

Physiologische und psychologische Ermüdungsmessungen bei Flugverkehrsleitern

G. Wotzka und E. Grandjean

Anläßlich einer Untersuchung über die berufliche Belastung der Flugverkehrsleiter in Kloten versuchten wir, mit 4 verschiedenen Testmethoden eine eventuelle Ermüdung zu erfassen.

Die Flugverkehrsleiter

Die Flugverkehrsleiter haben in der näheren bzw. in der weiteren Umgebung des Flugplatzes für die reibungslose Abwicklung des Luftverkehrs zu sorgen.

Als Hilfsmittel dienen ihnen Radargeräte und eine systematische Anordnung von Notizen, das sogenannte Progreßboard.

Zur sprachlichen Kommunikation mit den Piloten dient Sprechfunk; mit anderen Stellen der Flugsicherung steht der Flugverkehrsleiter über Telephone und Gegensprechanlagen in Verbindung.

Wir beobachteten hohe Frequenzen bei der Benutzung dieser Hilfsmittel und schlossen daraus auf eine hohe Beanspruchung der Flugverkehrsleiter durch Informationsaufnahme und -verarbeitung.

Die Testverfahren

1. Die Messung der Flimmerverschmelzungsfrequenz (FVF) wurde mit einem Stroboskop bei fallender Frequenz vorgenommen.

2. Beim Klopfest mußten die Vpn. mit «fliegendem Start» während 10 s mit einem Geberstift möglichst häufig auf eine Kontaktplatte klopfen. Mit einem elektrischen Zählgerät wurde die Zahl der erzielten Kontakte registriert.

3. Beim Gitterpunktieren hatten die Vpn. in einem Feld von 100 Quadraten von je 1 cm² Fläche möglichst viele Quadrate mit einem Kugelschreiber zu punktieren.

4. Der Bipolare Fragebogen umfaßte 10 Paare gegensätzlicher Adjektive.

Die Vpn. wurden ersucht, sich ihrer momentanen Stimmung gemäß auf einer horizontalen Linie zwischen je zwei gegensätzlichen Zustandswörtern selbst einzustufen.

Allgemeiner Versuchsplan

Diese 4 eben beschriebenen Testverfahren wurden jeweils hintereinander in der Reihenfolge der Aufzählung mit den Vpn. an deren Arbeitsplatz durchgeführt.

Neunmal während 24 Stunden machten wir einen Meßrundgang, wobei die Intervalle nach einem Zufallszeitplan für die einzelne Vp. zwischen 2 und 3 Stunden schwankten. Mit dieser Anordnung wurde jede gerade im Arbeitsraum anwesende Vp. mindestens einmal pro Schicht erfaßt.

Wir erhielten in Kloten aus 3 Meßperioden von je 7 Tagen Dauer insgesamt 1929 Ergebnisse pro Testverfahren von 69 Vpn.

Auswertung

Wir stellten die individuellen Durchschnittsergebnisse von 30 Vpn. für FVF, Klopfest, Gitterpunktieren, die Einstufungen «frisch – müde» und «gelöst – gespannt» zu Tagesverläufen, bestehend aus 11 Zeitabschnitten, zusammen (Abb. 1).

Interessant ist der parallele Verlauf der FVF, des Gitterpunktiertests und der Einstufung «frisch – müde». Wir haben Korrelationen zwischen den 3 Verläufen berechnet; sie zeigen, daß eine statistisch gesicherte Parallelität dieser 3 Kurven besteht.

Bei der Suche nach Korrelationen der je 30 individuellen Durchschnitte in jedem der 11 Zeitabschnitte fanden wir, daß zwischen 21.01 und 07.00 Uhr signifikante Korrelationen der FVF-Werte mit den Ergebnissen des Gegensatzpaares «frisch – müde» bestehen. An den Ergebnissen aus den Tagesstunden konnten wir das nicht feststellen, dafür fanden wir, außer zwischen 15.01 und 17.00 Uhr, Korrelationen zwischen FVF und Gitterpunktiertest.

Die Untersuchung einer Nachmittagsschicht sowie die Gruppierung von Ergebnissen aus allen Schichten nach der Arbeitsdauer ergaben bei den Ermüdungstesten und den meisten Einstufungen des Bipolaren Fragebogens etwa nach der 6. Stunde signifikante Verschlechterungen in Abhängigkeit der Arbeitsdauer.

Zum Beispiel betragen die durchschnittlichen Differenzen von 57 Vpn. zwischen Messungen in der 1. Arbeitsstunde und Messungen aus der 9. bis 11. Arbeitsstunde:

«frisch – müde»	– 3,1 cm
«gekräftigt – erschöpft»	– 2,3 cm
FVF	– 2,7 Hz

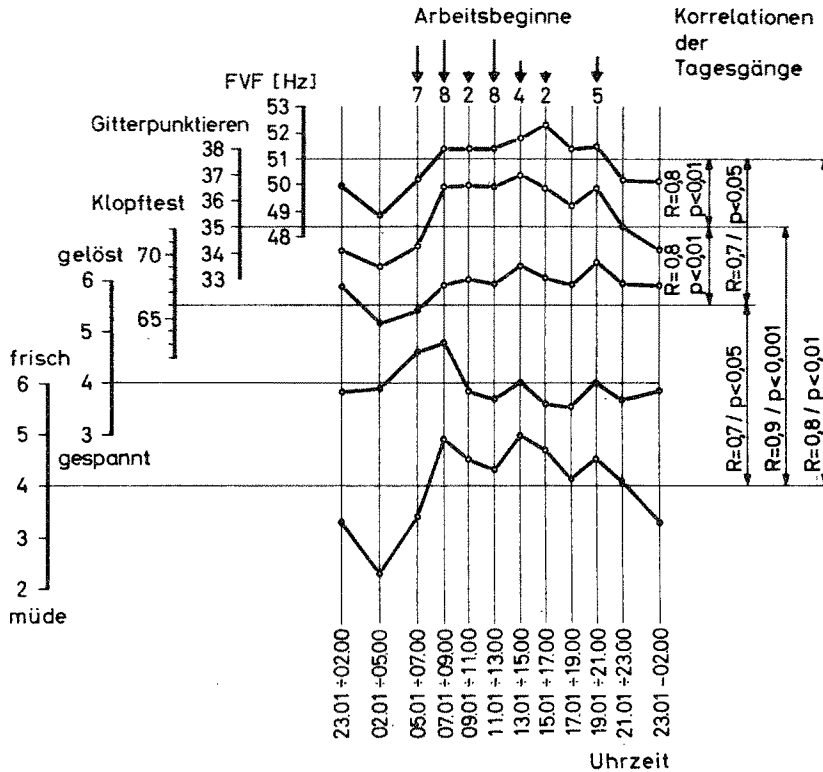


Abb. 1 Verlauf von Ermüdungstesten und 2 Gegensatzpaaren aus dem Bipolaren Fragebogen über einen Tag.

Die Kurvenpunkte stellen die Mittelwerte der individuellen Durchschnitte von 30 Vpn. dar.

Die Werte stammen aus 3 Meßperioden zu je 7 Tagen.

Klopfest – 4,5 Punkte

Gitterpunktieren – 3,8 Punkte

Es ist interessant zu sehen, daß bei diesen Differenzen die FVF mit dem Gitterpunktierertest und beide Tests mit der Einstufung «frisch – müde» korrelieren.

Das heißt, daß Vpn. mit einer ausgeprägten Senkung der FVF oder der Gitterpunktierleistung auch eine größere Abweichung der Einstufung in Richtung «müde» haben.

Zumindest in diesem Falle scheinen alle 3 Messungen einen allgemeinen Zustand der Ermüdung erfaßt zu haben.

Adresse der Autoren: Prof. Dr. med. *E. Grandjean* und *G. Wotzka*, Institut für Hygiene und Arbeitsphysiologie der ETH, Clausiusstraße 25, 8006 Zürich