

Einsatz der Blickregistrierung zur Gestaltung von Prüfarbeitsplätzen in der Bekleidungsindustrie¹

Gert Zülch und Sascha Stowasser

Stichwörter

Blickregistrierung, Sichtprüfung, Prüfstrategie, Qualitätskontrolle

Zusammenfassung

Zur Analyse der visuellen Informationsverarbeitung bei der Sichtprüfung von Erzeugnissen kann die Methode der Blickregistrierung wertvolle Erkenntnisse beitragen. Diese Methode stand daher im Mittelpunkt eines Projektes, dessen Gegenstand die Gestaltung von Prüfarbeitsplätzen in der Bekleidungsindustrie war. Es konnten damit vor allem die anhand der motorischen Bewegungsabläufe nicht beobachtbaren informatorischen Abläufe erfasst und analysiert werden, sofern diese an eine visuelle Wahrnehmung gekoppelt waren. Hauptziel des Einsatzes der Blickregistrierung in vier Bekleidungsunternehmen war das Auffinden einer effizienten Prüfstrategie und deren Bewertung im Vergleich zu vorgefundenen Prüfabläufen. Darüber hinaus wurde der Einfluss der Prüfbedingungen (z.B. Beleuchtung, Anordnung der Prüfhilfsmittel) auf die visuelle Prüfung analysiert. Der Beitrag führt in die Methodik der Blickregistrierung ein und stellt einen Teil der gewonnenen Ergebnisse dar.

Summary

Use of eye mark registration for analysing inspection workplaces in the clothing industry

eye mark registration, visual inspection, inspection strategy, quality control

In order to analyse informational work at visual inspection workplaces for clothing products, the ifab-Institute of Human and Industrial Engineering at the University of Karlsruhe used the eye mark registration. This method allows different investigations of the visual information processing, which can not be described by solely observing the motoric activities. Main objectives of using the eye mark registration were the definition of an efficient inspection strategy and the evaluation of such

¹ Die diesem Beitrag zugrunde liegenden Untersuchungen wurden vom Institut für Arbeitswissenschaft und Betriebsorganisation (ifab) der Universität Karlsruhe durchgeführt und von der Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen e.V. aus Mitteln des Bundesministers für Wirtschaft (BMWi) und aus Eigenmitteln der Forschungsgemeinschaft Bekleidungsindustrie e.V. unter dem Kennzeichen AiF-Nr. 10462N gefördert.

systematic inspection method in four enterprises of the German clothing industry. Moreover, the influences of the workplace design (e.g. illumination) on the visual inspection process were investigated. This paper explains the research field and presents a survey of some results, which were obtained during the investigations.

1 Einleitung

Der deutschen Bekleidungsindustrie stellt sich die große Herausforderung, auf den verstärkten internationalen Wettbewerb geeignet reagieren zu müssen. Insbesondere stehen die Unternehmen dieser Branche in Konkurrenz zu Produzenten aus Billiglohnländern, die hauptsächlich im Bereich der einfachen Konsumbekleidung auf den internationalen Markt drängen. Zur Sicherung der Wettbewerbsfähigkeit ist daher die Qualität der Erzeugnisse und der Produktionsprozesse als ein zunehmend wichtiger werdendes Unternehmensziel neben den Kosten und der Zeit anzusehen.

Steigende Qualitätsanforderungen des Marktes, zunehmende Anforderungen an die Flexibilität der Produktion und fortwährende Produktinnovationen erschweren allerdings die Qualitätssicherung in der Bekleidungsindustrie. Der kurzzyklische modische Wandel bringt eine enorme Materialvielfalt und damit auch eine Unsicherheit bezüglich der Qualität der Erzeugnisse mit sich (Adler 1990, S. 111), wie dies in kaum einem anderen Industriezweig der Fall ist. Trotz des Einsatzes präventiver Maßnahmen zur Qualitätssicherung lassen sich daher nicht alle Produktionsprozesse vollständig beherrschen, vor allem dann nicht, wenn Fertigungsfehler zufällig und nicht systematisch entstehen (Fechner 1994, S. 1). Aus diesen Gründen gibt es in der Bekleidungsindustrie insbesondere bei der Wareneingangsprüfung sowie bei der Warenendprüfung eine Vielzahl von Arbeitsplätzen, an denen visuelle Prüftätigkeiten zur Auffindung von Material- und Erzeugnisfehlern durchgeführt werden.

Beim Prüfen von Ausgangsmaterial (typischerweise am Prüfarbeitsplatz "Sichtprüfung von Stoffballen") handelt es sich vor allem um das Erkennen von Web- oder Farbfehlern am bewegten Prüfobjekt, während bei der Prüfung von Fertigerzeugnissen (Prüfarbeitsplätze "Hängendes Kleidungsstück" und "Liegendes Kleidungsstück") vor allem die Verarbeitungsfehler am unbewegten Prüfobjekt im Vordergrund stehen. Die visuelle Qualitätsprüfung wird dabei ungeachtet des vereinzelt eingesetzten von automatisierten Mustererkennungs- und Bildverarbeitungssystemen in der Regel vom Menschen ausgeführt.

Untersuchungen haben gezeigt, dass Prüfarbeitsplätze in der Bekleidungsindustrie zum Teil erhebliche Schwachstellen und Gestaltungsdefizite aufweisen, was sich in körperlichen Beschwerden der Prüfpersonen und in einer geringen Effizienz der Prüfarbeitssysteme niederschlägt (Fechner 1992, S. 555; Zülch, Fischer, Paas, Stowasser 1998, S. 23 ff.). Durch eine

ablauforganisatorisch geeignete Neu- bzw. Umplanung der Arbeitssysteme und insbesondere auch durch ergonomische Gestaltung der Prüfarbeitsplätze können diese Schwachstellen vermieden bzw. beseitigt werden. Dadurch sollen folgende Ziele erreicht werden:

- Verbesserung der Qualitätsprüfung im Wareneingang und damit eine Kosteneinsparung durch frühzeitiges Erkennen von Materialfehlern;
- Verbesserung der Qualität der Warenendprüfung und damit steigende Kundenzufriedenheit, gemessen an weniger Reklamationen;
- Verbesserung der physischen sowie psychischen Beanspruchungssituation und damit eine verbesserte Leistung mit steigender Zufriedenheit der Prüfpersonen.

Zur effizienten Gestaltung von Prüfarbeitssystemen und vor allem auch der Arbeitsorganisation beim visuellen Prüfen unter qualitätsbezogenen, wirtschaftlichen und mitarbeiterbezogenen Aspekten gibt es bereits geeignete Planungshilfsmittel (vgl. u.a. Bosch 1991; Heinz, Fechner 1991; Fechner 1994; Zülch, Stowasser, Fischer 1998). Die Bestimmung einer generellen Prüfstrategie und die Festlegung einer (ggf. material- oder erzeugnispezifischen) Arbeitsmethode bei der Prüfung ist jedoch meist ein komplexes Problem, da visuelle Prüfaufgaben vorwiegend informatorisch-reaktive Tätigkeiten beinhalten und somit - wie alle Abläufe und Funktionen der menschlichen Informationsaufnahme und -verarbeitung - nur schwer zu beobachten und zu analysieren sind (Fechner 1994, S. 3).

2 Methode der Blickregistrierung

2.1 Erkenntnisgewinn mit der Blickregistrierung

Zur Analyse von Prüftätigkeiten können verschiedene empirische Methoden eingesetzt werden (vgl. Laatz 1993, S. 11), die sich in unterschiedlicher Weise zur Untersuchung von Prüfvorgängen eignen. Während im Rahmen von qualitativen Ansätzen Methoden der Befragungen und Verhaltensbeobachtung oder die Methode des lauten Denkens Anwendung finden, werden bei quantitativen Ansätzen Methoden eingesetzt, bei denen Kennzahlen messtechnisch erfassbar und auswertbar gemacht werden. Die Interpretation und Bewertung qualitativer Daten von visuellen Prüftätigkeiten ist häufig schwierig und nicht exakt.

Um die visuelle Informationsaufnahme und -verarbeitung bei der visuellen Prüfung einer quantitativen empirischen Untersuchung zugänglich zu machen, hat es sich bewährt, die Methode der Blickregistrierung einzusetzen (vgl. Grießer 1995, S. 36 ff.). Damit können

Wahrnehmungsprozesse messtechnisch erfasst werden, die bei der Durchführung von visuellen Prüftätigkeiten routinemäßig und oftmals auch unbewusst ablaufen. Erkenntnisse über Vorgehensweisen bei der visuellen Prüfung (Prüfstrategien) werden somit gewonnen, die aus verschiedenen Gründen bei Anwendung traditioneller qualitativer Methoden nicht erhoben werden können (zu weiteren Gründen vgl. Leven 1991, S. 130 ff.):

- Eine fehlerhafte Einschätzung der eigenen Vorgehensweise führt bei den Prüfpersonen zu falschen oder unvollständigen Befragungsaussagen. Beispielsweise werden von den Prüfpersonen unbewusst durchgeführte Blickzuwendungen und manuelle Verrichtungen selbst nicht registriert und somit in der Befragung nicht angesprochen (vgl. Becker 1974, S. 39; Witt 1977, S. 8; Bernhard 1983, S. 108). Ferner stimmen die Selbsteinschätzungen oftmals nicht mit den objektiv erfassbaren Leistungsdaten überein (Wandmacher 1993, S. 9). Schließlich werden auch eventuelle Fehlhandlungen im Prüfvorgang durch die jeweilige Prüfperson subjektiv unterschiedlich im Vergleich zu einer objektiven Analyse eingeschätzt.
- Durch eine Befragung einer Prüfperson im Anschluss an einen Prüfvorgang können detaillierte verhaltensorientierte Aussagen nur bis zu einer Minute rekonstruiert werden, da die Kapazität des Gedächtnisses lediglich kurzzeitige Erinnerungen ermöglicht (vgl. Leven 1991, S. 131). Zeitlich vorhergehend Vorgänge können nur noch in vagen Fragmenten wiedergegeben werden und lassen eine exakte Beschreibung und Analyse der Vorgehensweise nicht zu.
- Aufgrund von Ungenauigkeit bei der Erfassung von Blickverläufen durch Verhaltensbeobachtung werden nur grobe Erkenntnisse über den visuellen Informationsaufnahme- und Verarbeitungsprozess der Versuchsperson gewonnen (vgl. Bernhard 1983, S. 108).

2.2 Erfassung der Blickbewegungen

Aus diesen Gründen bietet die Blickregistrierung eine weitaus verlässliche und dennoch verhaltensorientierte Methode. Zur Analyse von Blickbewegungen lassen sich verschiedene Eigenschaften des Auges nutzbar machen. Diese spezifischen Verhaltensweisen des Auges bilden die Grundlage der gängigsten Methoden zur Messung von Blickbewegungen. Überblicke hierüber geben beispielsweise Saupe (1985, S. 40 ff.), Zwerina (1992, S. 33 und Anhang 1) und Griebner (1995, S. 43 ff.).

Bei den experimentellen Untersuchungen zur Analyse visueller Prüftätigkeiten, die im folgenden beschrieben werden, wurde ein SMI-Headmounted Eyetracking Device System (HED-II) der Firma SensoMotoric Instruments eingesetzt. Dieses System nutzt die lichtreflektierenden Eigenschaften

der Cornea und arbeitet daher auf Basis der Cornea-Reflex-Methode (SMI 1996, S. 24). Das SMI-System beleuchtet das Auge über eine Lichtquelle (Infrarot-LED) mit Infrarotlicht der Wellenlänge 880 nm und zeichnet über einen ausschließlich infrarotes Licht reflektierenden Halbspiegel (Infrarot-Glas) ein Videobild des Auges mit der Augenkamera auf (Bild 1). Dieses wird mit einer Abtastrate von 50 Hz analysiert und die dunkle, annähernd kreisförmige Pupille sowie der helle Reflex der Beleuchtung auf der Cornea (Cornea-Reflex) lokalisiert. Durch Verwendung zweier Schwellenwerte wird dabei der Cornea-Reflexpunkt und die Verlagerung des Reflexpunktes relativ zum Kopf aus dem aufgenommenen Videobild gefiltert. Die Vermessung von Pupille und Reflex dient hierbei lediglich der Kompensation von leichten Bewegungen des SMI-Systems auf dem Kopf.

Gleichzeitig wird mit einer Szenenkamera das Gesichtsfeld der Person aufgezeichnet, also die Verlagerung des Kopfes relativ zum Sehobjekt. Da die Augen- und Szenenkamera über ein Kopfband "starr" verbunden sind, ist eine Beziehung zwischen Reflexpunkt und Sehobjekt herstellbar. Eine Überlagerung des Gesichtsfeldes mit der aktuellen Blickposition, welche mit Hilfe eines Rechnersystems direkt durchgeführt wird, ergibt ein (farbiges) Szenenbild mit integrierter Positionsmarkierung der momentanen Blickposition der Versuchsperson.

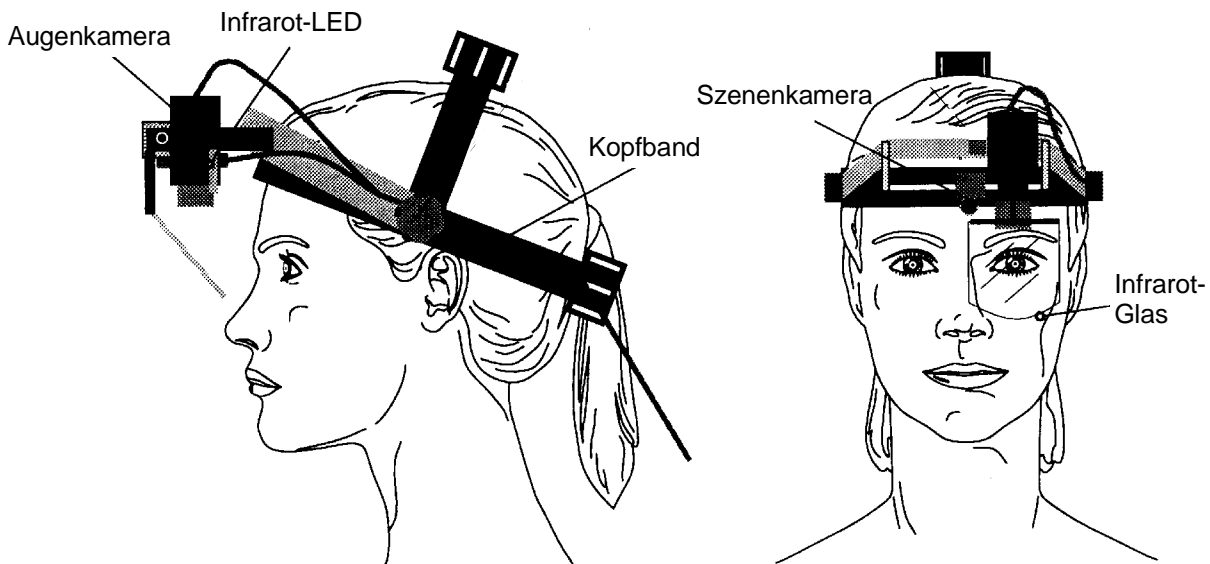


Bild 1: Schemadarstellung des SMI Systems HED-II
(Quelle: SMI 1996, S. 2)

2.3 Annahmen der Blickregistrierung

Dieser Abschnitt gibt einen kurzen Überblick über die Grundbegriffe und Messgrößen der Blickregistrierung. Nähere Ausführungen dazu sind beispielsweise bei Zwerina (1992, S. 45 ff.) und Griebner (1995, S. 54 ff.) zu finden.

Da nicht davon ausgegangen werden kann, dass bei jeder Blickposition auch eine Informationsaufnahme durch die Versuchsperson vollzogen wird, muss für die weiteren Auswertungen zunächst eine Verdichtung der gemessenen Blickpositionen durchgeführt werden. Hierzu werden einzelne aufeinanderfolgende Blickpositionen zu einer Fixation zusammengefasst, wenn diese sich innerhalb eines Blickkreises mit dem Radius von 7 mm befinden (vgl. zu diesen Festlegungen Griebner 1995, S. 62). Von einer intensiven Informationsaufnahme wird dann ausgegangen, wenn die Blickzuwendungen auf diesen Blickkreis länger als 200 ms andauern, d.h. eine Mindestfixationsdauer von insgesamt 200 ms erreicht wird (vgl. Vaughan, Graefe 1977, S. 201).

Um einzelne Blickpositionen bestimmten Objekten des Blickfeldes zuzuordnen, ist das gesamte Blickfeld der Versuchsperson in einzelne Sinneinheiten zu unterteilen. Im Rahmen experimenteller Untersuchungen werden die Sinneinheiten so definiert, dass Verschiebungen des Blickes innerhalb einer Sinneinheit (sog. Gazes) bedeutungslos für die Analyse der Informationsaufnahme sind. Als Versuchsannahme wird somit von einer Irrelevanz der Blickverläufe ausgegangen, die innerhalb einer Sinneinheit vorgenommen werden.

Für eine Sinneinheit kann dann die Anzahl der Blickpositionen, die Gesamtfixationsdauer oder die mittlere Fixationsdauer rechnerunterstützt ermittelt und ausgewertet werden. Auf Grundlage dieser Definition einer Fixation lassen sich die Häufigkeiten der Blickwechsel zwischen den einzelnen Sinneinheiten feststellen (Blickwechselfrequenz). Neben Blickwechseln zwischen zwei Sinneinheiten können auch Sequenzen zwischen zwei und mehreren Sinneinheiten in einem Sequenz-Diagramm analysiert werden.

2.4 Automatisierung der Berechnung

Eine weitergehende Vermessung von Kopf- und Prüfobjekt-Position mit der Möglichkeit einer Berechnung von Blickpunkten im Objektraum unter Berücksichtigung der Kopfbewegungen relativ zum Prüfobjekt, wie dies beispielsweise bei Griebner (1995, S. 46 ff.) beschrieben ist, konnte hier nicht zum Einsatz kommen. Die Berechnung der Kopfbewegungen und die Zuordnung von Blickpositionen zu den definierten Sinneinheiten kann bei Experimenten unter Laborbedingungen automatisiert werden (vgl. Zülch, Griebner, Reuß 1992, S. 150). Eine automatisierte Zuordnung von

Blickpositionen zu den Sinneinheiten ist jedoch bei den durchgeführten Felduntersuchungen in der Bekleidungsindustrie aufgrund der Veränderungen der Sehobjekte im Prüfablauf nicht möglich. Bei der Felduntersuchung verändert sich nicht nur die Position der Prüfperson im Raum, sondern auch das Prüfobjekt selbst. Das zu prüfende Bekleidungsstück variiert während des Prüfvorgangs in seiner Lage relativ zum Prüftisch bzw. im Prüfraum (z.B. durch Verschiebungen und Bewegungen), in seiner Form (z.B. Prüfung der Innenseite eines Jacketts durch Aufschlagen) und in seinen geometrischen Ausprägungen (z.B. Längenunterschied durch Ziehbewegungen). Diese Gründe lassen eine automatisierte Ermittlung der Blickpositionen mittels Bildverarbeitung nicht zu. Daher erfolgte die Auswertung der Daten aktiv über die Betrachtung der Videoaufzeichnungen.

3 Blickregistrierungsuntersuchung in der Bekleidungsindustrie

3.1 Ziele der Untersuchung

In vier Unternehmen der Bekleidungsindustrie wurde die Blickregistrierung eingesetzt, um die visuelle Informationsverarbeitung an Prüfarbeitsplätzen in der Wareneingangs- und -ausgangsprüfung zu untersuchen. Zu den Einzelheiten der Untersuchungen kann auf Zülch, Fischer, Paas und Stowasser (1998, S. 27 ff.) verwiesen werden. Die Blickregistrierung bei der Untersuchung dieser Prüfarbeitsplätze sollte vor allem folgende Fragestellungen beantworten:

- Verwendet die Prüfperson eine bestimmte visuelle Vorgehensweise oder prüft sie eher unsystematisch?
- Wie viele Blickwechsel werden benötigt, um alle zu prüfenden Prüfmerkmale wahrzunehmen?
- Wie umfassend ist der tatsächlich erledigte Prüfumfang?
- Ist der Ablauf der visuellen Prüfung ergonomisch und arbeitsmethodisch sinnvoll?
- Ist der Prüfablauf reproduzierbar?
- Lassen die Sehbedingungen eine günstige mentale Informationsverarbeitung zu?

3.2 Versuchsausstattung

Für die experimentellen Untersuchungen kam das in Kapitel 2.2 beschriebene SMI-Headmounted Eyetracking Device System (HED-II) zum Einsatz. Das SMI-System zeichnet sich durch seine leichte Bauweise aus, was zu einem guten Tragekomfort für die Versuchsperson führt. Außerdem bleibt die natürliche Beweglichkeit des Kopfes während der Untersuchung erhalten, da die

Lichtquelle direkt auf dem Gerät befestigt ist. Darüber hinaus wird das Gesichtsfeld nicht durch ein umfassendes Gehäuse eingeschränkt, sodass eine unbeeinträchtigte Sicht der Versuchsperson ermöglicht wird. Bei Versuchszeiten bis zu einer Stunde kann erfahrungsgemäß von einer nur geringen Beeinträchtigung der Versuchsperson durch das Blickregistrierungsgerät ausgegangen werden.

Um das bei den Untersuchungen in der Bekleidungsindustrie ermittelte Datenmaterial aufzubereiten und zu analysieren, wurde ein speziell für diese Untersuchung entwickeltes "Programmsystem zur kommunikationsergonomischen Untersuchung von Arbeitsplätzen in der Bekleidungsindustrie - PROKUS-abi" eingesetzt (gefora 1996). PROKUS-abi unterstützt den Auswerter bei der Generierung von Bildschirmmasken zur graphischen Darstellung der definierten Sinneinheiten. Darüber hinaus dient es als Instrument zur digitalen Erfassung der gemessenen Blickpositionen sowie als Werkzeug zur statistischen Auswertung der Daten und der Berechnung der Blickregistrierungskennzahlen.

3.3 Versuchsablauf

Die Analyse der zu untersuchenden Prüfvorgängen setzt die Unterweisung der Prüfpersonen in den Untersuchungsablauf und die Anpassung des Blickregistrierungssystems an die individuellen Gegebenheiten der Prüfpersonen voraus. Erst hiermit wird eine weitestgehend beeinträchtigungsfreie Durchführung der Prüftätigkeit unter der Bedingung der Blickregistrierung gewährleistet. Legt man das beschriebene System der Blickregistrierung zugrunde, so können nutzungsbedingte Ursachen zu Ungenauigkeiten bei der Messung führen (in Anlehnung an LEVEN 1991, S. 132). Zu den nutzungsbedingten Ungenauigkeitsquellen gehören beispielsweise probandenspezifische Faktoren (Kopfform, Sehfehler, Tränenflüssigkeit), die Justagebedingungen (Genauigkeit der Einstellung) oder Verrutschen des Systems während des Versuchsablaufs (durch rasche Kopfbewegungen). Durch sorgfältige Auswahl der Versuchspersonen und eine exakte Justierung wird allerdings erfahrungsgemäß eine zuverlässige Datengewinnung erzielt.

Das auf Videoband aufgezeichnete Datenmaterial wird durch Wiedergabe im Einzelbildmodus ausgewertet und dabei mittels PROKUS-abi manuell registriert, wodurch die Daten für statistische Auswertungen verfügbar werden. Eine automatisierte Zuordnung der Blickpositionen zu den Sinneinheiten ist bei diesem Feldversuch und dem verwendeten SMI-System nicht möglich (siehe Kap. 2.4). Der Auswerter registriert daher durch genaues Betrachten der aufgezeichneten Videobänder die Blickpositionen und ordnet diese mithilfe von PROKUS-abi den vorher definierten Sinneinheiten zu. Als vorteilhaft hat sich dabei die Projektion ausgewählter Prüfsequenzen auf eine

Großleinwand erwiesen. Dadurch wird dem Auswerter eine gut erkennbare Abbildung des Prüfvorganges in realitätsnaher Größe ermöglicht.

3.4 Versuchsumfang

Vor den eigentlichen Hauptuntersuchungen gab es eine Reihe von Voruntersuchungen, um typische Arbeitsplätze festzulegen. In den Hauptuntersuchungen wurden neun Prüfpersonen, die in ihrer Tätigkeit meist eine mehrjährige Erfahrung vorweisen konnten, an den Arbeitsplatztypen "Sichtprüfung von Stoffballen", "Hängendes Kleidungsstück" und "Liegendes Kleidungsstück" beobachtet. Dabei wurden zwei Arbeitsplätze des Typs "Sichtprüfung von Stoffballen", drei Arbeitsplätze des Typs "Hängendes Kleidungsstück" und vier Arbeitsplätze des Typs "Liegendes Kleidungsstück" analysiert.

Die visuellen Prüfvorgänge variieren stark in ihren Ausprägungen aufgrund der Unterschiedlichkeit von Prüfaufgaben innerhalb und im Vergleich zwischen den Bekleidungsunternehmen, von verschiedenartigen, auf Basis der jeweiligen Firmenphilosophie definierten Qualitätsstandards und von den inhomogenen Prüfobjekten. Aufgrund dieser Unterschiede lassen sich die durchgeführten experimentellen Untersuchungen nicht in eine statistische Gesamtanalyse integrieren. Die untersuchten Arbeitssysteme der Arbeitsplatztypen "Sichtprüfung von Stoffballen", "Hängendes Kleidungsstück" und "Liegendes Kleidungsstück" wurden demzufolge in statistischen Einzelanalysen ausgewertet. Durch Interpretation und Vergleich der Ergebnisse der Einzelanalysen wurden anschließend, sofern dies möglich und plausibel war, allgemeine Schlussfolgerungen und Gestaltungsempfehlungen abgeleitet.

Bezüglich weiterer Einzelheiten wird an dieser Stelle auf Zülch, Fischer, Paas und Stowasser (1998, S. 31 ff.) verwiesen. Im folgenden soll exemplarisch die methodische Vorgehensweise der vergleichenden Analyse zweier Prüferinnen des Arbeitsplatztyps "Liegendes Kleidungsstück" vorgestellt werden. Anschließend werden die aus der Gesamtheit der vorliegenden Untersuchungsergebnisse ableitbaren allgemeinen Gestaltungsempfehlungen erörtert.

4 Vergleichende Analyse zweier Prüfarbeitsplätze

4.1 Prüfung liegender Kleidungsstücke

Dieser Abschnitt beschreibt die Auswertung der Untersuchung von Prüfarbeitsplätzen "Liegendes Kleidungsstück" mit zwei Prüferinnen, die im folgenden als Prüferin a bzw. b bezeichnet werden. Die Prüferinnen prüften in stehender Position Jeanshosen auf einem in der Höhe angepassten Prüftisch (vgl. Bild 2). Die betrieblichen Rahmenbedingungen dieser empirischen Untersuchung ließen kein größeres Untersuchungskollektiv zu. Zur statistischen Absicherung wären weit mehr Versuche an gleichen Prüfarbeitsplätzen mit derselben Prüfaufgabe und möglichst sogar mit identischem Prüflos notwendig gewesen. Diese Möglichkeit war aber im Rahmen der vorliegenden Untersuchung nicht gegeben, sodass sich die Analysen und Interpretationen lediglich trendhaft interpretieren lassen.

Aus technischen und wirtschaftlichen Gründen konnten für die Untersuchungen nur von der Art her gleiche Prüfobjekte, aber nicht identische Prüflose herangezogen werden, sodass ein Vergleich der beiden Prüfabläufe nur indirekt möglich ist. Prüferin a prüfte während des Untersuchungszeitraums von fast 42 Minuten ein Prüflos von 45 Jeanshosen. Prüferin b in 49 Minuten 50 Jeanshosen. Als Arbeitsmittel standen ihnen ein flexibles Maßband, ein fest angebrachtes Maßband, Schere, Kleberolle, Schreibstift, Prüfzettel und Prüfplan zur Verfügung.



Bild 2: Prüferin während der Blickregistrierung am Prüfarbeitsplatz "Liegendes Kleidungsstück"

4.2 Benötigte Prüfzeiten

Bild 3 fasst die Häufigkeitsverteilung und statistischen Parameter der Prüfzeiten für die liegenden Kleidungsstücke zusammen. Der Arbeitsinhalt und damit auch die Prüfzeiten sind beschränkt auf die eigentliche visuelle Prüfung und das Erfassen der Prüfmerkmale während der Prüfung. Die Prüfzeiten beinhalten nicht die zur Bereitstellung (Aus- und Verpacken der Kleidungsstücke) und zum Transport notwendigen Zeiten.

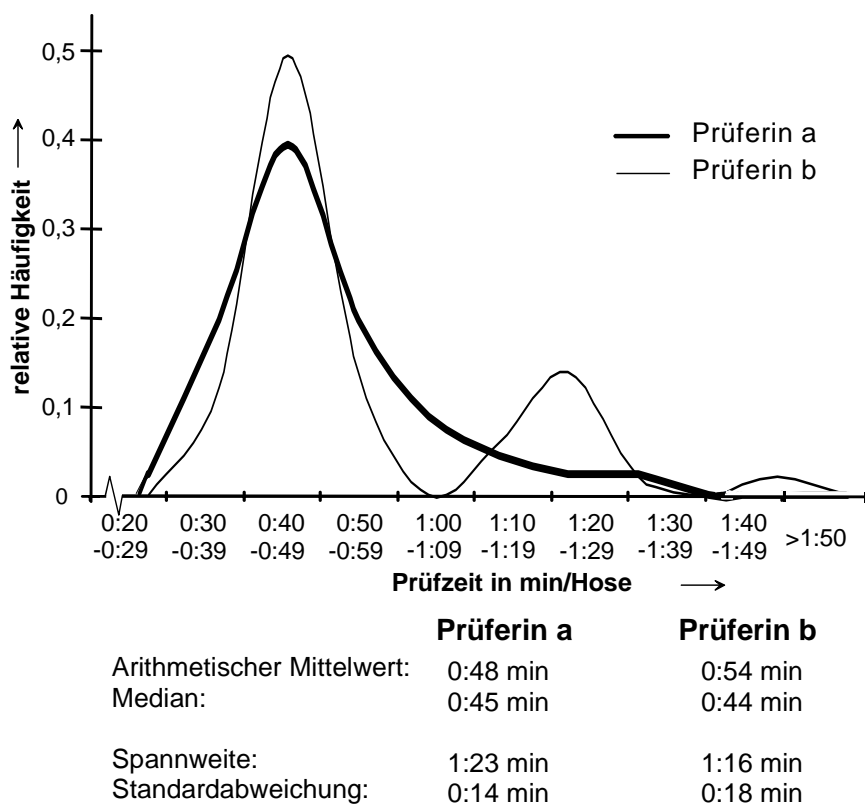


Bild 3: Häufigkeitsverteilung und statistische Kennzahlen bei der Prüfung von Hosen

Ein Großteil der beobachteten Prüfzeiten der Prüferin a liegt im Bereich von 0:33 bis 0:53 min. Bei rund 80 % aller kontrollierten Prüfobjekte liegen die beobachteten Prüfzeiten in diesem Zeitraum. Daneben finden sich aber auch einige Prüfvorgänge mit einem erhöhten Zeitbedarf. Der Prüfzeitverlauf flacht zu hohen Prüfzeiten hin ab und nimmt damit die Form einer linkssteilen, unimodalen Verteilung an.

Kennzeichnend für die Prüfzeiten der Prüferin b ist das Vorhandensein zweier deutlicher Maximalbereiche, wobei rund 75 % aller Prüfungen im Bereich zwischen 0:35 und 0:51 min ablaufen und etwa 20 % der Prüfungen einen Zeitbedarf von 1:10 und 1:29 min benötigen. Diese

Daten hätten im Grundsatz auch im Verlauf einer herkömmlichen Arbeitsanalyse ermittelt werden können. Durch die Blickregistrierung konnte darüber hinaus gehend aber auch die Ursache für die Unterschiede ermittelt werden.

4.3 Blickverläufe

Um eine Auswertung der Blickpositionen durchzuführen, müssen zuerst die relevanten Sinneinheiten definiert werden. Bild 4 zeigt die Festlegung der Sinneinheiten mithilfe des Programmsystems PROKUS-abi. Die mit dieser Software erstellte Graphik ist eine Vereinfachung der realen Situation zum Zwecke der Analyse der Blickregistrierungsaufnahmen. Die Anordnung und Form entspricht somit nur angenähert der Wirklichkeit und wird für die Dateneingabe über die Bildschirmmaske in dieser abstrahierten Form gewählt und die spätere Ergebnisdarstellung. Das in jeder Sinneinheit eingezeichnete Symbol "+" stellt den Mittelpunkt der Sinneinheit dar. Dieser wird nur für die spätere Sankey-Darstellung benötigt, besitzt also für die Untersuchungsergebnisse keine weitergehende Bedeutung.

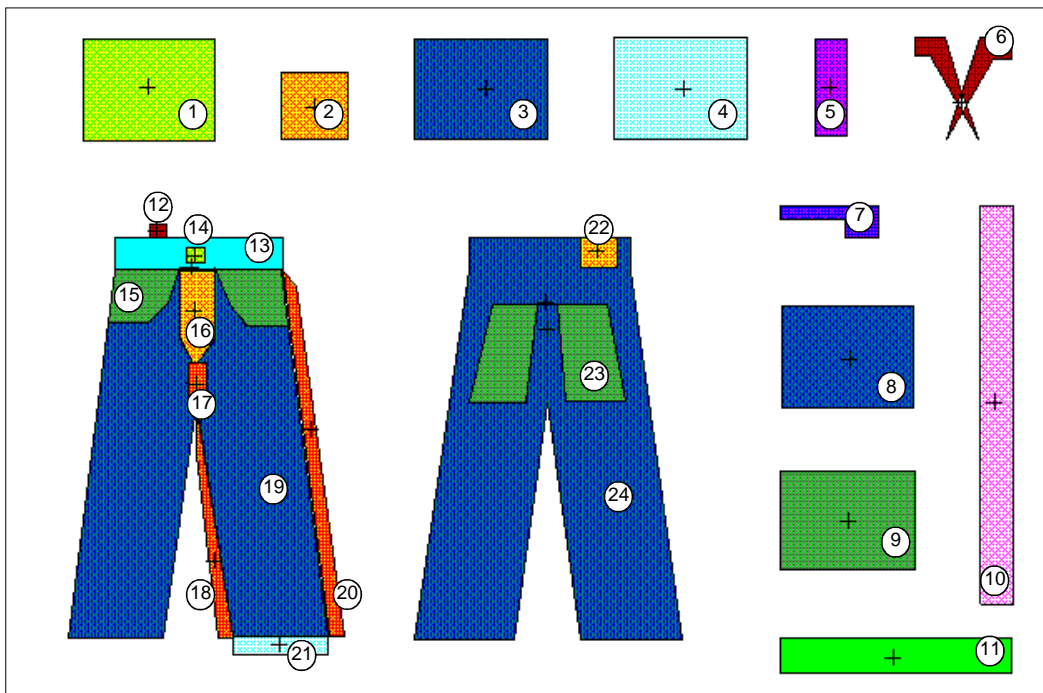


Bild 4: Definition von Sinneinheiten mit Hilfe von PROKUS-abi

Die für die Untersuchung gewählten Sinneinheiten umfassen relativ großflächige Teile des zu prüfenden Kleidungsstückes sowie die verwendeten Arbeitsmittel. Die Wahl solcher großflächigen Sinneinheiten steht nicht im Widerspruch zu der notwendigen Genauigkeit der Blickpositionen. Da

gemeint sind, die sich tendenziell auch bei anderen Prüfarbeitsplätzen im Untersuchungsbereich gezeigt haben. Detaillierte statistische Auswertungen von Blickregistrierungsdaten bei der Durchführung rechnerunterstützter Steuerungsaufgaben sind Grießer (1995, S. 104 ff.) zu entnehmen.

4.4.1 Auswertung des Prüfablaufs der Prüferin a

Bei den beobachteten Prüfvorgängen treten zum Teil Nacharbeiten auf, was zu sehr stark schwankenden Prüfzeiten führt. Dies ist aber bei Prüferin a nicht der Fall. Vielmehr lässt sich bei genauer Analyse der Prüf Abläufe mittels Blickregistrierung feststellen, dass die Prüferin keine einheitliche Prüfstrategie verfolgt. Sie prüft zwar sehr oft mit ähnlichem Zeitbedarf (was auch die geringe Standardabweichung und die Bildung eines ausgeprägten Maximums in der Prüfzeit-Verteilungskurve erklärt), lässt aber kein einheitliches Schema mit klarer Ablauffolge bei den zu prüfenden Merkmalen erkennen. Doppelprüfungen sind keineswegs ausgeschlossen und führen zu unnötigen Prüfvorgängen.

Der in Bild 6 dargestellte Prüfbaum, der aus der Blickregistrierung abgeleitet wurde, verdeutlicht dies. Die Abbildung zeigt einen kleinen Ausschnitt des sehr stark verschachtelten Baumes für die Ablauffolge. Nachdem die Prüferin die Hose aufgenommen hat, prüft sie in 38 Fällen das hintere Etikett, in 3 Fällen misst sie die Bundweite, in weiteren 3 Fällen prüft sie den Reißverschluss und in einem Falle kontrolliert sie die Vordertaschen etc. Bei Betrachtung des vollständigen Prüfbaums stimmen nur 2 der 45 Prüfläufe sowohl in der Reihenfolge als auch in der Art der zu untersuchenden Merkmale überein. Die restlichen Prüf Abläufe entsprechen sich nur in Teilsequenzen (z.B. wird nach jeder Messung der Schrittlänge deren Messwert notiert) oder überhaupt nicht. Der Prüf ablauf lässt somit keine einheitliche Struktur erkennen, was die unterschiedlichen Prüf umfänge und damit auch die erheblichen Abweichungen in der Prüfqualität mit stark variierenden Prüfzeiten erklärt.

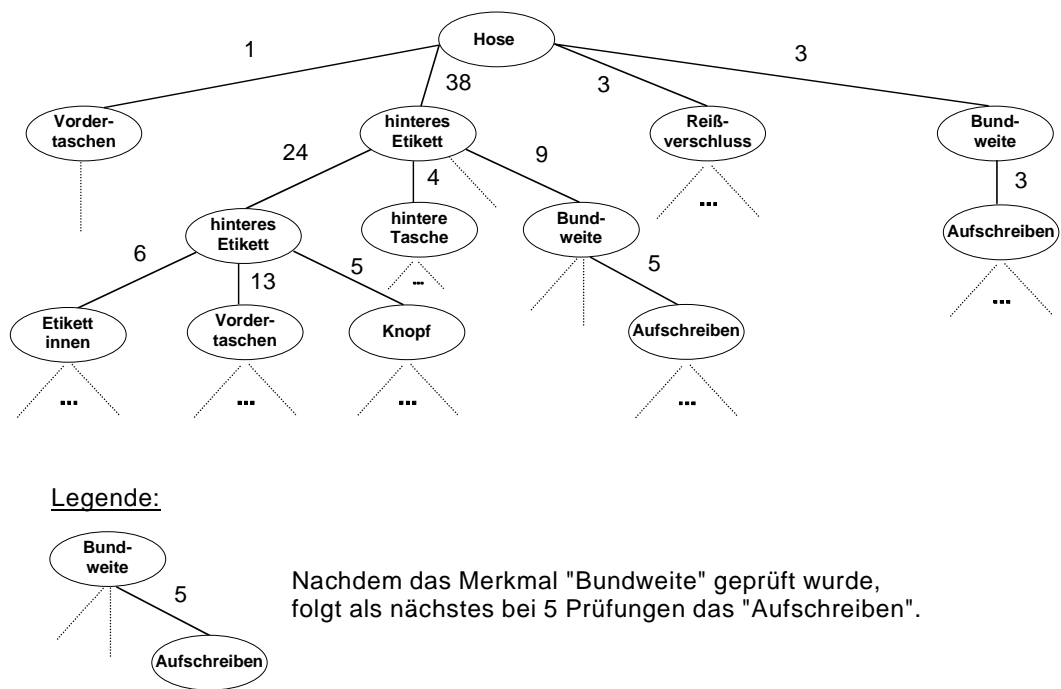


Bild 6: Ausschnitt aus der Baumstruktur des Prüfablaufs der Prüferin a

4.4.2 Auswertung des Prüfablaufs der Prüferin b

Die beiden Maxima in der Prüfzeit-Verteilungskurve der Prüferin b lassen sich durch Prüfungsvorgänge mit zwei unterschiedlichen, doch innerhalb dieses Vorgangs homogenen, intrapersonellen Prüfstrategien erklären: eine zeitlich reduzierte Prüfstrategie, bei der wenige Merkmale des Prüfobjekts kontrolliert werden (Prüfstrategie 1), und eine zeitlich ausgedehnte Prüfstrategie mit gesteigerter Anzahl geprüfter Merkmale (Prüfstrategie 2). Prüfstrategie 2 erhöht zwar den Bedarf an Prüfzeit, beinhaltet aber eine qualitativ umfassendere Prüfung und muss nach den betrieblichen Vorgaben für eine festgelegte Stichprobe angewandt werden. Prüferin b ist in beide Prüfungen eingewiesen und geschult worden.

Unterstützend kann auch hier wieder der Prüfbaum analysiert werden. Bild 7 zeigt wiederum nur einen Ausschnitt aus der vollständigen Baumstruktur. Die Analyse des Prüfbaums ergibt, dass der für Prüferin b abgeleitete Baum nicht so sehr verschachtelt ist wie der bereits beschriebene Prüfbaum der Prüferin a. Außerdem stimmen 18 % aller Prüfungen in der Abfolge der Prüfung sowie in der Art und Anzahl der untersuchten Merkmale überein (zum Vergleich dazu nur rund 4 % bei Prüferin a). Des Weiteren existieren sehr viele weitere Prüfabläufe, die nur in Details von dieser Vorgehensweise abweichen und innerhalb des eingezeichneten Korridors im Prüfbaum liegen. Die Prüferin b besitzt eine Art Standardstrategie und eine zeitintensivere erweiterte Strategie mit der

zusätzliche Prüfung von Oberschenkel-, Fußnaht- und Schrittmerkmalen. Diese beiden Strategien sind, wie bereits oben bemerkt, bei Prüferin a nicht zu erkennen.

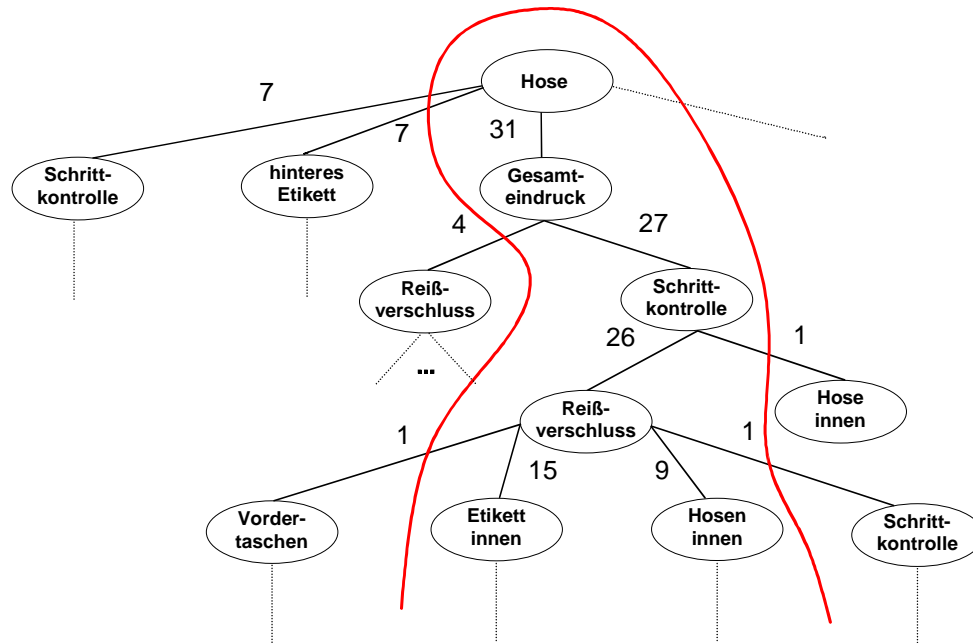


Bild 7: Ausschnitt aus der Baumstruktur des Prüfablaufs der Prüferin b

Der homogene, strukturierte Prüfablauf der Prüferin b führt zu einer konsequenten Prüfung aller vorgeschriebenen Prüfmerkmale. Unnötige Doppelprüfungen können damit vermieden werden.

4.4.3 Prüferin a und b im Vergleich

Ein Vergleich der Blickverläufe anhand der Blicksequenzen und der Häufigkeitsverteilungen der Prüfzeiten beider Prüferinnen lässt folgende Aussage zu: Prüferin a untersucht mit unstrukturierter, inhomogener Prüfstrategie unterschiedliche Merkmale der Prüfobjekte, während die Prüferin b mit einer strukturierten, homogenen Prüfstrategie konzentriert die wesentlichen Merkmale der Prüfobjekte kontrolliert. Während Prüferin b dieses Schema meist bis auf Ausnahme der Prüfung mit der erweiterten Strategie beibehält, wechselt Prüferin a ihre Prüfstrategie sehr oft, wobei Doppelprüfungen nicht ausgeschlossen sind. Dies erklärt in manchen Fällen den erhöhten Zeitbedarf. Diese Unterschiede wurden erst durch die Blickregistrierung offenbar.

Bei näherer Betrachtung der Anzahl Blickzuwendungen, die gebunden an die Aktionen des Lesens und Schreibens von Prüfplänen registriert werden, erkennt man einen weiteren Unterschied zwischen den beiden Prüferinnen. Dazu werden die mittels Blickregistrierung ermittelten Anteile

der Blickzuwendungen in Tätigkeitsgruppen "Rüsten", "Prüfen", "Lesen/Dokumentieren" und "Sonstiges" aufgeteilt (Tabelle 1).

	Rüsten	Prüfen	Lesen Dokumentieren	Sonstige
Prüferin a	12 %	68 %	19 %	1 %
Prüferin b	10 %	75 %	14 %	1 %

Tabelle 1: Relative Häufigkeiten für verschiedene Arbeitsweisen der Prüferinnen a und b

Während der Untersuchungen fallen für das Dokumentieren 19 % (Prüferin a) bzw. 14 % (Prüferin b) der gesamten Untersuchungszeit an. Erklären lässt sich dies mit der Vorgehensweise der jeweiligen Prüferin. Prüferin b schreibt jeden gemessenen Wert sofort auf das Prüfblatt (Kontrollblatt). Dagegen merkt sich Prüferin a einen Wert, misst ein weiteres Maß und notiert anschließend beide Messwerte auf dem Prüfblatt. Während Prüferin a zwei Schreibvorgänge durchführt, benötigt Prüferin b nur einen Schreibvorgang. Bei Prüferin b reduziert sich durch die Einsparung eines Schreibvorganges sowohl die Zeit für einen Such- und Greifvorgang des Schreibstiftes als auch für einen Eintragevorgang auf dem Prüfblatt und einen Weglegevorgang des Schreibstiftes. Unterstützend wirken feste Ablageplätze für Stift und Prüfblatt in der Art, dass die Aufnahme des Stiftes auch ohne Suchen ermöglicht wird.

5 Ableitung von Gestaltungsempfehlungen

Aus den Analysen der Blickregistrierung lassen sich somit Hinweise zur Gestaltung einer geordneten Prüfstrategie und des Prüfarbeitsplatzes gewinnen. Zur ausführlicheren Beschreibung und zu weiteren Gestaltungsempfehlungen wird auf Zülch, Fischer, Paas und Stowasser (1998) verwiesen. Dort finden sich auch weitergehende Gestaltungshinweise in Bezug auf die Arbeitsorganisation und das Layout des Prüfsystems.

5.1 Verwendung einer geordneten Prüfstrategie

Unter einer geordneten Prüfstrategie wird hier die grundsätzliche Vorgehensweise zur Durchführung einer Prüfaufgabe, d.h. die Strukturierung des Ablaufs der Sichtprüfung, verstanden. Die Prüfstrategie umfasst allgemeine Regeln, die von der Prüfperson erlernbar sind. Im Gegensatz zu einer Prüfstrategie beschreibt der Prüfablauf die notwendigen Teilverrichtungen (z.B. Drehen des Prüfobjektes, Prüfen eines bestimmten Prüfmerkmals) zur Durchführung einer kompletten

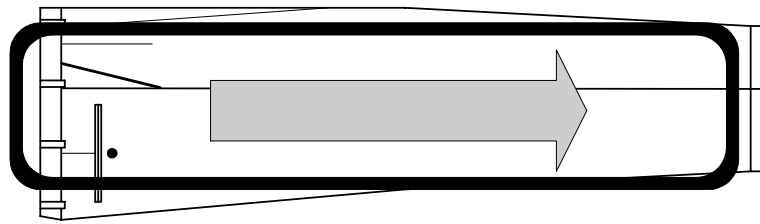
Prüfaufgabe. Wegen der großen Vielfalt unterschiedlicher Bekleidungsstücke kann in der Praxis erfahrungsgemäß nicht für jedes Bekleidungsstück ein detaillierter Prüfablauf festgelegt werden.

Die Videoaufzeichnungen und die mittels PROKUS-abi ermittelten Diagramme lassen erkennen, dass eine Prüfperson, die eine geordnete Prüfstrategie anwendet, im allgemeinen ruhiger und homogener prüft als eine Prüfperson mit Anwendung einer eher "chaotischen" Prüfstrategie. Dies ist zwar an den häufigen Blickwechseln zwischen einzelnen Sinneinheiten deutlich erkennbar, ein statistischer Nachweis zur Differenzierung dieser beiden Strategien kann bei der vorliegenden Felduntersuchung aufgrund des relativ kleinen Untersuchungskollektivs allerdings nicht erbracht werden. Detaillierte statistische Auswertungen und durch Blickregistrierung abgesicherte Differenzierungen verschiedener Strategien bei experimentellen Untersuchungen im Labor beschreibt Grießer (1995).

Dennoch lassen sich auch durch Betrachten des Datenmaterials diese beiden gegensätzlichen Prüfstrategien unterscheiden. Um dies zu verdeutlichen, sollen die mit der Blickregistrierung erfassten Prüfstrategien zweier Prüfpersonen des Arbeitsplatztyps "Liegende Prüfung" bei der Prüfung von Hosen aufgezeigt werden (Bild 8). Eine in der Verwendung einer geordneten Prüfstrategie geschulte Prüfperson prüft mit der geordneten Prüfstrategie in der Weise, dass die einzelnen Blickpositionen stetig über das zu prüfende Objekt wandern. Diese Vorgehensweise wirkt im allgemeinen konzentriert und ruhig. Darüber hinaus wird durch diese Strategie ein "Abscannen" aller Eigenschaften des Prüfobjekts ermöglicht.

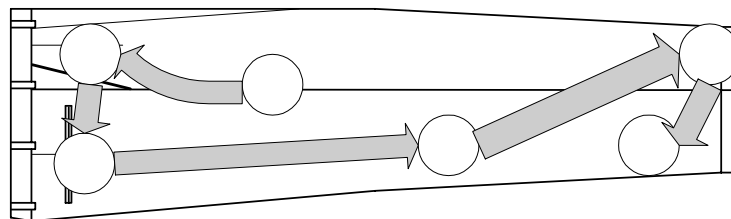
Im Gegensatz dazu prüft eine Prüfperson, welche die chaotische Strategie anwendet, in einer als ungeordnet erscheinenden Arbeitsweise. Die Prüfperson fixiert dabei unstrukturiert einige Stellen des zu prüfenden Objektes in der Erwartung, einen Fehler zu finden. Ihr Blick springt zwischen einzelnen Punkten auf dem Prüfobjekt hin und her. Diese Vorgehensweise führt zu einer erhöhten Belastung des visuellen Systems.

a) Prüfperson mit geordneter Prüfstrategie



Der Blickpunkt wandert stetig über das Prüfobjekt

b) Prüfperson mit chaotischer Prüfstrategie



Der Blickpunkt springt blitzlichtartig über das Prüfobjekt

Bild 8: Strategien bei der Prüfung von liegenden Bekleidungsstücken

Um zu gewährleisten, dass alle geforderten Prüfmerkmale des Prüfobjekts mit möglichst wenigen Blickzuwendungen und einem harmonischen Bewegungsablauf geprüft werden, empfiehlt es sich, eine geordnete Prüfstrategie mit definiertem Bewegungsablauf und Blickverlauf vorzugeben. Die Anwendung einer geordneten Prüfstrategie stellt u.a. sicher, dass Eigenschaften des Prüfobjekts nicht doppelt geprüft werden. Darüber hinaus wird durch Vorgabe und Anwendung einer geordneten Prüfstrategie die Reproduzierbarkeit der visuellen Prüfung besser gewährleistet, sodass die Prüfung weitgehend wiederholbar und nachvollziehbar ist.

Von Bedeutung ist, dass die Prüfpersonen in der anzuwendenden Prüfstrategie geschult werden müssen. Bietet das Unternehmen keine Strategieschulung an, so entwickeln die Prüfpersonen ihre eigene individuelle Arbeitsweise, sodass Doppelprüfungen bzw. Auslassen von Prüfmerkmalen beobachtet werden können. Schulungen sollten aufgrund der periodischen Einführung von neuen Kollektionen möglichst in regelmäßigen Abständen und zweimal im Jahr stattfinden. Ein wichtiges Ziel der Strategieschulung ist auch die Information über Modetrends sowie über Stoff- und Schnittneuheiten.

5.2 Gestaltung des Prüfraums

Bei der Analyse der Blickregistrierungsdaten fällt auf, dass manche Prüfpersonen relativ hohe Anteile an sogenannten "leeren Blicken" aufweisen, d.h. Blicke ohne relevante Informationsaufnahme. Leere Blicke treten dabei hauptsächlich infolge ungünstiger Anordnung und Gestaltung der Arbeitsplatzgegenstände (Rechner, Ablageflächen für Prüfhilfsmitteln) auf. Bei den Untersuchungen wurde ein prozentualer Anteil für die leeren Blicke von bis zu 18 % aller Blickzuwendungen während des Prüfablaufs einer Prüfperson ermittelt. Ohne die Anwendung der Blickregistrierung zur Analyse der visuellen Informationsaufnahme hätte diese zeitliche Bedeutung des Auftretens von leeren Blicken ohne Informationsaufnahme nicht ermittelt werden und somit die Relevanz einer günstigen Gestaltung des Prüfarbeitsplatzes für die visuelle Prüfung nicht beurteilt werden können. Nachfolgend werden einige Situationen aufgeführt, welche die Entstehung leerer Blicke fördern und daher zu vermeiden sind (vgl. auch Zülch, Fischer, Paas, Stowasser 1998, S. 45 f.):

- *Unnötige Körperdrehungen erhöhen die Anzahl der Blickzuwendungen ohne relevante Informationsaufnahme.*

An einem Prüfarbeitsplatz wurde beobachtet, dass die Prüfperson nach Abschluss der Prüfung den Körper um 180° drehen muss, um dann die Prüfergebnisse über eine Rechnertastatur elektronisch zu erfassen. Während dieser Drehung fallen zwar Blickpositionen an, jedoch bedeuten diese keine Informationsaufnahme zu Prüfzwecken. Eine fixe, ergonomisch günstige Anordnung der Arbeits- und Prüfhilfsmittel im Sehbereich der Prüfperson reduziert nicht nur das Auftreten von leeren Blicken, sondern auch die Notwendigkeit von zeitintensiven Suchblicken zum Auffinden eines aufzusuchenden Prüfhilfsmittels (z.B. Maßband auf dem Tisch). Um Blickwechsel über lange Distanzen hin zu vermeiden, sollten Sinneinheiten, die sehr oft Anfangs- oder Endpunkte der Blickverläufe darstellen, möglichst zentral angeordnet werden. Wie oben bereits aufgeführt, empfiehlt es sich, beispielsweise das Maßband an einem fixen Ort im zentralen Greifbereich abzulegen. Alle weiteren Prüfhilfsmittel sollten ebenfalls an einem für die Prüfperson vertrauten Ort angeordnet sein.

- *Bewegungen im Hintergrund der Prüfung lenken die Prüfperson kurzzeitig ab.*

Der Blick schweift bei eventuell auftretenden Bewegungen unbewusst vom Prüfobjekt weg und fixiert das ablenkende Sehobjekt. Dabei fallen wiederum Blickzuwendungen ohne prüfrelevante Informationsaufnahme an. Während der Blickregistrierung der untersuchten Arbeitsplätze des Typs "Hängende Kleidungsstücke" bewegten sich beispielsweise mittels Hängebahn transportierte Bekleidungsstände im Hintergrund des Prüfraumes. Außerdem lenkten vorbeigehende Personen auf einem hinter dem Prüfobjekt befindlichen Personenweg die Prüfperson ab, was ein Schwenken des Blickes hin zu den Personen zur Folge hatte. Zur Abhilfe

wurde eine Prüfwand empfohlen, prototypisch entwickelt und in verschiedenen Tests erfolgreich erprobt (Bild 9).



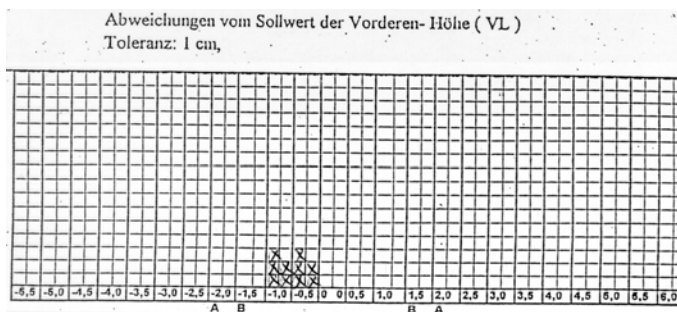
Bild 9: Prüfbjunkt ohne und mit Prüfwand als Hintergrund
(Quelle: Zülch, Fischer, Paas, Stowasser 1998, S. 96)

- *Ungünstige Beleuchtungsverhältnisse erschweren die visuelle Prüfung.*
Dunkle, weite Räume im Hintergrund des Prüfbjunkttes und unterschiedliche Hintergrundfarben verschlechtern den Kontrast zwischen Prüfbjunkt und Hintergrund bei der hängenden Sichtprüfung von Kleidungsstücken. Die Prüfperson kann die Konturen nur schlecht erkennen und wendet oft leere Blicke neben das Prüfbjunkt. Die oben erwähnte Prüfwand erleichtert die Prüfung, da sie eine einheitliche Hintergrundleuchtdichte erwirkt. Die Tests bestätigten, dass die Prüfwand auch von der Gestaltung des Farbkontrastes her wesentlich zur Verbesserung der Arbeitsbedingungen beiträgt.

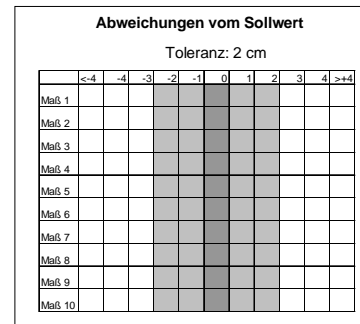
5.3 Kommunikationsergonomische Gestaltung der Qualitätsdokumente

Die Blickregistrierungen an Prüfarbeitsplätzen zur Sichtprüfung von liegenden Kleidungsstücken zeigten, dass 14 % bis 19 % aller Blickzuwendungen zum Zwecke des Ablesens von Maßtabellen und der Dokumentation der Prüfergebnisse anfallen. Die Auswertung der Blickregistrierung bestätigt, dass gerade das Ablesen der Maßtabellen häufig unter erschwerten Bedingungen durchzuführen ist. Die Maßtabellen sind zu weit von den Prüfpersonen entfernt. Darüber hinaus sind die Zahlenwerte und Beschreibungen der Maßtabellen in sehr kleiner Schrift dokumentiert. Die untersuchten Prüfpersonen mussten viele intensive, d.h. lang andauernde Blicke auf die Maßtabelle wenden, bis der gesuchte Wert gefunden wurde. Ohne den Einsatz der Blickregistrierung hätte die Intensität dieser Suche nicht festgestellt werden können, da das Ablesen der Maßtabelle eine Informationsaufnahme ohne begleitende Körperbewegungen darstellt und deshalb kaum beobachtbar ist.

Die Dokumentation der Prüfergebnisse umfasst hauptsächlich das Notieren von auffälligen Merkmalsausprägungen des Prüfobjekts, das Aufschreiben von Messwerten bzw. das Ankreuzen der ermittelten Messwerte in Tabellen. Dazu steht den Prüfpersonen i.d.R. ein Formular zur Verfügung (vgl. Bild 10a).



a) Vorhandenes Prüfformular



b) Neu gestaltetes Prüfformular

Bild 10: Prüfformular zur Dokumentation von Prüfergebnissen

Die Dokumentation der Maßtabellen und Prüfergebnisse kann benutzungsfreundlicher erfolgen und damit für die Prüfperson vereinfacht werden, wenn bei der Formulargestaltung kommunikationsergonomische Aspekte umgesetzt werden. So sind beispielsweise die in der Tabelle aufgezeichneten Randspalten der Maßtoleranzen erfahrungsgemäß nicht praxisrelevant und werden daher von den Prüfpersonen nicht benötigt. Diese Randspalten sollten abgeschnitten oder durch "<" bzw. ">" als Randwerte abgekürzt werden (Bild 10b). Die bisher sehr enge Spaltenbreite der Tabelle kann somit erweitert werden, was zu einer Vergrößerung der Notationsfelder führt. Diese Vergrößerung verringert die notwendige Zielgenauigkeit bei der Notierung und lässt ein wesentlich

einfacheres Auffinden der gesuchten Spalte zu. Zusätzlich unterstützt eine Rasterung der zulässigen Toleranzen das schnelle und zuverlässige Erkennen der gesuchten Spalten. Damit vereinfacht sich die Benutzung des Formulars, wodurch die mentale Belastung für die Prüfperson sinkt.

6 Zusammenfassung und weiterführende Arbeiten

Die visuelle Wahrnehmung an Prüfarbeitsplätzen muss durch eine geeignete ergonomische Gestaltung des Arbeitsplatzes und der Arbeitsmethoden unterstützt werden. Informationen, die nicht wahrgenommen werden, können auch nicht mental verarbeitet und gespeichert werden. Kenntnisse über diese Vorgänge sind bei der Analyse von visuellen Prüftätigkeiten ebenso wichtig wie bei der Gestaltung der Sehaufgaben. Die Messung der Informationsaufnahme kann durch verschiedene qualitative und quantitative Methoden erfolgen, wobei die quantitative Messung mit Hilfe von Blickregistrierungsgeräten erhebliche Vorteile in der Aussagekraft der Analyseergebnisse bietet.

Die vorliegende Untersuchung von Prüfarbeitsplätzen in der Bekleidungsindustrie demonstriert, dass die Blickregistrierung als eine verhaltensorientierte Methode wesentliche Erkenntnisse bei der Analyse und Gestaltung der visuellen Informationsaufnahme in industriellen Arbeitssystemen leisten kann. Die Analyse der Blickbewegungen führt zu Gestaltungshinweisen, deren Umsetzung sowohl ergonomische Vorteile für das Prüfpersonal als auch wirtschaftliche Vorteile für das Unternehmen mit sich bringt. Beispielsweise kann eine vorgegebene, geordnete Prüfstrategie die Prüfqualität erhöhen, Doppelprüfungen vermeiden und damit eventuell auch Prüfzeiten reduzieren sowie ergonomisch günstige Arbeitsweisen fördern.

Ungünstige Arbeitsplatzgestaltung, mangelhafte Beleuchtung und unzureichende Bereitstellung von visuellen Informationen (z.B. Maßtabellen, Prüfbogen) führen zu einem erheblichen Zeitanteil von leeren Blicken ohne Informationsaufnahme an der Gesamtheit der Blickzuwendungen. Die Untersuchung mit der Blickregistrierung unterstreicht die Dimension dieser leeren Blicke und ermittelt dessen zeitlichen Anteile. Ohne die quantitative Methode der Blickregistrierung wäre eine derartige Differenzierung kaum möglich, vor allem nicht für solche mentalen Teilverrichtungen, die ohne gleichzeitige Körperbewegungen ablaufen und durch qualitative Beobachtungen bzw. Befragungen nicht hinreichend zu analysieren sind (z.B. das Ablesen von Maßtabellen).

Neben den in diesem Beitrag gezeigten Ansätzen zur Verbesserung der Prüfmethode und der visuellen Prüfbedingungen wurden im vorliegenden Forschungsprojekt weitere Gestaltungsaspekte betrachtet. Aus den Ergebnissen der Analysen wurden Anforderungen an die anthropometrische Arbeitsplatzgestaltung, die Umgebungsgestaltung, die Gestaltung der Arbeitsorganisation und die Arbeitsstrukturierung abgeleitet (vgl. Zülch, Fischer, Paas, Stowasser 1998).

Zukünftig sind weitergehende Fragen der elektronischen Erfassung von Qualitätsdaten und der damit verbundenen visuellen Informationsverarbeitung des Prüfpersonals zu untersuchen sein. In vielen Industrieunternehmen ist der Trend zur Ablösung der Qualitätsdatensammlung in Formularen hin zu einer rechnerunterstützten Erfassung der erhobenen Qualitätsdaten zu erkennen. Diese elektronischen Systeme müssen ergonomischen Anforderungen genügen, sodass eine möglichst geringe Belastung der Prüfperson durch den Einsatz von Bildschirm- oder anderen Datenerfassungsgeräten bewirkt wird.

7 Literatur

Adler, Ulrich:

Arbeit und Technik in der Bekleidungsindustrie.
Frankfurt/M., New York: Campus Verlag, 1990.
(Schriftenreihe "Humanisierung des Arbeitslebens", Band 98)

Becker, W.:

Zum Einsatz von Blickregistrierungsverfahren in der Werbeforschung.
In: GFM-Mitteilungen zur Markt- und Absatzforschung,
Hamburg, 20(1974)2, S. 39-46.

Bernhard, Ulrich:

Das Verfahren der Blickaufzeichnung.
In: Innovative Marktforschung.
Hrsg.: Forschungsgruppe Konsum und Verhalten.
Würzburg, Wien: Physica-Verlag, 1983, S. 105-123.

Bosch (Hrsg.):

Leitfaden zur Gestaltung von Sichtprüfungsplätzen.
Stuttgart: Robert Bosch GmbH, 1991.

Fechner, Wolfgang:

Visuelles Prüfen und Kontrollieren: Gestaltungsdefizite und körperliche Beschwerden.
In: Sicher ist sicher,
Berlin, 43(1992)10, S. 555-559.

Fechner, Wolfgang:

Ein objektorientiertes Konzept zur Planung visueller Prüf- und Kontrolltätigkeiten.

Düsseldorf: VDI-Verlag, 1994.

(Fortschrittsberichte VDI, Reihe 20, Nr. 115)

gefora (Hrsg.):

PROKUS-abi - Programmsystem zur kommunikationsergonomischen Untersuchung von Arbeitsplätzen in der Bekleidungsindustrie.

Weingarten (Baden): gefora - Beratungs-Gesellschaft für Organisation und Arbeitswirtschaft mbH, 1996.

Grießer, Klaus:

Einsatz der Blickregistrierung bei der Analyse rechnerunterstützter Steuerungsaufgaben.

Karlsruhe, Uni Diss. 1995.

(ifab-Forschungsberichte aus dem Institut für Arbeitswissenschaft und Betriebsorganisation der Universität Karlsruhe, Band 10 - ISSN 0940-0559)

Heinz, Klaus; Fechner, Wolfgang:

Hilfsmittel zur Effizienzsteigerung bei visuellen Prüf- und Kontrolltätigkeiten.

Dortmund: Uni, Lehrstuhl für Fertigungsvorbereitung, 1991.

(Schlußbericht, Stiftung zur Förderung der Forschung für die gewerbliche Wirtschaft, S 147)

Heinz, Klaus; Fechner, Wolfgang:

Zeitermittlung für visuelles Prüfen und Kontrollieren.

Köln: Deutscher Wirtschaftsdienst, 1993.

(Stiftung Industrieforschung, Band 2).

Korn, Axel:

Bildverarbeitung durch das visuelle System.

Berlin u.a.: Springer-Verlag, 1982.

Laatz, Wilfried:

Empirische Methoden.

Thun, Frankfurt/M.: Verlag Harri Deutsch, 1993.

Leven, Wilfried:

Blickverhalten von Konsumenten.

Heidelberg: Physica-Verlag, 1991.

Saupe, I.:

Blickbewegungen und ihre Messungen.

Wachtberg-Werthoven: Forschungsinstitut für Anthropotechnik, 1985.

(Bericht Nr. 64)

SMI (Hrsg.):

iView for Windows.

Teltow: SensoMotoric Instruments GmbH, 1996.

Vaughan, Jonathan; Graefe, Thomas M.:

Delay of stimulus presentation after the saccade in visual search.

In: Perception & Psychophysics,

Austin TE, 22(1977)2, S. 201-205.

Wandmacher, Jens:

Software-Ergonomie.

Berlin, New York: Walter de Gruyter, 1993.

Witt, Dieter:

Blickverhalten und Erinnerung bei emotionaler Anzeigenwerbung - eine experimentelle
Untersuchung mit der Methode der Blickaufzeichnung.

Saarbrücken, Uni Diss. 1977.

Zülch, Gert; Fischer, Axel E.; Paas, Mathias; Stowasser, Sascha:

Prüfearbeitsplätze in der Bekleidungsindustrie.

Köln: Forschungsgemeinschaft Bekleidungsindustrie, 1998.

(Bekleidungstechnische Schriftenreihe, Band 131 - ISSN 1436-9664)

Zülch, Gert; Grießer, Klaus; Reuß, Stefan:

Informationsdarstellung bei rechnerunterstützten Planungssystemen.

In: Zeitschrift für Arbeitswissenschaft,

Köln, 46(18NF)(1992)3, S. 150-154.

Zülch, Gert; Stowasser, Sascha; Fischer, Axel E.:

Gestaltung visueller Prüfearbeitsplätze in der Bekleidungsindustrie.

(Anleitungen für die praktische Umsetzung)

Köln: Forschungsgemeinschaft Bekleidungsindustrie, 1998.

Zwerina, Harald:

Erkennung von Sehzeichen in unterschiedlichen Strukturen auf dem Bildschirm.
Karlsruhe, Uni Diss. 1992.

Anschrift der Verfasser:

o. Prof. Dr.-Ing. Dipl.-Wirtsch.-Ing. Gert Zülch
Dipl.-Wirtsch.-Ing. Sascha Stowasser

Lehrstuhl und Institut für Arbeitswissenschaft und Betriebsorganisation (ifab)
Universität Fridericiana (TH) Karlsruhe
Kaiserstr. 12
76128 Karlsruhe