

Zeitschrift: Verhandlungen der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft.
Wissenschaftlicher und administrativer Teil = Actes de la Société
Helvétique des Sciences Naturelles. Partie scientifique et administrative
= Atti della Società Elvetica di Scienze Naturali

Herausgeber: Schweizerische Naturforschende Gesellschaft

Band: 140 (1960)

Vereinsnachrichten: Sektion für Logik und Philosophie

Autor: [s.n.]

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 14.01.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

16. Sektion für Logik und Philosophie

Sitzung der Schweizerischen Gesellschaft zur Pflege der Logik
und Philosophie der Wissenschaften

Samstag, den 24. September 1960

Präsident: Prof. Dr. E. WALTER (Zürich)

Symposium

der Schweizerischen Medizinisch-Biologischen Gesellschaft, gemeinsam
mit den Sektionen Logik und Philosophie und Mathematik über:

«*Statistische Methoden in Biologie und Medizin*»

1. P. NOLFI (Zürich). – *Entwicklung und Prognose der Sterblichkeit.*

Wohl die wenigsten unserer Zeitgenossen sind sich bewußt, daß unsere Generation in einer Zeit außergewöhnlicher Sterblichkeitsverhältnisse lebt. Zu keiner Zeit dürfte die Sterblichkeit derart gesunken sein, wie das in unseren Tagen geschieht. Diese Erscheinung verursacht nun ihrerseits erhebliche strukturelle und damit auch wirtschaftliche Veränderungen, so daß es aus verschiedenen Gründen unerläßlich erscheint, sich mit ihr eingehender zu befassen. Ich denke vorerst einmal an die gewaltige Zunahme der Bevölkerung unseres Landes, eine gute Verdoppelung innert 100 Jahren, trotz zeitweisem Rückgang der Geburtenhäufigkeit. Sehr ähnlich liegen die Verhältnisse bei der gesamten Erdbevölkerung. Auch hier dürfte eine gute Verdoppelung auf gegenwärtig 2,9 Milliarden vorliegen, mit einer jährlichen Zunahme von nahezu 50 Millionen.

Der Statistiker kennt mehrere Maßzahlen, die ihm erlauben, den Rückgang der Sterblichkeit zum Ausdruck zu bringen und entsprechende Vergleiche anzustellen. Eine solche ist z. B. die Sterbeziffer. Die *allgemeine Sterbeziffer* wird definiert als Quotient, gebildet aus der Zahl der Todesfälle eines Jahres T und der Zahl der Lebenden L , also $\frac{T}{L}$. In den

jährlichen Statistiken erscheint jeder von uns im Durchschnitt etwa 70mal im Nenner und genau einmal im Zähler. Die Sterbeziffer eignet sich sehr gut, um allgemeine Aufschlüsse zu vermitteln. Zu Beginn unseres Jahrhunderts erreichte sie in der Schweiz 19,3 ‰ (also rund 20 ‰). Sie ist inzwischen auf die Hälfte gesunken, auf 9,5 für das Jahr 1958. Dieser Rückgang ist sicher sehr groß. Es ist klar, daß dadurch, daß nur die Hälfte

sterben, alle übrigen weiterhin am Leben verbleiben dürfen. Man kann sich fragen, ob es nur den Schweizern so gut erging.

Die Frage der Entwicklung der menschlichen Sterblichkeit wurde diesen Sommer am 16. *Internationalen Aktuarenkongreß* in Brüssel als Thema B₃ behandelt. In den verschiedenen Mitteilungen wurden zum Teil sehr interessante statistische Ergebnisse bekanntgegeben. So enthält eine Arbeit von *L. v. Martin*, erschienen in den Berichten, einen aufschlußreichen Vergleich der Sterblichkeit verschiedener Länder. Sie bezieht sich auf das Jahr 1955. In diesem Jahre erreichte die Sterbeziffer in der Schweiz 10,1 ‰. Annähernd die gleiche Sterbeziffer wurde auch in Frankreich und England beobachtet. Dagegen weist Westdeutschland eine 8 ‰ höhere Sterbeziffer, 10,9 statt 10,1 ‰ auf. Noch etwas höher war die Sterbeziffer in Österreich mit 11,2 ‰. Diese Unterschiede sind – gemessen an der starken Senkung – verhältnismäßig gering. Größere Sterblichkeitsziffern weisen Finnland, Portugal und Jugoslawien auf mit um ein Drittel höheren Werten. In diesen Ländern erreicht die Sterblichkeit ungefähr dasselbe Niveau, wie es im Jahre 1915 in der Schweiz bestanden hat. Uns tun die Jugoslawen, Portugiesen und die Finnen leid. Aus einer Arbeit von *Keinänen* (Finnland) geht immerhin hervor, daß wenigstens die Sterblichkeit der jungen Finnen in den letzten Jahren erheblich, d. h. um etwa 5 ‰ pro Jahr, gesunken ist. Ein etwas tieferes Sterblichkeitsniveau besteht in den Vereinigten Staaten von Amerika und in Australien, wesentlich niedriger (etwa $\frac{5}{6}$) ist es in den Niederlanden, Schweden und Dänemark.

Für Ärzte dürfte ein Vergleich nach *Todesursachen* von besonderem Interesse sein. Ich beschränke mich – um nicht vorzugreifen – auf Bekanntgabe der Ergebnisse eines Vergleiches in verschiedenen Ländern, wie sie einer in den Kongreßschriften erschienenen Arbeit von Anderson und Whitehead zu entnehmen sind. Von den angeführten Todesursachen greifen wir die folgenden heraus: Tuberkulose (Int. Verz. Nr. B 12), bösartige Neubildungen (Nr. B 18), Herzkrankheiten (B 27, 28, 29, 32, 38) und gewaltsamer Tod. Die Ergebnisse erfassen die Alter 45 bis 64 für das Jahr 1955. Die Angaben beziehen sich auf das männliche Geschlecht. Beim weiblichen Geschlecht sind die Unterschiede von Land zu Land im allgemeinen nicht so differenziert, was mit der beruflichen Tätigkeit zusammenhängen mag. Der Vergleich zeigt, daß die *Tuberkulosen-Sterblichkeit* in der Schweiz ungefähr gleich groß ist wie in England, drei- bis viermal kleiner als in Finnland, Portugal und Japan und etwa doppelt so groß wie in Kanada, den USA, Schweden und Australien. Am kleinsten ist sie in Dänemark, nur ungefähr ein Viertel derjenigen der Schweiz, gefolgt von den Niederlanden mit einem Drittel.

Bei den *bösartigen Geschwülsten* bestehen keine wesentlichen Unterschiede. Unter den 17 aufgeführten Ländern (Belgien, Dänemark, England, Finnland, Frankreich, Deutsche Bundesrepublik, Niederlande, Norwegen, Portugal, Schottland, Schweden, Schweiz, Japan, Kanada, USA, Australien und Neuseeland) steht die Schweiz etwa 10 ‰ über dem Durchschnitt. An erster Stelle kommt hier ausnahmsweise Portugal mit

einem Drittel unter dem Durchschnitt, während Schottland und Finnland an letzter Stelle kommen mit einem Drittel über dem Durchschnitt.

Herzkrankheiten: Die Schweiz steht verhältnismäßig günstig da, etwa 27 % unter dem Durchschnitt, etwa auf gleicher Stufe wie Schweden, Portugal, Norwegen, Niederlande und die Deutsche Bundesrepublik und wesentlich besser als Finnland, Schottland und die USA mit doppelt so hoher Mortalität.

Beim *gewaltsamen Tod* liegt die Sterbeziffer in der Schweiz rund 40 % über dem Durchschnitt. Sie wird nur noch von Finnland und Frankreich übertroffen, die etwa 60 % über dem Durchschnitt stehen. Wesentlich günstiger sind die Verhältnisse in England, den Niederlanden, Norwegen und Neuseeland, die nur ungefähr halb so viele Fälle aufweisen.

Diese Zahlen zeigen, daß von Land zu Land im allgemeinen doch erhebliche Unterschiede bestehen. Sofern eine Ausrichtung auf das unterste Niveau möglich sein sollte, kann daraus gefolgert werden, daß die Sterblichkeit noch ganz wesentlich zurückgehen wird. Es wäre natürlich sehr interessant, die Gründe der bestehenden Unterschiede kennenzulernen, darüber irgendwelche Angaben zu machen wage ich jedoch nicht. Die Frage müßte in Verbindung mit Medizinern eingehend geprüft werden.

Wir haben alle diese Vergleiche mit Hilfe der Sterbeziffer durchführen können. Dazu erscheint sie gut geeignet. Will man aber den Rückgang der Sterblichkeit in einem Lande zum Ausdruck bringen, so stellt sich bald heraus, daß die Sterbeziffer sich dazu nicht eignet. Die Mortalität ist in Wirklichkeit viel stärker zurückgegangen als die Sterbeziffer nach Kalenderjahren, wie wir sie im «Statistischen Jahrbuch der Schweiz» vorfinden, angibt. Es ist sogar so, daß die Sterbeziffer ansteigen kann und möglicherweise ansteigen wird, ohne daß daraus gefolgert werden kann, die Mortalität hätte nun den Wendepunkt überschritten. Das ist deshalb so, weil die Sterbenswahrscheinlichkeiten mit dem Alter stark zunehmen, im Durchschnitt etwa um 8 %. Wenn nun infolge des Sterblichkeitsrückganges die ältern Jahrgänge immer stärker besetzt werden, so wird damit auch bei konstant bleibender Mortalität die Sterbeziffer erhöht. Hieraus kann logisch geschlossen werden, und dazu ist die Logik gut, daß bei konstant bleibender Sterbeziffer die Mortalität ansteigt. Das gilt jedenfalls, solange der Beharrungszustand nicht erreicht ist, dieser ist jedoch erst in vielleicht etwa 300 Jahren zu erwarten. Der Statistiker weiß sich aber zu helfen. Er hat nun andere Maßzahlen aufgestellt, die den gerügten Nachteil nicht aufweisen. Eine leicht verständliche Maßzahl, die den Anforderungen besser genügt, ist die mittlere Lebensdauer. Sie besagt, wie lange ein Neugeborener im Durchschnitt leben kann, für den Fall, daß die Mortalität unverändert bleibt. In der Schweiz besitzen wir in dieser Hinsicht sehr interessante Unterlagen, so daß wir weit zurückgehen können, bis ins 17. Jahrhundert. Ein gewisser Jean-Antoine Cramer (1760) hat die Sterberegister der Stadt Genf bis zum Jahre 1600 verarbeitet. Die Ergebnisse wurden später überprüft und erscheinen glaubwürdig. Darnach kann mit zunehmender Gewißheit für die Folgezeit angenommen werden, daß

die mittlere Lebensdauer beider Geschlechter zusammen folgenden Verlauf angenommen hat:

1700: $e_x = 32$; 1800: $e_x = 35$; 1900: $e_x = 47$; 1950: $e_x = 68$.

Am größten ist die Zunahme im letzten halben Jahrhundert, nämlich um volle 21 Jahre. Sie zeigt an, daß eine außerordentlich starke Veränderung eingetreten ist, die wohl niemals erwartet worden war. Gegenwärtig dürfte die mittlere Lebenserwartung eines neugeborenen Knaben 70 Jahre erreicht haben, diejenige eines Mädchens vielleicht sogar 75 Jahre.

Wenn man nun so Zahlen nennt, werden die Leute mißtrauisch, und da kommt es auch vor, daß ein Schlaukopf einem zuruft: «Ja, die Säuglingssterblichkeit ist stark gesunken!», und da meinen viele, das sei der einzige Grund. Man kann diesen Einwand gut abwehren, indem man das erste Lebensjahr außer acht läßt und sich auf die mittlere Lebensdauer des Einjährigen stützt. Diese ist dann bei Knaben sogar um 1,5 und bei Mädchen um 1 Jahr größer. Aber das wird erst recht nicht geglaubt, weil es so aussieht, als ob die Lebensdauer ohne das erste Jahr länger wäre als mit. Indessen muß man doch zugeben, daß auch die mittlere Lebenserwartung kein allseitig befriedigendes Maß darstellt. Der Rückgang der Sterblichkeit bei den jüngeren Jahrgängen hat einen größeren Einfluß auf die Lebensdauer als bei den älteren. Der Verfasser hat deshalb auf anderem Wege versucht, einen möglichst allgemeinen und allseitigen Überblick zu gewinnen. Er versuchte es mit der *Halbwertszeit*. Dieses Maß leistet bekanntlich gute Dienste in der Physik der radioaktiven Stoffe. Es ist die Zeit, die ein solcher Stoff benötigt, um auf die Hälfte zu zerfallen. Bezeichnet man mit μ_x die Abnahmeintensität, also in unserem Falle die durchschnittliche Abnahme der Sterblichkeit in der Zeiteinheit, mit T_x die Halbwertszeit und mit $q_x(0)$ die Sterblichkeit eines x -Jährigen zur Zeit 0, mit $q_x(T_x)$ die Sterblichkeit eines x -Jährigen zur Zeit T_x , so gilt die Relation:

$$q_x(T) = \frac{1}{2}q_x(0), \text{ woraus } T_x = \frac{\ln 2}{\mu_x} \text{ folgt.}$$

Zur Ermittlung von μ_x wurden die 4 letzten schweizerischen Sterbetafeln 1921/30, 1931/41, 1941/50 und 1948/53 herangezogen und darauf versucht, T_x als Funktion von x auszudrücken. Es zeigte sich dabei, daß die Sterbensintensität erhebliche Schwankungen aufweist, so daß von einem regelmäßigen Verlauf nicht gesprochen werden kann. Soweit es sich nur darum handelt, über dieses Phänomen einen allgemeinen Überblick zu gewinnen, kann grosso modo doch gesagt werden, daß man sich für die Alter $x \geq 20$ auf die einfache Relation $T_x = x$ stützen darf. Sie besagt, daß in den letzten drei Jahrzehnten die Halbwertszeit ungefähr gleich dem Alter war. Die Sterblichkeit eines 30jährigen beträgt gegenwärtig etwa 2‰, sie würde nach dieser Relation etwa in 30 Jahren auf die Hälfte sinken und dann nur noch 1‰ erreichen. Die Geschwindigkeit der Abnahme ist also sehr groß. Die Halbwertszeit gibt hierfür ein anschauliches Bild.

Diese hochofreuliche Feststellung ist zweifellos Zeuge für einen glänzenden Erfolg hartnäckiger wissenschaftlicher Arbeit, hauptsächlich der Mediziner. Dieser Erfolg hat aber auch seine Kehrseite, auf die ich –

ich bedaure es – hinweisen muß, weil dafür nur wenig Verständnis besteht. Die vielen erkrankten Menschen, die früher gestorben wären, können vielfach von ihren Krankheiten nicht voll ausgeheilt werden. Sie erlangen oft nicht mehr die volle Arbeitsfähigkeit, und das verursacht in den Betrieben nicht unerhebliche Schwierigkeiten. Früher hat man sie pensioniert. Heute weiß man, daß das im allgemeinen nicht die richtige Lösung ist, nicht nur weil eine Pensionierung sehr teuer ist, sondern weil ein Pensionierter meistens unter dem Nichtstun psychisch zu leiden hat. Aufgeschlossene Arbeitgeber sind deshalb sehr bestrebt, Invalide möglichst lange zu beschäftigen. Eine Großzahl muß aber, weil ein Betrieb doch auch sehr darauf angewiesen ist, mit vollwertigem Personal zu arbeiten, pensioniert werden, in erster Linie die alten Leute, etwa die 65- und Mehrjährigen. Die Kosten hiefür sind sehr erheblich. Man kann sie zwar auf die künftige Generation abwälzen, das ist kaum zu vermeiden, aber nicht ganz ehrlich. Jedenfalls ist es sicher Pflicht den kommenden Generationen gegenüber, daß man sich auch mit dieser unangenehmen Seite auseinandersetzt und planmäßig versucht, diese Schwierigkeiten zu überwinden. Dazu gehört eine Abschätzung der künftigen Kostenbelastung, was die Kenntnis der künftigen Mortalität bedingt. Wie wird die Sterblichkeit in Zukunft aussehen? Hierüber gehen die Meinungen nun auseinander. Schon vor Jahrzehnten gab es Fachleute, die der Meinung waren, die Sterblichkeitsverbesserung hätte den Tiefstand überschritten. Amerikanische Versicherungsgesellschaften haben sich an zahlreiche ärztliche Autoritäten gewandt und sie um ihre Meinungsäußerung gebeten. Die Antworten lauteten im allgemeinen zurückhaltend, insoweit aber positiv, als ein gewisses Fortschreiten der Sterblichkeitsverbesserung durchaus bejaht wird. Der Verfasser hat die gleiche Frage ebenfalls mit ihm bekannten Schweizer Ärzten eingehend besprochen. Diese äußerten grundsätzlich die gleiche Ansicht, sie waren jedoch der Auffassung, daß irgendwelche konkrete Angaben nicht möglich seien.

Die Situation, in der sich der Statistiker hier befindet, gleicht sehr derjenigen eines Spielers. Ein Kartenspieler weiß nicht, was für Karten im nächsten Moment von seinen Mitspielern ausgespielt werden. Analog weiß auch der Mathematiker nicht, wie sich die Zukunft verhalten wird. Man kann sagen, daß es sich da um ein Zweipersonenspiel handelt zwischen dem Statistiker und der Natur. Nun sind in neuerer Zeit in der mathematischen Erfassung der Spiele erhebliche Einsichten erzielt worden. Man hat vor allem zeigen können, daß man einem Spielpartner gegenüber nicht ganz wehrlos dasteht, daß die Möglichkeit besteht, bestmögliche Strategien ausfindig zu machen. Versucht man, auf diesem Wege zu einer Lösung zu kommen, so findet man unter gewissen, möglichst weit gefaßten Voraussetzungen, daß es strategisch am vernünftigsten ist, anzunehmen, die Halbwertszeit werde in Zukunft um etwa 3 bis 4 Jahre länger ausfallen. Es handelt sich da aber keineswegs um eine Aussage über die künftige Mortalität, sondern lediglich um eine Anweisung für ein bestmögliches Verhalten. Was die Zukunft uns bringen wird, wissen wir nicht, möge sie gnädig sein!

2. H. WIESLER (Zürich). — *Die Entwicklung der Krebssterblichkeit in der Schweiz unter besonderer Berücksichtigung des Bronchien- und Lungenkarzinoms.*

Wohl keine Todesursache rief in neuerer Zeit so viele Nichtmediziner, vorab Statistiker, auf den Plan wie gerade der Krebs. Die Gründe dafür mögen einmal in der großen Häufigkeit dieses Übels als Todesursache liegen, die jeden einzelnen Menschen beunruhigen muß, sodann in dem Un-erforschten, Rätselhaften, das den menschlichen Forschergeist geradezu herausfordert. Im Kampfe gegen diese Krankheit hat bisher die Statistik wesentliche Zusammenhänge aufzudecken vermocht, und ihre Mitarbeit wird auch weiterhin von den Onkologen als wichtig erachtet.

Ich werde Ihnen allerdings kaum etwas sagen können, das Sie nicht schon mehr oder weniger wissen. Was ich zeigen möchte, sind lediglich die neuesten, meist noch unveröffentlichten, schweizerischen statistischen Ergebnisse und die Entwicklung des Krebses in unserem Lande seit Beginn der statistischen Erhebungen. Da ich nicht Mediziner bin, befassen sich meine Ausführungen vorwiegend mit der statistischen Seite des Problems.

Ich werde meine Ausführungen in zwei Teile gliedern: Vorerst soll vom Krebs allgemein die Rede sein, sodann insbesondere vom Lungenkrebs.

I. Teil: Die Entwicklung der Krebssterblichkeit in der Schweiz

Die Abbildung 1 zeigt die Bedeutung, die dem Krebs am Gesamtsterben heute zukommt. — Unter dem Ausdruck Krebs sind im folgenden immer die bösartigen Neubildungen zu verstehen. — Es handelt sich hier um die in den Jahren 1951 bis 1955 im Kanton Zürich Verstorbenen, aufgeteilt nach ihrem Sterbealter und den wichtigsten Todesursachen; links männliches, rechts weibliches Geschlecht. Wie ersichtlich, kommt der Kindersterblichkeit eine relativ große Bedeutung zu: Es sterben nämlich in der Altersgruppe 0–4 mehr Personen als in den folgenden dreißig Jahren zusammen. In den Altern 5–34 nehmen die gewaltsamen Todesfälle (Unfall und Selbstmord) einen großen Platz ein, wobei ein deutliches Überwiegen beim männlichen Geschlecht ersichtlich ist. In den folgenden Jahren tritt der Krebs immer mehr in den Vordergrund, und zwar beim weiblichen Geschlecht etwas früher als beim männlichen. Schuld daran sind, wie wir noch sehen werden, die Karzinome der Brustdrüsen, der Gebärmutter und des Gebärmutterhalses. Dagegen sterben in späteren Altern mehr Männer als Frauen an bösartigen Neubildungen, was namentlich auf die zahlreicheren Todesfälle an Krebs der Lunge, Bronchien und Luftröhre, der Mundhöhle, des Rachens und der Speiseröhre zurückzuführen ist. In den letzten Lebensjahrzehnten überwiegen die Krankheiten des Kreislauf- und Nervensystems, stirbt doch heute daran jede zweite Person. Insgesamt steht der Krebs nach den Krankheiten des Kreislaufsystems an zweiter Stelle und fordert sowohl beim männlichen als auch beim weiblichen Geschlecht ein Viertel aller Todesopfer. (Siehe Prozentverteilung links und rechts unten.)

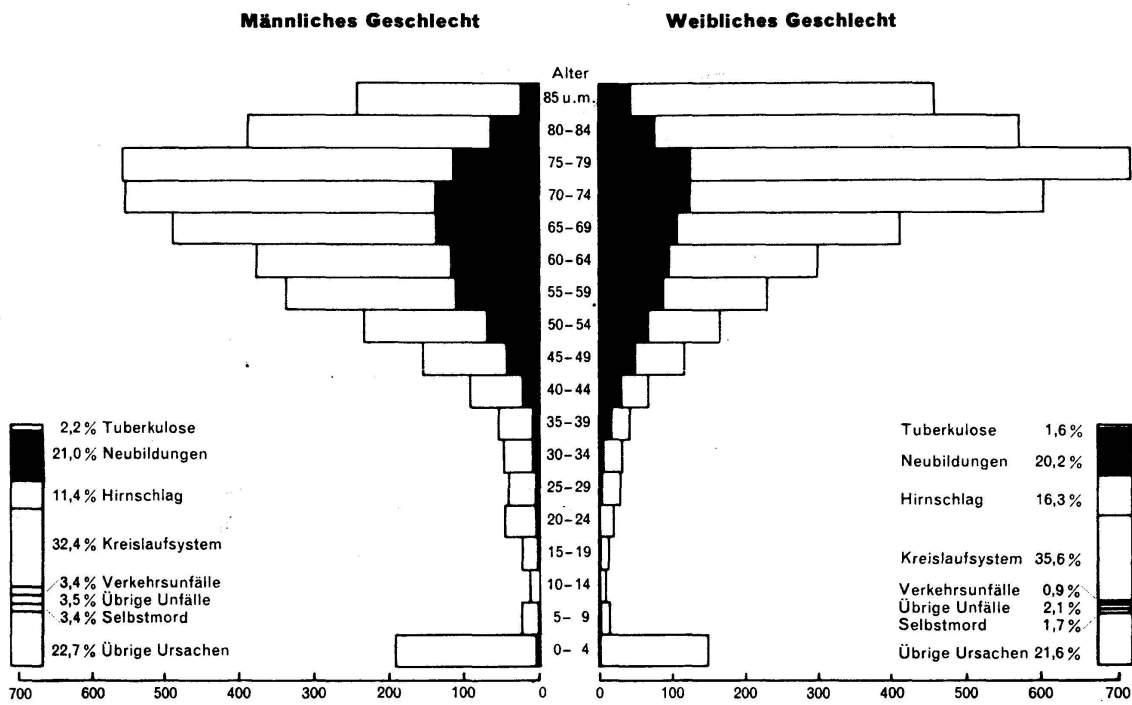


Abb. 1 Gestorbene nach Todesursachen, Kanton Zürich 1951/55, «Todesurne»

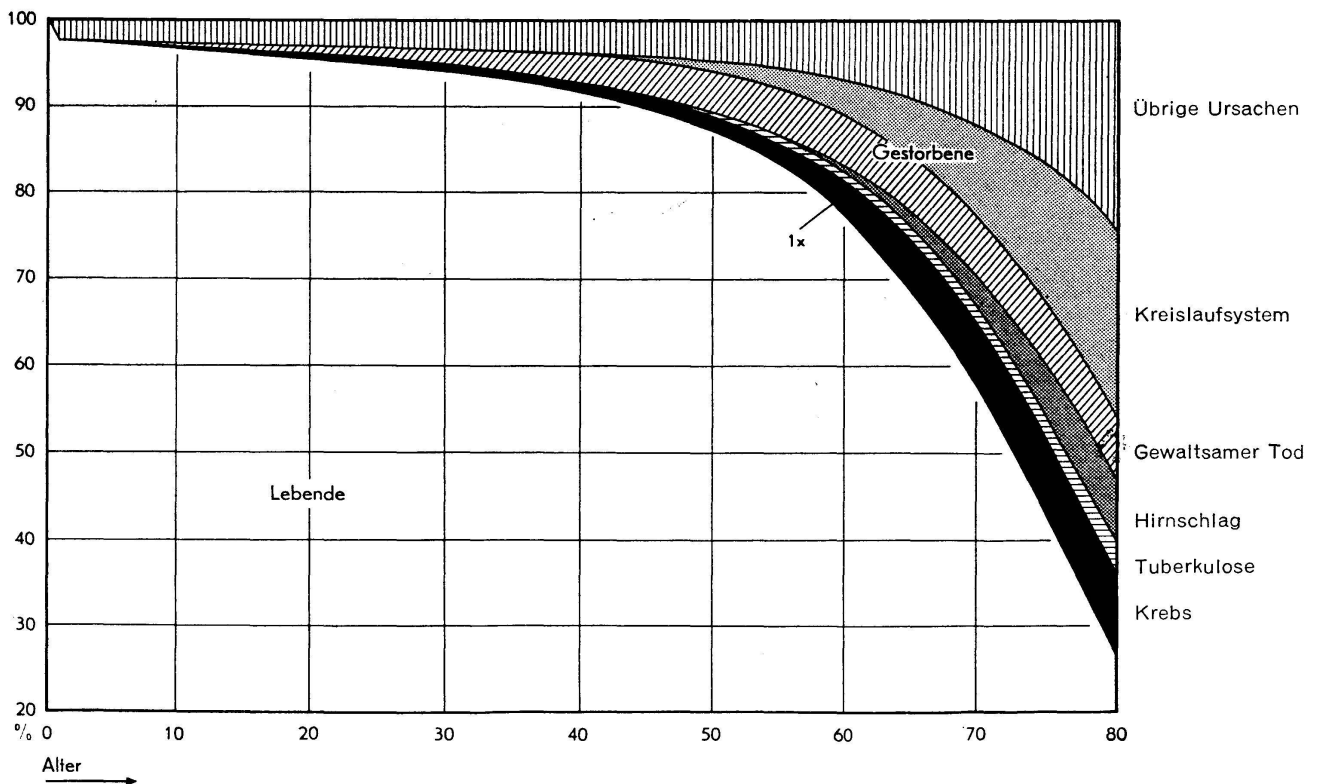


Abb. 2 Absterbeordnung, Schweiz, Männer, 1957/58

Ist dieses Bild auch sehr anschaulich und namentlich für den Arzt recht aufschlußreich, so sagt doch die Abbildung 2 dem Demographen mehr. Es handelt sich hier um die neuesten noch unveröffentlichten Zahlen der Gestorbenen in den Jahren 1957 und 1958. (Diese Zahlen wurden mir freundlicherweise vom Eidgenössischen Statistischen Amte zur Verfügung gestellt.) Ich habe daraus vorerst die Absterbeordnung¹ ermittelt. Es ist dies die Kurve der Werte l_x , die zeigt, wie sich eine Generation von Gleichaltrigen im Verlaufe der Jahre durch Tod lichtet, unter der Annahme, daß die heutigen Sterbeverhältnisse gleichbleiben. Es werden also heute in der Schweiz 70% der Männer 65 Jahre alt, noch gut ein Viertel erlebt den 80. Geburtstag. Das wahrscheinliche Alter liegt bei 73 Jahren, d. h. in diesem Alter ist die Hälfte der Ausgangsgeneration weggestorben.

Diese Kurve der Werte l_x – der Absterbeordnung – bildet bekanntlich die Grundlage aller Lebensversicherung. Für den Arzt anschaulicher aber ist der Teil, der oberhalb dieser Kurve liegt, nämlich die Zahlen der Toten (d_x). Ich habe diese Bestände aufgeteilt nach fünf wichtigen Todesursachen. Könnte der Krebs ausgeremert werden, so müßte also der dunkle Streifen noch zur Fläche der Lebenden hinzugezählt werden. Dies hätte zur Folge, daß beispielsweise im Alter 65 – dem Beginnalter der eidge-

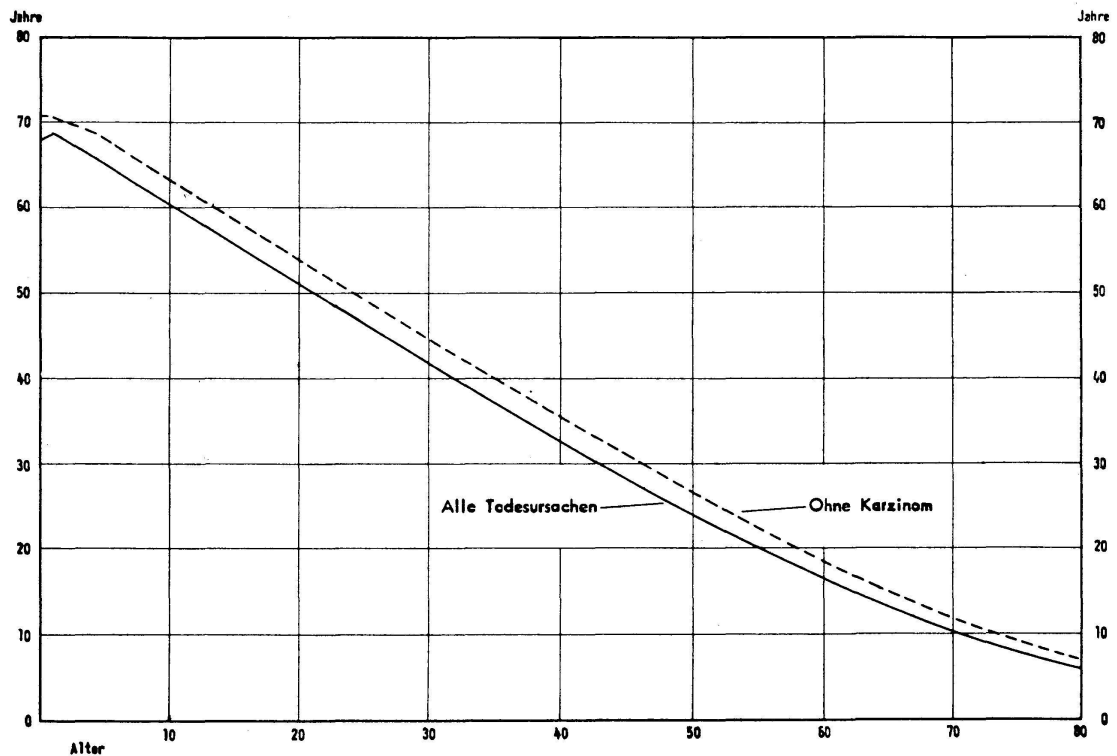


Abb. 3 Mittlere Lebenserwartung(l_x^0) Schweiz, Männer 1957/58

¹ Berechnet nach einer Methode des Verfassers, die erstmals in der «Schweizerischen Zeitschrift für Volkswirtschaft und Statistik», 87. Jahrgang, Heft 4 (1951), veröffentlicht wurde unter dem Titel: «Einfache Methode für die Erstellung einer abgekürzten Sterbetafel.» Im Jahrgang 88, S. 241, derselben Zeitschrift findet sich unter dem Titel «Methodisches zur Sterblichkeitsmessung» eine Erweiterung des Verfahrens auf partielle Ausscheidursachen.

nössischen Altersrenten – volle zehn Prozent mehr Personen leben würden als nach den heutigen Sterbeverhältnissen.

Aus Abbildung 3 erhellt der Einfluß der Krebssterblichkeit auf das populäre Maß der mittleren Lebenserwartung (oder durchschnittlichen Lebensdauer). Nach den heutigen Sterbeverhältnissen in der Schweiz ist die durchschnittliche Lebensdauer eines neugeborenen Knaben 68 Jahre. Diese Lebensdauer würde aber nicht nur für die Kinder, sondern auch für die Personen in den hauptsächlichsten erwerbsfähigen Altern um fast drei Jahre verlängert, könnte der Krebs ausgerottet werden. Zum Vergleich möchte ich erwähnen, daß uns das völlige Eliminieren der Tuberkulose nur noch einen Lebensgewinn von rund 9 Monaten bringen würde.

Wir wenden uns nun der Entwicklung der Krebssterblichkeit zu. Einigermmaßen zuverlässige Zahlen sind in der Schweiz erst seit der Jahrhundertwende erhältlich, d. h. seit Einführung der anonymen Sterbekarte im Jahre 1901. Aber bei der Interpretation dieser Zahlen stehen wir einer Reihe von Imponderabilien gegenüber. Sie wissen, daß wir heute mehr als doppelt so viele Krebstodesfälle jährlich statistisch registrieren wie vor 60 Jahren. Diese Zunahme ist aber nur eine scheinbare. Sie ist bedingt einmal durch die Bevölkerungsvermehrung, namentlich der älteren Personen – schließlich zählen wir heute über doppelt so viele 60- und Mehrjährige in der Schweiz als um das Jahr 1900 –, sodann durch eine häufigere Diagnostizierung von Krebs auf den Totenscheinen. Die Wandlungen in der Altersstruktur der Bevölkerung können wir ausschalten durch Standardisierung oder indem wir altersspezifische Relativzahlen bilden. Wie groß ist aber die Verbesserung der Diagnosegenauigkeit anzusetzen? Auf Grund von verschiedenen Hypothesen wurden sogenannte Bereinigungen von Sterbeziffern vorgenommen, die aber meines Erachtens oft wenig überzeugend sind. So gehen z. B. solche Berechnungen von der Annahme aus, daß das Verhältnis zwischen der Todesursachengruppe Herzkrankheiten, Arteriosklerose und Karzinom einerseits und der Gruppe der sogenannten «Verlegenheitsdiagnosen» Altersschwäche, Hirnschlag und unbekannten oder nicht ärztlich bescheinigten Todesursachen anderseits früher nicht anders war als heute. Das heißt aber, daß die Verteilung der Todesfälle auf die Hauptursachen im wesentlichen in den fortgeschrittenen Altern die gleiche sei wie heute. Diese Annahme scheint mir aber gewissermaßen eine «petitio principii» zu enthalten. Angesichts der vielen, in letzter Zeit entdeckten und sich mehrenden kanzerogenen Faktoren ist auf alle Fälle eine Annahme nicht ohne weiteres plausibel, daß der Krebs früher unter den Alterskrankheiten in gleicher Proportion vertreten war wie heute. Noch problematischer werden solche «Bereinigungen», wenn man daran geht, eine Aufteilung auf die verschiedenen Lokalisationen vorzunehmen.

Da man sich bei einem zeitlichen Vergleich der Krebshäufigkeiten auf einem so schwankenden statistischen Boden befindet, scheint es mir kaum vertretbar, mittels mathematisch-statistischer Methoden Trends zu berechnen und diese auf Signifikanz zu prüfen. Je nach den Annahmen, die man für solche erwähnte «Bereinigungen» der Sterbeziffern trifft, fallen

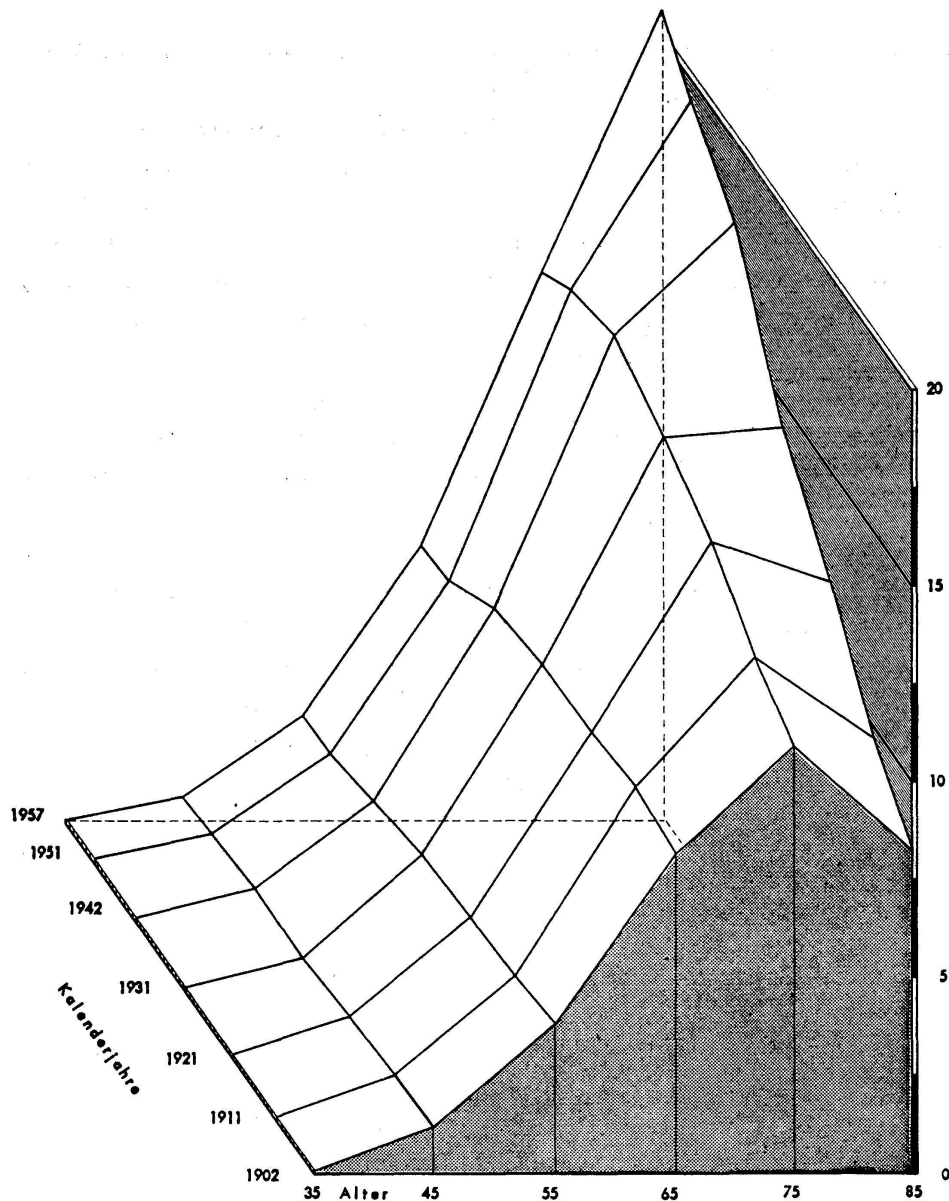


Abb. 4 An Karzinom gestorbene Männer in der Schweiz auf 1000 Lebende

die Ergebnisse verschieden aus. Ich habe deshalb auf jede «Bereinigung» verzichtet. Das Bild 4 zeigt die gewöhnlichen, altersspezifischen relativen Krebssterbeziffern (Krebssterbefläche). Die erste Kurve stellt die relative Krebssterblichkeit – oder Wahrscheinlichkeit, an Krebs zu sterben – um die Jahrhundertwende dar, die letzte Kurve die entsprechenden Zahlen für die Jahre 1955–1958. Aus dem erwähnten Grunde der unsicheren Diagnosestellung in früheren Jahren dürfen zweifellos die vorderen Kurven etwas gehoben werden, doch sieht man auch ohnedies aus dieser flächenmäßigen Darstellung, daß die Karzinomsterblichkeit in sozusagen allen Altern sinkende Tendenz aufweist. Dem Ansteigen in den Altern über 70 darf keine große Bedeutung beigemessen werden, denn hier macht sich der störende Einfluß der Altersumschichtung der Bevölkerung stark bemerkbar. Leider standen mir die Zahlen nur für die grobe Altersein-

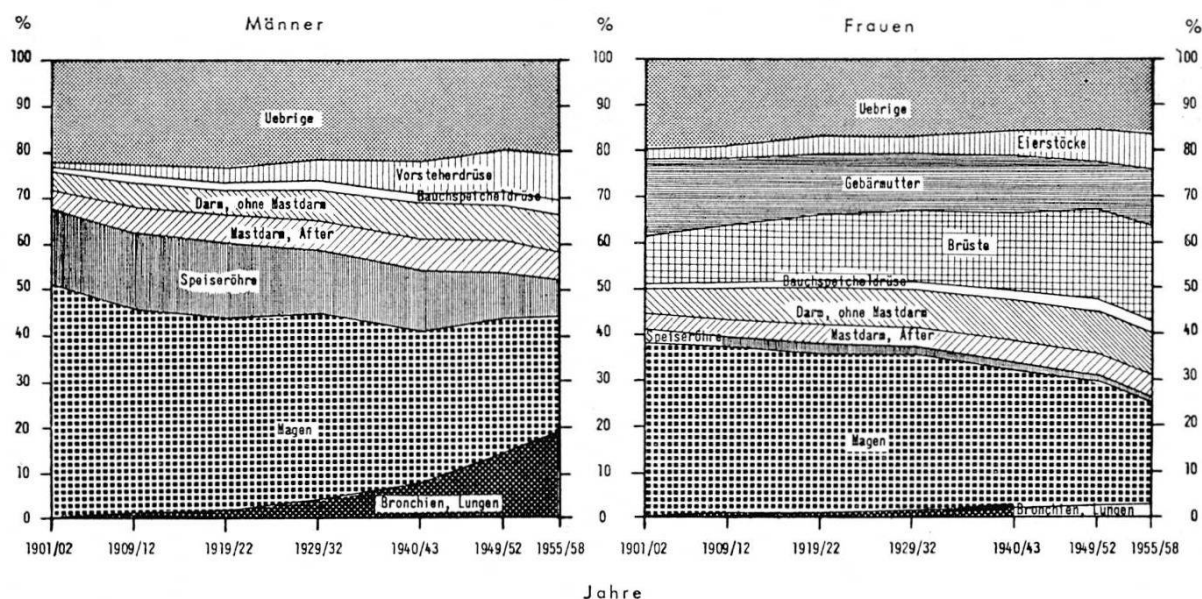


Abb. 5 Sterbefälle an Karzinom nach Lokalisationen seit 1901, Prozentverteilung

teilung 70–79 und 80 und mehr Jahre zur Verfügung, was aber für eine Ausschaltung des Strukturwandels nicht genügt.

Wir wenden uns nun den einzelnen Krebsformen zu. Die Graphik 5 zeigt, wie sich die Krebstodesfälle auf die hauptsächlichsten Lokalisationen verteilen und welche Wandlung dabei seit der Jahrhundertwende eintrat. Der Magenkrebs, der zu Beginn des Jahrhunderts bei den Männern die Hälfte, bei den Frauen zwei Fünftel ausmachte; steht auch heute noch an erster Stelle bei beiden Geschlechtern: Es entfallen auf ihn bei den Männern ein Viertel, bei den Frauen etwas über ein Fünftel. Nicht minder häufig ist bei den Frauen der Brustkrebs geworden, und beim männlichen Geschlecht wird es nicht mehr lange dauern, bis das Bronchien- und Lungenkarzinom an die erste Stelle aufgerückt ist, eine Todesursache, die zu Beginn des Jahrhunderts äußerst selten auf den Leichenscheinen vorkam. Zunehmende Bedeutung kommt auch dem Karzinom der Vorsteherdrüse sowie der Eierstöcke zu.

Um aber über den reellen Verlauf der Krebsformen ein Bild zu erhalten, müssen wir Darstellung 6 ansehen. Es handelt sich um standardisierte Krebssterbeziffern, d.h. der störende Einfluß, der durch die Wandlung in der Alterszusammensetzung der schweizerischen Bevölkerung eintrat, ist ausgeschaltet. Zu beachten ist, daß es sich um eine Darstellung im logarithmischen Maßstab handelt, d.h. die kleineren Werte sind gegenüber den größeren stark erhöht. Aus dem erwähnten Grund der unsicheren Diagnosestellung zu Beginn des Jahrhunderts dürfen die Kurven links zweifellos etwas gehoben werden. Dadurch werden die Abnahmen noch ausgeprägter, die Zunahmen etwas weniger gravierend. Wie das Bild zeigt, nimmt der Krebs insgesamt bei beiden Geschlechtern ab; stark gefallen sind auch die Karzinome des Magens, der Speiseröhre und der Gebärmutter. Die Gründe mögen wohl vor allem im frühzeitigeren Erkennen dieser Krankheiten zu suchen sein und in der erfolgreicherem Be-

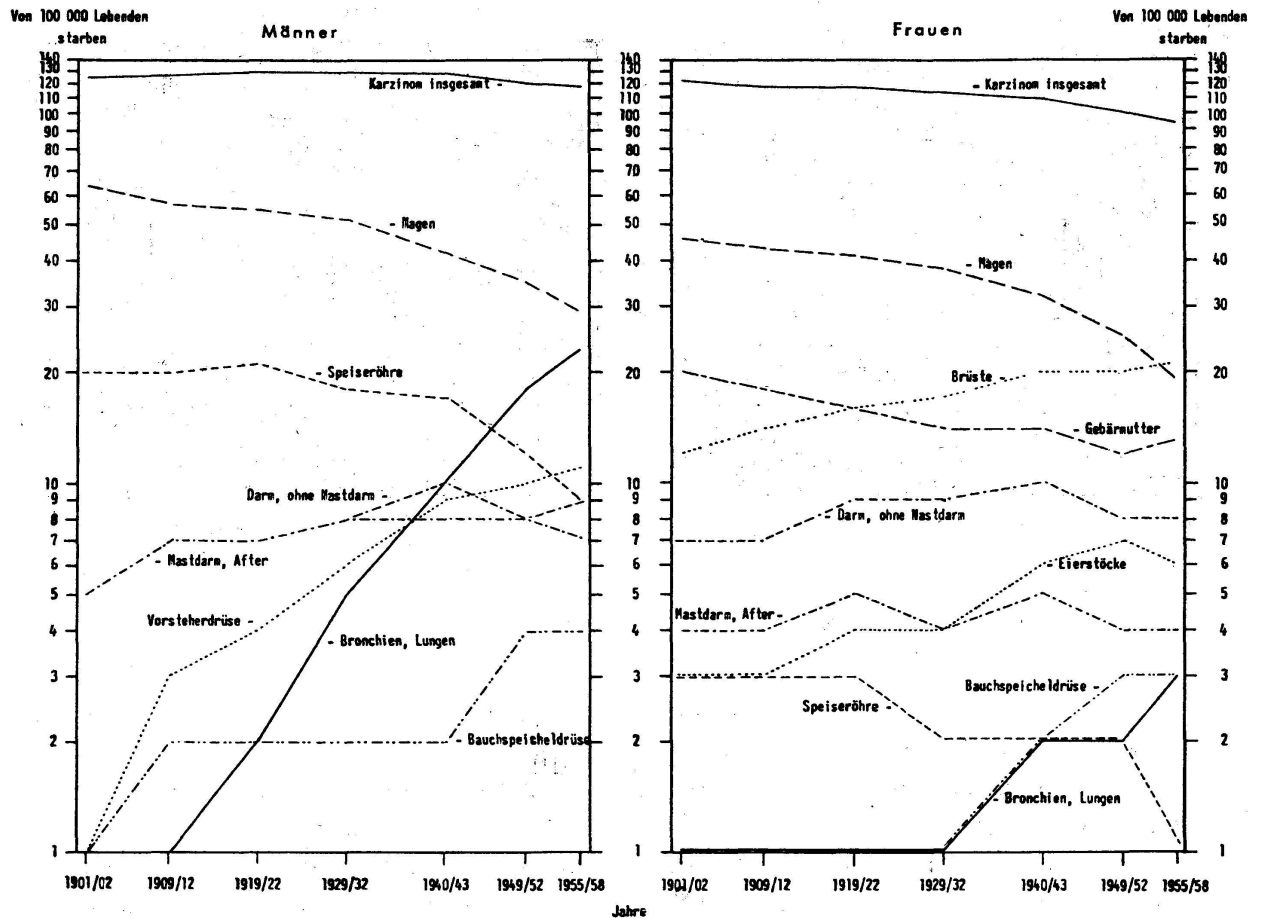


Abb. 6 Verlauf der Karzinomsterblichkeit in der Schweiz von 1901/02 bis 1955/58
Standardisierte Sterbeziffern

handlung. Daneben aber mag auch die Tatsache mitspielen, daß früher mehr Fälle mit Metastasen unbekannten Ursprungs unter Magenkarzinom eingereiht wurden. Die Darmkarzinome blieben ungefähr konstant. Das auffallendste aber ist das Ansteigen der Karzinome der Prostata, der Brüste und vor allem der Bronchien und Lunge. Beachten Sie bitte – um es nochmals zu sagen –, daß heute beim weiblichen Geschlecht der Brustkrebs ebenso häufig ist wie der früher immer bei weitem dominierende Magenkrebs und daß bei den Männern die steigende Kurve des Lungenkrebses die fallende des Magenkarzinoms bald kreuzen wird.

Die Abbildung 7 zeigt den heutigen Stand dieser Karzinomformen noch genauer in ihrer Abhängigkeit vom Alter und Geschlecht. Es handelt sich bei diesem Bilde um die relative Häufigkeit (Wahrscheinlichkeit), an einer der angegebenen Krebsformen zu sterben. Wie ersichtlich, spielt beim männlichen Geschlecht das Karzinom bis etwa zum Alter 40 kaum eine Rolle. Doch nimmt hier schon das Bronchien- und Lungenkarzinom den ersten Platz ein und behält ihn inne bis etwa zum Alter 63; von hier an wird es dann allerdings vom Magenkrebs und später auch vom Prostatakrebs bei weitem übertroffen.

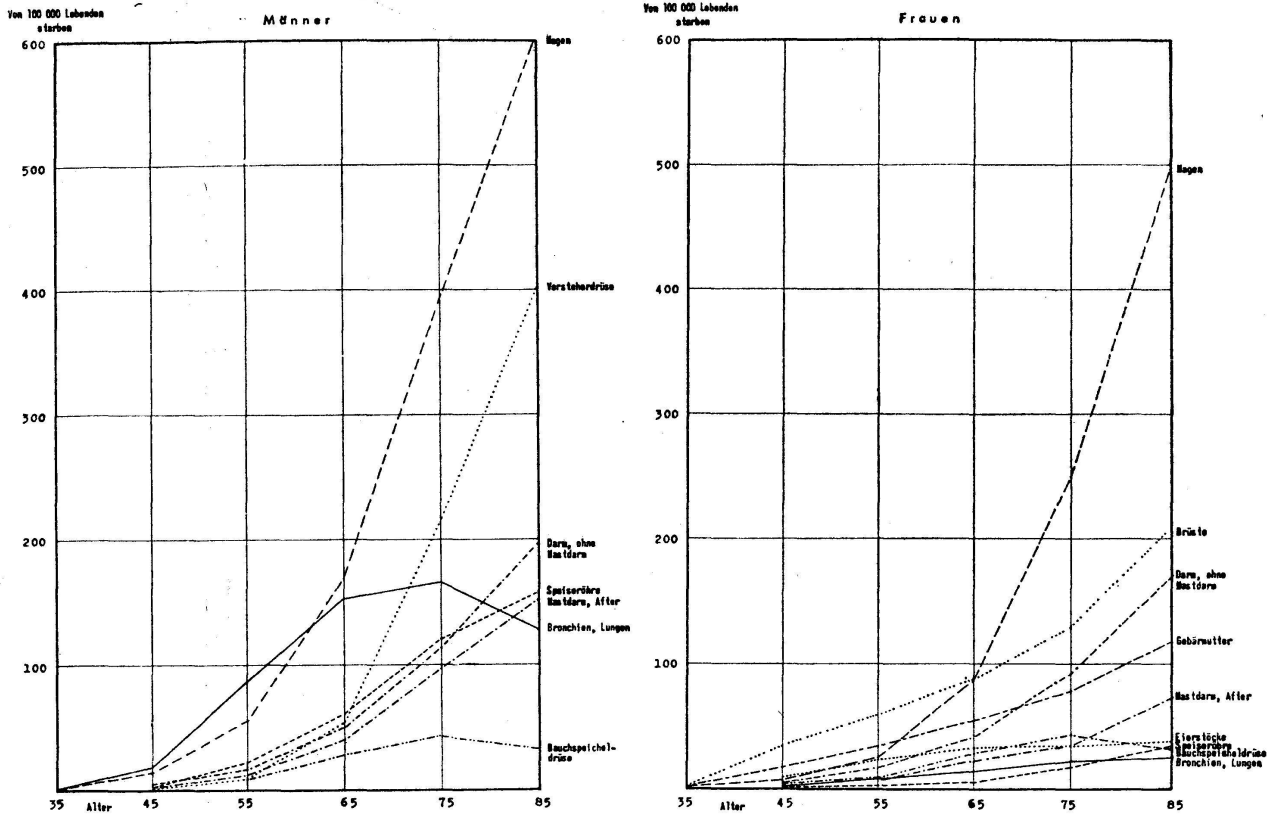


Abb. 7 Wahrscheinlichkeit, an Karzinom zu sterben, Schweiz, 1955/58

Beim weiblichen Geschlecht treten die Krebsformen schon früher auf als beim männlichen. Hier nimmt das Karzinom der Brüste ungefähr die gleiche Stellung ein wie bei den Männern der Bronchien- und Lungenkrebs. Dieser selbst ist – bis heute wenigstens – bei den Frauen kaum von Bedeutung.

II. Teil: Das Bronchien- und Lungenkarzinom

Das Lungen- und Bronchienkarzinom ist heute auch in der Schweiz zur häufigsten Lungenkrankheit überhaupt aufgerückt. An Lungentuberkulose sterben in der Tat nur noch etwa 70 % soviel Personen wie an Lungen- und Bronchialkrebs. Aus Abbildung 8 ist die Entwicklung dieser Todesursache in verschiedenen Altersstufen zu sehen. Auch hier wäre wieder zu sagen, daß der Anstieg in Wirklichkeit nicht so steil sein dürfte, wie er hier aussieht, da heute zweifellos relativ mehr Karzinome der Atmungsorgane diagnostiziert werden als früher. Wie groß aber die anzubringenden «Bereinigungen» wären, ist wiederum eine Ermessensfrage. So hat Gilliam¹ versucht, zu einer quantitativen Abschätzung der falschen Einreihungen in den USA zu gelangen, indem er eine Anzahl Fälle zu den Karzinomen der Atmungsorgane zählte, die unter Lungentuberkulose, chronische Bronchitis, Pleuritis, Lungenabszeß u.a. registriert

¹ «Cancer», Vol. 8, Nr. 6, S. 1130 (1955).

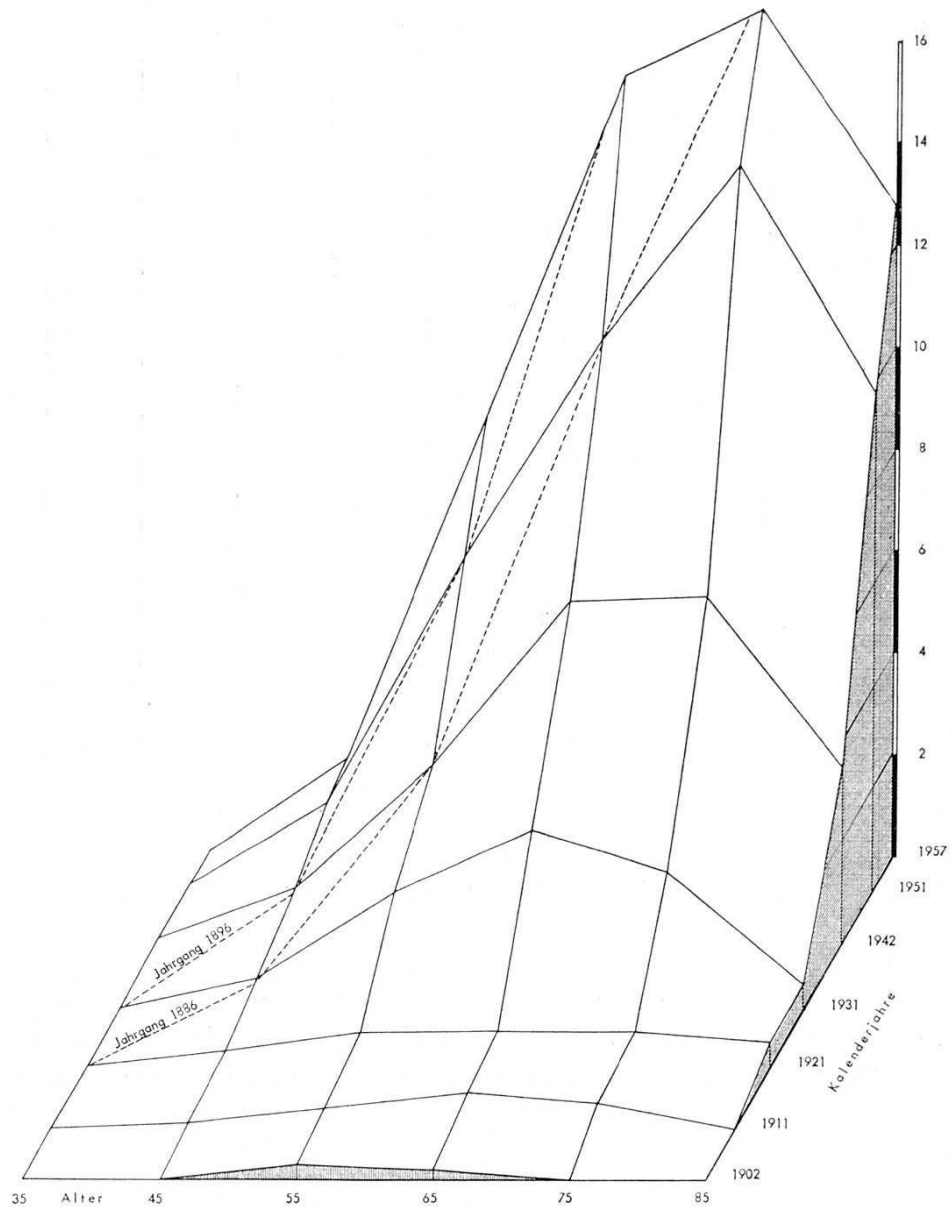


Abb. 8 An Karzinom der Bronchien und Lungen gestorbene Männer
in der Schweiz auf 10 000 Lebende

waren. Dieses Verfahren wurde auch in England¹ und Österreich² angewendet. Nach allen solchen «Abstrichen» aber ergab sich trotzdem ein reeller Anstieg der Karzinomhäufigkeiten.

Diese beängstigende Zunahme könnte kaum deutlicher vor Augen geführt werden als durch diese flächenmäßige Darstellung. Als Beispiele sind die effektive Sterblichkeit der Jahrgänge 1886 und 1896 eingezeichnet.

¹ «The Registrar General's Statistical Review of England and Wales for the Year 1955», Part III, London 1957.

² «Die Sterblichkeit an Krebs der Atmungsorgane in Österreich.» Österreichisches Statistisches Zentralamt, Wien 1958.

net (punktierte Linien). Wie ersichtlich, hatten diese Leute in ihrem 45. Altersjahr noch eine kaum nennenswerte Wahrscheinlichkeit, an Karzinom der Lungen und Bronchien zu sterben. Diese nahm aber äußerst rasch zu und hat das Maximum noch nicht erreicht. Bedeutend schlechter sind die Verhältnisse für den Jahrgang 1896 als für die um fünf Jahre ältere Generation.

Wie lange dieser Anstieg noch anhalten wird, ist eine bange Frage. Zweifellos werden die Lungenkarzinomfälle in den nächsten Jahren noch zunehmen, denn vor 30 bis 40 Jahren war das Rauchen, namentlich das Zigarettenrauchen, noch nicht so verbreitet wie heute. Insbesondere werden dann auch die Frauen einen namhaften Tribut bezahlen müssen. Es ist aber meines Erachtens wenig sinnvoll, einfach den nun festgestellten Trend auf etwa zwanzig Jahre zu extrapolieren, wie man dies des öfters in der Literatur findet. Denn wenn die Hauptursache das Rauchen ist, so sind die Hekatomben, die heute der Lungenkrebs fordert, meist solche Leute, die sich der erwähnten Sucht vor 30 bis 40 Jahren ergaben. Es wird aber bald einmal, wenn ich so sagen darf, der «Sättigungsgrad» des Rauchens in der Schweiz erreicht sein, oder, um einen Ausdruck aus der Bevölkerungstheorie zu gebrauchen, der «Beharrungszustand» zwischen Rauchern und Nichtrauchern. Alsdann würde immer der gleiche Anteil Personen dieser Krankheit zum Opfer fallen, stets natürlich unter der Voraussetzung, daß die Gefährdung durch das Rauchen gleich bliebe und keine weiteren Noxen dazukämen.

Damit aber bin ich in die fast uferlose Diskussion um die Ursachen des Krebses der Atmungsorgane geraten. Ich möchte dazu nur zwei Beiträge liefern. Das Bild 9 zeigt die Wahrscheinlichkeit, an Karzinom der Bronchien und Lungen zu sterben, unterteilt für Raucher und Nichtraucher. Die Berechnungen beruhen auf den vom Eidgenössischen Statistischen Amt registrierten Sterbefällen der Jahre 1951–1954 und auf der Annahme, daß die Hälfte der lebenden Männer Raucher sind¹. Wie ersichtlich, sind die Zahlen für Raucher in allen Altern um ein Vielfaches höher als für Nichtraucher, in der Altersgruppe 50 bis 60 gar um mehr als das Zwanzigfache. Diese Unterschiede bleiben auch dann noch beträchtlich, wenn angenommen wird, daß zwei Drittel der männlichen Bevölkerung der Schweiz im Alter von 25 und mehr Jahren rauchen². Aber auch ohne solche Relativzahlen auf Grund von verschiedenen Hypothesen zu ermitteln, sind schon die absoluten Zahlen sehr aufschlußreich, befinden

¹ «Bevölkerungsbewegung in der Schweiz», 1949–1956/57, Text, S. 116. Eidgenössisches Statistisches Amt, Bern 1959.

² Vgl. O. Gsell: «Rauchergewohnheiten in einer Landgemeinde der Schweiz» («Schweizerische Medizinische Wochenschrift», 1958, S. 349–353): «In den einzelnen Altersstufen der Landbevölkerung kann man zwischen 35 und 65 Jahren mit rund 60 % Gewohnheitsrauchern rechnen.» – Nach W. Ossadnik: «Tabakkonsum und Erkrankungen der Atmungsorgane» («Statistische Vierteljahresschrift», 1955, S. 163–188), sollen in der Wiener Wohnbevölkerung 82,7 % der Männer und 25,9 % der Frauen rauchen. – Nach John R. Heller («U.S. News and World Report», 26. VII. 1957) sollen in den USA annähernd 43 % der Männer und 33 % der Frauen rauchen.

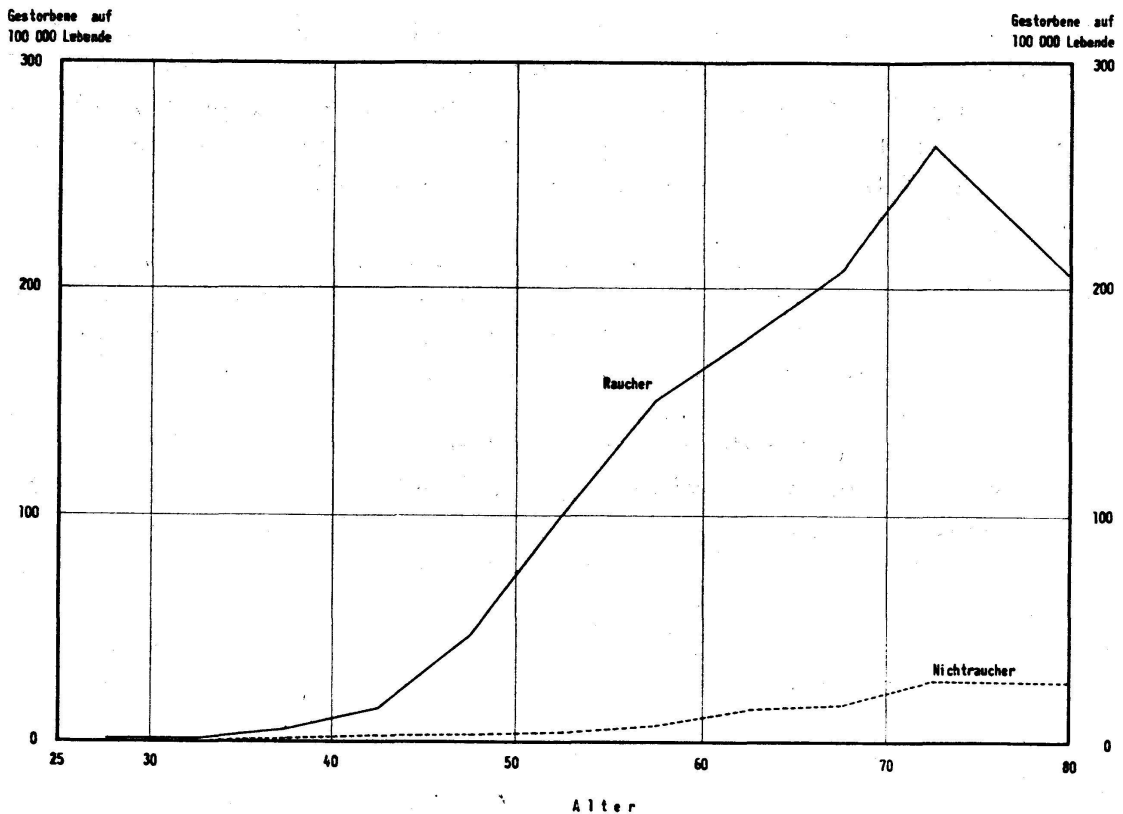


Abb. 9 Wahrscheinlichkeit, an Karzinom der Bronchien und Lungen zu sterben
Schweiz, Männer 1951–1954

sich doch unter den in den letzten Jahren an Lungen- und Bronchienkrebs gestorbenen Männern nur 6% Nichtraucher.

Die Zahlen für die Frauen, für die entsprechende Periode, sind nicht groß genug, um solch eindeutige Schlüsse zu ziehen. Doch spricht eben gerade die kleine Zahl von nur 406 weiblichen Todesfällen an Bronchien- und Lungenkarzinom gegenüber 2673 männlichen während derselben Beobachtungszeit für die Gefährdung durch Nikotinabusus, finden sich doch unter den Frauen bedeutend weniger Raucherinnen als unter den Männern. Die Tatsache indessen, daß unter den erwähnten 406 gestorbenen Frauen lediglich 15 Raucherinnen waren, läßt ahnen, daß es nebst dem Nikotin und seinen Rückständen noch andere bedeutende kanzerogene Faktoren geben muß.

Dies möchte ich mit dem nächsten Bild belegen. Es handelt sich bei diesen Zahlen um die in den Jahren 1951 bis 1957 im Kanton Zürich verstorbenen Männer, die entweder in der Stadt Zürich oder in der Landschaft Wohnsitz hatten. Die Ergebnisse sind direkt vergleichbar, denn Stadt und Land haben nicht nur fast dieselbe Bevölkerungszahl, sondern auch ihre Altersstrukturen – namentlich für die hier hauptsächlich in Betracht fallenden Alter – sind sozusagen gleich. Ich habe die Zahlen in einer Vierfeldertafel angeordnet und verwende den χ^2 -Test zur Prüfung, ob wirklich gesicherte Unterschiede zwischen Stadt und Landschaft vorliegen.

Kanton Zürich, Männer; Summe der Jahre 1951–1957

	Gestorbene an		Gestorbene insgesamt
	Lungenkarzinom	andern Krankheiten	
Stadt Zürich	590	12 329	12 919
Landschaft	468	14 348	14 816
Zusammen	1 058	26 677	27 735

Berechnet man mittels dieser Zahlen den Wert χ^2 , so ergibt sich $\chi^2 = 37$. Es besteht aber nur die Wahrscheinlichkeit 1 zu 1000, daß ein χ^2 von der Größe 11 bei solchen Stichproben erreicht oder überschritten wird. Der gefundene Wert $\chi^2 = 37$ liegt weit außerhalb dieser Schranke, und somit muß der gefährdende Einfluß der Stadt für die Bildung eines Lungenkarzinoms als erwiesen angesehen werden. Selbstverständlich wird damit noch keine konkrete Aussage über die Ursache dieser erhöhten Gefährdung gemacht. Trifft man aber die Hypothese, daß die Raucher- gewohnheiten in Stadt und Land ähnlich seien und daß die Diagnose- genauigkeit in der Stadt nicht wesentlich besser sei als auf dem Lande¹, so wird man die Verursachung vorwiegend in der mit Abgasen geschwäng- erten Stadtluft zu suchen haben. Ich erinnere, daß in neuerer Zeit wie- derholt durch direkte chemische Analysen karzinogene Stoffe in den Ab- gasen nachgewiesen wurden.

Damit bin ich am Schlusse meiner Ausführungen angelangt. Wie ich einleitend bemerkte, wollte ich mich mit diesem Beitrag keineswegs in die vielen, leider oft polemisch geführten Diskussionen, insbesondere um das Lungenkarzinom, einschalten, sondern Sie lediglich mit den neuesten schweizerischen statistischen Ergebnissen bekanntmachen.

3. ERNST TANNER (Zürich). – *Arzt und Statistik*.

Vor wenigen Tagen erklärte mir ein sehr bekannter Arzt: «Wenn ich in einer medizinischen Abhandlung eine Tabelle oder gar eine Statistik sehe, dann ergreift mich ein Horror, und ich lege die Arbeit beiseite.»

Wie es diesem Arzte geht, so geht es noch vielen andern, und ich darf Ihnen sagen, mir ist es selber auch so ergangen.

Ich möchte nun abzuklären versuchen, weshalb der Arzt im allge- meinen der Statistik gegenüber so negativ eingestellt ist. Ich möchte dann später zeigen, was medizinische Statistik ist und wie sie für den modernen Mediziner unentbehrlich geworden ist.

¹ Der Kanton Zürich bietet für einen derartigen Vergleich besonders günstige Verhältnisse, denn erstens gibt es in der Schweiz kaum ein so einheitliches Gebiet, in dem eine städtische und ländliche Bevölkerung in genügend großer Zahl für eine solche Untersuchung vertreten ist, zweitens genoß hier der Großteil der Ärzteschaft ihre Ausbildung auf der gleichen Lehranstalt, was für eine weitgehende Vereinheit- lichung in den Auffassungen bei Diagnosestellung und Bescheinigung der Todesur- sachen bürgt.

Weshalb steht der Arzt der Statistik skeptisch, ja ablehnend gegenüber?

Sicher liegt dieser Haltung des Arztes – ich sage dies nicht aus kollektionaler Rücksichtnahme – nicht eine oberflächliche Ablehnung des Unbekannten, Neuen oder Denkfaulheit zugrunde. Die Ursache liegt wohl tiefer.

Der Arzt wendet sich in erster Linie an den einzelnen Menschen, sein Denken ist auf das Einzelindividuum ausgerichtet. Er versucht, subjektiv den einzelnen zu erfassen und diesem einzelnen auf seine bestimmte, auf ihn zugeschnittene Art zu helfen. Keiner ist wie der andere, jeder Patient stellt auch bei gleicher Diagnose ein neues subjektiv-ärztliches Problem, eine individuelle Frage dar. Mit Maß und Zahl läßt sich die Vielfalt der Menschen nicht charakterisieren. Erst das individuelle Vorgehen führt zum erfolgreichen therapeutischen Handeln. Das Einzelindividuum soll im Mittelpunkt stehen und bleiben.

Weil nun der Einzelmensch im Alltag des Arztes regelmäßig im Brennpunkt stehen muß, ist es wohl verständlich, wenn das individuelle, auf den einzelnen gerichtete Denken beim Arzte ganz besondere Blüten treibt. Daß diese Denkungsart schließlich auch seine Weltanschauung prägen hilft und er alles ablehnt, was nach Durchschnitt und nach Masse und Zahl nur riecht, ist die nicht überraschende Folge.

Die kalte Masse wird im subjektiven Fühlen des Arztes nur zu leicht zum Greuel, und ganz ähnlich empfindet er zumeist auch schon die Gruppe als einen Teil derselben Anonymität.

Definitionsgemäß verlangt gerade die Statistik – und damit komme ich auf die ursprüngliche Frage zurück – die Betrachtung von identischen, gleichnamigen Größen und Gruppen.

Kann es bei diesen klaffenden Gegensätzen zwischen dem Denken des Arztes (der Subjektivität) und den Voraussetzungen der Statistik (der Objektivität) überhaupt einen Sinn haben, nach Brücken fahnden zu wollen, die beide verbinden?

Was ist nun Statistik und vor allem medizinische Statistik? Ich möchte sie Bio-Statistik nennen.

Nach *Mainland* ist Bio-Statistik und Statistik ganz allgemein die Kunst, Daten zu sammeln und zu analysieren mit dem Ziel, aus dem Sammelgut gültige Schlußfolgerungen zu ziehen. Ich kann dies ergänzen und möchte sagen: gültige Schlußfolgerungen auch für den einzelnen.

Es ist mir völlig klar, daß der Durchschnitt, den wir aus der Masse errechnen, etwas anderes ist als das Einzelindividuum. Immerhin dürfte es im allgemeinen doch korrekt sein, wenn wir annehmen, daß der einzelne aus der Masse, besonders wenn wir die statistische Streubreite berücksichtigen, dem Durchschnittsindividuum doch recht nahe kommt. Und mit Durchschnittsindividuen haben wir es ja zumeist zu tun.

Der anonyme, von der Statistik charakterisierte Durchschnittsmensch wird demnach auch für den individualisierenden Arzt interessant, denn was z. B. in medizinisch-therapeutischer Hinsicht für den Durchschnitt gilt, wird im weiteren Rahmen auch für das Einzelindividuum Gültigkeit haben.

Es tritt noch ein weiteres wichtiges Moment hinzu: Die moderne Entwicklung der Medizin, besonders in diagnostisch-therapeutischer Hinsicht, führt für den Arzt zu Konsequenzen, die wir früher nicht geahnt haben.

Haben nicht infolge der überragend wirksamen Medikamente individuelle Besonderheiten des Patienten, die früher entscheidende Wichtigkeit erhalten konnten, heute an Dignität eingebüßt?

Denken wir daran, was es noch vor zwanzig Jahren für die Heilung des Tuberkulosekranken bedeutet hat, ihm die richtige menschliche Führung zu geben, wie entscheidend das vertrauensvolle Verhältnis Arzt-Patient für das therapeutische Resultat sein konnte. Das Gleichgewicht zwischen Körper und Krankheit war so labil, daß es in vielen Fällen davon abhängig war, daß der Arzt durch seine weise Führung, durch sein Einfühlen und durch seine individual-ärztliche Kunst versuchen mußte, mit dem Patienten zusammen die entscheidende Wende zu finden. Und heute? Ein ganz neues Element entscheidet zumeist das Schicksal des Kranken: das Medikament. Dieses ist so überragend wirksam, daß das allermeiste, was früher eine erste Bedeutung hatte, weit zurücktreten mußte. Und damit ist auch der individualisierende Arzt zu allgemeinem Leidwesen zurückgedrängt. Wichtiger ist der Mediziner geworden (ich mache bewußt den Unterschied zwischen Mediziner und Arzt), der korrekt behandelnde Wissenschaftler, derjenige, der weiß, welche Medikamenten-Kombination die wirksamste ist. Dieser lernte aus statistischen Zusammenstellungen erkennen, welche Dosierung die richtige ist, welches die beste Dauer der Behandlung ist, von welchem Grade an die Tuberkelbazillen gegenüber Medikamenten resistent sind und mit welcher Kombination die Resistenzbildung am längsten hinausgezögert werden kann.

Dies sei eines von vielen Beispielen aus der Therapie, das zeigen soll, wie entscheidend wichtig auch für den Arzt die Statistik geworden ist, für den Arzt, der sich hier dem reinen Wissenschaftler nähert.

Ähnlich liegen die Probleme in der Diagnostik. Auch hier entfernen wir uns schweren Herzens von der medizinischen Kunst. Zunehmend beherrscht das Laboratoriumsresultat unsere diagnostische Entscheidung.

Die Zeiten sind endgültig vorbei, in welchen der Geruchssinn des Arztes die differentialdiagnostische Entscheidung gab. Die Tuberkulose diagnostizieren wir nicht mehr nach dem ganz besondern Geruch des Phthisikers, sondern mit dem Mikroskop und dem Röntgenbild. In der Differentialdiagnose von Urämie oder diabetischem Koma verlassen wir uns zuletzt nur auf das Resultat der Blutserumanalyse. Aber was heißt dieses Vorgehen? Auch hier stützen wir uns auf das, was ganz besonders durch die statistische Untersuchung der Blutserumresultate einer Gruppe im Durchschnitt als normal respektive als krankhaft bezeichnet werden muß. Und genau das gleiche trifft zu für die Großzahl aller unserer Laboratoriumsbefunde.

Ganz besondere Bedeutung erhält die Statistik in der Prognosestellung chronischer Krankheiten und wird grundlegend für die Lebensversicherungsmedizin.

Die richtige Prognose ist oft eines der schwierigsten ärztlichen Probleme. Es ist nicht Zufall, wenn in den Lehrbüchern die Prognose zumeist nur einen sehr kleinen Platz findet. Es ist auch nicht Zufall, wenn bei einer konkreten Fragestellung die Antworten der Ärzte weit auseinandergehen können. Allzu sehr hängt heute noch die Prognose von der Persönlichkeit und dem Charakter des Arztes selber ab: Wird nicht der pessimistische Arzt viel eher das Negative überwerten, wird er nicht in seinem Erfahrungsgut vor allem die Mißerfolge sehen, und wird er bei dem einzelnen Patienten nicht in erster Linie das Ungünstige in Betracht ziehen? Auf der andern Seite wird gerade umgekehrt der Optimist urteilen.

Wie schwierig eine objektive Beurteilung sein kann, mag ein Beispiel aus jüngster Zeit aufzeigen.

Am Schluß einer bedeutenden Konferenz über Fragen des arteriellen Hochdrucks vom Januar 1960 in New York wurde vom Vorsitzenden an die Referenten folgende Frage gestellt: «Was glauben Sie, haben die blutdrucksenkenden Mittel in der Therapie des erhöhten Blutdruckes bisher mehr genützt oder bisher mehr geschadet?»

Die Antwort war: «May be.»

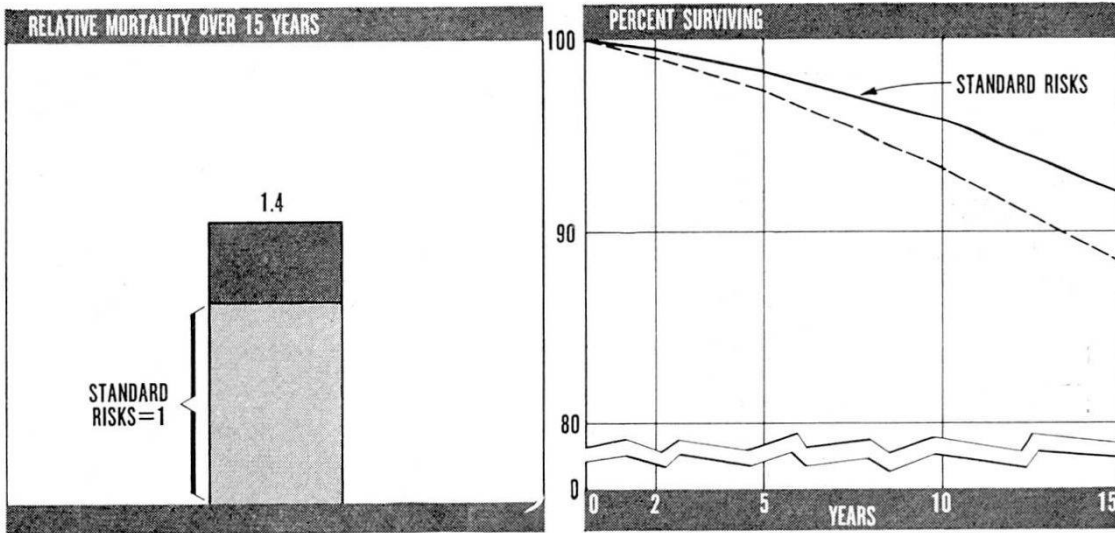
Warum diese unbefriedigende Antwort, trotzdem mehrjährige Erfahrungen über den Gebrauch blutdrucksenkender Mittel vorliegen, trotzdem bedeutendste Wissenschaftler eingehend darüber diskutiert haben? Die Antwort ist sehr einfach: Es liegen bisher keine schlüssigen Statistiken vor.

Was die Statistik wirklich leisten kann, möchte ich Ihnen an einigen Beispielen aufzeigen.

Ich habe Beispiele aus der Versicherungsmedizin gewählt:

1. Finden sich in der Familienanamnese Angaben über Herz-Kreislauf-, respektive Nierenerkrankungen, dann dürfen wir die Prognose eines damit belasteten Menschen als nicht mehr normal beurteilen.
11 600 solche Fälle wurden mit der Absterbeordnung von anamnestisch Normalen verglichen. Es zeigt sich bei den in der Familienanamnese Belasteten innerhalb der kurzen Zeitspanne von nur 15 Jahren eine um 40 % erhöhte Sterblichkeit. Die Sterblichkeit an eigentlichen Herz-Gefäß-Erkrankungen war gegenüber der Norm sogar verdoppelt.
2. Einesogenannt chronische Bronchitis, z.B. eine Raucherbronchitis, wird von vielen Patienten dissimuliert und häufig als unwichtig abgetan. Die Untersuchung von 3100 Personen mit der Diagnose einer chronischen Bronchitis ergibt innerhalb von 15 Jahren eine annähernd doppelte Sterblichkeit gegenüber der normalen. Es mag daraus ersichtlich werden, wie zahlreich die ernsthaften Leiden sind, die durch die chronische Bronchitis cachiert werden. Wir stellen fest, daß in vielen Fällen die chronische Bronchitis nur Symptom einer besondern Grundkrankheit ist¹.

¹ Alle diese Angaben entnehme ich der Impairment Study 1951 der Society of Actuaries.

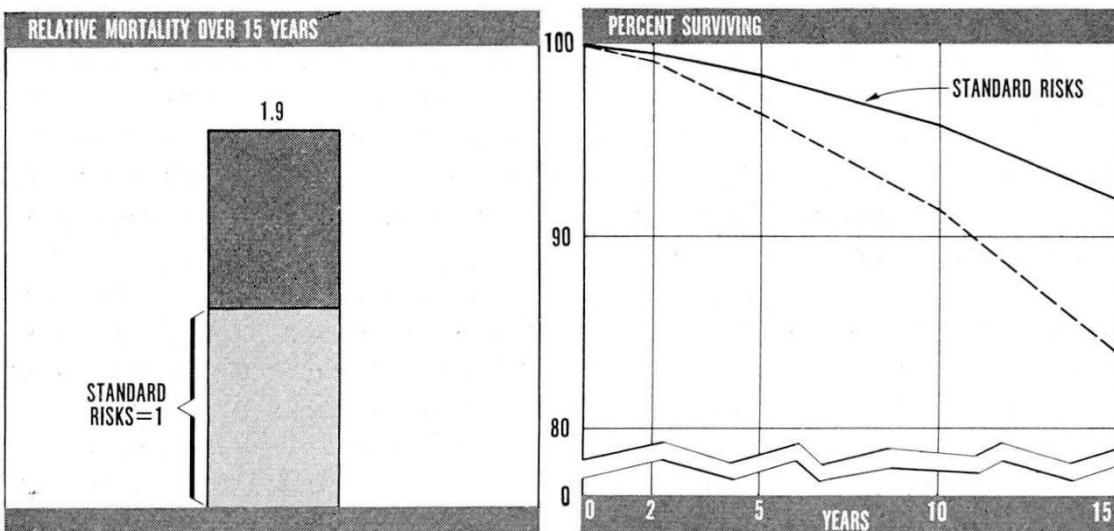


3. Als drittes und letztes Beispiel erlaube ich mir noch einen Hinweis auf die große Bedeutung des Blutdruckes und besonders des Blutdruckes, vergesellschaftet mit Übergewicht.

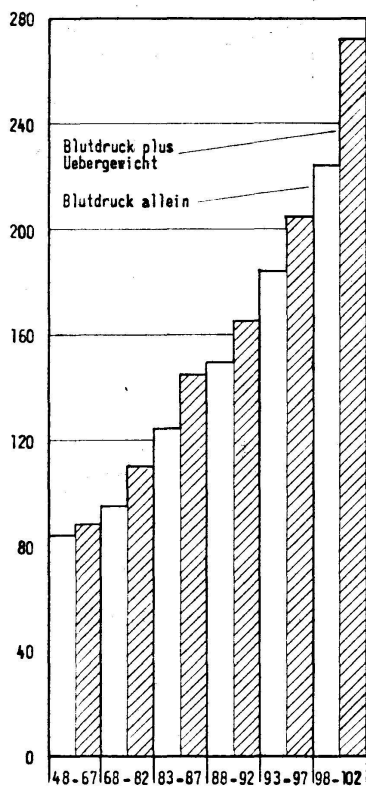
Ein diastolischer Blutdruck von 88 bis 92 mm Hg dürfte den wenigsten Ärzten irgendwelchen Eindruck machen. Die Statistik aber zeigt, daß im Durchschnitt schon dieser Blutdruck eine deutliche Übersterblichkeit mit sich bringt.

Wenn sich ein erhöhter Blutdruck mit Übergewicht kombiniert, dann führt dies zu besonders hohen Übersterblichkeits-Prozentsätzen. Dies zeigt besonders der hohe Blutdruckwert von 98 bis 102 mm Hg. Hier ergibt die Kombination mit Übergewicht eine Übersterblichkeit von ca. 170%.

Wenn wir alle diese statistischen Beobachtungen analysieren, erkennen wir, welche große Bedeutung darin auch für den praktischen Arzt, besonders in prognostischer Sicht, liegen kann.



Sterblichkeit in Prozent der durchschnittlichen (normalen) Sterblichkeit



Sterblichkeit in Abhängigkeit von Blutdruck und Übergewicht (Tabelle nach WIESLER)

Diastolischer Blutdruck

Bei dieser Betrachtung ist es selbstverständliche Voraussetzung, daß diese Durchschnittswerte im Einzelfall mit der notwendigen Kritik angewendet werden, im Bewußtsein, daß diese Werte nur für die Gruppe gelten und für den einzelnen nur soweit Richtigkeit haben, als er Mitglied dieser Gruppe ist.

Zusammenfassung

Zusammenfassend läßt sich sagen, daß das individual-medizinische Denken eines der wichtigsten Hindernisse für den Arzt darstellt, sich mit der gruppenmäßigen Betrachtung der Statistik zu befreunden.

Wenn individual-ärztliches Handeln und Denken nach wie vor eine der wesentlichen Grundlagen des Arztiums bleiben müssen, so verlangt die wissenschaftliche Entwicklung der Medizin doch zunehmend eine Berücksichtigung der Statistik.

Prognostisch-therapeutische Fragen sind in vielen Fällen nicht mehr mit dem Erfahrungsgut des einzelnen Arztes zu beantworten. Eine objektive Beurteilung ist nur noch durch die statistische Zusammenfassung ausgedehnter Beobachtungsgruppen zu erreichen. Dies trifft zu für die Diagnostik wie für die Therapie, und es hat besondere Bedeutung in der Prognosestellung chronischer Krankheiten wie in der Prognosestellung der Lebensversicherungsmedizin.

Wenn ich auch dem «hartgesottenen» Individualisten mit meinen Ausführungen die medizinische Statistik etwas näher gebracht haben sollte, dann wäre der Zweck meiner Ausführungen voll erreicht.

4. EDUARD BATSCHELET (Dübendorf). – *Medizin und Logik.*

Der Referent behandelte an einigen Beispielen die Bedeutung des Aussagenkalküls und der symbolischen Logik für die Formulierung von experimentell oder statistisch zu überprüfenden Arbeitshypothesen. Wegen Abreise nach den USA konnte kein Manuskript zur Veröffentlichung redigiert werden. Der Text des Vortrages wird später in der Zeitschrift «Dialectica» publiziert werden.

5. D. HÖGGER (Zürich). – *Die Statistik als Hilfsmittel in der medizinischen Forschung.*

Die Statistik ist zweifellos ein unentbehrliches Hilfsmittel in der medizinischen Forschung. Ärzte und Statistiker verstehen sich indessen oft nicht ohne weiteres, da sie die Probleme von stark verschiedenen Gesichtspunkten aus zu betrachten gewohnt sind. Für den Arzt, der am Krankenbett steht, geht es in erster Linie um den einzelnen Kranken, der seiner Hilfe bedarf. Dieser Kranke ist für ihn eine in sich abgeschlossene Aufgabe; er ist nicht der Vertreter einer Gruppe von Patienten, die alle an derselben Krankheit leiden. Der Statistiker hingegen betrachtet die Gruppe. Der Einzelfall ist für ihn nur als Glied in einem größeren Zusammenhang von Bedeutung. Es kommt dazu, daß die mathematischen Grundlagen der Statistik für den Arzt nicht leicht zugänglich sind. In den meisten Lehrbüchern werden mathematische Kenntnisse vorausgesetzt, die vom Arzt nicht ohne weiteres erwartet werden können. Nichts ist so mühsam für den Nichtmathematiker, wie ein Mathematikbuch zu studieren. Tatsächlich kann aber die medizinische Statistik, die jedem Arzt geläufig sein sollte, auch ohne die Kenntnis schwieriger mathematischer Methoden in ihren wesentlichen Punkten verstanden werden. Zahlreiche Probleme sind verhältnismäßig einfach und wiederholen sich immer wieder. Wer die Prinzipien der Statistik verstanden hat, kann die einfachen Formeln korrekt anwenden, auch wenn er sie nicht abzuleiten vermag. Es kommt im übrigen nicht so sehr darauf an, daß der Arzt zahlreiche statistische Techniken beherrscht, als vielmehr darauf, daß er die Grundsätze verstanden hat, so daß es ihm möglich ist, gegebenenfalls mit Hilfe des professionellen Statistikers seine Probleme zu lösen. Ich möchte als Nichtmathematiker hier den Versuch machen, mit einigen Hinweisen die statistische Betrachtungsweise meinen ärztlichen Kollegen etwas näherzubringen.

Der Ablauf einfacher physikalischer Vorgänge wird durch einige wenige Faktoren eindeutig bestimmt. Wenn wir beispielsweise mit einer Kanone schießen, so hängt die Schußweite von der Neigung des Rohrs, von der Pulverladung und vom Geschößgewicht ab. Wenn wir diese drei Faktoren konstant halten, so liegen alle Einschläge ziemlich genau am

gleichen Ort. Wenn wir die Rohrneigung ändern, Ladung und Geschößgewicht aber unverändert lassen, so ändert sich die Schußweite gesetzmäßig. Entsprechendes gilt für Änderungen der Pulverladung und des Geschößgewichtes. Der Einfluß eines jeden der drei Faktoren läßt sich bestimmen, ebenso ihre gegenseitigen Beziehungen, und wir können für jede mögliche Kombination der drei Faktoren die zugehörige Schußweite angeben. Die verschiedenen Möglichkeiten können in einer Liste zusammengestellt werden. Statt dessen können wir aber auch, da wir alle wesentlichen Größen und ihre gegenseitigen Beziehungen kennen, eine allgemeine Formel angeben, die es erlaubt, jeden beliebigen Einzelfall zu berechnen. Eine solche Formel erlaubt, ein Material, das eine sehr große Zahl von Einzelfällen umfaßt, in kompakter Weise zu charakterisieren.

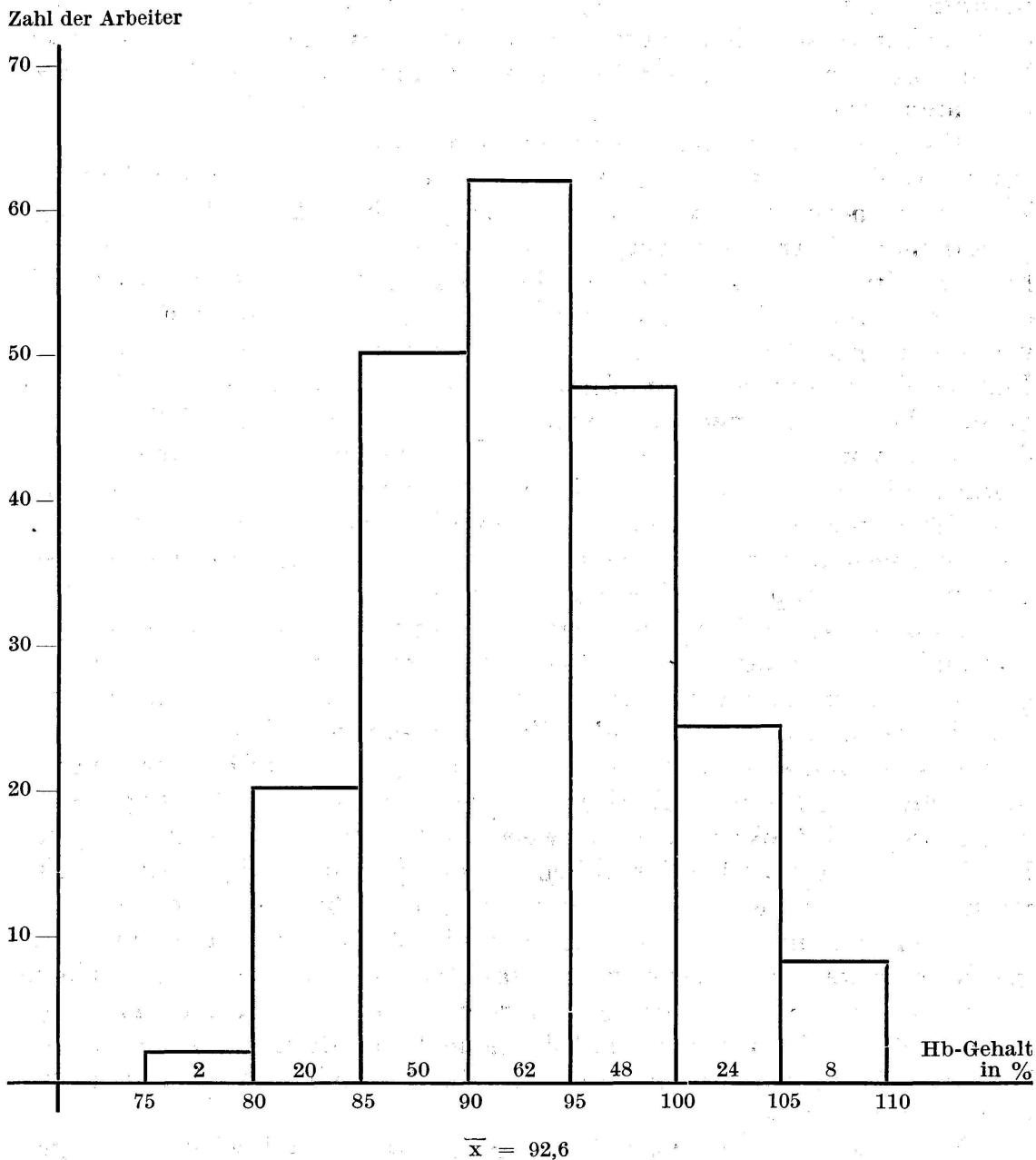
Der praktische Versuch zeigt allerdings, daß das Beobachtungsergebnis nie völlig mit dem theoretisch errechneten Wert übereinstimmt. Es hat dies zwei Gründe. Erstens lassen sich die verschiedenen Faktoren nie ganz genau messen, und zweitens spielen neben Rohrneigung, Ladung und Geschößgewicht noch gewisse Nebenfaktoren, wie Wind und Luftdruck, eine Rolle, die wir in unserer Rechnung nicht berücksichtigt haben. Wenn wir nicht sehr genaue Werte haben wollen, ist das Weglassen dieser Nebenfaktoren indessen vertretbar, denn ihr Einfluß ist verhältnismäßig gering, und die daraus sich ergebende Streuung der Einschlagsorte ist klein.

Im Gegensatz zu diesen einfachen physikalischen Vorgängen unterliegen die biologischen Erscheinungen, mit denen es der Arzt zu tun hat, meist dem Einfluß einer sehr viel größeren Zahl von Faktoren. So hängt z. B. der Verlauf einer Infektionskrankheit nicht nur von der Art des Erregers, der Massivität der Infektion und der Immunitätslage des Patienten ab, sondern auch von dessen Allgemeinzustand, vom Lebensalter, von Pflege und Behandlung usw. Der Allgemeinzustand seinerseits ist das Ergebnis mannigfach wechselnder Umstände, wie Ernährung, Ermüdungszustand, Restzustände früher durchgemachter Krankheiten usw. Es ist im konkreten Fall sehr schwer, sich eine einigermaßen vollständige Übersicht über den ganzen Komplex der wirksamen Faktoren zu verschaffen, und wir müssen uns bei unseren Untersuchungen meist damit begnügen, eine beschränkte Zahl von Faktoren herauszugreifen, von denen wir vermuten, daß ihnen eine besondere Bedeutung zukomme.

Eine weitere Schwierigkeit ergibt sich aus dem Umstand, daß viele der Faktoren, mit denen wir es zu tun haben, sich nicht quantitativ erfassen lassen. Wir können zwar die Menge eines Medikamentes, das wir verabreicht haben, angeben; aber der Allgemeinzustand des Patienten, seine Immunitätslage, die Wirkung der allgemeinen Pflege usw. lassen sich nicht messen.

All dies hat zur Folge, daß es nicht möglich ist, den Krankheitsablauf genau vorauszusagen. Auch wenn bei mehreren Kranken die Faktoren, die wir bestimmt haben, die gleiche Konstellation aufweisen, wird der Verlauf nicht in allen Fällen der gleiche sein. Es tritt vielmehr eine erhebliche Streuung auf, die so beträchtlich ist, daß sie im Gegensatz zum Schießversuch nicht mehr vernachlässigt werden darf. Das Ergebnis, das

Hämoglobingehalt des Blutes bei 214 Arbeitern



bei gegebenen Bedingungen zu erwarten ist, kann nicht mit Hilfe einer Formel errechnet werden, sondern wir müssen auf Grund der Erfahrung eine Tabelle aufstellen, in die die verschiedenen Beobachtungen nach geeigneten Ordnungsprinzipien eingetragen werden. Aus der Tabelle sollen die wesentlichen Charakteristika unseres Beobachtungsmaterials ersichtlich sein, die wir beim Schießversuch der Formel entnehmen konnten.

Da Tabellen oft nicht sehr anschaulich sind, werden daneben oft auch graphische Darstellungen verwendet. Das erste Bild zeigt die graphische Darstellung von Ergebnissen von Blutuntersuchungen bei 214 gesunden männlichen Fabrikarbeitern im Alter von 17 bis 64 Jahren. Der Hb-Gehalt nach Sahli betrug zwischen 75 und 110%. Am häufigsten fand sich

ein Gehalt zwischen 90 und 95 %. Obwohl es sich durchwegs um gesunde männliche Arbeiter handelt, zeigt sich, daß die Werte erheblich streuen, da offenbar verschiedene Faktoren, die für den Hb-Gehalt des Blutes von Bedeutung sind, in unserer Zusammenstellung keine Berücksichtigung gefunden haben.

Einen analogen Sachverhalt finden wir auch, wenn wir den Ablauf einer Krankheit untersuchen. Betrachten wir eine bestimmte Infektionskrankheit, beispielsweise Masern, so zeigt sich, daß die Befunde zwar, grosso modo betrachtet, typisch sind, im einzelnen aber doch eine erhebliche Streuung aufweisen. Das Fieber kann höher oder weniger hoch, das Exanthem und die Konjunktivitis mehr oder weniger stark ausgeprägt sein. Für die Forschung ist es nun wichtig, zu wissen, in welchem Bereich die Symptome normalerweise liegen. Nur wenn wir den Normalbereich kennen, können wir beurteilen, ob in bestimmten Fällen Besonderheiten vorliegen, die über den Rahmen dessen hinausgehen, was gewöhnlich beobachtet wird. Dies ist insbesondere auch für die Beurteilung einer Therapie von Bedeutung. Nur wenn bekannt ist, mit was für einem Verlauf normalerweise zu rechnen ist, kann beurteilt werden, ob eine bestimmte Therapie eine Veränderung bewirkt.

Systematische Abweichungen vom Normalen können allerdings oft nur auf Grund eines größeren Beobachtungsmaterials einwandfrei festgestellt werden. Hat man nur wenige Fälle, so kann die normale Streuung der Befunde zu täuschenden Zufallsergebnissen führen. Wir wollen uns dies anhand eines vielleicht etwas krassen, aber dafür einfachen und übersichtlichen Beispiels überlegen. Angenommen wir hätten es mit einer sehr schweren Krankheit, beispielsweise Cholera oder Bubonenpest, zu tun, bei der die Letalität bei der üblichen Therapie rund 50 % betrage. Nun versucht ein Arzt eine neue Therapie und erreicht bei den ersten 6 Patienten ein Resultat von 5 Heilungen und 1 Todesfall. Was kann daraus geschlossen werden? Hier sagt die Statistik, daß aus diesen Zahlen keine weitreichenden Schlüsse gezogen werden dürfen. Es besteht zwar eine gewisse Wahrscheinlichkeit, daß die neue Behandlung besser ist als die bisherige. Das Ergebnis kann aber auch bloßer Zufall sein. Man muß sich folgendes überlegen:

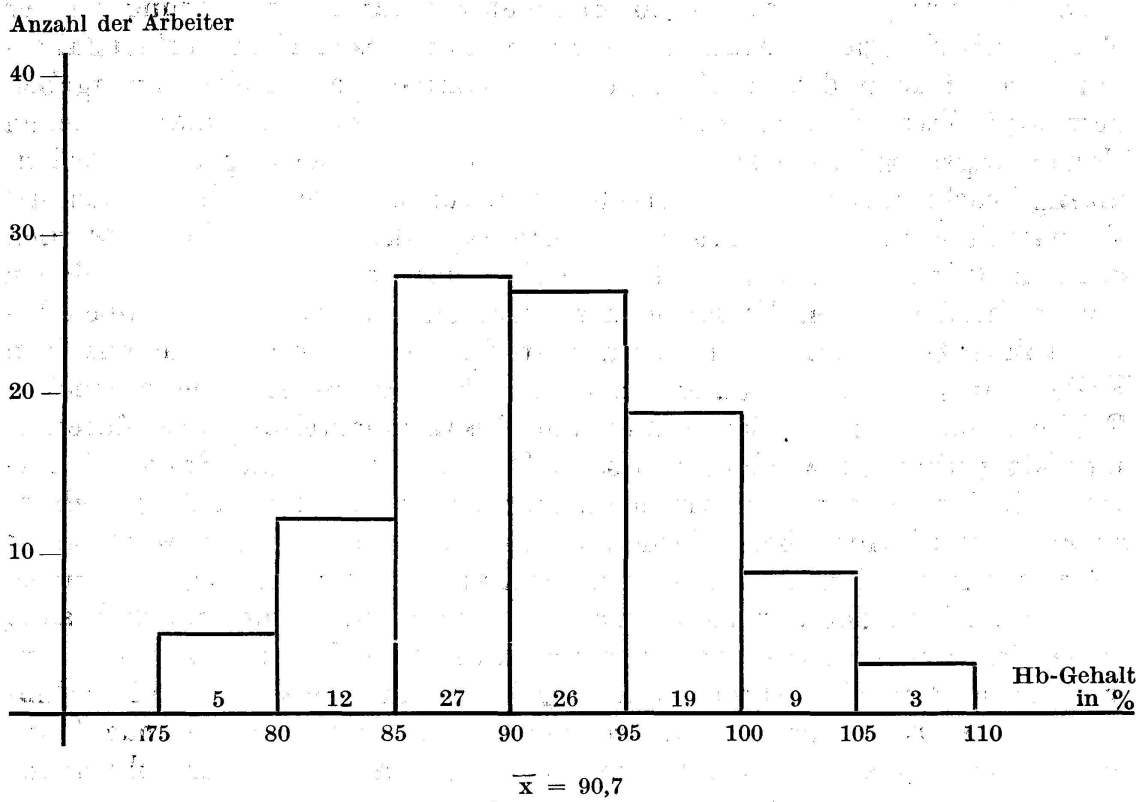
Wenn wir in einem Sack je zur Hälfte weiße und schwarze Kugeln haben und wenn wir mit jedem Griff daraus 6 Kugeln entnehmen, so wird wohl niemand erwarten, daß wir jedesmal 3 weiße und 3 schwarze Kugeln ziehen. Wohl wird dies häufig der Fall sein; es wird aber auch vorkommen, daß wir 2 weiße und 4 schwarze oder 2 schwarze und 4 weiße Kugeln ziehen oder aber 1 schwarze und 5 weiße, resp. 1 weiße und 5 schwarze. Ganz selten werden wir lauter schwarze oder lauter weiße Kugeln ziehen. Die Statistik vermag nun zu zeigen, daß eine Wahrscheinlichkeit von etwa 10 % besteht, daß wir beim Ziehen 5 weiße und 1 schwarze Kugel erwischen, auch wenn der Sack zu gleichen Teilen weiße und schwarze Kugeln enthält. Das Ereignis ist also keineswegs selten, und es wäre übereilt, daraus zu schließen, daß im Sack mehr weiße als schwarze Kugeln vorhanden seien.

Genau die gleiche Überlegung gilt aber auch für die erwähnte ärztliche Beobachtung. Wenn wir aus einem Krankengut mit einer Letalität von 50% rein zufällig 6 Patienten auswählen, so besteht eine Wahrscheinlichkeit von etwa 10%, daß wir unter diesen 6 Patienten 5 gut ausgehende Fälle haben und nur einen tödlichen. Das hat mit der Therapie gar nichts zu tun, sondern rührt ausschließlich davon her, daß in kleinen Stichproben der Anteil von weißen und schwarzen Kugeln, resp. von guten und schlechten Fällen, erheblich von der Verteilung im Grundmaterial abweichen kann. Schlüsse auf die Wirksamkeit der Therapie lassen sich aus einem solchen Ergebnis nicht ziehen. Es ist sehr wohl möglich, daß es rein zufällig bedingt ist und daß die neue Therapie ohne jede besondere Wirkung ist.

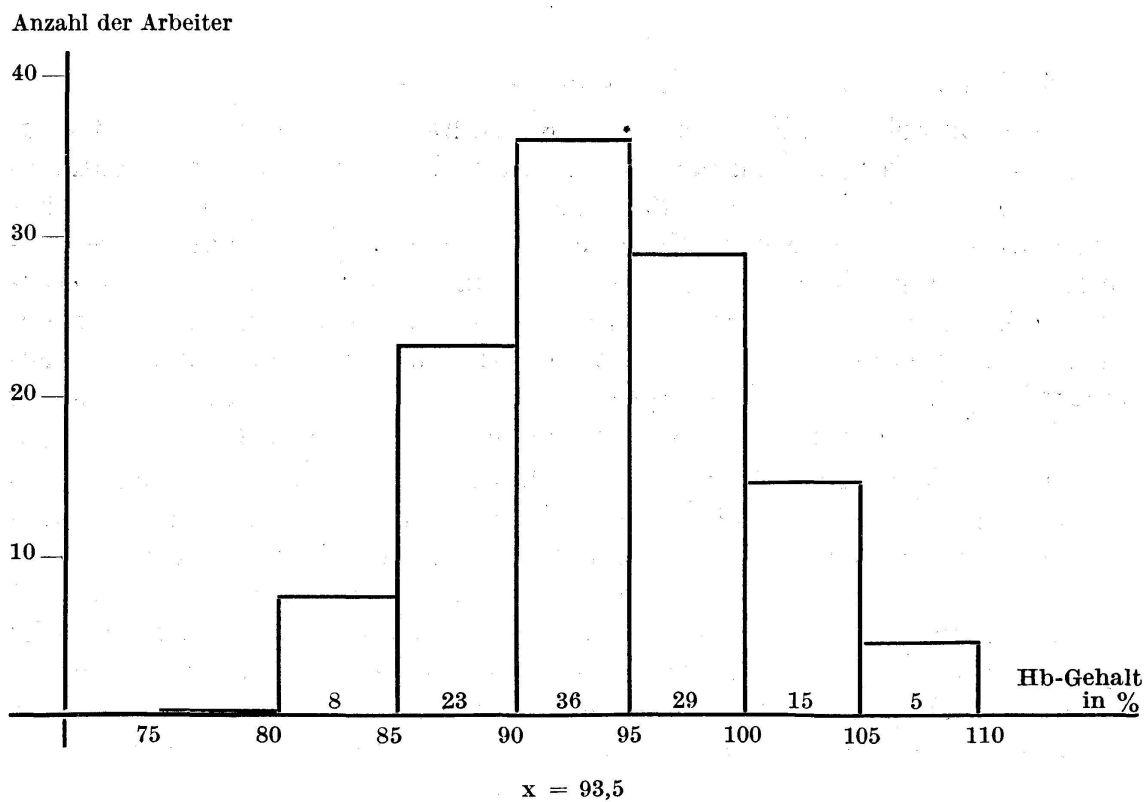
Aber auch an den umgekehrten Fall ist zu denken. Es kann sein, daß wir unter den ersten sechs Fällen fünf Todesfälle und nur eine Heilung haben. Auch das kann sehr wohl ein bloßer Zufall sein und braucht keineswegs zu bedeuten, daß die neue Therapie schlechter sei als die alte. Aber für den Arzt stellt sich hier eine Gewissensfrage: Darf er nach einem solchen Ergebnis den Versuch fortsetzen? Nur die wenigsten werden dies wagen, es sei denn, sie hätten ganz bestimmte Hinweise anderer Art, die die Vermutung, daß die neue Therapie doch etwas tauge, rechtfertigen. Vielleicht hat die genaue Beobachtung der einzelnen Fälle gezeigt, daß irgendwelche unglücklichen Zwischenfälle schuld am ungünstigen Ergebnis sind, während auf der anderen Seite doch Anzeichen für einen günstigen Einfluß bestehen. Aber der Entscheid wird sehr schwierig sein. Glücklicherweise ist die Situation nur selten so verantwortungsvoll. Wenn wir ein Schlafmittel prüfen, oder ein Mittel gegen Masern oder Keuchhusten, so kann die Verwendung eines untauglichen Mittels für den Patienten zwar unangenehm sein, wird im allgemeinen aber keine Dauerfolgen haben. Nichtsdestoweniger ist es wünschenswert, auch in diesen Fällen mit möglichst wenigen Patienten auszukommen. Um dies zu erreichen, wird man sich folgendes überlegen. Allgemein ist zu erwarten, daß die Streuung, die die Gefahr täuschender Zufallsbefunde mit sich bringt, groß ist, wenn wir in unserer Untersuchung nur ein oder zwei Beurteilungskriterien benützen, beispielsweise die Letalität und das Lebensalter. Es gibt aber daneben zweifellos noch zahlreiche andere für die Beurteilung einer Therapie wichtige Faktoren, die je nach der Besonderheit des Falles von Bedeutung sein können. Wenn wir diese in unsere Betrachtung einbeziehen, so wird oft auf Grund weniger Fälle ein Urteil möglich sein, auch wenn die Betrachtung eines bestimmten Einzelpunktes kein signifikantes Resultat ergibt. Es ist sehr oft möglich, das Beobachtungsmaterial zu vergrößern, indem wir zusätzliche Befunde an einzelnen Patienten erheben, so daß es sich erübrigt, die Zahl der Patienten zu vermehren. Die genaue Untersuchung des einzelnen Patienten wird also keineswegs überflüssig. Wie derartige detaillierte Gesamtbefunde zu vergleichen sind, ist eine Frage der statistischen Technik, die hier nicht diskutiert werden kann.

Bei derartigen Untersuchungen stellt sich, abgesehen von der Frage des Zufalls, gewöhnlich noch ein anderes Problem. Wenn die Rechnung ergeben hat, daß es sehr unwahrscheinlich sei, daß das gute oder schlechte Ergebnis einem Zufall zuzuschreiben sei, dann stellt sich die weitere Frage, ob der gefundene Unterschied tatsächlich eine Folge der anderen Therapie sei oder ob er auf andere Faktoren zurückgehe. Die Rechnung sagt uns ja bloß, daß die beiden Gruppen wahrscheinlich nicht aus demselben Grundmaterial stammen; sie vermag aber nichts darüber auszusagen, worauf der Unterschied beruht. Vielleicht ist es gar nicht die Therapie, die den Unterschied bewirkt hat, sondern irgendein anderer Faktor. Das gleiche gilt auch, wenn wir beispielsweise die Leukozytenzahlen oder die Hämoglobinwerte bei verschiedenen Personengruppen vergleichen. Das zweite Bild zeigt die Hb-Werte bei 101 Tiefdruckern und 116 Gießern. Bei den Tiefdruckern finden wir einen Durchschnitt von 90,7 %, bei den Gießern einen solchen von 93,5 %. Der Unterschied ist statistisch signifikant, d. h. es ist unwahrscheinlich, daß er auf einen bloßen Zufall zurückgeht. Das bedeutet aber keineswegs, daß er auf den Beruf zurückzuführen ist. Er kann sehr wohl auch andere Ursachen haben. So haben wir unter den Tiefdruckern beispielsweise 3 Frauen, die normalerweise einen niedrigeren Hb-Gehalt haben. Vielleicht unterscheiden sich die Gruppen aber auch im Alter oder in der Ernährung. Wenn wir tatsächlich sicher sein wollen, daß ein bestimmter Faktor die Ursache eines beobachteten Unterschieds ist, dann müssen wir diesen Faktor isolieren. Das geschieht im Prinzip dadurch, daß man zwei Beobachtungsgruppen bildet, die sich nur in dem fraglichen Faktor unterscheiden, in allen übrigen Faktoren aber gleich sind. Handelt es sich beispielsweise um die Prüfung einer Therapie, so müssen zwei Gruppen verglichen werden, die gleich viele leichte und schwere Fälle enthalten, deren Patienten gleich alt sind, gleichen Ernährungszustand aufweisen usw. und sich nur durch die Therapie unterscheiden. Die Statistik lehrt, wie solche Gruppen gebildet werden können. Das Vorgehen beruht auf der Überlegung, daß, wenn man aus einer Grundgesamtheit Proben entnimmt und dabei die Wahl der einzelnen Fälle völlig dem Zufall überläßt, die Proben, wenn sie groß genug sind, gleichartig wie die Grundgesamtheit zusammengesetzt und demgemäß auch untereinander gleichartig sein werden. Die Übereinstimmung wird um so besser sein, je größer die Proben sind und je geringer die Variabilität des Grundmaterials ist. Wenn wir aus einem Sack mit 20 % weißen und 80 % schwarzen Kugeln eine größere Probe entnehmen und dabei die Wahl der einzelnen Kugeln völlig dem Zufall überlassen, so finden sich aller Wahrscheinlichkeit nach im entnommenen Material wiederum 20 % weiße und 80 % schwarze Kugeln. Das gleiche gilt auch, wenn wir in derselben Weise *zwei* Proben entnehmen, d. h. aber, daß die Proben untereinander gleich sein werden. Das Verfahren kann im einzelnen noch verfeinert werden, was jedoch hier nicht zur Diskussion steht. Für den Mediziner ergibt sich allerdings oft die Schwierigkeit, daß das Beobachtungsmaterial sehr beschränkt ist und daß mit einer erheblichen Variabilität gerechnet werden muß. Es bleibt deshalb oft ein gewisser Zweifel

Hämoglobingehalt des Blutes bei 101 Tiefdruckern



Hämoglobingehalt des Blutes bei 116 Gießern



hinsichtlich der Gleichartigkeit der Gruppen. Mancher wird sich nun vielleicht die Frage stellen: «Wozu brauchen wir dann zur Klärung solcher Fragen überhaupt die Statistik, wenn sie mit diesen Unsicherheitsfaktoren belastet ist und bestenfalls gewisse Wahrscheinlichkeiten anzugeben vermag?» Darauf ist zu antworten, daß gerade wegen der mannigfachen Täuschungsmöglichkeiten, die sich bei der Verarbeitung eines zahlenmäßig beschränkten, stark variablen Beobachtungsmaterials ergeben, die Verhältnisse unter statistischen Gesichtspunkten durchdacht werden müssen. Wir müssen uns in solchen Fällen immer überlegen, mit welchen rein zufallsbedingten Variationen zu rechnen ist, wenn wir Proben beschränkter Größe aus einem Grundmaterial ziehen, in dem die einzelnen Fälle eine gewisse Streuung aufweisen. Ferner müssen die möglichen Fehlerquellen bei der Sammlung und Zusammenstellung des Materials sorgfältig überlegt werden, und schließlich stellt sich die Frage, ob tatsächlich der Faktor, den wir in unserer Untersuchung im Auge gehabt haben, für allfällige Besonderheiten des Ergebnisses verantwortlich ist oder ob wir vor den Auswirkungen der mangelhaften Homogenität unseres Beobachtungsmaterials stehen. Es wird nicht immer möglich sein, diese Frage zu beantworten, aber die statistische Betrachtung wird uns wenigstens davor bewahren, Zufallsergebnisse zu überwerten und Schlußfolgerungen zu ziehen, die unzureichend begründet sind. Sie macht uns die Schwierigkeiten bewußt, die sich ergeben, wenn wir allgemeine Schlußfolgerungen aus einem stark variablen Beobachtungsmaterial ziehen wollen. Nicht so sehr als Beweismittel, als vielmehr als Kontrolle für die Zuverlässigkeit unserer Schlußfolgerungen ist die Statistik in der Medizin in sehr vielen Fällen unentbehrlich.

6. MARTIN ALTWEGG (Wetzikon). – *Kausalität und Finalität.*

Wirkursache und Zweckursache, Kausalität und Finalität, werden oft als gleichberechtigte, komplementäre Begriffe oder Kategorien bezeichnet, und es wird behauptet, daß die speziell in der Physik geübte Beschränkung auf die kausale Methode ein Vorurteil, eine unzulässige Eingengung des Begriffs der Wissenschaft sei. Im besonderen könne die (Ganzheits-)Biologie niemals darauf verzichten, die teleologische Betrachtungsweise gleichberechtigt neben der kausalen zu betreiben. Wissenschaft sei jede logische Verknüpfung von Tatsachen, sowohl ätiologischer von Ursache und Wirkung als auch teleologischer von Mittel und Zweck.

1. Das *klassische Kausalitätsprinzip* behauptet, daß aus dem gleichen Anfangszustand stets auch dieselbe Reihe von Folgezuständen hervorgehe. Zusammen mit der Annahme, daß der Zustand der Welt in einem bestimmten Augenblick wenigstens grundsätzlich genau bestimmbar sei, führt es zur prinzipiellen exakten Voraussagbarkeit aller Phänomene. Die praktischen Schwierigkeiten bei der Bestimmung eines Weltquerschnittes machten aber diesen Determinismus schon in der klassischen Physik zur Extrapolation, die nur von theoretischem und weltanschaulichem Interesse war.

Die Quantenmechanik brachte mit akausalen Elementarereignissen und mit der Unbestimmtheitsrelation den Übergang zur *statistischen Kausalität*. Der Determinismus wurde auch in der Theorie fallen gelassen, die klassischen Kausalgesetze von der Form «wenn – dann – immer» wurden abgelöst durch statistische Kausalgesetze von der Form «wenn – dann – in einem bestimmten Prozentsatz». (Die weitere Gültigkeit eines Kausalitätsprinzips steht außer Zweifel, da das Kollektiv nach wie vor Voraussagen zuläßt.)

2. *Es gibt keine Zweckursachen*. Wirksam auch im menschlichen Handeln – dem ja die aristotelische Vorstellung von der *causa finalis* entnommen ist – ist nicht die tatsächliche Zukunft, wirksam sind nur gegenwärtige Bilder, die wir uns von einer möglichen Zukunft machen.

Die Vitalisten haben im allgemeinen zu enge Vorstellungen von Gegenstand und Methode der exakten Naturwissenschaften. Der Begriff *Ganzheit* ist keineswegs auf die Biologie beschränkt. Beispiel: Wiederholtes Würfeln ist eine Serie von individuellen Ereignissen (der Würfel hat ja kein Gedächtnis), die durch ein Wahrscheinlichkeitsgesetz zur Ganzheit verbunden wird. Wo ist die Entelechie, die für jede Augenzahl das Erreichen des Plansolls von einem Sechstel bewirkt?

3. Die vielen *Zweckmäßigkeiten*, die wir in der Natur tatsächlich feststellen, sollten vorsichtshalber als «Zweckmäßigkeiten als ob» bezeichnet werden, da es sich um offensichtliche Anthropomorphismen handelt. Das kann eindrücklich am Beispiel der Extremalprinzipien in der Physik nachgewiesen werden, wo ein kausales Geschehen als zielgerichtet interpretiert wird dadurch, daß die Differentialgleichungen als Extremalprinzip formuliert und dann der Natur die Absicht unterschoben wird, die betreffende Größe tatsächlich extremal zu halten – ein Verfahren, das bei beliebigen Differentialgleichungen stets und sogar auf verschiedene Arten möglich ist. Das gilt aber auch für komplexere, biologische Prozesse, denn der Mensch, der den Ablauf eines Prozesses überblickt, kommt leicht in Versuchung, den Endzustand nachträglich als Ziel hinzustellen. So kann am Kausalnexus in der Folge «Fortpflanzungsmechanismus – Erhaltung der Art» oder «Regenerationsfähigkeit von Organismen – Überleben» nicht gezweifelt werden; wir sehen aber nur, was erhalten geblieben ist und überlebt hat; die Annahme, daß Erhalten und Überleben ein der Natur innewohnendes Ziel ist, dürfte für die Wissenschaft auch eines bloß heuristischen Wertes entbehren.

Trotzdem sind Aussagen wie «Die Lungen atmen schneller, um den Sauerstoffgehalt des Blutes wieder auf das Normalmaß zu bringen» durchaus legitim. Der Begriff «zweckmäßig» darf nicht wegen seiner anthropomorphen Herkunft verboten werden, auch der Kausalitätsbegriff läuft schließlich nicht frei in der Natur herum. Aber wir betrachten ein Geschehen erst dann als erklärt, wenn die Kausalzusammenhänge aufgedeckt sind. Der Übergang von einer ersten, oberflächlichen Auffassung als zielgerichteter Prozeß zum wissenschaftlichen Verstehen (Angabe der für die Erscheinung maßgebenden

Naturgesetze) wird am Beispiel von biologischen und mechanischen Reglern (Rückkoppelungen zum Aufrechterhalten eines Gleichgewichtszustandes) verdeutlicht.

Unsere Naturgesetze – auch in der Biologie – sind ohne Ausnahme Kausalgesetze. Es ist auch noch nie ein konkretes Beispiel genannt worden, bei dem der Begriff Finalität für die Forschung unentbehrlich gewesen wäre. Somit entbehrt die Behauptung irgendeiner Komplementarität von Kausalität und Finalität jeder Grundlage.

7. F. BONSACK (Dübendorf). – *La vie et la pensée contredisent-elles le principe de Carnot?*

Cette question se pose dans deux perspectives: en thermodynamique et en théorie de l'information.

En thermodynamique, Maxwell avait imaginé son fameux démon, Gouy et Smoluchowski des «machines de Gouy», c'est-à-dire des dispositifs microscopiques purement physiques qui auraient joué le même rôle que le démon de Maxwell. Helmholtz avait suggéré qu'il y avait peut-être des membranes vivantes qui ne laissent passer les molécules que dans un sens, ce qui aurait contredit le principe de Carnot.

Mais des études ultérieures du démon de Maxwell ont montré qu'il y avait probablement, comme condition de son action sur les molécules, des processus augmentant l'entropie et rendant le bilan entropique total positif. De telle sorte que l'hypothèse de Helmholtz devient très invraisemblable.

La question se pose en outre en théorie de l'information, où il y a un principe analogue (mais non identique) au principe de Carnot.

Si l'on n'interprète pas la quantité d'information subjectivement, comme on le fait généralement, mais objectivement, en s'intéressant à la structure du message plutôt qu'à son contenu informatif, on peut généraliser cette notion à d'autres structures, en particulier aux structures vivantes, et leur appliquer le principe de Carnot de l'information.

Dans cette perspective, il semble bien que ce principe soit violé au cours de certains processus tels que la sélection, le tri, la mise en ordre, la création artistique, technique ou scientifique.

Mais il y a probablement ici encore compensation, une augmentation de l'entropie physique étant nécessairement liée à l'activité ordonnatrice.

(Pour plus de détails, voir la thèse de l'auteur: «Information, Thermodynamique, Evolution et Innovation», à paraître en 1961 chez Gauthier-Villars.)

8. E. WALTER (Zürich). – *Die erkenntnistheoretische Bedeutung der Begriffe Reiz und Empfindung*¹.

¹Der erweiterte Text des Vortrages wird in der Zeitschrift «Dialectica» veröffentlicht werden. Eine vorläufige Skizze erschien in Heft 53/54 von «Dialectica» («Wissenschaftstheoretische Ansätze», S. 254/266).

9. E. WALTER (Zürich) berichtet als schweizerischer Delegierter über den dritten «*Internationalen Kongreß für Logik, Methodologie und Philosophie der Wissenschaft*» vom 24. August bis 2. September in Stanford (USA), sowie über Stellung und Bedeutung der «Philosophie der Wissenschaft» an den amerikanischen Universitäten.