

# Der Einfluß der außerberuflichen körperlichen Aktivität und des Zigarettenrauchens auf die Vitalkapazität und das Sekundenstoß-Volumen

H. Kuhn

## Zusammenfassung

Ein Überblick über die Literatur zeigt heute übereinstimmend das Absinken der Vitalkapazität beim inhalierenden Raucher. Unsere Arbeit läßt diesen Schluß nicht zu, läßt aber eine Abhängigkeit vermuten.

Andererseits geht aus den Angaben in der Literatur hervor, daß innerhalb der Frage einer Korrelation zwischen Vitalkapazität und körperlicher Aktivität unterschieden werden muß zwischen der beruflich-gewohnheitsmäßigen und der sportlich-intensiven Körperaktivität. Letztere geht nach Angaben einiger Autoren einher mit einer erhöhten Vitalkapazität, wobei die Frage einer direkten Kausalität allerdings durch gewisse Selektionsprobleme in Frage gestellt wurde. Was die berufliche Körperaktivität betrifft, so existieren vergleichende Untersuchungen an Arbeitern und Angestellten, die einen Einfluß der gewohnheitsmäßigen Aktivität auf die Vitalkapazität nicht nachweisen konnten.

In einer Gegenüberstellung von Vitalkapazität und *außerberuflicher* Körperaktivität (Freizeitbeschäftigung, Sport) konnte gezeigt werden, daß eine Zunahme der Aktivität verbunden ist mit einer Erhöhung der Vitalkapazität. Es handelte sich dabei nicht um eine Gegenüberstellung von extrem aktiven und extrem inaktiven Gruppen, sondern um eine zufällige Auswahl aus einer Fabrikbelegschaft.

Die Untersuchung bestätigte indirekt, daß die berufliche körperliche Aktivität die Vitalkapazität nicht merklich verändert.

## Résumé

Un aperçu de la littérature relève unanimement aujourd'hui une diminution de la capacité vitale chez le fumeur qui inhale. Notre étude ne permet pas de confirmer cette conclusion, mais laisse pourtant supposer une certaine corrélation.

D'autre part, il résulte des indications de travaux antérieurs de la littérature, qu'au sujet d'une corrélation entre capacité vitale et activité corporelle, il faut distinguer l'activité physique professionnelle habituelle de l'activité sportive intense. Selon les indications de quelques auteurs, cette dernière s'accompagne d'une augmentation de la capacité vitale, mais une causalité directe est contestable à cause de certains problèmes de sélection des sujets. En ce qui concerne l'activité physique professionnelle, des recherches comparant des ouvriers à des employés ne permettaient pas de prouver une influence de l'activité habituelle sur la capacité vitale.

Dans un essai de corrélation entre capacité vitale et activité corporelle *extra-professionnelle* (loisirs, sports) il a été démontré qu'une augmentation de l'activité est liée à un accroissement de la capacité vitale. Il ne s'agissait là pas d'une comparaison entre un groupe d'individus très actifs et un autre de sujets inactifs mais d'une population non sélectionnée provenant du personnel d'une fabrique.

Cette étude suggère que l'activité professionnelle corporelle ne modifie pas sensiblement la capacité vitale.

Bereits im Jahre 1923 bestimmte *Hsieh* [5] in Changsha in Zentralchina die Vitalkapazität (FVC) von Bevölkerungsgruppen mit unterschiedlicher körperlicher Aktivität. Der Untersucher war erstaunt, bei den Rikscha-Kulis eine tiefere Vitalkapazität zu finden als bei den Haus-Kulis, die eine leichtere Arbeit zu verrichten hatten. Immerhin wies die Gruppe der Händler die tiefste Vitalkapazität auf.

In neuerer Zeit wurde von *Heinonen* [6] die Frage untersucht, ob die Abnahme der Vitalkapazität bei zunehmendem Alter erklärt werden könnte mit der Abnahme der körperlichen Aktivität. Er fand bei einer sportlich aktiven Gruppe des Feuerwehrkorps von Helsinki eine durchschnittlich höhere Vitalkapazität als bei der Kontrollgruppe. Das Volumen zeigte jedoch mit dem Alter die gleiche Abnahme wie bei der normal aktiven Durchschnittsgruppe, obwohl die Feuerwehrleute bei verschiedenem Alter am gleichen täglichen Körpertraining teilnahmen.

*Blackburn* [1] stellte in einer ausgedehnten Untersuchung ( $n = 828$ ) die Vitalkapazität von Büroangestellten und Weichenstellern verschiedener Bahngesellschaften in den Vereinigten Staaten einander gegenüber und fand dabei keinen Unterschied, obwohl die aktiveren Weichensteller einen Kalorienverbrauch aufwiesen, der im Durchschnitt um 600 Kalorien pro Tag höher lag als bei der Vergleichsgruppe. Er kam zum Schluß, daß ein Einfluß der gewohnheitsmäßigen körperlichen Aktivität auf die Lungenfunktion nicht genügend bewiesen sei. *Yusa* [16] fand anlässlich einer Untersuchung von körperlich überdurchschnittlich aktiven japanischen Mineuren eine unveränderte Vitalkapazität gegenüber den Ebina-Durchschnittswerten.

Neben diesen Querschnittsuntersuchungen gibt es einige wenige Longitudinalstudien. Im Jahre 1952 konnte *Knehr* [9] an 14 untrainierten Harvard-Studenten nach einem intensiven Mitteldistanztraining von 6 Monaten Dauer keine Erhöhung der Vitalkapazität nachweisen. *Carey* [3] stellte 1956 an einer kleinen Gruppe von 20 Tauchinstruktoren der US-Navy, die häufig ohne Ausrüstung über 30 m tief tauchen und dabei sowohl eine große körperliche Leistung vollbringen, zudem notwendigerweise aber auch eine möglichst große und bis auf 3 Atmosphären komprimierte Luftmenge einatmen fest, daß die Vitalkapazität im Verlaufe eines Jahres von 5,17 auf 5,63 anstieg. Die Unterschiede wurden statistisch hoch signifikant mit  $p < 0,001$ . Gleich hoch statistisch zu sichern waren die Vergleiche zwischen der Vitalkapazität von 16 Instruktoren mit 1½ jährigem Training und 16 Kontrollpersonen aus dem Labor.

In der bereits zitierten Arbeit betont *Blackburn* [1], daß das Rauchen bei allen Fragestellungen, welche die Lungenfunktion betreffen, unbedingt berücksichtigt werden muß, und zwar auch ohne daß manifeste Symptome zu bestehen brauchen. Für die Vitalkapazität ist es lange Zeit nicht gelungen, einen Einfluß eindeutig nachzuweisen. *Turley* und *Harrison* [14] konnten beispielsweise noch 1932 keinen ungünstigen Effekt des Rauchens feststellen. Sie verglichen damals 33 rauchende mit 42 nichtrauchenden Medizinstudenten.

1951 fand dann *Whitefield* [15] eine signifikante Korrelation zwischen Zigarettenkonsum und Vitalkapazität bei einer Untersuchung von 58 gesunden Männern. Infolge einer großen Altersstreuung sank aber der Korrelationskoeffizient von  $-0,228$  auf  $-0,097$  bei der Elimination des Alters. Er betonte die Wichtigkeit der aktuellen Raucheranamnese, indem die Vitalkapazität vor allem bei den zur Zeit der Untersuchung starken Rauchern deutlich tiefer war als bei solchen, die früher einmal die gleich große Menge geraucht, ihren Rauchkonsum dann aber eingeschränkt hatten.

*Blackburn* [2] hat an einer klinisch sehr sorgfältig ausgewählten Gruppe von 221 gesunden Männern im Alter von 47 bis 57 Jahren die Vitalkapazität in Beziehung gesetzt zum täglichen Verbrauch an Zigaretten. Er stellte in allen Raucher-kategorien eine tiefere Durchschnittsvitalkapazität fest gegenüber den Nichtrauchern und Exrauchern. Ein statistisch signifikanter Unterschied ergab sich aber erst bei der Zusammenfassung aller Raucher-kategorien zu einer großen Gruppe. Derselbe Autor wies 1965 an großen Vergleichsgruppen ( $n$  von 65 bis 144 pro Gruppe) nach, daß die Vitalkapazität mit wenigen Ausnahmen proportional mit zunehmendem Zigarettenkonsum abnimmt, und daß diese Differenz ungefähr mit einem 5- bis 10-jährigen physiologischen Altersabfall vergleichbar ist.

Andere Untersuchungen aus neuerer Zeit an kleinen Vergleichsgruppen zeigten unterschiedliche Resultate. So berichtete *Zwi* [17] von zwei Gruppen von je 10 Medizinstudenten und Ärzten, die alle Sport trieben, drei davon in jeder Gruppe intensiv, bei denen die Rauchergruppe eine signifikant tiefere Vitalkapazität aufwies. Demgegenüber fehlte bei ebenfalls kleinen Gruppen von jungen Rauchern und Nichtrauchern, die in einer Arbeit von *Chevalier* [4] angeführt sind, ein statistisch gesicherter Unterschied.

Was den Tiffeneau-Test ( $\% \text{ FEV } 1,0''/\text{FVC}$ ) anbelangt, zeigte er in verschiedenen Untersuchungen eine deutliche Altersabhängigkeit bei den Rauchern im Gegensatz zu den Nichtrauchern. Die eben zitierte Arbeit von *Chevalier* [4] an jungen Probanden (18 Raucher und 14 Nichtraucher) zeigte keinen signifikanten Unterschied des Sekundenstoßvolumens. *Larsons* Resultate [10] waren ungefähr entsprechend für die Gruppe der 17- bis 29-jährigen, zeigten aber bei allen älteren Vergleichsgruppen mit 95 bis 98% Wahrscheinlichkeit statistisch schlechtere Werte bei den Rauchern.

Bei *Yusa* [16] findet sich die Angabe, daß der Tiffeneau-Test von der körperlichen Aktivität unabhängig ist.

Soweit sich die Angaben in der Literatur überblicken lassen, ist heute der vermutete negative Einfluß des Zigarettenrauchens auf die Vitalkapazität mit genügend großen Statistiken eindeutig nachweisbar. Das gleiche kann für einen positiven Einfluß der körperlichen Aktivität noch nicht ohne Einschränkungen gesagt werden. Die oben angeführten Arbeiten sind sport- oder arbeitsmedizinische Untersuchungen. Das Ziel der vorliegenden Arbeit ist jedoch auch, die

körperliche Aktivität außerhalb des Berufes möglichst in allen Formen zu erfassen, zu klassifizieren und der Vitalkapazität gegenüberzustellen.

Gleichzeitig wird dem Einfluß des Zigarettenrauchens auf die Vitalkapazität die nötige Beachtung geschenkt werden. Nicht zuletzt interessiert uns das Verhalten des Tiffeneau-Tests beim Raucher.

## Methodik

Im Rahmen einer größeren epidemiologischen Untersuchung des Instituts für Sozial- und Präventivmedizin der Universität Zürich zur Abklärung kardiovaskulärer Fragen wurde ein Teil der Fabrikbelegschaft der Firma Brown-Boveri & Co. in Baden durchuntersucht. Vom 2. bis 11. August 1966, also in einer Zeit mit wenig Erkrankungen des Respirationstraktes, konnten wir eine Messung der Vitalkapazität (FVC = forced vital capacity<sup>1</sup>) und des prozentualen Sekundenstoßvolumens (Tiffeneau-Test, % FEV 1,0"/FVC<sup>1</sup>) an 231 Arbeitern und Angestellten vornehmen. Es zeigte sich, daß die Anamnese für unsere Zwecke neu aufgenommen werden mußte.

Die Versuchspersonen waren alle männlichen Geschlechts und wurden auf freiwilliger Basis durch den fabrikärztlichen Dienst während der Arbeit aufgebeten, ohne daß sie vorher irgendwelche Verhaltensvorschriften zu befolgen hatten. Alle Probanden wurden stehend und in leichter Kleidung untersucht. Als Spirometer kam ein Direktschreiber (Marke «Vitalograph») zur Anwendung. In einem maximalen Expirationsstoß wurden gleichzeitig die Vitalkapazität (FVC) und das Sekundenvolumen (FEV 1,0") aufgezeichnet. Jede Kurve wurde dreimal aufgenommen, und in einer Pause nach dem zweiten Mal stets vom gleichen Untersucher der Fragebogen ausgefüllt. Die Werte wurden auf das BTPS-System (body temperature and pressure saturated) umgerechnet und in Prozenten der Soll-Vitalkapazität nach *Cournaud-Baldwis*<sup>2</sup> angegeben.

Es wurde bei der Befragung darauf geachtet, daß Probanden mit katarhalischen Infekten und anderen Erkrankungen, welche die Lungenfunktion beeinträchtigen könnten, ausschieden. Als Ausscheidungsgründe sind zu nennen: Husten und Bronchiektasen [6], Schwarte, Pleuritis oder Tuberkulose in der Anamnese [5], Asthma [4], pulmonale oder kardiale Dyspnoe [3], schlechte Kooperation, Alter über 63 Jahre [7].

Anhand eines Fragebogens wurden folgende Angaben ermittelt: die außerberufliche körperliche Aktivität, die Rauchgewohnheiten und die berufliche körperliche Beanspruchung. Bei der Klassifizierung der körperlichen Aktivität blieb die berufliche Komponente unberücksichtigt.

Um so mehr wurde Wert darauf gelegt, die außerberufliche körperliche Akti-

<sup>1</sup> Neue Terminologie (Gandevia and Hugh-Jones, *Thorax* 12, 290 (1957).

<sup>2</sup> (27,63 - [0,112 × Alter]) × Größe in cm.

vität im individuellen Eingehen auf jeden Probanden immer durch den gleichen Untersucher möglichst genau zu erfassen. Es hat sich dabei gezeigt, daß diese Art der Einteilung im Einzelfall nicht unerheblich abweichen kann von der exakter scheinenden Klassifizierung, basierend auf Zeitangaben pro Sportart oder sonstiger Körperbetätigung, wie sie der erwähnten epidemiologischen Untersuchung zugrunde gelegt war.

Es wurden drei Aktivitätsgruppen wie folgt definiert: In der Gruppe 1 der körperlich Inaktiven beschränkte sich die Aktivität auf kleinere Spaziergänge mit entsprechender Feriengestaltung und Motorfahrzeugbenützung. Es fehlte hier eine Freizeitbeschäftigung, die zu körperlicher Betätigung anregt. Die Gruppe 2 der mäßig Aktiven betrieb extensive körperliche Betätigung zum bewußten Ausgleich gegenüber der Arbeit im Betrieb. Berücksichtigt wurden die Wahl des Ferienortes als Ausgangspunkt zu Wanderungen z. B. in den Bergen, Gartenarbeit, Arbeiten im eigenen Haus usw. In der dritten Gruppe der Aktiven wurde eine intensive Betätigung zur Erhaltung der körperlichen Leistungsfähigkeit verlangt: aktives Mitmachen in Sportklubs, Männerriegen, im Schweizerischen Alpenklub usw. Ebenfalls hier eingeteilt sind Männer, die regelmäßig große Marschleistungen von über 8 Stunden pro Woche vollbringen, sowie zwei Hochleistungssportler.

Um einen Einfluß der zum vorneherein vernachlässigten Körperaktivität im Beruf zu kontrollieren, haben wir der beruflichen Aktivität auf dem Fragebogen eine spezielle Rubrik gewidmet und dort alle diejenigen, die betonten, körperlich anstrengende Arbeit zu leisten, unter «subjektiv mehr als leichte Körperarbeit» eingetragen. Uns interessierte dabei nicht eine exakte Beschreibung der beruflichen körperlichen Aktivität, sondern lediglich die Frage, ob diese Probanden unsere Einteilung, welche die Berufsaktivität vernachlässigt, stören könnten.

Bei der Klassifizierung der Rauchgewohnheiten wurde darauf geachtet, daß bei den Nichtrauchern nur solche eingeteilt wurden, die noch nie geraucht haben, da es sich wiederholt gezeigt hat, daß Exraucher im Durchschnitt eher eine höhere Vitalkapazität aufweisen als solche, die noch nie geraucht haben. Bei den Rauchern sind nur regelmäßig inhalierende Zigarettenraucher gezählt, wobei der aktuelle Verbrauch berücksichtigt wurde, der einfach zu bestimmen und etwa gleich nützlich ist wie die komplizierte Berücksichtigung der Rauchervorgeschichte [13]. Von den 100 Zigarettenrauchern rauchten nur sechs regelmäßig unter 10 Zigaretten pro Tag. Nur wo es speziell vermerkt ist, wurden bei der kleineren Nichtrauchergruppe auch noch nichtinhalierende Zigarren-, Stumpen- und Pfeifenraucher (bis drei Stumpen resp. Zigarren oder bis fünf Pfeifen pro Tag) aufgenommen.

Die ursprüngliche Einteilung in 3 Altersklassen (Tab. 1) führte bei der Auswertung zusammen mit den drei Aktivitätsgruppen und der Unterteilung in Raucher und Nichtraucher zum Teil zu sehr kleinen Gruppen, und statistische

*Tabelle 1* Zusammenstellung der 205 untersuchten Arbeiter und Angestellten und ihre Verteilung auf die verschiedenen Gruppen.

Alter	Aktivitätsgruppe	Raucher	Nichtraucher	Raucher <sup>1</sup> von Stumpfen usw.
27-39	1	3	6	2
	2	16	17	3
	3	9	4	-
40-49	1	12	9	4
	2	18	14	6
	3	3	4	-
50-63	1	16	9	4
	2	18	14	5
	3	5	3	1
27-63	1	31	24	10
	2	52	45	14
	3	17	11	1
27-63	1 + 2 + 3	100	80	25

<sup>1</sup> Nur berücksichtigt, wo ausdrücklich vermerkt.

Vergleiche stießen deswegen auf Schwierigkeiten. Diese wurden nach Rücksprache mit einem Mathematiker dadurch umgangen, daß wir die drei Altersklassen zu einer einzigen zusammengefaßt haben. Die Angleichung der Vitalkapazität der drei Altersklassen auf das Niveau der mittleren Dekade erfolgte durch Addition resp. Subtraktion der Mittel-Differenzen der Vitalkapazität der betreffenden Altersklassen. So mußten alle Vitalkapazitäten (Angaben wie immer in Prozenten der Norm) der 27- bis 39jährigen bei den Rauchern um 9, bei den Nichtrauchern um 8 vermindert und bei den 50- bis 62jährigen entsprechend bei Rauchern und Nichtrauchern um 2 erhöht werden. Diese Art des Vorgehens war gegeben durch die Homogenität der Varianzen, die sich mit Hilfe des F-Tests als altersunabhängig erwiesen. Die Normalverteilung der angeglichenen Werte der Vitalkapazität läßt sich mit Hilfe der Probittransformation zeigen und ist in Fig. 1 für die mittlere Aktivitätsgruppe aufgeteilt in Raucher, Nichtraucher und Gesamtgruppe dargestellt.

## Resultate

Sowohl für die Raucher wie für die Nichtraucher und die Gesamtgruppe läßt sich eine schwache Korrelation zwischen der Vitalkapazität und der körperlichen Aktivität außerhalb des Berufes nachweisen ( $r$  zwischen 0,39 und 0,42). Die Mittelwerte der FVC der drei Aktivitätsgruppen (Tab. 2) lassen sich mit Hilfe des  $t$ -Tests mit einem  $p$ -Wert zwischen 0,05 und 0,01 trennen. Die höhere Vitalkapazität bei den Nichtrauchern der 2. gegenüber der 1. Aktivitätsgruppe ist statistisch nicht signifikant und bildet die einzige Ausnahme. Eine höhere Signi-

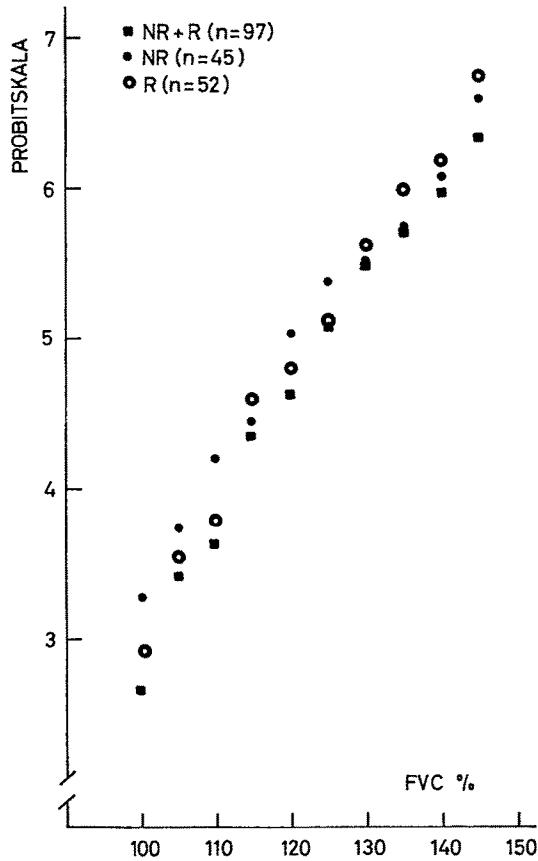


Fig. 1 Probitverteilung der 2. Aktivitätsgruppe. Es darf eine Normalverteilung angenommen werden, weil alle Punkte annähernd auf einer Geraden liegen. Die relative Häufigkeit von 50% entspricht dem willkürlich definierten Probitwert 5 (50% der Probanden besitzen eine höhere resp. tiefere FVC als diejenige, die auf der Abszisse dem Probitwert 5 entspricht).

Tabelle 2 Durchschnittswerte der FVC in % der Norm und zugehörige Streuungen (s).

Aktivitätsgruppe		FVC-Mittel in % der Norm	s	n
1 inaktiv	NR	122,3	15,5	24
	R	118,9	14,8	31
	NR+R	120,4	14,8	55
2 mäßig aktiv	NR	127,6	13,3	45
	R	125,8	13,3	52
	NR+R	126,5	13,5	97
3 aktiv	NR	137,5	19,1	11
	R	134,7	13,5	17
	NR+R	135,8	15,9	28

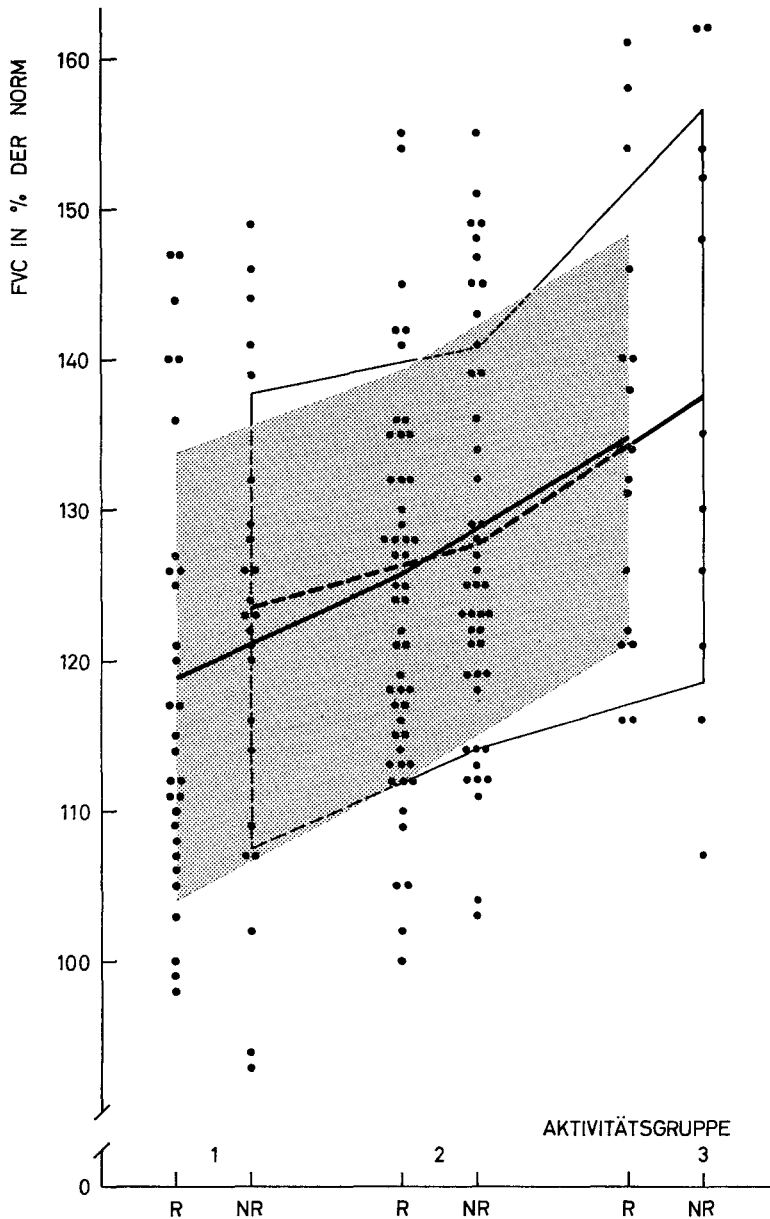


Fig. 2 Anstieg der Vitalkapazität mit zunehmender körperlicher Aktivität. Getrennte, leicht horizontal verschobene Darstellung für Raucher und Nichtraucher. Eingezeichnet sind Mittelwertgeraden und Streubreiten. Ausgefüllt = Streubreite der Raucher, leer = Streubreite der Nichtraucher.

**Tabelle 3** Synopsis von Korrelation und t-Test. Bei den R und NR schwache Korrelation von FVC und Aktivität. Die Durchschnitts-Vitalkapazitäten der drei Aktivitätsgruppen unterscheiden sich mit einer Ausnahme signifikant.

Rauch- gew.	n	FVC = f(Aktiv.) Korr.-Koeff. r	t-Vergleiche der Aktivitätsgruppen 1-3								
			1 mit 2			2 mit 3			1 mit 3		
			t	n	p <sup>1</sup>	t	n	p <sup>1</sup>	t	n	p <sup>1</sup>
NR	80	+0,39	1,48	24/45	-	2,02	45/11	+	2,49	24/11	+
R	100	+0,42	2,19	31/52	+	2,34	52/17	+	3,67	31/17	++
NR+R	180	+0,40	2,58	55/97	++	3,02	97/28	++	4,35	55/28	+++

<sup>1</sup> p-Werte: > 0,05 = -, < 0,05 = +, < 0,01 = ++, < 0,001 = +++

fikanz ergibt sich, wenn man von den Rauchgewohnheiten absieht und die gesamten Aktivitätsgruppen einander gegenüberstellt (p zwischen 0,01 und 0,001). Gemäß Tab. 3 fällt ein Vergleich der ersten mit der dritten Aktivitätsgruppe entsprechend signifikanter aus.

Weniger deutlich ist der Zusammenhang zwischen der Vitalkapazität und dem Rauchkonsum ausgefallen. Immerhin sind in allen Vergleichsrechnungen sowohl der Korrelations- als auch der Regressionskoeffizient negativ. Sie zeigen folglich eine Abnahme der Vitalkapazität mit zunehmendem Zigarettenkonsum, auch wenn sich nur der Koeffizient der zweiten Aktivitätsgruppe statistisch gesichert von der Horizontalen unterscheidet (Fig. 3, Tab. 4).

**Tabelle 4** Vitalkapazität in Abhängigkeit vom Rauchkonsum. Die Korrelations- und Regressionskoeffizienten zeigen eine Abnahme der FVC bei zunehmendem Zigarettenkonsum.

Aktivitäts- gruppe	Durchschn. Zig.-Kons./T	Korr.-Koeff. r	Regr.-Koeff. b	Streuung von b	t-Test b ≠ 0	p
1 (n= 55)	11,1	- 0,06	- 0,216	0,164	1,315	> 0,05
2 (n= 97)	10,5	- 0,16	- 0,356 <sup>1</sup>	0,098	3,618	< 0,001
3 (n= 28)	10,5	- 0,01	- 0,063	0,312	0,032	≥ 0,05

<sup>1</sup> Die Steigung (b) der zweiten Aktivitätsgruppe weicht einwandfrei von der Horizontalen (b = 0) ab. Die Abnahme der FVC beim Raucher ist damit statistisch gesichert.

Vergleicht man die Mittelwerte der Vitalkapazität von Rauchern und Nichtrauchern, so ist in allen Vergleichsgruppen die Vitalkapazität der Raucher zwar tiefer, unterscheidet sich aber nicht statistisch signifikant von der höheren Vitalkapazität der Nichtraucher (Tab. 5).

In Tab. 5 wurde versuchsweise die Zahl n berechnet, bei der die Differenz der Vitalkapazität zwischen Rauchern und Nichtrauchern die Signifikanzschwelle erreichen würde, sofern die hypothetische Annahme berechtigt wäre, daß Durchschnitt und Streuung der Mittelwerte beim größeren n sich nicht verschieben würden. Bei der inaktiven Gruppe könnte bei einem n von 160 pro

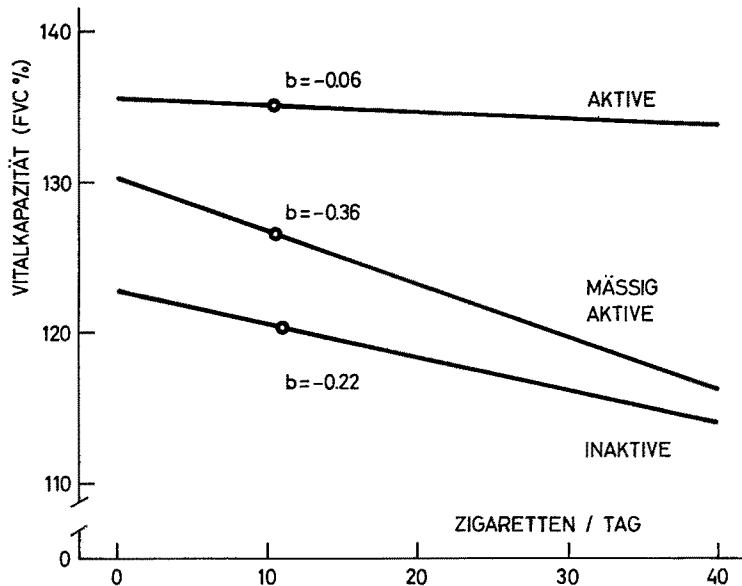


Fig. 3 Regressionsgeraden der FVC in % der Norm als Funktion des Zigarettenkonsums. Statistisch gesichert weicht nur die mittlere Gerade von der Horizontalen ab.

Tabelle 5 Gegenüberstellung der FVC von Rauchern und Nichtrauchern. Erst bei 7-, 10- bzw. 20fachem n kann mit statistisch gesicherter, kleinerer FVC bei den Zigarettenrauchern gerechnet werden (vgl. Text).

Aktivitätsgruppe		FVC in % der Norm	n	t-Wert Vergleich	p	Faktor für n damit p = 0,05
1 inaktiv	NR	122,3	24	0,823	$\geq 0,05$	7
	R	118,9	31			
2 mäßig aktiv	NR	127,6	45	0,662	$\geq 0,05$	10
	R	125,8	52			
3 aktiv	NR	137,5	11	0,452	$\geq 0,05$	20
	R	134,7	17			

Vergleichsgruppe, bei der mäßig aktiven und aktiven Gruppe bei einem n von 460 bzw. 310 pro Vergleichsgruppe mit dem Sinken des p-Wertes unter die Grenze von 0,05 gerechnet werden.

Der Tiffeneau-Test (% FEV<sub>1,0</sub>"/FVC) zeigt beim Vergleich der Nichtraucher mit den Rauchern eine überaus deutliche Altersabhängigkeit. Während die Raucher bei den 27- bis 39jährigen noch eine unbedeutende Einbuße zeigen, ist diese bei den 40- bis 49jährigen bereits statistisch gesichert und wird hoch signifikant bei den 50- bis 63jährigen. Bei den Nichtrauchern zeigt der Tiffeneau-

Test altersunabhängige Werte. Beachtenswert sind ferner die nur bei den Rauchern mit dem Alter ansteigenden Varianzen. Diese Inhomogenität erweist sich mit Hilfe des F-Tests als gesichert (Fig. 4, Tab. 6).

Es besteht kein Einfluß der körperlichen Aktivität auf das prozentuale Sekundenstoßvolumen (% FEV 1,0"/FVC).

In Tab. 7 findet sich die Verteilung der im *Beruf* körperlich aktiveren Versuchspersonen auf die drei Aktivitätsgruppen. Sie sind in unserem Falle relativ zahlreicher in der außerberuflich inaktiven Gruppe. Bei den 27- bis 49-jährigen kann mit dem Chi-Quadratstest sogar eine statistische Häufung nachgewiesen werden.

*Tabelle 6* Der Tiffeneau-Test (% FEV 1,0"/FVC) zeigt bei den Rauchern deutlich ein altersabhängiges Absinken und Inhomogenität der Varianzen ( $s^2$ ).

Alter	n	Nichtraucher		Raucher				t-Vergl. R/NR	
		n	Tiff.-T.	n	Zig./d	Tiff.-T.	$s^2$ <sup>1</sup>	t	p
27-39	27	83,0 ± 5,4	29,6	28	19,0	80,6 ± 4,6	21,4 (1)	1,74	> 0,05
40-49	27	82,8 ± 5,4	29,0	34	20,6	79,4 ± 5,6	31,6 (2)	2,38	< 0,05
50-63	26	82,8 ± 5,0	24,5	38	18,5	74,3 ± 6,9	47,9 (3)	5,27	< 0,001

<sup>1</sup> F-Verteilung der Varianzen: Homogenität bei den NR. Raucher: (1) gegen (2)  $F = 1,48$   $p > 0,05$ , (2) gegen (3)  $F = 1,52$   $p = 0,05$ , (1) gegen (3)  $F = 2,24$   $p = 0,01$ .

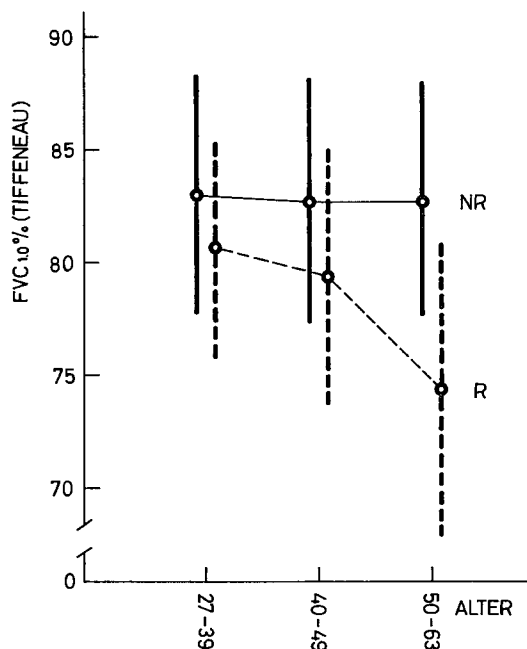


Fig. 4 Mittelwerte und Streuungen des Tiffeneau-Tests (%FEV 1,0"/FVC) verändern sich bei den Rauchern mit zunehmendem Alter deutlich.

*Tabelle 7* Verteilung der 205 R und NR (inkl. 25 Stumpfen- und Pfeifenraucher) nach der körperlichen Beanspruchung im *Beruf*.

Alter	körp. Beanspruchung im Beruf subjektiv	eingeteilt in Aktivitätsgruppe			R	NR
		1	2	3		
27-39 <sup>1</sup>	leicht	8	31	11	25	25
	anstrengend	3	5	2	4	6
40-49 <sup>1</sup>	leicht	17	34	7	25	33
	anstrengend	7	4	—	7	4
50-63	leicht	24	27	6	27	30
	anstrengend	6	10	3	12	7
27-63 <sup>2</sup>	leicht	49	92	24	77 <sup>4</sup>	88
	anstrengend	16 <sup>3</sup>	19	5	23 <sup>4</sup>	17
	total	65	111	29	100	105

<sup>1</sup> 27- bis 49jährige: Aktivität 1 gegen 2 + 3:  $\chi^2 = 4,95$ ,  $p < 0,05$ .

<sup>2</sup> 19% der 205 Versuchspersonen waren beruflich körperlich aktiv.

<sup>3</sup> Der Anteil der beruflich Aktiven in der 1. Aktivitätsgruppe beträgt 25%.

<sup>4</sup> 46,5% der beruflich Inaktiven sind Raucher. Bei den beruflich Aktiven beträgt der Anteil der Raucher 57,5%.

Bei den *beruflich* aktiven Versuchspersonen sind die Raucher mit 57,5% ( $n = 40$ ) etwas häufiger als bei den inaktiven, wo nur 46,5% rauchen ( $n = 165$ ). Diese Häufung ist zufällig. In diesen Zahlen sind bei den Nichtrauchern 25 Stumpfen- und Pfeifenraucher mitgezählt.

## Diskussion

Es konnte gezeigt werden, daß ein mit statistischen Methoden nachweisbarer Zusammenhang besteht zwischen der Intensität der außerberuflichen körperlichen Aktivität und der Größe der Vitalkapazität. Die berufliche Komponente wurde dabei vernachlässigt, obwohl jeder fünfte Proband seine Berufsarbeit als körperlich anstrengend empfand. Bei der Auswertung hat es sich aber gezeigt, daß gerade diese Arbeiter in der außerberuflich inaktivsten Gruppe prozentual häufiger vertreten sind als in den aktiveren Vergleichsgruppen. Bei Annahme einer positiven Wirkung der beruflichen Körperaktivität auf die Vitalkapazität müßte mit anderen Worten unser Resultat höchstens verschlechtert worden sein. Es scheint aber naheliegender zu sein, daß die berufliche Körperbetätigung, wie sie in einem modern eingerichteten Betrieb heute üblich ist, ein nicht mehr ins Gewicht fallender Faktor zur Vergrößerung der Vitalkapazität ist. Möglicherweise spielen hier andere Gegebenheiten wie Luftverunreinigung, Kälteexposition usw. eine Rolle, die bei den körperlich aktiven Berufen mehr ins Gewicht fallen als in den sitzenden Berufen. Diese Faktoren blieben in unserer Arbeit unberücksichtigt und stellen eine mögliche Fehlerquelle dar.

Die prozentual stärkere Vertretung der Raucher bei der beruflich körperlich aktiven Gruppe spielt in unserem Fall keine Rolle, weil die Nichtraucher und die Raucher getrennt ausgewertet wurden.

Wir stehen folglich indirekt in Übereinstimmung mit denjenigen Autoren, die keinen Zusammenhang der beruflichen körperlichen Aktivität (habitual activity) mit der Vitalkapazität feststellen konnten (*Blackburn* [1], *Yusa* [16], *Hsieh* [5]).

Demgegenüber haben *Heinonen* [6] und *Carey* [3] einen Anstieg der Vitalkapazität mit zunehmender Körperaktivität nachweisen können. Es handelte sich dabei wohl um berufsmäßige Aktivität, doch vielmehr im Sinne eines Trainings als im Sinne einer «habitual activity».

Wir sind uns bewußt, daß hier bereits eine Kausalität angenommen wird, die auch mit der vorliegenden Untersuchung nicht bewiesen werden kann, daß nämlich die körperliche Aktivität die Ursache der Vergrößerung der Vitalkapazität sei. Longitudinalstudien wären besser geeignet, die Frage von Adaptation und Selektion zu untersuchen, doch sind die eher spärlichen Ergebnisse auf diesem Gebiet noch nicht einheitlich [3, 9]. Sie lassen immerhin vermuten, daß es eine Adaptation geben muß. Auch in unserem Falle wäre wohl eine Selektion schwerer vertretbar als eine Adaptation, weil interessanterweise in der außerberuflich inaktiven Gruppe, welche auch die tiefste Vitalkapazität besitzt, vermehrt solche zu finden sind, die im Beruf körperliche Arbeit leisten müssen. Eine Selektion von Arbeitern mit hoher Vitalkapazität in die körperlich anstrengenden Berufe liegt somit hier nicht vor. Andererseits läßt sich die höhere Vitalkapazität bei den außerberuflich körperlich aktiven Versuchspersonen zwanglos als Adaptation interpretieren.

Es ist uns nur teilweise gelungen, einen gesicherten Zusammenhang zwischen dem Zigarettenkonsum und der Vitalkapazität zu zeigen. In allen drei Aktivitätsgruppen nimmt jedoch die Vitalkapazität mit zunehmendem Rauchkonsum kontinuierlich ab, so daß angenommen werden darf, daß ein Zusammenhang wirklich besteht. Die Tatsache, daß der Regressionskoeffizient erst in der größten Gruppe einen statistisch eindeutigen Abfall mit zunehmendem Rauchkonsum zeigt, deckt sich mit anderen Arbeiten. Immerhin ist bei Annahme einer Kausalität der negative Einfluß des Zigarettenrauchens schwächer zu bewerten als die positive Wirkung der Aktivität, wobei der außerberuflichen Komponente gegenüber der beruflichen größeres Gewicht zukommt. Umgekehrt muß bei jeder Untersuchung über Zusammenhänge zwischen dem Rauchen und der Lungenfunktion die körperliche Aktivität unbedingt berücksichtigt werden. Es ist möglich, daß sich die erwähnten widersprüchlichen Resultate von *Zwi* [17] und *Chevalier* [4] durch diesen Mangel und die zu kleinen Vergleichsgruppen erklären lassen.

Irgendwelche Korrelation des prozentualen Sekundenstoßvolumens (% FEV<sub>1,0</sub>"/FVC) mit der Aktivität wurde nicht gefunden (vgl. auch *Yusa* [16]).

Interessant ist dagegen die deutliche Altersabhängigkeit des Tiffeneau-Tests bei den Rauchern, die auf einen Summationseffekt der Alterung und der Reizwirkung des Zigarettenrauchens auf das Bronchialsystem schließen läßt. Unsere Ergebnisse decken sich mit denjenigen von *Larson* [10] und zeigen beim Raucher ein statistisch einwandfreies Absinken mit dem Alter. Sehr bemerkenswert ist auch der parallele Anstieg der Varianzen ausschließlich in der Rauchergruppe. Dieses Ansteigen der Streubreite bei den alten Rauchern deutet auf individuell verschieden starke Reaktionen des Bronchialsystems auf die Noxe des Zigarettenrauchens hin. Demgegenüber ist bei den Nichtrauchern das Sekundenstoßvolumen und seine Standardabweichung altersunabhängig.

#### Bibliographie

- [1] *Blackburn H., Taylor H.L., Parlin R. W.* et al.: Physical activity of occupation and cigarette smoking: relationship to ventilatory function and respiratory symptoms. *Arch. Environ. Health* 10, 312–322 (Februar 1965).
- [2] *Blackburn H., Brožek J., Taylor H.L.*: Lung volume in smokers and nonsmokers. *Ann. Intern. Med.* 51, 68–77 (Juli 1959).
- [3] *Carey C.R., Schaefer K.E., Alvis H. J.*: Effect of skin diving on lung volumes. *J. Appl. Physiol.* 8, 519 (1956).
- [4] *Chevalier R.*: Circulation and ventilatory effects of exercise in smokers and nonsmokers. *J. Appl. Physiol.* 18, 357–360 (März 1963).
- [5] *Foster J.H., Hsieh P.L.*: The vital capacity of Chinese: an occupational study. *Arch. Intern. Med.* 32, 325 (1923).
- [6] *Heinonen H.O., Karvonen M.J., Kihlberg J.*: Subdivisions of total lung volume and maximal breathing capacity in firemen: Age changes and correlation to body size. *Ann. Med. Intern. Fenn. (Suppl. 39)* 51, 1–13, (1962).
- [7] *Hensler N.M., Giron D.J.*: Pulmonary physiological measurements in smokers and nonsmokers. *JAMA* 186, 885 (Dezember 1963).
- [8] *Higgins I.T.T.*: Tobacco smoking, respiratory symptoms and ventilatory capacity. *Brit. med. J. S.* 325 (Februar 1959).
- [9] *Knehr C. A., Dill D.B., Neufeld W.*: Training and its effects on man at rest and at work. *Amer. J. Physiol.* 136, 148 (1942).
- [10] *Larson R.K.*: The chronic effect of cigarette smoking on pulmonary ventilation. *Amer. Rev. Resp. Dis.* 88, 630–635 (November 1963).
- [11] *Lindeman R.D., Shaw R.F., Bloss C.M. Jr.*: Pulmonary symptoms and function in 4922 southeastern Oklahomans. *J. Okla. Med. Ass.* 57, 331–335 (Juli 1964).
- [12] *Read J., Selby T.*: Tobacco smoking and ventilatory function of the lungs. *Brit. Med. J.* 2, 1104 (Oktober 1961).
- [13] Schweiz. Ärztezeitung Nr. 17 vom 29. April 1966. «Wieviel haben Sie geraucht?» – Die Schwäche des menschlichen Gedächtnisses (aus *Lancet* vom 19. März 1966).
- [14] *Turley F.C., Harrison T.R.*: zit. bei *Whitefield* [15]. *Amer. J. Med. Sci.* 183, 702 (1932).
- [15] *Whitefield A.G.W., Arnett W.M., Waterhouse J.A.H.*: The effect of tobacco on lung volume. *Quart. J. Med.* 44, 141 (1951).
- [16] *Yusa T.*: Studies on the normal standards of ventilatory function in muscular labourers. *J. Sci. Labour (Japan)* 36, 427–431 (August 1960).
- [17] *Zwi S., Goldmann H.J., Levin A.*: Cigarette smoking and pulmonary function in healthy young adults. *Amer. Rev. Resp. Dis.* 89, 73–81 (Januar 1964).

Adresse des Autors: *Hans Kuhn*, Assistenzarzt, Neuwiesenstraße 46, 8706 Meilen