# BETRACHTUNG ZUM PROBLEM DER " GRENZWERTE " UND DER GEWERBEHYGIENISCHEN ARBEIT

K. WÜLFERT

*Statens Arbeidstilsyn, Yrkeshygienisk Institutt, Brakke A—Blindernveien 38, Oslo, Norge*

Die wirkungsvolle Bekämpfung bzw. die völlige Beherrschung der durch Chemikalien (im weitesten Verstand dieses Begriffes) möglichen Gefahren und Gesundheitsschäden an einem Arbeitsplatz ist an folgende Voraussetzungen geknüpft:

(1) genaue Kenntnis der vorhandenen Chemikalien und ihrer im Laufe eines Arbeitsvorganges eventuell sich bildenden Produkte im Hinblick auf deren chemische und physikalische Eigenschaften;

(2) genaue Kenntnisse der durch die in Frage stehenden Stoffe herverrufbaren Wirkungen auf den menschlichen Organismus—also ein Problemkomplex physiologisch-toxikologisch-pharmakologischer Art;

(3) eingehende Kenntnisse des betreffenden technischen Prozesses im Hinblick auf Apparatur, Druck- und Temperaturverhältnisse, Belüftungsanlagen, Anbringung von Schutz- und Warneinrichtungen, automatischer Sicherungseinheiten, einschliesslich Alarmanlagen bei Verunreinigung der Arbeitsluft mit schädlichen Stoffen;

(4) gründliches Studium von (a) Persönlichen Schutzeinrichtungen, z.B. Masken, Arbeitskleidung und Schuhzeug; (b) Wirkung gewisser Schutzeinrichtungen auf den Werktätigen, z.B. Tragen von Gasmasken während längerer Zeit und bei schwerer oder leichterer Arbeit (volle Wirksamkeit der Patronen (Cartridge) wird vorausgesetzt).

Die Möglichkeiten, einen Arbeitsplatz völlig frei von schädlichen Stoffen zu halten, sind immer technisch begrenzt, und man muss sich daher mit der Frage befassen, welchen Substanzmengen der Mensch ausgesetzt sein kann, ohne dass selbst bei sehr langwährender Exposition—monate- und jahrelang —eine nachweisbare Schädigung eintritt. Damit erhebt sich die Frage nach zulässigen Grenzwerten, die als " Maximum Allowable Concentrations " (M.A.C.'S) oder als Maximale Arbeitsplatzkonzentrationen (M.A.K.) bezeichnet werden. Der in den angelsächsischen Ländern teilweise übliche *terminus technicus* M.A.C. bringt durch das Wort " allowable " eine spezielle Problemstellung mit sich, denn es erhebt sich die Frage, inwieweit " allowable " vom ratgebenden Standpunkt der Gewerbehygieniker aus, also unter dem medizinischen Aspekt, gesehen wird oder vom Standpunkt der Gesetzgebung eines Staates. Daraus ergeben sich unter Umständen schwerwiegende Folgen bezüglich der Arbeitsplatzsicherung und ihrer eventuellen zwangs-

mässigen Durchführung einerseits sowie der Entschädigungspflichten andererseits.

Bekanntlich bestehen eine Anzahl von Listen über " Grenzwerte "; einige finden internationale Anwendung und Beachtung, während andere mehr lokaler Natur sind. Die Abweichungen der angegebenen Grenzwerte voneinander können zuweilen sehr beträchtlich sein. Gewisse Grundzüge dürften jedoch allen diesen Listen gemeinsam sein.

(1) Die Werte sind das Ergebnis teils von direkten Arbeitsplatzerfahrungen und teils von Tierversuchen. Diesbezügliche Angaben sind im Schrifttum zu finden, werden aber selten den Listen beigegeben. Es dürfte klar sein, dass der vorgehend von mir gebrauchte Ausdruck " nachweisbare Schädigung " eine grosse Rolle spielt bei der Ermittelung der Grenzwerte. Diese sind direkt davon abhängig, wie gründlich ein medizinische Untersuchung vorgenommen wird und welcher Methoden sie sich bedient. Nicht zuletzt beruht das Ergebnis darauf, ob das Material ausreichend gross ist, eine statistische Bearbeitung zu gestatten und eine Prognose für langdauernde Exposition gegenüber sehr geringen Mengen zu ermöglichen. Gerade diese Art von Exposition stellt eines der wichtigsten Probleme der Gewerbehygiene dar.

(2) Die in den Listen gegebenen Werte beziehen sich zumeist auf " technisch reine " Chemikalien. Daraus ergibt sich die Möglichkeit wechselnder Mengen an Verunreinigungen, die unter Umständen um ein Vielfaches giftiger sein können als die Hauptsubstanz. Ein unter solchen Umständen ermittelter " Grenzwert " ist völlig gegenstandslos, denn er baut sowohl chemisch-analytisch (z.B. bei Untersuchungen an biologischem Material wie Harn, Blut, Serum) wie auch medizinisch auf falschen und obendrein sogar wechselnden Voraussetzungen auf.

(3) Die Listen enthalten zumeist keinerlei Angaben über die physiologischen Zustände, zu denen es bei kürzerer oder längerer Überschreitung des Grenzwertes um einen bestimmten Betrag kommen kann. Dieser Umstand zwingt dazu, den Betriebsarzt, die technischen Leiter und die für den Arbeitsplatz verantwortlichen Personen besonders zu schulen. Das hierzu nötige Sachmaterial ist nicht immer einfach zu beschaffen.

(4) Die Frage, wie ein " Grenzwert " im Hinblick auf die Expositionszeit aufzufassen sei, ist immer noch Gegenstand verschiedener Auffassung. Während man einerseits im Schrifttum Hinweise findet, wonach die " Grenzwerte " keinesfalls überschritten werden dürfen und die Luftverunreinigung sich dauernd unterhalb der Grenzwerte zu halten habe, sieht man andererseits die Auffassung vertreten, dass ein sogar grobes Überschreiten eines Grenzwertes vorübergehend zulässig sei, wenn nur der analytische Arbeitstagdurchschnitt den Grenzwert nicht überschreite. Dies düfrte denn doch als unvereinbar mit dem gewerbehygienischen Ethos zu bezeichnen sein. Einen wiederum anderen Standpunkt findet man im Begriff der " time-weighted concentrations ".

Die Frage der " richtigen " Grenzwerte ist unlöslich mit dem Aufgabenkreis der täglichen Überwachung, der sog. " field investigation " verbunden. Rein wissenschaftlich wird sie sich niemals lösen lassen; lediglich in Form der " angewandten " Wissenschaft können wissenschaftliche Studien einen Beitrag zu der Problemstellung liefern. Nur laufende Zusammenarbeit

von Technik und " field investigations "—Personal wird einmal in der Zukunft zum gewünschten Ziel führen können, " Wissenschaft an sich und um ihrer selbst willen " ist im vorliegenden Falle sinnlos. Nur im Zusammenspiel von täglicher Arbeitsplatzüberwachung und der hierzu notwendigen wissenschaftlichen Forschungsarbeit können die vorliegenden Aufgaben wirklich gelöst werden.

Die gelegentliche Überschreitung von " Grenzwerten " kommt in der Technik immer wieder vor; sie ist eine bedauerliche Realität, welcher bei der Behandlung der " Grenzwertfrage " als ein sehr wesentlicher Punkt Rechnung getragen werden muss.

(5) Man ist somit gezwungen, Stellung zu nehmen zu dem folgenden Fragenkomplex: Welche gesundheitliche Folgen treten ein:

(a) bei ein- oder mehrmaliger kurzdauernder Grenzwertüberschreitung geringeren Grades;

(b) bei ein- oder mehrmaliger kurzdauernder Grenzwertüberschreitung stärkeren Grades;

(c) bei kurzdauernder, aber massiver Überschreitung.

Es dürfte ausgeschlossen sein, bei der Vielzahl der verwendeten Chemikalien mit ganz verschiedener " Wirkungschwellenbreite " eine allgemein gültige Richtlinie festlegen zu können. Andererseits ist es unumgänglich notwendig, die Listen mit einem Detailkommentar zu versehen, um sie zu einem brauchbaren Instrument für den Betriebsarzt zu machen. Ein sehr wertvolles derartiges Material ist der Artikel von Henry Field Smyth[1]. Im übrigen muss die technisch verantwortliche Leitung eines Betriebs in dem Aufgabenbereich der Grenzwerte ebensogut geschult sein wie der Betriebsarzt. Jeglicher Neigung, Grenzwertüberschreitungen zu bagatellisieren, muss mit Schärfe entgegengetreten werden.

(6) Sämtliche " Grenzwerte " gelten bekanntlich nur unter der Voraussetzung, dass die Arbeitsluft jeweils nur mit einer einzigen Substanz verunreinigt ist. Wie man sich zu verhalten hat *in puncto* " Grenzwerte " bei gleichzeitigem Vorhandensein *mehrerer* Stoffe, ist einstweilen nur andeutungsweise behandelt worden, trotzdem gerade dieses Problem besonders in der Konsumentenindustrie täglich und stündlich auftritt. Untersuchungen über Synergismus und Antagonismus industriell verwendeter Chemikalien sind hier und da im Schrittum zu finden—eine geordnete Übersicht scheint nicht vorzuliegen. Es ist jedoch unumgänglich notwendig, diesbezügliches Material zusammenzustellen, eine umfassende toxikologisch-pharmakologische Untersuchung dieser Frage z.B. auf der Grundlage einer internationalen Arbeitsgemeinschaft ins Leben zu rufen. Es handelt sich hier um einen für die Gesundheit von Millionen Werktätiger hochaktuellen Problemkomplex, und man muss fürchten, dass eine Zusammenstellung unseres heutigen Wissens auf diesem Gebiet eine sehr grosse Unkenntnis zu Tage bringen wird.

(7) Die chemischen bzw. physikalischen Kontrollmethoden zur Überwachung der an einen Arbeitsplatz herrschenden Verhältnisse sind dauernd Gegenstand zahlreicher Untersuchungen. Dasselbe gilt für die Untersuchungsmethoden für biologischen Proben: Harn, Serum, Blut, usw. Die Vielzahl der für gewisse Aufgaben angegebenen Methoden hinterlässt zuweilen den Eindruck, als ob das in Frage stehende Problem in

Wirklichkeit nur ungenügend gelöst ist, und die Fülle der diesbezüglichen Mitteilungen wirkt daher eher verwirrend als klärend.

Natürlich erfordern Routineuntersuchungen andere Analysenmethoden als rein wissenschaftliche Studien. Man muss sich jedoch als Chemiker dagegen verwahren, dass zu Reihenuntersuchungen, aus Bequemlichkeit oder gar Gleichgültigkeit, Methoden dienen, deren Ergebnisse in Bezug auf Fehlerbreite, Streuung und mangelhafte Reproduzierbarkeit nicht nur mit dem analytischen Gewissen des Chemikers unvereinbar sind, sondern es auch mit dem medizinischen Verantwortungsgefühl sein sollten. Es lässt sich allerdings nicht bestreiten, dass gewisse mit einem konstanten Fehler behafteten einfache Methoden in eine gewisse Beziehung zum klinischen Untersuchungsergebnis gesetzt werden können. Für den internationalen Gebrauch sind solche Methoden jedoch unbrauchbar, da sie infolge ihrer zuweilen höchst persönlichen Handhabung in verschiedenen Händen verschiedene Ergebnisse zeitigen, von gewissen " Abänderungen " solcher Methoden ganz zu schweigen. Ein für diese Versammlung nicht unbekanntes Beispiel dürfte das der Reststickstoffbestimmung im Blut in verschiedenen Krankenhauslaboratorien sein, wo die jeweils " lokale " Methode zusammen mit der klinischen Bewertung gute Ergebnisse zeigt, während sie bereits beim internen Vergleich der einzelnen Laboratorien untereinander grosse Unsicherheitsmomente aufweist.

Bei aller Achtung für die individuelle Leistung der verschiedenen Analytiker wäre es wünschenswert, wenn man im Interesse der Zusammenarbeit in gewissen analytischen Fragestellungen zu einer Einigung kommen könnte, jedenfalls dann, wenn die Ergebnisse in internationalen Fachzeitschriften vorgelegt werden sollen. Damit ist in keiner Weise gesagt, dass weitere Verbesserungen oder Abänderungen als Ergebnis weiterer persönlicher Studien ausgeschlossen sind. Die Einführung gewisser Norm-Methoden würde einen wesentlichen Fortschritt im Kampf für gesunde Arbeitsplätze bedeuten. Wir haben in den skandinavischen Ländern, vorläufig für internen Gebrauch, eine gemeinsame Überprüfung gewisser Methoden in Angriff genommen.

Es darf auch nicht verschwiegen werden, dass ein zeitweise sehr beträchtlicher Teil der im internationalen Schrifttum veröffentlichten Analysenmethoden bei einer Uberprüfung sich immer wieder als unbrauchbar erweist. Es hat den Anschein, als ob die Verfasser es nicht genügend genau nehmen, die möglichen Fehlerquellen mitzuteilen bzw. ihre Arbeitsvorschriften ausreichend detailliert auszuarbeiten. Leider scheint es auch vorzukommen, dass die Verfasser alle unbefriedigenden Abweichungen auslassen und nur die " guten " Werte in ihre Arbeit aufnehmen.

Während das anorganisch–analytische Gebiet, trotz aller berechtiger Kritik bezüglich der Unzuverlässigkeit mancher Methoden, verhältnismässig befriedigend bearbeitet ist, sind die Verhältnisse auf dem organisch-analytischen Gebiet weniger befriedigend. Hier kann man z.B. kolorimetrische Analysenmethoden sehen, die sich in Wirklichkeit gar nicht auf die untersuchte Substanz beziehen, sondern auf geringfügige Begleitstoffe (Verunreinigungen) von wechselnder Menge und Natur, abhängig von dem zur Darstellung der Hauptssubstanz angewandten Syntheseprozess.

Noch verwirrender ist die Lage, wenn es gilt, mehrere organische Stoffe

gleichzeitig nebeneinander zu bestimmen. Dieses Problem ist sehr aktuell in der modernen Industrie, vielleicht nicht so sehr in den grossen Syntheseanlegen wie bei der Konsumentenindustrie, d.h.jenen Industriezweigen, welche eine Anzahl organischer Chemikalien als Hilfsstoffe oder Halbfabrikate verwenden Gerade hier ist die Verunreinigung der Luft mit nur einem Stoff verhältnissmässig selten. Bei dem recht häufigen Wechsel in der Wahl von Hilfsstoffen und dem dauernden Angebot neuer Chemikalien, die obendrein toxikologisch oft nicht oder nur unzulänglich erforscht sind, wird man dabei vor nahezu unlösbare Aufgaben gestellt. Es ist nicht ausgeschlossen, dass die sehr rasche Entwicklung, die auf dem Gebiet der instrumentellen Analysentechnik im Gange ist, in vielen Fällen hier eine Lösung bringen kann, welche sowohl der Schnelligkeit wie der Genauigkeit nach allen Anforderungen an Reihenuntersuchungen *und* wissenschaftlichen Studien gleichzeitig gerecht wird. Indessen ist die notwendige instrumentelle Ausrüstung (Gaschromatografie, Infrarotspektroskopie mit Selbstschreibern, usw.) teuer, und die Entwicklung ist noch keineswegs abgeschlossen, so dass mit einer raschen Überalterung des Instrumentariums gerechnet werden muss.

Die hier berührte Entwicklung auf dem Gebiet analytischen Chemie stellt auch gewisse Anforderungen an die Ausbildung des Laboratoriumpersonals infolge der notwendigen Überwachung der Apparatur. Je komplizierter die Ausrüstung wird, desto grösser sind die Möglichkeiten für instrumentell bedingte Fehler und die sich daraus ergebenden schwerwiegenden Folgen für die Gesundheit der in Überwachung stehenden Werktätigen.

Die Qualitätsanforderungen, welche daher an das arbeitende Laboratoriumpersonal gestellt werden müssen, beschränken sich jedoch keineswegs auf den instrumentellen oder chemischen Sektor allein. Man muss verlangen, dass die für Leitung der analytischen Arbeit verantwortlichen Laboratoriumsvorstände ein gewisses Mass an medizinischen Kenntnissen besitzen, das zusammen mit ihrer Hauptausbilung als Fachchemiker sie befähigt, die zu lösenden Probleme auch unter dem medizinischen Gesichtspunkt der Gewerbehygieniker zu sehen.

Die befriedigende Lösung der Aufgaben, zu der wir uns hier versammelt haben, ist nicht allein von unserem Einsatz als Chemiker, Mediziner oder Physiker abhängig. Sie erfordert auch die Aufwendung nicht unerheblicher finanzieller Mittel zur Ausrüstung der Laboratorien und zur Durchführung mannigfacher Untersuchungen. Selbst wenn in einem kleinen Lande die Wahrscheinlichkeit, mit allen industriell angewandten Chemikalien in Berührung zu kommen, vermutlich geringer ist als in grossen Industrieländern, so verbleibt doch die Tatsache einer grossen und häufig wechselnden Kontaktmöglichkeit mit vielen Stoffen. Gewisse Gruppen von Werktätigen, z.B. in der Landwirtschaft, werden Vergiftungsmöglichkeiten durch " pesticides " ausgesetzt sein, und in diesem Fall entscheidet nicht die Grösse eines Landes oder seine industrielle Potenz, sondern das herrschende Klima, welche " pesticides " zur Anwendung kommen.

Bei der Verteilung der zur Verfügung stehenden Mittel auf die verschiedenen Arbeitsgebiete muss man sich klar vor Augen halten, dass die laufende Arbeitsplatzüberwachung mit ihren " field investigations " und

Reihenuntersuchungen an biologischen Material (z.B. Harn) *eine* der grundsätzlichen Voraussetzungen in unserem Bestreben für gesunde und sichere Arbeitsplätze ist. Diese Art Arbeit *muss* in jedem Land von den zuständigen Organen durchgeführt werden. Kein noch so genaues Studium ausländischer Literatur befreit uns von dieser Pflicht; das Literaturstudium kann lediglich die Durchführung der Arbeit erleichtern und den notwendigen intimen Kontakt mit der vor sich gehenden Entwicklung gewährleisten. Die gleichzeitig notwendige Forschung kann daher bei zu knappen Bewilligungen Gefahr laufen, stiefmütterlich behandelt zu werden oder sogar in das Stadium geraten, wo man versucht ist, eigene Forschungsarbeit durch ausschliessliches Studium ausländischen Schriftums zu ersetzen. Ebensowenig wie die dauernde und umfassende Betreuung der Werktätigen durch die vorgenannten Untersuchungen aus unserer Arbeit wegzudenken ist, darf jedoch die Forschung ausgeschaltet werden. Andererseits wäre es völlig unverantwortlich, sich ausschliesslich oder überwiegend auf sie zu konzentrieren und die Arbeitsplatzüberwachung zu vernachlässigen oder gar auf gelegentliche Stichproben zu reduzieren.

Es mag sonderbar erscheinen, solche Gedankengänge überhaupt hier zu äussern; sie sind ja für jeden Einsichtigen natürlich. Nichtsdestoweniger erscheint es notwendig, diese Dinge hier zur Sprache zu bringen, denn sie stehen in ursächlichem Zusammenhang mit unserer Aufgabe und deren Lösung. Diese ist nun einmal an die harte Tatsache der verfügbaren Mittel und damit an Verhältnisse gebunden, welche von Land zu Land verschieden sind. Eine Lösung der vor uns liegenden Aufgaben kann aber nur durch eine gewisse Verteilung der verschiedenen Aufgaben auf alle interessierten Teilnehmer erfolgen, und es ist darum notwendig, einen Weg zu finden, der es allen ermöglicht, an der Arbeit erfolgreich teilzunehmen, und zwar möglichst so, dass kostspielige und unnötige Doppelarbeit vermieden wird.

Bekanntlich hat das Internationale Arbeitsbureau in Genf im Februar 1958 sich mit Fragen der Arbeitsplatzsicherung befasst. Die Ergebnisse jener Sitzungen sind in Form von " Recommendations " den verschiedenen Regierungen zugestellt worden. Von einer " recommendation " bis zur Verwirklichung ist zuweilen ein langer Schritt, an dessen " Länge " oder Kürze die zuständigen Regierungstellen recht wesentlich beteiligt seien können. Unsere Aufgaben hier als Vertreter der Praxis muss es sein, Wege zu einer Aufgabenverteiling zu finden, die letzten Endes durch eine Gemeinschaftsarbeit, unabhängig von Grenzen und Systemen, zum gewünschen Ziel führt. Der Gedanke einer solchen Gemeinschaftsarbeit ist im Norden eine lebende Realität und legt mir als Norweger den Gedanken nahe, für seine Verwirklichung auch im grösserem Masstab zu arbeiten.

Die Lösung gewerbehygienischer Aufgaben im allgemeinen und die Frage der " Grenzwerte " im besonderen ist und bleibt, ohne dass man den technischen und analytischen Einsatz, den wissenschaftlichen Bereich oder den " field service "-Sektor in seiner Bedeutung reduziert, eine Frage des Ethos und des lebensnahen Verantwortungsgefühles.

## Literatur

[1] H. Field Smyth, " Improved communication—hygienic standards for daily inhalation ", *Am. Ind. Hyg. Assoc. Quart.*, **17**, No. 2, 129 (1956)