

Aus der Medizinischen Klinik und Poliklinik der Universität Greifswald
(Direktor: Prof. Dr. G. KATSCH).

Über das spezifische Gewicht des Menschen.

Von

Dr. OTFRIED GÜNTHER,
Assistent der Klinik.

(Eingegangen am 22. Januar 1948.)

A. Das spezifische Gewicht des ganzen Menschen.

In der Erkenntnis, daß das *absolute Gewicht* des menschlichen Körpers als Maßstab für seine *stoffliche Zusammensetzung* nicht zu verwerthen ist, hielt man schon vor etwas mehr als hundert Jahren nach einer Größe Umschau, durch die die verschiedene Wertigkeit der einzelnen Körperbestandteile zum Ausdruck kommen könnte. Bereits in älteren Lehrbüchern der Anatomie (C. KRAUSE 1843) und Physiologie (VALENTIN 1847) wird als ein solches Maß das *spezifische Gewicht* angegeben.

Das spezifische Gewicht eines Körpers ist bekanntlich = absolutes Gewicht: Volumen des betreffenden Körpers. Die Bestimmung des absoluten Gewichtes bereitet keine Schwierigkeiten; es kommt bei der Feststellung des spezifischen Gewichtes also im wesentlichen darauf an, das *Volumen* des zu untersuchenden Körpers exakt zu bestimmen. Das ist jedoch besonders beim lebenden Menschen nicht einfach.

Die Volumenmessungen des menschlichen Körpers wurden meist mit der „*Wasserverdrängungsmethode*“ ausgeführt, d. h. das Volumen des Körpers wurde aus der durch diesen verdrängten Wassermenge ermittelt (ROBERTSON, HERMANN, KRAUSE, MEEH, RUBNER, LAHMANN, ZIEGELROTH, JAMIN und MÜLLER, OPPENHEIMER, KASTNER, WENGLER, REHN und HORSCH). Als sehr störende Fehlerquelle wurden bei dieser Methode die in der Lunge und in den Verdauungsorganen eingeschlossenen Gase erkannt, die einen beträchtlichen und schwer zu erfassenden Einfluß ausüben.

Man ging deshalb später dazu über, das Volumen des menschlichen Körpers durch dessen Raumverdrängung in Luft zu bestimmen. Diese „*Luftverdrängungsmethoden*“ stellen eine Anwendung der Gesetze von BOYLE-MARIOTTE und GAY-LUSSAC dar. Durch v. PFAUNDLER, PFLEIDERER und BOHNENKAMP wurden etwas unterschiedliche Verfahren nach diesem Prinzip ausgearbeitet. JONGBLOED und NOYONS (1935) berechneten schließlich das Volumen des Körpers aus dem Gewichtsunterschied bei verschiedenen Luftdrücken und aus der Differenz der dabei gemessenen Luftdichte. Mit Hilfe einer derartigen Methode ist es möglich, das *Rein- oder Nettovolumen* des menschlichen Körpers zu bestimmen, d. h. das Volumen ohne die in der Lunge und im Verdauungskanal eingeschlossenen Gase. Bei den Luftverdrängungsmethoden nehmen auch solche gasgefüllten Hohlräume, die nicht in offener Verbindung mit dem Meßraum stehen, wie z. B. der Magen-Darm-Kanal, an den für die Messung ausschlaggebenden Luftdruckschwankungen teil, wenn nachgiebige Wände diese Hohlräume einschließen. Die Wandungen dürfen aber nicht über die Elastizitätsgrenze beansprucht werden.

Die Bestimmung des spezifischen Gewichtes wurde bisher am Lebenden angestrebt in der Hoffnung, dadurch Einblicke in die Art des *Stoffansatzes und -verlustes* gewinnen zu können. Schon die theoretische Überlegung ergibt die Möglichkeit, aus der gleichzeitigen Kontrolle des absoluten und spezifischen Gewichtes Rückschlüsse z. B. auf die Wasser- und Fettansammlung bzw. -Ausschwemmung zu ziehen. So wird man bei der Fettsucht eine Gewichtszunahme bei sinkendem spezifischen Gewicht annehmen können, während der Erfolg einer Entfettungskur sich an der Gewichtsabnahme bei steigendem spezifischen Gewicht verfolgen lassen wird. So verwendete schon LAHMANN (1893) das spezifische Gewicht als Genesungsmaßstab bei seinen diätetischen Kuren. Er fand bei fetten und aufgeschwemmten Menschen ein „zu niedriges“ spezifisches Gewicht, während sich bei mageren Leuten ein „zu hohes“ spezifisches Gewicht ergab.

BOHNENKAMP bestimmte für den normalen Mann ein durchschnittliches spezifisches Gewicht von 1,095, während das für die Frau im Mittel etwas niedriger bei 1,07 liegen soll. In hohem Alter zeigen Männer und Frauen nach BOHNENKAMP nicht mehr so starke Unterschiede des spezifischen Gewichtes. Bei alten Menschen stellte er übereinstimmend mit JAMIN und MÜLLER tiefere Werte fest. BOHNENKAMP erhielt bei 70 Messungen an verschiedenen Versuchspersonen Werte, die sich zwischen 0,98 und 1,13 bewegten. Ein spezifisches Gewicht unter 1,0 beobachtete er bei großer Fettleibigkeit.

Das Ziel der *bisherigen Untersuchungen* war im allgemeinen, durch Bestimmung und weitere Kontrolle des spezifischen Gewichtes *Einblicke in den Stoffwechsel des lebenden Menschen* zu bekommen. Es fehlen jedoch in der Literatur bisher genauere Angaben darüber, ob es möglich ist, *von dem spezifischen Gewicht eines Menschen direkte Rückschlüsse auf seine stoffliche Zusammensetzung* zu ziehen, besonders aber, ob man bei *bestimmten krankhaften Veränderungen oder gewissen Konstitutionstypen entsprechende Abweichungen des spezifischen Gewichtes* erwarten darf. In der vorliegenden Arbeit, die auf Anregung von Prof. KATSCH durchgeführt wurde, soll versucht werden, auf diese Fragestellung eine Antwort zu geben. Erhöhte Aufmerksamkeit wurde darauf verwandt, festzustellen, ob *Unterernährungszustände* sich auf das spezifische Gewicht auswirken¹.

Technische Vorbemerkungen.

Aus technischen Gründen konnten die Volumenmessungen nur mit Hilfe der *Wasserverdrängungsmethode an der Leiche* durchgeführt werden. Um den bereits erwähnten störenden Einfluß der in der Lunge und den Verdauungsorganen eingeschlossenen Gase auszuschalten, wurden die Messungen abweichend von früheren Untersuchern erst nach Entnahme der Brust- und Bauchorgane im Anschluß an die Obduktion durchgeführt, in deren Verlauf auch das Gehirn entfernt worden war. Zur Bestimmung gelangten also nur noch: Skelet (einschließlich Schädelkalotte und Brustbein), Muskulatur, Unterhautzellgewebe und Haut. Im Hinblick auf die oben angeführte Fragestellung und mit Rücksicht darauf, daß keine absoluten Werte angestrebt wurden, konnte diese Beschränkung in

¹ Dem Direktor des Pathologischen Institutes der Universität Greifswald, Herrn Prof. LOESCHKE, gebührt besonderer Dank für seine Unterstützung bei der Durchführung der Untersuchungen.

Kauf genommen werden. Sie brachte im Gegenteil sogar den Vorteil mit sich, daß eben gerade nur die Körperbestandteile untersucht wurden, deren Zustand im Rahmen dieser Arbeit von besonderem Interesse war. Zur *Volumenbestimmung* wurde eine mit Wasser gefüllte Badewanne benutzt. Die von den Leichen verdrängte Wassermenge konnte durch eine Überlaufvorrichtung abfließen und wurde in geeichten Meßgefäßen aufgefangen. Die Bestimmung des Volumens war so auf $\pm 0,1$ Liter (durchschnittlicher Fehler) genau möglich. Der Einfluß der Wassertemperatur wurde zwar berücksichtigt, er war aber so gering, daß er weit innerhalb der Fehlergrenze lag. Er wurde deshalb vernachlässigt. Die *Wägung* der Leichen wurde mit einer Waage durchgeführt, durch die die Gewichtsbestimmung auf $\pm 0,062$ kg (durchschnittlicher Fehler) genau erfolgte.

Das spezifische Gewicht ließ sich mit dieser Methode auf $\pm 0,02$ genau bestimmen. Die *Fehlerbreite* ist also nur ein wenig größer als diejenige von BOHNENKAMPs Luftverdrängungsmethode, die an Genauigkeit kaum zu übertreffen ist, und die BOHNENKAMP mit $\pm 0,01$ angegeben hat.

Es wurde auf diese Weise das spezifische Gewicht von 60 Leichen bestimmt, die aus den Greifswalder Universitätskliniken stammten. Die *Todesursachen* waren recht verschiedene. Besonders häufig kamen aber Tuberkulose, Carcinome und Dystrophie vor. Die erzielten Werte bewegten sich zwischen 1,01 und 1,24. Der *Durchschnitt* lag bei 1,08. Dieser Wert entspricht den Ergebnissen von BOHNENKAMP (s. oben). Es ergibt sich daraus, daß der Mangel der Methode, mit der nach Entfernung der Eingeweide nur ein Teil des Menschen bestimmt wird, nicht ins Gewicht fällt. Die von mir erzielten relativen Werte entsprechen also durchaus den absoluten von BOHNENKAMP. Diese Tatsache erklärt sich daraus, daß die Höhe des spezifischen Gewichtes eines Menschen entscheidend vom Skelet, der Muskulatur und dem Unterhautzellgewebe bestimmt wird. Der *prozentuale Anteil der inneren Organe am Gesamtkörper* beträgt gewichtsmäßig meist nur 30—35%. Bei Wassersüchtigen oder schwerknochigen Menschen kann er auf 20—25% sinken. Außerdem liegt das *spezifische Gewicht der Organe* (um 1,05) nur wenig niedriger als der Durchschnitt des spezifischen Gewichtes für den ganzen Menschen und schwankt nur innerhalb sehr enger Grenzen. — Werte unter 1,0 habe ich nicht erhalten, während BOHNENKAMP bei Fällen von extremer Fettsucht ein spezifisches Gewicht bis zu 0,98 beobachtete. Ich hatte aber keine Gelegenheit, sehr fette Menschen zu untersuchen. Dagegen konnte ich wesentlich höhere Werte (bis zu 1,24) als BOHNENKAMP feststellen, dessen höchstes Resultat bei 1,13 lag. Diese hohen Zahlen erhielt ich bei extrem abgemagerten Menschen (Tabelle 1).

Aus meinen Versuchsergebnissen läßt sich erkennen, daß es 3 Faktoren sind, die auf die Höhe des spezifischen Gewichtes des Menschen entscheidenden Einfluß ausüben. Es sind dies: 1. *Das Knochengestüst*, 2. *das Fettgewebe* und 3. *das Wasser, bzw. die Gewebs- und Ödemflüssigkeiten*. Da das Knochengewebe nach dem Zahnschmelz das höchste spezifische Gewicht aller Bestandteile des menschlichen Körpers hat

Tabelle 1. Zusammenstellung der Ergebnisse.

Kennzeichnung der Fälle	Anzahl der Fälle	Spezifisches Gewicht von — bis	Durchschnitt
Insgesamt	60	1,01—1,24	1,08
Davon:			
Normale	9	1,03—1,17	1,08
Ödematöse	5	1,02—1,07	1,05
Konsumierende Krankheiten:			
Typhus, Ruhr, Fleckfieber	5	1,05—1,23	1,12
Carcinome	11	1,05—1,13	1,10
Tuberkulose	8	1,03—1,10	1,08
Dystrophiker	19	1,01—1,24	1,09
Konstitutionstypen:			
Athleten	13	1,05—1,23	1,12
Astheniker	20	1,03—1,13	1,08
Pykniker	10	1,03—1,09	1,06

(1,2—1,9 nach W. KRAUSE und L. FISCHER), muß das spezifische Gewicht eines Menschen umso mehr ansteigen, je größer der prozentuale Anteil seines Knochengerüsts ist. Umgekehrt sinkt das spezifische Gewicht des Menschen, je größer sein Wasser- oder Fettgehalt ist. Es läßt sich aber schon hier die *Grenze der Verwendungsmöglichkeit* des spezifischen Gewichtes erkennen. Da die Werte des spezifischen Gewichtes für das Fettgewebe mit 0,916 (RACHOLD) und für das Gewebswasser mit annähernd 1,0 sehr nahe zusammenliegen, ist es nicht möglich, allein aus dem spezifischen Gewicht auf den Anteil an Fett oder Wasser zu schließen.

Unter den „normalen“ Versuchspersonen (9 Fälle), die an einer plötzlichen Todesursache starben, lassen sich 2 Gruppen unterscheiden. Bei der einen handelt es sich fast ausnahmslos um schwerknochige, muskulöse Männer, zum Teil mit mäßigem Fettpolster, deren spezifisches Gewicht mit 1,09 —1,17 über dem Durchschnitt liegt. Nur eine sehr kräftig gebaute Frau ist darunter. Die andere Gruppe enthält nur Frauen, meist auch mit recht kräftigem Knochenbau, die über ein verhältnismäßig reichliches Fettpolster verfügten. Das spezifische Gewicht dieser Gruppe liegt mit 1,03—1,05 wesentlich niedriger als der Durchschnitt und die erstere Gruppe. Es wird aus diesen Ergebnissen wieder 1. *der senkende Einfluß des Fettgewebes* und 2. *der erhöhende Einfluß des Knochengerüsts* auf das spezifische Gewicht offenbar. Die deutlich erniedrigten Werte der zweiten Gruppe lassen sich durch die mäßige Fettleibigkeit nicht ausreichend erklären. Auch von den Versuchspersonen der ersten Gruppe hatten einige ein gutes Fettpolster. Es müssen also noch andere Faktoren dabei im Spiele sein. Die Hauptursache vermute ich darin, daß ganz allgemein *bei der Frau das Knochengerüst spezifisch leichter ist als beim Mann*. Der Anteil der spezifisch

schwereren Substantia compacta am Knochenaufbau ist beim Mann in der Regel größer als bei der Frau. Hand in Hand damit geht sicher ein höherer Gehalt an spezifisch schwereren Kalksalzen. Durch diese Annahme wird die von allen bisherigen Untersuchern gemachte Beobachtung erklärt, daß Frauen ein niedrigeres spezifisches Gewicht haben als Männer. In ähnlichem Sinne lassen sich die von JAMIN und MÜLLER sowie von BOHNENKAMP bei alten Menschen gefundenen tieferen Werte deuten. Hier ist es die senile Knochenatrophie, die trotz einer gewissen senilen Austrocknung das spezifische Gewicht senkt.

Untersuchungen von RÖSSLE bestätigen diese Erklärungsversuche. RÖSSLE bestimmte von Oberschenkelknochen verschiedener Leichen unter anderem das spezifische Gewicht. Bei Fällen von Osteomalacie und seniler Osteoporose fand er das spezifische Gewicht der Knochen mit 1,255—1,387 außerordentlich niedrig, während es bei starkknochigen Leichen meist bei 1,9 lag.

Bei 5 *wassersüchtigen* Leichen war erwartungsgemäß das *spezifische Gewicht umso niedriger, je größer die Wasseransammlungen* waren. Von Wichtigkeit ist auch hier der Zustand des *Skelets*. Je stärker dies entwickelt ist, desto weniger setzt sich der senkende Einfluß der Ödeme durch. Eine Unterscheidung von renalen, Kreislauf- und Stoffwechsel-ödemem ist mit Hilfe des spezifischen Gewichtes nicht möglich. Angesichts der minimalen Unterschiede im spezifischen Gewicht der verschiedenen Ödemarten, wenn solche überhaupt vorhanden sind, ist dies auch nicht zu erwarten. Die Werte, die ich bei Ödematösen erhielt, schwanken zwischen 1,02 und 1,07.

Die Bestimmung des spezifischen Gewichtes bei Leichen, die an *konsumierenden Krankheiten* gestorben sind, ergab auffallend *hohe Werte*. Sie erklären sich durch die starke *Austrocknung* und durch das Überwiegen des Knochengerüsts infolge Fett- und Muskelatrophie.

Bei *Infektionskrankheiten* wie Typhus abdominalis, Ruhr und Fleckfieber (5 Fälle), die mit einer besonders hochgradigen Austrocknung und Einschmelzung von Fett und Muskulatur einhergehen, fand ich das spezifische Gewicht verhältnismäßig sehr hoch, meist (3mal) zwischen 1,13 und 1,23. Zwei Fälle lagen über dem Maximalwert von BOHNENKAMP.

Das spezifische Gewicht von 11 *Krebskranken* lag etwas niedriger zwischen 1,09 und 1,13. Bei beiden Gruppen konnte ich tiefere Werte bei zierlichem Knochenbau, Ödemansammlungen oder erhaltenem Fettpolster feststellen.

Etwas anders liegen die Verhältnisse bei acht untersuchten *Tuberkulösen*. Das spezifische Gewicht wurde auch hier infolge der oft hochgradigen Kachexie meist *über dem Durchschnitt* gefunden. Da die Austrocknung aber in der Regel nicht so hohe Grade annimmt wie bei

den eben genannten Infektionskrankheiten, werden auch kaum so abnorm hohe Werte erreicht. Ich beobachtete meist (6mal) Zahlen zwischen 1,07 und 1,10. Zweimal lagen sie niedriger. Zu berücksichtigen ist dabei, daß Tuberkulöse häufig von asthenischer Konstitution sind, d. h. auch vor der Erkrankung ein verhältnismäßig tiefes spezifisches Gewicht gehabt haben müssen.

Die Ergebnisse der Versuchspersonen, bei denen die *Dystrophie* eine ausschlaggebende Rolle spielte (19 Fälle), verteilen sich über die ganze Breite der überhaupt beobachteten Zahlenwerte von 1,01 bis 1,24. Je abgemagerter und ausgetrockneter sie waren, desto höher fiel das spezifische Gewicht aus. Je stärker die hydropische Dekompensation war, desto niedriger lagen die Werte. Das höchste spezifische Gewicht von 1,24 wurde bei einer 48jährigen Frau gemessen, die buchstäblich nur aus „Haut und Knochen“ bestand, und bei der anatomisch außer der extremen Abmagerung keinerlei organisch krankhafter Befund zu erheben war. — Von Interesse ist die Beobachtung, daß in einigen Fällen, bei denen sich die Ernährungsstörung über besonders lange Zeit hinzog, ein niedriges spezifisches Gewicht gefunden wurde, trotzdem kein Fett und nur mäßige Ödeme nachweisbar waren. Das trifft z. B. auch für den niedrigsten von mir gemessenen Wert von 1,01 zu, der bei einer 74jährigen sehr stark abgemagerten Frau mit nur mäßigen Ödemen festgestellt wurde. Diese Befunde lassen sich einmal daraus erklären, daß in diesen Fällen infolge einer *serösen Durchtränkung* und vielleicht auch einer *serösen Umwandlung* der Gewebe, wie sie ja für das Fettgewebe z. B. bekannt ist, der tatsächliche Wasserbestand des Körpers größer ist als es scheint. Zum anderen aber entwickelt sich bei hochgradiger Inanition, besonders wenn sich die Ernährungsstörung über längere Zeit erstreckt hat, eine *Osteoporose*, die öfter auch schon durch das Röntgenbild nachweisbar ist, und die das Knochengestüt so stark verändert, daß das spezifische Gewicht dadurch wesentlich gesenkt wird. Besteht der Unterernährungsschaden bei einem alten Menschen, wie in unserem eben erwähnten Fall, so wird das Zusammentreffen von exogener Osteoporose mit seniler und vielleicht Inaktivitätsatrophie eine besonders starke Senkung des spezifischen Gewichtes zur Folge haben. Es ist also möglich, mit Hilfe des spezifischen Gewichtes Aufschluß über diese Stoffwechselprobleme zu erhalten.

Überblicken wir die Ergebnisse der Bestimmung des spezifischen Gewichtes des ganzen Menschen, so ergibt sich *zusammenfassend* folgendes: *Unmittelbare Rückschlüsse von der Höhe des spezifischen Gewichtes eines Menschen auf seine stoffliche Zusammensetzung* lassen sich *nur bedingt* ziehen. Es ist dazu notwendig, das Vorhandensein und das Ausmaß von Ödemen und Fettpolster zu berücksichtigen.

Wenn man deren senkenden Einfluß auf das spezifische Gewicht in Rechnung setzt, lassen sich innerhalb gewisser Grenzen wertvolle Einblicke in den *Zustand des Knochengerüsts* gewinnen.

Die einzelnen *Konstitutionstypen* unterscheiden sich durch ihr spezifisches Gewicht. Hält man sich an die Einteilung der Konstitutionstypen von KRETSCHMER, so kann man sagen: Menschen von *athletischem Konstitutionstyp* haben ein *hohes* spezifisches Gewicht (meist 1,09 und darüber). Bei *asthenischem Körperbau* findet man in der Regel ein *mittleres* spezifisches Gewicht (1,05—1,10). Bei den *Pyknikern* hängt die Höhe des spezifischen Gewichtes davon ab, wie stark die Entwicklung des Fettpolsters ist. Es sind also *niedrige bis mittlere* Werte zu erwarten.

B. Das spezifische Gewicht einzelner Organe.

Da durch die Bestimmung des spezifischen Gewichtes des ganzen Menschen sichere Einblicke in den Zustand der überwiegend *eiweißhaltigen Körperbestandteile* nicht zu gewinnen sind, wurde das *spezifische Gewicht einiger Organe* gesondert bestimmt.

Untersuchungen über das spezifische Gewicht der einzelnen Organe wurden bisher in sehr geringer Zahl durchgeführt. C. KRAUSE wog (1836—1838) die zu bestimmenden Organe mit der *hydrostatischen Waage* zunächst in Luft und dann in Wasser. Das spezifische Gewicht eines festen Körpers ist ja bekanntlich = Gewicht in Luft: Auftrieb in Wasser. Später wurden verschiedene andere Verfahren (BUCKNILL, AITKEN, ELLERMANN, W. KRAUSE und L. FISCHER) angegeben, auch eine Luftverdrängungsmethode (RACHOLD). Die Ergebnisse weichen aber alle nicht wesentlich von denen C. KRAUSES ab. Die bisherigen Untersuchungen über das spezifische Gewicht der einzelnen *Körperbestandteile* wurden mit nur wenigen Ausnahmen an *normalen Organen* durchgeführt. SMIDT, der 1880 Bestimmungen des spezifischen Gewichtes von Leber und Milz anstellte, verwandte auch *krankhaft veränderte* Organe.

Technische Vorbemerkungen.

Ich führte meine Bestimmungen des spezifischen Gewichtes der einzelnen Organe wie C. KRAUSE mit der *hydrostatischen Waage* aus, wog die betreffenden Organstücke also zunächst in Luft, dann in Wasser. Wie schon aus der großen Ähnlichkeit der Versuchsergebnisse von C. KRAUSE mit denen von W. KRAUSE und L. FISCHER hervorgeht, ist die Ungenauigkeit der Methode gering. SMIDT bestimmte die Fehler, die durch Verdunstung (bei Wägung in Luft) und durch Diffusion (bei Wägung in Wasser) im Verlauf längerer Wägungen entstehen können und fand sie so gering, daß sie vernachlässigt werden dürfen. Sie liegen innerhalb der Fehlergrenze, die z. B. durch wechselnden Blutgehalt der Organe gegeben ist. Ich konnte durch meine Kontrollversuche SMIDTS Feststellungen bestätigen. Ich fand bei 45 g schweren Organstücken bei Wägung in Wasser einen Gewichtsverlust von 2 mg/Min. Da eine einzelne Wägung nicht länger als 2—3 Min. dauert, ist der dadurch entstehende Fehler minimal.

Ich wählte einige Organe aus, deren spezifisches Gewicht ich wiederholt bestimmte. Es waren dies: *Leber, Milz, Niere, Herzmuskel und quergestreifte Muskulatur* (meist M. psoas).

Ergebnisse.

Bei 31 Bestimmungen des spezifischen Gewichtes der *Leber* wurde ein durchschnittlicher Wert von 1,055 gefunden. Diese Zahl kommt den von SMIDT und W. KRAUSE und L. FISCHER für die normale Leber angegebenen Durchschnittswerten von 1,056 bzw. 1,057 sehr nahe. Meist fand ich Werte zwischen 1,052 und 1,059. Die höchste Zahl, die von mir beobachtet wurde, war 1,066, die niedrigste 1,019.

Fettlebern haben je nach dem Grad der Fetteinlagerung ein sehr *niedriges* spezifisches Gewicht. Ich beobachtete als tiefsten Wert 1,019, während SMIDT sogar 0,999 feststellte.

Bei *trüber Schwellung* (4 Fälle) ergab sich zweimal ein niedriges spezifisches Gewicht (1,051—1,052), was sicher mit dem erhöhten Wassergehalt der geschädigten Organe zusammenhängt. Zweimal wurden aber auch Werte gefunden, die über dem Durchschnitt lagen (1,058—1,061). Man ersieht daraus, daß die kolloidchemischen Veränderungen bei dieser Störung mit Hilfe des spezifischen Gewichtes nicht so leicht zu erfassen sind.

Bei der *braunen Leberatrophie* wurden bei 6 von 7 Fällen sehr *hohe* spezifische Gewichte gefunden (1,061—1,066). Die braune Atrophie wird mit der Ablagerung des als Lipofuscin bezeichneten Pigmentes erklärt, bei dem es sich wahrscheinlich um einen gespaltenen Eiweißkörper handelt. Mehr als durch die Ablagerung dieses Stoffes wird die Erhöhung des spezifischen Gewichtes durch die Atrophie des Organ Gewebes und das dadurch bedingte Überwiegen des interstitiellen Bindegewebes verständlich. Auffälligerweise stellte ich in einem Fall besonders hochgradiger brauner Atrophie einen durchschnittlichen Wert von 1,057 fest. Es handelte sich dabei um eine 67jährige Frau, die infolge von Unterernährung und Ruhr in einen Zustand extremer Inanition gelangt war. Die ganze Leber wog nur 888 g (normal wären 1500 g). Diesen Befund möchte ich mit der schon bei der Bestimmung des spezifischen Gewichtes des ganzen Menschen erwähnten serösen Durchtränkung und Umwandlung der Gewebe bei hochgradiger Dystrophie erklären.

Die *Stauungsleber* (8 Fälle) zeigte ein verhältnismäßig *hohes* spezifisches Gewicht, das je nach dem Grad der Stauung zwischen 1,057 und 1,062 lag. Eine „Muskatnußleber“ hatte ein eher niedriges spezifisches Gewicht von 1,054, das durch die bei länger anhaltender Stauung einsetzende fettige Degeneration bedingt ist.

Das spezifische Gewicht der *Milz* wurde bei 30 Leichen bestimmt. Der niedrigste Wert lag bei 1,043, der höchste bei 1,067. Die Schwankungsbreite ist also nicht so groß wie bei der Leber. Meist bewegten sich die Zahlen zwischen 1,054 und 1,058. Der Durchschnittswert betrug 1,057. Diese Ergebnisse entsprechen den bisherigen Untersuchungen.

Für die *septisch vergrößerte*, weiche, zerfließliche Milz wurden verschiedene Werte gemessen. Bei der *Streptokokkensepsis* war das spezifische Gewicht niedrig (1,053). Ebenso wurden bei der *Tuberkulose* in 3 von 5 Fällen Werte unter dem Durchschnitt (1,051—1,056) gefunden. Wahrscheinlich erklären sich diese Befunde durch den starken Blutgehalt der septisch vergrößerten Organe. Das spezifische Gewicht des Blutes ist mit 1,0425 (W. KRAUSE und L. FISCHER) recht niedrig. Zweimal stellte ich aber bei der Tuberkulose auch höhere Zahlen fest (1,058 und 1,061). Diese Organe zeigten eine festere Konsistenz. Beim *Typhus* fand ich in 2 Fällen ein hohes spezifisches Gewicht (1,058 und 1,059), eine Beobachtung, die schon W. KRAUSE und L. FISCHER gemacht hatten. Die genannten Autoren gaben sogar Werte um 1,065 an. Ich möchte annehmen, daß sich diese Befunde durch eine stärkere Wucherung des retikuloendothelialen Systems erklären, wie sie ja beim Typhus bekannt ist.

Bei *chronisch gestauten* Organen fand sich infolge der Vergrößerung der Trabekel und des Retikulum ein hohes spezifisches Gewicht (1,058). Besteht die Stauung aber sehr lange, kann das spezifische Gewicht entsprechend der Zunahme der fettigen Degeneration wieder sinken (beobachtet wurde 1,052).

Kleine, *atrophische* Organe (5 Fälle) hatten ein hohes spezifisches Gewicht (1,058—1,067), was auf das Überwiegen der bindegewebigen Organbestandteile zurückzuführen ist.

Bei 31 Bestimmungen fand sich das spezifische Gewicht der *Niere* zwischen 1,025 und 1,052. Der Durchschnitt lag bei 1,043. Meist ergaben sich Werte von 1,041—1,047. Untersucht wurden sowohl Teile des Markes als auch der Rinde nach Entfernung des Nierenbeckens. Die bisherigen Untersuchungen unterscheiden sich nicht unwesentlich voneinander. Es liegen aber nur sehr wenige Versuche (nicht über 4 je Autor) vor.

Normale Nieren zeigten, besonders wenn sie groß und fest waren, ein *höheres* spezifisches Gewicht als dem angegebenen Durchschnitt entsprach. Es lag bei 1,043—1,052.

Für die *trübe Schwellung* der Nieren gilt das in bezug auf die Leber gesagte. In der Regel war das spezifische Gewicht *niedrig*, es fanden sich aber auch höhere Werte.

Bei der *Glomerulonephritis* (2 Fälle) wurden ebenso wie bei der *Herdnephritis* (1 Fall) tiefe Werte festgestellt (1,025—1,035). Der Grund hierfür ist einmal das entzündliche Ödem, zum anderen aber die trübe Schwellung und fettige Degeneration der einzelnen Zellen. Bei der *Pyelonephritis* (2 Fälle) dagegen fanden sich eher etwas erhöhte Werte (1,047—1,049). Das liegt sicher daran, daß statt der für

die Glomerulonephritis erwähnten Veränderungen produktive und Schrumpfungsprozesse überwiegen.

Die *Arteriosklerose* der Nieren führt ebenso wie die *nephritische Granularatrophie* zu einer Steigerung des spezifischen Gewichtes (1,046 bis 1,049 bei 3 Fällen), wofür neben der Kalkablagerung (bei der Arteriosklerose) die Vermehrung des Bindegewebes verantwortlich zu machen ist. Bei der *Arteriolsklerose* (5 Fälle) wurden aber neben erhöhten Werten auch niedrige (1,042—1,043) gefunden, je nachdem die Verfettung (besonders im Beginn) oder die Bindegewebsvermehrung (in fortgeschrittenen Stadien) überwog.

Das spezifische Gewicht des *Herzmuskels* schwankte bei 29 Messungen zwischen 1,022 und 1,056. Der Durchschnitt lag bei 1,046. Meist wurden Werte von 1,043—1,050 gefunden.

Es zeigte sich, daß die *muskelkräftigen Abschnitte* z. B. des linken Ventrikels ein *höheres* spezifisches Gewicht haben als das schlaaffe Kammerseptum. Die Differenz beträgt etwa 0,01. Dem entspricht, daß für den *hypertrophierten* Herzmuskel ein *erhöhtes* spezifisches Gewicht gefunden wurde. In ausgesprochenen Fällen betrug es 1,052 bis 1,053. Bei *dilatierten* Herzabschnitten ohne wesentliche Hypertrophie war dagegen das spezifische Gewicht *niedrig* (1,039—1,043).

Analog der braunen Leberatrophie wurde auch bei der *braunen Herzmuskelatrophie* ein *hohes* spezifisches Gewicht festgestellt (1,051 bis 1,054 in 4 Fällen). Die Gründe hierfür sind dieselben wie bei der Leberatrophie. Von besonderem Interesse ist, daß die einzige Ausnahme dieselbe 67jährige Frau mit hochgradigem Inanitionsschaden bildet, deren Leber schon trotz ausgesprochener brauner Atrophie ein niedriges spezifisches Gewicht hatte. Trotzdem ihr Herzmuskel eine besonders starke braune Atrophie zeigte, betrug das spezifische Gewicht nur 1,043. Ich möchte auch diesen Befund mit einer serösen Durchtränkung und Umwandlung der Herzmuskulatur erklären.

Das spezifische Gewicht der *quergestreiften Muskulatur* wurde innerhalb sehr weiter Grenzen *schwankend* gefunden. Der bei 26 Messungen von mir festgestellte niedrigste Wert betrug 1,018, der höchste 1,061. Meist ergaben sich Zahlen zwischen 1,040 und 1,051. Der Durchschnitt lag bei 1,047. Zunächst konnte ich beobachten, daß *verschiedene Muskeln desselben Menschen Unterschiede im spezifischen Gewicht* zeigen. Die Differenzen sind zwar nicht groß, aber immerhin deutlich. Sie betragen 0,002—0,005.

Entsprechend der Herzmuskulatur wurde für *feste, kräftige* Muskeln ein *höheres* spezifisches Gewicht (1,056—1,061) gefunden als für weiche und schlaaffe (1,036—1,049). Der wesentliche Grund für diese Unterschiede ist meines Erachtens weniger in der Struktur und dem Aufbau der Muskelfasern selbst zu suchen, als vielmehr in einem *verschiedenen*

Wassergehalt der Organe. Bei den kräftigen, spezifisch schweren Muskeln geht mit der dichteren Lagerung der stärker entwickelten einzelnen Muskelfasern ein geringerer Flüssigkeitsgehalt sowohl der Muskelfasern selbst als auch des dazwischenliegenden Bindegewebes Hand in Hand. Wie groß der Einfluß des Wassergehaltes auf das spezifische Gewicht ist, geht aus Kontrollversuchen hervor, bei denen das spezifische Gewicht nach Flüssigkeitsverlust durch teilweise Austrocknung an der Luft stark anstieg (0,01 und mehr). Noch größer waren die Unterschiede, wenn der Muskel im Wasser gelegen und Flüssigkeit aufgenommen hatte. Das spezifische Gewicht sank dann um 0,013 und mehr. In Ausnahmefällen kann das spezifische Gewicht der Muskulatur auch durch einen abnorm hohen Fettgehalt eine wesentliche Senkung erfahren. So erklärt sich z. B. der niedrigste von mir beobachtete Wert von 1,018 durch weitgehende Verfettung.

Mit der Annahme, daß der *Wassergehalt das spezifische Gewicht der Muskulatur entscheidend beeinflusst*, stimmt auch die Feststellung überein, daß für die einzelnen Krankheitsgruppen ein charakteristisches spezifisches Gewicht der Muskulatur sich nicht erkennen ließ. Bei jeder Krankheitsgruppe, auch bei der Dystrophie, wurden sehr unterschiedliche Werte für das spezifische Gewicht der Muskulatur beobachtet.

Die vorliegenden Bestimmungen des spezifischen Gewichtes einzelner Organe haben also ergeben, daß *morphologische Organveränderungen sehr häufig durch einen von der Norm abweichenden Wert des spezifischen Gewichtes begleitet* sind. Manchmal gibt das spezifische Gewicht sogar einen *Hinweis auf den Grad einer Schädigung*, der makroskopisch nicht ohne weiteres zu erkennen ist. Das trifft z. B. für die chronische Blutstauung zu, bei der das spezifische Gewicht zunächst höher als normal ist, mit dem Einsetzen der fettigen Degeneration aber wieder absinkt, um schließlich wesentlich unter dem Durchschnitt liegende Werte zu erreichen. Ähnliches gilt für die Dystrophie. Die beginnende Organatrophie führt zu einer Steigerung des spezifischen Gewichtes. Wenn die Atrophie weit fortgeschritten ist und lange genug angedauert hat, sinkt das spezifische Gewicht entsprechend der einsetzenden serösen Durchtränkung und Umwandlung der Organe wieder stark ab. Die *Atrophie der Organe* kann dabei soweit gehen, daß ihr absolutes Gewicht nur einen Prozentsatz des normalen beträgt. Für die Leber wurden etwa 55 % beobachtet, für die Milz sogar nur 33 %, für die Nieren 65 % und für das Herz 55 %.

Zusammenfassung.

Es wird von Untersuchungen über das spezifische Gewicht des Menschen berichtet. Die notwendige Voluménmessung wurde mit Hilfe der Wasserverdrängungsmethode an 60 Leichen vorgenommen. Es

sollte versucht werden festzustellen, ob sich vom spezifischen Gewicht eines Menschen direkte Rückschlüsse auf seine stoffliche Zusammensetzung ziehen lassen. Es wurden die verschiedenen Krankheitsgruppen und Konstitutionstypen auf ihr spezifisches Gewicht hin untersucht. Erstmalig wurde das spezifische Gewicht von Dystrophikern bestimmt.

Es wird versucht, die Ergebnisse zu erklären. Dabei kommt heraus, daß 3 Faktoren auf die Höhe des spezifischen Gewichtes entscheidenden Einfluß ausüben: 1. Das Knöchengerüst, 2. das Fettgewebe und 3. das Gewebswasser. Unter Berücksichtigung des senkenden Einflusses von Ödemen und Fettgewebe auf das spezifische Gewicht lassen sich also Einblicke in den Zustand des Knochengerüsts gewinnen. Die verschiedenen Konstitutionstypen zeigen deutliche Unterschiede im spezifischen Gewicht. Über die vorwiegend eiweißhaltigen Organe gibt das spezifische Gewicht bei Untersuchungen des ganzen Menschen keine sichere Auskunft.

Es wurden ferner Bestimmungen des spezifischen Gewichtes einzelner Organe durchgeführt. Es wird gezeigt, daß pathologisch veränderte Organe sehr häufig ein von der Norm abweichendes spezifisches Gewicht haben. In einigen Fällen erlaubt das spezifische Gewicht sogar, Rückschlüsse auf den Grad der Schädigung zu ziehen.

Literatur.

- BOHNENKAMP, H. u. J. SCHMÄH: Pflügers Arch. **228**, 100 (1931). — ELLERMANN, V.: Zbl. Path. **28**, 449 (1917). — JAMIN u. MÜLLER: Münch. med. Wschr. **1903**, **1454** u. **1511**. — JONGBLOED, J. u. A. K. M. NOYONS: Pflügers Arch. **235**, **588** (1935); **240**, 197 (1938). — KASTNER, O.: Z. Kinderhk. **3**, 391 (1912). — KRAUSE, C.: Handbuch der menschlichen Anatomie, Bd. II. Hannover 1843. — KRAUSE, W. u. L. FISCHER: Z. rat. Med., 3. Reihe, **26**, 306 (1866). — LAHMANN, H.: Die wichtigsten Kapitel der natürlichen Heilweise. Stuttgart 1894. — MEEH, K.: Z. Biol. **15**, 425 (1879). — OPPENHEIMER, K.: Z. Kinderhk. **3**, 237 (1912). — PFAUNDLER, v.: Z. Kinderhk. **3**, 413 (1912); **14**, 123 (1916). — PFLEIDERER, H.: Klin. Wschr. **1929**, 2191. — RACHOLD, R.: Experimentelle und kritische Untersuchungen über das spezifische Gewicht menschlicher Gewebe und des ganzen Menschen. Diss. Würzburg 1931. — REHN, E. u. K. HORSCH: Klin. Wschr. **1934**, 467. — RÖSSLE, R.: Beitr. path. Anat. **77**, 174 (1927). — SMIDT, H.: Virchows Arch. **82**, **1** (1880). — VALENTIN, G.: Lehrbuch der Physiologie des Menschen. Braunschweig 1847. — VIERORDT, H.: Anatomische, physiologische und physikalische Daten und Tabellen. Jena 1888. — WENGLER: Dtsch. med. Wschr. **1902**, **15**, 119. — ZIEGELROTH: Virchows Arch. **146**, **453** (1896).