

(Aus dem Pathologischen Institut der Universität Rostock
[Direktor: Prof. Dr. W. Fischer].)

Die Bedingungen zur Ablagerung braunen Pigments im Herzmuskel¹.

Von
Hans Müller.

Mit 2 Abbildungen im Text.

(Eingegangen am 5. Juli 1935.)

Ende Juli des vergangenen Jahres starb ein 25jähriger junger Mann wenige Minuten nach einem Motorradunfall. Seine Leiche kam im Pathologischen Institut der Universität Rostock zur Sektion. Der Herzmuskel zeigte eine auffallende, starke, braune Pigmentablagerung. Das Herz selbst war kräftig, etwas größer als die Leichenfaust. Makroskopisch wie mikroskopisch ließen weder die Gefäße noch die Klappen Veränderungen erkennen. In der Folgezeit wurden noch ähnliche Fälle mit reichlicher Pigmentanhäufung im Herzmuskel beobachtet. Bei allen Sektionen handelte es sich um Leute, deren Alter und krankhafter Befund eine derartige Pigmentierung nicht erwarten ließ. Wurde doch diese Vermehrung im allgemeinen als eine Begleiterscheinung der senilen Atrophie, zehrender Krankheiten, oder bedingt durch hochgradige Abmagerung angesehen. Keine dieser Erklärungen aber reicht für die oben angeführten Fälle aus! Einen Versuch diese Lücke durch neue systematische Untersuchungen und Messungen auszufüllen, stellt die nachfolgende Arbeit dar.

Um den Ergebnissen eine möglichst sichere Grundlage zu geben, haben wir Messungen an 100 Herzen durchgeführt. Bei der Auswahl der Herzen waren wir darauf bedacht, alle Altersklassen — angefangen von Neugeborenen bis zu etwa Achtzigjährigen — zu erfassen. Makroskopisch sichtbare Veränderungen, wie Atherosklerose, Endokardreaktionen, Herzmuskelschwülen und sämtliche zur Feststellung einer etwaigen Hyper- oder Atrophie dienende Masse, wurden verzeichnet. Neben Hauptkrankheit und Todesursache sind etwa vorhandene Lungen-, Nieren- oder sonstige erkrankten Organe sorgfältig eingetragen worden. Aus sieben verschiedenen Stellen des Herzens wurden mikroskopische Präparate angefertigt.

1. Linker Vorhof;
2. linker Ventrikel (Atrioventrikulargrenze);
3. Herzspitze, links;
4. Kammerseptum, links und rechts;

¹ Dissertation der Medizinischen Fakultät in Rostock.

5. Papillarmuskel;
6. rechter Vorhof;
7. rechter Ventrikel (Atrioventrikulargrenze).

Die mit Sudan III gefärbten Gefrierschnitte haben wir mit der stärksten vorhandenen Vergrößerung (1:600) mit Ölimmersion untersucht. Mit Hilfe eines Okulars mit Mikrometereinteilung haben wir nahe dem Epikard und nahe dem Endokard je 5 Kerne, der Länge und Breite nach, und die dazugehörigen Pigmenthütchen rechts und links des Kernes, ebenfalls in ihrer Länge und Breite, gemessen. (Also rund 10 Muskelfibrillen jedes Schnittes; in Präparat 5 haben wir nur 5 Muskelfibrillen ausgemessen, weil da keine Epikardwerte zu messen waren. Von einem Herzen haben wir demnach 65 Kern- und doppelt soviel Pigmentzahlen.) Das Messen und Eintragen der Pigmenthütchenbreiten haben wir unterlassen, als wir mit Sicherheit annehmen konnten, daß sich diese Breiten wie die Kernbreiten verhielten, sie übertrafen die Kernbreiten jeweils um rund einen Teilstrich (1 Teilstrich — 1,612 μ), machten aber alle Schwankungen im gleichen Abstand mit. Um eine bessere Vergleichsmöglichkeit zu bekommen, errechneten wir aus den einzelnen Epi- und Endokardzahlen die Mittelwerte.

Schon beim ersten Vergleich der in oben angegebener Weise untersuchten Herzen fanden wir die Angaben *O. Ottos*, daß die Vorhöfe bedeutend schwächer als die Kammern pigmentiert sind, zutreffend und die Untersuchungen *Stakewitschs*, daß der Papillarmuskel stärkere Pigmentation als die Wandungen aufweist, bestätigt. In fast sämtlichen 100 Herzen konnten wir erkennen, daß die Pigmentmengen entsprechender Hütchenlängen im Bereiche des Epikards mit ganz seltenen Ausnahmen kleiner waren, als die im Bereiche des Endokards, d. h. also, daß der Herzmuskel in seinen inneren Schichten stärker pigmentiert ist als in den äußeren. Für diese Tatsache fanden wir in der Literatur keine Bekräftigung.

Bezüglich der Abhängigkeit der Pigmentablagerung vom Alter, über die von zahlreichen Untersuchern die verschiedensten Angaben vorliegen, bestätigen unsere Befunde nur die Angabe von *A. Hotzen*, daß schon von den ersten Lebensmonaten an regelmäßig Pigmentierung vorhanden ist und nicht erst in der Zeit vom 10.—20. Lebensjahr auftritt, wie es z. B. von *Lubarsch*, *Aschoff* und *Tawara*, *Maass* u. a. angegeben wird. Vielleicht ist ein Grund für diesen Widerspruch die unregelmäßige Färbbarkeit des Pigments in ein und demselben Herzen, wie auch *E. Sehrt* angibt. Eine andere Erklärung dafür gibt *Hueck*: „es sei ihm aufgefallen, daß es oft ganz unmöglich ist zu sagen, ob man ein etwa stark lichtbrechendes Fetttröpfchen oder schon ein Gebilde vor sich hat, das den Namen ‚pigmentiert‘ verdient“. Auch wir waren oft im Zweifel, ob die winzigen, nur eben sichtbaren, hütchenförmigen Gebilde an den Kernpolen als Pigment anzusprechen wären. Wir haben uns schließlich für das Vorliegen von Pigment

entschlossen, weil die gemessenen Werte einem auffallenden Kurvenverlauf entsprachen.

Nachdem wir an allen 100 Herzen die dargelegten Messungen durchgeführt hatten, prüften wir zunächst die Krankengeschichten sämtlicher Fälle, verglichen die Zahlenwerte nach einzelnen Krankheitsgruppen und achteten dabei auf Krankheitsdauer, Bettlägerigkeit, Verabreichung von Herzmitteln usw. Wir glaubten, daß die kurz vor dem Tode den Patienten in überreichlichem Maße verabfolgten Herzmittel vielleicht einen wesentlichen Anteil an der Stärke der Pigmentmenge hätten, oder, daß die Dauer der Krankheit und die Bettlägerigkeit die Pigmentierung fördern würde. Diese Kontrolle führte zu keinem Ergebnis. Darum verglichen wir die Pigmentwerte der Leute, die an chronischen Krankheiten (Ca, Tbc, Schizophrenie u. a.) gestorben waren, mit den Werten, die sich bei den Herzen ergaben, deren Träger tödlich verunglückten. Da überraschte die Feststellung, daß im ersten Fall, wo doch der bedeutend größere Pigmentfund zu erwarten war, eher kleinere Werte auftraten, als bei den Herzen der Verunglückten. Dabei war das Durchschnittsalter der Herzen bei chronischen Krankheiten 40 Jahre, das bei Unfällen 36,8, also noch kleiner! Wenn chronische Krankheiten einen entscheidenden Einfluß auf die Pigmentvermehrung haben, blieb es unverständlich, daß bei plötzlichem Tod gesunder, im Durchschnitt jüngerer Individuen, die Pigmentation stärker war.

Mittelwert -

Alle weiteren Bemühungen durch Zusammenstellungen und Vergleiche Aufklärung hierüber zu erhalten, schlugen fehl. Die Antwort wurde uns erst bei der Ordnung aller 100 Fälle dem Alter nach in 10 Gruppen und dem Vergleich der *Mittelwerte*.

1.	Gruppe	5	Herzen, Neugeborene bis zu 4 Wochen
2.	"	10	.. 1½ bis 6 Monate
3.	"	10	.. 2 bis 11 Jahre
4.	"	9	.. 12 " 22 "
5.	"	10	.. 22 " 26 "
6.	"	10	.. 33 " 38 "
7.	"	10	.. 40 " 50 "
8.	"	12	.. 51 " 58 "
9.	"	14	.. 60 " 68 "
10.	"	10	.. 69 " 81 "

Die größte Bedeutung dieser senkrechten Reihen ist natürlich den eingerahmten Feldern, den Pigmentwerten, beizumessen. Es fällt auf, daß die Werte bis zur 5. Gruppe ansteigen, das wäre also bis zum 25. Lebensjahr etwa. Die 6. Gruppe weist bis auf die Vorhofzahlen überall kleinere Werte auf. Von der 6. Gruppe bis zur letzten steigen die Zahlen wieder und stetig an. Die Werte der 5. Gruppe werden erst Ende der 7. Gruppe wieder erreicht. Während die Kurve der Kammerzahlen Ende der zwanziger Jahre ihre Stetigkeit unterbricht, machen die Vorhofzahlen diese Schwankung nicht mit. (Siehe auch Abb. 2, Kurve 1 und 2.) Wieder stoßen

tabelle.

Septum rechts + links				Papillarmuskel				Rechter Vorhof				Rechte Kammer			
Endokard rechts	Endokard links	Endokard	Epikard	Endokard	Epikard	Endokard	Epikard	Endokard	Epikard	Endokard	Epikard	Endokard	Epikard	Endokard	
6,70	2,82	20,40	6,85	2,95	21,80	7,10	3,17	25,10	6,30	3,15	6,50	3,00	7,00	3,08	16,70
7,09	2,94	21,25	7,94	3,00	23,23	7,23	2,96	26,84	7,35	3,10	13,85	6,92	3,26	16,70	7,63
8,30	3,90	32,65	8,68	3,36	36,54	7,51	3,16	40,82	8,15	3,09	22,26	8,28	3,02	24,70	8,00
9,15	4,06	45,91	8,70	4,07	46,35	8,88	3,60	53,76	9,20	3,53	28,33	9,13	4,05	31,68	9,18
9,26	4,32	52,52	9,29	4,10	59,77	9,57	3,95	60,12	8,90	3,51	33,30	8,88	3,59	34,88	9,87
9,24	4,01	46,20	9,48	3,78	49,00	9,28	3,65	54,06	9,71	3,53	38,47	9,85	3,23	39,33	8,64
9,34	3,91	48,40	9,72	3,53	52,02	9,73	3,84	56,18	9,89	3,50	37,04	9,88	3,71	36,05	10,15
10,77	3,98	57,98	10,25	3,76	60,30	11,08	4,18	67,79	9,07	3,19	42,28	9,07	3,65	47,48	9,13
9,38	3,97	62,87	10,14	4,19	65,43	11,29	4,35	78,49	10,38	4,12	39,58	10,45	3,83	42,59	9,48
9,48	3,77	58,77	10,77	3,90	68,68	10,36	4,14	76,05	11,04	4,26	52,10	12,84	4,04	51,24	9,15
		7.			8.			9.		10.			11.		12.
															13.

In dieser Tabelle geben die zwei Zahlenreihen vor den jeweilig eingerahmten senkrechten Zahlenreihen die Werte für Kernlänge und Kerndicke an, gemessen in Teilstrichen (1 Teilstrich — 1,612 μ). Die eingerahmten senkrechten Felder enthalten die Pigmentwerte der einzelnen Gruppen (die Längen der zwei Hütchen eines Kernes sind der Einfachheit halber addiert und in einer Zahl angegeben).

wir auf die Tatsache, daß bei jüngeren Leuten Pigmentwerte von unerwarteter Höhe vorkommen. Jetzt sind wir auch imstande die Frage zu beantworten, weshalb die oben erwähnten Unfalltoten höhere Werte aufwiesen, als die mit chronischen Krankheiten. Zufällig gehören die Fälle der chronischen Krankheiten fast ausschließlich der 6. und 7. Gruppe der Mittelwerttabelle an, während die Unfalltoten hauptsächlich in der 5. und 8. Gruppe zu finden sind. Aber gerade diese beiden Gruppen der chronischen Krankheiten zeigen niedrigere Pigmentwerte als die vorhergehende und nachfolgende Gruppe, das besagt, daß chronische Krankheiten nicht die alleinige oder wesentliche Ursache der Pigmentvermehrung sein können, sondern daß jedes Alter eine ihm entsprechende Pigmentanhäufung aufweist.

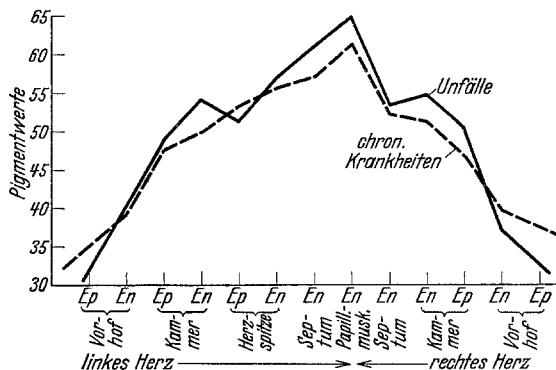


Abb. 1. In obiger Abbildung stellt die ausgezogene Kurve die Pigmentmengen der Unfalltoten dar, die gestrichelte die der chronischen Krankheiten. Letztere bleibt bis auf die Vorhöfe und ihrer Angabe für das Epikard der linken Herzspitze immer unter der Unfallkurve.

Aus dieser Annahme, daß die Pigmentation im engen Zusammenhang mit Alter und damit Entwicklung des Menschen steht, wird auch der Kurvenabfall zwischen der 5. und 6. Gruppe der Mittelwerttabelle erklärbar. Bis zum 25. Lebensjahr befindet sich der Mensch im Stadium des Wachsens. Vom Berufssportmenschen abgesehen, werden um die Zeit von Mitte des 2. bis Mitte des 3. Jahrzehnts die größten körperlichen Leistungen ausgeführt. Demzufolge muß der Herzmuskel in dieser Lebensphase eine Arbeitshypertrophie als Anpassung an die Leistungsanforderung erfahren, die in erster Linie die beiden Kammern betrifft, wie auch *Herxheimer* angibt. Die Vorhöfe werden von dieser Arbeitshypertrophie nur unwesentlich erfaßt. In den folgenden Jahresgruppen (30—50 Jahre) werden diese Anforderungen geringer, es wird daher um diese Zeit zu einer Erholung, zu einem Ausgleich zwischen Kammern und Vorhöfen kommen. In den sich anschließenden Jahren hat das Herz wiederum stärker zu arbeiten, um den Alterserscheinungen, Atherosklerose, Emphysem zu

begegnen. So wird auch hier der Herzmuskel durch Zunahme den höheren Anforderungen gerecht werden.

Da dem Verhalten des Herzmuskels in den verschiedenen Lebensaltern die Pigmentvermehrung und die Pigmentabnahme genau parallel läuft, müssen wir annehmen, daß die Menge des braunen Pigments im Herzmuskel abhängig ist von der Leistung, die er vollbringen muß. Für diese Annahme können wir anführen:

1. Ist die Pigmentvermehrung eine Folge der Arbeitshypertrophie des Herzens, dann muß die Kurve der Werte, die darüber Aufschluß

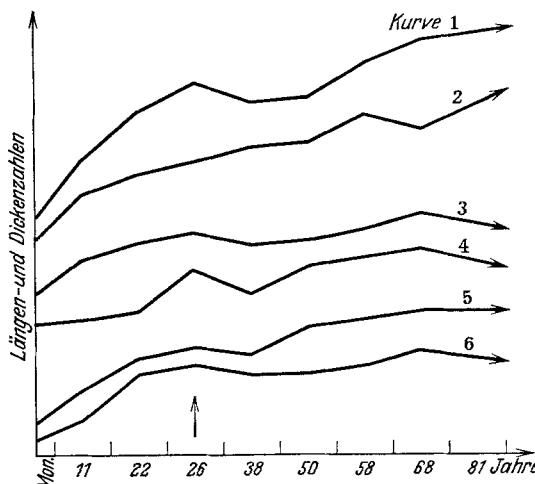


Abb. 2. Die obige Abbildung soll den übereinstimmenden Kurvenverlauf und besonders die Schwankung an der durch den senkrechten Pfeil gekennzeichneten Stelle hervorheben. Die einzelnen Kurven stellen dar: 1. Kurve die Hauptkurve, ein Punkt dieser Kurve gibt den entsprechenden Mittelwert von rund 900 Einzelmessungen an. 2. Kurve das Verhalten der Vorhöfe, sie ist die einzige Kurve, die die Schwankung Mitte zwanziger Jahre nicht mitmacht. Ein Punkt etwa 400 Einzelmessungen. 3. Kurve das Zü- und Abnehmen der Kammerwanddicke des linken Herzens in den verschiedenen Altersklassen. Ein Punkt etwa 10 Einzelmessungen. 4. Kurve wie Kurve 3, nur vom rechten Herzen. 5. Kurve alle gemessenen Kernlängen der einzelnen Jahresgruppen, für einen Punkt also 650 Einzelmessungen. 6. Kurve wie Kurve 5, hier aber Kerndicken.

geben kann (Kammerwanddicke links und rechts), dieselben Schwankungen mitmachen wie die Hauptkurve. Vergleiche Abb. 2, Kurve 3 und 4.

2. Nicht nur die Wanddicken müssen die Schwankungen mitmachen, sondern auch die Kurve der Kernzahlen muß sie aufweisen (Länge und Dicke des Kernes), denn es kommt bei einer Hypertrophie ja nicht nur zu einer Zellneubildung, sondern auch zu einer Vergrößerung von Zelle und Kern. Auch diese Annahme trifft zu. Vergleiche Abb. 2, Kurve 5 und 6.

3. In seiner Arbeit über die Pathologie des Herzens stellt *E. Kirch* fest, daß jede Hypertrophie des Herzens im Papillarmuskel beginnt

und auch späterhin dort am stärksten ausgebildet ist. Folglich muß nach unserer Ansichtung über die Pigmententstehung dann im Papillarmuskel die stärkste Pigmentablagerung zu finden sein. Daß dies zutrifft, ersieht man aus der 9. senkrecht eingerahmten Spalte der Mittelwerttabelle.

4. Wenn nach Ansicht *Herxheimers* bei einer Arbeitshypertrophie in erster Linie die Kammerwände hypertrophisch werden und sich dort Pigment ansammelt, dann ist es auch erklärlieh, wenn die Vorhöfe, die von der reinen Arbeitshypertrophie weniger betroffen werden, die Kurvenschwankung zwischen 25 und 35 Jahren nicht mitmachen, daß also ihre Pigmentzahlen stetig ansteigen.

Lungenkranke.

Alter	Linker Vorhof		Linke Kammer		Septum		Rechter Vorhof		Rechte Kammer	
	Epi-kard	Endo-kard	Epi-kard	Endo-kard	Endo-kard links	Endo-kard rechts	Epi-kard	Endo-kard	Epi-kard	Endo-kard
2			18,4	25,4	26,6	25,6			24,6	
4	23,8	28	31,4	39,2	36,6	39,8	25,6	28,8	34,2	44
18	15,0	22,2	28	33,6	42,6	43,2	26,8	29,6	50,6	54,6
18	25,4	29,8	42,8	46	54,2	57	30,8	38,4		53,2
22	22,4	25,8	37	55	78	81,6	42,8	25,7		80,6
26	32,8	33,2	35,2		51,4	53,8	30,8	35		51,6
33	32,8	42	53,6		59,8		41,2	47	63,2	68,6
34	35,5	38,4	51	57,4	63,2	62	35,8	39,6	55,6	64
Mittelwerte	26,81	31,34	37,18	42,77	51,6	52,07	33,4	34,88	45,64	59,51
	linkes Herz ←					→ rechtes Herz				

Herzhypertrophie links.

Alter	Linker Vorhof		Linke Kammer		Septum		Rechter Vorhof		Rechte Kammer	
	Epi-kard	Endo-kard	Epi-kard	Endo-kard	Endo-kard links	Endo-kard rechts	Epi-kard	Endo-kard	Epi-kard	Endo-kard
22	30	33,4	32,6	36,8	39	37	31,8		35,2	37,6
43	42,4	43,2	49,6	49		45,6	44,8	49,2	43	46,6
53	57,8	62,6	82,6	83	80	79,6	59	61,6	70,8	73,8
57	42,2	48	62,2			60,6	44	47,8		44,4
62	49,4	51,2	64,4	67,8		71,6	52,2	55,2		62,2
68	47,8	53,6	66,8	76,8	76,6	69,2	57,4			77,4
65			52,8	56,8		50	48,6	50,4	51,4	55
Mittelwerte	44,64	48,53	57,8	61,8	61,15	59,09	48,26	52,84	50,1	57,14
	linkes Herz ←					← rechtes Herz				

Die Zahlenreihen geben die Pigmentwerte der einzelnen Fälle an. Bei den Lungenkranken zeigen die eingerahmten Felder des rechten Herzens die größeren Werte, bei den Herzkranken überwiegen die Werte des linken Herzens.

5. Vergleichen wir ferner die Herzbefunde zweier Erkrankungsgruppen: chromische Lungenerkrankungen einerseits und linksseitige Herzhypertrophie andererseits, also Fälle, bei denen entweder der rechte *oder* der linke Ventrikel Mehrarbeit leistet, so ergibt die Gegenüberstellung, daß Mehrarbeit mit Pigmentvermehrung einhergeht, wie die folgende Tabelle zeigt.

Wir halten diesen letzten Vergleich für besonders ausschlaggebend, da das Jahresmittel der einen Gruppe (Lungenfälle) 20 Jahre ergab und das der anderen Gruppe (linkes Herz) 53 Jahre. Gerade um die fünfziger-sechziger Jahre holt der rechte Ventrikel, wahrscheinlich infolge des Unelastischwerdens des Thorax oder häufiger auftretender Lungenaffektionen (Bronchitiden, Katarrhe), den linken Ventrikel an Pigmentmenge ein, ja überholt ihn sogar ab und zu. Bei den Herzkranken der Tabelle bleibt der rechte Ventrikel weit zurück, während er bei den viel jüngeren Lungenkranken erheblich überwiegt.

Auf Grund der Herausstellung der 5 Punkte können wir die Meinung *O. Ottos* nicht teilen, „daß in einem hypertrophisch werdenden Herzen die Pigmentvermehrung daselbst stark verlangsamt wird“, das Gegenteil scheint nach unseren Befunden der Fall zu sein. Auch wir haben wie *O. Otto* die Pigmenthütchen in bezug auf die Häufigkeit ihres Vorkommens im einzelnen Gesichtsfeld ausgezählt und festgestellt, daß eine Pigmentablagerung in allen Muskelfasern feststellbar war.

Die Übereinstimmung der Pigmentvermehrung mit Zunahme der Kammerwanddicken und Kerngrößen spricht deutlich gegen einen mit Atrophie einhergehenden Vorgang, die Bezeichnung „braune Atrophie“ kann für die untersuchten Fälle nicht angewendet werden.

Bisher haben wir nur die Mittelwerte der einzelnen Fälle verglichen und haben die Pigmentvermehrung als Begleiterscheinung einer Herzhypertrophie festgestellt. Dabei haben wir keine Einflüsse krankhafter Erscheinungen auf eine stärkere Vermehrung des Pigments beobachten können. Sollten nun aber lang dauernde schädliche Einwirkungen keine Änderung der Pigmentablagerung hervorrufen? Wir untersuchten hierzu die zu allererst vorgenommenen Zählergebnisse und fanden, daß innerhalb der jeweiligen 5 Zahlenreihen ab und zu Schwankungen in der Hütchenglänge auftraten, die in ihrer Größe recht beachtlich waren.

Beispiel 1.

	Kern		Hütchen		
	L.	D.	links	rechts	
	10	4	35	37	Schwankung beträgt 14 Teilstiche!
	8	3	30	28	
	15	3	35	35	
	8	4	36	37	
	11	4	42	38	
Mittelwerte	10,4	3,6	35,6	35,6	

Beispiel 2.

	Kern		Hütchen		Schwankung beträgt nur 3 Teilstroiche
	L.	D.	links	rechts	
	10	4	30	31	
	7	5	32	31	
	8	5	32	33	
	8	5	34	33	
	9	5	32	31	
Mittelwerte	8,4	4,8	32	31,8	

Diese 6 Zahlenreihen im Beispiel 1 enthalten die Messungen von 5 Kernen mit ihren Pigmenthütchen, gemessen an der gleichen Stelle (des Endokards der linken Herzspitze) und ihre Mittelwerte. Im Beispiel 1 haben wir Schwankungen von 14 Teilstrichen, im Beispiel 2 von 3 Teilstrichen. Schwankungen bis zu 6 Teilstrichen haben wir der Häufigkeit ihres Auftretens entsprechend nicht gewertet. Die Wochen- und Monatskinder haben wir bei diesem Vergleich nicht berücksichtigt. Die übrigen Fälle konnten wir der Häufigkeit und der Größe ihrer Schwankungen nach in 5 Gruppen einordnen:

Gruppe A (größte und häufigste Schwankungen)	27 Fälle, Durchschnittsalter 59 Jahre
Gruppe B (nächst niedere Schwankungen)	18 Fälle, Durchschnittsalter 45 Jahre
Gruppe C	11 „ „ 33 „
Gruppe D	16 „ „ 16 „
Gruppe E	12 Unfalltote

Die Gruppen D und E weisen keine oder nur ganz geringe Schwankungen auf. In der Gruppe E konnten wir 12 Unfälle von insgesamt 16 Unfällen anführen, bei den restlichen 4 Fällen, die aus den Ergebnissen der Unfallgruppe herausfallen, handelte es sich um einen jüngeren Mann, der schon makroskopisch sichtbare Auflagerungen an den Herzkklappen hatte und deshalb wohl ausfällt; weiter handelt es sich um drei ältere Leute, aus deren Kranken- und sonstigen Berichten wir nicht erfahren konnten, ob sie vor dem Unfall krank waren oder nicht. Die Sektion hat jedenfalls keinen nennenswerten Befund ergeben.

Es weisen also Leute, die durch Unfall zu Tode kommen, fast keine oder nur ganz geringe Schwankungen auf, obwohl sämtliche Altersklassen von 2—78 Jahren in ihrer Gruppe vertreten sind. Alle anderen Fälle zeigen mehr oder weniger große Schwankungen mit einer deutlichen Altersabstufung. Man muß aus diesem Ergebnis schließen, daß Krankheiten diese Schwankungen hervorrufen, und daß die Krankheiten im höheren Alter einen stärkeren Einfluß auf das braune Pigment ausüben als in jüngeren. Die letzte Angabe ist vielleicht nicht so stichhaltig wie die Tatsache, daß überhaupt nur bei Krankheiten Schwankungen auf-

treten. Denn eine Schwankung von etwa 18 Teilstichen in den Jahren zwischen 55 und 70 muß niedriger gewertet werden, als eine ebenso große Schwankung jüngerer Altersklassen.

Einen Grund für diese Schwankungen zu finden, hat uns sehr große Mühe gemacht. Wir sind schließlich zu dem Standpunkt gelangt, den auch *Oberndorfer* für möglich hält, daß man hier auch von einem Forttransport reden kann. Nur erfolgt der Forttransport nicht gleichmäßig, wie zwischen dem 25. und 35. Lebensjahr, sondern sprunghaft, einzelne Zellen auslassend. Denkbar wäre auch, daß Pigment aus einer Zelle abtransportiert und in der nächsten oder übernächsten doppelt angesammelt würde. Für den Forttransport müßte man das Blut verantwortlich machen. Wir haben nun die Schwankungsgruppen auf vorliegende Krankheiten untersucht und festgestellt, daß in den ersten beiden Gruppen fast alle Fälle mit Lungenerkrankungen (Pneumonie, Tbc, Empyem) zusammenfielen, und daß in zwei Fällen schon kleine Nekroseherde im Herzmuskel zu sehen waren. Zu den 24 Lungenfällen kommen noch 9 Fälle mit Blutkrankheiten (Urämie, Pyämie, Sepsis). Wir nehmen an, daß diese Schwankungen von der Sauerstoffaufnahme der Lungen, von Zirkulation und Blutbeschaffenheit abhängig sind, entsprechend den Ausführungen *M. Stämmers*, daß eine Ausnützung des Sauerstoffs zur Herabsetzung des Oxydationsvorganges und damit zu einer Pigmentvermehrung führt, daß also die Pigmententstehung von der Sauerstoffspannung des Blutes abhängig ist. Diese Ansicht kann ebenso gut für die Entstehung des braunen Pigmentes im allgemeinen, wie als Erklärung für die angeführten Schwankungen gelten.

Da nach unseren Befunden und Ergebnissen eine Pigmentvermehrung mit einer gleichzeitigen Vergrößerung der Zelle, des Kernes und der Kammerwanddicken einhergeht, muß die Ablagerung braunen Pigmentes ein physiologisch bedingter Vorgang sein. Es ist kaum anzunehmen, daß das in den ersten Lebensmonaten sich bildende Pigment vom Herzen das ganze Leben hindurch aufbewahrt wird. Wir nehmen deshalb an, daß das Pigment dauernd forttransportiert wird. In der Zeit erhöhter Anforderungen wird das Herz mehr Pigment bilden, als es wegzuschaffen imstande ist, daher der Pigmentanstieg Mitte der zwanziger Jahre. Zwischen 30 und 40 Jahren, wo im allgemeinen vom Herzen keine erheblichen Gewaltleistungen verlangt werden, erfahren Kernlänge, Kerdicke und somit wahrscheinlich auch die Muskelfibrillen eine Abnahme ihres Volumens, der entweder eine geringere Pigmentbildung oder ein stärkerer Abtransport parallel gehen. Mitte der fünfziger Jahre werden die Werte der Kerne und des Pigmentes erst wieder erreicht und erfahren dann infolge von Alterskrankheiten, Atherosklerose, Emphysem erneute Zunahme. In der Literatur finden wir keine Angaben über die mitgeteilten Schwankungen, sowie über Abnahme des Pigmentes in bestimmten Lebensaltern.

Zusammenfassend sollten die Messungen und Vergleiche, durchgeführt an 100 Herzen aller Altersklassen, den Nachweis bringen, daß die Pigmentablagerung im Herzmuskel ein physiologischer Vorgang ist, der mit einer Arbeitshypertrophie des Herzens zusammenhängt und durch pathologische Einflüsse direkt nicht gestört wird. Veränderungen, die man auf Krankheiten, im besonderen auf die Zusammensetzung des Blutes beziehen könnte, treten in den verschiedenen Herzteilen als Schwankungen der Gleichmäßigkeit der Pigmenthüttchen auf.

Literaturangabe.

Aschoff u. Tawara: Die heutige Lehre von den pathologisch-anatomischen Grundlagen der Herzschwäche. Jena: Gustav Fischer. — *Herxheimer:* Grundriß der pathologischen Anatomie, S. 102. 1932. — *Hueck, W.:* *Krehl-Marchand*, Bd. 3, 2, S. 435. — *Kirch, Eugen:* Erg. Path. 22 I, 1. — *Lubarsch:* Virchows Arch. 177, 260 (1904); 239, 491 (1922). — Zitiert nach *Mönckebergs* Handbuch, Bd. 2, S. 328. — *Muuss, Fr.:* Arch. mikrosk. Anat. 34, 452 (1889). — *Oberndorfer:* Erg. Path. 19, 2. — *Otto, O.:* Virchows Arch. 283, 610. — *Sehrt, E.:* Virchows Arch. 177, 248 (1904). — *Statkewitsch:* Arch. f. exper. Path. 33 (1894). — *Krehl-Marchand*, Bd. 3, 1, S. 425.
