

Aus dem Pathologischen Institut (Direktor: Prof. Dr. P. GEDIGK)  
und Institut für Medizinische Statistik und Dokumentation  
(Kommissarischer Direktor: Prof. Dr. SOLTH) der Universität Marburg

## **Die Organgewichte in den höheren Altersstufen (70—92 Jahre) in ihrer Beziehung zum Alter und Körpergewicht**

Von

**W. W. MEYER, BARBARA PETER und K. SOLTH**

*(Eingegangen am 17. April 1963)*

### **Einleitung**

Die meisten Untersuchungen, die sich mit der altersgebundenen Abwandlung der Organgröße beschäftigen, beziehen sich auf die Altersstufen unter 70 Jahren und schließen in den darüberliegenden Altersabschnitten nur wenige Fälle ein. Sie vermögen daher keine genauere Vorstellung über das Verhalten der Organgewichte im weit fortgeschrittenen Alter zu geben; daher bleiben auch die Beziehungen zwischen Organ- und Körpergewicht in dieser Lebensperiode ungeklärt. So geht auch G. STRASSMANN in seiner Untersuchung über die Organgewichte bei 289 Geisteskranken im Alter von 60—95 Jahren auf diese Beziehungen nicht ein und beschränkt sich auf die Feststellung der durchschnittlichen Organgewichte für die von ihm erfaßten Altersstufen.

Im Hinblick auf die zunehmende Lebenserwartung scheint uns aber die genauere Untersuchung der Organgewichte und ihrer Abhängigkeit vom Alter und Körpergewicht auch in den höheren Lebensperioden wichtig zu sein, um so mehr als die Verkleinerung der Organmasse in diesem Alter oft unberechtigterweise als Gradmesser der Altersatrophie schlechthin aufgefaßt wird. Die statistischen Untersuchungen, über die in dieser Arbeit berichtet wird, zeigen aber, daß die Beeinflussung der Organgewichte durch das Körpergewicht nicht weniger bedeutsam sein kann als durch das Alter. Ohne Berücksichtigung des Körpergewichtes ist daher eine Beurteilung der Organmasse nicht möglich.

### **Material und Methodik**

Infolge des raschen Ansteigens der Lebensdauer in den letzten Jahrzehnten ist jetzt die Zusammenstellung eines größeren Zahlenmaterials möglich, das den früheren Untersuchungen nicht zur Verfügung stand. So fanden sich in dem Sektionsgut des hiesigen Pathologischen Institutes im Zeitraum von 1927—1961 unter insgesamt etwa 16000 Obduktionen über 1000 Obduktionsfälle im Alter von über 70 Jahren, die für unsere Untersuchungen verwendet werden konnten. Aus diesem Material schlossen wir aber von vornherein Leukämiefälle, Lebercirrhosen, Nierengeschwülste und Carcinomfälle mit ausgedehnten Lebermetastasen, d. h. Erkrankungen aus, die das Gewicht der Milz, Leber und Nieren stark beeinflussen und daher die Prüfung der allgemein bestehenden Abhängigkeit der Organgewichte vom Alter und Körpergewicht erschwert hätten. Auch die Herzgewichte dieser Fälle wurden bei der Bearbeitung des Materials nicht verwendet.

Nach Eliminierung der angeführten Erkrankungen blieben 927 Fälle (546 Männer und 381 Frauen) übrig, bei denen neben dem Lebensalter auch das Körpergewicht sowie die Gewichte von Herz, Leber, Milz und Nieren angegeben waren und die uns somit für die Klärung der gestellten Fragen geeignet erschienen.

Seiner Zusammensetzung nach dürfte dieses Material dem Altersdurchschnitt entsprechen. Es schließt sowohl die „normalen“ als auch die mehr oder weniger „krankhaft veränderten“ Organe ein, ausgenommen krasse pathologische Organvergrößerungen, wie sie bei den vorhin aufgezählten Leiden vorkommen. Da es in den fortgeschrittenen Altersstufen kaum vollkommen gesunde Individuen gibt und auch bei den „gesunden“ Greisen die inneren Organe verändert sein können, ist es dem subjektiven Urteil des Beobachters überlassen, ob die Organe des jeweiligen Falles noch als altersentsprechend oder bereits als „krankhaft“ anzusehen und daher von einer statistischen Untersuchung auszuschließen sind. Im Hinblick auf die Schwierigkeiten bei der Abgrenzung des „Normalen“ und des „Krankhaften“ in den fortgeschrittenen Altersstufen haben wir auf die weitere subjektive Auswahl des Materials verzichtet und die Beeinflussung der Organgewichte durch Alter und Körpergewicht zunächst an dem gesamten Material verfolgt. Nur bei der Untersuchung von Herzgewichten haben wir die Abhängigkeit der Organmasse von den beiden Faktoren vergleichsweise nach Ausschluß deutlich krankhaft veränderter Herzen und an dem gesamten Material geprüft. Bei den anderen mituntersuchten Organen beschränkten wir uns auf den Ausschluß der vorhin erwähnten Erkrankungen.

Bei der Auswertung des Materials wurden zunächst die Durchschnittswerte für Körpergewicht, Alter und Organgewicht getrennt bei Frauen und Männern errechnet. Die alternative Gegenüberstellung von je zwei der obigen Faktoren ergab, daß zwischen ihnen statistisch erkennbare Wechselbeziehungen bestehen, die unterschiedlich groß sind (vgl. die weiter angeführten Tabellen). An Hand der Durchschnittswerte und Korrelationsgrößen wurden multiple Regressionsgleichungen aufgestellt. Im folgenden sei die Formel der Regressionsgleichung und die zu ihrer Ermittlung erforderlichen Zwischenstufen angeführt:

$$X = a + b_{xy.z} \cdot Y + b_{xz.y} \cdot Z,$$

wobei

$$b_{xy.z} = \frac{S_x}{S_y} \cdot \beta_{xy.z}$$

und

$$\beta_{xy.z} = \frac{r_{xy} - r_{xz} \cdot r_{yz}}{1 - r_{yz}^2}.$$

Für den anderen Faktor lautet die entsprechende Formel wie folgt:

$$b_{xz.y} = \frac{S_x}{S_z} \cdot \beta_{xz.y}$$

wobei

$$\beta_{xz.y} = \frac{r_{xz} - r_{xy} \cdot r_{yz}}{1 - r_{yz}^2}$$

$$a = M_x - (b_{xy.z} \cdot M_y) - (b_{xz.y} \cdot M_z).$$

$X$  = Organgewicht in g,  $Y$  = Körpergewicht in kg,  $Z$  = Lebensalter (Jahre) (vgl. hierzu K. SOLTH 1961 und K. FREUDENBERG 1962, S. 179).

An Hand der entsprechenden Regressionsgleichungen (s. Tabellen 1—10) können die Organgewichte für alle Jahrgänge der untersuchten Altersstufe (70—92 Jahre) bei Körpergewichten von 30—90 kg (bei Frauen) bzw. bis 110 kg (bei Männern) berechnet werden.

Zur Erläuterung der Berechnung bringen wir folgendes Beispiel: Es wird das mittlere Lebergewicht eines 48 kg schweren Mannes im Alter von 86 Jahren gesucht. Nach der Regressionsgleichung (Tabelle 5) ist das Lebergewicht ( $X$ ) =  $1187,13 + 6,3110 \times$  Körpergewicht  $- 2,3599 \times$  Alter =  $1187,13 + 6,3110 \times 48 - 2,3599 \times 86 = 1287,06$ .

Aus dem Vergleich dieses Mittelwertes mit dem bei der Obduktion vorgefundenen tatsächlichen Gewicht der Leber wird es ersichtlich sein, inwiefern das letztere dem zu erwartenden Durchschnitt entspricht bzw. wie weit es über oder unter dem berechneten Mittelwert liegt. Zur allgemeinen schnellen Orientierung haben wir die zu erwartenden Organgewichte für jeden zweiten Jahrgang der untersuchten Lebensperiode bei verschiedenen Körpergewichten (mit einem Intervall von je 10 kg) in den Tabellen aufgeführt.

### Untersuchungsergebnisse

**1. Herz.** Mit dem Abschluß des Wachstums erreicht das Herz im Alter von 21—25 Jahren bei Männern ein Gewicht von 305,5 g, bei Frauen 265,8 g (RÖSSLE). Danach findet eine gewisse statistisch nachweisbare altersgebundene Zunahme des Herzgewichtes statt. Bereits GREENWOOD (1904) stellte zwischen 25 und 55 Jahren eine statistisch signifikante, jedoch sehr niedrige Korrelation zwischen Herzgewicht und Alter fest: Er kam zu dem Ergebnis, daß ein gesundes Herz in 10 Jahren im Durchschnitt etwa 10 g zunimmt. SMITH wies auf die enge Beziehung zwischen Körpergewicht und Herzgewicht hin und stritt eine altersgebundene Gewichtszunahme des Herzens ab. ROSAHN untersuchte die Beziehungen zwischen Herzgewicht, Alter und Körpergewicht an Hand von 187 ausgesuchten „Normal“-Fällen. Es handelte sich um Männer im Alter von 20—75 Jahren. An diesem Material fand ROSAHN eine geringe, jedoch signifikante positive Korrelation zwischen dem *Herzgewicht und Alter* (+0,2670). Seine Regressionsgleichung lautet:

$$\text{Herzgewicht (in g)} = 300 + 1,3 \times \text{Alter}.$$

An seinem Material nimmt also das Herzgewicht pro Jahrzehnt um 13 g zu. Dieses Ergebnis stimmt im wesentlichen mit den oben angeführten Angaben von GREENWOOD überein. Einen hoch signifikanten Relationskoeffizienten von +0,5866 fand ROSAHN zwischen den *Herz- und Körpergewichten*, woraus sich folgende Regressionsgleichung ergab:

$$\text{Herzgewicht (in g)} = 140 + 3,2 \cdot \text{Körpergewicht in kg}.$$

Das Herzgewicht nimmt demnach pro 1 kg des Körpergewichtes um 3,2 g zu. Keine signifikante Beziehung ergab sich dagegen zwischen Körpergröße und Herzgewicht, zwischen Körpergewicht und Alter, sowie zwischen Körperlänge und Alter. Da das Herzgewicht durch Alter und Körpergewicht in signifikanter Weise beeinflußt wird, andererseits aber zwischen dem Alter und Körpergewicht keine signifikante Korrelation besteht, konnte ROSAHN einen mehrfachen Korrelationskoeffizienten für Herzgewicht, Alter und Körpergewicht berechnen und folgende Regressionsgleichung aufstellen:

$$\text{Herzgewicht} = 1,1 \times \text{Alter} + 3,0 \times \text{Körpergewicht} + 97,8.$$

Wie dargelegt, schließt das Material von ROSAHN nur Todesfälle bis zum 75. Lebensjahr ein, wobei in der Altersstufe über 70 Jahre nur 7 Fälle enthalten sind.

Die Angaben über das *Verhalten des Herzgewichtes in den höheren Altersstufen* sind widersprechend und statistisch nicht gesichert. RÖSSLE zweifelt nicht an einer physiologischen Altersatrophie des Herzens, die eine Abnahme des Herzgewichtes nach dem 70. Lebensjahre zur Folge haben soll. Sein eigenes Material enthält jedoch in der Altersstufe über 70 Jahre nur 32 Fälle. Nach FAHR steigen dagegen die Herzgewichte bis ins höchste Alter an. G. STRASSMANN fand bei Geisteskranken im Alter von 60—95 Jahren ein durchschnittliches Herzgewicht, das über dem Normalwert lag (bei Männern 399 g, bei Frauen 343 g).

Bezüglich der Korrelation zwischen *Herzgewicht und Körpergewicht in den höheren Altersstufen* wird lediglich hingewiesen, daß das sog. relative Herzgewicht (Herzgewicht in Prozent des Körpergewichtes) vom 70. Lebensjahr an einen stärkeren Anstieg zeigt (RÖSSLE und ROULET, s. auch frühere Angaben von BOYD). Dies sei auf das niedrige Körpergewicht alter Menschen und „die nicht selten *gehemmte Altersatrophie* des Herzens zurückzuführen“ (RÖSSLE und ROULET). — Im allgemeinen steht das Herz nach RÖSSLE und ROULET in einem durchschnittlichen Verhältnis 1:200 zum Körpergewicht. Nach Angaben von UEHLINGER wird diese Relation auch bei ödemfreien Hungerkranken (unter 50 Jahren) recht genau innegehalten.

*Eigenes Ergebnis.* Die Beziehung des Herzgewichtes zum Alter und Körpergewicht haben wir zunächst an dem gesamten Material verfolgt. Danach wurden,

Tabelle 1. *Herzgewichte, Männer; 546 Fälle*

	<i>M</i>	<i>s</i>
X Herzgewicht	387,00 g	101,10
Y Körpergewicht	55,39 kg	12,90
Z Lebensalter	76,20 Jahre	4,72
	$r_{xy} = +0,5824$	
	$r_{xz} = +0,000157$	
	$r_{yz} = -0,0930$	
	$\beta_{xy \cdot z} = +0,5875$	$\beta_{xz \cdot y} = +0,0548$
	$b_{xy \cdot z} = +4,6044$	$b_{xz \cdot y} = +1,1738$
	$a = +42,5187$	
	$X = 42,5187 + 4,6044 Y + 1,1738 Z$	

Lebensalter	Körpergewicht (kg)								
	30	40	50	60	70	80	90	100	110
70	262,8	308,9	354,9	401,0	447,0	493,0	539,1	585,1	631,2
72	265,2	311,2	357,3	403,3	449,3	495,4	541,4	587,5	633,5
74	267,5	313,6	359,6	405,6	451,7	497,7	543,8	589,8	635,9
76	269,9	315,9	362,0	408,0	454,0	500,1	546,1	592,2	638,2
78	272,2	318,3	364,3	410,3	456,4	502,4	548,5	594,5	640,6
80	274,6	320,6	366,6	412,7	458,7	504,8	550,8	596,9	642,9
82	276,9	323,0	369,0	415,0	461,1	507,1	553,2	599,2	645,3
84	279,3	325,3	371,3	417,4	463,4	509,5	555,5	601,6	647,6
86	281,6	327,6	373,7	419,7	465,8	511,8	557,9	603,9	650,0
88	284,0	330,0	376,0	422,1	468,1	514,2	560,2	606,3	652,3
90	286,2	332,3	378,4	424,4	470,5	516,5	562,6	608,6	654,6
92	288,6	334,7	380,7	426,8	472,8	518,9	564,9	611,0	657,0

Tabelle 2. *Herzgewichte, Frauen; 381 Fälle*

	<i>M</i>	<i>s</i>
X Herzgewicht	346,54 kg	88,40
Y Körpergewicht	50,72 kg	13,80
Z Lebensalter	76,70 Jahre	5,06
	$r_{xy} = +0,5926$	
	$r_{xz} = -0,0125$	
	$r_{yz} = -0,1727$	
	$\beta_{xy \cdot z} = +0,6085$	$\beta_{xz \cdot y} = +0,0926$
	$b_{xy \cdot z} = +3,8979$	$b_{xz \cdot y} = +1,6178$
	$a = 26,3124$	
	$X = 26,3124 + 3,8979 Y + 1,6178 Z$	

Lebensalter	Körpergewicht (kg)						
	30	40	50	60	70	80	90
70	256,5	295,5	334,5	373,4	412,4	451,4	490,4
72	259,7	298,7	337,7	376,7	415,7	454,6	493,6
74	263,0	302,0	340,9	379,9	418,9	457,9	496,8
76	266,2	305,2	344,2	383,1	422,1	461,1	500,1
78	269,4	308,4	347,4	386,4	425,4	464,3	503,3
80	272,7	311,7	350,6	389,6	428,6	467,6	506,6
82	275,9	314,9	353,9	392,9	431,8	470,8	509,8
84	279,1	318,1	357,1	396,1	435,1	474,0	513,0
86	282,4	321,4	360,3	399,3	438,3	477,3	516,3
88	285,6	324,6	363,6	402,6	441,5	480,5	519,5
90	288,9	327,8	366,8	405,8	444,8	483,8	522,7
92	292,1	331,1	370,1	409,0	448,0	487,0	526,0

Tabelle 3. *Herzgewichte, Männer; 325 Fälle* (nach Ausschluß von krankhaft veränderten Herzen)

	<i>M</i>	<i>s</i>
X Herzgewicht	349,77 g	64,29
Y Körpergewicht	51,91 kg	10,99
Z Lebensalter	76,73 Jahre	4,84
	$r_{xy} = +0,5584$	
	$r_{xz} = +0,1337$	
	$r_{yz} = -0,0573$	
	$\beta_{xy \cdot z} = +0,5679$	$\beta_{xz \cdot y} = +0,1662$
	$b_{xy \cdot z} = +3,3226$	$b_{xz \cdot y} = +2,2077$
	$a = +7,8970$	
	$X = 7,8970 + 3,3226 Y + 2,2077 Z$	

Lebensalter	Körpergewicht (kg)								
	30	40	50	60	70	80	90	100	110
70	262,1	295,3	328,6	361,8	395,0	428,2	461,5	494,7	527,9
72	266,5	299,8	333,0	366,2	399,4	432,7	465,9	499,1	532,3
74	271,0	304,2	337,4	370,6	403,9	437,1	470,3	503,5	536,8
76	275,4	308,6	341,8	375,0	408,3	441,5	474,7	507,9	541,2
78	279,8	313,0	346,2	379,5	412,7	445,9	479,1	512,4	545,6
80	284,2	317,4	350,6	383,9	417,1	450,3	483,6	516,8	550,0
82	288,6	321,8	355,1	388,3	421,5	454,7	488,0	521,2	554,4
84	293,0	326,3	359,5	392,7	425,9	459,2	492,4	525,6	558,8
86	297,5	330,7	363,9	397,1	430,3	463,6	496,8	530,0	563,3
88	301,9	335,1	368,3	401,5	434,8	468,0	501,2	534,4	567,7
90	306,3	339,5	372,7	406,0	439,2	472,4	505,6	538,9	572,1
92	310,7	343,9	377,1	410,4	443,6	476,8	510,0	543,3	576,5

Tabelle 4. *Herzgewichte, Frauen; 234 Fälle* (nach Ausschluß von krankhaft veränderten Herzen)

	<i>M</i>	<i>s</i>
X Herzgewicht	309,62 g	63,87
Y Körpergewicht	47,35 kg	12,39
Z Lebensalter	76,65 Jahre	4,77
	$r_{xy} = +0,5989$	
	$r_{xz} = -0,0301$	
	$r_{yz} = -0,1542$	
	$\beta_{xy \cdot z} = +0,6088$	$\beta_{xz \cdot y} = +0,0638$
	$b_{xy \cdot z} = +3,1383$	$b_{xz \cdot y} = +0,8543$
	$a = +95,5394$	
	$X = 95,5394 + 3,1383 Y + 0,8543 Z$	

Lebensalter	Körpergewicht (kg)						
	30	40	50	60	70	80	90
70	249,5	280,9	312,3	343,6	375,0	406,4	437,8
72	251,2	282,6	314,0	345,4	376,7	408,1	439,5
74	252,9	284,3	315,7	347,1	378,4	409,8	441,2
76	254,6	286,0	317,4	348,8	380,2	411,5	442,9
78	256,3	287,7	319,1	350,5	381,9	413,2	444,6
80	258,0	289,4	320,8	352,2	383,6	415,0	446,3
82	259,7	291,1	322,5	353,9	385,3	416,7	448,0
84	261,5	292,8	324,2	355,6	386,9	418,4	449,8
86	263,2	294,5	325,9	357,3	388,7	420,1	451,5
88	264,9	296,3	327,6	359,0	390,4	421,8	453,2
90	266,6	298,0	329,3	360,7	392,1	423,5	454,9
92	268,3	299,7	331,1	362,4	393,8	425,2	456,6

wie bereits erwähnt, die krankhaft veränderten Herzen ausgeschlossen und die gleichen Korrelationen noch einmal geprüft. Bei den eliminierten Fällen handelte es sich um Herzklappenfehler, Hypertoniefälle sowie Verstorbene, bei denen eine Hypertonie trotz fehlender klinischer Angaben über die Blutdruckhöhe auf Grund des Sektionsbefundes anzunehmen war (z. B. Apoplexien, Fälle von Diabetes mellitus mit hohen Herzgewichten), ferner um Fälle einengender Coronarsklerosen mit und ohne Myokardnarben. In der Gruppe von Männern verringerte sich die Fallzahl nach Ausschluß dieser Herzen um 221 auf 325, bei Frauen um 147 auf 234.

I. Aus den Regressionsgleichungen, die auf Grund des *gesamten Materials* aufgestellt wurden (vgl. Tabelle 1 und 2), ersieht man, daß in der untersuchten Lebensperiode das Herzgewicht mit dem Alter zunimmt, und zwar bei Männern um 1,1738 g, bei Frauen um 1,6178 g pro Jahr. Die Zuwachsrate bei Männern entspricht weitgehend der von ROSAHN festgestellten Altersbeeinflussung des Herzgewichtes zwischen 20 und 74 Jahren (1,1 g pro Jahr).

II. *Nach Ausschluß der krankhaft veränderten Herzen* ergibt sich bei Männern eine etwas stärkere Altersbeeinflussung des Herzgewichtes. Das Herzgewicht steigt in dieser Gruppe von Fällen pro Jahr um 2,2077 g an (vgl. Tabelle 3). Bei Frauen tritt dagegen die Altersbeeinflussung nach Ausschluß der krankhaft veränderten Herzen etwas schwächer zutage als an dem gesamten Material (vgl. Tabelle 4).

Aus allen Regressionsgleichungen geht hervor, daß das Herzgewicht auch im fortgeschrittenen Alter stärker durch das Körpergewicht als durch das Alter beeinflußt wird. An dem Gesamtmaterial nimmt das Herzgewicht pro kg Körpergewicht bei Männern um 4,6044, bei Frauen um 3,8979 g zu. Nach Ausschluß von krankhaft veränderten Herzen ergab sich ein Zuwachs des Herzgewichtes pro 1 kg Körpergewicht bei Männern von 3,3226 und bei Frauen von 3,1383 g. Die Zuwachsrate bei Männern (3,3226) entspricht weitgehend dem von ROSAHN für den vorausgehenden Altersabschnitt (20—74 Jahre) berechneten Koeffizienten von 3,0 g. Die Beziehung zwischen dem Körpergewicht und Herzgewicht bleibt somit im Verlauf des gesamten Lebens bis in das hohe Alter im wesentlichen konstant.

**2. Leber.** Das durchschnittliche Lebergewicht erwachsener Menschen wird im allgemeinen mit 1500 g angegeben (E. KAUFMANN). Nach RÖSSLE und ROULET ist dieses Gewicht jedoch für Frauen zu hoch, für Männer entschieden zu niedrig gegriffen. RÖSSLE fand an Soldatenleichen in den ersten Jahren des Welt-Krieges 1914—1919 ein Lebergewicht von 1820 g, später von 1772 g. Diese Durchschnittswerte stimmen im wesentlichen sowohl mit den früheren Angaben von VIERORDT als auch mit den Ergebnissen späterer Untersuchungsreihen überein (BEAN, BOYD, ARONHELM). Nach dem Abschluß des Körperwachstums bis zum Alter von etwa 50 Jahren ändert sich das Lebergewicht wenig. Danach setzt eine stärkere Gewichtsabnahme der Leber ein. Ihr Gewicht geht nach BOYD bei Männern bis zum Alter von 75 Jahren um 20% bzw. um 360 g auf 1480 g zurück. Bei Frauen betrage das durchschnittliche Lebergewicht im gleichen Alter etwa 1200 g. Die Angaben von BOYD über das Lebergewicht im Alter von über 70 Jahren beruhen auf nur 18 Fällen. BEAN fand bei 75jährigen weißen Männern ein durchschnittliches Lebergewicht von 1541,6 g (52 Fälle), bei weißen Frauen des gleichen Alters von 1276 g (10 Fälle); bei 85jährigen Männern 1260 g (9 Fälle); bei 85jährigen Frauen 1013 g (3 Fälle). Das von STRASSMANN bei 100 männlichen Geisteskranken im Alter von 60—95 Jahren festgestellte Mittelgewicht der Leber (1302 g) entspricht weitgehend dem von uns ermittelten Mittelwert für das Alter von 70—92 Jahren (1356,88 g). Das durch-

schnittliche Lebergewicht bei Frauen ist an unserem Material um etwa 100 g höher als der von STRASSMANN gefundene Mittelwert (1107 g, 113 Fälle).

Über das Verhältnis des Lebergewichtes zu Körpergewicht bzw. Körpergröße, Konstitutionstyp und Ernährungszustand finden sich in der Literatur auch bezüglich der jüngeren und mittleren Altersstufen nur allgemeine Angaben. RÖSSLE und ROULET weisen unter anderem darauf hin, daß eine große Leber bei körperlich schwer arbeitenden Menschen sowie bei Schwangeren gefunden wird. BEAN (1926) versucht die Beziehungen zwischen dem Lebergewicht einerseits und der Körpergröße sowie dem Ernährungszustand andererseits in den einzelnen Altersstufen zu klären. Er stellt fest, daß bei den gut ernährten Männern und Frauen die Zahl der schweren Lebern 20mal höher ist als bei den Abgezehrten. Bei diesen ist dagegen die Zahl der kleinen Lebern doppelt so hoch wie bei den gut Ernährten. Eine ähnliche Beziehung ließ sich zwischen der Lebergröße und Körpergröße erkennen. So wiege die Leber bei einer Körpergröße von 180 cm etwa 20 % mehr als bei einer Größe von 160 cm. BEAN gelang es somit, die zu erwartende Beziehung zwischen Lebergewicht, Körpergröße und Ernährungszustand zu zeigen. Er beschränkt sich aber auf diese allgemeine Feststellung, ohne die Durchschnittsgewichte der Leber in den einzelnen von ihm aufgestellten Untergruppen anzugeben.

*Eigenes Ergebnis.* Mit der vorhin angegebenen Methode wurde die Abhängigkeit des Lebergewichtes ( $X$ ) sowohl vom Alter ( $Z$ ) als auch vom Körpergewicht ( $Y$ ) verfolgt. Wir stellten hierbei zunächst fest, daß das Lebergewicht auch zwischen 70 und 92 Jahren bei beiden Geschlechtern eine altersgebundene Abnahme zeigt (vgl. Tabelle 5 und 6). Der Vergleich beider Regressionsgleichungen ergibt, daß bei Frauen die Altersbeeinflussung des Lebergewichtes wesentlich stärker ist als bei Männern. Bei Frauen geht das Gewicht der Leber pro Jahr um 13,49 g, bei Männern um 2,36 g zurück. Für die gesamte Altersstufe (70—92 Jahre) ergibt sich bei Frauen ein altersgebundener Gewichtsverlust der Leber von rund 300 g bzw. 25 %. Bei Männern nimmt dagegen das Lebergewicht im gleichen Altersabschnitt nur um 51,92 g ab. Auch die Beeinflussung des Lebergewichtes durch das Körpergewicht tritt bei Frauen stärker zutage als bei Männern (der entsprechende Regressionskoeffizient bei Frauen = +9,19, bei Männern = +6,31). Von einer in den Tabellen gewählten Körper-Gewichtsgruppe zur anderen (d. h. pro 10 kg Körpergewicht) nimmt also die Frauenleber um 91,92 g, die Männerleber um 63,11 g zu.

Da das Gewicht der Frauenleber sowohl vom Alter als auch vom Körpergewicht stärker abhängt als das Gewicht der Männerleber, ist die Differenz zwischen dem niedrigsten und höchsten durchschnittlichen Lebergewicht bei Frauen wesentlich größer als bei Männern.

Aus der stärkeren Abhängigkeit des Lebergewichtes vom Körpergewicht ergeben sich in den einzelnen Jahrgängen erhebliche Unterschiede des durchschnittlichen Lebergewichtes von einer Körpergewichtsgruppe zur anderen. So wiegt beispielsweise die Leber einer 70jährigen, 30 kg schweren Frau im Mittel 1105,7 g, die Leber einer 80 kg schweren Frau des gleichen Alters 1565,3 g, d. h. um 459,6 g bzw. rund 40 % mehr. Aus dieser Gegenüberstellung ergibt sich, daß die Angabe eines einfachen Durchschnittsgewichtes der Leber für einzelne Altersstufen ohne Berücksichtigung des Körpergewichtes nur einen beschränkten Wert hat und keine echten Vergleichsmöglichkeiten bietet.

**3. Milz.** Die Milz zeigt im Vergleich zu den anderen Organen wesentlich größere individuelle Schwankungen ihres Gewichtes. Dies ist vor allem in der Funktion der Milz begründet. Als Blutdepot und „Klärbecken“ paßt sie sich durch Erweiterung ihrer Sinus an die jeweiligen funktionellen Anforderungen an und ändert dadurch ihr Volumen. Als Organ

Tabelle 5. Lebergewichte, Männer; 546 Fälle

	M	s
X Lebergewicht	1356,88 g	291,59
Y Körpergewicht	55,39 kg	12,90
Z Lebensalter	76,20 Jahre	4,72
	$r_{xy} = +0,2828$	
	$r_{xz} = -0,0642$	
	$r_{yz} = -0,0930$	
	$\beta_{xy \cdot z} = +0,2792$	$\beta_{xz \cdot y} = -0,0382$
	$b_{xy \cdot z} = +6,3110$	$b_{xz \cdot y} = -2,3599$
	$a = +1187,13$	
	$X = 1187,13 + 6,3110 Y - 2,3599 Z$	

Lebensalter	Körpergewicht (kg)								
	30	40	50	60	70	80	90	100	110
70	1211,3	1274,4	1337,5	1400,6	1463,7	1526,8	1589,9	1653,0	1716,2
72	1206,6	1269,7	1332,8	1395,9	1459,0	1522,1	1585,2	1648,3	1711,4
74	1201,8	1264,9	1328,1	1391,2	1454,3	1517,4	1580,5	1643,6	1706,7
76	1197,1	1260,2	1323,3	1386,4	1449,6	1512,7	1575,8	1638,9	1702,0
78	1192,4	1255,5	1318,6	1381,7	1444,8	1507,9	1571,1	1634,2	1697,3
80	1187,7	1250,8	1313,9	1377,0	1440,1	1503,2	1566,3	1629,4	1692,6
82	1183,0	1246,1	1309,2	1372,3	1435,4	1498,5	1561,6	1624,7	1687,8
84	1178,2	1241,3	1304,5	1367,6	1430,7	1493,8	1556,9	1620,0	1683,1
86	1173,5	1236,6	1299,7	1362,8	1426,0	1489,1	1552,2	1615,3	1678,4
88	1168,8	1231,9	1295,0	1358,1	1421,2	1484,3	1547,5	1610,6	1673,7
90	1164,1	1227,2	1290,3	1353,4	1416,5	1479,6	1542,7	1605,8	1669,0
92	1159,4	1222,5	1285,6	1348,7	1411,8	1474,9	1538,0	1601,1	1664,2

Tabelle 6. Lebergewichte, Frauen; 381 Fälle

	M	s
X Lebergewicht	1202,08 g	293,70
Y Körpergewicht	50,32 kg	13,80
Z Lebensalter	76,70 Jahre	5,06
	$r_{xy} = +0,4720$	
	$r_{xz} = -0,3071$	
	$r_{yz} = -0,1727$	
	$\beta_{xy \cdot z} = +0,4319$	$\beta_{xz \cdot y} = -0,2325$
	$b_{xy \cdot z} = +9,1919$	$b_{xz \cdot y} = -13,4951$
	$a = +1774,61$	
	$X = 1774,61 + 9,1919 Y - 13,4951 Z$	

Lebensalter	Körpergewicht (kg)						
	30	40	50	60	70	80	90
70	1105,7	1197,6	1289,6	1381,5	1473,4	1565,3	1657,2
72	1078,7	1170,6	1262,6	1354,5	1446,4	1538,3	1630,2
74	1051,7	1143,7	1235,6	1327,5	1419,4	1511,3	1603,2
76	1024,7	1116,7	1208,6	1300,5	1392,4	1484,3	1576,3
78	997,8	1089,7	1181,6	1273,5	1365,4	1457,3	1549,3
80	970,8	1062,7	1154,6	1246,5	1338,4	1430,4	1522,3
82	943,8	1035,7	1127,6	1219,5	1311,4	1403,4	1495,3
84	916,8	1008,7	1100,6	1192,5	1284,5	1376,4	1468,3
86	889,8	981,7	1073,6	1165,6	1257,5	1349,4	1441,3
88	862,8	954,7	1046,6	1138,6	1230,5	1322,4	1414,3
90	835,8	927,7	1019,7	1111,6	1203,5	1295,4	1387,3
92	808,8	900,7	992,7	1084,6	1176,5	1268,4	1360,3



des reticulo-endothelialen Systems nimmt sie ferner an verschiedenen infektiös-toxischen Vorgängen teil, die nicht selten eine reaktive Zunahme ihrer Zellelemente und somit ebenfalls eine Änderung ihrer Gewebmasse zur Folge haben. Die große Variabilität des Milzgewichtes ergibt sich auch aus dem Umstand, daß die Milz kein lebenswichtiges Organ ist. Einige ihrer Funktionen können sehr wohl von den anderen Geweben, unter anderem vom Knochenmark, übernommen werden. Eine zwingende Abhängigkeit der Milzgröße von den jeweiligen funktionellen Anforderungen, wie sie an den anderen Organen, z. B. am Herzen, so deutlich in Erscheinung tritt, besteht bei der Milz nicht. Trotz der größeren individuellen Schwankungen zeigt die Abwandlung der Milzgröße sowohl während der Wachstumsperiode als auch in den darauffolgenden Lebensabschnitten gewisse Gesetzmäßigkeiten (s. v. HERRATH 1958, KRUMBHAAR und LIPPINCOTT 1939).

Zwischen 16 und 20 Jahren erreicht das durchschnittliche Milzgewicht 170 g (KRUMBHAAR und LIPPINCOTT 1939). In den nachfolgenden Dezennien wird übereinstimmend eine langsame Abnahme der Durchschnittsgewichte der Milz festgestellt (BEAN 1926, BOYD 1933, MOON 1928, KRUMBHAAR und LIPPINCOTT 1939). Zwischen 40 und 50 Jahren (nach KRUMBHAAR und LIPPINCOTT erst nach dem 65. Lebensjahr) beginnt ein stärkerer Gewichtsabfall, der zu einer beträchtlichen Verkleinerung des Organs in den höheren Altersstufen führe (BEAN 1926, BOYD 1913). Nach KRUMBHAAR und LIPPINCOTT (1939) betrage das Milzgewicht in den höheren Altersstufen weniger als 100 g.

Während die Abwandlung des Milzgewichtes bis zum 70. Lebensjahr an Hand von größeren Untersuchungsreihen verfolgt werden konnte, beruhen unsere Kenntnisse über das Verhalten des Milzgewichtes im Greisenalter immer noch auf einer geringeren Fallzahl. So findet man in dem von RÖSSLE und ROULET angeführten Material nur 29 Fälle über 70 Jahre, bei BOYD 18 Fälle; das Material von BEAN umfaßt 82 weiße Individuen und 77 Neger beiderlei Geschlechts. Der älteste Fall der Untersuchungsreihe von HELLMANN (1926) ist 63 Jahre alt. Sogar in dem umfangreichen Material von KRUMBHAAR und LIPPINCOTT (insgesamt 4000 Fälle) entfallen auf das Alter von über 70 Jahren nur 291 Fälle.

Bei der Analyse der Beziehungen zwischen dem Milzgewicht und Körpergewicht beschränken sich daher auch KRUMBHAAR und LIPPINCOTT auf die Angaben des sog. relativen Milzgewichtes, d. h. des Verhältnisses des Milzgewichtes zum Körpergewicht. Zur Frage der Beziehungen zwischen Milz- und Körpergewicht bemerkt v. HERRATH (1958), daß die bis jetzt vorliegenden Messungen „keine Stellungnahme zu den Fragen nach dem Verhalten des relativen Milzgewichtes des Menschen auf gleicher Altersstufe und bei verschiedenem Körpergewicht erlauben“.

*Eigenes Ergebnis.* Die von uns angewandte Methode gestattet — wie bereits am Herzen und an der Leber gezeigt wurde — die Beziehungen zwischen dem Milzgewicht, Alter und Körpergewicht sehr wohl zu erfassen und somit — in Grenzen der untersuchten Altersstufe — eine genauere Antwort auf die von v. HERRATH aufgeworfene Frage zu geben: Aus den aufgestellten Regressionsgleichungen geht hervor, daß auch im Alter zwischen 70 und 92 Jahren das Milzgewicht weiter abnimmt (Tabelle 7 und 8). Die Beeinflussung des Milzgewichtes durch das Alter ist jedoch, wie aus dem entsprechenden Koeffizienten ersichtlich, gering. Bei Männern nimmt die Milz pro Jahr nur um 0,28 g, bei Frauen etwas mehr — um 1,31 ab. Etwas stärker ist die Abhängigkeit des Milzgewichtes vom Körpergewicht. Sie tritt bei Frauen deutlicher als bei Männern zutage. So steigt das Milzgewicht bei Frauen pro 1 kg Körpergewicht um etwa 3,5 g, bei Männern um etwa 1,1 g an. Dementsprechend ist das durchschnittliche Milzgewicht in der höchsten Körpergewichtsgruppe bei Männern niedriger als bei Frauen (vgl. Tabelle 7 und 8). Dies steht im Einklang mit der Beobachtung von BEAN, der bei fettsüchtigen Frauen (d. h. bei einem höheren Körpergewicht, das er allerdings nicht angibt), eine größere Anzahl von schweren Organen feststellte als bei fettsüchtigen Männern. Bei abgezehrten Frauen (also bei niedrigem Körpergewicht) war die Zahl der leichteren Organe größer als bei abgezehrten Männern. Die stärkere Abhängigkeit des Milzgewichtes vom Körper-

Tabelle 7. *Milzgewichte, Männer; 546 Fälle*

	<i>M</i>	<i>s</i>
X Milzgewicht	150,90 g	74,80
Y Körpergewicht	55,39 kg	12,90
Z Lebensalter	76,20 Jahre	4,72

$$r_{xy} = +0,1897$$

$$r_{xz} = -0,0350$$

$$r_{yz} = -0,0930$$

$$\beta_{xy \cdot z} = +0,1880$$

$$\beta_{xz \cdot y} = -0,0176$$

$$b_{xy \cdot z} = +1,0901$$

$$b_{xz \cdot y} = -0,2789$$

$$a = +111,7715$$

$$X = 111,7715 + 1,0901 Y - 0,2789 Z$$

Lebensalter	Körpergewicht (kg)								
	30	40	50	60	70	80	90	100	110
70	125,0	135,9	146,8	157,7	168,6	179,5	190,4	201,3	212,2
72	124,4	135,3	146,2	157,1	168,0	178,9	189,8	200,7	211,6
74	123,8	134,7	145,6	156,5	167,4	178,3	189,2	200,1	211,0
76	123,3	134,2	145,1	156,0	166,9	177,8	188,7	199,6	210,5
78	122,7	133,6	144,5	155,4	166,3	177,2	188,1	199,0	209,9
80	122,2	133,1	144,0	154,9	165,8	176,7	187,6	198,5	209,4
82	121,6	132,5	143,4	154,3	165,2	176,1	187,0	197,9	208,8
84	121,1	132,0	142,9	153,8	164,7	175,6	186,5	197,4	208,3
86	120,5	131,4	142,3	153,2	164,1	175,0	185,9	196,8	207,7
88	119,9	130,8	141,7	152,6	163,5	174,4	185,3	196,2	207,1
90	119,4	130,3	141,2	152,1	163,0	173,9	184,8	195,7	206,6
92	118,8	129,7	140,6	151,5	162,4	173,3	184,2	195,1	206,0

Tabelle 8. *Milzgewichte, Frauen; 381 Fälle*

	<i>M</i>	<i>s</i>
X Milzgewicht	134,40 g	71,45
Y Körpergewicht	50,32 kg	13,80
Z Lebensalter	76,70 Jahre	5,06

$$r_{xy} = +0,6896$$

$$r_{xz} = -0,2089$$

$$r_{yz} = -0,1727$$

$$\beta_{xy \cdot z} = +0,6736$$

$$\beta_{xz \cdot y} = -0,0927$$

$$b_{xy \cdot z} = +3,4876$$

$$b_{xz \cdot y} = -1,3089$$

$$a = +59,2966$$

$$X = 59,2966 + 3,4876 Y - 1,3089 Z$$

Lebensalter	Körpergewicht (kg)						
	30	40	50	60	70	80	90
70	72,3	107,2	142,1	176,9	211,8	246,7	281,6
72	69,7	104,6	139,4	174,3	209,2	244,1	278,9
74	67,1	101,9	136,8	171,7	206,6	241,5	276,3
76	64,5	99,3	134,2	169,1	204,0	238,8	273,7
78	61,8	96,7	131,6	166,5	201,3	236,2	271,1
80	59,2	94,1	129,0	163,8	198,7	233,6	268,5
82	56,6	91,5	126,4	161,2	196,1	231,0	265,9
84	54,0	88,9	123,7	158,6	193,5	228,4	263,2
86	51,4	86,2	121,1	156,0	190,9	225,7	260,6
88	48,7	83,6	118,5	153,4	188,3	223,1	258,0
90	46,1	81,0	115,9	150,8	185,6	220,5	255,4
92	43,5	78,4	113,3	148,1	183,0	217,9	252,8

gewicht tritt beim Vergleich der errechneten Durchschnittswerte für das gleiche Alter in verschiedenen Körpergewichtsgruppen deutlich zutage. Beispielsweise beträgt das durchschnittliche Milzgewicht für das Alter von 70 Jahren bei 30 kg schweren Frauen 72 g, bei einem Körpergewicht von 90 kg im gleichen Alter 281,6 g. Bei diesem Körpergewicht ist also eine viermal schwerere Milz zu erwarten als bei einem Körpergewicht von 30 kg. Die gleichaltrigen Männer weisen in den entsprechenden Körpergewichtsgruppen Werte von 125,0 und 190,4 g auf.

Im Hinblick auf die festgestellte starke Abhängigkeit des Milzgewichtes vom Körpergewicht hat ein einfaches Durchschnittsgewicht, wie es bis jetzt noch für die einzelnen Altersstufen berechnet wird, nur einen sehr begrenzten Aussagewert. (Weiteres über das Milzgewicht in den fortgeschrittenen Altersstufen s. bei B. PETER.)

4. **Nieren.** Über das Nierengewicht im fortgeschrittenen Alter finden sich in der Literatur nur wenige Angaben, die zumeist auf einer geringen Fallzahl beruhen. So enthält die Sammelstatistik von RÖSSLE und ROULET (1932) 47, die Untersuchung von BEAN (1926) 49 Fälle über 70 Jahre. Über das Verhalten des Nierengewichtes in den vorausgegangenen Altersstufen besteht ebenfalls noch keine Klarheit. Aus den Kurven von RÖSSLE und ROULET geht hervor, daß das Nierengewicht bei Männern vom 35. Lebensjahr an abzunehmen beginnt. Bei Frauen setzt die Gewichtsabnahme der Nieren — der gleichen Quelle zufolge — bereits in einem jüngeren Alter ein. Nach BEAN bleibt dagegen das Nierengewicht bei Männern und Frauen vom 20.—60. Lebensjahr unverändert. Erst dann beginnt es abzunehmen und geht bis zum Alter von 85 Jahren bei Männern auf 282,5 g, bei Frauen auf 250 g zurück. BEAN stellt ferner fest, daß das Nierengewicht wenig durch die Körpergröße, dagegen etwas stärker durch den Ernährungszustand beeinflußt wird. Für die von BEAN aufgestellten Gruppen (Fettsüchtige, gut Ernährte, Magere und Abgezehrte) werden jedoch — ebenso wie bezüglich der Leber, Herz und Milz — keine mittleren Organgewichte angegeben. — Über die Beziehungen zwischen Nierengewicht und Körpergewicht fanden wir in der Literatur keine Angaben.

*Eigenes Ergebnis.* Die Beeinflussung des Nierengewichtes durch Alter und Körpergewicht haben wir in der uns interessierenden Altersstufe an den sämtlichen 927 Fällen unseres Materials verfolgt, das — wie dargelegt — keine Nierentumoren, keine Cystennieren und keine leukämisch-infiltrierten Nieren enthält. Im Hinblick auf die Häufigkeit von Arterio- und Arteriolenklerose in der untersuchten Altersstufe wurden die vaskulären Schrumpfnieren aller Grade im Material belassen. Neben Nieren, die Zeichen einer senilen Involution zeigen, schließt somit unser Material auch pathologische Nierenatrophien ein. Das in den Tabellen zusammengestellte Ergebnis beruht also auf einem für das Alter zwischen 70 und 92 Jahren durchschnittlichen Material.

Ebenso wie den früheren Untersuchungsreihen, haftet auch unserem Material eine noch nicht genau abschätzbare Fehlerquelle an: Die bei den Obduktionen routinemäßig erhobenen „Nierengewichte“ schließen neben dem eigentlichen Parenchymgewicht auch das Gewicht des hilusnahen Fettgewebes ein, dessen Menge mit der Atrophie des Nierenparenchyms zunimmt. Dadurch können z. B. bei einer Nierenatrophie höhere Nierengewichte vortäuscht werden, als dies den tatsächlichen Massenverhältnissen entspricht. RÖSSLE und ROULET meinen allerdings, daß dieser Wägefehler nicht allzu bedeutend ist und in Kauf genommen werden kann.

Die aufgestellten Regressionsgleichungen zeigen, daß in der untersuchten Altersstufe (70—92 Jahre) das Nierengewicht bei den beiden Geschlechtern mit dem Alter abnimmt, und zwar bei Frauen um 1,96 g, bei Männern um 1,29 g pro Jahr (Tabelle 9 und 10). Das Körpergewicht wirkt sich dagegen auf das Nierengewicht stärker bei Männern als bei Frauen aus. Pro 1 kg Körpergewicht

Tabelle 9. Nierengewichte, Männer; 546 Fälle

	M	s
X Nierengewicht	271,85 g	53,89
Y Körpergewicht	55,39 kg	12,90
Z Lebensalter	76,20 Jahre	4,72

$$r_{xy} = +0,5757$$

$$r_{xz} = -0,1659$$

$$r_{yz} = -0,0930$$

$$\beta_{xy \cdot z} = +0,5652$$

$$\beta_{xz \cdot y} = -0,1134$$

$$b_{xy \cdot z} = +2,3613$$

$$b_{xz \cdot y} = -1,2948$$

$$a = +239,7214$$

$$X = 239,7214 + 2,3613 Y - 1,2948 Z$$

Lebensalter	Körpergewicht (kg)								
	30	40	50	60	70	80	90	100	110
70	219,9	243,5	267,2	290,8	314,4	338,0	361,6	385,2	408,8
72	217,3	241,0	264,6	288,2	311,8	335,4	359,0	382,6	406,2
74	214,8	238,4	262,0	285,6	309,2	332,8	356,4	380,0	403,7
76	212,2	235,8	259,4	283,0	306,6	330,2	353,8	377,5	401,1
78	209,6	233,2	256,8	280,4	304,0	327,6	351,2	374,9	398,5
80	207,0	230,6	254,2	277,8	301,4	325,0	348,7	372,3	395,9
82	204,4	228,0	251,6	275,2	298,8	322,5	346,1	369,7	393,3
84	201,8	225,4	249,0	272,6	296,3	319,9	343,5	367,1	390,7
86	199,2	222,8	246,4	270,1	293,7	317,3	340,9	364,5	388,1
88	196,6	220,2	243,8	267,5	291,1	314,7	338,3	361,9	385,5
90	194,0	217,6	241,3	264,9	288,5	312,1	335,7	359,3	382,9
92	191,4	215,1	238,7	262,3	285,9	309,5	333,1	356,7	380,3

Tabelle 10. Nierengewichte, Frauen; 381 Fälle

	M	s
X Nierengewicht	227,73 g	53,48
Y Körpergewicht	50,32 kg	13,80
Z Lebensalter	76,70 Jahre	5,06

$$r_{xy} = +0,4653$$

$$r_{xz} = -0,2605$$

$$r_{yz} = -0,1727$$

$$\beta_{xy \cdot z} = +0,4332$$

$$\beta_{xz \cdot y} = -0,1856$$

$$b_{xy \cdot z} = +1,6788$$

$$b_{xz \cdot y} = -1,9609$$

$$a = +293,6538$$

$$X = 293,6538 + 1,6788 Y - 1,9609 Z$$

Lebensalter	Körpergewicht (kg)						
	30	40	50	60	70	80	90
70	206,8	223,5	240,3	257,1	273,9	290,7	307,5
72	202,8	219,6	236,4	253,2	270,0	268,8	303,6
74	198,9	215,7	232,5	249,3	266,1	282,9	299,6
76	195,0	211,8	228,6	245,4	262,1	278,9	295,7
78	191,1	207,9	224,6	241,4	258,2	275,0	291,8
80	187,2	203,9	220,7	237,5	254,3	271,1	287,9
82	183,2	200,0	216,8	233,6	250,4	267,2	284,0
84	179,3	196,1	212,9	229,7	246,5	263,2	280,0
86	175,4	192,2	209,0	225,7	242,5	259,3	276,1
88	171,5	188,6	205,0	221,8	238,6	255,4	272,2
90	167,5	184,3	201,1	217,9	234,7	251,5	268,3
92	163,6	180,4	197,2	214,0	230,8	247,6	264,3

nimmt das Nierengewicht bei Männern um 2,36 g, bei Frauen um 1,68 g zu. Da sowohl bei Frauen als auch bei Männern die Beeinflussung des Nierengewichtes durch Körpergewicht deutlich zutage tritt, ist bei der Beurteilung des Nierengewichtes — ebenso wie der anderen Organgewichte — jeweils nicht nur das Alter, sondern auch das Körpergewicht in Betracht zu ziehen.

### Überprüfung der berechneten Mittelwerte

Zur Kontrolle der Anwendbarkeit der von uns berechneten Durchschnittswerte habe wir weitere 62 Fälle im Alter von über 70 Jahren (36 Männer und 26 Frauen) aus dem Sektionsgut des Jahres 1962 herausgesondert. Für jedes in diesen Fällen tatsächlich vorgefundene Organgewicht wurde das nach dem jeweiligen Alter und

Körpergewicht zu erwartende Organgewicht an Hand unserer Regressionsgleichungen berechnet. Danach bestimmten wir die Mittelwerte der beobachteten und der zu erwartenden Organgewichte und ihre mittleren Fehler. Wie aus der Tabelle II zu

ersehen ist, ergab sich hierbei eine weitgehende Übereinstimmung der beiden Mittelwerte für alle Organe bei den beiden Geschlechtern.

Die mittleren Fehler sind verständlicherweise in den Gruppen der tatsächlich beobachteten Organgewichte etwas größer als an den berechneten. Die durchgeführte Gegenüberstellung bestätigte somit die Annehmbarkeit der von uns für das Alter von 70—92 Jahren unter Berücksichtigung des Körpergewichtes ermittelten Durchschnittswerte. Da diese lediglich eine statistische Voraussage darstellen, werden die bei den Obduktionen festzustellenden Organgewichte von den berechneten Mittelwerten auch über die Grenzen der angegebenen mittleren Fehler mehr oder weniger abweichen, weil die Organmasse nicht nur durch Alter und Körpergewicht beeinflusst wird. Trotzdem dürften die nach Regressionsgleichungen berechneten Durchschnittswerte für die Beurteilung der Organgewichte, die bei den Obduktionen festgestellt werden, eine gute Vergleichsmöglichkeit bieten und einen Anhaltspunkt bei der zahlenmäßigen Erfassung der krankhaft veränderten Organmasse geben.

### Besprechung

Vergleicht man das Verhalten der Organgewichte in der gewählten fortgeschrittenen Altersstufe untereinander, so ergibt sich, daß das Herz als einziges unter den vier untersuchten Organen seine Masse mit dem Alter vergrößert,

Tabelle 11

	Männer, 36 Fälle		Frauen, 26 Fälle	
	Mittelwerte	Mittlere Fehler	Mittelwerte	Mittlere Fehler
<i>Herz</i>				
Errechnete	423,33	± 10,47	370,77	± 8,23
Tatsächliche	424,44	± 12,65	366,15	± 14,90
<i>Leber</i>				
Errechnete	1416,67	± 14,69	1261,54	± 28,43
Tatsächliche	1405,56	± 36,94	1257,69	± 46,12
<i>Nieren</i>				
Errechnete	294,58	± 5,26	239,81	± 4,52
Tatsächliche	272,50	± 8,64	250,31	± 9,32
<i>Milz</i>				
Errechnete	159,44	± 2,66	153,08	± 8,63
Tatsächliche	162,78	± 5,59	151,92	± 15,69

während die Leber, Milz und Nieren — ebenso wie in der vorausgehenden Altersperiode — an Gewicht abnehmen. Das Herz verhält sich somit analog den Arterien, die mit dem fortschreitenden Alter in einem noch stärkeren Maße an Gewicht zunehmen. Das Aortengewicht wird beispielsweise im Alter von 25 bis 60 Jahren auch in Abwesenheit stärkerer nodöser Arteriosklerose verdoppelt (W. W. MEYER 1951). Bemerkenswerterweise läßt sich eine Zunahme des Herzgewichtes auch nach dem Ausschluß der krankhaft veränderten Herzen nachweisen. Das abweichende Verhalten des Herzgewichtes im Vergleich zu Leber, Milz und Nieren dürfte auf einer anhaltenden funktionellen Belastung des Herzens beruhen, die wohl auch im höheren Alter im Durchschnitt größer ist, als in den vorausgehenden Lebensperioden. In diesem Zusammenhang sei vor allem an den durchschnittlichen altersgebundenen Anstieg des Blutdruckes als die wichtigste Ursache der zunehmenden funktionellen Herzbeanspruchung gedacht. Dieser Anstieg ist keine echt-physiologische und in diesem Sinn unausweichliche Alterserscheinung. Vielmehr stellt er „eine *spezielle*, d. h. nicht unvermeidbare *Überhöhungerscheinung* unter den *besonderen* Bedingungen *unseres* durchschnittlichen Lebens“ dar (SCHLOMKA 1958).

Die festgestellte Zunahme des durchschnittlichen Herzgewichtes in höherem Alter schließt freilich das Vorkommen einer Altersatrophie des Herzens in Einzelfällen nicht aus. Es ist durchaus denkbar, daß bei einem „idealen“ Altern das Herz sich analog den anderen Organen verhalten und an Masse abnehmen wird. Solche Fälle stellen aber zur Zeit noch eine Ausnahme dar, die bei der Berechnung der durchschnittlichen Tendenz nicht ins Gewicht fallen. — Da das Herzgewicht durch das Körpergewicht stärker beeinflusst wird als durch das Alter, wird man nicht jedes kleine Herz, das man im fortgeschrittenen Alter vorfindet als „altersatrophisch“ bezeichnen, sondern zunächst prüfen, inwiefern es dem Durchschnittswert entspricht, der bei dem gegebenen, eventuell herabgesetzten Körpergewicht zu erwarten wäre. Die Körpergewichtsabnahme wird aber in vielen Fällen durch vorausgegangene Krankheiten und nicht durch das Altern bedingt sein. In diesem Zusammenhang sei darauf hingewiesen, daß auch zwischen Körpergewicht und Blutdruck eine statistisch nachweisbare Korrelation besteht (K. SOLTH 1961).

Die altersgebundene Gewichtsabnahme der übrigen Organe steht offensichtlich mit dem im Verlauf des Lebens nachlassenden Stoffwechsel im Zusammenhang. Dies dürfte vor allem für die Leber zutreffen. — Der Vergleich von Regressionsgleichungen läßt den vorsichtigen Schluß zu, daß unter den untersuchten Organgewichten das Lebergewicht stärker durch das Alter beeinflusst wird als die Masse der anderen Organe. Die schwächste Altersbeeinflussung des Gewichtes zeigt die Milz, während die Nieren eine Mittelstellung einnehmen.

Die Altersabhängigkeit der Organgewichte tritt bei Frauen durchweg deutlicher als bei Männern zutage.

Wie bereits bei der Besprechung der Gewichte einzelner Organe betont wurde, ist die Beeinflussung des Organgewichtes durch das Körpergewicht im allgemeinen stärker als durch das Alter. Da das Körpergewicht in einer engeren Beziehung zur Konstitution steht, läßt sich der konstitutionellen Bedingtheit der Organgrößen auch in den fortgeschrittenen Altersstufen eine größere Bedeutung beimessen als dem Alterseinfluß.

Auf die Prüfung der Wechselbeziehung zwischen dem Organgewicht und Körpergröße, d. h. Körperlänge haben wir in unserer Arbeit verzichtet, da die Körperlänge *nur eine* Dimension des Körpers erfaßt und somit die eigentliche Körpergröße, die für die Organmasse mitbestimmend ist, nur unvollkommen wiedergibt. Das Körpergewicht ist dagegen einer dreidimensionalen Angabe der Körpergröße gleichzusetzen.

Neben Körpergewicht und Alter wirken sich auf die Organgröße gewiß auch viele andere Faktoren aus, die wir nur zum Teil kennen und die sich zur Zeit statistisch nicht erfassen lassen. Die Bedeutung dieser zum Teil noch unbekannteren Faktoren spiegelt sich aber zahlenmäßig in der Streubreite wieder, die von einem Organ zum anderen unterschiedlich groß ist. Am größten ist die Streuung bei dem Milzgewicht. Daraus läßt sich der Schluß ziehen, daß das Milzgewicht in einem besonders hohen Maße der Einwirkung von Faktoren ausgesetzt ist, die den Einfluß des Alters und des Körpergewichtes an diesem Organ weniger deutlich erscheinen lassen als an der mituntersuchten Leber, den Nieren und dem Herzen.

### Zusammenfassung

An Hand von 927 Fällen (546 Männer und 381 Frauen) wurden die Gewichte von Herz, Leber, Milz und Nieren im Alter von 70—92 Jahren in ihrer Beziehung zum Alter und Körpergewicht untersucht. Während das Herzgewicht auch in dieser fortgeschrittenen Altersstufe weiter ansteigt, nehmen Leber, Milz und Nieren an Gewicht ab. Die Altersabhängigkeit der Organgewichte tritt bei Frauen durchweg deutlicher als bei Männern zutage. Die Beeinflussung der Organgewichte durch das Körpergewicht ist stärker als durch das Alter. Eine genauere Beurteilung der Organgewichte ist somit auch im Greisenalter ohne entsprechende Berücksichtigung des Körpergewichtes nicht möglich.

An Hand der angeführten Regressionsgleichungen können die durchschnittlichen Gewichte des Herzens, der Leber, Milz und Nieren für alle Jahrgänge der untersuchten Altersstufe (70—92 Jahre) bei allen vorkommenden Körpergewichten leicht errechnet werden, soweit sie nicht in den angeführten Tabellen enthalten sind.

### The Weights of Organs and Their Relation to Age and Body Weight in the Older Age Groups (70—92 years)

#### Summary

The heart, liver, spleen, and kidneys from 927 autopsies in the age groups 70—92 years were weighed and studied in relation to the age and body weight. Whereas the heart in these advanced age groups increased in weight, the liver, spleen, and kidneys decreased. The age-dependency of the organ weights was more evident in women than in men. Body weight influenced organ weight more than did age. A more exact evaluation of the organ weight in advanced age therefore was not possible without a consideration of body weight.

On the basis of the graphs computed, the average weights of the heart, liver, spleen, and kidneys for all of the ages studied (70—92 years), may be readily calculated for all the body weights given.

#### Literatur

AHRONHEIM, I. H.: The size of the spleen and the liver-spleen ratio. A statistical study based on one thousand autopsies. Arch. Path. **23**, 35—52 (1937).

- BEAN, R. B.: Composite study of weight of vital organs in man. *Amer. J. Physic. Anthropol.* **9**, 293—319 (1926).
- BOYD, E.: Normal variability in weight of the adult human liver and spleen. *Arch. Path.* **16**, 350—372 (1933).
- FAHR, TH.: Über die Beziehungen von Arteriosklerose, Hypertonie und Herzhypertrophie. *Virchows Arch. path. Anat.* **293**, 41—63 (1922).
- FREUDENBERG, K.: Grundriß der medizinischen Statistik. Stuttgart: Fr. K. Schattauer 1962.
- GEWERT, M.: Über die Schwankungen des Herzgewichtes in den verschiedenen Lebensaltern unter normalen und pathologischen Verhältnissen. *Veröff. Kriegs- u. Konstit. path. H.* **23** (1929).
- GREENWOOD jr., M.: A first study of the weight variability and correlation of the human viscera with special reference to the healthy and diseased heart. *Biometrika* **3**, 63 (1904).
- HELLMANN, T.: Die Altersanatomie der menschlichen Milz. Studien besonders über die Ausbildung des lymphoiden Gewebes und der Sekundärknötchen in verschiedenen Altern. *Z. Konstit.lehre* **12**, 270—414 (1926).
- HERRATH, E. v.: Bau und Funktion der normalen Milz, S. 51 ff. Berlin: W. de Gruyter & Co. 1958.
- KAUFMANN, E.: Lehrbuch der speziellen pathologischen Anatomie, Bd. I, S. 969. Berlin: W. de Gruyter & Co. 1928 und spätere Ausgaben.
- KRUMBHAAR, E., and S. W. LIPPINCOTT: The postmortem weight of the "normal" human spleen at different ages. *Amer. J. med. Sci.* **197**, 344—358 (1939).
- MEYER, W. W.: Über das normale und pathologische Gewicht der Aorta erwachsener Menschen in seiner Beziehung zur Arteriosklerose. *Virchows Arch. path. Anat.* **320**, 67—79 (1951).
- MOON, V. H.: Racial variation in size of spleen. *Arch. Path.* **5**, 1040—1043 (1928).
- PETER, B.: Das Verhalten des Milzgewichtes in den fortgeschrittenen Altersstufen, insbesondere über seine Korrelation zu Alter, Körpergewicht und Krankheit. Inaug.-Diss. Marburg (in Vorbereitung).
- RÖSSLE, R.: Wachstum und Altern. München: J. F. Bergmann 1923.
- , u. F. ROULET: Maß und Zahl in der Pathologie. Berlin u. Wien: Springer 1932.
- ROSAHN, P. D.: The weight of the normal heart in adult males. *Yale J. Biol. Med.* **14**, 209—223 (1941).
- SCHLOMKA, G.: Die Lebenswandlungen der Kreislauforgane im Erwachsenenalter vom Standpunkt des Klinikers. *Verh. dtsh. Ges. Kreislauff.* **24. Tagg**, 174—208, 1958.
- SMITH, H. L.: The relation of the weight of the heart to the weight of the body and of the weight of the heart to age. *Amer. Heart J.* **4**, 79—93 (1928/29).
- SOLTH, K.: Blutdruckveränderungen mit zunehmendem Alter und Körpergewicht. *Med. Klin.* **56**, 1281—1283 (1961).
- STRASSMANN, G.: Weight of brain, heart, spleen and kidneys in elderly, mentally ill patients. Relations of organ weights to sex, age, nutrition, and cause of death. *Geriatrics* **13**, 110—115 (1958).
- THOMA, R.: Untersuchungen über die Größe und das Gewicht der anatomischen Bestandteile des menschlichen Körpers. Leipzig 1882.
- UEHLINGER, E. in A. HOTTINGER, O. GSELL u. E. UEHLINGER: Hungerkrankheit, Hungerödem, Hungertuberkulose. Basel: Benno Schwabe & Co. 1948.
- VIERORDT, H.: Anatomische, physiologische und physikalische Daten und Tabellen, 3. Aufl. Jena: Gustav Fischer 1906.
- ZEEK, P. M.: Heart weight. 1. The weight of the normal human heart. *Arch. Path.* **34**, 820—832 (1942).