

BENNINGHOFF-GOERTTLER

Lehrbuch der Anatomie des Menschen

Zweiter Band
Eingeweide

*Sechste, neubearbeitete und erweiterte Auflage
mit 403 zum Teil mehrfarbigen Abbildungen
und 4 Farbtafeln*

URBAN & SCHWARZENBERG
MÜNCHEN UND BERLIN

BENNINGHOFF-GOERTTLER

Lehrbuch der Anatomie des Menschen

Dargestellt unter Bevorzugung funktioneller Zusammenhänge

Begründet von

Professor Dr. Alfred Benninghoff

ehemals Direktor des Anatomischen Instituts der Universität Marburg a. d. Lahn

Herausgegeben und bearbeitet von

Professor Dr. Kurt Goertler

Direktor des Anatomischen Instituts der Universität Freiburg i. Br.

Zweiter Band

Eingeweide

6., neubearbeitete und erweiterte Auflage

mit 403 zum Teil mehrfarbigen Abbildungen und 4 Farbtafeln

1962

URBAN & SCHWARZENBERG · MÜNCHEN · BERLIN

Alle Rechte, auch die des Nachdrucks, der photomechanischen Wiedergabe und der Übersetzung, behalten sich Urheber und Verleger vor. Es ist insbesondere nicht gestattet, ohne Genehmigung des Verlages das Buch oder Teile daraus auf photomechanischem Wege (Photokopie, Mikrokopie) zu vervielfältigen. © Urban & Schwarzenberg, München-Berlin 1962. Printed in Germany. Satz und Druck: Kastner und Callwey, München.

Vorwort zur 6. Auflage

Die notwendige Neuauflage dieses Bandes darf wohl als Zustimmung zu seiner erst vor zwei Jahren abgeschlossenen Neubearbeitung aufgefaßt werden. So hat sich die erfreuliche Möglichkeit ergeben, das Buch in der vorliegenden 6. Auflage in relativ kurzer Zeit schon wieder dem heutigen Stand unserer Wissenschaft anzupassen.

Der rasche Fortschritt auf dem Gebiete der elektronenmikroskopischen Forschung, und viele neue Ergebnisse auf dem Gebiete der Histochemie konnten mitberücksichtigt und an den entsprechenden Stellen eingearbeitet werden.

Manche Kapitel, z. B. die über die extrahepatischen Gallenwege, die Nieren und die ableitenden Harnwege, die Geschlechtsorgane, die Hypophyse, das Reizleitungssystem, die Wandstruktur der Blutgefäße, das Blut und den Bau der Milz, wurden eingehend ergänzt.

Die Zahl der Abbildungen wurde von 385 auf 403 vermehrt, und eine Tafel vom Leberläppchen nach einer Rekonstruktion von A. VIERLING ist neu hinzugekommen. Das Schrifttum wurde ergänzt.

Es liegt auf der Hand, daß der Umfang dieser Aufgaben meine eigenen Möglichkeiten und Hilfsmittel bei weitem überschritt. Ich hatte aber das Glück, zahlreiche Mitarbeiter zu finden, welche mir ihre Anregungen oder auch ihre direkte Mithilfe bei der Durchsicht und Neubearbeitung zur Verfügung gestellt haben.

Ich habe an dieser Stelle den Mitarbeitern meines Instituts — insbesondere meiner Sekretärin Fräulein KÖNIG für ihre Geduld und unermüdliche Bereitschaft — zu danken.

Außerdem bleibe ich für Anregungen auf den im folgenden benannten Gebieten zu größtem Dank verpflichtet: in der *Histochemie* Herrn Professor GRAUMANN, Gießen, in der *Elektronenmikroskopie* Herrn Professor STAUBESAND, Freiburg im Breisgau, auf dem Gebiet der *Struktur der Hypophyse* Herrn Professor SPATZ, Gießen, auf dem der *Nieren und ableitenden Harnwege* Herrn Dr. KÖRNER, Chirurgische Universitäts-Klinik, Freiburg im Breisgau, und auf dem der *Organe des Kreislaufs* Herrn Privat-Dozent Dr. KLAUS GOERTTLER, Kiel.

Freiburg im Breisgau, Januar 1962

K. GOERTTLER

Vorwort zur 5. Auflage

Die 4. Auflage des vorliegenden Bandes hat nach ihrem Erscheinen im Jahre 1952 eine Neubearbeitung aller Kapitel notwendig gemacht. Unser Wissen hat sich vermehrt und manche Aspekte haben sich geändert — zum Teil mit der Person des neuen Herausgebers, zum Teil sachlich bedingt —, so daß eine neue, straffere Gliederung und neben vielen Ergänzungen auch zahlreiche Kürzungen im Text unvermeidbar waren.

Meine Absicht, den Umfang des Buches im wesentlichen beizubehalten, konnte durch die sinngemäße Verwendung von Kleindruck verwirklicht werden, obwohl die Zahl der Abbildungen von 330 auf 385 vermehrt wurde.

Die spezielle Entwicklungsgeschichte wurde zum Verständnis der fertigen Formzustände in größerem Umfang als bisher berücksichtigt. Ihre Kenntnis und die der Funktion sind es, die unsere Betrachtung so zu führen gestatten, daß die Physiologie, die Pathologie und die Klinik in der Lage sind, auf den von uns errichteten Grundlagen weiterzubauen.

Der Abschnitt über die Organe des Kreislaufs wurde mit Ausnahme der systematischen Kapitel über die Anordnung des Arterien- und des Venensystems völlig neu behandelt.

Der Beschreibung des Herzens wurde eine allgemeine Betrachtung des Kreislaufs in Hinsicht auf seine Aufgaben, seine Entwicklung, seine funktionelle Differenzierung und die Mißbildungen des Herzens vorangestellt. Dieser Abschnitt stammt aus der Feder meines Sohnes, Dozent Dr. med. KLAUS GOERTTLER, Pathologisches Institut der Universität Kiel.

Herr Professor ROOSEN-RUNGE, Seattle, USA, hat das Kapitel über die Spermiogenese neu gefaßt.

Herrn Professor Dr. J. FREY, Freiburg, verdanke ich wichtige Hinweise über die Nierenphysiologie und Herr Professor Dr. VON KÜGELGEN, Freiburg, hat „die Blutgefäße der Niere“ bearbeitet und ihre Darstellung wesentlich ergänzt.

Herr Dozent Dr. PUFF, Freiburg, hat mir bei der Bearbeitung des Herzens durch die Anfertigung von Präparaten und Bildern wertvolle Hilfe geleistet, und Herrn Dozent Dr. ISHYO ASAMI, Tokio, habe ich dafür zu danken, daß er mir seine ausgezeichneten Präparate vom Reizleitungssystem zur Verfügung stellte.

Ich danke allen Mitarbeitern an dieser Stelle. Daneben schulde ich auch meinen Assistenten herzlichen Dank. Ohne ihre Mithilfe und die unermüdete Geduld meiner Sekretärin, Fr. KÖNIG, wäre mir der Abschluß dieser Arbeit unmöglich gewesen.

Die meisten der neu hinzugekommenen Abbildungen stammen von Herrn WOHLSCHLEGEL, dessen einprägsame, mit sparsamsten Mitteln arbeitende Kunst sich wieder aufs beste bewährte.

Die Ausstattung des Buches mag für sich selbst sprechen.

Die Bereitwilligkeit des Verlages, auf alle Wünsche und Anregungen verständnisvoll einzugehen, hat meine Arbeit auch dieses Mal wesentlich gefördert.

Freiburg im Breisgau, Juli 1959.

GOERTTLER

Vorwort zur 1. Auflage

Die im vorliegenden Band dargestellten „Eingeweide“ bilden gleichsam ein Kernstück der Anatomie. Während die Anatomie des Auges, des Ohres, der Zähne, der Haut, des Nervensystems und des Bewegungsapparates die besondere Grundlage für je ein entsprechendes klinisches Fach abgeben, gehen die Eingeweide alle Fächer in stärkerem Maße an. Wenn wir so in bewußter Vereinfachung, alle Überschneidungen nicht achtend, die Anatomie der einzelnen Organsysteme mit den praktischen Fächern in Beziehung setzen, dann müßte das, was wir unter dem Begriff Eingeweide zusammenfassen, die wichtigste anatomische Grundlage der inneren Medizin sein. Die Erfahrung lehrt aber, daß sich die Internisten nur wenig auf eine statisch aufgefaßte Anatomie beziehen. Im Bereich der inneren Medizin ist die Anatomie weniger produktiv geworden als in allen anderen klinischen Fächern. Besonders deutlich ist der Unterschied gegenüber der Chirurgie, der die Anatomie in Form der topographischen Darstellung am weitesten entgegengekommen ist. Es hat sich die irrije Meinung gebildet, daß die topographische Anatomie die Anwendung der Anatomie auf die Klinik schlechthin darstelle. Daher ist zu Unrecht nur sie Lehr- und Prüfungsgegenstand im klinischen Studium. Es ist aber zu erwarten, daß eine funktionell orientierte Anatomie der funktionell eingestellten inneren Medizin weiterreichende Grundlagen bietet. Wenn so das Kernstück der Anatomie an das Hauptfach der klinischen Medizin näher heranrückt, dann wird auch die Bedeutung der Anatomie für den praktischen Arzt, dem die innere Medizin die wichtigste Grundlage liefert, noch größer werden.

Die Darstellung der Anatomie der Eingeweide unter Betonung funktioneller Gesichtspunkte war um so eher möglich, als die Anatomie gerade auf diesem Gebiet in den letzten Jahrzehnten große Fortschritte gemacht hat, was der klinischen Medizin wenig zum Bewußtsein gekommen ist. Im Sinne unserer Darstellungsweise sind dem Band auch besondere Abschnitte eingefügt wie die Kapitel: Statik und Dynamik der Bauchhöhle, Arbeitsrhythmus der Leber, Kinetik der Lunge, Abwehrsystem, Formwandel des Herzens und andere mehr. Die gesamte Medizin hat viele Erfahrungen über die Biologie von Organen gesammelt, die trotz ihrer Wichtigkeit in keinem Fach systematisch gelehrt werden. Sofern sie in den Rahmen einer funktionell aufgefaßten Anatomie hineingehören und mir zugänglich waren, habe ich sie verwertet.

Auf Wunsch vieler Studenten habe ich den Versuch gemacht, am Schluß der Kapitel einen kurzen Rückblick anzufügen, der den Inhalt in Schlagworten andeutet.

Wiederum haben mich meine Mitarbeiter, zahlreiche Freunde und Studenten bereitwilligst unterstützt. Was mir an Hilfsmitteln versagt blieb, haben sie reichlich ersetzt. Wenn sie die Zeilen lesen, sollen sie wissen, daß ich ihrer in Dankbarkeit gedenke. Der Dozent W. SCHRADER, Würzburg, war so freundlich, mir die Unterlagen für das Kapitel Blutkörperchen zur Verfügung zu stellen. Bei den zum Teil lange zurückliegenden Vorarbeiten für diesen Band haben mir meine früheren Mitarbeiter SPANNER, NIESSING und FREERKSEN unermüdlich geholfen. Für Ratschläge und Hinweise danke ich Herrn v. MÖLLENDORFF sowie zahlreichen Mitgliedern der medizinischen Fakultät in Kiel, vor allem den Herren SEIFFERT, VONKENNEL, NETTER und PHILIPP. Beim Lesen der Korrektur war mir wieder Fräulein Dr. KRANTZ behilflich. Sie hat auch mit gewohnter Sorgfalt das Schlagwörterverzeichnis angefertigt.

Die Abbildungen stammen wie bei den übrigen Bänden zum größten Teil von dem vielfach bewährten Zeichner KOTZIAN, München, dem ich für seine verständnisvolle Arbeit besonderen Dank schulde. Ausgezeichnet gelungen sind ihm besonders viele Federzeichnungen. Leider ist das Verständnis für eine gute Federzeichnung geringer geworden, seitdem man die glatten, womöglich mehrfarbigen Autotypien als den Gipfel der Darstellungskunst betrachtet. Die meisten mikroskopischen Zeichnungen hat Fräulein SCHLICHTING, Kiel, mit größter Sorgfalt hergestellt. Herr Professor GÖPPERT war so freundlich, mir einige Originalien aus dem von ihm verfaßten Band „Vom Gefäßsystem“ des unvollendeten Lehrbuchs der Anatomie von GEGENBAUR-FÜRBRINGER, erschienen bei Engelmann 1913, zur Verfügung zu stellen. Auf diese Weise sind die schönen Zeichnungen von VIERLING wieder einem größeren Kreis zugänglich gemacht. Schließlich möchte ich meiner treuesten Mitarbeiterin, meiner lieben Frau, danken, die für alle drei Bände Zeichnungen und Entwürfe angefertigt hat und mir bei meiner Arbeit so behilflich war, daß ich dieses Werk vollenden konnte.

Daß der Verlag, der mit dem größten Verständnis auf meine Wünsche eingegangen ist, keine Mühe gescheut hat, auch diesen Band trotz aller Schwierigkeiten in bester Form herauszubringen, wird jeder erkennen, der das Buch aufschlägt.

Marburg/Lahn, im November 1942.

BENNINGHOFF

Inhalt

Die funktionelle Aufgabe der Eingeweide in allgemeiner Orientierung . . .	1
Verdauungsorgane	9
Mundhöhle	9
Entwicklung	9
Lippen, Wangen, Vorhof	14
Bauplan und Funktion der Schleimhäute	17
Drüsen	18
Allgemeines 18 · Speicheldrüsen 22 · Ohrspeicheldrüse 22 · Unterkieferdrüse 25 · Unterzungendrüse 27 · Die Bedeutung der Gangsysteme 28 · Der Speichel 29	
Zähne	30
Allgemeines 30 · Form der einzelnen Zähne 31 · Das Gebiß 34 · Zahnentwicklung und Zahnwechsel 35 · Der feinere Bau der Zähne 40 · Der Halteapparat der Zähne 43	
Zunge	45
Zungenschleimhaut 48 · Zungenmuskeln 51	
Gaumen	53
Das Gaumensegel 54	
Der Rachen	56
Die Gestalt der Höhle	56
Bau der Pharynxwand	58
Die Pharynxmuskeln	58
Funktion der Pharynxmuskeln und die Schlingbewegung	60
Das Schicksal der Kiemenbögen und Kiementaschen	63
Lymphatischer Rachenring	64
Die Bedeutung der Tonsillen	69
Der parapharyngeale Raum	70
Speiseröhre	72
Der Magendarmkanal	77
Situs der Baueingeweide und seine Entwicklung	77
Die Bedeutung des Peritoneums	87
Statik und Dynamik der Bauchhöhle	89
Magen	93
Form und Lage	93
Der motorische Apparat	97
Der chemische Apparat	99
Gefäße und Nerven	104
Der Dünndarm	106
Zwölffingerdarm	106
Jejunum und Ileum	108
Bau und Funktion der Dünndarmwand	109
Das Faltenrelief 109 · Die Zotten und Krypten 110 · Der lymphatische Apparat 116 · Der Bewegungsapparat 116 · Blutgefäße und Nerven 120	

Der Dickdarm	123
Blinddarm und Wurmfortsatz	123
Colon	125
Mastdarm	130
Die Leber	135
Funktionelle Aufgabe	135
Die Entwicklung	137
Form und Lage	138
Feinbau der Leber, die Leberläppchen	142
Feinerer Bau der Blutkapillaren	145
Intrahepatische Gallenwege	147
Leberzellen	149
Arbeitsteilung und Rhythmus	152
Extrahepatische Gallenwege	154
Gefäße und Nerven der Leber	158
Bauchspeicheldrüse	159
Das Inselorgan	163
Atmungsorgane	167
Funktionelle Gliederung	167
Nasenhöhle	168
Nebenhöhlen der Nase	173
Nasenschleimhaut	174
Kehlkopf	177
Entwicklung	178
Allgemeine Topographie	178
Skelett des Kehlkopfes	180
Innere Form und Schleimhaut des Kehlkopfes	182
Der aktive Bewegungsapparat des Kehlkopfes und seine Funktion	186
Das Ansatzrohr und die Bildung der Sprachlaute	191
Gefäße und Nerven des Kehlkopfes	192
Luftröhre	192
Topographie	192
Struktur der Wand	193
Lungen	195
Entwicklung	195
Gestalt und Lage der Lungen	196
Architektur des Bronchialbaumes	202
Pleurahöhlen	205
Atmungsbewegungen und Kinetik der Lungen	207
Feinbau der Lunge	211
Feinbau der Bronchien	212
Die Alveolen	215
Blut- und Lymphgefäße der Lunge	223
Anpassungsvorgänge an der Lunge	225
Der nervöse Apparat der Lunge	226

Harn- und Geschlechtsorgane	227
Harnorgane	227
Bildung der Niere	227
Niere	230
Form und Lage	230
Gliederung der Niere	235
Feinbau der Niere	236
Bau des Nephrons	238
Bedeutung der Nephrone	243
Bindegewebe der Niere	244
Blutgefäße der Niere	245
Lymphgefäße und Nerven der Niere	249
Regeneration und Anpassung der Niere	249
Nierenbecken	250
Harnleiter	253
Harnblase	258
Weibliche Harnröhre	265
Geschlechtsorgane	266
Innere männliche Geschlechtsorgane	266
Übersicht	266
Entwicklung der Keimdrüsen und ihrer Ausführungswege	267
Hoden	270
Spermiogenese 272 · Das Verhalten der Chromosomen 274 · Geschlechtsbestimmung 277 · Die reifen Samenfäden 279 · Zwischengewebe und innere Sekretion des Hodens 282 · Gefäße und Nerven des Hodens 285	
Nebenhoden	286
Samenleiter und Samenblasen	288
Äußere männliche Geschlechtsorgane	292
Hodensack	292
Das männliche Glied	295
Die männliche Harnröhre und ihre Drüsen	298
Vorsteherdrüse 299 · Pars prostatica der Harnröhre 299 · Pars prostatica 301	
Harnröhrenenge 302 · Pars spongiosa 302 · Glandulae bulbourethrales 303	
Der Samen 303	
Entwicklung der äußeren Geschlechtsorgane	304
Weibliche Geschlechtsorgane	306
Entwicklung	306
Eierstock	309
Ovarieller Zyklus 318 · Gefäße und Nerven des Ovariums 321	
Eileiter	321
Eitransport und Empfängnis 324	
Gebärmutter	326
Uterusschleimhaut und ihr Zyklus 327 · Der Einfluß des Zyklus auf den Gesamtorganismus 333 · Muskulatur des Uterus in Ruhe und in der Schwangerschaft 334 · Der Uterus während des Wochenbettes 338 · Perimetrium und Parametrium 340 · Halteapparat und Lage des Uterus 342	
Scheide	345
Gefäße und Nerven des Genitalschlauches 348	

Äußere weibliche Geschlechtsorgane	349
Gefäße und Nerven der äußeren weiblichen Geschlechtsorgane	352
Weichteilverschluß des Beckenausgangs	352
Diaphragma pelvis 353 · Diaphragma urogenitale 355 · Mechanik des Beckenbodens 357	
Inkretorische Organe, Hormondrüsen	359
Ihre Stellung im Organismus	359
Einteilung der Hormondrüsen	360
Thymus, Bries	362
Schilddrüse	366
Epithelkörperchen	371
Nebenniere	372
Paraganglien	377
Hirnanhang, Hypophyse	380
Allgemeines	380
Vorderlappen	382
Vorderer Trichterlappen	385
Zwischenzone	385
Hinterlappen	385
Gefäße und Nerven der Hypophyse	386
Hormondrüsen und Nervensystem	387
Organe des Kreislaufs	389
Allgemeines	389
Aufgabe und Entwicklung des Blutkreislaufs	389
Die embryonale Entwicklung der Strombahn	395
Die Entwicklung der äußeren Form des Herzens	397
Die Entwicklung der Innenräume des Herzens	402
Die Mißbildungen des Herzens	410
Die Differenzierung der Herzfunktion	412
Die Ökonomie der Form des Herzens	412
Der fetale Kreislauf	417
Herz	418
Die Binnenräume des Herzens	418
Herzskelett	425
Der Herzmuskel und der Formwandel des Herzens	427
Reizleitungssystem und Herznerven	435
Gefäße und Herzwand	441
Herzinnenhaut	443
Herzbeutel	444
Form, Lage und Größe des Herzens	447
Die Wandstruktur der Blutgefäße	453
Bau der Arterien	453
Die Ernährung und Nervenversorgung der Gefäße	460
Blutkapillaren	462
Bau der Venen	466
Arterio-venöse Anastomosen	471

Das funktionelle Verhalten der Strombahn	473
Verzweigung und Einbau der Gefäße	476
Das Arteriensystem	477
Die Lungenschlagadern	477
Arterien des Körperkreislaufs	479
Aorta 479 · Äste des Aortenbogens 479 · A. carotis communis 481 · A. carotis externa 481 · A. carotis interna 486 · A. ophthalmica 486 · A. subclavia 489 · Äste der A. subclavia 489 · A. axillaris 491 · A. brachialis 494 · A. radialis und ulnaris 494 · Äste der Aorta thoracica 500 · Äste der Aorta abdominalis 502 · A. iliaca communis 505 · A. iliaca interna 506 · A. iliaca externa 509 · A. femoralis 509 · A. poplitea 513 · A. tibialis anterior 513 · A. tibialis post- erior 515	
Das Venensystem	520
Lungenvenen	520
Venen des Körperkreislaufs	520
Das Gebiet der oberen Hohlvene 520 · V. jugularis interna 521 · V. jugularis externa 524 · V. subclavia 524 · Hautvenen des Arms 526 · Vv. azygos et hemiazygos 527 · Untere Hohlvene 528 · Pfortader 531 · V. iliaca interna 533 V. iliaca externa und V. femoralis 534	
Das Blut und die Organe der Blutbildung	536
Allgemeine Übersicht	536
Die morphologischen Bestandteile des Blutes	537
Die Erythrozyten	538
Die Leukozyten	542
Die Thrombozyten	547
Die Entwicklung der Blutzellen innerhalb des Knochenmarks	548
Die Erythropoëse	550
Die Leukopoëse	551
Die Entwicklung der Monozyten, Plasmazellen und Thrombozyten	552
Die Entwicklung der Lymphozyten	554
Die extramedulläre Blutbildung	556
Die Milz	556
Die Lymphknoten	566
Das Zellsystem der Abwehr	573
Das Lymphgefäßsystem	577
Die Lymphgefäße und ihre Entwicklung	577
Die großen Lymphstämme	580
Ductus thoracicus	580
Ductus lymphaticus dexter 582 · Lymphgefäße und regionäre Lymphknoten des Kopfes und Halses 582 · des Armes und der Brustwand 583 · der Brust- höhle 584 · der Bauchhöhle 585 · der Beckenhöhle 586 · des Beines 586	
Schrifttum	587
Sachregister	598

Die funktionelle Aufgabe der Eingeweide in allgemeiner Orientierung

Die Eingeweide sind systematisch charakterisierbar durch drei Merkmale:

1. durch ihre Leistungen als Organe des Stoffwechsels,
2. durch die Art ihrer Entwicklung aus bestimmten Anlagen und
3. durch ihre topographische Lage.

Ihrer Funktion nach sind sie die chemischen Werkstätten des Stoffwechsels in unserem Körper, mit zahlreichen Spezialbetrieben der verschiedensten Größenordnung, die alle mit einem für uns technisch unnachahmbaren Nutzeffekt arbeiten. Das sind die *Verdauungsorgane*, die *Atmungsorgane* und die *Ausscheidungsorgane*.

Jedes Organ besitzt seine besondere Spezifität und Individualität und ist in sich immer wieder gegliedert in größere und kleinere Betriebsgemeinschaften von Zellen. Auch diese selbst sind ihren Leistungen entsprechend „durchkonstruiert“ bis zum letzten Atom. Zwar kann uns auch das Elektronenmikroskop diese letzte Dimension noch nicht enthüllen. Unser heutiges Wissen aber, das uns mit Hilfe dieses Instrumentes schon an die Grenze der Sichtbarkeit makromolekularer Strukturen herangeführt hat, rechtfertigt diese Hypothese.

Jede lebende Zelle hat einen *Stoffwechsel*. Sie nimmt Stoffe auf, setzt sie in ihrem Inneren um und scheidet andere Stoffe wieder aus. Alle diese Vorgänge sind innerhalb unseres Körpers zu einer übergeordneten Lebensfunktion ineinandergefügt. Das heißt, sie dienen nicht dem Eigenleben der Zellen, sondern den Bedürfnissen des ganzen Organismus.

Wenn man Zellen außerhalb des Körpers in einer Gewebekultur am Leben erhalten will, dann muß man ihnen eine sehr sorgfältige Pflege und Wartung zuteil werden lassen. Dazu muß eine besondere Nährlösung zusammengesetzt werden. Man muß für ständige Zufuhr von Sauerstoff sorgen. Die Stoffwechselschlacken müssen in regelmäßigen Zeitabständen entfernt werden, und die verbrauchte Nährlösung muß immer wieder durch neue ersetzt werden. Es ist ferner dafür zu sorgen, daß keine Mikroorganismen in die Kultur eindringen, welche sie überwuchern oder durch Ausscheidung von Giften schädigen können.

Alle diese Vorrichtungen, welche von Menschenhand betrieben kostspielige Laboratorien und viele menschliche Arbeitskräfte benötigen, sind im Organismus durch die gemeinschaftliche Arbeit verschiedener Organsysteme automatisch miteinander gekoppelt. Dazu gehören in erster Linie ein reibungslos auf den Wegen des Blut- und Lymphgefäßsystems funktionierendes humorales Transportwesen sowie ein selbständig arbeitendes Kontrollsystem von höchster Präzision. Dieses letztere ist doppelt gesichert — durch *Nervenbahnen*, welche alle Werkstätten des Stoffwechsels untereinander und mit der Führungszentrale im Nervensystem verbinden und *humoral*, d. h. durch *Hormone* („Botenstoffe“), welche die Tätigkeit bestimmter Stoffwechselvorgänge direkt von der Blutbahn aus steuern können.

Diese Wirkstoffe werden in den *endokrinen Organen* hergestellt, welche somit im weiteren Sinne ebenfalls zu den Eingeweiden gehören. Sie kontrollieren sich gegenseitig direkt durch fördernde oder hemmende Stoffe, um ein Wirkungsoptimum zu erzielen. Sie sind andererseits aber auch funktionell durch gegenseitig wirksame Impulse auf das innigste mit dem Nervensystem verbunden. Schließlich gibt es in unserem Körper ein weit verteiltes *Abwehrsystem*, dessen Aufgabe darin besteht, den Einbruch von Mikroorganismen und ihrer Giftstoffe zu verhüten oder

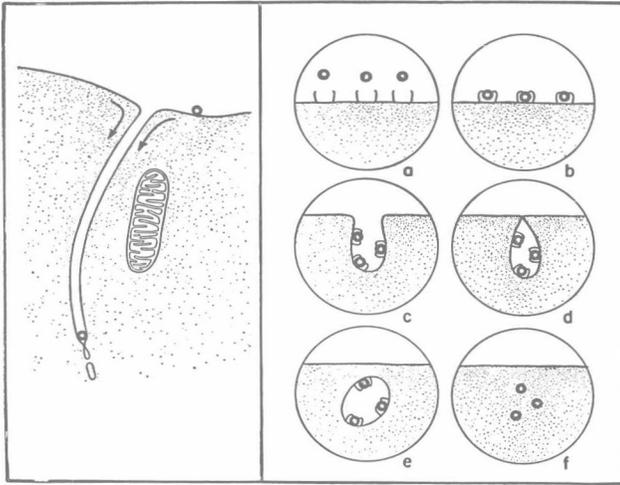


Abb. 1. Schematische Darstellung der Aufnahme und des Transportes verschiedener Stoffe in einer Zelle. Membran-Vesiculation (links) und Pinocytose-Mechanismus (rechts) (nach BENNETT, 1956).

sie selbst innerhalb des Organismus zu bekämpfen, wenn das erstere nicht gelingt. Dieses System besteht aus besonders reaktionsfähigen Gewebekomplexen, die an gefährdeten Stellen des Körpers und überall an den Ufern der Strombahn des Blutes und der Lymphe untergebracht sind. Auch sie gehören als unentbehrliche Hilfsorgane des Stoffwechsels in funktioneller Hinsicht mit zu den Eingeweiden. Die organspezifische Funktion der Eingeweide hängt entscheidend ab von den Fähigkeiten ihrer *Epithelien*. Das gilt jedenfalls für den Darm und alle Organe, die sich aus ihm entwickeln. Von seiner freien Oberfläche aus *resorbiert* das Epithel Stoffe. Es kann sie auch *spalten*, *synthetisieren* und *speichern*, um sie schließlich transzellulär an den Säftestrom des Körpers weiterzugeben. Es kann den Stoffwechsel aber auch in umgekehrter Richtung durch die Zelle hindurchleiten — vom Blut- oder Lymphstrom aus an die Zelloberfläche, indem es *Sekrete* (Nutzstoffe) oder *Exkrete* (Schlackenstoffe) bildet.

Jedes Epithel ist meist nur für *eine* Richtung dieses Stoffstromes prädestiniert, während die Endothelien und Mesothelien als Uferzellen an den Flüssigkeitsstraßen und -räumen des Körpers auch einen gegensinnigen Stoffverkehr ermöglichen.

Die Aufnahme und transzelluläre Passage läßt sich heute im elektronenoptischen Bild verfolgen.

Manche Stoffe, welche als Modells substanz — z. B. „Myofer“, ein makromolekulares Dextran, an das dreiwertiges Eisen gebunden ist — Versuchstieren verfüttert werden, gelangen wie bei der Phagozytose direkt durch *Permeation* der Zellmembran in die Darmepithelzellen (Abb. 88). Sie dringen in das Plasma der Mikrovilli ein und sammeln sich unter der Zelloberfläche in kleinen Bläschen, welche z. T. aus dem endoplasmatischen Reticulum, aus dem GOLGI-Apparat oder aus Invaginationen des Plasmalemmes entstehen. Diese Bläschen konfluieren zu größeren Vakuolen, die ihren Inhalt schließlich in den Interzellularraum und von dort aus durch die Basalmembran ins Gefäßsystem abgeben.

Ein zweiter Modus der Einverleibung von Stoffen ist durch die *Pinocytose* oder *Membran-Vesiculation* gegeben (BENNETT, 1956). Dabei stülpt sich die Zellmembran durch Bildung kleiner Taschen oder Grübchen ein, welche dann im Zellinneren abgeschnürt werden (Abb. 1 links). Diese lösen sich dann auf oder

verschmelzen mit dem endoplasmatischen Reticulum. Wahrscheinlich können die Bläschen auch schon direkt an der Zelloberfläche gebildet und dann erst sekundär versenkt werden (Abb. 1 rechts).

Schließlich besteht noch die Möglichkeit eines ununterbrochenen transzellulären Transportes — ohne Auflösung der Membran — bis zur Basalfläche der Zellen, wo sie sich in der gleichen Weise wieder öffnen, in der sie entstanden sind. Dieser Vorgang wird als „*Cytopempsis*“ bezeichnet. Auf diese Weise können Flüssigkeiten, z. B. in den Tubuli der Niere, und andere extrazelluläre Substanzen praktisch extraplasmatisch durch die Zelle hindurchgeschleust werden.

In jedem Falle erfolgt der gesamte Stofftransport in beiderlei Richtung zwischen Organzellen und Strombahn, aber auch durch die Grundsubstanz hindurch. Diese ist an den stoffaustauschenden Grenzflächen (subepithelial und perikapillär) zu sog. Basalmembranen verdichtet. Diese sind grundsätzlich als Grenzschichten der Grundsubstanz anzusehen; der Einbau von Fasern in die Basalmembranen ist ein sekundäres und nicht ubiquitäres Phänomen von mechanischer Bedeutung. Die Stoffaustauschvorgänge sind ausschließlich auf die Grundsubstanzkomponente der Basalmembranen zu beziehen.

Die wesentlichen chemischen Bausteine der Grundsubstanzen sind Mucoproteide, d. h. salzartige Komplexe von sauren Mucopolysacchariden (Hyaluronsäure, Chondroitinsulfate usw.) mit Proteinen. Diese von den Bindegewebszellen gebildeten Verbindungen sind reversibel polymerisierbar. Der Polymerisationszustand hängt von zahlreichen Faktoren ab, u. a. von der Aktivität der Fibroblasten, von Enzymwirkungen, von hormonalen und nervösen Bedingungen. Durch Veränderung des Polymerisationszustandes ihrer Bausteine wird die Permeabilität der Grundsubstanz und damit der Stoffaustausch zwischen Strombahn und Parenchym reguliert.

Besonders große praktische Bedeutung kommt der Bindegewebsgrundsubstanz bei der Infektionsausbreitung insofern zu, als die pathogenen Bakterien über Enzyme verfügen (z. B. Hyaluronidase), welche die Grundsubstanz depolymerisieren und damit für die Keim-Toxininvasion aufschließen. Zahlreiche pathologische Vorgänge sind auf Alterationen der Bindegewebsgrundsubstanz zu beziehen; hierher gehört z. B. der Kreis der rheumatischen Erkrankungen. Sehr bemerkenswert sind die Wirkungen, welche Hormonstörungen an der Bindegewebsgrundsubstanz hervorrufen; hierher gehört z. B. das Myxödem (Hypofunktion der Schilddrüse) und der Exophthalmus (elektive Wirkung einer Schilddrüsenüberfunktion auf das retrobulbäre Bindegewebe der Orbita). Aber auch durch die Steroidhormone (Nebennierenrindenhormone, Sexualhormone) wird der physikalisch-chemische Zustand der Bindegewebsgrundsubstanz beeinflusst.

Durch Anwendung histochemischer Methoden (Polysaccharidnachweise, Autoradiographie mit S 35 usw.) läßt sich die Grundsubstanz heute nicht nur sichtbar machen, sondern können auch ihre Zustandsänderungen erfaßt werden.¹⁾

Die *Epithelien*, die *Grundsubstanz* und die *Endothelien*, welche zusammen die riesigen inneren Oberflächen unseres Körpers begrenzen, bilden die wichtigsten Anlagen des gesamten Stoffwechsels im Organismus.

Die Anlagen der Stoffwechselbetriebe innerhalb des Organismus sind erblich festgelegt. Sie blicken in ihrer bewundernswerten Zweckvollendung zurück auf eine jahrmillionenalte Tradition. Alle Wirbeltiere verfügen an gleicher Stelle über die gleichen Einrichtungen, welche sich aus dem Material des inneren oder des mittleren Keimblattes (Entoderm bzw. Mesoderm) entwickeln. Daraus ergibt sich dann ihre topographische Situation im fertigen Organismus.

Der Name *Ingesta* oder Eingeweide kennzeichnet die Topographie derjenigen, welche in den verschiedenen Räumen der *Leibeshöhle* (Zölon) untergebracht sind. Wenn man sie eröffnet, dann fallen die Eingeweide heraus, nachdem man die Ver-

¹⁾ Petit-Absatz von Prof. Graumann-Gießen übernommen.

bindungen durchtrennt hat, an denen sie in mehr oder weniger komplizierter Weise linear oder flächenhaft in ihr befestigt sind.

Aber nicht alle Eingeweide liegen innerhalb der Leibeshöhle. Die in enger Nachbarschaft aus dem mittleren oder inneren Keimblatt entstehenden Harn- und Geschlechtsorgane bleiben zusammen mit dem letzten Abschnitt des Enddarms ebenso außerhalb wie der gesamte Kopf- oder Kiemendarm und die aus ihm sich entwickelnden *branchiogenen* Organe.

Da die Funktionen der Nahrungsaufnahme und der Atmung den Kopfdarm gemeinsam benutzen, ist dieser Abschnitt besonders kompliziert gebaut.

Die Entwicklung der Eingeweide innerhalb des Zöloms

Das primitive entodermale Darmrohr, aus dem sich später der gesamte Darm, die großen Darmdrüsen, der Atmungsapparat und die Harnblase entwickeln, durchzieht den ganzen Körper und steht während des ersten Monats der Entwicklung durch den *Ductus omphaloentericus* in breiter Kommunikation mit dem Dottersack (Abb. 2). Je älter der Embryo wird, um so dünner wird dieser Verbindungsgang, der schließlich vom Scheitel der ersten Darmschleife aus als feiner dünner Faden durch den Nabelstrang zum Dottersack zieht (Abb. 3).

Beim Erwachsenen kann an dieser Stelle im unteren Bereich des späteren Dünndarms ein Darmfortsatz als sog. „MECKEL'Sches Divertikel“ erhalten bleiben.

Bei allen Wirbeltieren liegt der größte, mittlere Abschnitt des Darmrohres innerhalb der durch zwei Blätter des Mesoderms gebildeten Leibeshöhle. Aus ihr gliedern sich später die drei großen Körperhöhlen gegeneinander ab: Die *Pericardialhöhle*, die *Pleurahöhle* und die *Peritonealhöhle*.

Die Ausbildung des Zöloms beschränkt sich auf den Bereich des Rumpfbereiches (Abb. 10). Es setzt sich ein Stück weit in den Nabelstrang hinein fort. In diesem extraembryonalen Teil liegt die *Nabelschleife* des Darms, aus der sich dann die ersten Darmschlingen ebenfalls außerhalb des Embryos bilden.

Im Bereich des Kiemendarms, in dem sich später der Hals entwickelt, und kaudalwärts vom Nabelstrang, der ursprünglich direkt an das Becken grenzt, gibt es keinen Zölomraum. Dieser untere Teil der Bauchhöhle entwickelt sich erst zusammen mit dem Längenwachstum des Darms, nachdem seine Schlingen aus dem Nabelstrang zurückgenommen worden sind.

Die folgenden Abbildungen 4—8 zeigen die Entwicklung der Bauchorgane in schematischer Darstellung. In bezug auf den im einzelnen sehr viel komplizierteren ontogenetischen Entwicklungsgang muß auf die Lehrbücher der Entwicklungsgeschichte verwiesen werden. Der hier angestrebte didaktische Zweck einer übersichtlichen Raumlagerung rechtfertigt die getroffene Auswahl.

Der Darm oberhalb des Nabels ist innerhalb des Zöloms durch ein dorsales und ein ventrales mesodermales *Mesenterium* befestigt (Abb. 4).

Das sind Duplikaturen des viszeralen Mesoderm-Blattes (Splanchnopleura). In ihnen liegt die einzige Zufahrtstraße zur Versorgung der Eingeweide mit Lymph- und Blutgefäßen und mit Nerven. In diese Mesenterien hinein entwickeln sich auch vom Darm aussprossend ventralwärts die *Leber* und dorsalwärts das *Pankreas* (Abb. 5).

Unterhalb des Nabels, genauer kaudalwärts vom Ligamentum falciforme hepatis, gibt es im Unterbauch kein ventrales Mesenterium mehr (Abb. 6), da die hier liegenden Darmschlingen sich alle aus der frei im extraembryonalen Zölom liegenden Nabelschleife entwickelt haben.

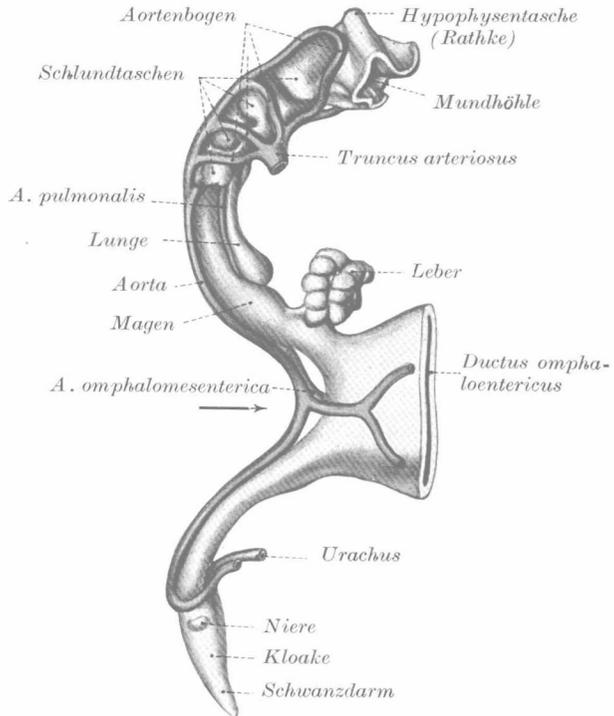


Abb. 2. Modell des Darmrohres und der Hauptarterien eines menschlichen Embryos der 3. Woche. Nach Hrs. Der Pfeil kennzeichnet das Mesenterium dorsale, das sich an dieser Stelle gegen den Ductus omphaloentericus vorschiebt (s. S. 78).

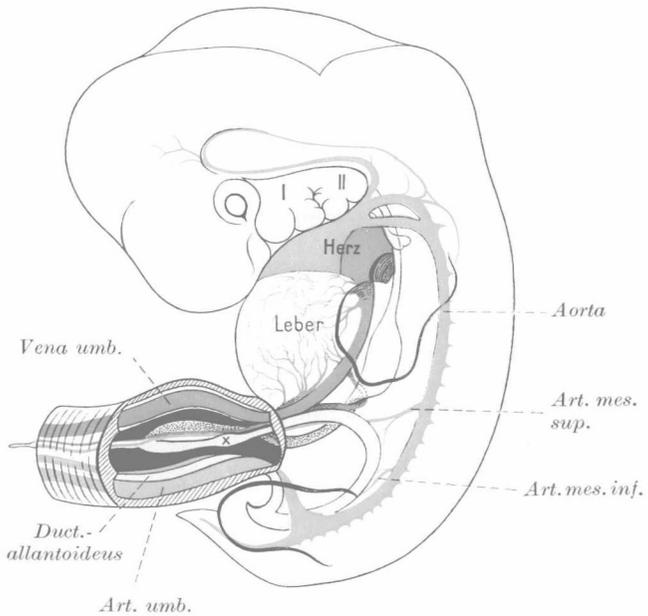


Abb. 3. Gesamtübersicht des Darms (gelb) bei einem menschlichen Embryo von 6 Wochen, Scheitel-Steißlänge 10 mm. — Auf den Kiemendarm folgt der Vorderdarm mit Lungenanlage, Ösophagus und Magen, der Mitteldarm (Nabelschleife) mit dem späteren Duodenum, Jejunum und Ileum und schließlich der Enddarm, beginnend mit dem Caecum (x), dem Colon und der Harnblase. — Der zuführende Schenkel der Nabelschleife ist punktiert. — Das Zölom im Nabelstrang schwarz. (In Anlehnung an AREY-Development. Anat. 5th Edition.)