

Die Bedeutung des Inhalatoriums im Werksgesundheitshaus

Harald G. Schwarz

Zusammenfassung

Werksinhalatorien sind meist in Werksgesundheitshäusern untergebracht. Rauminhalationen dienen vorwiegend gesunden Belegschaftsmitgliedern, die der Staubbelastung am Arbeitsplatz ausgesetzt sind; Einzelinhalationsplätze sind vorhanden, um unspezifische respiratorische Störungen zu beseitigen. Heute werden überwiegend elektrisch betriebene Düsenvernebler oder Ultraschallzerstäuber zur Aerosol-Inhalation verwendet. Von Bronchitiskesseln und Raumsprühgeräten ist man auf Grund der geringen Erfolgsaussichten abgekomen. Störungen im Atmungsbereich können durch starke Staubbelastung am Arbeitsplatz sowie durch toxische Gase und Dämpfe auftreten. Derartige Schäden werden gefördert durch abnorme klimatische Verhältnisse, durch allgemeine Luftverunreinigung, durch hygienisch schlechte Verhältnisse am Arbeitsplatz und im Wohnbereich, durch die Schwere der Arbeit, durch Altern, durch Infektionen und vor allem durch das Rauchen. Die Ursache der tiefgreifenden Störungen im Lungenbereich durch Staub am Arbeitsplatz liegt in der asthmatischen Konstitution und in Anomalien im Nasenrachenraum. Um Erkrankungen durch die Staubbelastung am Arbeitsplatz zu verhindern und um akute bronchiale Reizungen zu beseitigen, haben sich seit Jahrzehnten die Sole-Lösungen in Aerosol-Form bewährt. Nach einem Inhalationspräparat zur allgemeinen Behandlung des chronischen respiratorischen Syndroms wird gesucht. Am Beispiel der Erprobung eines Inhalats im Werksinhalatorium wurde aufgezeigt, in welchem Maße der praktische Arbeitsmediziner in seinem Gesundheitshaus in der Lage ist, mit den vorhandenen Geräten die Brauchbarkeit eines derartigen Präparates objektiv zu messen. Es wurde festgestellt, daß Acetylcystein ein Wirkstoff ist, der als Aerosol-Inhalat bei Belegschaftsmitgliedern im Werksinhalatorium nicht nur gefahrlos, sondern auch erfolgreich wiederholt verwendet werden kann, wenn es sich um ein chronisches unspezifisches respiratorisches Syndrom handelt.

Das Werks-«Gesundheitshaus» ist heute üblicherweise der Arbeitssitz des praktischen Arbeitsmediziners, des Werksarztes. Es liegt meist im Betrieb oder in der Nähe des Betriebes. Das Gesundheitshaus dient – im Gegensatz zum Krankenhaus – der Gesundheitserhaltung der arbeitenden Bevölkerung, also der Belegschaftsmitglieder eines Betriebes, deren Gesundheit überwacht und gefördert werden soll. In der Hauptsache werden präventive Untersuchungen durchgeführt, wie Einstellungs- und Nachuntersuchungen bzw.

gesetzlich vorgeschriebene Überwachungsuntersuchungen zur Vermeidung von Berufskrankheiten. Weiterhin erfolgen zur Feststellung der Leistung und Belastung des arbeitenden Menschen funktionsdiagnostische Untersuchungen von Herz, Kreislauf und Atmung sowie der Sinnesorgane. Hinzu kommen noch biochemisch-analytische Arbeiten sowie zur Beurteilung industrieller Nebenträume betriebshygienische und mikrobiologische Untersuchungen. Meist haben die Gesundheitshäuser auch die Einrichtungen für die Erste Hilfe bei Unfällen und Krankheiten und oft – besonders vorbildlich – die Anlagen zur Physikalischen Therapie.

Gesundheitshaus – Inhalatorium

Noch vor etwa dreißig Jahren bestanden in vielen größeren Werken Deutschlands neben den vorgeschriebenen Sanitätsstuben für die Erste Hilfe kleinere Räume, in denen Bestrahlungen und Inhalationen durchgeführt wurden. In der Vorkriegszeit und in den folgenden Jahren sind diese Einrichtungen sehr schnell erweitert worden. Oft wurde damals auf Grund staatlicher Richtlinien zur Überwachung meist ein nebenamtlicher Betriebsarzt eingestellt, der seine Sprechstunden in den Sanitätsräumen durchführte. Zu dieser Zeit entstand der Begriff «Gesundheitshaus», der besagte, daß dort ein Betriebsarzt arbeitet und daß Einrichtungen der Ersten Hilfe und der Physikalischen Therapie bestehen.

Zu den *Einrichtungen der Physikalischen Therapie* in größeren Gesundheitshäusern gehören Bestrahlungsanlagen bzw. -geräte einschließlich der Höhensonnenschleuse zur Bekämpfung der Anheliose, medizinische Bäder mit Stangerbad, Unterwassermassagen, Moorlaugenbäder sowie Moor- und Fangopackungen, Kneipp-Anlagen und Sauna, heil- und atemgymnastische Räume und Geräte sowie Werksinhalatorien.

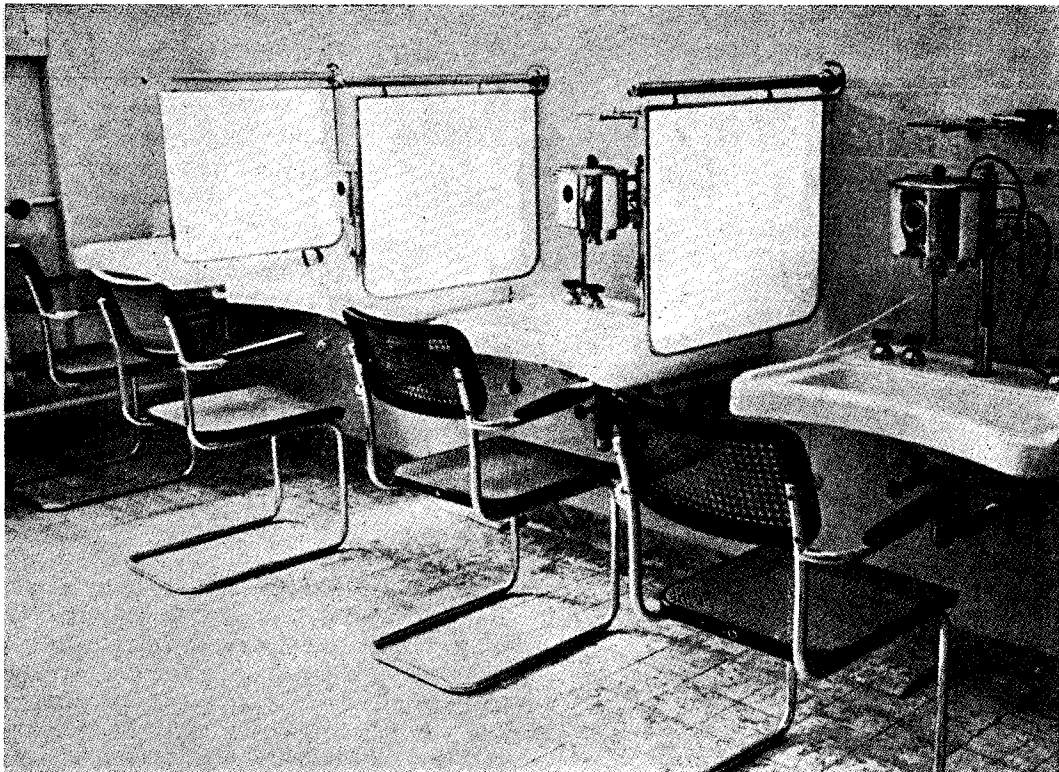


Abb. 1

Die *Inhalatorien der Werksgesundheitshäuser* bestehen aus Inhalationsräumen, in denen mehrere Belegschaftsmitglieder zusammen das versprühte Inhalat von einem Sponder aus einatmen, und aus Plätzen mit Einzel-Inhalationsgeräten (Abb. 1). Während die Einzelplätze in der Hauptsache für die spezielle Therapie des einzelnen sind und die Verordnung deshalb häufiger vom behandelnden Arzt aus vorgenommen wird, ist die Rauminhalation eine Einrichtung, die vorwiegend der Vorbeugung dient und in der die Belegschaftsmitglieder auf Anregung des Werksarztes verweilen. Werksinhalatorien sollen auf Grund gesundheitsbehördlicher

Forderung der ärztlichen Überwachung unterstehen, um zu gewährleisten, daß der zu inhalierende Stoff der medizinischen Indikation entspricht und die Geräte sachkundig benutzt werden.

Staubbelastigung – respiratorische Störungen

Bereits *Paracelsus* und auch *Hufeland* machten nicht nur toxische Stäube, Gase und Dämpfe am Arbeitsplatz, sondern auch eine allgemeine starke unspezifische *Staubbelastigung* für eine Schädigung des Atmungsapparates verantwortlich. Wie die Statistik

der letzten Jahrzehnte gezeigt hat, weisen Arbeiter, die an Arbeitsplätzen mit wesentlich stärkerer Luftverunreinigung jahrzehntelang tätig waren, wie Straßen-, Hoch- und Tiefbauarbeiter, Maurer, Schweißer, Gießerei- und Hüttenarbeiter sowie Bergleute, viel häufiger chronische unspezifische Erkrankungen der Atemwege auf. Allerdings läßt sich aus der Rentenstatistik bei Personen aus staubgefährdeten Berufen die chronische Erkrankung der oberen und unteren Luftwege und der Lunge nicht sicher nachweisen. *Ulmer* konnte in Tierexperimenten zeigen, daß Staubbelastung zur Vermehrung und Retention von Schleim im Bereich des Lungenepithels führt, daß aber der hierdurch hervorgerufene Strömungswiderstand nach Absaugen des Schleims wieder beseitigt werden kann, solange nur mechanische Reize von Stäuben vorliegen. Man fand keine objektiven Anhaltspunkte dafür, daß eine ständige «unspezifische» Staubeinwirkung zu einer schweren chronischen Bronchitis oder zu einer Staublunge führt. Dennoch konnte man immer wieder beobachten, daß ständige Staubbelastung am Arbeitsplatz bei den Beschäftigten zur chronischen Affektion und zur ventilatorischen Einschränkung der Lungenfunktion führte, wobei allerdings Staubmenge und -teilchengröße sowie zusätzliche exogene Faktoren und Konstitution des einzelnen die Schwere der Atemwegsstörung bzw. Erkrankung des Atmungsapparates beeinflussen. Aus dieser Erkenntnis heraus ist man bisher in staubgefährdeten Betrieben bestrebt, bei gesunden Belegschaftsmitgliedern nach der Arbeitszeit durch Inhalationsbehandlungen wieder eine normale Schleimhautfunktion herzustellen bzw. die Sekretanomalien zu normalisieren. Die seit der Jahrhundertwende laufend zunehmende Luftverschmutzung hat dazu geführt, daß neben Staubbelastung am Arbeitsplatz der Atmungsbereich zusätzlich durch die allgemeinen Umwelteinflüsse ge-

stört werden kann. Nach *Lippross* tritt die chronische Bronchitis durch Staubbelastung bei der Großstadtbevölkerung wesentlich häufiger auf als gewöhnlich. *Hanke* gibt eine mittlere Staubmenge von wöchentlich 1,33 kg an, die der Großstädter einatmen muß. Neben dem Staub müssen als toxische Gase vor allem das Schwefeldioxyd und die Nitrosegase erwähnt werden, die Schleimhäute der Luftwege zusätzlich schädigen. Immissionsgesetze der Länder u. a. zum Schutze vor Luftverunreinigungen haben bereits Erfolge gezeigt — so bei der Verringerung der Staubeinwirkung und der Abgase der Industrie. Nach *Winkel* entstehen in Betrieben durch die Bekämpfung von Staub 10 bis 25 % der gesamten Betriebskosten. Gleichzeitig ist hier zu berücksichtigen, daß die chronische unspezifische Erkrankung der Atemwege als Ursache für Frühinvalidität an zweiter Stelle steht und daß dieses Leiden bei Arbeitern im Mittel etwa 13 %, bei Angestellten 8 % der Rentenfälle ausmacht.

In die Betrachtung unspezifischer Affektionen der Atemwege durch Staubeinwirkungen in den Betrieben sind die zusätzlichen Einflüsse, wie die der Witterung, des Klimas am Arbeitsplatz, der Jahreszeit, der Arbeitsschwere, des Alterns, des Rauchens, der Allergie und der konstitutionellen Schwäche, der Anomalien im Nasen-Rachenraum, der Infektionen u. a., mit einzubeziehen. Diese mit der Berufsarbeit nicht in direkter Verbindung stehenden Einflüsse können erschweren beziehungsweise verhindern, daß chronische unspezifische Erkrankungen der Atemwege bei staubgefährdeten Berufen als Berufserkrankungen anerkannt werden.

Schmidt konnte zeigen, daß Männer, die erschwerenden Umwelteinflüssen, wie Kälte und Nässe, ausgesetzt waren, eine erhöhte Exposition gegenüber allgemeinen Staubeinwirkungen aufwiesen, so daß dann früher und häufiger als gewöhnlich chronische unspezifische respiratorische Syndrome (chro-

nische Bronchitis; Emphysebronchitis) auftreten. Nach *Beckmann* soll auch durch Hitzearbeiten die Erkrankung der Atemwege bei Staubbelastigungen begünstigt werden, womit – nach eigenen Untersuchungen – mehr die Strahlungswärme der Hüttenarbeiter als die Kontaktwärme z. B. im Grubenbetrieb gemeint sein kann. Zu trockene Arbeitsräume verursachen eine Austrocknung der Schleimhäute der Atemwege und somit auch eine erhöhte Anfälligkeit gegenüber Staubeinwirkung und Infektionen. Eine stärkere Anfälligkeit der Atemwege gegenüber Staubeinwirkung tritt auch im Frühjahr und Spätherbst sowie bei Nebelbildung auf; in einer Zeit, in der auch die Invaliden mit schweren Veränderungen des Respirationstraktes die stärksten Beschwerden haben. Nach *Fruhmann* kommen in Berufen mit Staubbelastigung Atemstörungen um so eher zustande, je schwerer der Berufstätige körperlich gearbeitet hat. Altersbedingte gefäßsklerotische Veränderungen und Elastizitätsverlust von Lunge und Brustkorb führen unter Staubbelastigung schneller zu irreversiblen Veränderungen des Atmungsapparates als üblich. Nach *Valentin* und vielen anderen Autoren führt das Rauchen am häufigsten – selbst ohne zusätzliche Staubeinwirkung am Arbeitsplatz – zum chronischen unspezifischen respiratorischen Syndrom und bei gleichzeitiger starker Staubinhalation am Arbeitsplatz zur vorzeitigen Invalidität. *Protivinsky* beschreibt, daß die Landbevölkerung bei gleicher Staubbelastigung weniger gefährdet ist als die der Stadt; eine Feststellung, die sich im Ruhrgebiet nicht immer bestätigen läßt. Auch stellte der Verfasser fest, daß die ärmere Bevölkerung Englands, die eng und gedrängt wohnt, bei Staubgefährdung am Arbeitsplatz häufiger und schneller schwere unspezifische Lungenveränderungen aufweist als die übrige Bevölkerung. Besonders staubgefährdet sind Arbeiter mit Anomalien im Nasen-Rachenraum, da

sie eine mangelhafte Staubbindungsfähigkeit im Atmungsbereich besitzen, und vor allem Allergiker mit asthmatischer Konstitution. Ständige Erkältungsinfekte sowie die Virusgrippe schaden oft dem Atemtraktus und führen unter ständiger Staubbelastigung vorzeitig zu Lungenschäden. Daher gehören neben Jugendlichen, Frauen und älteren Arbeitern die Staubgefährdeten zu den Personen in einem Betrieb, die vorrangig eine Gripeschutzimpfung erhalten.

Nach *Valentin* sind fast ein Viertel aller Arbeitsunfähigen an ihren Atmungsorganen erkrankt. Bei einem Teil der Erkrankten besteht ein Zusammenhang mit der Staubbelastigung am Arbeitsplatz. Nach *Valentin, Worth* u. a. wird ein Zusammenhang zwischen dem chronischen unspezifischen respiratorischen Syndrom (chronische Bronchitis; Emphysebronchitis) und der Steinstaublunge nicht angenommen; bei entschädigungspflichtigen Staublungen werden jedoch Lungenblähungen und Bronchitis in der Beurteilung der Schwere, z. B. der Pneumokoniosen, mitberücksichtigt. Auch werden durch die *Berufskrankheitenverordnung* in Westdeutschland Lungenblähungen und Bronchitis bei einer Astbeststaublungenerkrankung, bei Erkrankung der tieferen Luftwege und Lungen durch Aluminium und seine Verbindungen, bei einer Lungenfibrose durch Metallstäube bei der Herstellung oder Verarbeitung von Hartmetallen und bei einer Erkrankung der tieferen Luftwege und der Lungen durch Thomasmehl anerkannt. Durch die Berufskrankheitenverordnung werden außerdem unspezifische respiratorische Schäden durch toxische Inhalationen am Arbeitsort, wie solche von Cadmium, Quecksilber, Vanadium und deren Verbindungen, entschädigt.

Bekämpfung der Atmungsstörungen

Bei den zahlreichen Schäden im respiratorischen Bereich ist es als eine wesentliche

Aufgabe des praktischen Arbeitsmediziners anzusehen, im Gesundheitshaus Maßnahmen zu ergreifen, die den Arbeitsfähigen einen vorbeugenden Inhalationsschutz bieten und die Geschädigte vor chronischen unspezifischen respiratorischen Schäden bewahren. In diesen Fällen müssen durch laufendes Inhalieren die früheren Rezidive der bronchialen Reizungen verringert oder sogar beseitigt werden; durch atemgymnastische Übungen werden Atemtechnik und Lungenventilation verbessert, so daß eine vorzeitige Invalidität durch das respiratorische Syndrom vermieden werden kann.

Zur *werkshygienischen Maßnahme bei der Bekämpfung von Atmungsstörungen* sind neben den Inhalationen und der Atemgymnastik auch die Kurzwellenbestrahlungen der Lungen, die Unterwassermassage im Brustkorbbereich und die Bindegewebsmassagen zu erwähnen, die häufig über Herz und Kreislauf eine Verbesserung der Lungenfunktion verursachen. Außerdem hat der Werksarzt in vielen Fällen die Möglichkeit, Belegschaftsmitglieder mit beginnenden respiratorischen Störungen zur Vorsorgekur zu schicken. Hier wird dem Erholenden an Beispielen gezeigt, wie man gesund lebt – also in erster Linie eine gesundheitserzieherische Maßnahme – und wie er Kurmaßnahmen fortsetzen kann, wenn er das Gesundheitshaus oder ähnliche Einrichtungen aufsucht. Beschäftigte mit chronischen unspezifischen Veränderungen, bei denen gegebenenfalls bereits eine diesbezügliche Invalidität oder Teilinvalidität in Frage steht, müssen eine spezielle Heilkur machen, die über den behandelnden Arzt bzw. den Vertrauensarzt des Krankenkassenträgers eingeleitet werden kann. Ein wesentlicher Erfolg dieser Kuren liegt – wie bei den Vorsorgekuren – in unspezifischen Behandlungsmaßnahmen, wie Klima- und Milieuwechsel, Ruhe des Kurortes, Spaziergänge in staubarmer Luft sowie kurortgebundene Inhalate. Diese sind

allerdings nur dann länger wirksam, wenn die Behandlungsart nach der Kur fortgesetzt wird. Wenn auch bei chronischen Lungenveränderungen die Wirksamkeit einer Kur schwer zu beweisen ist, so konnte dennoch u. a. *Sommer* bei Hüttenarbeitern mit chronischer Bronchitis den Kurerfolg deutlich aufzeigen. Er wies nach, daß nur 25 % der Bronchitiker nach der Kur erneut arbeitsunfähig wurden, daß aber ein Drittel der Erwerbsbeschränkten bis zu zwei Jahren gebessert ihre Arbeit wieder aufnehmen konnten, wobei allerdings eine ständige werks- und hausärztliche Überwachung und Nachbehandlung bestand.

In *Werksinhalatorien* wurden zur Frühbehandlung, das heißt bei starker Staubbelastung Gesunder und bei akut bronchialen Reizungen, Feuchtinhalationen mit Hilfe von Rauminhalationszerstäubern und Bronchitiskesseln durchgeführt. Durch die Erstellung elektrisch betriebener Düsenvernebler und durch Ultraschallzerstäuber wurde in den meisten Fällen von der nicht lungengängigen Feuchtinhalation zur Aerosol-Behandlung übergegangen und vielfach die Rauminhalation durch Einzelinhalationsplätze ersetzt. Die Aerosol-Behandlung gewährleistet, daß die Tröpfchen in ihrer Größe lungengängig bleiben, wobei der kurze Weg am Einzelplatz ebenfalls für die Erhaltung der Tröpfchengröße sorgt und verhindert, daß das Inhalat während des Zerstäubungsvorganges keine Konzentrationsänderung erfährt. *Cauer* versprach sich durch elektrisches Aufladen der Aerosol-Tröpfchen eine verbesserte Lungengängigkeit bei der Rauminhalation. Dieses Verfahren sollte sich bei der vorbeugenden Masseninhalation bei Bergleuten bewähren; es entsprach jedoch nicht den Erwartungen, so daß man von der Aufladung der Aerosole Abstand genommen hat.

Zur *vorbeugenden Inhalation* und zur Frühbehandlung werden noch heute vorwiegend Lösungen von Mischsolen oder bestimmte

Quellwässer, wie zum Beispiel Reichenhaller und Emser Brunnen oder Wiesbadener Kochbrunnen, verwendet. Gleichzeitig werden zur besseren Expektoration und zur Entzündungshemmung oft zusätzlich ätherische Öle, wie Eukalyptus-, Latschenkiefer- und Terpentinöl sowie Perubalsam, Menthol u. a., gewählt. Derartige Mischungen reichen zur Beseitigung leichter akuter bronchialer Reizungen aus, wogegen bei akut hartnäckigen Fällen, zum Beispiel bei einer Bronchitis, die bekannten sekretlösenden Stoffe, wie Ammoniumchlorid und Kaliumjodid, zusätzlich noch Verwendung finden.

Wenn bei chronischen unspezifischen respiratorischen Syndromen vom behandelnden Arzt keine speziellen Verordnungen gegeben wurden, so kommen zahlreiche Inhalationspräparate zur Anwendung. Diese sollen bewirken, daß durch starke Sekretolyse und Expektoration sowie Spasmyolyse die akuten Beschwerden beseitigt werden, und die Zahl der bronchialen Schübe verringert wird. Im Gesundheitshaus werden im allgemeinen meist keine Antibiotika zur Infektionsbekämpfung im Lungenbereich verwendet, wenn nicht eine besondere Verordnung des behandelnden Arztes vorliegt. Andererseits ist der behandelnde Arzt meist nicht in der Lage, eine intensive Aerosol-Therapie selbst durchzuführen, da ihm die erforderlichen Einrichtungen, Räume und Personal fehlen. Bei der Behandlung von Belegschaftsmitgliedern mit chronisch unspezifischen Störungen der Atemwege hat sich daher die Zusammenarbeit zwischen Haus- und Werksarzt für den Patienten als besonders vorteilhaft erwiesen.

Im Werksinhalatorium wurde in den Fällen des chronischen unspezifischen respiratorischen Syndroms von der Inhalation wäßriger Sole-Lösungen meist kein Gebrauch gemacht, da durch die Solelösung zwar das zähe Sekret verflüssigt wird, ohne aber die Expiration wesentlich zu erleichtern. Auch

die Detergentien-Aerosole, die bei chronischen Fällen das Sekret besser lösen, und zwar auf Grund ihrer Netzmittelwirkung die Oberflächenspannung des feuchten Sekrets vermindern beziehungsweise das feste Sekret durch Anfeuchten lösen und auch zum Teil die Sekretbildung verringern sollen, haben bisher bei chronischen Fällen die Erwartung nicht erfüllt. Proteolytische Enzym-Präparate, wie das Trypsin (Trypure Novo®), wurden trotz häufig guter Wirkung nur in einzelnen Fällen im Werksinhalatorium verwendet, da bei derartigen Präparaten Nebenreaktionen im Bereich des Gewebes zu befürchten sind. Bronchialerweiternde Sympathikomimetika, wie Aludrin®, Ephedrin-Guaisil®, Corbasil, Adrenalin u. a. – bis auf das Mischpräparat Priatan® –, sind nur bei Einzelverordnungen des behandelnden Arztes im Werksinhalatorium benutzt worden. Für die breite allgemeine ambulante Verwendung bei chronischen Atmungsstörungen schienen die Präparate bei arbeitenden Patienten nicht indiziert, da auch Zunahmen der Atemstörungen durch ventilatorische Verteilungsstörungen bekannt geworden sind. Auf der Suche nach neuartigen mukolytischen Substanzen wurde mir 1966 ein Inhalationsmittel auf der Basis Acetylcystein (L-alpha-Acetamidobeta-mer-kapto-propion-säure) als Broncholytikum in Aerosol-Form zur Verwendung im Werksinhalatorium für Belegschaftsmitglieder mit unspezifischen respiratorischen Beschwerden zur Verfügung gestellt; ein Präparat, das bereits in den USA im Handel war und sich auch in der Schweiz, in Frankreich unter dem Namen Mucomyst® und in Deutschland als MucoLyticum Lappe® bewährt hatte. Das Acetylcystein ist in der Lage, das zähe Bronchialsekret zu verflüssigen und gleichzeitig auch die Viskosität des Sputums herabzusetzen. Es tritt eine MucoLyse ein, ohne daß bisher eine Schädigung der Schleimhaut, Sensibilisierungen oder Spätreaktionen festgestellt worden sind. Auf Grund dieser mu-

kolytischen Eigenschaften wurde das Präparat bisher häufig bei Operationsvorbereitungen und zur Verhinderung postoperativer Lungenkomplikationen, zur Pflege tracheotomierter Patienten und bei Brustkorbverletzungen mit Erfolg eingesetzt. Die größten Erfolge sind aber bei der pulmonalen Mucoviscidose beschrieben worden. Müssen zusätzlich Antibiotika eingesetzt werden, so ist Vorsicht geboten, da einige Antibiotika (wie Erythromycin, Tetracyclin, Oxytetracyclin oder Oleandomycin) unter dem Einfluß von Acetylcystein ausgefällt werden und deshalb getrennt inhaliert werden müssen. Außerdem werden Penicilline und Cephalosporine als cyclische Schwefelverbindungen (Thioäther) unter der Einwirkung von Acetylcystein chemisch verändert; daher sind diese Stoffe nicht zugleich zu inhalieren. Es hat sich gezeigt, daß Chloramphenicol, Thiamphenicol, Streptomycin, Neomycin, Fucidin und Polymyxin sich mit Acetylcystein als Aerosol gut vertragen. Bronchialspastische Zustände müssen zusätzlich durch Bronchodilatoren behandelt werden.

Im eigenen Werksinhalatorium wird im allgemeinen vor und nach der Arbeitsschicht inhaliert, das heißt täglich zweimal. Nach eigenen Untersuchungen reicht es in einigen Fällen von chronischem unspezifischem respiratorischem Syndrom auch aus, nur einmal täglich — möglichst morgens vor der Schicht, auf jeden Fall vor Beginn der Arbeit — zu inhalieren. Mehrmalige tägliche Inhalationen, die in einigen Fällen vorgenommen wurden entsprechend den Durchführungen in den Kliniken — wie sie zum Beispiel fünfmal täglich bei der Operationsvorbereitung (*Weber*) oder mindestens dreimal täglich bei der Mucoviscidose (*Stephan* und *Sitzmann*) und auch bei der stationären Behandlung der chronischen Bronchitis (*Dirjack* und *Koch*) praktiziert werden —, zeigen bei der ambulanten Behandlung keine Vorteile und haben manchmal ungünstige Nebenwirkun-

gen. Bei ambulanter Behandlung mit einer 20%igen Acetylcystein-Lösung, 1:1 mit Aqua dest. verdünnt, ist die Inhalationsdauer auf 10 Minuten beschränkt worden. Während dieser Zeit wurden gewöhnlich 2 ml der Lösung inhaliert — $\frac{1}{3}$ bis $\frac{1}{2}$ der Wirkstoffmenge weniger als während einer Inhalation in den Kliniken. Bei derartigen kurzzeitigen Inhalationsbehandlungen traten durch das Inhalat nie Nebenwirkungen auf, wie belästigend große Sekretmengen oder Schwindelanfälle, Brechreiz und Magenschmerzen; Erscheinungen, die bei höheren Wirkstoffkonzentrationen und zahlreicheren täglichen Inhalationen ab und zu beobachtet wurden, vor allem dann, wenn eine falsche Inhalationstechnik vorlag. Im allgemeinen ließ bei Belegschaftsmitgliedern mit chronischem unspezifischem respiratorischem Syndrom nach sechs bis neun Inhalationen die Atemnot nach, der Auswurf löste sich besonders morgens besser, der Hustenreiz ließ nach, Schlaf und Durchschlaf verbesserten sich laufend, der Appetit nahm zu. Eine solche Kur mußte sich auf wenigstens zwei Wochen = zehn Inhalationen erstrecken, damit die Beschwerden auch außerhalb der Inhalationszeit sich verringerten. In den meisten Fällen wurde im Werksinhalatorium vier bis sechs Wochen täglich inhaliert (nur an Arbeitstagen), wobei die Kur — je nach Stärke der Beschwerden — frühestens nach drei, im allgemeinen nach sechs Monaten wiederholt wurde, um eine therapeutische Dauerwirkung zu erreichen. Die Erfahrung hat gezeigt, daß Belegschaftsmitglieder mit chronischem unspezifischem respiratorischem Syndrom von sich aus eine Inhalation besonders bei feuchtkaltem Klima wünschen — am häufigsten im Januar und November — und im Hochsommer an trockenen warmen Tagen; selten dagegen in regenreichen warmen Sommermonaten.

Das Acetylcystein als Inhalat kam im hiesigen Werksinhalatorium mit den Aerosol-Ver-

neblern MV 140 (Heyer, Bad Ems) und den Pari-Optimal-Verneblern (Pari, Starnberg) zur Anwendung.

Das Inhalationspräparat Acetylcystein stand von März 1966 bis Ende 1968 zur Verfügung. Es wurden bisher 10311 Inhalationen an 401 Patienten mit respiratorischen Störungen durchgeführt. Gleich zu Beginn der ersten Inhalationen stellte sich heraus, daß das Präparat bei Patienten mit akuten bronchialen Erscheinungen keine Linderung brachte. Dagegen war die Brauchbarkeit bei Belegschaftsmitgliedern mit chronischem unspezifischem respiratorischem Syndrom offensichtlich. Quälender Husten und Sekretstauungen ließen gewöhnlich nach, allgemeines Wohlbefinden wurde geäußert, häufig verbunden mit Beseitigung von Unruhezuständen und Förderung der Schlafbereitschaft, Beschwerden im Magen-Darmbereich und Appetitlosigkeit verschwanden. Klinische Befunde, wie trockene Rasselgeräusche, Giemen, Pfeifen und Brummen, waren meist nicht mehr zu hören. Besonders ältere Menschen mit fortgeschrittenen ventilatorischen Störungen waren für die Durchführung der Inhalationskur sehr dankbar, so daß nach zehnmonatigen Inhalationen mit Acetylcystein bei einer Zahl von 106 Patienten mit 2726 Inhalationen beschlossen wurde, in Zukunft neben der subjektiven Feststellung der Abnahme an Beschwerden und dem Wechsel des klinischen Befundes die ventilatorischen Veränderungen zu überprüfen.

Überprüfung der ventilatorischen Veränderungen

Im Gesundheitshaus sind zur Überprüfung der eventuellen ventilatorischen Leistungsverbesserung durch Inhalation mit Acetylcystein nur solche Personen hinzugezogen worden, die außer einem chronischen unspezifischen respiratorischen Syndrom (Curs) und einer eventuellen Steinstaub-

lunge keine weiteren wesentlichen Leiden hatten, um eine Beeinflussung der Befunde durch andere Organstörungen zu vermeiden. Da das Krankheitsbild Curs recht unterschiedlich und vielseitig sein kann, ist versucht worden, eine Unterteilung der respiratorischen Störungen vorzunehmen. Es wurden im Werksinhalatorium eines Bergbau-Gesundheitshauses 1966 und 1967 75 Belegschaftsmitglieder mit Curs spirometrisch überwacht. Auf Grund des Krankheitsbildes erfolgte eine Aufteilung in 32 Belegschaftsmitglieder mit chronischer Bronchitis und emphysematösen Veränderungen (●), 25 Personen mit Emphysebronchitis bei gleichzeitigen silikotischen Veränderungen (○) sowie 18 Männer mit rezidivierender Bronchitis (+), bei denen seit mindestens zwei Jahren in Schüben bronchitische Beschwerden über eine längere Zeit auftraten, wobei aber gleichzeitig noch keine sicheren Zeichen eines Emphysems oder wesentlich meßbare ventilatorische Ausfallserscheinungen vorhanden waren. In den folgenden Abbildungen 3–30 sind die Fälle dieser drei Gruppen mit ●, ○ und + bezeichnet.

Bei Belegschaftsmitgliedern mit einem chronischen unspezifischen respiratorischen Syndrom, die im Werksinhalatorium behandelt wurden, spricht man von «chronischer Bronchitis». Die Diagnose wurde auf Grund zahlreicher Nachbeziehungsweise Überwachungsuntersuchungen und bei stationärer klinischer Beobachtung gestellt. Darüber hinaus wurden die Personen vor und nach der Inhalationskur werksärztlich klinisch unter Zuhilfenahme eines üblichen Lungen-Röntgen-Filmes und der gebräuchlichen klinisch-chemischen Blut- und Urindiagnostik untersucht. Gleichzeitig sind im Gesundheitshaus respiratorische Untersuchungen «im geschlossenen System» unter Berücksichtigung von Herz und Kreislauf vorgenommen worden. Es wurden bestimmt (Abb. 2): die Totalkapazität (7), die Vitalkapa-

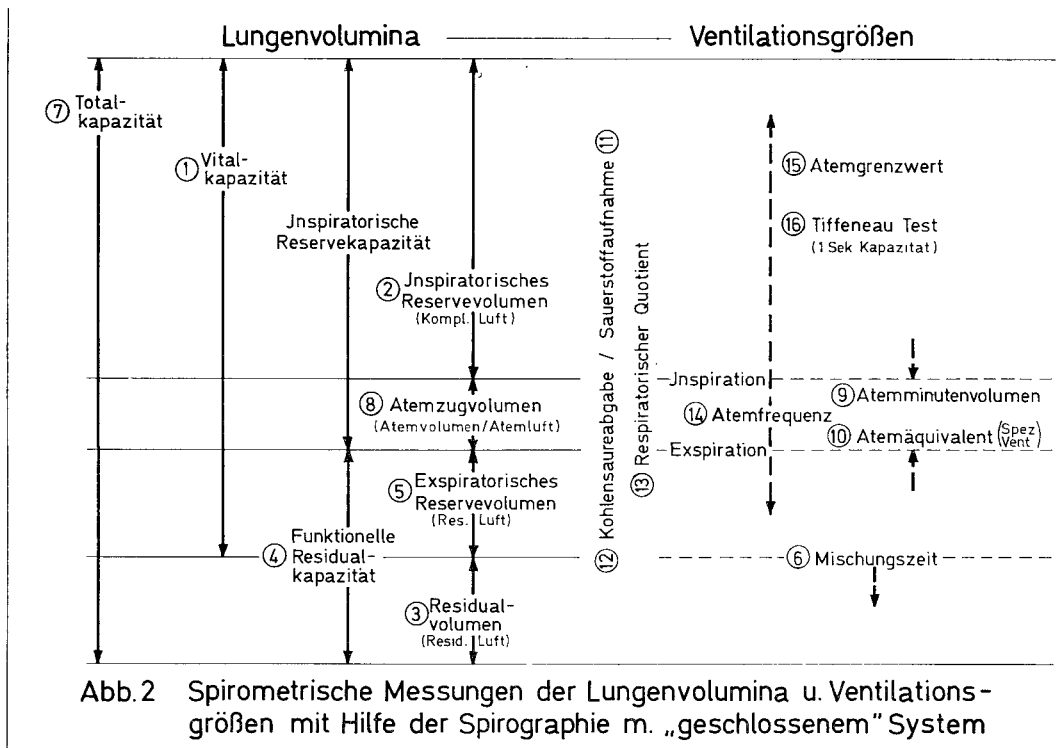


Abb. 2 Spirometrische Messungen der Lungenvolumina u. Ventilationsgrößen mit Hilfe der Spirographie m. „geschlossenem“ System

azität ①, das inspiratorische Reservevolumen ②, das expiratorische Reservevolumen ⑤, die funktionelle Residualkapazität ④, das Residualvolumen ③, der Mischwert ⑥, das Atemäquivalent ⑩, der Atemgrenzwert ⑮, der Tiffeneau-Test ⑯, die Atemfrequenz ⑭, die Sauerstoffaufnahme ⑪, das Atemminutenvolumen ⑨, außerdem die Sauerstoffaufnahme ⑪, die Kohlendioxidabgabe ⑫, der respiratorische Quotient ⑬ und das Atemminutenvolumen ⑨ unter Belastung von 80 Watt. Untersuchungen der Blutgase beziehungsweise die Bestimmung der alveolären Ventilation durch arterielle Punktion konnten nicht vorgenommen werden, da bisher derartige Einrichtungen im Gesundheitshaus noch nicht zur Verfügung stehen. Will man

die therapeutische Wirksamkeit eines Inhalats im Werksinhalatorium feststellen – und nicht die Ventilationsstörung zwecks Rentenbegutachtung ermitteln –, so reichen im allgemeinen die oben angegebenen in der Leistungsfunktionsdiagnostik gebräuchlichen spirometrischen Messungen aus. Ausserdem sind zur Orientierung weitere «Ventilationsmessungen», wie die Bestimmung der Vitalkapazität und des Atemstoßes oder auch des Atemgrenzwertes unmittelbar vor und nach den einzelnen Inhalationen vorgenommen worden, da nicht nur der Kurerfolg, sondern auch die augenblickliche Wirkung und der Zeitpunkt des Wirkungsoptimums ermittelt werden sollen. Zur Atemfunktionsdiagnostik mit Hilfe des

«geschlossenen Systems» wurden an Geräten im wesentlichen benutzt der Pantestor Typ 380, der Pulmograph Typ 306 (*Dargatz*, Hamburg) und das Universal-Ergometer Typ 303 mit Lastenregler nach *Knipping* (*Dargatz*, Hamburg). Bei körperlicher Belastung im Laboratorium wurde Drehkurbelarbeit von 80 Watt verlangt; eine Arbeit, die gewöhnlich der Leistung eines Erwachsenen während einer Arbeitsschicht entspricht. Eine Kurbelleistung von 120 Watt, wie sie einer nicht vollmechanisierten Gedingeleistung (Akkordarbeiten in der Grube) entspricht und dementsprechend in der Spirometrie gefordert wird, wurde von Belegschaftsmitgliedern mit chronischem unspezifischem respiratorischem Syndrom nicht mehr verlangt. Neben den respiratorischen Untersuchungen wurden gleichzeitig Pulsfrequenz und Blutdruck gemessen, wobei die Pulsfrequenz nach *E. A. Müller* mit dem photoelektrischen Pulszähler mit Netzanschluß (*Himmelmann*, Dortmund) registriert und der Blutdruck nach *Riva-Rocci* beziehungsweise mit dem elektronischen Meßgerät für Blutdruck und Pulsfrequenz D 112 (*Elag*, Köln) festgestellt wurde. Bei den ergo-spirometrischen Leistungen sind in einzelnen Fällen EKGs in Ruhe und nach der Belastung mit Hilfe des Cardiotat Super und des Cardiomat TS (*Siemens-Reiniger*, Erlangen) zur Extremitäten- und Brustwandableitung vorgenommen worden. Die Körperkerntemperatur wurde mit Hilfe des Lichtmarkenmeßgerätes THLS 1265 (*Hartmann & Braun*, Frankfurt) gemessen. Die «pneumometrischen Messungen» vor Beginn und nach dem Inhalieren wurden mit transportablen Geräten im Bereich des Werksinhalatoriums vorgenommen, um zu vermeiden, daß durch den Gang zur Leistungsfunktionsdiagnostischen Abteilung zusätzliche körperliche Belastungen entstanden. Der Atemstoßtest wurde mit Hilfe des Pneumometers nach *Hildebrandt* (*Bosch & Speidel*, Jungingen) durchgeführt, die Vi-

talkapazität, das Atemminutenvolumen mit dem Volumeter (*Dräger*, Lübeck), die Sauerstoffaufnahme und Kohlensäureabgabe mit der Respirationsgasuhr des Max-Planck-Instituts für Arbeitsphysiologie Dortmund (Zentralwerkstätten, Göttingen) unter Zuhilfenahme des Gasanalysenapparates nach *Haldane* (*Gerhardt*, Bonn), des Oxygen-Analysers D 2 nach *Beckman* (Glenrothes Five, Scotland) oder des Orsat-Gerätes (*Feddeler*, Essen) ermittelt. Ab und zu wurden auch ergometrische Messungen mit Hilfe des Fahrradergometers nach *E. A. Müller* (Zentralwerkstätten, Göttingen) in die Untersuchungen mit einbezogen unter gleichzeitiger Verwendung des bereits beschriebenen automatischen Pulszählgerätes.

Bei den Untersuchungen ventilatorischer Funktionen an Belegschaftsmitgliedern mit respiratorischem Syndrom wurden zur Beurteilung der Atmungsstörungen die spirometrischen Normwerte der Hohen Behörde der Europäischen Gemeinschaft für Kohle und Stahl (EGKS) von 1961 zugrunde gelegt, in denen u. a. Alter und Körpergröße des einzelnen Berücksichtigung finden. Auch sind in einzelnen Fällen zusätzlich die Soll- oder Mindestwerte nach *Knipping* und *Anthony* errechnet worden; Werte, die sich auf die Vitalkapazität beziehen und gut den normalen dazugehörigen Atemstoß- und Atemgrenzwert erkennen lassen, wenn der Faktor von *Hertz* verwendet wird.

Lungenvolumina-Ventilationsgrößen

Vitalkapazität und Residualvolumen ergeben zusammen die Totalkapazität. Die Vitalkapazitäts-Werte sind von Geschlecht und Lebensalter abhängig. Eine deutliche Einengung der Vitalkapazität bedeutet meist eine restriktive Lungenveränderung. Alle Belegschaftsmitglieder mit chronischer unspezifischer Bronchitis sowie die Emphysembronchitiker mit Silikose zeigen eine von der

Norm wesentlich abweichende Vitalkapazität. Bei Personen mit rezidivierender Bronchitis entspricht die Vitalkapazität entweder der Norm der unteren Grenze oder liegt leicht darunter. Nach der Inhalationskur ist eine deutliche Verbesserung der Vitalkapazitäts-Werte um im Mittel 11 bis 12%, in einigen Fällen bis 40%, zu erkennen. Die geringste Erhöhung der Vitalkapazitäts-Werte nach der Kur zeigen diejenigen mit einer kurzen bronchitischen, aber mindestens zweijährigen Anamnese. Eine gut meßbare Vitalkapazitäts-Verbesserung tritt meist dann ein, wenn die Vitalkapazität nicht dem Soll entsprochen hat. Ist aber die Vitalkapazitäts-Einengung durch das chronische unspezifische respiratorische Syndrom stark eingeschränkt, zum Beispiel bei einem großen Arbeiter im mittleren Altersbereich unter zwei Liter, oder – anders ausgedrückt – beträgt die Vitalkapazität nur noch 50% und weniger als der Normalwert, so ist als Inhalationswirkung meist keine wesentliche Verbesserung zu messen, auch wenn nach den subjektiven Angaben der Person eine Besserung eingetreten ist. Verbesserungen der Vitalkapazität sind am günstigsten im 4. und 5. Lebensjahrzehnt und verringern sich im 6. Lebensjahrzehnt (Abb. 3). Am Ende des 6. beziehungsweise Anfang des 7. Lebensjahrzehnts ist eine Vergrößerung der Vitalkapa-

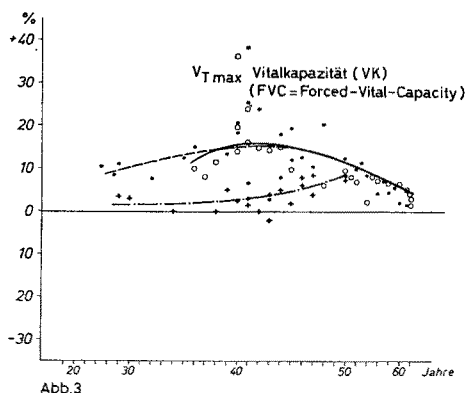


Abb.3

zität kaum meßbar, woraus eine Abhängigkeit der Zunahme der Vitalkapazität durch das Inhalat vom Lebensalter ersichtlich ist. Im allgemeinen hat sich nach der 6. bis 7. Inhalation die Vitalkapazität wesentlich verbessert. Dies stimmt mit den subjektiven Angaben der Personen über das Nachlassen von Beschwerden überein. Oft sind aber noch die Zahl der Atemzüge und das Atemminutenvolumen erhöht, die sich jedoch einen bis zwei Tage später normalisieren. Ein Teil der Vitalkapazität, das heißt Vitalkapazität abzüglich des Atemzugvolumens und des expiratorischen Reservevolumens, ergibt das *inspiratorische Reservevolumen*. Die Untersuchungen bei Belegschaftsmitgliedern mit chronischem unspezifischem respiratorischem Syndrom haben gezeigt, daß die Ventilationsverbesserungen nach der Inhalationskur mit Acetylcystein beim inspiratorischen Reservevolumen wesentlich besser zu erkennen sind als bei der Vitalkapazität. Auch hier kommt zum Ausdruck, daß der Kurerfolg von der Schwere der Lungenveränderungen und vor allem vom Lebensalter abhängt (Abb. 4).

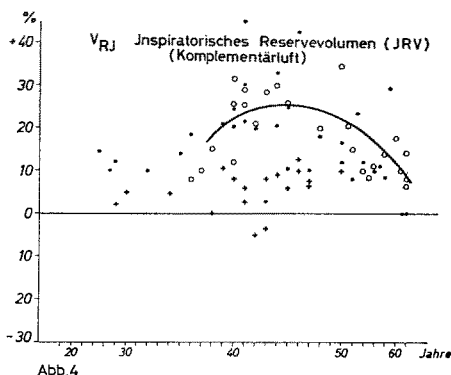
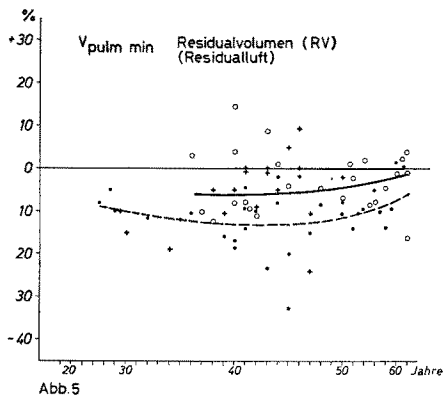
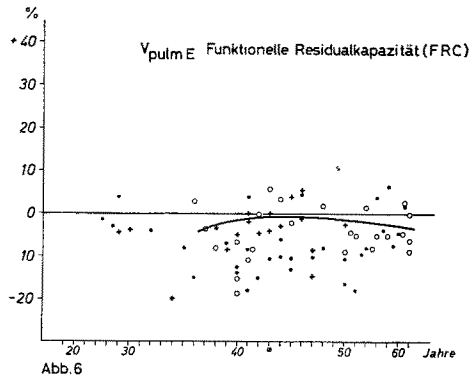


Abb.4

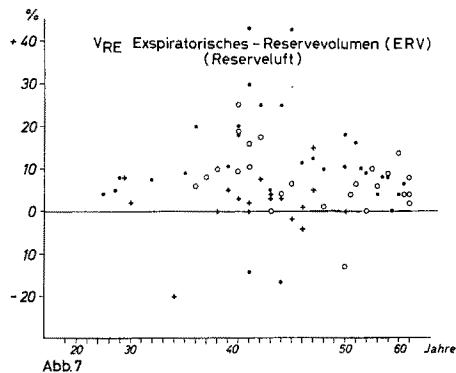
Die nach extremem Ausatmen in der Lunge verbliebene Luft ist das *Residualvolumen*, das, bezogen auf die Vitalkapazität, nicht mehr als 30% betragen soll; andernfalls liegt der Verdacht nahe, daß eine Ventilations-



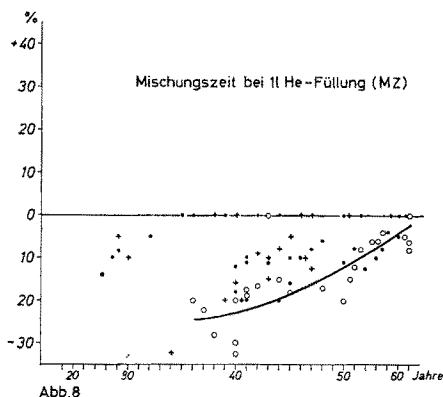
störung vorliegt. Mit zunehmendem Lebensalter nimmt normalerweise das Residualvolumen zu. Bei den hiesigen Untersuchungen ist spirometrisch unter Verwendung von Helium das Residualvolumen vor und nach der Inhalationskur bestimmt worden (Abb. 5). Von 18 Belegschaftsmitgliedern mit rezidivierender Bronchitis zeigten vor der Kur nur zwei vermehrte Residualluft; dagegen wiesen bei Personen mit chronischer Bronchitis und mit beginnendem Emphysem nur vier von 25 Personen normales Residualvolumen auf. Belegschaftsmitglieder mit Emphysebronchitis sowie Silikotiker zeigten teilweise so hohe Residualvolumina, die zum Teil denen ihrer Vitalkapazität entsprachen beziehungsweise diese auch in einzelnen Fällen noch überschritten. Durch Inhalationen mit Acetylcystein wurden bei Belegschaftsmitgliedern mit chronischer Bronchitis die besten Erfolge festgestellt, das heißt, das Residualvolumen wurde bei allen im Mittel um 11% vermindert. Bestand gleichzeitig eine Silikose oder eine rezidivierende, seit mindestens zwei Jahren bestehende Bronchitis, so war eine Verringerung des Residualvolumens im Mittel von maximal 6% zu erkennen. Mit zunehmendem Lebensalter und vor allem bei fortgeschrittenem ausgedehntem Emphysem ist — nach den hiesigen



Untersuchungen zu urteilen — durch Inhalationskuren eine wesentliche Verringerung des Residualvolumens nicht mehr zu erwarten. Bei spirometrischen Untersuchungen ist zur Feststellung einer emphysematösen Lunge nicht nur die Vermehrung des Residualvolumens, sondern u. a. auch die Vergrößerung der *funktionellen Residualkapazität* von Wichtigkeit (Abb. 6). Diese besteht aus Residualvolumen und expiratorischem Reservevolumen, deren Werte einzeln ermittelt wurden (Abb. 7). Schwere körperliche Arbeit



kann die funktionelle Residualkapazität vergrößern. Die Erhöhung dieser Werte kommt zu Beginn einer Ventilationsstörung nicht immer nur auf Kosten der Vitalkapazität, son-

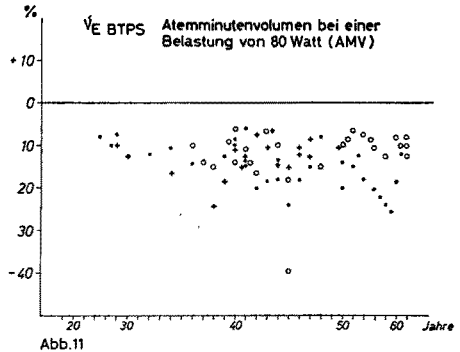
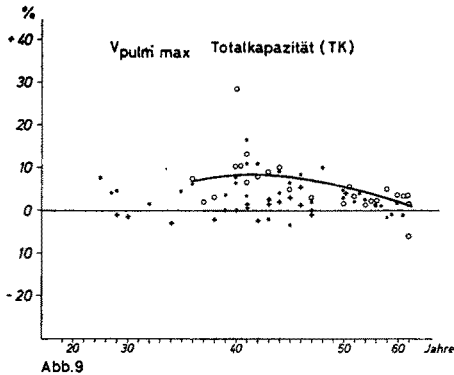


den auch durch Vergrößerung der Vitalkapazität zustande (Abb. 3). Die Zunahme der funktionellen Residualkapazität ist meist Zeichen der Verengung der Bronchien und der Bronchiolen, wodurch unterschiedlich starke Atemströme hervorgerufen werden, die intrapulmonal die Verteilung der Atemgase stören. Diese Verteilungsstörung kann durch die Verlängerung der Mischungszeit ermittelt (Abb. 8) und durch blutgasanalytische Untersuchungen festgestellt werden. In der funktionellen Residualkapazität (Abb. 6) kommt die Leistungsverbesserung nach der Inhalationskur nicht so deutlich zum Ausdruck wie beim Residualvolumen (Abb. 5) und beim expiratorischen Reservevolumen (Abb. 7). Bei den Belegschaftsmitgliedern mit respiratorischem Syndrom scheinen nach den Ergebnissen der Messung der funktionellen Residualkapazität, des Residualvolumens und des expiratorischen Reservevolumens diejenigen mit chronischer Bronchitis und Emphysem einen besseren Erfolg zu zeigen als die Emphysembronchitiker mit Silikose und die mit rezidivierender Bronchitis ohne wesentliche Anhaltspunkte für Emphysem. Betrachtet man dagegen die Ergebnisse der Messung von Atemfrequenz, Mischungszeit, Atemminutenvolumen ohne Belastung, Atemgrenzwert und *Tiffeneau*-Test, so zeigen die-

se Werte den Erfolg des Inhalats auch bei den Silikose-Kranken; sicher die Folge der Art der Ventilationsstörungen des einzelnen Leidens, bei der dann durch Beseitigung der Atembehinderung die entsprechenden Besserungssymptome zum Vorschein kommen.

Die *Mischungszeit* ist nach *van Slyke* und *Buerger* nach fünf bis sechs Minuten, nach *Anthony* ist die erforderliche Durchmischung meist schon nach drei Minuten erreicht. Bei der Überprüfung der Mischungszeit mit Helium erfolgt die Durchmischung der Gase wesentlich schneller, das heißt nach zwei bis drei Minuten. In extremen Fällen werden Verlängerungen der Mischungszeit um das Drei- bis Vierfache beobachtet. Bei den hiesigen Untersuchungen von Personen mit chronischem unspezifischem respiratorischem Syndrom liegt die Mischungszeit bei 1 Liter Helium-Füllung auch vor der Kur meist noch im normalen Bereich, das heißt die 2-Minuten-Mischungszeit wird nicht wesentlich überschritten. Trotzdem ist durch die Inhalationskur häufig noch eine Verkürzung der Mischungszeit hervorgerufen worden, wobei bei Belegschaftsmitgliedern mit Silikose (Abb. 8) die Besserung am stärksten und gleichzeitig deutlich eine Altersabhängigkeit zu erkennen ist.

Die *Totalkapazität* ist das gesamte Lungenvolumen oder – anders ausgedrückt – Vitalkapazität und Reservevolumen im Verhältnis etwa $\frac{3}{4}$ zu $\frac{1}{4}$. Der Anteil des Reservevolumens an der Totalkapazität ist bei der Beurteilung von Ventilationsstörungen von Interesse, zumal – wie bereits beschrieben – das Reservevolumen bei beginnenden Störungen vergrößert sein kann, ohne daß sich die Vitalkapazität verändert. Bei Belegschaftsmitgliedern mit chronischem unspezifischem respiratorischem Syndrom ist nach der Inhalationskur meist eine geringe Zunahme an Totalkapazität ersichtlich, besonders aber dann, wenn eine wesentliche Ven-

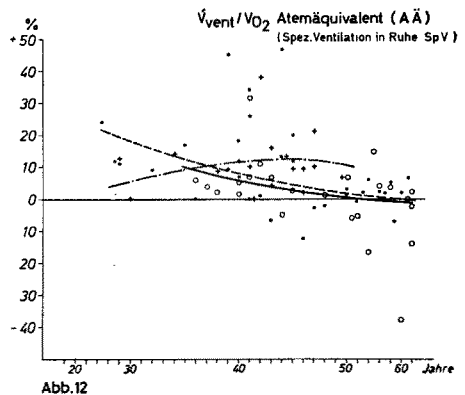
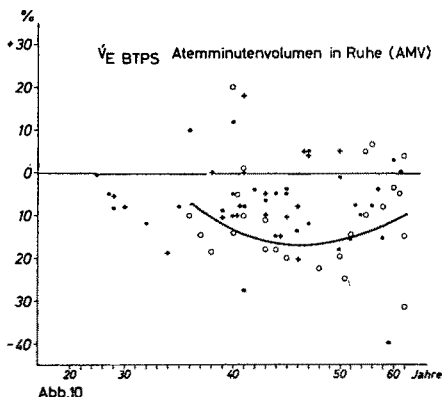


tilationsbehinderung vor der Kur gemessen wurde (Abb. 9). Bei einigen Patienten war nach der Kur die Totalkapazität unverändert oder hatte sich sogar vermindert.

Das Atemzugvolumen wird gewöhnlich nicht direkt zur Feststellung von Ventilationsstörungen herangezogen. Auch bei den eigenen Untersuchungen an Personen mit chronischem unspezifischem respiratorischem Syndrom hat sich nach der Inhalationskur kein einheitliches Bild gezeigt. Es wurden gleich oft Verkleinerung, keine Veränderungen und Vergrößerung des Volumens festgestellt, wobei die größte Zunahme +18,2% und die stärkste Abnahme -36,4% betrug. Bei Belegschaftsmitgliedern mit unspezifischer Bronchitis und Silikose ist durch die

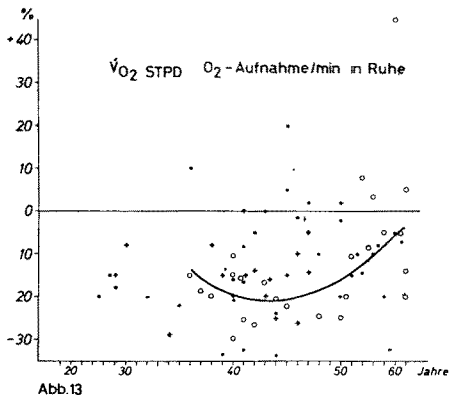
Inhalationen mit Acetylcystein das Atemminutenvolumen in Ruhe (Abb. 10) am stärksten verändert worden – im Mittel -10,3%, maximal -42,3%. Am wenigsten verändert war das Atemminutenvolumen – vor wie nach der Kur – bei Personen mit rezidivierender Bronchitis. Wesentlich deutlicher kommt der Inhalationserfolg mit einer Kurbelarbeit von 80 Watt (Abb. 11) durch Bestimmung des Atemminutenvolumens zur Geltung. Hier läßt sich bei allen Versuchspersonen mit chronischem unspezifischem respiratorischem Syndrom der Kurerfolg nachweisen, so daß in Zukunft in jedem Fall das «Atemminutenvolumen unter Belastung» berücksichtigt werden sollte.

Nur in einigen Fällen war bei den 75 Belegschaftsmitgliedern mit chronischem unспеzi-

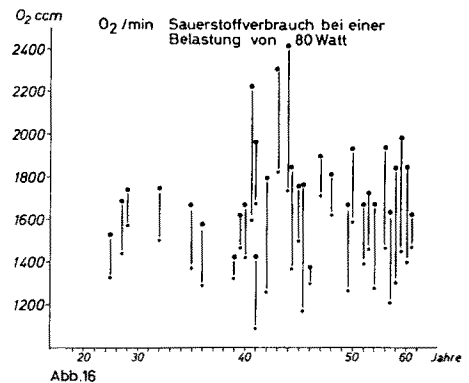
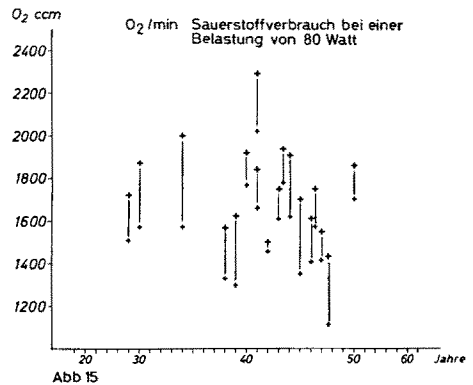
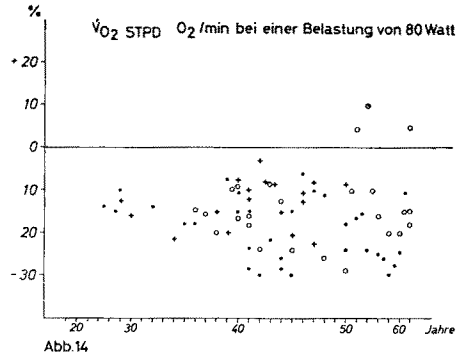


fischem respiratorischem Syndrom ein wesentlich von der Norm abweichendes Atemäquivalent in Ruhe (Abb. 12) feststellbar. Auch nach den Inhalationen waren die Veränderungen so gering, daß aus den Zahlen des Atemäquivalents ein Kurerfolg nicht sicher entnommen werden kann. Vereinzelt wurde auch festgestellt, daß vor den Inhalationen gemessene noch normale Werte anschließend erhöht waren. Die Veränderungen des Atemäquivalents nach der Kur lassen im Zusammenhang mit den jeweiligen Lungenveränderungen eine gewisse Altersabhängigkeit erkennen.

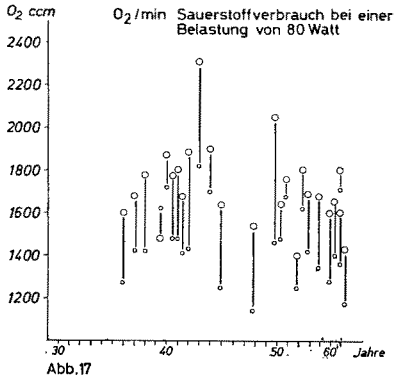
Die Sauerstoffaufnahme in Ruhe zeigt, daß die meisten Personen mit chronischem unspezifischem respiratorischem Syndrom nach den Inhalationen weniger Sauerstoff aufzunehmen brauchen als vorher (Abb. 13).



Diese Sauerstoffeinsparung wird nach einer Inhalationskur noch besser ersichtlich, wenn die Sauerstoffaufnahme bei einer Kurbelarbeit von 80 Watt überprüft wird (Abb. 14). Besonders deutlich normalisiert sich der Sauerstoffverbrauch nach der Inhalationskur mit Acetylcystein bei Belegschaftsmitgliedern, die neben ihrer unspezifischen Bronchitis ein Emphysem haben (Abb. 15, 16, 17). Im Mittel wurde bei Personen mit unspezifischer



chronischer Bronchitis bei körperlicher Belastung von 80 Watt ein Absinken des Sauerstoffverbrauchs von 346 cm^3 , bei Silikotikern



mit Emphysebronchitis von 269 cm³ erreicht.

Die *Kohlensäureabgabe* bei körperlicher Belastung (Abb. 18) nimmt nach der Inhalationskur ebenfalls ab, aber nicht so stark wie die Sauerstoffaufnahme, so daß der *respiratorische Quotient* (Abb. 19) nach der Kur leicht erhöht ist.

Bei den bisher beschriebenen respiratorischen Untersuchungen an Personen mit chronischem unspezifischem respiratorischem Syndrom wurde gleichzeitig auch die *Atemfrequenz* kontrolliert (Abb. 20). Die Untersuchungen zeigen, daß bei Belegschaftsmitgliedern mit wesentlichen Ventilationsstörungen oft erhöhte Atemfrequenz festgestellt werden kann, die sich nach der Inha-

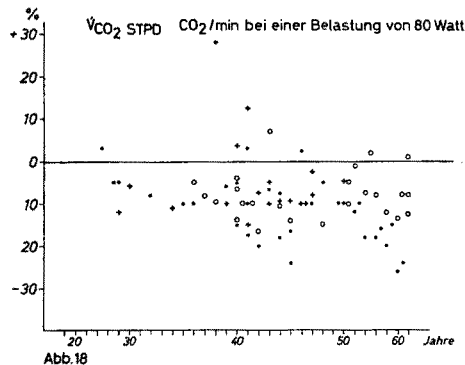


Abb.18

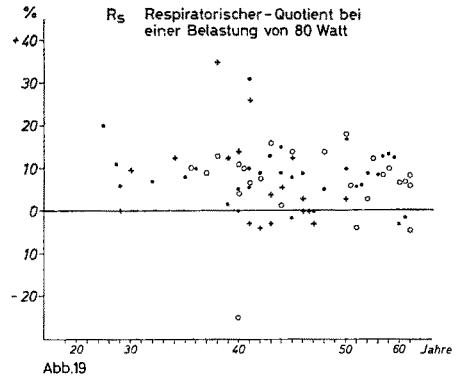


Abb.19

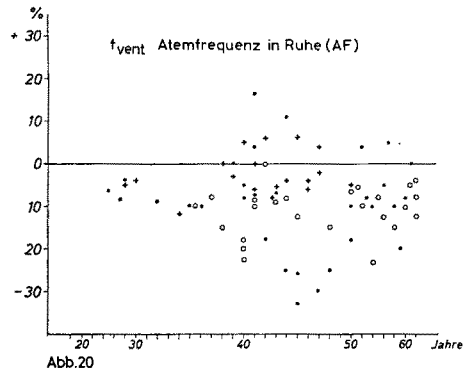


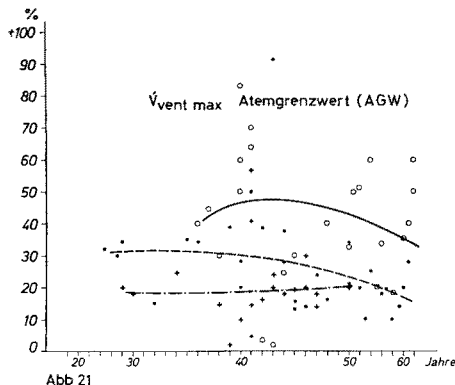
Abb.20

tionskur mit Acetylcystein häufig wieder normalisiert.

Der *Atemgrenzwert* dient zur Abschätzung der Ventilationsfähigkeit und ist herabgesetzt bei restriktiver oder/und obstruktiver Ventilationsstörung. Bei dem chronischen unspezifischen respiratorischen Syndrom ist anzunehmen, daß beide Formen eine Herabsetzung des Atemgrenzwertes verursacht haben. Eine Lösung des Bronchialspasmus durch injizierte Sympathikomimetika, wie zum Beispiel bei dem Adrenalinversuch nach *Rossier* und *Méan*, hätte vor der Inhalationskur erzeugt werden können, um nach der Kur zu sehen, wie weit Spasmen auch durch das Inhalat ausgeschaltet werden. Dies ist aber nicht erfolgt, da man keine so erhebliche

Verbesserung des Atemgrenzwertes durch das Inhalieren annahm.

Wie die Untersuchungen über Atemgrenzwerte (Abb. 21) gezeigt haben, ist besonders dort durch das Inhalat eine wesentliche Erhöhung festzustellen, wo vor der Kur auch ein wesentlich niedrigerer Atemgrenzwert als der Norm entsprechend aufzuzeichnen

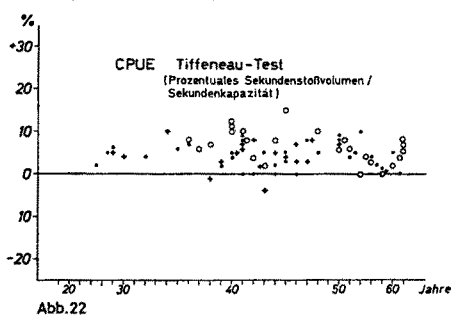


war. Durch das Freisetzen der Luftwege – u. a. durch die Lösung des Schleims – zeigen besonders die Fälle, wo neben der Silikose eine Emphysebronchitis besteht, eine bis 100%ige Verbesserung. Selbst bei Belegschaftsmitgliedern mit rentenpflichtiger Silikose konnte bei den jüngeren (4. und 5. Lebensjahrzehnt) noch eine Verbesserung bis 84% erreicht werden, bei den älteren (5. und 6. Lebensjahrzehnt) allerdings nur bis 36%. Auch ist die Besserung bei Personen mit nicht entschädigungspflichtiger Staublung – unter der Voraussetzung der gleichen Minderung – abhängig vom Lebensalter, das heißt, je älter die Person, desto geringer auch hier die Verbesserung der Werte. Bei den Fällen von chronischem unspezifischem respiratorischem Syndrom ist zu erkennen, daß durch Inhalationen wesentliche Verbesserungen des Atemgrenzwertes dann auftreten können, wenn gleichzeitig vor der Kur eine wesentliche Unterschrei-

tung des VK-Normalwertes vorliegt. Von den 75 Versuchspersonen zeigten nach der Inhalationskur nur zwei Personen unveränderte, alle anderen erhöhte Atemgrenzwerte. Im Mittel wiesen Belegschaftsmitglieder mit Emphysebronchitis und Silikose eine Verbesserung des Atemgrenzwertes von 44% auf, diejenigen mit unspezifischer chronischer Bronchitis und beginnendem Emphysem von 27% und die mit rezidivierender Bronchitis von 20%. *Dirjack* und *Koch* untersuchten in der Klinik den gleichen Wirkstoff Acetylcystein bei Patienten mit chronischer Bronchitis beziehungsweise asthmatoider Emphysebronchitis und kamen in der Atemgrenzwert-Bestimmung vor und 30 Minuten nach der Inhalation zu ähnlich günstigen Ergebnissen.

Der Atemstoß pro Sekunde, das heißt die Menge Luft, die innerhalb einer Sekunde von maximaler Inspirationsstellung aus bei größter Atemanstrengung ausgeatmet wird, wird als nutzbarer Teil der Vitalkapazität bezeichnet und wird 1-Sekunden-Kapazität beziehungsweise *Tiffeneau-Wert* genannt. Wie der Atemgrenzwert, so gibt der *Tiffeneau-Test* einen Anhalt, ob eine Ventilationsstörung restriktiver oder obstruktiver Art vorliegt. Während die Normalwerte gewöhnlich um 80% liegen, wird als unterste Grenze der Norm nach *Tiffeneau* 70% genannt. Bei den eigenen Untersuchungen fällt besonders auf, daß jüngere Belegschaftsmitglieder mit chronischem unspezifischem respiratorischem Syndrom einen sehr niedrigen *Tiffeneau-Wert* zwischen 46 und 60% besitzen gegenüber den wesentlich älteren. Der Erfolg der Inhalation nach der Kur wird aus dem *Tiffeneau-Test* wegen der verhältnismäßig geringen Erhöhung nach der Kur schlecht ersichtlich. Im Mittel liegt bei den 75 Belegschaftsmitgliedern mit chronischem unspezifischem respiratorischem Syndrom eine Verbesserung des *Tiffeneau-Wertes* – je nach Befund zwischen 4,2 und 6,6% – vor, bei an-

deren Personen war der *Tiffeneau*-Test nach der Kur unverändert oder sogar geringfügig verringert (Abb. 22).

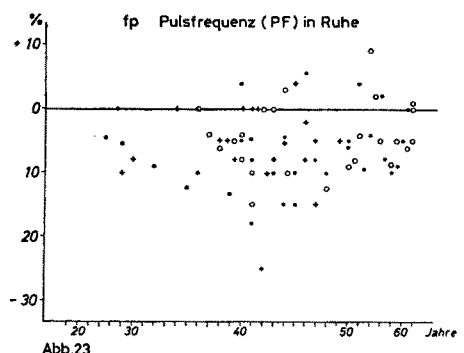


Betrachtet man die Werte des *Atemstoßes* – gemessen mit dem Pneumometer nach *Hildebrandt* –, die vor und nach der Inhalation im Inhalationsraum unter gleichzeitiger Bestimmung der Atemzüge, der Vitalkapazität und des Atemminutenvolumens bestimmt worden sind, so ist – wie bei dem *Tiffeneau*-Test nach der Kur – auch zwischen vor und nach der Inhalation keine wesentliche Verbesserung des Atemstoßes zu erkennen. Setzt man 6,5 bis 12 l/sek als Normalwerte voraus, so lassen die Werte des Atemstoßes bei dem chronischen unspezifischen respiratorischen Syndrom (*Curs*) die Ventilationsstörungen deutlicher erkennen als der *Tiffeneau*-Test. Ein Vergleich der vor und nach der Inhalation ermittelten Meßwerte zeigt, daß an einzelnen Tagen eine Übereinstimmung in den Veränderungen der Werte zwischen Atemstoß, Atemfrequenz und Vitalkapazität besteht. Ein wesentlicher Erfolg der Inhalationen ist spirometrisch frühestens nach der 6. Inhalation, das heißt nach dem 3. Inhalationstag, meistens – besonders bei schwereren Fällen des *Curs* – erst nach der 12. bis 16. Inhalation zu verzeichnen. Nach dem Erreichen eines gewissen Höhepunktes günstiger Ventilationswerte ist manchmal bei weiteren Inhalationen wieder eine leichte Verschlechterung der spirometrischen be-

ziehungsweise pneumometrischen Werte, besonders des Atemstoßes, zu verzeichnen. Trotz der geringen Verschlechterung der Ventilationswerte fühlt sich der Behandelte häufig mindestens genauso gut, wenn nicht sogar eine Steigerung des Wohlbefindens angegeben wird. Stabile verbesserte Werte der Ventilation werden im allgemeinen erst dann erreicht, wenn mindestens zwei Wochen lang 20 Inhalationen erfolgten.

Herz/Kreislauf – Inhalationskur

Vor und nach der Inhalationskur sind neben den spirometrischen und spiro-ergometrischen Untersuchungen auch *Pulsfrequenz* und *Blutdruck* ohne und mit Belastung kontrolliert worden. In vielen Fällen hat sich nach der Inhalationskur mit Acetylcystein eine vorher bestehende erhöhte Pulsfrequenz wieder normalisiert (Abb. 23). Besonders gut kommt dieser Inhalationserfolg bei der Pulskontrolle nach einer Kurbelarbeit von 80 Watt zum Ausdruck (Abb. 24). Auch der *systolische Blutdruck* läßt nach der Inhalationskur ein Absinken leicht überhöhter Werte erkennen (Abb. 25), bei Belastung allerdings deutlicher als in Ruhe (Abb. 26). Da der *diastolische Blutdruck* in Ruhe sowie unter Belastung sich nach den Inhalationen nicht in gleichem Maße verändert (Abb. 27, 28), weisen die *Pulsdrucke* – das heißt die



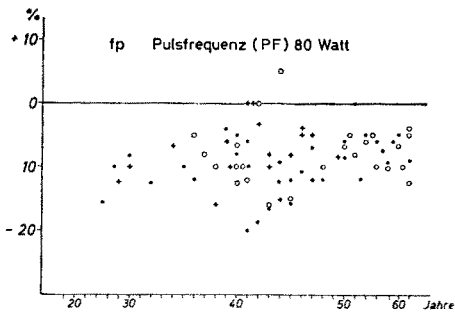


Abb.24

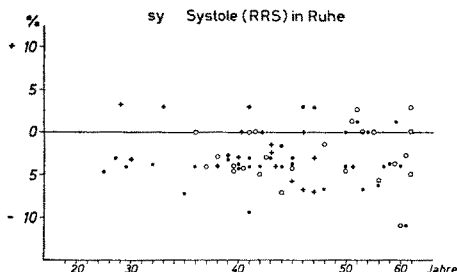


Abb.25

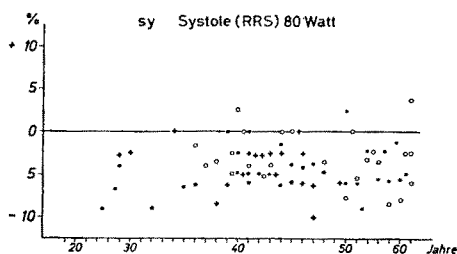


Abb.26

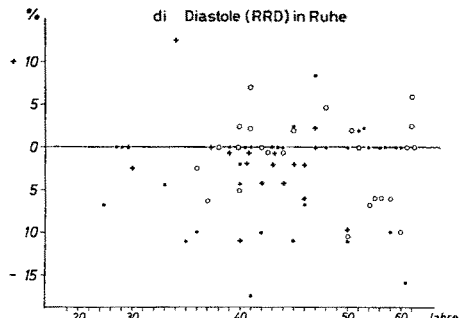


Abb.27

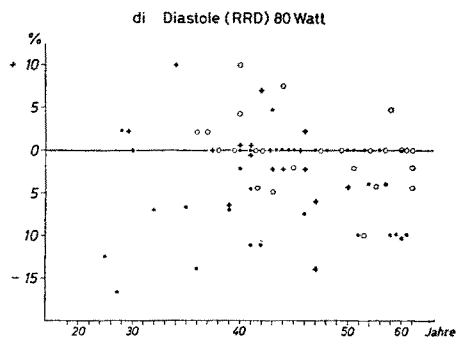


Abb.28

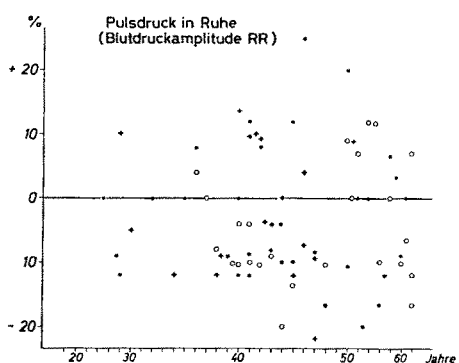
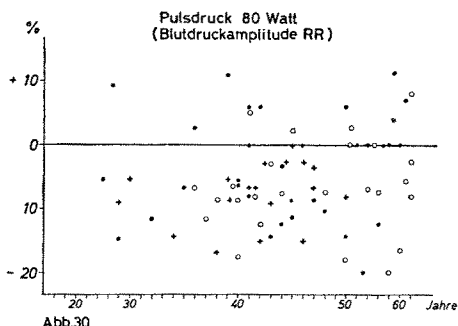


Abb.29

Amplituden des Blutdruckes — nach der Kur ohne und mit Belastung sehr unterschiedliche Werte auf (Abb. 29, 30).

Aus den Untersuchungen wird ersichtlich, daß mit Hilfe der vorhandenen Geräte der Ergo-Spirometrie im Gesundheitshaus die Erfolge einer betrieblich durchgeführten Inhalationskur objektiv gemessen werden können, besonders dann, wenn zum Beispiel bei dem chronischen unspezifischen respiratorischen Syndrom ventilatorische Störungen vorliegen, die nach der Inhalationskur Verbesserungen, das heißt Normalisierungen,

aufweisen. Als diesbezüglich orientierend haben sich für den praktischen Arbeitsmediziner folgende Ventilationsgrößen bewährt: Atemminutenvolumen, Sauerstoffaufnahme und Kohlendioxidabgabe unter Belastung von 80 Watt, Vitalkapazität einschließlich inspira-




torischem Reservevolumen, Atemgrenzwert und teilweise auch das Residualvolumen so-

wie die gleichzeitig ermittelte Atemfrequenz in Ruhe und die Pulsfrequenz unter Belastung. Derartige spirometrische und ergometrische Untersuchungsergebnisse sind nur zu erkennen, wenn ein Inhalat, wie das Acetylcystein, bei Belegschaftsmitgliedern mit einem chronischen unspezifischen respiratorischen Syndrom den erforderlichen therapeutischen Erfolg aufzuweisen hat.

Adresse des Autors:

Dr. med. Dr. rer. nat. *Harald G. Schwarz*, Leiter der Gesundheitsabteilung Heessen Märkische Steinkohलगewerkschaft; 4702 Heessen/Westf., Deutschland

| | | |
|---|---|---|
| <p>Elektro Sanitär Heizung</p> | <p>Sprechen Sie mit Sprecher</p> | <p>Sprecher + Co. Ingenieure Elektro - Sanitär - Heizung Pflanzschulstrasse 47 8004 Zürich Tel. 051/271338</p> |
|---|---|---|

| | |
|---|--|
|  | <p>S. Barenholz</p> <p>ATELIER FÜR DEKORATIONS- UND FLACHMALEREI ZWINGLISTRASSE 21 ZÜRICH 4 TELEPHON 25 52 11 GEGRÜNDET 1908</p> <hr/> <p>Übernahme von Neu- und Umbauten • Renovationen</p> <hr/> |
|---|--|