

Belastungsunterschiede bei freier Arbeit und Bandarbeit¹

M. Haider und E. Groll

Zusammenfassung

Bei Bandarbeiterinnen wurde eine beträchtlich höhere durchschnittliche Pulsfrequenz festgestellt als bei Arbeiterinnen, die mit freien Tätigkeiten beschäftigt waren. Die durchschnittliche Differenz betrug 6 Hz/min und war statistisch signifikant.

Weniger Unterschiede zeigten die Ergebnisse des neben der Arbeit durchgeführten Vigilanztests. Die Zahl der nichtbeachteten Signale war bei den Bandarbeiterinnen erhöht, die Reaktionszeit verlängert. Die Unterschiede konnten statistisch nicht abgesichert werden.

Eindeutig geht aus den Einstufungen des Befindens hervor, daß die Bandarbeiterinnen sich nach der Arbeit wesentlich schlechter einstufen als Arbeiterinnen in freien Tätigkeiten.

Das unterschiedliche Verhalten der untersuchten Kriterien im Arbeitsablauf zeigt, daß Bandarbeit vor allem bei Arbeitsbeginn rasch zu einer relativ hohen Belastung der Arbeitenden führt, die dann nur mehr in geringfügigem Maße ansteigt. Freie Arbeit verursacht einen wesentlich langsameren Anstieg der Pulsfrequenz sowie einen langsameren Abfall der Vigilanzleistung.

Résumé

Les fréquences cardiaques moyennes mesurées chez des ouvrières travaillant à la bande roulante étaient considérablement plus élevées que celles des ouvrières travaillant librement. La différence moyenne (6 Hz/min) était statistiquement significative.

Les résultats d'un test de vigilance réalisé parallèlement au travail accusaient moins de différences. Le nombre des signaux non-observés était plus élevé chez les ouvrières travaillant à la bande et le temps de réaction était prolongé. Cependant ces différences n'étaient pas statistiquement significatives.

Il ressort clairement des questions sur l'état subjectif que les ouvrières travaillant à la bande considèrent leur état subjectif comme étant considérablement pire que les ouvrières à activités libres.

La diversité dans le comportement des critères étudiés dans le courant d'une journée de travail démontre que le travail à la bande exige, spécialement au début, des efforts relativement élevés mais qui n'augmenteront que très légèrement par la suite. Le travail libre provoque une augmentation de la fréquence cardiaque considérablement plus lente ainsi qu'une réduction plus lente de la vigilance.

¹ Diese Untersuchung wurde mit Unterstützung der Arbeitsgemeinschaft zum Studium der Arbeitsbelastung und des Public Health Service Research Grant 1 R 05 TW 00 156-01 durchgeführt.

Die Auswirkungen der Bandarbeit auf den arbeitenden Menschen sind in unterschiedlicher Weise bewertet worden. Auf die körperliche Entlastung wurde dabei ebenso hingewiesen wie auf eine Steigerung der nervösen Beschwerden. Systematisch-vergleichende Betriebsuntersuchungen liegen bisher hinsichtlich der Arbeitsleistung und der Arbeitspausen sowie der Erlebniswirkungen vor.

Eine unterschiedliche Verteilung von Arbeitspausen und arbeitsablaufbedingten Wartezeiten stellte Graf (1954) fest. Bei freien Arbeiten werden relativ viele «Willkürpausen» eingeschoben (5% der Arbeitszeit), aber es treten nur wenige arbeitsablaufbedingte Wartezeiten auf (1%). Bei Bandarbeiten treten demgegenüber Willkürpausen nur in zu vernachlässigender Zahl auf, während die arbeitsablaufbedingten Wartezeiten im Durchschnitt 10% der Arbeitszeit betragen. Der Erholungswert dieser Wartezeiten ist gering, da sie nicht entsprechend der Verfassung des Arbeitenden eingelegt werden, wie dies bei den Willkürpausen der Fall ist. Die Arbeitsleistung ist aus diesen Gründen bei nicht zeitgebundenen Systemen höher, wie Conrad (1955, 1960) zeigen konnte. In Laboratoriumsuntersuchungen treten bei freier Arbeit zwar häufiger ganz kurze «Blockings» auf (1½–2 Sekunden dauernd), aber es kommt zu keinem Leistungsabfall, während bei zwangsläufiger Arbeit ein Leistungsabfall eintritt (Broadbent 1953). Solche Unterschiede in der Leistung können allerdings durch Motivationsfaktoren wieder ausgeglichen werden, wenn die Zeitbindung nicht zu eng ist. So haben Düker (1929, 1931) und Graf (1944) auf die «mitziehende» Wirkung der zwangsläufigen Arbeit hingewiesen.

Die vielfältigen Probleme, welche sich in Zusammenhang mit Ermüdungs- und Monotonieerscheinungen bei freier Arbeit und Bandarbeit ergaben, wurden von Haider (1962) monographisch zusammengestellt.

Versuchsordnung

In einem Großbetrieb der Elektrobranche wurden vergleichbare Arbeitsplätze mit freier und zeitgebundener Tätigkeit ausgewählt. In allen Fällen handelte es sich um Montagearbeiten bei der Herstellung von Radio- und Fernsehgeräten. Die zeitgebundenen Tätigkeiten wurden an einem Schiebepband mit Gruppenakkord durchgeführt, die freien Arbeiten im Einzelakkord. Die Arbeitszeit dauerte bei allen Arbeiten von 7 bis 16.30 Uhr, mit einer Kurzpause um 9 Uhr und einer halbstündigen Mittagspause, die entweder von 12 bis 12.30 Uhr oder von 12.30 bis 13 Uhr genommen werden konnte. In unseren Untersuchungen ist daher die Stunde von 12 bis 13 Uhr nicht berücksichtigt worden. Die Werte der ersten Arbeitsstunden (7 bis 8 Uhr) wurden als Einübungszeit betrachtet und nicht in die endgültige Auswertung aufgenommen. Insgesamt konnten zu den Untersuchungen 32 Arbeiterinnen in zeitgebundenen Tätigkeiten und 34 Arbeiterinnen, die mit freien Arbeiten beschäftigt waren, herangezogen werden.

Methodik

1. Pulszählung während der Arbeit

Die Pulsmessungen während der Arbeit wurden manuell mit Hilfe eines Pulsmeters durchgeführt, wobei der Puls der einzelnen Arbeiterinnen jeweils alle 5 Minuten gemessen wurde. An verschiedenen Kontrollplätzen wurden gleichzeitig durchlaufende Pulszählungen mit elektronischen Pulszählgeräten vorgenommen. Da sich keine signifikanten Unterschiede zwischen der manuellen Pulszählung und den Kontrollmessungen mit elektronischen Pulszählern ergaben, können die manuellen Messungen als verlässlich angesehen werden.

2. Vigilanztestung während der Arbeit

Die Bereitschaft, selten zufallsverteilt auftretende Signale zu beachten und zu beantworten, kann als Maß der Daueraufmerksamkeit oder Vigilanz gewertet werden. Um Untersuchungen dieser Vigilanz auch während verschiedener Arbeitsleistungen zu ermöglichen, konstruierte Dr. Kranner nach unseren Angaben einen Apparat, der es in einfacher Weise gestattet, Reaktionszeiten auf seltene kurzzeitige Signale bei mehreren Personen gleichzeitig zu messen.

3. Einstufungen des Befindens vor und nach der Arbeit

Für die Einstufungen des Befindens wurden 14 Gegensatzpaare (Polaritäten) mit je 7 Zwischenstufen verwendet.

Die Reihenfolge der Gegensatzpaare blieb gleich. Die Fragerichtung vom positiven zum negativen Pol wurde variiert. Damit sollte individuellen Reaktionshaltungen (z.B. durchgehende «Ja»- bzw. «Nein»-sage-Tendenzen und «Halo-Effekten») entgegengearbeitet werden. Eine Umordnung wurde erst bei der Auswertung vorgenommen. In der Instruktion wurden die Arbeiterinnen aufgefordert anzugeben, wie sie sich jeweils zum Zeitpunkt der Einstufung fühlen. Diese Einstufungen wurden während einer ganzen Arbeitswoche täglich vor und nach der Arbeit vorgenommen.

Ergebnisse

a) Vergleich der Durchschnittswerte bei den untersuchten Gruppen (freie Arbeit und Bandarbeit)

Die beiden untersuchten Gruppen von Arbeiterinnen können weitgehend als homogene Gruppe bezeichnet werden. Dies trifft nicht nur hinsichtlich der Arbeitsbedingungen zu, die völlig vergleichbar waren. Auch hinsichtlich des Alters bestanden zwischen den beiden Gruppen keine wesentlichen Unterschiede. Das durchschnittliche Alter betrug 30,8 bzw. 29,5 Jahre. Diese Differenz ist statistisch nicht signifikant. Ebenso erbrachte ein von Werkpsychologen aus-

gearbeiteter, der speziellen Arbeitssituation angepaßter Intelligenz-Geschicklichkeits-Test keine nennenswerten Unterschiede. Die gefundenen Differenzen in den von uns gemessenen Variablen sind daher mit großer Wahrscheinlichkeit auf die verschiedene Arbeitsform zurückzuführen. Diese Differenzen sind in Abb. 1 graphisch dargestellt, und in Tab. 1 sind Mittelwerte und Signifikanzberechnungen angegeben.

Tab. 1: Vergleich der Mittelwerte und Signifikanzberechnungen der untersuchten physiologischen und psychologischen Kriterien bei freier Arbeit (N = 34) und Bandarbeit (N = 32).

	Bandarbeit	Freie Arbeit	t	p	
Pulsfrequenz/Min.	96,3	90,5	t = 5,69	p < 0,01	s.s.
Reaktionszeit in Sek.	1,22	1,16	t = 0,96	p > 0,05	n.s.
Nicht beachtete Signale in %	7,7	6,4	t = 0,79	p > 0,05	n.s.
Alter	30,8	29,5	t = 0,67	p > 0,05	n.s.
Selbsteinstufung morgens	2,84	2,81	t = 0,026	p > 0,05	n.s.
abends	4,32	3,99	t = 1,97	p = 0,05	s

Abb. 1 bzw. Tab. 1 läßt erkennen, daß die Pulsfrequenz bei Bandarbeit wesentlich höher ist als bei freier Arbeit. Der Unterschied ist statistisch sehr signifikant. Das heißt mit anderen Worten, daß es bei zeitgebundenen Arbeiten

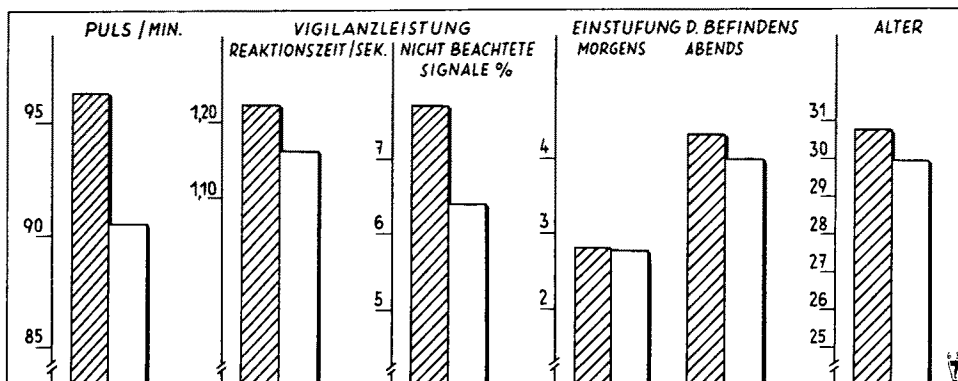


Abb. 1 Vergleich der Mittelwerte von Pulsfrequenz und Vigilanzleistung während Arbeit sowie der Einstufungen des Befindens vor und nach Arbeit bei 32 Bandarbeiterinnen und 34 Arbeiterinnen in freien Tätigkeiten.

▨ Bandarbeit □ Freie Arbeit

gegenüber freien Arbeiten, unter sonst völlig vergleichbaren Arbeitsbedingungen, zu einer wesentlichen Erhöhung der Kreislaufbelastung kommt. Keine großen Unterschiede hingegen traten bei dem während der Arbeit durchgeführten Vigilanztest auf. Zwar waren die Leistungen bei den Bandarbeiterinnen in

beiden Vigilanzkriterien, also sowohl hinsichtlich der Reaktionsgeschwindigkeit als auch der Zahl der nicht beachteten Signale, schlechter als bei den Arbeiterinnen, die mit vergleichbaren freien Arbeiten beschäftigt waren, doch konnten die Unterschiede statistisch nicht abgesichert werden.

Betrachtet man die Vigilanzleistung, wie in der Einleitung erwähnt wurde, als Maß der Aufmerksamkeitsbereitschaft, so kann man feststellen, daß es durch die zeitgebundene Arbeitsweise zu einem stärkeren Absinken dieser Aufmerksamkeitsbereitschaft kommt.

Bandarbeit führt aber nicht nur zu einer höheren Kreislaufbelastung gegenüber der freien Arbeitsform und zu einer objektiv feststellbaren Herabsetzung der Aufmerksamkeitsbereitschaft, sondern auch zu einer ungünstigeren Beurteilung des subjektiven Befindens. Dies kommt vor allem in den Einstufungen nach Arbeit zum Ausdruck, wobei statistisch signifikante Unterschiede auftreten.

b) Vergleich der Variablen im Arbeitsablauf

In Abb. 2a, b, c sind die Durchschnittswerte der Pulsfrequenzen sowie der Vigilanzkriterien (Reaktionszeit und Zahl nicht beachteter Signale) pro Arbeitsstunde getrennt für freie Arbeit und Bandarbeit sowie ihre Tagesmittelwerte dargestellt.

Die Kurven der Abb. 2a zeigen, daß sowohl bei den freien Arbeiten als auch bei den Bandarbeiten in den Pulsfrequenzen ein ansteigender Trend vorliegt. Dieser Trend wird durch die Kurzpause am Vormittag unterbrochen. Die Mittagspause zeigt jedoch keine bzw. sogar eher eine verschlechternde Wirkung. Hier muß aber wohl in Betracht gestellt werden, daß in dieser Pause die Hauptmahlzeit eingenommen wurde.

Die Kurven der Abb. 2 b, c zeigen das Verhalten der Vigilanzkriterien im Arbeitsablauf. Bei den Reaktionszeiten zeigt sich während des Vormittags eine Anstiegstendenz, welche ähnlich der Pulsfrequenz bei den Bandarbeiterinnen weniger ausgeprägt ist. Auch hier sind die Unterschiede vor allem in den ersten Arbeitsstunden auffallend groß. Vor der Mittagspause zeigen die Gruppen fast gleiche Werte. Die Mittagspause hat für dieses Kriterium einen stark verbessernden Einfluß. Nach der Pause erreichen die Arbeiterinnen wieder die Werte der ersten Arbeitsstunden. Eine ähnliche Tendenz, wenn auch nicht so regelmäßig, weist die Prozentzahl der nichtbeachteten Signale im Arbeitsablauf auf. Auch in diesem Kriterium haben die Bandarbeiterinnen während des gesamten Arbeitstages, mit Ausnahme der letzten Arbeitsstunde, schlechtere Leistungen.

c) Selbsteinstufung des Befindens vor und nach der Arbeit

Die Durchschnittspolaritätsprofile der Einstufungen vor und nach der Arbeit sind in Abb. 3 für die Arbeiterinnen in freien Arbeiten und Bandarbeiterinnen

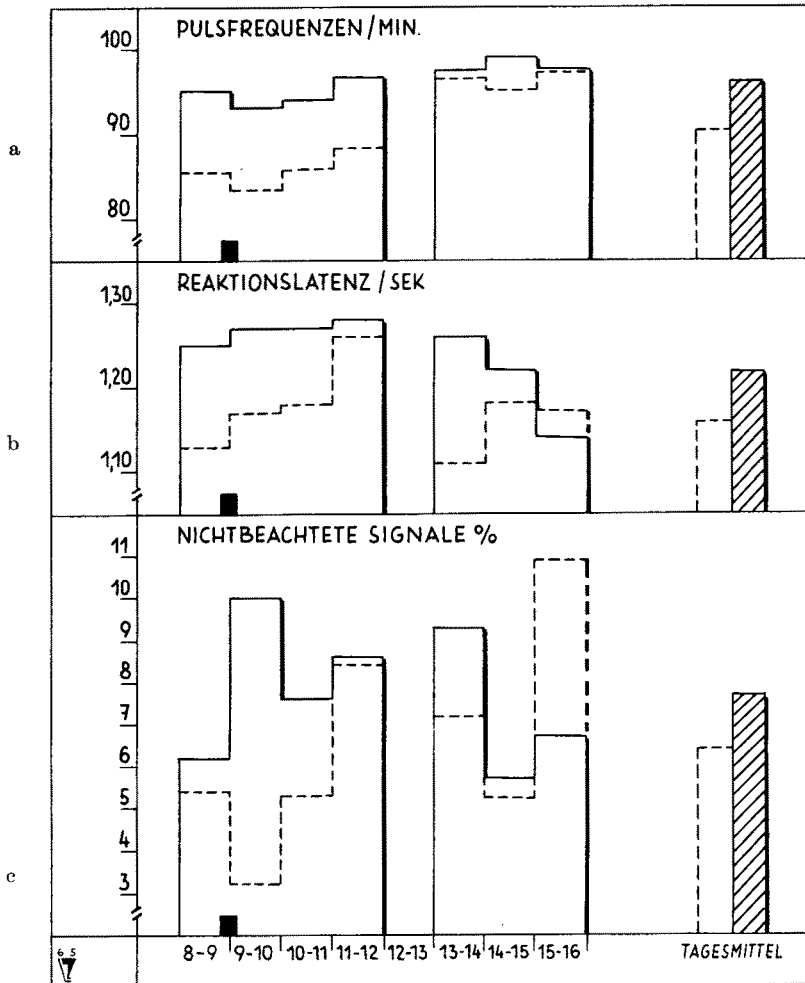


Abb.2 Vergleich der Pulsfrequenz (2 a) und der Vigilanzleistung (2 b, c) im Arbeitsablauf bei 32 Bandarbeiterinnen und 34 Arbeiterinnen in freien Tätigkeiten.

Bandarbeit — Freie Arbeit

getrennt dargestellt. In beiden Gruppen konnte eine sehr signifikante Verschlechterung der Einstufungen nach Arbeit nachgewiesen werden. ($t = 9,31$, $p < 0,01$ für freie Arbeit und $t = 9,76$, $p < 0,01$ für Bandarbeit.) Die Beanspruchung durch die betriebliche Arbeit wird in diesem Falle durch Veränderungen der Einstufungen in das gewählte Polaritätsprofil erfaßt.

Die Abbildung zeigt, daß die Differenz zwischen der Morgen- und Abend-einstufung bei den Bandarbeiterinnen in allen Einzelpolaritäten größer ist als bei Arbeiterinnen in freier Arbeit.

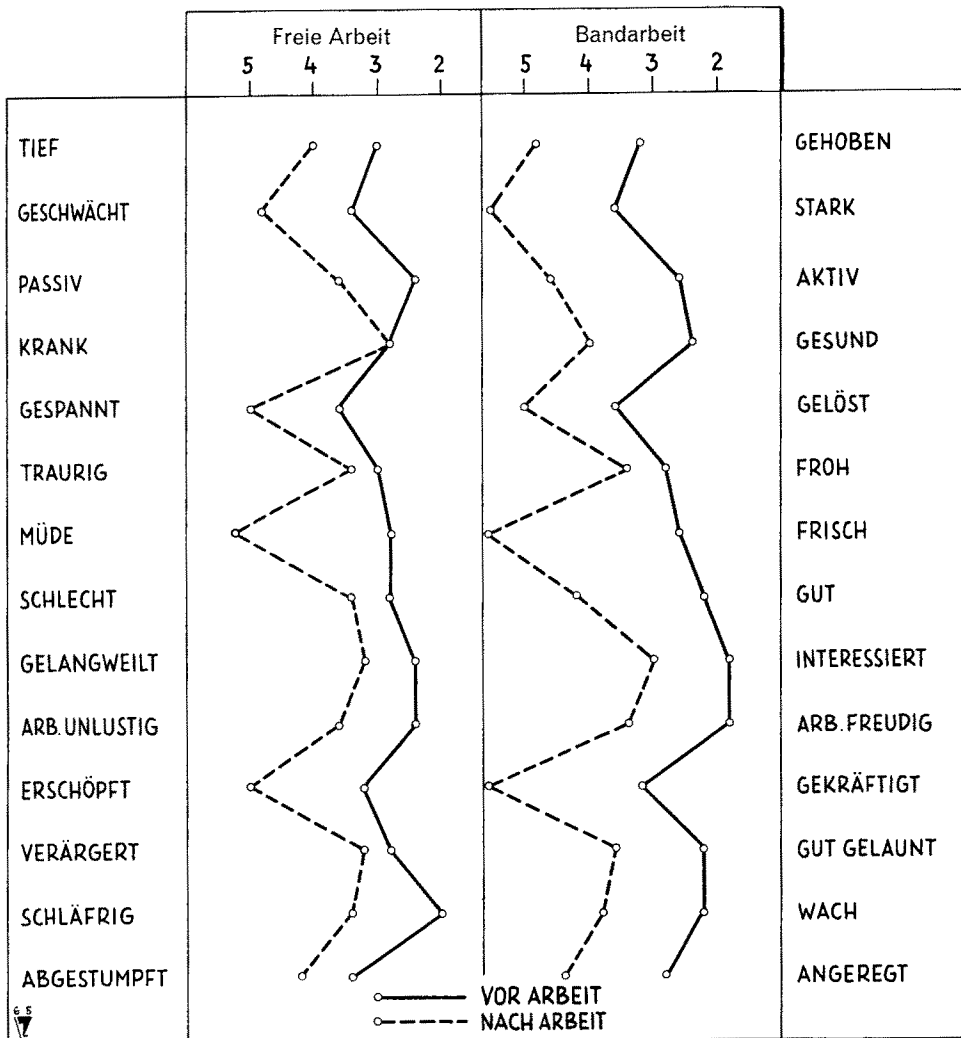


Abb.3 Vergleich der Selbsteinstufungen des Befindens vor und nach Arbeit von 32 Bandarbeiterinnen und 34 Arbeiterinnen in freien Tätigkeiten.

Diskussion

Als allgemeines Ergebnis konnte festgestellt werden, daß bei systematisch-vergleichenden Untersuchungen der Belastungsunterschiede Bandarbeiterinnen in allen untersuchten physiologischen und psychologischen Kriterien ungünstiger liegen als Arbeiterinnen in freier Arbeitssituation. Sie haben höhere Pulsfrequenzen während der Arbeit, übersehen mehr Vigilanzsignale während der Arbeit bzw. reagieren darauf mit verlängerter Reaktionslatenz, und sie stufen

ihren Zustand nach der Arbeit ungünstiger ein. Da die Zwangsläufigkeit und der Zeitdruck in der Arbeitsweise der einzige variierte Faktor waren, können wir die gefundenen Unterschiede wohl hauptsächlich darauf zurückführen.

Bei Betrachtung der Unterschiede im Arbeitsablauf fällt auf, daß bei Pulsfrequenzen und Reaktionslatenzen während der Arbeit die Werte vor allem in den ersten Arbeitsstunden weit auseinanderliegen. Hier haben die Bandarbeiterinnen viel höhere Pulsfrequenzen und viel längere Reaktionslatenzen als die Arbeiterinnen in freier Arbeitssituation. Gegen Mittag werden diese Unterschiede viel kleiner, so daß die gefundenen durchschnittlichen Belastungsdifferenzen im wesentlichen auf die ersten Arbeitsstunden zurückzuführen sind. Hier zeigt sich wohl am deutlichsten die Wirkung einer Fremdrhythmik, die bei zeitgebunden-zwangsläufigen Tätigkeiten aufgezwungen wird. Während die Arbeiterin in freier Arbeit das Tempo ihrem jeweiligen Zustand – vor allem auch in den ersten Arbeitsstunden – anpassen kann, ist bei zeitgebundenen Tätigkeiten gerade hier mit sofort einsetzender erhöhter Belastung zu rechnen. In diesem Zusammenhang ist besonders auf die Vorschläge zur Anpassung der Bandarbeit an die psycho-physiologische Leistungsbereitschaft hinzuweisen.

Literaturverzeichnis

- [1] *van Beek H. G.*: Working on assembly lines. An investigation into the organized and socio-psychological aspects of working on assembly lines. Philips-report, Eindhoven 1961.
- [2] *Broadbent D. E.*: Noise, paced performance and vigilance tasks. – Brit. J. Psychol. *44*, 295 (1953).
- [3] *Conrad R.*: Comparison of paced and unpaced performance at a packing task. Occup. Psychol. *29*, 15 (1955).
- [4] *Düker H.*: Psychologische Untersuchung über die Arbeit am laufenden Band. Ind. Psychotechn. *6*, 214 (1929).
- [5] *Düker H.*: Psychologische Untersuchungen über freie und zwangsläufige Arbeit. Z. Psychol. Erg. Bd. *20* (1931).
- [6] *Graf O.*: Zur Frage der Monotonie und ihre Bekämpfung. Arbeitspsychol. *13*, 95 (1944).
- [7] *Graf O.*: Studien über Arbeitspausen in Betrieben bei freier und zeitgebundener Arbeit (Fließarbeit) und ihre Auswirkungen auf die Leistungsfähigkeit. Forsch. Ber. 115 d. Wirtschafts- und Verkehrsministeriums Nordrhein-Westfalen, Köln-Opladen 1954.
- [8] *Haider M.*: Direkte und indirekte Selbsteinstufungen der Auswirkungen von freier Arbeit und Fließbandarbeit. Psychologie und Praxis *5*, 1 (1961).
- [9] *Haider M.*: Ermüdung, Beanspruchung und Leistung. Wien 1962.
- [10] *Wyatt S. und Marriot R.*: A study of attitudes to factory work. Med. Res. C. Spec. Rep. Ser. Nr. 292, London 1956.

Adresse der Autoren: Doz. Dr. Dr. *M. Haider* und Dr. *E. Groll*, Hygiene-Institut der Universität Wien, Wien IX (Österreich), Kinderspitalgasse 15.