

**EUROPÄISCHE GEMEINSCHAFT FÜR KOHLE UND STAHL  
HOHE BEHÖRDE**

**GENERALDIREKTION  
ARBEITSFRAGEN, SANIERUNG UND UMSTELLUNG**

**Dok. Nr. 8086/65 d**

**GEMEINSCHAFTSFORSCHUNG „ARBEITSSICHERHEIT“  
IM EISENERZBERGBAU UND IN DER EISEN- UND STAHLINDUSTRIE**

(Resultat einer Gemeinschaftsforschung über die mutmasslichen Faktoren bei der Entstehung von Unfällen, die in den Jahren 1962 bis 1966 durchgeführt und von der Hohen Behörde gefördert wurde)

**UNTERSUCHUNG Nr 3 / 7**

**FORSCHUNG IN DER DEUTSCHEN EISEN-  
UND STAHLINDUSTRIE**

ausgearbeitet von **H. DÜKER**  
Institut für Psychologie  
Universität Marburg/Lahn

---

**Schriftenreihe Arbeitsphysiologie und Arbeitspsychologie  
Band Nr. 3, Heft 7**

**LUXEMBURG - 1967**

**EUROPÄISCHE GEMEINSCHAFT FÜR KOHLE UND STAHL  
HOHE BEHÖRDE**

**GENERALDIREKTION  
ARBEITSFRAGEN, SANIERUNG UND UMSTELLUNG**

**Dok. Nr. 8086/65 d**

**GEMEINSCHAFTSFORSCHUNG „ARBEITSSICHERHEIT“  
IM EISENERZBERGBAU UND IN DER EISEN- UND STAHLINDUSTRIE**

(Resultat einer Gemeinschaftsforschung über die mutmasslichen Faktoren bei der Entstehung von Unfällen, die in den Jahren 1962 bis 1966 durchgeführt und von der Hohen Behörde gefördert wurde)

**UNTERSUCHUNG Nr 3 / 7**

**FORSCHUNG IN DER DEUTSCHEN EISEN-  
UND STAHLINDUSTRIE**

ausgearbeitet von H. DÜKER  
Institut für Psychologie  
Universität Marburg/Lahn

---

Schriftenreihe Arbeitsphysiologie und Arbeitspsychologie  
Band Nr. 3, Heft 7

LUXEMBURG - 1967

In Anwendung der Artikel 3, 55 und 46 des Vertrages über die Gründung der EGKS, lässt die Hohe Behörde es sich angelegen sein, auf die Verbesserung der Lebens- und Arbeitsbedingungen hinzuwirken, die Forschungen über die Arbeitssicherheit zu fördern und die Verbreitung der wissenschaftlichen und praktischen Kenntnisse zu erleichtern.

In der Studienreihe "Arbeitsphysiologie und Arbeitspsychologie" werden theoretische und praktische Untersuchungen betreffend die Anwendungen der Humanwissenschaften auf die Untersuchung der Arbeit und die Arbeitsgestaltung veröffentlicht, um auf diese Weise zur Verringerung der Arbeitsbelastungen beizutragen, Fortschritte auf dem Gebiet der Risikoverhütung zu erleichtern und die Verbesserung der Arbeitsbedingungen im Bergbau und in der Eisen- und Stahlindustrie zu fördern.

Die in dieser Reihe veröffentlichten Informationen sind für die Fachkreise, die Wissenschaftler und die zuständigen Regierungsstellen der Gemeinschaft sowie ganz allgemein für alle jene bestimmt, die sich um Fortschritte auf dem Gebiet der Sicherheit, der Gesundheit und des menschlichen Wohlergehens bemühen.

In Kürze werden in der gleichen Studienreihe erscheinen:

- Nr. 1 : Die menschlichen Faktoren und die Arbeitssicherheit  
- Dokumentarische Studie -
- Nr. 2 : Die menschlichen Faktoren der Arbeitssicherheit im Bergbau und in der Eisen- und Stahlindustrie (Ergebnisse der von der Hohen Behörde geförderten Forschungen über die Arbeitssicherheit von 1961 bis 1964)

# I N H A L T S A N G A B E

	Seite
VORWORT .....	I - V
I EINFUEHRUNG :	1
Vorbemerkung zu den behandelten Fragestellungen .	1
Probleme bei der Verwendung von Unfallzahlen als Kriterium für die Arbeitssicherheit .....	2
II <u>UNTERSUCHUNGEN UEBER INDIVIDUELLE UNTERSCHIEDE</u> <u>HINSICHTLICH DER UNFALLGEFAEHRDUNG</u> .....	7
Wiederholungsuntersuchung mit ehemals erfolgreichen Testverfahren .....	10
Unfallhäufigkeit als ein unzulängliches Kriterium der persönlichkeitsbedingten Unfallneigung .....	11
Die Bestimmung der persönlichkeitsbedingten Unfall- neigung mit Hilfe eines neuen theoretischen Konzeptes .....	12
Zusammenfassende Schlussfolgerungen für die Praxis	20
III <u>UNTERSUCHUNG UEBER MERKMALE VON ARBEITSPLAETZEN IN</u> <u>IHRER BEZIEHUNG ZUR ARBEITSSICHERHEIT</u> .....	22
Zusammenfassende Schlussfolgerungen für die Praxis	40
IV <u>UNTERSUCHUNGEN UEBER DIE BEEINFLUSSBARKEIT DER</u> <u>ARBEITSSICHERHEIT DURCH PAEDAGOGISCHE MASSNAHMEN</u> ....	42
Verhaltensweisen statt Unfälle als Kriterien der Arbeitssicherheit .....	42
Die Aenderung von Verhaltensweisen durch Plakate ....	52
Gruppendiskussion als pädagogische Massnahme .....	56
Zusammenfassende Schlussfolgerungen für die Praxis ..	70
V <u>UNTERSUCHUNGEN UEBER DIE BEEINFLUSSBARKEIT DER</u> <u>ARBEITSSICHERHEIT DURCH AEUSSERE EINGRIFFE IN DEN</u> <u>HANDLUNGSABLAUF</u> .....	72
Auswirkungen von Handlungsunterbrechungen auf Lei- stungsmerkmale nachfolgender Tätigkeiten .....	75
Unterbrechungseffekte bei ablaufenden Handlungen ....	80
Zusammenfassende Schlussfolgerungen für die Praxis ..	100
VI <u>LITERATURVERZEICHNIS UND QUELLENANGABEN</u> .....	102

V O R W O R T

Die Tätigkeit der Hohen Behörde zur Förderung der Forschungen  
auf dem Gebiet der Unfallverhütung

Im Jahre 1957 leitete die Hohe Behörde eine Aktion zur Förderung der Forschungen auf dem Gebiet der Unfallverhütung ein. Dabei wurde vorgesehen:

"Erstens die Förderung von Forschungen zur Klärung der noch bestehenden Unklarheiten bei bestimmten menschlichen Faktoren, insbesondere über das Problem der Unfälle sowie das Problem der Anpassung an das Arbeitsmilieu und den Lebensbereich.

Zweitens die Förderung von technischen und sozialen Faktoren, die in das Gebiet der Betriebs- und Sozialpsychologie, sowie der Arbeitsorganisation fallen.

Schliesslich die Förderung von Versuchen zur Feststellung der praktischen Wirksamkeit von Schutzmassnahmen, insbesondere der Wirksamkeit der Mittel zur Aufklärung, Auswahl und Ausbildung des Personals."

Ein erstes Programm, das 1959 ausgearbeitet und von 1961 bis 1964 durchgeführt wurde, umfasste folgende Punkte:

- Förderung von psycho-soziologischen Untersuchungen über die Auswahl, die Ausbildung, die individuellen Schutzvorrichtungen, die psychologischen und soziologischen Bedingungen des Arbeitsmilieus

(Einzelforschungen des Rahmenprogramms)

- Förderung von (physiologischen, psychologischen und technischen) Grundlagenforschungen über Art, Ursachen und Umstände der Unfälle

(Gemeinschaftsforschung über die Faktoren, die bei der Unfallentstehung eine Rolle spielen; diese

Forschung soll als Grundlage für die weitere Ausrichtung der Forschungsprogramme auf dem Gebiet der Arbeitssicherheit dienen.)

Die in dieser Veröffentlichung zusammenfassend dargelegte Forschung gehört in den Rahmen dieser Gemeinschaftsforschung.

Ein zweites Programm, mit dem 1965 begonnen wurde und das sich über weitere fünf Jahre erstreckt, greift die Themen des ersten Programms wieder auf, die dabei jedoch noch eingehender erforscht werden sollen, und wobei noch weitere physische, psychologische oder organisationsbedingte Faktoren in die Untersuchung einbezogen werden.

Es umfasst:

- die Förderung von neuen Einzelforschungen, insbesondere über die physiologischen, psychologischen und soziologischen Aspekte der Arbeit, soweit diese den Menschen, die Organisation, die Ausrüstung oder das Arbeitsmilieu in Zusammenhang mit der Sicherheit betreffen;
- die Förderung von Grundlagenuntersuchungen und -forschungen;
- dokumentarische Studien, insbesondere über die durch die Zusammenarbeit der arbeitspsychologischen Abteilungen gebotenen Möglichkeiten.

#### Die Gemeinschaftsforschung über die Arbeitssicherheit

Unter Zugrundelegung der vom Forschungsausschuss "Menschliche Faktoren - Arbeitssicherheit" bei der Ausarbeitung des ersten Rahmenprogramms für die Forschungen abgegebenen Stellungnahmen und entsprechend einer Anregung des "Ausschusses der Produzenten und Arbeitnehmer für die Arbeitssicherheit und Arbeitsmedizin" arbeitete die Hohe Behörde mit Hilfe ihrer beratenden Ausschüsse den Entwurf für eine richtungweisende Gemeinschaftsforschung aus, die in den Unternehmen der Gemeinschaft durchgeführt wird (1).

---

(1) Dieser Entwurf ist Gegenstand des Dokumentes 1000/7/59 der Hohen Behörde, in welchem die allgemeinen Grundlinien der Forschung dargelegt sind. Das Schema ist in der Anlage zu den Synthesenberichten enthalten, von denen einer die Forschungen im Bergbau, der andere die Forschungen in der Eisen- und Stahlindustrie betrifft.

Dieser Entwurf wurde den Arbeitgeber- und Arbeitnehmerorganisationen des Bergbaus und der Eisen- und Stahlindustrie der Länder der Gemeinschaft zugeleitet, und diese nahmen daraufhin mit einzelstaatlichen Forschungsinstituten Fühlung auf. Auf Grund dieser Fühlungnahmen schlugen die Herren CESA-BIANCHI, DÜKER, FAVERGE, LEJEUNE, LEPLAT, MERTENS de WILMARS, RUTTEN und WINSEMIUS der Hohen Behörde ihre Mitarbeit an diesem Vorhaben vor.

Die Forschung wurde entsprechend den Methoden durchgeführt, die im Hinblick auf eine gemeinschaftliche Auswertung sämtlicher Arbeiten in gemeinsamem Einvernehmen ausgearbeitet worden waren. Verantwortlich für ihre Durchführung waren die wissenschaftlichen Forschungsstellen, mit denen Forschungsverträge abgeschlossen worden waren.

Dabei blieb der Forschung der Charakter einer auf 4 Kohlenbergwerke, 2 Eisenerzbergwerke und 5 Eisen- und Stahlbetriebe begrenzten Musteruntersuchung erhalten; sie bot Gelegenheit zu einer engen Zusammenarbeit zwischen den Forschern der verschiedenen Länder sowie zwischen den Forschern der Betriebe und den wissenschaftlichen Instituten angehörenden Forschern. Ihr Ziel war:

- in der Eisen- und Stahlindustrie sowie im Bergbau nach möglichst straffen und sicheren Methoden systematische Beobachtungen zusammenzutragen;
- diese Beobachtungen sodann auszuwerten, um für diese Industrien einige allgemeine Schlussfolgerungen zu erarbeiten und daraus praktische Folgerungen für die Förderung des Fortschritts auf dem Gebiet der Unfallverhütung abzuleiten.

Ein bedeutender Teil der Forschungen war der Festlegung von Arbeitsmethoden durch eine effektive Zusammenarbeit zwischen den Forschungsstellen der verschiedenen, an dem Vorhaben beteiligten Länder gewidmet.

## Die Forschung in der deutschen Eisen- und Stahlindustrie

Die deutsche Forschung wurde vor allem im Hüttenwerk Salzgitter AG angesetzt, einem Unternehmen mit einem Belegschaftsstand von annähernd 12.000 Beschäftigten. Zwischen der Marburger Forschergruppe und dem Hüttenwerk Salzgitter besteht seit langem ein besonders enger Kontakt, der eine reibungslose und ertragreiche Zusammenarbeit gewährleistet. Das Unternehmen ist hinsichtlich der Anwendung praktischer Arbeitssicherheitsmassnahmen besonders fortschrittlich und aktiv. Ueberdies fördert es wissenschaftliche Untersuchungen zur Hebung der Arbeitssicherheit in vorbildlicher Weise.

Ein weiterer Teil des deutschen Forschungsvorhabens wurde im Hüttenwerk Huckingen der Mannesmann AG, Duisburg-Wanheim, durchgeführt, wo wir ebenfalls grosses Entgegenkommen und tatkräftige Unterstützung fanden.

Die besonderen wissenschaftlichen Fragestellungen, die sich teilweise erst im Verlauf unserer Untersuchungen aus eigenen Befunden und denen der holländischen Forschergruppe entwickelten, wurden jeweils vorher mit der Direktion und dem unmittelbar beteiligten Führungspersonal durchgesprochen. Auf diese Weise kam es zu einem effektiven Zusammenwirken von Praktikern und Wissenschaftlern.

Einige Hemmnisse traten auf Seiten der Forschergruppe durch den Wechsel mehrerer Mitarbeiter auf. Andere Schwierigkeiten brachte die von vornherein beabsichtigte Vielfalt der Untersuchungsaspekte mit sich. Dabei ergab sich die Notwendigkeit, das ursprüngliche Konzept der Marburger Gruppe zu verlassen und auch Laborexperimente in die Forschungsarbeit einzubeziehen.

Die Marburger Forschergruppe dankt den Unternehmensleitungen des Hüttenwerks Salzgitter AG und der Hüttenwerke Huckingen der Mannesmann AG für die grosszügige Unterstützung und Hilfe bei der Durchführung der Untersuchungen. Besonderen Dank schulden die Forscher Herrn Hüttendirektor Jungbluth, Herrn Dr. Burkardt, dem Betriebspsychologen, und Herrn Marks, dem Hauptsicherheitsingenieur des Hüttenwerks Salzgitter AG, sowie Herrn Dipl.-Psych. Fischer, dem Betriebspsychologen der Mannesmann AG. Mit ihrer grossen Erfahrung und mit ihrer Tatkraft standen sie dem Forschungsteam beratend und unterstützend zur Seite. Nicht zuletzt sei aber auch dem Aufsichtspersonal, den Meistern und Vorarbeitern, und den Arbeitern gedankt, die durch verständnisvolle Haltung und Mitwirkung die Durchführung der Untersuchungen erst ermöglichten.

Die Veröffentlichung der Ergebnisse der Gemeinschaftsforschung

Der vorliegende Bericht gibt einen zusammenfassenden Ueberblick über die in der deutschen Eisen- und Stahlindustrie durchgeführten Arbeiten, die in einem internen Dokument - dem für die Hohe Behörde ausgearbeiteten und dieser unterbreiteten abschliessenden wissenschaftlichen Bericht - ausführlicher beschrieben wurden. Diese Veröffentlichung, von dem die Berufsorganisationen und das Unternehmen im vor hinein Kenntnis gehabt haben, stellt einen ersten Schritt in Rahmen der amtlichen Bekanntgabe der Ergebnisse dar; für die mitgeteilten Schlussfolgerungen sind nur die Autoren verantwortlich. Insgesamt sollen über die ganze Forschung 11 Einzelberichte unter den Nummern 3/1 bis 3/11 veröffentlicht werden, die von den verschiedenen beteiligten Forschergruppen erstellt und so gestaltet wurden, dass sie den Betrieben brauchbare Hinweise zu geben vermögen. Anschliessend werden zwei Syntheseberichte erscheinen, von denen der erste die Forschungen im Bergbau und der zweite die Forschungen in der Eisen- und Stahlindustrie zusammenfassend behandeln. Dies erklärt, warum die Zusammenfassungen der einzelnen Forschungen sich nur jeweils auf die innerhalb der Forschungsgruppe selbst entfalteteten Tätigkeiten beschränken und darin weder auf die Verbindungen zwischen den verschiedenen Forschungen, die zusammen die Gemeinschaftsforschung bilden, noch auf die in Zusammenhang mit anderen Gruppen durchgeführten Arbeiten eingegangen wird. Die gemeinschaftlichen Aspekte sind Gegenstand der erwähnten Syntheseberichte.

Anlässlich dieser Veröffentlichung spricht die Hohe Behörde allen - Forschern, Mitarbeitern, Personal, Berufsorganisationen - die zur Durchführung dieser Forschung beigetragen haben, ihren aufrichtigen Dank aus.

Dr. M. CONVENEVOLE

Direktor

Generaldirektion  
Arbeitsfragen, Sanierung und Umstellung

## I. EINFUEHRUNG

### Vorbemerkungen zu den behandelten Fragestellungen

Die hier geschilderten Untersuchungen befassen sich hauptsächlich mit jenen Faktoren der Arbeitssicherheit, die durch die Eigenart des menschlichen Verhaltens bestimmt sind. Sie wurden durchgeführt von den Mitgliedern eines Hochschulinstituts für experimentelle Psychologie, in dem vor allem Fragen der psychologischen Grundlagenforschung bearbeitet werden. Bei der Untersuchung zur Feststellung von Faktoren, die an der Entstehung eines Unfalls grundlegend beteiligt sind, standen demzufolge jene Einflußgrößen im Vordergrund des Interesses, die das menschliche Arbeitsverhalten allgemein, d.h. unabhängig von individuellen Unterschieden bestimmen.

Eine solche Betrachtungsweise hat den Vorteil, daß sie recht allgemeingültige Schlußfolgerungen ergeben kann. Praktisch erweist sie sich allerdings nur bedingt durchführbar, insbesondere dann, wenn sie allein auf Beobachtungen des Betriebsgeschehens aufbauen soll. Einmal ist es, wie weiter unten gezeigt wird, durch die Natur der Unfälle bedingt, daß diese sich nur selten in überzeugender Weise mit Merkmalen des Verhaltens in Beziehung setzen lassen. Zum anderen ist es schwierig, die interessierenden Verhaltensmerkmale selbst während des Betriebsgeschehens in der notwendigen Weise zu isolieren und einer Beobachtung zugänglich zu machen. Aus diesem Grunde erwies es sich als zweckmäßig, teilweise auf Laborexperimente zurückzugehen. Wie später gezeigt wird, gelang es dadurch, einige Faktoren zu isolieren, die in den Diskussionen über Maßnahmen zur Hebung der Arbeitssicherheit bisher kaum beachtet wurden, deren Bedeutung in dieser Beziehung aber beachtenswert erscheint, weil sie grundsätzliche Probleme der Arbeitsplatzgestaltung betreffen.

Den Ausgangspunkt der Untersuchungen bildeten allerdings in jedem Falle Beobachtungen von betrieblichen Gegebenheiten. Nur ein kleiner Teil dieser Beobachtungen wurde durch die Forschergruppe selbst zusammengetragen.

Der weitaus größere Teil wurde in Zusammenarbeit mit den Betrieben erstellt oder von diesen in selbstloser Weise zur Verfügung gestellt. Ermöglicht wurden die Untersuchungen vor allem durch die Unterstützung des Hüttenwerks Salzgitter AG. Zwischen diesem Unternehmen der Eisen- und Stahlindustrie mit einem Belegschaftsstand von annähernd 12.000 Beschäftigten und dem Hochschulinstitut bestand seit längerer Zeit ein enger Kontakt in bezug auf arbeitspsychologische Fragestellungen. Dieser Kontakt kam dem Anlaufen und der Durchführung der Untersuchungen zugute. Dabei erwies es sich im nachhinein als besonderer Vorteil, daß das Werk seit längerer Zeit besonders sorgfältige Erhebungen der Unfallentwicklung durchgeführt hatte und der Anwendung praktischer Arbeitssicherheitsmaßnahmen besonders aufgeschlossen gegenüberstand.

Ein weiterer Teil der Untersuchungen wurde durch das Entgegenkommen des Hüttenwerkes Huckingen der Mannesmann AG, Duisburg-Wanheim, ermöglicht.

In dieser Darstellung sind nur jene Untersuchungen berücksichtigt worden, deren Ergebnisse unmittelbare Schlußfolgerungen im Sinne der oben genannten allgemeinen Fragestellung zulassen. Auf die Schilderung von Untersuchungen, die vorwiegend auf eine Klärung betrieblicher Gegebenheiten abzielten oder die Vorfragen rein methodischer Natur behandelten, mußte aus Platzgründen, und um den Zusammenhang der Gesamtdarstellung zu wahren, weitgehend verzichtet werden.

#### Probleme bei der Verwendung von Unfallzahlen als Kriterium der Arbeitssicherheit

Nur ein meßbarer Ausdruck für das, was unter Arbeitssicherheit verstanden werden soll, erlaubt es, die Wirksamkeit und die praktische Bedeutung möglicher Einflußgrößen abzuschätzen. In der betrieblichen Praxis, bei der Gesetzgebung und bei versicherungsrechtlichen Fragen werden Unfallquoten als Kriterium für den Stand der Arbeitssicherheit verwendet. Für die Untersuchung von Faktoren der Arbeitssicherheit erscheint

die Verwendung von Unfallzahlen als Bezugsgrösse allerdings aus mehreren Gründen als eine problematische Verfahrensweise.

1. Was als Unfall zu gelten hat und wer einen Unfall erlitten hat, wird oft unterschiedlich festgelegt. So gelten in Betrieben meist Schadensereignisse mit Verletzungsfolgen als Unfälle, im Strassenverkehr dagegen auch Schadensereignisse ohne Personenschaden. Unterschiedlichkeiten ergeben sich auch durch die zeitliche Dauer des verletzungsbedingten Arbeitsausfalles. Meldepflichtig ist in der Eisen- und Stahlindustrie der Bundesrepublik nur der Unfall, der zu einem Arbeitsausfall von mehr als drei Tagen führt. Kürzere Arbeitsausfälle durch Verletzungen werden manchmal als sogenannte Bagatelle-Unfälle erfasst, manchmal nicht. Wichtig, besonders hinsichtlich der oft angenommenen individuellen Unfallgefährdung, ist auch die Person, der der Unfall zugerechnet wird. Im Strassenverkehr ist es die Person, die sich nach der Rechtsprechung schuldhaft verhalten hat, im Betrieb zumeist jede Person, die geschädigt wurde.

2. Unfälle sind schwierig zu registrieren. Die eben aufgezeigten Unterschiede in der Unfalldefinition führen zu direkten Unterschieden bei der Registrierung der Unfallzahlen und bedingen dadurch u.U. eine Unvergleichbarkeit von Unfallstatistiken. Ein weiteres Problem bei der Registrierung ergibt sich dadurch, dass Unfälle selten direkt beobachtet werden können und es z.T. von den Beteiligten abhängt, ob sie überhaupt bekannt werden. Je nach Art und Organisation des Unfallmeldesystems ist mit einer grösseren oder geringeren Dunkelziffer zu rechnen. BARKER (1958) berichtet, dass Belegschaftsmitglieder, die häufig wegen berufsfremder Krankheiten in ärztlicher Behandlung standen, häufiger wegen tätigkeitsbedingter Verletzungen zum Arzt gingen als Belegschaftsmitglieder, die auch sonst selten einen Arzt in Anspruch nahmen.

Ist es schon schwierig, eine Unfallstatistik zu erstellen, die allein hinsichtlich der Häufigkeit der Unfallereignisse den Tatsachen entspricht, so mehren sich die Probleme, wenn es darum geht, den Hergang des Unfallgeschehens wahrheitsgetreu zu erfassen. Die Unfallereignisse selbst sind nur mit Hilfe beteiligter Personen zu beschreiben. Durch mangelhafte Beobachtungs-

gelegenheit, bedingt durch die Schnelligkeit, mit der sich das Unfallereignis zuträgt, und mögliche arbeitsrechtliche und versicherungsrechtliche Nachteile für den beteiligten Personenkreis werden die Zeugenaussagen oft in unerwünschter Weise beeinflusst. Unter diesem Gesichtspunkt wird die Unfallstatistik besonders dann ein ungeeignetes Kriterium für die Untersuchung der Faktoren der Arbeitssicherheit sein, wenn es darum geht, den Einfluss menschlicher Verhaltensweisen abzuschätzen.

3. Unfälle sind seltene Ereignisse. Sie sind bezogen auf die Zahl der Personen und der Tätigkeitswiederholungen zahlenmässig gering, so gering, dass Vorrichtungen zur direkten Beobachtung und Registrierung auf jeden Fall zu aufwendig sind, so dass relativ grosse Personengruppen bzw. grosse Zeitintervalle erfasst werden müssen, damit eine Unfallzahl zusammenkommt, die den methodischen Anforderungen einer statistischen Analyse nach den möglichen Einflussgrössen gerecht wird. Selbst in grossen Industrierwerken ist es schwierig, genügend grosse Personengruppen zu finden, deren Mitglieder vergleichbare Tätigkeiten verrichten. Mehrjährig unveränderte Arbeitsplätze sind ebenso selten anzutreffen. Die Möglichkeit, nur kleinere Gruppen, dafür aber über längere Zeiträume zu beobachten, ist demzufolge auch kaum gegeben.

4. Die Untersuchung von Faktoren der Arbeitssicherheit ist stets mit dem Ziel verbunden, zukünftig noch bessere Sicherheitsvorkehrungen treffen zu können. In überzeugender Weise ist dies Ziel erst dann erreicht, wenn die Wirksamkeit der Vorkehrungen praktisch demonstriert werden kann. Beobachtete Beziehungen zwischen den Kennwerten einer Unfallstatistik und den Merkmalen der Arbeitsorganisation, der Arbeitsplätze oder der persönlichen Eigenarten der Belegschaftsmitglieder besitzen nur einen mutmasslichen Vorhersagewert in bezug auf die Einflussgrössen der Arbeitssicherheit. Bestehen zum Beispiel zwischen einer Gruppe mit hoher Unfallzahl und einer Gruppe mit geringer Unfallzahl Unterschiede in bezug auf die gegenseitige Information der Gruppenmitglieder über den Arbeitsablauf, so ist diese Beobach-

tung noch kein Nachweis dafür, eine wichtige Einflussgrösse der Arbeitssicherheit festgestellt zu haben. Unterschiede im Informationsfluss wirken sich vielleicht überhaupt nicht auf die Unfallzahlen aus oder sind gar erst die Folgen mangelnder Arbeitssicherheit. Durch die Seltenheit, mit der Unfälle auftreten, ist die Ueberprüfung des Vorhersagewertes möglicher Einflussgrössen der Arbeitssicherheit sehr erschwert.

5. Die schon mehrfach erwähnte relative Seltenheit von Unfallereignissen legt nahe, dass zur Auslösung des Unfallgeschehens ein einzelner Faktor oder ein einzelnes Merkmal der Arbeitsbedingungen eine zwar notwendige aber noch keine hinreichende Voraussetzung ist. Mathematisch formale Betrachtungen und inhaltliche Analysen von Unfallstatistiken unterstützen die Annahme, dass der Unfall das Resultat seltener, d.h. gleichsam zufälliger Merkmalskonstellationen ist. Das bedeutet, ein für die Auslösung des Unfalls notwendiger Faktor mag dauernd vorhanden sein, z.B. die Missachtung der Vorschrift, brennbare Oele in einem Gefäss nicht mit offener Flamme zu erhitzen. Es wird so lange zu keinem Unfall, d.h. Verletzungen durch explosive Verbrennungen, kommen, wie zusätzliche Bedingungen für das Zustandekommen dieses Ereignisses fehlen. Zu diesen Bedingungen könnten gehören: mangelnder Abzug entstehender Oeldämpfe, ungeschickte Handhabung des Brenners, Oelspuren an der Aussenseite des Gefässes, aber auch die Anwesenheit und das Verhalten von Personen während des Ereignisses. In vielen Fällen kann ein Unfall nur durch das zufällige, zeitliche Zusammentreffen verschiedener Bedingungen erklärt werden. Jede dieser Bedingungen ist im Sinne der Arbeitssicherheit als unzureichend zu kennzeichnen und erhöht das allgemeine Unfallrisiko des Arbeitsplatzes. In der Unfallstatistik werden diese Bedingungen allerdings viel seltener auftreten, als es den praktischen Gegebenheiten entspricht. Sie werden demzufolge, isoliert betrachtet, auch keinen engen Zusammenhang mit den Unfallhäufigkeiten zeigen.

Wenn es darum geht, jene Faktoren zu erforschen, die an der Entstehung eines Unfalles grundlegend beteiligt sind, so ist es zwar notwendig, Unfallstatistiken oder die Schilderung von Unfallhergängen zum Ausgangspunkt für die Entwicklung von Arbeitshypothesen zu wählen. Aus den eben genannten Gründen scheint es von vornherein aber sehr fraglich zu sein, einen auch nur einigermaßen zutreffenden Ueberblick über die Zahl der möglichen Faktoren, ihre Entstehung und Wirkweise zu erhalten, wenn Unfälle als einziges Bezugskriterium gewählt werden. Das wird auch durch die Ergebnisse der in den beiden folgenden Kapiteln II und III geschilderten Untersuchungen deutlich.

## II. UNTERSUCHUNGEN UEBER INDIVIDUELLE UNTERSCHIEDE HINSICHTLICH DER UNFALLGEFAEHRDUNG

Als Unfälle werden gewisse plötzlich und unvorhergesehen auftretende Ereignisse bezeichnet, bei denen durch freigesetzte physikalische Kräfte Verletzungen entstehen. Die technische Vervollkommnung der Lebensbedingungen, die zunehmende Verwendung körperfremder Energien zur Bewältigung von Arbeitsleistungen hat die Häufigkeit dieser Ereignisse stark ansteigen lassen. Gleichzeitig haben sich die Bemühungen um ihre planmässige und wirkungsvolle Verhütung verstärkt. Dabei hat sich gezeigt, dass die naheliegende Massnahme, die Einwirkungsmöglichkeit physikalischer Kräfte auf den Körper durch technische Vorrichtungen auszuschalten, nicht immer bis zur letzten Konsequenz angewendet werden kann. Nur unvollkommen bleibt sie dort, wo Individuen selbst als Energieträger auftreten, z.B. beim Autofahren. Nicht ausreichend ist sie auch dann, wenn die Möglichkeit gegeben ist, Sicherheitsvorkehrungen zu umgehen. In beiden Fällen bestimmt zuletzt der Mensch selbst durch sein Verhalten das Gefahrenmoment, bzw. das Unfallrisiko.

Ein Teil der Unfallverhütungsmassnahmen zielt demzufolge darauf ab, diesen Sachverhalt bewusst zu machen. Durch Aufklärung und Vorschriften wird versucht, den Einzelnen zu einer für sich und seine Mitmenschen gefahrlosen Handlungsweise zu veranlassen. Wenn sich auch hierdurch gewisse Erfolge erzielen lassen, so hat doch immer wieder die Beobachtung zu denken gegeben, dass unter offenbar gleichen äusseren Bedingungen individuelle Unterschiede in der Unfallhäufigkeit auftreten. Diese Beobachtung hat zu der Vermutung Anlass gegeben, dass sich Personen auf Grund bestimmter Eigenarten hinsichtlich ihrer Unfallgefährdung voneinander unterscheiden. Neben bestimmten körperlichen Merkmalen hat man dabei immer wieder sein Augenmerk auf bestimmte Persönlichkeitseigenschaften gerichtet. Unter der Annahme, dass es so etwas wie eine

persönlichkeitsbedingte Unfallneigung gibt, hat man eine wirksame und notwendige Methode der Unfallverhütung darin gesehen, Personen, die nicht über "geeignete" Voraussetzungen verfügen, von der Ausübung gefährlicher Tätigkeiten auszuschliessen.

Die Berechtigung dieser Annahme hängt weitgehend davon ab, dass zwischen dem Ausprägungsgrad gewisser Persönlichkeitsmerkmale und der Unfallzahl Zusammenhänge aufgewiesen werden können.

Der Erforschung solcher Zusammenhänge sind schon viele Untersuchungen gewidmet worden (vgl. Mc FARLAND, MOORE und WARREN 1955, MITTENECKER 1962). Die dabei erzielten Ergebnisse erwiesen sich fast ausnahmslos als wenig überzeugend. Die gefundenen Zusammenhänge zwischen kontrollierten Persönlichkeitsmerkmalen und Unfallzahlen zeigten eine grosse Abhängigkeit von der Art des Arbeitsplatzes und der Art der untersuchten Personengruppe. Mit anderen Worten: Es ergaben sich kaum Anhaltspunkte dafür, dass es Persönlichkeitsmerkmale gibt, die unabhängig von äusseren Arbeitsbedingungen einen Beitrag zur individuellen Unfallhäufigkeit leisten.

Die im folgenden geschilderte Untersuchung bemühte sich, zu einer Klärung dieses Problems beizutragen. Es sollte insbesondere der Frage nachgegangen werden, ob es mit Hilfe von Testverfahren möglich ist, eine Vorhersage über eine mögliche Unfallgefährdung zu machen.

Das Vorgehen bei der Untersuchung wurde weitgehend durch das Ergebnis einer genauen Analyse der bisher veröffentlichten Arbeiten über Zusammenhänge zwischen Persönlichkeitsmerkmalen und Unfallhäufigkeit bestimmt. Diese Analyse hatte folgendes Resultat erbracht:

1. Fast jedes durch einen Test erfassbare Persönlichkeitsmerkmal ist schon einmal auf seinen Zusammenhang mit der individuellen Unfallhäufigkeit untersucht worden.

2. Die gefundenen Zusammenhänge waren nicht eindeutig. Entweder waren sie sehr gering, oder sie liessen sich bei Wiederholungsuntersuchungen nicht wiederfinden.
3. Bei einem grossen Teil der Untersuchungen konnten Bedenken methodischer Art geltend gemacht werden.
4. Allen Untersuchungen lag dasselbe methodische Konzept zugrunde. Es wurde stets davon ausgegangen, dass zwischen einem Persönlichkeitsmerkmal und der Unfallhäufigkeit ein direkter Zusammenhang besteht, z.B. dass die persönliche Unfallgefährdung eines Kraftfahrers mit abnehmenden Sehleistungen stetig zunimmt.
5. Bei vielen Untersuchungen erwiesen sich die individuellen Unfallhäufigkeiten im nachhinein zumeist als ein ungeeignetes Kriterium, d.h. die individuellen Unterschiede waren zeitlich nicht konstant. Sehr oft wurde, wie schon weiter oben erwähnt, nahegelegt, dass die Seltenheit des Unfallereignisses oder der Einfluss äusserer Gefährdungsfaktoren dazu führen können, dass sich individuelle Unterschiede in der Unfallhäufigkeit als Artefakte ergeben.

Die Literaturanalyse liess drei Arbeitshypothesen sinnvoll erscheinen:

- Hypothese 1: Diejenigen Arbeiten, in denen ein Zusammenhang zwischen Unfallhäufigkeit und Testergebnissen gefunden wurde, haben tatsächliche Beziehungen erfasst. Dass diese Beziehungen bei Wiederholungsuntersuchungen nicht wiedergefunden werden konnten, ist auf methodische Mängel zurückzuführen.
- Hypothese 2: Die bisherigen Arbeiten blieben erfolglos, weil die Unfallhäufigkeit als ein unzulängliches Kriterium für die Unfallneigung anzusehen ist.
- Hypothese 3: Die bisherigen Arbeiten blieben erfolglos, weil ihnen ein unzulängliches theoretisches Konzept zugrunde lag.

Es wurde versucht, der Stichhaltigkeit dieser Hypothesen in eigenen Untersuchungen weiter nachzugehen.

#### Wiederholungsuntersuchung mit ehemals erfolgreichen Testverfahren

An einer Stichprobe von 98 Betriebsschlossern des Hüttenwerkes Salzgitter wurde der Zusammenhang von 11 psychologischen Prüfverfahren mit der Unfallhäufigkeit überprüft. Es handelte sich dabei um solche Verfahren, die in gleicher oder ähnlicher Form bei früheren Untersuchungen bereits einmal eine bedeutsame Korrelation mit der Unfallhäufigkeit gezeigt hatten: ein sprachfreier Intelligenztest, eine Aufgabe zur Prüfung des technischen Verständnisses, ein Konzentrationstest, zwei Aufgaben zur Erfassung der motorischen Koordinationsfähigkeit, 6 Persönlichkeitsfragebogen.

Bei der Auswahl der Versuchspersonen war darauf geachtet worden, dass es sich um Werksangehörige handelte, die innerhalb der vorangegangenen 4 Jahre an gleichartigen und hinsichtlich ihres allgemeinen Unfallrisikos vergleichbaren Arbeitsplätzen beschäftigt waren. Die individuellen Unterschiede in der Unfallhäufigkeit waren für den Beobachtungszeitraum in Abweichung von anderen Untersuchungen relativ sehr konstant. So korrelierte die Unfallhäufigkeit der ersten beiden Jahre mit der Unfallhäufigkeit der beiden folgenden Jahre zu ungefähr  $r = 0,6$ . Obwohl das Kriterium in diesem Falle als stabil angesehen werden musste, fand sich jedoch in keinem Falle ein bedeutsamer Zusammenhang zwischen einem der Testverfahren und der Unfallhäufigkeit. Sämtliche Korrelationskoeffizienten lagen unterhalb von  $r = 0,15$ .

Diese Untersuchung konnte also die Hypothese 1 nicht bestätigen. Die Beobachtung, dass einmal gefundene Beziehungen zwischen Testverfahren und Unfallhäufigkeit nicht wiedergefunden

werden konnten, liess sich nicht durch methodische Mängel erklären. Der Einwand blieb bestehen, dass einmal gefundene Zusammenhänge zwischen Testergebnissen und Unfallzahlen reine Zufallsprodukte als Folge der Vielzahl der Untersuchungen sind.

#### Unfallhäufigkeit als ein unzulängliches Kriterium der persönlichkeitsbedingten Unfallneigung

Die zweite Hypothese besagte, dass eine persönlichkeitsbedingte Unfallneigung bisher nicht eindeutig nachgewiesen werden konnte, weil die Unfallzahlen ein ungeeignetes Kriterium darstellten. Bei einer Verbesserung des Kriteriums müsste sich demzufolge der Nachweis von der Existenz individueller Unterschiede in bezug auf die Unfallgefährdung erbringen lassen. Diese Annahme führte zu dem Bemühen, einen anderen sinnvollen Indikator der Arbeitssicherheit zu finden. Es wurde versucht, durch eingehende Arbeitsplatzanalysen jene Verhaltensweisen zu finden, die das Unfallrisiko objektiv erhöhen, um daran anschliessend feststellen zu können, ob hinsichtlich dieser Verhaltensweisen zwischen Personen Unterschiede bestehen.

Es gelang anhand der Unfallberichte noch relativ eindeutig, allgemeine Unfallrisiken der einzelnen Arbeitsvorgänge an verschiedenen Arbeitsplätzen (Zurichterei, Torstahlverwindemaschinen, Drahtstrasse) zu bestimmen und die dafür verantwortlichen Verhaltensweisen zu finden. Die Erfassung von interindividuellen Unterschieden hinsichtlich dieser Verhaltensweisen brachte aber eine Reihe von technischen Schwierigkeiten, die eingehender im vierten Kapitel dieser Arbeit behandelt werden. Vorweggenommen sei hier, dass es mit Hilfe apparativer Registriereinrichtungen bisher nur gelang, Unterschiede in der Arbeitssicherheit bei Personengruppen in einigermaßen zuverlässiger Weise festzustellen. Zur Erfassung von individuellen Unterschieden erwiesen sich die Vorrichtungen dagegen noch nicht als geeignet.

Die Bestimmung der persönlichkeitsbedingten Unfallneigung mit Hilfe eines neuen theoretischen Konzeptes

Die dritte der oben geschilderten Hypothesen gründete sich auf die Behauptung, dass die bisher verfolgten methodischen Ansätze zur Erfassung einer persönlichkeitsbedingten Unfallgefährdung vor allem deshalb erfolglos waren, weil sie ausschliesslich von der Erwartung eines unmittelbaren, direkten Zusammenhangs zwischen Persönlichkeitsmerkmal und Unfallhäufigkeit ausgingen.

Der Möglichkeit, dass eine Eigenschaft, die das Unfallrisiko erhöht, durch eine andere Eigenschaft gleichsam kompensiert werden könnte, wurde bisher keine Beachtung geschenkt. Aus der Alltagserfahrung wissen wir allerdings, dass jede Person sich in einem gewissen Ausmass auf Unzulänglichkeiten in ihrem Verhalten einstellt, d.h. bestrebt ist, Gefahrenmomenten, die durch mangelnde Leistungsfähigkeit bedingt sind, Rechnung zu tragen. So wird jeder Autofahrer bei plötzlicher Sichtbehinderung durch Nebel oder eine beschlagene Windschutzscheibe die Geschwindigkeit seines Wagens reduzieren. Es ist von vornherein nicht von der Hand zu weisen, dass auch verschiedene Persönlichkeitsmerkmale sich in bezug auf die Unfallhäufigkeit gegenseitig beeinflussen können. So vermutet COHEN (1960, S. 145), dass z.B. im Strassenverkehr nicht der Grad der Fahrerschicklichkeit des Fahrers der ausschlaggebende Faktor für die Unfallhäufigkeit sei, sondern das Verhältnis von Fahrerschicklichkeit zu der Meinung vom eigenen Können. COHEN meint, dass es ratsam sei, auch einem ausserordentlich geschickten Fahrer mit Vorsicht gegenüberzutreten, dann nämlich, wenn er davon überzeugt ist, dass er noch geschickter fährt als den Tatsachen entspricht.

Im vorliegenden Falle wurde der Zusammenhang der Persönlichkeitsmerkmale "Leistungsbereitschaft" und "Risikobereitschaft" in bezug auf die Unfallhäufigkeit näher untersucht. Das Untersuchungsmaterial entstammte der zur Ueberprüfung der ersten Hypothese vorgenommenen Untersuchung von 98 Betriebschlossern.

Sowohl das Merkmal "Leistungsbereitschaft" als auch das Merkmal "Risikobereitschaft" waren mit Hilfe von Fragebogen erfasst worden.

Der Fragebogen zur Erfassung der Leistungsbereitschaft verlangte die Stellungnahme zu 41 Behauptungen, die sich auf das eigene Leistungsverhalten beziehen mit besonderer Berücksichtigung des Strebens nach Erfolg und Ansehen, der Beharrlichkeit und Ausdauer beim Lösen schwieriger Aufgaben und des Verlangens nach Distanz zur eigenen Leistung. Das Verfahren zur Erfassung der Risikobereitschaft verlangte z.T. Stellungnahmen zu riskanten Verhaltensalternativen, etwa in der Art: "Würden Sie sich zutrauen, über eine 1,5 m breite und 10 m tiefe Felsspalte zu springen?". Zum anderen hatten die Versuchspersonen aus einer Eigenschaftswörterliste jene Wörter anzustreichen, die ihrer Meinung nach ihrer Wesensart am besten entsprachen. Die Wörter der Eigenschaftswörterliste charakterisierten entweder vorsichtiges oder unvorsichtiges Verhalten.

Ein Vergleich der beiden Merkmale Leistungsbereitschaft und Risikobereitschaft untereinander und mit der Unfallhäufigkeit zeigte folgendes:

1. Die Ausprägungsgrade der beiden Persönlichkeitsmerkmale sind intraindividuell voneinander unabhängig. Ein hoher oder ein niedriger Punktwert in dem einen Fragebogen entsprach bei ein und derselben Person nicht einem hohen oder einem niedrigen Punktwert in dem anderen Fragebogen.

2. Beide Persönlichkeitsmerkmale zeigen, einzeln betrachtet, keine Beziehung zur Unfallhäufigkeit. Die Korrelation zwischen dem Fragebogen zur Erfassung der Leistungsbereitschaft

und der Unfallhäufigkeit ergab ein  $r = 0,02$ , die Korrelation zwischen dem Verfahren zur Erfassung der Risikobereitschaft und der Unfallhäufigkeit ein  $r = 0,08$ .

3. Werden die beiden Untersuchungsverfahren dagegen aufeinander bezogen, lassen sich Beziehungen zu den Kriteriumswerten nachweisen, wie aus der nachstehend aufgeführten Tabelle 1 ersichtlich ist. In der Tabelle ist eine Vier-Gruppen-Aufteilung der Schlosser wiedergegeben. Anhand der Fragebogenergebnisse wurden die Versuchspersonen einmal danach unterteilt, ob sie einen überdurchschnittlichen oder unterdurchschnittlichen Punktwert in bezug auf die Leistungsbereitschaft erreicht hatten. Ebenso wurde die Gesamtgruppe nach überdurchschnittlicher oder unterdurchschnittlicher Risikobereitschaft eingeteilt. Mit Hilfe dieser Aufteilungen war es möglich, die untersuchten Versuchspersonen nach vier Gruppen zu klassifizieren: Gruppe I umfasste die unterdurchschnittlich risikobereiten und gleichzeitig unterdurchschnittlich leistungsbereiten Personen, Gruppe II die unterdurchschnittlich risikobereiten, aber überdurchschnittlich leistungsbereiten, die Gruppe III die überdurchschnittlich risikobereiten, dabei unterdurchschnittlich leistungsbereiten und Gruppe IV die überdurchschnittlich risikobereiten und ebenso leistungsbereiten Versuchspersonen. Für jede dieser Gruppen ist in der Tabelle die durchschnittliche Unfallzahl aus den vorhergehenden vier Jahren aufgeführt.

Tabelle 1: Durchschnittliche Unfallzahlen von 4 Schlossergruppen mit unterschiedlicher Risiko- und Leistungsbereitschaft

Leistungs- bereitschaft	Risiko- bereitschaft	Gruppe	mittlere Unfallzahl
niedrig	niedrig	I (N=22)	1,4
	hoch	III(N=24)	3,0
hoch	niedrig	II(N=27)	2,2
	hoch	IV(N=25)	2,0

Nach der Tabelle hat die Gruppe I in 4 Jahren die geringste Anzahl von Unfällen erlitten, die Gruppe III dagegen die meisten Unfälle gehabt. Der Unterschied zwischen den beiden Gruppen ist statistisch gesichert. Bei Personen mit hoher Leistungsbereitschaft lässt sich dagegen mit steigender Risikobereitschaft kein Ansteigen der Unfallhäufigkeit feststellen. Es zeigt sich eher eine gegenläufige Tendenz. Die Art des Zusammenhangs zwischen den beiden betrachteten Persönlichkeitsmerkmalen hinsichtlich der Unfallhäufigkeit schien die Vermutung zu bestätigen, dass sie von komplexerer Natur ist, als bisher gemeinhin angenommen wurde.

Die gefundenen Unterschiede waren allerdings verhältnismässig gering. Es wurde deshalb eine Versuchswiederholung an 149 Betriebselektrikern des gleichen Hüttenwerkes vorgenommen. Es handelte sich dabei um Personen, die gegenüber den vorher untersuchten Schlossern bedeutend jünger waren, und deren Tätigkeit allgemein einem geringeren äusseren Unfallrisiko unterlag. D.h., die individuellen Unfallhäufigkeiten schwankten fast ausschliesslich nur zwischen 0 und 1 Unfall in 4 Jahren. Es schien daher zweckmässig zu sein, bei einem Gruppenvergleich nicht, wie in der vorhergehenden Untersuchung, die mittlere Unfallzahl zu betrachten, sondern das Verhältnis von Personen, die unfallfrei geblieben waren, zu solchen, die in dem Beobachtungszeitraum einen oder mehrere Unfälle erlitten hatten. Die folgende Tabelle 2 zeigt das Ergebnis dieser Wiederholungsuntersuchung.

Tabelle 2: Anzahl von verunfallten und unfallfrei gebliebenen Personen in 4 Elektrikergruppen mit unterschiedlicher Risiko- und Leistungsbereitschaft

Leistungs- bereitschaft	Risiko- bereitschaft	Gruppe	ohne Unfall	mit Unfall
niedrig	niedrig	I	18	17
	hoch	III	16	21
hoch	niedrig	II	11	29
	hoch	IV	18	19

Die Unterschiede in dem Verhältnis von Personen ohne zu solchen mit Unfällen zwischen den Gruppen entsprechen dem Augenschein nach den Mittelwertsunterschieden bei der Schlosseraufteilung. In der Gruppe I, in der bei der ersten Untersuchung die durchschnittliche Unfallhäufigkeit niedriger war als in den Gruppen II und III, zeigt sich bei den Elektrikern auch ein relativ grösserer Anteil an unfallfrei gebliebenen Personen. Noch deutlicher als bei den Schlossern zeigt sich, dass auch die in Gruppe IV einzuordnenden Personen insgesamt eine geringere Unfallneigung aufweisen als diejenigen der Gruppen II und III.

Die statistische Ueberprüfung ergab, dass sowohl der Unterschied zwischen der Gruppe I und der Gruppe II als auch der Unterschied zwischen der Gruppe II und der Gruppe IV als bedeutsam zu interpretieren ist. Werden die beiden Gruppen (Gruppe I und IV), in denen bei der Schlosseruntersuchung die durchschnittlich geringste Unfallhäufigkeit beobachtet wurde, zusammengefasst und die Anteile der Personen ohne bzw. mit Unfällen mit den entsprechenden Häufigkeiten in den beiden anderen Gruppen verglichen, so ergibt sich, dass die Ungleichheiten zwischen diesen Doppelgruppen ebenfalls als überzufällig anzusehen sind. Danach sind Personen, die sich entweder als unterdurchschnittlich leistungsbereit und unterdurchschnittlich risikobereit oder als überdurchschnittlich leistungsbereit und überdurchschnittlich risikobereit eingestuft haben, insgesamt häufiger unfallfrei geblieben als Personen, die die beiden anderen Merkmalskombinationen zeigten.

Obwohl sich die Elektriker, was das Alter und das allgemeine Unfallrisiko des Arbeitsplatzes anbelangt, von der zuerst untersuchten Stichprobe unterschieden, finden sich also im wesentlichen die gleichen Beziehungen zwischen Persönlichkeitsmerkmalen und individueller Unfallhäufigkeit. Danach scheint bei unterdurchschnittlich leistungsbereiten Personen die Unfallneigung mit steigender Risikobereitschaft zuzunehmen, während

bei überdurchschnittlich leistungsbereiten Personen die Unfallneigung mit steigender Risikobereitschaft eher abnimmt. Insgesamt legte die Wiederholungsuntersuchung nahe, dass mit Hilfe der Fragebogen auf das Arbeitssicherheitsverhalten wirksame Eigenschaften erfasst wurden.

Die Ergebnisse der beiden zuletzt geschilderten Untersuchungen von Betriebsschlossern und Betriebselektrikern sprechen dafür, dass die betrachteten Fragebogen als Bestimmungsgrössen der persönlichen Unfallgefährdung allgemeiner Art Verwendung finden könnten. Grundsätzlich erscheint es möglich, bei Entscheidungen über den Arbeitseinsatz durch Berücksichtigung der Fragebogenergebnisse einen positiven Beitrag zur Unfallverhütung zu leisten. Es erhebt sich allerdings die Frage, ob die Wirksamkeit der sich hier anbietenden Verfahrensweise eine praktische Anwendung bereits rechtfertigt.

Würde die durch die Schlosseruntersuchung nahegelegte Klassifikationsmöglichkeit z.B. bei dem Arbeitseinsatz der Betriebselektriker berücksichtigt worden sein, d.h. wären jene Personen, die den beiden "Unfälligergruppen" (Gruppe II, III) zuzuordnen waren, nicht eingestellt bzw. anderweitig beschäftigt worden, so wäre damit zu rechnen gewesen, dass sich in dem vierjährigen Beobachtungszeitraum weniger Elektrikerunfälle in den Betrieben ereignet hätten. Die Berechnung auf Grund der ja im Nachhinein erhobenen Daten würde als Prognose eine Senkung der Unfallhäufigkeit von 14 % versprechen. Diese Überlegung am Einzelfall ist aber für die praktische Wirksamkeit des Verfahrens von geringer Bedeutung, da sie keinerlei Aussagen über die Zufälligkeit der Prognose gestattet. Dass aber verhältnismässig grosse Unsicherheiten in der Vorhersagbarkeit der persönlichen Unfallgefährdung in Kauf genommen werden müssen, zeigt sich schon in den relativ geringen Unterschieden zwischen den Gruppen.

Wird unter Berücksichtigung der formalen Beziehung zwischen Fragebogenmerkmalen und Unfallhäufigkeit auf operationalem Wege ein gewichteter "optimaler" Gesamttestpunktwert erstellt, z.B. nach der Methode der multiplen Oberflächenregression (SAUNDERS, 1956), so ergibt sich erwartungsgemäss nur ein Vorhersagekoeffizient bescheidener Grössenordnung. Während dieser Koeffizient bei idealen Verhältnissen die Grössenordnung von  $R = 1,00$  erreicht, ergibt sich für die Schlosserstichprobe lediglich ein Wert von  $R = 0,23$ .

TAYLOR und RUSSEL (1939) konnten zeigen, dass eine Berücksichtigung von Verfahren mit derart niedrigen Vorhersagekoeffizienten bei der Personalauslese nur vertretbar bzw. von gewisser Wirksamkeit ist, wenn eine starke Siebung der Bewerber vorgenommen werden kann und/oder die Anforderungen die durchschnittliche Leistungsfähigkeit der gesamten Belegschaft nicht zu sehr übersteigen. Sie erstellten Tabellen, die die Beurteilung der Wirksamkeit von Ausleseprogrammen gestatten, unter Berücksichtigung des Prozentsatzes der Belegschaftsmitglieder, der sich ohne Auslese bewährt (natürliche Bewährungsquote). Die Anwendbarkeit der Tafeln ist allerdings nur dann gegeben, wenn sich die Kriteriumswerte normal verteilen. Diese Voraussetzung trifft für Unfälle als Kriteriumswerte nicht zu. Unfallhäufigkeiten zeigen fast ausnahmslos eine sehr schiefe Verteilungsform vom Typ einer negativen Binomialverteilung. Personen mit geringen Unfallzahlen sind sehr viel häufiger als Personen mit drei und mehr Unfällen. DRÖSLER (1963) fand bei einer Umtabellierung der TAYLOR-RUSSEL-TAFELN nach den in der Unfallforschung gegebenen Kriteriumsverhältnissen, dass bedeutend höhere Vorhersagekoeffizienten der Ausleseverfahren erforderlich sind, um bei gleicher Auslesequote eine normal verteilten Kriterien-z.B. Produktionsleistungen-entsprechende Wirksamkeit zu erzielen. Ein Beispiel dafür gibt die Abb. 1.

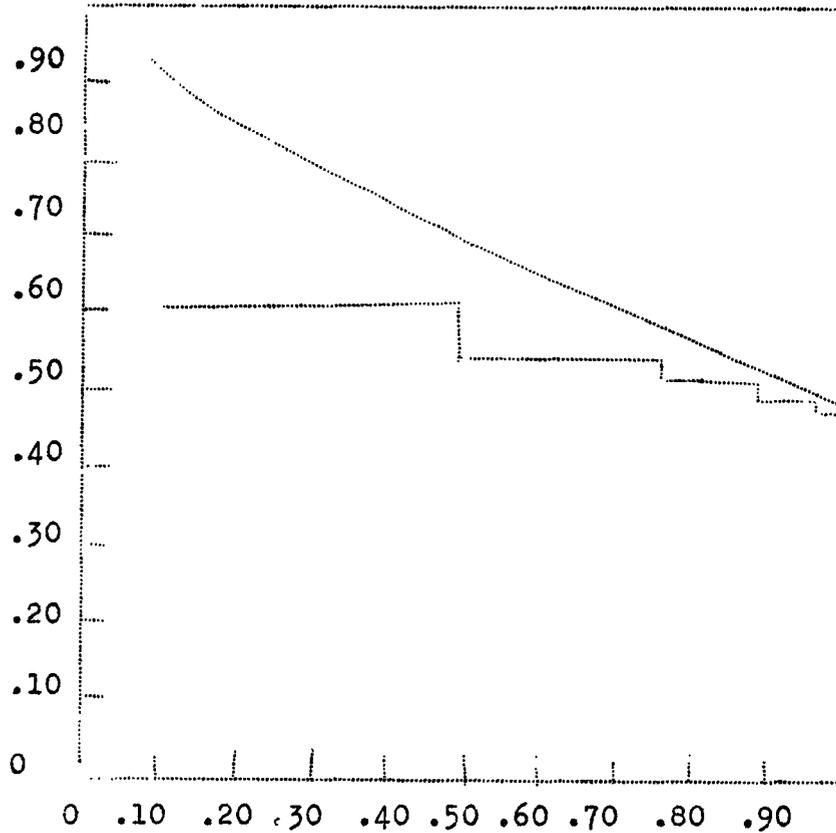


Abb. 1: Diagramm zur Beurteilung der Vorhersagewirksamkeit von Personalauslese. Abszisse: Einstellungsquote; Ordinate: Bewährungsquote. Durchgezogene Kurve nach TAYLOR und RUSSEL, Treppenlinie für die Voraussage von individuellen Unfallhäufigkeiten berechnet, bei einem Vorhersagekoeffizienten von  $r = 0,6$  und einer natürlichen Bewährungsquote von 47 %.(Nach DRÖSLER 1963).

In dieser Abbildung entspricht die natürliche Bewährungsquote etwa den bei der Elektrikerstichprobe vorgefundenen Verhältnissen. Der Vorhersagekoeffizient des Ausleseverfahrens ist als erheblich höher angenommen. Es wird deutlich, dass gegenüber einem normal verteilten Kriterium erstens mehr Leute ausgeschlossen werden müssten, um den gleichen Anstieg in der Bewährungsquote zu erzielen, zweitens die Bewährungsquote nicht beliebig gesteigert werden kann.

Es dürfte also auf jeden Fall notwendig sein, die Vorhersagewirksamkeit der hier diskutierten Verfahrensweise zu erhöhen, bevor eine praktische Anwendung gegeben ist. Einem entsprechenden Bemühen setzt die mangelnde Zuverlässigkeit der Unfallzahlen, die Schwierigkeit und die Unzulänglichkeit ihrer Erfassung eine Grenze. In den weiteren Untersuchungen wurden deshalb jene Faktoren der Arbeitssicherheit stärker berücksichtigt, die erfahrungsgemäss nicht so stark von individuellen Unterschieden beeinflusst werden. Zu diesen Faktoren gehören unter anderem die äusseren Arbeitsbedingungen. In dem folgenden Kapitel wird eine Untersuchung beschrieben, die Anhaltspunkte über die Beziehung zwischen diesen äusseren Merkmalen und der Unfallhäufigkeit am Arbeitsplatz erbringen sollte.

#### Zusammenfassende Schlussfolgerungen für die Praxis

Mit dem Hinweis auf die bereits zum Ausdruck gebrachten Einschränkungen könnten die Schlussfolgerungen für die Praxis, die sich aus den Untersuchungen über individuelle Unterschiede hinsichtlich der Unfallgefährdung ergeben, wie folgt formuliert werden:

1. Die Eigenart der Person stellt einen der Faktoren der Arbeitssicherheit dar. Die bisher wissenschaftlich nicht eindeutig zu belegende Erwartung wird bestätigt, dass sich Personen hinsichtlich der Unfallgefährdung voneinander unterscheiden, und zwar unabhängig von ihrem Lebensalter, der Art ihrer Tätigkeit und dem allgemeinen Unfallrisiko des Arbeitsplatzes.
2. Mit Hilfe einer ökonomischen Fragebogenmethode gelingt es in überzufälliger Weise, Personen nach Gruppen zu unterteilen, die sich in bezug auf die Unfallhäufigkeit unterscheiden.
3. Die Wirksamkeit dieser Verfahrensweise im Rahmen der Personalauslese ist allerdings verhältnismässig gering. Sie ist bisher nur dann gegeben, wenn über eine grosse Bewerberzahl entschieden werden soll.
4. Es wird darüber hinaus deutlich gemacht, dass mit Hilfe der Personalauslese allein, auch wenn bessere Verfahren vorliegen, eine Senkung der Unfallziffern nur in beschränktem Umfange möglich ist.

### III. UNTERSUCHUNG UEBER MERKMALE VON ARBEITSPLAETZEN IN IHRER BEZIEHUNG ZUR ARBEITSSICHERHEIT

Ausgangspunkt dieser Untersuchung bildete die Frage, ob und in welchem Ausmass Merkmale von Arbeitsplätzen der Stahlindustrie mit der Unfallhäufigkeit zusammenhängen. Ziel der Untersuchung war es, zu Arbeitshypothesen zu kommen über die Art jener Merkmale, die eine besonders enge Beziehung zum Unfallgeschehen aufweisen, und über ihre Bedeutung als zeitlich überdauernde Einflussgrössen.

Diese Fragestellung liess es als wünschenswert erscheinen, möglichst viele Merkmale von möglichst vielen Arbeitsplätzen zu berücksichtigen. Im Hüttenwerk Salzgitter, wo die Daten erhoben werden sollten, werden über 2.000 Arbeitsplätze unterschieden, die durchschnittlich mit 4 bis 5 Belegschaftsmitgliedern besetzt sind.

Eine quantitative Erfassung der Bedingungen dieser Arbeitsplätze mit Hilfe physikalischer und physiologischer Messmethoden kam nicht in Frage. Einmal sind solche Verfahren, die für eine vergleichende Tätigkeitsanalyse geeignet sind, bisher nur in beschränkter Zahl und nur für einige wenige Merkmale entwickelt und erprobt worden. Zum anderen erfordern sie einen grossen zeitlichen und apparativen Aufwand. Aus diesen Gründen musste auf sie bei der Datenerhebung weitgehend verzichtet werden.

Als ein ökonomischeres Verfahren zur quantitativen Erfassung der Arbeitsbedingungen bot sich die Beurteilung der Arbeitsplätze durch Fachleute an. Ein Vorteil dieser Methode für die Datenerfassung rein praktischer Art war dadurch gegeben, dass das Hüttenwerk seit längerer Zeit bei der sogenannten analytischen Arbeitsbewertung von EULER und STEVENS (1956) zum Zwecke der Lohnfindung davon Gebrauch machte. Neben geschulten Beobachtern standen deshalb für jeden Arbeitsplatz bereits eine Reihe vergleichbarer Beurteilungsdaten zur Verfügung.

Um die angestrebte Datenanalyse in einem überblickbaren Rahmen zu halten, wurden bei der Datenerhebung nicht alle Arbeitsplätze des Werkes, sondern nur eine repräsentative Stichprobe derselben berücksichtigt. Im Werk werden ungefähr 130 "Betriebssteile" unterschieden. Diesen wurde eine Zufallsstichprobe von 37 entnommen. Von den Arbeitsplätzen dieser Betriebssteile wurden je nach Arbeitsplatzhäufigkeit zwischen 15 und 40 % ausgelost. Es verblieben 203 Arbeitsplätze. Ihre Kennzeichnung ist im Anhang dargestellt. Von diesen 203 Arbeitsplätzen wurden neben Merkmalen, die aus der analytischen Arbeitsbewertung stammen, einige weitere erfasst, bei welchen nach der Erfahrung die Annahme gerechtfertigt erscheint, dass sie für das Eintreten von Unfällen bedeutsam sind.

Darüber hinaus wurden für jeden Arbeitsplatz als Kriterium für die Arbeitssicherheit 4 verschiedene Masse der Unfallbelastung mit Hilfe der vorhandenen Unfallstatistik erstellt. Als Unfälle galten diejenigen Ereignisse innerhalb des Betriebsgeschehens, die zu einer Verletzung führten, welche wenigstens zu einem einmaligen Eingreifen eines Sanitäters führten. Wegeunfälle wurden nicht berücksichtigt.

Die Art der bei der Datenerhebung berücksichtigten Merkmale geht aus der folgenden Aufstellung hervor.

#### Merkmale der Tätigkeit

##### Merkmal 1: Fachkenntnisse

Gemeint sind die aus der Berufsausbildung und -erfahrung stammenden Kenntnisse, die zur Durchführung der Arbeit an dem betreffenden Arbeitsplatz benötigt werden. Als Schätzgrösse gilt die Länge der Ausbildungszeit, wobei jedoch Berufserfahrung berücksichtigt wird. Die letztere wird auf Grund der zu einwandfreier Arbeit notwendigen Einarbeitungszeit nach Abschluss der Berufsausbildung abgeschätzt.

**Merkmal 2: Berufliche Geschicklichkeit**

Bei der Bewertung dieses Merkmals wird die für die betreffende Arbeit nötige Handfertigkeit und körperliche Geschicklichkeit berücksichtigt. Die Urteile werden im wesentlichen aus der Art und dem Schwierigkeitsgrad der zu leistenden Arbeit gewonnen.

**Merkmal 3: Verantwortung für Betriebsmittel und Erzeugnis**

Nach EULER und STEVENS (1956) ist die "in der Arbeit liegende - und vom Arbeiter beeinflussbare - Wahrscheinlichkeit" gemeint, "Schäden an dem den Arbeitern anvertrauten Betriebs- und Produktionsmittel oder eine Minderung der Güte des Erzeugnisses zu verursachen". Bei der Gewinnung des Einstufungswertes wird der Grad der Selbständigkeit des Arbeiters, durch Güteminderung Schaden oder Verlust zu verursachen, bewertet.

**Merkmal 4: Verantwortung für die Sicherheit anderer**

Es soll erfasst werden, in welchem Masse die Sicherheit, die Gesundheit und das Leben anderer von dem Verantwortungsbewusstsein des Arbeiters abhängen. Bei der Urteilsbildung soll die Möglichkeit, andere zu gefährden, die Wahrscheinlichkeit und Schwere der Unfälle, die zur Vermeidung von Unfallgefährdung anderer notwendige Aufmerksamkeit und die Zahl der im Wirkungsbereich des Arbeitsplatzangehörigen Arbeitenden berücksichtigt werden.

**Merkmal 5: Verantwortung für den Arbeitsverlauf**

Hier ist der Grad der Einflussnahme auf den Produktionsfluss und der Umfang des Einflussbereiches auf reibungsloses und verlustfreies Zusammenwirken der Arbeitskräfte gemeint. Hohe Beurteilungswerte erreichen hier Arbeitsplätze, deren Tätigkeit den vorhergehenden oder den nachfolgenden Arbeitsplatz stark beeinflussen.

**Merkmal 6: Körperliche Beanspruchung**

Hier sollen die Anforderungen an Muskelkraft und körperliche Ausdauer berücksichtigt werden. Bei der Bewertung soll sowohl der Höhe als auch der Art und Dauer der Beanspruchung Beachtung geschenkt werden.

**Merkmal 7: Arbeitsvermögen**

Zum Unterschied von dem eben beschriebenen Merkmal spielen hier konstitutionelle Voraussetzungen hinsichtlich des körperlichen Leistungsvermögens eines Angehörigen des betreffenden Arbeitsplatzes eine Rolle. Die Bewertung soll sich auf die Höchstleistungsanforderungen ohne Rücksicht auf die Dauer der Beanspruchung pro Schicht stützen.

**Merkmal 8: Aufmerksamkeit, psychische Belastung**

Gemeint ist das Ausmass an geistiger Anspannung während der Tätigkeit. Das Merkmal wird durch eine Anzahl von Beispielen beschrieben.

**Merkmal 9: Geistige Beanspruchung**

Hier soll der Grad des zur Verrichtung der Tätigkeit nötigen selbständigen Einsatzes intellektueller Fähigkeiten bewertet werden. Zum Unterschied von dem Merkmal 1 ist abzuschätzen, inwieweit das Finden neuer Lösungen bei der Bewältigung der Tätigkeit eine Rolle spielt.

**Merkmal 10: Temperatur**

Bewertet wird die von Strahlungshitze und/oder von Raumtemperatur hervorgerufene Arbeiterschwerms, unabhängig von jahreszeitlichen Temperaturschwankungen.

**Merkmal 11: Wasser, Säure**

Gemeint ist die durch Arbeit in Wasser und/oder mit Säure bedingte Arbeiterschwerms unter Berücksichtigung der durch Schutzkleidung oder Schutzgeräte verursachten Belästigung.

Merkmal 12: Staub

Beurteilt wird Art, Dauer und Intensität der Arbeiterschwernis durch Staubeinwirkung.

Merkmal 13: Schmutz

Gemeint ist die Einwirkung von Ölen, Fetten, Farben, Aschen, Russ u.a. auf Arbeitskleidung und Körper.

Merkmal 14: Gase, Dämpfe, Feuchtigkeit

Es sollen der Grad und die Dauer der Erschwernis ausgedrückt werden, welche durch übernormale Luftfeuchtigkeit oder durch die schleimhautreizende Einwirkung von Gasen bedingt ist.

Merkmal 15: Lärm, Erschütterungen

Die Beurteilungen sollen auf Grund des Grades der durch Lärm bedingten Verständigungsschwierigkeiten und/oder der Beschwerden gefällt werden, die durch Vibration oder anderweitig bedingter Erschütterungen entstehen. Dabei soll die Dauer der Einwirkung berücksichtigt werden.

Merkmal 16: Blendung, Lichtmangel

Es wird die Belastung der Augen durch zu grelles Licht wie auch durch zu schwache Beleuchtung bewertet.

Merkmal 17: Erkältungsgefahr

Gemeint ist die Wahrscheinlichkeit, sich infolge von Arbeiten an Orten wechselnder Temperatur zu erkälten. Bewertet werden die Temperaturunterschiede während der Tätigkeit.

Merkmal 18: Unfallgefährdung

Nach EULER und STEVENS ist jene Gefährdung gemeint, die trotz gewissenhafter Durchführung und Beachtung von Sicherheitsvorschriften gegeben ist. Die innerbetriebliche Unfallstatistik soll hier zwar berücksichtigt werden, aber nicht ausschliesslich entscheidend sein. Bewertet wird die Wahrscheinlichkeit,

einen Unfall zu erleiden, wobei die zu erwartende Schwere einer möglichen Verletzung berücksichtigt werden soll.

**Merkmal 19: Aufsichtsführende Tätigkeit**

Dieses Merkmal wird nur bei Vorarbeitern berücksichtigt. Sein Ausprägungsgrad ist bestimmt durch die Anzahl der Beaufsichtigten und durch den Wert der zu beaufsichtigenden Arbeit.

**Merkmal 20: Wichtigkeit für die Produktion**

Es ist abzuschätzen, wie bedeutsam ein Ausfall aller Angehörigen des betreffenden Arbeitsplatzes, einschliesslich vorgesehener Vertreter, für den Betrieb wäre.

**Merkmal 21: Wechselhaftigkeit der Beleuchtung**

Gemeint ist die Häufigkeit und Stärke, mit der das Auge wechselnden Beleuchtungsverhältnissen sich neu anpassen muss.

**Merkmal 22: Wechselhaftigkeit des Lärms**

Zu schätzen ist der Umfang des Lärmpegels, dem das Belegschaftsmitglied am Arbeitsplatz ausgesetzt ist.

**Merkmal 23: Monotonie der Tätigkeit**

Gemeint ist die Häufigkeit, mit der Handgriffe, Vorrichtungen usw. während der Tätigkeit wechseln, wobei die Verschiedenartigkeit der äusseren Situationen berücksichtigt werden soll.

**Merkmal 24: Auslastungsfaktor**

Zu beurteilen ist der Zeitraum, der für Tätigkeiten bleibt, die nicht mit der Arbeit zusammenhängen, wie z.B. Unterhaltung oder die Möglichkeit, sich vom Arbeitsplatz zu entfernen.

**Merkmal 25: Wahrscheinlichkeit des Eintretens unvorhergesehener Situationen**

Bewertet werden soll die Häufigkeit des Eintretens unvorhergesehener Situationen ohne Rücksicht darauf, ob von dem Angehörigen des Arbeitsplatzes besondere Reaktionen erfolgen müssen oder nicht.

**Merkmal 26: Zahl der sozialen Kontakte**

Bewertet werden soll die Häufigkeit von Kontaktaufnahmen zwischen Belegschaftsmitgliedern, wobei nicht nur die Verständigung durch Worte, sondern auch durch Zeichen als Kontaktaufnahme gilt.

#### Die Kriterien der Arbeitssicherheit

**Merkmal 27: Unfallgefährdungsindex 1962 und 1963**

Die Zahl der Unfälle in den Jahren 1962 und 1963 des jeweiligen Arbeitsplatzes wurde durch die Anzahl der Angehörigen des betreffenden Arbeitsplatzes dividiert.

**Merkmal 28: Unfallschwereindex**

Die Zahl der an einem Arbeitsplatz durch Unfälle verursachten Arbeitsausfalltage wurde durch die Zahl der Unfälle dividiert. Eine Schwierigkeit bei der Erstellung dieses Quotienten kann entstehen, wenn sich auf einem Arbeitsplatz in dem Beobachtungszeitraum kein Unfall zugetragen hat. Der dann entstehende Bruch 0/0 hat keinen bestimmten Wert. In solchen Fällen wurden die arithmetischen Mittelwerte von Ausfalltagen und Unfallzahlen der übrigen Arbeitsplätze benutzt, unter der Annahme, dass auf diese Weise der kleinste Fehler entsteht.

**Merkmal 29: Unfallgefährdungsindex 1962**

Merkmal 30: Unfallgefährdungsindex 1963

Die Werte für die beiden letzten Merkmale wurden auf die gleiche Weise gewonnen, wie bei dem Merkmal 27. Sie beziehen sich jedoch nur auf ein Jahr, somit auf die erste bzw. die zweite Hälfte des Beobachtungszeitraumes.

Bis auf die fünf letzten Merkmale, die sogenannten Kriteriumsvariablen, waren alle anderen, wie bereits angedeutet, durch die Beurteilung von Fachleuten definiert. Es war damit zu rechnen, dass durch diesen sehr indirekten Zugang zu den Merkmalen, nämlich durch die Beurteilung, Verfälschungen der eigentlichen Merkmalausprägung in Kauf genommen werden mussten. Als mögliche Fehlerquellen für eine unangemessene Beurteilung kommen u.a. ungenaue Kenntnis des Beurteilungsgegenstandes und eine unterschiedliche Auslegung dessen, was beurteilt werden soll, in Frage. Die zuerst genannte Fehlerquelle, Unkenntnis des Beurteilungsgegenstandes, dürfte sich bei der Datenerhebung nur wenig ausgewirkt haben, da diese ausnahmslos durch Betriebsangehörige durchgeführt wurde, die als Sachverständige für Arbeitsplatzbewertung, Arbeitsplatzgestaltung und Arbeitsplatzsicherheit sich durch mehrjährige Praxis eine umfangreiche Kenntnis der zu beurteilenden Arbeitsplätze angeeignet hatten. Die Beurteiler hatten darüber hinaus selbst an der Entwicklung und Erprobung von Beurteilungsmethoden zum Zwecke der Lohnfindung mitgewirkt. Es war demzufolge zu erwarten, dass auch die zweite Fehlerquelle für eine unangemessene Beschreibung der zu beurteilenden Merkmale weitgehend ausgeschaltet werden konnte, nämlich eine unterschiedliche Auffassung von dem Beurteilungsgegenstand. Die Merkmale 1 - 19 waren, wie erwähnt, mit Hilfe der analytischen Arbeitsbewertung nach EULER und STEVENS bereits quantitativ erfasst worden. Die innerbetriebliche Einstufung war durch ein Team von betriebszugehörigen Refa-Ingenieuren in mehrjähriger Arbeit erstellt worden. Sie beruht darauf, dass der Arbeitsplatz hinsichtlich des zu beurteilenden Merkmals einer Reihe von

Tätigkeiten zugeordnet werden muss, die allgemein bekannt sind und das Merkmal in unterschiedlichem Ausprägungsgrad zeigen. Je nachdem, welchen durch die Beispiele gekennzeichneten Ausprägungsstufen des Merkmals der Arbeitsplatz zugeordnet wird, wird eine besondere Punkt- oder Wertzahl vergeben, die als quantitativer Ausdruck der Merkmalsausprägung des zu bewertenden Arbeitsplatzes gilt.

Die Merkmale 20 bis 26 wurden erst im Rahmen dieser Untersuchung, und zwar in einer von der analytischen Arbeitsbewertung etwas abweichenden Weise gewonnen. Zur Beurteilung der Merkmalsausprägung wurden den Beurteilern eine sogenannte Richtrangreihe von Tätigkeitsbeispielen vorgelegt. Der eine Pol dieser Richtrangreihe wurde durch eine Tätigkeit gekennzeichnet, die den geringsten Ausprägungsgrad des zu beurteilenden Merkmals darstellt, der andere Pol durch eine Tätigkeit, die den höchsten Ausprägungsgrad des Beurteilungsgegenstandes beschreibt. Die dazwischen liegenden Beispiele charakterisieren unterschiedliche Ausprägungsgrade. Als Richtrangreihe für die Abschätzung des Auslastungsfaktors dienten z.B. folgende Tätigkeiten: Pförtner im Wasserkwerk - Ofenhallenkranführer Hochofen - Flämmer Walzwerk I - Reparaturschlosser und Elektriker - Stripperkranführer - Steuermann Blockstrasse. Die Richtrangreihen waren so gewählt, dass, wie das eben angeführte Beispiel schon anzeigt, eine 6-stufige Skala entstand, deren Mittelbereich dem durchschnittlichen Ausprägungsgrad eines Merkmales aller zur Beurteilung anstehender Arbeitsplätze entsprach. Eine Quantifizierung der abgegebenen Einstufungen wurde dadurch vorgenommen, dass die Nummer der gewählten Skalenstufe als zahlenmässiger Ausdruck des vorhandenen Ausprägungsgrades definiert wurde.

Wichtig in bezug auf die Fragestellung der Untersuchung war es zu überprüfen, inwieweit es mit Hilfe der Beurteilung gelungen war, tatsächlich weitgehend unabhängige Merkmale des Betriebsgeschehens zu erfassen. Es ist eine Erfahrungstatsache,

dass Beurteiler sich oft massgeblich an einem oder zumindestens doch sehr wenigen, ihnen besonders wesentlich erscheinenden Gesichtspunkten orientieren, wenn es darum geht, Unterscheidungen zu treffen. Aus diesem Grunde wurden die beurteilten Merkmale der Arbeitsbedingungen nicht nur mit den Kriterien der Arbeitssicherheit, sondern auch untereinander in Beziehung gesetzt, d.h. interkorreliert. Mit Hilfe einer mathematischen Operation, nämlich der Faktorenanalyse, wurde sodann untersucht, inwieweit es den Beurteilern gelungen war, in übereinstimmender Weise verschiedene Gesichtspunkte oder Dimensionen der Arbeitsplatzbedingungen zu kennzeichnen.

Die Tabelle 3 zeigt das Ergebnis der nach der Hauptachsenmethode durchgeführten Faktorenanalyse. Dargestellt ist die nach dem Varimax-Kriterium rotierte Faktorenmatrix. Der Uebersichtlichkeit halber sind nur jene Merkmale aufgeführt, die zumindest auf einem der extrahierten Faktoren eine hohe Ladung aufweisen. Aus dem gleichen Grund sind innerhalb der Faktoren nur die besonders kennzeichnenden, also die höchsten Ladungen, berücksichtigt worden.

Die Faktorenanalyse ergab demnach 7 Faktoren oder Merkmalsdimensionen, die (nach der Höhe der Kommunalitäten zu urteilen) ausreichen, um die beurteilten Merkmale formal hinreichend gut zu kennzeichnen.

In bezug auf den 1. Faktor zeigen die ersten acht der in der Tabelle dargestellten Merkmale hohe Faktorenladungen und damit auch ein relativ grosses Ausmass an Gemeinsamkeit. Diese Gemeinsamkeit lässt sich inhaltlich vielleicht am besten mit dem Begriff "berufliche Qualifikation" beschreiben.

Hinsichtlich des 2. Faktors finden sich hohe Ladungen bei den Merkmalen: körperliche Beanspruchung, Arbeitsvermögen, Erkältungsgefahr und Unfallgefährdung. Das diesen Merkmalen Gemeinsame und somit den 2. Faktor Kennzeichnende könnte mit "körperlich schwerer Arbeit" umschrieben werden.

Tab. 3: Ergebnis der Faktorenanalyse der Merkmalsbeurteilungen (rotierte Faktorenmatrix)

Merkmal Nr.	Bezeichnung	Faktoren, Kommunalitäten							h <sup>2</sup>
		1	2	3	4	5	6	7	
1	Fachkonntnisse	-93							.89
2	Berufliche Geschicklichkeit	-85							.81
3	Verantwortung für Betriebsmittel und Erzeugnis	-67							.73
8	Aufmerksamkeit, psychische Belastung	-72							.83
9	Geistige Beanspruchung	-94							.91
20	Wichtigkeit für Produktion	-77							.82
23	Monotonie der Tätigkeit	79						40	.84
25	Wahrscheinlichkeit unvorhergesehener Situationen	-72							.65
6	Körperliche Beanspruchung		83						.89
7	Arbeitsvermögen		79						.82
17	Erkältungsgefahr		61	-57					.75
18	Unfallgefährdung		76						.75
10	Temperatur			-83					.74
12	Staub			-55					
16	Blendung, Lichtmangel			-77					.64
21	Wechselhaftigkeit der Beleuchtung			-82					.74
15	Lärm, Erschütterungen				74				.60
22	Wechselhaftigkeit des Lärms				71			-44	
24	Auslastung				77				.72
11	Wasser, Säure					-74			.62
13	Schmutz					-75			.71
14	Gase, Dämpfe, Feuchtigkeit					-67			.66
4	Verantwortung für die Sicherheit anderer						68		.72
5	Verantwortung für den Arbeitsablauf						70		.75
19	Aufsichtsführende Tätigkeiten						73		.82
26	Soziale Kontakte							-63	.70

Der 3. Faktor ist gekennzeichnet durch die Merkmale: Temperatur, Blendung oder Lichtmangel, Erkältungsgefahr und Wechselhaftigkeit der Beleuchtung. Das diesen Merkmalen Gemeinsame könnte die Bedeutsamkeit heisser und heller Strahlung sein.

Der 4. Faktor ist durch die Merkmale Auslastung, Lärm bzw. Erschütterungen und die Wechselhaftigkeit des Lärms beschrieben. Das diesen Merkmalen Gemeinsame lässt sich inhaltlich als Belastung durch Lärm identifizieren.

Bei dem 5. Faktor, der hohe Ladung bei den Merkmalen Schmutz, Wasser und Säure, Gase und Dämpfe und Feuchtigkeit aufweist, scheint sich das Gemeinsame in der Belästigung durch Verunreinigungen auszudrücken.

Der 6. Faktor mit hohen Ladungen bei den Merkmalen Verantwortung für die Sicherheit anderer, Verantwortung für den Arbeitsablauf und aufsichtsführende Tätigkeit kann ohne Schwierigkeiten als "verantwortliche Führungstätigkeit" bezeichnet werden.

In dem 7. und letzten Faktor zeigen die Merkmale sozialer Kontakt, Wechselhaftigkeit durch Lärm und Monotonie der Tätigkeit die höchsten Ladungen und damit die engsten Beziehungen. Für diesen Faktor trifft wohl am ehesten die Bezeichnung "Gleichmässigkeit der Arbeitsbedingungen" zu. Im Vergleich zu den übrigen Faktoren ist hier die Höhe der Ladungszahlen deutlich geringer. Das weist darauf hin, dass es sich um einen verhältnismässig schwachen und unausgeprägten Faktor handelt.

Das Ergebnis der Faktorenanalyse zeigt an, dass es mit Hilfe der Beurteilungsmethode gelungen ist, zumindest 7 voneinander unabhängige Merkmalsbereiche zu erfassen. Es blieb nun zu überprüfen, ob zwischen diesen Merkmalsbereichen bzw. zwischen den ihnen zugrunde liegenden Merkmalen und den Kriterien der Arbeitssicherheit Beziehungen bestanden. Zu diesem Zwecke wurden

1. die Masskorrelationskoeffizienten eines jeden Merkmales mit den fünf Kriteriumswerten bestimmt;

2. die optimale Beziehung zwischen einem gewichteten Gesamtwert aller Merkmale und den 5 Kriteriumswerten gesucht (multiple Korrelation).

Tabelle 4 zeigt das Ergebnis dieser Berechnungen.

Tab. 4: Korrelationen der Arbeitsplatzmerkmale mit den Kriterien der Arbeitssicherheit

Merkmal Nr.	Bezeichnung	Unfallgefährdungs- index			Unfallschwe- reindex 1962+1963
		1962	1963	1962+1963	
6	Körperl. Beanspruchung	0,23 <sup>+</sup>	0,11	0,24 <sup>+</sup>	0,05
7	Arbeitsvermögen	0,20	0,08	0,20 <sup>+</sup>	0,09
8	Aufmerksamkeit, psychi- sche Belastung	-0,02	-0,07	-0,06	-0,18 <sup>+</sup>
10	Temperatur	0,17	0,12	0,21	-0,02
12	Staub	0,15	0,08	0,16	0,23 <sup>+</sup>
16	Blendung, Lichtmangel	0,22	0,13	0,25 <sup>+</sup>	0,03
17	Erkältungsgefahr	0,14	0,12	0,18 <sup>+</sup>	0,02
21	Wechselhaftigkeit der Beleuchtung	0,19	0,13	0,23 <sup>+</sup>	0,04
22	Wechselhaftigkeit des Lärms	0,28	0,07	0,23 <sup>+</sup>	0,07
25	Wahrscheinlichkeit unvorhergesehener Situa- tionen	-0,05	0,02	-0,01	-0,21 <sup>+</sup>
1-26	Durch Regressionsana- lyse gewichteter Ge- samtwert aller Merk- male	0,44	0,42	0,48	0,43

Dargestellt sind jene Merkmale, die zumindest zu einer der 5 Kriteriumsvariablen eine Beziehung aufweisen, deren Zufallswahrscheinlichkeit kleiner als 1 % ist. Dies ist bei den einzelnen Merkmalen dann der Fall, wenn  $r \geq 0,18$  ist. Nur bei zehn der 26 Merkmale konnten eine oder mehrere solcher konventionsgemäss als bedeutsam erachteten Beziehungen zu den Kriteriumswerten beobachtet werden. Sie sind durch ein Kreuz gekennzeichnet. Doch auch bei diesen Merkmalen ist die Beziehung noch so wenig ausgeprägt, dass sie in keinem Falle ausreicht, einen wesentlichen Faktor der Unfallgefährdung in hinreichender Weise zu beschreiben. Auch wenn mit Hilfe der multiplen Regressionsanalyse unter Berücksichtigung der Beziehung eines jeden Merkmals zum Kriterium ein Gesamtpunktwert erstellt wird, der die bestmögliche Aufklärung der Kriteriumsvariablen mit Hilfe der beurteilten Merkmale angibt, bestätigt sich dieser Eindruck. Die multiplen Korrelationskoeffizienten sind in der untersten Reihe der Tabelle dargestellt. Sie liegen in der Grössenordnung von 0,4 - 0,5. Diese Grössenordnung besagt, dass es mit Hilfe der erfassten Merkmale nur gelang, etwa 20 % jener Faktoren in den Griff zu bekommen, die für das Auftreten und die Variation der die Arbeitssicherheit kennzeichnenden Kriterien verantwortlich sind.

Es fällt auf, dass die Beziehungen der einzelnen Merkmale zu einigen der Kriteriumswerte allgemein enger, zu anderen dagegen allgemein gering bzw. bedeutungslos sind. Die meisten signifikanten Korrelationen, nämlich von 7 Merkmalen, bestehen in bezug auf den Unfallgefährdungsindex für die Jahre 1962 und 1963. Zu dem Unfallgefährdungsindex von 1962 zeigen noch 5 Merkmale signifikante Korrelationen, zu dem Unfallgefährdungsindex für das Jahr 1963 dagegen kein Merkmal. Der Kriteriumswert Unfallschwere 1962 und 1963 hat signifikante Korrelationen nur mit drei Merkmalen. Diese Unterschiede zwischen den Kriteriumswerten, insbesondere jene zwischen den drei Grössen, die die Unfallgefährdung in unterschiedlichen Zeiträumen kennzeichnen, weisen darauf hin,

dass die allgemein geringe Höhe der beobachteten Beziehung zwischen Merkmalsausprägung und Kriteriumswerten wahrscheinlich nicht nur dadurch begründet ist, dass wesentliche Merkmale nicht berücksichtigt wurden. Vielmehr wird nahegelegt, dass die Kriteriumswerte eine un stabile Bezugsgrösse darstellen, wodurch naturgegebenormassen die Enge der Beziehung zu den Merkmalen verringert wird. Bemerkenswert in diesem Zusammenhang ist, dass zwischen den Unfallgefährdungsindizes der Jahre 1962 und 1963 praktisch gar keine Korrelation besteht ( $r = 0,06$ ), d.h. die Unfallbelastung der einzelnen Arbeitsplätze im Jahre 1962 war eine andere als im Jahre 1963.

Für eine eventuelle Hypothesenbildung wäre es wichtig zu wissen, welchen durch die Faktorenanalyse definierten Dimensionen die Merkmale angehören, die eine signifikante, d.h. eine bedeutsame Beziehung zu den Kriteriumswerten zeigen. Bis auf das Merkmal 22: "Wechselhaftigkeit des Lärms" zeigen diese Merkmale ihre höchsten Faktorenladungen bei den ersten drei Faktoren: berufliche Qualifikation, körperlich schwere Arbeit und Einwirkung heisser und heller Strahlung. Die 7 Merkmale, die eine bedeutsame Beziehung zum Unfallgefährdungsindex des Zeitraumes von 1962 und 1963 zeigen, entfallen bis auf die eine eben schon erwähnte Ausnahme auf den 2. und 3. Faktor. Dies ist nicht unerwartet, wenn man bedenkt, dass Unfälle durch Verletzungsfolgen gekennzeichnet sind und Hand- und Fussverletzungen sowie Verbrennungen leichteren Grades in der Eisen- und Stahlindustrie am häufigsten zu beobachten sind. Von den Merkmalen mit einer signifikanten Beziehung zur Unfallschwere sind zwei, nämlich die Wahrscheinlichkeit unvorhergesehener Situationen und die Aufmerksamkeit bzw. psychische Belastung dem ersten Faktor, definiert als berufliche Qualifikation, zuzuordnen. Es wird nahegelegt, dass mangelnde Kenntnis der Arbeitsbedingungen sich, wenn überhaupt, besonders nachteilig in bezug auf die Unfallfolgen auswirken kann. Das dritte Merkmal, das in Beziehung zur Unfallschwere steht, ist das Merkmal Staub. Dieses Merkmal wird

seiner höchsten Ladung entsprechend hauptsächlich durch den 3. Faktor (Einfluss von heller und heisser Strahlung) aufgeklärt. Eine Begründung für seine Beziehung zur Unfallschwere scheint nur indirekt gegeben zu sein. An Arbeitsplätzen mit Staubbelästigung wird ein Fremdkörper meist durch Selbsthilfe aus dem Auge entfernt. Ist das nicht möglich, ist der Eingriff eines Sanitäters erforderlich und damit der Tatbestand einer Registrierung als Unfall gegeben, so wird es sich um jene Fälle handeln, in denen der Fremdkörper mit grosser Wahrscheinlichkeit auch eine nur langsam ausheilende Verletzung zur Folge gehabt hat. Träfe diese Begründung zu, so wäre damit gleichzeitig ein Beispiel dafür gegeben, wie wenig eindeutig der Begriff Unfallschwere inhaltlich durch die Anzahl der Ausfalltage beschrieben wird.

Hinsichtlich allgemeiner Schlussfolgerungen aus dieser Untersuchung wäre folgendes zu bemerken. Die Faktorenanalyse zeigte, dass es mit Hilfe der Beurteilung durch Fachleute gelingt, in übereinstimmender und damit auch hinreichend zuverlässiger Weise zumindest 7 voneinander unabhängige Merkmalsbereiche von Arbeitsplätzen quantitativ zu beschreiben. Die Beziehung dieser Merkmalsbereiche zu den aus der Unfallstatistik abgeleiteten Kriterien für die Arbeitssicherheit, Anzahl der Unfälle pro Mann am Arbeitsplatz und Anzahl der durch einen Unfall bedingten Ausfalltage pro Mann am Arbeitsplatz, erwies sich als so gering, dass ihr für die Planung von Sicherheitsmassnahmen praktisch keine Bedeutsamkeit beizumessen ist. Die Gründe dafür können einmal darin zu suchen sein, dass es nicht gelungen ist, jene Einflussgrössen zu erfassen, die das Unfallgeschehen wirklich massgeblich beeinflussen. Diese Annahme ist allerdings einigermaßen unwahrscheinlich. So sind z.B. die Merkmale der analytischen Arbeitsbewertung nach EULER und STEVENS unter dem Gesichtspunkt ausgewählt worden, eine als gerecht empfundene Lohnfindung zu ermöglichen. Dabei spielt erfahrungsgemäss das

subjektive Unfallrisiko eine massgebliche Rolle. Es ist daher anzunehmen, dass diesem Gesichtspunkt weitgehend dadurch Rechnung getragen worden ist, dass alle Bedingungen und damit auch alle Merkmale, die nach der derzeitigen Erfahrung eine mögliche Beziehung zur Unfallhäufigkeit besitzen, bei der Erstellung der Beurteilungsrichtlinien berücksichtigt worden sind. Ganz praktisch gesehen, fällt es schwer, neue mögliche Einflussgrössen der Unfallgefährdung zu definieren, die keine Gemeinsamkeit mit den in dieser Untersuchung aufgenommenen Merkmalen bzw. mit den durch die Faktorenanalyse gekennzeichneten Merkmalsbereichen zeigen.

Auch eine mögliche Wechselwirkung zwischen einzelnen Merkmalen in bezug auf die Unfallhäufigkeit ist bei der Auswertung berücksichtigt worden. Die Möglichkeit, dass ein Merkmal nur bei Vorhandensein eines anderen oder beim Fehlen eines anderen wirksam wird, wird bei der multiplen Regressionsanalyse in Rechnung gestellt und wirkt sich somit auch auf die Höhe des multiplen Regressionskoeffizienten aus. Ein anderer Grund für die geringe Beziehung zwischen Merkmalen und den Unfallbelastungswerten könnte in der Ungeeignetheit dieser Kriterien zu suchen sein. Die geringe Beziehung zwischen den beiden Unfallgefährdungswerten von 1962 und 1963 lässt diesen Grund als den zutreffenderen erscheinen. Die Unfallzahlen pro Mann am Arbeitsplatz waren danach 1962 andere als 1963. Demzufolge müssen sich auch jene Faktoren geändert haben, die das Aufstellen der Unfallstatistik massgeblich beeinflussen. Dazu gehören einmal die Definition dessen, was als Unfall zu gelten hat, weiter die Methode der Unfallregistrierung und zum anderen jene Einflussgrössen, die das Unfallgeschehen direkt beeinflussen. Da hinsichtlich der Unfalldefinition und der Registrierungsmethode vom Werk aus in den Jahren 1962 und 1963 keine Änderungen vorgenommen worden sind, ist die geringe Gemeinsamkeit zwischen den Unfallgefährdungswerten nur durch eine Veränderung der zuletzt genannten Faktoren zu erklären. Dabei kann einmal

ein Wechsel hinsichtlich der Art, zum anderen hinsichtlich der Intensität aufgetreten sein. Ein Wechsel hinsichtlich der Art wäre vor allem dann zu erwarten, wenn sich die Tätigkeitsstruktur der Arbeitsplätze geändert hätte. Ein Wechsel hinsichtlich der Intensität der das Unfallgeschehen beeinflussenden Faktoren wäre eher mit Massnahmen des Arbeitsschutzes in Zusammenhang zu bringen, die nach dem Eintreten von Unfällen getroffen wurden.

Während sich im Beobachtungszeitraum der Tätigkeitsablauf an keinem der in die Untersuchung einbezogenen Arbeitsplätze grundlegend geändert hat, so dass ein Wechsel hinsichtlich der Art der Unfallfaktoren nicht zu erwarten ist, waren die werkssseitigen Bemühungen sehr intensiv, durch Aufklärung, Schulung und Verbesserung der Ausrüstung die Arbeitssicherheit zu heben. Es wird nahegelegt, dass es dem Werk gelungen ist, die arbeitsplatzspezifischen Risiken dadurch so zu verringern, dass unterschiedliche Unfallhäufigkeiten, soweit sie die Arbeitsplatzbedingungen betreffen, tatsächlich zufälliger Natur sind.

Schon in einer Anzahl früherer Untersuchungen (vgl. HAEKKINEN 1958) konnte gezeigt werden, dass Unfallzahlen aus einander folgenden Beobachtungszeiträumen nur geringe Gemeinsamkeiten aufwiesen. Allerdings waren die Gemeinsamkeiten in den meisten Fällen grösser als in dieser Untersuchung, so dass die Annahme beibehalten werden konnte, dass es zeitüberdauernde Einflussgrössen des Unfallgeschehens gibt. Auch die Ergebnisse der bereits beschriebenen Fragebogenuntersuchung der Betriebschlosser und Betriebselektriker sprachen ja für diese Annahme.

Es wäre deshalb wünschenswert, eine Wiederholung dieser Arbeitsplatzuntersuchung in einer anderen Umgebung vorzunehmen, um die eigentlichen Ursachen für die geringe Arbeitsplatzspezifität der Unfallzahlen aufzuklären. Sollte sich herausstellen, dass dafür ein erfolgreiches Bemühen in bezug auf die Hebung der Arbeitssicherheit verantwortlich zu machen ist, so wäre durch die Korrelation der Unfallzahlen aus aufeinanderfolgenden

Zeiträumen über die Arbeitsplätze hinweg u.U. ein Indikator dafür gegeben, inwieweit sich durch gezielte Massnahmen noch eine Senkung der Unfallhäufigkeit erreichen lässt.

Andererseits wird durch dieses Ergebnis die Fragwürdigkeit der Verwendung von Unfallzahlen als geeignetes Kriterium für die Erforschung grundlegender Faktoren des Unfallgeschehens noch unterstrichen. Diese Fragwürdigkeit war besonders für jene Untersuchungen zu berücksichtigen, die in dem gleichen Werk vorgenommen werden sollten. Es galt, geeignetere Kriterien zu finden, um mögliche Einflussgrössen der Unfallgefährdung in den Griff zu bekommen. Eines der Ziele der im folgenden geschilderten Untersuchung war es, ein neues und besseres Mass für die Arbeitssicherheit zu finden.

#### Zusammenfassende Schlussfolgerungen für die Praxis

Unter Berücksichtigung der zum Ausdruck gebrachten Einschränkungen könnten die Schlussfolgerungen für die Praxis, die sich aus der Untersuchung der Beziehung zwischen Arbeitsplatzmerkmalen und Unfallbelastung ergeben, wie folgt formuliert werden:

1. Die durchschnittliche Unfallbelastung eines Arbeitsplatzes ist auch über grössere Zeiträume hinweg wenig konstant. Sie ist daher ein schlechter Indikator für das Vorhandensein systematisch wirksamer Faktoren der Arbeitssicherheit.
2. Erwartungsgemäss zeigen Beurteilungen von Merkmalen des Arbeitsplatzes daher nur einen lockeren Zusammenhang mit der vorhandenen Unfallbelastung. Sie eignen sich daher wenig als Grundlage für allgemeine und spezifische Massnahmen zur Hebung der Arbeitssicherheit.
3. Arbeitsplätze mit hoher Unfallbelastung sind zumeist solche, bei denen hohe, körperliche Anforderungen gestellt werden.

4. Das völlige Fehlen eines Zusammenhangs zwischen der Art des Arbeitsplatzes und der Unfallbelastung kann als Hinweis dafür aufgefasst werden, dass die Sicherheitsmassnahmen im technischen Bereich optimal sind. Die Höhe eines entsprechenden Korrelationskoeffizienten kann demzufolge als geeigneter Index für den Stand und den Erfolg betrieblicher Sicherheitsmassnahmen angesehen werden.
5. Bei der Beurteilung von Arbeitsplätzen wird nur eine beschränkte Zahl unabhängiger Gesichtspunkte berücksichtigt. Im vorliegenden Falle liessen sich die Einstufungen von 26 verschiedenen Tätigkeitsmerkmalen auf 7 Urteilsdimensionen zurückführen. Das zum Zwecke der Lohnfindung oder der Arbeitsplatzgestaltung üblicherweise bisher verwendete Beurteilungsmaterial könnte daher weniger umfassend sein, ohne an objektivem Aussagewert zu verlieren. Die kostensparende Einschränkung des Beurteilungsmaterials dürfte aus der Sicht der betroffenen Arbeitnehmer allerdings von vornherein nicht ohne weiteres einsichtig sein und könnte daher leicht als ungerecht empfunden werden.

#### IV. UNTERSUCHUNG UEBER DIE BEEINFLUSSBARKEIT DER ARBEITS- SICHERHEIT DURCH PAEDAGOGISCHE MASSNAHMEN

##### Verhaltensweisen statt Unfälle als Kriterium der Arbeitssicherheit

Gerade in bezug auf die Ueberprüfung der Wirksamkeit von pädagogischen Massnahmen ist es wichtig, ein zuverlässiges und möglichst auch empfindliches Kriterium der Arbeitssicherheit zu besitzen. Schon die Alltagserfahrung zeigt, dass die Anziehungskraft von Werbemitteln und die Wirksamkeit von Unterweisungen mit der Zeit abnehmen. Die Untersuchung der Art und Weise ihres Einflusses auf die Arbeitssicherheit lässt es daher als notwendig erscheinen, dass Kontrollen möglichst bald, d.h. in möglichst kurz aufeinanderfolgenden Zeitintervallen, vorgenommen werden können. Unfälle sind schon wegen ihrer Seltenheit als Kontrollgrössen weniger geeignet. Hinzu tritt die Einschränkung, die in der vorangegangenen Untersuchung zum Ausdruck kam, dass Unfälle nur eine sehr geringe Abhängigkeit von Merkmalen der Tätigkeit zeigen. Es wird nahegelegt, dass deshalb der Wert gezielter pädagogischer Massnahmen mit Hilfe von Unfallzahlen gar nicht in der gewünschten Weise sichtbar gemacht werden kann.

Für die Mehrzahl der Unfälle in der Industrie sind bestimmte Arten von Verhaltensweisen eine notwendige, wenngleich nicht immer hinreichende Voraussetzung. Für alle Unfälle, die z.B. auf einem Rollgang passieren, ist das Betreten des Rollganges eine solche notwendige Voraussetzung, d.h. würde dieses Verhalten nicht vorkommen, gäbe es auf den Rollgängen keinen Unfall. Zwar wird das Betreten eines Rollganges nur in den seltensten Fällen tatsächlich einen Unfall zur Folge haben, weil das Auftreten eines solchen Ereignisses von dem Zusammenreffen weiterer, besonderer Bedingungen abhängt, doch ist die Wahrscheinlichkeit, einen Unfall zu erleiden, bei dem Betreten eines Rollganges grösser als bei dem Nichtbetreten.

Unter diesem Gesichtspunkt lassen sich die bei einer Tätigkeit zu beobachtenden Verhaltensweisen danach beurteilen, werden ob sie zum Ausgangspunkt eines möglichen Unfalles werden können. Eine Verringerung von Verhaltensweisen, die Anlass zu einem Unfall geben können, muss notwendigerweise zu einer Verringerung der allgemeinen Unfallhäufigkeit führen. Durch pädagogische Massnahmen wird versucht, eine bestimmte Art dieser Verhaltensweisen zu verringern, nämlich jene Verhaltensweisen, die logisch begründet oder erfahrungsgemäss das Unfallrisiko erhöhen, ohne jedoch zum Erreichen des jeweils gesetzten Arbeitszieles unbedingt erforderlich zu sein.

Diese Verhaltensweisen, die unnotwendigerweise häufiger als andere in bezug auf den Arbeitsablauf gleichwertige Verhaltensweisen, Anlass zu Unfällen geben können, werden in der Folge als sicherheitswidrige Verhaltensweisen bezeichnet.

Hinsichtlich des Untersuchungszieles, die Wirksamkeit pädagogischer Massnahmen auf die Arbeitssicherheit abschätzen zu können, scheint die Häufigkeit von sicherheitswidrigen Verhaltensweisen eine besonders geeignete Kontrollgrösse darzustellen. Die Verwendbarkeit dieser Kontrollgrösse hängt allerdings davon ab, inwieweit es gelingt, objektive und zuverlässige Messwerte zu erhalten.

UHLANER, J.E. u.a. (1952) versuchten, mit Hilfe von Beobachtern Angaben über die Häufigkeit von sicherheitswidrigen Verhaltensweisen bei Fahrern von Militärfahrzeugen zu bekommen. Die erhaltenen Beurteilungswerte wiesen nicht die Mängel von ebenfalls erhobenen Unfallstatistiken auf, welche entweder über einen bestimmten Zeitraum hinweg sich sehr stark verändert oder unter unterschiedlichen Fahrbedingungen erhoben worden waren. Die Autoren rechnen allerdings mit der Möglichkeit, dass das Fahrverhalten durch die Anwesenheit der Beobachter beeinflusst worden ist. Diese mögliche Fehlerquelle umging LEFEVE, B.A. (1956) durch die Verwendung automatischer Registriereinrichtungen ebenfalls bei Untersuchungen des sicherheitswidrigen Verhaltens

im Strassenverkehr. Er fand u.a. heraus, dass Fahrer mit Unfällen im allgemeinen auch schneller fahren.

In einer ersten Untersuchung war zu klären, inwieweit auch innerhalb von Industriebetrieben mit Hilfe automatischer Registriereinrichtungen in objektiver und zuverlässiger Weise Anhaltspunkte über die Häufigkeit von sicherheitswidrigen Verhaltensweisen zu erfassen sind. Als Kriterien für die Zuverlässigkeit und die Empfindlichkeit der neuen Methode sollten in erster Annäherung Unterschiede zwischen verschiedenen Arbeitsgruppen bei der gleichen Tätigkeit und Unterschiede der gleichen Arbeitsgruppe bei verschiedenen Schichtzeiten berücksichtigt werden.

Um hinsichtlich der Ergebnisse möglichst allgemeine Schlussfolgerungen ziehen zu können, sollten die Untersuchungen an einem Arbeitsplatz vorgenommen werden, wo

1. die Zahl der Arbeiter, die die gleiche Tätigkeit verrichten, gross ist,
2. die Arbeitshandlungen aus wenigen, gut beobachtbaren Teilhandlungen bestanden,
3. einzelne Teilhandlungen sich im Laufe der Arbeitszeit häufig in gleicher Weise wiederholten,
4. riskante und weniger riskante Alternativen derselben Arbeitshandlung möglich waren,
5. die riskanten Arbeitsweisen im Verhältnis zu weniger riskanten relativ häufig vorkamen,
6. die Registrierungen des Arbeitsverhaltens den Arbeitsablauf nicht störten.

Als Untersuchungsort wurde der Zuführungs-Rollgang zu einem Block-Brammen-Reversiergerüst im Hüttenwerk Salzgitter ausgewählt. Dieser Rollgang kann etwa 16 Meter vor dem Walzgerüst auf zweierlei Art überquert werden. Einmal befindet sich hier eine Lücke in der seitlichen Begrenzung des Rollganges, so dass eine Überquerung durch Betreten des Rollganges

möglich ist. Zum anderen ist hier eine 4 m hohe Brücke vorhanden, die eine Ueberquerung ohne direktes Betreten des Rollganges ermöglicht. Das Benutzen dieses Ueberweges ist von der Betriebsleitung angeordnet. Diese Anordnung gilt auch dann, wenn der Rollgang während des Walzbetriebes vorübergehend stillsteht. Man will mit dieser Anordnung die Belegschaftsmitglieder vor Unfällen bewahren, die bei direktem Betreten des Rollganges auftreten könnten. Einmal bietet die Eisenplatte zwischen den Rollen nur eine schmale Trittfläche. Zum anderen ist sie meist mit einer dicken Schicht von **Hammerschlag** bedeckt. Durch Abrutschen oder Stürzen sind folgende arbeitsplatzspezifische Verletzungsfahren gegeben: Verbrennungen durch Berührung der mehrere hundert Grad heißen Rollen, Quetschungen durch Einklemmung in den schmalen Spalt zwischen Abdeckplatte und Rolle, Quetschungen und Verbrennungen durch herankommendes Walzgut. Ein weiteres Gefahrenmoment beim Betreten des Rollganges ist durch "Walzenschüsse" gegeben, Stücke aus Eisen oder Schlacke, welche bei den ersten Stichen eines Walzvorganges aus dem Walzgut herausgedrückt und weggeschleudert werden.

Gegenüber der Benutzung der Brücke kann das Ueberqueren durch direktes Betreten des Rollganges als sicherheitswidrige Verhaltensalternative klassifiziert werden. Da das Benutzen der zu der Brücke führenden Treppen von vielen Arbeitern als unbequem oder beim Lastentragen auch als unzumutbar angesehen wird, wird entgegen der Anordnung von der Betriebsleitung diese sicherheitswidrige Verhaltensalternative relativ häufig gewählt.

Die Benutzer beider Uebergänge gehören einer einheitlichen Personengruppe an. Es handelte sich um Belegschaftsmitglieder der Abteilung "Maschinenbetriebe Walzwerk I", die mit Instandhaltungs- und Reparaturarbeiten an der Walzstrasse betraut ist. Die Abteilung umfasst 4 Schichtbelegschaften von je ca. 17 Maschinen- und Hilfsschlossern. Diese 4 Schichtbelegschaften werden auf die drei Schichtzeiten von 6-14, 14-22 und 22-6 Uhr aufgeteilt.

Bei der Beobachtung des Verhaltens der Belegschaftsmitglieder an den Uebergängen kam es also darauf an, sowohl die Häufigkeit des sicherheitswidrigen, als auch die Häufigkeit des den Sicherheitsgesichtspunkten entsprechenden Verhaltens zu registrieren.

Eine Voruntersuchung an einer Feineisenstrasse hatte gezeigt, dass vom Gesichtspunkt der technischen Durchführbarkeit her Lichtschranken relativ gut zur Kontrolle von Uebergängen geeignet waren. Sie erwiesen sich in ihrer Funktion und in bezug auf ihre Wartung als relativ problemlos, waren ohne technischen Aufwand und Eingriff in die Produktion zu installieren und stellten auch psychologisch für den Betriebsablauf keine Störungsquelle dar. Deshalb sollte diese Beobachtungsvorrichtung auch hier zur Anwendung gelangen.

Es wurden mehrere Lichtschranken der Fa. Bruno Lango, Berlin, Typ P 1 verwendet. Die Lichtschranken bestehen jeweils aus einem Scheinwerfer (S), dessen Licht auf einen als Empfänger zu bezeichnenden photoelektrischen Widerstand (E) gerichtet ist. Durchbrechungen des Lichtstrahles führen zu kurzfristigen Veränderungen des Widerstandswertes. Diese Widerstandsänderungen können mit Hilfe geeigneter Registriergeräte als elektrische Impulse erfasst und sichtbar gemacht werden. Die in dieser Untersuchung vorgenommene Installation der Lichtschranken ist in Abb. 2 schematisch dargestellt. Bei der ersten Lichtschranke ( $S_1 - E_1$ ) verlief der Lichtstrahl schräg über die Rollganglücke. Mit dieser Lichtschranke wurden die Personen erfasst, die den sicherheitswidrigen Uebergang benutzten. Parallel zu der ersten Lichtschranke verlief die zweite. Sie bestand allerdings nur aus einem Empfänger ( $E_2$ ).

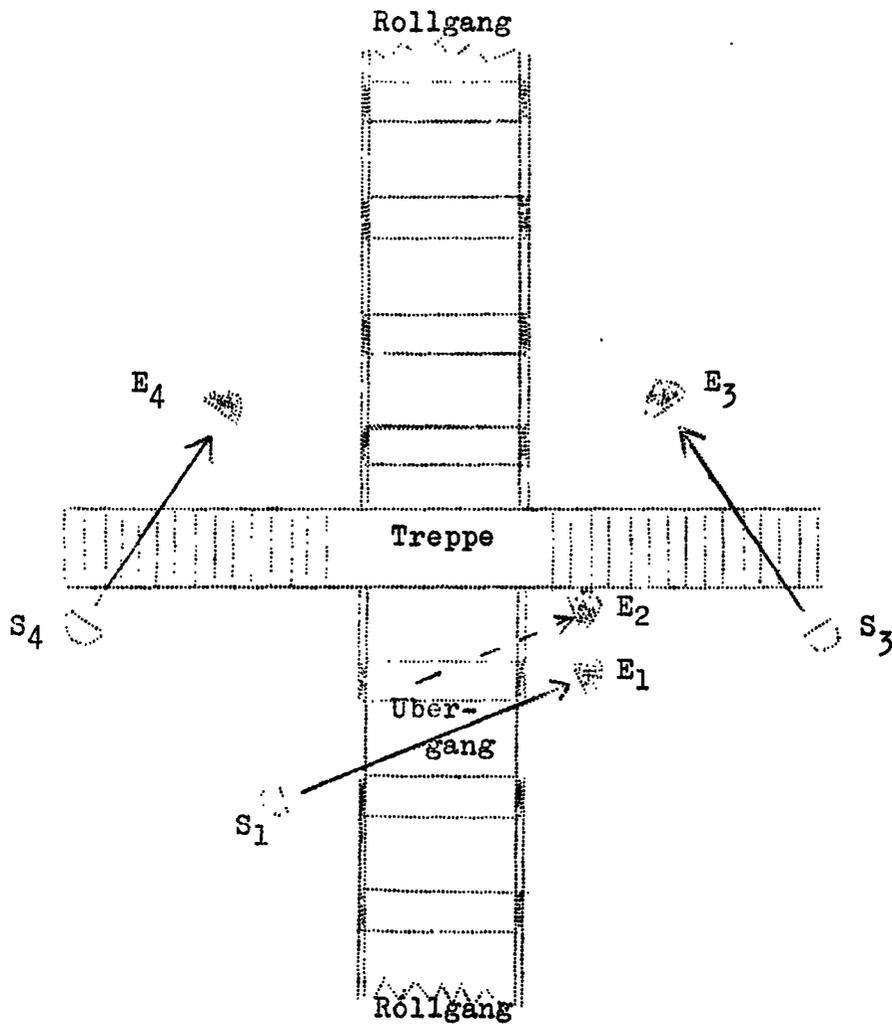


Abb. 2: Lage der Lichtschranken (S→E) zur Erfassung der Art der Rollgangüberquerung. Schematische Darstellung.

Als Scheinwerfer diente in diesem Falle das vorüberrollende, noch glühende Walzgut. Mit Hilfe der zweiten Lichtschranke konnte also ein Teil des Produktionsverlaufes erfasst werden. Die dritte ( $S_3 - E_4$ ) und die vierte Lichtschranke ( $S_4 - E_4$ ) erfassten Personen, die den vorgeschriebenen Ueberweg benutzten. Sie waren jeweils am oberen Ende der beiden Aufgänge zur Brücke angebracht. Alle Lichtschranken waren mit einem Zeitmarkenschreiber (SIEMENS und HALSKE) verbunden. Ausserdem war der Zeitmarkenschreiber mit den Schaltschützen der Rollgangmotore verbunden. Auf diese Weise konnte einmal festgehalten werden, ob eine Ueberquerung des Rollganges durch Betreten oder durch Benutzen der Treppe stattgefunden hatte, zum anderen, ob bei den Ueberquerungen vor- oder nachher Walzgut vorbeigelaufen und der überquerte Rollgang oder ein anderer Teil der Walzstrasse überhaupt in Betrieb gewesen war.

Bei der Auswertung der vorgenommenen Registrierungen wurden nur solche Zeitintervalle berücksichtigt, in denen ein normaler, d.h. störungsfreier Produktionsablauf stattgefunden hatte. Die verbleibende Zeit, in der auch die Registriereinrichtung störungsfrei funktioniert hatte, wurde nach der Häufigkeit der beobachteten Ereignisse in einzelne Abschnitte unterteilt. Als Einheit galten 20 Ueberquerungen des Rollganges, ganz gleich, ob sie durch Betreten oder durch Benutzung der Brücke vorgenommen worden waren.

Als eigentlicher Kriteriumswert für die Arbeitssicherheit interessierte ja vor allem das Verhältnis der Anzahl des direkten Betretens des Rollganges zu der Anzahl der Benutzung der Brücke. Es konnte von vornherein jedoch nicht ausgeschlossen werden, dass dieses Verhältnis durch bestimmte Merkmale des Produktionsablaufes beeinflusst sein konnte, z.B. die Häufigkeit des kurzfristigen Stillstandes des Rollganges oder durch die Häufigkeit des Walzgutes auf dem Rollgang. Als weitere mögliche Kriterien der Arbeitssicherheit wurden daher bei je 20 direkten Ueberquerungen festgehalten:

1. der Anteil der Ueberquerungen bei laufendem Rollgang zu Ueberquerungen bei stehendem Rollgang;
2. die durchschnittliche Zeit, die bis zum Ankommen des nächsten Walzstückes vergangen war.

Da beide Merkmale definitionsgemäss stark von den Betriebszeiten des Rollganges beeinflusst werden, wäre in bezug auf die Vergleichbarkeit mit dem ersten Kriterium eine entsprechende Korrektur erforderlich. Es zeigte sich aber, dass sowohl die Berücksichtigung von kurzfristigen Stillständen des Rollganges als auch die Berücksichtigung der Entfernung des Walzgutes vom Rollgangübergang zu weniger zuverlässigen und weniger empfindlichen Daten führten, so dass auf eine Darstellung derselben hier verzichtet wird.

Zunächst war die Annahme zu überprüfen, dass verschiedene Arbeitsgruppen Unterschiede in bezug auf sicherheitswidrige Verhaltensweisen zeigen. Zu diesem Zweck wurden die 4 den Uebergang benutzenden Schichtbelegschaften hinsichtlich des Verhältnisses von direkten Ueberquerungen zur Anzahl der Brückenbenutzungen miteinander verglichen. Der Vergleich stützte sich auf ca. 2.400 erfasste Ueberquerungen während der Frühschicht. Die Aufschlüsselung dieser Daten nach Gruppen und Art des Verhaltens geht aus Tabelle 5 hervor.

Tab. 5: Ueberblick über das Verhältnis von sicherheitswidrigem zu vorschriftsmässigem Verhalten der Schichtbelegschaften A, B, C und D bei der Rollgangüberquerung

Art der Ueberquerung	A	B	C	D	Summe
durch Betreten	525	497	709	453	2.184
über die Brücke	55	43	51	47	196

Ganz allgemein ist die sicherheitswidrige Verhaltensweise bedeutend öfter, d.h. ungefähr zehnmal so häufig gewählt worden. Dieses Verhältnis von 10 : 1 findet sich etwa bei jeder der vier Arbeitsgruppen wieder. Grössere Unterschiede zwischen den Gruppen bestehen nicht. Eine statistische Analyse der in der Tabelle 5

aufgeführten Daten bestätigt diesen Eindruck: Die Unterschiede zwischen den 4 Gruppen in bezug auf ihr Verhalten bei der Ueberquerung des Rollganges müssen als zufällig angesehen werden.

Entsprechende Vergleiche der 4 Gruppen wurden auch für die Spätschicht und die Nachtschicht durchgeführt. In keinem Falle ergaben sich bedeutsame Unterschiede.

Als zweite Einflussgrösse in bezug auf sicherheitswidriges Verhalten war die Arbeitszeit in Betracht gezogen worden. Einer entsprechenden Ueberprüfung dieser Annahme wurden, wie im vorhergehenden Falle, wiederum mehrere tausend Einzelbeobachtungen zugrunde gelegt. Diese Daten wurden diesmal nicht nach Belegschaften, sondern nach den drei Schichtzeiten: Frühschicht, Spätschicht und Nachtschicht aufgeschlüsselt. Die Tabelle 6 zeigt das Ergebnis dieser Aufschlüsselung.

Tab. 6: Häufigkeiten von sicherheitswidrigen und vorschriftsmässigen Verhaltensweisen bei der Rollgangüberquerung in Abhängigkeit von der Schichtzeit

Art der Ueberquerung	Frühschicht	Spätschicht	Nachtschicht	Summe
durch Betreten	2.184	1.117	1.619	4.820
über die Brücke	196	83	61	340

Wie nach dem ersten Ergebnis nicht anders zu erwarten, ist die sicherheitswidrige Verhaltensweise anteilmässig wieder viel häufiger vertreten. Zwischen den Schichten bestehen allerdings Unterschiede. Während der Frühschicht wird der Brückenübergang relativ häufiger als zu den übrigen Schichtzeiten benutzt. Die statistische Analyse bestätigt dies. Mit Hilfe des Chi-Quadrat-Testes ergibt sich, dass die Zufallswahrscheinlichkeit des Unterschiedes kleiner als 1 % ist.

Betrachtet man die in Tabelle 6 aufgeführten Daten getrennt nach den einzelnen Belegschaftsgruppen, so lässt sich bei drei von ihnen dieser bedeutsamer Einfluss der Tageszeit nachweisen. Bei der vierten Gruppe wird zumindest eine ähnliche Tendenz sichtbar, nachts häufiger als am Tage den Rollgang durch direktes Betreten zu überqueren.

Eine weitere Analyse der registrierten Daten nach der Tageszeit brachte ein ähnliches Ergebnis: Der relative Anteil an der Ueberquerung durch direktes Betreten des Rollganges nimmt in den späten Nachtstunden bis zu den frühen Morgenstunden stetig zu.

Ziel dieser Untersuchung war es gewesen, eine Verfahrensweise zu erproben, die zu geeigneteren Kriteriumswerten der Arbeitssicherheit führt als sie durch Unfallzahlen gegeben sind. Dabei kam es zuerst einmal darauf an, die Durchführbarkeit dieser Methode zu demonstrieren und die Zuverlässigkeit des gewonnenen Datenmaterials zu untersuchen. Hinsichtlich des zweiten Aspektes konnten vorerst direkt nur wenig Anhaltspunkte gewonnen werden. Zwischen verschiedenen Arbeitsgruppen mit vergleichbarer Tätigkeit ergaben sich keine Verhaltensunterschiede. Dagegen liessen sich arbeitszeitbedingte Veränderungen erfassen. Eine genügend grosse Empfindlichkeit des neuen Masses für die Arbeitssicherheit schien damit von vornherein nicht gänzlich in Frage gestellt zu werden. Andererseits war zu berücksichtigen, dass der Produktionsablauf eines Walzwerkes zu verschiedenen Tageszeiten erfahrungsgemäss ein anderer ist. Nach dem vorhandenen Datenmaterial war es unter Einbeziehung der Merkmale Arbeitsgruppe, Arbeitszeit, Betriebszeit der Walzstrasse und Ausstoss an Walzgut daher eigentlich nicht gelungen, genügend Information über die Ansprechbarkeit der Verfahrensweise zu bekommen. Eine indirekte Abschätzung des Messfehlers der neuen

Verfahrensweise zeigte allerdings, dass dieser verhältnismässig gering anzusetzen ist, so dass begründete Hoffnung bestand, durch pädagogische Massnahmen veränderte Verhaltensweisen sichtbar zu machen.

Der Standardmessfehler des Verfahrens wurde definiert als die Standardabweichung der beobachteten Zeitreihen von je 20 Ereignissen bei Ausschaltung aller kontrollierbarer Variationsquellen wie Schichtbelegzeit, Schichtzeit und Wochentag. Bei Annahme einer Binomialverteilung ist der Standardmessfehler im vorliegenden Falle definiert als die Quadratwurzel aus dem Produkt von Zahl der Einzelbeobachtungen, Anteil der einen Verhaltensvariante und dem sich zu 1 ergänzenden Anteil der anderen Verhaltensvariante.

Mit Hilfe des Standardmessfehlers können für durchschnittliche Bevorzugungshäufigkeiten der einen Verhaltensalternative bei 20 Ueberquerungen sog. Vertrauensintervalle berechnet werden, die angeben, in welcher Grössenordnung bei einer bestimmten, vorgegebenen Zufallswahrscheinlichkeit Wiederholungsmessungen voneinander abweichen. So ergab sich z.B. folgendes: Ist in 10 mal 20 Fällen beobachtet worden, dass die Arbeiter durchschnittlich in 18,5 von 20 Fällen den Rollgang betreten, anstatt die Treppe zu benutzen, dann ist die Zufallswahrscheinlichkeit kleiner als 5 %, dass der Rollgang häufiger betreten wurde als in einer anderen Beobachtungsreihe, wo der Rollgang einmal weniger, nämlich nur in durchschnittlich 17,5 von 20 Fällen, betreten wurde. Nach diesen Feststellungen schien die automatische Registrierung von Verhaltensweisen zur Erstellung von Kriteriums-werten der Arbeitssicherheit noch relativ erfolgversprechend zu sein.

#### Die Aenderung von Verhaltensweisen durch Plakate

Mit Hilfe der automatischen Registriereinrichtung war es gelungen, die Bevorzugung von Verhaltensalternativen bei der Ueberquerung eines Rollganges objektiv und allem Anschein nach

in hinreichend zuverlässiger Weise zu erfassen. Es blieb zu zeigen, ob die Verfahrensweise geeignet war, die Wirksamkeit pädagogischer Massnahmen zu beschreiben, die auf eine Aenderung des Verhältnisses von sicherheitswidrigen zu vorschriftsmässigen Verhaltensweisen abzielten.

Zu diesem Zwecke wurden 3 farbige Plakate (Grösse: 1,00 x 1,50m) in je zwei Exemplaren benutzt.

Das erste Plakat zeigte ein Belegschaftsmitglied, das den Rollgang direkt überquert, während ein Walzstück gefährlich nahe ist. Die Beschriftung lautet: "Nimm den Ueberweg - sonst ....". Das zweite Plakat zeigte ein Belegschaftsmitglied, das die Brücke benutzt, während ein Walzstück auf dem Rollgang zu sehen ist. Dieses Plakat trug die Beschriftung: "Es lohnt sich ...". Das dritte Plakat trug lediglich die Aufschrift: "Kollege, nimm den Uebergang".

Vier Wochen nach dem Beginn der automatischen Registrierungen wurde das erste Plakat zu beiden Seiten der Rollganglücke aufgestellt. Vier Wochen später wurde es gegen das zweite ausgetauscht, dieses wiederum wurde nach ca. drei Wochen durch das dritte Plakat ersetzt.

Um den Einfluss der Plakate zu untersuchen, mussten zu Kontrollzwecken Daten aus Zeiträumen vorhanden sein, in denen keine Wirkung der Plakate zu erwarten war. Dazu gehörte zunächst einmal natürlich der Zeitraum vor dem Aufstellen der Plakate. In ihm waren jedoch nicht für alle Schichtbelegschaften und Tageszeiten Daten angefallen. Als Kontrollwerte kamen deshalb nur Daten in Frage, die während oder nach Installierung der Plakate erhoben worden waren. Von der Vermutung ausgehend, dass ein Plakat nur kurz nach dem Aufstellen wirksam ist, wurden alle Zeiträume 10 Tage nach der Aufstellung eines Plakates als Zeiten ohne Plakatwirkung definiert und als Kontrollbasis benutzt. Bei dieser Einteilung fehlten nur die Nachtschichtdaten einer Belegschaftsgruppe.

Eine Analyse der bei den aufgestellten Plakaten angefallenen Daten über den gesamten Arbeitstag hinweg ergab in bezug auf das Verhältnis von sicherheitswidrigen zu vorschriftsmässigen Verhaltensweisen bei der Rollgangüberquerung keine Anhaltspunkte für eine bedeutsame Aenderung des Verhaltens. Wurde die Datenanalyse getrennt nach den einzelnen Schichtzeiten vorgenommen, so zeigte sich ein gleichartiges Ergebnis in bezug auf die Spät- und die Nachtschicht. Eine Ausnahme bildeten die während der Frühschichten erhaltenen Daten. Sie sind in der Tabelle 7 dargestellt.

Tab. 7: Häufigkeiten von sicherheitswidrigen und vorschriftsmässigen Rollgangüberquerungen in Abhängigkeit von der Plakatwirkung während der Frühschicht.

Art der Ueberquerung	<u>ohne</u> Plakatwirkung	<u>mit</u> Plakatwirkung	Summe
durch Betreten	2.184	1.413	3.597
über die Brücke	196	187	383

Nach den in der Tabelle 7 dargestellten Häufigkeiten war innerhalb der 10 Tage, die jeweils der Aufstellung eines Plakates folgten, der Anteil der unter Benutzung der Brücke vorgenommenen Rollgangüberquerungen relativ grösser als zu anderen Zeitpunkten. Dieser Unterschied ist statistisch hoch bedeutsam. Er liegt in der erwarteten Richtung und lässt es deshalb als sehr wahrscheinlich erscheinen, dass die Plakate die wirkliche Einflussgrösse darstellen.

Die Tatsache, dass die beobachteten Verhaltensänderungen nur zu einem bestimmten Zeitpunkt des Arbeitstages deutlich in Erscheinung treten, nämlich während der Frühschicht, könnte

einmal dahingehend gedeutet werden, dass sie relativ schwach und leicht umkehrbar sind. In relativ ausgeruhtem, frischem Zustand während der Frühschicht scheint demnach die Bereitschaft grösser zu sein, gewisse Unbequemlichkeiten zugunsten einer grösseren Arbeitssicherheit in Kauf zu nehmen. Zu Zeitpunkten der geringeren geistigen und körperlichen Leistungsfähigkeit, hier während der Spät- und Nachtschicht, sinkt diese Bereitschaft zur Verhaltensänderung ab, und die Plakate besitzen demgemäss keine Wirkung. Diese Argumentation wird auch durch den schon erwähnten Befund unterstützt, dass die Häufigkeit der direkten Rollgangüberquerungen allgemein in den Nachtstunden stark ansteigt.

Andererseits darf nicht ausser acht gelassen werden, dass Unterschiede während der Spät- und der Nachtschicht deshalb nicht zum Ausdruck kamen, weil die Beobachtungsmethode selbst nicht empfindlich genug ist. Auch in diesen Zeiträumen wurde nach Aufstellung der Plakate die Treppe etwas häufiger benutzt als vorher. Dass keine signifikanten Abweichungen von der Zufallsverteilung festgestellt werden konnten, kann auch darauf zurückgeführt werden, dass bei diesen Daten weniger Fälle berücksichtigt wurden als bei der Frühschicht.

Betrachtet man das Hauptanliegen der Untersuchung, ein bisher selten verwendetes Verfahren zu erproben, so ergeben sich doch im grossen und ganzen Anhaltspunkte dafür, dass es ohne Berücksichtigung der Unfallstatistik gelingt, ein relativ brauchbares Kriterium für die Arbeitssicherheit zu definieren. Diese Brauchbarkeit ist besonders in bezug auf das Ziel hervorzuheben, innerhalb von Monaten an relativ kleinen Personengruppen oder an einzelnen Arbeitsplätzen Änderungen der Arbeitssicherheit nachzuweisen. So wäre eine Untersuchung der Plakatwirkung unter Berücksichtigung der Unfallstatistik an dem hier untersuchten Arbeitsplatz praktisch undurchführbar gewesen, weil während des Beobachtungszeitraumes vom 25.4.1963 bis zum 17.7.1963 sich kein tatsächlicher Unfall mit Verletzungsfolgen ereignet hatte.

(Es wäre vielleicht anzumerken, dass die Eignung der vorgenommenen Registrierungen als Indikator der Unfallhäufigkeit bzw. der Unfallwahrscheinlichkeit damit nicht in Frage gestellt ist, weil sie, wie es bereits erwähnt wurde, logisch begründet ist. Die Wahrscheinlichkeit einer bestimmten Art von Unfällen, hier alle Unfälle auf dem Rollgang, nimmt notwendigerweise unter sonst gleichen Bedingungen ab, wenn die Häufigkeit des sicherheitswidrigen Verhaltens, hier das Betreten des Rollganges, sinkt.)

#### Gruppendiskussion als pädagogische Massnahme

Die zuletzt geschilderte Untersuchung hatte die Erwartung in etwa bestätigt, dass Plakate in bezug auf die Arbeitssicherheit relativ kurzfristig wirksam sind. Es konnte zudem nicht ausgeschlossen werden, dass diese Wirksamkeit noch von bestimmten situativen Bedingungen der Belegschaftsmitglieder abhängt, z.B. von der durch Ermüdung verringerten Ansprechbarkeit und Reaktionsbereitschaft in bezug auf Verhaltensänderungen. Solchen und anderen motivationalen Gegebenheiten des menschlichen Verhaltens wird am ehesten zu begegnen sein, wenn es gelingt, bei den Belegschaftsmitgliedern ein persönliches Interesse und Engagement an der Arbeitssicherheit zu wecken. Die folgende Untersuchung hatte das Ziel, eine entsprechende pädagogische Beeinflussung auf ihre Wirksamkeit hin zu überprüfen.

Durch eine Gruppendiskussion sollten Belegschaftsmitglieder zu einer "Selbstbeteiligung" (commitment) an den Fragen der Arbeitssicherheit gebracht werden. Gegenstand der Diskussion sollte die Unfallgefährdung des eigenen Arbeitsplatzes, die vorhandenen und die zu treffenden Sicherheitsvorkehrungen sein. Es wurde vermutet, dass dieses Vorgehen die Selbstverantwortung der Belegschaftsmitglieder aus folgenden Gründen stärken könnte:

1. Durch Beschäftigung mit dem Diskussionsgegenstand lernt das Belegschaftsmitglied seine Verantwortung für die eigene Arbeitssicherheit und die seiner Kollegen in stärkerem Masse als bei anderen pädagogischen Massnahmen kennen.
2. Die eigene Mitarbeit weckt das Interesse an den Fragen der Arbeitssicherheit. Die Einstellungen zu den selbst vorgeschlagenen Sicherheitsregeln und zu der Arbeit der Sicherheitsfachleute werden sich in günstiger Weise ändern.
3. Die Kenntnis der eigenen Verantwortung und die positivere Einstellung gegenüber Fragen der Arbeitssicherheit werden zusammen mit der aktiven Beteiligung bei der Festlegung von Sicherheitsregeln sich dahingehend auswirken, dass auf die Befolgung von Sicherheitsmassnahmen länger und anhaltender geachtet wird.

Als Gütekriterium für die Wirksamkeit dieser Methode sollte, wie in der vorangegangenen Untersuchung, wieder der relative Anteil an sicherheitswidrigem Verhalten am Arbeitsplatz dienen.

Die Fragestellung der Untersuchung lautete demgemäss:

1. Kann durch eine Gruppendiskussion, in der eine Selbstbeteiligung der Belegschaftsmitglieder an Fragen der Arbeitssicherheit provoziert wird, die Häufigkeit von riskanten Verhaltensweisen vermindert werden?
2. Wie lange lässt sich die Wirkung einer einmaligen Beeinflussung am Arbeitsplatz nachweisen?

Als einigermaßen problematisch erwies sich die Auswahl eines für die Untersuchung geeigneten Arbeitsplatzes. Die Erhebung der Kriteriumswerte, der Anteil von sicherheitswidrigen Verhaltensweisen, liess es wie in der vorangegangenen Untersuchung geraten erscheinen, dass eine Tätigkeit gefunden wurde, die aus wenigen Teilhandlungen, die sich oft wiederholten und zudem gut beobachtbar waren, bestand. ausserdem mussten wieder riskante und weniger riskante Variationen derselben Teilhandlung möglich sein. In bezug auf die statistische Analyse war es

wünschenswert, dass die Zahl der Belegschaftsmitglieder, die die Tätigkeit ausführten, möglichst gross war.

Es konnte kein Arbeitsplatz gefunden werden, der allen diesen Anforderungen entsprach. Ausgewählt wurde schliesslich der Arbeitsplatz von Revisoren und Verputzern in der Adjustage des Profilwalzwerkes im Hüttenwerk Huckingen. Obwohl dieser Arbeitsplatz wenig differenzierte, sich häufig wiederholende, voneinander gut abgrenzbare Teilhandlungen erforderte, bestand doch eine nicht unerhebliche Variation der Arbeitsbedingungen.

Insgesamt wurden 20 Personen, eine ganze Schichtbelegschaft, in die Untersuchung einbezogen. Von ihnen arbeiteten acht als Revisoren. Ihre Aufgabe bestand darin, jeden Stahlstab einzeln auf seine Oberflächenbeschaffenheit hin zu untersuchen und eventuelle Fehler mit Kreide anzuzeichnen. 10 Belegschaftsmitglieder waren als Verputzer tätig. Ihre Aufgabe war es, die angezeichneten fehlerhaften Stellen mit einem Pressluftmeissel herauszuarbeiten. Die restlichen beiden Belegschaftsmitglieder wurden bei beiden Tätigkeiten eingesetzt. Je zwei Revisoren und zwei Verputzer arbeiteten in einer Mannschaft zusammen.

Für die Beobachtung wurde das Arbeitsverhalten nach "Verhaltenseinheiten" aufgegliedert. Unter Verhaltenseinheit wurde ein inhaltlich umschriebener, zeitlich und räumlich abgrenzbarer Ausschnitt aus einem Handlungsablauf verstanden (MOOG, 1963).

Die einzelnen Verhaltenseinheiten oder Verhaltenskategorien wurden nach einer längeren, freien Verhaltensbeobachtung unter Berücksichtigung der Unfallstatistik des Arbeitsplatzes festgelegt. Die zu beobachtenden Verhaltenseinheiten mussten einmal den Kriterien einer grossen Häufigkeit und einer guten Beobachtbarkeit genügen. Ausserdem mussten sie alternativ definiert werden können, d.h. Arbeitsweisen, die als "sicherheitswidrig" anzusehen waren, mussten durch andere ersetzbar sein, die als "sicher" oder ungefährlich gelten konnten.

Nach diesen Gesichtspunkten wurden für die Beobachtung 9 Verhaltenseinheiten ausgewählt. Vier von ihnen fielen unter die Tätigkeit "Verputzen", 5 andere gehörten zum "Rollen". Die Art dieser Verhaltenseinheiten, die unabhängig voneinander sind und bei der Arbeit meistens in Kombinationen vorkommen, ist aus der ersten Spalte der folgenden Tabelle 8 ersichtlich. In der zweiten Spalte ist die mögliche Gefährdung angegeben, die bei der Anwendung der Verhaltenseinheiten entstehen kann. Verhaltenseinheiten, bei denen keine Gefährdung angegeben ist, gelten als vorschriftsmässig bzw. ungefährlich.

Die Beobachtungen konnten diesmal nicht automatisch vorgenommen werden, sondern wurden mit Hilfe eines Beobachters erhoben, der mit der Begründung am Arbeitsplatz eingeführt war, dass er nach bestimmten Kriterien die verschiedenen Gefährlichkeitsgrade der Arbeit abzuschätzen habe. Zur Registrierung wurde ein mehrkanaliger Tintenschreiber benutzt.

Jedes Belegschaftsmitglied wurde in jeder Schicht etwa eine halbe Stunde lang beobachtet. Da die Arbeit stossweise erledigt wurde, also häufig von Pausenzeiten unterbrochen war, setzte sich die halbe Beobachtungsstunde aus mehreren Beobachtungsperioden zusammen. Im Durchschnitt wurden pro Person und pro Schicht 3,3 Beobachtungsperioden von je 9,1 Minuten benötigt.

Nach dem ersten Beobachtungsturnus wurden die Beobachtungen für 17 Tage abgesetzt. Am letzten Tag dieser Pause, fand die Gruppendifkussion statt, nach der jeder Arbeiter noch einmal in jeder Schicht beobachtet wurde.

Zu dieser Diskussion wurde ungefähr die Hälfte der beobachteten Belegschaftsmitglieder eingeladen. Sie dauerte etwa zwei Stunden, einschliesslich eines Mittagessens am Ende der Zusammenkunft.

Tabelle 8: Beobachtete "Verhaltensseinheiten" von Verputzern und Revisoren

Art der Verhaltensseinheit	Mögliche Verletzungsfolgen
Führen des Putzermessels mit der umgreifenden linken Hand (Daumen zwischen Meissel und Stahlstab)	Daumenquetschungen
Gegeneinanderarbeiten von zwei Verputzern ohne Schutzbrillen, wenn der Abstand zwischen ihnen kleiner ist als zwei Meter	Gesichts- und Augenverletzungen durch fliegende Stahlspäne, sonstige Körperverletzungen des Partners durch Abrutschen des Pressluftmessels
Verputzen eines Stahlstabes, der am Wegrollen nach beiden Seiten durch <u>eigene</u> Vorkehrungen (Holzkeile) abgesichert ist	
Verputzen eines Stahlstabes, der am Wegrollen nach beiden Seiten durch Vorkehrungen eines Partners abgesichert ist	
Weiterrollen eines Stahlstabes mit einem Hebel (Knippstange), ohne die Stahlstäbe dabei anzufassen	
Rollen eines Stahlstabes, wobei zwischen zwei Stäbe gefasst wird, die weniger als 50 cm voneinander entfernt sind	Fingerquetschungen
Mit einer flachen Hand rollen und in der anderen ein Werkzeug (Knippstange, Holzkeil) zum Nachfassen und Sichern führen	
Mit flacher Hand rollen, wobei ein Partner ein Werkzeug zum Nachfassen führt	
Rollen der Stahlstäbe mit der flachen Hand oder mit der Faust	

Um den Eindruck eines Zusammenhanges zwischen der Diskussion und den Registrierungen am Arbeitsplatz möglichst nicht aufkommen zu lassen, waren folgende Massnahmen getroffen worden:

1. Der Beobachter trat während der Belehrung nicht in Erscheinung.
2. Die Registrierung des Beobachters war als werksunabhängiges Forschungsvorhaben bekannt gemacht worden, während die Einladung zur Diskussion als Massnahme des Betriebsrates galt.
3. Die Beobachtungen am Arbeitsplatz waren 16 Tage vor dem Gespräch beendet worden.
4. Der Termin der Wiederaufnahme der Beobachtungen am Arbeitsplatz war den Belegschaftsmitgliedern vor Erhalt der Einladung zu dem Gespräch genannt worden.

Anhaltspunkte dafür, dass dennoch der Eindruck eines Zusammenhanges zwischen Registrierungen am Arbeitsplatz und der Diskussion entstanden war, ergaben sich während des Gespräches und auch hinterher nicht.

Die Diskussion verlief folgendermassen:

Nach einer kurzen Einführung durch den Gesprächsleiter hatten die eingeladenen Belegschaftsmitglieder die neun verschiedenen Arbeitsweisen des Rollens und des Verputzens nach dem Paarvergleichsverfahren hinsichtlich ihrer Gefährlichkeit zu beurteilen. Zum besseren Verständnis waren die Verhaltens-einheiten photographisch dargestellt. Nach Abschluss der Beurteilung forderte der Gesprächsleiter die Belegschaftsmitglieder auf, sich gemeinsam darüber zu unterhalten, welche Unfallgefahren bei der Arbeit an den Putzböcken auftreten. Als zweckmässiges Vorgehen schlug er vor, die einzelnen Arbeitsvorgänge nacheinander in der Reihenfolge, in der sie bei der Arbeit auftreten, zu besprechen und dann zu überlegen, welche Verletzungsmöglichkeiten bestehen und welche Schutz-möglichkeiten gegeben sind. Als Ergebnis dieses gemeinsamen Erfahrungsaustausches könne man vielleicht zu einer Liste von arbeitssicheren Verhaltensweisen kommen, die man als "Sicherheitsliste" bezeichnen und allen Kollegen in der Adjustage

zugehen lassen könne. Nach der Diskussion wurden von den Teilnehmern schriftlich 13 Fragen beantwortet, die folgende Merkmale erfassen sollten:

1. die allgemeine Einstellung zu Fragen der Arbeitssicherheit,
2. die Beurteilung der eigenen Arbeitsweise hinsichtlich der Arbeitssicherheit,
3. die Beurteilung der Wirkung der Diskussion auf die eigene Arbeitsweise.

Um die Wirkung der Gruppendiskussion auf das Verhalten am Arbeitsplatz interpretieren zu können, war es wichtig zu wissen, ob die Richtung der Veränderungen der Versuchsgruppe auch den Erwartungen entsprach. Es wurde deshalb die Hypothese aufgestellt, dass jene Verhaltenseinheiten, die in Tabelle 8 durch Verletzungsmöglichkeiten gekennzeichnet sind, als die relativ gefährlicheren nach der pädagogischen Beeinflussung weniger häufig auftraten. Um eine über diese Klassifikation hinausreichende bessere Abstufung zwischen den Verhaltenseinheiten hinsichtlich ihrer Gefährlichkeit zu erreichen, wurde noch eine Beurteilung durch Experten vorgenommen. Ein Sicherheitsingenieur, ein Sicherheitsmeister, ein Betriebsingenieur und zwei Mitarbeiter der Betriebswirtschaftsstelle des Hüttenwerkes hatten im Paarvergleichsverfahren die Verhaltenseinheiten nach ihrer Gefährlichkeit zu beurteilen unter Berücksichtigung der Häufigkeit von Unfällen bei diesen Verhaltensweisen und der Schwere der möglichen Verletzungsfolgen. Als Resultat ergab sich eine Gefährlichkeitsskala. Diese Gefährlichkeitsskala wurde als eigentliches Kriterium für die Auswertung herangezogen. Verhaltensweisen mit einem unter dem Durchschnitt liegenden Gefährlichkeitswert sollten nach der Belehrung eine grössere Häufigkeit aufweisen.

Die Frage, ob sich die pädagogische Beeinflussung auf die Häufigkeit einzelner Verhaltensweisen auswirkte, lässt sich

am besten dadurch prüfen, dass die entsprechenden Mittelwertsdifferenzen der Gesprächsteilnehmer vor und nach dem Gespräch mit den entsprechenden Differenzen der Nichtteilnehmer (Kontrollgruppe) verglichen werden. Um tageszeitliche Schwankungen des Arbeitsverhaltens auszugleichen, wie sie in der vorangegangenen Untersuchung auftraten, wurden für die Bildung der Mittelwertsdifferenzen zwischen der Zeit vor und der Zeit nach der Diskussion jeweils nur die Beobachtungsdaten der gleichen Schichtzeit berücksichtigt. Es wurde z.B. die Arbeitsweise vor der Diskussion auf der Frühschicht nur mit derjenigen nach der Diskussion verglichen, die ebenfalls auf der Frühschicht beobachtet worden war.

Für das Verputzen wurden die Veränderungen in drei der voneinander unabhängigen Verhaltenskategorien überprüft: Verputzen eines Stabes, der wegrollen kann - Führen des Putzermessels mit der umgreifenden linken Hand - Entgegenarbeiten von zwei Verputzern ohne Schutzbrillen.

Während der Frühschicht zeigten sich bei den Verputzern zwischen Versuchs- und Kontrollgruppe bei allen drei Verhaltenseinheiten Unterschiede in der erwarteten Richtung. Eine von ihnen war statistisch bedeutsam, die Zufallswahrscheinlichkeit war kleiner als 5 %.

Auch für die acht Tage später folgende Nachtschicht ergaben sich bei den drei Verhaltenseinheiten Veränderungen in der erwarteten Richtung. Eine dieser Veränderungen war ebenfalls statistisch bedeutsam.

Für die 14 Tage später folgende Mittagsschicht wiesen zwei der beobachteten Veränderungen in die erwartete Richtung, eine in die entgegengesetzte Richtung. Keine der Veränderungen war statistisch bedeutsam.

Für die Verputzer konnten auch in bezug auf die Tätigkeit des Rollens Veränderungen einzelner Verhaltensweisen in der

erwarteten Richtung festgestellt werden. Hier waren 6 voneinander unabhängige Verhaltenseinheiten in die Auswertung einbezogen worden.

Von diesen 6 Verhaltenseinheiten zeigten bei den Gesprächsteilnehmern gegenüber der Kontrollgruppe 5 Abweichungen in der erwarteten Richtung, eine davon war als statistisch bedeutsam anzusehen. Ein gleichartiges Ergebnis erbrachte die Analyse der während der Nachtschichten erhobenen Daten. Dagegen zeigten sich während der Mittagsschicht nur drei Verhaltenskategorien in der erwarteten Richtung verändert, von denen keine als statistisch bedeutsam anzusehen war.

Bei den Revisoren, deren Arbeitsverhalten ja nur während des Rollens erfasst wurde, wurden 7 Verhaltenskategorien in die Auswertung mit einbezogen.

Während der Frühschicht zeigten sich bei den Gesprächsteilnehmern gegenüber der Kontrollgruppe 5 dieser Verhaltenskategorien in der erwarteten Richtung verändert, zwei davon in signifikanter Weise. Von den drei übrigen zeigte eine eine bedeutsame Abweichung in entgegengesetzter Richtung. In der nach acht Tagen folgenden Nachtschicht fanden sich nur noch bei zwei Verhaltenseinheiten Veränderungen in der erwarteten Richtung, in der nach 14 Tagen folgenden Mittagsschicht ergab sich ein gleichartiges Bild.

Statistisch als bedeutsam anzusehende Verhaltensänderungen der Gesprächsteilnehmer gegenüber der Kontrollgruppe waren also verhältnismässig selten. Sowohl bei den Verputzern als auch bei den Revisoren traten die gefundenen Veränderungen unmittelbar nach der Diskussion, also während der Frühschicht, häufiger und stärker in Erscheinung als 14 Tage danach während der Mittagsschicht.

Bei den Verhaltenseinheiten, bei denen keine statistisch bedeutsamen Änderungen festgestellt werden konnten, zeigte sich allerdings zumeist eine Abweichung in der erwarteten Richtung. Es lag daher nahe, diese Informationen zu berücksichtigen, indem für jedes Belegschaftsmitglied eine Gewichtung aller im Beobachtungszeitraum erfassten Verhaltensweisen nach der durch die

Experten erstellten "Gefährlichkeitsskala" vorgenommen wurde. Zu diesem Zweck wurden die relativen Häufigkeiten der einzelnen Arbeitsweisen mit ihren Stellenwerten auf der Gefährlichkeitsskala multipliziert. Für jedes Bolegschaftsmitglied wurden die erhaltenen Produkte getrennt nach den Schichtzeiten aufsummiert. Die erhaltene Summe kann als individueller Gefährlichkeitsindex bezeichnet werden.

Für die Verputzer wurden zwei Gefährlichkeitsindizes berechnet, nämlich einer für die Tätigkeit des Rollens und einer für die des Verputzens. Da bei den Revisoren nur die Tätigkeit des Rollens beobachtet worden war, wurde für sie jeweils nur ein Gefährlichkeitsindex erstellt.

Es ergab sich, dass bei den Verputzern, die an der Diskussion teilgenommen hatten, der Gefährlichkeitsindex sowohl für das Rollen wie auch für das Verputzen durchweg niedriger war, und zwar zu allen Schichtzeiten, als in den entsprechenden Zeiträumen vor der Diskussion. Bei den Revisoren ergab sich ein ähnliches Bild, wenigstens für den Zeitraum von 8 Tagen nach der Diskussion. Danach war der Gefährlichkeitsindex im Durchschnitt etwas grösser als vor der Diskussion.

Die statistische Bedeutsamkeit der Unterschiede zwischen den Diskussionsteilnehmern und der Kontrollgruppe in bezug auf die Gefährlichkeitsindizes geht aus der folgenden Tabelle 9 hervor. Angegeben ist die statistische Prüfgrösse  $t$ . Je grösser der Wert dieser Prüfgrösse ist, desto grösser ist die Wahrscheinlichkeit, dass der gefundene Unterschied zwischen Diskussionsgruppe und Kontrollgruppe nicht rein zufällig ist. Für den höchsten der in der Tabelle dargestellten  $t$ -Werte von 2,04 (mittlere Zeile, 2. Spalte), ist die Zufallswahrscheinlichkeit allerdings immer noch grösser als 10 %. Danach sind die gefundenen Unterschiede der Gefährlichkeitsindizes zwischen Diskussionsteilnehmern und Kontrollgruppe in keinem Falle als statistisch bedeutsam anzusehen. Es kommt lediglich eine Tendenz zum Ausdruck, dass der Unterschied zwischen beiden Gruppen nach der Diskussion ständig abnimmt. Verglichen mit der Betrachtung der einzelnen Verhaltenseinheiten hat die nach der Gefährlichkeit gewichtete Zusammenfassung in grossen und ganzen also keine eindeutigeren Ergebnisse hinsichtlich der Diskussionswirkung erbracht.

Tab. 9: Prüfung der Veränderungen der Gefährlichkeitsindizes der Versuchsgruppe unter der Belehrung gegenüber den gleichzeitigen Veränderungen der Kontrollgruppe (t-Werte)

Art der Personen	Art der Tätigkeit	Frühschicht (Woche der Belehrung)	Nachtschicht (1. Woche nach Belehrung)	Mittagsschicht (2. Woche nach Belehrung)
Verputzer	Verputzen	1,20	0,40	0,58
Verputzer	Rollen	1,38	2,04	0,39
Revisoren	Rollen	0,73	0,70	0,05

Das geringe Ausmass an Unterschieden zwischen Diskussions-  
teilnehmern und Belegschaftsmitgliedern, die nicht an der Diskus-  
sion teilgenommen hatten, könnte unter Umständen in der Unzu-  
länglichkeit der Datenerhebung bzw. in der Unzuverlässigkeit  
und der grossen Schwankungsbreite der beobachteten Merkmale be-  
gründet sein. Mit Hilfe der zur Verfügung stehenden Daten unter  
Einschluss der Befragungsergebnisse der Diskussionsteilnehmern  
wurde versucht, diesbezügliche Hinweise zu erhalten.

Zuerst einmal wurden die Häufigkeiten, mit der die einzel-  
nen Verhaltenseinheiten bei einem einzelnen Belegschaftsmitglied  
während einer Schichtzeit vorkamen, mit der Häufigkeit zu anderen  
Schichtzeiten verglichen. Dazu wurde die Korrelationsmethode  
benutzt. Es wurden nur Daten aus den drei Schichten vor der  
Gruppendiskussion verwendet. Die Höhe der Korrelation der Ver-  
haltensweisen zu verschiedenen Schichtzeiten wird natürlich  
von mehreren Faktoren bestimmt, zumindest durch die Konstanz  
des Arbeitsverhaltens und die Variation der Arbeitsbedingungen.  
Da sie im vorliegenden Falle nur selten, d.h. nur bei wenigen  
Verhaltenseinheiten die Grenze statistischer Bedeutsamkeit

erreichte, wird nahegelegt, dass das Arbeitsverhalten an dem beobachteten Arbeitsplatz aus wenigstens einem der genannten Gründe erheblichen Veränderungen im zeitlichen Verlauf ausgesetzt war.

Ein Ähnliches Bild zeigte sich, wenn man die Gefährlichkeitsindizes der verschiedenen Schichtzeiten miteinander verglich. Hier ergaben sich hinsichtlich der Rolltätigkeit von Verputzern und Revisoren sogar statistisch bedeutsame, negative Korrelationen zwischen den Schichtzeiten, d.h., ein Belegschaftsmitglied mit einem relativ zu seiner Gruppe hohem Gefährlichkeitsindex in einer Schicht scheint mit einer gewissen Regelmässigkeit zu einer anderen Schichtzeit einen relativ niedrigen Gefährlichkeitsindex aufzuweisen.

Die Art der Tätigkeit, die ja sicher einem zeitlichen Wechsel unterworfen ist, scheint dabei allerdings eine untergeordnetere Rolle zu spielen. Die beiden Gefährlichkeitsindizes, die bei den Verputzern für das Verputzen und das Rollen getrennt erstellt worden waren, zeigen nämlich eine sehr enge Beziehung. Sowohl während der Frühschicht als auch während der Nachtschicht ergaben sich bei jeweils mindestens 7 Belegschaftsmitgliedern statistisch bedeutsame Rangkorrelationskoeffizienten von über 0,8.

Bei der relativ grossen, zeitlichen Schwankung der Gefährlichkeitsindexwerte war kaum damit zu rechnen, den Gültigkeitsanspruch dieses Masses durch die Beziehung zu der individuellen Unfallhäufigkeit des Arbeitsplatzes rechtfertigen zu können. Bei 7 Verputzern ergab sich aber immerhin für den über Verhaltenseinheiten und Schichtzeiten gemittelten Gefährlichkeitsindex eine wenn auch nicht bedeutsame, so doch positive Korrelation zu den Unfallzahlen des vorhergehenden Jahres von  $r_s = +0,32$ . Für 7 Revisoren war diese Beziehung ebenfalls nicht signifikant, trug aber ein negatives Vorzeichen:  $r_s = -0,41$ .

Günstigere Beziehungen zeigten sich zwischen den Beobachtungsdaten und den während der Diskussion vorgenommenen Selbstbeurteilungen der Belegschaftsmitglieder hinsichtlich der allgemeinen Einstellung zu Fragen der Arbeitssicherheit, der Arbeitssicherheit der eigenen Arbeitsweise und der Wirkung der Diskussion auf die eigene Arbeitsweise.

Hinsichtlich der Einstellung zur Arbeitssicherheit ergab sich eine relativ hohe Korrelation ( $r = 0,93$ ) zu der Differenz der Gefährlichkeitsindizes zwischen der Frühschicht vor und der Frühschicht nach der Diskussion. In bezug auf die Nachtschicht und die Mittagsschicht ergaben sich niedrigere, statistisch nicht mehr bedeutsame Koeffizienten, d.h. die Enge der Beziehung zwischen Einstellung zur Arbeitssicherheit und Ausmass der Verhaltensänderung zeigt wiederum ein Nachlassen in der Wirkung der pädagogischen Massnahme an.

Gleichartige Befunde ergeben sich in bezug auf die Korrelation der Differenzen der Gefährlichkeitsindizes mit der beurteilten Wirkung der Diskussion. Gleich nach der Diskussion ist sie am höchsten ( $r = 0,99$ ), in der zweiten Woche danach sogar negativ ( $r = -0,65$ ).

Zwischen den Differenzen von Gefährlichkeitsindizes vor und nach der Diskussion und der beurteilten Gefährlichkeit des eigenen Arbeitsverhaltens ergaben sich ebenfalls positive Beziehungen, die aber hinsichtlich ihres Ausprägungsgrades nicht die Grenze statistischer Bedeutsamkeit erreichten.

Diese Ergebnisse bestätigten im grossen und ganzen die Erwartung, dass durch eine einmalige pädagogische Beeinflussung, so wie sie hier durch die Gruppendiskussion definiert wurde, das Arbeitsverhalten in erwünschter Richtung verändert werden kann. Das Ausmass dieser Verhaltensänderung war, was die statistische Bedeutsamkeit anbelangt, allerdings verhältnismässig gering, ein Befund, der zu einer pessimistischen Stellungnahme veranlasst in bezug auf die Beantwortung der zweiten zu Beginn dieser Untersuchung gestellten Frage nach der Wirkungsdauer.

Betrachtet man die Ergebnisse ohne Berücksichtigung der statistischen Absicherung, so wäre die Tatsache, dass die Mehrzahl der beobachteten Verhaltenskategorien noch in der ersten Woche nach der Gruppendiskussion Abweichungen in der erwarteten Richtung zeigen, als Hinweis zu werten, dass ähnlich wie bei dem vorangegangenen Plakatversuch zumindest mit einer einwöchigen nachhaltigen Wirkung zu rechnen ist. Um zu eindeutigeren Ergebnissen und damit zu einer genaueren Abschätzung des tatsächlichen Wirkungszeitraums zu kommen, wäre es nötig gewesen, entweder eine grössere Personenzahl zu berücksichtigen oder die Arbeitsplatzbedingungen stärker zu kontrollieren.

Nach allgemeinen Beobachtungen am Arbeitsplatz bestand Grund zu der Annahme, dass die geringe Prägnanz der Ergebnisse auf relativ stark wechselnde Arbeitsbedingungen zurückgeführt werden muss. Sowohl die Menge, als auch die Art des zu bearbeitenden Materials veränderte sich innerhalb der Beobachtungszeiträume. Ausserdem trat eine nicht unerhebliche Fluktuation in bezug auf die Zusammensetzung der Arbeitsgruppen auf. Mit dem Wechsel der Gruppenzusammensetzung war meistens ein Wechsel des Arbeitsortes verbunden, so dass dasselbe Belegschaftsmitglied an Putzböcken verschiedener Höhe mit z.T. unterschiedlichem Werkzeug und bei wechselnder Grösse des umgebenden freien Raumes arbeiten musste.

Dennoch wird durch die relativ hohe Korrelation des Gefährlichkeitsindex der Verputzertätigkeit mit dem Gefährlichkeitsindex des Rollens deutlich, dass das sicherheitswidrige Verhalten des einzelnen Belegschaftsmitglieds zumindest in bezug auf verschiedenartige Tätigkeiten eine nicht unerhebliche Konstanz aufweisen kann.

Weiterhin trat deutlich in Erscheinung, dass Meinungen und Einstellungen in bezug auf die Arbeitssicherheit des eigenen Arbeitsplatzes und der eigenen Handlungsweise in sehr enger Beziehung zu dem tatsächlichen Verhalten stehen, wenn man die Belegschaftsmitglieder veranlasst, diesbezügliche Urteile zu

bilden. Diese Tatsache scheint den Wert der Gruppendiskussion als pädagogische Massnahme sehr deutlich zu machen. Mit Hilfe der Gruppendiskussion gelingt es in kontrollierbarer Weise, eine massgebliche Einflussgrösse des Arbeitsverhaltens in ihrer Wirksamkeit zu erhöhen. Durch Plakate scheinen keine solche grundlegenden Einstellungsänderungen gefördert zu werden, wie durch den Befund nahegelegt wird, dass die darauf folgenden Verhaltensänderungen grossen tageszeitlichen Schwankungen zu unterliegen scheinen.

Insgesamt kann in bezug auf die beiden geschilderten Untersuchungen über die Wirkung von pädagogischen Massnahmen auf die Arbeitssicherheit folgendes festgestellt werden. Es ist möglich, auch Belegschaftsmitglieder, welche schon längere Zeit an dem Arbeitsplatz tätig sind, durch geeignete Massnahmen zu einer Aenderung ihrer Arbeitsweise zu veranlassen. Die Wirksamkeit dieser Massnahmen wird davon abhängen, inwieweit es gelingt, den Belegschaftsmitgliedern den Eindruck zu verschaffen, mehr ihren eigenen Einsichten als den betrieblichen Vorschriften zu folgen. Die Gruppendiskussion scheint in dieser Beziehung eine geeignete Massnahme zu sein, insbesondere dann, wenn die Diskussionsteilnehmer veranlasst werden, ihr eigenes Verhalten vergleichend zu beurteilen und ihre Einstellung gegenüber der Arbeitssicherheit zu fixieren.

Zu klären bleibt, ob die Wirkung der Diskussionsmethode, wie sich bei den hier betrachteten Daten andeutet, wirklich nur von relativ kurzer Dauer ist. Wenn man von der Erfahrungstatsache ausgeht, dass induzierte Einstellungsänderungen zumeist mehrere Monate anhalten, so wird nahegelegt, dass das Verschwinden bedeutsamer Verhaltensänderungen nach ungefähr 8 Tagen z.T. wenigstens durch methodische Mängel der Datenerhebung beeinflusst worden ist.

#### Zusammenfassende Schlussfolgerungen für die Praxis

Mit dem Hinweis auf die bereits zum Ausdruck gebrachten Einschränkungen könnten die Schlussfolgerungen für die Praxis, die sich aus den Untersuchungen über die Wirksamkeit von pädagogischen Massnahmen ergeben, wie folgt formuliert werden:

1. Zur Untersuchung verhaltensbedingter Faktoren der Arbeitssicherheit erweist sich die objektive Erfassung sicherheitswidriger Verhaltensweisen durch visuelle Beobachtung oder durch technische Einrichtungen (Lichtschränken) gegenüber der herkömmlichen Analyse von Unfallstatistiken als die genauere, zuverlässigere und empfindlichere Methode. Darüber hinaus ist der für die Erstellung brauchbarer Unterlagen notwendige Beobachtungszeitraum um ein Vielfaches kürzer.
2. Durch Registrierung sicherheitswidriger Verhaltensweisen gelingt es, den Einfluss sicherheitspädagogischer Massnahmen aufzuzeigen. Die Empfindlichkeit der Verfahrensweise reicht aus, um auch relativ "schwache" und kurzfristige Einflussgrössen, z.B. Plakate, zu kontrollieren.
3. Plakate zeigen eine Wirkung auf das sicherheitswidrige Verhalten, vor allem auf Personen, die relativ ausgeruht und von ihrer Tätigkeit nicht besonders beansprucht sind.
4. Pädagogische Massnahmen, welche das unmittelbare Interesse des Arbeitnehmers an Fragen der eigenen Sicherheit wachrufen, wie z.B. die Gruppendiskussion, können eingefahrene Verhaltensweisen und Einstellungen in der gewünschten Richtung ändern.
5. Die Wirksamkeit pädagogischer Massnahmen liess sich nur über kurze Zeiträume von ein bis zwei Wochen verfolgen. Um den tatsächlichen Wert von betrieblichen Sicherheitskampagnen abschätzen zu können, wäre es notwendig, die Wirkungsdauer zum Gegenstand weiterer Untersuchungen zu machen.

## V. UNTERSUCHUNGEN UEBER DIE BEEINFLUSSBARKEIT DER ARBEITSSICHERHEIT DURCH AUSSERE EINGRIFFE IN DEN HANDLUNGSABLAUF

In den beiden Untersuchungen der Wirksamkeit pädagogischer Massnahmen hatte sich unter anderem gezeigt, dass bei derselben Tätigkeit das Verhältnis von sicherheitswidrigen zu vorschriftsmässigen oder arbeitssicheren Verhaltensalternativen nicht nur durch Unterschiede zwischen Personengruppen oder zwischen einzelnen Belegschaftsmitgliedern gekennzeichnet ist. Es hatte sich herausgestellt, dass auch allgemeine situative Arbeitsbedingungen, wie z.B. die Arbeitszeit, zu Unterschieden im Arbeitsverhalten führen. Es wurde nahegelegt, dass sicherheitswidrige Verhaltensweisen z.T. mehr oder weniger indirekt durch allgemeine Merkmale des Produktionsablaufes beeinflusst sein könnten. WINSEMIUS (1963) kam bei einer analytischen Betrachtung von Unfallhergängen zu dem Ergebnis, dass äussere Einflüsse auf den zielgerichteten Handlungsablauf, durch den ein Belegschaftsmitglied eine vorgegebene Leistung erreicht, möglicherweise eine grosse praktische Bedeutung in bezug auf die Arbeitssicherheit besitzen.

WINSEMIUS unterschied bei seiner Analyse zwischen Haupt- und Nebenaufgaben. Als Hauptaufgaben waren solche Tätigkeiten am Arbeitsplatz gemeint, die "innerhalb eines Komplexes von Handlungen am meisten direkt auf die Erreichung des gesetzten Zieles ausgerichtet sind". Alle anderen Handlungen am Arbeitsplatz, die nicht direkt zur Erledigung der Hauptaufgabe notwendig sind, wurden als Nebenaufgaben klassifiziert. Zu Nebenaufgaben wurden z.B. allgemeine Vorbereitungen, Aufräumarbeiten, Beseitigungen von Störungen und Handlungen gerechnet, die während der eigentlichen Hauptaufgabe einem völlig anderen Leistungsziel zugute kamen.

WINSEMIUS kam mit Hilfe dieser Klassifizierung der Tätigkeiten eines Arbeitsplatzes auf Grund seiner Erhebungen zu folgenden Arbeitshypothesen:

1. Bei Nebenaufgaben tritt häufiger riskantes, also häufiger sicherheitswidriges Verhalten auf als bei Hauptaufgaben.
2. Riskantes Verhalten tritt häufiger bei den Nebenaufgaben auf, die während der Ausführung einer Hauptaufgabe, meistens bei deren Unterbrechung, anfallen, dagegen seltener bei Nebenaufgaben, die vor oder nach der Hauptaufgabe erledigt werden.

Eine Befragung von 278 Belegschaftsmitgliedern des Hüttenwerkes Salzgitter AG., die kurz vorher einen Arbeitsunfall erlitten hatten, schien diese Hypothesen teilweise zu unterstützen.

Arbeitsvorgänge, die nach Angabe der Befragten dem Unfall unmittelbar vorausgegangen waren, wurden nach dem Schema von WINSEMIUS nach Haupt- und Nebenaufgaben klassifiziert. Es zeigte sich, dass die meisten Personen Unfälle während der Verrichtung von Nebentätigkeiten erlitten hatten, obwohl diese gegenüber den Hauptaufgaben weniger Anteile der Arbeitszeit, eine geringere Berufserfahrung, Körperkraft und Aufmerksamkeit und seltener eine reguläre Ausbildung erforderten. Obwohl die Nebentätigkeiten, verglichen mit den Hauptaufgaben, als weniger schwierig und in bezug auf Unfallgefahren als gleich gefährlich beurteilt wurden, galten sie doch als unangenehmer.

Dieses Befragungsergebnis gab zwar keine definitiven Aufschlüsse über die von WINSEMIUS postulierte Bedeutung von Handlungsunterbrechungen bei der Auslösung von Unfällen, es schien aber eine genauere experimentelle Ueberprüfung dieser Hypothese zu rechtfertigen.

Als psychologische Begründung der Vermutung, dass Handlungsunterbrechungen die Unfallhäufigkeit erhöhen, bieten sich die Beobachtungen von OVSIANKINA (1926), ZEIGARNIK (1927), ROSENZWEIG (1943) u.a. an, die bei Laborexperimenten festgestellt hatten, dass nach Handlungsunterbrechungen starke

Bedürfnisse in bezug auf Wiederaufnahme der unterbrochenen Handlung bzw. emotionale Störungen (Frustrationen) auftreten können. Es darf angenommen werden, dass diesen Veränderungen im Erleben Änderungen im Verhalten entsprechen. Es ist damit zu rechnen, dass sowohl die Handlung, die unterbrochen wird, als auch die Handlung, die der unterbrochenen Handlung folgt, von diesen Veränderungen betroffen sein können.

In bezug auf störungsfreies und damit arbeitssicheres Verhalten am Arbeitsplatz kommt diesen beiden Möglichkeiten daher auch praktische Bedeutung zu. Da sie bisher jedoch noch nie Gegenstand von Ueberlegungen zur Erhöhung der Arbeitssicherheit bzw. von Beobachtungen unter kontrollierten Bedingungen gewesen sind, schien es wünschenswert zu sein, zumindest in einigen Erkundungsexperimenten der Wirkung von Handlungsunterbrechungen weiter nachzugehen.

Im folgenden wird von zwei im Labor vorgenommenen Versuchsreihen berichtet, von denen die eine die Wirkung von Handlungsunterbrechung auf die Leistung bei nachfolgenden Tätigkeiten untersuchen sollte. Die zweite Versuchsreihe hatte das Ziel, Art und Wirkung des Unterbrechungseffektes in bezug auf die Steuerung der gerade ablaufenden Handlung festzustellen.

Auswirkungen von Handlungsunterbrechungen auf Leistungsmerkmale nachfolgender Tätigkeiten

Zuerst galt es zu klären, ob bei der Unterbrechung von komplexen, auf ein klares Handlungsziel gerichteten Tätigkeiten die Leistungen bei nachfolgenden Handlungen überhaupt verändert werden. Deshalb schien es zweckmässig zu sein, nach der Unterbrechung möglichst einfache, leicht kontrollierbare Handlungen folgen zu lassen. Dazu gehören erfahrungsgemäss zielgerichtete Bewegungen der Hand.

Nach den angeführten Untersuchungen über die Erlebnisveränderung bei Handlungsunterbrechung war zu erwarten, dass der Ausprägungsgrad der habituellen Leistungsbereitschaft oder Leistungsmotiviertheit einer Versuchsperson das Leistungsverhalten nach der Unterbrechung massgeblich beeinflussen kann. Weiterhin darf angenommen werden, dass mangelnde Umstellfähigkeit der Versuchsperson, auch als Rigidität bezeichnet, sich gegebenenfalls hinsichtlich der Stärke des Unterbrechungseffektes auswirken kann.

Als Handlungen, die unterbrochen werden sollten, wurden vier Aufgaben ausgesucht, die, soweit in einem Vorversuch festgestellt werden konnte, ein relativ starkes Bedürfnis nach ihrer Beendigung wachrufen:

1. Das Zusammensetzen eines Bildes aus mehreren Einzelteilen unter Zeitdruck
2. Zerlegen und anschliessender Zusammenbau eines Modellhammerwerkes
3. Zusammensetzen eines Quadrates aus mehreren Einzelteilen
4. Aufbau und Erprobung einer Maschine zur Erzeugung von Reibungselektrizität.

Als Prüftätigkeit wurde bei diesem ersten Versuch das Klopfen mit einem Metallstift auf eine Metallunterlage in einem als angenehm empfundenen Tempo herangezogen. Es handelte sich um eine Anordnung, mit der man gewöhnlich das sogenannte

psychomotorische Tempo von Personen zu bestimmen pflegt. Man nimmt an, dass das Klopftempo mit dem Grad der inneren Gespanntheit zunimmt. Es war demnach zu erwarten, dass die Versuchspersonen im Vergleich zu einem Vortest nach Handlungsunterbrechung schneller klopften.

Im Vergleich zu 10 Versuchspersonen, die die Handlungsaufgaben zu Ende führten, zeigte sich bei 10 anderen Versuchspersonen, bei denen die Handlungsaufgaben kurz vor ihrer Beendigung abgebrochen wurden, allerdings nur in einem Falle eine statistisch bedeutsame Erhöhung des Klopftempo, und zwar nach Unterbrechung beim Zusammenlegen des Quadrates. Ein Vergleich der Versuchspersonengruppe, bei der die Handlungen nicht unterbrochen wurden, mit der Versuchspersonengruppe, bei der die Handlungen unterbrochen wurden, hinsichtlich der für alle Handlungen aufaddierten Klopfestergesultate erbrachte keinen signifikanten Unterschied. Insgesamt ergaben sich also kaum Anhaltspunkte für eine Wirkung der Handlungsunterbrechung.

Um auszuschliessen, dass der missglückte Nachweis einer Unterbrechungswirkung auf die Eigenschaften der verwendeten zielgerichteten Handlungen bzw. der Prüftätigkeit zurückzuführen ist, wurde der Versuch in ähnlicher Weise noch einmal wiederholt. Diesmal wurden mehr und zum Teil andere Aufgaben verwendet, ausserdem wurde eine andere Prüftätigkeit benutzt.

Als Aufgaben, bei denen Unterbrechungen vorgenommen werden sollten, wurden ausgewählt:

1. Modellierung eines selbstgewählten Tieres aus Plastilin
2. Zusammensetzen eines Bildes
3. Zerlegung und anschliessender Aufbau eines Pumpenmodelles
4. Zusammensetzen eines Quadrates
- k. Umstapeln einer Serie von 60 Kärtchen
5. Nachzeichnen einer Kreisspur mit Hilfe eines Zweihandprüfgerätes
6. Auswechseln eines Maschinenteiles
7. Reparatur eines Steckkontaktes
8. Zusammenschrauben eines Eisentischchens.

Die durch k gekennzeichnete Aufgabe war unter dem Gesichtspunkt ausgewählt worden, dass bei ihrer Unterbrechung keine oder eine nur sehr geringe Erlebnisveränderung auftritt in bezug auf das Bedürfnis, die Handlung wieder aufzunehmen.

Vor den Handlungsaufgaben hatten die Versuchspersonen zwei Fragebogen auszufüllen. Einer von ihnen sollte die habituelle Leistungsbereitschaft, der andere das Merkmal Rigidität erfassen.

Als Prüftätigkeit zur Untersuchung des Unterbrechungseffektes wurde diesmal das fortlaufende Zeichnen von Wabenmustern ausgewählt. Diese Tätigkeit bot den Vorteil, dass wie beim Klopf-test das Arbeitstempo mit Hilfe eines Metronoms vorgegeben werden kann. Pro Metronomschlag war eine Seite eines wabenförmigen Sechseckes zu zeichnen. Das vorgegebene Tempo war so schnell, dass eine Kontrolle der eigenen Leistung kaum möglich war.

Als Kriterium für die Qualität der zeichnerischen Leistung galt die Zahl jener Waben, die nur ungenau in das vorgegebene Karo-Muster eingezeichnet waren.

Das Wabenzeichnen wurde im Anschluss an jede unterbrochene bzw. beendete Aufgabe durchgeführt. Bei den unterbrochenen Handlungen wurde das Einsetzen des Metronomschlags als Unterbrechungssignal benutzt.

Zum Abschluss des Versuches wurden die Versuchspersonen nach einem Schema über ihre Erlebnisse befragt.

Bei vier der acht Aufgaben, bei denen ein Unterbrechungseffekt erwartet werden konnte, zeigte sich eine Erhöhung der Fehlerzahl während der Prüftätigkeit. In drei Fällen war diese Erhöhung statistisch bedeutsam.

Eine Analyse der systematischen Erlebnisbefragung ergab, dass bei diesen vier Aufgaben (Bildzusammensetzen, Aufbau eines Pumpenmodelles, Auswechseln eines Maschinenteiles, Reparatur eines Steckkontaktes) vergleichsweise auch das Bedürfnis stärker

in Erscheinung getreten war, die Tätigkeit zu beenden. Diese Bedürfnisspannung, auch als aktuelle Leistungsmotiviertheit bezeichnet, variierte nicht nur mit der Art der Tätigkeit, sondern auch mit den durch die Fragebogen erfassten Persönlichkeitsmerkmalen. So ergab sich sowohl mit der habituellen Leistungsmotiviertheit als auch mit der Rigidität eine positive Korrelation, die im ersten Falle bei einem  $r = 0,67$  statistisch bedeutsam war.

Inhaltlich hatte die Erlebnisbefragung folgendes ergeben: In den meisten Fällen wird die Unterbrechung als Störung empfunden und ist von dem Wunsch nach einer Weiterführung und Vollen- dung der unterbrochenen Handlung begleitet. In der Mehrzahl der Fälle beschäftigen sich die Versuchspersonen während der Prüf- tätigkeit noch in Gedanken mit der vorhergehenden Tätigkeit.

Das Ausmass der empfundenen Störung ist individuell unter- schiedlich, wie schon durch die Korrelation mit der habituellen Leistungsmotiviertheit nahegelegt wird. Zwischen der Stärke der aktuellen Leistungsmotiviertheit und der Fehlerhäufigkeit während der Prüftätigkeit nach Handlungsunterbrechung ergab sich eine positive Rangkorrelation von 0,40, die allerdings statistisch nicht bedeutsam ist.

Zusammenfassend zeigte sich also, dass eine Wirkung von Handlungsunterbrechungen auf nachfolgende, andersartige Tätig- keiten nicht in jedem Falle in Erscheinung trat. Die Befunde legen nahe, dass, wenn Störungen auftreten, diese auf emotionale Veränderungen zurückzuführen sind, d.h. Fehler bei Handlungs- unterbrechungen werden insbesondere dann zu erwarten sein, wenn die voraufgehende Tätigkeit ein relativ grosses Interesse und demzufolge das Bedürfnis geweckt hat, die Tätigkeit zu beenden. Hinsichtlich der praktischen Verwendbarkeit der Versuchsergeb- nisse in bezug auf die Erhöhung der Arbeitssicherheit sind da- durch von vornherein enge Grenzen gesetzt.

Einmal handelt es sich in der Praxis meist um Tätigkeiten, die bekannt und geübt sind, sich immer wiederholen und demzufolge nicht mehr die Anteilnahme und das Interesse auslösen wie die im Labor untersuchten Tätigkeiten, mit denen die Versuchspersonen zum ersten Male konfrontiert wurden. Es ist daher nicht auszuschließen, dass Handlungsunterbrechungen, die zu emotionalen Störungen führen, im Betriebsleben u.U. schwächer in Erscheinung treten können als in einer Laboruntersuchung.

Zum anderen deutet sich in den Ergebnissen an, dass die Störbarkeit durch Handlungsunterbrechungen individuell unterschiedlich ist. Einige Versuchspersonen zeigten sich durch die Handlungsunterbrechung stärker betroffen als andere. Es liegt nahe zu vermuten, dass eine ganze Reihe von Faktoren dazu beitragen kann, dass Personen auf Handlungsunterbrechungen emotional unterschiedlich reagieren. Neben der persönlichen Einstellung gegenüber der Aufgabe und dem Interesse an dem Erreichen des Leistungszieles, neben Erfahrung und Übung werden die situativen Merkmale der Tätigkeit eine wichtige Rolle spielen. Die Vielfalt der möglichen Einflussgrößen wird ebenfalls dazu beitragen, dass Unterbrechungseffekte bei nachfolgenden Tätigkeiten wenig systematisch und schlecht lokalisierbar in Erscheinung treten.

Dies kam auch in weiteren Laborexperimenten zum Ausdruck, deren Ziel es war, interindividuelle Unterschiede im Grad der Leistungsbeeinträchtigung nach Handlungsunterbrechung auf kontrollierbare Merkmale zurückzuführen. Zwar konnten wiederum an 40 Studentinnen bei der Durchführung von Prüftätigkeiten nach Handlungsunterbrechung Störungen beobachtet werden. So nahmen bei der Aufgabe, im Takt eines Metronoms mit einem Metallgriffel drei Stifte auf einer Holzplatte zu berühren, die Anzahl der Treffer nach Handlungsunterbrechungen ebenso ab, wie die Leistung bei dem Versuch, mit einem Griffel eine vorgegebene Metallspur entlangzufahren, und wie das Ergebnis einer Tätigkeit, bei der Perlen auf eine Nadel zu stecken waren. Auch bei Kopf-

rechenaufgaben konnte zumindest eine leichte Abnahme hinsichtlich der Quantität und der Qualität nach Handlungsunterbrechung beobachtet werden. Doch den Bemühungen, das Ausmass der Leistungsbeeinträchtigung auf die Erlebnisveränderung zurückzuführen, war nur geringer Erfolg beschieden. Bestimmte Erlebnisse, die unter dem Begriff der aktuellen Leistungsmotiviertheit beschrieben werden können, traten wie in der ersten Untersuchung nach Handlungsunterbrechung gehäuft auf. Sie zeigten in der Regel allerdings nur sehr niedrige Korrelationen mit den Leistungen der Prüftätigkeiten.

Im grossen und ganzen erwies sich diese Versuchsreihe also als relativ unergiebig in bezug auf die Beantwortung von Fragen, die die Arbeitssicherheit betreffen. Unter diesem Gesichtspunkt ergab sich lediglich eine Bestätigung der Arbeitshypothese, dass Handlungsunterbrechungen zu emotionalen Störungen führen, die sich auf folgende Tätigkeiten nachteilig auswirken können. Nach welcher Art von Tätigkeit und bei welcher Person diese Störungen am stärksten in Erscheinung treten, blieb dagegen noch ungeklärt.

#### Unterbrechungseffekte bei ablaufenden Handlungen

Die erste Versuchsreihe hatte der Wirkung von Handlungsunterbrechungen auf nachfolgende andersartige Tätigkeiten gegolten. In der folgenden Versuchsreihe war die unterbrochene Handlung selbst Gegenstand der Untersuchung. Es wurde versucht, das Leistungsverhalten im Augenblick der Unterbrechung zu analysieren.

Es erfordert einen relativ grossen apparativen Aufwand, Merkmale von Handlungen während ihres Ablaufes exakt zu erfassen. Eine Vereinfachung ergibt sich dann, wenn man den Beginn der Handlung beobachtet. In diesem Augenblick sind individuelle Unterschiede noch gering und motorische Vollzüge noch langsam. In den nachstehend geschilderten Versuchen wurde daher aus-

schliesslich jene Zeitspanne untersucht, die bis zu dem Einsetzen einer auf ein Startsignal antwortenden Bewegung (Handlung) vergeht. In bezug auf die Handlungsunterbrechung bedeutet das, dass die Versuchspersonen eine Tätigkeit zu unterbrechen bzw. zu unterdrücken hatten, die sie gerade beginnen wollten.

Um zu spezielleren Fragestellungen und damit eindeutigen Arbeitshypothesen zu gelangen, wurde zuerst eine Erkundungsstudie unternommen, bei der der Einfluss der kurzfristigen Aufeinanderfolge von verschiedenartigen Start- und Unterbrechungssignalen auf folgende Merkmale untersucht werden: Häufigkeit des Beginns einer Tätigkeit, Fehlerhaftigkeit der Tätigkeit und die Schnelligkeit, mit der eine Handlung begonnen wird.

Die Aufgabe der Versuchspersonen bestand in einer Wahlreaktion. Auf ein entsprechendes Signal hin war entweder eine geradlinige oder eine wellenförmige Schreibungsbewegung auszuführen. Manchmal wurde mit dem Startsignal ein weiteres Signal gegeben, bei dessen Erscheinen die Versuchspersonen in ihrer Bewegung sofort innehalten sollten.

Als Signale wurden sowohl optische wie auch akustische Reize benutzt. Hinsichtlich der Reizqualität von Start- und Unterbrechungssignal wurde den vier Kombinationsmöglichkeiten Rechnung getragen, d.h. in einer Darbietungsserie (Serie 1) wurde sowohl ein optisches Startsignal als auch ein optisches Unterbrechungssignal benutzt, in einer zweiten Darbietungsserie (Serie 2) waren beide Signale akustischer Art, in einer dritten (Serie 3) war das Startsignal ein akustischer Reiz, das Unterbrechungssignal ein optischer Reiz und in einer letzten Serie (Serie 4) war das Startsignal ein optischer, das Unterbrechungssignal dagegen ein akustischer Reiz.

Der Abstand zwischen Start- und Unterbrechungssignal wurde stufenweise zwischen 0,00 sec und 0,70 sec nach dem Zufall

variiert. Ausserdem wurde nach dem Zufall die Reihenfolge zwischen Start- und Unterbrechungssignal geändert. In der Hälfte jener Fälle, bei denen ein Unterbrechungssignal verwendet wurde, ging dieses also dem eigentlichen Startsignal voraus.

Elf Versuchspersonen wurden pro Darbietungsserie jeweils mit 90 Startsignalen konfrontiert. In der Hälfte der Fälle zeigte dieses Signal an, dass eine geradlinige Bewegung auszuführen war. In 40 von den insgesamt 90 Fällen war das Startsignal von einem Unterbrechungssignal begleitet.

Um Übungseffekte auszuschliessen, wurden die Darbietungsserien für jede Versuchsperson in einer anderen Reihenfolge durchgeführt.

Es wurde zuerst festgestellt, ob eine Abhängigkeit zwischen der Häufigkeit des Auftretens einer Bewegung und dem zeitlichen Abstand zwischen Start- und Unterbrechungssignal einerseits und der Reihenfolge beider Signale andererseits bestand. In der folgenden Tabelle 10 sind die mittleren Prozentsätze der trotz Unterbrechungssignals erfolgten Reaktionen ersichtlich. In der linken Tabellenhälfte sind jene Fälle dargestellt, bei denen das Unterbrechungssignal dem Startsignal voranging, in der rechten Hälfte die Fälle, wo das Unterbrechungssignal dem Startsignal folgte. Die Tabelle zeigt, von rechts nach links betrachtet, dass bei allen vier Darbietungsserien der mittlere Prozentsatz der nach dem Unterbrechungssignal erfolgten Reaktionen mit abnehmendem zeitlichem Abstand zwischen Start- und Unterbrechungssignal zwar etwas zurückgeht, jedoch bei gleichzeitiger Darbietung beider Signale immer noch ca. 50 % beträgt (mittlere Spalte der Tabelle). Wenn das Unterbrechungssignal dem Startsignal vorausgeht, kommt es ebenfalls noch verhältnismässig oft zum Handlungsbeginn. Bei einer Voreilung des Unterbrechungssignales von 0,3 sec beträgt der mittlere Prozentsatz noch ca. 40 % (1. Spalte).

Tab. 10: Prozentsätze der nach dem Unterbrechungssignal erfolgten Reaktionen, aufgeschlüsselt nach Darbietungsserien und zeitlichem Abstand zwischen Start- und Unterbrechungssignal.

Abstand (sec)	-0,3	-0,2	-0,15	-0,1	-0,04	0,00	+0,04	+0,1	+0,15	+0,2	+0,3
Serie 1	37,5	31,9	40,0	37,4	41,7	56,7	71,4	65,0	74,1	72,2	80,6
Serie 2	25,0	21,4	62,5	47,5	42,9	52,7	54,5	70,9	68,6	75,4	80,5
Serie 3	42,9	55,6	0,0	26,3	31,0	32,5	100,0	52,7	65,4	68,7	80,4
Serie 4	57,1	30,8	20,0	37,5	50,8	75,0	76,0	73,5	94,9	83,8	89,3

Es gelingt demnach nur in beschränktem Mass, eine Handlung im Stadium ihres Beginnes vollkommen zu unterdrücken. Diejenigen Reaktionen, die nach dem Unterbrechungssignal im Sinne einer Fortführung der durch das Startsignal auszulösenden Handlungsweise zu beobachten sind, sollen in der Folge auch als "Prävalenzreaktionen" oder als "Durchbrenner" bezeichnet werden.

Es liegt nahe anzunehmen, dass die Durchbrenner bzw. die prävalenten Reaktionen schon in irgendeiner Weise von dem Unterbrechungssignal beeinflusst sind. Es wurde daher ein Vergleich zwischen ihnen und jenen Reaktionen vorgenommen, die auf nicht durch Unterbrechungssignale begleitete Startsignale folgten. Bei diesem Vergleich wurde einmal die Fehlerhaftigkeit, zum anderen die Schnelligkeit des Auftretens der Reaktionen nach dem Startsignal berücksichtigt.

Zur Beurteilung der Fehlerhaftigkeit wurden folgende Kriterien herangezogen:

1. Verwechseln der Instruktion (statt der Wellenlinie wurde ein Strich ausgeführt und umgekehrt),
2. die Wellenlinie zeigt im Vergleich zu einem vorgegebenen Beispiel einen zu geringen Anfangsanstieg oder beginnt erst nach einer kurzen waagrechten Linie mit einem zu steilen Anstieg,
3. beim Ziehen der waagrechten Linie ist zuerst eine Aufwärtsbewegung des Stiftes zu beobachten.

Reaktionen, die eines dieser Merkmale enthielten, wurden als fehlerhaft bezeichnet.

Die nachfolgende Tabelle 11 gibt Auskunft über den prozentualen Anteil an fehlerhaft begonnenen Handlungen nach Startsignalen, die nicht von Unterbrechungssignalen begleitet waren, und nach Startsignalen, denen ein Unterbrechungssignal voranging oder folgte.

Tab. 11: Fehlerhaftigkeit begonnener Handlungen (Prozente)

	ohne Unterbrechung	bei Unterbrechung	Zufallswahrscheinlichkeit (p) der Differenz
Serie 1	6,34	10,00	
Serie 2	6,63	20,08	< 0,01
Serie 3	8,25	15,45	0,05
Serie 4	6,64	6,98	

Es zeigt sich, dass jene Reaktionen, die nach Unterbrechungssignalen auftreten, durchweg fehlerhafter sind als vergleichbare Reaktionen auf Startsignale, die nicht durch Unterbrechungssignale begleitet waren. Bei zwei Darbietungsserien erweisen sich diese Unterschiede als statistisch bedeutsam.

Die nächste Tabelle zeigt die Aufgliederung der prozentualen Anteile fehlerhafter Durchbrenner an der Gesamtzahl aller Durchbrenner nach der Art der Reihenfolge von Start- und Unterbrechungssignal.

Tab. 12: Fehlerhaftigkeit begonnener Handlungen (Prozente) in Abhängigkeit der Reihenfolge von Start (SS)- und Unterbrechungssignal (US)

	US vor SS	SS vor US	p Differenz
Serie 1	30,00	10,18	
Serie 2	43,10	14,01	< 0,01
Serie 3	30,77	13,94	
Serie 4	8,93	9,25	

Aus der Tabelle 12 geht hervor, dass die Durchbrenner durchweg fehlerhafter sind, wenn das Unterbrechungssignal dem Startsignal vorangeht. Statistisch gesichert ist diese Feststellung allerdings nur für die Darbietungsserie 2.

Betrachtet man die zeitlichen Abstände zwischen Startsignal und Handlungsbeginn, so zeigen sich ebenfalls bedeutsame Veränderungen in Abhängigkeit von dem Vorhandensein eines Unterbrechungssignals und von der Art der Reihenfolge zwischen Unterbrechungssignal und Startsignal. Dies geht aus Tabelle 13 hervor.

Tab. 13: Zeitlicher Abstand zwischen Startsignal (SS) und Handlungsbeginn in Abhängigkeit von dem Auftreten und der zeitlichen Stellung des Unterbrechungssignales (US)  
(Angabe in 1/100 sec)

	ohne US	US nach SS	US vor SS
Serie 1	42,2	34,4s <sup>+</sup> )	24,9
Serie 2	43,1	387 ss	26,9s
Serie 3	42,1	38,1s	29,8
Serie 4	39,2	32,3ss	29,8s

In der ersten Spalte der Tabelle sind die durchschnittlichen Abstände zwischen Startsignal und Handlungsbeginn jener Fälle dargestellt, bei denen kein Unterbrechungssignal auftrat. Für jede Darbietungsserie ergibt sich danach eine längere Reaktionszeit als in den Fällen, wo ein Unterbrechungssignal gegeben wurde (Spalte 2 und Spalte 3), d.h. bei Durchbrennern

<sup>+</sup>) statistisch bedeutsame Veränderungen gegenüber den Reaktionszeiten in der 1. Spalte. Bei s ist die Zufallswahrscheinlichkeit kleiner als 5 %, bei ss kleiner als 1 %.

ist die Zeit zwischen Startsignal und Handlungsbeginn gegenüber normalen Situationen allgemein kürzer. Diese Verkürzung der Reaktionszeit zeigt sich allerdings beeinflusst durch die Art der Reihenfolge zwischen Start- und Unterbrechungssignal. Geht das Unterbrechungssignal dem Startsignal voran (3. Spalte), so ist sie stärker als wenn das Unterbrechungssignal dem Startsignal folgt. Dass die im ersteren Falle grösseren Verkürzungen der Reaktionszeit statistisch seltener gegenüber den Reaktionszeiten in normalen Situationen abgesichert sind, ist darauf zurückzuführen, dass der Anteil an Durchbrennern geringer ist, so dass entsprechende Berechnungen mit einem grösseren Unsicherheitsfaktor behaftet sind.

Berücksichtigt man bei dieser Analyse nicht nur die Art der Reihenfolge zwischen Unterbrechungs- und Startsignal, sondern auch den zeitlichen Abstand, so zeigt sich, wie in Abb. 3 dargestellt ist, eine relativ stetige, funktionale Beziehung zwischen Reaktionszeitverkürzung und Voreilung des Unterbrechungssignales. Bei den in dieser Untersuchung beobachteten Zeitintervallen ist die Reaktionszeit bei dem Intervall am stärksten verkürzt, wo das Unterbrechungssignal dem Startsignal am weitesten voraneilt. Bei dem Zeitintervall, wo das Unterbrechungssignal dem Startsignal am weitesten nachfolgt, ist auch die Reaktionszeit am längsten. Hier besteht kein Unterschied mehr zu der Reaktionszeit in Situationen, wo allein das Startsignal gegeben wird.

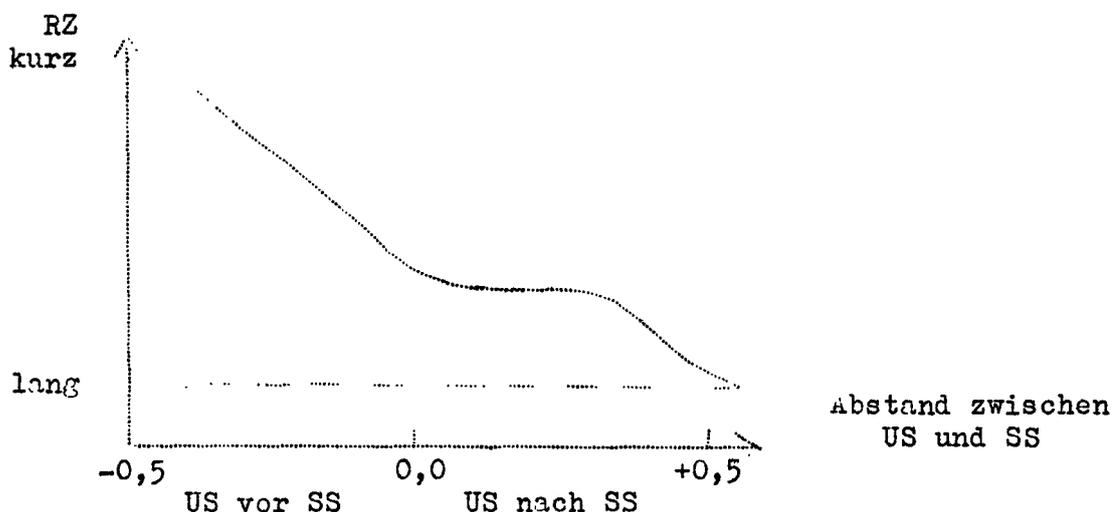


Abb. 3: Änderung des zeitlichen Abstands zwischen Startsignal (SS) und Handlungsbeginn (RZ) in Abhängigkeit von zeitlicher Stellung und zeitlichem Abstand des Unterbrechungssignals (US).

Ein Vergleich der durchschnittlichen, zeitlichen Abstände zwischen Startsignal und Handlungsbeginn nach den eben dargelegten Gesichtspunkten zwischen Reaktionen, die fehlerfrei waren, und Reaktionen, die fehlerhaft waren, erwies sich als unergiebig. Die mittleren Reaktionszeiten der Fehlreaktionen unterschieden sich in keinem Falle von denjenigen richtiger Reaktionen.

Zusammengefasst hatte der geschilderte Versuch also folgendes erbracht:

1. Bei gleichzeitiger Darbietung von Start- und Unterbrechungssignal liegt die Häufigkeit begonnener Handlungen noch etwa bei 50 %.
2. Die unterbrochenen Bewegungen erwiesen sich als fehlerhafter als die nicht unterbrochenen.
3. Der mittlere zeitliche Abstand zwischen Startsignal und dem Beginn derjenigen Handlungen, die trotz des Unterbrechungssignals ausgeführt bzw. angefangen wurden, war kürzer als die der unbeeinflusst ablaufenden Handlungen.

Für praktische Schlussfolgerungen boten diese Ergebnisse noch wenig Anknüpfungspunkte. Es wurde allerdings deutlich, dass es schwer fällt, eine einmal begonnene Handlung sofort abzubrechen. Es gelingt offensichtlich nicht, sich abrupt auf eine neue Situation so umzustellen, dass Fehler bei der ablaufenden Handlung ausgeschaltet werden. Eine wichtige Rolle scheint dabei der Zeitpunkt zu spielen, bei dem in den Handlungsablauf eingegriffen werden soll. Wird kurz vor oder unmittelbar während des Handlungsbeginns eingegriffen, so treten stärkere Störungen auf als zu einem Zeitpunkt, wo die Handlung bereits angelaufen ist.

Um zu detaillierteren, praktischen Schlussfolgerungen zu gelangen, war es notwendig, weitere Informationen über die Beziehung zwischen Unterbrechungssignal und ablaufender Handlung zu bekommen. Zu diesem Zwecke wurden auf Grund der Befunde der geschilderten Untersuchung Arbeitshypothesen entwickelt, die zum Gegenstand weiterer Untersuchungen gemacht werden sollten. Zur

Entwicklung der Arbeitshypothesen wurde von der Annahme ausgegangen, dass durch das Unterbrechungssignal bestimmte Faktoren der Verhaltenssteuerung beeinflusst werden. Dass es nach dem Unterbrechungssignal noch bemerkenswert oft zum Handlungsbeginn kommt, wurde dadurch erklärt, dass das Erscheinen des Unterbrechungssignals einen für die Verhaltenssteuerung wichtigen "Hemmungsmechanismus" stört bzw. ausser Betrieb setzt. Dieser Hemmungsmechanismus sorgt dafür, dass nach dem Startsignal der Handlungsbeginn solange verzögert wird, bis eine Entscheidung darüber getroffen worden ist, welche Art von Handlung zu erfolgen hat. In der geschilderten Untersuchung war z.B. die Entscheidung zu treffen, ob eine wellenförmige Linie oder ein gerader Strich gezogen werden sollte.

Eine Beeinträchtigung des Hemmungsmechanismus führt zwar zum früheren Auftreten des Handlungsbeginns, dieser aber ist fehlerhafter, weil die Entscheidungsprozesse nicht in üblicher Weise zu einem Abschluss gekommen sind.

Diese Überlegungen führten zu der Annahme, dass ein Einfluss des Unterbrechungssignals um so stärker in Erscheinung tritt, je komplizierter die Entscheidungsprozesse sind, die beim Erscheinen des Startsignals zu treffen sind.

Entsprechend angelegte Versuche müssten daher folgendes ergeben: Startsignale, die in kurzer Zeit viel Information vermitteln und deren Informationen wenig Entschlüsselungsarbeit erfordern, werden in Begleitung von Unterbrechungssignalen einen weniger verfrühten und fehlerfreieren Handlungsbeginn zur Folge haben als Signale, die in kurzer Zeit wenig Informationen übermitteln und deren Information längere Entschlüsselungsarbeit erforderlich macht. Bei der Überprüfung dieser Hypothese kam es darauf an, die "Menge" der Entscheidungsprozesse, die von der Versuchsperson verlangt werden, zu verändern. Dies schien durch

folgende Merkmale der Handlungssituation möglich zu sein:

1. Die Ähnlichkeit zwischen Startsignal und Handlung,
2. die Bewegungsschwierigkeit,
3. Zahl der Verhaltensalternativen,
4. die relative Häufigkeit des zu beantwortenden Signales.

Es darf z.B. davon ausgegangen werden, dass Startsignale, die der auszuführenden Handlung sehr ähnlich sind, weniger Entschlüsselungsarbeiten verlangen, als Signale, die der auszuführenden Handlung weniger ähnlich sind. Ist z.B. ein roter Knopf zu drücken, so fällt dies leichter bei einem optischen Signal roter Farbe als bei einem optischen Signal grüner Farbe. Ähnliche Überlegungen gelten für die drei übrigen der aufgeführten Merkmale in bezug auf ihre Eigenschaft, das Ausmass der für den Beginn einer Handlung notwendigen Entscheidungsprozesse zu verändern.

So werden vor Beginn komplizierter Bewegungen mehr Entscheidungsvorgänge ablaufen müssen als vor Beginn einfacher Bewegungen.

Ist bei dem Erscheinen eines Startsignales die Wahl zwischen vielen Verhaltensalternativen zu treffen, so werden ebenfalls mehr Entscheidungsvorgänge ablaufen als in Situationen, wo das Startsignal nur eine Wahl zwischen wenigen Verhaltensalternativen verlangt.

Ähnliches gilt für die Häufigkeit von Signalen. Seltene Signale repräsentieren einen verhältnismässig hohen Informationsgehalt, sie erfordern mehr Entschlüsselungsarbeit und haben mehr Entscheidungsvorgänge zur Folge als häufiger erscheinende Signale, die den Beginn einer Handlung veranlassen sollen.

Die tatsächliche Beziehung dieser Merkmale zu den Unterbrechungseffekten war Gegenstand mehrerer Untersuchungen.

Zuerst wurde die Stichhaltigkeit jener Arbeitshypothesen überprüft, die Vorhersagen machten über die Beziehung zwischen Unterbrechungseffekt und der Aehnlichkeit zwischen Startsignal und Handlung einerseits und der Schwierigkeit der gerade ablaufenden Handlung andererseits:

1. Werden Startsignale verwendet, die die zu wählende Verhaltensalternative sehr treffend kennzeichnen und dadurch einen relativ hohen Informationsgewinn in der Zeiteinheit gewährleisten, so tritt bei gleichzeitiger Darbietung eines Unterbrechungssignales der Handlungsbeginn weniger verfrüht auf als bei Startsignalen, die Entschlüsselungsarbeit verlangen. Die Fehlerhaftigkeit der begonnenen Handlungen ist demzufolge auch geringer.
2. Sind die durch das Startsignal angezeigten Handlungen einfach, so wird bei gleichzeitig dargebotenem Unterbrechungssignal der Handlungsbeginn weniger beschleunigt und auch weniger fehlerhaft sein als bei Startsignalen, die die Ausführung relativ komplizierter Bewegungen veranlassen.

Um diese Hypothesen zu überprüfen, wurden vier verschiedene Startsignale benutzt. Bei jeweils zwei von diesen Signalen war mit der gleichen Handlung zu beginnen. Entweder war ein gerader Strich zu ziehen oder eine wellenförmige Linie zu zeichnen. Als eines der beiden Startsignale für das Ziehen einer geraden Linie diente das Aufleuchten eines waagrechten Schlitzes. Es hatte grössere formale Aehnlichkeit mit der zu vollziehenden Handlung als das andere Signal, bei dem lediglich eine **Kreisfläche** aufleuchtete. Auch bei den beiden übrigen Signalen, die das Startzeichen zum Ziehen einer wellenförmigen Linie bedeuteten, hatte das eine grössere Aehnlichkeit mit der Handlung als das andere. Bei ihm leuchtete eine wellenförmige Linie auf, während im anderen Falle lediglich eine farbige Lampe in Tätigkeit gesetzt wurde. Es durfte angenommen werden, dass bei den Signalen grosser formaler Aehnlichkeit weniger Entschlüsselungsarbeit erforderlich war als bei den beiden Signalen geringer formaler Aehnlichkeit. Nachfolgend wird deshalb von den Startsignalen, die einen geraden

oder wellenförmigen Schlitz zeigten, als von den "unverschlüsselten" Signalen gesprochen, zur Unterscheidung von den beiden übrigen, die als "verschlüsselte" Signale bezeichnet werden.

Weiter wurde davon ausgegangen, dass das Zeichnen einer wellenförmigen Linie eine kompliziertere Tätigkeit darstellt als das Ziehen eines geraden Striches.

Nach einem vorher ausgearbeiteten Programm wurde jeder von insgesamt 16 Versuchspersonen jedes der 4 Startsignale 45 mal in zufälliger Reihenfolge gegeben. Von den insgesamt 180 Startsignalen waren 60 von einem Unterbrechungssignal begleitet. Der Abstand zwischen Startsignal und Unterbrechungssignal betrug entweder 0,00 oder 0,10 oder 0,20 sec. Das Vorkommen des Unterbrechungssignales und dessen Verzögerung gegenüber dem Startsignal variierten unsystematisch. Es gab also keine Regel, nach der die Versuchsperson erkennen konnte, ob das nächste Startsignal von einem Unterbrechungssignal begleitet war und ob der Abstand zwischen Startsignal und Unterbrechungssignal kleiner oder grösser war.

Die Auswirkungen der Versuchsbedingungen auf den zeitlichen Abstand zwischen Startsignal und Handlungsbeginn sind in der nachstehenden Tabelle 14 wiedergegeben.

Tab. 14: Zeitlicher Abstand zwischen Startsignal und Handlungsbeginn in Abhängigkeit von dem Auftreten von Unterbrechungssignalen (US) bei einfachen und komplizierten Bewegungen und bei unverschlüsselten und verschlüsselten Startsignalen.

Bewegung	Startsignal	ohne US	mit US
einfach	unverschlüsselt	45,04	40,55
	verschlüsselt	54,23	44,95
kompliziert	unverschlüsselt	49,11	42,93
	verschlüsselt	55,45	44,99

Dargestellt sind die durchschnittlichen Reaktionszeiten der 16 Versuchspersonen in 1/100 sec. Eine Betrachtung der Werte in der linken Spalte der Tabelle zeigt, dass ohne Unterbrechung die Handlung bei einfachen Bewegungen allgemein früher nach dem Startsignal beginnt als bei komplizierten Bewegungen. Hinsichtlich der Verschlüsselung der Startsignale ergibt sich, dass bei grösserer formaler Ähnlichkeit ebenfalls die Handlung früher nach dem Startsignal beginnt als bei geringerer Ähnlichkeit. Eine statistische Analyse (Varianzanalyse) weist diese Unterschiede als hochbedeutsam aus, d.h. die Voraussetzungen, die den Hypothesen dieses Versuches zugrunde gelegt wurden, finden ihre Bestätigung. Die kürzere Reaktionszeit bis zu Beginn der Ausführung der als einfach gekennzeichneten Bewegung entspricht der Annahme, dass weniger Steuerungsvorgänge ablaufen müssen als bis zum Beginn der als kompliziert bezeichneten Bewegung. Ebenso lässt sich die kürzere Reaktionszeit bei Startsignalen, die grosse formale Ähnlichkeit mit der zu beginnenden Handlung aufweisen, mit der Annahme vereinbaren, dass weniger Entschlüsselungsarbeit zu leisten ist, als bei Signalen anderer Art.

In bezug auf den vorhergesagten Unterbrechungseffekt informiert uns der Vergleich zwischen den Werten der linken und der rechten Spalte der Tabelle. Ganz allgemein zeigt sich der schon in der ersten Untersuchung beobachtete Effekt, dass sich bei simultaner Darbietung von Start- und Unterbrechungssignal die Reaktionszeit gegenüber der normalen Handlungssituation verkürzt. Bei einfachen Bewegungen ist dieser Effekt allerdings weniger ausgeprägt als bei komplizierten Bewegungen. Ebenso tritt er in Übereinstimmung mit der Ausgangshypothese bei unverschlüsselten Signalen weniger in Erscheinung als bei verschlüsselten Signalen. Beide Feststellungen lassen sich auch statistisch absichern (Varianzanalyse).

Die nächste Tabelle zeigt die Ergebnisse des Versuches in bezug auf die Fehlerhaftigkeit der begonnenen Handlungen.

Tab. 15: Fehlerhaftigkeit begonnener Handlungen (Prozente) in Abhängigkeit vom Auftreten von Unterbrechungssignalen (US) bei einfachen und komplizierten Bewegungen und verschlüsselten und unverschlüsselten Startsignalen.

Bewegung	Startsignal	ohne US	mit US
einfach	unverschlüsselt	0,81	0,51
	verschlüsselt	10,27	16,75
kompliziert	unverschlüsselt	5,87	12,38
	verschlüsselt	12,45	20,88

Angabe sind die mittleren Prozentsätze, auf gegliedert nach Art der Bewegung und Art des Startsignals. Die Betrachtung der linken Tabellenspalte ergibt, dass auch in bezug auf die Fehlerhaftigkeit die bei der Aufstellung der Prüfhypothesen gemachten Voraussetzungen Gültigkeit haben. Bei unbeeinflussten Reaktionen nimmt die Fehlerhaftigkeit mit der Kompliziertheit der Bewegung zu. Ebenfalls zeigen sich die erwarteten Unterschiede hinsichtlich der formalen Ähnlichkeit zwischen Startsignal und Handlung. Bei unverschlüsselten Startsignalen ist die Fehlerhaftigkeit der begonnenen Handlungen durchschnittlich geringer als bei verschlüsselten Startsignalen. Diese Unterschiede sind auch statistisch abgesichert (WILCOXON-Test).

Über den Einfluss der Unterbrechungssignale informiert wieder der Vergleich beider Tabellenspalten. Sowohl bei einfachen als auch bei komplizierten Bewegungen nimmt die Fehlerhaftigkeit bei Auftreten des Unterbrechungssignales zu. Bei komplizierten Bewegungen ist die Fehlerzunahme in Übereinstimmung mit der Ausgangshypothese relativ grösser und auch statistisch bedeutsam. Eine ebenfalls systematische Veränderung der rel-

tiven Fehleranteile lässt sich in bezug auf die Art des Startsignals feststellen. Nach Startsignalen mit geringer formaler Ähnlichkeit mit der Handlung werden relativ mehr Fehler gemacht als bei Startsignalen mit grösserer formaler Ähnlichkeit mit der Handlung. In vorliegenden Falle ist dieser Unterschied allerdings statistisch nicht abzusichern.

Zusammengefasst bestätigen die Ergebnisse weitgehend die Erwartungen:

1. Auf Startsignale von grosser Ähnlichkeit mit der folgenden Handlung reagiert die Versuchsperson bei Unterbrechung weniger verfrüht als auf Signale mit geringerer Ähnlichkeit.
2. Der geringeren Reaktionszeitverkürzung bei Startsignalen mit grosser Ähnlichkeit entspricht eine geringere Fehlerhaftigkeit der begonnenen Handlung, während die grössere Reaktionszeitverkürzung bei Startsignalen geringerer Ähnlichkeit von fehlerhafteren Handlungen begleitet ist.
3. Ist die zu beginnende Handlung einfach, so tritt nach einem Unterbrechungssignal ebenfalls eine relativ geringere Reaktionszeitverkürzung und eine geringere Fehlerhaftigkeit der Handlung selbst auf, als wenn die zu beginnende Handlung vergleichsweise komplizierter ist.

Dieses Ergebnis widerlegte damit auch nicht das Modell der Handlungssteuerung, das den Ausgangspunkt für die Anlage dieses Versuches gebildet hatte. Das Unterbrechungssignal stört den normalen Ablauf von Entscheidungsprozessen. Diese Störung wird umso stärker in Erscheinung treten, je mehr Information vor dem eigentlichen Handlungsbeginn zu verarbeiten ist.

Bei diesem Versuch wurde das Ausmass an Information, das vor dem Handlungsbeginn zu verarbeiten war, einmal durch die Ähnlichkeitsbeziehung zwischen Startsignal und folgender Handlung, zum anderen durch die Kompliziertheit der zu beginnenden Handlung selbst bestimmt. Als andere Möglichkeiten, das Informationsangebot bzw. die Dauer der erforderlichen Ent-

scheidungsprozesse zu variieren, waren die Zahl der möglichen Handlungsalternativen und ihre relative Häufigkeit erwähnt worden. Beide Variablen wurden hinsichtlich ihres Einflusses auf den Unterbrechungseffekt in anschließenden Versuchsreihen untersucht.

In einer Versuchsreihe war die Anzahl der verwendeten Startsignale und damit die Anzahl der Reaktionsmöglichkeiten unterschiedlich. Entweder wurde nur ein Startsignal benutzt, d.h. die Versuchspersonen hatten inner dieselbe Reaktion auszuführen oder es wurden zwei, vier und zehn Signale benutzt, d.h. die Versuchspersonen hatten sich zwischen mehreren Reaktionsmöglichkeiten zu entscheiden. Manchmal erschien mit dem jeweiligen Startsignal ein zusätzliches Signal. Dies war das Zeichen zum sofortigen Abbruch der begonnenen oder beabsichtigten Bewegung. Als Startsignal dienten halbkreisförmig angeordnete Lämpchen. Beim Aufleuchten eines Lämpchens hatte die Versuchsperson von einem bestimmten Startpunkt aus eine vor dem Lämpchen angebrachte Metallplatte mit einem Griffel möglichst schnell zu berühren. Als Unterbrechungssignal diente der Ton einer Schnarre. Das Unterbrechungssignal erschien stets 0,06 sec nach dem Startsignal. Festgehalten wurde einmal die Reaktionszeit, zum anderen die Bewegungszeit der Versuchspersonen. Als Reaktionszeit wurde der zeitliche Abstand zwischen dem Auftreten des Startsignals und dem Verlassen des Startpunktes durch die Versuchsperson definiert. Als Bewegungszeit galt der zeitliche Abstand vom Verlassen des Startpunktes bis zum Erreichen des Zieles.

Diese Versuchsanordnung erbrachte folgende Resultate:

1. Allgemein verlängerte sich die Reaktionszeit linear mit der Anzahl der Wahlmöglichkeiten.
2. Das gleiche Bild zeigte sich hinsichtlich der Bewegungszeiten. Sie verlängerten sich ebenfalls mit der Zahl der Wahlmöglichkeiten.
3. Nach dem Auftreten von Unterbrechungssignalen verkürzten sich sowohl die Reaktionszeiten als auch die Bewegungszeiten proportional zu der Zahl der Wahlmöglichkeiten.

Auch dieser Versuch bestätigte damit das Ergebnis der vorangegangenen Untersuchungen, dass der Unterbrechungseffekt umso stärker ist, je mehr Information vor dem Handlungsbeginn im Normalfall zu verarbeiten ist.

Bei einer anderen Versuchsreihe wurde der Informationsgehalt der Startsignale durch ihre unterschiedliche Häufigkeit variiert. Auch hier bestand die Aufgabe der Versuchspersonen wieder in einer Wahlreaktion. Es wurden zwei Startsignale benutzt. Nach dem Auftreten des einen war unverzüglich eine Wellenbewegung zu zeichnen, die mit einem Anfangsanstieg beginnen sollte. Nach dem Auftreten des anderen Signales war ebenfalls eine Wellenbewegung zu zeichnen, die aber mit einem Anfangsabfall zu beginnen hatte. Beide Startsignale wiesen hinsichtlich der Häufigkeit ihrer Darbietung ein Verhältnis von 8 : 2 auf.

Als Unterbrechungssignal wurde ein akustischer Reiz benutzt, der in einem Drittel aller Fälle den Startsignalen folgte, jeweils in einem Abstand von 0,09 sec.

Wie in den beiden ersten Versuchen wurde sowohl der zeitliche Abstand zwischen Startsignal und Beginn der Handlung als auch die Fehlerhaftigkeit der begonnenen Handlung festgestellt.

Allgemein war bei dem selteneren Startsignal die Reaktionszeit länger und die Fehlerhäufigkeit grösser als bei dem häufigeren Startsignal.

Nach dem Unterbrechungssignal war die Reaktionszeit allgemein wiederum kürzer und die Fehlerhaftigkeit grösser als in der unbeeinflussten Situation. Bei dem selteneren Startsignal bzw. der selteneren Tätigkeit war das Ausmass der Verkürzung aber bedeutend stärker und der Fehlerprozentsatz relativ grösser als nach dem häufigeren Startsignal. Die Reaktionszeitverkürzung und der Fehleranstieg korrelierten miteinander deutlich positiv.

Insgesamt führen also verschiedenartige Aenderungen des Informationsangebotes, das vor dem Handlungsbeginn geprüft werden muss, zu recht einheitlichen Ergebnissen in bezug auf den Unterbrechungseffekt. Dadurch wird nahegelegt, dass der Art der Informationsverarbeitung und damit den Entscheidungsprozessen eine überragende Bedeutung zukommt, wenn es darum geht, eine Handlung im Stadium ihres Beginns zu unterbinden. Es wird deutlich, dass dem Bemühen, eine Handlung willkürlich abzubrechen, eine natürliche Grenze gesetzt ist. Diese Grenze scheint nach den vorliegenden Untersuchungsbefunden dort zu liegen, wo Entscheidungsprozesse und Steuerungsvorgänge, die für einen richtigen und koordinierten Handlungsbeginn erforderlich sind, ihren vorläufigen Abschluss gefunden haben. Vorher, also während das Informationsangebot zukünftigen Handelns noch geprüft wird, gelingt es nicht, einen störungsfreien Abbruch zu erreichen. Es kommt zu einer zeitlichen Verkürzung der Entscheidungssituation, die jedoch in der Hälfte aller Fälle nicht dem beabsichtigten Handlungsabschluss zugute kommt. Im Gegenteil, die zu unterbindende Handlung wird sogar verfrüht begonnen, verfrüht nicht nur im Hinblick auf die zeitlichen Gegebenheiten, sondern auch in bezug auf das Ergebnis der laufenden Entscheidungsprozesse. Der Anteil an Fehlern ist bei verfrühtem Handlungsbeginn daher relativ grösser als nach normalen Entscheidungssituationen.

Es liegt auf der Hand, und die Untersuchungsergebnisse haben es deutlich gezeigt, dass die Stärke des Unterbrechungseffektes massgeblich durch das Ausmass an Informationen beeinflusst wird, die vor dem Handlungsbeginn verarbeitet werden müssen. Im Hinblick auf praktische Schlussfolgerungen kann man sagen, dass eine Unterbrechung bei Handlungsbeginn sich umso nachteiliger auswirkt und eine Handlung in diesem Stadium um so schlechter zu unterbinden ist, je mehr Information zu verarbeiten ist, d.h. bei komplizierten Ueberwachungs- und Steuerertätigkeiten, z.B. im Steuerstand einer Walzstrasse, werden Unterbrechungssignale nachteiligere Folgen haben als bei relativ einfachen Tätigkeiten, bei denen keine oder nur wenige Verhaltensalternativen zu beachten

sind. In einer Zusatzuntersuchung zeigte sich, dass bei den geschilderten Unterbrechungseffekten ähnliche Ergebnisse auftreten, wenn kein eigentliches Unterbrechungssignal kurz nach dem Startsignal dargeboten wird, sondern nur ein zusätzliches Signal, das nicht beachtet zu werden braucht. Nach diesem Zusatzsignal verkürzte sich die Reaktionszeit zwar nur geringfügig, jedoch interindividuell recht einheitlich. Ausserdem stiegen unter allen geprüften Bedingungen auch die Fehlerhäufigkeiten im Mittel leicht an. Die Veränderungen waren jedoch statistisch nicht abzusichern.

In einer anderen Zusatzuntersuchung wurde deutlich, dass auch die Zielsicherheit von unterbrochenen Bewegungen gegenüber unbeeinflussten beeinträchtigt ist. Acht Personen hatten mit einem Stift den Boden einer kleinen Vertiefung zu treffen, ohne deren Rand zu berühren. Bei zwei Personen war die Verringerung der Koordinationsleistung nach dem Erscheinen von Unterbrechungssignalen statistisch hoch bedeutsam.

Allgemein sollten daher Arbeitsunterbrechungen, wo sie nicht zu vermeiden sind, ein gewisses Auslaufen der gerade durchgeführten Handlung garantieren. Nach den vorliegenden Untersuchungsbefunden scheint eine "Umschaltpause" zwischen zwei verschiedenartigen Handlungsvollzügen von etwa einer Minute angebracht zu sein, besonders dann, wenn relativ hohe Anforderungen in bezug auf das Sicherheitsverhalten gestellt werden. Darüber hinaus ist zu beachten, dass für den Beginn, die Aenderung und den Abbruch einer Handlung Signale verwendet werden, die möglichst anschaulich das anzeigen, was zu tun ist, d.h. die wenig Entschlüsselungsarbeit verlangen.

Wie sich in dem Allgemeinheitgrad der Schlussfolgerungen schon andeutet, liegt der Wert der Untersuchung über Unterbrechungseffekte bei ablaufenden Handlungen derzeit noch mehr im methodischen Bereich. Noch nicht abgeschlossene Untersuchungen lassen allerdings erkennen, dass der hier gewählte methodische Zugang offenbar in fruchtbarer Weise dazu beitragen kann, Hinweise für eine im Sinne der Arbeitssicherheit zweck-

mässige Arbeitsplatzgestaltung zu bekommen. In noch nicht abgeschlossenen Zusatzuntersuchungen wurde z.B. der Frage nachgegangen, inwieweit bei beidhändiger Arbeit Unterbrechungseffekte auftreten, bzw. weitgehend unterbunden werden können. Es zeigte sich, dass es offenbar keineswegs gleichgültig ist, ob bei Handlungsunterbrechung mit der Hand reagiert wird, die gerade eine Tätigkeit ausführt, oder mit der Hand, die im Augenblick untätig ist. Die gerade arbeitende Hand führt angefangene Teilhandlungen noch weitgehend aus, bevor die unterbrechende Bewegung begonnen wird. Wird für die unterbrechende Bewegung dagegen die andere Hand benutzt, so wird die gerade arbeitende Hand in ihrem Bewegungsfluss unwillkürlich gehemmt. Individuelle Unterschiede scheinen hier nur eine geringe Rolle zu spielen. Die Effekte kommen auch dann zustande, wenn sich die Versuchspersonen bemühen, sie zu unterdrücken. Sollten diese Befunde sich im ganzen bestätigen lassen, so ergeben sich hier Gesichtspunkte für die zweckmässige Konstruktion von Maschinen oder Fahrzeugen. Je nachdem, ob das abrupte Unterbrechen oder das vorherige Zuendeführen einer eingeleiteten Handlung erwünscht ist, wird man entsprechende Bedienungshebel der gerade arbeitsfreien oder der gerade arbeitenden Hand zuordnen. Unter diesem Aspekt könnten Unterbrechungseffekte u.U. sogar erwünscht sein, z.B. wenn es darum geht, das unvermittelte Innehalten einer Bewegung zu erreichen.

#### Zusammenfassende Schlussfolgerungen für die Praxis

Unter Berücksichtigung der bereits herausgestellten Einschränkungen könnten die Schlussfolgerungen für die Praxis, die sich aus den Untersuchungen über äussere Eingriffe in den Handlungsablauf ergeben, wie folgt formuliert werden:

1. Äussere Eingriffe in den Handlungsablauf erwiesen sich allgemein als schädlich. Nachfolgende Tätigkeiten werden qualitativ schlechter ausgeführt.
2. Nachwirkungen von Handlungsunterbrechungen treten stärker bei leistungsbereiten als bei anderen Personen auf.

3. Nachwirkungen von Handlungsunterbrechungen sind nur von kurzer Dauer. Mit Hilfe kleiner "Umstellungspausen" ist ihr Einfluss auszuschalten.
4. Die sofortige Unterbrechung geplanter Bewegungen ist kaum möglich.
5. Die sofortige Unterbrechung geplanter Bewegungen gelingt umso weniger, je komplizierter die zu überwachenden Signale und je schwieriger die auszuführende Handlung ist.
6. Bei beidhändiger Tätigkeit ist es möglich, die für die eine Hand geplante Bewegung sofort zu unterbrechen, indem die andere, bisher arbeitsfreie Hand, beschäftigt wird.

VI. LITERATURVERZEICHNIS UND QUELLENANGABEN

- AMELANG, M. (1964) Untersuchungen über die Unberbrechung einfacher Handlungen. Dok. Nr. 8428/64 der Gemeinschaftsforschung "Arbeitssicherheit" der Hohen Behörde der Montanunion.
- AMELANG, M. (1965) Untersuchungen über die vorzeitige Unterbrechung noch nicht begonnener Handlungen. Dok. Nr. 2133/65 der Gemeinschaftsforschung "Arbeitssicherheit" der Hohen Behörde der Montanunion.
- AMELANG, M. (1965) Ueber den Einfluss eines Zusatzsignals in Wahl-Reaktions-Ver suchen. Dok. Nr. 5499/65 der Gemeinschaftsforschung "Arbeitssicherheit" der Hohen Behörde der Montanunion.
- AMELANG, M. (1965) Empirische Untersuchung einiger Merkmale von Unfalltätigkeiten. Dok. Nr. 3470/65 der Gemeinschaftsforschung "Arbeitssicherheit" der Hohen Behörde der Montanunion.
- AMELANG, M. (1965) Beobachtungen bei der Unterbrechung ungleich häufiger Tätigkeiten. Dok. Nr. 8288/65 der Gemeinschaftsforschung "Arbeitssicherheit" der Hohen Behörde der Montanunion.
- BARKER, J.A. (1958) The Effect of the "Tendency to Report Injuries" on Minor Accident Statistics Oak Ridge National Laboratory, Personnel Division, ORNL-2549, Contract No W-7405-eng-26.
- BASTINE, R. (1965) Die Wirkung von pädagogischen Massnahmen auf sicherheitswidriges Verhalten. Dok. Nr. 2731/65 der Gemeinschaftsforschung "Arbeitssicherheit" der Hohen Behörde der Montanunion.

- COHEN, J. (1960) Chance, Skill and Luck, London
- DROSLER, J. (1963) Untersuchung des erwarteten Wirkungsgrades einer Risikominderung durch Personalauslese. Dok. Nr. 7304/64 der Gemeinschaftsforschung "Arbeitssicherheit" der Hohen Behörde der Montanunion.
- EHLERS, Th. (1963) Untersuchungen zur persönlichkeitsbedingten Unfallgefährdung. Dok. Nr. 4818/64 der Gemeinschaftsforschung "Arbeitssicherheit" der Hohen Behörde der Montanunion.
- EULER, H. und H. STEVENS (1956) Die analytische Arbeitsplatzbewertung, Düsseldorf.
- HADORN, H. (1955) Letalfaktoren, Stuttgart.
- HAKKINEN, S (1958) Traffic Accidents and Driver Characteristics, Helsinki.
- KALLINA, H. (1965) Eine multivariate Untersuchung über den Einfluss einiger Merkmale von Arbeitsplätzen auf das Unfallgeschehen. Dok. Nr. 2732/65 der Gemeinschaftsforschung "Arbeitssicherheit" der Hohen Behörde der Montanunion.
- LEFEVE, B.A. (1956) Relation of Accidents to Speed Habits and other Driver Characteristics. Highway Research Board Bulletin, 120, 6 - 8.
- Mc FARLAND, A.R., MOORE, R.C. and A.B. WARREN (1955) Human Variables in Motor Vehicle Accidents. A Review of Literature. Havard Sch. Publ. Hlth., Boston.
- MERZ, F. und M. AMELING (1965) I. Reaktions- und Bewegungszeiten unterbrochener Tätigkeiten. II. Ueber die Zeitgenauigkeit unterbrochener Bewegungen. Dok. Nr. 8287/65 der Gemeinschaftsforschung "Arbeitssicherheit" der Hohen Behörde der Montanunion.
- MITTENECKER, E. (1962) Methoden und Ergebnisse der psychologischen Unfallforschung, Wien.
- MOOG, W. (1964) Zwei Laborexperimente über die Auswirkungen von Handlungsunterbrechungen auf Leistungsmerkmale im Bereich der Motorik. Dok. Nr. 4816/64 der Gemeinschaftsforschung "Arbeitssicherheit" der Hohen Behörde der Montanunion.

- MOOG, W. (1965) Drittes Experiment über die Auswirkungen von Handlungsunterbrechungen auf Leistungsmerkmale bei nachfolgenden Tätigkeiten. Dok. Nr. 3029/65 der Gemeinschaftsforschung "Arbeitssicherheit" der Hohen Behörde der Montanunion.
- OVSJANKINA, M. (1926) in: LEWIN, K., Vorsatz, Wille und Bedürfnis. Psychol. Forsch., 7, 330 - 385.
- ROSENZWEIG, S. (1943) An Experimental Study of "Repression" with Special Reference to Need-persistent and Ego-defensive Reactions to Frustration. J. exp. Psychol. 32, 64 - 74.
- SOMMER, J. (1965) Eine valide Methode zur Vorhersage der Unfallhäufigkeit und der Risikobereitschaft, Dok. Nr. 3030/65 der Gemeinschaftsforschung "Arbeitssicherheit" der Hohen Behörde der Montanunion.
- SMUNDERS, D.R. (1956) Moderator Variables in Prediction. Educ. Psychol. Measmt., 16, 209 - 222.
- TAYLOR, H.C. and J.T. RUSSEL (1939) The Relationship of Validity Coefficients to the Practical Effectiveness of Tests in Selection: Discussion and Tables. J. appl. Psychol., 23, 565 - 578.
- UHLANER, J.E., van STEENBERG, N.J. and L.G. GOLDSTEIN (1952) The Development of Criteria of Safe Driving for the Individual. Personal research section report Nr. 935.
- WINSEMIUS, W. (1963) Analytische Untersuchung der Aufgabenstrukturen bei einer Reihe von Unfällen. Dok. Nr. 2391/63 der Gemeinschaftsforschung "Arbeitssicherheit" der Hohen Behörde der Montanunion.
- ZEIGARNIK, B. (1927) Ueber das Behalten erledigter und unerledigter Handlungen. Psychol. Forsch. 9, 1 - 85.



VERÖFFENTLICHUNGSDIENSTE DER EUROPÄISCHEN GEMEINSCHAFTEN

13749/1/67/1