

HAUT UND SINNESORGANE

DRITTER TEIL

DIE HAUT · DIE MILCHDRÜSE

ERGÄNZUNG ZU BAND III/1

BEARBEITET VON

ERNST HORSTMANN

ADOLF DABELOW

MIT 359 ZUM TEIL FARBIGEN ABBILDUNGEN



SPRINGER-VERLAG
BERLIN · GÖTTINGEN · HEIDELBERG

1957

Alle Rechte, insbesondere das der Übersetzung in fremde Sprachen, vorbehalten
Ohne ausdrückliche Genehmigung des Verlages ist es auch nicht gestattet, dieses
Buch oder Teile daraus auf photomechanischem Wege (Photokopie, Mikrokopie)
zu vervielfältigen

© by Springer-Verlag OHG, Berlin · Göttingen · Heidelberg 1957

Printed in Germany

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in
diesem Werk berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme,
daß solche Namen im Sinn der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung
als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürften

Druck der Universitätsdruckerei H. Stürtz AG., Würzburg

HANDBUCH DER MIKROSKOPISCHEN ANATOMIE DES MENSCHEN

BEGRUNDET VON
WILHELM v. MÖLLENDORFF

FORTGEFÜHRT VON
WOLFGANG BARGMANN
KIEL

DRITTER BAND
HAUT UND SINNESORGANE

DRITTER TEIL
DIE HAUT · DIE MILCHDRÜSE
ERGÄNZUNG ZU BAND III/1



SPRINGER-VERLAG
BERLIN · GÖTTINGEN · HEIDELBERG
1957

Inhaltsverzeichnis.

	Seite
Die Haut. Von Professor Dr. ERNST HORSTMANN. Kiel. Mit 210 Abbildungen . . .	1
Einleitung	1
I. Die Epidermis	1
1. Entwicklung	1
2. Das Stratum germinativum	6
a) Stratum basale	6
b) Stratum spinosum	8
c) Die physiologische Regeneration der Epidermis	11
d) Die Tonofibrillen	19
e) Mitochondrien und GOLGI-Apparat im Stratum germinativum	22
3. Das Stratum granulosum	24
4. Das Stratum lucidum und Stratum corneum	28
5. Verhornung	34
a) Die Eiweißkörper	35
b) Sulfhydrylgruppen	38
c) Kohlenhydrate	42
d) Nucleinsäure und Basophilie	46
e) Phosphatasen	47
f) Fette	47
g) Fermente	48
h) Mineralien	48
i) Das Ladungsmosaik (ZEIGER) und die Strukturdichte der Epidermis	50
j) Die hormonale Beeinflussung der Verhornung	53
6. Vergleichendes	54
II. Das Corium	54
1. Entwicklung	54
2. Die Grenzfläche zwischen Epidermis und Corium	56
3. Fasern und Grundsubstanz des Corium	63
4. Die Struktur des Corium	68
a) Basalmembran	68
b) Die Architektur des Corium und der Subcutis	73
5. Musculi arrectores pilorum	78
III. Das Pigment	79
1. Die Hautfarbe	79
2. Die chemische Konstitution des Melanins	81
3. Genetische Faktoren	82
4. Die Melanocyten	83
a) Die Herkunft der Melanocyten	85
b) Die verzweigten Zellen der ausgebildeten Epidermis	90
c) Die Verteilung der verzweigten Zellen	93
d) Die Melanocyten des Corium	95
e) Cytologie der Pigmentbildung	96
5. Die hormonale und nervöse Beeinflussung der Pigmentierung	98

	Seite
IV. Die Schweißdrüsen	100
1. Entwicklung der ekkrinen und apokrinen Schweißdrüsen	100
2. Verteilung und Schweißbildung	103
3. Die Formen der e- und a-Drüsen	105
4. Die ekkrinen Drüsen	105
a) Cytologie des sezernierenden Teiles	105
b) Der Ausführungsgang	109
5. Die apokrinen Drüsen	112
a) Cytologie des sezernierenden Teiles	112
b) Der Ausführungsgang	117
c) Altersveränderungen und Geschlechtsunterschiede	117
6. Myoepithel der Schweißdrüsen	117
7. Die Ceruminaldrüsen und andere a-Drüsen	118
8. Die Schweißdrüsen der Tiere	121
V. Die Talgdrüsen	121
1. Entwicklung	121
2. Bau und Wachstum der Talgdrüsen	122
3. Sekretbildung der Talgdrüsen	127
a) Der Fettfilm der Hautoberfläche	127
b) GOLGI-Apparat und Mitochondrien	128
c) Histochemie der Talgzellen	128
4. Physiologische Regeneration der Talgdrüsen	131
5. Beeinflussung der Talgdrüsen	132
a) Hormone	132
b) Nervensystem	134
6. Vergleichende Histologie der Talgdrüsen	134
VI. Das Haar	136
1. Funktion und Genabhängigkeit	136
2. Entwicklung und Haargruppen	137
3. Die Wurzelscheiden	148
a) Die äußere Haarwurzelscheide	148
b) Die Glashaut und der bindegewebige Haarbalg	154
c) Die innere Wurzelscheide	157
4. Der Haarschaft	159
5. Histogenese des Haares	162
6. Die Beeinflussung der Haarbildung	167
a) Genetische Einflüsse	167
b) Die Abhängigkeit von äußeren Einflüssen	168
c) Hormonale Einflüsse	169
d) Nervöse Einflüsse	171
7. Die Formänderungen des Haares während des Lebens	171
8. Die Beziehungen zwischen Haarcyclus und Epidermis bzw. Cutis	172
9. Postfetale Neubildung von Haarwurzeln	174
VII. Der Nagel	176
1. Entwicklung	176
2. Nagel und epitheliales Nagellager	177
3. Nagelplatte und Matrix	182
a) Struktur der Nagelplatte	182
b) Die chemische Zusammensetzung der Nagelsubstanz	188
c) Das Wachstum des Nagels	189
4. Das Perionychium	189
a) Hyponychium	189
b) Sohlenhorn	192
c) Eponychium	192

	Seite
5. Das bindegewebige Nagelbett	194
6. Vergleichendes	197
VIII. Blutgefäße der Haut	198
IX. Sinnesorgane und Innervation	208
X. Topographische Unterschiede	213
1. Entwicklung	213
2. Quantitative Unterschiede	214
3. Morphologische Unterschiede	219
a) Kopf	219
b) Stamm	224
c) Extremitäten	226
d) Genitalien und Körperöffnungen	236
XI. Schluß	236
Literatur	237

Die Milchdrüse. Von Professor Dr. ADOLF DABELOW, Mainz a. Rh.

Mit 149 Abbildungen 277

Einleitung	277
I. Stammesgeschichtliche Hypothesen und Homologisierungsversuche. Vergleichende Anatomie.	279
1. Der mikroskopische Aufbau der Mammarydrüsen bei den Monotremen (Echidna und Ornithorhynchus).	281
2. Die Milchdrüsen der Marsupialier (Beuteltiere)	282
3. Der Übergang zu Mamma und Mamille der Mammalier	283
II. Die Individualentwicklung der Milchdrüse	283
1. Der Milchstreifen	283
2. Späte Stadien des Milchstreifens und erstes Auftreten der Milchleiste (Milchlinie)	286
3. Die Milchleiste (Milchlinie)	287
III. Die einzelnen Mammaranlagen bis zur Geburt	291
1. Das linsenförmige Stadium	291
2. Das kugelförmige Stadium	291
3. Das Zapfenstadium	293
4. Das Kolbenstadium	293
5. Das Stadium der gelappten (eingekerbten) Anlage	294
6. Stadium der Sprossenbildung aus der primären Epithelanlage. Sekundärsporen	294
7. Haaranlagen, Talgdrüsen und Schweißdrüsen in ihren Beziehungen zu den Milchdrüsen sprossen der Sekundäranlage	296
8. Die Milchdrüsenanlage gegen Ende der Gravidität	299
IV. Die Drüse des Neugeborenen	300
1. Der histologische Aufbau der epithelialen Anteile der Neugeborenen drüse	306
2. Die mesodermalen Anteile in der Entwicklung bis zur Geburt (Bindegewebe, Gefäßsystem, Muskulatur)	311
3. Bindegewebe und Muskulatur in der Drüse des Neugeborenen	314
4. Die Muskulatur der Mamille und Areola beim Neugeborenen	317
V. Die Milchdrüse in der Kindheit bis zur Menarche	318
VI. Die virginelle Milchdrüse.	325
1. Das Gesamtbild des Gangsystems der virginellen Mamma	326
2. Das Bild der einzelnen Aufzweigungen von der Adoleszenz bis zur Ausreifung der virginellen Mamma	331

	Seite
3. Die cyclischen Veränderungen	339
a) Veränderungen des Gesamtvolumens der Mamma	339
b) Mikroskopische Befunde im Verlaufe des Cyclus	340
VII. Die Entwicklung während der Gravidität	350
1. Die Ausgangsstadien für die Schwangerschaftsentwicklung	351
2. Die Schwangerschaftsveränderungen des Aufzweigunssysteme	353
3. Die mikroskopischen Veränderungen der einzelnen Abschnitte in der Schwangerschaft	354
4. Das Verhalten der sezernierenden Zellen während der Sekretbildung und Sekretabgabe	357
a) Cyclische Sekretion mit Dekapitation der Zelle	360
b) Sekretion ohne Dekapitation der Zelle	367
c) Der Sekretionscyclus der Zelle	372
d) Der GOLGI-Apparat während des Sekretionsvorganges	378
VIII. Die myoepithelialen Zellen	380
IX. Die myoepithelialen Zellen und das basilare Helle-Zellen-Organ nach FEYRTER (1953)	382
X. Glatte Muskelzellen	383
XI. Die Rückbildung nach der Lactation	383
1. Die mit Colostrumbildung verbundenen Sekretionsphasen und das Colostrum	390
2. Der Abtransport des restlichen Milchfettes nach dem Aufhören der Milchentnahme	392
XII. Die ruhende Milchdrüse von Frauen, welche geboren haben, und die Einleitung der Altersrückbildung	394
1. Das Bild der Altersinvolution im dicken Schnitt	401
2. Die elastischen Fasern in den progressiven und regressiven Entwicklungsphasen	405
XIII. Die männliche Brustdrüse	408
1. Das Gesamtbild des Drüsenbaumes in der männlichen Mamma	409
2. Die histologischen Bestandteile der männlichen Mamma	413
3. Die vergrößerte männliche Brustdrüse	420
XIV. Die Struktur von Mamille und Areola	424
XV. Die Drüsen der Areola	433
XVI. Die neurale und hormonale Steuerung der Milchdrüsenentwicklung in ihren verschiedenen Phasen	440
1. Die Steuerung des Gangwachstums und der Alveolarentwicklung bei Versuchstieren	441
2. Die Steuerung der Entwicklung des Gangsystems und der Alveolen beim Menschen	445
3. Die Steuerung der Lactation	446
a) Die Einleitung der Lactation	448
a) Die Hemmungstheorien	448
b) Die gegenseitigen Wirkungen von Oestrogen, Progesteron und Lactogen in bezug auf die Lactation	450
c) Das lactogene Hormon	454
b) Die Unterhaltung der Lactation	455
c) Die Milchabgabe aus der Mamille	459
Literatur	461
Nachtrag zum Beitrag „Die Haut“ von E. Horstmann zur Elektronenmikroskopie der Epidermis	486
Namenverzeichnis	489
Sachverzeichnis	512

Die Haut.

Von

Ernst Horstmann, Kiel.

Mit 210 Abbildungen.

Einleitung.

Der vorliegende Nachtrag zu HOEPKES (1927) Darstellung der mikroskopischen Anatomie der Haut versucht, die Gliederung HOEPKES beizubehalten. Das war in großen Zügen leicht möglich. Da sich aber die Akzente auch auf diesem Gebiet histologischer Forschung in den vergangenen 2 $\frac{1}{2}$ Jahrzehnten verschoben haben, und neue Gesichtspunkte in den Kreis der Bearbeitung gerückt worden sind, ist es notwendig, manches näher auszuführen, was früher nur gestreift zu werden brauchte. Dazu mußte gelegentlich auch älteres Schrifttum herangezogen werden. Aus dem gleichen Grunde erscheint es wünschenswert, jedem Kapitel einen kurzen entwicklungsgeschichtlichen Überblick voranzustellen. Hat doch die Entwicklungsgeschichte für das Verständnis des Verhornungsvorganges, der Pigmentbildung und der topographischen Unterschiede Wichtiges beigetragen.

Die große Zahl histochemischer Bemühungen um die Aufklärung des Verhornungsprozesses läßt sich nur in einer zusammenfassenden Darstellung dieses komplexen Vorganges unter Berücksichtigung chemischer und physikalischer Methoden bewältigen.

In die Dynamik der Zellen und Gewebe vermögen besonders die experimentellen Untersuchungen mit Transplantationen, in vitro-Kulturen und Versuche mit carcinogenen Stoffen Einblicke zu geben. Es liegt im Interesse eines weiten Überblickes, auch diese Untersuchungen bei der Darstellung der mikroskopischen Anatomie heranzuziehen.

Ein Schlußkapitel über die topographischen Unterschiede soll die Variationsbreite der Haut veranschaulichen und Ergebnisse und Wege der für die pathologischen Verhältnisse wichtigen Erfassung örtlicher Verschiedenheiten darlegen.

I. Die Epidermis.

1. Entwicklung.

Die epithelialen Anteile der Haut und ihre Anhangsgebilde entwickeln sich aus dem Ektoderm. Erst nach Anlage der Medullarplatte und Sonderung der Neuralleiste wird ihre Abgrenzung möglich. Es kann vermutet werden, daß die Grenze der präsumptiven Epidermis an der Keimscheibe des Menschen ähnlich verläuft wie beim *Hühnchen* (PASTEELS 1936/37). Das präsumptive Epidermisfeld umschließt aber noch das Material für die Riech-, Linsen- und Epidermisplacoden, für den Sinus urogenitalis und die Mund- und Afterbucht (FISCHEL 1929).

Bis zum Beginn des zweiten Monats besteht die Epidermis aus einer *einfachen Zellage* mit zahlreichen Mitosen (STEINER 1929a, b, FISCHEL 1929), mit Ausnahme der freien Enden der Extremitätenknospen, wo die Epidermis eine vielschichtige Leiste bildet (Abb. 1). An dem einschichtigen Epithel unterscheidet STEINER

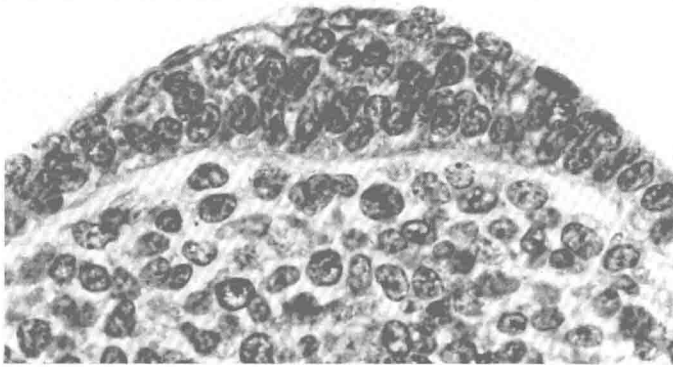


Abb. 1. Schnitt durch die Epithelleiste an der Spitze einer Extremitätenknospe. Embryo 10 mm SSL. Hier ist die Epidermis mehrschichtig, rechts im Bild einschichtig. Vergr. 800fach. (Hämatoxylin-Eosinfärbung.)

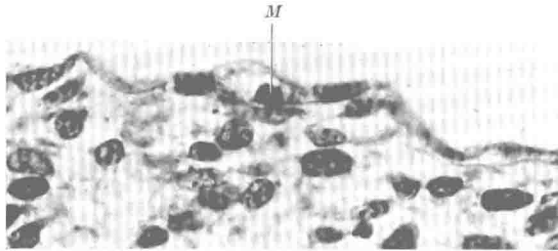


Abb. 2. Einschichtiges plattes Epithel über der Extremitätenanlage eines Embryo von 10 mm SSL. *M* Mitose, Zellarme Cutisanlage. Vergr. 800fach. (Hämatoxylin-Eosinfärbung.)

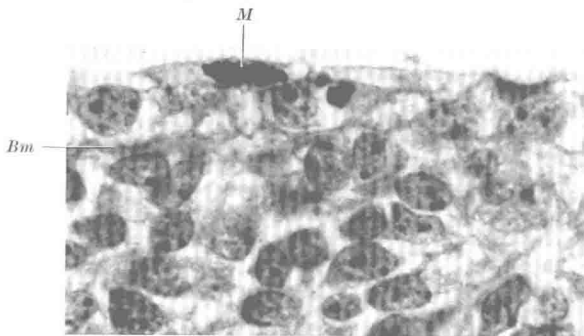


Abb. 3. Einschichtiges, vorwiegend kubisches Epithel, dem stellenweise eine zweite Zellschicht aufgelagert ist, in der auch Mitosen (*M*) erscheinen. *Bm* Basalmembran. Zellreiche Cutisanlage mit wenig Interzellularsubstanz. Embryo 10 mm SSL. Vergr. 1200fach. (Hämatoxylin-Eosinfärbung.)

3 Formen: 1. kubisches, 2. mehrreihig prismatisches, 3. plattes Epithel. Bereits bei Embryonen mit 4 Urwirbelpaaren kommen nach STEINER diese Formen an bestimmten Orten vor. Im Gegensatz zu HÄGGQVIST (1921) und unter Bezug auf LUDWIGS (1928) Beobachtungen an einem Embryo von einem Urwirbelpaar hält STEINER das kubische Epithel für das primitivste, das mehrreihig prismatische und platte Epithel für differenzierter. Das letztere bildet sich im

Bereich der Perikardialplatte und des Medullarrohres, wo es unter dem Wachstumsdruck der darunter sich entwickelnden Organe steht. FISCHER nimmt wie STEINER eine gewisse Druckfestigkeit der einschichtigen Epidermis an, der BLECHSCHMIDT (1951) und WURMBACH (1954) auch eine entwicklungsmechanische

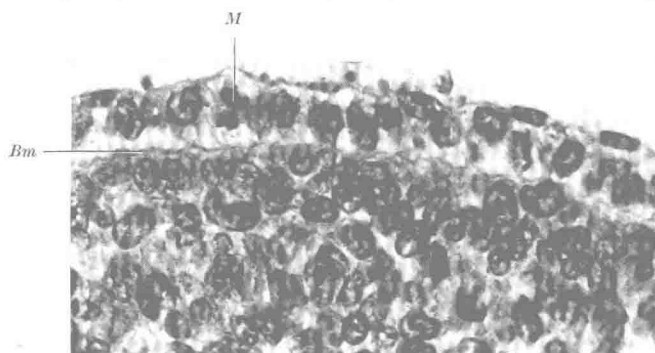


Abb. 4. Zylindrische einschichtige Epidermis der Extremitätenanlage. Beginn der Peridermbildung. Sehr zellreiche Cutisanlage. Vgl. Abb. 2 des gleichen Embryo. *M* Mitose, *Bm* Basalmembran. Vergr. 800fach. (Hämatoxylin-Eosinfärbung.)

Bedeutung zusprechen. Wenn der Zuwachs an Volumen nicht von einer entsprechenden Oberflächenvergrößerung begleitet ist, kann eine mechanische Belastung eintreten. Sie wird sich aber nicht als Druck-, sondern als Zugbeanspruchung (Gurtung) auf die umhüllende Epidermis und Cutisanlage auswirken. Dem entspricht neben der Abplattung eine Zunahme des Fibrillenreichtums im

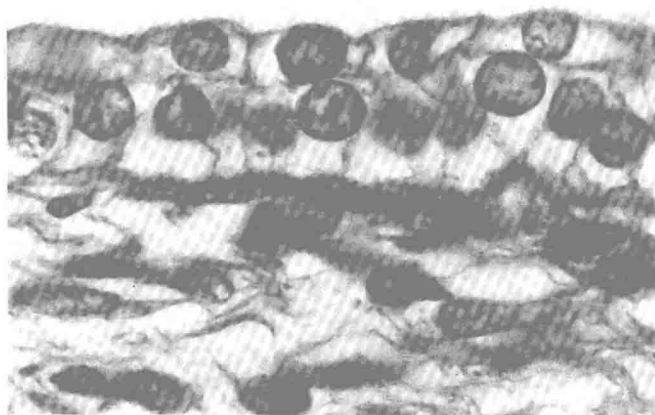


Abb. 5. Epidermis mit Periderm über dem Unterschenkel eines 2 cm langen Embryo mit wenig abgeplattetem Periderm. Vergr. 1400fach. (Hämatoxylin-Eosinfärbung.)

Cutismesoderm der gedehnten Bezirke (Abb. 2—4) (STEINER 1929a, b, 1930). HOLMGREN und JOHANSSON (1933), deren Befunde im wesentlichen mit denen STEINERS übereinstimmen, sehen das Epithel höher werden, wenn das Mesoderm an Mächtigkeit zunimmt und damit die Epidermis von der Zugbeanspruchung entlastet wird. Die Verletzbarkeit junger Embryonen zeigt indessen, daß die Festigkeit der Haut am Anfang der Entwicklung sehr gering ist.

Zu Beginn des zweiten Monats, nach STEINER (1929) bei Keimlingen von etwa 16 mm totaler Länge, wird die ganze Epidermis zweischichtig. Vorher

1*

sind schon hie und da zwei Zellagen vorhanden, aber keine geschlossene Peridermschicht (Abb. 3 und 4). Die dem Mesenchym aufliegenden Zellen sind ungleich-

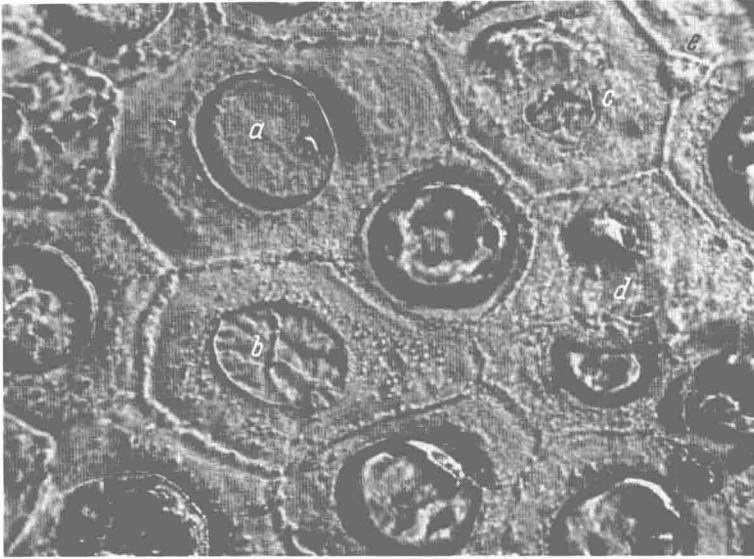


Abb. 6. Die Peridermoberfläche eines Feten (9 cm) aus der Temporalgegend. a glattwandiges Bläschen, b, c Reste von Bläschen, die ihren Inhalt abgegeben haben, d zwei neu sich entwickelnde Bläschen neben dem Rest einer entleerten Blase, e Zellausläufer der tieferen Lage. Vergr. 780fach. (Mikroreliefpräparat nach WOLF bei schräger Beleuchtung.) (Aus ZÁSTAVA 1950.)

mäßig kubisch bis rundlich und enthalten einen großen Kern. Gegen das Bindegewebe sind die einzelnen Zellen mehr oder weniger vorgetrieben, so daß die

Begrenzung hier unregelmäßig erscheint (Abb. 5).

Die obere Zellage, das *Periderm*, besteht zunächst aus kubischen Zellen. Später sind die Zellen abgeplattet, oft so sehr, daß sie durch ihren mittelständigen Kern aufgetrieben erscheinen (PINKUS 1910). Die Peridermzellen verlieren vom zweiten Monat an ihre Teilungsfähigkeit und wandeln ihr Cytoplasma in eine hornartige Substanz um, die unverdaulich ist (UNNA 1883) und sich mit Pikrinsäure gelb färbt (CEDERCREUTZ 1907). Im Gegensatz zu den verhornten Zellen des später sich bildenden Stratum corneum bleiben die Kerne der Peridermzellen erhalten. Die Einlagerung der hornartigen Substanz breitet sich im dritten Monat von der Ventralseite auf die ganze Oberfläche aus. Stellenweise entstehen durch

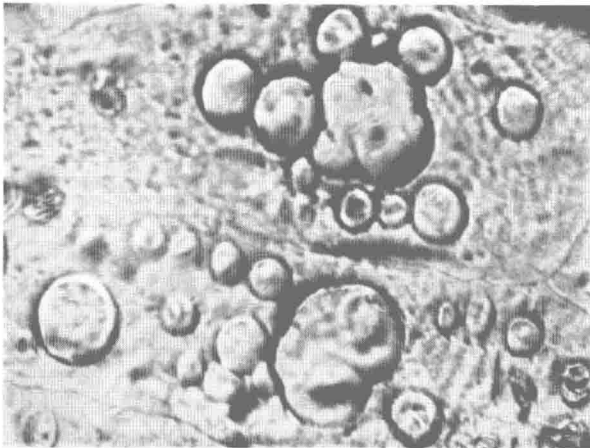


Abb. 7. Epidermisoberfläche, Planta eines Feten (13,5 cm). Zwei Zellen, jede mit mehreren verschieden großen Bläschen. Vergr. 700fach. (Präparat wie Abb. 6.) (Aus ZÁSTAVA 1950.)

ter sich bildenden Stratum corneum bleiben die Kerne der Peridermzellen erhalten. Die Einlagerung der hornartigen Substanz breitet sich im dritten Monat von der Ventralseite auf die ganze Oberfläche aus. Stellenweise entstehen durch

lokale Vermehrung der Peridermzellen kleine Häufchen, die der embryonalen Epidermis aufliegen. Bevor die Peridermzellen abgeschilfert werden, entstehen in ihnen mehrere blasige Auftreibungen, die im Zentrum der Zelle als einfache Blase beginnen und sich unter Aufteilung schließlich über die ganze Zelle erstrecken (Abb. 6 und 7) (ZÁSTAVA 1950).

Bei einigen Tieren (z. B. *Bradypus tridactylus* WELCKER 1866) bleibt das Periderm bis zur Geburt erhalten, umhüllt als geschlossene Membran die gesamte Oberfläche einschließlich der Haare und wird deshalb als *Epitrichium* bezeichnet. Beim Menschen wird das Periderm am Ende des dritten und im Laufe des vierten und fünften Monats allmählich über den ganzen Körper fortschreitend durch den endgültigen Verhornungsprozeß verdrängt (PINKUS 1910). Dabei trübt sich die Epidermis durch die Einlagerung von Ceratohyalinkörnchen und Eleidintropfen so sehr, daß die frühere Durchsichtigkeit verlorengeht. Bei Beginn dieser Umwandlung wird das Periderm in größeren Lamellen abgestoßen.

Bei 30 mm langen Embryonen beginnt an den Ventralpartien die Ausbildung einer dritten Zellschicht, des *Stratum intermedium*, indem sich Zellen aus dem *Stratum germinativum* zwischen dieses und das Periderm schieben. Da die Zellen teilungsfähig bleiben, besteht das *Stratum germinativum* jetzt aus zwei Lagen, dem *Stratum basale* und dem *Stratum intermedium* (Abb. 8). An den meisten Körperstellen bleibt die Epidermis bis zum vierten Monat zweischichtig.

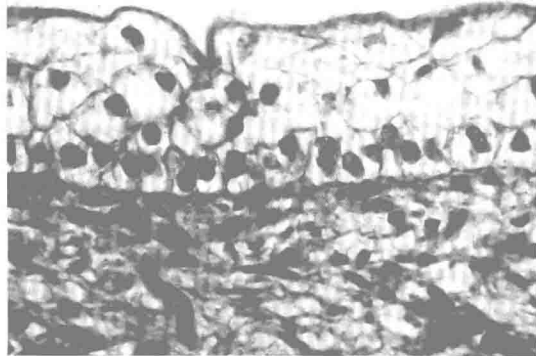


Abb. 8. Mehrschichtige Epidermis ohne Periderm über der Brust eines Feten von 5 cm SSL. Vergr. 600fach. (Hämatoxylin-Eosinfärbung.)

Im Bereich der Milchleiste, der Haarkeime, des Nagelbettes und im Gesicht treten Ceratohyalinkörnchen zuerst reichlich in den oberen Lagen des dort vielschichtigen *Stratum intermedium* auf. Doch bietet der größte Teil der Epidermis zu Beginn des fünften Monats noch keine Anzeichen einer vollständigen Verhornung. Mit der Ausbildung der Ceratohyalinkörnchen tritt in der darübergelegenen Zellschicht auch das Eleidin auf. Die oberste Lage der verhornten Zellen zeigt keine Kerne mehr. Ihr Zustand entspricht dem der Zellen des *Stratum corneum* der erwachsenen Epidermis. Nach HALE (1952) findet sich an der Leistenhaut der Hand die erste Verhornung bei 115 mm SSL. ERNST (1896) und STEINER (1929, 1930) sehen sie an der gleichen Stelle erst bei 170 mm SSL. Nach Abschluß des fünften Monats ist die Epidermis überall verhornt (UNNA 1883).

Die für die Epidermis charakteristischen *Epithelbrücken der Stachelzellen* erscheinen erst, wenn die Epidermis vielschichtig wird. Erst dann erscheinen auch die *Epithelfasern*, Tonofibrillen. Sie treten anscheinend sogar erst mit der bleibenden Verhornung auf (HALE 1952). Nach eigenen Beobachtungen lassen sich in den embryonalen Epidermiszellen fibrilläre Elemente polarisationsoptisch schon früher entdecken, lange bevor sie färberisch dargestellt werden können.

Ehe die Haaranlagen sichtbar werden, stellen sich die Zellen des *Stratum basale* in der Oberflächenebene parallel zueinander, so daß die Basalzellen bei Betrachtung von abgelösten Epidermishäuten bevorzugte Richtungen an ihren

mandelförmigen Kernen erkennen lassen (FLEISCHHAUER 1953a). Die Richtung der Zellen entspricht der Ebene, in der die Haare später geneigt sein werden. Die Peridermzellen bleiben dabei runde Scheiben ohne Bevorzugung einer Richtung (Abb. 9). An der unbehaarten Haut der Palma und Planta zeigt die Längsachse der Zellen den späteren Verlauf der Papillarleisten an, am weiblichen Genitale die Richtung der epithelialen Leisten, die sich später ins Bindegewebe senken.

2. Das Stratum germinativum.

Das vielschichtige Epithel der Haut wird durch eine laufende Produktion von Zellen in ihren tieferen Lagen trotz der Abschilferung der äußersten Schichten

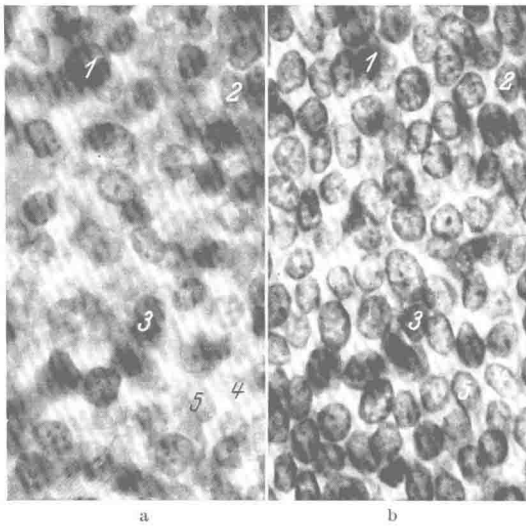


Abb. 9a u. b. Unterschenkel distal. Macerationspräparat, mit Hämatoxylin gefärbt. a Die Kerne des Periderm sind scharf eingestellt. b Die Kerne des Stratum germinativum scharf. Fünf auf beiden Abbildungen erkennbare Kerne sind mit Zahlen bezeichnet. Vergr. 800fach. (Fet 15 cm SSL.)
(Aus FLEISCHHAUER 1953a.)

auf einer gleichmäßigen Dicke gehalten. Während des Nachschubes an die Oberfläche — es handelt sich um einen langsamen gleichmäßigen Zellstrom (BENNINGHOFF 1936) — erleiden die Zellen die Veränderungen, die zur Verhornung führen. Das geschieht so regelmäßig, daß im Momentbild des histologischen Schnittes die verschieden alten und somit verschieden differenzierten Zellen als scharf begrenzte Schichten übereinander gelagert sind. Als *Stratum germinativum* (Keimschicht) wird die Zellschicht bezeichnet, die als Quelle des Zellstromes durch Zellteilung neue Zellen hervorbringt. Das geschieht in den untersten Lagen der Epidermis bis zum Stratum granulosum. Rein morphologisch läßt sich in der Keimschicht das *Stratum basale*, das aus einer Lage

regelmäßiger kubischer bis zylindrischer Zellen aufgebaut ist, von dem darüberliegenden, mehrschichtigen *Stratum spinosum* unterscheiden.

a) Das Stratum basale.

Die Zellen des Stratum basale sind in der Regel iso- bis hochprismatisch und gegen das Stratum spinosum mehr oder weniger kuppelartig gewölbt (PINKUS 1927). Ihre Seitenflächen sind meist glatt. Die basale Fläche ist mit cytoplasmatischen, in die Basalmembran eintauchenden Fortsätzen besetzt. Die Ausbildung dieser *Wurzelfüßchen* ist verschieden stark und nach ODLAND (1951) von den an der Haut wirksamen scherenden Kräften abhängig. Sie dienen nach allgemeiner Ansicht der Verankerung der Epidermis auf ihrer Unterlage (s. S. 69).

Die *Wurzelfüßchen* sind von fibrillärem Material erfüllt, das sich färberisch und polarisationsoptisch wie Tonofibrillen verhält (Abb. 10). In jedem Füßchen sind ein oder mehrere Fibrillenbündel gelegen, die sich nach dem Bindegewebe

hin aufsplittern. Gegen die Epidermisoberfläche setzen sich die Bündel in Form der HERXHEIMERSchen *Spiralen* durch die Basalzellen und 2—3 Zellreihen weiter fort (HOEPKE 1927). Ihr Aussehen wechselt mit der Form der Basalzellen (GRYNFELT 1930). An isolierten Basalzellen entspringen die Füßchen von einer Fußplatte, dem proximalen Ende der Zellen. Die Basalzellen umgreifen mit

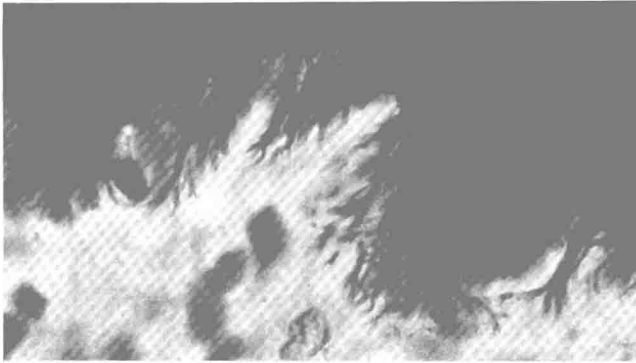


Abb. 10. Wurzelfüßchen der Basalzellen aus der Lippe eines Erwachsenen. Die Epidermis-Cutisgrenze ist schräg geschnitten. Deshalb erscheinen die Füßchen länger. Übergänge in HERXHEIMERSche Spiralen. Vergr. 960fach. (Eisenhämatoxylin nach HEIDENHAIN.)

dieser Platte die zwischen ihnen gelegenen „hellen Zellen“ (Abb. 11) oder in Mitose begriffene, abgerundete Nachbarzellen.

Elektronenoptische Bilder der *Amphibienepidermis* zeigen den basalen Zellrand mit feinen spulenartigen Körpern (1800 Å breit) ausgestattet, aus denen sehr feine Fäden zu entspringen scheinen, die das Cytoplasma weitgehend erfüllen (Abb. 15). Die Zelle ist basal durch eine 600 Å dicke Doppelmembran abgegrenzt, in der feine Körnchen gelegen sind (WEISS und FERRIS 1954a, b).



Abb. 11. Die Wurzelfüßchen umgreifen die im Stratum basale gelegenen „hellen Zellen“. (Präparat und Vergrößerung wie Abb. 10.)

Das Verhältnis von Breite und Höhe der Basalzellen ist von der Gesamthöhe der Epidermis und damit von der Anzahl der Schichten abhängig. Die überall vielschichtige Epidermis des Menschen besitzt auch allenthalben ein deutliches Stratum basale mit meist iso- und bathyprismatischen Zellen. An Orten mit sehr dünner Oberhaut, wo die Epidermis nur aus wenig Zellagen besteht, können die Basalzellen flach ausgebreitet sein. Indessen ist die Konfiguration kein unveränderliches Merkmal der basalen Zellen.

An den Rändern frischer Epitheldefekte kippen die Basalzellen um, platten sich ab und gleiten in dieser Form über die Wundoberfläche, wodurch sie rasch einen größeren Defekt bedecken (HOEPKE 1927, FIRKET 1951d, BLAZSÓ 1932).

Nach HARTWELL (1928) wird diese erste Tapete des Defektes nicht von den Basalzellen, sondern von den Zellen des Stratum spinosum gebildet.

Bei dichtbehaarten *Säugetieren* setzt sich die Epidermis nur aus wenigen Lagen zusammen. Hier besteht das Stratum germinativum oft aus 1—2 Zellreihen, und es ist zweifelhaft, ob alle Zellen der basalen Lage auch wirklich Basalzellen sind. HANSON (1947) hat die Entwicklung der Epidermis bei *Ratte* und *Maus* eingehend untersucht und die gleiche Histogenese in vitro finden können (1953). Sie unterscheidet die Zellen des Stratum basale (von ihr „Stratum germinativum“ genannt) von denen des Stratum spinosum durch den geringeren Cytoplasmagehalt, die unscharfe Zellbegrenzung und durch die weniger deutlichen Tonofibrillen der Basalzellen. Die so gekennzeichneten Basalzellen bilden bei der *Maus* eine kontinuierliche Lage nur bis zum 10. Tage post partum; dann bleiben in einigen Regionen, besonders am Rücken, in der untersten Lage nur noch Gruppen dieser Zellen erhalten, die in der Nähe der Haare angehäuft sind. An anderen Körperstellen wie an der Fußsohle bleibt eine geschlossene Basalzellschicht bestehen. Bei der *Ratte* wird das Stratum basale nirgends so weit wie bei der *Maus* zurückgebildet (HANSON 1947, FRASER 1928, STEINER 1929, 1930, DIOMIDOVA 1953), obwohl auch da die Höhe der Basalzellen starke regionale Unterschiede aufweist.

b) Das Stratum spinosum.

Die Zellen des Stratum spinosum sind mehr oder weniger abgeflacht. Der Grad der Abflachung hängt wie die Höhe der Basalzellen von der Gesamthöhe der Epidermis und damit von der Entfernung zur Oberfläche ab. Bei sehr dicker Epidermis, besonders in hohen Reteleisten, sind die unteren Zellreihen des Stratum spinosum hochgestellt, so daß ihr längster Durchmesser senkrecht zur Epidermisoberfläche steht. Je weiter sich die Zellen dem Stratum corneum genähert haben, desto mehr sind sie parallel zur Oberfläche ausgebreitet. Es besteht also bei den Zellen des Stratum spinosum wie bei den Basalzellen eine Beziehung zwischen der Zellform und der Entfernung von der Epidermisoberfläche.

Oft sind die Zellen des Stratum spinosum am Schnittpräparat noch mehr als die des Stratum basale durch intercelluläre *Saftlücken* voneinander getrennt. Nach PEASES (1951, 1952) elektronenoptischen Untersuchungen liegen die Spalten nicht intercellulär, sondern unter einer sehr hinfälligen und schwer fixierbaren Zellmembran. Es sind also *intracelluläre Schrumpfräume*, die UNNA und GOLODETZ (1907, 1909, UNNA 1928) für ein besonderes Ektoplasma halten. Damit ist die UNNASche Hypothese, wonach die Zellgrenze in Höhe der BIZZOZEROSchen Knötchen verlaufen, wieder diskutabel geworden, die vor allem durch PATZELT'S Untersuchungen (1926, 1929) widerlegt zu sein schien. PATZELT glaubt die Intercellularspalten durch Füllung mit einem Thionin-Pikrinsäureniederschlag bzw. durch starke Färbung mit Sudan nachgewiesen zu haben. MELCZER (1926a, b) nimmt einen Saftstrom in diesen Lücken an, die er durch Silberimprägnation darstellt, und die nach seiner Ansicht bis ins Stratum corneum reichen. Die Intercellularsubstanz soll in reichem Maße einen Zucker-Eiweiß-Fettkomplex enthalten und der Ernährung der Epidermiszellen dienen (DUPRÉ 1953). PATZELT (1929) und HOEPKE (1927) lassen die Saftlücken nur bis zum Stratum corneum reichen. Dort werden sie nach PATZELT (1926) durch eine Kittsubstanz ersetzt, die durch Protoplasmabrücken unterbrochen ist, während nach HOEPKE die Zellen verkeilt und ohne besondere Kittsubstanz fest zusammengefügt sind, wie schon früher UNNA (1913) angenommen hat (s. Nachtrag S. 486).

Nach den Untersuchungen von PEASE (1951, 1952) verankern die Tonofibrillen die Zellen gegenseitig und bleiben bei der Schrumpfung gespannt. Durch anheftende Cytoplasmateilchen täuschen sie die Stacheln vor, die die Zelloberfläche scheinbar überragen und die Zellen untereinander cytoplasmatisch verbinden. Nach Ansicht der meisten Autoren (s. HOEPKE 1927 und ABULAFIA 1950) stellen die Stacheln cytoplasmatische Verbindungen zwischen den benachbarten Zellen dar, die den intercellulären Spalt überbrücken. Andere Autoren (WEIDENREICH 1900, HOEPKE 1924, v. ALBERTINI 1946) glauben, daß sie von nackten Tonofibrillen gebildet werden, die den intercellulären Spalt durchziehen.

Im Zusammenhang mit den Zellbrücken sind die RANVIERSchen Knötchen (BIZZOZEROSchen Knötchen, *Desmosome*) viel diskutiert worden (HOEPKE 1927). Auf die Tatsache, daß die Knötchen an der Nahtstelle der Stachelzellen liegen, hat HOEPKE schon hingewiesen. Gegen seine Hypothese, daß die Knötchen Überkreuzungspunkte von Tonofibrillen seien, die neuerdings wieder von NIEUWMEIJER (1953) vertreten wird, wendet sich PATZELT (1928), der die Knötchen mit SCHAEFFER (1927) für eine Ausscheidung der Zellen nach Art einer Kittsubstanz hält und sie mit den Schlußleisten vergleicht. In vitro sah H. PINKUS (1932) „prickles“ sich an isolierten Zellen bilden und bei einem Carcinom Zellbrücken, obwohl die Zellen keine Tonofibrillen enthielten. In dem undulierenden Ektoplasma isolierter Zellen der in vitro-Kulturen konnte er Mitochondrien nachweisen. Nach FAVRE (1946) sind RANVIERSche Knötchen mitochondrienartige Bildungen, denen eine Rolle bei der „intercellulären Keratinisierung“ zukommt. Die äußere Hornschicht der verhornten Zellen wird nach seiner Ansicht durch eng zusammenliegende Knötchen gebildet, und er zeigt ihre verschiedene Gestalt bei pathologisch veränderter Epidermis. Die elektronenoptischen Aufnahmen PEASES (1952) lassen an Stelle der Ektosomen gestreckte Granula erkennen, die innerhalb der Zellmembran gelegen sind. In den tieferen Lagen handelt es sich nach PEASES Ansicht um Pigmentgranula, die in den höheren Lagen ohne Formveränderung ausgebleicht sind. Man wird aber wohl nicht in allen Fällen, in denen Desmosomen zu sehen sind, diese für Pigmentkörnchen halten können. Dagegen spricht auch ihr Vorkommen in unpigmentierter Epidermis. Die verschiedenen Theorien über die Morphologie der intercellulären Zellbrücken und RANVIERSchen Knötchen wurden von ABULAFIA (1950) zusammengestellt (s. Nachtrag S. 486).

Um die Aufklärung der *chemischen Natur der Desmosomen* hat man sich in jüngster Zeit mehrfach bemüht (BRAUN-FALCO 1954). LEBLOND (1951) wies nach, daß sie eine positive Polysaccharidreaktion (PJS nach HOTCHKISS und McMANUS) geben, während WISLOCKI (1951, WISLOCKI, BUNTING und DEMPSEY 1947, WISLOCKI, FAWCETT und DEMPSEY 1951) an den gleichen Gebilden der Vaginal- und Mundhöhlenschleimhaut bei *Mensch* und *Rhesusaffe* sowohl eine positive PJS-Reaktion (Abb. 12) wie auch eine Anfärbung mit Sudanschwarz B und BAKERS saurem Hämatin sah. WISLOCKI schließt daraus, daß die Brückenknötchen aus Phospholipiden bestehen. Seine Befunde wurden an der Epidermis des *Menschen* von SACCHI (1952, 1954), DUPRÉ (1952) und ROMANINI (1953a) bestätigt. DUPRÉ nimmt an, daß in den Knötchen eine fetthaltige Substanz und ein Polysaccharid nebeneinander vorhanden seien.

Bisher ist nicht entschieden, ob hier die PJS-Reaktion nicht nur fettartige Substanzen anzeigt (WOLMAN 1950, WISLOCKI, FAWCETT und DEMPSEY 1951). ROMANINI (1953b, 1954), die bei allen Klassen der Wirbeltiere beide Reaktionsgruppen, PJS-Reaktion und Sudanschwarz, in den Brückenknötchen des Mundhöhlen- und Oesophagusepithels positiv findet, schließt sich der WISLOCKISchen Deutung an. Die Gegenwart von Phospholipiden in den Desmosomen spricht