

Zu einigen speziellen Fragen der Häufigkeit von Betriebsunfällen

A. Bartsch und G. Funk¹

Zusammenfassung

An 1485 meldepflichtigen Arbeitsunfällen, welche sich in einem Großbetrieb des Landmaschinenbaues in den Jahren 1961 bis 1963 ereigneten, wurde die Unfallperiodik im Verlaufe des Tages und der Woche untersucht.

Die Arbeit befaßt sich speziell mit den bei der Ermittlung der Unfallhäufigkeit auftretenden statistisch-methodischen Fragen; beobachtete und durch die verschiedenen Bereinigungsverfahren gewonnene Häufigkeiten werden jeweils gegenübergestellt und dadurch die Möglichkeiten falscher Aussagen vor Augen geführt.

Einen Zusammenhang zwischen biologischem Tagesrhythmus und Unfallhäufigkeit glauben wir in dem Sinne nachweisen zu können, daß die Leistungsdisposition sich auf die Arbeitsgeschwindigkeit auswirkt; mit dieser geht die Häufigkeit unfallauslösender Fehlhandlungen parallel.

Somit treten gehäuft Unfälle während des Leistungsoptimums auf; mit schwindender Leistungsbereitschaft nehmen die Unfälle ab. Der naheliegende Gedanke, daß mit zunehmender Übermüdung die Häufigkeit der Fehlhandlungen und dadurch bedingt die Unfallhäufigkeit wieder steigt, konnte an diesem Material nicht belegt werden.

Zahlreiche fertigungstechnische Faktoren, die häufig auch in bestimmten Rhythmen auftreten, beeinflussen gleichfalls das Unfallgeschehen, so daß die Unfallhäufigkeit nur sehr bedingt und in bestimmten Betrieben als Indikator der Leistungsbereitschaft (biologischer Tagesrhythmus) gewertet werden kann.

¹ Technische Assistenz: E. Petzold

Résumé

Les périodes de plus grande fréquence d'accidents pendant la journée et pendant la semaine furent examinées sur la base de 1485 accidents enregistrés de 1961 à 1963 dans une grande entreprise de machines agricoles.

Cette étude se rapporte spécialement aux méthodes statistiques utilisées dans l'évaluation de la fréquence des accidents. Les fréquences observées et obtenues à la suite de différents procédés de triage furent comparées, permettant ainsi de démontrer les erreurs possibles dans les résultats obtenus.

Nous croyons pouvoir démontrer une relation entre le rythme journalier biologique et la fréquence des accidents dans ce sens que la disposition au travail en influence la rapidité; celle-ci est parallèle à la fréquence des erreurs produisant des accidents.

Les accidents s'accroissent donc pendant la période de performance optimum; ils diminuent parallèlement à la disposition au travail. Le matériel présent n'a pas permis de prouver l'hypothèse, tout à fait logique, selon laquelle l'accroissement de la fatigue augmenterait la fréquence des erreurs et par là la fréquence des accidents.

De nombreux facteurs techniques de fabrication, intervenant souvent dans un certain rythme, exercent une influence sur les accidents. La fréquence des accidents ne traduit donc que dans certaines conditions la disposition au travail (rythme journalier biologique).

In dem Bestreben, Unfälle im Arbeitsprozeß zu verhüten, sind auf der einen Seite technische Kräfte, auf der anderen Betriebsärzte und Arbeitshygieniker bemüht, aus Einzelfällen das Gemeinsame zu erkennen.

Ihre Aufgabe besteht darin, durch optimale Gestaltung des Handwerkszeuges, der Maschinen, des Arbeitsplatzes und des Arbeitsablaufes menschlichen Fehlhandlungen entgegenzuwirken und nach im Menschen selbst ruhenden Unfallquellen zu suchen. So dienen Arbeitsplatzanalysen dazu, nach den speziellen Anforderungen zu forschen, denen der dort Beschäftigte im Interesse seiner und seiner Kollegen Sicherheit und Gesundheit genügen muß; Eignungsuntersuchungen sollen Ungeeignete aussondern.

Neben diesen «traditionellen» Aufgaben des Betriebsarztes besteht die medizinische Seite der Unfallprophylaxe darin, das allgemeine physiologische Geschehen im Menschen mit dem Arbeitsplatz und seinen Forderungen – häufig konträren Faktoren – möglichst weitgehend miteinander in Einklang zu bringen. Diese Betrachtung setzt voraus, den Unfall hier nicht mehr als Einzelfall, sondern als ein «Geschehen», als eine Vielzahl mit einem gemeinsamen Faktor – den Menschen in seiner Vielgestalt in der Wandlung während des Alterns, der Wandlung seiner Leistungsbereitschaft während des Tages – zu sehen. Gegenstand der Untersuchung ist die Unfallhäufigkeit, aus der Verhaltensempfehlung für den einzelnen und Empfehlungen für die Arbeitsorganisation abgeleitet werden können. Das Unfallgeschehen wird zum Teil geradezu zum Maßstab eines mangelnden Leistungsvermögens, zum Indikator eines physiologischen Geschehens, vorausgesetzt, daß die Unfallhäufigkeit statistisch einwandfrei zu ermitteln ist. Die methodische Schwierigkeit liegt dabei weniger in der Erfassung des einzelnen Falles, diese ist wegen der damit verbundenen versicherungsrechtlichen Weiterung für den vom Unfall Betroffenen und dem Interesse, das Staat, Betriebsleitung und Arbeitssicherheitsorganisation dem Unfall entgegenbringen, weitgehend garantiert, als vielmehr in dem Unvermögen, die notwendigen Relationen herstellen zu können.

So basieren zahlreiche Arbeiten überwiegend auf Unterteilungen der in einem Zeitraum aufgetretenen Betriebsunfälle, auf Gliederungsziffern, die jedoch, wie Untersuchungen über das Krankheitsgeschehen inzwischen auch einen weiteren Kreis von Nicht-Statistikern erkennen ließen, zu Fehlschlüssen führen müssen, wenn daraus Folgerungen gezogen werden, die sich nicht auf Aussagen über die Struktur des Geschehens beschränken. Es sagt die Altersgliederung der von Unfällen betroffenen Personen zum Beispiel nichts über den Einfluß des Alters auf die Unfallbereitschaft aus, es sei denn, unter den Beschäftigten wären sämtliche Altersgruppen gleich stark vertreten (was nie der Fall sein dürfte!).

Ebenso wie jede andere Häufigkeit – die Erkrankungshäufigkeit, die Sterbehäufigkeit – gibt die Unfallhäufigkeit das Geschehen nur dann richtig wieder, wenn die in einem einheitlichen Zeitraum aufgetretenen Fälle – die Unfälle –

auf die hervorbringende statistische Masse – die Zahl der Beschäftigten – bezogen werden.

Die Beschaffung dieser Größen (die Zahl der Beschäftigten in ihrer Unterteilung nach Alter und Geschlecht, die Anzahl der während der einzelnen Schichten Beschäftigten, die Zahl der während der einzelnen Stunden des Tages werksanwesenden Personen) bereitet meist ungeheure Schwierigkeiten.

Häufig bekennen sich die Abteilungen eines Betriebes, bei denen man diese Zusammenstellungen erwartet (Abteilung Arbeit, Buchhaltung und Löhne usw.) als überfordert, da z. B. wohl eine Kartei der Beschäftigten existiert, das Alter jedoch nicht tabellarisch fortgeschrieben wird.

Ausweichend auf Schilderungen von Verteilungen stehen deshalb Untersuchungen des Unfallgeschehens im Betrieb vielfach auf tönernen Füßen.

Infolge vorausgegangener mehrjähriger betriebsärztlicher Tätigkeit in einem Großbetrieb war es möglich, Zugang zu den Unfallakten (Unfallanzeigen an die Arbeitsschutzinspektion, sogenannte «Gelbmeldungen») und allen Unterlagen des Betriebes zu bekommen, aus denen sich die oben erwähnten Bezugsgrößen erarbeiten ließen.

Es erschien uns daher gerechtfertigt, Auszüge der Ergebnisse unserer Untersuchung, insbesondere über den Unfallrhythmus im Verlauf der Woche, des Tages bei Unterteilung in Schichten, Stunden und im Verlaufe der Anwesenheit am Arbeitsplatz mitzuteilen.

Eine weitere Veröffentlichung wird sich mit den Beziehungen zwischen Alter und Unfallhäufigkeit und dem Einfluß des Alters auf die Art der Verletzung und die Dauer der Arbeitsunfähigkeit befassen.

Wir untersuchten die im Zeitraum von 1961 bis 1963 in einem Betrieb des Landmaschinenbaues aufgetretenen meldepflichtigen Betriebsunfälle, d. h. Unfälle, die eine Arbeitsunfähigkeit von mehr als 3 Tagen zur Folge hatten. Der Betrieb ist dadurch gekennzeichnet, daß er über fast alle Abteilungen selbst verfügt, welche für die Fertigung der Geräte erforderlich sind (Gießerei, Schmiede, Montageabteilung, Transport- und Versandabteilung, Lackiererei usw.).

Insgesamt traten in diesem Zeitraum 1779 meldepflichtige Unfälle auf, davon 1653 bei Männern und 126 bei Frauen. Wir beschränken uns auf die Untersuchung der Unfallhäufigkeit bei Männern, da es in der Struktur dieses Betriebes begründet ist, daß die Unfallhäufigkeit bei Frauen keine wesentliche Rolle spielt. Ihr Anteil an der Gesamtbelegschaft beträgt etwa 20%, sie sind nicht so sehr an den Brennpunkten der Produktion eingesetzt und arbeiten häufig in der Verwaltung. Von insgesamt 1653 Unfällen, welche bei den Männern auftraten, waren 102 meldepflichtige Wegunfälle und 66 meldepflichtige Unfälle, welche sich bei obligatorischem Schulsport (Betriebsberufsschule) oder bei organisierter gesellschaftlicher Tätigkeit (vom Betrieb organisierte freiwillige Hilfeleistungen, Ernteeinsätze usw.) ereigneten. Es verblieben nach

Abzug dieser 2 Gruppen 1485 Unfälle, die unmittelbar im Zusammenhang mit dem Arbeitsprozeß auftraten. Wir bezeichneten sie als «Werksunfälle».

Abb. 1 zeigt die Verteilung dieser 1485 Werksunfälle auf die 24 Stunden eines Tages.

Zwischen 7.00 und 16.00 Uhr wurden in diesen 3 Jahren über 100 Unfälle

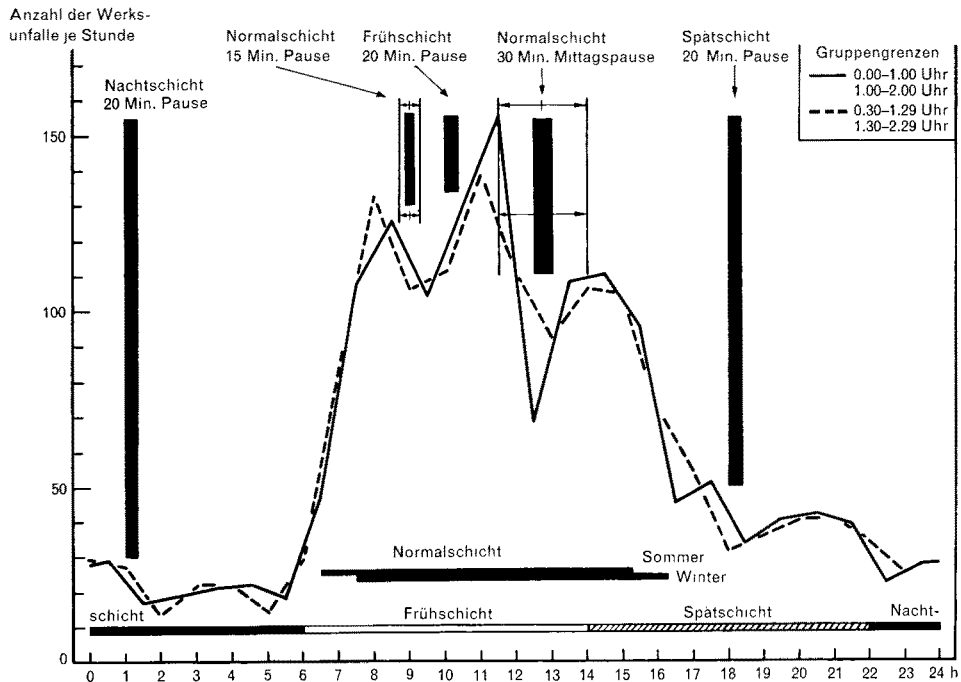


Abb. 1 Anzahl der in den Jahren 1961 bis 63 im Verlaufe eines Tages je Stunde aufgetretenen Werksunfälle in Beziehung zu Arbeitspausen und Schichtplan; Gruppengrenzen auf vollen Stunden: ausgezogene «Kurve», Gruppengrenzen auf halben Stunden: gebrochener Linienzug.

je Stunde beobachtet, zwischen 18.00 und 22.00 Uhr 40 Unfälle und zwischen 22.00 und 6.00 Uhr 20 (absolute Zahlen). Außer diesem allgemeinen Verlauf sind Spitzenwerte und Einschnitte zu beobachten, so z.B. zwischen 9.00 und 10.00 Uhr, 12.00 und 13.00 Uhr, 18.00 und 19.00 Uhr usw.

Es wäre zunächst zu klären, ob diese Abweichungen vom allgemeinen Kurvenverlauf Zufallsentstellungen sind oder durch die willkürliche Wahl der Grenzen der Zeitgruppen zustande kommen.

Wir stellten deshalb die Unfälle nach zwei verschiedenen Zeitmaßstäben zusammen:

1. Gruppengrenzen auf der vollen Stunde (0.00–1.00 Uhr, 1.00–2.00 Uhr usw.), daraus ergibt sich die ausgezogene Kurve.

2. Gruppengrenzen auf der halben Stunde (0.30–1.29 Uhr, 1.30–2.29 Uhr usw.), daraus resultiert die gestrichelte Kurve.

Die durch die Wahl der Gruppengrenzen bedingten Abweichungen der je Stunde aufgetretenen Unfälle sind auf der Abb. 1 deutlich zu erkennen:

Zum Teil wird die Kurve geglättet, andererseits treten Einschnitte und benachbarte Gipfelwerte stärker hervor (siehe ausgezogene Kurve); so z.B. zwischen 12.00 und 13.00 Uhr, 16.00 und 17.00 Uhr, 22.00 und 23.00 Uhr usw.

Die oben geschilderten starken Einschnitte in den allgemeinen Verlauf der Unfallzahlen (9.00, 12.00–13.00 Uhr, 18.00–19.00 Uhr) werden davon jedoch nicht berührt; sie beruhen offenbar auf anderweitigen Ursachen.

Ein eindeutiger Anlaß für das Abnehmen der Unfälle zu bestimmten Zeiten muß also bestehen. Als naheliegende Erklärung bieten sich die verschiedenen Pausen und die dadurch reduzierte Arbeitszeit bzw. -leistungen an:

Die Mittagspause, weiter die 20-Minuten-Pausen nach 10.00, 18.00 und 1.00 Uhr, die 15-Minuten-Pause gegen 9.00 Uhr.

Nach Auskunft des Betriebes sind die 20-Minuten-Pausen für das gesamte Jahr zeitlich festgelegt.

Die Frühstückspause hingegen (15 Minuten) wird während des Sommerhalbjahres zwischen 8.45 und 9.00 Uhr, während des Winterhalbjahres zwischen 9.00 und 9.15 eingelegt.

Die 30-Minuten-Mittagspause können die Beschäftigten zwischen 11.30 und 14.00 Uhr in Anspruch nehmen. Wie die Unfallkurve zeigt, scheinen die meisten zwischen 12.00 und 13.00 Uhr die Mittagspause einzulegen.

Als vorläufiges Ergebnis sei festgehalten, daß die Zahl der stündlich auftretenden Unfälle von dem Ausmaß der geleisteten Arbeit abhängt, wobei Verteilung und Dauer der Arbeitspausen von Bedeutung sind.

Ungeklärt bleibt die Massierung der Unfälle zwischen 7.00 und 16.00 Uhr, setzt man sie nicht in Beziehung zur Zahl der werksanwesenden Beschäftigten. Der unmittelbar oberhalb der Abszisse eingezeichnete Plan der für die einzelnen Schichten verbindlichen Arbeitszeiten deutet bereits darauf hin, daß die Zahl der Beschäftigten im Verlauf des Tages stark variiert. Ein Teil der Belegschaft – vorwiegend in den produzierenden Hauptabteilungen – arbeitet in Wechselschichten, also im 8-Stunden-Rhythmus; die Frühschicht von 6.00–14.00 Uhr, die Spätschicht von 14.00–22.00 Uhr und die Nachtschicht von 22.00–6.00 Uhr.

Zum Zeitpunkt der gehäuft beobachteten Unfälle ist weiterhin eine große Anzahl Werktätiger in einer sogenannten Normalschicht beschäftigt. Die Arbeitszeiten der Wechselschichten blieben während des gesamten Untersuchungszeitraumes konstant, die der Normalschicht waren für das Sommerhalbjahr von 6.30–15.15 Uhr, im Winterhalbjahr von 7.30–16.15 Uhr festgesetzt. Aus dem bisher Gesagten ist ersichtlich, daß bei Untersuchungen des 24-Stunden-Unfall-Rhythmus die Zahl der Werksanwesenden während der einzelnen Stunden zu berücksichtigen ist. Diese schwankt im Verlaufe des Tages – haupt-

sächlich bedingt durch das zeitliche Überschneiden der Früh- und Normal- schicht – beträchtlich. Um über den realen Verlauf des Unfallgeschehens Auf- schluß zu erhalten, berechneten wir die Unfallhäufigkeit je Stunde, das sind die in einem Jahr durchschnittlich in einer Stunde aufgetretenen Unfälle, be- zogen auf 100 werksanwesende Personen.

Hierbei konnten nur etwa 1300 Unfälle von Produktionsarbeitern berück- sichtigt werden, da nur für diese exakte Unterlagen über Beginn und Ende der Arbeitszeit und Verteilung auf die einzelnen Schichten zu beschaffen waren (Arbeitskräftemeldung der Meisterbereiche).

Hiernach war die Normalschicht durchschnittlich mit 811, die Frühschicht mit 307 und die Spätschicht mit 261 Werkträgern besetzt. Zur Zeit der Nacht- schicht arbeiteten im Durchschnitt während des Berichtszeitraumes 188 Per- sonen.

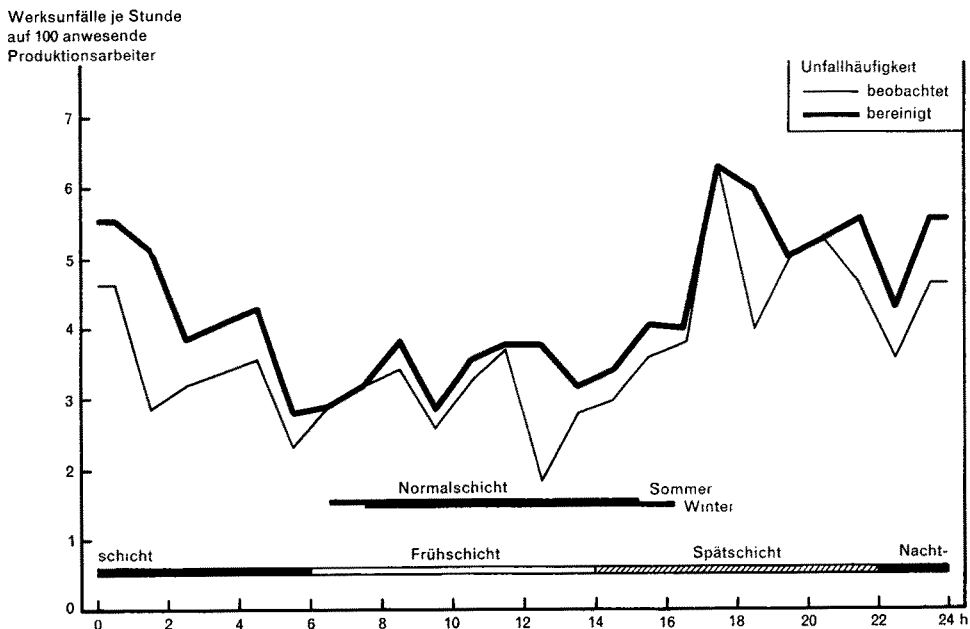


Abb. 2 Unfallhäufigkeit der Produktionsarbeiter (aller Schichten) im Verlaufe des Tages, beobachtete und bereinigte – das heißt infolge Arbeitspausen und verkürzter Arbeitszeit an Wochenenden ausgeglichene – Ziffern.

Abb. 2 zeigt die Unfallhäufigkeit der Produktionsarbeiter im Verlaufe der 24 Tagesstunden. Statt der Massierung der Unfälle während des Vormittages und frühen Nachmittages (Abb. 1) pendeln die zwischen 1.00 und 16.00 Uhr beobachteten Ziffern um 3%, 3,5% nur vereinzelt überschreitend. Sie sind besonders in der Zeitspanne niedrig, während der sich die Arbeitszeit der Normal- schicht mit der Früh- und Spätschicht überschneidet.

Zwischen 17.00 und 1.00 Uhr ist die Unfallhäufigkeit allgemein höher.

Die bereinigten, d. h. die verkürzten Arbeitszeiten (infolge Pausen und 5-Tage-Woche ab 21.00 bis 6.00 Uhr) ausgleichenden Häufigkeiten glätten erstens die extrem niedrigen Werte (1.00–2.00 Uhr, 5.00–6.00 Uhr, 9.00–10.00 Uhr, 12.00 bis 13.00 Uhr, 18.00–19.00 Uhr), heben aber zweitens auch die Unfallziffern der Nachtschicht. Beachtet man diese zuletzt genannte betriebliche Regelung (5-Tage-Woche der Nachtschicht) nicht, so muß man zwangsläufig für diese wesentlich zu niedrige Unfallziffern erhalten; man würde fälschlich schließen, daß die Unfallhäufigkeit nachts niedriger sei als während der Arbeitszeit der anderen Schichten.

Besonders bei der Verwendung von Gliederungszahlen wird man oft zu niedrige Werte für die Nachtschicht erhalten, da während dieser Zeit in vielen Betrieben die Anzahl der Werksanwesenden verhältnismäßig klein ist. Tagsüber käme man – da die Zahl der Unfälle von der Anzahl der Beschäftigten abhängig ist und die Normalschicht der Frühschicht zeitlich größtenteils parallel läuft – zu extrem hohen Werten.

Gliederungszahlen könnten den wahren Sachverhalt eben nur dann widerspiegeln, wenn alle Schichten gleichmäßig stark besetzt wären bzw. zu jeder Stunde des Tages – betrachtet man den Unfallrhythmus über 24 Stunden – die Zahl der Werksanwesenden gleich wäre. Das dürfte allerdings nur in Ausnahmefällen zutreffen.

Die Frage, ob zwischen der Unfallhäufigkeit am Tage und in der Nacht Unterschiede bestehen, ist in der Literatur verschieden beurteilt worden.

Allgemein fand man nachts niedrigere Unfallziffern als tagsüber: *Brinkmann* [5], *Paul* [9], *Andlauer* und *Metz* [2]. Vereinzelt Gegenstimmen, z. B. *Abelsdorff* [1] fanden die höheren Unfallziffern nachts.

Kennt man die Verhältnisse in Betrieben etwas näher, so überrascht die niedrigere Unfallziffer außerhalb der Hauptarbeitszeit nicht: Nachts werden in der Regel nur Arbeiter mit gutem Gesundheitszustand eingesetzt. Zusätzlich wirken sich noch betriebstechnische Einflüsse aus; es fallen eine gewisse Enge, Unruhe und nicht zuletzt Transportarbeiten fort, die den gesamten Arbeitsablauf während des Tages erheblich beeinträchtigen.

Während der Nachtschicht sind die Arbeitsplätze weniger dicht besetzt, es werden Reparaturen und andere dringende Arbeiten, welche zur Inbetriebhaltung bestimmter Anlagen notwendig sind, vorgenommen.

In dem untersuchten Betrieb wird die Nachtschicht auf das unbedingt notwendige Ausmaß beschränkt. Es kann nicht mit Sicherheit gesagt werden, ob – vom Arbeitsplatz her gesehen – in der Nachtschicht tatsächlich die Gefahrenmomente genau so zahlreich sind wie in den anderen Schichten, ob an allen stark unfallgefährdeten Plätzen gearbeitet wird oder nicht. Diese Faktoren weichen in den verschiedenen Betrieben mitunter wesentlich voneinander ab und sind nur ungenügend zu erfassen.

Das ist unseres Erachtens eine Ursache dafür, daß statistische Untersuchungen über die Tag-Nacht-Rhythmik der Unfallhäufigkeit zu verschiedenen – geradezu konträren – Aussagen gelangen. *Wyatt* und *Marriott* [11] sprechen von einer Raterei auf diesem Gebiet.

Betrachtet man den Verlauf der bereinigten Unfallhäufigkeit über die 24 Stunden des Tages, so findet man verhältnismäßig niedrige Werte während der Normalarbeitszeit und hohe Ziffern während der Spätschicht; die Nachtschicht nimmt in bezug auf die Unfallhäufigkeit eine Mittelstellung ein. Es liegt deshalb die Vermutung nahe, daß die niedrigen Werte zwischen 5.00 und 16.00 Uhr dadurch zustande kommen, daß die Angehörigen der beiden zeitlich über weite Strecken des Tages parallel laufenden Schichten (Normal- und Frühschicht) verschiedener Unfallgefährdung ausgesetzt sind.

Wir untersuchten deshalb die stündlichen Unfallziffern der Normalschicht und der drei Wechselschichten getrennt.

Abb. 3 zeigt als «Kurve» die bereinigten Unfallziffern der Produktionsarbeiter des gesamten Betriebes, als umrandete «Säulen» die stündlichen Unfallziffern der drei Wechselschichten, als schraffierte «Säulen» die der Normalschicht.

Wir finden bestätigt, daß die Angehörigen der Normalschicht einer anderen Unfallgefährdung ausgesetzt sind als die der Wechselschichten: Zu jeder in Betracht kommenden Stunde des Tages ist die Unfallhäufigkeit der Normal-

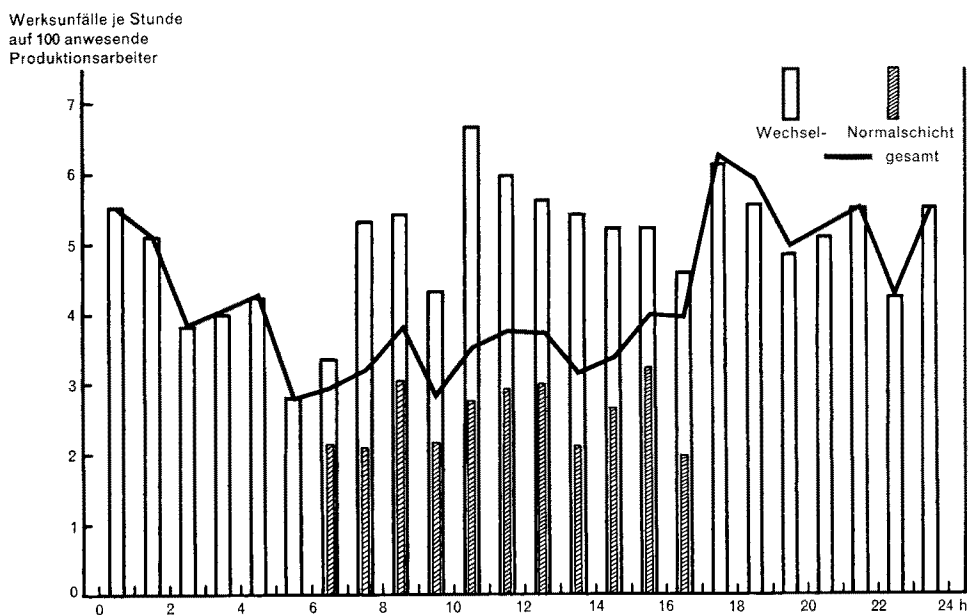


Abb. 3 Bereinigte Unfallhäufigkeit der Produktionsarbeiter aller Schichten im Verlaufe des Tages («Kurve»), differenziert nach Wechselschichten (nur umrandete Säulen) und Normalschicht (schraffierte Säulen).

schicht wesentlich niedriger als die der zeitlich über weite Strecken des Tages parallel laufenden Fröhschicht, wobei der jeweilige Stundendurchschnitt wegen der stärkeren Besetzung der Normalschicht (etwa 800 Beschäftigte) mehr durch deren Unfallhäufigkeit bestimmt ist als durch die der Fröhschicht (etwa 300 Beschäftigte).

Nach Bereinigung des Materials (Berücksichtigung der Pausen und Ausgleich der Nachtschicht auf 6 Wochentage) ergeben sich für die 4 Schichten folgende durchschnittliche Unfallhäufigkeiten je Stunde:

- 5.1 Fröhschicht
- 5.0 Spätschicht
- 4.3 Nachtschicht
- 2.6 Normalschicht.

Insgesamt finden sich also ziemlich ausgeglichene Werte für die drei Wechselschichten bei einer etwas niedrigeren Unfallziffer für die Nachtschicht. Hiervon weicht die Normalschicht sehr deutlich ab.

Dieses beträchtliche Abweichen der Unfallhäufigkeit der Normalschicht von der Unfallhäufigkeit der Wechselschichten beruht darauf, daß die Arbeits-

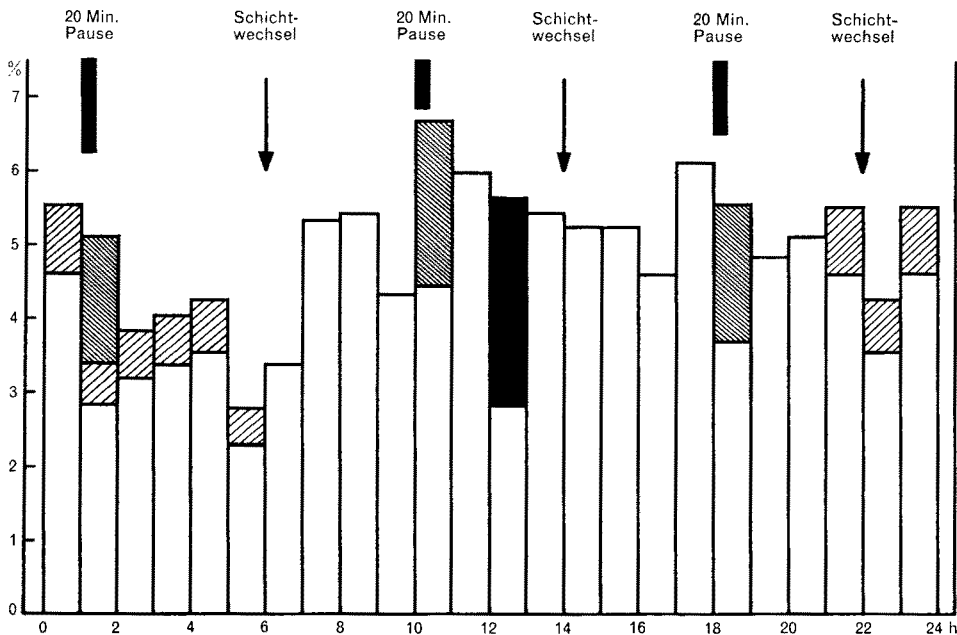


Abb. 4 Die Auswirkungen der rechnerischen Bereinigungen, dargelegt an der stündlichen Unfallhäufigkeit der drei Wechselschichten.

Beobachtete Werte: nicht angetönte Säulenabschnitte, infolge der 20-Minuten-Pausen verkürzte Arbeitszeit ausgeglichen: eng schraffierte Abschnitte, verkürzte Arbeitszeit an Wochenenden ausgeglichen: weit schraffierte Abschnitte, Ausgleich des Ausfalles, der wahrscheinlich durch eigenmächtiges vorzeitiges Einnehmen des Werksessens entsteht: schwarzer Abschnitt.

plätze der Normalschicht weniger Gefahren in sich bergen als die der produzierenden Hauptabteilungen des Betriebes, in denen dreischichtig gearbeitet wird. Die Normalschicht ist in Zusammensetzung und Arbeitsbelastung nicht als den Wechselschichten gleichwertig anzusehen. Betrachtungen über den Stundenrhythmus der Unfallhäufigkeit dürfen unseres Erachtens nur die Ziffern der drei Wechselschichten zugrunde gelegt werden (umrandete «Säulen» der Abb. 3). Würde man die hinsichtlich der Unfallexposition inhomogene Normalschicht bei dieser Untersuchung nicht ausschließen, so erhielte man für die Zeit zwischen 6.00 und 17.00 Uhr – während der sich Früh- und Normalschicht überschneiden – zu niedrige Werte, welche nicht mehr mit denen der Spät- und Nachtschicht vergleichbar wären. Es entstünde ein falsches Bild der Unfallgefährdung und der Unfallhäufigkeit im Verlaufe des Arbeitsprozesses.

Abbildung 4 zeigt die stündlich beobachteten Unfallhäufigkeiten der drei Wechselschichten (nicht angetönte Säulenabschnitte) und die Auswirkungen der rechnerischen Bereinigungen (s. o.). Die unbereinigten Ziffern zeigen tiefe Einschnitte während der 20-Minuten-Pausen zwischen

1.00 und 2.00 (Nachtschicht)

9.00 und 11.00 (Frühschicht)

18.00 und 19.00 (Spätschicht).

Der Einschnitt zwischen 12.00 und 13.00 Uhr kommt offensichtlich dadurch zustande, daß die Angehörigen der Frühschicht bereits zu dieser Zeit das Mittagessen einnehmen, obwohl dies laut Zeitplan erst nach Arbeitsschluß geschehen sollte.

Gleicht man außer diesen Pauseneinflüssen (schwarzer Abschnitt der Säule und engschraffierte Säulenabschnitte) noch die an Wochenenden verkürzten Arbeitszeiten aus (weitschraffierte Säulenabschnitte), berücksichtigt also, daß die Spätschicht sonnabends nur bis 21.00 Uhr arbeitet und die Nachtschicht nur an 5 Tagen einer Woche geleistet wird, so ergibt sich folgendes – zugegeben hypothetisches, doch gegenüber den unbereinigten Daten realeres – Bild des 24stündigen Unfallrhythmus:

1. Im Verlaufe der 24 Stunden des Tages finden sich Unfallgipfel zwischen 0.00 und 2.00 Uhr (Nachtschicht), 10.00 und 12.00 Uhr (Frühschicht) sowie 17.00 und 19.00 Uhr (Spätschicht). Dabei ist der zuletzt genannte Gipfel höchstwahrscheinlich betriebstechnisch bedingt; während dieser Zeit findet man im Werk eine lebhafteste Transport- und Verladetätigkeit, die Lichtverhältnisse sind ungünstig (Zwielicht usw.).

2. Ein ausgesprochenes Unfallminimum erkennt man nachts zwischen 2.00 und 3.00 Uhr, außerdem zwischen 5.00 und 6.00 Uhr früh. Auch hier ist es im zuletzt genannten Falle sehr fraglich, ob dieses Minimum echt ist. Vielmehr muß angenommen werden, daß die letzte Stunde einer Schicht nicht mehr voll für den Arbeitsprozeß zur Verfügung steht; der Arbeitsplatz wird erfahrungsgemäß – besonders während der Nachtschicht – etwas früher verlassen, um den

teilweise bereits jetzt anwesenden Werkträgern der Früh- und Normalschicht Platz zu machen.

3. Bemerkenswert ist auch der Einfluß des Schichtwechsels (6.00, 14.00 und 22.00 Uhr) auf die Unfallhäufigkeit. Die Unfallziffern sinken z.T. gegen Schichtende und Schichtbeginn erheblich ab, z. B. zwischen

5.00 und 6.00 Uhr auf 2,8%

6.00 und 7.00 Uhr auf 3,4%

22.00 und 23.00 Uhr auf 4,3%

Dies ist als Ausdruck dafür zu werten, daß einmal Aufräumarbeiten, zum anderen Vorbereitungsarbeiten und Arbeitsberatungen die Arbeitsleistung und damit die Unfallhäufigkeit reduzieren.

Wie verhält sich die Unfallhäufigkeit zur Arbeitsdauer, wenn man – abgesehen von der ersten und letzten Stunde nach Arbeitsbeginn – mit einem kontinuierlichen Arbeitsablauf rechnet?

Eine gesonderte Auswertung und statistische Untersuchung des gleichen Materials läßt keine Beziehung zwischen der seit Schichtbeginn verstrichenen Zeit und der Unfallhäufigkeit erkennen.

Lediglich in der Nacht- und Spätschicht kommt es vor den Arbeitspausen zu einer gewissen Unfallhäufung.

Nach den Untersuchungen von *Bjerner, Holm* und *Swensson* [4], welche anhand von Korrekturen (Radierstellen) im Journal eines schwedischen Gaswerkes die Abhängigkeit der Fehlleistungen vom biologischen Lebensrhythmus aufzeigen konnten – eine Abhängigkeit vom Schichtbeginn fand sich nicht – ergab sich, daß der prädisponierte Zeitpunkt für Fehlleistungen gegen 3.00 Uhr nachts liegt. Am vorliegenden Zahlenmaterial wäre weiter zu untersuchen, ob und in welchem Umfang Zusammenhänge zwischen der Unfallhäufigkeit und dem biologischen 24-Stunden-Rhythmus des Menschen nachzuweisen sind. Ist das Unfallgeschehen in einem Durchschnittsbetrieb überhaupt ein geeigneter Indikator für eine solche Betrachtung?

Mit Verfeinerung der Untersuchungstechnik wurden die Kenntnisse über die biologische Tagesrhythmik in den letzten Jahrzehnten beträchtlich erweitert. Für zahlreiche physiologische Vorgänge konnten tagesperiodische Schwankungen nachgewiesen werden.

Die tagesperiodischen Prozesse verlaufen deshalb in der belebten Umwelt mit einer im Mittel genau 24stündigen Periodendauer, weil sie in Wechselwirkung mit periodischen Vorgängen ihrer Umwelt stehen und durch diese mit der Erddrehung synchronisiert werden. Auch bei der Annahme noch so starker endogener Komponenten sind derartige synchronisierende Faktoren, welche *Aschoff* [3] als «Zeitgeber» bezeichnet, von größter Bedeutung bei der Ausbildung und Stabilisierung rhythmischer Abläufe.

Die im Ablauf dieser 24-Stunden-Periodik in Erscheinung tretenden Befindens- und Leistungsschwankungen kann der Mensch nicht negieren und muß

sich ihnen zum Beispiel während der Arbeit anpassen; die physiologische Arbeitskurve [7] wird zum Ausdruck des biologischen Lebensrhythmus. Danach ist die Leistungsdisposition in den Vormittagsstunden am günstigsten. Hier wird bei industrieller Tätigkeit der Gipfel der Arbeitsgeschwindigkeit erreicht. Nachmittags finden sich in jeder Beziehung bereits schlechtere Voraussetzungen, während der Nachtschicht aber die ungünstigsten! In der Nacht muß mit einer verlängerten Reaktionszeit gerechnet werden, so fand z.B. Menzel eine generelle Kreislaufschwäche gegen 3.00 Uhr, welche als Ausdruck einer stark herabgesetzten Leistungsfähigkeit zu werten ist [8]. Die schlechtere Leistungsdisposition müßte demnach in den tagesrhythmisch ungünstig gelegenen Stunden vermehrt zu Fehlhandlungen führen. Da die Häufigkeit der Fehlhandlungen auch für die Häufigkeit der Unfälle maßgebend ist, müßte man erwarten, daß die Verteilung der Unfälle über den Tag den gleichen Kurvenverlauf zeigt, wie z.B. die schwedische Aufzeichnung der Fehlhandlungen [4] mit Spitzenwerten gegen 3.00 Uhr nachts (Leistungsminimum). In den meisten Betrieben ist das aber nicht der Fall, denn die Stunden der günstigsten Leistungsdisposition sind auch die Stunden der intensivsten und schnellsten Arbeit. In vielen Betrieben – wie auch in dem hier untersuchten – bestimmt das Arbeitstempo stark die Häufigkeit der Unfälle; damit kongruieren Arbeitsgeschwindigkeit und zum Unfall führende Fehlhandlungen. Die meisten Unfälle ereignen sich zur Zeit der günstigsten, nicht zur Zeit der ungünstigsten Leistungsdisposition! Diese Korrelation wird sich jedoch nur selten in reiner Form darbieten, meist sind fertigungsbedingte Einflüsse überlagert: wechselnde Arbeitsplatzdichte, Vornahme von Arbeitsgängen zu bestimmten Tageszeiten oder während bestimmter Zeitspannen, die mit erhöhter Unfallgefahr verbunden sind (z.B. rege Transporttätigkeit, schwierige und gefährliche Arbeiten in der Gießerei usw.).

Für den hier untersuchten Betrieb kann man annehmen, daß die Arbeitsgeschwindigkeit das Unfallgeschehen maßgeblich beeinflußt, denn vormittags findet sich bei einer zunehmenden Arbeitsgeschwindigkeit (physiologische Arbeitskurve) und zu erwartender günstiger Leistungsdisposition ein deutliches Ansteigen der Unfallhäufigkeit mit einem höchsten Gipfel in der 11. Stunde des Tages. Nach 2.00 Uhr nachts – zum Zeitpunkt der geringsten Leistungsdisposition – fallen die Unfallziffern mit nachlassender Arbeitsgeschwindigkeit deutlich ab (Leistungsminimum).

Auf die bedingte Verwertbarkeit der Unfallhäufigkeit zu Stunden des Schichtwechsels wurde bereits hingewiesen. Ebenso ist darauf zu schließen, daß der Unfallgipfel zwischen 17.00 und 19.00 Uhr betriebstechnisch bedingt ist (Zwielicht, Transport- und Verladearbeiten). Keinesfalls kann zu dieser Tageszeit ein Unfallgipfel aus einer höheren Arbeitsgeschwindigkeit hergeleitet werden.

Wie man sieht, ist also die Unfallhäufigkeit – selbst wenn sie einwandfrei

zu ermitteln ist – nicht immer ein geeigneter Indikator zur Feststellung tagesrhythmischer Leistungsschwankungen, welche durch die 24-Stunden-Periodik des Menschen bedingt sind. Zu viele nicht genau erfassbare Faktoren können das Bild völlig verwischen, so daß – selbst bei Kenntnis betriebstechnischer Eigenheiten – nur Vermutungen geäußert werden dürfen. Die Ergebnisse eines anderen Betriebes würden wahrscheinlich schon abweichend sein. Weiterhin ist es zweifellos ein Unterschied, ob man Ablesefehler [4] oder Unfälle, welche aus dem betrieblichen Geschehen in seiner Gesamtheit mit vielen unbekanntem und nicht genau zu fixierenden Faktoren hervorgehen, einer derartigen Untersuchung des biologischen Tagesrhythmus zugrunde legt.

Zuletzt untersuchten wir noch die Abhängigkeit des Unfallgeschehens vom Wochentage (Abb. 5). Die gleichen Überlegungen (s.o.) veranlaßten uns, die Unfälle der Nachtschicht nicht einzubeziehen. Die Analyse der Unfallhäufig-

Werksunfälle je Wochentag
auf 100 Produktionsarbeiter
ohne Nachtschicht

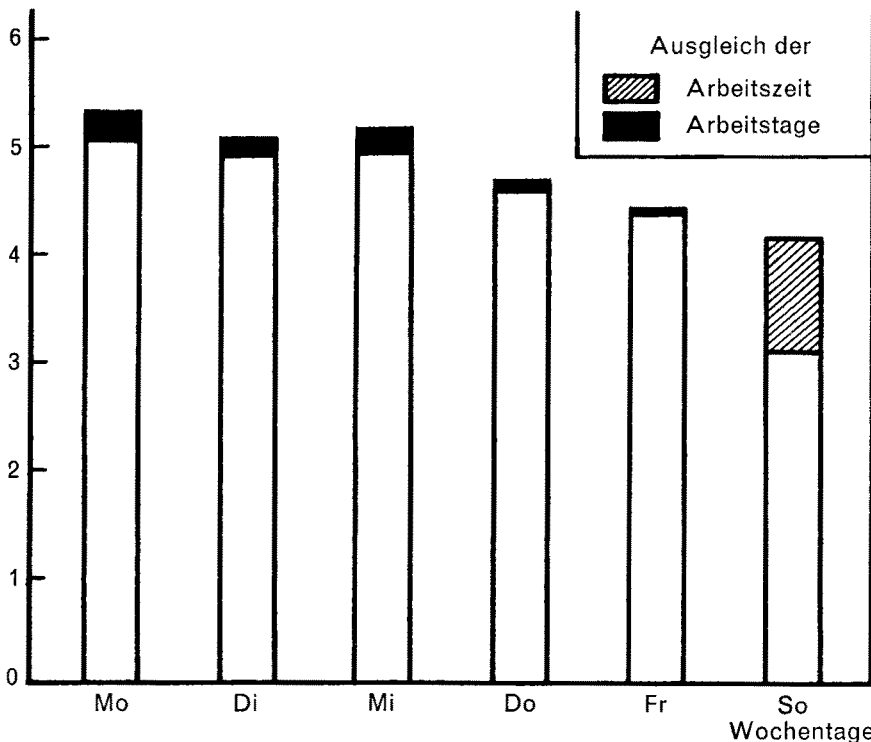


Abb. 5 Unfallhäufigkeit je Wochentag bei Produktionsarbeitern *ohne* Nachtschicht; beobachtete Werte: weiße Säulenabschnitte, verkürzte Arbeitszeit an Sonnabenden ausgeglichen: schraffierte Abschnitte, ungleiche Zahl von Arbeitstagen während der drei Beobachtungsjahre ausgeglichen: schwarze Abschnitte.

keit anhand der beobachteten Werte würde mit dem methodischen Fehler belastet sein, daß an Montagen und Sonnabenden nicht alle Beschäftigten 8 Arbeitsstunden leisten.

So ereigneten sich bei allen Beschäftigten

	<i>einschließlich Nachtschicht</i>	<i>ausschließlich Nachtschicht</i>
montags	260 Unfälle	243 Unfälle
dienstags	273 Unfälle	236 Unfälle

Die Gründe für diese sogenannte «Montagsspitze» sind hinreichend bekannt und durch das Wochenende bedingt, so daß sie nicht näher erörtert werden müssen. Bei Annahme einer vollen Arbeitszeit errechneten sich für Sonnabend als bereinigte Unfallhäufigkeit 4,1% statt der beobachteten 3,1%, dabei muß allerdings berücksichtigt werden, daß am Wochenende erfahrungsgemäß Reinigungs- und Pflegearbeiten an Maschinen und Einrichtungen durchgeführt werden. Diese Tätigkeit dürfte mit einer geringeren Unfallgefahr verbunden sein.

Als weiteren Schritt zur Berichtigung prüften wir, wie häufig im Laufe der drei untersuchten Jahre arbeitsfreie Feiertage auf die einzelnen Wochentage fielen.

Es wurden folgende Arbeitstage gezählt:

Montag	147
Dienstag	150
Mittwoch	148
Donnerstag	152
Freitag	154
Sonnabend	155

Bei der hypothetischen Berücksichtigung einer gleichen Zahl von Arbeitstagen erhält man die durch die gesamten Säulenlängen der Abbildung 5 dargestellten Unfallhäufigkeiten. Das Maximum fällt auf Montag mit 5,31 Unfällen auf 100 Beschäftigte je Wochentag, dienstags sind es 5,06 und mittwochs 5,16 Unfälle. Von diesen Ziffern sich deutlich abhebend fällt nach Wochenmitte die Unfallhäufigkeit.

Die Schwankung der Unfallhäufigkeit im Verlaufe der Woche wirft die Frage auf, ob hier eine gleiche Parallele zur Arbeitsleistung bzw. der Arbeitsintensität besteht, wie wir sie oben im Verlaufe des Tagesrhythmus beschrieben. Eine derartige Korrelation ist auch hier wahrscheinlich, wie Mitteilungen von Graf [6], Thierfelder und Wanninger [10].

Literaturverzeichnis

- [1] *Abelsdorff*: zit. n. *Menzel W.*: Menschliche Tag-Nacht-Rhythmik und Schichtarbeit. Benno Schwabe & Co. Verlag, Basel/Stuttgart 1962.
- [2] *Andlauer P.* und *Metz B.*: Variations nyctémérales de la fréquence horaire des accidents du travail. Verh. 4. Konf. Int. Ges. f. Biol. Rhythmusforschung, Basel 1953. Acta med. scand., Suppl. 307, S. 86 (1955).
- [3] *Aschoff J.*: Zeitgeber der tierischen Tagesperiodik. Naturwissenschaften 41, 49 (1954).
- [4] *Bjerner B.*, *Holm A.* und *Swensson A.*: Om Natt- och Skiftarbete. Statens Offentliga Utredningar 1948; 51, Marcus, Stockholm 1948.
- [5] *Brinkmann W.*: Die zeitlichen Schwankungen der Häufigkeit von Unfällen in einem Kohlengrubenbetrieb. Diss. Heidelberg 1940.
- [6] *Graf O.*: Untersuchungen über die Wirkung zwangsläufiger zeitlicher Regelung von Arbeitsvorgängen. II. Mitteilung: Der Arbeitsablauf bei freier Arbeit. Arbeitsphysiologie 7, 333 (1933).
- [7] *Ders.*: Untersuchungen über die Wirkung zwangsläufiger zeitlicher Regelung von Arbeitsvorgängen. III. Mitteilung: Die Schwankungen der Leistungsfähigkeit während des Tages und die Frage einer «physiologischen Arbeitskurve». Arbeitsphysiologie 7, 358 (1933).
- [8] *Menzel W.*: Zur Physiologie und Pathologie des Nacht- und Schichtarbeiters. Arbeitsphysiologie 14, 304 (1950).
- [9] *Paul H.*: Unfall und Krankheit in ihrer Bedeutung für den Kohlenbergbau. Zbl. Arbeitswiss. 8, 148 (1954).
- [10] *Thierfelder A.* und *Wanninger G.*: Über Befindens- und Leistungsschwankungen bei Akkordarbeitern. Zbl. Arbeitsmed. 4, 7 (1954).
- [11] *Wyatt S.* und *Marriott R.*: Night work and shift changes. Brit. J. industr. Med. 10, 164 (1953).

Anschrift der Verfasser: Dr. med. *A. Bartsch* und wiss. Mitarbeiter *G. Funk*, Hygiene-Institut der Karl-Marx-Universität Leipzig, Lehrstuhl für Sozialhygiene, Leipzig C 1, Philipp-Rosenthal-Str. 22.