du lernst, dann Du machst gutt!“, „Bist'n Weichei, woll!“ oder „Der Umgang mit beruflichen Risiken kennzeichnet unsere Arbeit.“ charakterisiert wurde, ist die Auswirkung von Stress und beruflichen Risiken unterschwelliger, wenn auch nicht einfacher oder gar geringfügiger geworden.

In Produktionsformen, in denen Arbeit eher durch Beobachtungs- und Steueraufgaben gekennzeichnet ist, herrscht regungslose Arbeit vor, die die wesentlichen Aufgaben über die Augen gestellt bekommt. Gerade das **Sehen in der Arbeit wird** in modernen Produktionsmethoden **zu einem mehrfachen Engpassfaktor** des Prozesses.

Einmal verstoßen viele Produktionsformen heute dagegen, dass sie im Vergleich zu körperlichen Aufgaben viel **zu viele visuelle Aufgaben** stellen, ohne auf physiologische

Besonderheiten des Menschen beim Sehen zu achten. Während bei traditioneller körperlicher Arbeit die Genauigkeit des Sehens nur bei kritischen Produktionsphasen nötig war (Einfüllen, Justieren, Anreißen, Bohren, Vermessen usw.), verlangen gängige Überwachungstätigkeiten oder speziell das Arbeiten am Bildschirm ein **dauerndes präzises Sehen**, was auch physiologisch und psychologisch eher zu Gefahrensituationen passt.

Der Arbeitsstress verschwindet nicht, er verlagert sich auf die visuelle Wahrnehmung. Aus der Untersuchung von Stressphänomenen ist bekannt, dass Stress zweierlei bewirkt. Erstens stärkt er die Leistungsfähigkeit und verbessert die Immunlage. Er ist eine Reaktion auf Gefahrensituationen des Körpers und, so gesehen, physiologisch für kurze Gefahrensituationen vorgesehen. Die Zeitregime und Anweisungsstrukturen in der Produktion machen sich, mit dem Ziel der Verbesserung der Produktivität, diese Fähigkeit zu Nutze, die Arbeit im Dauerstress zu organisieren. Stressbewältigungsprogramme unterstützen die Fähigkeit, Stress zu ertragen und in Leistungspotentiale umzusetzen. Ist Stress subjektiv oder tatsächlich nicht zu bewältigen, so hat er zweitens entgegengesetzte Wirkungen. Soweit dabei physische Kräfte mobilisiert werden und höhere Taktzeiten, verdichtete Arbeitsfolgen, vielfältigere Arbeitsaufgaben, längere Arbeitszeiten durchgehalten werden sollen, sind physische und psychische Reaktionen entsprechender auf Dauer ausgerichteter verkrampfter Arbeitsumgebungen bekannt (Herzinfarkt, Burn-Out-Syndrom, HWS-Syndrom, Tinnitus, Haltungsschäden usw.).

Moderne Produktionsmethoden, die sehr hohe Sehanforderungen stellen, werden nicht selten schon auf Geschwindigkeiten, Taktzeiten, Reaktionszeiten usw. ausgelegt, in denen die Arbeit nur durch diesen Dauerstress bewältigt werden kann. Hohe Sehanforderungen lösen durch Überforderungen ähnliche Stressreaktionen im Sehapparat aus, wie ihn Stress üblicherweise im Körper hervorruft. **Der Stressschwerpunkt verlagert sich in den Kopf.** Er zeichnet sich dadurch aus, dass der Zwang zu dauerndem präzisiertem Sehen auch die Körperhaltung beeinflusst und auf dem Wege der Langzeitbelastung, teilweise unterschwellig und für den Betroffenen kaum spürbar, vielfältige körperliche Langzeitschäden hervorruft, die als arbeitsbedingte Erkrankungen eingestuft werden können.

Bewegungslose Arbeit, gefesselter Blick

heißt deshalb diese Arbeit, weil sie auf die doppelte Belastung aufmerksam machen will.

Freilich steht diese Arbeit auch immer im Zusammenhang mit der Erarbeitung „wissenschaftlich gesicherter Erkenntnisse“ im Sinne des § 90 BetrVG und bezieht sich auf eine Fülle von Rahmenrichtlinien und Vorschriften, die mit diesen Ergebnissen weiter ausgekleidet oder zeitgemäß interpretiert werden sollen, als da sind: EG-Richtlinie 90/270/EWG über Bildschirmarbeit im Verbindung mit Artikel 16 Absatz 1, die EWG Richtlinie 89/391/EWG, die ISO 9241, die VDI Richtlinie 5001 oder die UVV. Dieses Projekt wurde vom Bundesministerium für Bildung und Forschung unter dem Förderkennzeichen 01 HP 594/9 über die Universität Heidelberg gefördert.

Diese Ausarbeitung entstand als sozioökonomische Begleitforschung des Verbundvorhabens der Universität Heidelberg „Entwicklung von Methoden zur Identifikation visueller Ursachen arbeitsbedingter Gesundheitsrisiken und hierauf bezogener Präventionsstrategien im betrieblichen Gesundheitsschutz“ - Kurzbezeichnung „Arbeit und Sehen“. Die Projektleitung erfolgte durch Herrn Horst Mayer, dem ehemaligen Leiter der Forschungsgruppe Stress der Medizinischen Uniklinik Heidelberg und Frau Professor Dr. med. Ellen Kraus-Mackiw, von der Augenklinik der Universität Heidelberg. In diesem Vorhaben arbeiteten neben der Forschungsgruppe Stress, die ergophthalmologische Forschungsgruppe der Universität Heidelberg, das Institut für Sozialforschung (ISF), München und verschiedene Projektfirmen zusammen. Diese Arbeit versteht sich als Versuch die Ergebnisse dieses Vorhabens aus sozio-ökonomischer Sicht aufzuarbeiten und mit der Diskussion zu den Themen Büroarbeit, Arbeit und Sehen, bzw. Licht und Arbeit, sowie Softwaregestaltung, wie sie von der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin verfolgt wird, zusammenzuführen und aus dieser Sicht zu begründen. Es ist nicht das Ziel dieses Projekts, sich in die medizinische Diskussion der Augenheilkunde einzumischen, sondern aus entsprechenden Grundlagen Begründungszusammenhänge herzuleiten.

Die Arbeit entstand als praktisches Projekt in Kooperation mit verschiedenen Instituten und als Lernprozess zusammen mit vielen Personen. Ich möchte mich für die Gespräche, Fachdiskussionen und Hinweise, aber insbesondere für die praktische Unterstützung bedanken bei: Frau Professor Ellen Kraus-Mackiw und Herrn Horst Mayer. Zu danken habe ich ebenfalls Herrn Hans-Peter Richter, Herrn Karben, Frau Dr. Annelore Seibt, Herrn Dr. Keuser, Herrn Gilbert und Herrn Dr. Alex Füller. Für die technische Hilfe bedanken ich mich bei Frau Gabriele Ganslmaier und Herrn Alfred Lindner. Der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin ist für den Abdruck von Abbildungen zu danken.

2 Der Strukturwandel in der Produktion und dessen Wirkung auf die betriebliche Gesundheitsförderung

Mit dem Strukturwandel der Produktion haben sich in den letzten zwei Jahrzehnten sowohl die Arbeit als auch die Verfahren der Modernisierung der Produktion gewandelt. Auf dem Weg von den REFA Arbeitsstudien zu „Lean Management“ werden alle betrieblichen Funktionen inhaltlich und auf ihre Verknüpfung hin überprüft (KVP).¹ Der betriebliche Gesundheitsschutz passt sich schrittweise dieser Veränderung an und erhält inhaltlich und funktionell eine andere Form. Traditionelle Verfahren der betrieblichen Gesundheitsförderung stützen sich auf weitgehend nachsorgende Ansätze des Arbeits- und Gesundheitsschutzes, und, soweit eine Gestaltung der Produktionsmittel und Produkte angestrebt wurde, auf die klassische Ergonomie und Betriebssicherheit. Der traditionelle Arbeits- und Gesundheitsschutz ist, wie traditionelle Modernisierungsverfahren auch, arbeitsteilig angelegt und so dem Produktionsprozess hinzugefügt. Eine zeitgemäße Modernisierungsphilosophie strebt den Einbau des betrieblichen Gesundheitsschutzes in die Produkte, Produktionsmethoden und Produktionsabläufe, aber insbesondere in die Organisationsmethoden und in die beruflichen Bildungscurricula an (Verfahrensprävention). Es erscheint sinnvoll, die geltenden Konzepte der Verhaltens- und Verhältnisprävention in diesem Sinn zu erweitern. Wie im Umweltschutz auch, so zeichnet sich im betrieblichen Arbeits- und Gesundheitsschutz ein Wandel des Lösungsrepertoires auf einem höheren technologisch-organisatorischen Stand ab, der dem allgemeinen Modernisierungsmuster entspricht. Mehr noch, die traditionelle „Zollstock-Ergonomie“ hat ihre Funktion als kleinsten gemeinsamen Nenner, auf den man sich einigen konnte, erheblich eingebüßt, um sowohl unternehmerische Ziele als auch gewerkschaftliche Mitbestimmungsrechte zu verwirklichen (§ 90 BetrVG).

Die Voruntersuchung zu einem Betriebsvorhaben des Verbundvorhabens „Arbeit und Sehen“ skizziert die Ziele einer modernen Arbeitsmedizin wie folgt: „Im Vordergrund ärztlichen Handelns stehen Patienten, d.h., bei dem auf den Arbeitnehmer bezogenem, klassisch-präventiven Aspekt der Arbeitsmedizin, Arbeitnehmer mit auffälligen Befunden. Im Vordergrund einer der betrieblichen Gesundheitsförderung verpflichteten modernen Arbeitsmedizin steht eine Vorsorge, die sich

- 1) an der Interaktion zwischen Leistungsanforderungen und Leistungsmöglichkeiten orientiert und

¹ Kontinuierliche Verbesserungsprozesse. Vgl.: K. Siegel, Gainsharing – die Verstetigung des Verbesserungsprozesses in: C.H. Antoni, E. Eyer, J. Kutscher, Das flexible Unternehmen, Wiesbaden 2001.

- 2) die Signale des Gesamtsystems zu interpretieren im Stande ist, um
- 3) zunächst Verhaltensprävention und dann erst Verhältnisprävention zu betreiben, wobei
- 4) die Verhältnisprävention gesundheitliche Risiken verhindert, indem sie am System (Arbeitsbedingungen, Technik, Umwelt etc.) eingreift, die Verhaltensprävention (= leider die meist betriebene Prävention) versucht, den Menschen selbst auf den Pfad gesundheitlicher Tugenden zu bringen (meist erfolglos).¹

Moderne Produktionsstrukturen verlangen aus unterschiedlichen Gründen nach angepassten Verfahren der betrieblichen Gesundheitsförderung und der Interpretation von bisher ungeklärten Ursache-Wirkungs-Zusammenhängen. Die Gründe dafür sind vielfältig. Einmal hat sich mit dem Modernisierungskonzept die Form der Arbeit geändert, zum anderen ist mit dem oben genannten Strukturwandel der Produktionsmethoden und Organisationsformen auch ein Wandel hinsichtlich der Erfahrungen mit Arbeit und des Begriffs von Arbeit einhergegangen. Die Handlungsebenen der Beschäftigten in der Produktion haben sich von ausführender körperlicher Arbeit zu komplexer Tätigkeit mit einem hohen Anteil dispositiver Arbeit und vor allem durch Überwachungstätigkeit gekennzeichnete automatisierter oder wenigstens mechanisierter Produktionsmethoden gewandelt. Der Computer ist als Werkzeug zur Bewältigung dieser Arbeit entscheidend geworden. Die betriebliche Gesundheitsförderung erhält innerhalb eines unternehmerischen Wettbewerbs, der sich auf Nutzung aufeinander abgestimmter Innovationsparameter stützt, eine wichtige Funktion. Gesundheitsorientierte Innovation bedeutet nicht mehr das parallele Verbessern vielfältiger Details der Produktion, sondern das optimale Aufeinanderabstimmen und Umbauen von wichtigen Innovationsmerkmalen entsprechend deren Rangordnung. Es sind drei Aspekte zu beobachten:

- 1) Der abnehmende Grenznutzen der Einzelverbesserung betrieblicher Gesundheitsförderung im Verhältnis zu integrativen Verfahren,
- 2) die geringe Ausnutzung der Innovationspotentiale durch die bestehenden Methoden der betrieblichen Gesundheitsförderung,
- 3) ein schlechtes Kosten-Nutzen-Verhältnis.

Es beweist sich zunehmend, dass viele Effizienz- und Kostenfragen, die in der betrieblichen Gesundheitsförderung gestellt werden, sich lösen lassen, wenn man, ähnlich wie im Umweltschutz, integrative und gesamtheitliche Ansätze verfolgt. Im Umweltschutz

¹ H. Mayer, E. Kraus-Mackiw, u.a. Bericht über die ergophthalmologischen Untersuchungen von Bildschirmarbeitnehmern, Vorbericht des Vorhabens 1, Heidelberg 1993, S. 10.

jedenfalls zeichnet sich ab, dass mit dem Übergang zu dem integrierten Umweltschutz die Innovationspotentiale, die bisher auf die Abwehr gerichtet sind, zur Steigerung von Produktion und Produktivität wirksam werden, was darauf schließen lässt, dass das Innovationspotential, auch ausgereifter Verfahren, deutlich ausgeweitet bzw. aktiviert wird.¹

Gesundheitsförderung ist, wie die Gestaltung der Organisation, die Anhebung der Qualifikation, die Förderung von Kooperation und Kommunikation, die Überprüfung der Managementmethoden ein wesentliches Gestaltungselement der Arbeitsfähigkeit. Insgesamt geht es bei der Betrachtung des Zusammenhangs von Arbeit, Gesundheit, Technik und Wirtschaftlichkeit um eine zeitgemäße Interpretation der Gesundheitssituation der Mitarbeiter und deren Einbettung in den Innovations- und Produktionsprozess, ohne die Grundmaxime zu verletzen, dass das Wirtschaftlichkeitskalkül die Sicherung der Gesundheit nicht einschränken darf.

Moderne Ansätze der betrieblichen Gesundheitsförderung verfolgen deshalb das Ziel, die positiven Effekte einer sozialen Gestaltung der Betriebe zu verstärken, was unter den Begriffen Sozialinnovation² oder „Social Shaping“³ zu subsumieren ist. „... Dem sich ändernden Gesundheitskonzept entspricht ein Übergang von der „Belastungsforschung“ zur „Ressourcenforschung“ (Badura 1981, S. 16), d.h. die Beschäftigung mit der Frage, im Rückgriff auf welche personellen, sozialen und organisatorischen Ressourcen Menschen - trotz verschiedenartiger, bei manchen zu Erkrankungen führender Belastungen - gesund geblieben sind oder ihre Gesundheit wieder erlangen können (vgl. den von Antonowsky 1979 eingeführten Begriff der Salutogenese). Die Bewältigung von Anforderungen wird erleichtert, wenn dem Individuum entsprechende Ressourcen, auf die es zurückgreifen kann, zur Verfügung stehen (Becker 1992, S. 14) ...“⁴ Notwendig ist ein entsprechend modernisierter Ansatz der Erforschung von Ursache-Wirkungszusammenhängen bei der Interpretation arbeitsbedingter Erkrankungen und der betrieblichen Gesundheitsförderung aus folgenden Gründen:

¹ U. Adler, Integrierter Umweltschutz als Beispiel zukunftsfähiger Entwicklung, in: ifo Schnelldienst 17/18, 1997, S. 44-52.

² Der Autor hat zu der Frage Soziale Innovation verschiedene Definitionen veröffentlicht: U. Adler, Neue Arbeitsstrukturen in der Bekleidungsindustrie als soziale Innovation, in: Ifo Studien zur Industrewirtschaft Nr. 31/I, München 1986.

³ R. Williams, D. Edge, The social shaping of technology, Research Policy 5/1996, S. 865-899.

⁴ J. K. Triebe, M. Wittstock, Anforderungskatalog für Softwareentwicklung, Auswahl und Anwendung, Schriftenreihe der Bundesanstalt f. Arbeitsschutz, Dortmund/Berlin 1996, S.4, Fb. 743. Die im Zitat genannten Aufsätze finden sich im Literaturverzeichnis.

1) Veränderung der Qualität der Arbeit. Mit dem Wandel zu einer wissens-, informations- und forschungintensiven Dienstleistungsproduktion nimmt die Häufigkeit traditioneller, körperlicher Arbeit ab. Im Vordergrund steht sensomotorische, mentale Arbeit, die auf einem hohen Niveau von beruflicher Grundschulung, Weiterbildung und täglicher Performanz erbracht wird. Selbst in reinen Produktionsbetrieben hat die Abkehr von traditioneller Fließbandarbeit zu einer Wiederentdeckung des gelernten Facharbeiters in offenen Produktionsabläufen geführt, der mit einem hohen Maß an Initiative und Selbstverantwortung eine inhaltlich umfangreiche Tätigkeit aus ausführenden und dispositiven Arbeitsmerkmalen erbringt.¹ In dieser Umgebung finden sich vertraute gesundheitliche Risikomerkmale der körperlichen Arbeit im Rückzug im Vergleich zu solchen von mentalem Stress und Überlastung, die üblicherweise der Angestelltenarbeit zugeordnet werden. Im betrieblichen Gesundheitsschutz nehmen inzwischen als Folge des Wandels der Arbeitsstrukturen innerhalb der „non communicable diseases“ die arbeitsbedingten Erkrankungen neben den Berufskrankheiten² einen wichtigen Platz ein. Gleichzeitig entwickelt die Arbeitsmedizin zunehmend einen Ideen- und Erkenntnisvorrat, der auch komplizierte Erklärungsmuster der Genese von berufs- und arbeitsbedingten Erkrankungen in der Weise transparent macht, dass die Gestaltung der Produktion davon Nutzen ziehen kann. Solange sich der klassische betriebliche Gesundheitsschutz auf die Risikoabwehr bei körperlicher Arbeit (Lärm, Verletzungen, Hitze, schwere körperliche Arbeit, Zugluft und dergleichen mehr) bezog, genügte ein vergleichsweise kleiner Set von Erklärungsmustern und Ursache-Wirkungs-Beziehungen von Berufskrankheiten. Mit der Zunahme mentaler Arbeit wurden die Ursache-Wirkungs-Beziehungen in der Entstehung komplexer. Andere Zeitstrukturen und Schwellen des Entstehens von Erkrankungen konnten nur durch die Definition arbeitsbedingter Erkrankungen erklärt werden. Der betriebliche Gesundheitsschutz musste sich diesem Wandel der Arbeitsbedingungen und des Erkenntnisgewinns in der Wissenschaft anpassen.

Diese Behauptung gilt streng jedoch nur für die Entwicklung in der Industrie, bzw. im verarbeitenden Gewerbe. Mit der Zunahme der sog. neuen Arbeits- und Organisationsformen, wie Leiharbeit, geringfügige Arbeitsverhältnisse, 320 € Jobs,

¹ U. Adler, Sozioökonomische Aspekte der Gruppenarbeit, in: Bekleidungstechnische Schriftenreihe, Band 122, Köln 1997.

² Zur Definition der Berufskrankheiten vgl.: Berufskrankheiten-Verordnung (BKV) vom 31.10.1997 im Sinne des § 9, Abs. 1 und 6 und des § 193, Abs. 8 des siebten Buches, Sozialgesetzbuch gesetzliche Unfallversicherung.

Scheinselbständigkeit, allen Formen des Outsourcing und des grauen Arbeitsmarktes findet eine Revitalisierung klassischer Belastungen und Berufsrisiken statt.¹

2) Ein zeitgemäßer Begriff von Arbeit. Mit dem oben genannten Wandel der Arbeit hat sich auch der Begriff von Arbeit gewandelt. Ein kooperativer Führungsstil ist Voraussetzung für eine erfolgreiche Betriebsführung und ein aktives Innovationsklima. Dabei wird die Erfahrung gemacht, dass gerade Produktionsmethoden, die auf einem hohen technologischen Niveau angesiedelt sind, um so produktiver sind, je besser sie auf den Menschen im Betrieb abgestimmt werden und je besser die Menschen im Betrieb mit sich und miteinander auskommen. Ein gesamtheitlicher Innovationsbegriff verfolgt immer soziale und technische Modernisierungsmerkmale gleichzeitig (im Kern auch kulturelle). Eine humankapitalorientierte Modernisierung und Führung von Unternehmen bemüht sich also, neben der Förderung von Qualifikation, von Kooperation, von Kommunikation, von Interaktion und Arbeitsfluß der Produktion, um das Lernverhalten und die Initiative der Beschäftigten. Sie ist aber eben auch ganz zentral bestrebt, die Förderung der Gesundheit der Belegschaft als Voraussetzung für den reibungslosen Ablauf der Produktion und die Entfaltung der individuellen Potentiale und Kenntnisse zu verbessern. Umgekehrt nimmt der Mitarbeiter in modernen Konzepten der betrieblichen Gesundheitsförderung als Träger eine wesentliche Funktion ein. In partnerschaftlich geführten Betrieben steigt nicht nur die Mitverantwortung für unterschiedlichste Wettbewerbsziele, sondern auch die Verantwortung dafür, „fit für den Job“ zu bleiben. D.h. es müssen einerseits die Bedingungen geschaffen werden, dass das Gesundheitsrisiko in Grenzen bleibt, andererseits ist die betriebliche Schulung ausschlaggebend, um die Mitarbeiter kompetent zu machen für ihre Gesundheit. Damit gewinnt für Unternehmer dieses Feld der Direktionspflichten an Gewicht und strukturiert sich völlig um.

3) Veränderung des Wettbewerbs und des Innovationskonzeptes. Dieses Vorgehen stimmt dann auch mit der allgemeinen Veränderung der Gestalt des Wettbewerbs überein, der kaum noch als diskreter Kosten- und Produktivitätswettbewerb voran gebracht werden kann. Wettbewerb basiert in einer ausgereiften Gesellschaft auf ei

¹ Arbeiten dazu haben durchgeführt: Müller R., Gesunde Beschäftigte, und Qualität der Arbeit durch Gesundheitsmanagement, Gesundheitsförderung und Arbeitsschutz im Betrieb, Vortrag anlässlich des 7. Forums Gesundheit der Stadt Heidelberg, 23.11.2000. Vergleiche auch Arbeiten von Michael Kastner im Zusammenhang des Vorhabens GESINA, Gesundheits- und Arbeitsschutz in neuen Arbeits- und Organisationsformen. Einen Einblick in die Belastungsmessung traditioneller Produktionsstrukturen geben: Prior, A. und Renner, A., Bilanzierung belastungsorientierter Gesundheitsförderung im Betrieb - unter besonderer Berücksichtigung der körperlichen Belastung. Schriftenreihe der Bundesanstalt für Arbeitsschutz, Fb. 723, Dortmund/Berlin 1995.

nem Netz von Zielen und Parametern, die in kontinuierlicher Wechselwirkung zueinander optimiert werden, und in denen sog. qualitative Aspekte, soziale Gestaltung bzw. das „social shaping“, „soft factors“ oder die Rücksicht auf einen „Wandel in den Werten“ eine große Rolle spielen. Innovation setzt sich aus der gesamtheitlichen Sicht z.B. aus folgenden Parametern zusammen:

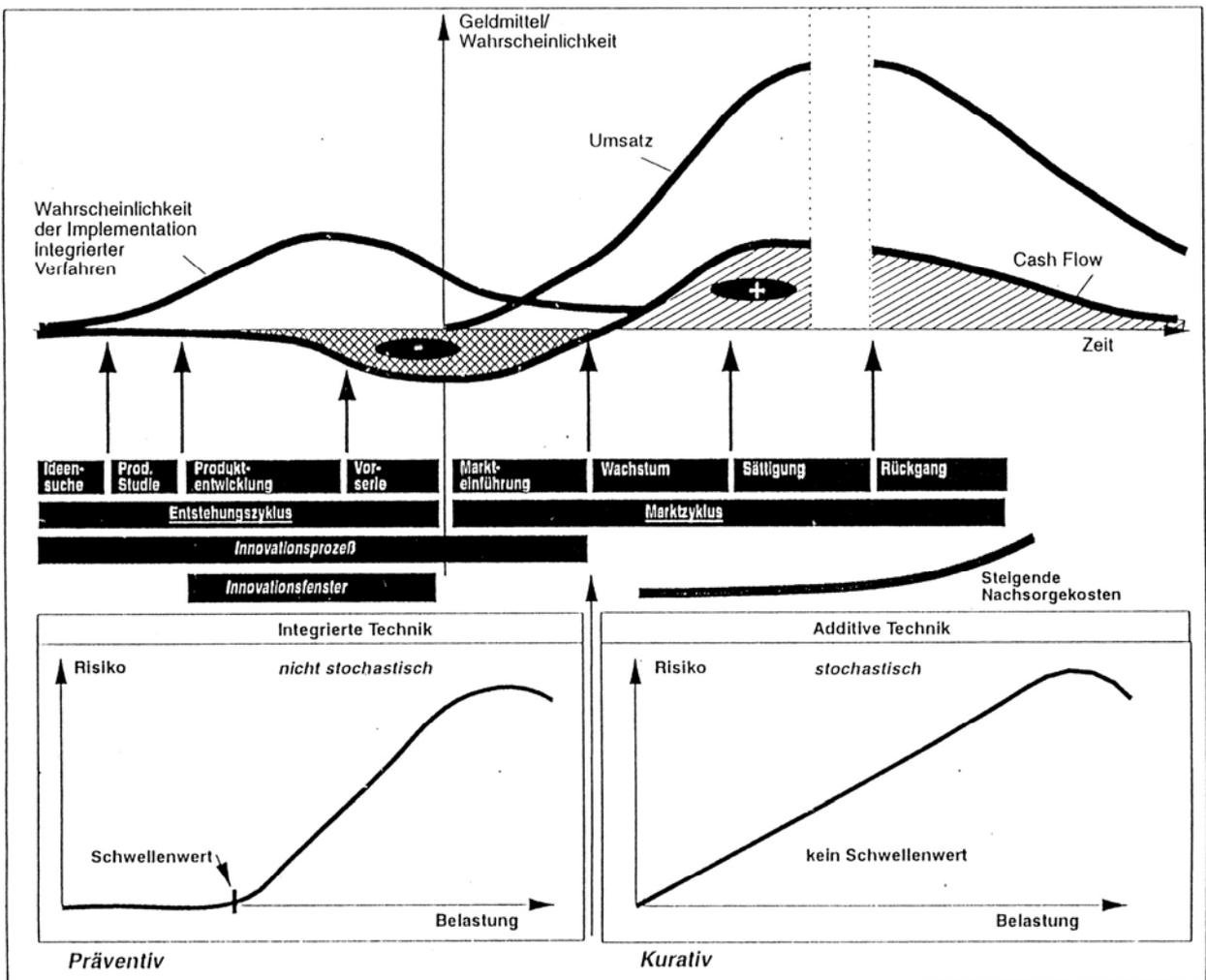
- Erhöhung der Produktivität, Senkung der Kosten,
- Verbesserung des technischen Niveaus,
- Wahl des Produktionsstandortes,
- Anwendung von Automatisierung und Informationstechnologie,
- Erhöhung der Flexibilität und Qualität,
- Verbesserung der Arbeitsbedingungen,
- Qualifizierung,
- Reorganisation,
- Anpassung der Führungskonzepte,
- Umweltschutz,
- und eben Verbesserung der betrieblichen Gesundheitsförderung.

Diese Arbeit ist das Ergebnis der Erfahrung mit erfolgreichen Unternehmen. Sie versteht sich deshalb nicht als Beitrag zu der Debatte um den Standort Deutschland. Diese Debatte atmet zu sehr die Sorgen wenig innovativer, wenig flexibler und damit auch wenig ökonomisch agierender Unternehmen. Für diese ist, dies sei betont, der Standort Deutschland bedroht, so wie jeder Standort auf der Welt. Im Gegenteil, der Standort Deutschland ist für nicht innovative Unternehmen ein relativ günstiger Standort, weil die hohe Absicherung und aktive soziale Leistung hier auch grobe Fehlentscheidungen im Zweifel sozial verträglich macht. Es ist nicht nur das Ziel, in diesem Sinn die Fehlerfreundlichkeit der Produktion zu steigern, sondern eben die Unternehmenskultur zu unterstützen, die den heute möglichen Innovationsrahmen wirklich ausschöpfen will.

Innerhalb dieses Wettbewerbsmusters kommt es unternehmerisch darauf an, möglichst viele Potentiale des Unternehmens im Sinne dieser Innovationsmerkmale zu aktivieren. Betriebliche Gesundheitsförderung muß in den Innovationsprozess eingebettet werden, wobei eine enge Verzahnung mit dem allgemeinen Innovationsgeschehen nötig ist. Mit dem Ziel, möglichst präventive und in den Produktionsprozess einbezogene Lösungen (integrierte betriebliche Gesundheitsförderung) zu erhalten, muss diese Verknüpfung sehr genau in die Innovationszyklen passen (vgl. Abbildung 1). Die Erfahrung aus vielen Vorhaben zur sozial- und umweltverträglichen Gestaltung von Arbeit und Technik, des „Social Shaping“ usw. belegen, dass diese Integration von betrieblichen Nebenzie-

Abbildung 1

Produktlebenszyklus und betriebliche Gesundheitsförderung



Quelle: ifo Institut für Wirtschaftsforschung, München.

len, bzw. „Soft Factors“, für das Gelingen betrieblicher Prozesse entscheidend ist. Es gelten jedoch drei Regeln:¹

- Die Gestaltung dieser betrieblichen Ebenen kann sonst unwirtschaftliche Prozesse nicht wirtschaftlich machen und sonst nicht innovative Betriebe nicht innovativ, hier gilt ähnliches wie im Umweltschutz.²
- Unternehmen, die jedoch einen hohen Standard der Innovationsbereitschaft, der Innovationsdynamik, der Lernfähigkeit und der allgemeinen Fähigkeit, Probleme anzugehen und zu lösen, haben, halten in der Regel auch bei der Lösung von "Soft Factors" einen hohen Standard vor. Sie besitzen also auch ein Problemlösungspotential, um Herausforderungen im Umfeld der Sozial- und Umweltverträglichkeit oder eben des Arbeits- und Gesundheitsschutzes zu begegnen.
- Die Rangfolge und Wertigkeit der Merkmale und Ziele ändert sich und damit auch deren unternehmerische Bedeutung. War bis Anfang der 90er Jahre der Umweltschutz noch wichtiges Innovationsnebenziel, verliert dieser Aspekt, auch aufgrund besserer Aufklärung und Lösung, an Gewicht gegenüber all den Zielen, die die Effizienz der Produktion verbessern oder sichern. Betriebliche Gesundheitsförderung gewinnt als Merkmal an Bedeutung, welches die Arbeitsfähigkeit steigert, die Leistungsbereitschaft fördert, die Lernpotentiale verbessert und verdeckte Risiken der Leistungsfähigkeit eines Unternehmens verringert.

4) Finanzierungsprobleme, externe Kosten der Produktion. Daneben sieht sich die betriebliche Gesundheitsförderung, wie der gesamte Gesundheitssektor auch, einem Finanzierungsproblem ausgesetzt. Die Diskussion um die externen Kosten, bzw. sozialen Folgekosten der Produktion ist ja nicht neu. Eine wirkliche Lösung der Reduzierung der sozialen Folgekosten der Produktion ist mit der Abkehr von einer materialintensiven Produktion, die vor allem auf risikoreicher körperlicher Arbeit fußte, wahrscheinlicher geworden. In traditionellen Produktionsstrukturen stand eher die Frage nach Berufskrankheiten im Vordergrund. Jetzt sind es arbeitsbedingte Erkrankungen mit komplexen Ursache-Wirkungsmustern, die zu gestalten sind. Im Kern dominierten trotz der Grundparameter des Arbeitssicherheitsgesetzes früher nachsorgende Verfahren, die sich am allgemeinen Gesundheitssystem orientierten, sich auch wesentlich daran entlang entwickelten und darauf abstützten, ohne dass das allgemeine Gesundheitssystem eine be

¹ A. Ritter, Th. Langhoff, Arbeitsschutzmanagementsysteme, Schriftenreihe der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin, Fb. 792, Dortmund/Berlin 1998.

² Hoffnungen auf die "doppelte Rendite" bzw. den "Faktor 4" in der Produktivitätssteigerung sind an realen Produktionsbedingungen gescheitert.

sondere arbeitstypische Fachorientierung hätte aufbauen können. Niedergelassene Ärzte diagnostizieren und therapieren noch heute nicht selten ohne genauen Einblick in die komplexen Ursache-Wirkungs-Beziehungen der Gesundheitssituation in modernen Produktionsstrukturen. Die traditionelle Arbeitsmedizin hatte u.a. drei Funktionen - einmal geht es um die Prävention von Berufskrankheiten, sodann um die Manifestierung von Ansprüchen (Festlegung von Expositionszeiten und Leistungsnormen, von Kriterien für Frühverrentung, Kuren, Zuweisung von Verantwortlichkeiten für Verursachung und Folgelasten usw.) und zuletzt um die ergonomische Gestaltung der Produktionsmittel und die Verbesserung der Interaktion von Mensch und Maschine. Mit der präventiven Gestaltung, und mehr noch mit dem Prinzip der Gesundheitsförderung, rückt der Abbau bzw. das Management von Risiken im Vergleich zur Definition der Verursachungsprinzipien und Verantwortlichkeiten der Finanzierung von Folgelasten in den Vordergrund. Es ist zu erwarten, dass diese neue Qualität der an der Gesundheit orientierten Betriebsführung nur gelingt, wenn die Mitarbeiter Kompetenz für die Erhaltung ihrer Gesundheit entwickeln (Gesundheitspartnerschaft).

Mit der Gesundheitsreform ist es nötig, die externen sozialen Kosten der Produktion im Gesundheitssektor zu minimieren und im Sinne des britischen Nationalökonomen Alfred Marshalls positive „External Economies“ aufzubauen. Produktionstheoretisch bedeutet dies, dass die Produktion das öffentliche Gut „Gesundheit“ teilweise selbst erstellen muss (erweiterter Innovations- und Produktivitätsbegriff). Ein funktionaler betrieblicher Gesundheitsschutz ist in der Lage, die Transaktions- also die Ausführungs- und Betriebskosten der Gesundheitsfürsorge auf direktem Wege zu senken. Ohne eine Einbuße im Statuts der Beschäftigten einzugehen, sind präventive Maßnahmen in den Unternehmen unumgänglich, die als Verfahrensprävention eine effizientere Nutzung der Ausgaben für Gesundheit im Betrieb möglich machen. Moderne betriebliche Gesundheitsförderung im Sinne des gesamtzeitlichen Innovationsdenkens, welches den Mitarbeiter und seine Fähigkeiten in den Mittelpunkt stellt, hat den Vorteil, durch Einbau von Risikoabbau in die Produkte und Prozesse die Prävention - ähnlich dem integrierten Umweltschutz - einen "salutogenetische" Grundhaltung zu fördern und dabei Selbstfinanzierungseffekte anzuregen. Ähnlich wie im Umweltschutz auch durchläuft die betriebliche Gesundheitsförderung einen Paradigmenwechsel, also einen Wandel von der Verhaltens- über die Verhältnisprävention zur Verfahrensprävention.

5) Selbstfinanzierung durch bessere Kosten-Nutzen-Relationen. Die Chancen für derartige Effekte sind recht gut. Man muss von folgenden Tatsachen ausgehen: Unsere Gesellschaft erleidet trotz des hohen Niveaus der Gesundheitsförderung durch Fehlzeiten im Jahr schätzungsweise einen Arbeitsausfall, der einem Arbeitspotential von ca. 3,4

Mill. Arbeitskräften entspricht (Arbeitslosigkeit im Vergleich 1997: 4,6 Mill.). Trotz dieses immensen Budgets an Zeit, das der Sicherung des Gesundheitsstatus der Mitarbeiter dient, kann z.B. bei gewerblichen Arbeitnehmern in Unternehmen des verarbeitenden Gewerbes damit gerechnet werden, dass bei gut einem Drittel der Belegschaft gesundheitliche Befunde vorliegen, die ärztliche Überwachung anempfehlen, teilweise ohne dass die Betroffenen davon wissen. Entsprechendes geht aus Untersuchungen der Forschungsgruppe Stress der Universität Heidelberg hervor. In Betrieben Ostdeutschlands z.B. wurden bei einem Sample von 121 Mitarbeitern z.B. 131 medizinische Befunde festgestellt, wobei eine zusätzliche, etwa gleich hohe Häufigkeit an Beschwerden ohne medizinische Befunde entdeckt wurde.¹ Dies lässt trotz guter Versorgung insgesamt nicht nur auf eine geringe Effizienz von Maßnahmen, sondern auch auf beträchtliche verdeckte, gesundheitliche Risiken und teilweise ungeklärte Ursache-Wirkungs-Zusammenhänge schließen. Es konnte dabei folgende Relation aufgestellt werden: Der folgende funktionelle Zusammenhang versteht sich als Wahrscheinlichkeit (W) in Prozentanteilen an der Beschäftigung. Diesem Ergebnis lagen Betriebsdaten zugrunde. Es wurden Mitarbeiter eines feinkeramischen Betriebs² auf Beschwerden nach der "Freiburger Beschwerdenliste" im Vergleich zu dem konkreten Gesundheitsstatus untersucht. Es wurde eine Korrelation über alle Mitarbeiter und alle Beschwerdemerkmale mit folgendem Ergebnis durchgeführt.

$$W_{\text{Erkrankungen (i) (\%)}} = 3,3 + 0,72 * W_{\text{Beschwerden (j) (\%)}}$$

i = Krankheiten nach der ICD Klassifikation, j= entsprechende Beschwerden nach der Freiburger Beschwerdenliste.

Die Formel kann demnach als eine Art Betriebskennzahl benutzt werden, um aufgrund von Beschwerden, die leicht abfragbar sind, auf den Gesundheitsstatus einer Belegschaft zu schließen. Die ungünstige Kosten-Nutzen-Relation herkömmlicher betrieblicher Gesundheitsförderung spiegelt sich auch in der Kosten-Nutzen-Kurve wider. Man kann allgemein davon ausgehen, dass betriebliche Gesundheitsmaßnahmen nur 10 bis 15 % der Gesundheitsrisiken abdecken und sich dabei auf einen kleinen Ausschnitt gut erforschter Syndrome und Ursache-Wirkungs-Zusammenhänge beziehen. Für diesen vergleichsweise kleinen Teil wirklich durchdachter und halbwegs beeinflussbarer Gesundheitsprobleme im Betrieb wird auch ca. 90 % des Budgets ausgegeben. Für die üb

¹ U. Adler, Betriebliche Gesundheitsförderung als Element moderner Produktionsmethoden (Veröffentlichung in Vorbereitung).

² Es handelte sich um eine hochqualifizierte Belegschaft, die ein Qualitätsprodukt herstellte. Die Zahlen entstammen dem Projekt: Arbeitsmedizinisches Diagnostik- und Beratungszentrum Sachsen-Thüringen. H. Mayer u.a., Endbericht zu dem Vorhaben des Bundesarbeitsministeriums, Arbeitsmedizinisches Diagnostik- und Beratungszentrum Sachsen-Thüringen, ADB-Hainichen.

rigen 85% bis 90 % wichtiger, aber wenig erforschter Syndrome und Ursache-Wirkungs-Zusammenhänge wird nur ca. 10 % der Budgets für betriebliche Gesundheitsförderung ausgegeben. Für viele Bereiche ist dies plausibel, weil eben mit dem Verschwinden der körperlichen Arbeit im Betrieb auch das herkömmliche Lösungsrepertoire zur Bewältigung von Berufskrankheiten an Bedeutung verliert und damit die Wirksamkeit des klassischen Lösungsrepertoires bei moderner Arbeit nachlässt. Wichtig wird eben der Kreis arbeitsbedingter Erkrankungen. Die Notwendigkeit zur Suche nach wirksameren Konzepten empfiehlt sich schon aus diesem Wirtschaftlichkeitsproblem. In ähnlichen Gebieten sozialer betrieblicher Gestaltung sind selbst bei traditionellen Konzepten ungleich günstigere Kosten-Nutzen-Verhältnisse zu finden. Nur um ein vergleichbares Problem gegenüberzustellen: Im klassischen nachsorgenden Umweltschutz, z.B. in der Luftreinhaltung von SO₂-Verschmutzung rechnet man damit, dass man mit 30 % des nötigen Gesamtaufwandes zur völligen Reduktion von SO₂-Luftschadstoffen nach dem Stand der Technik (BAT, Best Available Technology) ca. 70 % der Umweltrisiken beseitigt. Mit 50 % des Aufwandes nach BAT werden ca. 80 % und mit 100 % werden etwa 95 % (technisch erreichbarer Reinigungsgrad nach BAT) der Gesamtverschmutzung bewältigt.

Neben der ungünstigen Kosten-Nutzen-Verhältnisse in der klassischen betrieblichen Gesundheitsförderung muss man, was Fehlzeiten und ihre Wirkung auf die Arbeitsabläufe angeht, damit rechnen, dass, je nach Organisation Qualitäts- und Produktivitätsverluste auftreten. Die dramatischen Leistungseinbrüche traditioneller Linienorganisationen, in denen bis zu drei Mitarbeiter als Ersatzkräfte für routinierte Mitarbeiter bei fast unlösbaren Einarbeitungsprozessen nötig waren, sind im Rahmen des „Lean Management“ die flexibilitätsabhängigen Leistungsverluste auf ca. 5% bis 15 % zurückgegangen. Dennoch kann, wenn man die geltende Fehlzeitenstatistik zugrunde legt, über die Industrie geschätzt, mit einem Reibungs- und Anlernverlust von ca. 0,5 Mill. Arbeitskräften pro Jahr gerechnet werden. Die Qualitätseinbußen sind bei dieser Rechnung vernachlässigt, weil sie nicht quantifiziert sind. Bei konservativen Konzepten der betrieblichen Gesundheitsförderung hängt das Gefährdungsmuster sehr stark von dem individuellen Kenntnisstand und der persönlichen Arbeitseinstellung bzw. Risikoneigung ab. Insofern tendieren diese Konzepte eher zu stochastischen Gefährdungsmustern (jede Belastung summiert sich zu Gesundheitsrisiken). Die angestrebte präventive Gesundheitsförderung hat ein besseres Kosten-Nutzen-Verhältnis, weil sie einem nicht stochastischen Gefährdungsmuster folgt (Schwellenphänomen - vgl. Abb. 1). Aus der Sicht dieses Schwellenproblems kann man erwarten, dass sich der Grundverlust einer Produktion, welcher durch die Gefährdungssituation mitverursacht ist, verringert. Es ist zu erwarten, dass ein integrierter Gesundheitsschutz im Betrieb also erhebliche positive

Renditen erzeugt. Das Vorgehen und der Nutzen betrieblicher Gesundheitsförderung zu Projektbeginn stellte ein Resümee der Tagung der Bundesanstalt für Arbeit zusammen. Die Wahrnehmung des Nutzens entsprechender Aktivitäten drückte W. Jeiter auf dieser Tagung so aus: "Mir ist kein Betrieb in Deutschland bekannt, der aufgrund von Ausgaben für den Arbeitsschutz in Konkurs gegangen wäre. Andersherum jedoch wissen wir ganz genau, dass Firmen, die Sicherheit und Gesundheit als Thema im Betrieb vernachlässigen ..., nicht mehr konkurrenzfähig sind. ... Das Thema (ist) ... Bestandteil einer Unternehmenskultur und moderner Management- und Produktionskonzepte."¹ Er definiert den Nutzen einschlägiger Maßnahmen als Beitrag zu einer, wie es Horst Mayer nennt, "protektiven und gesundheitlich förderlichen Betriebsorganisation" folgendermaßen:

- "Sicherung der Kontinuität des Produktionsprozesses durch Erhöhung der Anwesenheit (Abbau von Fehlzeiten und Fluktuationen),
- Flexibilisierung der Produktion durch höhere innerbetriebliche Verfügbarkeit und Bewusstmachung der betrieblichen Engpassfaktoren,
- Steigerung der Qualitätsstandards durch Verringerung von Ausschuss, im Rahmen eigenverantwortlicher Sicherheitsphilosophie,
- Aktivierung von Verbesserungsvorschlägen durch Zirkulararbeit im Arbeits- und Gesundheitsschutz,
- Höherqualifizierung der Belegschaft durch besseres Verständnis für die Ganzheitlichkeit des Produktionsprozesses,
- Verbesserung des betrieblichen Sozialsystems; Erhöhung der Arbeitszufriedenheit, Verbesserung des Betriebsklimas und der Kooperationsbereitschaft und...
- Prestigegewinne auf dem Arbeits- Beschaffungs- und den Absatzmärkten."²

Zur Durchführung entsprechender sozio-ökonomischer Analysen in Form von traditionellen und erweiterten Wirtschaftlichkeitsanalysen, Kosten-Nutzen-Analysen, Kosten-

¹ W. Jeiter, Begrüßung der Teilnehmer der Tagung "Gesundheitsförderung im Betrieb" durch den Leiter der Bundesanstalt, in: U. Brandenburg, u.a. Gesundheitsförderung im Betrieb, S.6 ff. Schriftenreihe der Bundesanstalt für Arbeitsschutz, Tb. 74, Dortmund/Berlin, 1996.

² W. Jeiter, a.a. O. 1996, S.6.ff.

Wirksamkeits-Analysen und Nutzwertanalysen liefern u.a. die Arbeiten von W. Krüger, P. Müller und K. Stegmann einen guten Überblick¹.

Es ist das Ziel moderner Ansätze der betrieblichen Gesundheitsförderung, nicht nur Lernprozesse anzuregen, sondern ganz konkret Lösungsmuster modulartig aufzubauen und dabei eben eine andere Wirtschaftlichkeitsebene der Maßnahmen anzustreben. Dazu ist es nötig, die herrschende Situation in der Weise zu verändern, dass im Falle der betrieblichen Gesundheitsförderung nicht mehr auf der Basis medizinisch wie ökonomisch falscher oder unvollständiger Information entschieden wird. Zeitgemäße Ansätze der sozial- und umweltverträglichen Gestaltung und damit der Maßnahmen der Gesundheitsförderung speziell, müssen sich konzeptionell wissenschaftlich und technisch an die Form der betrieblichen Modernisierungsstrategie anpassen, damit sie im Rahmen dieser laufenden Modernisierungsprozesse in die Produkte, Dienste, Produktionsmethoden, Produktionsabläufe und Bildungscurricula eingebaut werden können. So gesehen dienen diese Maßnahmen auch dem Abbau volkswirtschaftlicher Verluste. Die jährlichen volkswirtschaftlichen Kosten von Arbeits- und Wegeunfällen² z.B. wurden von H. Baum u.a. Ende der 90er Jahre mit 6,74 Mrd. € (13 Mrd. DM) ermittelt.³

6) Die Frage „Arbeit und Sehen“ ist in diesem Zusammenhang ein Baustein von vielen zur Auffindung eines konsistenten Konzeptes der präventiven Gestaltung der betrieblichen Gesundheitsförderung. Das Verbundvorhaben hat, wie noch belegt wird, bewiesen, dass das gesamte Gebilde „Sehen in der Arbeit“ erst langsam in seiner Komplexität verstanden wird. Es hat sich gezeigt, dass sich das „Sehen in der Arbeit“ in seinen Hauptausprägungen und in der Häufigkeit der Sehaufgaben mit dem Wandel der Arbeitsanforderungen mit verändert hat. In traditionellen Produktionssystemen mit einem hohen Anteil körperlicher Arbeit lagen einfache Sehanforderungen vor, die im Be-

¹ W. Krüger; P. Müller, K. Stegmann., Kosten-Nutzen-Analyse von Gesundheitsförderungsmaßnahmen, in: Schriftenreihe der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin, Fb. 783 Dortmund/Berlin, 1998. BAuA, Tagungsbericht: Neue Ansätze zur Kosten-Nutzen-Analyse des Arbeits- und Gesundheitsschutzes, Schriftenreihe der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin, Tb. 80, Dortmund/Berlin 1997. Eine umfassende Darstellung der Kosten-Nutzenanalyse im Umfeld der betrieblichen Gesundheitsförderung liefert der Tagungsband: J. Mossink, F. Licher, (editors), Costs and Benefits of Occupational Health and Safety, Amsterdam, NIA-TNO, 1997. Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin, Arbeitsschutz und Wirtschaftlichkeit. Fortlaufend aktualisierte Zusammenstellung von Veröffentlichungen, Hinweisen auf Forschungsberichte, Vorträge und Materialien, Dortmund 1997.

² Vgl.: H. Baum, M. Heibach, K.-J. Höhnscheid, Volkswirtschaftliche Kosten von Arbeits- und Wegeunfällen, S. 75, in: Schriftenreihe der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin, Fb. 808, Dortmund/Berlin 1998.

³ Die institutionellen Aspekte der Bewältigung volkswirtschaftlicher Verluste werden gegenwärtig vom Autor anhand der Funktion von technischen Aufsichtsbehörden ausgearbeitet.

reich des Umfeldsehens oder der Wahrnehmung von Symbolen zu suchen waren. Moderne Produktionsmethoden, insbesondere solche mit Bildschirmarbeit, verlangen exaktes foveales Sehen, oft mit hohen Anforderungen an die Präzision und das Erlernen unterschiedlicher gleichzeitig auszuübender Seh- und Überwachungsrouninen.

J. Wahl, E. Kraus-Mackiw, H. Mayer und¹ haben ergänzend und übereinstimmend herausgefunden, dass von Produktionsmethoden, Arbeitsabläufen und Arbeitsplätzen, die an die visuellen Eigentümlichkeiten der menschlichen Augen nicht angepasst sind, erhebliche gesundheitliche Beeinträchtigungen ausgehen. Sie betreffen sowohl die Verstärkung von altersbedingten Veränderungsprozessen im Sehapparat, wie auch die Förderung von Fehlhaltungen im Arbeitsablauf als auch die Generierung neuer Felder arbeitsbedingter Risiken. Umgekehrt wirken sich klassische Stressphänomene üblicherweise auf die Gesamtwahrnehmung der Arbeit und auf ihre Bewältigung aus. Sie fördern körperliche Reaktionen und betreffen die körperliche Gesamtfunktion. Sie schlagen sich in gleichem Maße auf den Sehapparat wie auch auf die körperliche Gesamtfunktion nieder. Ähnliche Reaktionen, wie sie z.B. durch Stress auf das Herz ausgeübt werden (Verkrampfungen, Nachlassen von Entspannungsphasen, Daueraktivität), übertragen sich auch auf die Augen und deren Adaptationsfähigkeit, Regenerationskraft und Sehschärfe. Diese Ergebnisse wurden, wie noch zu sehen sein wird, in dem Vorhaben „Sehen und Arbeit“ zugänglich, indem die Frage nach der Qualität des des beidäugigen Sehens (BOS-BinOkularSehen) verstanden war. Daneben erwächst eben aus dem Zwang zum präzisen Sehen eine Einschränkung der Körperhaltung, was bei Langzeitbelastungen zu signifikanten Fehlhaltungen führt. Aus den Folgearbeiten zu „Arbeit und Sehen“ konnten inzwischen eine Reihe von bisherigen Thesen zu dem Verursachungs-Wirkungs-Kreis „Sehen und Gesundheit“ bis hin zu bisher als sinnvoll empfundenen Präventionsstrategien fortgeführt, relativiert oder gar widerlegt werden.

Das Vorhaben „Entwicklung von Methoden zur Identifikation visueller Ursachen arbeitsbedingter Gesundheitsrisiken und hierauf bezogener Präventionsstrategien im betrieblichen Gesundheitsschutz“ liefert insofern Ergebnisse, die nicht nur für die klassische ergonomische Gestaltung der Arbeit (Zollstock-Ergonomie), sondern auch für die Entwicklung von Produktionsverfahren, und damit für die Modernisierung der betrieblichen Gesundheitsförderung entscheidend sind. Gegenstand der Teilvorhaben war die

¹ J. Wahl, Untersuchung der Zusammenhänge zwischen Befunden und Beschwerden bei Bildschirmarbeitern unter besonderer Berücksichtigung des beidäugigen Sehens, S. 7 ff., Heidelberg 1996; E. Kraus-Mackiw, H. Mayer, Der berufstätige Patient in der klinisch orthoptischen Sprechstunde, St. Pölten/Heidelberg 1998., und E. Kraus-Mackiw, H. Mayer Augenbeschwerden und Bildschirmarbeit, in: Sichere Arbeit 6: 34--36, Wien 1998.

Untersuchung des Zusammenhangs zwischen dem Wandel der Arbeitsaufgaben und den Sehanforderungen, was wiederum im engen Zusammenhang mit der Beleuchtung des Arbeitsplatzes stand. Die traditionelle Büroarbeit mit Schreibmaschine und Papier verlangte eine gleichmäßig hohe Ausleuchtung des Arbeitsraumes. Mit der Einführung des Computers zeigte sich, dass diese Grundausleuchtung mit dem Zweck, Blendungen im Bildschirmhintergrund zu vermeiden bzw. zu reduzieren und durch zusätzliche Einzelplatzleuchten zu ergänzen ist. Optimal wurde ein 60 mal 60 cm großes, nach DIN 5035 mit mindestens 500 Lx beleuchtetes Arbeitsfeld in einem Arbeitsraum mit reduzierter Grundausleuchtung empfunden.¹

Zudem nimmt die gängige Produktionsplanung und -steuerung Prozess- und damit Arbeitsabläufe in Kauf, in denen der arbeitende Mensch weitgehend Regler zur Prozessführung ist. Dies ist gerade bei reinen Steueraufgaben der Fall. Diese Arbeitsumstände ziehen nicht selten hochkonzentrierte visuelle Arbeit nach sich, die noch dazu informatorische Mehrfachbelastungen aufweist. Eine sensorisch-kognitive Ergonomie hat wohl nur Chancen, wenn sie nicht allein Anforderungen an die Darstellung von visueller Arbeit formuliert, sondern auch Hinweise für eine Prozessführung gibt, die der Mensch bewältigen kann. Die folgende Abhandlung zeigt, dass das Vorhaben „Arbeit und Sehen“ in diesem Zusammenhang Wege aufgedeckt hat, und Instrumente entwickeln konnte, in welcher Weise die Funktionalität des Sehens in der Arbeit abzubilden ist, wie auch den Beweis des Zusammenhangs zwischen Gesundheit am Arbeitsplatz und Sehen führen konnte. Das nächste Kapitel entwickelt zuerst den heute gültigen Gesamtrahmen menschlichen Handelns in der Arbeit als Mensch-Maschine-Interaktion in der Interpretation eines traditionellen Regelsystems. Dabei wird auf Grenzen dieses Ansatzes hingewiesen. Es werden die Funktionen des Sehens erläutert und daraus Anforderungen für die Gestaltung von visuellen Anforderungen entwickelt. Aus dieser Analyse folgen dann Thesen, zur Interpretation der die Ergebnisse des Kapitels 4 nach bestimmten Ursache-Wirkungs-Zusammenhängen der Entstehung arbeitsbedingter Erkrankungen.

¹ Vgl.: D. Gall, C. Vandahl, U. Greiner Mai, S. Wolf, H.-P. Helm, Einzelplatzbeleuchtung und Allgemeinbeleuchtung am Arbeitsplatz, Schriftenreihe der Bundesanstalt für Arbeitsschutz, Fb. 753, Dortmund/Berlin 1996. Zu den rechtlichen Fragen vergleiche auch: Ergonomische Büroraumplanung und -gestaltung, in: Arbeitsrecht im Betrieb, 2/1998, S. 63. f. Vgl. auch: D. Bauer, Güteprüfung von Bildschirmen, Schriftenreihe der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin, Technik 11, Dortmund/Berlin, 1996. Ch. Stray und Th. Riesenecker-Caba, EU-CON II - Softwareergonomische Bewertung und Gestaltung von Bildschirmarbeit, Dortmund/Berlin 1999; H.W. Bodmann, K. Eberbach, H. Leszczynska, Lichttechnische und ergonomische Gütekriterien der Einzelplatzbeleuchtung im Büro, Schriftenreihe der Bundesanstalt für Arbeitsschutz, Fb. 712 Dortmund/Berlin 1995.

3 Sehen und Arbeit - Voraussetzungen, Möglichkeiten und Grenzen visueller Arbeit

3.1 Theoretische Grundlagen

In der Ergonomie lässt sich die Einbindung des Menschen in den Arbeitsprozess im Sinne der Mensch-Maschine-Interaktion als „statisch“ und „dynamisch“ charakterisieren.¹

Statisch heißt eine Aufgabe dann, wenn sie, wie z.B. eine Texterfassung, eine Programmierarbeit, die Konstruktion von Maschinen oder das Cutten von Rohfilmmaterial in der visuellen Darstellung der Information, welche für die Arbeit wesentlich ist, von der Bedienperson im Zeitablauf selbst vorgegeben ist. „Hier liegt statische Interaktion vor. Statisch insofern, dass, wenn der Benutzer nicht agiert, dann verharrt das System in einem unveränderten Zustand. Somit bleibt, soweit keine arbeitsorganisatorischen Einschränkungen vorliegen, die Zeitautonomie des Arbeitenden erhalten, und es entfallen Stresskomponenten wie Zeitdruck beim Eingeben von Zeichen- und Befehlsfolgen. Bei der Arbeit mit statischen Systemen kann in kritischen oder komplexen Situationen der nächste Handlungsschritt überdacht oder möglicherweise sogar ausprobiert werden, so dass beispielsweise ein aktives Lernen durch Fehlerexposition im Arbeitsprozess möglich bleibt.“²

Dynamisch bezeichnet man eine Form der Arbeit, bei der die Informationsaufnahme durch einen selbsttätig ablaufenden Prozess vorgegeben ist. „Bei Steuer-, Regelungs- und Überwachungsarbeiten, (wie z.B. in der Verfahrenstechnik, in Stahlwerken, Kraftwerken, Kläranlagen, Wasserwerken oder Prüflabors) besitzen Arbeitsmittel und Arbeitsgegenstand eine eigene Dynamik. ... Im Gegensatz zur Arbeit mit „statischen“ Systemen sind für die Arbeit mit dynamischen Prozessen eine hohe Maschinenbedienung und ein weitgehender Wegfall der Zeitautonomie typisch.“³ Fehlhandlungen sind schwer duldbar, in der Regel gibt es, wie in statischen Systemen, keine „UNDO“ Funktion.

¹ Vgl. hierzu: A. G. Fleischer, G. Becker, Auswirkungen informatorischer Mehrfachbelastungen bei Prozeßüberwachung, Schriftenreihe der Bundesanstalt für Arbeitsschutz, Fb. 739, Dortmund/Berlin 1999, S. 4 ff. und die Literatur dort.

² A. G. Fleischer, G. Becker, Auswirkungen informatorischer Mehrfachbelastungen a.a.O. S.4.

³ A. G. Fleischer, G. Becker, Auswirkungen informatorischer Mehrfachbelastungen a.a.O. S.4, Einschub in Klammern durch den Autor.

Die gängige Gesetzgebung (DIN, ISO, EU-Normen) unterstellen den statischen Typ. In der Regel gibt es keine dynamischen Prozessführungsmuster, welche sich durch Lerneffekte der Bedienperson selbst anpassen, schon gar nicht deren visueller und perzeptorischer Leistungsfähigkeit und Eigentümlichkeit.

Aus regeltechnischer Sicht sind folgende Ansätze denkbar:

1. **Kompensationsregelung** - Regelung nach angezeigtem Differenzwert zwischen Soll- und Ist-Größe.
2. **Nachfolgeregelung** - Regelung nach angezeigten Werten von Soll- und Ist-Größe.

Die folgenden Abbildungen 2 und 3 zeigen in sehr schematischer, regelungstechnischer Form die Verhältnisse von Mensch und Maschine am Beispiel beider Regelverfahren. Um es gleich zu sagen, diese Arbeit muss sich immer wieder auf Darstellungs- und Anschauungshilfen stützen, die den Menschen im Arbeitsprozess nur grob abbilden. Es ist hier zu betonen, dass es dabei nicht darum geht, Hilfe zu liefern, die Leistungsmerkmale menschlicher Arbeit auf rigide Regelprozesse zu vereinfachen, sondern eben Hauptmerkmale des Systems Mensch-Maschine zu charakterisieren, auch um wichtige Gestaltungsdefizite herauszuarbeiten. In diesem Sinn ist auch die Abbildung 4 zu interpretieren, die den in Abbildung 2 und 3 beschriebenen Regelungsprozess mit dem Prozess kognitiver Eigenschaften des Menschen verknüpft.¹

Es hat wenig Zweck, die Verknüpfung der Handlungsebene und der kognitiven Ebene des Menschen hier zu wiederholen, es sei hier auf die Ausarbeitungen von A. G. Fleischer und G. Becker verwiesen. Der Prozess sei nur soweit erläutert, als er für das Problem „Sehen und Arbeit“ relevant scheint. Die Wechselwirkung zwischen Wahrnehmen und Handeln ist immer ein mehrstufiger, in sich verschachtelter Prozess des dauernden Prüfens, Interpretierens, Lernens und Handelns, bei dem Geübte einen hohen Grad an Habitualisierung erreichen. Das Spannungsfeld von Wahrnehmen und Handeln ist dabei kein linearer stetiger Prozess, sondern ein Cluster- bzw. Chaosprozess des parallelen Zuordnens von Reizen, Informationen, Lernschritten bzw. Habitualisierungscurricula und Handlungsmustern, die sich in einem dauernden Optimierungsprozess befinden. A. G. Fleischer und G. Becker postulieren, dass es sozusagen Prozesse geben muss,

¹ Ausdifferenzierte Ansätze zur Beschreibung der Mensch-Maschine-Interaktion sowie eine ausgefeilte Dogmengeschichte zu dieser Frage liefern auch J. K. Triebe und M. Wittstock, Anforderungskatalog für Softwareentwicklung, a.a.O. S. 13 ff. auf die hier nur hingewiesen sein soll.

Abbildung 2 und 3: Der Mensch als Regler - Kompensations- und Nachfolgeregelung

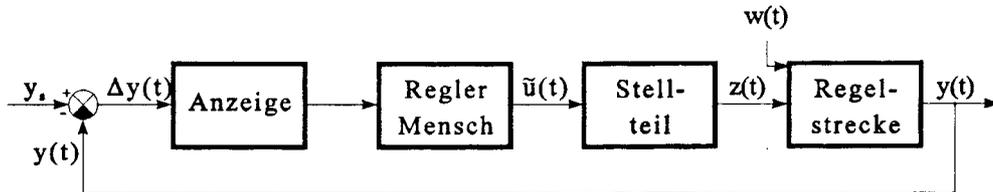


Abb. 2 Der Mensch als Regler. Beispiel einer Kompensationsregelung. Nach der Differenzbildung zwischen Regelgröße $y(t)$ und Sollwert y_s wird die Regelabweichung $\Delta y(t)$ von dem Menschen auf einer Anzeige wahrgenommen und mit Hilfe seiner Motorik eine Stellgröße $z(t)$ auf die Regelstrecke übertragen. Auf die Regelstrecke wirkt die Störung $w(t)$. Durch negative Rückkopplung wird der Regelfehler innerhalb der geforderten Grenzen gehalten.

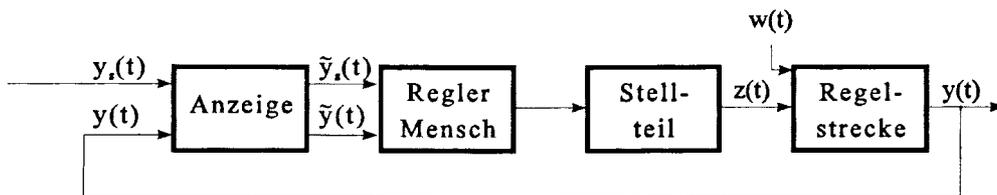
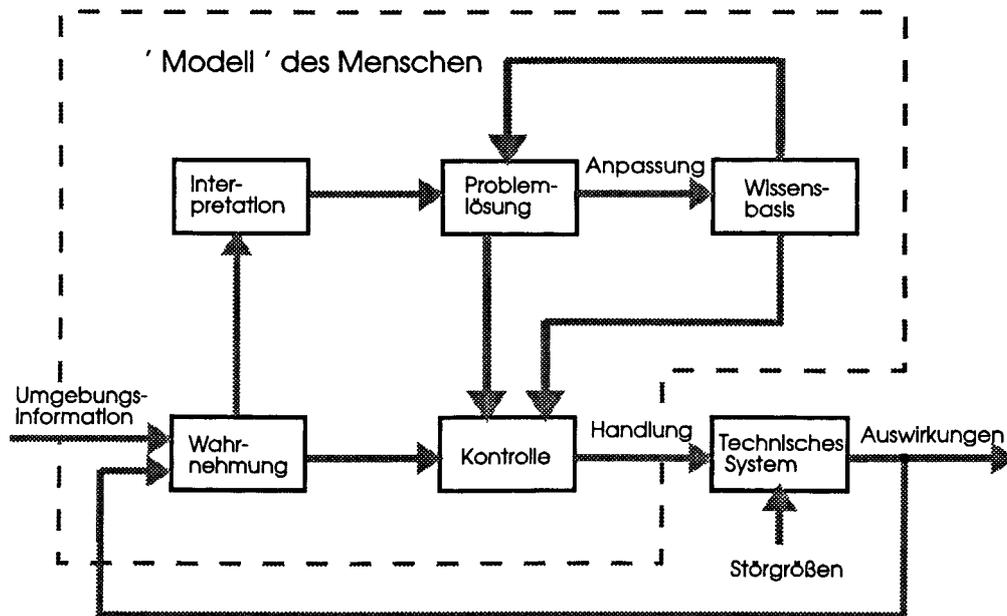


Abb. 3 Der Mensch als Regler. Beispiel einer Nachfolgeregelung wie sie beim Autofahren vorliegt. Eine einfache Differenzbildung zwischen Regelgröße $y(t)$ und Führungsgröße $y_s(t)$ erfolgt nicht mehr, sondern durch die direkte Beobachtung des Prozesses wird ein sehr viel umfangreicherer Informationsfluß vor dem Hintergrund der Aufgabenstellung sowie der individuellen Erfahrung bewertet und komplexe Handlungsstrategien bei der motorischen Generierung der Stellgröße angewendet. Aufgrund der zentralnervösen Informationsverarbeitung kommt es zu einer Verrechnung der beiden Signale $\tilde{y}(t)$ und $\tilde{y}_s(t)$. Durch die Motorik wird eine Stellgröße $z(t)$ auf die Regelstrecke übertragen. Auf die Regelstrecke wirkt zusätzlich noch die Störung $w(t)$. Durch negative Rückkopplung wird der Regelfehler innerhalb der geforderten Grenzen gehalten.

Quelle: A.G. Fleischer, G. Becker, Auswirkungen informationaler Mehrfachbelastungen bei Prozessüberwachung, Dortmund/Berlin 1996, S.5.

Abbildung 4: Der Mensch als Regler - schematische Erweiterung des Modells



Quelle: A.G. Fleischer, G. Becker, Auswirkungen informationaler Mehrfachbelastungen bei Prozessüberwachung, Dortmund/Berlin 1996, S.6.

die für die Perzeption und das Zusammenspiel von kognitiven Leistungen und Handlungen optimale Ausführungspfade herstellen. Das Handlungsergebnis im Arbeitsprozess hängt davon ab, wie variabel ein Prozess ist. „Je variabler ein der Versuchsperson dargebotener Prozess ist,

- um so weniger Bedeutung hat jede einzelne Variante des Ablaufs für die Versuchsperson,
- um so weniger wird der gesamte ablaufende Prozess als konkrete Variante im operativen Abbildsystem widergespiegelt,
- um so mehr verliert sich die Aufmerksamkeit darauf, welche Möglichkeiten es für ein Abweichen des Prozesses von der Norm bzw. für das Überschreiten der zulässigen Toleranz gibt, und
- um so mehr schlägt die positive in eine negative Kontrollstrategie um.“¹

Gerade der letzte Befund legt es nahe, dass sehr konservativ ausgelegte Arbeitssysteme derart mit den physiologischen Wahrnehmungs- und Handlungsmustern des Menschen kollidieren können, dass die Technik unbedienbar wird, bzw. Bedienfehler implizit programmiert sind, weil sie den Wahrnehmungsmustern und dem Handlungsvorrat der Menschen durchaus physiologisch zuwiderlaufen (menschliches Versagen).

Gerade bei sehr hoch vernetzten und sehr schnell ablaufenden, ggf. unvorhergesehenen Prozessen, die der oben genannten Form variabler Prozesse sehr nahe kommen², muss also die Perzeption des Menschen gut verstanden sein, damit die Ergonomie - als Bindeglied - nicht zur Verstärkung der Variabilität, sondern zur Bedienbarkeit beiträgt. Nun hat z.B. die Fuzzy-Logic in vielen Bereichen technischer Steuerung und Kontrolle beigetragen, die Bedienbarkeit von Prozessen dadurch zu verbessern, dass sie lernen, sich selbst zu steuern, der Bedienbarkeit entgegenzukommen und zwar, dies ist besonders interessant, indem sie die Wahrnehmungs- und Handlungsmuster des Menschen kopieren; seine wahrscheinlichen Handlungsmuster antizipieren, über Lernroutinen fortentwickeln und so die Komplexität der Steuerung reduzieren.³ Es geht also um die Reduzierung chaotischer Prozesse auf regelbare.

Was nun die Wahrnehmung des Menschen und damit das Sehen angeht, einer in modernen Produktionssystemen gleichsam kritischen und sehr häufigen Schnittstelle von

¹ A. G. Fleischer, G. Becker, Auswirkungen informatorischer Mehrfachbelastungen a.a.O., S.10.

² In diesem Sinn unvorhersehbare, risikohafte dynamische Prozesse mit eigener Zeitautonomie.

³ Übrigens Steuerverfahren, die bisher erst im militärischen Sektor erprobt werden.

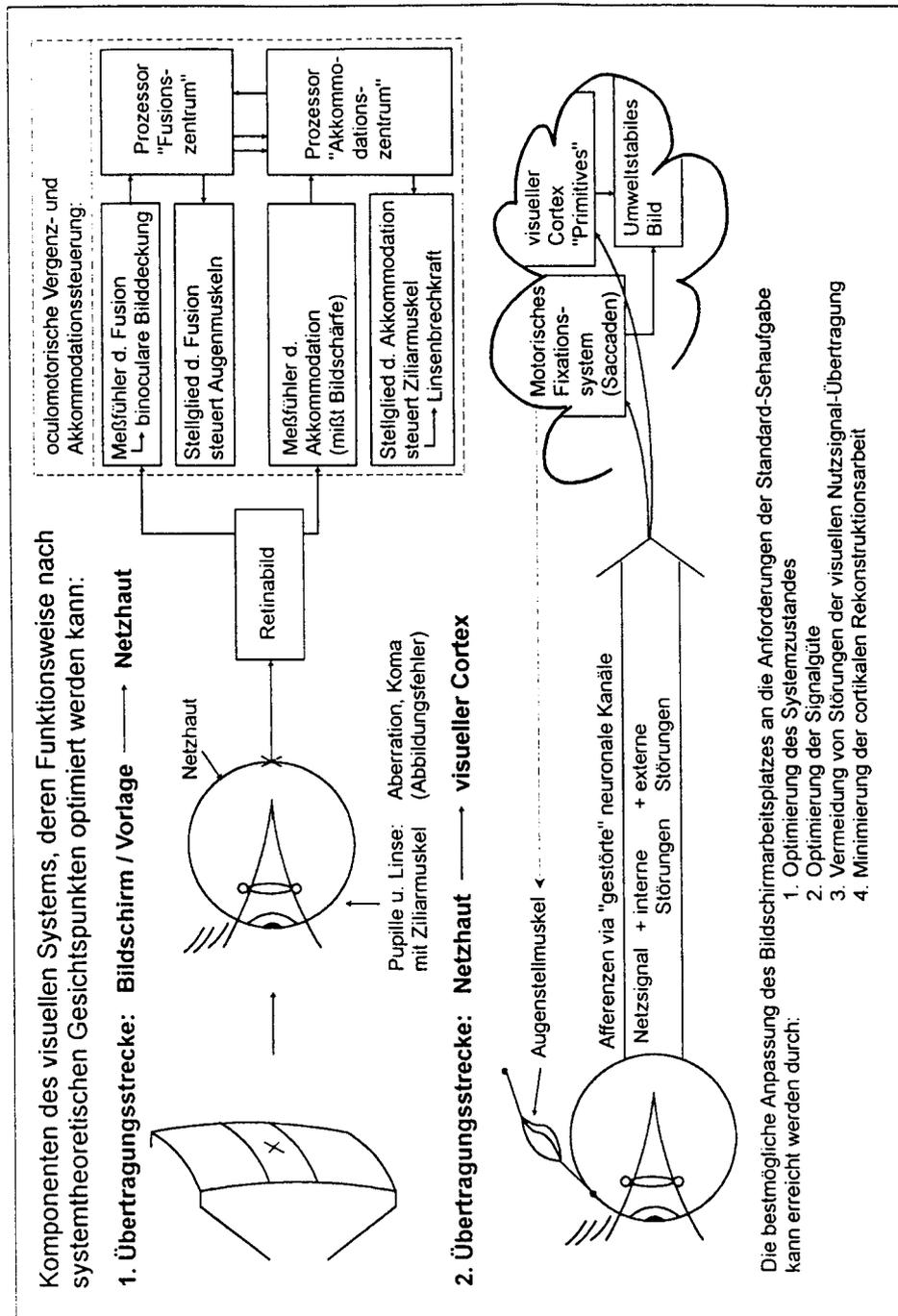
Mensch und Maschine, so sind auch hier bestimmte Typen ineinander greifender und sich ergänzender Perzeptionscluster zu finden. Über die Augen werden Informationsreize in einem bestimmten Ablauf dauernd geprüft und mit dem zur Verfügung stehenden Handlungsrepertoire auf deren Anwendung korreliert. Das Muster ist immer ähnlich. Die allgemeinen Informationsreize werden in einem äußeren Feld auf Neuigkeit und Relevanz grob abgeprüft, wobei sowohl von der visuellen Anforderung als auch von der Aktivierung von Handlungsrouinen kein hoher Anspruch gestellt wird. In einem zweiten Schritt geht es um die Überführung für die Arbeit relevanter Informationsereignisse auf eine Ebene höherer Auflösung, Verdichtung, Ausführung von Mustervergleichen im Erfahrungs- und Handlungshintergrund, zur Vorselektion für die Präzisionswahrnehmung und Handlung. Erst im Übergang zur Ebene der Präzisionsinformation findet ein zeitweilig gültiger Entscheidungsprozeß statt, der aus der allgemeinen Informationsflut das gerade relevante Ereignis selektiert und verfolgt, aufgrund dessen Handlungsanweisungen ausgelöst werden.

Es soll jetzt gezeigt werden, dass die Augen so eingerichtet sind, dass es genau diesen Verdichtungsprozess der Information bewerkstelligen und im Zusammenspiel mit dem Gehirn jeweils vorselektierte Informationen herstellen, damit die entscheidenden Wahrnehmungsmuster geformt werden können.

Überträgt man nun diese Ausführungen auf ein systemtheoretisches, wiederum sehr vereinfachtes Konzept, so lässt sich die visuelle Leistung der menschlichen Augen etwa so darstellen, wie es die Abbildung 5 zeigt. Eine solche skizzenhafte Abbildung soll helfen, den Vorgang der visuellen Informationsübertragung funktionell richtig zu fassen. Die Abbildung 6 zeigt das Sehen als Informationsübertragung in einem adaptiven System - Bildschirm - Cortex, wobei die Hintergrundsteuerung der Wahrnehmung abgebildet ist. Nach D. Bauer gilt: „ ... folgendes bei der Informationsverarbeitung visueller Information auf dem Wege Bild-Auge-Cortex:

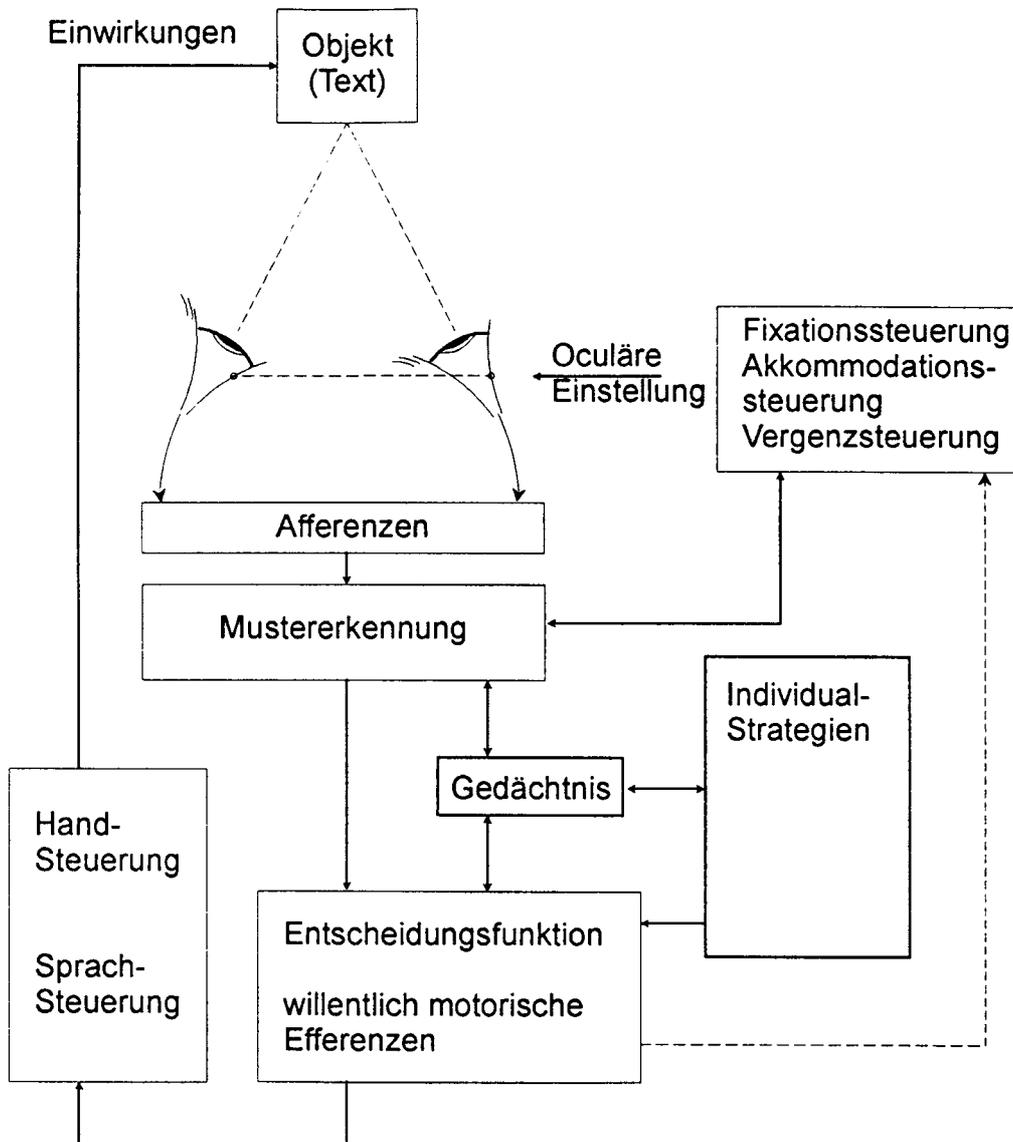
1. Das visuelle System ist ein adaptives System (d.h., dass die Systemeigenschaften vom Reiz oder Signal selbst abhängen).
2. Die gesamte Übertragungsstrecke ist in zwei Teilstrecken zu unterteilen, in die
 - Übertragungsstrecke Bildschirm - Netzhaut und die
 - Übertragungsstrecke Netzhaut - visueller Cortex.

Abbildung 5: Komponenten des visuellen Systems nach systemtheoretischen Gesichtspunkten



Quelle: D. Bauer, Entwicklung eines Verfahrens für die Güteprüfung von Bildschirmen im Feld, Dortmund 1996, S. 7.

Abbildung 6: Submechanismen cortikaler Rekonstruktionsarbeit (CRA)



Quelle: D. Bauer, Entwicklung eines Verfahrens für die Güteprüfung von Bildschirmen im Feld, Dortmund 1996, S. 26.

Die Güte der ersten Übertragungsstrecke hängt vom sogenannten dioptrischen Apparat des Auges ab. ... Die Güte der zweiten Übertragungsstrecke hängt vom Erregungszustand und der Lichtverteilung auf der Netzhaut ab sowie neuronal-spinal von Simultan- und Successiv-Verdeckungen. ...

Die motorischen Steuerungskomponenten, die beim dynamischen Vorgang des natürlichen Sehens die Bildlage und die Bildschärfe zu steuern haben, sind:

- a) die Akkomodationssteuerung (Bildschärfestellung),
- b) die Vergenzsteuerung (richtige Überlagerung der Bilder beider Augen),
- c) die Fixation (Aufnahme feiner spatialer Information zentriert um die Sehrichtung) ...“.¹

Abbildung 7 zeigt den physiologischen Aufbau des Sehapparats, welcher diese Clustierung der visuellen Wahrnehmung ermöglicht. Die Steuerung der visuellen Wahrnehmung geschieht in einem Prozess des gleitenden Wahrnehmens und des zunehmenden Ordnen von Information nach ihrer Wichtigkeit und des Auswählens von Objekten zum präzisen Sehen. Dazu bedienen sich die Augen eines Prozesses der spontanen Blickänderung (Sakkaden) und Fixierung von neuen Objekten. Die Augen verhalten sich in ihrer Informationsaufnahme und -steuerung in sprunghaft diskret ablaufenden Bewegungen. Sie „picken“ sozusagen die wichtigen Informationen, ähnlich, wie sich z.B. ein Huhn wenn es Körner aufnimmt. Wichtig für die Qualität des Bin-Okularsehens ist die Synchronität der Informationsaufnahme beider Augen.

„Mit Hilfe der Augen werden optische Informationen aus der Arbeitsumgebung in der Weise aufgenommen, dass in rascher Folge verschiedene Stellen der Umgebung fixiert werden. Dieses äußerlich beobachtbare Blickverhalten repräsentiert einen Ausschnitt des zentralnervös ablaufenden Prozesses der Informationsaufnahme und -verarbeitung. Vereinfacht lässt sich das Blickverhalten als eine Folge von sakkadischen Blickbewegungen und Fixationen auffassen. Die Sakkade stellt eine schnelle ballistische Rotationsbewegung des Auges zur Änderung der Blickrichtung dar. Während der Sakkade ist eine Korrektur ihres Verlaufs nicht mehr möglich, so dass Amplitude und Richtung vor dem Bewegungsbeginn programmiert sein müssen. Jeder Sakkade folgt eine neue Fixationsphase, d.h. der Blick bleibt mit bewegungslosen Augen auf ein Fixationsziel gerichtet. Die Informationsaufnahme erfolgt während dieser Fixationsphase.

¹ D. Bauer, Entwicklung eines Verfahrens für die Güteprüfung von Bildschirmen im Feld, Dortmund/Berlin 1996, S. 7.

Abbildung 7. Der Aufbau des Sehapparats nach G. Rabetge u. a.

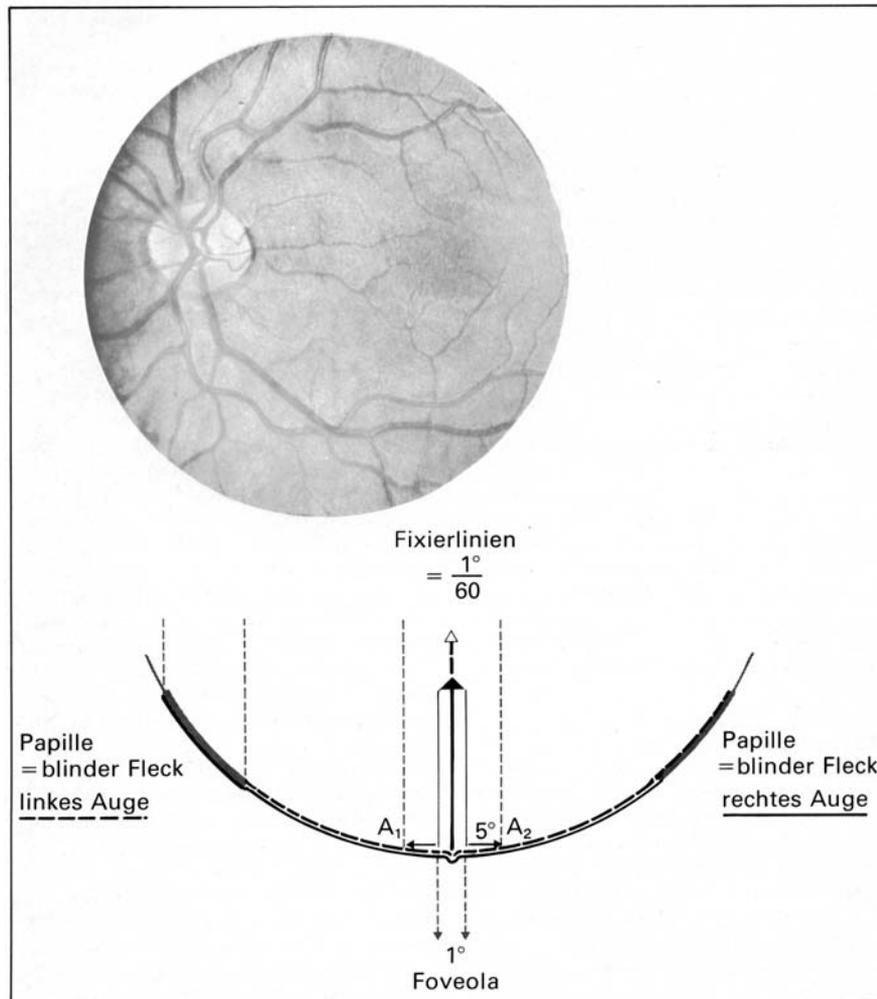


Bild oben: Linkes Auge, hinterer Augenpol; ophthalmoskopisch

Bild unten: Schematische Darstellung der gleichzeitigen Wahrnehmungsmöglichkeit beider Augen in ihrer Funktion als sog. »physiologisches Doppelauge«. Hinterer Augenpol mit den Maculae (A_1 bis A_2) = wichtigstes Wahrnehmungsgebiet innerhalb des Gesichtsfeldes, durch den bei Jugendlichen sichtbaren Makulawallreflex gekennzeichnet; darin das allein zum Lesen fähige foveolare 1° -

Areal mit der Fixierlinie des rechten (liniert) und linken Auges (gestrichelt):
 1. bei foveolarer Ausrichtung ist die $1/60^\circ$ große »Nadel« höchster Erkennungsfähigkeit dem zu beachtenden Ort im Text zugewendet; die jederseits $2 \times 1/2^\circ$ angrenzenden Areale ergänzen die zentrale Erkennungsleistung;
 2. die zum folgerichtigen Abtasten der Buchstabenreihungen notwendige feinmotorische Steuerung der äußeren Augenmuskeln erfolgt über die ungehemmte Wahrnehmung von Foveola/Foveolae

Quelle: G. Rabetge, E. Kraus Mackiw unter Mitarbeit von M. Müller-Küppers, Visuelle Störfaktoren bei Legasthenie, in: Pädiatrische Praxis, 26, München 1982, S. 27.

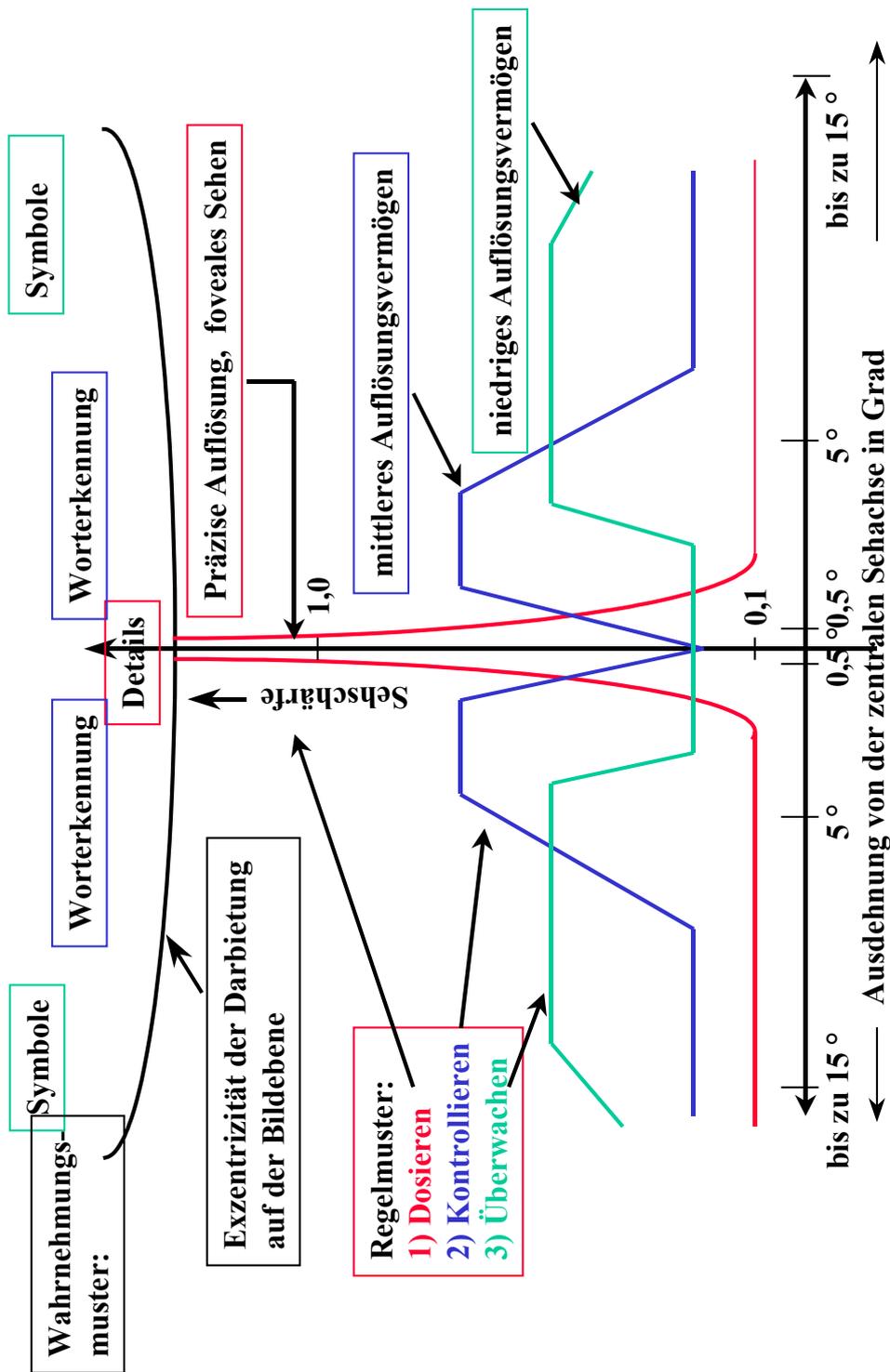
Aufgrund der Rezeptorenverteilung auf der Retina wird das optische Ziel im Bereich schärfsten Sehens fixiert, da nur hier mit der größten Auflösung optische Informationen erfasst und weiterverarbeitet werden können. Dieser foveale Bereich schärfsten Sehens hat in bezug auf die zentrale Sehachse eine Ausdehnung von etwa 1° . Mit zunehmender Exzentrizität der Darbietung nimmt das Auflösungsvermögen ab, so dass bis zu einem Schwinkel von 10° nur noch Worterkennungen und bis zu 30° noch Symbolerkennungen möglich ist. Das periphere Sehen ist Voraussetzung für die effektive Steuerung der Augenbewegung und die Anwendung wirkungsvoller Strategien zur Aufnahme optischer Informationen aus einer sich örtlich und zeitlich verändernden Arbeitsumgebung. Aufgrund erlernten Wissens kann, wenn das Ziel vorher im peripheren Gesichtsfeld detektiert wurde, der Blick und damit die Aufmerksamkeit auf bestimmte Objekte, z.B. kontrastreiche oder auffällige Strukturen, Kanten, Flecken oder Texturen, durch Sakkaden gerichtet werden...¹

Die Augen besitzen also ein eigentümliches Programm der Informationsaufnahme und -verarbeitung, das gleichzeitig in Wechselwirkung zu dem Erfahrungshorizont des Menschen steht. Die Abbildung 8 versucht eine Darstellung dieses Programms der Steuerung der Information als Fuzzyregelansatz², weil die spezielle Form der Abfolge von Identifikation und Sakkaden auch die Aufgabe hat, Informationen zunächst unscharf zu lassen, also zu bemerken, aber nur die wirklich relevante Information präzise anzusprechen. Aufgetragen ist das Auflösungsvermögen über der Exzentrizität von der zentralen Sehachse. Im äußeren Bereich des Blickfelds ($\pm 15^\circ$ bis $\pm 5^\circ$ von der Mitte des Blickfeldes aus) wirkt das Regelprogramm „Umfeld Sehen“. Dieses Feld bzw. Programm ist sehr eng mit der Arbeitserfahrung verknüpft und kann durch "geführte Aufmerksamkeit" zur schnellen Erkennung von neuen Mustern und Symbolen trainiert werden. Die Selektion der peripheren Information, welche für die Arbeitsaufgabe wichtig und relevant ist, wird dauernd überprüft und geschult. Aus dieser Regelschleife werden dann wiederum Lernprogramme für die weitere Wahrnehmung generiert. Die Erkennung strukturierter Information und von Strukturen geschieht innerhalb eines Sektors von $\pm 5^\circ$ bis über $\pm 0,5^\circ$, beispielsweise zur Erkennung von Worten. Die Macula, d.h. Fovea, der Bereich präzisen Sehens beträgt beidseitig etwa $2,5^\circ$, mit dem Herz, der Foveola von etwa 1° . Jenseits dieser Zone gibt es also innerhalb der Fovea einen Bereich von $\pm 2^\circ$.

¹ A. G. Fleischer, G. Becker, Auswirkungen informatorischer Mehrfachbelastungen a.a.O., S.14/15.

² Zum Verständnis des FUZZY-basierten Regelansatzes bei unscharfer Entscheidung vgl.: H.J. Zimmermann, FUZZY-Technologien - Prinzipien, Werkzeuge, Potentiale, Düsseldorf 1993, insbesondere Kap. 3.3 Fuzzy Control, S. 91 ff..

Abbildung 8: Seh- und Wahrnehmungsebenen im Deutungsmuster unscharfer Logik von (Fuzzy) Regelprozessen



Quelle: Projekt Arbeit und Sehen, Heidelberg 1998, ifo Institut, München 2002.

Ein entsprechend höheres Programm übernimmt die Informationsweiterverarbeitung. Auch diese Programmebene lässt bestimmte Informationen unscharf, wenn sie nicht zur benötigten Aufgabe passen. Erst im Programm der inneren Schleife des präzisen Sehens wird die als relevant erkannte Information verarbeitet. Alle drei Programmebenen arbeiten, dies ist auch der Vorteil der Fuzzydeutung des Prozesses, zueinander parallel und aufeinander bezogen, so dass jede Information dauernd auf ihre Bedeutungsmerkmale durchgeprüft und die Relevanz der Information sofort aktualisiert werden kann. Diese Form der unscharfen Steuerung von visueller Information verhindert eine Reizüberflutung im Augen-Cortex-Gehirn-Erfahrungskontext und stabilisiert die dauernde Verbesserung der Erfahrung im Umgang mit visueller Information.¹ Die Analysen von D. Bauer und D. Röckmann (1999)² wurden inzwischen zu einem Instrument der Bewertung von Software fortentwickelt, um diese Reduktion zu messen. Das Verfahren zielt auf einen Test der individuellen ergonomischen Eignung von Software ab, indem Parameter wie Benutzerfreundlichkeit, Effektivität, Effizienz, Zufriedenheit und Nutzungskontext gemessen werden. Wichtig ist, dies zeigte sich insbesondere im Vorhaben 2 (Prozessüberwachung in einem Klärwerk), dass jeweils die für die Bedienung wichtigen und in der Erfahrung bewährten Parameter abgebildet werden. Dieses Ziel ist aus zwei Gründen nötig; einmal, um eine Reizüberflutung zu vermeiden und zum anderen, um die Softwaredarstellung den Wahrnehmungseigentümlichkeiten des Augen-Cortex-Apparats anzupassen, der sich bestimmter komplexer Abbildungsmuster aus Unschärfe- und Wahrnehmungsklustern bedient.

Für die weitere Untersuchung ist diese Form der Informationsselektion wesentlich. Insbesondere scheinen die Arbeitsaufgaben und Arbeitsabläufe aus der Sicht der Informationsaufnahme am geeignetsten, die eine Form der Arbeitsausübung zulassen, die diese Regelmechanismen aktiv nutzt und trainiert. Die dauernde Rückkopplung der Regel Ebenen der menschlichen Wahrnehmung trainiert den oben beschriebenen Augen-Cortex-Komplex und fördert damit fortlaufend die Fähigkeit des präzisen fovealen Sehens. Wie noch ausgeführt wird, konzentrieren sich z.B. viele Arbeiten am Bildschirm voll auf die Präzisionswahrnehmung und nutzen nur teilweise z.B. das Blickfeld der Worterkennung; die Symbolerkennung im äußeren Blickfeld gar nicht. Auf der Basis der Arbeiten von E. Kraus-Mackiw, H. Mayer und J. Wahl wird noch bewiesen, dass dies nicht nur Stressphänomene (z.B. mit der Folge zeitweiliger oder chronischer Verkrampfungen) im Sehapparat selbst zur Folge hat, sondern auch zu einem ganzen Syn

¹ Wobei Erfahrungsprozesse und Lernprozesse im Cortex-Gehirn-Bereich wahrscheinlich ähnlichen Mustern der Informationsselektion und -gewinnung folgen müßten.

² D. Bauer, D. Röckmann, Methoden der Bewertung von Software, Schriftenreihe der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin, Fb. 785 Dortmund/Berlin, 1999.

drom von körperlichen Stressreaktionen und körperlichen Fehlhaltungen führt, woraus sich zwangsweise Fehlhandlungen im Arbeitsprozess ergeben. Das Ziel des Vorhabens „Arbeit und Sehen“ war es, den Zusammenhang zwischen Sehen am Arbeitsplatz und der Gesundheitssituation zu untersuchen und daraus Methoden der Identifikation und Prävention arbeitsbedingter Erkrankungen¹ zu entwickeln. Dabei war es nötig, die Sehtüchtigkeit im Sinn des beschriebenen Musters des Sehens zu messen und auf dieser Basis Thesen über Ursache-Wirkungs-Relationen zu entwickeln und experimentell zu untersuchen. Der Messansatz des Vorhabens „Arbeit und Sehen“ stützte sich vom Aspekt der erg-ophthalmologischen Untersuchungen her auf ein Verfahren, welches die Qualität des „Beidäugigen Sehens“ (BinOkularSehen - BOS) in den Vordergrund stellt. Die Abbildung 9 skizziert formal die Parameter dieses Entwurfs. Das Messkonzept umfasst vor allem den Vergleich der Sehschärfe in der Ferne und Nähe, der Fusion (Verschmelzungsfähigkeit des Seheindrucks beider Augen) und der Qualität des Stereosehens von Objekten in Hinblick auf die Augenstellung. Dieses Verfahren ist im klinischen Alltag erprobt und umfasst, wie sich später noch zeigen wird, die für einen Clustervergleich mit medizinischen Befunden und Beschwerden wichtigen Parameter, die eine Erklärung von Ursache-Wirkungs-Zusammenhängen erleichtern. Die Meßmethode deckt sich dann auch mit vergleichbaren Verfahren, die bis auf aufgabentypische Abweichungen ähnlich genaue Darstellungen der Funktionalität des Sehapparats durchführen (vgl. Abbildungen 2 bis 4 im Anhang). Der Vorteil des Ansatzes liegt eben in der Betonung des binokularen Sehens in Erweiterung üblicher klinischer Standarduntersuchungen, welche in dem Projekt mit medizinischen Befunden und Aussagen über Beschwerden verglichen worden sind. Das nächste Kapitel fasst die Ergebnisse dieser statistischen Untersuchung zusammen, welche auf der Basis von Diskriminanzanalysen und Varianzanalysen durchgeführt wurden. Die Ergebnisse wurden auf der Grundlage der Erhebungsdaten des Vorhabens „Arbeit und Sehen“ in Kooperation mit J. Wahl im Rahmen einer Dissertation² entwickelt. Sie übertragen im Kern den Ansatz von M. Friedman und R. H. Rosenman aus den fünfziger und sechziger Jahren auf den Zusammenhang von Arbeit und Sehen. M. Friedman und R. H. Rosenman belegten am Beispiel des Managerverhaltens des "Typs A", dass ein enger Zusammenhang zwischen Stressverhalten und Herzerkrankungen besteht.³

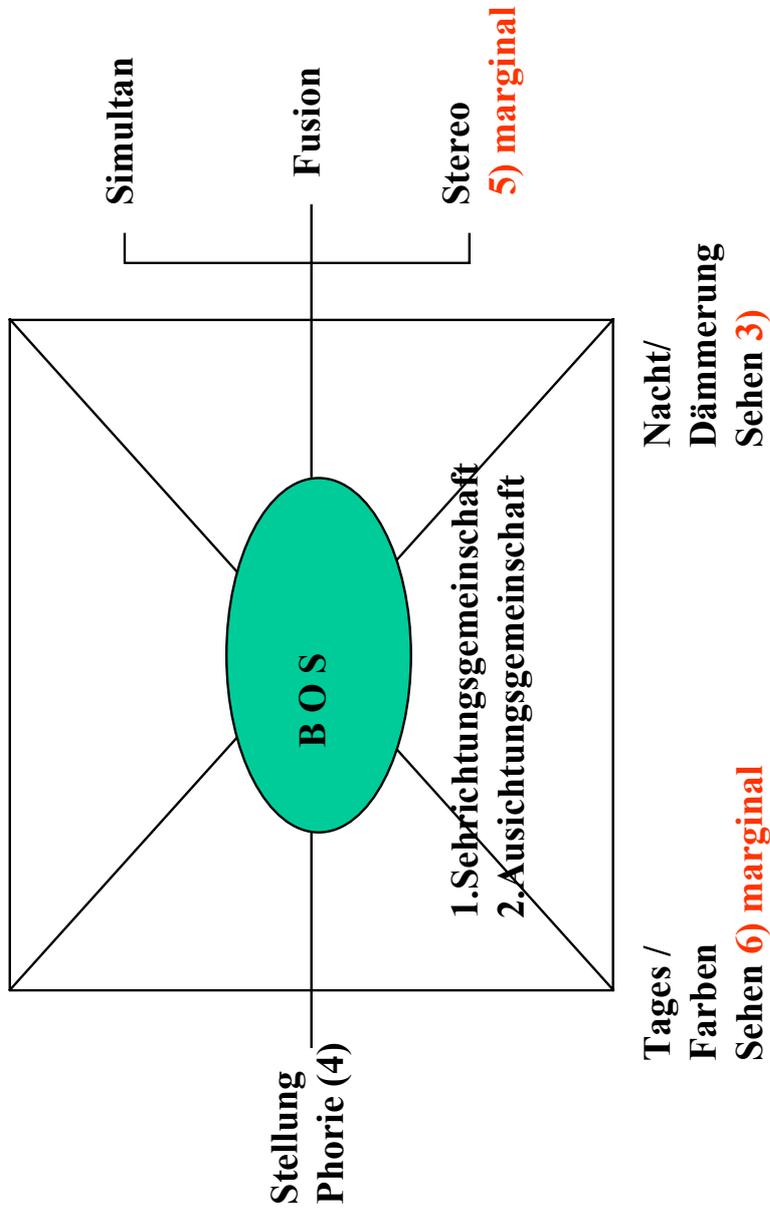
¹ In diesem Sinn ist dieses Vorhaben als Beitrag zu sehen, „Das weite Feld“ von ca. 90 % nicht aufgeklärter Ursache-Wirkungszusammenhänge von Gesundheitsfragen im Arbeitsprozess ein wenig voranzubringen.

² J. Wahl, Untersuchung der Zusammenhänge zwischen Befunden und Beschwerden bei Bildschirmarbeitern unter besonderer Berücksichtigung des beidäugigen Sehens, Heidelberg 1996, S. 7 ff.

³ M. Friedman und R. H. Rosenman, Association of specific overt behavior patterns with blood and cardiovascular findings, in: Journal of the American Medical Association 240, 1959, S. 761-763.

Abbildung 9: Gesamtkonzept der Messung und Bewertung des Sehens unter besonderer Berücksichtigung des Binokular Sehens (BOS)

Funktionen des Sehens und deren Wichtigkeit bei der Beurteilung Stäbchen 2) Visus - WAS? Gesichtsfeld -WO?



x) Wichtigkeit im Meßverfahren

Quelle: Projekt Arbeit und Sehen, Heidelberg 1998, ifo Institut, München 2002.

3.2 Methodischer Messansatz und Thesen

Die Meßmethode ist bei J. Wahl genau beschrieben, so dass es sich erübrigt, diese Methoden hier zu wiederholen. Das Verfahren verknüpft augenmedizinische Grunduntersuchungen mit der Betonung des beidäugigen Sehens mit einer allgemeinmedizinischen Untersuchung und hat das Ziel, statistisch verlässliche Daten für die Abbildung von Interaktionen von Arbeiten, Sehen und Gesundheit zu erhalten. Im einzelnen werden folgende Parameter mit folgenden Messverfahren erfasst:

- 1) Visusmittlung mit Sehtafeln
 - 1.1) In der Ferne (5 m)
 - 1.2) In der Nähe (30 cm)
- 2) Orthoptische Untersuchung
 - 2.1) Augenstellung mit Auf- und Abdecken
 - 2.2) Binokularsehen mit Bagolini Streifengläsern
 - 2.3) Binokularsehen am Synoptophor
 - 2.3.1) Überlagerung
 - 2.3.2) Fusionsbreite
- 3) Prüfung der Stereopsis mit dem Titmustest
- 4) Untersuchungen mit dem Sehgerät Rodenstock R 20
 - 4.1) Testscheibe 171 zur Ermittlung des Visus
 - 4.2) Testscheibe 172 zur Prüfung der binokularen Sehfunktion
 - 4.2.1) Horizontale und vertikale Phorie
 - 4.2.2) Stereosehen
 - 4.2.3) Fusion
 - 4.3) Testscheibe 176 für Bildschirmarbeitsplätze
 - 4.4) Ophthalmologische Untersuchungen
 - 4.5) Bestimmung der Brillenstärke bei Brillenträgern
 - 4.6) Bestimmung der Qualität der Binokularität nach
 - Grad 1: exakt,
 - Grad 2: gestört, aber weitgehend intakt,
 - Grad 3: vorhanden, aber hochgradig gestört,
 - Grad 4: nicht vorhanden, bzw. residual.

Auf der Basis dieses Messansatzes konnte das Vorhaben „Arbeit und Sehen“ eine Anzahl von Thesen liefern und erhärten, welche die Frage der Funktionalität des Sehens am Arbeitsplatz neu interpretierbar macht. Gerade die Einteilung von Patienten bzw.

Beschäftigten nach Klassen unterschiedlicher Qualitäten beidäugigen Sehens (BOS) erlaubte es, Probanden herauszufiltern, bei denen ein verlässlicher Zusammenhang zwischen Sehen und körperlichen Beschwerden vorlag, die mit üblichen Methoden meist nicht hinreichend aufgeklärt werden konnten. Die Tabelle 1 geht auf die oben erwähnten Arbeiten von E. Kraus-Mackiw, H. Mayer und J. Wahl¹ zurück, die basierend auf, bzw. ergänzend zu J. Wahl einen wichtigen Einstieg in den Nachweis liefert, dass zwischen Sehen am Arbeitsplatz, Beschwerden und arbeitsbedingten Erkrankungen ein belegbarer Zusammenhang besteht. Diese Forschung kann also als Fortsetzung, Erweiterung und Präzisierung ähnlicher Forschungsansätze und -ergebnisse interpretiert werden, wie sie beispielsweise von J. K. Triebe und M. Wittstock² für Bildschirmarbeit durchgeführt wurden. Die gesamte Argumentation läuft auf zwei Nachweise hinaus, nämlich, dass eine eingeschränkte Fähigkeit beidäugigen Sehens bei visuell hochkonzentrativen Tätigkeiten nicht nur einseitige, verkrampfende Dauerbelastungen im Sehapparat auslösen, sondern auch einseitige körperliche Kompensationshaltungen zur Folge haben können. Die Tabelle 1 vergleicht die Verteilung von Patienten der Augenklinik Heidelberg (150 Probanden) unter besonderer Berücksichtigung solcher, die einer Bildschirmtätigkeit nachgehen, mit einem Sample von 143 Probanden mit Konstruktionsarbeit am Bildschirm. Der Vergleich veranschaulicht, dass bei vergleichbaren Gruppen ca. 32 % der „gesunden“ Arbeitnehmer ein völlig intaktes BinOkularSehen, und 60 % eine geringfügige Koordinationsstörung der Augen hatten. Patienten, welche wegen Sehstörungen ärztlichen Rat suchten, hatten erwartungsgemäß nur 8 % ein exaktes, ca. 43 % ein mäßig gestörtes BinOkularSehen vorzuweisen. Nur 7 % der „gesunden“ Probanden wiesen stärkere Störungen der Grade 3 und 4 auf, während 49 % des Vergleichssamples der Universitätsaugenklinik Heidelberg erhebliche Störungen des BinOkularSehen vorzuweisen hatten.

Ergebnisse früherer Untersuchungen bestätigten sich auch in diesem Projekt, nämlich dass die Gruppe 2, also Patienten mit leichten Störungen, die stärkste Ausprägung asthenopischer Beschwerden zeigt (Augenrötung, Druck, Tränen ...). Für Probanden mit Bildschirmarbeit sind diese Beschwerden über alle Gruppen deutlich erhöht vorzufinden. Insofern können selbst „... sog. „visuell Leistungsstarke“ der Gruppe Grad 1 im Sinne eines allgemeinen psychosomatischen Syndroms betroffen sein.“³

¹ E. Kraus-Mackiw, H. Mayer, Der berufstätige Patient, a.a.O. 1998, E. Kraus-Mackiw, H. Mayer, Augenbeschwerden a.a.O. 1998, J. Wahl, Untersuchung der Zusammenhänge zwischen Befunden und Beschwerden bei Bildschirmarbeitern, a.a.O. 1996.

² J. K. Triebe, M. Wittstock, Anforderungskatalog a.a.O., 1996.

³ E. Kraus-Mackiw, H. Mayer, Der berufstätige Patient, in der klinisch-orthoptischen Sprechstunde, St. Pölten/Heidelberg 1998, S. 1.

Tabelle 1

**Qualität des Binokularsehens (BOS) und Sehbeschwerden von Patienten der
Universitätsaugenklinik Heidelberg und eines Vergleichssamples mit Bildschirmtätigkeit**

| Grad des BOS nach J. Wahl (1996) | Ambulanzpatienten der Universitätsaugenklinik Heidelberg | | Relativer Anteil von Patienten mit asthenopischen Sehbeschwerden in % | | Arbeitnehmer mit Bildschirmtätigkeit Vergleichssample (n=143) | |
|---|--|-------------|--|---------------------------------------|--|----------|
| | (Anzahl) | (Prozent %) | Gesamt | Davon mit Bildschirm- tätigkeit | (Prozent %) | (Anzahl) |
| 1 | 12 | 8 | 31 | 75 | 33 | 47 |
| 2 | 64 | 43 | 47 | 51 | 60 | 86 |
| 3 | 51 | 34 | 21 | 67 | 5 | 7 |
| 4 | 23 | 15 | 30 | 45 | 2 | 3 |
| Sample | 150 | 100 | 129 | 238 | 100 | 143 |

Quelle: E. Kraus-Mackiw, H. Mayer, Der berufstätige Patient in der klinisch-orthoptischen Sprechstunde, St. Pölten/Heidelberg 1998 und E. Kraus-Mackiw, H. Mayer, Augenbeschwerden und Bildschirmarbeit, in: Sichere Arbeit 6: Wien 1998.

Es bestätigten sich die Beobachtungen von J. Wahl (1996), dass die Gruppe mit dem Grad 2, also Probanden mit leichten Störungen des beidäugigen Sehens, die stärksten asthenopischen Beschwerden vorzuweisen hatten. Die Tabelle 2 zeigt sehr gut, dass sowohl Probanden mit gestörtem BinOkularSehen, als auch Probanden mit vorherrschender Bildschirmarbeit deutlich erhöhte körperliche Beschwerden zeigten. Interessant ist dabei, dass nicht nur Probanden mit exaktem Sehvermögen, sondern auch solche mit schlechtem bis residualem Sehvermögen, ein geringeres Beschwerdeniveau aufweisen.

Bei Probanden von Grad 2 überwiegen psychische und zentralnervöse Gesundheitsstörungen, bei Individuen mit dem Grad 3 überwiegen orthopädische Folgen durch Überlastungen und durch einseitige Haltungsprobleme im Lendenwirbelbereich. Dieser Zusammenhang zwischen Bildschirmarbeit und Gesundheitsbeschwerden deckt sich dann, auch vom Gesamtergebnis her gesehen, mit den Ergebnissen von J. K. Triebe und M. Wittstock, die in Abbildung 10 dargestellt sind. Die Qualität des BinOkularsehens ist also eine zentrale Erklärungsgröße bei der Entstehung visueller und gesundheitlicher Beschwerden. Der Ansatz des Vorhabens „Arbeit und Sehen“ geht jedoch über die reine Feststellung von Beschwerden hinaus. Es war das Hauptziel des Vorhabens, den Bogen zu der Genese arbeitsbedingter Erkrankungen zu spannen und damit einen Beitrag zu dem doch hohen Satz unaufgeklärter Ursache-Wirkungs-Zusammenhänge zu leisten.

Tabelle 2

Charakteristische Beschwerden bei berufstätigen Probanden
(Skalenwerte nach der Freiburger Beschwerdenliste – stepwise discriminance analysis)
Skalenwerte: 0 = nie; 4 = ständig

| Beschwerden | BOS-Gruppe 2 Patienten der Augenklinik Heidelberg | BOS-Gruppen 1,3,4 | Softwarehaus Vergleichsgruppe |
|---|--|-------------------|----------------------------------|
| Anzahl | 64 | 86 | 115 |
| Durchschlafprobleme | 1,83 | 0,95 | 1,53 |
| Gefühl im Stress zu sein | 2,53 | 1,96 | 1,71 |
| Obstipation | 0,70 | 0,29 | 0,67 |
| Missemphindungen in Armen und Beinen | 1,51 | 0,78 | 0,62 |
| Schweißausbrüche | 1,17 | 0,69 | 0,88 |
| Benommenheitsgefühle | 1,09 | 0,51 | 0,75 |
| Ruhelose Hände | 1,40 | 0,94 | 0,80 |
| Kreuzschmerzen | 2,40 | 1,83 | 2,16 |
| Lichtempfindlichkeit | 2,00 | 1,84 | 2,10 |
| Völlegefühl | 1,13 | 0,99 | 1,22 |
| Geräuschempfindlichkeit | 2,19 | 1,70 | 1,83 |
| Sorgen um die Gesundheit | 1,81 | 1,47 | 1,39 |
| BOS: Binokularsehen | | | |
| Durchschnitt | 1,65 | 1,16 | 1,31 |
| Subjektive Wahrnehmung: | spürbar | selten | selten |

BOS-Gruppen 1-4: Grade unterschiedlicher Qualität des Sehens nach Wahl (1996).

Quelle: E. Kraus Mackiw, H. Mayer, Der berufstätige Patient in der klinisch-orthoptischen Sprechstunde, St. Pölten/Heidelberg 1998 und E. Kraus-Mackiw, H. Mayer, Augenbeschwerden und Bildschirmarbeit, in: Sichere Arbeit 6: Wien 1998.

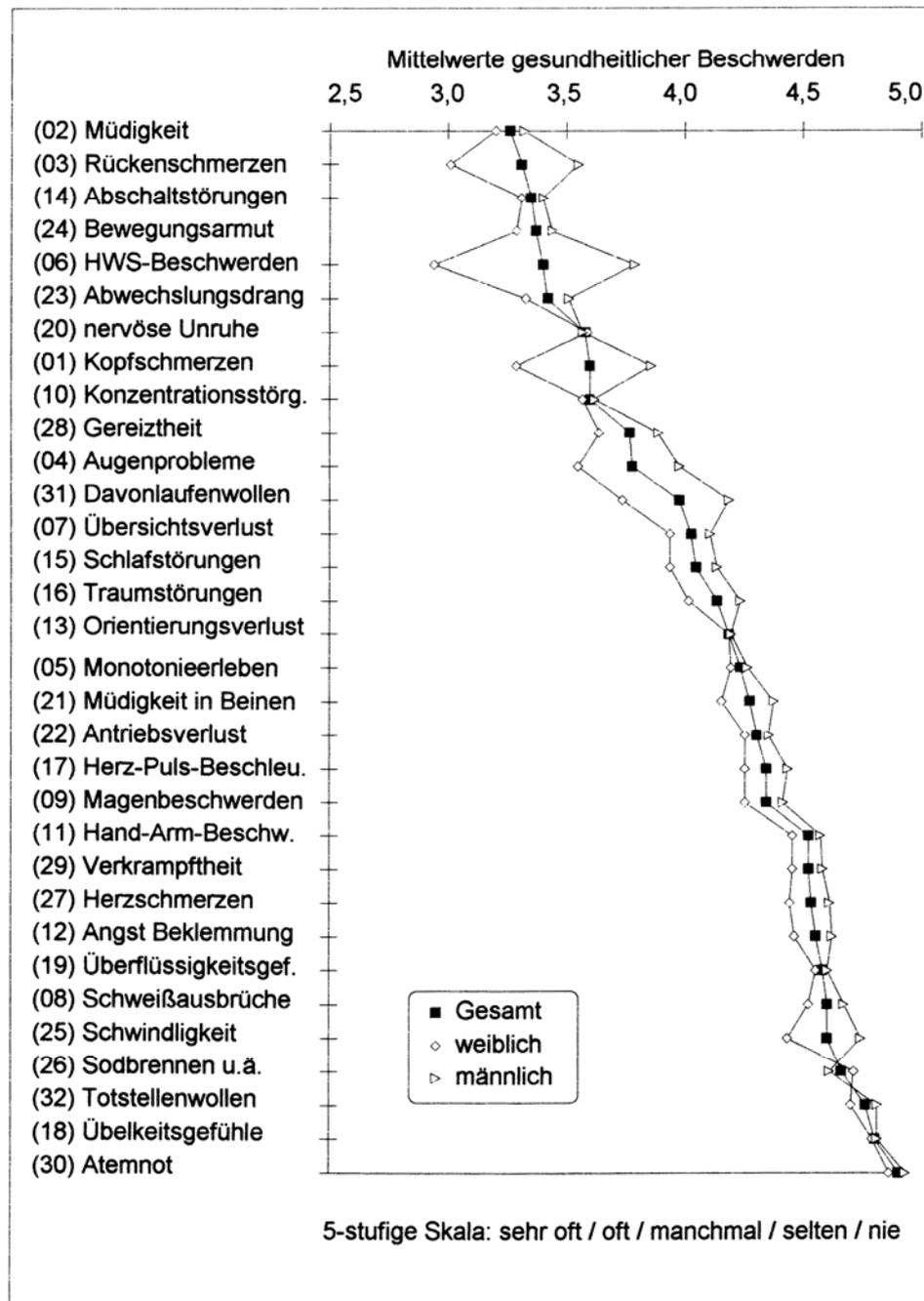
Diese Ergebnisse relativieren eine Reihe von Hypothesen über Arbeit, Sehen und arbeitsbedingten Erkrankungen auch anderer Autoren. Frühere Arbeiten von K. Etzler haben bereits derartige Hypothesen erstellt und wandten folgende Kriterien an:

„ ...

- Es muss eine ergonomisch sinnvolle Arbeitsplatzgestaltung bestehen,
- die psychosomatische Belastung muss zumutbar sein,
- die Arbeitsorganisation und das Arbeitsklima muss so gestaltet sein, dass eine Zufriedenheit am Arbeitsplatz aufkommen kann,
- es muss eine persönliche Eignung vorliegen, welche die Frage der Sehorgane umfasst. ...¹

¹ K. Etzler, Arbeitsmedizinische Vorsorgeuntersuchungen, Vortrag gehalten auf der Tagung EUROPA 1992 - Was bringen die europäischen Regelwerke für Bildschirmarbeitsplätze?, Karlsruhe, 26./27.9.1991. Zitiert nach: H. Mayer, E. Kraus-Mackiw, unter Mitarbeit von: H. Polyak, Minh-Son Doan, O. Köncke, J. Wahl, H. Tischner, K. Faßbender, Bericht über die ergophthalmologischen Untersuchungen bei Bildschirmarbeitsplätzen, Betrieb I, Heidelberg 1993.

Abbildung 10: Gesundheitliche Beschwerden, Skalenmittelwerte einzelner Items für Frauen, Männer und die Gesamtstichprobe (Skala: 1 = sehr oft; 5 = nie)



Quelle: J.K. Triebe, Anforderungskatalog für Softwareentwicklung, Auswahl und Anwendung, Dortmund 1996, S. 150.

„Daraus leitet sich einerseits eine Ebene subjektiver Wahrnehmung ab, die, wie bei allen gesundheitlichen Fragen, die sich an der Schnittstelle von Befinden, Erkrankungen und Beschwerden aufhalten, wichtig sind. “ ... die Beobachtung dieser vier Gesichtspunkte (ist) insofern bedeutungsvoll, als dass bei Nichtberücksichtigung zahlreiche subjektive Beschwerden möglich sind, und da die Gesundheit - oder in diesem Fall besser die Krankheit - ganz überwiegend von subjektiven Beschwerden eines Menschen bestimmt wird, liegen hier die Gründe für gesundheitliche Beschwerden bei der Bildschirmarbeit. ...“¹

Aus der Anwendung dieser Kriterien folgte K. Etzler (1992) bezüglich der Genese von Erkrankung: „Klar möchte ich jedoch herausstellen, dass es keine typische organbezogene Krankheit gibt, die durch die Tätigkeit am Bildschirm hervorgerufen wird. Weder am Auge, noch an der Wirbelsäule, noch am Herzen oder der Haut können Erkrankungen auftreten, die bei richtiger Arbeitsplatzgestaltung durch Bildschirmarbeit bedingt sind. Es können aber durchaus gesundheitliche Beschwerden auftreten, die, sofern sie nicht frühzeitig abgestellt werden, z.B. zu psychosomatischen Krankheitsbildern führen ...“²

Die möglichen Gesundheitsbeschwerden kann man grob vier Problemgruppen zuordnen:

„ ...

- Visuelle Probleme wie Unscharfsehen, Doppelkonturierung, Probleme mit der Einstellung auf unterschiedliche Entfernung etc.
- „Asthenopische“ Beschwerden³: Brennen der Augen, Druckgefühl im Augenbereich, Augenflimmern, erhöhter oder verminderter Tränenfluss, Blendungsgefühl, Lichtscheu, Verschwommensehen, Kopfschmerzen, Schwindelanfälle und Übelkeit
- Ergonomische Probleme: Fehlbedienung, Eingabefehler, verändertes Zeitverhalten bei der Aufnahme des Bildschirminhaltes, größerer Pausenbedarf, aber auch häufiges Ausdrucken von Texten zur Korrektur
- Orthopädische Probleme durch Vereinseitigung der Haltung, teils aus kompensatorischen Gründen (Einhaltung einer besseren Distanz zwischen Kopf und Bildschirm):

¹ K. Etzler, Arbeitsmedizinische Vorsorgeuntersuchungen, a.a.O. 1992.

² K. Etzler, Arbeitsmedizinische Vorsorgeuntersuchungen, a.a.O. 1992.

³ A. Neugebauer, J. Fricke, W. Rübmann, Zur Spezifität asthenopischer Beschwerden, Zeitschrift praktische Augenheilkunde 13, 1992, S. 331-334, zitiert nach H. Mayer, E. Kraus-Mackiw, Bericht über die ergophthalmologischen Untersuchungen bei Bildschirmarbeitnehmern, a.a.O., S. 15.

Schulter-Arm-Syndrom mit Genickschmerzen, Verspannungen in Schulter und Rücken und langfristig Haltungsschäden.¹

Beschwerden treten grundsätzlich dann auf, wenn eine Rechtsichtigkeit ganz oder teilweise nicht mehr gegeben ist. Unter letzterer ist mühelose visuelle Leistungsfähigkeit zu verstehen. Dies ist jedoch nicht auf die Sehschärfe einzuengen, sondern betrifft vor allem die Zusammenarbeit beider Augen unter dem Primat der Steuerung und Regelung des Gesamtorgans.² D.h. dem beidäugigen Sehen und der Koordination der Augen im Sehprozess kommt eine wesentliche Bedeutung bei der ergophthalmologischen Beurteilung der Arbeit zu.

„Mehr noch, die Bedeutung von Beschwerden allgemein und solchen, bei denen die Wechselwirkung zwischen Arbeit und Sehen im Spiel ist, sind nicht nur Indikatoren der Lebensprognose von Gesunden, sondern auch Anzeichen von Fehlbeanspruchung am Arbeitsplatz und Frühindikator für die Überschreitung von Schwellenwerten im Entstehungszyklus arbeitsbedingter Erkrankung.“³

Es machte also Sinn, über den Rahmen bekannter Vorhaben und Meßmethoden hinaus (vgl. Abbildungen 5 und 6 im Anhang) nicht nur die Probleme soweit zu klären, dass Einfluss auf die Technik genommen werden kann, um eben diese Schwellenwerte zu unterschreiten bzw. Schwellenwerte im Sinne wissenschaftlich gesicherter Erkenntnis zu entwickeln, sondern den Gesamtzusammenhang abzubilden. Nur auf diese Weise ist es wahrscheinlich, die Bildungsgesetze bzw. Umschlagpunkte der Entstehung arbeitsbedingter Erkrankungen zu entschlüsseln und die Indikatoreneigenschaft von Beschwerden einzuschätzen.

Auch wenn Gesundheit ein Wert ist, der sich im Grunde ökonomischer Bewertung entzieht - ein hohes Niveau der Gesundheitsversorgung ist unabhängig von ökonomischen Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen und technischen Machbarkeitsrechnungen zu ge

¹ Möglich sind auch Folgen nervöser Überreizungen oder Störungen der Blutzirkulation (Ergänzungen des Autors).

² H. V. Geyer, Sehstress am Bildschirmarbeitsplatz, NOJ Heft 3/1989, S. 8-16, zitiert nach H. Mayer, E. Kraus-Mackiw, Bericht über die ergophthalmologischen Untersuchungen bei Bildschirmarbeitnehmern, a.a.O., S. 16.

³ Vgl. dazu auch: P. Östlin, Occupational History, self reported chronic illness and mortality, Journal for Epidem Health 44, S. 12-16; R. Tölle, A. Ladas, Funktionale Beschwerden, gesund oder krank?, DMW 107/1982, S. 1510-1514; U. Funke, B. Birkholz, W. Hilla, R. E. Tiller, Beschwerden als Frühindikatoren für Fehlbeanspruchung am Arbeitsplatz?, Arbeitsmedizin, Sozialmedizin, Präventivmedizin, Heft 23/1988, S. 281-287; zitiert nach H. Mayer, E. Kraus-Mackiw, Bericht über die ergophthalmologischen Untersuchungen bei Bildschirmarbeitnehmern, a.a.O., S. 25 ff..

währleisten - haben Vernachlässigungen der Gesundheitsebene erhebliche Negative Auswirkungen auf den Unternehmenserfolg, sie strahlen auch auf die gesamtwirtschaftliche Ebene aus.

A. Seibt nannte es einmal folgendermaßen: „ ... Der Unternehmer erwartet sich vor allem:

- Verringerung krankheitsbedingter Fehlzeiten,
- effizienten Einsatz (Kostenmanagement) der für den Gesundheits- und Arbeitsschutz bzw. ergonomische Gestaltung der Arbeitsbedingungen verfügbaren Mittel,
- Verbesserung der Leistungsfähigkeit, Arbeitszufriedenheit und Leistungsmotivation der Beschäftigten.“¹

Unterstellt man die Ergebnisse von E. Kraus-Mackiw, H. Mayer und J. Wahl und versucht man eine Hochrechnung entsprechender „Betriebskosten“ für das angegebene Sample und die betroffenen Beschwerdestrukturen (Psychomental, Augen, Muskel/Skelett und Magen/Darm), dann gelangt man zu den Ergebnissen der Tabelle 3.

Unter dem Gesamtsample von 150 Mitgliedern hatten 129 Beschwerden, wovon bei den Individuen der BOS Grade 2 und 3 ein signifikanter Zusammenhang zwischen Sehen, Sehstörungen und arbeitsbedingter Gesundheitsgefährdung abzuleiten war (102 Personen). Unterstellt man auch in diesem Betrieb den oben angeführten Zusammenhang zwischen Beschwerden und Befunden, dann wären 72 Probanden durch arbeitsbedingte Erkrankungen der Beschwerdegruppen „Psychiatrische Erkrankungen, Nervensystem und Sinnesorgane, Skelett/Muskeln und Bindegewebe sowie Verdauungsorgane“ gefährdet. Wendet man die Kennzahlen der BKK-Statistik an, dann kann man in diesem Sample pro Jahr mit ca. 50 Ausfällen und ca. 1 100 AU-Tagen rechnen, was ca. 56 Beschäftigtenmonaten (4,5 Beschäftigtenjahre) entspräche.

Diese sehr grobe Abschätzung soll einerseits zeigen, dass das Vorhaben „Arbeit und Sehen“ auch sehr praktisch umsetzbare Ergebnisse hervorbrachte. Sie soll gleichzeitig ein Einstieg sein in die folgende Synopse der Betriebsprojekte.

¹ A. Seibt, Gesundheitsaudit, Beitrag des Arbeitsmediziners, in: M. Kentner (Hrsg.), Prävention arbeitsbedingter Erkrankungen, IAS Mitteilungen 21, Karlsruhe 1996, S. 50.

Tabelle 3:

**Allgemeine Gesundheitsprobleme bei Ambulanzpatienten mit asthenoptischen Beschwerden
(mit einem signifikanten Zusammenhang zwischen Sehen und gesundheitlichen Beschwerden)**

| Qualität des BOS (beidäugiges Sehen) | Anteile von 150 untersuchten Patienten: | Relativer Anteil an Patienten mit Beschwerden folgender Art und Lokalisation | | | |
|--|--|--|---|---|---------------------------------------|
| | | Psychomental | Augen | Muskel/Skelett | Magen /Darm |
| 1) exakt 2) gestört, weitgehend exakt 3) vorhanden, aber weitgehend gestört 4) residual oder vorhanden | 31 % 47 % 21 % 30 % | jeweilige Anteile in Prozent ^{a)} | | | |
| | | im allgemeinen keine Beschwerden | | | |
| | | 26 % | 17 % | 20 % | 0 % |
| | | 19 % | 19 % | 38 % | 13 % |
| Probanden mit Klagen Gefährdete Probanden | 129 | im allgemeinen keine Beschwerden | | | |
| | 72 | 24 | 18 | 26 | 4 |
| zum Vergleich, Daten des BV der BKK, Essen 1994 | | | | | |
| Krankheitsarten nach BKK ^{b)} | | Psychiatrische Erkrankungen | Erkrankungen des Nervensystems und der Sinnesorgane | Erkrankungen des Skeletts, der Muskeln und des Bindegewebes | Erkrankungen der Verdaunungsorgane |
| Fälle pro 100 Versicherte AU-Tage pro 100 Versicherte AU-Tage pro Fall | 3 98 35 | 4 62 14 | 27 637 24 | 19 180 9 | |
| Gesamtschätzung für 150 Probanden pro Jahr | Schätzung der wahrscheinlichen AU-Tage und AU-Fälle pro Jahr | | | | |
| Wahrscheinliche AU-Tage | 48 | 15 | 12 | 16 | 5 |
| Wahrscheinliche AU-Fälle | 1118 | 524 | 167 | 380 | 47 |
| a) Die Prozentzahlen addieren sich nicht auf 100 %, da es sich hier nur um die Darstellung der signifikanten Ergebnisse handelt. | | | | | |
| b) BKK; Bundesverband der Betriebskrankenkassen, Essen. | | | | | |

Quelle: E. Kraus-Mackiw, H. Mayer, Der berufstätige Patient in der klinisch orthoptischen Sprechstunde, St. Pölten/Heidelberg 1998; BKK-Essen, Krankheitsarten 1994, Essen 1996, eigene Berechnungen.

4 Ergebnisse der Betriebsvorhaben

Während des Gesamtvorhabens wurden Unternehmen in das Vorhaben einbezogen, wobei es unterschiedliche Verfahrenshintergründe gab. In der Regel stellten sich die Firmen als Untersuchungsforum zur Verfügung. Die Ergebnisse wurden je nach dem Stand des Betriebs und dem internen Verfahren der Modernisierung benötigt. In der Regel wurden die Ergebnisse der Forschung im Zusammenhang mit denen anderer Berater für Modernisierungsentscheidungen verwandt. Da es sich bei dem Vorhaben um Einzelfirmen und nicht um ein Netzwerk von Firmen handelte, die gemeinsame Modernisierungsziele verwirklichen wollten, ist der Umsetzungsstand nicht einheitlich. Einige Betriebe haben erst nach Projektende mit internen Vorhaben zur Verbesserung der Produktionsmethoden im Sinne von „Arbeit und Sehen“ begonnen.

4.1 Grundzüge der Betriebsvorhaben

Diese Arbeit konnte nur einen kursorischen Überblick über die Ergebnisse leisten, da im Grunde ein Soll-Ist-Vergleich nur im Ausnahmefall möglich war. Die folgenden Ergebnisse beziehen sich auf folgende Formen von Produktion und Arbeit:

- 1) Vorhaben 1: Mittelständisches Ingenieurbüro mit klassischer CAD-Bildschirmarbeit (Entwurf und Berechnung),
- 2) Vorhaben 2: Kontrollzentralen eines Klärwerksverbandes im Vergleich alter und neuer Technik,
- 3) Vorhaben 3: Großes Softwarehaus mit Programmier- und Servicetätigkeit,
- 4) Vorhaben 4: Filmbearbeitung in einem Fernsehstudio (Cutterarbeitsplätze, Bild- und Tonbearbeitung) im Übergang zu neuer Bildverarbeitungstechnik,
- 5) Vorhaben 5: Schreibarbeitsplätze einer Stadtverwaltung,
- 6) Vorhaben 6: Globaldaten einer Vergleichsgruppe.

Grundzüge des Vorhabens 1, CAD-Konstruktion am Bildschirm

Das Vorhaben 1 bezog sich auf die Gestaltung der Arbeit und die Modernisierung des Komplexes „Sehen und Arbeit“ bei der Bildschirmarbeit (CAD-Konstruktion). Der Anlass für das Vorhaben war nicht die Implementation neuer Konstruktionsprogramme. Das Vorhaben hatte das Ziel, Lösungsmöglichkeiten zu suchen, um das Umfeld der Bildschirmarbeit im Rahmen der anstehenden Nachrüstung von Arbeitsplätzen auf den Stand der Technik zu bringen. Diese Nachrüstung geschah in der Folge des Vorhabens auch schrittweise, sie war bei Projektende noch nicht abgeschlossen.

Es handelte sich um Arbeitsplätze eines mittelständischen Beratungsbüros, welches die Planung, Konstruktion und Bauausführung großer öffentlicher und privater Infrastrukturinvestitionen (Eisenbahnen, Straßen, Tunnels, Umweltschutz) betrieb. Die Arbeit war in hohem Maße verantwortlich, setzte überdurchschnittliche ingenieurmäßige Qualifikation sowie Kenntnis und Umgang mit öffentlichen Planungs- und Ausführungsrichtlinien voraus. Die Tätigkeit erforderte Kenntnis und Initiative. Es überwog der gestalterische Aspekt und die Erfindungsgabe der Ingenieure. Es konnte also keine eng gesteckten Arbeitsbereiche geben, für welche die Aufgaben klar definiert waren. Arbeitsanforderung und Arbeitsumfang, aber auch Zeiteinsatz und Zeittempo mussten sich in bestimmten Bandbreiten naturgemäß nach Projektfortschritt und nach der Kooperation im Projektteam einstellen. In diesem Punkt deckten sich die Tätigkeitsmerkmale mit denen der Vorhaben 3 und 4. Da hochqualifizierte Arbeit schwer nach üblichen Regeln vorzubereiten und zu planen ist, kam der Selbstkontrolle über die Arbeitsqualität, das ingenieurmäßige Niveau, den Arbeits- und Zeiteinsatz sowie der Verwendung von Arbeitsmitteln ein außerordentlicher Stellenwert zu. Sieht man von diesem speziellen Unternehmen einmal ab, so ist hochqualifizierte Tätigkeit immer dem Dilemma ausgesetzt, dass ein hoher, zeitintensiver Innovationsgrad mit starken Zeitrestriktionen konkurriert, die aus Terminvereinbarungen, Kooperationsanforderungen, Zwischenprüfungen, Audits und dergleichen mehr entstehen. Die Zeitaspekte wurden in der hier zur Diskussion stehenden Arbeitsstruktur durch die Bildung von Projektteams aufgefangen, die überlappend arbeiteten und sich dabei ergänzten. Üblicherweise neigen Arbeitssysteme, die keine moderne betriebliche Organisation verfolgen, wie sie in den Einzelprojekten des Vorhabens „Arbeit und Sehen“ üblich waren, dazu, ihre Mitglieder Stress, Vernachlässigung der Arbeitszeitordnung, Missachtung von Bildschirmpausen, oberflächlicher interner Abstimmung und Kooperation usw. auszusetzen. In der Regel leidet darunter nicht nur das Arbeitsergebnis, sondern auch das langfristige Innovationspotential. Auch wenn in den Antworten zu den Befragungen der Forschungsgruppe Stress der Universität Heidelberg diese Belastungsaspekte thematisiert wurden, so sind sie doch nicht dominant.

Verbesserungsbedürftig war die ergonomische Auslegung der Arbeitsräume. Die Ausstattung war zwar neu, aber nicht nach optimalen Gesichtspunkten der Bildschirmarbeit - Licht, Blendwirkung, Körperhaltung, Blickwinkel, Sitzen - eingerichtet. Wie in den Vorhaben 3 und 4 auch, konnte die Computersoftware nicht beeinflusst werden, wohl aber der Stand der Technik der Büroausstattung, die Aufstellung, sowie Größe und Kontrast der Bildschirme. Die Ergebnisse der Untersuchung flossen in die Beschaffungspläne ein und wurden schrittweise umgesetzt. Man muss, wie in anderen Vorhaben auch, damit rechnen, dass die Umstellung der Büroausstattung an die Anforderung der

Bildschirmarbeit als Nachrüstungsstrategie betrieben wird und in die Zyklen der Büro-modernisierung eingebaut wird. Insgesamt muss man in der deutschen Industrie unterstellen, dass es mindestens 5 bis 10 Jahre dauern kann, bis diese Nachrüstung abgeschlossen sein wird, das Verständnis grundlegender ergonomischer Anforderungen an die moderne Büroarbeit und Computerarbeit vorausgesetzt.

Dieses Verständnis ergonomischer Anforderungen und die Bereitschaft, diese auch umzusetzen, war bei allen betrieblichen Vorhaben zu finden. Was das Vorhaben 1 angeht, so unterstützten nicht nur das Management und der Betriebsrat diese Modernisierung, sondern auch die offene betriebliche Organisation. Die Mitarbeiterschaft, deren Aufgabe es ist, Innovation zu produzieren, unterstützte das betriebliche Innovationspotential auch in dem Feld der qualitativen Gestaltung von bestehender Technik.

Grundzüge des Vorhabens 2, Prozessüberwachung in Klärwerken

Das Vorhaben 2 bezog sich auf die Modernisierung der Prozessüberwachungs- und Prozesssteuerungstechnik in Leitwarten von Klärwerken unterschiedlichen technischen Niveaus. Das Vorhaben begleitete die Umstellung von klassischer Kontrolltechnik in Leitwarten (Messgeber, Prozessaufschreibgeräte, Messuhren, analoge Anzeigergeräte) auf eine integrierte moderne computergestützte Leitwartentechnik am Bildschirm. Dieses Vorhaben zeichnete sich dadurch aus, dass ein Vergleich der Arbeitssituation anhand der klassischen Technik, der neuen Technik und der Arbeitssituation während der Umstellung durchgeführt werden konnte. Das Vorhaben 2 erforschte den Übergang von einer traditionellen Messtechnik von Prozessabläufen zu einer modernen, computer-gestützten Leitwarte¹.

Die Modernisierung führte auch hier zur einer Bildschirmtätigkeit, die, was „Arbeit und Sehen“ angeht, ergonomisch verbessert werden konnte (Licht, Blendung, Spiegelungen, Blickwinkel/Versenkbarkeit der Bildschirme, Verstellbarkeit der Tische). Eine Gestaltung der Computersoftware zur Optimierung der Überwachungstätigkeit selbst wurde

¹ Die Wichtigkeit der Eignung von Softwareprogrammen und Hardwaresystemen liegt in der Abschätzung der Wahrscheinlichkeit des Risikos von Fehleinschätzungen von Gefahrensituationen. Dieses Thema war jedoch nicht Ziel der Studie. Das Vorhaben "Arbeit und Sehen" widmete sich der Frage, inwiefern Überwachungsaufgaben aufgrund der Wahrnehmungsvoraussetzungen mittels neuer, computer-gestützter technischer Einrichtungen erledigt werden können. Die Methoden und Wahrscheinlichkeitsrechnungen, welche eine Risikoanalyse und ökonomische Abschätzung zulassen, beschreiben H. Gall, K. Kemp und H. Schäbe, Betriebsbewahrung von Hard- und Software beim Einsatz von Rechnern und ähnlichen Systemen für Sicherheitsaufgaben, S. 7 ff., Schriftenreihe der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin, Fb. 888, Dortmund/Berlin 2000.

nicht diskutiert. Es war ein Kennzeichen des Vorhabens, dass sich mit dem Übergang zu der neuen Überwachungstechnik die geforderten Beobachtungs- und Handlungsrountinen veränderten, was spürbare Umlernprozesse nach sich zog. Die Arbeit stand weniger unter Zeitdruck, sondern unter der Anforderung, Prozessvariable auf ihre Abweichung zu beobachten und daraus Regelungshandlungen abzuleiten. Dazu ist die rechtzeitige Identifikation kritischer Prozessvariablen entscheidend.

Grundzüge des Vorhabens 3, Programmierarbeit in einem Softwarehaus

Das Vorhaben 3 bezog sich auf Programmierarbeit von Anwendungssoftware in einem stark expandierenden und international agierenden Softwarehaus. Die Tätigkeit strukturierte sich hausintern im Rahmen des Vorhabens nach Softwareentwicklung und Softwarebetreuung. Die Arbeit ließ sich auch in diesem Vorhaben vorherrschend durch Bildschirmarbeit charakterisieren. Auffallendes Merkmal in dem Unternehmen war die sehr junge und hochqualifizierte Belegschaft, die einen jugendlichen, herausfordernden Arbeitsstil verfolgte. Die Corporate Identity des Unternehmens bezog sich auch auf innovatives Denken, Problemlösungen für die Kunden, Überprüfen von Erfahrungen und Ergebnissen. Die überdurchschnittliche Expansion des Unternehmens machte es schwer, traditionelle Organisationsmuster über längere Zeit aufrechtzuerhalten. Projekt-, Arbeits- und Problemlösungsteams fanden sich aufgabenbezogen zusammen und formierten sich nach Projektfortschritt um. Dies galt tendenziell auch für Problemlösungsstrukturen für Arbeits- und Gesundheitsschutz. Die Analyse konnte verschiedene organisatorische, kommunikative, qualifikatorische und führungsspezifische Aspekte wiederfinden, die von stark expandierenden Unternehmen bekannt sind.

Wie noch gezeigt wird, erlaubt diese offene Betriebsführung, was betriebliche Karrieren angeht, einen hohen „Beförderunggrad“. Die aus traditionellen Unternehmen bekannten Linien, Strukturen und Verantwortlichkeiten sind nur in Ansätzen durchformuliert, was den Vorteil kurzer Entscheidungswege und schneller Entscheidungsprozesse hat.

Das Projekt „Arbeit und Sehen“ hatte auch deshalb eine hohe Akzeptanz, weil die Belegschaft sehr „innovationsorientiert“ ist. Hauptergebnis war und ist sicher der hohe Anteil von Sehstörungenbefunden, was bei einer so jungen Belegschaft erstaunt. Das Unternehmen bildet, so wie es schrittweise übliche Organisationsstrukturen entwickelt (entwickeln muss), auch eine Sensibilität für die gesundheitlichen Belange einer Belegschaft mit wachsendem Durchschnittsalter. Zur Begleitung dieser Prozesse wurden unterschiedliche Schulungs- und Forschungsvorhaben intern und mit Externen, auch global vernetzt, betrieben.

Das Vorhaben 3 zeichnete sich durch eine bestimmte Offenheit in der Gestaltung der Arbeitssituation aus: In Wahrheit betrieb das Unternehmen auch eine sehr komplexe Modernisierungsstrategie, welche sich auf organisatorische, qualifikatorisch/personalplanerische, technische und betriebsplanerische Aspekte bezog. Die Vielfalt der Wirkungen derartiger komplexer Modernisierungsverfahren rund um das Arbeitsmittel "Bildschirm", welche H. Hahn u.a.¹ skizzierten, konnten im Rahmen des Forschungsprogramms des Vorhabens "Arbeit und Sehen" nicht nachvollzogen werden. Für die praktische Arbeit ist es nötig, aus solchen Vorgaben ein Verfahren des "best practise", also ein Verfahren guter betrieblicher Praxis der Gesundheitsförderung, zu entwickeln.

Die Ergebnisse des Projektes „Arbeit und Sehen“ fließen in die Neubaustrategie und die Modernisierungsstrategie ein. Gesagt sein muss, dass die Gebäude neu errichtet sind. Die Modernisierung betrifft vor allem die Nachrüstung mit Rechnern, neuer Entwicklungssoftware und Büroausstattung, sowie das Training für eine "Healthy Company".

Grundzüge des Vorhabens 4, TV-Studio, Bearbeitung von Film und Tonmaterial

Projektanlass war die Tatsache, dass die "Filmbearbeitung" an moderne Verfahren angepasst werden muss und es sich in diesem Zusammenhang anbot, die Tätigkeit ergonomisch zu überarbeiten und die Arbeitsplätze auf die Anforderungen beim Sehen besser anzupassen. Im Vordergrund des Projektes stand die Beobachtung der Cutterarbeitsplätze.

Die Modernisierung der Filmbearbeitung geschah historisch in drei Schritten. Bis in die 80er Jahre hinein erfolgte die Herstellung von Filmen traditionell mit 16 mm Celluloidfilm, seit Mitte der 80er Jahre werden Filme, insbesondere solche für aktuelle Beiträge, mit Videokameras (Betamatic) in Analogtechnik aufgezeichnet. Seit Mitte der 90er Jahre setzt sich die Digitalaufzeichnung durch. Die Bearbeitung von Filmmaterial muss sich an diese Entwicklung anpassen. Die Filmbearbeitung im Vorhaben 4 stand derzeit in einer Umstellung der Bearbeitungs- und Schneidetechnik auf diese digitale Aufzeichnungstechnik. Dabei sollten im ersten Schritt aktuelle Sendungen mit der neuen Technik ausgerüstet werden.

¹ H. Hahn, A. Köchling, D. Krüger, D. Lorenz, Arbeitssystem Bildschirmarbeit, Schriftenreihe der Bundesanstalt für Arbeitsschutz, Fa 31, Dortmund/Berlin 1995. Die umfassenden Erfordernisse des ergonomischen Arbeitsschutzes führt auch der Tagungsbericht "Arbeitsschutz - Ergonomie - Normalleistung; Strategische Beiträge zur ganzheitlichen Arbeitsgestaltung aus, Schriftenreihe der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin, Tb. 119, Dortmund/Berlin 2001. T. Wittig, Ergonomische Untersuchung alternativer Büro- und Bildschirmarbeitsplatzkonzepte, Schriftenreihe der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin, Fb. 878, Dortmund/Berlin 2000.

Die neue Schneidetechnik ähnelt, technisch, gesehen den üblichen Textverarbeitungssystemen am PC. Die elektronische Bearbeitung erfolgt auch auf einem PC (Macintosh), der hinsichtlich seiner Kapazität besonders ausgerüstet ist. Das Bearbeitungsprogramm stammt aus den USA (AVID). Das digital aufgezeichnete Signal kann mit Hilfe dieses Programms beliebig geschnitten, zwischengespeichert, nachbearbeitet, mit Spezialeffekten ausgerüstet oder mit anderem Material kombiniert werden. Die Art der Bearbeitung ähnelt arbeitsinhaltlich der früheren Cutterarbeit mit Celluloidfilmen mehr als der Bearbeitung von analogen Videobändern.

Die Filmbearbeitung verfügt derzeit über folgende Cutterarbeitsplätze:

- 11 traditionelle Cutterplätze (16 mm Celluloidfilm),
- 5 Spezialplätze,
- 32 elektronische Schnittplätze:
 - 24 Analogtechnikplätze (Betamatic),
 - 8 Digitaltechnikplätze (Avid/Beta).

Die Beschäftigung im Bereich der Cutterarbeit hängt von der Besetzung und dem Anteil des Schichtbetriebs ab. Derzeit werden ca. 50 feste und 120 freie Mitarbeiter beschäftigt. Es ist geplant, die elektronischen Schnittplätze voll auf Digitaltechnik umzurüsten.

Die technische Modernisierung ist auch aus Gründen geänderter Arbeitsanforderungen nötig und beeinflusst die Arbeitsabläufe.

1) Es steigen die Drehverhältnisse. Während früher von 7 Minuten Rohmaterial ca. 1 Minute Film erarbeitet wurde, kann man derzeit mit 20 Minuten zu 1 Minute rechnen. Damit ist viel mehr Material zu sichten.

Die Anzahl und die Anforderung an die Effekte nehmen zu. Die Umsetzung von Effekten ist mit der modernen menügeführten Digitaltechnik leichter möglich.

2) Das Verhältnis von Produktionstag zu Sendeminute sinkt.

| Technik | Produktionszeit | Sendezeit |
|---------------------------|-----------------|---------------|
| Traditioneller 16 mm Film | nicht erhoben | nicht erhoben |
| Analogtechnik Betacam | 10 Tage | 30 Minuten |
| Digitaltechnik | 4 Tage | 60 Minuten |

- 3) Die Produktionszeit sinkt pro Beitrag von 6-10 Wochen auf ca. 3-4 Wochen.
- 4) Die Arbeitsmethoden verändern sich mit der Technik. Während bisher eine weitgehende Arbeitsteilung vorherrscht, kann der einzelne Redakteur mit der neuen digitalen Technik nahe am Beitrag sein und so auch ganze Abläufe mit gestalten, bzw. sogar selbst ausführen:

| Arbeitsablauf jetzt (Arbeitsteilung) | | Arbeitsablauf in Zukunft (Mischarbeit) | | |
|--------------------------------------|-----------------|--|-------------|-------------|
| Kamera | Verschiedene | Redakteur1 | Redakteur 2 | Redakteur N |
| Cutter | | | | |
| Ton | Bearbeiter | Mischarbeit | Mischarbeit | Mischarbeit |
| Redaktion | | | | |
| Andere | (spezialisiert) | | | |
| z.B. Spezialeffekte | | | | |

Der Wandel der Schneidetechnik bedingt auch einen Wandel der Arbeitsbedingungen. Ein traditioneller Arbeitsplatz besteht aus der Zuschneideeinheit, Geräten für das Abspielen des Rohmaterials, zum Zwischenspeichern und Aufzeichnen. Die analoge Videobandtechnik erfordert einen umfangreichen technischen Apparat. Deshalb muss der traditionelle Cutterarbeitsplatz auch sehr solide ausgeführt werden, was faktisch dazu führt, dass er kaum verstellbar ist. Die analogen Bandgeräte arbeiten mechanisch und rufen eine gewisse Lärmbelästigung hervor, sie erzeugen auch Wärme. Da die Geräte aus technischen Gründen am Arbeitsplatz stehen müssen, ist die Cutterin entsprechenden unterschwelligen Emissionen ausgesetzt. Mit der Digitaltechnik kann die technische Infrastruktur eines Arbeitsplatzes gekapselt werden.

Das Vorhaben 4 bezog sich neben der Frage des Sehens in der Arbeit auch auf den Schallschutz. Das Zusammenspielen und das Schneiden von Filmmaterial erfolgt durch Bandaufzeichnungsgeräte und Computersysteme, welche mit spürbaren Lärm- und Hitzeemissionen behaftet sind (Geräusche von Bandlaufwerken und Festplattensystemen). Die Emissionen der Geräte sind, im Verhältnis zu der komplexen Tätigkeit, lästig und stören die Konzentration. Nach der Arbeitsstättenverordnung bzw. der VDI-Richtlinie 2058 dürfen Geräuschmissionen folgende Werte nicht überschreiten; bei überwiegend geistiger Tätigkeit 55 dB(A), bei einfachen oder überwiegend mechanisierten Büro-tätigkeiten und vergleichbaren Tätigkeiten 70 dB(A) und bei allen anderen Tätigkeiten nicht mehr als 85 dB(A). Bei Büroarbeitsplätzen ist auch die EU Richtlinie (90/270/EWG) über die Mindestvorschriften bezüglich der Sicherheit und des Gesundheitsschutzes bei der Arbeit an Bildschirmgeräten zu beachten. Messungen an den ver

wendeten Geräten lagen systembedingt über denen, welche in Vergleichsvorhaben gefunden wurden (Mittelwerte 41,3 dB(A) im Leerlauf und 61,2 dB(A) bei Bedienung der Tastatur)¹. Das Vorhaben konnte auf die Erfahrungen bei Leit- und Prozessrechnern, bei BDE-Terminals, CNC-Maschinen und ähnlichen Arbeitsplätzen in der Produktion zurückgreifen.² Im Einzelnen ging es um die Abtrennung der Computer und der Bandgeräte von den Arbeitsplätzen, die Verbesserung der Kühlung, bzw. die Kapselung der Geräte sowie die Schalldämmung der Räume. Da es sich um Einzelarbeitsräume handelte, wurden übliche Verfahren der "Privatisierung" von Arbeitsplätzen durch Trennwände nicht nötig. Daneben wurde die Beleuchtung der Räume optimiert, wobei insbesondere der Tageslichteinfall reguliert wurde, um Spiegelungen auf den Bildschirmen zu vermeiden.

Vom Ergonomischen her gesehen waren daneben folgende Punkte wichtig:

Verstellbarkeit, insbesondere der Höhe des Arbeitsplatzes,
 Monitore: Größe, Abstand, Blickhöhe, Strahlung usw.,
 Beleuchtung des Raumes und des Hintergrundes,
 Individuelle Anpassung der Greifräume,
 Optimieren des Sehens,
 Optimierung der Bedienung (derzeit handelsübliche Computertastatur).

Durch die Einführung der digitalen Technik ergeben sich verschiedene Vorteile:

- 1) Das Ausführen der Schneidarbeit geht schneller. Gleichzeitig verbessern sich die Möglichkeiten, Rohmaterial vorzusichten, um die Feinarbeit später effektiver durchführen zu können.
- 2) Die Investitionskosten für einen Arbeitsplatz steigen zwar. Insgesamt ist jedoch unter Einbeziehung aller qualitativer Vorteile und Funktionen eine deutliche Verbesserung der Wirtschaftlichkeit zu sehen. Eine überschlägige Betrachtung geht davon aus, dass ein Analogarbeitsplatz ca. 150 bis 225 Tsd. € kostete, wobei jedoch die Maschinenbelegung ungünstig war (30 %). Mit der neuen Technik und einer sog. „neuen Studionutzung“ verspricht man sich eine bessere Maschinennutzung. Eine neue digitale

¹ P. van den Bulle, Schalltechnische Gestaltung von Büroräumen mit Bildschirmen, Schriftenreihe der Bundesanstalt für Arbeitsschutz, Fb. 720, S. 7 und S. 23, Dortmund/Berlin 1995.

² G. Rau, K. Roßner, Bestandsaufnahme und Minderung der Geräuschbelastung an Arbeitsplätzen mit Bildschirmgeräten in der Produktion, Schriftenreihe der Bundesanstalt für Arbeitsschutz, Fb. 702, Dortmund/Berlin 1994.

Schneidemaschine kostet derzeit etwa 250 000 €. Gleichzeitig wird pro Arbeitsplatz mit ca. 7 Cuttern und einem Assistenten (früher zwei Assistenten) gerechnet.

- 3) Die Ausstattung der Arbeitstische ist im Vergleich zur Gesamtinvestition gering: Tisch 3 500,- €, Stühle 500 bis 750 €, Beleuchtung 1 000,- €, Sonstiges ca. 2 500,- €.

Ansatz:

- 1) Eine Modernisierung der Ergonomie wird sich vor allem auf den Aspekt des Sehens beziehen. Wie bei anderen Kontroll- und Bearbeitungsaufgaben auch ist die Arbeit von Cuttern durch eine Datenflut gekennzeichnet. Das Programm AVID gibt zwar die Form der Arbeit vor. Es wäre zu überprüfen, ob in der Softwareergonomie noch Verbesserungen möglich sind.
- 2) Optimierung der Arbeitsabläufe, mit dem Ziel, eine insbesondere aus der Sicht des Sehens abwechslungsreiche Arbeit zu schaffen (neue Studionutzung). Dies wird in Kombination mit einer sog. Sehschulung durchgeführt.
- 3) Verbesserung der Ergonomie der Arbeitsplätze.

Zur Erprobung des Standes der Technik wurden jeweils zwei Arbeitsplätze verschiedener Hersteller eingerichtet.

Grundzüge des Vorhabens 5, Schreibarbeitsplätze einer Stadtverwaltung

In diesem Vorhaben ging es um klassische Schreiarbeit mit üblicher Büro-, PC- und Softwareausstattung. Der Schwerpunkt war die Textaufnahme und Verarbeitung, teilweise nach Konzept und Diktat, gestützt durch programmierte Formblätter und Textbausteine. Die Daten dieser Gruppe wurden zusammen mit anderen Daten aus Untersuchungen der Universität Heidelberg als Vergleichswerte für das Projekt „Arbeit und Sehen“ verwandt.

4.2 Anforderungen an die Arbeitsplatzbeleuchtung

Im Rahmen des Vorhabens „Arbeit und Sehen“ wurde der Arbeitsplatzbeleuchtung ein besonderer Stellenwert zugeordnet. Ziel des Vorhabens war es, auch technische Regeln zur präventiven Verbesserung der Arbeitsplätze zu erarbeiten. Während bei Montagetätigkeit aber, auch bei der Büroarbeit, früher sehr viel Wert auf eine möglichst hohe Be-

leuchtungsstärke gelegt wurde, berücksichtigt man inzwischen differenzierte Bewertungskriterien. Die Forderung nach leistungsstarker Gesamtbeleuchtung wird inzwischen durch eine Beleuchtungstechnik abgelöst, die Einzelplatzbeleuchtung und Allgemeinbeleuchtung aufeinander abstimmen, den Farbeindruck des Lichtes und individuelle Sehanforderungen einbeziehen. Bei Bildschirmarbeitsplätzen besteht die Gefahr von Blendwirkungen durch intensive Kunstlichtbeleuchtungen. Kursorisch kann folgende Anforderung an die Beleuchtung gestellt werden:¹

- 1) Es ist sinnvoll, eine Kombinationsbeleuchtung aus Allgemeinbeleuchtung und Einzelplatzbeleuchtung, ggf. Objektbeleuchtung einzurichten. „Die Einzelplatzbeleuchtung ermöglicht mehr Individualität bei der Beleuchtung des Arbeitsplatzes, wobei der Benutzer in gewissem Rahmen die Beleuchtung nach seinen Wünschen einstellen kann.“²
- 2) „Es hat sich gezeigt, dass die geforderten Allgemeinbeleuchtungsstärken der DIN 5035, Teil 2 nicht erreicht werden müssen, es sollten jedoch 250 lx nicht unterschritten werden. ... Als günstigste Werte für die Einzelplatzbeleuchtungsstärke wurden 500 bis 750 lx festgestellt. ... Da die Einzelplatzbeleuchtungsstärken bei verschiedener Allgemeinbeleuchtung etwa gleich sind, ergeben sich Beleuchtungsstärkeverhältnisse im Bereich von 2:1 bis 1:3.“³ Hohe Lichtstärken stören im Bildschirmbereich, dennoch sind sie beim Lesen von Schriftgut unabdingbar. Probleme für die Akkomodation der Augen entsteht bei häufigen arbeitstypischen Blickwechseln zwischen dem hellen beleuchtetem Schriftgut und dem dunkleren Bildschirm.
- 3) In Laboruntersuchungen ergab sich die Anforderung, dass mit der Einzelplatzbeleuchtung mindestens ein Feld von 60 cm X 60 cm ausgeleuchtet werden muss. Besteht eine Tätigkeit aus mehreren Arbeitsfeldern, so ist eine entsprechende Anzahl von Einzelplatzleuchten nötig.
- 4) Als Optimalwert für die Gleichmäßigkeit der Ausleuchtung von Arbeitsfeldern wurde ein Verhältnis $g_2 = L_{min} / L_{max}$ von ca. 0,6 als wohltuend empfunden. Der Wert von g_2 soll 0.3 nicht unterschreiten.
- 5) Die Begrenzung der Blendung ist wichtig. Die Lampe(n) soll(en) für niemanden im Raum sichtbar sein. Reflexe in Computerbildschirmen oder anderen reflektierenden Flächen sind zu vermeiden. Die vertikale Beleuchtungsstärke, die von der Einzelplatzbeleuchtung hervorgerufen wird, soll 300 lx nicht überschreiten. Diese Forderung begründet die im Projekt „Arbeit und Sehen“ angestrebte Einführung der indirekten Allgemeinbeleuchtung.
- 6) Die Lichtfarben der verwendeten Einzelplatz- und Allgemeinbeleuchtungen sollen sich nicht unterscheiden.

In das Vorhaben wurde ein Lichttechnikhersteller einbezogen, der sein Innovationspotential in die Lösung unterschiedlichster Beleuchtungsfragen einbrachte.

¹ D. Gall, C. Vandahl, U. Greiner-Mai, S. Wolf, H.-P. Helm, Einzelplatzbeleuchtung und Allgemeinbeleuchtung am Arbeitsplatz, Schriftenreihe der Bundesanstalt für Arbeitsschutz, Fb. 753, Dortmund/Berlin 1996, S. 101 ff.

² D. Gall, u.a., Einzelplatzbeleuchtung .a.a.O., S. 101 ff.

³ D. Gall, u.a., Einzelplatzbeleuchtung .a.a.O., S.104.

4.3 Belastung und arbeitsbedingte Erkrankungen

Während des Projektfortschritts stieß man öfters auf Argumentationen wie diese: „Eigentlich krankmachende Wirkungen gehen von heute üblichen Kontrolleinrichtungen zur Messung und Steuerung von Produktionsprozessen und von Techniken wie dem Bildschirm oder Computer nicht aus.“ Es ist deshalb nötig, die gesamte Wirkungstrecke zu sehen, d.h. nicht nur die Mensch-Maschine-Schnittstelle zu beachten, sondern auch die organisatorische Einbettung und die persönlichen Voraussetzungen für die Bedienung einzubeziehen. Gerade das Maß, wie Stress wahrgenommen wird - in diesem Zusammenhang der Stress beim Beobachten von Prozessen, Regel- und Steuereinrichtungen oder bei der Bedienung von Computern ist äußerst individuell und durch einen Katarakt von Filtern gedämpft oder durch Verstärker verschärft. Es lag nicht im Sinn dieser sozioökonomischen Evaluierung, die theoretische Pathologie voranzubringen, wohl aber die Risikoabschätzung. Aus diesem Grund wurden verschiedene Arbeitshypothesen gebildet, die sich aus anderen Vorerfahrungen mit der „Humanisierung der Arbeit“ und „Arbeit und Technik“ gewinnen ließen. Das arbeitsmäßige Gesundheitsrisiko hängt entscheidend von den Leistungsvoraussetzungen des Menschen, seiner Perception bzw. Haltung der Arbeit gegenüber und seinen individuellen Bewältigungsprogrammen ab. Dies bestätigen auch J. K. Triebe und M. Wittstock. Sie sehen den Zusammenhang zwischen Beanspruchung, Stress und "Mental Workload" mit Bezug auf F. Nachreiner und E. Mesenholl 1993 in Abbildung 11. „... Sie verdeutlicht die grundlegenden, bei entsprechenden Untersuchungen zu berücksichtigenden Zusammenhänge zwischen Mensch, Arbeitsaufgabe und - organisational und situativ bedingten - Ausführungsbedingungen. Jede differenzierte Beanspruchungsanalyse ist somit nicht nur als sozio-technische Systemanalyse zu konzipieren und kann sich nicht allein auf die Betrachtung des Arbeitsmittels bzw. der Mensch-Maschine-Schnittstelle beschränken. ... Zugleich sind sowohl objektive Einflussfaktoren als auch das subjektive Erleben und die Verarbeitung der Beanspruchungssituation durch die Person zu berücksichtigen.“¹

Diese oder ähnliche Darstellungen sind nicht nur ein Dokument bekennenden Forschens, sie drücken drei Dinge aus, die man gerade bei der Optimierung der Produktion im Zusammenhang mit den sog. Soft Factors sehen muss:

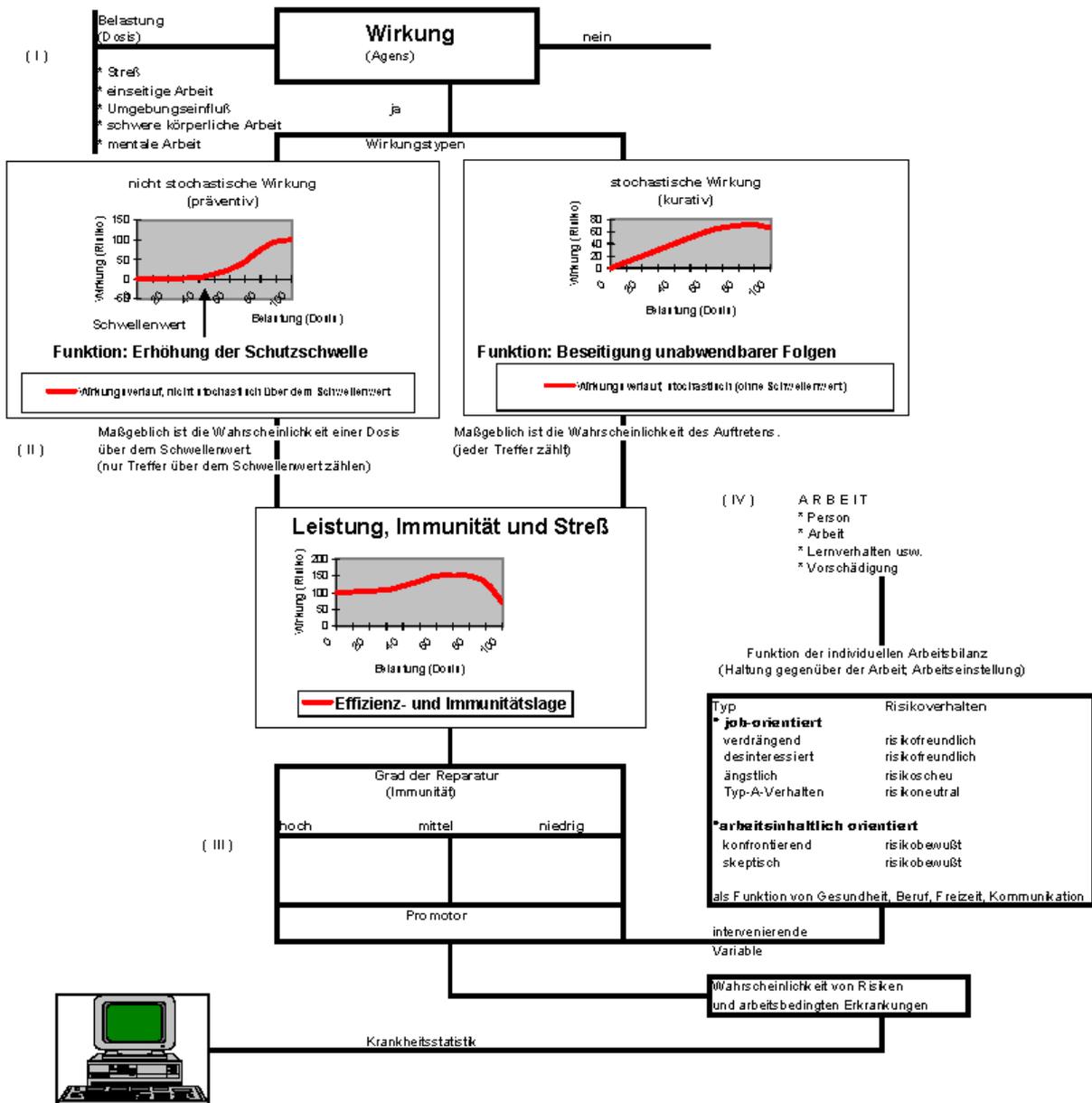
¹ J. K. Triebe, M. Wittstock, Anforderungskatalog für Softwareentwicklung, a.a.O., S. 41.

- 1) Die wissenschaftliche Erkenntnis traut sich inzwischen an sehr komplexe Ursache-Wirkungs-Zusammenhänge heran, auch weil die Materie so komplex ist.
- 2) Moderne Ansätze der Produktionsverbesserung verlangen nach der Aufdeckung eben möglichst vieler Gestaltungsfelder des Unternehmens, um die Erfolgchance der Gestaltung der Soft Factors zu verbessern. Es ist eben bisher eine Erfahrungstat- sache, dass ungleich bessere ökonomische Renditen durch die Verfolgung von sehr konservativen Modernisierungs- und Gestaltungskonzepten der Produktion erlangt werden, wenn die Wirtschaftlichkeitsbetrachtung sehr kurzfristig gesehen wird. Es ist ja ein Ziel des Vorhabens „Arbeit und Sehen“, das Lösungsrepertoire der Moder- nisierung der Produktion zu verbessern.
- 3) Die Erfahrung mit dem Risikomanagement aus anderen Gebieten erlaubt neue An- sätze auch im Arbeits- und Gesundheitsschutz.

Die Abbildung 12 skizziert dieses von J. K. Triebe u.a. gekennzeichnete Gesamtpro- blem in seiner Vielschichtigkeit und Subjektivität wobei der Versuch gemacht wird, die Unbestimmtheit etwas einzugrenzen. Mit dem Wunsch, die Gesamtfrage Arbeit, Risiko und Gesundheit einen Gedanken weiter zu verfolgen, wird versucht, die Frage aus der Sicht der Dosis-Wirkungs-Analyse aus der Physik auf folgende Punkte zu reduzieren, wobei folgende Arbeitshypothesen unterstellt werden:

- 1) Die Wirkung der Belastung wird als Dosis interpretiert.
- 2) Der Mensch und dessen Arbeits- und Lernverhalten wird als intervenierende Varia- ble des "Immunprozesses" interpretiert (in welchen Maß wird Arbeit und Risiko ver- standen, bewältigt und wie setzt man sich dem Risiko aus, bzw. wie geht man mit Arbeit und Stress um?).
- 3) Die Wirkung der Belastung wird nach stochastischen (jede Einzelbelastung oder eine Mehrheit von Belastungen zeigt Wirkungen) und nicht stochastischen Wirkungsty- pen unterschieden (nur Belastungen oder Mehrheiten von Belastung über einem be- stimmten Niveau zeigen Wirkung).
- 4) Prävention verbessert die Niveauschwelle der Belastungswirkung.
- 5) Stress hat auf das Leistungs- und Immunniveau einen entscheidenden Einfluss.
- 6) Der Grad der Immunität, d.h. der Reparatur bzw. Reaktivierung ist zum Verständnis des Prozesses wesentlich. Dieses Merkmal ist stark altersabhängig.

Abbildung 12: Vereinfachte Darstellung des Wirkungszusammenhangs zwischen Belastung und arbeitsbedingten Erkrankungen aus der Sicht der Risikoabschätzung

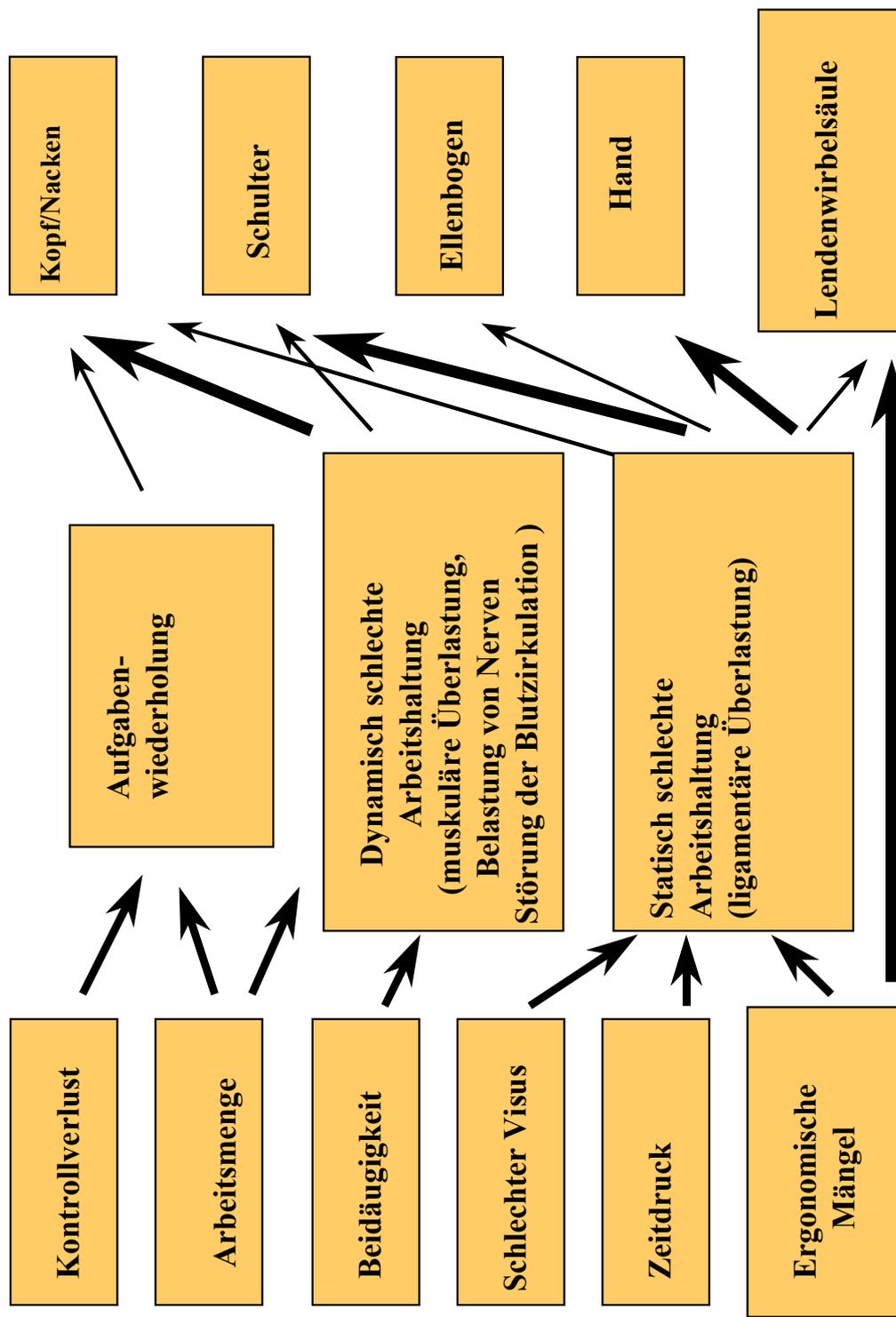


Quelle: ifo Institut München 2002, in Anlehnung an H.W. Levi, Naturwissenschaftliche Aspekte von Grenzwerten 1992.

Dieses Vorgehen deckt sich dann auch mit Ergebnissen des Vorhabens „Arbeit und Sehen“, das in Verfeinerung der Darlegung der Ursache-Wirkungsbeziehungen arbeitsbedingter Erkrankungen zu folgendem Schluss kommt: „Ein Befund ist wichtig (vgl. Abbildung 13): Er betrifft Präferenzen der Manifestation bestimmter Anpassungsschwierigkeiten. Kontrollverlust bei großer Arbeitsmenge und kurzzyklisch repetitiven Teilarbeiten (Aufgabenwiederholungen) führt (selbst) ohne Haltungsprobleme zu Kopf-Nacken-Problemen. Beidäugigkeitsleistungsprobleme zusammen mit großer Arbeitsmenge führen über dynamisch schlechte Arbeitshaltungen zu myofaszialen Überlastungen, im wesentlichen im Kopf- und Nackenbereich. Dieser Mechanismus ist eine der Hauptursachen von Kopf- und Nackenschmerzen. Dies kann gelegentlich in die Schulter ausstrahlen. Ein schlechter Visus bzw. eine schlecht ausgeglichene Refraktionsanomalie führt dann zu statisch falschen Arbeitshaltungen, d.h. vorwiegend ligamentären Überlastungen, wenn Arbeitsmengen (ohne Erholungspausen) und Zeitdruck hinzukommen. Diese bewirken dann nach den Erhebungsdaten ... mehr Schulter und Handprobleme. Ergonomische Mängel alleine sind eher lendenwirbelsäulenwirksam. ... Daneben findet ein weiterer Bereich Berücksichtigung, den man als „Protektive Arbeitsbedingungen“ bezeichnen könnte. Dieser Bereich kann als vermittelnde Größe zwischen den Arbeitsanforderungen und Belastungen einerseits und den Problemen und Beschwerden andererseits gesehen werden, d.h. die „protektiven Arbeitsbedingungen“ bestimmen mit, in welchem Ausmaß sich einzelne Anforderungen und Belastungen aus der täglichen Arbeit auf die Gesundheit bzw. die subjektiven psychischen und körperlichen Beschwerden der Befragten auswirken können. Ein ähnliches Modell beschreibt Karasek (1981), der in einigen Untersuchungen feststellen konnte, dass die Auswirkungen von Arbeitsanforderungen auf den tatsächlichen Belastungsgrad (z.B. den auslösenden Stress) einer bestimmten Tätigkeit davon abhängen, welcher Grad an Entscheidungsspielraum und Verantwortung damit verknüpft ist. Am belastendsten scheinen dabei Tätigkeiten zu sein, bei denen eine niedrige Entscheidungskompetenz mit höherer Arbeitsanforderung verbunden ist.“¹

¹ H. Mayer, F. J. Geider, H. Riha, A. König, Entwicklung von Methoden zur Identifikation visueller Ursachen arbeitsbedingter Gesundheitsrisiken und hierauf bezogener Präventionsstrategien im betrieblichen Gesundheitsschutz, Teilvorhaben 3, Bericht zur Zwischenpräsentation, Heidelberg/Hainichen 1996, S. 9-11; (Klammeransetzungen durch den Autor).

Abbildung 13: Wechselwirkung zwischen Arbeit, Sehen und Beschwerden



Quelle: H.Mayer, F.J.Gelder, H.Riha, A.König, Entwicklung von Methoden zur Identifikation visueller Ursachen arbeitsbedingter Gesundheitsrisiken und hierauf bezogener Präventionsstrategien im betrieblichen Gesundheitsschutz, Teilvorhaben 3-Zwischenpräsentation, Heidelberg/Hainichen 1996.

Eine Grobskizze der Übertragbarkeit von Dosis-Wirkungs-Schemata auf die Genese arbeitsbedingter Erkrankungen wurde vom Autor im Rahmen eines Vorhabens zur betrieblichen Gesundheitsförderung in Betrieben Ostdeutschlands ausformuliert.¹

Aufgrund dieses Gedankenschemas ist es zur Beurteilung der Ursache-Wirkungs-Kette arbeitsbedingter Erkrankungen nötig, folgende Fragen darzulegen und zu klären:

- 1) Welcher ergonomisch arbeitswissenschaftliche Zustand war mit Blick auf die Frage „Arbeit und Sehen“ in den Betrieben im einzelnen zu finden?
- 2) Wie wurde dieser Zustand jeweils wahrgenommen?
- 3) Welche subjektiven Belastungen und Beschwerden ergaben sich daraus?
- 4) Gab es Erfahrungen zu den individuellen Bewältigungsstrategien von Belastungen und Stress in der Arbeit? Inwieweit beeinflusst die Arbeitshaltung die Wahrnehmung von Stress und das Arbeitserleben?
- 5) Sind aufgabentypische Abweichungen von Arbeitsplatz zu Arbeitsplatz bzw. von Arbeitsform zu Arbeitsform oder von Betrieb zu Betrieb belegbar?
- 6) Konnten, soweit arbeitsmedizinische Untersuchungen von Personen durchgeführt wurden, enge Zusammenhänge zwischen Arbeitssituationen, ggf. deren Veränderung, Beschwerden und medizinischen Befunden aufgeklärt werden?
- 7) Welche Vorschläge zur Gestaltung der Arbeit, der Technik oder umsetzbarer Präventionsverfahren (concepts of best practise) sind zu erwarten?
- 8) Sozioökonomisches Konklusum.

Diese Aspekte werden im folgenden anhand von Betriebsergebnissen abgehandelt, die die Forschungsgruppe Stress der Universität Heidelberg in den einzelnen Vorhaben erarbeitete. Es wurde der Versuch zwischenbetrieblicher Vergleiche oder synoptischer Darstellungen unternommen. Soweit das Datenmaterial dies nicht zuließ, wurden Einzelfragen beispielhaft dargestellt.

4.4 Betriebsergebnisse

Gerade die Betonung des Stressverhaltens in Verknüpfung mit der Arbeitseinstellung ist ein wichtiger Punkt, der die Frage sog. „protektiver Arbeitsbedingungen“ genauer beschreibt. Die „protektiven Arbeitsbedingungen“ haben stets zwei Aspekte; wenig Kla

¹ U. Adler, Betriebliche Gesundheitsförderung als Element moderner Produktionsmethoden - Sozioökonomische Begleitforschung des Vorhabens: Arbeitsmedizinisches Diagnostik und Beratungszentrum Hainichen, S. 106 ff. (Veröffentlichung in Vorbereitung). Der Ansatz stützt sich auf H. W. Levi, Naturwissenschaftliche Aspekte von Grenzwerten, in: Jahrbuch des Umwelt- und Technikrechts, Heidelberg 1992, S. 135 ff.

gen über Gesundheitsbeschwerden bedeuten keineswegs Abwesenheit arbeitsbedingter Gesundheitsrisiken. Es ist folgendes festzustellen:

- Moderne Organisationsmethoden wie „lean production“, neue Arbeitsstrukturen, Gruppenarbeit u.ä. haben die Arbeit, die traditionell als Fließbandarbeit nur unter erheblichen Belastungen wie Monotonie, einseitiger Arbeit, Zeitdruck, Vereinsamung am Einzelarbeitsplatz, Verstrickung in unlösbare Kommunikations-, Lern- und Kooperationsprobleme erfolgte, in einer Weise entflochten, dass diese neuen Produktionsmethoden als „protektiv“ gelten können, da sie gravierende Fehler traditioneller Produktionsmethoden beseitigten.
- Dennoch bleibt das Phänomen Stress als intervenierende Variable bestehen. Stress hat unterschiedliche Aspekte. Einmal erhöht er die Leistungsfähigkeit, zum anderen steigert er die Immunlage des Körpers, und zwar in bestimmten Fällen auch der Gestalt, dass körperliche Signale von Überlastung, die ja gesundheitliche Beschwerden sind, nicht mehr wahrgenommen oder falsch interpretiert werden.
- Stress erzeugt u.U., über lange Zeit zugemutet, die subjektive Wahrnehmung, hoher Leistungsfähigkeit und beruflicher Performanz, wobei die Wahrnehmung von Überforderung hinsichtlich Leistung und Gesundheit bei bestimmten Menschen, die das Arbeitsleben sehr risikobereit und herausfordernd angehen, völlig verloren gehen kann.
- Produktionsmethoden, die ihren Mitgliedern oder Gruppen der Belegschaft Arbeit anbieten, die nur unter Stress zu bewältigen ist, erzeugen deutliche Gesundheitsrisiken, ohne dass dies erkennbar ist. Gerade Unternehmen im Aufbau bzw. solche mit erheblichem Wachstum, in denen die betriebliche Organisation noch wenig festgefügt ist und deren Vorrat an innerbetrieblichen Problemlösungsverfahren noch wenig ausgebildet ist, machen statistisch, hinsichtlich der Fehlzeiten und der Gesundheitssituation, oft den besten Eindruck.
- Erst wenn Stress über eine längere Phase des Arbeitslebens durchgehalten wird, zeigen sich nicht nur dramatische Einbrüche in der Leistungsfähigkeit und der beruflichen Performanz, sondern auch in der Klagsamkeit über Gesundheitsbeschwerden, und dann selbstredend auch eine Offenlegung des angestauten Gesundheitsdefizits.
- Medizinisch könnte man den Prozess als eine Verstärkung der Offenlegung latenter Gesundheitsprobleme bezeichnen, der von der Arbeit und der individuellen Arbeitseinstellung abhängt. Weniger risikobereite Individuen, also ängstlich-hypochondrische oder sehr autonom-konfrontative bzw. eher job-orientierte Individuen werden sich weniger dem Stress aussetzen, während solche mit dem klassi

schen Managerverhalten, sehr arbeitsinhaltlich orientierte - also Individuen, die moderne Produktionsmethoden tragen und gestalten - sich dem Stress stärker aussetzen.¹

- Versuche in Unternehmen, die neue Produktionstechniken mit Organisationsformen betreiben wollen, die fremdbestimmte Arbeit ohne Eigeninitiative fördern, bezahlen die Mitarbeiter mit hoher Stressbelastung.
- Es handelt sich hierbei um eine Art „Katastrophenprozess“ der noch einmal zwei Aspekte hat. Moderne Produktionsmethoden verlagern die Stresswahrnehmung vom Körperlichen auf das Mentale und machen diese Phänomene weniger spürbar und auch weniger steuerbar. Zum anderen ist der „Verbrauch an Physis“ anders, meist unbestimmter und intensiver. Wenn man als Stressfolge körperlicher Arbeit früher von typischem „Werkerverschleiß“ sprechen konnte, und männliche Altersgruppen von Mitte 50 im Auge hatte, gelten heute weibliche wie männliche Belegschaften über 45 als „ältere Mitarbeiter“ mit allen Anzeichen vom „Angestelltsyndrom“ - Burn-Out, Verlust von Handlungssouveränität und Anpassungsleistung in sich wandelnden Organisations- und Technikformen, Resignation, Zukunftsangst, Mobbing-erfahrung, Verlust an Anerkennung des Wissens usw.. In Betrieben mit modernen Produktionsformen, die es nicht verstanden haben, Innovation mit traditionellem Wissen zu verknüpfen, und darauf aufzubauen, verliert das vorhandene Lösungsrepertoire seine Wirkung, ohne dass sich neue Lösungsmuster schon bewährt hätten, was die Träger von Erfahrung um ihre Einbettung bringen kann.
- Insgesamt steigt damit der Grad der „Unordnung“ im Betrieb und es wächst die Verlustleistung, d.h., die Gesamteffizienz nimmt ab.
- Es bestätigte sich, dass latente physische Schwächen, insbesondere Sehschwächen, durch moderne Produktionsmethoden früher und deutlicher zutage treten.
- Bei der Erklärung arbeitsbedingter Erkrankungen stellte sich der Grad des beidäugigen Sehens als wichtige Einflussgröße heraus.

4.4.1 Der ergonomisch-arbeitswissenschaftliche Zustand und dessen Wahrnehmung durch die Beschäftigten mit Blick auf die Frage „Arbeit und Sehen“ in den Betrieben

Wie schon im letzten Kapitel dargestellt, befasste sich die sozio-ökonomische Analyse mit üblicher Angestelltenarbeit in Konstruktion/Entwicklung, Programmierung, Prozesssteuerung, Verwaltung, Filmbearbeitung. Die Arbeitssituation entsprach durchweg dem Stand der Technik und dem vorherrschenden Wissen von Organisation und Mana

¹ Vgl. hierzu: U. Adler, Arbeitsstrukturierung in der Bekleidungsindustrie, Neue Arbeitsstrukturen als soziale Innovation, München 1986, S. 218 ff.

gement. Die Teilvorhaben unterschieden sich zwar in ihrer betrieblichen Tradition und Struktur, wobei selbstredend der Sektor der Verwaltung eher eine herkömmliche Grundstruktur hatte und im Bereich der Softwareentwicklung eine sich entwickelnde Betriebsorganisation zu finden war. Die Einzelbetriebe konnten im Vergleich ihrer Branche als innovativ angesehen werden. Die Betriebsausstattung entsprach der heutigen Norm und wurde im Rahmen der Modernisierung laufend ergänzt bzw. „upgedated“. Die Forschungsfelder sehen inzwischen anders aus als zur Projektzeit. In die Modernisierung sind in der Regel Projektergebnisse eingeflossen. Die folgenden Ergebnisse erklären sich aus der Anwendung und aus dem Umgang mit einer Betriebsausstattung, die nicht immer den letzten ergonomischen Erkenntnissen entsprach.

Die Tabelle 4 zeigt die Einschätzung der Arbeitsplatzgestaltung am Beispiel des Teilvorhabens 3 (Softwarehaus), welches, was die reine Ergonomie angeht, für das Projekt repräsentativ ist. In der Regel beurteilen die Beschäftigten ihre Arbeitsmittel als akzeptabel bis gut. Gewisse Abweichungen zeigen sich beim Sitzen und bei der Beleuchtung. Wie oben dargelegt, bestätigt sich hier bereits qualitativ der Zusammenhang von Sehen und Sitzen.¹ Ganz deutlich geht aus der Tabelle hervor, dass die Beleuchtung verbesserungsfähig ist. Die Anforderung an die Beleuchtung hängt sehr stark vom einzelnen Arbeitsplatz und der Arbeitsperson ab. Ca. 30 % der befragten Mitarbeiter fanden die Beleuchtung an ihrem Arbeitsplatz, im Vergleich zu der im Raum gemessenen Beleuchtungsstärke, als zu dunkel oder zu hell. Die Ergebnisse stammen aus einem Vorhaben mit vorherrschender Bildschirmtätigkeit, wobei eine zu starke Grundausleuchtung des Raumes selten hilft. Hier geht es vor allem um eine blendfreie Beleuchtung zusammen mit einer ergonomischen Positionierung des Bildschirms und der Tastatur. Das Gesamtvorhaben „Sehen und Arbeit“ erwies sich nachträglich als sinnvoll und nötig, da die Büroarbeit in den letzten 10 Jahren durch den Computer zwar verändert wurde, die Raumausleuchtung aber technisch ähnlich blieb. Folgt man den Ergebnissen von D. Gall u.a. (1996), dann empfiehlt sich eine ggf. indirekte Grundausleuchtung des Raumes mittlerer Beleuchtungsstärke, kombiniert mit einer individuellen Arbeitsplatzbeleuchtung, die noch einmal davon abhängt, ob reine Bildschirmarbeit oder Bildschirmarbeit in Kombination mit Arbeiten auf Papier oder mit Vorlagen besteht. Insgesamt kreisen die Verbesserungswünsche der Mitarbeiter um das Feld Licht/Farbgestaltung, Bildschirm und Tastatur. Ca. 1/4 der Befragten dieses Teilvorhabens sehen hier Hauptverbesserungspunkte.

¹ Mayer H., Kraus-Mackiw E.; u.a., Entwicklung von Methoden zur Identifikation visueller Ursachen arbeitsbedingter Gesundheitsrisiken und hierauf bezogener Präventionsstrategien im betrieblichen Gesundheitsschutz, Endbericht Heidelberg 1999.

Die reine ergonomische Seite der Arbeit also Licht, Raumklima, Arbeitsplatzgestaltung, technische Ausstattung usw. sind im Rahmen des gesamtheitlichen Begründungszusammenhangs von Arbeit und Gesundheit nur eine Erklärungsebene. Die arbeitsorganisatorische Ebene ist ebenfalls als Belastungsmerkmal wichtig. Die Tabelle 5 zeigt eine Synopse der Ergebnisse aus 4 Betriebsvorhaben, die vor allem in der Frage Zeitdruck und Hektik, sowie Stress in der Arbeit übereinstimmen.

Tabelle 4

Einschätzung der Arbeitsplatzgestaltung am Beispiel des Vorhabens 3

| Beurteilung | Antworten % | Ergonomische Verbesserung | Antworten % | |
|--|--------------------------------------|---------------------------------------|-------------|------------------------------------|
| Beurteilung der Arbeitsplatzgestaltung ... | | Geäußerte Verbesserungswünsche | | |
| gut | 35 | Licht/Farbgestaltung | 26 | |
| geht so | 40 | Bildschirm | 21 | |
| schlecht | 15 | Tastatur | 16 | |
| keine Angabe | 10 | Raumklima | 11 | |
| Die Tischhöhe ist ... | | Tisch | 11 | |
| zu niedrig | 20 | Stuhl | 5 | |
| richtig | 65 | Sonstiges | 10 | |
| zu hoch | 7,5 | | | |
| keine Angabe | 7,5 | | | |
| Der Stuhl ist ... | | | | |
| bequem | 65 | | | |
| unbequem | 25 | | | |
| weiß nicht | 10 | | | |
| Die Beleuchtung ... | | | | |
| Für reine Bildschirmarbeitsplätze wird eine Beleuchtungsstärke von 300 bis 500 Lx empfohlen. Bei reiner Bildschirmarbeit werden geringere Beleuchtungsstärken bevorzugt (125 Lx). Stärken über 500 Lx werden wegen des hohen Kontrastes zwischen Bildschirm und Vorlage als zu hoch empfunden. | | | | |
| Wie empfinden Sie die Beleuchtung an Ihrem Arbeitsplatz im Vergleich zu der im Raum gemessenen Beleuchtungsstärke? | | | | |
| Beleuchtungsstärke im Raum in Lx, gem.: | Antworten der befragten Arbeitnehmer | | | |
| | zu hell | richtig | Zu dunkel | Anteile in % (Rundung auf 1/10) |
| 819 | 0,0 | 23,1 | 0,0 | 23,1 |
| 601 | 0,0 | 7,7 | 7,7 | 15,4 |
| 318 | 0,0 | 7,7 | 0,0 | 7,7 |
| 275 | 0,0 | 15,4 | 7,7 | 23,1 |
| 205 | 0,0 | 7,7 | 0,0 | 7,7 |
| 108 | 7,7 | 7,7 | 7,7 | 23,1 |
| Einschätzung in % | 7,7 | 69,2 | 23,1 | 100,0 |

Quelle: H. Mayer u.a., Betriebliche Gesundheitsförderung, Vorhaben 3, Basisuntersuchung, Heidelberg/Hainichen 1994.

Tabelle 5: Subjektive Wahrnehmung der Arbeitssituation in ausgewählten Teilvorhaben

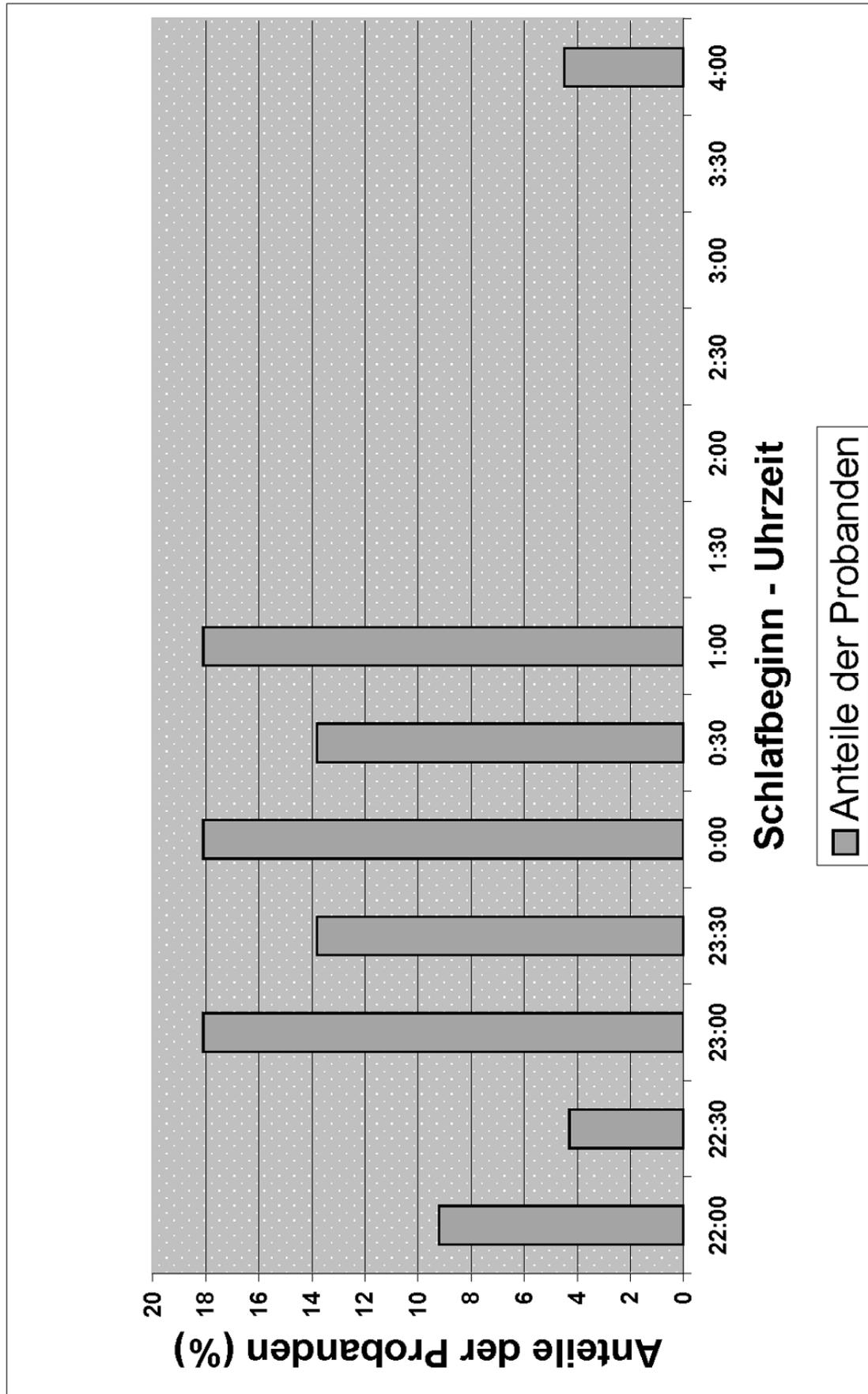
| Art der Tätigkeit | Betrieb | Vorhaben 1 | | Vorhaben 2 | | Vorhaben 3 | | Vorhaben 4 | |
|--|----------------------------|---|------------------------------|----------------------------|----------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| | | Konstruktion | Prozessüberwachung/Kontrolle | Softwarehaus | Filmbearbeitung im Studio | Softwarehaus | Filmbearbeitung im Studio | Softwarehaus | Filmbearbeitung im Studio |
| Merkmal | CAD | traditionell | modern | in Umstellung | Durchschnittsalter der Probanden | Programmierer | Cutter | Ton | Ton |
| Probanden (Anzahl) | 128 | 21 | 28 | 93 | 16 | 29 | 5 | 5 | 5 |
| Durchschnittsalter (Jahre) | 33 | 47 | 33 | 39 | 35 | 42 | 49 | 49 | 49 |
| Messeinheit | % der Arbeitnehmer | Mittelwerte einer Skala von 1-5 ^{a)} | | % der Arbeitnehmer | | % der Arbeitnehmer | | % der Arbeitnehmer | |
| Besonders unangenehme Seiten der subjektiven Wahrnehmung der Arbeitssituation | | | | | | | | | |
| Hektik und Zeitdruck | 11 | 2,1 | 2,4 | 3,4 | 18,8 | 21 | 40 | 40 | 40 |
| Störungen durch Dritte | 7 | - | - | - | 18,8 | 24 | - | - | - |
| Bildschirmarbeit | 5 | Werte wurden nicht erhoben | Werte wurden nicht erhoben | Werte wurden nicht erhoben | 6,3 | 10 | 20 | 20 | 20 |
| Häufiger Aufgabenwechsel | 3 | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Präzisionsarbeit, Schrift/ Symbole | 3 | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Dateneingabe | 1 | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Stress bei der Arbeit | - | 2,2 | 1,8 | 3 | Werte wurden nicht erhoben | Werte wurden nicht erhoben | Werte wurden nicht erhoben | Werte wurden nicht erhoben | Werte wurden nicht erhoben |
| Veränderung im Privatleben | Werte wurden Nicht erhoben | 1,7 | 2,3 | 1,3 | - | - | - | - | - |
| Gefühl, es nicht zu schaffen | Nicht erhoben | 1,8 | 2,6 | 1,7 | - | - | - | - | - |
| Schichtarbeit | - | 1,7 | 2,3 | 1,2 | - | - | - | - | - |
| Interne Bürokratie | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Technische Ausrüstung | Werte wurden Nicht erhoben | Werte wurden nicht erhoben | Werte wurden nicht erhoben | Werte wurden nicht erhoben | 31,3 | 17 | 20 | 20 | 20 |
| Lichtverhältnisse | - | - | - | - | 18,8 | - | - | - | - |
| Raumklima | - | - | - | - | 31,3 | - | - | - | - |
| Keine besondere Belastung durch die subjektive Wahrnehmung der Arbeitssituation | | | | | | | | | |
| Besonders angenehme Seiten der subjektiven Wahrnehmung der Arbeitssituation | | | | | | | | | |
| Kollegen und Arbeitsklima | | | | | 62,5 | 24 | 20 | 20 | 20 |
| Freiheit und Kreativität im Betrieb | | | | | 50 | - | - | - | - |
| Technische Ausstattung | | | | | 25 | - | - | - | - |
| Arbeit und deren Organisation | | | | | 31,3 | 24 | 20 | 20 | 20 |
| a) 1: Ich werde mit betrieblichen Problemen sehr gut fertig. 5: Ich werde mit betrieblichen Problemen nur schlecht fertig. | | | | | | | | | |
| b) "-": Werte wurden nicht erhoben. | | | | | | | | | |

Quellen: "Forschungsverbund Sehen": F. Böhle, B. Fritscher, E. Kraus-Mackiw, H. Mayer, S. Weißhaupt, A. König, H. Riha; Entwicklung von Methoden zur Identifikation visueller Ursachen arbeitsbedingter Gesundheitsrisiken und hierauf bezogener Präventionsstrategien im betrieblichen Gesundheitsschutz, Zwischenbericht, Heidelberg Juli 1996. H. Mayer; E. Kraus-Mackiw, u.a. Bericht über die ergophthalmologischen Untersuchungen bei Bildschirmarbeitern im Vorhaben 1, Juni 1993. H. Mayer, u.a.; Betriebliche Gesundheitsförderung, Vorhaben 3, Basisuntersuchung, Heidelberg/Hainichen 1994.

Die Tabelle 5 stellt je nach Untersuchungsmethode die Häufigkeit von Antworten in % der Befragten oder Skalenmittelwerte aus einer Skala zwischen 1 und 5 dar (1 bis 2 = nicht bis selten; 2 bis 3,5 häufig, 5 immer). Aus den Befragungen zur Wahrnehmung der Arbeitssituation folgen neben Hektik und Stress vor allem Klagen über organisatorische Mängel wie Störungen durch Dritte (Vorhaben 3), technische Ausrüstung (Vorhaben 3 und 4). Wenn 20 % der Belegschaft des Vorhabens 4 technische Probleme als Quelle für Stressphänomene nennen, dann stimmt dies mit ähnlichen Beobachtungen bei Modernisierungsprozessen überein, in deren Verlauf die Belegschaft den anstehenden Übergang zu neuen Produktionsmethoden nutzte, die Notwendigkeit der Ablösung herkömmlicher Produktionsverfahren zu unterstreichen.¹ Aus diesen Zahlen lässt sich gleichzeitig die Bereitschaft der Belegschaft ablesen, technisch-soziale Innovationen zu unterstützen. Im Vorhaben 4 sind die Reorganisations- und Modernisierungsmaßnahmen inzwischen entsprechend fortgeschritten.

Für die Ursache-Wirkungs-Beziehung arbeitsbedingter Erkrankungen, also die Einwirkung der Arbeitssituation auf Beschwerden und weiter auf die Gesundheit, ist ganz entscheidend, wie sich der Einzelne der Arbeitssituation aussetzt und welche Reproduktionsphasen er sich gönnt. Am Beispiel des Vorhabens 3 (Softwarehaus) konnten entsprechende Untersuchungen durchgeführt werden; und zwar was die Dauer der Exposition und die Frage der Regeneration angeht, zwei Aspekte, die für die Erhaltung der Sehkraft entscheidend sind. Am Bildschirm sollten die vorgeschlagenen stündlichen Kurzpausen genutzt werden und die Regenerationskraft des Sehapparats durch ausreichenden Schlaf sichergestellt werden. In der Erforschung des Zusammenhangs Pausen/Schlaf ergab sich jedoch kein Hinweis auf hohe Risikoneigung und deutliche Gefährdungen. Die Mitarbeiter hatten durch die Betriebsorganisation hinreichende Unterbrechungen der Bildschirmarbeitszeit, nur 20 % der Befragten arbeiteten mehr als 3 Stunden am Stück am Bildschirm. Mit einer Schlafzeit von ca. 7 Stunden (vgl. Abbildung 14) und der Aussage, dass dies auch den individuellen Wünschen entspricht, kommt das Projekt zu dem Schluss, dass die Beschäftigten einen verantwortungsvollen Umgang mit dem Problem haben. Dennoch ist in dem selben Projekt die Anzahl der Sehprobleme groß. Bei einer jungen Belegschaft mit einem Durchschnittsalter Mitte 30 hatten 71 % der Probanden Sehprobleme! Es zeigten sich zwei Dinge ganz deutlich (vgl. Tabelle 6):

¹ Diese Beobachtung stützt die Erfahrung, die bei der Evaluierung von Vorhaben zur Verbesserung der betrieblichen Gesundheitsförderung in Ostdeutschland gemacht wurden. Professionell durchgeführte innerbetriebliche Projekte zur Verbesserung der Gesundheitsförderung aktivierten das Interesse an qualitativen Modernisierungsfragen derart, dass die Geschäftsführung sich gezwungen sah, weitere Projekte anzugehen. Vgl. U. Adler, Betriebliche Gesundheitsförderung als Beispiel moderner Produktionsmethoden, S. 80 ff. (Veröffentlichung in Vorbereitung).



Quelle: H. Mayer u.a.; Betriebliche Gesundheitsförderung; Vorhaben 3, Basisuntersuchung, Heidelberg/Hainichen 1994.

- Bei Bildschirmarbeitnehmern ist der Anteil der Brillenträger und derer, die eine Brille bräuchten, höher.
- Die Notwendigkeit, eine Brille zu tragen, ist bei Bildschirmtätigkeit schon in viel früheren Jahren angezeigt.

Tabelle 6

Arbeit am Bildschirm fördert latente Sehschwächen früher und intensiver zutage

| Alter | Brillenträger in jeweiligen %-Anteilen | | | |
|------------------------|--|-------------|--------------|--------|
| | Arbeit am Bildschirm? | | Probanden | |
| | Ja | Nein | % mit Brille | Anzahl |
| | | | 60,0 | 101,0 |
| | | | % gesamt | |
| 14 – 29 | 29,0 | 23,0 | 15,0 | 25,0 |
| 30 – 44 | 44,0 | 33,0 | 37,2 | 62,0 |
| 45 – 59 | 77,0 | 75,0 | 7,8 | 13,0 |
| Durchschnittsalter | | 34,9 Jahre! | | |
| Brillenträger gesamt | 38,2 | 21,8 | 60,0 | 60,0 |
| Davon Brille falsch | 7,6 | 4,4 | 20,0 | |
| Ungenügender Visus | 13,4 | 7,6 | 35,0 | |
| Nicht Brillenträger | 26,1 | 14,9 | 41,0 | 41,0 |
| Davon Brille empfohlen | 2,9 | 1,6 | 11,0 | 11,0 |
| Nötige Brillen gesamt | 41,1 | 23,4 | 71,0 | 71,0 |

Quelle: H. Mayer, F. J. Geider, H. Riha, A. König, Bericht zur Zwischenpräsentation Vorhaben 3, Heidelberg/Hainichen 1996, S. 6; eigene Berechnungen.

Dies beweist, dass die Bildschirmarbeit „latente Sehschwächen früher und intensiver zutage fördert“.¹ Daraus kann folgende These formuliert werden:

4.4.2 Die subjektiven Belastungen und physisch-psychischen Beschwerden

Moderne Produktionsmethoden wirken in anderer Weise belastend auf den Körper ein, entwickeln andere Formen der Genese von Gesundheitsstörungen als klassische physische Belastungen. Insofern scheint es wahrscheinlich, dass arbeitsbedingte Erkrankungen durch eine Aktivierung, Beschleunigung und Verstärkung von latenten körperlichen Schwächen zustande kommen. Gerade wenn die These der Beschleunigung latenter körperlicher Schwächen stimmt, dann ist auf die Alterskomponente des Ursache-Wirkungs-Zusammenhangs und deren Interpretation besonders zu achten.

¹ H. Mayer u.a., Bericht zur Zwischenpräsentation, Vorhaben 3, a.a.O., 1996, S. 6. Vgl. auch Untersuchungen von D. O. Leary, in Vision Research, Cambridge 2002, die beweisen, dass die seit Jahrzehnten geübte Praxis der Unterkorrektur bei Kurzsichtigkeit nicht nur die Augen keinesfalls schont, sondern zu einer Verschlechterung des Sehens führt.

In dem letzten Beispiel der Wirkung der Bildschirmarbeit auf den Sehapparat aus dem Vorhaben 3 liegen deutliche Anzeichen vor, dass trotz moderner Technik, guter Werte für Raumklima, Lärm, Ergonomie, Arbeitsplatzgestaltung, Kollegialität, Betriebsklima usw. doch ein Gesundheitsrisiko besteht, obwohl von dem Bildschirm nach Expertenurteil keine Gesundheitsgefahr ausgeht. Es ist zu betonen, dass im allgemeinen abseits solcher Betriebsvorhaben wie es „Arbeit und Sehen“ darstellt, welche einen hohen Aufklärungswert haben und Lernprozesse auslösen, die Mitarbeiter mit ihren Beschwerden und deren Indikatorfunktion für ihre Gesundheit all zu oft allein gelassen sind. Nicht selten werden Beschwerden unterschätzt oder wie andere körperliche Beschwerden viel länger „ausgehalten“ als dies dem Problem angemessen wäre. Besonders die Tatsache, dass Beschwerden „altersuntypisch“, nämlich zu früh im Leben auftreten, bringt Probleme des Verkennens der Risikolage mit sich. Junge Menschen haben noch keine Lösungsmuster für lebensbegleitende Gesundheitsfragen. Modernes Management sieht den jungen Mitarbeiter eher als Hoffnungsträger zur Verwirklichung ambitionierter Wettbewerbskonzepte, aber selten als „Kunden“ betrieblicher Gesundheitsförderung.

Insofern sind sog. asthenopische Beschwerden, also Beschwerden durch das Sehen, nicht immer klar daraufhin zu interpretieren, ob Gefährdungspotentiale vorliegen oder nicht. Das Beispiel der Tabelle 7 (Vorhaben 2, Klärwerkswarten) ist bewusst ausgewählt, um die Häufigkeit von Augenbeschwerden darzustellen, weil an diesem Projekt gleichzeitig der Übergang zu einem neuen Stand der Technik abgebildet wird.

Die Zahlen der Tabelle 7 stammen von Mitarbeitern mit Überwachungstätigkeiten in einer Leitwarte eines Klärwerks und zwar bei unterschiedlichem technischem Stand der Kontrollinstrumente. Die Analyse von Überwachungsaufgaben ist seit den bekannten Untersuchungen bei Radarbeobachtern der US-Navy in den 40er und 50er Jahren zu einem Standardanalysefeld geworden, an dem der Fortschritt der Überwachungsaufgaben wiederholt mit seinen ergonomischen Folgen dargelegt wurde. In dem Vorhaben „Arbeit und Sehen“ wurde Überwachungsarbeit an traditionellen Kontrollinstrumenten (traditionell), an moderner, computergestützter Überwachungs- und Leittechnik (modern) und eine Gruppe untersucht, deren Kontrolleinrichtung sich im Umstellungsprozess befand (Umstellung).

Ohne Zahlen überinterpretieren zu wollen, die meisten Klagen über asthenopische Beschwerden zeigten sich bei der modernen Technik und im Übergang zur computergestützten Technik. Auch hier kann man daraus nicht beweisen, dass von der modernen Technik direkte Gesundheitsbelastungen ausgehen. Die computerüberwachte Leittechnik ist nach neuesten Erkenntnissen eingerichtet. Es konnten verschiedene Erfahrungen gemacht werden:

- Es erhöht sich die Offenheit, mit der über Beschwerden gesprochen wird, auch weil das Vorhaben es ermöglichte, über Beschwerden zu sprechen.
- Es gibt einen deutlichen Unterschied zwischen jungen und älteren Mitarbeitern.
- Die Einführung der neuen Technik verändert die Arbeitsstruktur und damit die gewohnten und eingeübten Wahrnehmungs- und Informationsmuster. Es verändert das Regime über die erprobten Handlungsroutinen und Lösungsmuster, und damit auch die hergebrachte Rollenverteilung.
- Mit der Modernisierung kündigte sich ein Beschäftigungsabbau an, der die subjektiven Veränderungsängste bei Teilen der Belegschaft verstärkte, was teilweise dazu führte, dass auch sehr kompetente Mitarbeiter Probleme mit ihrer Selbstwahrnehmung entwickelten.

Tabelle 7

**Asthenopische Beschwerden, dargestellt am Beispiel der Beschäftigten einer Leitwarte
- in % der Beschäftigten auf den Betrieb bezogen -**

| Technik | | traditionell | Umstellung | modern |
|-----------------------------|----------------------|--------------|------------|--------|
| Probanden | | 21 | 93 | 28 |
| Ermüden der Augen | | 27 | 56 | 70 |
| Augenbrennen | | 18 | 32 | 60 |
| Zucken der Augenlider | | 0 | 11 | 40 |
| Oft Sonnenbrille tragen | | 0 | 22 | 30 |
| Augen tränen | | 0 | 22 | 20 |
| Rötung der Augen | | 9 | 32 | 10 |
| Sicht nachts beeinträchtigt | | 9 | 22 | 10 |
| Augenflimmern | | 9 | 11 | 10 |
| Druckgefühl in den Augen | | 0 | 11 | 0 |
| Position schneller Objekte | | 0 | 11 | 0 |
| Funktion | Befund | | | |
| Nahvisus | nicht regelrecht | 22 | 29 | 50 |
| Fusionsbreite | eng | 44 | 50 | 88 |
| Fusionsbreite | bei Fixation schwach | 11 | 29 | 25 |

Quellen: Forschungsverbund Sehen: F. Böhle, B. Fritscher, E. Kraus-Mackiw, H. Mayer, S. Weißhaupt, A. König, H. Riha, Entwicklung von Methoden zur Identifikation visueller Ursachen arbeitsbedingter Gesundheitsrisiken und hierauf bezogener Präventionsstrategien im betrieblichen Gesundheitsschutz, Heidelberg 1996, S. 93 ff.

Wenn also bei der traditionellen Technik fast 30 % der jeweiligen Gruppenmitglieder über Ermüdung der Augen klagen, sind es fast 60 % bei der Umstellungsgruppe und 70 % bei der modernen Einrichtung. Tendenziell zeigt die Umstellungsgruppe ein erweitertes Beschwerdenprofil, wobei die Mitglieder der neuen Arbeitsmethode sowohl das umfassende, als auch intensivere Beschwerdenprofil ausweisen.

Am tragfähigsten ist hier wohl das Argument, dass es sich bei diesem Profil um eine Bestandsaufnahme von Veränderungsprozessen handelt, in deren Verlauf deutliche Veränderungsanforderungen vorliegen, die eben auch „körperlich wahrgenommen werden“. Ähnliche Ergebnisse konnten von A. Picot und R. Reichwald¹ Anfang der 80er Jahre bei der Ablösung von Schreibmaschinenarbeit durch die Einführung von Textverarbeitungssystemen belegt werden. In der Regel bilden Mitarbeiter bei der Steuerung von Regelprozessen bestimmte Wahrnehmungskuster und Handlungsrouninen heraus, die die Arbeit vereinfachend durchführbar machen. In der Beobachtung verwandter Routinen bei der Warenschau in Textilunternehmen (Zwischenkontrolle oder Endkontrolle von Tuch) Ende der 80er Jahre stellte sich heraus, dass die Kontrollarbeit im wesentlichen auf die Identifikation von „signifikanten Abweichungen“ gerichtet war, wobei typische Verfolgungsmuster der Blicks herausgebildet wurden.

Die Mitarbeiter der Leitzentralen, insbesondere die erfahrenen Kollegen, hatten eine ähnliche Kompetenz, besonders auffällige oder abweichende Betriebszustände mit der klassischen Technik (Messuhren, Schreiber, Durchflussmesser ...) zu identifizieren, wobei man an ein „Mindestinformationskonzept“ denken kann (Abbildung der wichtigsten Parameter). Es konnte eine individuelle Reaktion der Information erreicht werden. Die neue computergestützte Technik verfolgt ein Vollinformationskonzept, an das sich ältere Mitarbeiter anpassen müssen, d.h. bei dem sie erst neue Beobachtungs- und Identifikationsroutinen kritischer Zustände entwickeln müssen. Gleichzeitig muss gesehen werden, dass bei vergleichbaren Modernisierungsmaßnahmen der Automatisierungsgrad angehoben wird und die Arbeit zu einem guten Teil durch reine Überwachungsaufgaben gekennzeichnet ist, die einen Eingriff in den Prozess nur noch in Ausnahmefällen zulassen. Diese Prozesse erlaubten die Abbildung der Funktion des Stressverhaltens auf die Befindlichkeit und die Beschwerdensituation von Mitarbeitern dieser Kontrollzentrale.

¹ A. Picot, R. Reichwald, (Hrsg.) Forschungsbericht Bürokommunikation, Band 1, München 1983.

Tabelle 8

**Beschwerden bei Kontrolltätigkeit unterschiedlichen technischen Niveaus und Stressverhaltens
Skalenwerte des Gesundheitsstatus in % der Antworten – Mehrfachnennungen möglich**

| Beschwerden im Bereich ... | Stand der Technik | | | Gesamt | Stressverhalten | | |
|----------------------------|------------------------|-------------------------------|--------|--------|--------------------|------------------|--------|
| | traditionell | Umstellung | modern | | Aktiv-konfrontativ | passiv-ängstlich | Gesamt |
| Augen, Hals/Nase/Ohren | 6 | 26 | 17 | 21 | 21 | 13 | 19 |
| Herz-Kreislauf | 7 | 17 | 23 | 17 | 6 | 19 | 10 |
| Muskel/Skelett | 11 | 33 | 29 | 29 | 25 | 21 | 24 |
| Magen/Darm | 17 | 20 | 13 | 18 | 15 | 17 | 16 |
| Haut | | | | | 19 | 13 | 17 |
| Nerven | | statistisch nicht signifikant | | | 15 | 8 | 13 |
| Urogenital | | | | | 8 | 10 | 9 |
| | Psychische Beschwerden | | | | | | |
| Nervosität | | | | | 11 | 10 | 11 |
| Ängste | | | | | 11 | 11 | 11 |
| Depressionen | | methodisch nicht bestimmt | | | 8 | 5 | 7 |
| | Gesamtzustand | | | | | | |
| Allgemeine Gesundheit | 10 | 20 | 27 | 20 | 20 | 19 | 20 |
| Lebensgewohnheiten | 18 | 36 | 25 | 31 | 33 | 26 | 31 |
| | Belegschaft | | | | | | |
| Probanden | 21 | 93 | 28 | 142 | 98 | 44 | 142 |
| Durchschnittsalter | 47 | 39 | 39 | 40,5 | 39 | 44 | 40,5 |

Quellen: Forschungsverbund Sehen: F. Böhle, B. Fritscher, E. Kraus-Mackiw, H. Mayer, S. Weißhaupt, A. König, H. Riha, Entwicklung von Methoden zur Identifikation visueller Ursachen arbeitsbedingter Gesundheitsrisiken und hierauf bezogener Präventionsstrategien im betrieblichen Gesundheitsschutz, Zwischenbericht, Heidelberg Juli 1996, S. 93 ff.; eigene Berechnungen.

4.4.3 Die individuellen Bewältigungsstrategien von Belastung und Stress in der Arbeit

Die Tabelle 8 stellt die Klagsamkeit über besonders häufig genannte gesundheitliche Beschwerden in den drei Kontrollstationen dar und splittet sie nach dem Stressverhalten auf. Ruft man sich die Abbildung 12 in Erinnerung, so ist für den Erfolg des Gesamtprozesses Arbeit und dessen negativen gesundheitlichen Folgen die Haltung gegenüber der Arbeit wichtig. Sie ist die intervenierende Variable, die nicht nur das Interesse an der Arbeit definiert und damit die Leistung, das Interesse an Aus- und Weiterbildung, die Initiative und die Kommunikation. Sie wirkt sich auch auf das sog. Stressverhalten aus, also auf die Fähigkeit, sich für bestimmte berufliche Herausforderungen zu aktivieren und gesundheitliche Phänomene wahrzunehmen. In der Regel sind stressorientierte Menschen belastbar, d.h. sie stellen sich beruflichen Herausforderungen offen bis konfrontativ, neigen aber zur Unterschätzung von gesundheitlichen Symptomen bzw. Beschwerden und auch beruflichen Risiken. Sehr belastbare Menschen stabilisieren ihre Leistung und ihre Immunlage durch eine Stress-Vorspannung. Wir wollen deshalb die vereinfachte These formulieren, die auch zu der „Beschleunigung latenter gesundheitlicher Schwächen“ passt, dass es eine Art Doppelphänomen der Wirkung von Stress gibt.

- A) Stress als Stimulans von Leistung und Immunlage.
- B) Stress als störende Nebenbegleitung schlechter Arbeitsdisposition.

Wenn in der Literatur der sog. „Eu-Stress“¹ als positiv begriffen wird, soll dieses These dahingehend ausgebaut werden, dass Stress eher das Gespür für Belastung reduziert und damit die rechtzeitige Bemerkbarkeit von Symptomen abbaut. Stört eine Reorganisation oder eine technische Modernisierung die sonst gute Arbeitsdisposition, so kann dies zu einer Klagsamkeit über diese Arbeit führen, oder latente Probleme offen legen.

Im Fall der Leitwarten des Klärwerksverbandes konnten zwei Formen der Stressbewältigung identifiziert werden; eine aktiv-konfrontative Haltung und eine passiv-ängstliche Haltung. Von den gesundheitlichen Beschwerden nennen mehr passive Individuen Herz-Kreislauf-Probleme. Dies stimmt mit Untersuchungen über Stressreaktionen und Stressbewältigung von R. Karasek

¹ Vergleiche hierzu Untersuchungen des Begründers der Stressforschung: H. Selye, Stress beherrscht unser Leben, Düsseldorf 1957.

und T. Theorell sowie J. Siegrist¹ überein. Aktive Individuen nennen relativ mehr Augen-Hals-Nasen-Ohren-, sowie Muskel-Skelett- und Nervenprobleme. Aufgrund der vorliegenden Daten von 142 Mitarbeitern lassen sich keine allgemeingültigen Gesetzmäßigkeiten ableiten. Es lässt sich jedoch folgendes sagen. Aktive Menschen, also die aktiv-konfrontativen, sind durch eine herausfordernde, risikofreudige Haltung gegenüber dem Leben und der Arbeit geprägt. Die Sensibilität für gesundheitliche Symptome und die Disziplin zum Selbstschutz sind eingeschränkt. Die Bereitschaft, sich über längere Zeitspannen gesundheitsbelastenden Situationen auszusetzen, ist hoch. Deshalb sind sowohl die höheren Prozentsätze von Klagen über gesundheitliche Beschwerden, als auch die größere Anzahl der Fälle mit Beschwerden – unter dem Strich auch die höheren Sozialkosten dieser Risikogruppe – nicht unrealistisch: Zu unterstellen ist jedoch, dass es sich um Individuen handeln muss, welche erste negative Erfahrungen mit eigenen hohen Anforderungen an ihre Belastbarkeit haben.

Dieses Beispiel unterstreicht noch einmal die ganze „Unbestimmtheitsrelation“ unter der die Analyse steht. Die Tabelle 9.1 zeigt den Altersaufbau und Tabelle 9.2 die Begründung für die Stresslage des betrachteten Samples. Die aktiv-konfrontativen Individuen leiten ihren Stress eher von der Arbeit ab, die passiv-ängstlichen eher von der Privatsphäre. Hinzuzufügen ist, dass die Privatprobleme aber durchaus arbeitsrelevant sind, da nicht nur die oben erläuterten Veränderungen in der beruflichen Performanz, sondern auch Angst vor der beruflichen Zukunft hereinspielte, weil die Anlage automatisiert wurde.

Es gibt also kein besseres oder angepassteres Verhalten für unzulängliche Arbeitsbedingungen, sondern nur individuelle Haltungen, um mit den Umständen subjektiv besser umzugehen. D.h., die aktiven Individuen spüren die Arbeitsumgebung subjektiv weniger, bzw. verdrängen sie. Sie sind ihr in der Latenz der Gesundheitsgefährdung mindestens ebenso ausgesetzt wie Individuen mit Schonverhalten, da sie eine eingeschränkte Sensibilität vorhalten. Unterschiedliches Verhalten in der Arbeit erzeugt wahrscheinlich nur ein anderes „gesundheitliches Schicksal“. Bei Aktiven sind eher Probleme mit dem Wahrnehmungs- und dem Haltungsapparat, bei Passiven zusätzlich mehr Herz-Kreislauf-Belastungen zu sehen. Psychische Beschwerden werden von beiden Gruppen ähnlich wahrgenommen.

¹ R. Karasek, T. Theorell, *Healthy Work: Stress Productivity, and the Reconstruction of Working Life*, New York 1999; und T. Theorell (Ed.) *Everyday Biological Mechanisms - International Symposium on "Scientific Based Biological Assessment of Long-Term Stress in Daily Life"*, Proceedings, Stockholm 2001; J. Siegrist, *Social Causation of Health and Illness*, in: *Handbook of Social Studies in Health and Medicine*, London 2000; R. Rugulies und J. Siegrist, *Soziologische Aspekte der Entstehung und des Verlaufs der koronaren Herzkrankheit: soziale Ungleichverteilung der Erkrankung und chronische Distress-Erfahrung im Erwerbsleben*, Frankfurt/Main 2002.

Tabelle 9.1: Verteilung der Probanden in betrieblichen Vorhaben des Projekts „Arbeit und Sehen“ nach dem Stand der Technik, dem Alter und dem Stresstyp

| Verteilung nach Alter und Anteilen in % | | | | |
|---|------------|---|--|-------------------------------|
| Stresstyp Charakteristikum: | Gesamtzahl | Aktiv-konfrontativ: die Arbeit herrscht vor | passiv-ängstlich: das Privatleben herrscht vor | Durchschnitts- alter Jahre |
| | | Anzahl bzw. Anteile der Probanden | Anzahl bzw. Anteile der Pro- banden | |
| Beschäftigte | 142 | 98 | 44 | 40,5 |
| Stand der Technik ... | | | | |
| ... traditionelle Anlage | 21 | 72 % | 28 % | 47 |
| ... Anlage in Umstellung | 93 | 64 % | 36 % | 39 |
| ... moderne Anlage | 28 | 84 % | 16 % | 33 |

Quellen: Forschungsverbund Sehen: F. Böhle, B. Fritscher, E. Kraus-Mackiw, H. Mayer, S. Weißhaupt, A. König, H. Riha, Entwicklung von Methoden zur Identifikation visueller Ursachen arbeitsbedingter Gesundheitsrisiken und hierauf bezogener Präventionsstrategien im betrieblichen Gesundheitsschutz, Zwischenbericht, Heidelberg Juli 1996, S. 43 ff..

Tabelle 9.2: Stressbewältigung in betrieblichen Vorhaben des Projekts "Arbeit und Sehen" Befragungsergebnisse dargestellt am Beispiel von Kontrollaufgaben nach Riha

| Stresstyp Charakteristikum: | Aktiv-konfrontativ: die Arbeit herrscht vor | passiv-ängstlich: das Privatleben herrscht vor |
|--|--|---|
| Problemgruppe Stress durch/bei ... | | |
| ... der Arbeit | 2,3 | 2,2 |
| ... Geldsorgen | 1,8 | 2,7 |
| ... ungewisses Privatleben | 1,8 | 3,0 |
| ... fehlende Anerkennung in der Arbeit | 1,7 | 2,6 |
| ... private Misserfolge | 1,6 | 3,0 |
| ... Zeitdruck, Hektik | 2,4 | 2,8 |
| ... Bilanz letzte Woche | 2,1 | 2,7 |
| (Gemessen wurden Mittelwerte von Befragungsskalen zwischen 1 bis 5) | | |
| 1: Ich werde mit betrieblichen Problemen sehr gut fertig. | | |
| 5: Ich werde mit betrieblichen Problemen nur schlecht fertig. | | |

Quellen: Forschungsverbund Sehen: F. Böhle, B. Fritscher, E. Kraus-Mackiw, H. Mayer, S. Weißhaupt, A. König, H. Riha, Entwicklung von Methoden zur Identifikation visueller Ursachen arbeitsbedingter Gesundheitsrisiken und hierauf bezogener Präventionsstrategien im betrieblichen Gesundheitsschutz, Zwischenbericht, Heidelberg Juli 1996, S. 43 ff..

Die individuelle Wahrnehmung der allgemeinen Gesundheit und der Lebensgewohnheiten hatte zu einem gewissen Maß mit der Situation zu tun, die oben beschrieben wurde, eben mit der grundsätzlichen Veränderung der Kompetenz und Handlungsstrukturen bei der neuen

computergestützten Technik. Passiv-Ängstliche definierten ihre Stressprobleme eher aus der persönlichen Ebene, aktive ordneten die Quellen der Belastung mehr dem Arbeitsleben zu (vgl. Tabelle 9.1 und 9.2).

Jede gesundheitliche Beschwerde ist auf Dauer immer ein latentes Gesundheitsproblem. Geht man davon aus, dass die Befunde einer medizinischen Behandlung zugeführt werden, entstehen Arbeitsunfähigkeitstage (AU-Tage) und Krankheitskosten. Die Statistik der BKK erlaubt die Entwicklung von AU-Schätzungen.¹ Die Tabelle 10 stellt eine solche Schätzung dar, die aussagt, welchen Zeitaufwand man bräuchte, um die im Projekt „Arbeit und Sehen“ aufgespürten gesundheitlichen Befunde der Belegschaftsmitglieder kurativ zu bewältigen. Danach würden insgesamt 3 811 Tage für AU beansprucht, was bei 142 Mitarbeitern kalkulatorisch 16 Dauerabwesende bedeuten würde, nur um die aufgeführten 10 Befundgruppen in den Griff zu bekommen.

Überraschend war, dass sowohl die aktiv-konfrontativen Individuen als auch die passiv-ängstlichen gleich hohe Abwesenheitsraten benötigen würden, um ihren Gesundheitszustand wieder zu normalisieren. Nur faktisch fallen eher die Beschwerden der passiv-ängstlichen in der betrieblichen AU-Statistik ins Gewicht. Das passiv-ängstliche Individuum wird sich wahrscheinlich häufiger wegen der Beschwerden krank melden, als das aktiv-konfrontative. Aktiv-konfrontative Individuen neigen zur „Verschleppung“ von Gesundheitsproblemen bis zum chronischen Befund, welche dann einen hohen Anteil von irreversiblen Prozessen nach sich ziehen. Betriebliche Verhaltensprävention umfasst eben auch das Verhalten im Umgang mit Gesundheit, also die Gestaltung der betrieblichen Rahmenbedingungen, damit der Aktive sein herausforderndes Verhalten nicht auf die Gesundheit überträgt und der Ängstliche sein Bewusstsein für Risiken nicht seiner Arbeit überstülpt. Aktive und passive Individuen werden, was die theoretischen AU-Tage pro Fall oder pro Beschäftigtenjahr angeht, gleich abwesend sein. Aktive zeigen nur ca. 10 % mehr Beschwerden. Allerdings sind die Beschwerden von Typ zu Typ unterschiedlich. Daraus erklären sich die jeweils wichtigsten AU-Tage.

¹ Die Berechnung der AU-Tage wurde auf der Basis der BKK-Statistik zu Projektbeginn angefertigt.

Tabelle 10

**Hochrechnung der Beschwerden auf das Risikopotential
Schätzungen des Risikopotentials auf der Basis der BKK Statistik**

| Beschwerden / Krankheiten | Stressverhalten aktiv-konfrontativ | | Stressverhalten passiv-ängstlich | | AU gesamt |
|---|------------------------------------|---|----------------------------------|---|-----------|
| | Beschwerden Anteile in % | Schätzung arbeitsbedingter Erkrankung Fälle | Beschwerden Anteile in % | Schätzung arbeitsbedingter Erkrankung Fälle | |
| Augen, Hals/Nase/Ohren | 21 | 1 | 13 | 6 | 242 |
| Herz-Kreislauf | 6 | 7 | 19 | 7 | 403 |
| Muskeln/Skelett | 25 | 21 | 21 | 8 | 667 |
| Magen/Darm | 15 | 14 | 17 | 7 | 194 |
| Haut | 19 | 17 | 13 | 6 | 311 |
| Nerven | 15 | 14 | 8 | 4 | 251 |
| Urogenital | 8 | 9 | 10 | 5 | 221 |
| Nervosität | 11 | 11 | 10 | 5 | 547 |
| Ängste | 11 | 11 | 11 | 5 | 558 |
| Depressionen | 8 | 9 | 5 | 3 | 417 |
| Allgemeine Gesundheit Lebensgewohnheiten | 20 33 | | 19 26 | | |
| Summen | | 131 | | 55 | 3 811 |
| Probanden | 98 | | 44 | | 16 |
| Durchschnittsalter | 39 | | 44 | | 40,50 |
| Beschwerden / Proband theoretisch AU/Besch*a | | 1,33 | | 1,24 | 1,30 |
| theoretisch AU/Fall | | 20,32 | | 21,19 | 26,84 |
| | | | | | 20,58 |

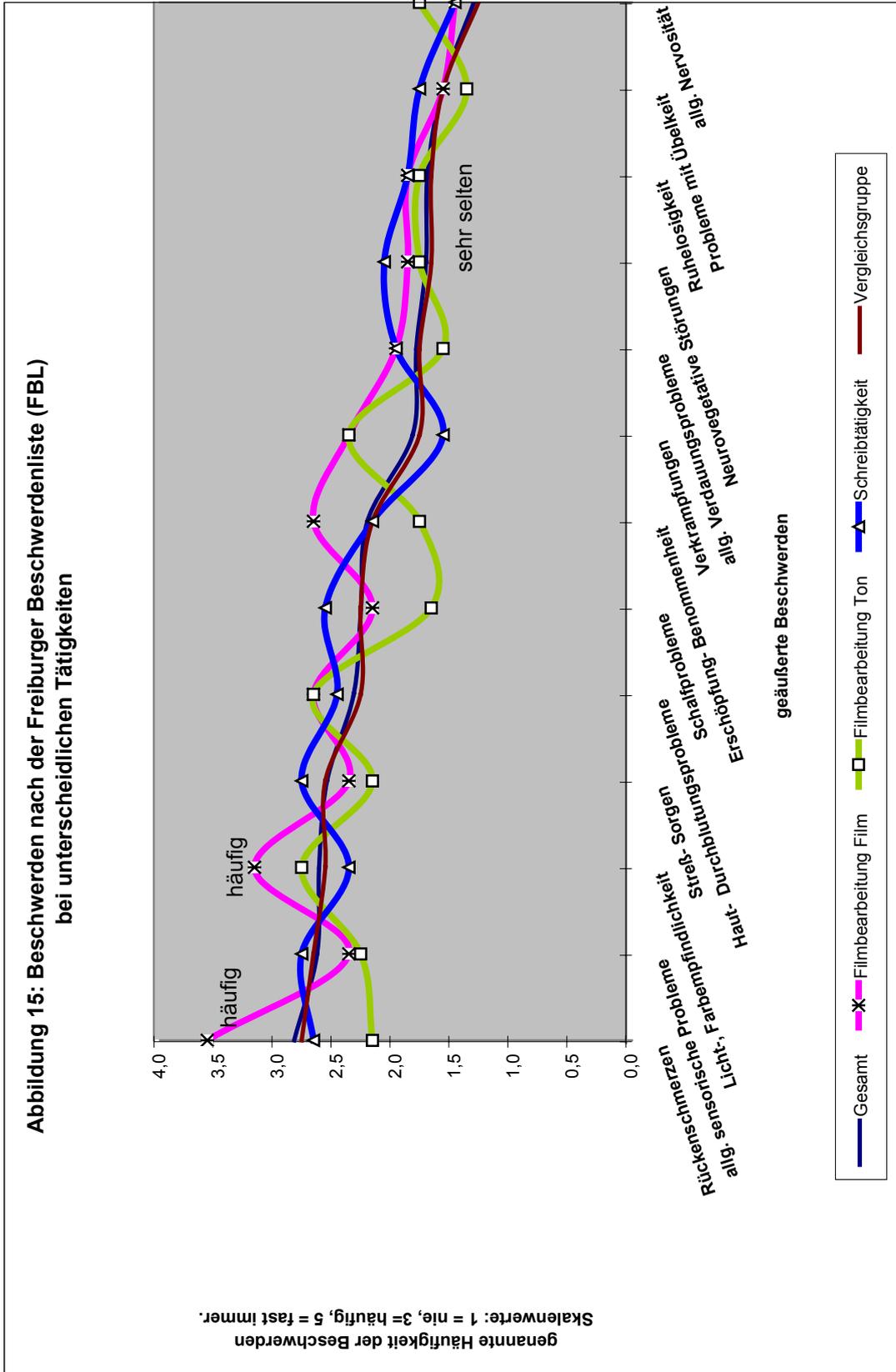
Quellen: Forschungsverbund Sehen: F. Böhle, B. Fritscher, E. Kraus-Mackiw, H. Mayer, S. Weißhaupt, A. König, H. Riha, Entwicklung von Methoden zur Identifikation visueller Ursachen arbeitsbedingter Gesundheitsrisiken und hierauf bezogener Präventionsstrategien im betrieblichen Gesundheitsschutz, Zwischenbericht, Heidelberg Juli 1996, S. 93 ff.; eigene Schätzungen und Berechnungen auf der Basis BKK – Krankheitsarten 1994, Essen Tabelle A 8, Pflichtmitglieder, Arbeitsunfähigkeit.

4.4.4 Aufgabentypische Abweichungen von Arbeitsplatz zu Arbeitsplatz bzw. von Arbeitsform zu Arbeitsform oder von Betrieb zu Betrieb

Wie in den meisten betrieblichen Forschungsvorhaben findet man zwei Situationen. Es gibt in der Regel übliche Arbeitsorganisationen und zum anderen innovationsaktive Unternehmen, die eine gesamtheitliche Modernisierung als Merkmal der Corporate Identity unterstützen. Das Vorhaben „Arbeit und Sehen“ unterschied sich in diesem Punkt nicht. Deshalb werden hier nicht besonders krankmachende oder besonders belastende Arbeitsumgebungen beschrieben, sondern solche, die auch in Durchschnittsunternehmen zu finden sind. Das Vorhaben hatte demnach nicht das Ziel, besonders krankmachende Strukturen aufzuspüren, sondern als Ergebnis Aufklärung für den Anwender zu produzieren. Insofern zeigen die übereinander gelegten Beschwerden-Profile nach der Freiburger Beschwerdenliste (FBL) keine dramatischen Ausreißer, sondern nur „ein Band wahrscheinlicher Beschwerden“ (vgl. Abbildungen 15 und 16).

Die Probanden wurden gebeten, die Items der FBL dahingehend zu bewerten, ob diese Beschwerden auf einer Skala von 1 (nie) bis 5 (immer) auftreten (vgl. Abbildung 15). Verglichen werden konnten die Aussagen von Mitarbeitern in der Filmproduktion (Film und Tonbearbeitung - Vorhaben 4) mit Schreiarbeit (Vorhaben 5) und einer Vergleichsgruppe. Beschwerden wie allgemeine Nervosität, Probleme mit Übelkeit, Ruhelosigkeit, neurovegetative Störungen oder auch allgemeine Verdauungsprobleme treten offenbar sehr selten (2 Skalenpunkte) auf. Die Einigkeit der Aussagen ist mit einer Streuung von nur +/- 0,25 Skalenpunkten hier auch hoch.

Recht häufig sind Beschwerden, die als Signale von Arbeitsbelastung auch im Umfeld der Frage „Arbeit und Sehen“ und der Folgewirkungen zu beobachten sind, die E.Kraus-Mackiw, J. Wahl und H. Mayer beschrieben - allgemeine sensorische Probleme, Lichtempfindlichkeit, Stress/Sorgen, Durchblutung der Haut oder Rückenschmerzen (2,7 Skalenpunkte). Hier ist die Einigkeit mit +/- 0,4 Skalenpunkten Abweichung jedoch nicht so hoch, was gleichwohl nicht heißt, dass die Aussagen widersprüchlich sind. Insgesamt ist eine stabile Tendenz zu identifizieren, die jedoch mehr über die allgemeine Qualität der Bildschirmarbeit etwas aussagt als über signifikante Unterschiede zwischen ähnlichen Arbeitsmethoden.



Quelle: H. Mayer u.a., Betriebliche Gesundheitsförderung, Vorhaben 3, Basisuntersuchung, Heidelberg/Hainichen 1994, S. 55; H. Mayer, E. Kraus-Mackiw, Bericht über die ergophthalmologischen Untersuchungen bei Bildschirmarbeitnehmern, Heidelberg, Vorbericht 1993; eigene Berechnungen des ifo Instituts 2002.

Eine weitere Auswertung der Ergebnisse lieferte im Grunde eine Bestätigung dieser These, brachte allerdings eine Aussage, die mit der inhaltlichen Qualität der Arbeit zutun hat. Die meisten Mitarbeiter des Vorhabens gingen einer gehobenen Tätigkeit nach, die durch einen gestalterischen Umgang mit dem Computer gekennzeichnet war wie: Filme herstellen, Konstruieren, Programmieren, Prozess überwachen, Texte konzipieren. Diese Arbeitsformen sind in hohem Maße selbst bestimmt und verantwortungsvoll. Sie erlauben einen Eingriff in die Prozesse. Die Mitarbeiter wurden gefragt, wie häufig sie Beschwerden nach den Items der FBL haben. Dabei bedeutete „1“ praktisch nie und 5 „fast täglich“ (vgl. Abbildung 16). Das allgemeine Klagsamkeitsniveau lag bei allem Items im Mittel bei 1,3 (nie) bis 1,8 (selten). Die Einigkeit war mit +/- 0,2 sehr hoch. Die höchste Klagsamkeit zeigte vergleichsweise die reine Textaufnahme. Die Befragten mit Schreiarbeit wichen von dem allgemeinen Muster besonders in den Beschwerden hinsichtlich Sensorik und Haut, Schmerz, emotionale Reaktivität und allgemeinem Wohlbefinden deutlich ab.

5 Zusammenfassung

Mit dem Wandel der Produktionsstrukturen nimmt der Dienstleistungsanteil der Produktion zu und führt zu einer Vermehrung von Überwachungs-, Kontroll-, Regelungs- und Büroarbeit. Das Sehen in der Arbeit bekommt ein höheres Interesse, weil mit der Abkehr von traditionellen handwerklichen Tätigkeiten, die auch unkomplizierte Sehaufgaben stellten, der Anteil von präzisen Sehaufgaben in der Produktion zunimmt. Diese Arbeit heißt „Bewegungslose Arbeit, gefesselter Blick“, weil mit dem Verschwinden der körperlichen Arbeit in der Produktion nicht nur eine Bewegungsarmut eintrat, sondern auch die Arbeitsanforderungen durch hoch anspruchsvolle Sehaufgaben gekennzeichnet sind.

Gerade am Beispiel der Computerarbeit werden die Stressfaktoren moderner Produktionsmethoden deutlich. Mit dem Wandel der Arbeits- und Produktionsmethoden haben zwar die klassischen Risiken für die Entstehung von Berufskrankheiten abgenommen. Die Bedeutung sog. arbeitsbedingter Erkrankungen verstärkt sich dennoch. Es hat sich erwiesen, dass viele Erklärungsmuster für das Entstehen von Berufskrankheiten zur Erläuterung von Ursache-Wirkungsprozessen arbeitsbedingter Erkrankungen nicht genügen. Dies gilt teilweise auch für das Lösungsrepertoire zur Verminderung und Beseitigung von arbeitsrelevanten Erkrankungen. Während der klassische Arbeits- und Gesundheitsschutz Unfälle und Berufskrankheiten verhindern soll und ggf. nachsorgenden Charakter hat, passen zu neuen Produktionsmethoden, die von erfolgreichen Unternehmen in einem gesamtheitlichen Innovationsmuster modernisiert werden, integrierte Konzepte und Gesundheitsförderungsprogramme. Im Vergleich zu ähnlichen Problemen im Umweltschutz konnte gezeigt werden, dass diese Verfahren, wenn sie mit dem Innovationsprozess verzahnt werden, effektivere Kosten-Nutzen-Ergebnisse haben.

Diese Arbeit fußt auf den Ergebnissen des Verbundvorhabens „Arbeit und Sehen“, in dem grundlegende Analysen zum Sehen in der Arbeit selbst und zu den Ursache-Wirkungs-Beziehungen zwischen Sehen und Arbeit entwickelt wurden. Dadurch konnten vielfältige Erfahrungen aus ähnlichen und früheren Vorhaben, welche z.B. durch das Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft, Forschung und Technologie (BMBF/BMFT), das Bundesministerium für Arbeit und die Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA) gefördert wurden, weiterentwickelt und bestätigt werden.

Eines der Hauptergebnisse dieser Projektarbeit ist, dass gerade Mitarbeiter mit leichten Störungen des beidäugigen Sehens (asthenopische Beschwerden des Grades 2 nach J. Wahl) sowohl die höchste Klagsamkeit über Haltungs- und Sehbeschwerden nach der Freiburger Beschwerdenliste (FBL) äußern. Sie haben auch die auffälligsten Befunde bei psychiatrischen Erkrankungen, Erkrankungen des Nervensystems und der Sinnesorgane, des Skeletts bzw. der

Muskeln und des Bindegewebes sowie der Verdauung. Es konnte belegt werden, dass Defizite im BinOkularSehen (BOS) diese Beschwerden fördern. Die Ergebnisse des Vorhabens „Arbeit und Sehen“ sind insofern als Baustein zur Aufklärung eines Teils bisher unbekannter und un-aufgeklärter Ursache-Wirkungs-Beziehungen der Entstehung arbeitsbedingter Erkrankungen zu sehen.

Sehr viele Prozesse der Wechselwirkung von „Arbeit und Sehen“ konnten insbesondere am Beispiel der Computerarbeit erläutert werden. Untersucht wurden folgende Tätigkeiten:

Konstruktionsarbeit am Bildschirm (CAD),
Prozessüberwachung am Beispiel eines Klärwerksverbandes,
Programmierarbeit in einem Softwarehaus,
Film- und Tonbearbeitung in einem Filmstudio,
Textaufnahme- und -verarbeitung in einer Stadtverwaltung.

Außerdem wurden Vergleichsdaten aus anderen Betrieben und von Ambulanzpatienten der Universitätsaugenklinik Heidelberg herangezogen.

Verwandt wurden gängige Verfahren der Augenuntersuchung mit besonderer Betonung des beidäugigen Sehens (BOS) und des Stereosehens nach einem von E. Kraus-Mackiw entwickelten Verfahren der ergophthalmologischen Prüfung. Diese Messungen wurden ergänzt um Befragungen zur Arbeitssituation hinsichtlich der ergonomischen Qualität der Arbeitsplätze, der Zufriedenheit mit der Arbeit, organisatorischer Aspekte, Stressprobleme und Beschwerden nach der Freiburger Beschwerdenliste (FBL). Es fanden ergänzende freiwillige ergophthalmologische Reihenuntersuchungen statt. Die arbeitsmedizinische Befragung der Beschäftigten wurde teilweise um organisationspsychologische Aspekte erweitert, so dass auch Fragen der individuellen Arbeitseinstellung und des technischen Wandels eingefangen werden konnten. Die Arbeitsplätze wurden einer ergonomischen Analyse unterzogen, aus der teilweise betriebliche Umsetzungsprojekte entwickelt wurden. In der Regel fanden die Projektergebnisse Eingang in die Investitionspläne der untersuchten Betriebe.

Für diese Arbeit war die These leitend, dass das Seh- und Wahrnehmungsvermögen bestimmten Gesetzmäßigkeiten folgt, die technisch wohl am besten als Methode unscharfer Wahrnehmung bzw. als „Fuzzy-Regelprozess“ interpretiert werden kann. Es hat sich als vernünftig erwiesen, den visuellen Wahrnehmungsprozess als einen dauernden Abstimmungsprozess von präzisen Sehaufgaben, unscharfer approximativer Mustererkennung (z.B. von Worten) und peripherer Wahrnehmung von Symbolen zu interpretieren. Der Sehapparat ist so angelegt, dass eine Informationsüberflutung verhindert wird, aber anforderungsgerecht latente Seh- und

Erkennungsprogramme jederzeit abrufbar bereitgehalten werden. Zwischen diesen Programmen wird auch gewechselt, um eine Ermüdung des Sehapparats bzw. der Auge-Cortex-Interaktion zu vermeiden. Arbeitsumgebungen, welche auf die Natur des Sehprozesses nicht eingehen, führen zu bisher im einzelnen nicht bekannten, aber im Effekt nachweisbaren Folgen. Die Augen reagieren auf physische Überlastung oder informatorische Reizüberflutung ähnlich wie der Körper, nämlich mit Verkrampfung, Funktionseinschränkung, Nachlassen der Regenerationskraft und ähnliches. Wenn in dieser Arbeit der Satz steht: „Der Stress verlagert sich in den Kopf!“, dann ist dies eine Pointierung von vielfältigen Ergebnissen des Vorhabens „Arbeit und Sehen“. Diese Effekte sind Folge von nicht angepassten Arbeitsmethoden, die auf die Natur der menschlichen Augen nicht Rücksicht nehmen. Eine Fülle von Untersuchungen belegt, dass von dem Bildschirm selbst keine technischen Gesundheitsgefährdung ausgeht. Es scheint sich aber zu bestätigen, dass insbesondere die Computerarbeit zu dauernden präzisen, also fovealen Sehleistungen zwingt und so auf die oben skizzierte Eigenart der unscharfen „Fuzzy-Regelstrecke“ nur bedingt angepasst ist. Intensives Arbeiten am Bildschirm erhöht zeitlich die fovealen Sehanteile und vermindert so die Frequenz der dem Auge typischen Abläufe der Informationsaufnahme, über Schweißbewegungen hin zu Blick-Ziel-Bewegungen, sog. Sakkaden (vorprogrammierte Blickwechsel zur Informationsaufnahme und zur Stabilisierung der Wahrnehmungsebenen und -programme).

Ein beispielhaftes Ergebnis ist, dass die unsachgemäße Nutzung des Computers speziell, oder ergonomisch schlecht abgestimmte Sehaufgaben allgemein, latente Sehprobleme verstärken und Alterungsprozesse der Augen beschleunigen. In einem Unternehmen mit vorherrschender Bildschirmarbeit und einer sehr jungen Belegschaft wurde über 70 % der Belegschaft anempfohlen, Sehhilfen zu tragen.

Das Problem der meisten Unternehmen bestand darin, dass im Grunde die Computerarbeit in die Büros und Produktionsräume Einzug hielt, ohne dass die Arbeitsabläufe, die Kommunikation, die Beleuchtung, die betriebliche Infrastruktur, die Entscheidungswege usw. darauf neu zugeschnitten waren. In der Regel waren die Räume zu hell, so dass der Bildschirmkontrast abnahm. Die Leuchtmittel spiegelten sich im Bildschirmhintergrund. Die Aufstellung war trotz modernsten Equipments mangelhaft. In dieser Situation ist eigentlich die gesamte Industrie bzw. der Dienstleistungssektor ähnlich. Auch Heim-PCs leiden unter unsachgemäßer Anwendung. Die Projektfirmen haben deshalb für die Zukunft ihre Investitionsprogramme angepasst und auch für fachmännische Hilfe gesorgt.

Aber diese betriebsergonomischen Maßnahmen können Fehler in der Software nicht ausgleichen. Informationsüberflutung, unergonomische Darstellung kritischer Parameter in der Arbeitssoftware und in Überwachungsprogrammen müssen mit dem Wahrnehmungsprogramm

der Augen kollidieren und zu einer niedrigen Arbeitsleistung führen. In diese Softwareergonomie konnte das Vorhaben nicht eingreifen. Deshalb scheint es wichtig, Folgeprojekte stärker auf die Fragen der Softwareergonomie, des „mental workload“, also der kognitiven Ergonomie und auf die Erforschung „protektive Arbeitsorganisation“ abzustimmen. Instrumente für solche Vorhaben, in denen dann auch Kosten-Nutzen-Analysen und Risikoabschätzungen anwendungsreif gemacht werden können, liegen jetzt vor. Es geht in Zukunft um die Standardisierung der Erfahrung und die Einbettung der Erfahrung in die betriebliche Entscheidung. Dabei ist gleichzeitig an die Frage physiologisch passender Arbeitsabläufe zu denken. Zu dem Ziel, eine „protektive Arbeitsorganisation“ zu schaffen, gehört das Management ergonomischer Maßnahmen, des Gesundheits- und Risikomanagements. Daneben hat der Vergleich „statischer“ und „dynamischer“ Arbeitsaufgaben zu der Empfehlung geführt, Kontroll- und Steueraufgaben an die individuelle Wahrnehmungsfähigkeit und Reaktionsfähigkeit der Bedienpersonen anzupassen.

Die Beschäftigung mit der aktuellen Computerentwicklung lieferte einen Interpretationsversuch für das Verständnis der Genese arbeitsbedingter Gesundheitsstörungen. Die Computer der Zukunft werden mit dem Prinzip unscharfer Logik arbeiten, also dem Prinzip, das sich zur Beschreibung von Seh- und Wahrnehmungsvorgängen im Arbeitsprozess bewährt hat. Im Gegensatz zu heutigen Computern, die nur diskrete Programme abarbeiten, ist denkbar, dass Computer der Zukunft eine gewisse innere Logik dauernd berechnen, viele Programme parallel sowie miteinander verknüpft und in gegenseitiger Abstimmung abarbeiten. Die Programm-sprachen der Zukunft werden die Fähigkeit haben, aus der Fülle der Programme, die nach außen unbestimmt sind, die Prozesse zu aktivieren, die für das Problem relevant sind, und zwar wieder auf unterschiedlichen Ebenen der Abbildungsgenauigkeit.

Überträgt man dieses Hilfsmuster auf die Frage Gesundheit und Krankheit, dann wäre der Körper von einer Vielzahl von Prozessen oder „Programmen“ der Gesundung, der Immunisierung, der Sensibilisierung, der Reaktivierung und der Regeneration, der Schwächung, des Krankseins, des Energieumwandels usw. gekennzeichnet. Solange diese Prozesse sich ergänzen und im Gleichgewicht sind, ist der Körper gesund. Arbeit kann bestimmte „Unterprogramme“, die nach außen indifferent sind, aktivieren, d.h. aufrufen und sichtbar machen oder verzerren.

Diese Aktivierung von „Programmen“ der Ursache-Wirkungs-Beziehungen arbeitsbedingter Erkrankungen wird durch unterschiedliche Einflüsse verstärkt, angeregt oder auch gedämpft. Es wurde versucht, ein Dosis-Wirkungsanalyse-Muster der Untersuchung zugrunde zu legen, in dem auch organisationspsychologische Aspekte berücksichtigt wurden. Dabei konnte festgestellt werden, dass die individuell unterschiedliche Arbeitseinstellung (aktiv-konfrontatives

Verhalten und passiv-ängstliches Verhalten) kein geringeres Risiko arbeitsbedingter Erkrankungen zeigte, aber eine andere Häufigkeit der Formen arbeitsbedingter Erkrankungen auftraten. Einen größeren Einfluss auf die Klagsamkeit über gesundheitliche Beschwerden übte die Veränderung des Standes der Technik bei Kontrollarbeit aus, weil mit dem Übergang zu neuen Formen der Tätigkeit, mit dem Wandel der Kontrollarbeit am Bildschirm, gewohnte Arbeitsformen, Handlungs- und Problemlösungsroutinen sowie Kommunikationsbeziehungen durch eine neue Gestalt der Arbeitsbeziehung abgelöst wurden. Dieser Prozess hatte eine allgemeine Unsicherheit in der Ausübung von Arbeit zur Folge, die sich dann subjektiv als Äußerung über gesundheitliche Beschwerden und Symptome manifestierten.

Das Vorhaben „Arbeit und Sehen“ war mehrheitlich durch anspruchsvolle und abwechslungsreiche Arbeit gekennzeichnet. Die Arbeitsanforderungen, auch die Expositionszeiten, Arbeitsrhythmen und Delegationsstrukturen ähnelten sich. Mehrheitlich wurde selbst verantwortlich und mit hohem Eigeninteresse an der Tätigkeit gearbeitet. Insofern unterschieden sich auch die Klagen über die Ergonomie der Arbeitsplätze wenig. Die Klagsamkeit über Beschwerden und die vorfindlichen medizinischen Befunde streuten von Tätigkeit zu Tätigkeit wenig. Im Grunde wurde eine Basisanalyse über Beschäftigte bei Bildschirmarbeit angefertigt. Einzig die Beschäftigten im Schreibdienst an PCs zeigten eine deutlich höhere Klagsamkeit über gesundheitliche Beschwerden als die Mitarbeiter mit hochqualifizierter Tätigkeit.

Ein besonderes Problem blieb die Informationslegung im Zusammenhang mit dem betrieblichen Gesundheitsschutz. Fehlzeiten und Abwesenheitszeiten sind in der Regel immer Spätindikatoren und leiten selten zu einer aktiven Gesundheitsorganisation an. Betriebliche Gesundheitsförderung wird oft mit falscher oder unzulänglicher Organisation betrieben. Insofern sind Informationssysteme nötig, die eine Kosten-Nutzenanalyse oder ein Risikomanagement erlauben, sowie den Bezug zu Innovation und Wirtschaftlichkeit herstellen. Betriebliche Gesundheitsförderung muss, wie die Qualifizierung auch, den Charakter des Ressourcenmanagements erhalten. Es ist ein wichtiges Element des „social shaping“.

Als Quintessenz dieser Arbeit bestätigt sich also die zentrale Funktion von Stressphänomenen bei der Genese arbeitsbedingter Erkrankungen. Dieser Zusammenhang wurde klassisch von M. Friedman und R. H. Rosenman am Beispiel des Typ A-Verhaltens von Managern postuliert und belegt. Die Ergebnisse des hier erläuterten Forschungsvorhabens "Arbeit und Sehen" übertragen diese Erfahrung auf den Zusammenhang zwischen visuellen Anforderungen im Produktionsprozess und arbeitsbedingten Gesundheitsstörungen. Es erwies sich, dass eben Stressphänomene, insbesondere solche bei längerfristigem zielgenauem Blickverhalten Sehbeschwerden hervorrufen. Für weitere Untersuchungen wäre es für die Aufklärung von Ursache-Wirkungs-Zusammenhängen von arbeitsbedingten Erkrankungen sinnvoll, weitere Felder auf

zuspüren bei denen Stressmomente ähnliche Effekte auf die Gesundheit hervorrufen. Aus solchen Untersuchungen ließen sich dann auch Hinweise für eine "ganzheitliche, protektive Arbeitsorganisation" ableiten.

Literaturverzeichnis

- Adler U., Neue Arbeitsstrukturen in der Bekleidungsindustrie als soziale Innovation, in: Ifo Studien zur Industriegewirtschaft Nr. 31/I, München 1986.
- Adler U., Betriebliche Gesundheitsförderung als Element moderner Produktionsmethoden, sozio-ökonomische Begleitforschung des Vorhabens: Arbeitsmedizinisches Diagnostik- und Beratungszentrum - ADB Hainichen, Arbeitsbericht, Starnberg 1997.
- Adler U., Integrierter Umweltschutz als Beispiel zukunftsfähiger Entwicklung, in: ifo Schnelldienst 17/18, 1997, S. 44-52.
- Adler U., Sozioökonomische Aspekte der Gruppenarbeit, in: Bekleidungstechnische Schriftenreihe, Band 122, Köln 1997.
- Adler U., Betriebliche Gesundheitsförderung als Merkmal moderner Produktionsmethoden, in: H. Mayer (Hrsg.) Europaforum '99, des HIHW, Wissenschaftliche Beiträge, Angelbachtal 1999.
- Antonovsky A., Health, Stress and Coping, San Francisco, Jossey-Brass, 1979.
- Badura B. (Hrsg.) Soziale Unterstützung und chronische Krankheit. Zum Stand sozio-epidemiologischer Forschung, Frankfurt 1981.
- BAuA (Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin), Tagungsbericht, Neue Ansätze zur Kosten-Nutzen-Analyse des Arbeits- und Gesundheitsschutzes, Schriftenreihe der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin, Tb. 80, Dortmund/Berlin 1997.
- BAuA (Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin), Tagungsbericht, Arbeitsschutz-Ergonomie-Normleistung, strategische Beiträge zur ganzheitlichen Arbeitsgestaltung, Schriftenreihe der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin, Tb. 119, Dortmund/Berlin 2001.
- Bauer D., Entwicklung eines Verfahrens für die Güteprüfung von Bildschirmen im Feld, Schriftenreihe der Bundesanstalt für Arbeitsschutz, Fb. 737, S. 7, Dortmund/Berlin 1996.
- Bauer D., Röckmann D., Methoden der Bewertung von Software, Schriftenreihe der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin, Fb. 785, Dortmund/Berlin 1999.
- Bauer D., Güteprüfung von Bildschirmen, Schriftenreihe der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin, Technik 11, Dortmund/Berlin 2002.
- Baum H., Heibach M., Höhnscheid K.-J., Volkswirtschaftliche Kosten von Arbeits- und Wegeunfällen, Schriftenreihe der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin, Fb. 808, Dortmund/Berlin 1998.

- Becker P., Die Bedeutung integrativer Modelle von Gesundheit und Krankheit für Prävention und Gesundheitsförderung, in: Paulus, P. (Hrsg.): Prävention und Gesundheitsförderung. Köln 1992.
- BKK-Essen, Krankheitsarten, Bundesverband der Berufskrankenkassen, verschiedene Jahrgänge, Essen.
- Bodmann H. W., Eberbach K., Leszczynska H., Lichttechnische und ergonomische Gütekriterien der Einzelplatzbeleuchtung im Büro, Schriftenreihe der Bundesanstalt für Arbeitsschutz, Fb. 712, Dortmund/Berlin 1995.
- Böhle F., Fritscher B., Kraus-Mackiw E., Mayer H., Weißhaupt S., König A., Riha H., Entwicklung von Methoden zur Identifikation visueller Ursachen arbeitsbedingter Gesundheitsrisiken und hierauf bezogener Präventionsstrategien im betrieblichen Gesundheitsschutz, Zwischenbericht, Heidelberg 1996.
- Brandenburg U., Kuhn K., Marschall B., Verkoyen C., Gesundheitsförderung im Betrieb, Schriftenreihe der Bundesanstalt für Arbeitsschutz, Tagungsbericht, Tb. 74, Dortmund/Berlin 1996.
- Bulle van den P., Schalltechnische Gestaltung von Büroräumen mit Bildschirmen, Schriftenreihe der Bundesanstalt für Arbeitsschutz, Fb. 720, Dortmund/Berlin 1995.
- Etzler K., Arbeitsmedizinische Vorsorgeuntersuchungen, Vortrag gehalten auf der Tagung EUROPA 1992 - Was bringen die europäischen Regelwerke für Bildschirmarbeitsplätze?, Karlsruhe, 26./27.9.1991.
- Fleischer A. G., Becker G., Auswirkungen informatorischer Mehrfachbelastungen bei Prozessüberwachung, Schriftenreihe der Bundesanstalt für Arbeitsschutz, Fb. 739, S. 4 ff., Dortmund/Berlin 1996.
- Friedman M. und Rosenman R. H., Association of specific overt behavior patterns with blood and cardiovascular findings, in: Journal of the American Medical Association (JAMA) 240, 1959, S. 761-763.
- Funke U., Birkholz B., Hilla W., Tiller R. E., Beschwerden als Frühindikatoren für Fehlbeanspruchung am Arbeitsplatz?, Arbeitsmedizin, Sozialmedizin, Präventivmedizin, Heft 23/1988, S. 281-287.
- Füller A. (Hrsg.), Das Gesunde Büro, Dokumentation der Veranstaltung am 11. und 12.10.1993, Stadt Heidelberg.
- Füller A. (Hrsg.), Gesundheitsbericht der Stadt Heidelberg 1997, Heidelberg 1997.
- Gall D., Vandahl C., Greiner-Mai U., Wolf S., Helm H.-P., Einzelplatzbeleuchtung und Allgemeinbeleuchtung am Arbeitsplatz, Schriftenreihe der Bundesanstalt für Arbeitsschutz, Fb. 753, S. 101 ff., Dortmund/Berlin 1996.

- Gall H., Kemp K., Schäbe H., Betriebsbewährung von Hard- und Software beim Einsatz von Rechnern und ähnlichen Systemen für Sicherheitsaufgaben, Schriftenreihe der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin, Fb. 888, Dortmund/Berlin 2000.
- Geyer H. V., Sehstress am Bildschirmarbeitsplatz, NOJ Heft 3/1989, S. 8-16, 1992.
- Hahn H., Köchling A., Krüger D., Lorenz D., Arbeitssystem Bildschirmarbeit, Schriftenreihe der Bundesanstalt für Arbeitsschutz, Forschungsanwendung, Fa. 31, Dortmund/Berlin 1995.
- Jeiter W., Begrüßung der Teilnehmer der Tagung "Gesundheitsförderung im Betrieb" durch den Leiter der Bundesanstalt, in: U. Brandenburg, u.a. Gesundheitsförderung im Betrieb, S.6 ff. Schriftenreihe der Bundesanstalt für Arbeitsschutz, Tb. 74, Dortmund/Berlin, 1996.
- Karasek R., Theorell T., Healthy Work: Stress Productivity, and the Reconstruction of Working Life, New York 1999.
- Kraus-Mackiw E., Mayer H., Der berufstätige Patient in der klinisch orthoptischen Sprechstunde, St. Pölten/Heidelberg 1998.
- Kraus-Mackiw E., Mayer H., Augenbeschwerden und Bildschirmarbeit, in: Sichere Arbeit 6: S. 34-36, Wien 1998.
- Krüger W., Müller P., Stegmann K., Kosten-Nutzen-Analyse von Gesundheitsförderungsmaßnahmen, Schriftenreihe der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin, Fb. 783, Dortmund/Berlin 1998.
- Levi H. W., Naturwissenschaftliche Aspekte von Grenzwerten, in: Jahrbuch des Umwelt- und Technikrechts, S. 135 ff., Heidelberg 1992.
- Mayer H., Kraus-Mackiw E. u.a., Bericht über die ergophthalmologischen Untersuchungen von Bildschirmarbeitnehmern, Vorbericht des Vorhabens I, Heidelberg 1993.
- Mayer H., Kraus-Mackiw E., unter Mitarbeit von: H. Polyak, Minh-Son Doan, O. Köncke, J. Wahl, H. Tischner, K. Faßbender, Bericht über die ergophthalmologischen Untersuchungen bei Bildschirmarbeitsplätzen, Vorhaben 1, Heidelberg 1993.
- Mayer H. u.a., Betriebliche Gesundheitsförderung, Vorhaben 3, Basisuntersuchung, Heidelberg/Hainichen 1994.
- Mayer H., Geider F. J., Riha H., König A., Entwicklung von Methoden zur Identifikation visueller Ursachen arbeitsbedingter Gesundheitsrisiken und hierauf bezogener Präventionsstrategien im betrieblichen Gesundheitsschutz, Teilvorhaben 3, Bericht zur Zwischenpräsentation, Heidelberg/Hainichen 1996.

- Mayer H., u.a., Endbericht zu dem Vorhaben des Bundesarbeitsministeriums, Arbeitsmedizinisches Diagnostik- und Beratungszentrum Sachsen-Thüringen, ADB-Hainichen, Heidelberg 1998.
- Mayer H., Kraus-Mackiw E.; u.a., Entwicklung von Methoden zur Identifikation visueller Ursachen arbeitsbedingter Gesundheitsrisiken und hierauf bezogener Präventionsstrategien im betrieblichen Gesundheitsschutz, Forschungsprojekt, gefördert durch das Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft, Forschung und Technologie BMBF (FKZ: 01 HP 594/9); Schlussbericht Heidelberg 1999.
- Mayer H., Kraus-Mackiw E., Stress by Inadequate Visual Work - Interregulations between Vision and Setting Posture, Paper presented to Global Ergonomic Conference, Cape Town, 9. - 11. September 1998.
- Mossink J., Licher F., (Ed.) Costs and Benefits of Occupational Safety and Health, The Hague, 1997.
- Müller R., Gesunde Beschäftigte, und Qualität der Arbeit durch Gesundheitsmanagement, Gesundheitsförderung und Arbeitsschutz im Betrieb, Vortrag anlässlich des 7. Forums Gesundheit der Stadt Heidelberg, 23.11.2000.
- Nachreiner F., Mesenholl E., Defizite in der Software-Ergonomie - Ergebnisse einer Bilanzierung vorliegender Forschungsergebnisse zur Arbeit an Bildschirmgeräten; in: Coy et. al. 1993, S. 603-615.
- Neugebauer A., Fricke J., Rößmann W., Zur Spezifität asthenopischer Beschwerden, Zeitschrift praktische Augenheilkunde 13, 1992, S. 331-334.
- N.N., Ergonomische Büroraumplanung und -gestaltung, in: Arbeitsrecht im Betrieb, 2/98, S.63-65.
- Östlin P., Occupational History, self reported chronic illness and mortality, Journal for Epidem Health 44, S. 12-16.
- Picot A., Reichwald R., (Hersg.) Forschungsbericht Bürokommunikation, Band 1, München 1983.
- Plath H. E., Zur Indikation von Belastungswirkungen kognitiver Tätigkeiten bei unterschiedlicher Schwierigkeit der Aufgabenbewältigung; in: Hacker, W. (Hrsg.) Psychische Regulation von Arbeitstätigkeiten, S. 222-237, Berlin 1976.
- Prior A., Renner A., Bilanzierung belastungsorientierter Gesundheitsförderung im Betrieb - unter besonderer Berücksichtigung der körperlichen Belastungen, Schriftenreihe der Bundesanstalt für Arbeitsschutz, Fb. 723, Dortmund/Berlin 1995.
- G . Rabetge, E. Kraus Mackiw unter Mitarbeit von M. Müller-Küppers, Visuelle Störfaktoren bei Legasthenie, in: Pädiatrische Praxis, 26, S. 27 - 38, München 1982.

- Rau G., Roßner K., Bestandsaufnahme und Minderung der Geräuschbelastung an Arbeitsplätzen mit Bildschirmgeräten in der Produktion, Schriftenreihe der Bundesanstalt für Arbeitsschutz, Fb. 702, Dortmund/Berlin 1994.
- Ritter A., Langhoff Th., Arbeitsschutzmanagementsysteme, Vergleich ausgewählter Standards, Schriftenreihe der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin, Fb. 792, Dortmund/Berlin 1998.
- Rugulies R., Siegrist J., Soziologische Aspekte der Entstehung und des Verlaufs der koronaren Herzkrankheit: soziale Ungleichverteilung der Erkrankung und chronische Distress-Erfahrung im Erwerbsleben, Frankfurt/Main 2002.
- Seibt A., Gesundheitsaudit, Beitrag des Arbeitsmediziners, in: M. Kentner (Hrsg.), Prävention arbeitsbedingter Erkrankungen, IAS Mitteilungen 21, S. 50, Karlsruhe 1996.
- Selye H, Stress beherrscht unser Leben, Düsseldorf 1957.
- Siegel K., Gainsharing - die Verstetigung des Verbesserungsprozesses, in: E. Antoni Eyer und J. Kutscher, Das flexible Unternehmen, Wiesbaden 2001.
- Siegrist; J. (Ed.), Social Causation of Health and Illness, in: Handbook of Social Studies in Health and Medicine, London 2000.
- Stray Ch., Riesenecker-Caba Th., EU-CON II - Softwareergonomische Bewertung und Gestaltung von Bildschirmarbeit. Schriftenreihe der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin, Fb. 826, Dortmund/Berlin 1999.
- Theorell T. (Ed.) Everyday Biological Mechanisms - International Symposium on "Scientific Based Biological Assessment of Long-Term Stress in Daily Life", Proceedings, Stockholm 2001
- Tölle R, Ladas A, Funktionale Beschwerden, gesund oder krank?, DMW 107/1982, S. 1510-1514.
- Triebe J. K., Wittstock M., Anforderungskatalog für Softwareentwicklung, Auswahl und Anwendung, Schriftenreihe der Bundesanstalt für Arbeitsschutz, Fb. 743, S. 4, Dortmund/Berlin 1996.
- Wahl J., Untersuchung der Zusammenhänge zwischen Befunden und Beschwerden bei Bildschirmarbeitern unter besonderer Berücksichtigung des beidäugigen Sehens, S. 7 ff., Heidelberg 1996.
- Williams R., Edge D., The social shaping of technology, Research Policy 5/1996, S. 865-899.

Wittig, T., Ergonomische Untersuchung alternativer Büro- und Bildschirmarbeitsplatzkonzepte, Schriftenreihe der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin, Fb. 878, Dortmund/Berlin 2000.

Zimmermann H. J., FUZZY-Technologien - Prinzipien, Werkzeuge, Potentiale, Düsseldorf 1993, insbesondere Kap. 3.3 Fuzzy Control, S. 91 ff..

Glossar

Binokulares Sehen (BOS): Beidäugiges Sehen. Fähigkeit der Augen, eine gemeinsame, gleichmäßige gegenseitig abgegliche Sehleistung herzustellen. Merkmale des BOS sind: 1) Simultan-Sehen: Objekte überlagert wahrnehmen. 2) Stereo-Sehen: Objekte räumlich zuordnen. 3) Fusion: Objekte deckungsgleich bei Distanz- und Blickänderung zu sehen. 4) Phorie: Die Stellung der Augen zueinander entsprechend der Distanz und Richtung aufmerksamkeitsreger oder -fordernder Objekte zu ändern.

Diese Merkmale ergänzen jene Merkmale, die auch das Einzelauge aufweist: 5) Visus: Objekte scharf zu sehen und Farben erkennen. 6) Dämmerungssehen: Im Gesichtsfeld (Stäbchen = Kontrastsehen) der Gesamtheit peripherer Netzhautareale Objekte mit charakteristischen Raumwerten zu lokalisieren.

Concept of best practice: Eine den Anforderungen angemessene Form der Problemlösung, auch Problemlösung nach dem besten Kosten-Nutzen-Verhältnis. Auch Entscheidung unter Mindestinformation und nach der Machbarkeit.

Corporate Identity: Merkmale, welche das Unternehmen tragen, alle am Unternehmen Beteiligten gleichsam auszeichnen, zusammenhalten und gegen andere Organisationen abheben.

Cortex: Hirnrinde.

Ergophthalmologie: Wissenschaft vom Sehen im Arbeitsleben.

Curriculum, Bildungcurriculum: Ausbildungsweg, Ausbildungsmethode.

Fovea (centralis): Ort der Netzhaut mit der größten Dichte sensorischer Zellen (Zapfen = Tages- und Farbsehen), d. h. Ort des zentralen Sehens mit dem höchsten Auflösungsvermögen.

Fuzzy Logik: Unscharfe Logik, natürliche Logik.

Hypothese: Unbewiesene Behauptung (**These:** Behauptung, Annahme).

Non communicable diseases: Nicht übertragbare Krankheiten, also solche, die erblich bedingt sind oder durch schädigende Einflüsse ausgelöst oder gefördert werden: z.B. Schlaganfall, Herzinfarkt, viele bösartige Tumore; auch nicht infektiöse Berufskrankheiten und andere arbeitsbedingte Erkrankungen (durch Stress, körperliche und mentale Belastungen).

Orthoptik: Wissenschaft vom beidäugigen Sehen.

Prävention: Allg. Vorsorge, spez.: Gesundheitsvorsorge, d.h. Verhinderung von Erkrankungen (abzugrenzen von der Gesundheitsförderung, die nicht an Krankheiten orientiert ist). Gegenteil: **Kuration:** Behandlung und Nachsorge.

Protektive Arbeitsorganisation: Schützende Arbeitsorganisation, Organisation, welche Schädigungen und Risiken vermeidet, auf die Belastbarkeit der Beschäftigten und deren Gesundheits- und Alterszustand Rücksicht nimmt und die Produktionsmethoden darauf abstellt.

Ressourcen: Quelle, im hier verwendeten Sinn Rohstoff, aber auch Voraussetzungen an den Produktionsfaktoren Kapital, Arbeit: Boden für die Produktion in Form von Maschinen, Arbeitskraft, Material, Umwelt und gesellschaftlichen Leistungen.

Retina: Netzhaut, bildgebende Zellschicht im Augenninneren mit lichtempfindlichen Zellen.

Sakkaden: Sprunghafte Zielbewegungen der Augen zum sequentiellen Fixieren von Objekten.

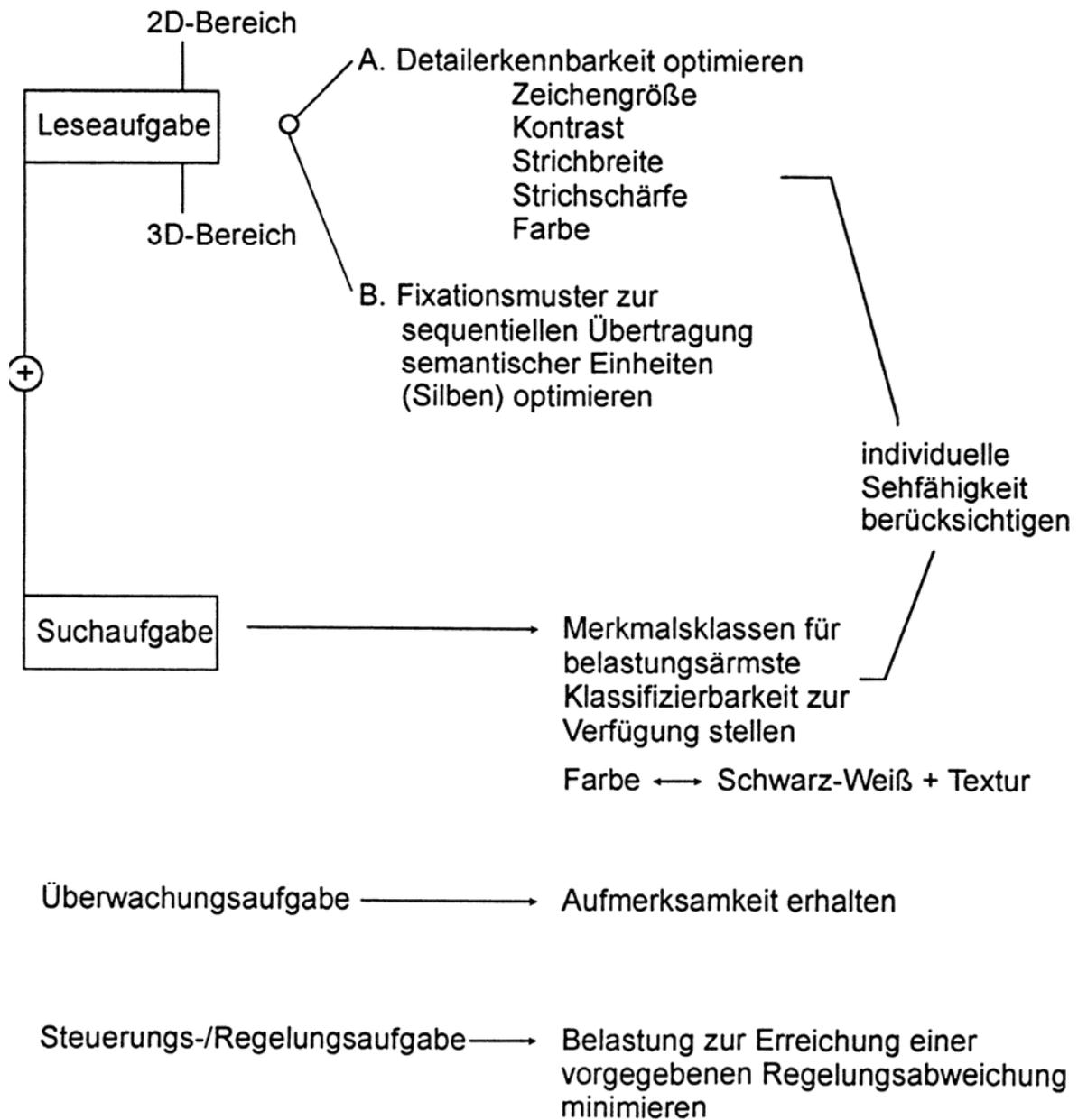
Social Shaping: Soziale Gestaltung der Produktion und deren Umfeld. Auch soziale Innovation.

Soziale Innovation: Gestaltung der Arbeit, der Organisation und der Wechselwirkung zwischen Produktion und sozialem bzw. natürlichem Umfeld mit dem Ziel der Steigerung des Ausbildungsstandes, der Lern- und Innovationsfähigkeit, des Abbaus von Störungen in der Produktion, der Steigerung der Effizienz der Produktion und der Verminderung der externen Kosten und der Weiterbeschäftigungschancen der Mitarbeiter ("employability").

Stimulans: Antrieb, Anreiz.

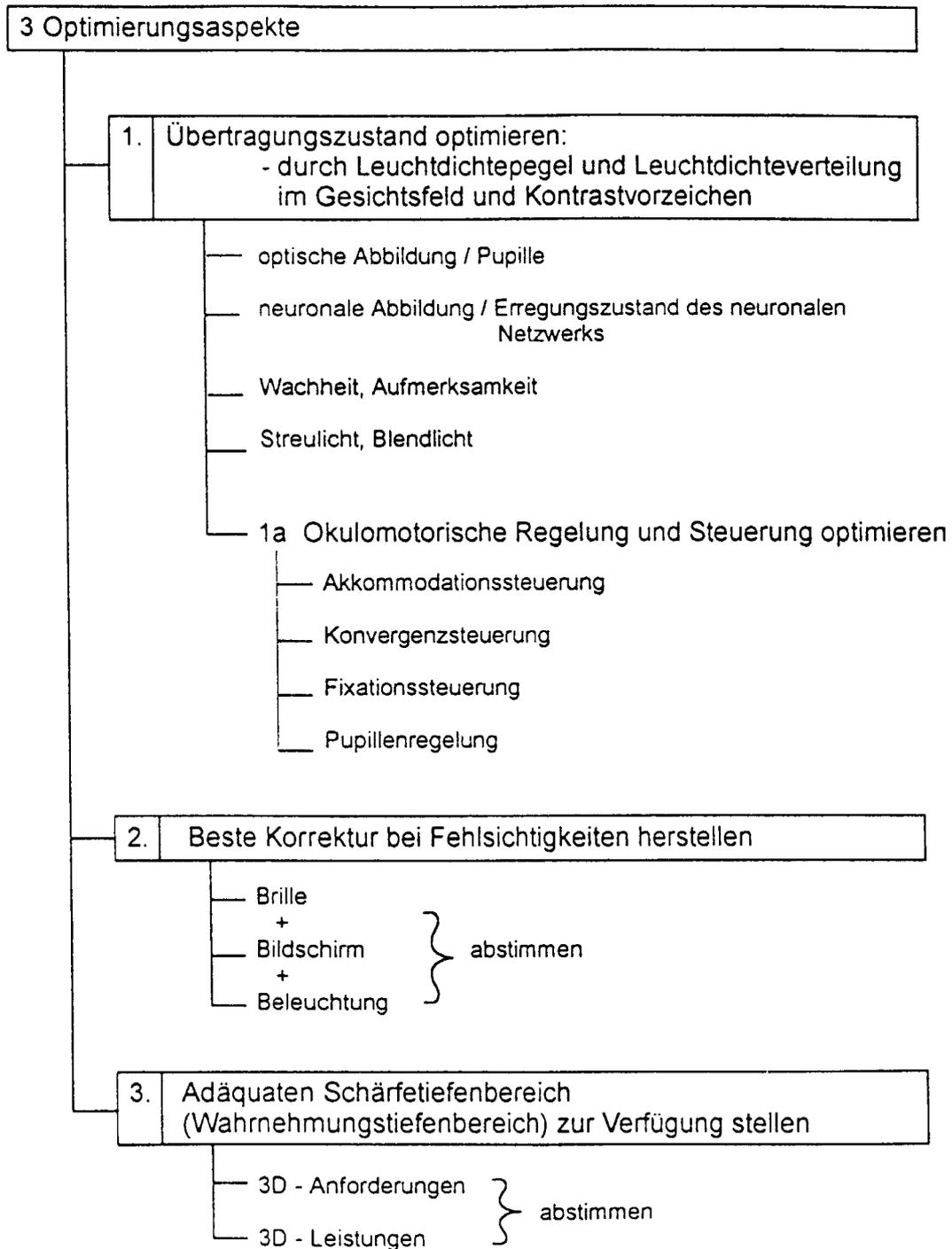
Anhang

Abbildung A 1: Eine Optimierung der visuellen Mensch-Maschine Information in Hinblick auf die Sehaufgabe und die Sehtüchtigkeit.



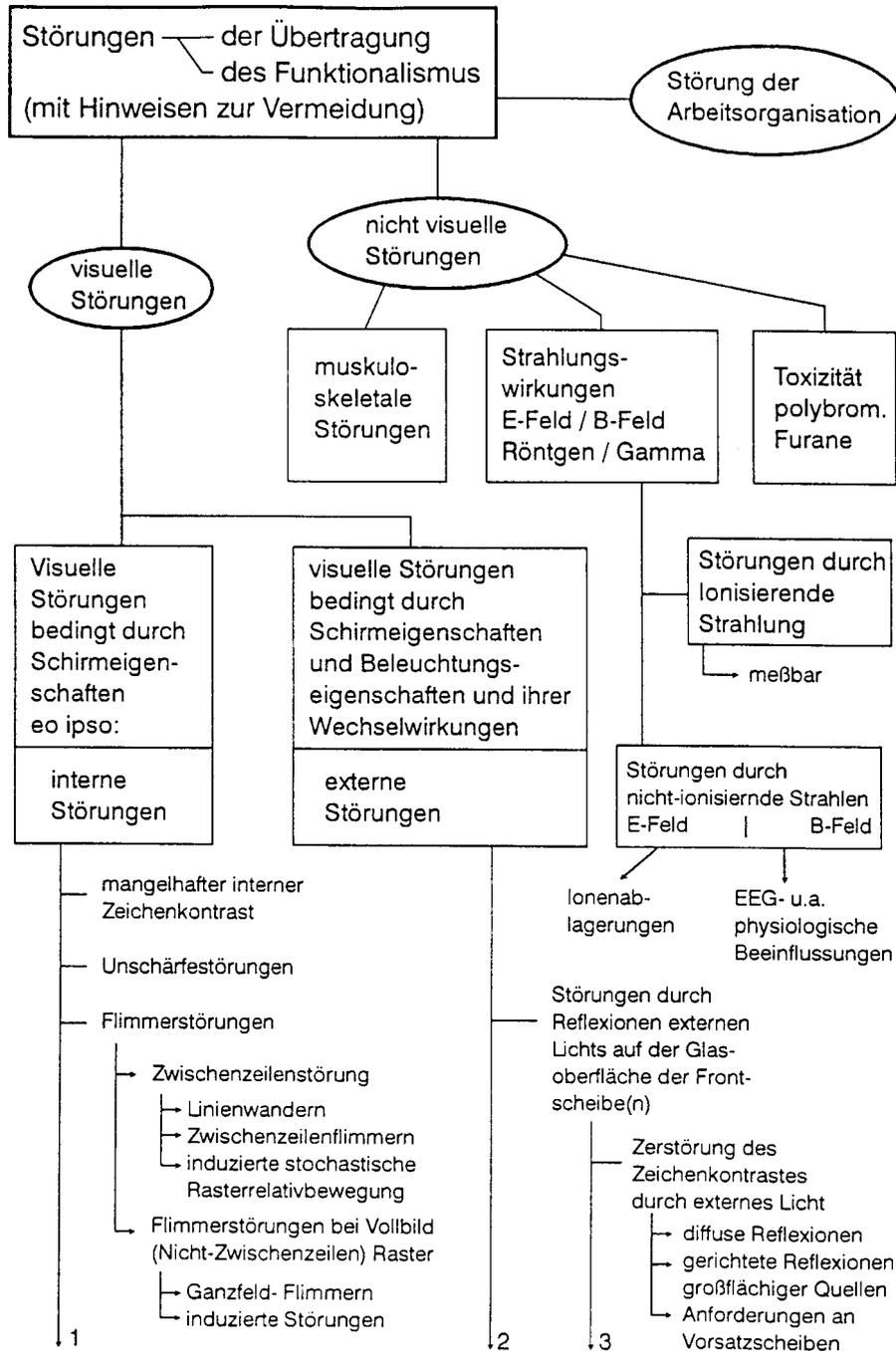
Quelle: D. Bauer, Entwicklung eines Verfahrens für die Güteprüfung von Bildschirmen im Feld, Dortmund 1996, S. 14.

Abbildung A 2: Systemzustand und Übertragungsgüte vom Objektraum in den Perzeptionsraum (Cortex)



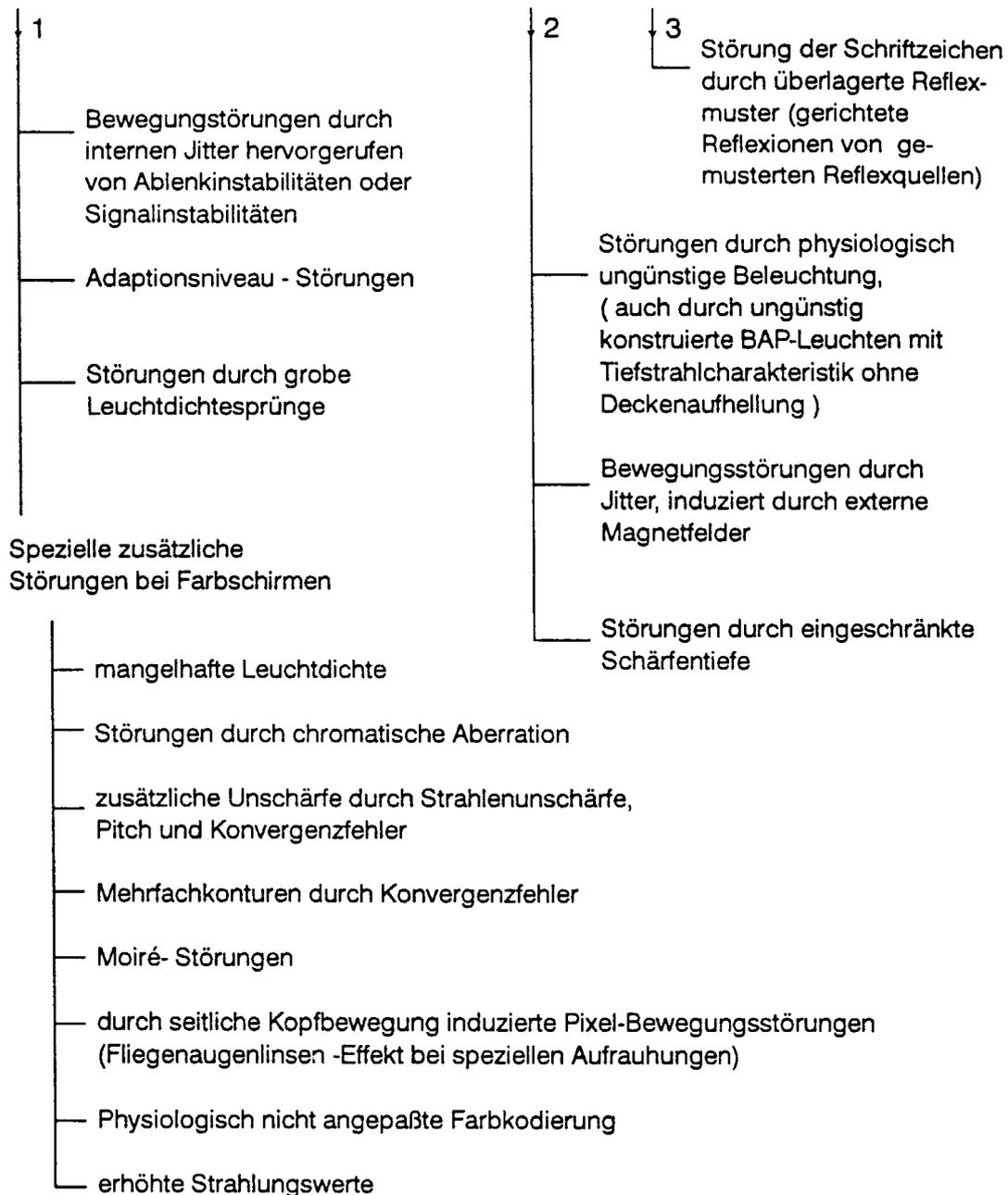
Quelle: D. Bauer, Entwicklung eines Verfahrens für die Güteprüfung von Bildschirmen im Feld, Dortmund 1996, S. 15.

Abbildung A3: Wirkungsmechanismus von Systemstörungen bei Sehaufgaben Teil I



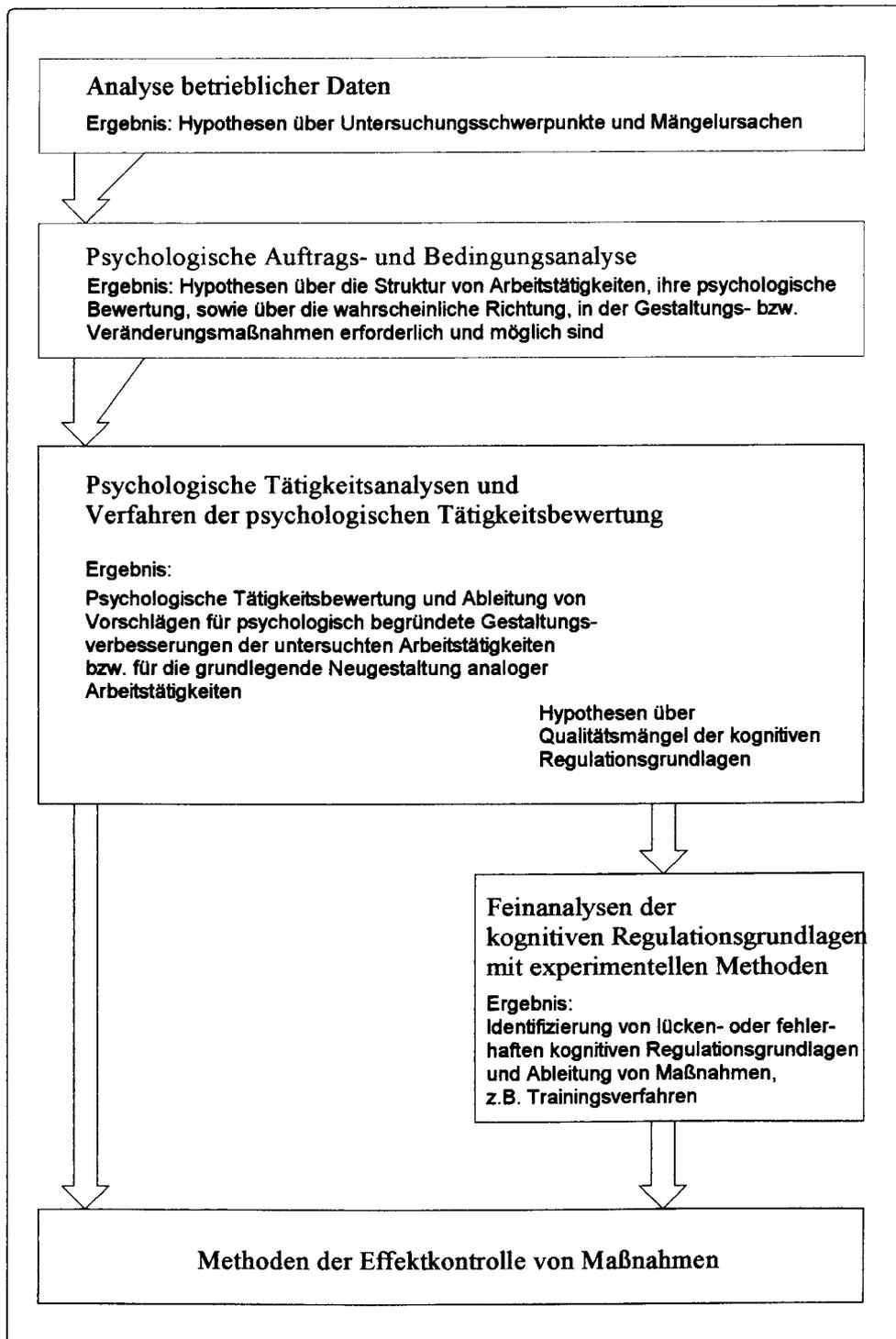
Quelle: D. Bauer, Entwicklung eines Verfahrens für die Güteprüfung von Bildschirmen im Feld, Dortmund 1996, S. 20.

Abbildung A4: Wirkungsmechanismus von Systemstörungen
bei Sehaufgaben Teil II



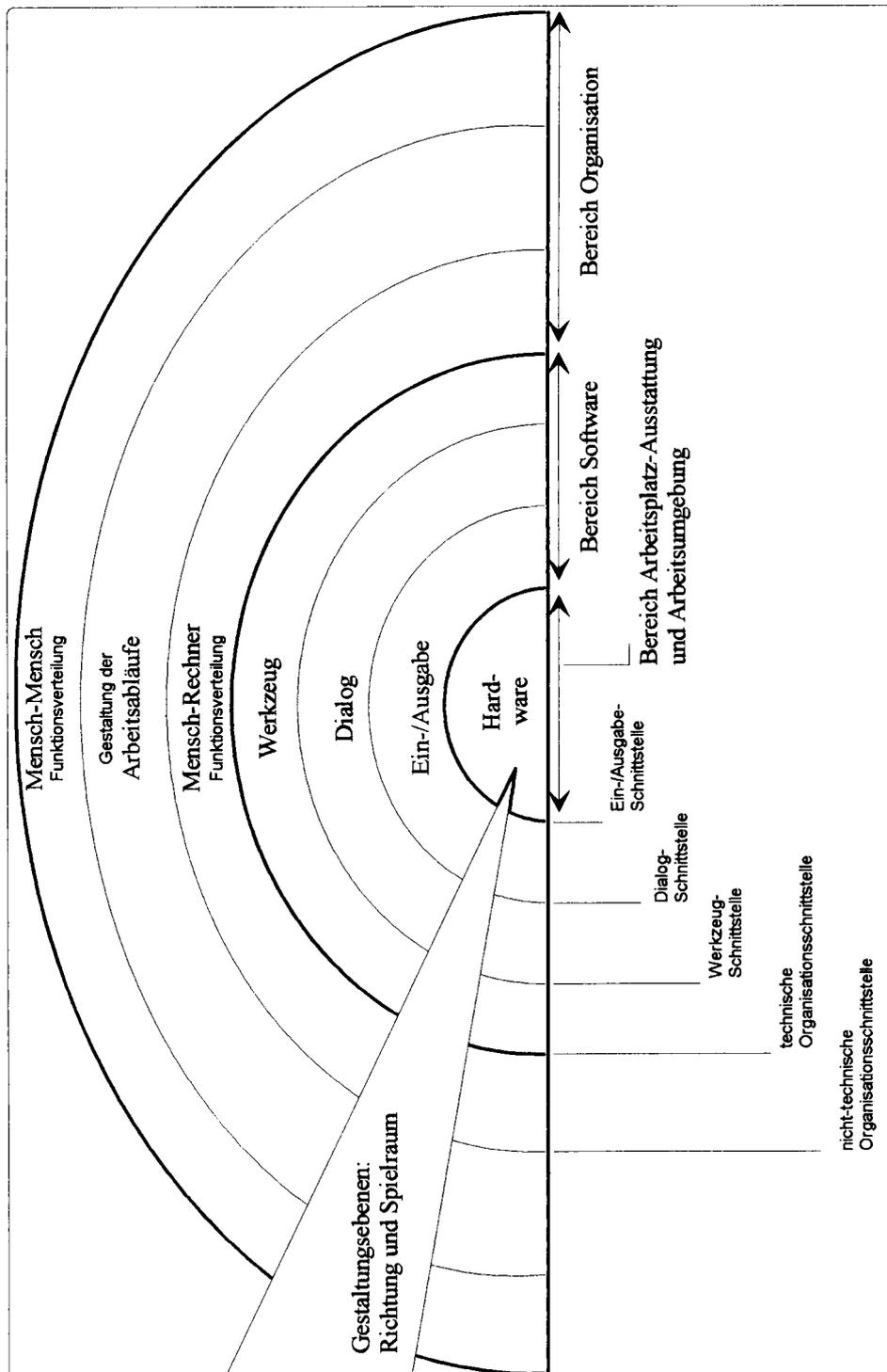
Quelle: D. Bauer, Entwicklung eines Verfahrens für die Güteprüfung von Bildschirmen im Feld, Dortmund 1996, S. 20.

Abbildung A 5: Übersicht zur Tätigkeitsanalyse nach Mattern (1983)



Quelle: J.K. Triebe, M. Wittstock, Anforderungskatalog für Softwareentwicklung Auswahl und Anwendung, Dortmund 1996, S. 21.

Abbildung A 6: Schnittstellenmodell nach Koch & Troja (1991)



Quelle: J.K. Triebe, M. Wittstock, Anforderungskatalog für Softwareentwicklung Auswahl und Anwendung, Dortmund 1996, S. 19.

Übersicht über wichtige Publikationen zur Arbeits- und Tätigkeitsanalyse

AET - Arbeitswissenschaftliches Erhebungsverfahren zur Tätigkeitsanalyse (Rohmert & Landau 1979);

FAA - Fragebogen zur Arbeitsanalyse (Frieling & Hoyos 1978);

FEMA - Fragebogen zur Erfassung mentaler Arbeitsbelastungen (Tielsch, Hofmann & Häcker 1993);

ISTA - Instrument zur stressbezogenen Arbeitsanalyse (Stemmer & Dunkel 1991);

KABA - Kontrastive Aufgabenanalyse bei Büroarbeitstätigkeiten (Dunkel & Volpert 1990);

RHIA - Regulationshindernisse in der Arbeitstätigkeit: Verfahren zur Analyse psychologischer Belastungen bei der Arbeit (Leitner et al. 1987);

SAA - Fragebogen zur subjektiven Arbeitsanalyse (Urdis & Alioth 1980);

STA - Subjektive Tätigkeitsanalyse (Ulich 1981);

TAI - Tätigkeitsanalyseinventar (Frieling et. al. 1991);

TBS-GA - Tätigkeitsbewertungssystem - Geistige Arbeit (Rudolph, Schönfelder & Hacker 1987);

VAB - Verfahren zur Aufgabenanalyse und -bewertung (Debusmann, Licher & Mehrrens 1991);

VERA - Verfahren zur Ermittlung von Regulationsanforderungen in der Arbeitstätigkeit (Volpert et al. 1983);

Quelle: J.K. Triebe, M. Wittstock, Anforderungskatalog für Softwareentwicklung Auswahl und Anwendung, Dortmund 1996, S. 23/25.

Tabelle A 1: Übersicht über methodische Ansätze zur Arbeits- und Tätigkeitsanalyse

| Beschreibungsdimension | Arbeitsanalyseverfahren | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------------|-------------------------|-----|-------|-------|---------|---------|-----|-----|------|---------|-----|---------|--|--|
| | AET | FAA | FEMA | ISTA | KABA | RHIA | SAA | STA | TAI | TBS | VAB | VERA | | |
| ZIEL / ZWECK | | | | | | | | | | | | | | |
| Arbeitsgestaltung | ? | ? | | ? | X | X | | X | X | X | ? | X | | |
| Qualifikationen | ? | ? | | | ? | | | X | X | ? | | ? | | |
| persönliche Eignung | ? | ? | ? | | ? | | | | X | ? | | ? | | |
| Tätigkeitsvergleich | X | X | | X | X | X | | | X | X | X | X | | |
| Technikfolgen | ? | | | X | ? | ? | | | X | X | | ? | | |
| Gesundheitsschutz | ? | ? | X | X | X | X | | | X | X | | X | | |
| ANSATZ | | | | | | | | | | | | | | |
| bedingungsbezogen | X | X | | X | X | X | | X | X | X | ? | X | | |
| personenbezogen | | | X | X | | X | | X | ? | | | | | |
| AUFBAU | | | | | | | | | | | | | | |
| Anzahl Skalen | 10 | 4 | | 11 | 17 | 3 | 6 | 16 | 7 | 60 | 11 | 1 | | |
| Anzahl Items | 216 | 221 | 25 | 112 | | 50 | | | 2055 | | 22 | | | |
| METHODE | | | | | | | | | | | | | | |
| Beobachtung/B.interview | X | X | | X | X | | | | X | X | | X | | |
| Befragung/Fragebogen | | | X | X | | X | X | X | ? | | X | | | |
| sonstige | ? | ? | | | X | X | | X | ? | X | | X | | |
| STICHPROBE | | | | | | | | | | | | | | |
| Umfang | 5000 | | 199 | 232 | 100 | 400 | ? | ? | | | | 260 | | |
| Art | Arb.pl. | | Pers. | Pers. | Arb.pl. | Arb.pl. | ? | ? | | Arb.pl. | | Arb.pl. | | |
| GELTUNGSBEREICH | | | | | | | | | | | | | | |
| Büro/Verwaltung | ? | ? | | ? | X | X | X | X | X | X | X | X | | |
| Dienstleistung | ? | ? | | | ? | ? | X | X | ? | ? | | ? | | |
| spezielle Berufsgruppen | X | X | X | | | X | X | X | | | | | | |
| ANALYSEEINHEIT | | | | | | | | | | | | | | |
| Arbeitsplatz | X | X | | X | X | X | | | X | ? | ? | X | | |
| Arbeitsaufgabe | ? | | X | X | X | X | X | X | ? | X | X | X | | |
| Organisation/ Org.einheit | | | | | X | | | | X | ? | | | | |

Quelle: J.K. Triebe, M. Wittstock, Anforderungskatalog für Softwareentwicklung Auswahl und Anwendung, Dortmund 1996, S. 23.

Tabelle A 2: Übersicht über das methodische Vorgehen verschiedener Verfahren der Arbeits- und Tätigkeitsanalyse II

| Beschreibungsdimension | Arbeitsanalyseverfahren | | | | | | | | | | | | |
|-----------------------------|-------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|--------|--|
| | AET | FAA | FEMA | ISTA | KABA | RHIA | SAA | STA | TAI | TBS | VAB | VERA | |
| ANALYSEDIMENSIONEN | | | | | | | | | | | | | |
| Handl./Entscheid.spielraum | ? | | | X | X | | X | | X | X | ? | X | |
| Belastungsdimensionen | X | | X | X | X | X | | | X | | | | |
| Koop./Kommunikation | ? | | | X | X | X | | | X | X | | | |
| sonstiges | X | X | | X | X | X | | | X | X | | | |
| ART d. ERGEBNISSE | | | | | | | | | | | | | |
| quantitativ | X | X | X | X | X | X | | X | X | X | X | X | |
| qualitativ | | | X | | X | X | X | | ? | | | X | |
| deskriptiv | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | |
| normativ | | | | | X | X | | | ? | X | | X | |
| graphisch | | | | | | X | | | | X | ? | | |
| GÜTEBERPRÜFUNG | | | | | | | | | | | | | |
| Reliabilität | X | X | X | X | X | X | | | ? | X | | X | |
| Validität | X | X | X | X | X | X | | | ? | X | | X | |
| AUFWAND | | | | | | | | | | | | | |
| für Vorbereitung/Schulung | 3 Tage | 2 Tage | 1 Tag | 2 Tage | 5 Tage | 2 Tage | gering | >1 Tag | Schul. | 3 Tage | ? | 2 Tage | |
| für Durchführung je Analyse | 3 Std | 2 Std | <1 Std | 3 Std | 5 Std | 4 Std | <1 Std | > Tage | >8 Std | 8 Std | 2 Std | 3 Std | |
| für Auswertung je Analyse | 5 Std | 1 Std | | 2 Std | 3 Std | 3 Std | ? | >1 Tag | | 8 Std | 1 Tag | 2 Std | |
| ANWENDER | | | | | | | | | | | | | |
| Arbeitspsychologen | ? | X | X | X | X | X | X | X | X | X | ? | X | |
| Arbeitswissenschaftler | X | X | X | X | X | X | | X | X | X | ? | X | |
| Ingenieure/Informatiker | X | X | | | X | | | | | | ? | | |
| Betriebswirte | | | | | X | | | | | | ? | | |
| betriebliche Praktiker | | | | | X | | | | | | X | | |
| Arbeitende | | | | X | | | X | X | | | ? | | |

Quelle: J.K. Triebe, M. Wittstock, Anforderungskatalog für Softwareentwicklung Auswahl und Anwendung, Dortmund 1996, S. 23.

Tabelle A 3: Ergebnisse einer Faktorenanalyse zum Komplex gesundheitliche Beschwerden

| Gesundh. Beschwerden Frage 43 | Mittelwerte | | | Faktorladung nach Varimax-Rotation (nur relevante) | | | | | | | | |
|----------------------------------|-------------|------|------|--|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | Ges | w | m | F.1 | F.2 | F.3 | F.4 | F.5 | F.6 | F.7 | F.8 | F.9 |
| (2) Müdigkeit | 3,26 | 3,20 | 3,32 | | | ,57 | | | | | | |
| (3) Rückenschmerzen | 3,31 | 3,01 | 3,55 | | | | | ,75 | | | | |
| (14) Abschaltstörungen | 3,35 | 3,31 | 3,40 | | | | ,65 | | | | | |
| (24) Bewegungsarmut | 3,37 | 3,29 | 3,44 | ,50 | | | | | ,43 | | | |
| (6) HWS-Beschwerden | 3,40 | 2,94 | 3,79 | | | | | ,68 | | | | ,31 |
| (23) Abwechslungsdrang | 3,42 | 3,33 | 3,51 | | | ,61 | | | ,49 | | | |
| (20) nervöse Unruhe | 3,58 | 3,59 | 3,57 | ,67 | | | | | | | | |
| (1) Kopfschmerzen | 3,60 | 3,29 | 3,86 | | | ,49 | | | | | | ,30 |
| (10) Konzentrationsstörg. | 3,60 | 3,57 | 3,62 | ,63 | | | | | | | | |
| (28) Gereiztheit | 3,77 | 3,64 | 3,89 | | | ,42 | | | | | | ,39 |
| (4) Augenprobleme | 3,78 | 3,55 | 3,98 | | | | | | | | | ,40 |
| (31) Davonlaufenwollen | 3,98 | 3,74 | 4,19 | | | ,71 | | | | | | |
| (7) Übersichtsverlust | 4,03 | 3,94 | 4,11 | ,63 | | | | | | | | |
| (15) Schlafstörungen | 4,05 | 3,94 | 4,14 | | | | ,68 | | | | | |
| (16) Traumstörungen | 4,14 | 4,02 | 4,24 | | | | ,73 | | | | | |
| (13) Orientierungsverlust | 4,19 | 4,19 | 4,20 | ,79 | | | | | | | | |
| (5) Monotonieerleben | 4,24 | 4,20 | 4,27 | | | | | | ,78 | | | |
| (21) Müdigkeit in Beinen | 4,28 | 4,16 | 4,38 | | | | | | | ,54 | | |
| (22) Antriebsverlust | 4,31 | 4,26 | 4,36 | ,47 | | ,35 | | | | | | |
| (17) Herz-Puls-Beschl. | 4,35 | 4,26 | 4,44 | | ,75 | | | | | | | |
| (9) Magenbeschwerden | 4,35 | 4,26 | 4,42 | | | | | | | | ,74 | |
| (11) Hand-Arm-Beschw. | 4,53 | 4,46 | 4,58 | | | | | | | | | ,80 |
| (29) Verkrampftheit | 4,53 | 4,46 | 4,59 | | ,58 | | | | | | | |
| (27) Herzschmerzen | 4,54 | 4,45 | 4,62 | ,35 | | | | | | | | ,40 |
| (12) Angst Beklemmung | 4,56 | 4,47 | 4,63 | | ,59 | | | | | | | |
| (19) Überflüssigkeitsgef. | 4,59 | 4,56 | 4,61 | | | | | | ,73 | | | |
| (8) Schweißausbrüche | 4,61 | 4,53 | 4,68 | | ,68 | | | | | | | |
| (25) Schwindligkeit | 4,61 | 4,44 | 4,75 | | | | | | | ,74 | | |
| (26) Sodbrennen u.ä. | 4,67 | 4,72 | 4,62 | | | | | | | | ,78 | |
| (32) Totstellenwollen | 4,77 | 4,71 | 4,82 | | ,49 | ,58 | | | | | | |
| (18) Übelkeitsgefühle | 4,81 | 4,80 | 4,82 | | | | | | | | ,52 | |
| (30) Atemnot | 4,91 | 4,87 | 4,94 | | | | | | | ,62 | | |
| Eigenwert der Faktoren | | | | 7,9 | 2,4 | 1,9 | 1,7 | 1,5 | 1,4 | 1,2 | 1,1 | 1,0 |
| Varianzanteil | | | | 24,7 | 7,6 | 5,9 | 5,3 | 4,6 | 4,3 | 3,6 | 3,5 | 3,2 |
| kumulierte Varianz | | | | 24,7 | 32,4 | 38,2 | 43,6 | 48,2 | 52,4 | 56,0 | 59,5 | 62,7 |

Quelle: J.K. Triebe, M. Wittstock, Anforderungskatalog für Softwareentwicklung Auswahl und Anwendung, Dortmund 1996, S. 153.

ifo Forschungsberichte**

- 1 Internationaler Vergleich der Systeme zur Besteuerung der Land- und Forstwirtschaft.
Von R. Parsche, P. Haug, A. Marcelo, Ch.W. Nam, B. Reichl. 232 S. 2001. € 20,-
(vergriffen)
- 2 Municipal Finance and Governance in Poland, the Slovak Republic, the Czech Republic and Hungary.
Von Ch.W. Nam, R. Parsche, B. Reichl. 91 S. 2001. € 15,-
- 3 Verkehrsprognose Bayern 2015.
Von R. Ratzenberger, J. Schmeider. 233 S. 2001. € 35,-
- 4 Baukosten und Bauhandwerk im internationalen Vergleich.
Von E. Gluch, K. Behring, V. Rußig. 182 S. 2001. € 19,-
- 5 Fachkräftebedarf bei hoher Arbeitslosigkeit.
Von S. Munz, W. Ochel. 166 S. 2001. € 15,-
- 6 Auswirkungen der EU-Osterweiterung auf Wirtschaft und Arbeitsmarkt in Bayern.
Von B. Alecke, H. Hofmann, V. Meier unter Mitarb. von J. Riedel, F. Scharr, G. Untiedt, M. Werding.
252 S. 2001. € 18,-
- 7 Anpassung und Fortentwicklung des kommunalen Finanzausgleichs im Saarland.
Von R. Parsche, Chr. Baretti, R. Fenge u.a. 284 S. 2001. € 25,-
- 8 Schätzung der Bemessungsgrundlagen der steuerlichen Ostförderung.
Von A. Müller, E. Gluch, P. Jäckel, A. Städtler. 95 S. 2002. € 15,-
- 9 Fusion E.ON-Ruhrgas – Die volkswirtschaftlichen Aspekte.
Von H.-W. Sinn. 74 S. 2002. € 20,-
- 10 Der kommunale Finanzausgleich Sachsen. Prüfung des Änderungsbedarfs für das geltende FAG im
Gefolge des Urteils des Verfassungsgerichtshofes des Freistaats Sachsen vom 23. November 2000
zum FAG 1997.
Von R. Parsche, Ch.W. Nam, I. Wagner. 265 S. 2002. € 25,-
- 11 Neugestaltung des Soziallastenansatzes im kommunalen Finanzausgleich Rheinland-Pfalz.
Von R. Parsche, Chr. Baretti, E. Langmantel. 62 S. 2002. € 11,-
- 12 Möglichkeiten und Risiken der Einführung eines grenzüberschreitenden Vorsteuerabzugs auf
europäischer Ebene.
Von A. Gebauer, Ch.W. Nam, R. Parsche unter Mitarb. von D. Radulescu, B. Reichl. 91 S. 2002.
€ 15,-
- 13 Entwicklung des Umsatzsteueraufkommens und finanzielle Auswirkungen neuerer Modelle bei der
Umsatzbesteuerung.
Von D. Dziadkowski, A. Gebauer, W. Ch. Lohse, Ch. W. Nam, R. Parsche. 145 S. 2002. € 17,-
- 14 Wirtschaftslage und Reformprozesse in den Ländern Zentralasiens unter dem Einfluss des
Afghanistankriegs.
Von J. Albrecht, G. Huber, S. Schönherr unter Mitarbeit von R. Osterkamp. 93 S. 2002. € 10,-
- 15 Bewegungslose Arbeit, gefesselter Blick. Sehen und Arbeiten bei neuen Produktionsmethoden.
Von U. Adler. 103 S. 2002. € 10,-
- 16 Emissionshandel mit Treibhausgasen in der Europäischen Union.
Von J. Wackerbauer. 80 S. 2003. € 10,-

