

# Gestaltung von Prüfanweisungen: Subjektive Bewertung von zeichnerischen Darstellungen eines Prüfobjekts

von

Uwe Dettmer und Martin Schütte

## 1 Einleitung

Durch den verstärkten Wettbewerb der Hersteller untereinander ist unter anderem die Qualität der gefertigten Erzeugnisse zu einem immer wichtigeren Verkaufsfaktor geworden (Womack et al. 1992). Gleichzeitig stiegen mit der Aufnahme der EG-Produkthaftungsrichtlinie in die deutsche Gesetzgebung (Cromme 1990) die Anforderungen an die Zuverlässigkeit betrieblicher Qualitätssicherungsmaßnahmen. Dem versuchen die Unternehmen durch den Aufbau von Qualitätssicherungssystemen nach DIN EN ISO 9000 - 9004 beziehungsweise QS-9000 oder VDA 6.1 zu entsprechen (Pärsch 1991; Grabert et al. 1993; Korn & Schmitt 1993, VDA 6.1 1996, Hillebrand & Lindemann 1997), um durch besser kontrollierte Fertigungsprozesse eine höhere Qualität ihrer Waren zu erreichen.

Darüber hinaus setzen die Betriebe zusätzlich verschiedene Instrumente zur Qualitätssteigerung oder -sicherung ein, die sich grob in produktbezogene wie das Quality Function Deployment, arbeitsorganisatorische wie die Umstellung auf Gruppenarbeit und mitarbeiterbezogene wie die Einrichtung von Qualitätszirkeln einteilen lassen (Hansen 1988; Kirstein 1988; Wittig 1991; Imai 1991; Haug et al. 1993; Klatte 1995). Weiterhin wird durch die vermehrte Einführung des Prinzips der Selbstprüfung (DIN 8402) den Beschäftigten - die dabei die Güte aller von ihnen jeweils vorgenommenen Bearbeitungsschritte selbst zu kontrollieren haben -

eine größere Eigenverantwortung für die Qualität der Erzeugnisse übertragen (Ishikawa 1985; Seibel 1981; Shingo 1986; Braun 1986; Hirano 1988). Um den Mitarbeitern die Durchführung derartiger Prüftätigkeiten zu erleichtern, stehen ihnen als Hilfsmittel an den Arbeitsplätzen in der Regel Prüfanweisungen (DIN 55350, Teil 11) zur Verfügung, die ihre Funktion nur dann erfüllen, wenn sie problemlos zu verstehen, also selbsterklärend sind. Dies setzt unter anderem voraus, daß die jeweils dargebotenen Informationen möglichst einfach aufgenommen, verarbeitet und umgesetzt werden können (Inaba 1989). Bisher vorliegende Befunde zeigen, daß hier insbesondere die Bereitstellung bildlicher Darstellungen des Prüfobjekts - wie etwa Photographien oder Zeichnungen - Vorteile bieten, da derartige graphische Unterstützungen die Fehlerentdeckungsleistung steigern können (Chaney & Teel 1967). Solche Visualisierungen sind vor allem dann sinnvoll, wenn für die korrekte Durchführung der jeweiligen Aufgabe räumliche Informationen - zum Beispiel über den genauen Prüfort - wesentlich sind (Swander & Vail 1992). Obwohl bisher allgemein verbindliche Standards für die Gestaltung der bildlichen Darstellungen auf Prüfanweisungen fehlen, so existieren jedoch - allerdings speziell für den Wartungs- und Instandhaltungsbereich - Empfehlungen, die unter anderem auch Aussagen zur Präsentation graphischer Informationen enthalten (Patel et al. 1994). Danach sind einfache Linienzeichnungen hoch detaillierten Darstellungen des Prüfobjekts gegenüber vorzu-

ziehen. Die dabei jeweils gewählte Ansicht sollte dem Blickwinkel, unter dem der Prüfer das Objekt üblicherweise sieht, weitgehend entsprechen. Darüber hinaus erscheint es sinnvoll, den gewählten Maßstab mit anzugeben, um Vergrößerungen von Verkleinerungen unterscheiden zu können. Weiterhin sollten die Graphiken nicht nur den für die Erstellung technischer Zeichnungen allgemein geltenden Regeln, sondern auch der hier üblichen Terminologie - zum Beispiel bei der Benennung verschiedener Ansichten - entsprechen (Patel et al. 1994).

Allerdings verlangen selbst nach diesen Kriterien konzeptionierte Prüfanweisungen Kenntnisse oder zumindest Erfahrungen im Lesen technischer Zeichnungen. Wenn solche Fertigkeiten auch im Rahmen einer Aufgabeneinweisung relativ schnell vermittelbar sind, so unterbleiben jedoch häufig solche Schulungen, da vor allem durch die in vielen Unternehmen erfolgende Flexibilisierung des Personaleinsatzes die Zeit für derartige Maßnahmen nicht in ausreichendem Maß zur Verfügung steht.

Die für die Durchführung der jeweiligen Prüfaufgabe wesentlichen Informationen sind für die Mitarbeiter dann nur aus der am Arbeitsplatz befindlichen Prüfanweisung entnehmbar, die daher leicht verständlich gestaltet sein muß. Dies ist insbesondere auch wichtig, wenn in Betrieben - etwa während der Ferienzeiten - ungelernete, technisch nicht vorgebildete Aushilfskräfte beschäftigt werden.

Bisher vorliegende empirische Studien belegen, daß bei der Erstellung von Prüfanweisungen eine übersichtliche Gesamtdarstellung und eine hohe Druckqualität der Abbildungen anzustreben ist. Weiterhin sollte auf detailgetreue technische Zeichnungen zu Gunsten simplifizierter Linienzeichnungen verzichtet werden (Dettmer 1995; Dettmer et al. 1997; 1998; Schütte et al. 1999).

Allerdings basieren diese Befunde ausschließlich auf laborexperimentellen mit in der Qualitätsprüfung unerfahrenen Studenten durchgeführten Untersuchungen.

Daher erscheint es sinnvoll, genauer Aufschluß darüber zu gewinnen, ob die genannten Kriterien auch bei Praktikern als wesentlich gelten. Methodisch macht dies einen Vergleich der von erfahrenen und unerfahrenen Prüfern abgegebenen Bewertungen zu einer in ihrem Layout den genannten Anforderungen weitgehend entsprechenden sowie zu einer davon abweichenden Prüfanweisung notwendig.

## **2 Beschreibung der untersuchten Prüfanweisungen**

Zu diesem Zweck wurde eine in einem mittelständischen Betrieb bei der Montage von Niederspannungsschaltgeräten durchzuführende Selbstprüfungsaufgabe ausgewählt, bei der zunächst die Spulenwicklung des Schaltgeräts mit einem Gewebepband bandagiert wird. Anschließend ist die Spule visuell daraufhin zu kontrollieren, ob die Spulenoberfläche vollständig von dem Gewebepband abgedeckt und eine ausreichende Überlappung des Bandes vorhanden ist. In einem weiteren Arbeitsschritt muß auf zwei Führungsbahnen im Inneren des Spulenkörpers Fett aufgetragen werden.

Anschließend ist zu prüfen, ob sich das Fett an den entsprechenden Stellen befindet. Die an diesem Arbeitsplatz aktuell verwendete Prüfanweisung enthält zwei auf technischen Zeichnungen basierende Abbildungen des Prüfobjekts in Schnittdarstellungen, die nebeneinander in einer Reihe angeordnet sind (vgl. Abb. 1). Die linke Abbildung zeigt das Prüfobjekt mit einer korrekt bandagierten Spulenoberfläche, die rechte mit nach den Vorgaben gefetteten Führungsbahnen.

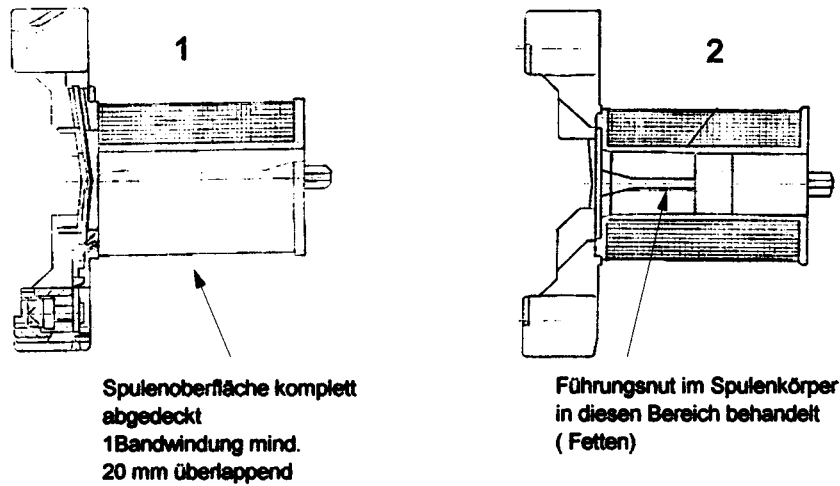


Abbildung 1: Originaldarstellung des Prüfobjekts

Die hier verwendeten bildlichen Darstellungen präsentieren annähernd sämtliche am Objekt befindlichen Details und widersprechen damit der Forderung nach möglichst einfachen Linienzeichnungen. Daher erfolgte unter Berücksichtigung der oben genannten Kriterien der Entwurf einer Zeichnungsalternative. Die so neu erstellte Variante (vgl. Abb. 2) enthält nur die für die Prüfung relevanten Konturen des Prüfobjekts und

gibt dieses im Maßstab 1:1 wieder. In der linken Abbildung wurde die Ansicht unverändert beibehalten, da sie der bei der Prüfung üblichen Perspektive entspricht. Für die rechte Abbildung wurde dagegen eine andere Ansicht gewählt. Die Darstellung des Prüfobjekts orientiert sich nun an der Position, in der die Spule bei der Prüfung der zu fettenden Stellen gehalten wird.

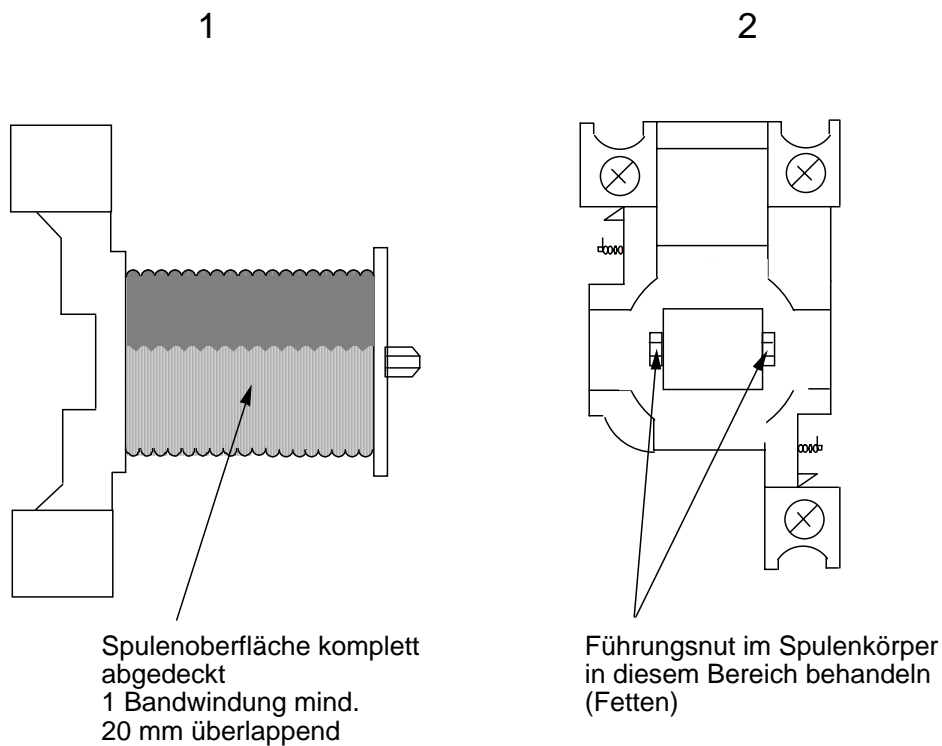


Abbildung 2: Zeichnerische Darstellung des Prüfobjekts

### 3 Untersuchungsmethodik

Aufschluß darüber, ob die modifizierten Abbildungen im Vergleich zu den aktuell im Betrieb eingesetzten bei ihrer Benutzung Vorteile bieten, läßt sich methodisch über die Ermittlung der subjektiv eingeschätzten Güte der bildlichen Darstellungen gewinnen (Patel et al. 1994). Dazu war die Konstruktion eines Fragebogens notwendig (vgl. Tab. 1), dessen 7 Items Merkmale erfassen, die für die korrekte Aufnahme, Verarbeitung und Umsetzung der jeweils dargebotenen Informationen wesentlich sind (Patel et al. 1994).

Tabelle 1: Beschreibung der 7 Fragebogenitems

Item	Informationsaufnahme
1	Druckqualität der Abbildungen auf der Prüfanweisung
2	Verdeutlichung der Prüfmerkmale in der Abbildung
3	Anzahl der Elemente in der Abbildung zum Erkennen der Prüfmerkmale
4	Finden der Prüfmerkmale auf der Abbildung
	<b>Informationsverarbeitung</b>
5	Verständlichkeit der Texte
	<b>Informationsumsetzung</b>
6	Finden der Prüfmerkmale am Prüfobjekt
7	Prüfobjekt mit der Abbildung in die dargestellte Lage zu bringen

Die Gestaltung der entsprechenden Rating-skalen erfolgte dabei allgemein mit dem Ziel, Urteile möglichst auf Intervallskalenniveau zu erreichen, was grundsätzlich Beurteilungsskalen verlangt, die subjektiv als gleichabständig empfunden werden (Guilford 1954; Sixtl 1982). Dies läßt sich unter anderem durch die Auswahl geeigneter verbaler Skalenbezeichnungen erreichen, wobei auf vorliegende, bereits skalierte Graduie-

rungsbegriffe zurückgegriffen werden kann (Pitrella 1989; Pitrella & Käppler 1988; Rohrmann 1978; Tränkle 1987).

Eingesetzt wurden dementsprechend verbal verankerte, 7-stufige, kontinuierliche, graphische Ratingskalen mit einer Gesamtlänge von jeweils 160 mm, auf denen die Ausprägung des jeweils zu bewertenden Merkmals durch ein Kreuz zu markieren war, dessen Abstand vom Skalennullpunkt in Millimetern gemessen den Ratingwert darstellte (vgl. Abb. 3).

Die Druckqualität der Abbildungen auf der Karte finde ich

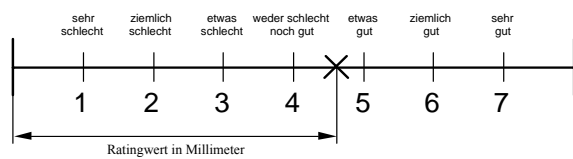


Abbildung 3: Beispiel einer Rating-Skala

### 4 Beschreibung der Stichprobe

Der Versuch erfolgte nur mit weiblichen Probanden, da die beschriebene Prüfaufgabe in dem beteiligten Betrieb ausschließlich Frauen übertragen ist. Die Gesamtstichprobe setzte sich aus 64 Personen zusammen (vgl. Tab. 2), von denen die eine Hälfte aus Ungeübten (Studentinnen unterschiedlicher Fachrichtungen der Universität Dortmund ohne Kenntnisse im Lesen technischer Zeichnungen sowie in der Durchführung von Qualitätsprüfungsaufgaben) und die andere aus erfahrenen Prüferinnen des Unternehmens bestand.

Tabelle 2: Beschreibung der Stichprobe

Gruppe	Anweisung Typ	N	Alter (Ø)	SD Alter
unerfahren	Original	16	24.4	2.5
	Zeichnung	16	23.4	4.8
erfahren	Original	16	38.4	10.5
	Zeichnung	16	40.9	8.0

Beide Kollektive wurden jeweils in zwei gleich große, also 16 Personen umfassende Gruppen aufgeteilt, die eine der beiden Prüfanweisungsvarianten zu bewerten hatten. Dabei besteht nur zwischen den unerfahrenen und erfahrenen Probanden ein signifikanter Altersunterschied (Zweifaktorielle Varianzanalyse; Faktor Gruppe:  $F = 78.6$ ;  $df = 1,60$ ;  $p < 0.01$ ; Faktor Typ:  $F = 0.19$ ;  $df = 1,60$ ;  $p = 0.66$ ).

## 5 Versuchsablauf

Die unerfahrenen Probanden erhielten zu Versuchsbeginn keine spezielle Einweisung in die Durchführung der Prüfaufgabe, da in dem beteiligten Betrieb häufig eine Schulung der eingesetzten Aushilfskräfte mit Hinweis auf die Selbsterklärungsfähigkeit der an den Arbeitsplätzen befindlichen Prüfanweisungen unterbleibt. Sie hatten allerdings die Möglichkeit, die ihnen auf den Anweisungen unverständlichen Begriffe zu benennen, zu denen sie dann standardisierte Erklärungen und Erläuterungen bekamen, um aus der Verwendung fach- beziehungsweise betriebsspezifischer Termini entstehende Unklarheiten weitgehend zu vermeiden. Danach erfolgte die subjektive Bewertung der Prüfanweisung über die 7 Fragebogenitems. Den Erfahrenen war die Durchführung der Prüfaufgabe vertraut, so daß ihnen die entsprechenden Prüfanweisungsvarianten sofort mit der Maßgabe präsentiert wurden, sie mit Hilfe des Fragebogens zu beurteilen.

## 6 Ergebnisse der subjektiven Bewertung der Prüfanweisungen

Die Mittelwerte der subjektiven Einschätzungen der 7 erhobenen Items sind in den Abbildungen 4 bis 6 pro Gruppe und Prüfanweisungsvariante wiedergegeben. Ausgeprägte Unterschiede in den Beurteilungen werden vor allem bei 3 Merkmalen sichtbar. So bewerten die erfahrenen Prüfer die Druckqualität der Abbildungen (Item 1) insgesamt besser als die unerfahrenen, wobei gleichzeitig die Originalanweisung

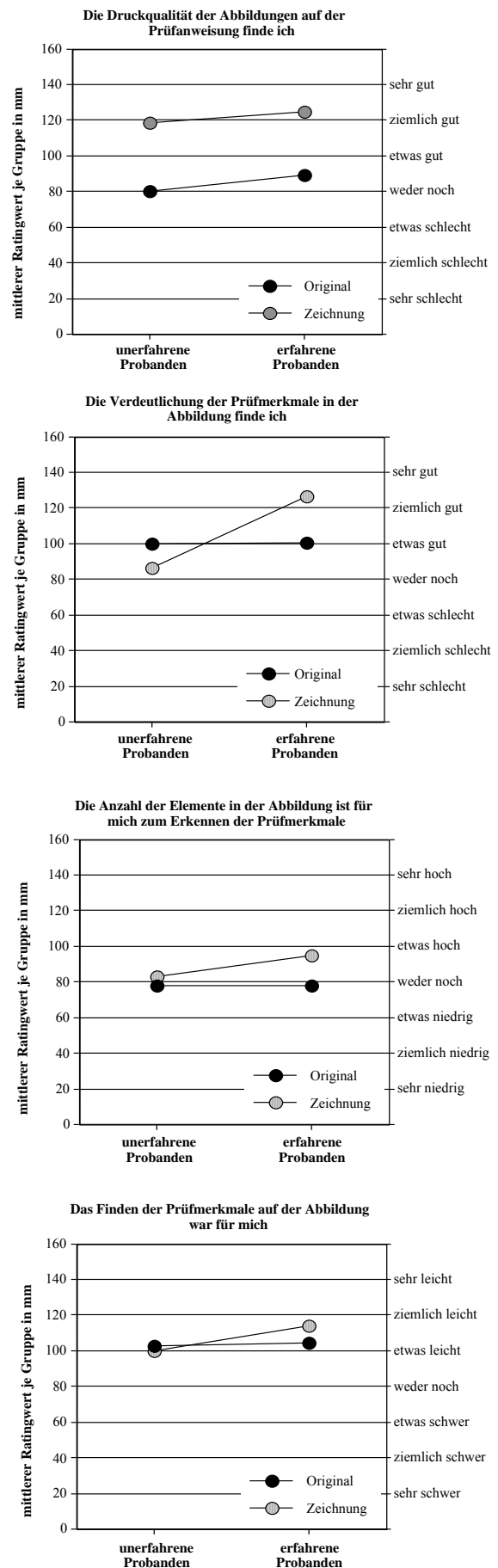


Abbildung 4: Mittlere Rating-Werte für die Items zur Informationsaufnahme

schlechter als die Modifikation eingestuft wird. Ergeben sich für die Unerfahrenen zwischen beiden Prüfanweisungstypen kaum Abweichungen in der Verdeutlichung der Prüfmerkmale (Item 2), so präferieren die Erfahrenen hier eindeutig die vereinfachte Zeichnung. Weiterhin halten die unerfahrenen Prüfer die sich auf den Anweisungen befindlichen Texte für unverständlicher als die Erfahrenen (Item 5).

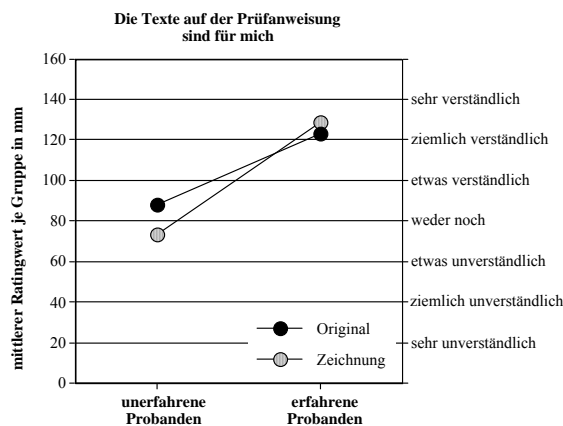


Abbildung 5: Mittlerer Rating-Wert für das Item zur Informationsverarbeitung

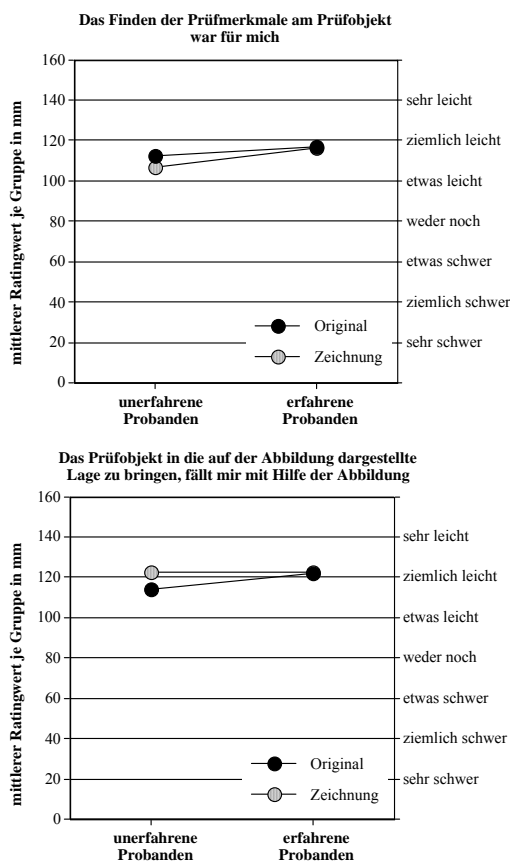


Abbildung 6: Mittlere Rating-Werte für die Items zur Informationsumsetzung

Eine weitergehende univariate teststatistische Auswertung der Daten unterblieb jedoch, da die 7 Items unterschiedliche Aspekte des als komplex gelten könnenden Merkmals "Güte der Prüfanweisungen" erfassen, so daß eine Methode, die Stichproben auf Basis mehrerer abhängiger Variablen zu vergleichen erlaubt, vorzuziehen war (Bortz 1993).

Die dazu notwendige Anwendung parametrischer Verfahren setzt allerdings multivariat normalverteilte Daten voraus. Bisher stehen jedoch zur Prüfung dieser Verteilungsannahme keine bewährten statistischen Tests, sondern nur Näherungslösungen zur Verfügung (Bortz 1993). Der hier verwendete Ansatz nutzt die Tatsache, daß die aus den Bewertungen der 7 Variablen berechenbaren Mahalanobis-Distanzen (dazu ausführlich: Bortz 1993) der einzelnen Versuchspersonen zum Mittelwert ihrer jeweiligen Gruppe weitgehend einer  $\chi^2$ -Verteilung folgen, wenn sich die empirisch gewonnenen Daten multivariat normal verteilen (Johnson & Wichern 1992; Stelz 1980; Thompson 1990). Dazu werden die nach ihrer Größe aufsteigend geordneten Distanzen graphisch den mit ihnen korrespondierenden  $\chi^2$ -Percentilen gegenübergestellt. Die Daten erfüllen die Verteilungsvoraussetzung dann, wenn die Wertepaare eine nahezu gerade Linie bilden (Johnson & Wichern 1992), wobei die Übereinstimmung der empirischen Distanzverteilung mit der theoretisch erwarteten  $\chi^2$ -Verteilung statistisch über den Kolmogoroff-Smirnov-Test prüfbar ist (Bortz et al. 1990; Stelz 1980).

Ordnen sich die aus den Ratings jeweils berechneten Distanzen und die ihnen entsprechenden  $\chi^2$ -Werte auch nicht vollständig auf einer Geraden an (vgl. Abb. 7), so belegt der Kolmogoroff-Smirnov-Test, daß bei allen vier Gruppen keine signifikanten Abweichungen zwischen der Verteilung der Distanz- und der  $\chi^2$ -Werte bestehen (vgl. Tab. 3), was somit den Einsatz parametrischer Verfahren bei der weiteren Auswertung rechtfertigt.

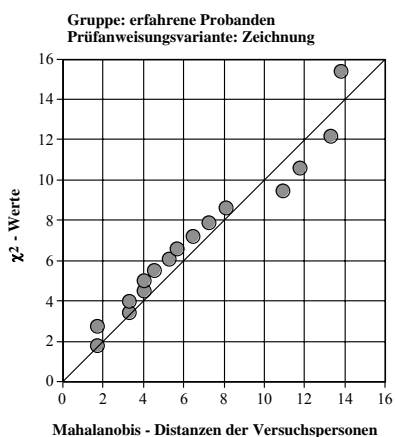
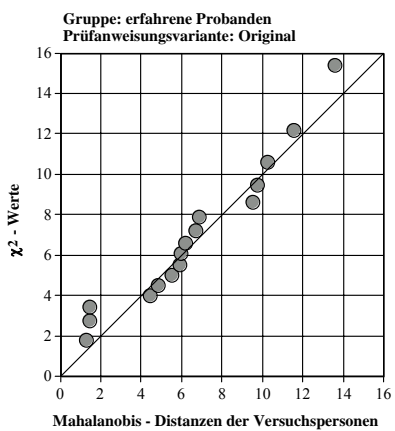
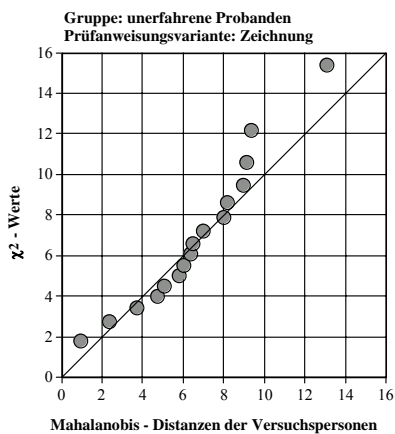
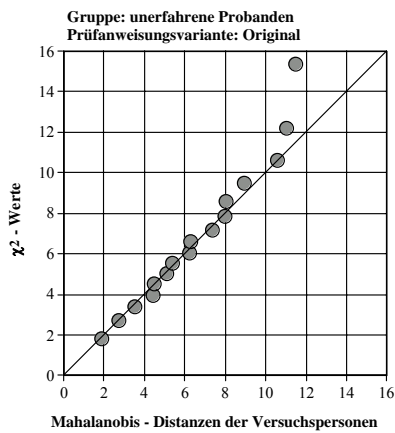


Abbildung 7: Vergleich der Mahalanobis-Distanzen mit den  $\chi^2$ -Werten pro Gruppe

Tabelle 3: Ergebnisse des Kolmogoroff-Smirnov-Tests

Gruppe	Anweisung Typ	Prüfgröße D	p - Wert
unerfahren	Original	0.48	> 0.20
	Zeichnung	0.67	> 0.20
erfahren	Original	0.69	> 0.20
	Zeichnung	0.61	> 0.20

Die zunächst durchgeführte zweifaktorielle multivariate Varianzanalyse (Faktor 1: Erfahrung, Faktor 2: Prüfanweisungsvariante) belegt, daß die Beurteilungen sowohl von der jeweils vorhandenen Erfahrung der Prüfer (Wilk's  $\Lambda = 0.53$ ;  $F = 6.87$ ;  $df = 7,54$ ;  $p < 0.01$ ) als auch von der Gestaltung der Anweisungen überzufällig beeinflusst sind (Wilk's  $\Lambda = 0.64$ ;  $F = 4.29$ ;  $df = 7,54$ ;  $p < 0.01$ ). Darüber hinaus besteht zwischen beiden Faktoren eine signifikante Wechselwirkung (Wilk's  $\Lambda = 0.70$ ;  $F = 3.33$ ;  $df = 7,54$ ;  $p < 0.01$ ).

Um genauer Aufschluß darüber zu erhalten, in welchem Maße die einzelnen abhängigen Variablen zu diesen Unterschieden beitragen, erfolgte zusätzlich eine zweifaktorielle Diskriminanzanalyse (Cooley & Lohnes 1971).

Inhaltlich können die Diskriminanzfaktoren allgemein über die jeweils auf ihnen absolut am höchsten ladenden Variablen charakterisiert werden (Bortz 1993). Danach ist der für den Haupteffekt "Erfahrung" ermittelte Diskriminanzfaktor vor allem durch das thematisch der Gruppe Informationsverarbeitung zugehörige Item 5 geprägt ("Verständlichkeit der Texte"), für das sich ein standardisierter Diskriminanz-Koeffizient von + 0.94 errechnete (vgl. Tab. 4).

Tabelle 4: Ladungen der Items auf den Diskriminanzfaktoren

Item-Nr.	Faktor 1	Faktor 2	Faktor 3
1	+ 0.14	+ 0.90	- 0.06
2	+ 0.58	+ 0.11	+ 0.69
3	+ 0.25	+ 0.44	+ 0.28
4	+ 0.23	+ 0.08	+ 0.23
5	+ 0.94	- 0.17	+ 0.50
6	+ 0.21	- 0.11	+ 0.14
7	+ 0.09	+ 0.17	- 0.13

Für die beiden Prüfanweisungsvarianten trennenden Diskriminanzfaktor (Faktor 2) ist dagegen das einen Aspekt der Informationsaufnahme abbildende Item 1 ("Druckqualität der Abbildungen auf der Prüfanweisung") mit einem standardisierten Diskriminanzkoeffizienten von + 0.90 kennzeichnend. Der für die zwischen beide Haupteffekten bestehende Interaktion extrahierte Diskriminanzfaktor ist vor allem durch das sich ebenfalls auf die Informationsaufnahme beziehende Item 2 ("Verdeutlichung der Prüfmerkmale in der Abbildung") charakterisiert, das mit + 0.69 lädt.

Die Art der Gruppentrennung lässt sich allgemein den Verteilungen der Faktorwerte der Personen entnehmen (Bortz 1993). So erhalten die unerfahrenen Probanden auf dem Diskriminanzfaktor des 1. Haupteffekts überwiegend negative, dagegen die Erfahrenen hauptsächlich positive Faktorwerte (vgl. Abb. 8). Unter Berücksichtigung der positiven Gewichtung des diesen Faktor kennzeichnenden Items 5 beurteilen die erfahrenen Personen die Verständlichkeit der Texte auf beiden Prüfanweisungsvarianten insgesamt günstiger als die unerfahrenen Probanden.

Weiterhin ergeben sich für die mit der original Prüfanweisung konfrontierten Probanden hauptsächlich negative und für die die modifizierte Zeichnung Beurteilenden positive Faktorwerte. Ausgehend von dem für diesen Faktor typischen Item 1 wird die Druckqua-

lität der Abbildungen der Zeichnungsvariante somit besser als die der original Anweisung eingeschätzt (vgl. Abb. 9).

Auf dem für die Wechselwirkung ermittelten Diskriminanzfaktor bilden sich vor allem zwischen den erfahrenen und unerfahrenen Prüfern in der Bewertung der modifizierten Zeichnung bestehende Unterschiede ab (vgl. Abb. 10). Die Verdeutlichung der Prüfmerkmale - als das diesen Faktor inhaltlich im wesentlichen prägende Item - wird von den Betriebsangehörigen positiver wahrgenommen als von den ungeübten Studentinnen.

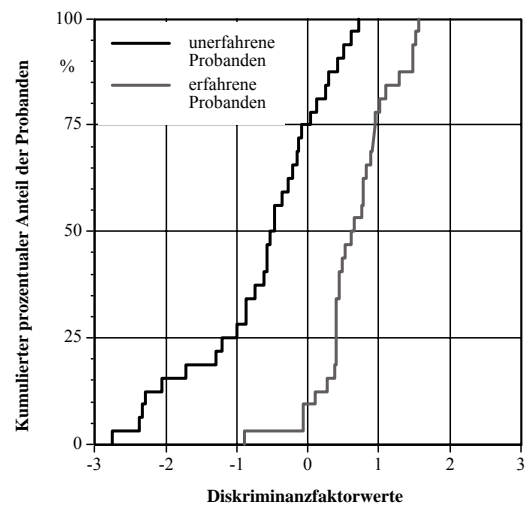


Abbildung 8: Kumulierte Verteilungen der Faktorwerte auf dem 1. Diskriminanzfaktor

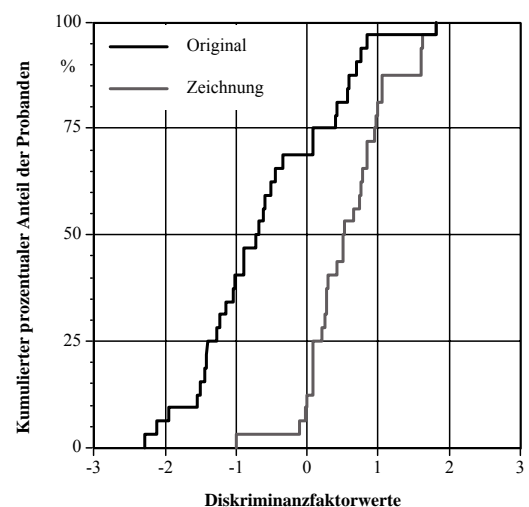


Abbildung 9: Kumulierte Verteilungen der Faktorwerte auf dem 2. Diskriminanzfaktor

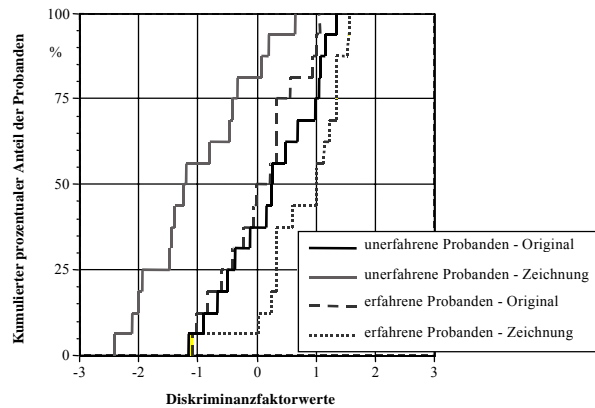


Abbildung 10: Kumulierte Verteilungen der Faktorwerte für die Wechselwirkung

## 7 Bewertung der durchgeführten Untersuchungen

Die Aussagefähigkeit laborexperimentell gewonnener Befunde ist grundsätzlich davon abhängig, ob die jeweilige Untersuchung den Kriterien der internen und externen Validität genügt, die Ergebnisse also logisch eindeutig interpretierbar und generalisierbar sind (Cook & Campbell 1976; Nachreiner et al. 1987; Schmidt & Kleinbeck 1994). Damit ist für die vorliegende Studie ebenfalls zu untersuchen, in welchem Maße die Kontrolle der Versuchsbedingungen gelang und sich die erhaltenen Ergebnisse verallgemeinern lassen.

### 7.1 Interne Validität

Das vorliegende Experiment verfolgte allgemein das Ziel, über eine vergleichende Analyse von zwei in ihrer Anschaulichkeit variierten Abbildungen die zu identifizieren, die die korrekte Aufnahme, Verarbeitung und Umsetzung der graphisch präsentierten Informationen sowohl für erfahrene als auch für unerfahrene Prüfer am besten unterstützt. Um sicherzustellen, daß die dabei zwischen den einzelnen bildlichen Darstellungen in den subjektiven Beurteilungen festgestellten Abweichungen eindeutig durch die eingeführten Bedingungen erklärbar sind, wurden relevante, das heißt, die erhobenen abhängigen Variablen zusätzlich beeinflussen könnte Größen weitgehend konstant zu halten versucht. So enthielten beide Prüfanweisungsvarianten jeweils identische Texte

gleichen Schrifttyps. Weiterhin hatten alle Abbildungen einen identischen Maßstab. Darüber hinaus setzten sich die vier Probandenkollektive jeweils aus Versuchspersonen gleichen Geschlechts zusammen.

Der Einsatz von Beurteilungsverfahren impliziert allgemein die Annahme, daß die jeweils Befragten durchgängig zu der Differenziertheit der verwendeten Ratingskalen entsprechenden Wahrnehmungen und Bewertungen fähig sind. Der im Rahmen dieser Untersuchung benutzte Fragebogen liefert mit der Bereitstellung skalierten verbaler Urteilsanker die grundsätzliche Voraussetzung für die Etablierung intra- und interindividuell vergleichbarer Bezugssysteme. Wenn sich dadurch das Auftreten unterschiedlicher Stile im Skalengebrauch auch nicht völlig ausschließen läßt, so kann jedoch davon ausgegangen werden, daß insbesondere psychometrisch konstruierte Ratingskalen wie die hier eingesetzten, derartige Variabilitäten begrenzen (McDonnell 1968; Pitrella & Käppler 1988; Rohrmann 1978; Tränkle 1988).

### 7.2 Externe Validität

Wenn sich auch die in dieser Studie gewonnenen Ergebnisse nur auf eine Prüfanweisung eines Betriebs beziehen, so können insbesondere die in dem hier beteiligten Unternehmen eingesetzten Darstellungen in ihrer Art doch als typisch für viele in der Industrie auf Prüfanweisungen verwendete Abbildungen gelten.

In welchem Maße die Bewertungen der Prüfanweisungen durch individuelle Einflußfaktoren wie etwa dem jeweils vorhandenen räumlichen Vorstellungsvermögen beeinflusst sind, kann auf Basis der vorliegenden Daten nicht geklärt werden. Da die unerfahrenen Probanden über keinerlei technische Vorbildung verfügten, läßt sich nicht ausschließen, daß gerade bei dieser Gruppe die Fähigkeit eine zweidimensionale Zeichnung gedanklich in ein räumliches Bild des Prüfobjekts zu übersetzen, nur wenig trainiert ist. Allerdings erlauben die gewonnenen Befunde - insbesondere unter dem As-

pekt, daß Gestaltungsmaßnahmen zunächst engpaßorientiert erfolgen sollten (Rohmert 1983) - dennoch die Ableitung von Verbesserungsvorschlägen, da Prüfanweisungen auch für Ungeübte verständlich sein müssen, um sicherstellen zu können, daß bei der Beschäftigung von Aushilfen der betriebliche Qualitätsstandard eingehalten wird.

## 8 Diskussion

Die im Rahmen der multivariaten Datenauswertung nachgewiesene statistische Bedeutsamkeit der beiden experimentell eingeführten Bedingungen "Gestaltung der Prüfanweisung" und "Erfahrung" belegt, daß durch die an den Abbildungen der untersuchten Prüfanweisungen vorgenommenen Modifikationen die subjektiv wahrgenommene Güte der bildlichen Darstellungen tatsächlich beeinflußt werden konnte, wobei die Bewertungen zusätzlich vom individuell vorhandenen aufgabenbezogenen Vorwissen mit abhängig sind. Allgemein bestätigen die hier gewonnenen Befunde die sich auch schon aus den Ergebnissen anderer Studien (Dettmer 1995; Dettmer et al. 1997; 1998; Schütte et al. 1999) ergebende Forderung nach einer möglichst hohen Druckqualität der in die jeweiligen Prüfanweisungen integrierten Graphiken. Dieses eigentlich selbstverständliche Postulat scheint offenbar speziell bei der Gestaltung von Anweisungen im Bereich der Qualitätsprüfung nur wenig berücksichtigt zu werden, obschon in den meisten Betrieben moderne CAD-Systeme mit entsprechend hochauflösenden Druckern zur Verfügung stehen und die notwendigen technischen Voraussetzungen zur Herstellung von Druckerzeugnissen in angemessener Qualität damit gegeben sein dürften. Der den Prüfanweisungen zugemessene geringe Stellenwert läßt sich vermutlich darauf zurückführen, daß viele Unternehmen davon ausgehen, daß erfahrene Mitarbeiter die ihnen übertragenen Qualitätssicherungsaufgaben auch weitgehend ohne die auf den Prüfanweisungen gegebenen Informationen korrekt durchführen können. Wenn auch eine solche Annahme bei eingearbeiteten Kräften nicht unberechtigt erscheint, so trifft sie jedoch auf Aushilfen sowie an wechselnden

Arbeitsplätzen eingesetzte Mitarbeiter nicht zu. Unabhängig von derartigen Überlegungen ist jedoch grundsätzlich ein hoher Standard bei der Wiedergabe von zeichnerischen Darstellungen und Texten anzustreben, da nur so eine fehlerfreie und problemlose Aufnahme der dargebotenen Informationen überhaupt sicherzustellen ist.

Die zwischen den Probanden bestehenden Erfahrungsunterschiede wirken sich vor allem auf das Verständnis der in den Prüfanweisungen enthaltenen Texte aus, die - verglichen mit der studentischen Stichprobe - von der Gruppe der geübten Prüfer als deutlich leichter nachvollziehbar bewertet werden. Dieses zunächst wenig überraschende Ergebnis macht allerdings auch deutlich, daß die sowohl in der originalen als auch modifizierten Anweisung jeweils verwendeten Abbildungen die Verarbeitung der schriftlich gegebenen Instruktionen bei Ungeschulten nicht unterstützen. Hier läßt sich nicht ausschließen, daß auf technischen Zeichnungen basierende graphische Darstellungen für Personen ohne entsprechende Vorkenntnisse grundsätzlich zu abstrakt sind und somit anschaulichere Darstellungsformen wie etwa Explosionsbilder möglicherweise vorteilhafter wären.

Von der auf die wesentlichen Details des Prüfobjekts beschränkten vereinfachten Zeichnung profitieren ausschließlich die erfahrenen Prüfer, die insbesondere die hier gewählte Art der Kennzeichnung der Prüfmerkmale positiv bewerten. Dieses Resultat entspricht allgemein der sich aus Untersuchungen von im Wartungs- und Instandhaltungsbereich existierenden Arbeitsanleitungen ergebenden Empfehlung, in Instruktionen möglichst auf die wesentlichen Details reduzierte Zeichnungen zu verwenden (Patel et al. 1994). Für die Stichprobe der Unerfahrenen bietet die modifizierte Zeichnungsvariante - im Vergleich zur original Anweisung - dagegen keine Vorteile, was erneut darauf hinweist, daß für solche Personen wahrscheinlich möglichst konkrete Visualisierungen des Prüfobjekts hilfreicher sind. Insgesamt berechtigen die Ergebnisse zu der

Schlußfolgerung, daß die Bereitstellung von vereinfachten, nur die wichtigsten Einzelheiten des jeweiligen Prüfobjekts wiedergebenden Zeichnungen für erfahrene Prüfer die Aufnahme der graphisch präsentierten Information erleichtern kann. Allerdings läßt sich nicht davon ausgehen, daß nach solchen Vorgaben gestaltete Anweisungen auch für ungeübte Kräfte selbsterklärend, also ohne eine weitere Einweisung oder Schulung verstehbar sind. Zu untersuchen bleibt hier jedoch, ob stärker räumlich orientierte Abbildungen - wie etwa Explosionszeichnungen - insbesondere wenig erfahrenen Mitarbeitern eine weitgehend selbstständige Einarbeitung in die jeweilige Prüfaufgabe ermöglichen. In diesem Rahmen sollten die zum Beispiel der Konzeptionierung von Gebrauchsanweisungen zugrunde liegenden Kriterien mit berücksichtigt werden, da derartige Unterlagen insbesondere von technisch nicht vorgebildeten Personen ohne Hilfe nachvollziehbar sein müssen.

## 9 Literatur

- Bortz J (1993). Statistik für Sozialwissenschaftler. 4. Aufl. Berlin: Springer-Verlag.
- Bortz J, Lienert GA, Boehnke K (1990). Verteilungsfreie Methoden in der Biostatistik. Berlin: Springer-Verlag.
- Braun CF (1986). Die Organisation der Arbeit. In: Herold R (Hrsg.). Das Industrieunternehmen in Japan (S 107-119). Berlin: E. Schmidt.
- Chaney FB, Teel KS (1967). Improving inspector performance through training and visual aids. J Appl Psychol 51: 311-315.
- Cook FD, Campbell DT (1976). The design and conduct of quasi-experiments and true experiments in field settings. In: Dunette MD (Ed.). Handbook of industrial and organizational psychology (pp 223-326). Chicago, IL: Rand McNally.
- Cooley WW, Lohnes PR (1971). Multivariate data analysis. New York: Wiley & Sons.
- Cromme I (1990). Produzentenhaftung - Die gegenwärtige Rechtslage. Fortschrittll Betriebsführung/ Industr Eng 39: 16-20.
- Dettmer U (1995). Vergleich unterschiedlich gestalteter Qualitätsprüfanweisungen für die Fertigung eines Betriebs der Elektroindustrie. (Unveröffentlichte Diplomarbeit). Dortmund: Univ., Fachbereich Maschinenbau.
- Dettmer U, Schütte M, Klätte H, Laurig W (1997). Vergleich unterschiedlich gestalteter Prüfanweisungen für die Fertigung eines Betriebs der Elektroindustrie. Z Arbeitswiss 51: 156-163.
- Dettmer U, Schütte M, Laurig W, Klätte H (1998). Prüfanweisungen praxisnah gestalten. QZ, Qualität und Zuverlässigkeit 43: 1364-1368.
- DIN EN ISO 8402: 08.95. Qualitätsmanagement - Anmerkungen zu Begriffen. Berlin: Beuth-Verlag.
- DIN/ISO 9000: 05.90. Qualitätsmanagement- und Qualitätssicherungsnormen; Leitfaden zur Auswahl und Anwendung. Berlin: Beuth-Verlag.
- DIN/ISO 9001: 05.90. Qualitätssicherungssysteme; Modell zur Darlegung der Qualitätssicherung in Design/Entwicklung, Produktion, Montage und Kundendienst. Berlin: Beuth-Verlag.
- DIN/ISO 9002: 05.90. Qualitätssicherungssysteme; Modell zur Darlegung der Qualitätssicherung in Produktion und Montage. Berlin: Beuth-Verlag.
- DIN/ISO 9003: 05.90. Qualitätssicherungssysteme; Modell zur Darlegung der Qualitätssicherung bei der Endprüfung. Berlin: Beuth-Verlag.

- DIN/ISO 9004: 05.90. Qualitätsmanagement und Elemente eines Qualitätssicherungssystems - Leitfaden. Berlin: Beuth-Verlag.
- DIN 55350: 05.87 (Teil 11). Begriffe der Qualitätssicherung und Statistik, Grundbegriffe der Qualitätssicherung. Berlin: Beuth-Verlag.
- Grabert S, Kaminske GF, Malorny C, Michael H, Sander HD (1993). Qualitätsmanagementsysteme nach DIN/ISO 9000: Wo liegen die Schwierigkeiten? *QZ, Qualität und Zuverlässigkeit* 38: 269-274.
- Guilford JP (1954). *Psychometric methods*. 2<sup>nd</sup> ed. London: McGraw-Hill.
- Hansen W (1988). Selbstprüfung. In: Masing W (Hrsg.). *Handbuch der Qualitätssicherung*, 2. Aufl. (S 815-828). München: Hanser.
- Haug N, Martens B, Pudeg R (1993). Prozeßoptimierung durch Mitarbeiterbeteiligung - Beurteilung von KVP und Kaizen aus der Sicht eines Anwenders. *Fortschrittliche Betriebsführung/Industr Eng* 42: 148-153.
- Hillebrand V, Lindemann T (1997). QS-9000 und VDA 6.1: neue Forderungen an Unternehmen. *Mitteilungen aus dem Forschungsinstitut für Rationalisierung an der RWTH Aachen und dem Lehrstuhl und Institut für Arbeitswissenschaft der RWTH Aachen*, Heft 2: 6.
- Hirano H (1988). *Poka-Yoke: Improving product quality by preventing defects*. Cambridge, MA: Productivity Press.
- Imai M (1992). *Kaizen*. 6. Aufl. München: Langen Müller/Herbig.
- Inaba K (1989). Converting technical publications into maintenance performance aids. In: *Proceedings of the 2<sup>nd</sup> International Conference on Human Factors in Aging Aircraft* (pp 167-193). Falls Church, VA: Biotechnology Incorp.
- Ishikawa K (1985). *What is total quality control?* Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.
- Johnson RA, Wichern DW (1992). *Applied multivariate statistical analysis*. 3<sup>rd</sup> ed. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.
- Kirstein H (1988). Ständige Verbesserung als Schlüssel für Produktivität durch Qualität. *QZ, Qualität und Zuverlässigkeit* 33: 677-683.
- Klatte T (1995). *Menschliche Zuverlässigkeit bei visueller Qualitätsprüfung*. Düsseldorf: VDI-Verlag.
- Korn G, Schmitt H (1993). Auf dem Weg zum produktiven, qualitätsorientierten Unternehmen - Zertifizierung nach DIN/ISO 9000 als Startpunkt für kontinuierliche Verbesserung. *QZ, Qualität und Zuverlässigkeit* 38: 275-277.
- McDonnell JD (1968). Pilot rating techniques for the estimation and evaluation of handling qualities - AFFDL-TR-68-76. Ohio: Air Force Flight Dynamics Laboratory, Wright-Patterson Air Force Base.
- Nachreiner F, Müller GF, Ernst G (1987). Methoden zur Planung und Bewertung arbeitspsychologischer Interventionsmaßnahmen. In: Kleinbeck U, Rutenfranz J (Hrsg.). *Enzyklopädie der Psychologie. Wirtschafts-, Organisations- und Arbeitspsychologie. Arbeitspsychologie* (S 360-439). Göttingen: Hogrefe.
- Patel S, Drury CG, Lofgren J (1994). Design of workcards for aircraft inspection. *Appl Ergonomics* 25: 283-293.
- Pärsch JG (1991). Nachweis eines Qualitätssicherungssystems. *QZ, Qualität und Zuverlässigkeit* 36: 677-680.
- Pitrella FD (1989). A cognitive model of the internal rating process. Bericht Nr. 82 der Forschungsgesellschaft für angewandte Naturwissenschaften e.V. Wachtberg.

Pitrella FD, Käßler W-D (1988). Identification and evaluation of scale design principles in the development of the extended range, sequential judgement scale. Bericht Nr. 80 der Forschungsgesellschaft für angewandte Naturwissenschaften e.V. Wachtberg.

QS-9000 (1995). Chrysler, Ford, General Motors: QS-9000: Forderungen und Referenzhandbücher. Essex: Grays.

Rohmert W (1993). Formen menschlicher Arbeit. In: Rohmert W, Rutenfranz J (Hrsg.). Praktische Arbeitsphysiologie, 3. Aufl. (S 5-29). Stuttgart: Thieme.

Rohrmann B (1978). Empirische Studien zur Entwicklung von Antwortskalen für die Sozialwissenschaftliche Forschung. Z Sozialpsychol 9: 222-245.

Schmidt KH, Kleinbeck U (1994). Experimentelles und quasi-experimentelles Vorgehen in Feld und Labor. In: von Rosenstiel L, Hockel CM, Molt W (Hrsg.). Handbuch der Angewandten Psychologie: Grundlagen - Methoden - Praxis. Landsberg/ Lech: ecomed-Verlagsges.

Schütte M, Dettmer U, Klatt H, Laurig W (1999). Comparison of different layouts of inspection instructions for the production department of a company in the electro-industry. Int J Ind Ergonomics 23: 439-450.

Seibel H (1981). Selbstprüfung - Anmerkungen zur Vorbereitung und Einführung. Frankfurt am Main: Deutsche Gesellschaft für Qualität.

Shingo S (1986). Zero quality control: Source inspection and the Poka-Yoke system. Cambridge, MA: Productivity Press.

Sixtl F (1982). Meßmethoden der Psychologie. 2. Aufl. Weinheim: Beltz.

Stelz I (1980). Ein Verfahren zur Prüfung der Hypothese multivariater Normalverteilung. Psychol Beitr 22: 610-621.

Swander AJ, Vail RE (1992). Building procedures for repeatability and consistency in job performance. In: International Conference on Hazard Identification and Risk Analysis - Human factors and human reliability in process safety - Orlando, Florida (pp 339-352) New York: American Institute for Chemical Engineers.

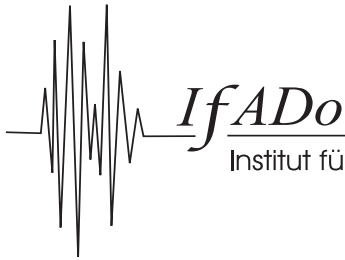
Thompson B (1990). MULTINOR: A FORTRAN program that assists in evaluating multivariate normality. Educ Psychol Meas 50: 845-848.

Tränkle U (1987). Auswirkung der Gestaltung der Antwortskala auf quantitative Urteile. Z Sozialpsychol 18: 88-99.

VDA 6.1 (1996). Qualitätsmanagement in der Automobilindustrie. QM-Systemaudit - Materielle Produkte. 3. Aufl. Frankfurt am Main: Verband der Automobilindustrie.

Wittig KJ (1991). Selbstprüfer im QS-System. QZ, Qualität und Zuverlässigkeit 36: 456-467.

Womack JP, Jones DT, Ross D (1992). Die zweite Revolution in der Automobilindustrie. 7. Aufl. Frankfurt am Main: Campus-Verlag.



*IfADo*

Institut für Arbeitsphysiologie an der Universität Dortmund



*WHO Collaborating Centre  
for Occupational Health*

**H.M. Bolt  
B. Griefahn  
H. Heuer  
W. Laurig  
(Hrsg.)**

# **Arbeitsphysiologie heute**

---

**Bd. 1 (1999)**

---

**Dortmund**

---

ISBN 3-00-004302-0

Als Manuskript gedruckt.

Alle Rechte vorbehalten.

© *IfADo*, Institut für Arbeitsphysiologie an der Universität Dortmund  
Ardeystr. 67, D-44139 Dortmund  
Tel.: 0231/1084-0  
Fax: 0231/1084-308

Druck: Koffler-Druck, Dortmund

Printed in Germany

---

## Vorwort

Mit der Umstrukturierung des Instituts für Arbeitsphysiologie an der Universität Dortmund (*IfADo*) zum 1.5.1997 erhielten die jährlichen Forschungsberichte und Forschungspläne eine neue Form. Die inhaltliche Berichterstattung über die *IfADo*-Projekte wird ab 1999/2000 in den Forschungsplan mit integriert. Hierdurch ergibt sich die Möglichkeit, die Berichterstattung des *IfADo* um Elemente zu erweitern, die sich besonders an Abnehmern der *IfADo*-Forschungsergebnisse orientieren.

Diskussionen über geeignete Formen einer solchen Präsentation wurden im Verlauf des Jahres 1998 im *IfADo* geführt und ergaben den Vorschlag der Publikation einer neuen jährlichen Institutsreihe. Diese möchte anhand wechselnder Beiträge aus dem Institut unterschiedliche Arten des Brückenschlages zwischen arbeitsphysiologischer Grundlagenforschung und der Praxis aufzeigen.

Der erste Band 1999 enthält aktuelle exemplarische Beiträge aus allen fachlichen Bereichen des *IfADo*. Die Institutsleitung des *IfADo* stellt den neuen Ansatz nun zur Diskussion und möchte diesen in den Folgejahren weiterentwickeln.

gez. Univ.-Prof. Dr. Dr. Hermann M. Bolt  
(Institutsdirektor des *IfADo* )